



ICID-CIID

INTERNATIONAL COMMISSION
ON IRRIGATION AND DRAINAGE

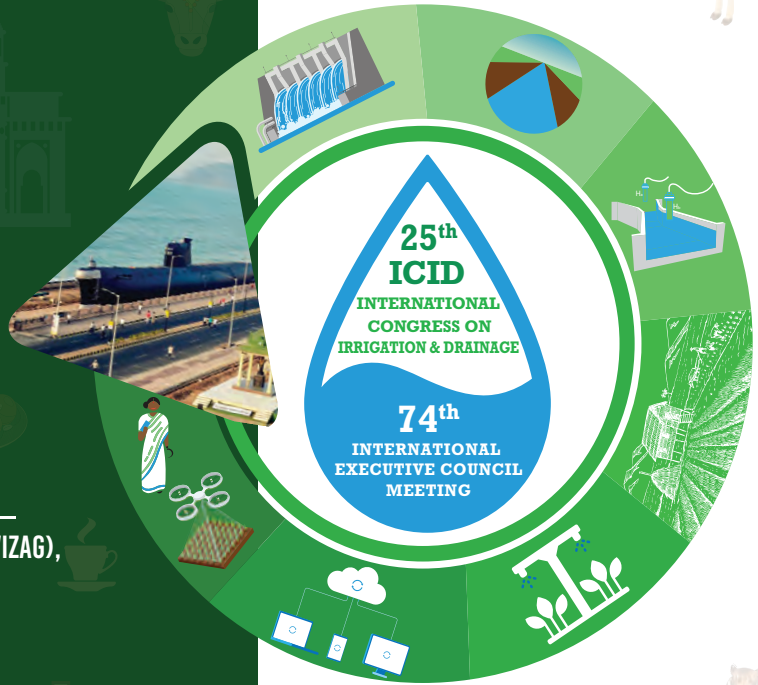


INCID

INDIAN NATIONAL COMMITTEE
ON IRRIGATION AND DRAINAGE

25TH ICID INTERNATIONAL CONGRESS ON IRRIGATION AND DRAINAGE

1-8 NOVEMBER 2023, VISAKHAPATNAM (VIZAG),
ANDHRA PRADESH, INDIA



TRANSACTIONS
QUESTION 64 AND 65



**TACKLING WATER SCARCITY
IN AGRICULTURE**

**LUTTER CONTRE LA
PENURIE D'EAU DANS
L'AGRICULTURE**

INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE
COMMISSION INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE



ICID•CIID

The International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), established in 1950 is the leading scientific, technical and not-for-profit Non-Governmental Organization (NGO). The Commission through its network of professionals spread across more than a hundred countries, has facilitated sharing of experiences and transfer of water management technology for over six decades. ICID supports capacity development, stimulates research and innovation and strives to promote policies and programs to enhance sustainable development of irrigated agriculture through a comprehensive water management framework.



VISION

Water secure World, free of poverty and hunger achieved through sustainable rural development.

MISSION

To work together towards sustainable agriculture water management through inter-disciplinary approaches to economically viable, socially acceptable and environmentally sound irrigation, drainage and flood management.



Organizational Goals to realise the ICID Vision 2030

A Enable Higher Crop Productivity with Less Water and Energy

B Be a Catalyst for a Change in Policies and Practices

C Facilitate Exchange of Information, Knowledge and Technology

D Enable Cross-Disciplinary and Inter-Sectoral Engagement

E Encourage Research and Support Development of Tools to Extend Innovation into Field

F Facilitate Capacity Development

For more information on ICID Vision 2030, please access document on 'A Road Map to ICID Vision 2030' available on ICID website - http://www.icid.org/icid_vision2030.pdf

25th International Congress on Irrigation and Drainage

25e Congrès International des Irrigations et du Drainage

1-8 November 2023, Vishakhapatnam (Vizag), Andhra Pradesh State, India

Theme / Thème

Tackling Water Scarcity in Agriculture **Lutte contre la pénurie d'eau dans l'agriculture**

QUESTION 64: What Alternative Water Resources could be Tapped for Irrigated Agriculture?

Quelles Ressources Alternatives en eau Pourraient être Exploitées pour L'agriculture Irriguée?

QUESTION 65: Which On-Farm Techniques can Increase Water Productivity?

Quelles Techniques Agricoles Peuvent Augmenter la Productivité de L'eau?



ICID•CIID

INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE (ICID)
COMMISSION INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE (CIID)

48 Nyaya Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110021, India

Tel: 91-11-2611 5679, 91-11-2611 6837

ICID accepts no responsibility for the statements made, opinions expressed, maps included and accuracy of URLs for external or third-party Internet Web sites in these transactions

La CIID se degage de toute responsabilité pour les déclarations faites, les opinions formulées, les cartes reproduites et l'exactitude de l'URL des sites web externes ou tiers dans ces Actes

ICID Transaction No. 35

© International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), 2023

ISBN: 978–81–89610–35–7

Please use the following reference to the transaction:

ICID, 2023: Tackling Water Scarcity in Agriculture.

Transactions of the 25th ICID International Congress on Irrigation and Drainage, November 2023, Vishakhapatnam (Vizag.), Andhra Pradesh, India – Abstract Volume: Question 64, and 65, 388 pp.

CONTENTS

TABLE DES MATIERES

	Page No.
Foreword / Avant-Propos	5
Preface / Préface	9
Congress Theme / Thème du Congrès	13
Question 64 What Alternative Water Resources could be Tapped for Irrigated Agriculture? / Quelles Ressources Alternatives en eau Pourraient être Exploitées pour L'agriculture Irriguée? — General Report / Rapport Général	19
Q.64.1: Developing and Reinforcing Conventional Sources of Irrigation Water Développement et Renforcement des Sources Conventionnelles d'eau D'irrigation	37
Q.64.2 Tapping Non-Conventional Sources of Water Exploitation des Sources d'eau Non Conventionnelles	127
Q.64.3 Empowerment of Farmers Autonomisation des Agriculteurs	151
Question 65: What On-Farm Techniques can Increase Water Productivity? / Quelles Techniques Agricoles Peuvent Augmenter la Productivité de L'eau? — General Report / Rapport Général	179
Q.65.1: Improving Management of Existing Facilities Amélioration de la Gestion des Installations Existantesh	203
Q.65.2: Improved Agronomic Practices and Research / Innovation Pratiques Agronomiques Améliorées et Recherche / Innovation	253
Q.65.3: Efficient Application of Irrigation Water Application Efficace de l'eau D'irrigation	269

International Review Committee

—	General Reporter Question 64 and Question 65 / Rapporteur Général Question 64 et Question 65	373
—	Panel of Experts / Groupe d'experts	374
—	International Reviewers / Critiques internationaux	383
	Author Index	384



FOREWORD



ICID has been organizing its flagship triennial event International Congress on Irrigation and Drainage (ICID) since 1951. The 1st ICID Congress was held in 1951 in Delhi and now 25th Congress is being hosted in India after 57 years. So far, ICID has held 24 Triennial Congresses.

ICID strives for a water-secure world free of poverty and hunger through its mission to facilitate prudent agriculture water management. "Enabling Higher Crop Productivity with Less Water and Energy" is the most cherished goal of ICID Vision 2030.

The 25th ICID Congress on the theme "Tackling Water Scarcity in Agriculture" will be held in Visakhapatnam (Vizag), India from 1st to 8th of November 2023 with the 74th International Executive Council Meeting and discuss questions two important questions (Question 64: What alternative water resources could be tapped for irrigated agriculture? and Question 65: Which on-farm techniques can increase water productivity?).

It is my great honour to present this transaction of the 25th ICID International Congress on Irrigation and Drainage which contains a large number of excellent papers of eminent authors and scientists sharing their work and experiences.

Visakhapatnam, is a beautiful coastal city of Andhra Pradesh and is a home to around 2.3 million people. One of the neatest, nicest and tidiest cities of India. The coastal city of Visakhapatnam is popular as a beautiful, clean and green city.

The location along the Bay of Bengal blesses the city with a pleasing climate during the month of November. The city is the ninth largest contributor to India's overall GDP (\$43.5 billion), oldest shipyard with natural harbour and is headquarter for the Indian Navy's Eastern Command. The South Coast Railway gives access to a diverse range of landscapes surrounding the easily accessible city. The event is also expected to provide a window to India in general and Andhra Pradesh in particular to exhibit rich cultural legacy and tourism avenues.

I am confident that the government of Andhra Pradesh and the ICID Indian National Committee (INCID), CWC, Government of India will not leave any stone unturned for the success of the 74th IEC Meeting and 25th ICID Congress. I am also confident that you will not only return back home with a wealth of new knowledge but also with fond memories of Visakhapatnam, the hospitality and the warm welcome of the Indian people.

I extend a cordial invitation to all the prospective delegates for the 25th ICID Congress and 74th IEC meeting.

I am looking forward to meeting you there.



Prof. Dr Ragab Ragab
ICID President



La CIID organise son événement triennal phare, le Congrès International des Irrigations et du Drainage (CIID) depuis 1951. Le 1er Congrès CIID fut tenu en 1951 à Delhi, et maintenant elle vise à organiser le 25e Congrès en Inde après 57 ans. Jusqu'à présent, la CIID a tenu 24 Congrès triennaux.

La Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID) s'efforce de créer un monde sûr en eau, libre de la pauvreté et de la faim, grâce à sa mission qui consiste à faciliter une gestion prudente de l'eau agricole. "Rendre possible une productivité agricole élevée avec moins d'eau et d'énergie" est l'objectif le plus cher de la Vision CIID 2030.

Le 25e Congrès CIID portant sur le thème «Lutte contre la pénurie d'eau dans l'agriculture» se tiendra à Visakhapatnam (Vizag), en Inde, du 1er au 8 novembre 2023 ainsi que la 74ème réunion du Conseil Exécutif International et discutera de deux questions importantes (Question 64 : Quelles ressources alternatives en eau pourraient être exploitées pour l'agriculture irriguée? et Question 65 : Quelles techniques agricoles peuvent augmenter la productivité de l'eau?)

C'est un grand honneur pour moi de présenter ces Actes du 25e Congrès International CIID des Irrigations et du Drainage qui contient un grand nombre d'excellents documents soumis par les auteurs et les scientifiques éminents partageant leurs travaux et expériences.

Visakhapatnam est une belle ville côtière situé dans l'Etat de l'Andhra Pradesh en Inde ayant une population d'environ 2,3 millions d'habitants. C'est l'une des villes les plus propres, les

plus agréables et les plus soignées de l'Inde. La ville côtière de Visakhapatnam est populaire pour sa beauté, sa propreté et sa verdure. Située tout au long du golfe du Bengale, la ville bénéficie d'un climat agréable au mois de novembre. La ville est le neuvième contributeur au PIB global de l'Inde (43,5 milliards de dollars), le plus ancien chantier naval doté d'un port naturel et le siège du Commandement oriental de la marine indienne. Le chemin de fer de la côte sud permet d'accéder à une grande variété de paysages autour de cette ville facilement accessible. L'événement devrait également offrir une ouverture sur l'Inde en général et sur l'Andhra Pradesh en particulier pour présenter un riche héritage culturel et des possibilités touristiques.

Je suis sûr que le gouvernement d'Andhra Pradesh, le Comité national indien CIID (INCID), la CWC et le gouvernement indien remueront ciel et terre pour assurer la réussite de la 74^{ème} réunion du CEI et du 25^e Congrès CIID. Je suis également convaincu que vous rentrerez chez vous non seulement avec une richesse de nouvelles connaissances, mais aussi avec de bons souvenirs de Visakhapatnam, de l'hospitalité et de l'accueil chaleureux du peuple indien.

J'adresse une invitation cordiale à tous les délégués potentiels à participer au 25^e Congrès CIID et à la 734^{ème} réunion du CEI.

Il me fera grand plaisir de vous y rencontrer.

Le Président CIID



Prof. Dr Ragab Ragab

PREFACE



ICID is a knowledge sharing platform, Innovation and research in agriculture water management to achieve sustainable development goals were discussed at 24th ICID Congress. Every third year, from the emerging global trends, two Questions or thematic areas are identified, on which papers are presented.

The 25th ICID Congress on the theme "Tackling Water Scarcity in Agriculture" will be held in Visakhapatnam/ Vizag, India from 1-8 November 2023 and discuss questions (Question 64: What alternative water resources could be tapped for irrigated agriculture?; Question 65: Which on-farm techniques can increase water productivity?) covering sub questions Developing and Reinforcing Conventional Sources of Irrigation Water, Tapping Non-Conventional Sources of Water, Empowerment of Farmers, Improving Management of Existing Facilities, Improved Agronomic Practices and Research / Innovation and Efficient Application of Irrigation Water and have provided a comprehensive platform to tackle one of the most critical challenges facing the global water sector, with a specific emphasis on irrigated agriculture. This inquiry aimed to scrutinize potential solutions to meet irrigation demands while simultaneously contributing to global food security targets and Sustainable Development Goals, particularly SDG6.

We received huge response in terms of about 251+ abstracts and finally 150+ papers against the approved abstracts from 33 countries over the globe.

This pre-congress proceeding in your hand contains all the 'abstracts' of accepted papers together with its French translation and their full text published in a USB stick. The volume also contains the General Reports on Question 64, and 65. A number of selected papers will be presented in parallel 18 sessions during the Congress along with the poster presentation of the papers which could not be presented due to limited slots available.

My profuse thanks are due to all contributing author/s and also each member of the International Review Committee for reviewing the abstracts/papers. My special thanks are also due to General Reporters and Panel Experts/Co-Chairs who synthesized the contributions from authors into valuable reports. Last but not the least, special thanks to my colleagues in the Central Office lead by Er. Balasaheb A. Chivate, Director (Technical), Mr. Keshav Dev Tanwar, Assistant Info. & tech officer and other supporting staff for their dedication in bringing this volume and USB stick on time.



Ashwin B. Pandya
Secretary General

PREFACE



La CIID est une plateforme destinée à partager des connaissances, où l'innovation et la recherche relative à la gestion de l'eau agricole pour atteindre les objectifs de développement durable ont été discutées au 24e Congrès CIID. Tous les trois ans, selon les tendances globales émergentes, deux Questions ou domaines thématiques sont identifiés, sur lesquels des communications sont présentées.

Le 25e Congrès CIID portant sur le thème «Lutte contre la pénurie d'eau dans l'agriculture» sera tenu à Visakhapatnam/ Vizag, Inde du 1-8 novembre 2023 et discutera des questions (Question 64 : Quelles ressources alternatives en eau pourraient être exploitées pour l'agriculture irriguée?; Question 65 : Quelles techniques agricoles peuvent augmenter la productivité de l'eau?) couvrant les sous questions : Développement et renforcement des sources conventionnelles d'eau d'irrigation; Exploitation des sources d'eau non conventionnelles; Autonomisation des agriculteurs; Amélioration de la gestion des installations existantes; Pratiques agronomiques améliorées et recherche/innovation; et Application efficace de l'eau d'irrigation; et fournira une plate-forme complète pour aborder l'un des défis les plus critiques auxquels est confronté le secteur mondial de l'eau, en mettant l'accent particulièrement sur l'agriculture irriguée. Cette enquête vise à examiner les solutions potentielles pour répondre aux demandes d'irrigation tout en contribuant simultanément aux objectifs de sécurité alimentaire globale et aux objectifs de développement durable, en particulier l'ODD 6.

Nous avons reçu une réponse énorme en termes d'environ 251+ résumés et finalement 150+ articles par rapport aux résumés approuvés provenant de 33 pays du monde ont été retenus.

Ce compte-rendu d'avant-congrès que vous avez dans vos mains contient tous les "résumés" des articles acceptés ainsi que leur traduction française et leur texte intégral publié sur le média USB. Le volume contient également les Rapports généraux sur les questions 64 et 65. Un certain nombre d'articles retenus seront présentés lors de 18 sessions parallèles qui seront tenues au cours du Congrès, ainsi que les affiches des communications qui n'ont pas pu être présentés en raison de la disponibilité limitée d'horaires.

Je tiens à exprimer mes remerciements à tous les auteurs qui ont contribué à ce rapport ainsi qu'à chaque membre du Comité de Critiques internationaux pour passer en revue les résumés/articles. Je remercie particulièrement les Rapporteurs Généraux et les experts du Groupe/co-présidents qui ont synthétisé les contributions des auteurs dans des rapports de qualité. Enfin, je remercie tout particulièrement mes collègues du Bureau central, dirigés par l'Ir. Balasaheb A. Chivate, Directeur (Technique), M. Keshav Dev Tanwar, Responsable adjoint chargé de l'information et de la technologie et d'autres membres du personnel de soutien pour leur dévouement à la réalisation de ce volume et de l'USB à l'heure.

Le Secrétaire Général, CIID



Ashwin B. Pandya

CONGRESS THEME:

TACKLING WATER SCARCITY IN AGRICULTURE

Water use within agricultural systems, primarily irrigation, accounts for almost seventy to eighty percent of global water withdrawals. With rising temperatures intensifying demand, in combination with more frequent and severe weather extremes impacting production, water scarcity in agriculture is posing a challenge to food security. Among other global trends, population growth and related increases in demand for agricultural and forestry products to provide food, fodder, fibre, and fuel put further pressure on water resources.

Freshwater shortages have already begun to constrain socio-economic development in some regions. In many areas, competing uses for water from agriculture, industry, and municipal users further constrain the availability of water for agriculture. Bioenergy production and use put an additional onus on water resources while an increased intensification of agriculture and water pollution poses an additional challenge. It is not surprising that seven out of seventeen Sustainable Development Goals (SDGs 1, 2, 3, 6, 13, 15, and 17) of UN Agenda 2030, are directly or indirectly influenced by the way we manage our agricultural water.

Increasing water productivity, within the agricultural water management domain, is analogous to achieving water savings (while maintaining yields), which can occur at the plot level and/or at the irrigation-system level, with or without adopting new technologies. With a diminishing share of water for agriculture, food security is feasible only with an increase in agricultural productivity, the efficient use of available water and increasing exploitation of new and non-conventional sources of water.

International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) strives for a water-secure world free of poverty and hunger through its mission to facilitate prudent agriculture water management. “Enabling Higher Crop Productivity with Less Water and Energy” is the most cherished goal of ICID Vision 2030. Through its tri-annual Congresses ICID, provides a forum to exchange the knowledge, information and technology solutions that are needed to tackle water scarcity. The 25th Congress, therefore, focuses on the possible solutions of tapping alternative water resources and increasing water productivity through on-farm interventions to tackle agriculture water scarcity.

QUESTION 64: WHAT ALTERNATIVE WATER RESOURCES COULD BE TAPPED FOR IRRIGATED AGRICULTURE?

The spatial and temporal variabilities in precipitation and water availability call for harnessing the blue water component for different uses. Most irrigation systems operate at levels below the achievable efficiency and have enormous scope to improve their productivity and efficiency. Water use and management in agriculture cross many scales: crops, fields, farms, delivery systems, basins, and the nations. Farmers as end-users and the main actors in on-farm water management, need enabling conditions in which they are willing to take initiative for improvement in productivity.

In addition to the water withdrawn from surface sources, irrigation requirements of plants can be met through rainwater, greywater, recycled wastewater, and groundwater. Rain-fed agriculture continues to contribute to about 40 per cent of global food production and most of its problems are often associated with high-intensity rainfall with large spatial and temporal variability. The dry spells need to be overcome through supplemental irrigation with the help of alternative rainwater-harvesting systems etc. Adopting deficit-irrigation is also a strategy that can be highly beneficial in water-scarce conditions.

As one of the key alternative water resources, wastewater can be used in agriculture to compensate for water shortages, particularly in peri-urban areas. Wastewater irrigation has long development history and has undergone different phases in developing and developed countries that desires appropriate safety practices.

Q.64.1: Developing and Reinforcing Conventional Sources of Irrigation Water

- (a) Increasing the Reliability of Water Supply in Irrigation Systems (including Storages, Long Distance Water Transfer, etc),
- (b) Supplementing with Sub-Surface Water through Groundwater Replenishment and Recharge and Conjunctive Use with Surface Water

Q.64.2: Tapping Non-Conventional Sources of Water

- (a) Wastewater (Treated and Semi-Treated Domestic and Industrial Wastewater) in Irrigation with Good Agricultural Practices
- (b) Managing Saline and Alkaline Water for Higher Productivity

Q.64.3: Empowerment of Farmers

- (a) Enabling Participation through Legal Instruments – Cooperatives, Water User Associations
- (b) Agriculture Extension Services For Irrigation Water Management,
- (c) Capacity Development through Information Education and Communication
- (d) Water Budgeting by Farmers

QUESTION 65: WHAT ON-FARM TECHNIQUES CAN INCREASE WATER PRODUCTIVITY?

Substantially increasing productivity, not only in terms of physical outputs but also in economic terms is essential to meet the goals of poverty alleviation, food security and water security. Water productivity is dependent on, among others, water management practices and agronomic practices. Productivity at different levels of the irrigation system needs to be critically analysed to effectively guide policy interventions and practices vital to achieving the desired objectives. Interventions that close the “yield gap” between a farm’s current yield and its potential yield, are especially beneficial in regions where hunger is most acute.

There are several different approaches by which farmers can improve water productivity. Options include those related to plant physiology, which focuses on making transpiration more efficient or productive, agronomic practices, which aim at reducing evaporation, and on-farm agricultural-engineering approaches, which aim at making water application more precise and more effective. Resource conserving techniques such as laser land leveller for field preparation, and ridge-furrow method form part of such a wide spectrum of options. Emerging technologies present a vista of new opportunities such as precision agriculture, biotechnology, sensor technology, bioinformatics, climate-smart agriculture, robotics, drones, artificial intelligence, etc.

Q.65.1: Improving Management of Existing Facilities

- (a) A Closer Look into the Concepts of Water Productivity and Irrigation Efficiency

- (b) Using Real Time Forecasts on Soil Moisture, and Extended Hydrological Prediction
- (c) Reducing Water Flows to Sinks - Irrecoverable Deep Percolation and Surface Runoff - and Reusing Return Flows,
- (d) Efficient Distribution of Available Water with Minimum Losses, including Public Private Partnership (PPP) in this Area.

Q.65.2: Improved Agronomic Practices and Research / Innovation

- (a) Timely Application of Irrigation Water
- (b) Controlling Non-Beneficial Evaporation
- (c) Minimizing Salinization of Return Flows
- (d) Closer Look at Appropriate Regional Cropping Pattern, Especially Considering the Appropriateness of Virtual Water Transfer Involved

Q.65.3: Efficient Application of Irrigation Water

- (a) Reducing Non-Returnable Losses of Irrigation Water
- (b) Pressurized Irrigation through Piped Conveyance Systems at Farm Levels
- (c) Using Technologies Such as Scada, Sensor Technology, and Precision Application



THEME DU CONGRES:**LUTTE CONTRE LA PENURIE D'EAU DANS L'AGRICULTURE**

L'utilisation de l'eau dans les systèmes agricoles, principalement l'irrigation, compte pour près de soixante-dix à quatre-vingts pour cent des prélèvements d'eau mondiaux. La hausse des températures intensifiant la demande, accompagnée des conditions météorologiques extrêmes plus fréquentes et plus sévères exerçant un impact sur la production, la pénurie d'eau dans l'agriculture pose un défi à la sécurité alimentaire. Entre autres tendances mondiales, la croissance démographique et l'augmentation correspondante de la demande de produits agricoles et forestiers destinés à fournir de la nourriture, du fourrage, des fibres et du carburant exercent une pression supplémentaire sur les ressources en eau.

Les pénuries d'eau douce ont déjà commencé à restreindre le développement socio-économique dans certaines régions. Dans de nombreuses régions, les utilisations concurrentes de l'eau par l'agriculture, l'industrie et les utilisateurs municipaux limitent encore davantage la disponibilité de l'eau pour l'agriculture. La production et l'utilisation de bioénergie exercent une pression supplémentaire sur les ressources en eau, tandis que l'intensification de l'agriculture et de la pollution de l'eau posent un défi supplémentaire. Il n'est pas surprenant que sept sur les dix-sept objectifs de développement durable (ODD 1, 2, 3, 6, 13, 15 et 17) de l'Agenda 2030 des Nations unies soient directement ou indirectement influencés par la manière dont nous gérons notre eau agricole.

L'augmentation de la productivité de l'eau, dans le domaine de la gestion de l'eau agricole, est équivalente à la réalisation d'économies d'eau (tout en maintenant les rendements), ce qui peut se produire au niveau de la parcelle et/ou au niveau du système d'irrigation, avec ou sans l'adoption de nouvelles technologies. Compte tenu du fait que la part de l'eau consacrée à l'agriculture diminue, la sécurité alimentaire n'est possible qu'avec une augmentation de la productivité agricole, l'utilisation efficace de l'eau disponible et l'exploitation croissante de sources d'eau nouvelles et non conventionnelles.

La Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID) s'efforce de créer un monde sûr en eau, libre de la pauvreté et de la faim, grâce à sa mission qui consiste à faciliter une gestion prudente de l'eau agricole. "Rendre possible une productivité agricole élevée avec moins d'eau et d'énergie" est l'objectif le plus cher de la Vision CIID 2030.

A travers ses Congrès triennaux, la CIID offre un forum pour l'échange des connaissances, des informations et la recherche des solutions technologiques nécessaires pour faire face à la pénurie d'eau. Le 25^e Congrès met l'accent donc sur la recherche des solutions possibles afin d'exploiter les ressources en eau alternatives et d'augmenter la productivité de l'eau par des interventions au niveau des exploitations agricoles pour lutter contre la pénurie d'eau agricole.

QUESTION 64: QUELLES RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU POURRAIENT ÊTRE EXPLOITÉES POUR L'AGRICULTURE IRRIGUÉE?

Les variabilités spatiales et temporelles des précipitations et de la disponibilité de l'eau exigent l'exploitation de la composante eau bleue pour différentes utilisations. La plupart des systèmes d'irrigation fonctionnent aux niveaux inférieurs à l'efficacité réalisable et il existe des possibilités d'améliorer considérablement leur productivité et leur efficacité. Il est nécessaire d'avoir des conditions favorables qui permettent aux agriculteurs, en tant qu'utilisateurs finaux et principaux acteurs de la gestion de l'eau dans les exploitations, de prendre l'initiative pour améliorer leur productivité.

En plus de l'eau prélevée des sources de surface, par l'utilisation des eaux de pluie, des eaux grises, des eaux usées recyclées et des eaux souterraines, les besoins d'irrigation des

plantes peuvent être satisfaits. L'agriculture pluviale continue de contribuer à environ 40% de la production alimentaire mondiale et la plupart de ses problèmes sont souvent associés aux précipitations de forte intensité présentant une grande variabilité spatiale et temporelle. Le défi des périodes de sécheresse doit être relevé par une irrigation supplémentaire à l'aide de systèmes alternatifs de collecte de l'eau de pluie, etc. L'adoption de l'irrigation déficitaire est également une stratégie qui peut s'avérer très bénéfique en cas de pénurie d'eau.

En tant que l'une des principales ressources en eau alternatives, les eaux usées peuvent être utilisées dans l'agriculture pour compenser les pénuries d'eau, en particulier dans les zones périurbaines. L'irrigation par les eaux usées dispose d'une longue histoire de développement et a traversé différentes phases dans les pays en développement et les pays développés qui souhaitent d'utiliser les pratiques de sécurité appropriées.

Q.64.1: Développement et Renforcement des Sources Conventionnelles d'eau D'irrigation

- (a) Accroissement de la fiabilité de l'approvisionnement en eau dans les systèmes d'irrigation (y compris les stockages, les transferts d'eau à longue distance, etc.),
- (b) Ajout de l'eau souterraine grâce à la recharge et le remplissage des eaux souterraines et à leur utilisation conjonctive avec les eaux de surface.

Q.64.2: Exploitation des Sources D'eau Non Conventionnelles

- (a) Utilisation des eaux usées (eaux usées domestiques et industrielles traitées et semi-traitées) en irrigation avec bonnes pratiques agricoles,\
- (b) Gestion de l'eau salée et alcaline pour une meilleure productivité

Q.64.3: Autonomisation des Agriculteurs

- (a) Participation par le biais d'instruments juridiques - coopératives, associations d'usagers de l'eau
- (b) Services de vulgarisation agricole pour la gestion de l'eau d'irrigation,
- (c) Renforcement des capacités par l'information, l'éducation et la communication
- (d) Bilan en eau par les agriculteurs

QUESTION 65: QUELLES TECHNIQUES AGRICOLES PEUVENT AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU?

L'augmentation substantielle de la productivité, non seulement en termes de résultats physiques mais aussi en termes économiques, est nécessaire pour atteindre les objectifs de réduction de la pauvreté, de sécurité alimentaire et de sécurité hydrique. La productivité de l'eau dépend, entre autres, des pratiques de gestion de l'eau et des pratiques agronomiques. La productivité à différents niveaux du système d'irrigation doit être analysée de manière critique afin d'orienter efficacement les interventions politiques et les pratiques essentielles à la réalisation des objectifs souhaités. Les interventions qui combler le "déficit de rendement" entre le rendement actuel d'une exploitation et son rendement potentiel sont particulièrement bénéfiques dans les régions où il existe la faim la plus grave.

Il existe plusieurs approches différentes par lesquelles les agriculteurs peuvent améliorer la productivité de l'eau. Les options comprennent celles liées à la physiologie des plantes, qui

visent à rendre la transpiration plus efficace ou plus productive, les pratiques agronomiques, qui visent à réduire l'évaporation, et les approches d'ingénierie agricole dans l'exploitation, qui visent à rendre l'application de l'eau plus précise et plus efficace. Les techniques de conservation des ressources telles que le niveleur laser pour la préparation des champs et la méthode de ligne de faîte-sillon font partie de ce large éventail d'options. Les technologies émergentes offrent de nouvelles possibilités : l'agriculture de précision, la biotechnologie, la technologie des capteurs, la bio-informatique, l'agriculture intelligente face au climat, la robotique, les drones, l'intelligence artificielle, etc.

Q.65.1: Amélioration de la Gestion des Installations Existantes

- (a) Regard plus approfondi sur les concepts de productivité de l'eau et de l'efficacité de l'irrigation
- (b) Utilisation de prévisions en temps réel sur la teneur en eau du sol et de prévisions hydrologiques étendues
- (c) Réduction des écoulements d'eau vers les puits - percolation profonde irrécupérable et ruissellement - et réutilisation des écoulements restitués,
- (d) Distribution efficace de l'eau disponible avec un minimum de pertes, y compris le partenariat public-privé (PPP) dans ce domaine.

Q.65.2: Pratiques Agronomiques Améliorées et Recherche/Innovation

- (a) Application en temps opportun de l'eau d'irrigation
- (b) Contrôle de l'évaporation non bénéfique
- (c) Réduction de la salinisation des écoulements restitués
- (d) Regard de plus près sur l'assolement régional approprié, en particulier en tenant compte de la pertinence du transfert virtuel de l'eau impliqué

Q.65.3: Application Efficace de l'eau D'irrigation

- (a) Réduction des pertes d'eau d'irrigation irrécupérables
- (b) Irrigation sous pression par le biais de systèmes de transport par canalisation au niveau des exploitations agricoles
- (c) Utilisation de technologies telles que le SCADA, la technologie des capteurs et l'application de précision.



QUESTION 64:**WHAT ALTERNATIVE WATER RESOURCES COULD BE TAPPED FOR IRRIGATED AGRICULTURE?**

QUELLES RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU POURRAIENT ÊTRE EXPLOITÉES POUR L'AGRICULTURE IRRIGUÉE?

General Reporter / Rapporteur Général

Dr. Amgad Elmahdi (Australia) – Chair

Mr. A.K. Kharya (India) – Co-Chair

**Panel of Experts, Chair and Co-Chairs /
Groupe d'experts, Président et Co-Présidents**

Mr. Waleed Hassan (FAO)

Mr. D.S. Chaskar (India)

Dr. Wenyong, Wu (China)

Dr. Sudhir Kumar (India)

Dr. Keigo Noda (Japan)

Mr. Anuj Kanwal (India)

QUESTION 64:
**WHAT ALTERNATIVE WATER RESOURCES COULD BE
TAPPED FOR IRRIGATED AGRICULTURE?**

GENERAL REPORT

Dr. Amgad Elmahdi (Australia)¹
General Reporter

Question 64: What Alternative Water Resources could be Tapped Irrigated Agriculture

The subject of this inquiry is aimed at addressing one of the most critical challenges confronting the broader water sector, with a specific focus on irrigated agriculture. It seeks to examine potential solutions for satisfying irrigation demands while simultaneously contributing to global food security targets and Sustainable Development Goals (SDGs), including SDG6. The research inquiry can be dissected into three distinct facets:

64.1: Strengthening Conventional Sources of Irrigation Water

64.2: Harnessing Non-Conventional Water Resources

64.3: Empowering Farmers: An Examination of Relevant Issues

The fluidity of precipitation patterns and the inherent variability in water availability, both spatially and temporally, underscore the significance of exploring blue water resources for diverse applications. Presently, numerous irrigation systems operate below their potential efficiency, offering substantial opportunities for enhancing productivity and resource utilization. The management of water in agriculture spans multiple levels, encompassing individual crops, fields, farms, irrigation delivery systems, river basins, and entire nations. Farmers, who function as both end-users and primary stakeholders in on-farm water management, require conducive conditions that incentivize proactive measures aimed at improving agricultural productivity.

In addition to conventional surface water sources, meeting the irrigation requirements of crops can be accomplished through alternative sources such as rainwater, greywater, recycled wastewater, and groundwater. Rain-fed agriculture, which still contributes approximately 40 percent of global food production, often contends with challenges arising from erratic rainfall patterns characterized by significant spatial and temporal variations. To address dry spells and enhance crop yields, supplemental irrigation can be facilitated through rainwater-harvesting systems. The adoption of under-irrigation practices can also prove highly advantageous in regions with limited water resources.

Wastewater emerges as a pivotal alternative water resource, particularly in peri-urban areas, serving as a means to mitigate water shortages in agriculture. The practice of wastewater irrigation has a rich developmental history and has undergone distinct phases in both developing and developed countries, necessitating the implementation of appropriate safety measures and practices.

Hence, Research Inquiry 64 provides a unique opportunity to focus on how alternative water resources might enhance the resilience of irrigation systems and bridge the gap between water supply and demand. The subdivision of this inquiry into three distinct sub-questions further serves to guide research contributions, encouraging responses that delve into the specific

¹ Senior Executive Manager | Hydrology | Water & Natural Resources Management | Climate Finance

themes of reinforcing, harnessing, and empowering, all within the context of sustainable irrigated agriculture.

We thank the subtopics reporters and Er. B.A. Chivate, Director (Technical), ICID Central Office for their assistance for the preparation of this General Report.

Sub-Question 64.1: Developing and Reinforcing Conventional Sources of Irrigation Water

Dr. Waleed Hassan (Panel Expert)

INTRODUCTION

This comprehensive compilation of research endeavors embodies a concerted effort to address the multifaceted challenges that pervade the domains of irrigation and water resource management. Spanning diverse geographical regions, each study presented in this compilation employs cutting-edge techniques, advanced methodologies, and innovative technologies to provide a wealth of insights and actionable solutions.

The overarching objective of these research initiatives is resolute: to advance the cause of sustainable agricultural practices while optimizing strategies for the responsible stewardship of our invaluable water resources. This collection commences with a meticulous exploration of irrigation emitter design, culminating in the evaluation and enhancement of a pioneering shunt-hedging flow channel through a blend of experimental testing and computational fluid dynamics. Beyond mere enhancement of emitter efficiency, this study furnishes invaluable insights applicable to analogous irrigation systems, addressing the paramount issue of water scarcity comprehensively.

Subsequent studies delve into discrete facets of agricultural water management, each strategically poised to address specific challenges. These studies encompass the assessment of crop farming techniques, the mitigation of climate change and overproduction repercussions, all coalescing to strive for enhanced water resource efficiency and the promotion of sustainability in agriculture.

Key Challenges:

Resource Over-Extraction and Climate Change Impacts in Rafsanjan Plain, Iran: One of the primary challenges identified is the historical mismanagement of water resources in the Rafsanjan Plain, Iran. Short-sighted agricultural policies have led to a cumulative negative water balance. The primary limitation lies in addressing the substantial groundwater extraction for agriculture, compounded by climate change impacts. While the study offers policy recommendations for sustainable development, it acknowledges the complexity of reversing long-standing resource mismanagement practices.

Borehole Failures in Burkina Faso: The PRECIS project in Burkina Faso faced a significant challenge with a 50% borehole failure rate. This limitation highlights the difficulties in implementing reliable irrigation systems, particularly in regions with challenging geological conditions. While the study's success in drilling boreholes underscores the importance of perseverance, it serves as a reminder of the obstacles in securing dependable water resources.

Integrated Water Resources Management (IWRM) in Lombok Island, Indonesia: The study in Lombok Island emphasizes the challenges in implementing IWRM in small island contexts. It reveals complexities in equitable water allocation and adaptation to climate change impacts. The limitations underscore the need for a nuanced approach to IWRM and the difficulties in balancing water allocation needs.

Precipitation Variability in Periyar Main Canal Region, India: The research in the Periyar Main Canal (PMC) region of India highlights the variations in precipitation patterns and their consequences for agriculture. The key challenge here is the variable rainfall, leading to both water surplus and deficit in different areas. While the study explores strategies for recharging shallow aquifers, it recognizes the need for adaptive water management strategies to address the multifaceted water scarcity issues.

Key Messages

Adaptive Policy Formulation: In the context of Rafsanjan Plain, Iran, the importance of adaptive policy assessments is evident. To address historical resource mismanagement, policy formulation must consider the impacts of climate change and optimize resource allocation. The key message here is the necessity of forward-looking policies that account for long-term sustainability.

Resilience in Water Resource Development: The PRECIS project in Burkina Faso demonstrates the resilience required to overcome borehole failures and secure reliable water sources. The message is clear: determination and stringent control measures can lead to successful irrigation systems, even in challenging geological conditions.

Complexities of IWRM Implementation: The study in Lombok Island, Indonesia, emphasizes the complexities of implementing IWRM, particularly in small island contexts. Equitable water allocation and adaptation to climate change are paramount. The key message is the need for a comprehensive, adaptable approach to IWRM that considers local challenges.

Adaptation to Climate Variability: The research in the Periyar Main Canal region of India underscores the importance of adapting to variable precipitation patterns. The study suggests recharging shallow aquifers as a strategy, highlighting the need for adaptive water management strategies in regions with diverse water challenges.

In conclusion, research efforts addressing sub-question 64.1 reveal the intricate challenges and potential solutions in reinforcing conventional sources of irrigation water. These challenges encompass historical mismanagement, geological limitations, policy complexities, and climate variability. However, the key messages emanating from these studies emphasize the importance of adaptive policies, resilience in resource development, comprehensive IWRM approaches, and adaptation to changing climate conditions. These insights are pivotal in guiding sustainable water resource management practices and fostering agricultural sustainability in various global contexts.

Sub-Question 64.2: Tapping Non-Conventional Sources of Water

Dr Wenyong Wu (Panel Expert)

Introduction

Sub-Question 64.2, "Tapping Non-Conventional Sources of Water," delves into the utilization of non-traditional water resources for agricultural purposes. This comprehensive analysis encompasses eleven selected papers, with a predominant focus on water reuse (nine papers) and a minor emphasis on saline water irrigation (two papers). The research contributions within this sub-question span various themes, including field experiments, water quality assessment for irrigation, water reuse strategies, and more. This academic discourse aims to encapsulate the key challenges, limitations, and key messages derived from these research endeavors.

Wastewater Reuse

Maximizing Wastewater Benefits: This paper underscores the multifaceted advantages of treated wastewater irrigation, which include preserving groundwater, enhancing soil quality, boosting agricultural production, and mitigating greenhouse gas emissions. It strongly emphasizes the imperative of proper wastewater treatment for ensuring safe and sustainable utilization.

Safe Water Sources for Arid Regions: Safety evaluations of recycled water sources in arid regions confirm their high stability and suitability for irrigation, making a significant contribution to the promotion of sustainable agricultural practices in water-scarce areas.

Greywater for Urban Landscapes: This research pioneers the purification and reuse of greywater for urban landscape irrigation, demonstrating its feasibility and appropriateness for sustainable green space management in urban environments.

Fundamentals of Wastewater Treatment: The paper elucidates the fundamental principles of wastewater treatment and their practical applicability for irrigating greenery. It offers valuable insights for decision-makers, architects, and engineers involved in urban planning and landscaping projects.

Holistic Approach to Water Efficiency: Introducing a systemic approach, this paper addresses barriers related to water use efficiency, advocating for a comprehensive strategy to combat water scarcity at all levels of water management.

Addressing Water Quality Concerns: The paper identifies areas of concern regarding water quality, notably in the Keelung River, necessitating the implementation of pollution control strategies to achieve critical water quality levels for safe and sustainable reuse.

Regulatory Frameworks and Water Trading: Through a study of wastewater reuse in Indian agriculture, this research emphasizes the vital role of regulatory frameworks and water trading mechanisms in achieving sustainable water management practices.

Understanding Impact of River Pollution: Employing risk perception models, this study assesses the impact of river pollution on irrigation water sources, shedding light on adaptive behaviors among residents and the need for informed decision-making.

Governance Framework for Water Reuse: The presented case study highlights the significance of a well-structured governance framework to facilitate water reuse, trading, and the conjunctive use of treated and well water in peri-urban agriculture, promoting long-term sustainability.

Saline Water Irrigation Key Messages:

Impact on Soil Health: This study reveals that saline water irrigation adversely affects soil properties and respiration. It emphasizes the importance of maintaining optimal water salinity levels for cotton fields to preserve soil health and agricultural productivity.

Innovative Drainage Measures: The paper underscores the necessity for innovative drainage measures to mitigate soil salinity in the Alazni Valley. It highlights the importance of considering seasonal and climatic dynamics in such mitigation strategies to effectively combat soil salinity issues.

Potentials and Problems on Use of Non-Conventional Water Resources

Utilizing non-conventional water resources for irrigation aligns with the Roadmap to 2030 ICID Vision's strategy to achieve a water-secure world with sustainable rural development. Reclaimed water and saline water represent stable alternatives for irrigation, offering various environmental benefits such as freshwater preservation, increased agricultural productivity, reduced nutrient runoff, minimized fertilizer usage, and reduced energy consumption, thereby contributing to carbon emission reduction. However, these non-conventional water sources also bring challenges, including the introduction of emerging contaminants and increased salt loads, potentially leading to ecological and health risks and reduced agricultural yields. To mitigate these issues, irrigation techniques and regimes must be optimized.

The Gaps

Despite the promising potential of non-conventional water resources for irrigation, several critical gaps in knowledge and practice exist:

- Lack of systematic technical solutions and guidelines for non-conventional water irrigation projects.
- A need for a comprehensive approach to assessing emerging contaminants' impact on water and soil quality, employing bioassay methods to establish toxic thresholds.
- Insufficient understanding of salt movement mechanisms in diverse irrigation scenarios, necessitating coordinated drainage systems to control salt movement and maintain salt balance.
- Requirement for innovative underground drainage techniques and coordinated irrigation and drainage design to prevent salt-related hazards and enhance drainage efficiency.
- A call for systematic technical solutions encompassing planning, design, and management, tailored to diverse national contexts and situations.

In conclusion, Sub-Question 64.2 sheds light on the potential and challenges of tapping non-conventional water sources for agricultural irrigation. While these sources offer environmental benefits, addressing emerging contaminants and salt-related issues remains critical. Further research and systematic guidelines are imperative to harness the full potential of non-conventional water resources in ensuring global food security and sustainable agricultural practices.

Sub-Question 64.3: Empowerment of Farmers in Addressing Water Scarcity in Agriculture

Dr. Keigo Noda (Panel Expert)

Introduction

The exponential growth of the global population has engendered an escalating demand for food production. Projections by the Food and Agriculture Organization (FAO) predict that the world population will reach 9.73 billion by 2050 and continue to rise to 11.2 billion by 2100. The concomitant requirement for water in agricultural production cannot be overstated. Agricultural irrigation remains the most substantial consumer of water resources worldwide, despite increased water utilization in various sectors (Kızıloglu, 2002). This report delves into the multifaceted issue of empowering farmers to address water scarcity in agriculture, encompassing Participatory Irrigation Management (PIM), adoption of Micro Irrigation

Systems, capacity development through Information Education and Communication (IEC) initiatives, and innovative approaches.

Challenges and Limitations

Underutilization of Irrigation Potential: A significant challenge lies in the underutilization of created irrigation potential. This underutilization can be attributed to rigid planning, inadequate funding, a lack of beneficiary participation, and suboptimal maintenance of irrigation systems by government bodies, responsible for their upkeep (Introduction).

Complexity of Micro Irrigation Systems: While adoption of Micro Irrigation Systems holds promise, the complexity in selecting, applying, and scheduling different systems poses challenges, particularly in community-based systems with multiple farmers adopting diverse micro irrigation technologies (Introduction).

Resistance to Change: Despite the benefits of PIM, its widespread acceptance remains sporadic and location-specific. Resistance to change and the need for behavioral shifts among farmers and government agencies hinder its full realization (Good Practices of PIM Promotion and Capacity Building).

ICT Access and Adoption: The potential of Information Communication Technology (ICT) initiatives in empowering farmers is constrained by limited access and adoption, especially in rural areas. Furthermore, the cost of mobile applications and challenges related to internet connectivity need to be addressed (New Trials for Further Empowerment of Farmers).

Customization Challenges: Customizing extension services to cater to the diverse needs and contexts of farmers is essential but can be resource-intensive and logistically challenging (Lessons Learned from the Implementing Capacity Development Programs).

Key Messages

Participatory Irrigation Management (PIM): PIM is crucial for optimizing irrigation potential. It empowers farmers by involving them in decision-making, enhancing system efficiency, and bridging the gap between potential and actual utilization. Effective PIM implementation can significantly contribute to addressing water scarcity in agriculture (Introduction).

Micro Irrigation Systems: While complex, the adoption of Micro Irrigation Systems offers substantial water use efficiency benefits. Successful adoption requires coordinated management through Farmers Water Users Associations and innovative approaches to community-based rotational irrigation management (Introduction).

Capacity Development through IEC Initiatives: Capacity development programs enhance technical and business skills, promote innovation, strengthen institutional capacity, support sustainable development, and raise awareness about climate change. Leveraging ICT and establishing Cyber Extension Units can further amplify their impact (Capacity Development through Information Education and Communication).

Empowering Youth: Training and involving youth in ICT initiatives can bolster agriculture development, as they possess the potential to embrace technology and facilitate knowledge dissemination (New Trials for Further Empowerment of Farmers).

Serious Gaming and Interactive Visualization Tools: Innovative tools like serious gaming can engage farmers in understanding and implementing sustainable agricultural practices. Such tools can contribute to knowledge dissemination and behavior change among farmers (New Trials for Further Empowerment of Farmers).

Customization for Local Contexts: Customizing extension services to meet the specific needs and conditions of farmers is essential. This approach ensures that farmers receive tailored guidance, enhancing the relevance and effectiveness of capacity building efforts (Lessons Learned from the Implementing Capacity Development Programs).

Public-Private Partnerships: Collaborations between government agencies, private sector organizations, and development partners are pivotal in enhancing the impact of capacity development programs. These partnerships facilitate technology adoption, knowledge transfer, and sustainable funding mechanisms (Lessons Learned from the Implementing Capacity Development Programs).

In conclusion, empowering farmers to address water scarcity in agriculture is a multifaceted challenge that requires a holistic approach. Effective PIM, adoption of Micro Irrigation Systems, capacity development through IEC initiatives, and innovative strategies, including ICT adoption and serious gaming, can collectively empower farmers to optimize water resources, improve agricultural practices, and contribute to sustainable food production. Customization, youth engagement, and public-private partnerships are critical elements in achieving these goals. As the global population continues to rise, the empowerment of farmers remains imperative for the resilience and sustainability of agriculture in the face of water scarcity. The reward mechanism for ecosystem services should also be considered as an incentive for farmers in their pursuit of sustainable agricultural practices (Okiria et al., 2021).

Summary

The Congress Theme of 'Tackling Water Scarcity in Agriculture' and Question 64, focusing on 'What Alternative Water Resources could be Tapped for Irrigated Agriculture,' have provided a comprehensive platform to tackle one of the most critical challenges facing the global water sector, with a specific emphasis on irrigated agriculture. This inquiry aimed to scrutinize potential solutions to meet irrigation demands while simultaneously contributing to global food security targets and Sustainable Development Goals, particularly SDG6.

The exploration unfolded through three distinct facets, each offering unique insights and pathways to sustainable irrigated agriculture:

Reinforcing Conventional Sources of Irrigation Water: This sub-question delved into enhancing the efficiency of existing irrigation systems and overcoming challenges such as historical mismanagement, geological limitations, policy complexities, and climate variability. Key messages underscored the importance of adaptive policies, resilience in resource development, comprehensive Integrated Water Resources Management (IWRM) approaches, and adaptation to changing climate conditions.

Tapping Non-Conventional Sources of Water: This section delved into the utilization of non-traditional water resources for agriculture, with a focus on wastewater reuse and saline water irrigation. While these sources offer substantial environmental benefits, challenges related to emerging contaminants and salt-related issues were highlighted. The need for further research and systematic guidelines was emphasized to harness the full potential of non-conventional water resources.

Empowerment of Farmers in Addressing Water Scarcity in Agriculture: This sub-question addressed the imperative of empowering farmers through Participatory Irrigation Management (PIM), adoption of Micro Irrigation Systems, capacity development through Information Education and Communication (IEC) initiatives, and innovative approaches. Key messages underscored the pivotal role of PIM in optimizing irrigation potential, the potential

benefits of Micro Irrigation Systems, the importance of capacity development, and the need for customization, youth engagement, and public-private partnerships in empowering farmers.

In conclusion, these inquiries collectively contribute to advancing the cause of sustainable agricultural practices, optimizing water resource utilization, and mitigating water scarcity challenges. As the global population continues to grow, the empowerment of farmers remains imperative for the resilience and sustainability of agriculture in the face of water scarcity. The path forward involves embracing adaptive strategies, leveraging technology and innovation, and fostering collaboration among stakeholders to secure a water-secure and food-secure future for all.



QUESTION 64:**QUELLES RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU POURRAIENT ETRE EXPLOITEES POUR L'AGRICULTURE IRRIGUEE?****RAPPORT GENERAL**Dr. Amgad Elmahdi (Australie)¹*Rapporteur général***Question 64: Quelles Ressources Alternatives en eau Pourraient être Exploitées pour L'agriculture Irriguée ?**

Cette enquête vise à relever l'un des défis les plus critiques auxquels est confronté le secteur de l'eau au sens large, en mettant l'accent sur l'agriculture irriguée. Elle recherche à examiner les solutions possibles pour satisfaire les demandes d'irrigation tout en contribuant aux objectifs de sécurité alimentaire mondiale et aux objectifs de développement durable (ODD), y compris l'ODD 6. L'enquête de recherche peut être disséquée en trois facettes distinctes :

64.1: Renforcement des sources conventionnelles d'eau d'irrigation**64.2: Exploitation des sources d'eau non conventionnelles****64.3: Autonomisation des agriculteurs: un examen des questions pertinentes**

La fluidité des régimes de précipitations et la variabilité intrinsèque de la disponibilité de l'eau, tant dans l'espace que dans le temps, soulignent l'importance de l'exploration des ressources en eau bleue pour diverses applications. A présent, de nombreux systèmes d'irrigation fonctionnent en deçà de leur efficacité éventuelle, ce qui offre des possibilités considérables d'amélioration de la productivité et de l'utilisation des ressources. La gestion de l'eau d'agricole s'étend sur multiples niveaux, englobant les cultures individuelles, les champs, les exploitations agricoles, les systèmes d'irrigation, les bassins fluviaux et les nations entières. Les agriculteurs, qui sont à la fois les utilisateurs finaux et les principaux acteurs de la gestion de l'eau à la ferme, exigent des conditions favorables qui encouragent des mesures proactives visant à améliorer la productivité agricole.

Outre les sources d'eau de surface conventionnelles, pour répondre aux besoins d'irrigation des cultures, il est possible d'utiliser les sources alternatives telles que les eaux de pluie, les eaux grises, les eaux usées recyclées et les eaux souterraines. L'agriculture pluviale, contribuant encore environ 40% de la production alimentaire mondiale, est souvent confrontée à des défis liés aux régimes pluviométriques erratiques caractérisés par d'importantes variations spatiales et temporelles. Pour faire face aux périodes de sécheresse et améliorer le rendement des cultures, il est possible de faciliter l'irrigation d'appoint grâce aux systèmes de collecte des eaux de pluie. L'adoption des pratiques de sous-irrigation sera très avantageuse dans les régions ayant des ressources en eau limitées.

Les eaux usées apparaissent comme une ressource en eau alternative essentielle, en particulier dans les zones périurbaines, permettant d'atténuer les pénuries d'eau dans l'agriculture. La pratique de l'irrigation en utilisant des eaux usées a une riche histoire de développement et a connu des phases distinctes dans les pays en développement et les pays développés, nécessitant la mise en œuvre de mesures et de pratiques de sécurité appropriées.

Par conséquent, l'enquête de recherche 64 fournit une occasion unique de se concentrer sur

1 Senior Executive Manager | Hydrology | Water & Natural Resources Management | Climate Finance

la façon dont les ressources en eau alternatives peuvent améliorer la résilience des systèmes d'irrigation et combler les lacunes entre l'offre et la demande d'eau. La subdivision de cette enquête en trois sous-questions distinctes permet d'orienter les contributions à la recherche, en encourageant les réponses qui approfondissent les thèmes spécifiques du renforcement, de l'exploitation et de l'autonomisation, le tout dans le contexte d'une agriculture irriguée durable.

Nous exprimons nos remerciements aux Rapporteurs des sous-thèmes et à l'lr B.A. Chivate, Directeur (Technique), Bureau Central CIID pour leur assistance à la préparation de ce Rapport général.

Sous-question 64.1: Développement et Renforcement des Sources Conventionnelles de l'eau D'irrigation

Dr. Waleed Hassan (Expert du Groupe)

INTRODUCTION

Cette compilation complète d'efforts de recherche incarne un effort concerté pour relever les défis à multiples facettes qui s'étend dans les domaines de l'irrigation et de la gestion des ressources en eau. Couvrant diverses régions géographiques, chaque étude présentée dans cette compilation utilise des techniques de pointe, des méthodologies avancées et des technologies innovantes pour fournir une multitude d'informations et de solutions exploitables.

L'objectif important de ces initiatives de recherche est résolu : faire avancer la cause des pratiques agricoles durables tout en optimisant les stratégies de gestion responsable de nos inestimables ressources en eau. Cette collection commence par une exploration méticuleuse de la conception des buses individuelles d'irrigation, culminant avec l'évaluation et l'amélioration d'un canal d'écoulement pionnier de shunt-hedging par un mélange de tests expérimentaux et de dynamique des fluides computationnelle. Au-delà de la simple amélioration de l'efficacité des buses individuelles, cette étude fournit des informations précieuses applicables aux systèmes d'irrigation analogues, en abordant de manière exhaustive la question primordiale de la pénurie d'eau.

Les études suivantes remontent aux aspects distincts de la gestion de l'eau agricole, chacune d'entre elles étant stratégiquement conçue pour relever les défis spécifiques. Ces études englobent l'évaluation des techniques agricole, l'atténuation du changement climatique et les répercussions de la surproduction, réunissent tous ces aspects dans le but d'améliorer l'efficacité des ressources en eau et de promouvoir la durabilité dans l'agriculture.

Défis majeurs :

Surextraction des ressources et impacts du changement climatique dans la plaine de Rafsanjan, en Iran : L'un des principaux défis identifiés est la mauvaise gestion historique des ressources en eau dans la plaine de Rafsanjan, en Iran. Des politiques agricoles manquant la vision ont conduit à un bilan hydrique négatif cumulé. La principale limite réside dans le traitement du prélèvement substantiel des eaux souterraines pour l'agriculture, aggravée par les impacts du changement climatique. Bien que l'étude propose des recommandations politiques pour le développement durable, elle reconnaît la complexité de l'inversion des pratiques de mauvaise gestion des ressources de longue date.

Échecs de forages au Burkina Faso : Le projet PRECIS au Burkina Faso a fait face à un défi important avec un taux d'échec de forages de 50%. Cette limitation met en évidence les difficultés concernant la mise en œuvre de systèmes d'irrigation fiables, en particulier dans les

régions ayant des conditions géologiques difficiles. Même si le succès de l'étude en matière de forage souligne l'importance de la persévérance, il nous rappelle les obstacles qui existent dans la sécurisation des ressources en eau fiables.

Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) sur l'île de Lombok, en Indonésie : L'étude menée sur l'île de Lombok met l'accent sur les défis posés par la mise en œuvre de la GIRE dans le contexte des petites îles. Elle démontre la complexité de l'allocation équitable de l'eau et de l'adaptation aux effets du changement climatique. Les limites soulignent la nécessité d'avoir une approche nuancée de la GIRE et les difficultés à équilibrer les besoins en matière d'allocation de l'eau.

Variabilité des précipitations dans la région du canal principal de Periyar, en Inde : Les recherches menées dans la région du canal principal de Periyar (PMC), en Inde, mettent en évidence les variations survenues dans les régimes de précipitations et leurs impacts sur l'agriculture. La principale difficulté réside dans la variabilité des précipitations, qui entraîne à la fois des excédents et des déficits d'eau dans différentes zones. Tout en explorant des stratégies de recharge des aquifères peu profonds, l'étude reconnaît la nécessité d'avoir des stratégies adaptatives de la gestion de l'eau pour faire face aux multiples facettes des problèmes de pénurie d'eau.

Messages clés :

Formulation d'une politique adaptative : Dans le contexte de la plaine de Rafsanjan, en Iran, l'importance de l'évaluation des politiques adaptatives est évidente. Pour remédier à la mauvaise gestion historique des ressources, la formulation des politiques doit tenir compte des effets du changement climatique et optimiser l'allocation des ressources. Le message clé ici est la nécessité d'avoir des politiques tournées vers l'avenir qui tiennent compte de la durabilité à long terme.

Résilience dans le développement des ressources en eau : Le projet PRECIS au Burkina Faso démontre la résilience nécessaire pour surmonter les défaillances des forages et garantir des sources d'eau fiables. Le message est clair : la détermination et les mesures de contrôle rigoureuses peuvent conduire à des systèmes d'irrigation fructueux, même dans des conditions géologiques difficiles

Complexité de la mise en œuvre de la GIRE : L'étude menée sur l'île de Lombok, en Indonésie, souligne la complexité de la mise en œuvre de la GIRE, en particulier dans les petites îles. L'allocation équitable de l'eau et l'adaptation au changement climatique sont primordiales. Il exige une approche globale et adaptable de la GIRE qui tienne compte des défis locaux.

Adaptation à la variabilité climatique : Les recherches menées dans la région du canal principal de Periyar, en Inde, soulignent l'importance de l'adaptation à la variabilité des précipitations. L'étude propose de recharger les aquifères peu profonds comme stratégie, soulignant la nécessité d'avoir des stratégies de la gestion de l'eau adaptatives dans les régions confrontées aux divers défis en matière d'eau.

En conclusion, les efforts déployés dans la recherche portant sur la sous-question 64.1 révèlent les défis complexes et les solutions potentielles liés au renforcement des sources conventionnelles d'eau d'irrigation. Ces défis englobent la mauvaise gestion historique, les limites géologiques, les complexités politiques et la variabilité climatique. Cependant, les messages clés émanant de ces études mettent l'accent sur l'importance des politiques adaptatives, de la résilience dans le développement des ressources, des approches globales de la GIRE et de l'adaptation aux conditions climatiques en évolution. Ces connaissances sont essentielles pour orienter les pratiques de gestion durable des ressources en eau et

favoriser la durabilité de l'agriculture dans divers contextes mondiaux.

Sous-Question 64.2: Exploitation des Sources d'eau Non-Conventionnelles

Dr Wenyong Wu (Expert du groupe)

INTRODUCTION

La sous-question 64.2, «Exploitation des sources d'eau non conventionnelles», porte sur l'utilisation des ressources en eau non traditionnelles à des fins agricoles. Cette analyse complète englobe onze articles sélectionnés, avec un accent prédominant sur la réutilisation de l'eau (neuf articles) et un accent mineur sur l'irrigation à l'eau saline (deux articles). Les contributions à la recherche dans le cadre de cette sous-question couvrent différents thèmes, notamment les expériences sur le terrain, l'évaluation de la qualité de l'eau pour l'irrigation, les stratégies de réutilisation de l'eau, et bien d'autres encore. Ce discours académique vise à résumer les principaux défis, les limites et les messages clés dérivés de ces efforts de recherche.

Réutilisation des eaux usées

Maximisation des avantages des eaux usées : Ce document met l'accent sur les avantages multiples tirés de l'irrigation par les eaux usées traitées, notamment la préservation des eaux souterraines, l'amélioration de la qualité des sols, la stimulation de la production agricole et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il insiste fortement sur l'impératif d'un traitement approprié des eaux usées pour assurer une utilisation sûre et durable.

Sources d'eau sûres dans les régions arides : Les évaluations de la sécurité des sources d'eau recyclée dans les régions arides confirment leur grande stabilité et leur pertinence à l'irrigation, contribuant ainsi de manière significative à la promotion de pratiques agricoles durables dans les régions déficitaires en eau.

Eaux grises pour les paysages urbains : Cette recherche est pionnière dans la purification et la réutilisation des eaux grises pour l'irrigation des paysages urbains, démontrant sa faisabilité et sa pertinence à la gestion durable des espaces verts dans les environnements urbains.

Principes fondamentaux du traitement des eaux usées : Ce document met en lumière les principes fondamentaux du traitement des eaux usées et leur applicabilité pratique pour l'irrigation des espaces verts. Il offre des informations précieuses aux décideurs, architectes et ingénieurs impliqués dans des projets de planification urbaine et d'aménagement paysager.

Approche holistique de l'efficacité de l'eau : En introduisant une approche systémique, ce document aborde les obstacles liés à l'efficacité de l'utilisation de l'eau et soutient une stratégie globale de lutte contre la pénurie d'eau à tous les niveaux de la gestion de l'eau.

Aborder les préoccupations liées à la qualité de l'eau : Le document identifie les domaines critiques concernant la qualité de l'eau, notamment dans la rivière Keelung, qui exige la mise en œuvre de stratégies de contrôle de la pollution pour atteindre des niveaux critiques de qualité de l'eau pour une réutilisation sûre et durable.

Cadres réglementaires et commerce de l'eau : Grâce à une étude menée sur la réutilisation des eaux usées dans l'agriculture indienne, cette recherche met l'accent sur le rôle joué par les cadres réglementaires et des mécanismes de commerce de l'eau dans la réalisation de pratiques de gestion durable de l'eau.

Compréhension de l'impact de la pollution fluviale : En utilisant des modèles de perception des risques, cette étude évalue l'impact de la pollution fluviale sur les sources d'eau d'irrigation,

mettant en lumière les comportements d'adaptation des résidents et la nécessité de prendre des décisions éclairées.

Cadre de gouvernance pour la réutilisation de l'eau : L'étude de cas présentée met l'accent sur l'importance d'un cadre de gouvernance bien structuré pour faciliter la réutilisation de l'eau, les échanges et l'utilisation conjointe de l'eau traitée et de l'eau de puits dans l'agriculture périurbaine, afin de promouvoir la durabilité à long terme.

Messages clés sur l'irrigation par l'eau saline :

Impact sur la santé des sols : Cette étude révèle que l'irrigation à l'eau salée exerce des effets néfastes sur les propriétés et la respiration du sol. Elle souligne l'importance de maintenir des niveaux optimaux de salinité de l'eau dans les champs de coton afin de préserver la santé des sols et la productivité agricole.

Mesures innovantes de drainage : Le document met l'accent sur la nécessité de prendre des mesures innovantes de drainage pour atténuer la salinité du sol dans la vallée d'Alazni. Il souligne l'importance de prendre en compte les dynamiques saisonnières et climatiques dans ces stratégies relatives à l'atténuation afin de lutter efficacement contre les problèmes de salinité des sols.

Potentiels et problèmes liés à l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles

L'utilisation des ressources en eau non conventionnelles en irrigation s'aligne sur la stratégie de la Feuille de Route de la Vision CIID 2030 visant à réaliser un monde sûr en eau avec un développement rural durable. L'eau récupérée et l'eau saline représentent des alternatives stables pour l'irrigation, offrant divers avantages environnementaux tels que la préservation de l'eau douce, l'augmentation de la productivité agricole, la réduction de l'écoulement des nutriments, la minimisation de l'utilisation des engrais, et la réduction de la consommation d'énergie, contribuant ainsi à la réduction de l'émission de carbone. Cependant, ces sources d'eau non conventionnelles posent également des problèmes, notamment l'introduction de nouveaux contaminants et l'augmentation de la charge en sel, ce qui peut entraîner des risques écologiques et sanitaires donnant lieu à une baisse des rendements agricoles. Pour atténuer ces problèmes, les techniques et les régimes d'irrigation doivent être optimisés.

Lacunes

Malgré le potentiel prometteur des ressources en eau non conventionnelles pour l'irrigation, il existe plusieurs lacunes importantes suivantes dans les connaissances et les pratiques:

- Le manque de solutions techniques systématiques et de lignes directrices en ce qui concerne les projets d'irrigation des eaux non conventionnelles.
- La nécessité d'une approche globale pour évaluer l'impact des nouveaux contaminants sur la qualité de l'eau et du sol, en utilisant des méthodes d'essai biologique pour établir des seuils de toxicité.
- La compréhension insuffisante des mécanismes de mouvement du sel dans divers scénarios d'irrigation, nécessitant des systèmes de drainage coordonnés pour contrôler le mouvement du sel et maintenir l'équilibre salin.
- La nécessité de techniques innovantes de drainage souterrain et d'une conception coordonnée de l'irrigation et du drainage afin de prévenir les risques liés au sel et d'améliorer l'efficacité du drainage.
- L'appel aux solutions techniques systématiques englobant la planification, la conception et la gestion, adaptées aux différents contextes et situations nationaux.

En conclusion, la sous-question 64.2 met en lumière le potentiel et les défis liés à l'exploitation

de sources d'eau non conventionnelles pour l'irrigation agricole. Bien que ces sources offrent des avantages environnementaux, il reste essentiel de traiter les problèmes émergents liés aux contaminants et au sel. Il est impératif de poursuivre les recherches et d'élaborer les lignes directrices systématiques afin d'exploiter pleinement le potentiel des ressources en eau non conventionnelles pour garantir la sécurité alimentaire mondiale et les pratiques agricoles durables.

Sous-Question 64.3: Autonomisation des Agriculteurs dans la Lutte Contre la Pénurie D'eau en Agriculture

Dr. Keigo Noda (Expert du Groupe)

INTRODUCTION

La croissance exponentielle de la population mondiale a donné lieu à une demande croissante de la production alimentaire. Les projections de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) prévoient que la population mondiale atteindra le chiffre de 9,73 milliards de personnes en 2050 et continuera à augmenter jusqu'à 11,2 milliards de personnes en 2100. Il ne sera pas utile d'insister sur le besoin concomitant d'eau pour la production agricole. L'irrigation agricole compte le principal consommateur de ressources en eau dans le monde, malgré une utilisation accrue de l'eau dans divers secteurs (Kızıloglu, 2002). Le présent rapport se penche sur les multiples facettes de la question de l'autonomisation des agriculteurs pour faire face à la pénurie d'eau dans l'agriculture, en englobant la gestion participative de l'irrigation (PIM), l'adoption de systèmes de micro-irrigation, le renforcement des capacités par le biais d'initiatives d'information, d'éducation et de communication (IEC) et d'approches innovantes.

Défis et limites

Sous-utilisation du potentiel d'irrigation : La sous-utilisation du potentiel d'irrigation créé dispose d'un défi important. Cette sous-utilisation peut être attribuée à une planification rigide, à un financement inadéquat, à un manque de participation des bénéficiaires et à une maintenance sous-optimale des systèmes d'irrigation par les organismes gouvernementaux responsables de leur entretien (Introduction).

Complexité des systèmes de micro-irrigation : Parfois l'adoption des systèmes de micro-irrigation est prometteuse, mais la complexité de la sélection, de l'application et de la programmation des différents systèmes pose des problèmes, en particulier dans les systèmes communautaires où de nombreux agriculteurs adoptent diverses technologies de micro-irrigation (Introduction).

Résistance au changement : Malgré les avantages de la gestion participative de l'irrigation (PIM), son acceptation généralisée reste sporadique et spécifique à chaque lieu. La résistance au changement et la nécessité de modifier les comportements chez les agriculteurs et les agences gouvernementales empêchent sa pleine réalisation (Bonnes pratiques de promotion de la PIM et de renforcement des capacités).

Accès et adoption de l'ICT : Le potentiel des initiatives en matière de technologies de l'information et de la communication (ICT) en ce qui concerne l'autonomisation des agriculteurs est contenue par un accès et une adoption limités, en particulier dans les zones rurales. En outre, le coût des applications mobiles et les défis liés à la connectivité internet doivent être abordés (De nouveaux essais pour l'autonomisation des agriculteurs).

Défis en face de personnalisation : Il est nécessaire de personnaliser les services de vulgarisation pour répondre aux divers besoins et contextes des agriculteurs, mais cela peut nécessiter beaucoup de ressources et poser des problèmes logistiques (Leçons tirées de la

mise en œuvre des programmes de renforcement des capacités).

Messages clés

Gestion participative de l'irrigation (PIM) : La PIM est essentielle pour optimiser le potentiel d'irrigation. Elle autorise les agriculteurs en les impliquant dans la prise de décision, en améliorant l'efficacité du système et en comblant les lacunes entre l'utilisation potentielle et l'utilisation réelle. Une mise en œuvre efficace de la PIM peut contribuer de manière significative à résoudre le problème de la pénurie d'eau dans l'agriculture (Introduction).

Systèmes de micro-irrigation : Bien que complexe, l'adoption de systèmes de micro-irrigation offre des avantages substantiels en ce qui concerne l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Une adoption fructueuse exige une gestion coordonnée par l'intermédiaire des associations des agriculteurs et des utilisateurs de l'eau et des approches innovantes de la gestion communautaire de l'irrigation par rotation (Introduction).

Renforcement des capacités grâce aux initiatives d'IEC : Les programmes de renforcement des capacités améliorent les compétences techniques et commerciales, encouragent l'innovation, renforcent les capacités institutionnelles, soutiennent le développement durable et sensibilisent au changement climatique. L'utilisation de la technologie de l'information et de la communication (ICT) et la création des unités d'extension cyber peuvent encore amplifier leur impact (Renforcement des capacités par l'information, l'éducation et la communication).

Autonomisation des jeunes : La formation et l'implication des jeunes dans les initiatives de la technologie de l'information et de la communication (ICT) peuvent soutenir le développement agricole, car ils possèdent le potentiel nécessaire pour adopter la technologie et faciliter la diffusion des connaissances (De nouveaux essais pour l'autonomisation des agriculteurs).

Jeux sérieux et outils de visualisation interactifs : Des outils innovants tels que les jeux sérieux peuvent retenir l'attention des agriculteurs à comprendre et à mettre en œuvre des pratiques agricoles durables. Ces outils peuvent contribuer à la diffusion des connaissances et au changement de comportement des agriculteurs (De nouveaux essais pour l'autonomisation des agriculteurs).

Adaptation aux contextes locaux : Il est essentiel de personnaliser les services de vulgarisation pour répondre aux besoins et aux conditions spécifiques des agriculteurs. Cette approche rend sûr que les agriculteurs reçoivent des conseils personnalisés, améliorant ainsi la pertinence et l'efficacité des efforts déployés pour le renforcement des capacités (Leçons tirées de la mise en œuvre des programmes de renforcement des capacités).

Partenariats public-privé : Les collaborations entre les agences gouvernementales, les organisations du secteur privé et les partenaires de développement sont essentielles pour améliorer l'impact des programmes de renforcement des capacités. Ces partenariats facilitent l'adoption des technologies, le transfert de connaissances et la mise en place des mécanismes de financement durables (Leçons tirées de la mise en œuvre des programmes de renforcement des capacités).

En conclusion, l'autonomisation des agriculteurs afin de remédier à la pénurie d'eau dans l'agriculture est un défi à facettes multiples qui exige une approche holistique. La gestion participative de l'irrigation holistique(PIM), l'adoption de systèmes de micro-irrigation, le renforcement des capacités grâce aux initiatives d'information, d'éducation et de communication (IEC) et des stratégies innovantes, y compris l'adoption des technologies de l'information et de la communication (ITC) et les jeux sérieux, peuvent collectivement permettre aux agriculteurs d'optimiser les ressources en eau, d'améliorer les pratiques agricoles et de contribuer à une production alimentaire durable. La personnalisation, l'association des jeunes et les partenariats public-privé sont des éléments essentiels pour atteindre ces objectifs. Etant

donné que la population mondiale continue d'augmenter, l'autonomisation des agriculteurs reste importante pour la résilience et la durabilité de l'agriculture face à la pénurie d'eau. Le mécanisme de récompense pour les services écosystémiques devrait également être considéré comme une incitation aux agriculteurs dans leur quête de pratiques agricoles durables (Okiria et al., 2021).

Résumé

Le thème du Congrès, «Lutte contre la pénurie d'eau dans l'agriculture», et la question 64, axée sur «Quelles ressources alternatives en eau pourraient être exploitées pour l'agriculture irriguée?», ont accordé une plateforme complète pour traiter l'un des défis les plus critiques auxquels est confronté le secteur mondial de l'eau, en mettant un accent particulier sur l'agriculture irriguée. Cette enquête visait à examiner les solutions possibles pour répondre aux demandes d'irrigation tout en contribuant aux objectifs de sécurité alimentaire mondiale et aux objectifs de développement durable, en particulier l'ODD 6.

L'exploration s'est déroulée dans le cadre de trois aspects distincts, chacun offrant des perspectives et des voies uniques vers une agriculture irriguée durable :

Renforcement des sources conventionnelles d'eau d'irrigation : Cette sous-question portait sur l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation existants et sur la résolution de problèmes tels que la mauvaise gestion historique, les limites géologiques, la complexité des politiques et la variabilité du climat. Les messages clés ont souligné l'importance des politiques d'adaptation, de la résilience dans le développement des ressources, des approches globales de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et de l'adaptation aux conditions climatiques en évolution.

Exploitation des sources d'eau non conventionnelles : Cette section a remonté dans l'utilisation des ressources en eau non traditionnelles dans l'agriculture, en mettant l'accent sur la réutilisation des eaux usées et d'eau salée en irrigation. Bien que ces sources offrent des avantages environnementaux considérables, les défis liés aux contaminants émergents et aux problèmes liés au sel ont été mis en évidence. La nécessité de poursuivre les recherches approfondies et d'élaborer les lignes directrices systématiques a été soulignée afin d'exploiter pleinement le potentiel des ressources en eau non conventionnelles.

Autonomisation des agriculteurs dans la lutte contre la pénurie d'eau dans l'agriculture : Cette sous-question aborde l'importance de l'autonomisation des agriculteurs à travers la gestion participative de l'irrigation (PIM), l'adoption des systèmes de micro-irrigation, le renforcement des capacités par le biais des initiatives d'information, d'éducation et de communication (IEC), et des approches innovantes. Les messages clés soulignent le rôle joué par la gestion participative de l'irrigation (PIM), dans l'optimisation du potentiel d'irrigation, les avantages potentiels des systèmes de micro-irrigation, l'importance du renforcement des capacités et le besoin de personnalisation, d'engagement des jeunes et de partenariats public-privé dans l'autonomisation des agriculteurs.

En conclusion, ces enquêtes contribuent collectivement à faire avancer la cause des pratiques agricoles durables, à optimiser l'utilisation des ressources en eau et à atténuer les problèmes de pénurie d'eau. Alors que la population mondiale continue de croître, l'autonomisation des agriculteurs reste importante pour la résilience et la durabilité de l'agriculture en face de la pénurie d'eau. La voie à suivre comporte l'adoption des stratégies adaptatives, à tirer parti de la technologie et de l'innovation et à favoriser la collaboration entre les parties prenantes afin d'assurer à tous un avenir caractérisé par la sécurité de l'eau et de l'alimentation.



Abstracts of Papers received in Response to

Q.64.1: **Developing and Reinforcing Conventional Sources of Irrigation Water** / Développement et Renforcement des Sources Conventionnelles de l'eau D'irrigation

INDEX OF ABSTRACT

	Page No.
R.64.1.01 ANAVIGATIONTOOLFOR MODERNIZATION: MASSCOTEAPPLICATIONS TO FIND A WAY IN THE COMPLEXITY UN OUTIL DE NAVIGATION POUR LA MODERNIZATION : L'APPLICATION MASSCOTE POUR TRACER UN CHEMIN DANS LA COMPLEXITE <i>M.G. Shivakumar, Dr. Daniel Renault and Lance Gore (France)</i>	43
R.64.1.02 INTEGRATED RESERVOIRS OPERATION FOR INCREASING RELIABILITY AND MAINTAINING EQUITY OF WATER SUPPLY EXPLOITATION INTEGREE DES RESERVOIRS POUR ACCROITRE LA FIABILITE ET MAINTENIR L'EQUITE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU <i>Dr. Sangle Shivaji, Er Balasaheb Chivate, and Ms. Shivani Sangle (India)</i>	46
R.64.1.03 RESEARCH ON ESTIMATION OF RATIONAL IRRIGATION WATER CONSUMPTION AND ADVANCED MANAGEMENT IN GUANDU AREA RECHERCHES SUR L'ESTIMATION DE LA CONSOMMATION RATIONNELLE DE L'EAU D'IRRIGATION ET LA GESTION AVANCEE DANS LA REGION DE GUANDU <i>Jih-Shun Liu, Ray-Shyan Wu, Fang-Lan Ko, Chih-Chiang Dung, Pai-Hung Wang (Taipei Chinese)</i>	48
R.64.1.04 FORECASTING IRRIGATION DEMANDS USING SHORT-TERM WEATHER FORECASTS PREVISION DE LA DEMANDE D'IRRIGATION A L'AIDE DE PREVISIONS METEOROLOGIQUES A COURT TERME <i>Kallem Sushanth*, Ashok Mishra, Rajendra Singh (India)</i>	50
R.64.1.05 FINDING IRRIGATION ENABLED BOREHOLES IN THE BASEMENT ROCK AREAS IN THE SAHEL: CASE OF ELEVEN SITES IN BURKINA FASO TROUVER DES FORAGES ADAPTES A L'IRRIGATION DANS LES ZONES ROCHEUSES DU SOCLE DU SAHEL: CAS DE ONZE SITES AU BURKINA FASO <i>Dr, Keïta, Amadou Dr, Niang, Dial, Dr. Andrianisa, Harinaivo Anderson, and Dr, Hayde, László G, (Burkina Faso)</i>	52
R.64.1.06 INVESTIGATING AGRICULTURAL WATER PRODUCTIVITY IN URMIA LAKE BASIN USING WAPOR DATABASE ÉTUDE DE LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU AGRICOLE DANS LE BASSIN DU LAC D'OURMIA À L'AIDE DE LA BASE DE DONNÉES WAPOR <i>Iman Hajirad Sanaz Mohammadi and Hossein Dehghanisani*, (Iran)</i>	54
R.64.1.07 EVOLUTION OF IRRIGATION SECTOR IN NEPAL, GLOBAL TRENDS AND THE CONSTRAINTS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND EXPANSION OF IRRIGATION IN PROVINCES OF NEPAL EVOLUTION DU SECTEUR DE L'IRRIGATION AU NEPAL, TENDANCES GLOBALES ET CONTRAINTES AU DEVELOPPEMENT DURABLE ET A L'EXPANSION DE L'IRRIGATION DANS LES PROVINCES DU NEPAL <i>Dr. Karki Saroj and Mrs. Acharya Suchana (Nepal)</i>	56
	47

- R.64.1.08 THE POTENTIAL WATER SUPPLY SOURCES FOR WATER SCARCITY ALLEVIATION IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN, THAILAND** 58
 EVALUATION DES SOURCES POTENTIELLES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POUR REDUIRE LA PÉNURIE D'EAU DANS LE BASSIN FLUVIAL DE CHAO PHRAYA, THAILANDE
Wilmat D.S.M. Priyasiri, Areeya Rittima, Yutthana Phankamolsil, Allan Sriratana Tabucanon, Wudhichart Sawangphol, Jidapa Kraisanangka, Yutthana Talaluxmana, Varawoot Vudhivanich, Chaiwat Prechawit, and Watchara Suiadee (Thaïlande)
- R.64.1.09 INCREASING THE RELIABILITY OF WATER AVAILABILITY FOR RESERVOIRS USING RELIABLE RIVER GAUGING TECHNIQUES** 60
 ACCROÎTRE LA FIABILITÉ DE LA DISPONIBILITÉ DE L'EAU DES RÉSERVOIRS EN UTILISANT DES TECHNIQUES FIABLES DE JAUGEAGE DES RIVIERES
Mr. P. Devender Rao, Mr. M. L. Franklin (India)
- R.64.1.10 DIVERSION OF RIVER BENUE FLOODWATER FOR MASSIVE IRRIGATION AND FOOD SECURITY IN NIGERIA** 62
 DÉRIVATION DES EAUX DE CRUE DE LA RIVIERE BENUE POUR L'IRRIGATION MASSIVE ET LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE AU NIGERIA
Mr. Ibrahim Abdulkarim and Engr. Olomoda Ibraheem (Nigeria)
- R.64.1.11 KRISHI BHAGYA SCHEME OF KARNATAKA, INDIA – A GOLDEN MEANS FOR TACKLING WATER SCARCITY IN AGRICULTURE** 64
 PROJET KRISHI BHAGYA DU KARNATAKA, INDE – MOYEN EFFICACE POUR LUTTER CONTRE LA PÉNURIE D'EAU DANS L'AGRICULTURE
Rajendra Poddar (India)
- R.64.1.12 EVALUATION OF THE POTENTIAL WATER STORAGE UNDER DIFFERENT HEIGHTS OF RIDGES IN PADDY FIELDS IN THE MIDDLE OF TAIWAN** 66
 EVALUATION DU POTENTIEL DE STOCKAGE DE L'EAU EN FONCTION DES DIFFÉRENTES HAUTEURS DES CRÊTES DANS LES RIZIÈRES AU CENTRE DE TAIWAN
Feng-Wen Chen, Chen-Wuing Liu (Taipei Chinese)
- R.64.1.13 STUDY ON THE WATER EFFICIENCY OF IRRIGATION REGIME ADJUSTMENT IN ZENGWEN-WUSHANTOU RESERVOIRS** 68
 ÉTUDE SUR L'EFFICACITÉ DE L'EAU DE L'AJUSTEMENT DU RÉGIME D'IRRIGATION DANS LES RÉSERVOIRS DE ZENGWEN-WUSHANTOU
Chen-Chen Chen, Ching-Tien Chen, Sheng-Fu, Tsai, Ming-Tee Hung, Gwo-Fong Lin, and Yuan-Fu Zeng (Taipei Chinese)
- R.64.1.14 ASSETS MANAGEMENT FOR SUSTAINED WATER SECURITY IN MAHARASHTRA** 70
 GESTION DES ACTIFS POUR UNE SÉCURITÉ DURABLE DE L'EAU DANS L'ÉTAT DE MAHARASHTRA
Er. Pawar Rajendra, (India)
- R.64.1.15 GEOSPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF SURFACE AND SUBSURFACE FLOW FOR CONJUNCTIVE WATER USE PLANNING** 73
 ANALYSE GÉOSPATIALE ET TEMPORELLE DES ÉCOULEMENTS DE SURFACE ET SOUTERRAINS POUR LA PLANIFICATION DE L'UTILISATION CONJONCTIVE DE L'EAU
Bakkiyalakshmi Palanisamy, Kumar Velusamy, Aavudai Anandhi, and Sandeep Kumar Patakamuri (India)

R.64.1.16	THE APPLICATION OF IWRM IN A WATER STRESSED AREA CASE STUDY OF HIGH-LEVEL DIVERSION CHANNEL, LOMBOK ISLAND, INDONESIA APPLICATION DE LA GIRE DANS UNE ZONE DE STRESS HYDRIQUE ÉTUDE DE CAS DU CANAL DE DÉRIVATION DE HAUT NIVEAU, ÎLE DE LOMBOK, INDONÉSIE <i>Arianti, Ni Putu, Dr., Amron, Mochammad, and Dr. Ariyanti, Vicky (Indonésie)</i>	75
R.64.1.17	INVESTIGATING ALTERNATIVE SOURCES FOR IRRIGATION WATER SUPPLY AND RELATING ITS WATER QUALITY, A CASE STUDY OF MULTIPLE PURPOSESTORMWATER DETENTION BASINS RECHERCHE DE SOURCES ALTERNATIVES POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'IRRIGATION ET RELATION AVEC LA QUALITÉ DE L'EAU, UNE ÉTUDE DE CAS DE BASSINS DE RETENUE D'EAUX PLUVIALES À BUTS MULTIPLES <i>Lee, Tsu-Chuan, Liu, Cheng-Yen (Taipei Chinese)</i>	77
R.64.1.18	IMPACT OF REHABILITATION OF MINOR IRRIGATION TANK SYSTEM ONGROUNDWATER REGIME OF THE TANK COMMAND AREA – CASE STUDIES FROM APIIAT PROJECT IMPACT DE LA RÉHABILITATION DU SYSTÈME DES PETIT RÉSERVOIRS D'IRRIGATION SUR LE RÉGIME DES EAUX SOUTERRAINES DE LA ZONE DE COMMANDE DES RÉSERVOIRS - ÉTUDES DE CAS DU PROJET APIIAT <i>K.S. Sastry, Shubham Goswami, P.S. Raghavaiah, J. Niharika, M. Sekha (India)</i>	79
R.64.1.19	CONSERVING CULTURAL HERITAGE IRRIGATION INFRASTRUCTURES CASE STUDY: KARANGTALUN IRRIGATION SYSTEM, INDONESIA CONSERVATION DES INFRASTRUCTURES D'IRRIGATION DUPATRIMOINE CULTUREL ÉTUDE DE CAS: SYSTÈME D'IRRIGATION DE KARANGTALUN, INDONÉSIE <i>Dr, Ariyanti, Vicky, Murtiningrum, Kuji, and Eriza, Corri (Indonesia)</i>	81
R.64.1.20	STORAGE CAPACITY ESTIMATION WITH INADEQUATE DATA FOR CLUSTERS IN HPSIVA PROJECT, INDIA ESTIMATION DE LA CAPACITE DE STOCKAGE AVEC DES DONNEES INADÉQUATES DES GROUPES DANS LE PROJET HPSIVA, INDE <i>(Mr) Dheeraj Kaushik, Vishwanath Bhawe, Deepak Garg, Sourav Banerjee (India)</i>	83
R.64.1.21	ANALYSIS OF THE EFFECTS OF AGRICULTURAL MANAGEMENT POLICIES IN THE RAFSANJAN PLAIN WITH THE WATER-FOOD-ENERGY NEXUS APPROACH ANALYSE DES EFFETS DES POLITIQUES DE LA GESTION AGRICOLE SUR LA PLAINE DE RAFSANJAN A L'AIDE DE L'APPROCHE DU LIEN ENTRE L'EAU-L'ALIMENTATION- L'ENERGIE <i>Sarai Tabrizi, Mahdi, Mirzaei, Mansoureh, Ghanbarzadeh Farshmi, Elias, Pournemati, Nazanin and Balasaheb Anantrao Chivate, (Iran)</i>	85
R.64.1.22	INNOVATION TELEMETRY CONTROL SYSTEM BASED ON IOT TECHNOLOGY IN TAIWAN TAOYUAN MAIN CANAL INNOVATION DU SYSTEME DE CONTROLE TELEMATIQUE BASE SUR LA TECHNOLOGIE IOT DANS LE CANALPRINCIPAL DE TAOYUAN A TAIWAN <i>Liu, Jih-Shun, Ray-Shyan Wu, Wang, Pai-Hung Ko, Fang-Lan, Dung, Chih-Chiang, (Taipei Chinese)</i>	87

- R.64.1.23 VARYING YIELDS AT THE PROJECT SOURCES OF THE SRIRAMASAGAR PROJECT AND SUPPLEMENTATION WITH OTHER MULTIPLE WATER SOURCES TO THE COMMAND AS A BACKUP TO MEET THE HIGH-WATER DEMANDS** 89
 VARIATION DES RENDEMENTS AUX SOURCES DU PROJET SRIRAMASAGAR ET L'AJOUT D'AUTRES SOURCES D'EAU MULTIPLES A LA CHARGE D'UNE PRISE D'EAU EN TANT QUE RÉSERVE POUR RÉPONDRE AUX DEMANDES EN EAU ÉLEVÉES
Er. Kotte Sudhakar Reddy, and Er. Bejjanki SravanKumar (India)
- R.64.1.24 THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE HYDROLOGY OF CONTRASTING CATCHMENTS** 91
 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'HYDROLOGIE DES BASSIN VERSANTS CONTRASTÉS
Mr. Eyüboğlu, İzzet Nazmi (Turkey)
- R.64.1.25 CONSTRUCTION OF DIVERSION/RIVER LINKING SCHEMES TO AVAIL MORE WATER FOR IRRIGATED AGRICULTURE** 93
 CONSTRUCTION D'OUVRAGES DE DÉRIVATION ET DE LIAISON FLUVIALE AFIN DE DISPOSER DE PLUS D'EAU POUR L'AGRICULTURE IRRIGUÉE
(Shri. Naik Arun , Shri. Bombale Bharat) (India)
- R.64.1.26 TECHNO-ECONOMICAL ASPECTS OF MAHARASTRA'S FIRSTAIR FILLED RUBBERDAM ON KANNAN RIVER, NAGPUR-A CASESTUDY** 95
 ASPECTS TECHNIQUE-ECONOMIQUES DU PREMIER BARRAGE EN CAOUTCHOUC REMPLI D'AIR DE MAHARASTRA SUR LA RIVIERE KANNAN, NAGPUR - UNE ETUDE DE CAS
O. Jangid, M. Singh, and Dr. P. Pawar (India)
- R.64.1.27 ASSESSMENT OF TRANSFORMATION FROM EXISTING IRRIGATION SYSTEM TO PRESSURIZED IRRIGATION SYSTEM IN GAP REGION** 97
 EVALUATION DE LA TRANSFORMATION DU SYSTEME D'IRRIGATION EXISTANT EN SYSTEME D'IRRIGATION SOUS PRESSION DANS LA REGION DU GAP
Remziye Yıldız Gülağacı, and Esra Yarangümeli (Turkey)
- R.64.1.28 INTERVENTIONS TO TACKLE WATER SCARCITY IN DROUGHT PRONE AREA OF BEED DISTRICT** 99
 INTERVENTIONS POUR LUTTER CONTRE LA PENURIE D'EAU DANS LES REGIONS SUJETTES A LA SECHERESSE DU DISTRICT DE BEED
Mr. Kardile Krushna, Dr. Kulkarni Upendra, Dr. Deshmukh Vasant and Er. Renapurkar Pramod (India)
- R.64.1.29 A CASE STUDY IN MODELING IRRIGATION WATER FOR TERRACED FIELDS WITH GOOSE-TAIL MOUNTAIN AREA IN TAIWAN** 101
 ETUDE DE CAS SUR LA MODELISATION DE L'EAU D'IRRIGATION POUR LES CHAMPS EN TERRASSES DANS LA REGION DE LA MONTAGNE GOOSE-TAIL A TAIWAN
Ray-Shyan Wu, Jih-Shun Liu, Fang-Lan Ko (Taipei Chinese)
- R.64.1.30 ESTIMATION OF THE POTENTIAL OF RAIN-WATER HARVESTING (RWH) FOR SMALL-SCALE IRRIGATED COFFEE FARMING IN UGANDA** 103
 ESTIMATION DU POTENTIEL DE LA COLLECTE DES EAUX DE PLUIE (RWH) POUR LA CULTURE IRRIGUÉE DU CAFÉ À PETITE ÉCHELLE EN OUGANDA
Mr Matyanga Samuel ; Professor Tsheko Rejoice; Professor Patrick Cecil And Mclift-Hill Anne (Uganda)

R.64.1.31	SUSTAINABLE STRATEGIES TO MITIGATE RIVERBANK EROSION AND IMPROVE LIVELIHOOD AND FOOD SECURITY IN BIHAR, INDIA TRATÉGIES DURABLES POUR ATTÉNUER L'ÉROSION DES RIVES ET AMÉLIORER LES MOYENS DE SUBSISTANCE ET LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE DANS L'ÉTAT DE BIHAR, EN INDE <i>Vivek Kumar Singh, Sanjay Kumar Agarwal (India)</i>	105
R.64.1.32	ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY AND GROUND WATER LEVEL BELOW THE IRRIGATED TERRACED PADDY FIELD IN NORTHERN TAIWAN TOMOGRAPHIE DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE ET NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES SOUS LA RIZIÈRE IRRIGUÉE EN TERRASSE AU NORD DE TAIWAN <i>Huang, Qun-Zhan, Hsu, Shao-Yiu, and Hu Jie (Taipei Chinese)</i>	107
R.64.1.33	ESTIMATION OF CATCHMENT PARAMETERS OF SNYDER'S SYNTHETIC METHOD FOR WATER RESOURCES PLANNING AND FLOOD MANAGEMENT IN SRI LANKA ESTIMATION DES PARAMETRES DE BASSIN VERSANT DE LA METHODE SYNTHETIQUE DE SNYDER POUR LA PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU ET LA GESTION DES INONDATIONS AU SRI LANKA <i>A.D.S Iresh, G.W.A.S Dilthara, and S.P.C Sugeeshwara (Sri Lanka)</i>	109
R.64.1.34	STRATEGY TO DEVELOP LEBAK LOWLAND, CASE STUDY OF DANAU PANGGANG, SOUTH KALIMANTAN STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT DES BASSES TERRES DE LEBAK, ÉTUDE DE CAS DE DANAU PANGGANG, KALIMANTAN SUD <i>Istianto, Haryo; Dhiaksa, Arif; Putra, Indra Setya; Fahlefi, Riza (Indonesia)</i>	111
R.64.1.35	EVALUATION OF ANN RUNOFF MODEL COMBINED WITH TANK MODEL ÉVALUATION DU MODÈLE ANN (RESEAU DE NEURONES ARTIFICIELS) D'ÉCOULEMENT COMBINÉ AU MODÈLE TANK <i>Maga Kim, Jin-Yong Choi (South Korea)</i>	113
R.64.1.36	ANCIENT UNDERGROUND WATER CONSERVANCY PROJECTS: WATER CONSERVANCY FUNCTION AND VALUE OF KAREZ IN TURPAN ANCIENS PROJETS DE CONSERVATION DES EAUX SOUTERRAINES: FONCTION DE CONSERVATION DE L'EAU ET VALEUR DU KAREZ A TURPAN <i>Pengbo Zhao, and Weiwei Xu (China)</i>	115
R.64.1.37	SOLUTIONS FOR STAKEHOLDERS' PROBLEMS AT HEPP PROJECTS INTEGRATED WITH IRRIGATIONS SOLUTIONS AUX PROBLEMES DES PARTIES PRENANTES CONCERNANT LES PROJETS HEPP INTEGRES A L'IRRIGATION <i>Phd. Mesut KOÇAK Oğuz ŞİRİN (Turkey)</i>	116
R.64.1.38	IMPORTANCE OF STUDY OF EFFECT OF RAINFALL ON GROUNDWATER LEVEL FLUCTUATIONS IN AIDING SUPPLEMENTAL IRRIGATION IMPORTANCE DE L'ÉTUDE DE L'EFFET DES PRÉCIPITATIONS SUR LES FLUCTUATIONS DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES POUR AIDER L'IRRIGATION D'APPOINT <i>J.niharika, and K.venu Gopa (India)</i>	118
R.64.1.39	RESULTS AND EVALUATION OF FIELD SCIENTIFIC STUDIES OF SALINE SOILS AND DRAINED WATERS IN THE ALAZANI VALLEY (GEORGIA) AND THEIR ASSESSMENT RESULTATS ET EVALUATION DES ETUDES SCIENTIFIQUES SUR LE TERRAIN SUR LES SOLS SALINS ET LES EAUX DRAINEES DANS LA VALLEE D'ALAZANI (GEORGIE) ET LEUR EVALUATION <i>Gavardashvili Givi (Georgia)</i>	120

- R.64.1.40 FISHWAY WITH MULTIPLE FEATURES ON THE KURISU RIVER IN RESPONSE TO THE RICH BIODIVERSITY OF THE NAGARA RIVER SYSTEM** 122
 PASSE A POISSONS A MULTIPLES CARACTÉRISTIQUES SUR LA RIVIÈRE KURISU EN REPOSE A LA RICHE BIODIVERSITE DU SYSTEME FLUVIAL DE NAGARA
Hiroki Kawai, Keigo Noda (Japan)
- R.64.1.41 IRRIGATION AND DRAINAGE PROJECT IN LAKE INBANUMA, INCLUDING CYCLIC IRRIGATION FOR WATER QUALITY CONSERVATION** 123
 PROJET D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DU LAC INBANUMA, Y COMPRIS L'IRRIGATION CYCLIQUE POUR LA CONSERVATION DE LA QUALITE DE L'EAU
Atsuki Iwase Kyoji Takaki Toshiaki Iida (Japan)
- R.64.1.42 AKT DRYING TECHNOLOGY - A FOOD RECOVERY REVOLUTION! THE WATER/ENERGY NEXUS** 125
 TECHNOLOGIE DE SECHAGE AKT - REVOLUTION DANS LA RECUPERATION DES ALIMENTS LIEN ENTRE L'EAU ET L'ENERGIE
Gerry Gillespie (Australia)



A NAVIGATION TOOL FOR MODERNIZATION: MASSCOTE APPLICATIONS TO FIND A WAY IN THE COMPLEXITY

UN OUTIL DE NAVIGATION POUR LA MODERNIZATION : L'APPLICATION MASSCOTE POUR TRACER UN CHEMIN DANS LA COMPLEXITE

M.G. Shivakumar¹, Dr. Daniel Renault² and Lance Gore³

ABSTRACT

How to found a way for modernizing irrigation systems in the jungle and complexity of issues and solutions? This question is critical for managers of irrigation systems who often are stuck in their daily management tasks and face difficulty to make a step aside and contemplate openly what are the ranges of options they might consider. This often ends up with well-known interventions, like canal lining, restoring initial canal capacity, that might not be a complete response to the problems.

The FAO RAP-Masscote (Ref. 1.) procedure has been developed for helping managers doing this “out of the box” thinking. Two weeks are required for RAP-MASSCOTE⁴, it is only during the second week after in depth diagnosis that a vision of modernization and services emerges among the participants and lead to a strategy and technical options for modernization of the project. Masscote exercise is being applied to multiple use major and medium irrigation (MMI) projects in India under the new initiative called the Support for Irrigation Modernization Program (SIMP) taken up by Ministry of Jal Shakti with technical assistance (TA) provided from the Asian Development Bank. SIMP's objective is to improve water productivity, water use efficiency, and increase farmers' income.

The concept of Masscote application under SIMP will ultimately be linked with a typology of Indian irrigation systems, reducing the number to few types investigated in depth. This process will allow sharing experience between similar systems.

The applications of the Masscote procedure in the first four selected projects of SIMP had led to clearly identify key strategic thrusts that must be considered for the future projects:

1. **Optimum surface reservoir management** to yield more water for the project by minimizing evaporation and reducing spill.
2. **Canal service for groundwater recharge:** Conjunctive surface and groundwater reservoir management implies to introduce the Service for groundwater recharge (especially in wet season) aside with the classical service for irrigation.
3. **Pipe systems for improved distribution system:** to improve the service to users as well as to reduce water losses, piping the system below the main and secondary canals, down to the field inlet is an efficient option.
4. **Progressive Automation:** automation along the main infrastructure becomes often a necessity to cope with increased complexity of service as well as reduction of staff, its introduction must be made progressive together with the development of capacity.

1 Irrigation Modernization Specialist, Consultant ADB, India, skumarmg04@gmail.com

2 Irrigation Modernization Specialist, Consultant ADB, France, daniel.renault34@orange.fr

3 Principal Water Resources Specialist, Asian Development Bank., Manila, lgore@adb.org

4 RAP = Rapid Appraisal Procedure; MASSCOTE= Mapping System and Services for Canal Operation Technique.

These 4 elements come with the more classical recommendations on institutions, on data monitoring and management, on sustainability to cover the O&M cost, on agriculture development to convert improved services into yield growth, improved productivity and higher revenues for farmers.

The paper examines how the Masscote navigation tool has help in moving away from classical responses to produce more consistent innovative package.

Keywords: Irrigation; modernisation; diagnosis; performance.

RÉSUMÉ

Comment trouver la bonne trajectoire pour moderniser les systèmes d'irrigation dans la jungle et la complexité des problèmes et des solutions ? Cette question est cruciale pour les gestionnaires de systèmes d'irrigation qui sont souvent trop pris dans leurs tâches quotidiennes de gestion et ont du mal à faire le pas de côté nécessaire pour envisager de façon large et ouvertes, quelles sont toutes les types d'options qu'ils pourraient envisager. Cela se termine souvent par le choix d'interventions bien connues, comme le revêtement des canaux, la restauration de la capacité initiale du canal, options qui malheureusement peuvent ne pas être une réponse suffisante aux problèmes.

La procédure RAP-Masscote de la FAO a été développée pour aider les gestionnaires à penser « hors des sentiers battus ». La manière la plus classique d'appliquer RAP-MASSCOTE est à travers un exercice de formation de deux semaines avec environ 40 cadres d'horizons divers (irrigation, agriculture, eaux souterraines). Deux semaines sont en effet nécessaires pour un atelier Masscote, et ce n'est qu'au cours de la deuxième semaine après un diagnostic approfondi qu'une vision de modernisation et des services émerge parmi les participants et débouche sur une stratégie et des options techniques de modernisation du projet.

Le processus par étapes dans Masscote impose aux participants d'approfondir chaque étape pour ensuite entrer progressivement dans la construction d'une stratégie sans risquer de laisser de côté des aspects importants. C'est un processus qui ouvre progressivement la boîte en donnant suffisamment de temps et d'interaction entre tous les participants de divers horizons et de divers projets. L'exercice collectif est stimulant et apporte plus que la somme des contributions individuelles.

La méthode Masscote est appliquée à 5 projets d'irrigation large et moyen en Inde dans le cadre de la nouvelle initiative «Support for Irrigation Modernization Program» (SIMP) prise en charge par le ministère de Jal Shakti dans le cadre de l'assistance technique (TA) de la Banque asiatique de développement. L'objectif du SIMP est d'améliorer la productivité de l'eau, l'efficacité de l'utilisation de l'eau et l'augmentation des revenus des agriculteurs.

Le concept d'application Masscote dans le SIMP sera finalement lié à une typologie des systèmes d'irrigation en Inde, et ce afin de réduire le nombre des périmètres étudiés en profondeur à seulement quelques types. Ce processus permettra un meilleur partage d'expérience entre des systèmes similaires.

Les applications de Masscote dans 4 premiers projets sélectionnés du SIMP ont permis d'identifier clairement les axes stratégiques clés qui doivent être pris en compte pour les futurs projets :

1. Gestion optimale du réservoir de surface pour produire plus d'eau pour le projet en minimisant l'évaporation et en réduisant les déversements.
2. Un service de recharge des eaux souterraines : La gestion conjointe des réservoirs d'eau de surface et souterraine implique d'introduire le Service de recharge des eaux souterraines (surtout en saison humide) à côté du service classique d'irrigation.

3. Systèmes de canalisations pour un système de distribution amélioré : pour améliorer le service aux utilisateurs ainsi que pour réduire les pertes d'eau, la mise sous canalisation du réseau de distribution à l'aval des canaux principaux et/ou secondaires, jusqu'à l'entrée du champ est une option efficace.
4. Automatisation progressive : l'automatisation le long de l'infrastructure principale devient souvent une nécessité pour faire face à la complexité accrue du service ainsi qu'à la réduction du personnel, son introduction doit être progressive et associé à un programme de développement des capacités.

Ces 4 éléments se rajoutent à des recommandations plus classiques qui cible les réarrangements institutionnels au niveau local et à l'échelle du projet, sur le suivi et la gestion des données, sur la durabilité pour couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance, sur le développement de l'agriculture qui, en fin de compte, permettra de convertir les services améliorés d'irrigation en accroissement des rendements et de la productivité et des revenus plus élevés pour les agriculteurs.

L'article examinera comment l'outil de navigation Masscote a aidé à s'éloigner des réponses classiques pour produire un package innovant plus cohérent.

Mots clés : Irrigation ; modernisation ; diagnostique; performance.

INTEGRATED RESERVOIRS OPERATION FOR INCREASING RELIABILITY AND MAINTAINING EQUITY OF WATER SUPPLY

EXPLOITATION INTEGREE DES RESERVOIRS POUR ACCROITRE LA FIABILITE ET MAINTENIR L'EQUITE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Sangle Shivaji¹, Balasaheb Chivate², and Shivani Sangle (Ms.)³

ABSTRACT

The reliability of irrigation service is the degree to which the irrigation system and its water deliveries conform to the prior expectations of its users. The possibility of supplying as much water to the irrigation area as is needed during each period of the irrigation season depends primarily on the availability of water at its source, particularly reservoirs. The function of the reservoir is to regulate natural inflows, which vary irregularly due to climate variability, to provide outflows at a more reliable and regular rate which is determined by water demand for one or more uses. Surplus water is temporarily stored in the reservoir when inflows exceed outflows. However, role of reservoir operation is very critical at the time of water scarcity for providing reliable, adequate and equitable water supply in the river basin or sub-basin.

In this paper an attempt has been made to present a typical case study of increasing reliability and maintaining equity of water supply between upstream and downstream area of the Godavari sub-basin up to Jayakwadi (Paithan) Dam located in the state of Maharashtra, India. The Godavari river basin is the second largest river basin in India. Water scarcity is the main problem which badly affects reliability and equitable distribution of water in the Upper Godavari sub-basin. The present study covers 17 major and 7 medium projects (a complex of 24 irrigation projects) located in the upstream of the Upper Godavari sub-basin and Jayakwadi dam located exactly at the downstream border of the sub-basin. This sub-basin has been experiencing water scarcity situation frequently leading to conflict for water sharing between upstream and downstream stakeholder. The Godavari Study Group (2013), appointed by the Government of Maharashtra, have formulated guiding principles on integrated operation of reservoirs in Upper Godavari sub basin (up to Paithan dam) for increasing reliability and maintaining equity of water supply. For sharing water scarcity, study group used the principle that the water stored in the reservoirs in the basin or sub-basin, as the case may be, shall be controlled by the end of October every year in such way that the percentage of utilizable water shall approximately the same for all reservoirs. The study group has decided six scenarios of operating strategy, on the basis of simulation and system modeling analysis for reservoir operation. In order to share water distress, water is released and transferred a long distance through respective sub river to Jayakwadi dam reservoir for increasing reliability and maintaining equity of water supply in river sub-basin. This typical case study will address the problem of sharing of water scarcity/distress within basin/sub-basin for reliable and equitable distribution water. Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA) is playing a crucial role for judicious, equitable and sustainable water management in the State of Maharashtra, India

Keywords: Reliability of water, Equity of water, Water scarcity, Reservoir operation, Water transfer.

- 1 Former Member (Economics), Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), Mumbai-400005, (M.S.), India Email: sanglest@yahoo.co.in
- 2 Director (Technical), International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Chanakyapuri, New Delhi – 110021, India Email: bachivate@icid.org
- 3 Full-Time Student, Final Year, Bachelor of Arts (B.A.), Economics (Honors), Wilson College Chowpatthy, Mumbai (M.S), India-400007 Email: 84shivanisangle@gmail.com

RESUME

La fiabilité du service d'irrigation est la mesure dans laquelle le système d'irrigation et ses distributions d'eau sont conformes aux attentes préalables de ses usagers. La possibilité de fournir à la zone d'irrigation la quantité d'eau nécessaire à chaque période de la saison d'irrigation dépend principalement de la disponibilité de l'eau à sa source, en particulier des réservoirs. La fonction du réservoir est de régler les influx naturels, qui varient de manière irrégulière en raison de la variabilité climatique, afin de fournir des sorties à un taux plus fiable et régulier, déterminé par la demande en eau pour un ou plusieurs usages. L'eau excédentaire est temporairement stockée dans le réservoir lorsque les influx dépassent les sorties. Cependant, le rôle de l'exploitation des réservoirs est très important en période de pénurie d'eau pour assurer un approvisionnement en eau fiable, adéquat et équitable dans le bassin ou le sous-bassin fluvial.

Dans cet article, nous avons essayé de présenter une étude de cas typique visant à accroître la fiabilité et à maintenir l'équité de l'approvisionnement en eau entre la zone de l'amont et de l'aval du sous-bassin de la Godavari jusqu'au barrage de Jayakwadi (Paithan), situé dans l'État du Maharashtra, en Inde. Le bassin fluvial de Godavari est le deuxième plus grand bassin fluvial de l'Inde. La pénurie d'eau est le principal problème qui affecte gravement la fiabilité et la distribution équitable de l'eau dans le sous-bassin supérieur de Godavari. La présente étude couvre 17 projets majeurs et 7 projets moyens (un mélange de 24 projets d'irrigation) situés en amont du sous-bassin supérieur de Godavari et le barrage de Jayakwadi situé exactement à la limite aval du sous-bassin. Ce sous-bassin a connu une situation de pénurie d'eau conduisant fréquemment à des conflits pour le partage de l'eau entre les parties prenantes en amont et en aval. Le groupe d'étude de Godavari (2013), nommé par le gouvernement du Maharashtra, a formulé des principes directeurs sur l'exploitation intégrée des réservoirs dans le sous-bassin supérieur de Godavari (jusqu'au barrage de Paithan) afin d'accroître la fiabilité et de maintenir l'équité de l'approvisionnement en eau. Pour partager la pénurie d'eau, le groupe d'étude a utilisé le principe selon lequel l'eau stockée dans les réservoirs du bassin ou du sous-bassin, selon le cas, doit être contrôlée d'ici la fin du mois d'octobre de chaque année de manière à ce que le pourcentage d'eau utilisable soit approximativement le même dans tous les réservoirs. Le groupe d'étude a décidé de tenir en compte six scénarios de stratégie d'exploitation, sur la base d'une simulation et d'une analyse de modélisation du système pour l'exploitation du réservoir. Afin de partager la pénurie d'eau, l'eau est prélevée et transférée sur une longue distance à travers les sous-fleuves respectifs jusqu'au réservoir du barrage de Jayakwadi pour augmenter la fiabilité et maintenir l'équité de l'approvisionnement en eau dans le sous-bassin fluvial. Cette étude de cas typique abordera le problème du partage de la pénurie/détresse hydrique au sein du bassin/sous-bassin pour une distribution fiable et équitable de l'eau. L'Autorité de régulation des ressources en eau du Maharashtra (MWRRA) joue un rôle crucial dans la gestion judicieuse, équitable et durable de l'eau dans l'État du Maharashtra, en Inde.

Mots-clés : Fiabilité de l'eau; Équité de l'eau; Pénurie d'eau; Exploitation des réservoirs; Transfert d'eau.

RESEARCH ON ESTIMATION OF RATIONAL IRRIGATION WATER CONSUMPTION AND ADVANCED MANAGEMENT IN GUANDU AREA

RECHERCHE SUR L'ESTIMATION DE LA CONSOMMATION RATIONNELLE DE L'EAU D'IRRIGATION ET LA GESTION AVANCEE DANS LA REGION DE GUANDU

Jih-Shun Liu¹, Ray-Shyan Wu², Fang-Lan Ko³, Chih-Chiang Dung⁴, Pai-Hung Wang⁵

ABSTRACT

Global climate change has led to extreme climate impacts all over the world, and there is no exception in Taiwan. Various research and modernization measures are in full swing to overcome or adapt the climate change. In this study, the Guandu area, located in north Taiwan, was taken as the object, and the water consumption estimation was completed through on-site crop investigation and image interpretation of the crop types. The study applied rice as the main crop to estimate the reasonable water consumption in the Guandu area, and provides suggestions for improving irrigation water management and adjusting storage flexibility. According to the survey conducted in this study, six of government-owned land in the Guandu area were suggested to be used as storage pools which could provide total water storage capacity as 124,770 m³. The maximum daily water demand of the irrigation area is 13,078 m³ per day in March. In terms of m³, under the principle of no discounted water supply, it can supply about 9 days of water demand. If the water situation is severe, then under the situation of 50% discounted water supply, it can supply about 18 days of water for the irrigation area. As a mechanism to provide flexible scheduling of irrigation.

It is hoped by the water management office that the accuracy of water management will be improved through the planning of irrigation management modernization. In this study, the concepts of water storage facilities, control measures, water gate electrification, monitoring system, and smart control system can be used as follow-up measures to establish water control and response measures in the drought-resistant period in the Guandu area, so as to ensure that crop growth is needed and thus keeping farmer benefits during periods of poor water conditions.

Keywords: Water management flexibility, Irrigation modernization, Smart water management.

RESUME

'eau d'irrigation et ajuster la flexibilité du stockage. Selon l'enquête menée dans cette étude, six parcelles appartenant au gouvernement dans la région de Guandu ont été suggérées pour être utilisées comme bassins de stockage, afin de fournir une capacité totale de stockage de l'eau de 124 770 m³. La demande quotidienne maximale en eau de la zone d'irrigation est de 13 078 m³ par jour en mars. En termes de m³, selon le principe de l'approvisionnement en eau à prix réduit, la région peut satisfaire la demande en eau de 9 jours. Si la situation de l'eau est grave, dans le cas d'une réduction de 50% de l'approvisionnement en eau, il est possible de fournir l'eau pour environ 18 jours à la zone d'irrigation, en tant que mécanisme permettant une programmation flexible de l'irrigation.

1 Associate researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jslu@aerc.org.tw.

2 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.

3 Associate Technician, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan.

4 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC), Taiwan.

5 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC), Taiwan

Le bureau chargé de gestion de l'eau espère que la précision de la gestion de l'eau sera améliorée grâce à la planification de la modernisation de la gestion de l'irrigation. Dans cette étude, les concepts d'installations de stockage de l'eau, de mesures de contrôle, d'électrification des vannes d'eau, de système de surveillance et de système de contrôle intelligent peuvent être utilisés comme mesures de suivi pour établir des mesures de l'aménagement de l'écoulement et de réponse pendant la période de résistance à la sécheresse dans la région de Guandu, afin de garantir la croissance agricole et de conserver ainsi les bénéfices des agriculteurs pendant les périodes de mauvaises conditions d'approvisionnement en eau.

Mots clés : Flexibilité de la gestion de l'eau; Modernisation de l'irrigation; Gestion intelligente de l'eau.

FORECASTING IRRIGATION DEMANDS USING SHORT-TERM WEATHER FORECASTS

PREVISION DE LA DEMANDE D'IRRIGATION A L'AIDE DE PREVISIONS METEOROLOGIQUES A COURT TERME

Kallem Sushanth¹, Ashok Mishra, Rajendra Singh

ABSTRACT

Short-term irrigation demand forecasts can provide essential information to help reservoir and water supply system managers make effective water management decisions. Forecasting irrigation demands is challenging, owing to the variability of the weather variables that affect irrigation demand. In this context, the irrigation demands are forecasted using a conceptual irrigation demand module and Global Forecasting System (GFS) data: precipitation, maximum and minimum temperature. Durgapur barrage command area of Damodar Valley Corporation, India, was selected as a study area. The GFS data up to 5 days lead was bias-corrected using the Scaled Distribution Mapping (SDM) method. The temporal variation of irrigation demands from 2009 to 2018 is also analysed using the observed weather data in three crop-growing seasons: Kharif (June – October), Rabi (November – March), and Boro (January – May). The temporal analysis results show that variations in Kharif irrigation demands are due to the monsoon rainfall variability. In contrast, the fluctuations in Boro irrigation demands are due to the variations in the irrigated area. In the bias correction of GFS data, the SDM method improved the forecast data significantly. The irrigation demand module with GFS forecasts (2017-18) forecasted the irrigation demands close to the irrigation demands with observed weather data. The percentage errors in irrigation demand forecasts of the Kharif season at 1–5 days lead are 9.45%, -15.45%, -20.52%, -26.36%, -27.31%, respectively. On the contrary, the percentage errors in irrigation demand forecasts of Rabi and Boro are in the range of 8.17-8.79% and 3.48-8.06%, respectively. The forecast error is more in the Kharif season than the other seasons due to the high variability in the bias of P forecasts among the lead times of GFS data. The irrigation demand module with the GFS forecasts has substantial potential for real-time irrigation demand forecasting, leading to efficient water management in the irrigation commands.

Keywords: Irrigation demands, GFS forecasts, Bias Correction, Scaled Distribution Mapping, Forecasting

RESUME

Les prévisions à court terme de la demande d'irrigation peuvent fournir des informations essentielles pour aider les gestionnaires des réservoirs et des systèmes d'approvisionnement en eau à prendre des décisions efficaces en matière de gestion de l'eau. La prévision de la demande d'irrigation est difficile, en raison de la variabilité des variables météorologiques qui affectent la demande d'irrigation. Dans ce contexte, les demandes d'irrigation sont prévues en utilisant un module conceptuel de demande d'irrigation et les données du Global Forecasting System (GFS): précipitations, températures maximales et minimales. La zone de commande du barrage de Durgapur de la Damodar Valley Corporation, en Inde, a été retenue comme zone d'étude. Les données GFS jusqu'à 5 jours d'avance où des biais ont été corrigés à l'aide de la méthode SDM (Scaled Distribution Mapping). La variation temporelle des demandes d'irrigation de 2009 à 2018 est également analysée en utilisant les données météorologiques observées au cours de trois saisons de culture : Kharif (juin - octobre), Rabi (novembre -

¹ Department of Agricultural and Food Engineering, IIT Kharagpur, Kharagpur, 721302, West Bengal, India Corresponding author: E-mail address: kallemsushi@gmail.com

mars), et Boro (janvier - mai). Les résultats de l'analyse temporelle montrent que les variations de la demande d'irrigation pour la saison Kharif sont dues à la variabilité des précipitations de la mousson. En revanche, les fluctuations de la demande d'irrigation de Boro sont dues aux variations de la superficie irriguée. Dans la correction du biais des données GFS, la méthode SDM a amélioré les données de prévision de manière significative. Le module de demande d'irrigation avec les prévisions GFS (2017-18) a prévu les demandes d'irrigation proches des demandes d'irrigation avec les données météorologiques observées. Les erreurs en pourcentage dans les prévisions de la demande d'irrigation de la saison de Kharif à 1-5 jours d'avance sont de 9,45%, -15,45%, -20,52%, -26,36%, -27,31%, respectivement. Au contraire, les pourcentages d'erreurs dans les prévisions de la demande d'irrigation pour Rabi et Boro sont de l'ordre de 8,17-8,79% et 3,48-8,06%, respectivement. L'erreur de prévision est plus importante pour la saison Kharif que pour d'autres saisons en raison de la grande variabilité du biais des prévisions de P parmi les délais d'exécution des données GFS. Le module de demande d'irrigation avec les prévisions GFS dispose d'un potentiel substantiel pour la prévision de la demande d'irrigation en temps réel, conduisant à une gestion efficace de l'eau dans les commandes d'irrigation.

Mots-clés : Demandes d'irrigation; Prévisions GFS; Correction des biais; Cartographie de distribution échelonnée; Prévision.

FINDING IRRIGATION ENABLED BOREHOLES IN THE BASEMENT ROCK AREAS IN THE SAHEL: CASE OF ELEVEN SITES IN BURKINA FASO

TROUVER DES FORAGES ADAPTES A L'IRRIGATION DANS LES ZONES ROCHEUSES DU SOCLE DU SAHEL : CAS DE ONZE SITES AU BURKINA FASO

Keïta, Amadou¹ Niang, Dial¹, Andrianisa, Harinaivo Anderson¹, and Hayde, László G²,

ABSTRACT

On its way to build sustainable and water-saving irrigation systems that would help local populations to break away from poverty, malnutrition and exodus traps, the project for the Promotion of Employability, Cohesion, Socio-Economic Inclusion of Youth and Women in the Central East Region (PRECIS) of Burkina Faso found across the road an obstacle named water scarcity. Burkina subsoil is essentially (95% of the territory) made of granite as basement rock and groundwater is mainly found in rock fractures. With a failure rate of 50%, many boreholes were withdrawn. In effect, 5 m³/h (1.4 l/s) are required to irrigate 1 ha in microsprinkler irrigation in the Sudano-Sahelian region. By i) selecting capable borehole digging companies, ii) setting contracts with very strict conditions (nominal flow after pumping test $Q \geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$; bored depth $\geq 75 \text{ m}$; dynamic water level $\leq 60 \text{ m}$; boring period March-April in the middle of the dry season), iii) having a strong independent control team requesting a 3-flow pumping test for each borehole, the study was able to achieve its goals. Though 2 boring enterprises resigned, the project successfully drilled 11 boreholes (Balgo, Kourakou, Sangha-Natenga, Nouaho, Malinga-Nagsoré, Hamdallaye, Idani, Zigla-Bakadogo, Naobin, Tougmintenga and Kougri) in the granite basement rock, with a flow range of 5-9.8 m³/h, bored depths of 71-84 m, and a dynamic level of 15-65 m. Along the difficult pathway, 11 other boreholes were found negative and abandoned. Based on the 11 positive boreholes, this positive experience shows how important Sahelian developing countries need to continue relentless effort to invest for populations living in water scarce rural areas with reliable water resources and water-saving technologies.

Keywords: basement rock; dynamic level; groundwater irrigation; microsprinkler irrigation; positive borehole.

RÉSUMÉ

Le long de son parcours pour construire des systèmes d'irrigation durables et économes en eau qui aideraient les populations locales à sortir des pièges de la pauvreté, de la malnutrition et de l'exode, le projet de promotion de l'employabilité, de la cohésion, de l'inclusion socio-économique des jeunes et des femmes dans la région du Centre-Est (PRECIS) du Burkina Faso a trouvé de l'autre côté de la route un obstacle appelé pénurie d'eau. Le sous-sol burkinabè est essentiellement (95% du territoire) constitué de granite, car le socle rocheux et les eaux souterraines se trouvent principalement dans les fractures rocheuses. Avec un taux de défaillance de 50%, de nombreux forages ont été retirés. En effet, 5 m³/h (1,4 l/s) sont nécessaires pour irriguer 1 ha en microaspersion dans la région soudano-sahélienne. Par i) la sélection d'entreprises de forage capables, ii) l'établissement de contrats avec des conditions très strictes (débit nominal après essai de pompage $Q \geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$; profondeur de forage $\geq 75 \text{ m}$; niveau d'eau dynamique $\leq 60 \text{ m}$; période de forage mars-avril au milieu de

¹ Laboratoire Eau Hydrosociences et Agriculture, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, Burkina Faso, amadou.keita@2ie-edu.org.

² Delft-IHE, Institute for Water Education, The Netherlands

la saison sèche), iii) ayant une solide équipe de contrôle indépendant demandant un test de pompage de 3 débits pour chaque forage, l'étude a pu atteindre ses objectifs. Bien que 2 entreprises de forage aient démissionné, le projet a foré avec succès 11 forages (Balgo, Kourakou, Sangha-Natenga, Nouaho, Malinga-Nagsoré, Hamdallaye, Idani, Zigla-Bakadogo, Naobin, Tougmintenga et Kougri) dans le socle rocheux granitique, avec une plage de débit de 5 à 9,8 m³/h, des profondeurs forées de 71 à 84 m et un niveau dynamique de 15 à 65 m. Le long du parcours difficile, 11 autres forages ont été trouvés négatifs et abandonnés. Basé sur les 11 forages positifs, cette expérience positive montre à quel point les pays en développement sahéliens doivent poursuivre leurs efforts inlassables pour investir en faveur des populations vivant dans des zones rurales pauvres en eau avec des ressources en eau fiables et des technologies d'économie d'eau.

Mots clés : Socle rocheux; Niveau dynamique; Irrigation par l'eau souterraine; Irrigation par microaspersion; Forage positif.

INVESTIGATING AGRICULTURAL WATER PRODUCTIVITY IN URMIA LAKE BASIN USING WAPOR DATABASE

ÉTUDE DE LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU AGRICOLE DANS LE BASSIN DU LAC D'OURMIA À L'AIDE DE LA BASE DE DONNÉES WAPOR

Iman Hajirad ¹ Sanaz Mohammadi ² and Hossein Dehghanisanij ^{3,*}

ABSTRACT

Limited water resources have become a major problem in the world and new technologies applied in this field for the optimal use of water resources. Water productivity, recognized as one of the sustainable development goals, plays an important role in performance-based assessment of agricultural systems and ensuring sustainable food production. One of the most important components for determining water productivity is actual evapotranspiration. Several methods for estimating actual evapotranspiration have been presented, but the old methods were impractical because of their dependence on space and time. Recently, the Food and Agriculture Organization has developed the freely available WaPOR portal that evapotranspiration is one of its main products. Using Google Earth Engine system is one of the easiest ways to access WaPOR actual evapotranspiration data. It is a powerful remote sensing tool for extracting practical information from satellite images. Remote sensing makes it possible to estimate crop water productivity on a large scale and in locations where field observations are not available. The objective of this study is to investigate the state of water productivity in the Urmia Lake Basin using the WaPOR portal and modern remote sensing methods. The two main components of water productivity are crop yield and actual evapotranspiration. Since water productivity is not provided as a remote sensing product, therefore, in this study, it was calculated after collecting actual and intercepted evapotranspiration and net primary production (NPP) from the WaPOR portal. The data used in this project were obtained from WaPOR database using Google Earth Engine system and over a 10-day period with a spatial resolution of 250 meters (decadal data). In this study, the seasonal values of actual evapotranspiration and interception and NPP were determined for six years (2017-2022). The results showed that water productivity has improved in some areas, which is due to the implementation of the irrigation management projects which have been carried out in recent years to save Lake Urmia. Also, the study of water productivity trends showed that there are regions in which water productivity has not changed or has changed a little during the six years of the study, as well as the amount of water consumption (evapotranspiration) of them is higher than in other regions. It can be concluded that these areas face the weaknesses of irrigation and agricultural management, and it is necessary to implement management projects to reduce water consumption and improve water productivity in these regions. The preparation of evapotranspiration and water productivity maps and determining the regions with the highest level of water productivity can help local decision makers and farmers to identify the best irrigation and agricultural management practices used in these areas and apply a similar approach in other regions to increase water productivity.

Keywords: Water consumption, Evapotranspiration, Water Productivity.

1 Irrigation and Reclamation Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj 31587-77871, Iran, i.hajirad@ut.ac.ir

2 Water Management and Engineering Department, Collage of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran 14117-13116, sanaz.mohammadi@modares.ac.ir

3 Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Karaj 31585-845, Iran

*Correspondence: dehghanisanij@yahoo.com

RESUME

Les ressources en eau limitées sont devenues une préoccupation majeure dans le monde et de nouvelles technologies sont appliquées dans ce domaine pour avoir une utilisation optimale des ressources en eau. La productivité de l'eau, reconnue comme l'un des objectifs du développement durable, joue un rôle important dans l'évaluation des performances des systèmes agricoles et dans la garantie d'une production alimentaire durable. L'évapotranspiration réelle est l'un des éléments les plus importants pour déterminer la productivité de l'eau. Plusieurs méthodes d'estimation de l'évapotranspiration réelle ont été présentées, mais les anciennes méthodes n'étaient pas pratiques en raison de leur dépendance à l'égard de l'espace et du temps. Récemment, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a développé le portail WaPOR, accessible gratuitement, dont l'évapotranspiration est l'un des principaux produits. L'utilisation du système Google Earth Engine est l'un des moyens les plus faciles d'accéder aux données réelles d'évapotranspiration de WaPOR. Il s'agit d'un outil de télédétection puissant qui permet d'extraire des informations pratiques à partir d'images satellitaires. La télédétection permet d'estimer la productivité de l'eau des cultures à grande échelle et dans des endroits où les observations sur le terrain ne sont pas disponibles. Cette étude vise à examiner l'état de la productivité de l'eau dans le bassin du lac d'Ourmia en utilisant le portail WaPOR et des méthodes modernes de télédétection. Les deux principales composantes de la productivité de l'eau sont le rendement agricole et l'évapotranspiration réelle. La productivité de l'eau n'étant pas un produit de télédétection, elle a été calculée dans cette étude après avoir collecté l'évapotranspiration réelle et interceptée et la production primaire nette (PPN) à partir du portail WaPOR. Les données utilisées dans ce projet ont été obtenues à partir de la base de données WaPOR en utilisant le système Google Earth Engine et sur une période de 10 jours avec une résolution spatiale de 250 mètres (données décennales). Dans cette étude, les valeurs saisonnières de l'évapotranspiration et de l'interception réelles et de la production primaire nette (PPN) ont été déterminées pour six ans (2017-2022). Les résultats ont montré que la productivité de l'eau s'est améliorée dans certaines régions, ce qui est dû à la mise en œuvre des projets de gestion de l'irrigation qui ont été réalisés ces dernières années pour sauver le lac d'Ourmia. L'étude des tendances de la productivité de l'eau a également montré qu'il existe des régions dans lesquelles la productivité de l'eau n'a pas changé ou a peu changé au cours des six années de l'étude, et dans lesquelles la consommation d'eau (évapotranspiration) est plus élevée que dans d'autres régions. On peut en conclure que ces régions sont confrontées aux faiblesses de l'irrigation et de la gestion agricole, et qu'il est nécessaire de mettre en œuvre des projets de gestion pour réduire la consommation d'eau et améliorer la productivité de l'eau dans ces régions. La préparation de cartes d'évapotranspiration et de productivité de l'eau et la détermination des régions ayant le niveau de productivité de l'eau le plus élevé peuvent aider les décideurs locaux et les agriculteurs à identifier les meilleures pratiques d'irrigation et de gestion agricole utilisées dans ces zones et à appliquer une approche similaire dans d'autres régions afin d'augmenter la productivité de l'eau.

Mots clés : Consommation d'eau; Evapotranspiration; Productivité de l'eau.

EVOLUTION OF IRRIGATION SECTOR IN NEPAL, GLOBAL TRENDS AND THE CONSTRAINTS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND EXPANSION OF IRRIGATION IN PROVINCES OF NEPAL

EVOLUTION DU SECTEUR DE L'IRRIGATION AU NEPAL, TENDANCES GLOBALES ET CONTRAINTES AU DEVELOPPEMENT DURABLE ET A L'EXPANSION DE L'IRRIGATION DANS LES PROVINCES DU NEPAL

Karki Saroj¹ and Acharya Suchana (Mrs.)²

ABSTRACT

This paper primarily examines the challenges hindering sustainable development and expansion of irrigation at the provincial level in Nepal. Despite the growth of the service sector, agriculture still contributes over 25% to the national GDP, making irrigation a crucial component of agricultural development. The paper analyses the constraints across five different aspects: socio-economic and cultural, investment, technological, policy and governance, and climate change and water-induced hazards. This paper also gives background to the evolution of the irrigation sector, policy, and institutional aspects of irrigation in Nepal. Also, the paper gives the future course of irrigation development in Nepal based on global irrigation trends. The first challenge that has impacted irrigation development and expansion is the changing socio-economic structure of the country. Declining investments, and diversified occupations, even within a rural area, are the likely hurdles that need to be crossed to achieve the goals of irrigation development at the provincial level. The second constraint is inadequate funding and investment in the irrigation sector. The limited financing capacity of the Province Government, poor economic rate of return, low Irrigation Service Fee (ISF), increasing maintenance costs, etc., are the significant issues identified as financial challenges. The likely technical challenges are limited availability of data and information related to water resources and irrigation development, reluctance to adopt innovative technical practices, and lack of innovative techniques. The inadequate policy and institutional framework is another hindrance. The abrupt transformation of the long-held institutional framework concerning irrigation development has been disrupted after the introduction of federal governance. Hence, the long-term policies and plans set previously became largely ineffective. The existing institutional framework is insufficient to address the current challenges of sustainable irrigation development in Nepal at the provincial level. The fifth constraint is the adverse effects of climate change, which is causing erratic rainfall patterns, leading to water scarcity and water-induced hazards affecting crop yields.

These constraints have impeded the sustainable development of the irrigation sector at the provincial level in Nepal. The paper recommends several measures based on field experiences to address these challenges. These include assessing irrigation and related policies regularly, embracing the concept of being a water-smart country, integrating land and water management into macro-economic planning, involving local people and farmers in managing existing conventional irrigation water sources, and moving away from perceiving Nepal exclusively as an agricultural nation. The paper concludes that overcoming these challenges is crucial for the sustainable development and expansion of irrigation facilities in the provinces of Nepal.

Keywords: Irrigation development; irrigation policy; Provincial irrigation challenges; global irrigation; socio-economy.

¹ sarojioe@gmail.com

RESUME

Ce document examine principalement les défis qui entravent le développement durable et l'expansion de l'irrigation au niveau provincial au Népal. Malgré la croissance du secteur des services, l'agriculture contribue plus de 25% au PIB national, ce qui fait de l'irrigation une composante essentielle du développement agricole. Le document analyse les contraintes dans le cadre de cinq aspects différents : socio-économique et culturel, investissement, technologique, politique et gouvernance, et changement climatique et risques liés à l'eau. Ce document présente également un aperçu de l'évolution du secteur de l'irrigation, de la politique et des aspects institutionnels de l'irrigation au Népal. En outre, le document présente la direction future du développement de l'irrigation au Népal en se basant sur les tendances mondiales en matière d'irrigation. Le premier défi qui a exercé un impact sur le développement et l'expansion de l'irrigation est l'évolution de la structure socio-économique du pays. La baisse des investissements et la diversification des activités, même dans les zones rurales, sont les obstacles probables qui doivent être franchis pour atteindre les objectifs du développement de l'irrigation au niveau provincial. La deuxième contrainte est l'insuffisance des financements et des investissements dans le secteur de l'irrigation. La capacité de financement limitée du gouvernement de la province, le faible taux de rentabilité économique, les faibles droits d'irrigation (ISF), l'augmentation des coûts d'entretien, etc. sont les problèmes importants identifiés comme des défis financiers. Les défis techniques probables sont la disponibilité limitée des données et des informations relatives aux ressources en eau et au développement de l'irrigation, la réticence à adopter des pratiques techniques innovatrices et le manque de techniques innovatrices. Le cadre politique et institutionnel inadéquat est un autre obstacle. La transformation soudaine du cadre institutionnel de longue date concernant le développement de l'irrigation a été perturbée par l'introduction de la gouvernance fédérale. Par conséquent, les politiques et les plans à long terme établis précédemment sont devenus largement inefficaces. Le cadre institutionnel existant est insuffisant pour relever les défis actuels du développement durable de l'irrigation au Népal au niveau provincial. La cinquième contrainte est liée aux effets néfastes du changement climatique, qui provoque des précipitations irrégulières, entraînant une pénurie d'eau et des risques liés à l'eau qui affectent le rendement des cultures.

Ces contraintes ont entravé le développement durable du secteur de l'irrigation au niveau provincial au Népal. Le document recommande plusieurs mesures à prendre basées sur des expériences sur le terrain pour relever ces défis. Il s'agit notamment d'évaluer régulièrement les politiques d'irrigation et les politiques connexes, d'adopter le concept de pays économe en eau, d'intégrer la gestion des terres et de l'eau dans la planification macroéconomique, d'impliquer les populations locales et les agriculteurs dans la gestion des sources en eau d'irrigation conventionnelles existantes et de s'éloigner de la perception que le Népal est une nation exclusivement agricole. L'article conclut qu'il est essentiel de relever ces défis pour assurer le développement durable et l'expansion des installations d'irrigation dans les provinces du Népal.

Mots-clés : Développement de l'irrigation; Politique d'irrigation; Défis de l'irrigation provinciale; Irrigation globale; Socio-économie.

THE POTENTIAL WATER SUPPLY SOURCES FOR WATER SCARCITY ALLEVIATION IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN, THAILAND

EVALUATION DES SOURCES POTENTIELLES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POUR REDUIRE LA PÉNURIE D'EAU DANS LE BASSIN FLUVIAL DE CHAO PHRAYA, THAÏLANDE

Wilmot D.S.M. Priyasiri¹, Areeya Rittima^{2*}, Yutthana Phankamolsil³, Allan Sriratana Tabucanon⁴, Wudhichart Sawangphol⁵, Jidapa Kraisangka⁶, Yutthana Talaluxmana⁷, Varawoot Vudhivanich⁸, Chaiwat Prechawit⁹, and Watchara Suiadee^{10*}

ABSTRACT

Water is becoming increasingly scarce as a result of global climate variability and human-induced activities. Hence, adaptive water management to minimize risk and uncertainty and ensure the sustainability of the water supply is substantially necessary. Seeking potential sources of both surface water and groundwater at all scheme levels is one of the strategies to overcome the water scarcity problem. In this study, the potential sources of water in the Chao Phraya River Basin (CPYRB), Thailand from small to large storage water sources, were accordingly explored and diagnosed on the short–and long–term basis such as total reservoir inflows of 4 major dams (Bhumibol, Sirikit, Khawnoy Bumrungdan, Pasak Cholasitr Dams), potential downstream side flow, extent of usable surface water from small to medium size reservoirs situated in the irrigation fields, and potential groundwater sources. The calculation of water demand for both agricultural and non–agricultural sectors in the basin was carried out. To exhibit the levels of water shortfall and the potential of savable water for efficient usage of dam water, water scarcity management schemes were generated by balancing the overall water demand with 4 scenarios of different water supply sources. The results show that the yearly water demand in CPYRB for both agricultural and non–agricultural water demand is approximately 16,942 MCM. As a result, the suggested solution helps to alleviate the 1,848 MCM of yearly water shortfall that exists originally when reservoir inflow is considered as the main source. In addition, utilizing 10% potential downstream side flow, together with usable surface water and groundwater at the irrigation fields can alleviate the severity of yearly water shortfalls particularly in normal years and critical dry years of 1,664 and 4,557 MCM, respectively.

Keywords: Water Scarcity, Chao Phraya River Basin, Water Demand.

- 1 Graduate Program in Environmental and Water Resources Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Thailand, khinmuyar.kya@student.mahidol.edu
- 2 Graduate Program in Environmental and Water Resources Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University & Thai National Committee on Irrigation and Drainage (THAICID), Thailand, areeya.rit@mahidol.ac.th
- 3 Environ. Engg. & Disaster Mgmt Program, Mahidol Univ, Kanchanaburi Campus, Thailand, yutthana.pha@mahidol.ac.th
- 4 Faculty of Environment and Res. Studies, Mahidol Univ., Thailand, allansriratana.tab@mahidol.ac.th
- 5 Faculty of Inform. and Comm. Tech., Mahidol University, Thailand, wudhichart.saw@mahidol.edu
- 6 Faculty of Inform. and Communication Tech, Mahidol University, Thailand, jidapa.kra@mahidol.ac.th
- 7 Dept. of Water Resources Engg, Faculty of Engg, Kasetsart University, Thailand, fengynt@ku.ac.th
- 8 Dept. of Irrig. Engg., Faculty of Engg. at Kamphaeng Saen, Kasetsart Uni., Thailand, fengvww@ku.ac.th
- 9 THAICID, Thailand, chaiwat.prechawit@gmail.com
- 10 THAICID, Thailand, watchara@rid.go.th

RESUME

L'eau devient de plus en plus rare en raison de la variabilité du climat mondial et des activités humaines. Il est donc indispensable de mettre en place une gestion adaptative de l'eau afin de minimiser les risques et les incertitudes et d'assurer la durabilité de l'approvisionnement en eau. La recherche des sources potentielles d'eau de surface et d'eau souterraine à tous les niveaux du projet est l'une des stratégies qui permet de surmonter le problème de la pénurie d'eau. Dans cette étude, les sources potentielles de l'eau dans le bassin fluvial de Chao Phraya (CPYRB), en Thaïlande, des petites aux grandes sources d'eau de stockage, ont été explorées et diagnostiquées à court et à long terme, telle que l'influx totale des réservoirs des 4 principaux barrages (Bhumibol, Sirikit, Khawnoi Bumrungdan, Pasak Cholasitr Dams), l'écoulement latéral potentiel en aval, l'étendue de l'eau de surface utilisable des réservoirs à petite et moyenne taille situés dans les champs d'irrigation, et les sources potentielles d'eau souterraine. Le calcul de la demande en eau des secteurs agricoles et non agricoles du bassin a été effectué.

Pour montrer les niveaux de l'insuffisance d'eau et le potentiel de l'eau économisée pour une utilisation efficace de l'eau des barrages, des projets de gestion de la pénurie d'eau ont été créés en équilibrant la demande globale en eau avec 4 scénarios de différentes sources d'approvisionnement en eau. Les résultats montrent que la demande en eau annuelle dans le CPYRB pour satisfaire les besoins agricoles et non agricoles est d'environ 16 942 MCM. Par conséquent, la solution proposée permet d'atténuer l'insuffisance annuelle en eau de 1 848 MCM qui existe à l'origine lorsque l'influx du réservoir est considéré comme la source principale. En outre, l'utilisation de l'écoulement latéral potentiel en aval de 10%, ainsi que de l'eau de surface et de l'eau souterraine utilisables dans les champs d'irrigation, peut atténuer la gravité de l'insuffisance annuelle en eau, en particulier dans les années normales et les années sèches critiques de 1 664 et 4 557 MCM, respectivement.

Mots-clés : Pénurie d'eau; Bassin fluvial de Chao Phraya; Demande en eau.

INCREASING THE RELIABILITY OF WATER AVAILABILITY FOR RESERVOIRS USING RELIABLE RIVER GAUGING TECHNIQUES

ACCROÎTRE LA FIABILITÉ DE LA DISPONIBILITÉ DE L'EAU DES RÉSERVOIRS EN UTILISANT DES TECHNIQUES FIABLES DE JAUGEAGE DES RIVIERES

P. Devender Rao¹, and M. L. Franklin²

ABSTRACT

In a water-stressed country like India, the need for effective water management has become even more crucial to ensure reliable water supply to storage reservoirs. In this context, reliable river gauging techniques can play a critical role in increasing the accuracy and reliability of inflow forecasts, which can help in efficient management of water resources.

Traditionally, river gauging techniques in India have relied on manual methods involving dip measurements and mechanical devices like current meters. With the advent of modern technology, several new river gauging techniques have emerged that offer more reliable and accurate measurements. These techniques include radar-based systems and Acoustic Doppler Current Profilers (ADCPs). Radar-based systems use electromagnetic waves to measure water levels. ADCPs use sound waves to measure water velocities and provide a three-dimensional representation of the river's flow. These methods can be automated, and the data collected can be easily transmitted to a centralized database for analysis.

This paper presents a comparative study of current meters with ADCPs in the Godavari Basin and their Stage-Discharge relationships. Discharge observations have been carried out across various gauge readings using both current meter and ADCP at Perur and Bhadrachalam sites on the Godavari River during the monsoon season of 2022. As current meters are calibrated for a velocity range of 0.1-3.5 m/s, higher velocities, which occur at high flow and high gauge conditions, can result in erroneous output. Higher velocities at higher gauges have the problem of drift of current meter. These drift corrections are mostly omitted by field staff due to involvement of a lot of technical calculations. This omission also introduces error in the observed discharge. On the other hand, ADCP method offers detailed information about velocity distribution over the entire cross section and has a velocity profiling depth range of 0.06 – 40 m.

It is observed that for depths beyond 4m gauge, the current meter method over-estimates the discharge and the difference becomes quite significant (>20%) at high gauge readings. ADCPs can be used to establish a reliable Stage-Discharge relationship which can be used for estimation of discharge based on water levels.

The volumetric flow in the Godavari during the monsoon period of 2022 at both Perur and Bhadrachalam has been estimated using both current meter and ADCP observed data. At Perur, the volumetric flow during Jun-Oct 2022 is about 6.3% over-estimated by the current meter. At Bhadrachalam (about 120 km downstream), the volumetric flow during Jun-Oct 2022 is about 16% over-estimated by the current meter. Thus, using a continuous profiling instrument like the ADCP can provide more reliable estimates for determining the quantum of flow into and out of reservoirs and can be used for revision of rating charts of dam spillways and barrage gates.

1 Director (M&A – AP), Central Water Commission, Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti, Government of India. Email: devender.rp@nic.in

2 Executive Engineer (Lower Godavari Division), Central Water Commission, Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Ministry of Jal Shakti, Government of India. Email: mlfranklin-cwc@gov.in

Keywords: Current Meter; Acoustic Doppler Current Profiler; Stage – Discharge Relationship; Inflow Forecast; Historic Flood Level.

RESUME

Dans un pays qui fait face au stress hydrique comme l'Inde, on a ressenti la nécessité d'avoir une gestion efficace de l'eau pour assurer un approvisionnement fiable en eau des réservoirs de stockage. Dans ce contexte, des techniques fiables de jaugeage des rivières peuvent jouer un rôle essentiel dans l'augmentation de la précision et de la fiabilité des prévisions de l'influx, ce qui peut contribuer à une gestion efficace des ressources en eau.

Traditionnellement, les techniques de jaugeage des rivières en Inde dépendent des méthodes manuelles impliquant des mesures de l'immersion et des dispositifs mécaniques tels que les courantomètres. Avec l'avènement de la technologie moderne, plusieurs nouvelles techniques de jaugeage des rivières sont apparues, offrant des mesures plus fiables et plus précises. Ces techniques comprennent les systèmes automatisés à base de radar et profileurs acoustiques de courant à effet Doppler (ADCP). Les systèmes à base de radar utilisent des ondes électromagnétiques pour mesurer les niveaux d'eau. Les ADCP utilisent des ondes sonores pour mesurer la vitesse de l'eau et fournir une représentation tridimensionnelle du débit de la rivière. Ces méthodes peuvent être automatisées et les données collectées peuvent être facilement transmises à une base de données centralisée pour analyse.

Cet article présente une étude comparative des courantomètres et des ADCP dans le bassin de la Godavari et leurs courbes des débits jaugés. Des observations de débit ont été effectuées sur différents relevés de jauge en utilisant à la fois des courantomètres et des ADCP sur les sites de Perur et de Bhadrachalam sur la rivière Godavari pendant la mousson de 2022. Les courantomètres étant calibrés pour une gamme de vitesse de 0,1 à 3,5 m/s, des vitesses plus élevées, qui se produisent dans des conditions de débit et de jauge élevés, peuvent entraîner des résultats erronés. Des vitesses plus élevées à des jauges plus élevées posent le problème de la dérive du courantomètre. Ces corrections de dérive sont le plus souvent omises par le personnel sur le terrain en raison des nombreux calculs techniques qu'elles impliquent. Cette omission introduit également une erreur dans le débit observé. D'autre part, la méthode ADCP fournit des informations détaillées sur la distribution des vitesses sur l'ensemble de la section transversale et offre une gamme de profondeur de l'analyse des vitesses de 0,06 à 40 mètres.

Il a été constaté que pour les profondeurs supérieures à 4 m, la méthode du courantomètre surestime le débit et que la différence devient assez importante (>20%) pour les relevés de jauge élevés. Les ADCP peuvent être utilisés pour établir une courbe des débits jaugés qui peut être utilisée pour l'évaluation du débit sur la base des niveaux d'eau.

Le débit volumétrique du Godavari pendant la période de mousson de 2022 à Perur et Bhadrachalam a été évalué en utilisant à la fois les données d'observation du courantomètre et de l'ADCP. À Perur, le débit volumétrique pendant la période juin-octobre 2022 est surestimé d'environ 6,3% par le courantomètre. À Bhadrachalam (environ 120 km en aval), le débit volumétrique pendant juin-octobre 2022 est surestimé d'environ 16% par le courantomètre. Ainsi, l'utilisation d'un instrument d'analyse continu comme l'ADCP peut fournir des évaluations plus fiables pour déterminer la quantité de flux entrant et sortant des réservoirs et peut être utilisé pour la révision des cartes des débits jaugés des évacuateurs de barrage et des vannes de barrage.

Mots-clés : Courantomètre; Profileurs acoustiques de courant à effet Doppler (ADCP); courbes des débits jaugés; Prévision d'influx; Niveau de crue historique.

DIVERSION OF RIVER BENUE FLOODWATER FOR MASSIVE IRRIGATION AND FOOD SECURITY IN NIGERIA

DÉRIVATION DES EAUX DE CRUE DE LA RIVIERE BENUE POUR L'IRRIGATION MASSIVE ET LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE AU NIGERIA

Ibrahim Abdulkarim¹ and Olomoda Ibraheem

ABSTRACT

Nigeria, geographically located downstream rivers Niger and Benue, is persistently facing flood disasters, aggravated by climate change and anthropocentric factors on annual bases. The country experienced her worst flood disaster in 2022, which resulted in catastrophic and devastating flood disasters causing the loss of hundreds of lives, displacement of millions of people and destruction of properties, and farmlands worth billions of Dollars.

The rivers Niger and Benue are both transboundary that form a confluence at Lokoja, Kogi State of Nigeria, before flowing southwards to empty into the Atlantic Ocean. The river Niger itself, takes its sources from Guinea and passes through Mali, Niger Republic, and Benin Republic with tributaries from Burkina Faso and Cote D'Ivoire before discharging into Nigeria. Its flow discharge has two peak flood flows known as the White and the Black Floods that occur during the rainy season and the dry season respectively. The White flood flow occurs during the rainy season while the Black flood flow occurs as a result of the arrival of the rainy season flood flow in Guinea. Both White and Black flood flows have no major negative impact on the country because of their absorption by the Kainji and Jebba dams downstream in the country. The river Benue, on the other hand, takes its source from Chad and Cameroon and has no dam to absorb the huge runoffs from the Lagdo dam in Cameroon and its tributaries in Nigeria that include Dadidinkowa, Kiri and Kashimbila dams. This is why flood disasters in Nigeria is always attributed to runoffs from the main river Benue and the urgent need for the construction of a dam to absorb the floodwater and mitigate flood disaster in the country. Such a dam will also enhance water to be directed northward for massive irrigation in the country. It should also be noted that Nigeria with vast land areas in the North Eastern part of the country, is also facing drought encroachment and the threat of Sahara Desert movement southwards, which is destroying farming and causing terrorism in the area. While the southern part of the country is facing flooding and flood disasters, the North is facing desertification including the drying-up of Lake Chad. These are some of the major factors that informs the urgent need for the construction of a Dam to conserve the floodwater of river Benue that can be diverted for irrigation of the vast land area in the northern part of the country. This paper, therefore, takes a critical look at the benefits of diversion of the floodwater of river Benue for massive irrigation of the vast land areas in the North that will include the conversion of the Sambisa Forest into agricultural land for adequate food security in the country. The diversion of river Benue flood water will also ensure adequate protection diversity and water conservation; employment opportunities and poverty alleviation; peace and sustainable development, in Nigeria and the neighboring countries.

Keywords: Irrigation; Food security; River Benue; Climate change; Flood disaster.

RESUME

Le Nigeria, situé géographiquement en aval des fleuves Niger et Benue, est constamment confronté à des inondations catastrophiques, aggravées par le changement climatique et des facteurs anthropocentriques chaque année. Le pays a connu sa pire inondation en 2022,

¹ abdoulkareem25@gmail.com

qui s'est traduite par des inondations catastrophiques et dévastatrices causant la perte de centaines de vies, le déplacement de millions de personnes et la destruction de propriétés et de terres agricoles d'une valeur de plusieurs milliards de dollars.

Les fleuves Niger et Benue sont tous deux transfrontaliers et se rejoignent à Lokoja, dans l'État de Kogi au Nigeria, avant de s'écouler vers le sud pour se jeter dans l'océan Atlantique. Le fleuve Niger prend sa source en Guinée et traverse le Mali, la République du Niger et la République du Bénin, avec des affluents du Burkina Faso et de la Côte d'Ivoire, avant de se déverser au Nigeria. Son débit comporte deux débits de pointe de crue, connues comme le débit de crue blanche et le débit de crue noire, qui se produisent respectivement pendant la saison des pluies et la saison sèche. Le débit de crue blanche se produit pendant la saison des pluies, tandis que le débit de crue noire se produit à la suite de l'arrivée du débit de crue de la saison des pluies en Guinée. Les débits de crue blanche et noire n'exercent pas aucun impact négatif majeur sur le pays car ils sont absorbés par les barrages de Kainji et de Jebba en aval du pays. La rivière Benue, d'autre part, prend sa source au Tchad et au Cameroun et n'a pas de barrage pour absorber les énormes ruissellements du barrage de Lagdo au Cameroun et de ses affluents au Nigeria qui comprennent les barrages de Dadidinkowa, Kiri et Kashimbila. C'est pourquoi les inondations au Nigeria sont toujours attribuées aux ruissellements de la rivière principale, la Benue, et qu'il est urgent de construire un barrage pour absorber les eaux de crue et atténuer les catastrophes dues aux inondations dans le pays. Un tel barrage permettra également de diriger l'eau vers le nord en vue d'une irrigation massive dans le pays. Il convient également de noter que le Nigeria, avec de vastes étendues de terres dans la partie nord-est du pays, est également confronté à l'intrusion de la sécheresse et à la menace du déplacement du désert du Sahara vers le sud, qui détruit l'agriculture et provoque le terrorisme dans la région. Alors que le sud du pays est confronté à des inondations et à des catastrophes liées aux inondations, le nord est confronté à la désertification et à l'assèchement du lac Tchad. Il existe quelques principaux facteurs qui expliquent le besoin urgent de construire un barrage pour conserver les eaux de crue de la rivière Benue qui peuvent être détournées vers la partie nord du pays pour irriguer la vaste zone de terres. Cet article fait un examen critique sur les avantages de la dérivation des eaux de crue de la rivière Benue pour l'irrigation massive des vastes terres du Nord, qui comprendra la transformation de la forêt de Sambisa en terres agricoles pour assurer une sécurité alimentaire adéquate dans le pays. La dérivation des eaux de crue de la rivière Benue assurera également une protection adéquate de la diversité et de la conservation de l'eau, des possibilités d'emplois et la réduction de la pauvreté, la paix et le développement durable, au Nigeria et dans les pays voisins.

Mots-clés : Irrigation; Sécurité alimentaire; Rivière Benu; Changement climatique; Inondations catastrophiques.

KRISHI BHAGYA SCHEME OF KARNATAKA, INDIA – A GOLDEN MEANS FOR TACKLING WATER SCARCITY IN AGRICULTURE

PROJET KRISHI BHAGYA DU KARNATAKA, INDE – MOYEN EFFICACE POUR LUTTER CONTRE LA PÉNURIE D'EAU DANS L'AGRICULTURE

Rajendra Poddar¹

ABSTRACT

Krishi Bhagya Scheme (KBS) has been an ambitious flagship programme of Government of Karnataka, India launched during 2014-15. The scheme exhibits special features of convergence and integration of various activities in farming especially water management. It includes components like farm pond, polythene lining sheets, field bunds, diesel pump sets and micro irrigation sets. The present paper attempts to analyze the physical and financial progress and impact of KBS, its adoption and constraints in adoption. Both primary and secondary data were collected from various sources. The study revealed that most of the components have been implemented and that progress was more in the initial years. There was variation in adoption of different components as farm ponds dominated the scheme. Implementation of the scheme appeared to be holistic as it focused on in situ rain water collection during rainy season, effective storage in protected farm ponds and lifting water for irrigation through a lifting mechanism. Further, the scheme emphasized on utilizing water effectively through micro irrigation facility to reap full benefits for crop production. In terms of impact of the scheme, the scheme has impacted positively on additional water availability over a period of time, additional number of irrigations and additional area irrigated, which ultimately contributed to increase in crop yields. The crop yield enhancements in different seasons were quite substantial and were possible only due to irrigation from farm ponds during critical stages of crop growth. Additional net income per hectare which occurred to beneficiaries revealed that in spite of deficit rains during the previous four year period, farmers could realize higher economic benefits. It was noticed that most of the problems in implementation arose due to poor understanding about the scheme and official procedures. Therefore, there is a need for educating farmers for adapting to the new technology in terms of crops, varieties and irrigation methods. There is also need for streamlining the official procedures. In view of the positive results of the scheme in tackling water scarcity and improving farming Government of Karnataka should not only continue the programme but strengthen it to achieve farmers' welfare.

Keywords: Water scarcity, agriculture, farm pond, impact.

RESUME

Le projet Krishi Bhagya (KBS) est un programme ambitieux phare du gouvernement du Karnataka, en Inde, lancé en 2014-15. Ce programme se caractérise par la convergence et l'intégration de diverses activités agricoles, en particulier la gestion de l'eau. Il comprend des éléments tels que des étangs de ferme, des feuilles de revêtement en polyéthylène, des digues de champ, des pompes à diesel et des systèmes de micro-irrigation. Le document actuel essaie d'analyser les progrès physiques et financiers réalisés et l'impact du KBS, son adoption et les contraintes qui y sont liées. Des données primaires et secondaires ont été recueillies auprès de diverses sources. L'étude a révélé que la plupart des composantes ont été mises en œuvre et que plus de progrès a été réalisé au cours des premières années.

¹ Professor (Agril. Economic), University of Agricultural Sciences, Dharwad, INDIA, [rajendraspoddar@gmail.com]

L'adoption des différentes composantes était variable, car les étangs de ferme dominaient le programme. La mise en œuvre du programme s'est avérée holistique puisqu'elle s'est concentrée sur la collecte in situ de l'eau de pluie pendant la saison des pluies, sur le stockage efficace dans des étangs de ferme protégés et sur le prélèvement de l'eau pour l'irrigation grâce à un mécanisme d'extraction. En outre, le projet mettait l'accent sur l'utilisation efficace de l'eau grâce à des installations de micro-irrigation afin de tirer pleinement parti de la production agricole. En ce qui concerne l'impact du projet, il a exercé un effet positif sur la disponibilité de l'eau supplémentaire au fil du temps, sur le nombre d'irrigations et sur la superficie irriguée supplémentaires, ce qui a finalement contribué à l'augmentation des rendements agricoles. L'amélioration du rendement agricole au cours des différentes saisons était considérable et n'était possible que grâce à l'irrigation à l'aide des étangs de ferme pendant les phases critiques de la croissance agricole. Le revenu net supplémentaire par hectare gagné par les bénéficiaires a révélé qu'en dépit des pluies déficitaires au cours des quatre années précédentes, les agriculteurs ont pu réaliser des bénéfices économiques plus importants. Il a été constaté que la plupart des problèmes de mise en œuvre étaient dus à une mauvaise compréhension du projet et des procédures officielles. Il est donc nécessaire d'éduquer les agriculteurs pour qu'ils s'adaptent aux nouvelles technologies par rapport aux cultures, aux variétés et aux méthodes d'irrigation. Il est également nécessaire de rationaliser les procédures officielles. Compte tenu des résultats positifs obtenus du projet dans la lutte contre la pénurie d'eau et l'amélioration de l'agriculture, le gouvernement du Karnataka devrait non seulement poursuivre le programme, mais aussi le renforcer pour assurer le bien-être des agriculteurs.

Mots clés : Pénurie d'eau; Agriculture; Etang de ferme; Impact.

EVALUATION OF THE POTENTIAL WATER STORAGE UNDER DIFFERENT HEIGHTS OF RIDGES IN PADDY FIELDS IN THE MIDDLE OF TAIWAN

EVALUATION DU POTENTIEL DE STOCKAGE DE L'EAU EN FONCTION DES DIFFÉRENTES HAUTEURS DES CRÊTES DANS LES RIZIÈRES AU CENTRE DE TAIWAN

Feng-Wen Chen¹, and Chen-Wuing Liu²

ABSTRACT

Rainfall is the most natural and direct water resource for crop cultivation. Considering the ridge height is the critical factor for water storage of rainfall in paddy fields, the main objective of this research is to estimate the potential water storage from rainfall by using various ridge heights in paddy fields. The middle of Taiwan is selected as the research area, and the daily rainfall data of 12 rainfall stations in the period from 1961 to 1990 are used to analyze effective rainfall (ER) with 10 types of the ridge height, which is in a range of 30 mm to 300 mm. The result shows that ER increases with the increase of ridge height in paddy fields. It increases rapidly when the ridge height is between 30 mm to 60 mm, but it increases slowly when the ridge height is between 60 mm and 300 mm. In general, the annual value of ER is increased by 2.9 times, from 447.0 mm/yr to 1,316.5 mm/yr. The annual availability ratio of ER is 38.7 % for 30 mm ridge height and 67.2 % for 300 mm ridge height (cumulative increase is 28.5%). Comparing the benefits from increasing effective rainfall due to the increase of the ridge height in different months, the most significant increase in ER occurred from May to August, especially in June, and the availability ratio of ER is increased by 57.9% (from 27.4% to 85.3%). The least effect is in October, and the availability ratio of ER is increased by only 4.3% (from 31.0% to 35.3%). Therefore, increasing the ridge height in paddy field is conducive to the use of rainfall as irrigation water source, which improves the utilization of water resources in the most direct way.

Keywords: Effective Rainfall, Ridge Heights in Paddy Field, Water Storage.

RESUME

Les précipitations constituent la ressource en eau la plus naturelle et la plus directe pour les cultures. La hauteur de la crête étant le facteur critique du stockage de l'eau de pluie dans les rizières, l'objectif principal de cette recherche est d'évaluer le potentiel de stockage de l'eau de pluie en utilisant différentes hauteurs de crête dans les rizières. Le centre de Taïwan a été retenu comme zone de recherche, et les données pluviométriques quotidiennes venant de 12 stations pluviométriques entre 1961 et 1990 ont été utilisées pour analyser les précipitations efficaces (RE) avec 10 types de hauteur de crête, qui varient de 30 mm à 300 mm. Les résultats montrent que les précipitations efficaces (ER) augmentent avec l'augmentation de la hauteur des crêtes dans les rizières. Elles augmentent rapidement lorsque la hauteur de la crête est comprise entre 30 mm et 60 mm, mais elles augmentent lentement lorsque la hauteur de la crête est comprise entre 60 mm et 300 mm. En général, la valeur annuelle de l'ER est multipliée par 2,9, passant de 447,0 mm/an à 1 316,5 mm/an. Le taux annuel de la disponibilité de l'ER est de 38,7% pour une hauteur de crête de 30 mm et de 67,2% pour une hauteur de crête de 300 mm (l'augmentation cumulée est de 28,5%). Si l'on compare les avantages obtenus de l'augmentation des précipitations efficaces due à l'augmentation de la hauteur de la crête au cours des différents mois, l'augmentation la plus significative de l'ER

¹ Research Fellow, Agricultural Engineering Research Center, Taiwan, R.O.C., chenfw@aerc.org.tw.

² Director-general, Dept. of Water Resources, Taoyuan City Govt., Taiwan, R.O.C., cwliu@ntu.edu.tw.

s'est produite dans la période de de mai à août, en particulier en juin, et le taux de disponibilité de l'ER a augmenté de 57,9% (de 27,4% à 85,3%). C'est en octobre que l'effet est le plus faible, le taux de disponibilité de l'ER n'augmentant que de 4,3% (de 31,0% à 35,3%). Par conséquent, l'augmentation de la hauteur des crêtes dans les rizières favorise l'utilisation des précipitations comme source d'eau d'irrigation, ce qui améliore l'utilisation des ressources en eau de la manière la plus directe.

Mots-clés : Précipitations effectives; Hauteurs des crêtes dans rizières; Stockage de l'eau.

STUDY ON THE WATER EFFICIENCY OF IRRIGATION REGIME ADJUSTMENT IN ZENGWEN-WUSHANTOU RESERVOIRS

ETUDE SUR L'EFFICACITE DE L'EAU DE L'AJUSTEMENT DU REGIME D'IRRIGATION DANS LES RESERVOIRS DE ZENGWEN-WUSHANTOU

Chen-Chen Chen¹, Ching-Tien Chen², *Sheng-Fu, Tsa³*, Ming-Tee Hung⁴,
Gwo-Fong Lin⁵, and Yuan-Fu Zeng⁶

ABSTRACT

Due to the influence of topography, uneven spatial and temporal distribution of rainfall, and extreme climate in Taiwan, the allocation of irrigation water and utilization of water resources are often limited. Due to the problems of rice overproduction and low grain self-sufficiency, improving the efficiency of agricultural irrigation water allocation, grain self-sufficiency, and farmers' economic benefits through the adjustment of crop farming methods and irrigation systems are all urgent issues concerning irrigation water management and water resources planning researchers.

This research focused on the irrigation areas of the Zengwen-Wushantou reservoirs, since it faces the most serious water shortage area; factors such as regional rainfall characteristics, rice yield, grain self-sufficiency, and soil salinization were evaluated. Irrigation efficiency was evaluated under several conditions: adjusting two-stage farming to single-stage farming, adjusting the rice planting interval in accordance with different farming methods and irrigation systems, adopting 7- and 10-day rotation irrigation during the entire rice growing period, and adopting 7- and 10-day rotation irrigation after the rice heading and flowering period. These situations will allow us to assess effects of rice production and grain self-sufficiency in order to cope with the impact of extreme climate, solve the problem of rice overproduction and improve grain self-sufficiency rate, relieve the pressure of water shortage in spring in Chia-Nan area, and effectively improve the efficiency of agricultural irrigation water allocation and grain-sufficiency rate.

Keywords: Cropping pattern; Water productivity; Irrigation regime.

RÉSUMÉ

En raison de l'influence de la topographie, de la répartition spatiale et temporelle inégale des précipitations et du climat extrême à Taïwan, l'allocation de l'eau d'irrigation et l'utilisation des ressources en eau sont souvent limitées. En raison des problèmes de surproduction de riz et de faible autosuffisance en grains, l'amélioration de l'efficacité de l'allocation de l'eau d'irrigation agricole, de l'autosuffisance en grains et des bénéfices économiques des agriculteurs grâce à l'ajustement des méthodes de culture et des systèmes d'irrigation sont

1 Master, Department of Civil and Water Resources Engineering, National Chiayi University, No.300, Syuefu Rd., Chiayi City 60004, Taiwan, ctchen@mail.ncyu.edu.tw

2 Associate Professor, Department of Civil and Water Resources Engineering, National Chiayi University, No.300, Syuefu Rd., Chiayi City 60004, Taiwan, ctchen@mail.ncyu.edu.tw

3 Director-General, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, No. 5, Ln. 45, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 231002, Taiwan

4 Divison director, Irrigation Management Division, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, No. 5, Ln. 45, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 231002, Taiwan

5 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan

6 Corresponding author, Doctoral student, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, e-mail: d09521010@ntu.edu.tw

autant de questions urgentes pour les chercheurs en gestion de l'eau d'irrigation et en planification des ressources en eau. Cette recherche a mis l'accent sur les zones d'irrigation des réservoirs de Zengwen-Wushantou, étant donné qu'elles sont confrontées à la pénurie d'eau la plus grave; des facteurs tels que les caractéristiques des précipitations régionales, le rendement du riz, l'autosuffisance en grains et la salinisation du sol ont été évalués. L'efficacité de l'irrigation a été évaluée dans le cadre de plusieurs conditions : le passage d'une agriculture en deux étapes à une agriculture en une seule étape, l'ajustement de l'intervalle de plantation du riz en fonction des différentes méthodes agricoles et des différents systèmes d'irrigation, l'adoption d'une irrigation par rotation de 7 et 10 jours pendant toute la période de croissance du riz, et l'adoption d'une irrigation par rotation de 7 et 10 jours après la période d'épiaison et de floraison du riz. Ces situations nous permettront d'évaluer les effets de la production de riz et de l'autosuffisance en grains afin de faire face à l'impact d'un climat extrême, de résoudre le problème de la surproduction de riz et d'améliorer le taux d'autosuffisance en grains, de soulager la pression de la pénurie d'eau au printemps dans la région de Chia-Nan, et d'améliorer l'efficacité de l'allocation de l'eau d'irrigation agricole et le taux d'autosuffisance en grains.

Mots-clés : Assolement; Productivité de l'eau ; Régime d'irrigation.

ASSETS MANAGEMENT FOR SUSTAINED WATER SECURITY IN MAHARASHTRA

GESTION DES ACTIFS POUR UNE SÉCURITÉ DURABLE DE L'EAU DANS L'ÉTAT DE MAHARASHTRA

Pawar Rajendra¹

ABSTRACT

Sustained water security

Guaranteed accessibility of consumable water for human development is the simple requirement for sustainability. Water security is not only a water sector issue – it is a broad socio-economic, environmental, and political concern. The Societies are said to have Water Secure when they have Integral Resource Management and are capable of meeting their needs in various Dimensions. However, the current facts and the global scenarios have been enumerated in this paper to make aware of our future challenges about water crisis.

Water Security in India

India has reduced the per capita annual fresh-water accessibility from 5,177 CuM to 1368 CuM, during the period from 1951 to 2019. And if current trends of over-exploitation continued, India is set to become a water-scarce country in the not too distant future. Climate change impacts are about heat, variable and extreme rains. Both have a direct correlation with the water cycle. Therefore, climate change mitigation has to be about water and its management. This has major impact on our Agricultural practices, threatening our food security.

Water related problems in Maharashtra

Maharashtra is known as Drought-prone state, as the larger parts are receiveing average annual rainfall – less than 300 mm. However, some areas recieve average annual rainfall to the tune of 3000 mm. Such large variations create natural imbalances in the distribution of water. The State of Maharashtra has experienced many moderate as well as acute droughts. The state has also faced the severe flood situations in recent years in Krishna and Pranhita basins, with huge losses due to flood damages.

Major Challenges and possible solutions

Major challenges like Natural Imbalance, Water Security, Demographic growth, Water pollution, mining, environmental issues, Climate change impacts etc. are undermining the sustainability of water in Maharashtra. Possible solutions like Nature-based solutions, knowing local Natural water availability and its efficient use in Irrigated and rainfed areas, Water and soil conservation / Ground Water Management, Recycle and reuse of water, Rejuvenation of Rivers, traditional water bodies and wetlands etc. have been discussed in detail. Many Water Resource Development and Management policies have been adopted by the State, as the preparedness to challenges posed by the climate change. The rationale and economics behind possible solutions suggested have also been discussed in this paper.

Asset management

The foremost asset, WATER is a precious commodity and a natural resource, to be shared by all the species living on this planet. The Assets, required to collect, store, conserve and utilize the Water can be categorized, basically in three sectors, viz. Surface water, Ground Water and Recycled water. Major assets, their upkeepment and the means and measures for the

¹ Former Secretary, Water Resources Department, GoM, Email: rajrpawar@gmail.com

upkeep of these assets in all three sectors are discussed. Assets management is one of the soft options to achieve water security.

In this paper, the focus has been kept to make awareness of the biggest challenge before the mankind ever, the preparedness required and the possible solutions, basically an attempt to restore the natural eco-system for our own sustainability on this Earth. Asset management has been discussed in detail while illustrating the steps taken by the state of Maharashtra so far, in this context.

Keywords: Assets, Water Security, Integrated approach, Climate change, Sustainability.

RÉSUMÉ

Sécurité de l'eau durable

La durabilité exige la garantie de l'accessibilité de l'eau consommable pour le développement. La sécurité de l'eau n'est pas seulement une question liée au secteur de l'eau, c'est une préoccupation socio-économique, environnementale et politique générale. Les sociétés sont considérées comme sûres en matière de l'eau lorsqu'elles disposent d'une gestion intégrale des ressources et qu'elles sont capables de satisfaire leurs besoins dans différentes dimensions. Cependant, les faits actuels et les scénarios globaux ont été énumérés dans ce document afin de sensibiliser aux défis futurs liés à la crise de l'eau.

Sécurité de l'eau en Inde

L'Inde a connu la réduction de l'accès annuel à l'eau douce par habitant de 5 177 CuM à 1 368 CuM, au cours de la période 1951-2019. Et si la tendance actuelle à la surexploitation se poursuit, l'Inde devrait devenir un pays pauvre en eau dans un avenir proche. Les impacts du changement climatique concernent la chaleur, les variations et les pluies extrêmes. Ces deux phénomènes sont directement liés au cycle de l'eau. Par conséquent, l'atténuation du changement climatique doit porter sur l'eau et sa gestion. Cela exerce un impact majeur sur nos pratiques agricoles, menaçant notre sécurité alimentaire.

Problèmes liés à l'eau dans l'Etat de Maharashtra

L'Etat de Maharashtra est connu pour la sécheresse, car la plupart des régions reçoivent des précipitations annuelles moyennes inférieures à 300 mm. Toutefois, certaines régions reçoivent des précipitations annuelles moyennes de l'ordre de 3 000 mm. Ces variations importantes créent des déséquilibres naturels dans la distribution de l'eau. L'État de Maharashtra a connu de nombreuses sécheresses modérées et aiguës. Ces dernières années, l'État a également été confronté à de graves inondations dans les bassins de la Krishna et de la Pranhita, ce qui a entraîné des pertes considérables dues aux dégâts causés par les inondations.

Principaux défis et solutions possibles

Les principaux défis, tels que le déséquilibre naturel, la sécurité de l'eau, la croissance démographique, la pollution de l'eau, l'exploitation minière, les problèmes environnementaux, les impacts du changement climatique, etc. compromettent la durabilité de l'eau dans l'État de Maharashtra. On a discuté en détail les solutions possibles telles que les solutions basées sur la nature, la connaissance de la disponibilité naturelle de l'eau et son utilisation efficace dans les zones irriguées et pluviales, la conservation de l'eau et des sols / la gestion des eaux souterraines, le recyclage et la réutilisation de l'eau, le rajeunissement des rivières, des masses d'eau traditionnelles et des zones humides, etc. De nombreuses politiques concernant le développement et la gestion des ressources en eau ont été adoptées par l'État pour relever les défis du changement climatique. Le raisonnement et l'économie à l'origine des solutions possibles proposées ont également été examinés dans ce document.

Gestion des actifs

L'eau est un bien précieux et une ressource naturelle que doivent partager toutes les espèces vivant sur cette planète. Les actifs nécessaires à la collecte, au stockage, à la conservation et à l'utilisation de l'eau peuvent être classés en trois catégories, à savoir les eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux recyclées. Les principaux actifs, leur entretien et les moyens et mesures pour l'entretien de ces actifs dans les trois secteurs sont discutés. La gestion des actifs est l'une des options douces pour atteindre la sécurité de l'eau.

Ce document a mis l'accent sur la sensibilisation au plus grand défi auquel l'humanité ait jamais été confrontée, sur la préparation requise et sur les solutions possibles, essentiellement pour tenter de restaurer l'écosystème naturel afin d'assurer notre propre pérennité sur cette Terre. La gestion des actifs a été discutée en détail tout en illustrant les mesures prises par l'État de Maharashtra jusqu'à présent dans ce contexte.

Mots-clés : Actifs; Sécurité en eau; Approche intégrée; Changement climatique; Durabilité.

GEOSPATIAL-TEMPORAL ANALYSIS OF SURFACE AND SUBSURFACE FLOW FOR CONJUNCTIVE WATER USE PLANNING

ANALYSE GÉOSPATIALE ET TEMPORELLE DES ÉCOULEMENTS DE SURFACE ET SOUTERRAINS POUR LA PLANIFICATION DE L'UTILISATION CONJONCTIVE DE L'EAU

Bakkiyalakshmi Palanisamy¹, Kumar Velusamy¹, Aavudai Anandhi³, and Sandeep Kumar Patakamuri⁴

ABSTRACT

Rainfall variability and monsoon failure are the primary causes of concern for the collapse of the agricultural economy. The Periyar Main Canal (PMC) region in the Periyar Vaigai Command area is one such region that experiences severe water shortage, particularly in Vadipatti, Madurai West, Madurai East, and Melur blocks. The rainfall inflow into the catchments of PMC needs to be increased to meet agricultural water demand due to changes in monsoon climate patterns. Therefore, the farmer's dependency on groundwater has risen exponentially.

In this study, we evaluated the precipitation distribution, and groundwater level fluctuations, in the PMC region to identify spatiotemporal conjunctive water use hot spots. The monthly cumulative precipitation data from Indian Meteorological Department (IMD) was used to study the distribution of rainfall in PMC from 1970-2020. The 50 years of annual and seasonal Precipitation Concentration Index (PCI) of rainfall showed uniform rainfall distribution during NEM. The southwest monsoon (SWM) also recorded consistent rainfall, but an equal number of years recorded non-uniform distribution. Extreme rainfall distribution was recorded in 1989, 1999, and 2009 in northeast monsoons (NEM), implicating the change in climate over the region.

Considering the total area of each district, paddy remains the primary crop, with more than 90% in Madurai East and Vadipatti blocks. As a result, the groundwater levels in the blocks dropped seven meters per year. The water balance in the region showed higher inflow during 2005, 2010, and 2011. The losses are consistent with the inflow in the Alanganallur block, unlike the rest of Melur, Vadipatti, Madurai West, and Madurai East. The crop water requirement is higher (due to sugarcane and paddy cultivation) in Melur and Vadipatti compared to other blocks. Minimum crop water requirement was obtained for the Alanganallur block due to lesser crop cultivated area as opposed to the rest and hence ended into the surplus category throughout the ten years analysed except during the year 2006.

The surplus and deficit regions were identified using a water balance approach based on the rainfall and losses using the crop acreage in the region. Vadipatti and Madurai West blocks showed extreme deficit during the ten years analysis, and the Alanganallur blocks had surplus inflow compared to their losses. Madurai East block also fell under the deficit category as water-intensive crops (paddy and sugarcane) were cultivated.

The surface water, groundwater, and aquifer analysis in the PMC region showed that the potential for recharge is higher in the shallow, fractured aquifer system. Hence, shallow aquifer water must be used during the non-monsoon season, complemented by surface water. Therefore, sustainable and conjunctive use of water resources and their facilitation is essential for the livelihood of farmers and the agriculture-dominated PMC region's economy.

¹ Associate Professor, Department of Agriculture Engineering, Saveetha Engineering College, Chennai, 602 105, India; bagya1123@gmail.com

² Tamil Nadu Agricultural University-Agricultural College and Research Institute, Madurai, 625 104, India

³ Associate Professor, College of Engineering, FAMU-FSU, Tallahassee, FL, 3230

⁴ Centre for Water Resources, Anna University, Chennai 600 025

Keywords: Irrigation, conjunctive use, surface water, groundwater, spatio-temporal analysis,

RESUME

La variabilité des précipitations et l'échec de la mousson sont les principales causes de l'effondrement de l'économie agricole. La région du canal principal de Periyar (PMC) dans la zone de commande de Periyar Vaigai est l'une de ces régions qui connaît une grave pénurie d'eau, en particulier dans les blocs de Vadipatti, Madurai West, Madurai East et Melur. L'influx de précipitation dans les bassins versants du PMC doit être augmenté pour satisfaire la demande en eau agricole en raison de l'évolution des régimes climatiques de la mousson. Par conséquent, la dépendance des agriculteurs à l'égard des eaux souterraines a augmenté de manière exponentielle.

Dans cette étude, nous avons évalué la distribution des précipitations et les fluctuations du niveau des eaux souterraines dans la région du PMC afin d'identifier les points névralgiques de l'utilisation conjonctive de l'eau dans l'espace et dans le temps. Les données mensuelles cumulées sur les précipitations du Département météorologique indien (IMD) ont été utilisées pour étudier la distribution des précipitations dans la région du PMC entre les années 1970 et 2020. Les 50 années d'indice de concentration des précipitations annuelles et saisonnières (PCI) ont montré une distribution uniforme des précipitations pendant la mousson du nord-est. (NEM). La mousson du sud-ouest (SWM) a également enregistré des précipitations régulières, mais un nombre égal d'années a enregistré une distribution non uniforme. Une distribution extrême des précipitations a été enregistrée en 1989, 1999 et 2009 lors des moussons du nord-est (NEM), ce qui implique un changement climatique dans la région.

Compte tenu de la superficie totale de chaque district, le paddy reste la culture principale, cultivée sur plus de 90% de la superficie dans les blocs de Madurai East et de Vadipatti. En conséquence, le niveau des eaux souterraines dans ces blocs a baissé de sept mètres par an. Le bilan hydrique de la région a révélé des influx plus élevés en 2005, 2010 et 2011. Les pertes correspondent aux influx dans le bloc d'Alanganallur, contrairement aux autres blocs de Melur, Vadipatti, Madurai West et Madurai East. Les besoins en eau des cultures sont plus élevés (en raison de la culture de la canne à sucre et du paddy) dans les blocs Melur et Vadipatti que dans d'autres blocs. Les besoins en eau des cultures sont minimes dans le bloc d'Alanganallur en raison de la moindre superficie cultivée par rapport à d'autres blocs, ce qui le place dans la catégorie excédentaire tout au long de dix années analysées, à l'exception de l'année 2006.

Les régions excédentaires et déficitaires en eau ont été identifiées à l'aide d'une approche du bilan hydrique basée sur les précipitations et les pertes en utilisant la superficie cultivée dans la région. Les blocs de Vadipatti et de Madurai West ont présenté un déficit extrême au cours de l'analyse décennale, tandis que les blocs d'Alanganallur ont enregistré des influx excédentaires par rapport à leurs pertes. Le bloc de Madurai East a également été classé dans la catégorie des déficits en raison des cultures à forte consommation d'eau (culture de la canne à sucre et du paddy).

L'analyse des eaux de surface, des eaux souterraines et des aquifères dans la région du PMC a montré qu'il existe le potentiel de recharge plus élevé dans le système aquifère peu profond et fragmenté. Par conséquent, l'eau des aquifères peu profonds doit être utilisée en dehors de la saison des moussons, complétée par l'eau de surface. Par conséquent, l'utilisation durable et conjointe des ressources en eau et leur facilitation sont essentielles pour la subsistance des agriculteurs et l'économie de la région PMC, dominée par l'agriculture.

Mots-clés : Irrigation; Utilisation conjointe; Eaux de surface; Eaux souterraines; Analyse spatio-temporelle.

THE APPLICATION OF IWRM IN A WATER STRESSED AREA CASE STUDY OF HIGH-LEVEL DIVERSION CHANNEL, LOMBOK ISLAND, INDONESIA

APPLICATION DE LA GIRE DANS UNE ZONE DE STRESS HYDRIQUE ÉTUDE DE CAS DU CANAL DE DÉRIVATION DE HAUT NIVEAU, ÎLE DE LOMBOK, INDONÉSIE

Arianti, Ni Putu, Amron, Mochammad ¹, and Ariyanti, Vicky

ABSTRACT

The application of Integrated Water Resources Management (IWRM) for this area is the right option for a water-stressed area. However, the problems are more intense on a small island with annual rainfall variations, many rivers, small catchment areas, and small groundwater potential. We use the case of Lombok Island for this paper to investigate these conditions. It is one of the major islands in West Nusa Tenggara Province, with an area of 4,738 km², and a population of 3.52 million, divided into four regencies and one city. The island has an active volcanic mountain, Mt. Rinjani, which activities contribute to the variation in rainfall patterns. In the past, in the southern and eastern parts of the island, paddy areas could not be irrigated due to low water availability. The Indonesian version of IWRM consists of five pillars: (1) conservation; (2) utilisation; (3) water hazards control; (4) community participation; and (5) information systems. As part of IWRM implementation, to improve this condition, the Lombok Island Water Resources Development Study (1970s), proposed a High-Level Diversion Channel (HLD) and developed in the 1980s. This study uses qualitative methodology focusing on one of Indonesian IWRM pillar no.2 utilisation with a focus on water allocation. The analytical method uses SWOT analysis of how to further develop the conditions and answer future threats in water management. The results show that the IWRM is implemented with the HLD with a total length of 60 km and a capacity for 6,000 – 12,000 lps water discharge, connected by 12 watersheds, with two large dams. The results of the SWOT analysis show that implemented IWRM approaches in water allocation need to adapt water allocation in a just-equitable manner and answer climate change challenges in the form of variation in water sources.

Keywords: integrated water resources management, high-level diversion channel, equitable, volcanic river basins, water-stressed area.

RESUME

Dans cette région, l'application de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) est la bonne option pour une zone qui connaît du stress hydrique. Cependant, les problèmes sont plus intenses sur une petite île avec des variations annuelles de précipitations, de nombreuses rivières, de petits bassins versants et un faible potentiel d'eaux souterraines. Nous avons choisi le cas de l'île de Lombok pour étudier ces conditions. Il s'agit de l'une des principales îles de la province de Nusa Tenggara occidentale, ayant une superficie de 4 738 km² de terre et une population de 3,52 millions d'habitants, divisée en quatre régences et une ville. L'île possède une montagne volcanique active, le mont Rinjani, dont les activités contribuent à la variation des régimes de précipitations. Dans le passé, dans les parties méridionales et orientales de l'île, les rizières ne pouvaient pas être irriguées en raison de la faible disponibilité de l'eau. La version indonésienne de la GIRE repose sur cinq piliers : (1) la conservation ; (2) l'utilisation ; (3) le contrôle des risques liés à l'eau; (4) la participation de la communauté; et (5) les systèmes d'information. Dans le cadre de la mise en œuvre de

¹ mohammad.amron@gmail.com

la GIRE, pour améliorer cette situation, l'étude sur le développement des ressources en eau de l'île de Lombok (années 1970) a proposé un canal de dérivation de haut niveau (HLD) et l'a développé dans les années 1980. Cette étude utilise une méthodologie qualitative axée sur l'utilisation de l'un des piliers n° 2 de la GIRE indonésienne, en mettant l'accent sur l'allocation de l'eau. La méthode analytique utilise l'analyse SWOT sur la façon de développer les conditions et de répondre aux menaces futures dans le domaine de la gestion de l'eau. Les résultats montrent que la GIRE est mise en œuvre avec le HLD d'une longueur totale de 60 km et d'une capacité de débit d'eau de 6 000 à 12 000 lps, relié par 12 bassins versants, avec deux grands barrages. Les résultats de l'analyse SWOT montrent que les approches GIRE mises en œuvre dans l'allocation de l'eau doivent adapter l'allocation de l'eau d'une manière juste et équitable et relever les défis du changement climatique sous forme d'une variation des sources d'eau.

Mots-clés : Gestion intégrée des ressources en eau; Canal de dérivation de haut niveau; Equitable; Bassins volcaniques; Zone de stress hydrique.

INVESTIGATING ALTERNATIVE SOURCES FOR IRRIGATION WATER SUPPLY AND RELATING ITS WATER QUALITY, A CASE STUDY OF MULTIPLE PURPOSE STORMWATER DETENTION BASINS

RECHERCHE DE SOURCES ALTERNATIVES POUR PPROVISIONNEMENT EN EAU D'IRRIGATION ET RELATION AVEC LA QUALITÉ DE L'EAU, UNE ÉTUDE DE CAS DE BASSINS DE RETENUE D'EAUX PLUVIALES À BUTS MULTIPLES

Lee, Tsu-Chuan¹, and Liu, Cheng-Yen²

ABSTRACT

In response to increasing risk of drought under climate change and further improve resilience of water supply, thus project investigate the environmental and structural features of Wangxin and the Forth drainage detention ponds to evaluate and promote the potential of these ponds to serve as water resource beside water control purpose. This study investigates the feasibility of detention ponds in Taiwan to serve as water supply facilities beside their purpose of stormwater control and provides demonstrative schemes based on the result of the investigation. A detention pond can serve not only to detain stormwater from the excessive flows during wet seasons, but, with a properly designed structure, operation process, and water quality management, it can also serve to store detained water for use as a supplementary water source during dry seasons. Multiple purposes could be reached along with one such facility and contribute to the development of a sustainable ecosystem and water resource utilization. In response to the increased risk of disastrous droughts under climate change, we screened the features, including the volume of storage, and drainage systems link to agricultural areas of 64 detention ponds, out of which 24 ponds show potential to serve water supply purposes besides water control. By further evaluation of expected benefits and investigation of key actors in relation to each detention pond to find out their inclination to cooperate in the scheme or use water supplied by the pond. The water supply schemes we provide for these detention ponds are practical as well as comprehensive, covering the general layout, cost estimation, operational plan, and overall evaluation. Moreover, the water budget method and an analysis simulation program were used to estimate the amount of storage volume for irrigation water supply. With the finish of this project, several water supply schemes corresponding to domestic, agricultural, and industrial water-use respectively are proposed. Each of the proposals was organized based on the environmental facts and the degrees of acceptance of the water by its potential users. For domestic use, the scheme is defined as only for situations of emergency, which necessitates mobile water purification facilities and a platform from which water lift-pumping is possible. For agricultural use, the schemes proposed for each pond extend the ponds as storages to collect residual water at night, and make use of their outflow-receiving drainages to deliver water from the ponds to downstream agricultural areas for irrigational use. For industrial use, the scheme includes the existing water recycling plant in Erlin Science Park as part of the water supply system. Water stored in the ponds could be processed by the water recycling plant for supplementary usage. The framework of which relating sectors be organized and cooperate to manage the ponds with additional water supply purpose needs to be figured out under regional context. With the demonstrative schemes conditioned by and integrated into regional frameworks, it helps in improving the stability and resilience of the water supply systems.

Keywords: Detention basins, Water resources, Storm water, Irrigation, Water supply.

1 Taiwan International Institute for Water Education, Taipei, tsuchuan.tiwe@gmail.com.

2 Taiwan International Institute for Water Education, Taipei, terranliucy@gmail.com.

RESUME

Afin de répondre au risque croissant de sécheresse dans le cadre du changement climatique et d'améliorer la résilience de l'approvisionnement en eau, ce projet étudie les caractéristiques environnementales et structurelles des étangs de retenue de Wangxin et du drainage de Forth afin d'évaluer et de promouvoir le potentiel de ces étangs à servir de ressources en eau en plus de leur fonction de diriger l'eau. Cette étude examine la faisabilité des étangs de retenue à Taïwan pour servir d'installations d'approvisionnement en eau en plus de leur fonction de diriger les eaux pluviales et de fournir des projets démonstratifs basés sur les résultats obtenus de l'étude. Un étang de retenue peut servir non seulement à retenir les eaux pluviales des débits excessifs pendant les saisons humides, mais, avec une structure correctement conçue, un processus d'exploitation et une gestion de la qualité de l'eau, il peut également servir à stocker l'eau retenue pour l'utiliser comme une source d'eau complémentaire pendant les saisons sèches. L'utilisation d'une telle installation permettrait de réaliser les objectifs multiples et contribuerait au développement d'un écosystème durable et à l'utilisation des ressources en eau. En réponse au risque accru de sécheresses désastreuses dans le cadre du changement climatique, nous avons examiné les caractéristiques, y compris le volume de stockage, et les systèmes de drainage liés aux zones agricoles de 64 étangs de retenue, dont 24 présentent un potentiel pour servir à l'approvisionnement en eau en plus de diriger l'eau. Une évaluation plus approfondie des avantages attendus et une enquête menée auprès des acteurs clés en relation avec chaque étang de retenue ont permis de déterminer leur tendance à coopérer au projet ou à utiliser l'eau fournie par l'étang. Les projets d'approvisionnement en eau que nous fournissons à ces étangs de rétention sont pratiques et complets, couvrant l'aménagement général, l'estimation des coûts, le plan opérationnel et l'évaluation globale. En outre, la méthode du bilan hydrique et le programme de simulation d'analyse ont été utilisés pour évaluer le volume de stockage pour l'approvisionnement en eau d'irrigation. A l'issue de ce projet, plusieurs projets d'approvisionnement en eau correspondant respectivement à l'utilisation domestique, agricole et industrielle de l'eau ont été proposés. Chacune des propositions a été organisée sur la base des faits environnementaux et des degrés d'acceptation de l'eau par ses usagers potentiels. Pour l'usage domestique, le projet est défini comme étant uniquement pour les situations d'urgence, ce qui nécessite des installations mobiles de purification de l'eau et une plate-forme à partir de laquelle le pompage de l'eau est possible. En ce qui concerne l'utilisation agricole, les projets proposés pour chaque étang permettent d'étendre les étangs en tant que réservoirs pour collecter l'eau résiduelle pendant la nuit, et d'utiliser les drainages de réception des débits sortants pour dériver l'eau des étangs vers les zones agricoles en aval à des fins d'irrigation. En ce qui concerne l'utilisation industrielle, le projet inclut l'usine de recyclage de l'eau existante du parc scientifique d'Erlin dans le cadre du système d'approvisionnement en eau. L'eau stockée dans les étangs pourrait être traitée par l'usine de recyclage de l'eau pour une utilisation supplémentaire. Le cadre dans lequel les secteurs concernés seront organisés et coopéreront pour gérer les étangs à des fins d'approvisionnement en eau supplémentaire devrait être défini dans le contexte régional. Les projets de démonstration conditionnés par et intégrés dans les cadres régionaux contribuent à améliorer la stabilité et la résilience des systèmes d'approvisionnement en eau.

Mots clés : Bassins de retenue; Ressources en eau; Eaux pluviales; Irrigation; Approvisionnement en eau.

IMPACT OF REHABILITATION OF MINOR IRRIGATION TANK SYSTEM ON GROUNDWATER REGIME OF THE TANK COMMAND AREA – CASE STUDIES FROM APIIAT PROJECT

IMPACT DE LA RÉHABILITATION DU SYSTÈME DES PETITS RÉSERVOIRS D'IRRIGATION SUR LE RÉGIME DES EAUX SOUTERRAINES DE LA ZONE DE COMMANDE DES RÉSERVOIRS - ÉTUDES DE CAS DU PROJET APIIAT

K.S. Sastry¹, Shubham Goswami², P.S. Raghavaiah¹, J. Niharika¹, and M. Sekha²

ABSTRACT

Minor Irrigation (MI) tanks have been a long tradition of agriculture in India for centuries. Poor maintenance of MI tanks resulted in reduction of serving ayacut by about 60-50% of the tank registered command area. In this perspective, the Government of Andhra Pradesh, with support from the World Bank, conceptualized Andhra Pradesh Integrated Irrigation and Agricultural Transformation Project (APIIATP) to be implemented in 757 minor irrigation tanks. A vital component of the project is the rehabilitation and modernization of minor irrigation tank systems, with a focus on eliminating the gap ayacut. To assess the improved groundwater regime and recharge rates due to the impact of rehabilitation of these MI tank systems, piezometers have been installed and periodic monitoring of groundwater levels and discharges from the wells is implemented.

The objective of the study is to present the changes to the groundwater regime and the behavior of the groundwater levels in the minor irrigation tank command in the post-rehabilitation scenario and to estimate the quantum of additional groundwater, which could be safely used by the farmers for agriculture/horticulture in a climate resilient sustainable manner. Few MI tanks from project districts of Chittoor and Prakasam have been selected and the observed groundwater levels from the piezometers/participatory hydrological monitoring wells have been analyzed and compared with the nearby long-term monitoring piezometers of the state groundwater department present in the upland area outside the tank ayacut. Using the monthly time series of groundwater levels, the recharge was estimated using the AMBHAS-1D model for the piezometers in the tank ayacut and also outside the tank ayacut to assess the typical rainfall recharge and additional induced recharge due to the water stored in the MI tank system. The typical annual rainfall recharge factor is estimated as 7.4-16.6% (i.e., mean annual recharge of 35-150 mm), whereas the additional induced recharge is estimated to be 2-3 times the mean annual rainfall recharge (i.e., additional recharge of 2-17% of the annual rainfall). The estimates of the annual recharge in the tank ayacut during the mid-term review of the project indicate the potential to take up conjunctive use through suitable crop water budgeting for both monsoon and non-monsoon season crops.

Keywords: Tank Rehabilitation, APIIATP, Groundwater Recharge, AMBHAS-1D model, Sustainable Agriculture

RESUME

En Inde, les petits réservoirs d'irrigation (MI) font partie d'une longue tradition de l'agriculture depuis des siècles. Le mauvais entretien des petits réservoirs (MI) a entraîné une réduction d'environ 60 à 50% de l'ayacut en service de la zone de commande enregistrée du réservoir. De ce point de vue, le gouvernement de l'Andhra Pradesh, avec le soutien de la Banque mondiale, a conceptualisé le Projet intégré d'irrigation et de transformation agricole de

¹ Department of Civil Engg., Indian Institute of Science, Bangalore, India. Email: gshubham@iisc.ac.

l'Andhra Pradesh (APIIATP) qui sera mis en œuvre dans 757 petits réservoirs d'irrigation. Une composante essentielle du projet est la réhabilitation et la modernisation des systèmes de petits réservoirs d'irrigation, en mettant l'accent sur l'élimination de l'écart ayacut. Pour évaluer l'amélioration du régime des eaux souterraines et des taux de recharge due à l'impact de la réhabilitation de ces systèmes de petits réservoirs (MI), des piézomètres ont été installés et une surveillance périodique des niveaux des eaux souterraines et des décharges des puits a été mise en œuvre.

L'étude vise à présenter les changements survenus dans le régime des eaux souterraines et le comportement des niveaux des eaux souterraines dans la commande des petits réservoirs d'irrigation dans le scénario post-réhabilitation et d'évaluer la quantité d'eau souterraine supplémentaire qui pourrait être utilisée en toute sécurité par les agriculteurs pour l'agriculture/horticulture d'une manière durable et résiliente au climat. Quelques petits réservoirs (MI) des districts du projet de Chittoor et Prakasam ont été retenus et les niveaux d'eau souterraine observés à partir des piézomètres/puits de surveillance hydrologique participatifs ont été analysés et comparés aux piézomètres de surveillance voisins exploités depuis longtemps du département des eaux souterraines de l'État présents dans la zone montagneuse à l'extérieur de l'ayacut des réservoirs. En utilisant la série chronologique mensuelle des niveaux des eaux souterraines, la recharge a été évaluée en utilisant le modèle AMBHAS-1D pour les piézomètres dans l'ayacut du réservoir et également à l'extérieur de l'ayacut du réservoir pour évaluer la recharge pluviale typique et la recharge induite supplémentaire due à l'eau stockée dans le système de petit réservoir (MI). Le facteur de recharge annuelle typique des précipitations est estimé entre 7,4 et 16,6 % (c'est-à-dire une recharge annuelle moyenne de 35 à 150 mm), tandis que la recharge induite supplémentaire est estimée à 2 à 3 fois la recharge annuelle moyenne des précipitations (c'est-à-dire une recharge supplémentaire de 2 à 17% des précipitations annuelles). Les estimations de la recharge annuelle dans l'ayacut du réservoir au cours de l'examen intermédiaire du projet indiquent le potentiel d'utilisation conjointe par le biais des prévisions budgétaires appropriées de l'eau agricole en ce qui concerne des cultures de mousson et de non-mousson.

Mots-clés : Réhabilitation des réservoirs; APIIATP; Recharge des eaux souterraines; Modèle AMBHAS-1D; Agriculture durable.

CONSERVING CULTURAL HERITAGE IRRIGATION INFRASTRUCTURES CASE STUDY: KARANGTALUN IRRIGATION SYSTEM, INDONESIA

CONSERVATION DES INFRASTRUCTURES D'IRRIGATION DU PATRIMOINE CULTUREL ÉTUDE DE CAS : SYSTÈME D'IRRIGATION DE KARANGTALUN, INDONÉSIE

Ariyanti, Vicky,¹ Murtiningrum, Kuji, and Eriza, Corri

ABSTRACT

As a young country under 100 years old, Indonesia has many relevant heritage sites for irrigation infrastructures. The law of Indonesia on cultural heritage conservation states all buildings above 50 years are cultural heritage. Therefore, Governor Decrees protect the sub-system of the Karangtalun Irrigation System, namely the Mataram Canal (1943) and van der Wijck Canal (1909). Its location is in the only surviving kingdom within the Republic of Indonesia, namely the Kasultanan Ngayogyakarta Hadiningrat, where the Sultan reigns as Governor for life. This study investigates cultural heritage conservation efforts on an irrigation system. We use the qualitative methodology with a case study approach. The primary data is collected with observation, while the secondary data is from old archives, reports, and review design data. The analytical method is the socio-ecological systems (SES) framework. On the social system, as Indonesia implemented the integrated water resources management (IWRM), we found multilevel governance with significant collaboration between the river basin organisation (RBO), regional public works agency, and farmers. As for the ecological system, we focus on the hydrological aspects of water flows of these Volcanic River Basins from the Progo River through the canals to the Opak River and its location within the Progo Opak Serang River Basin Territory. The canal infrastructure is the action intervention or the correlation from social to ecological systems, where rehabilitation attempts on cultural heritage need some forms of adaptation to the current situation. The ecosystem services are the benefits of irrigation water to the society, such as the irrigation water, economic profits from the crops, tourism activities, and infiltration to the groundwater basin. The SES framework is a powerful lens to peel conservation efforts of an irrigation system as cultural heritage can be successful in this modern time.

Keywords: cultural heritage, SES, conservation, rehabilitation, upgrading

RÉSUMÉ

L'Indonésie étant un jeune pays de moins de 100 ans, possède de nombreux sites patrimoniaux importants des infrastructures d'irrigation. Selon la loi indonésienne sur la conservation du patrimoine culturel, tous les bâtiments de plus de 50 ans font partie du patrimoine culturel. Par conséquent, les décrets du gouverneur protègent le sous-système du système d'irrigation de Karangtalun, à savoir le canal de Mataram (1943) et le canal van der Wijck (1909). Il se trouve dans le seul royaume qui survit au sein de la République d'Indonésie, à savoir le Kasultanan Ngayogyakarta Hadiningrat, où le sultan règne en tant que gouverneur à vie. Cette étude porte sur les efforts déployés pour la conservation du patrimoine culturel d'un système d'irrigation. Nous utilisons la méthodologie qualitative avec une approche d'étude de cas. Les données primaires sont recueillies par l'observation, tandis que les données secondaires proviennent d'archives anciennes, de rapports et de données de conception de révision. La méthode analytique utilisée est le cadre des systèmes socio-écologiques (SES). En ce qui concerne le système social, lorsque l'Indonésie a mis en œuvre la gestion intégrée

¹ vicky_ariyanti@yahoo.com

des ressources en eau (GIRE), nous avons recherché une gouvernance à niveaux multiples en collaboration significative avec l'organisation du bassin fluvial (RBO), l'agence régionale des travaux publics et les agriculteurs.

Quant au système écologique, l'accent est mis sur les aspects hydrologiques des flux d'eau de ces bassins fluviaux volcaniques, depuis la rivière Progo jusqu'à la rivière Opak, en passant par les canaux, à son emplacement dans le territoire du bassin fluvial Progo Opak Serang. L'infrastructure des canaux est l'intervention d'action ou la corrélation entre les systèmes sociaux et écologiques (SES), où les tentatives de réhabilitation du patrimoine culturel exigent certaines formes d'adaptation à la situation actuelle. Les services écosystémiques représentent les bénéfices de l'eau d'irrigation destinés à la société, tels que l'eau d'irrigation, les bénéfices économiques des cultures, les activités touristiques et l'infiltration dans le bassin d'eau souterraine. Le cadre du SES est un objectif puissant pour évaluer les efforts de conservation d'un système d'irrigation en tant que patrimoine culturel qui peut réussir dans cette époque moderne.

Mots clés : Patrimoine culturel; SE; Conservation; Réhabilitation; Revalorisation.

STORAGE CAPACITY ESTIMATION WITH INADEQUATE DATA FOR CLUSTERS IN HPSIVA PROJECT, INDIA

ESTIMATION DE LA CAPACITE DE STOCKAGE AVEC DES DONNEES INADÉQUATES DES GROUPES DANS LE PROJET HPSIVA, INDE

Dheeraj Kaushik¹, Vishwanath Bhav², Deepak Garg³, and Sourav Banerjee⁴

ABSTRACT

Government of Himachal Pradesh with Asian Development Bank is co-financing Himachal Pradesh Subtropical Horticulture, Irrigation and Value Addition (HPSHIVA) project. Project aims to support 25000 households across 7 districts with focus on targeted commodities. Total scope of work includes design and layout preparation for drip irrigation network covering envisaged area. Work reported herein, viz storage capacity estimation using water balance of each cluster with surface water as source of water, was carried out by authors during execution of work.

The project envisages an area of 10000ha to be added in two parts. Out of this area, area of 4000ha is included in first part. Topographic survey confirmed area as 3972ha. The area is distributed in 264 clusters; 137 clusters get water of khad, 95 clusters receive water from river and 32 clusters derive water from groundwater.

Data on catchment area of water source at cluster location and proposed irrigation area was reviewed. The clusters having irrigation area more than the catchment area were identified and kept on hold. Other clusters were considered for assessing adequacy of water from the identified source. Water balance on monthly step extending for 1 year with 75% dependable rainfall was done. Adequate data on crop water requirement and evaporation were not available. Accordingly, conservative assumptions were made for these parameters. Plants/crops in cluster area were reviewed to derive water requirement as 20m³/ha/day.

In case of clusters on same stream, total irrigation demand of clusters upstream of current cluster was considered. Net water availability was discounted by this volume.

Testing adequacy of water source for the cluster indicated shortage/excess of water. Accordingly,

- (a) Maximum shortage volume was taken as minimum storage capacity.
- (b) Excess water volume is indicates underutilisation of water source. Additional area that can be served from the same source was estimated such that additional area doesn't bring in shortages to downstream clusters.

Results of water adequacy test for 264 clusters indicated that

1. 11 clusters are underutilised with potential of accommodating 348ha
2. All clusters on river have more than adequate water for proposed irrigation area.
3. 4 clusters went on hold with 93.98ha CCA
4. Remaining clusters needed supplementary storages of varying capacities

Different alternatives to meet shortage were reviewed. Provision of storage as per site conditions is proposed. Details of work done are presented.

1 Senior General Manager, TCE, India, dkaushik@tce.co.in

2 Hydrologist, TCE, India, vgbhave@yahoo.com

3 Superintending Engineer, Dept of Irrigation & Public Health, Govt of Himachal Pradesh, seiphdharamshala@yahoo.co.in

4 Senior Engineer, TCE, India, souravb@tce.co.in

Keywords : Water Balance, Water Demand, Availability & Adequacy, Storage Capacity

RESUME

Le gouvernement de l'Himachal Pradesh et la Banque asiatique de développement cofinancent le projet d'horticulture subtropicale, d'irrigation et d'ajout de valeur de l'Himachal Pradesh (HPSHIVA). Le projet vise à soutenir 25 000 ménages dans 7 districts en mettant l'accent sur les produits ciblés. La portée totale du travail comprend la conception et la préparation de la disposition du réseau d'irrigation goutte-à-goutte couvrant la zone envisagée. Le travail rapporté ici, c'est-à-dire l'estimation de la capacité de stockage a été effectuée en utilisant le bilan hydrique de chaque groupe avec l'eau de surface comme source d'eau, par les auteurs pendant la mise en œuvre du travail.

Le projet prévoit l'ajout d'une superficie de 10 000 hectares de terre en deux parties. Sur cette superficie totale, une zone de 4000 ha est incluse dans la première partie. Le relevé topographique a confirmé que la superficie était 3972 ha de terre. La zone est divisée en 264 groupes; 137 groupes reçoivent l'eau du khad, 95 groupes reçoivent l'eau de la rivière et 32 groupes reçoivent l'eau souterraine.

Les données concernant le bassin versant de la source d'eau à l'emplacement du groupe et la zone d'irrigation proposée ont été étudiées. Les groupes dont la zone d'irrigation était supérieure à la zone de bassin versant ont été identifiés et mis en attente. D'autres groupes ont été tenus en compte pour évaluer l'adéquation de l'eau provenant de la source identifiée. Un bilan hydrique mensuel a été réalisé sur une période d'un an avec 75% de précipitations fiables. Des données adéquates sur les besoins en eau des cultures et l'évaporation n'étaient pas disponibles. Par conséquent, des hypothèses modestes ont été formulées pour ces paramètres. Les plantes/cultures dans la zone des groupes ont été examinées pour calculer les besoins en eau à 20m³/ha/jour.

Dans le cas de groupes situés sur le même cours d'eau, la demande totale d'irrigation des groupes situés en amont du groupe actuel a été prise en compte. La disponibilité nette de l'eau a été réduite de ce volume.

Le test de l'adéquation de la source d'eau pour le groupe a révélé un manque/ un excès d'eau. En conséquence,

- (a) Le volume maximal de pénurie a été pris comme la capacité de stockage minimale.
- (b) Le volume d'eau excédentaire a indiqué une sous-utilisation de la source d'eau. La zone supplémentaire pouvant être desservie par la même source a été estimée de manière à ce que la zone supplémentaire n'entraîne pas de pénurie pour les groupes situés en aval.

Les résultats du test d'adéquation de l'eau pour 264 groupes ont indiqué que

1. 11 groupes étaient sous-utilisés avec un potentiel d'accueil de 348 ha.
2. Tous les groupes sur la rivière possédaient une eau plus qu'adéquate pour la zone d'irrigation proposée.
3. 4 groupes étaient mis en attente avec 93,98 ha de surfaces cultivables de commande (CCA).
4. Les groupes restants avaient besoin de stockages supplémentaires de capacités variables.

Différentes alternatives pour faire face à la pénurie ont été étudiées. Il est proposé de prévoir un stockage en fonction des conditions de l'emplacement. Les détails du travail effectué ont été présentés.

Mots-clés : Bilan hydrique; Demande en eau; Disponibilité & Adéquation; Capacité de stockage.

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF AGRICULTURAL MANAGEMENT POLICIES IN THE RAFSANJAN PLAIN WITH THE WATER-FOOD-ENERGY NEXUS APPROACH

ANALYSE DES EFFETS DES POLITIQUES DE LA GESTION AGRICOLE SUR LA PLAINE DE RAFSANJAN A L'AIDE DE L'APPROCHE DU LIEN ENTRE L'EAU-L'ALIMENTATION-L'ENERGIE

Sarai Tabrizi, Mahdi ^{1*}, Mirzaei, Mansoureh ², Ghanbarzadeh Farshmi, Elias ³,
Pournemati, Nazanin ⁴ and Balasaheb Anantrao Chivate, ⁵

ABSTRACT

Iran's policies in developing the production sector and increasing agricultural production have not paid much practical attention to increasing the productivity and sustainability of the exploitation of natural resources. Extensive interventions of the government through the application of macroeconomic policies (financial, monetary, and commercial) aimed at reducing inflation and increasing employment have always considered water as an intermediary input that must be provided at any cost. The lack of a sustainable, cross-sectoral, and long-term perspective on water resources management has caused water needs to be met through pressure on limited and sometimes non-renewable resources, and the processes that lead to increased productivity and reallocation of water resources are never implemented effectively. More than 20 meters drop in reservoir level and nearly 10,000 million cubic meters of negative cumulative balance over the past 30 years in Rafsanjan Plain show the unstable and deteriorating situation in the region. Most of the development of gardens took place in the years after the plain was banned, and the precious water resources of the plain were spent on unsustainable development. Water management policies have always led to the expansion of cultivated areas to increase water productivity; The approach of the correlation of water, food, and energy is important due to its dynamic and complex inter-departmental and interdisciplinary nature, and as a new approach as an effective optimization model, it can lead to sustainable development and improvement of the future horizon. In this research, an attempt has been made to propose a new framework in the Rafsanjan Plain in order to reduce the extraction of groundwater by up to 20% and to investigate the impact of climate changes such as changes in precipitation and temperature by benefiting from this practical approach and different management options by the weight of each item. One of the advantages of this approach is the dynamics and inter-departmental communication or changes in them as a result of each item. To achieve this goal, the proposed open-source model has been used for policy-making based on sustainable development according to the needs of the region.

Keywords: Food Security, WFE-Nexus, Sustainable Development, IWRM

RESUME

Les politiques iraniennes en ce qui concerne le développement du secteur de la production et l'augmentation de la production agricole n'ont pas accordé beaucoup d'attention pratique à

- 1 Faculty member, Department of Water Engineering and Sciences, Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- 2 PhD Student of Water Resources, Department of Water Engineering and Sciences, Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- 3 PhD Student of Water Resources, Department of Water Engineering and Sciences, Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- 4 B.Sc. Student of Food Industries Engineering and Sciences, Department of Water Engineering and Sciences, Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- 5 Director (Technical), ICID, New Delhi, India and Congress Coordinator, India.

l'augmentation de la productivité et de la durabilité de l'exploitation des ressources naturelles. Les nombreuses interventions faites par le gouvernement à travers l'application de politiques macroéconomiques (financières, monétaires et commerciales) visant à réduire l'inflation et à augmenter l'emploi ont toujours considéré l'eau comme un intrant intermédiaire qui doit être fourni à tout prix. L'absence d'une perspective durable, intersectorielle et à long terme sur la gestion des ressources en eau a fait que les besoins en eau ont été satisfaits par la pression exercée sur des ressources limitées et parfois non renouvelables, et que les processus conduisant à une augmentation de la productivité et à une réaffectation des ressources en eau n'ont jamais été mis en œuvre de manière efficace. Une baisse de plus de 20 mètres du niveau des réservoirs et un bilan cumulatif négatif de près de 10 000 millions de mètres cubes au cours des 30 dernières années dans la plaine de Rafsanjan témoignent de l'instabilité et de la détérioration de la situation dans la région. La plupart des jardins ont été aménagés dans les années qui ont suivi l'interdiction de la plaine, et les précieuses ressources en eau de la plaine ont été consacrées à un développement non durable. Les politiques de la gestion de l'eau ont toujours conduit à l'expansion des régions cultivées pour augmenter la productivité de l'eau; l'approche de la corrélation entre l'eau, l'alimentation et l'énergie est importante en raison de sa nature interdépartementale et interdisciplinaire dynamique et complexe, et en tant que nouvelle approche comme modèle d'optimisation efficace, elle peut conduire au développement durable et à l'amélioration de l'horizon futur. Dans cette recherche, on a essayé de proposer un nouveau cadre dans la plaine de Rafsanjan afin de réduire le prélèvement des eaux souterraines jusqu'à 20% et d'étudier l'impact des changements climatiques tels que les changements de précipitations et de température en bénéficiant de cette approche pratique et de différentes options de gestion en fonction du poids de chaque élément. L'un des avantages de cette approche est la dynamique et la communication interdépartementale ou les changements qui en découlent en fonction de chaque élément. Pour atteindre cet objectif, le modèle open-source proposé a été utilisé pour l'élaboration des politiques basées sur le développement durable en fonction des besoins de la région.

Mots clés : Sécurité alimentaire; Liens entre l'eau-l'alimentation-l'énergie; Développement durable; GIRE.

INNOVATION TELEMETRY CONTROL SYSTEM BASED ON IOT TECHNOLOGY IN TAIWAN TAOYUAN MAIN CANAL

INNOVATION DU SYSTEME DE CONTROLE TELEMATIQUE BASE SUR LA TECHNOLOGIE IOT DANS LE CANAL PRINCIPAL DE TAOYUAN A TAIWAN

Liu, Jih-Shun¹, Ray-Shyan Wu², Wang, Pai-Hung³ Ko, Fang-Lan⁴, Dung, and Chih-Chiang⁵,

ABSTRACT

In response to the development of industry and commerce and the increase in population in Taiwan in recent years, the water demand of various targets is increasing. Under the pressure of difficult water resource development and agricultural water demand, in order to protect farmers' water rights and improve the sustainable use efficiency of water resources, farmland irrigation management and disaster prevention and mitigation. The business uses the assistance of the automatic monitoring system to effectively improve the future trend of farmland water utilization, water management and water resource allocation, and through the hydrological telemetry system equipment, it will be able to accurately grasp the real-time rainfall in the irrigation area and the water volume of the road, so as to close the water intake gate in time Or open the water retreat gate to achieve emergency response and reduce the occurrence of floods, and can also further improve the efficiency of water resource irrigation management business promotion, disaster situation control and disaster recovery management.

Tao-Yuan Main Canal (TYMC) is the most important water transmission and distribution system of the Taoyuan Management Office. In the past 10 years, the Internet of Things (IoT) technology has developed rapidly from front-end sensing to cloud big data analysis and other related technologies. Widely used in smart cities, smart transportation, smart security, and various industrial and people's livelihood applications.

In this study, a gate telemetry control system was built in 9 places in TYMC. The gate can be controlled remotely through computers and mobile devices, which improves the operational efficiency of management personnel and avoids opening and closing water gates on site during typhoons and heavy rains. The terminal gate remote control system provides 4 control modes. Managers can choose the appropriate mode to use based on operating experience, including general mode, tracking mode, linkage mode and scheduling mode.

Compared with the past, only the general mode can be used. There are more intelligent choices now. The interface of the gate remote control system is combined with real-time image display on the spot, and the scene situation can also be confirmed through real-time image synchronization when operating the gate. As a result, management personnel can quickly open the water receding gate to discharge the remaining water during typhoon and heavy rain, so as to adjust the water volume of TYMC, so as to maintain the safety of the main canal and adjacent houses and properties.

Keywords: Gate telemetry system; Internet of Things, Taiwan.

1 Associate researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw

2 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.

3 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

4 Associate Technician, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

5 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

RESUME

Pour répondre au développement de l'industrie et du commerce et à l'augmentation de la population à Taïwan ces dernières années, la demande en eau pour divers objectifs a augmenté. Sous la pression d'un développement difficile des ressources en eau et de la demande en eau agricole, afin de protéger les droits à l'eau des agriculteurs et d'améliorer l'efficacité de l'utilisation durable des ressources en eau, la gestion de l'irrigation des terres agricoles et la prévention et l'atténuation des catastrophes, l'entreprise utilise l'assistance du système de surveillance automatique pour améliorer efficacement la tendance future de l'utilisation de l'eau des terres agricoles, la gestion de l'eau et l'allocation des ressources en eau. Grâce à l'équipement du système de télémétrie hydrologique, elle sera en mesure de saisir avec précision les précipitations en temps réel dans la zone d'irrigation et le volume d'eau de la route, de manière à fermer à temps la vanne de prise d'eau ou à ouvrir la vanne de retrait de l'eau afin d'apporter une réponse d'urgence et de réduire les circonstances des inondations, et peut également améliorer l'efficacité de la gestion de l'irrigation des ressources en eau, la promotion des entreprises, de la surveillance de la situation de catastrophe et de la gestion de reprise d'activité après sinistre.

Le canal principal Tao-Yuan (TYMC) est le système de transmission et de distribution de l'eau le plus important du Bureau de gestion de Taoyuan. Au cours des dix dernières années, la technologie de l'internet des choses (IoT) s'est rapidement développée, passant de la détection frontale à l'analyse des big data en nuage et à d'autres technologies connexes. Elle est largement utilisée dans les villes intelligentes, les transports intelligents, la sécurité intelligente et diverses applications industrielles et de subsistance.

Dans cette étude, un système de contrôle télémétrique des vannes a été mis en place dans 9 endroits du TYMC. La vanne peut être contrôlée à distance par des ordinateurs et des appareils mobiles, ce qui améliore l'efficacité opérationnelle du personnel de gestion et évite d'ouvrir et de fermer les vannes d'eau sur le site pendant les typhons et les fortes pluies. Le système de contrôle à distance de la vanne du terminal propose 4 modes de contrôle. Les gestionnaires peuvent choisir le mode approprié en fonction de leur expérience opérationnelle, notamment le mode général, le mode de suivi, le mode de liaison et le mode de programmation.

Par rapport au passé, seul le mode général peut être utilisé. Aujourd'hui, il existe les choix plus intelligents. L'interface du système de télécommande de la vanne est combinée à un affichage d'images en temps réel sur place, et la situation peut également être confirmée par une synchronisation d'images en temps réel lors de l'utilisation de la vanne. Par conséquent, le personnel de gestion peut rapidement ouvrir la vanne de retrait de l'eau pour évacuer l'eau restante pendant les typhons et les fortes pluies, afin d'ajuster le volume d'eau du TYMC et de maintenir la sécurité du canal principal et des maisons et propriétés adjacentes.

Mots-clés : Système de télémétrie des vannes; Internet des choses; Taïwan.

VARYING YIELDS AT THE PROJECT SOURCES OF THE SRIRAMASAGAR PROJECT AND SUPPLEMENTATION WITH OTHER MULTIPLE WATER SOURCES TO THE COMMAND AS A BACKUP TO MEET THE HIGH-WATER DEMANDS

VARIATION DES RENDEMENTS AUX SOURCES DU PROJET SRIRAMASAGAR ET L'AJOUT D'AUTRES SOURCES D'EAU MULTIPLES A LA CHARGE D'UNE PRISE D'EAU EN TANT QUE RÉSERVE POUR RÉPONDRE AUX DEMANDES EN EAU ÉLEVÉES

Kotte Sudhakar Reddy¹, and Bejjanki Sravan Kumar²

ABSTRACT

Sriramasagar Project is a multipurpose project on the river Godavari and is a major scheme for irrigation as well as for power generation located at 764km in-between two basin States of Maharashtra and Telangana. It has a created Irrigation Potential of 13.67Lakhs acres in a semi-arid area of Telangana state over two different river basins. The Yield at Sriramasagar Project declined till the year 2017 from 196TMC during the Project proposal to 54TMC in the year 2017. Project ayacut is also experiencing a drastic change in the cropping pattern giving immense pressure of higher water demands and resulting in Gap Ayacut. To tackle the situation, the Government of Telangana as a part of Re-engineering has proposed multiple sources for feeding the already developed Canal Network spread over two different river basins of Godavari & Krishna by adding various lift irrigation schemes, Balancing reservoirs and various water conveying systems. This paper discusses the need for additional water sources, Lift Irrigation schemes, and water conveyor systems of the Kaleshwaram project, Sripada Yellamapally Project Reservoir, and Sammakka Sagar Project and their Operation for efficient and timely addressing of Irrigation Water demands.

Keywords: Sriramasagar Project, Multiple Irrigation sources for Supplementation, Changing Crop Pattern, Optimisation of Irrigation Water, Godavari River

RESUME

Le projet Sriramasagar est un projet à usages multiples situé sur la rivière Godavari. Il s'agit d'un projet majeur de l'irrigation ainsi que de la production de l'électricité, qui se trouve à 764 km entre deux États du Maharashtra et du Telangana. Il dispose d'un potentiel d'irrigation de 13,67 millions d'acres dans une zone semi-aride de l'État de Telangana dans deux bassins fluviaux différents. Le rendement du projet Sriramasagar a diminué jusqu'en 2017, passant de 196 TMC lors de la proposition du projet à 54 TMC en 2017. Le projet Ayacut connaît également un changement considérable dans le modèle de culture, ce qui entraîne une pression énorme sur la demande en eau plus élevée et entraîne Gap Ayacut. Afin de faire face à cette situation, le gouvernement de Telangana, dans le cadre de la réingénierie, a proposé de multiples sources pour alimenter le réseau de canaux déjà développé et réparti sur deux bassins fluviaux différents, Godavari et Krishna, en ajoutant divers systèmes d'irrigation par l'élévation d'eau, des bassins de compensation et diverses systèmes de transport d'eau. Cet article examine la nécessité d'avoir de sources d'eau supplémentaires, de systèmes d'irrigation par élévation et de systèmes de transport d'eau du projet Kaleshwaram, du réservoir du

1 Chief Engineer (Irrigation) Jagtial, Irrigation & CAD Department, Government of Telangana, India, cejgl.irr@gmail.com

2 Assistant Executive Engineer, Irrigation & CAD Department, Government of Telangana, India, shrawan19@gmail.com

projet Sripada Yellamaply et du projet Sammakka Sagar, ainsi que leur exploitation, afin de répondre efficacement et en temps opportun à la demande en eau d'irrigation.

Mots-clés : Projet Sriramasagar; Sources d'irrigation multiples supplémentaires; Changement d'assolement; Optimisation de l'eau d'irrigation; Rivière Godavari.

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE HYDROLOGY OF CONTRASTING CATCHMENTS

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'HYDROLOGIE DES BASSIN VERSANTS CONTRASTÉS

Eyüboğlu, İzzet Nazmi¹

ABSTRACT

When both natural and anthropogenic climate change are considered, changes in the hydrological behaviour of rivers have the potential to fundamentally alter flood risk in downstream catchments and estuaries. Therefore, it is crucial to characterize fluvial extremes and trends that can improve flood estimation models. This research is a study of the long-term historical through to future projected flow behaviour in four Welsh catchments: Conwy, Dyfi, Teifi, and Tywi. Historical data comprised downstream river gauged observations from the 1980s to 2010s. The simulated future river flows from the SWAT catchment model were used, based on precipitation up to 2080 from an ensemble of 12 model runs based on the RCP8.5 emissions scenario that represents a potential worst-case future climate change. The extreme flows (e.g. upper 95th percentile) were isolated for trend analysis.

For the mountainous and impermeable catchments in North Wales catchments, extreme river flows have increased and are projected to increase into the future, which is coherent with the future precipitation signal. Yet for the South Wales catchments, extreme flow rates are decreasing and set to continue decreasing. However, whilst these results give an indication of the long term trends, they are based on daily-mean flows – whereas analysis of historical data shows that sub-daily resolution data is crucial for observing flow behaviour in these types of catchments to detect flash flood events, to constrain flood impact models.

Keywords: Flood Management, Climate Change, Flood Risks, Water Resources, Contrasting Catchments.

RESUME

Lorsque les changements climatiques naturels et anthropiques sont tenus en compte, l'évolution du comportement hydrologique des cours d'eau est susceptible d'altérer fondamentalement les risques d'inondation dans les bassins versants et les estuaires situés en aval. Il est donc essentiel de caractériser les extrêmes fluviaux et les tendances afin d'améliorer les modèles d'estimation des inondations. Cette recherche étudie le comportement du débit historique à long terme jusqu'aux projections futures de quatre bassins versants gallois : Conwy, Dyfi, Teifi et Tywi. Les données historiques comprennent des observations jaugées en aval des rivières entre les années 1980 et 2010. Les débits fluviaux futurs simulés à partir du modèle de bassin versant SWAT ont été utilisés, sur la base des précipitations jusqu'en 2080 à partir d'un ensemble de 12 modèles basés sur le scénario d'émissions RCP8.5 qui représente un changement climatique potentiel le plus défavorable. Les débits extrêmes (par exemple le 95^e centile supérieur) ont été isolés pour l'analyse des tendances.

Dans les bassins versants montagneux et imperméables du nord du Pays de Galles, les débits fluviaux extrêmes ont augmenté et devraient continuer à augmenter à l'avenir, ce qui est cohérent avec le futur signal de précipitations. En revanche, dans les bassins versants du sud du Pays de Galles, les débits extrêmes sont en baisse et devraient continuer à diminuer.

¹ Agricultural Engineer, MSc, State Hydraulic Works, Türkiye, E-Mail: izzetnazmie@dsi.gov.tr

Cependant, bien que ces résultats donnent une indication des tendances à long terme, ils sont basés sur des débits moyens journaliers - alors que l'analyse des données historiques montre que les données de résolution infra-journalière sont cruciales pour observer le comportement des débits dans ces types de bassins versants afin de détecter les crues éclairées et de contraindre les modèles d'impact des inondations.

Mots-clés : Gestion des inondations; Changement climatique; Risques d'inondation; Ressources en eau; Bassins versants contrastés.

CONSTRUCTION OF DIVERSION/RIVER LINKING SCHEMES TO AVAIL MORE WATER FOR IRRIGATED AGRICULTURE

CONSTRUCTION D'OUVRAGES DE DÉRIVATION ET DE LIAISON FLUVIALE AFIN DE DISPOSER DE PLUS D'EAU POUR L'AGRICULTURE IRRIGUÉE

Naik Arun¹, and Bombale Bharat²

ABSTRACT

Some parts of India receives about 400 cm of rainfall annually. However, it is less than 60 cm in Rajasthan and adjoining parts of Gujarat, Haryana, and Punjab. The rest of the country receives moderate rainfall. Owing to this nature of monsoon, the annual rainfall is highly variable from year to year and place to place. Mawsynram and Cherrapunji receive more than 11000 mm of rainfall in a year whereas Jaisalmer of Rajasthan receives only 83 mm of rainfall annually. Particularly in Maharashtra state Amboli in the Sahyadri range receives a rainfall of around 7470 mm whereas some districts in Marathwada receives only 600 mm of rainfall annually. Due to this variation in rainfall some areas get flooded during monsoon and some area in drought prone zones faces extreme water scarcity. This extreme variation in rainfall produces worst effect on Agriculture sector. Diversion/River linking schemes will be a boon to overcome this situation. In Maharashtra Most of storm water from heavy rainfall zone i.e Sahyadri ranges flowed to the Arabian sea through west flowing rivers such as Damanganga, Vaitrna, Pinjal etc. To utilize this storm water which otherwise being wasted, Government of Maharashtra has undertaken various diversion schemes and River linking projects which divert storm water to river basins having water deficit. Out of these schemes, details of the schemes which are in progress under Command Area Development Authority, Ahmednagar were discussed in this paper.

Keywords: Diversion schemes, River linking schemes, Drought.

RESUME

Certaines régions de l'Inde reçoivent environ 400 cm de précipitations par an. Cependant, elles sont inférieures à 60 cm au Rajasthan et dans les régions voisines du Gujarat, de l'Haryana et du Pendjab. Le reste du pays reçoit des précipitations modérées. En raison de la nature de la mousson, les précipitations annuelles sont très variables d'une année à l'autre et d'un endroit à l'autre. Mawsynram et Cherrapunji reçoivent plus de 11 000 mm de précipitations par an, tandis que Jaisalmer, au Rajasthan, ne reçoit que 83 mm de précipitations par an. En particulier dans l'État de Maharashtra, Amboli, dans la chaîne du Sahyadri, reçoit environ 7 470 mm de précipitations, tandis que certains districts du Marathwada ne reçoivent que 600 mm de précipitations par an. En raison de cette variation des précipitations, certaines régions sont inondées pendant la mousson et d'autres, situées dans des zones sujettes à la sécheresse, sont confrontées à une pénurie d'eau extrême. Cette variation extrême des précipitations exerce des impacts désastreux sur le secteur agricole. Les projets de dérivation et de liaison fluviale seront une aubaine pour remédier à cette situation. Dans l'Etat de Maharashtra, la plupart des eaux pluviales provenant de la zone de fortes précipitations, c'est-à-dire des chaînes de Sahyadri, s'écoulent vers la mer d'Arabie par des rivières coulant vers l'ouest, telles que Damanganga, Vaitrna, Pinjal, etc. Afin d'utiliser ces eaux pluviales

1 Supt. Engg., Water Res. Dept., Govt. of Maharashtra, Email-seacada.amdngrwr@maharashtra.gov.in
2 Jr. Engg. Water Resources Dept., Govt. of Maharashtra, India, Email-bharatbombale2@gmail.com

qui sont autrement gaspillées, le gouvernement de Maharashtra a entrepris divers projets de dérivation et de liaison fluviale qui détournent les eaux pluviales vers les bassins fluviaux déficitaires en eau. Parmi ces projets, les détails ont été discutés dans cet article concernant les projets en cours sous la direction de l'Autorité de développement de la charge de prise d'eau, Ahmednagar.

Mots clés : Projets de Dérivation; Projets de liaison fluviale; Sécheresse.

TECHNO-ECONOMICAL ASPECTS OF MAHARASTRA'S FIRST AIR FILLED RUBBERDAM ON KANNAN RIVER, NAGPUR-A CASE STUDY

ASPECTS TECHNICO-ECONOMIQUES DU PREMIER BARRAGE EN CAOUTCHOUC REMPLI D'AIR DE MAHARASTRA SUR LA RIVIERE KANNAN, NAGPUR - UNE ETUDE DE CAS

O. Jangid¹, M. Singh², and Dr. P. Pawar³

ABSTRACT

Billions of people and countless schools, businesses, healthcare centres, farms and factories don't have the safe water. Best use of every drop of river water flowing waste in to sea is the need of hour by creating efficient water resource. India has around 17% of the world's population but just 4% of the world's freshwater resources, according to official reports. That raises questions over the future of food production and drinking water requirements.

In the rivers with low discharge, if all the untapped yield is arrested in the upstream leaving a very little to the downstream habitation, then the situation at downstream habitation worsens when demand increases, especially during summers. In Vidarbha region, the situation is further aggrieved on account of drastic reduction in the annual gross yield at Totaladoh from 965 Mm³ (estimated earlier) to 600 Mm³ as per revised study carried out by Central design office Nashik. Due to reduction in yield at Totaladoh, there is insufficient water is available for the last Kharif rotation. In addition to this, there is stress on drinking water of Nagpur Municipal corporation and industrial water requirement of many thermal power plants located in area such as Koradi and Khaparkheda.

Kannan river is one of the major rivers of the Maharashtra, which has very important role specially in the Vidarbha region, which is well known for water scarcity. The main purpose of this rubberdam was to store pre and post monsoon water and divert the same in to Pench Right bank canal, which is just 300m from the rubberdam site near Gada village, Kamptee.

Sihora Rubberdam is India's third and Maharashtra's first air filled rubberdam which is recently constructed. This rubberdam is India's longest single span air-filled rubberdam. Raft is designed on alluvial foundation and secant piles are used as hydraulic cutoff; second time in India after Kaleswaram Project. The scheme involves construction of a concrete barrage across Kanhan River near village Gada in Kamptee Taluka of Nagpur district. The length of the barrage is 70 m and storage capacity is 2.568 Mm³. Pneumatically operated Air inflated rubber dam of length 70 m is proposed to be constructed over the concrete weir.

This paper gives the important design and construction aspect as case study of air inflated rubber-dam installed in Kannan River, Nagpur, which is the first Rubber dam of Maharashtra.

Keywords: Air filled rubberdam; Food production; Drinking water requirements; Water scarcity.

RESUME

Des milliards de personnes et d'innombrables écoles, entreprises, centres de services médicaux, fermes et usines n'ont pas accès à l'eau potable. Il est urgent d'utiliser au mieux chaque goutte d'eau des rivières qui se déversent dans la mer en créant des ressources en eau efficaces. Selon les rapports officiels, l'Inde compte environ 17%

1 VP, Engineering & Projects - Yooil Infrastructure Pvt Ltd., India

2 Technical Head - Yooil Infrastructure Pvt Ltd., India, E-mail: manish.singh@yooil.co.in

3 Chief Engineer, Vidarbha Irrigation Development Corporation, WRD Maharashtra, India

de la population mondiale, mais dispose seulement 4% des ressources mondiales en eau douce. Cela soulève des questions quant à l'avenir de la production alimentaire et des besoins en eau potable.

Dans les rivières à faible débit, si tout le volume inexploité est arrêté en amont, ne laissant que très peu d'eau pour les habitations en aval, la situation de ces dernières s'aggrave lorsque la demande augmente, en particulier pendant la saison d'été. Dans la région de Vidarbha, la situation est encore aggravée en raison de la réduction drastique du rendement annuel brut à Totaladoh, qui est passé de 965 Mm³ (estimé précédemment) à 600 Mm³ selon l'étude révisée réalisée par le bureau d'études central de Nashik. En raison de la réduction du volume à Totaladoh, il n'y a pas assez d'eau disponible pour la dernière rotation de Kharif. En outre, il existe des pressions sur l'eau potable de la municipalité de Nagpur et les besoins en eau industrielle de nombreuses centrales thermiques situées dans la région, telles que Koradi et Khaparkheda.

La rivière Kannan est l'une des principales rivières du Maharashtra, qui joue un rôle très important, en particulier dans la région de Vidarbha, qui est bien connue pour sa pénurie d'eau. L'objectif principal de ce barrage en caoutchouc était de stocker l'eau avant et après la mousson et de la dériver vers le canal de la rive droite de Pench, qui se trouve à seulement 300 mètres du site du barrage en caoutchouc, près du village de Gada, à Kamptee.

Sihora Rubberdam est le troisième barrage en Inde et le premier barrage en caoutchouc rempli d'air du Maharashtra, récemment construit. Ce barrage en caoutchouc est le plus long barrage en caoutchouc rempli d'air à travée unique de l'Inde. Le radier est conçu sur des fondations alluviales et des pieux sécants sont utilisés comme coupure hydraulique; c'est le deuxième barrage en Inde après le projet Kaleswaram. Le projet prévoit la construction d'un barrage en béton sur la rivière Kanhan près du village de Gada dans le Taluka de Kamptee du district de Nagpur. La longueur du barrage est de 70 m et la capacité de stockage est de 2,568 Mm³. Un barrage en caoutchouc gonflé à l'air et à commande pneumatique d'une longueur de 70 m est proposé d'être construite au-dessus du déversoir en béton.

Cet article présente les aspects importants de la conception et de la construction en tant qu'étude de cas d'un barrage en caoutchouc gonflé à l'air installé dans la rivière Kannan, à Nagpur, qui est le premier barrage en caoutchouc du Maharashtra.

Mots clés : Barrage en caoutchouc gonflé à l'air; Production alimentaire; Besoins en eau potable; Pénurie d'eau.

ASSESSMENT OF TRANSFORMATION FROM EXISTING IRRIGATION SYSTEM TO PRESSURIZED IRRIGATION SYSTEM IN GAP REGION

EVALUATION DE LA TRANSFORMATION DU SYSTEME D'IRRIGATION EXISTANT EN SYSTEME D'IRRIGATION SOUS PRESSION DANS LA REGION DU GAP

Remziye Yıldız Gülağacı¹, and Esra Yarangümeli²

ABSTRACT

Agricultural irrigation consumes as much as 74% of water resources in Turkey. In many parts of our country, agricultural yield losses occur in irrigated field because high irrigation costs are the top reasons which reduce benefits expected from irrigation. Efficiency of water use is as low as 40-50% in surface irrigation systems; which can reach 90-95% with pressure irrigation systems. In this study, acquisitions which are obtained by revision and changes in irrigation systems in Şanlıurfa which presents the most important region in GAP (Southeast Anatolian Project) are discussed. In a state of conversion of areas which are irrigated by classical system to sprinkler irrigation system, 525 hm³ amount of water from 1,500 hm³ will be saved on annual base while 900 hm³ amount of water will be saved by conversion to drip system. In case of transformation to sprinkler irrigation system, 283 GWh amount of energy can be saved while 483 GWh amount of energy can be saved with drip irrigation system from Atatürk Dam and HEPP, Birecik Dam and HEPP and Karkamış Dam and HEPP. This energy saving brings a benefit of 25.6 million Euro for sprinkler system and 43.5 million Euro in drip system annually. Increased rate of sediment was noted for the months when irrigation was maximum. Total average soil loss was estimated as 222 821 tons for three years.

Keywords: Pressurized irrigation systems, GAP, transformation of classical system, water save, GAP, energy gain, crop yield, soil loss, operation, and maintenance.

RESUME

En Turquie, l'irrigation agricole consomme jusqu'à 74% des ressources en eau. Dans de nombreuses régions de notre pays, des pertes de rendement agricole se produisent dans les champs irrigués parce que les coûts d'irrigation élevés sont les principales raisons qui réduisent les bénéfices attendus de l'irrigation. L'efficacité de l'utilisation de l'eau est aussi faible que 40 à 50% dans les systèmes d'irrigation de surface, alors qu'elle peut atteindre 90 à 95% à l'aide des systèmes d'irrigation sous pression. Dans cette étude, les acquisitions obtenues par la révision et les changements des systèmes d'irrigation à Şanlıurfa, la région la plus importante du GAP (Projet d'Anatolie du Sud-Est), sont discutées. En cas de conversion des zones irriguées par le système classique en système d'irrigation par aspersion, 525 hm³ d'eau sur 1 500 hm³ seront économisés sur une base annuelle, tandis que 900 hm³ d'eau seront économisés en cas de conversion au système goutte à goutte. Dans le cas de la transformation en système d'irrigation par aspersion, 283 GWh d'énergie peut être économisée tandis que 483 GWh d'énergie peut être économisée avec le système d'irrigation goutte-à-goutte du barrage Atatürk et des centrales hydroélectriques (HEPP), du barrage Birecik et des centrales hydroélectriques (HEPP) et du barrage Karkamış et des centrales hydroélectriques (HEPP). Cette économie d'énergie représente un bénéfice annuel de 25,6 millions d'euros

1 Civil Engineer, M.Sc., Manager, General Directorate of State Hydraulic Works. GAP 15th Regional Directorate, Şanlıurfa, Turkey; E-mail: remziyey@dsi.gov.tr

2 Meteorological Engineer, General Directorate of State Hydraulic Works. GAP 15th Regional Directorate, Şanlıurfa, Turkey; E-mail: esraaydinoz@dsi.gov.tr

pour le système d'aspersion et de 43,5 millions d'euros pour le système goutte-à-goutte. Une augmentation du taux de sédimentation a été observée pendant les mois où l'irrigation était maximale. La perte moyenne totale de sol a été estimée à 222 821 tonnes sur trois ans.

Mots-clés : Systèmes d'irrigation sous pression; GAP; Transformation du système classique; Economie d'eau; GAP; Gain d'énergie; Rendement agricole; Perte de sol; Exploitation et maintenance.

INTERVENTIONS TO TACKLE WATER SCARCITY IN DROUGHT PRONE AREA OF BEED DISTRICT

INTERVENTIONS POUR LUTTER CONTRE LA PENURIE D'EAU DANS LES REGIONS SUJETTES A LA SECHERESSE DU DISTRICT DE BEED

Kardile Krushna¹, Kulkarni Upendra², Deshmukh Vasant³ and Renapurkar Pramod⁴

ABSTRACT

The Beed district faces vulnerable conditions due to climate change, which has led to water scarcity in various aspects. This shortage of water affects drinking water, agriculture, and other water resources. To address water scarcity in the drought-prone areas of Beed district, the Krishi Vigyan Kendra (KVK) of Deendayal Research Institute (DRI) has implemented various water conservation practices and technologies. As a result of these interventions, the cropping pattern in the area has shifted from single cropping to multiple cropping. The KVK has also implemented the National Innovation on Climate Resilient Agriculture (NICRA) interventions in the village. By carrying out activities such as deepening and widening of nalas and river basins, along with other interventions, the yield levels have increased. Training and capacity-building programs have been conducted to educate farmers and rural youths about water scarcity, efficient water use and the Integrated Farming System (IFS) model with Integrated Crop Management (ICM). This role model project initially covered five villages and later expanded horizontally to 20 nearby villages. Farmers have also adopted different technologies for sustainable agriculture with the assistance of the KVK, resulting in a 33.85 percent increase in their yield. This step has contributed to doubling their income improving their livelihoods and maintaining their socio-economic status.

Keywords: Broad bed and Furrow (BBF), water conservation, ferro cement and intervention

RESUME

Le district de Beed dans l'Etat de Maharashtra en Inde est confronté à des conditions vulnérables en raison du changement climatique, qui a donné lieu à la pénurie d'eau à divers égards. Cette pénurie d'eau affecte l'eau potable, l'agriculture et d'autres ressources en eau. Pour traiter la préoccupation de la pénurie d'eau dans les régions sujettes à la sécheresse du district de Beed, le Krishi Vigyan Kendra (KVK) de l'Institut de recherche Deendayal (DRI) a mis en œuvre diverses pratiques et technologies en ce qui concerne la conservation de l'eau. Grâce à ces interventions, le modèle de culture de la région est passé d'une culture unique à une culture multiple. Le KVK a également mis en œuvre dans le village les interventions de l'Innovation nationale sur l'agriculture résiliente au climat (NICRA). Tout en menant des activités telles que l'approfondissement et l'élargissement des nalas et des bassins fluviaux, ainsi que d'autres interventions, les niveaux de rendement ont augmenté. Des programmes de formation et de renforcement des capacités ont été menés pour sensibiliser les agriculteurs et les jeunes ruraux à la pénurie d'eau, à l'utilisation efficace de l'eau et au modèle de Système

1 Subject Matter Specialist (Agronomy), DRI Krishi Vigyan Kendra, Ambajogai, Dist. Beed(MS), India, E-mail – kvkbeed@gmail.com

2 Project Head, DRI Krishi Vigyan Kendra, Ambajogai, Dist. Beed(MS), India, E-mail – udknanded@gmail.com

3 Senior Scientist & Head, DRI Krishi Vigyan Kendra, Ambajogai, Dist. Beed(MS), India, E-mail – springvasant@gmail.com

4 Program Assistant (Agril. Engineering), DRI Krishi Vigyan Kendra, Ambajogai, Dist. Beed(MS), India, E-mail – pnr.kvk@gmail.com, Deendayal Research Institutes, Krishi Vigyan Kendra, Ambajogai, Dist. Beed- 431517 (Maharashtra)

agricole intégré (SAI) avec la Gestion intégrée des cultures (GIC). Tout d'abord, ce projet de modèle couvrait cinq villages et s'est ensuite étendu horizontalement à 20 villages voisins. Les agriculteurs ont également adopté différentes technologies pour avoir une agriculture durable avec l'aide du KVK, ce qui a donné lieu à une augmentation du rendement de 33,85%. Cette mesure a contribué à doubler leurs revenus, à améliorer leurs moyens de subsistance et à maintenir leur statut socio-économique.

Mots-clés : Largeur de billon et sillon (BBF); Conservation de l'eau; Ciment ferreux et intervention.

A CASE STUDY IN MODELING IRRIGATION WATER FOR TERRACED FIELDS WITH GOOSE-TAIL MOUNTAIN AREA IN TAIWAN

ETUDE DE CAS SUR LA MODELISATION DE L'EAU D'IRRIGATION POUR LES CHAMPS EN TERRASSES DANS LA REGION DE LA MONTAGNE GOOSE-TAIL A TAIWAN

Ray-Shyan Wu¹, Jih-Shun Liu*², and Fang-Lan Ko³

ABSTRACT

In the early days of Taiwan, the country was founded on agriculture. After continuous changes in industries and rapid population growth, water standards gradually shifted to people's livelihood and industrial water demand. During water shortages, agricultural water is often used as diverted water. Taiwan is located in the monsoon climate range, and the main rainfall period is from May to September, mainly due to the rainy season and typhoon. However, in recent years, the number of typhoon invasions has become less and less. In 2020, the number of typhoon invasions is zero, and the rainfall is not as good as before. How to adapt climate, becomes the main topic in Taiwan.

The research area is located in the Goose tail Mountain and paddy terraces in northern Taiwan, with a total area of 0.65ha and an irrigation area of about 0.43ha. The irrigation water sources in the irrigation area include rainwater and canal irrigation. In this study, hydrological data from the first and second periods from 2017 to 2021, such as rainfall, evaporation, crop growth time, etc. were used to simulate irrigation water in the case of rice cultivation.

The irrigation water in this study is calculated in proportion, according to the planned irrigation water used in the estimation model of paddy field in 2020, the results show that irrigation for all period crops can be completed without water shortage. After the model calculates the water demand of crops under extreme drought conditions, the driest crop of 2021 and the second crop of 2020 will not be short of water when the supply is reduced by 50%. Under the condition of supplying only 30% irrigation water, in the second phase of cropping in 2020, there will be water shortages below the wilting point in the later areas. Therefore, under safe conditions, it is safer to reduce the planned water supply by 50% as the irrigation standard, which can be applied as smart irrigation to pass through the periods of poor water conditions.

Keywords: System dynamic model; Terraced fields, Smart irrigation system.

RESUME

Au commencement du Taïwan, le pays était fondé sur l'agriculture. Après des changements continus dans les industries et la croissance rapide démographique, les normes relatives à l'eau se sont progressivement déplacées vers les moyens de subsistance de la population et la demande en eau industrielle. En cas de pénurie d'eau, l'eau agricole est souvent détournée. Taïwan est situé dans la zone climatique de la mousson, et la principale période de précipitations s'étend de mai à septembre, principalement en raison de la saison des pluies et des typhons. Toutefois, ces dernières années, le nombre d'invasions de typhons a diminué de plus en plus. En 2020, le nombre d'invasions de typhons était nul et les précipitations n'étaient pas aussi bonnes qu'auparavant. La question de l'adaptation au climat devient le principal sujet de discussion à Taïwan.

1 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.

2 Associate researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jslu@aerc.org.tw.

3 Associate Technician, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan.

La zone de recherche est située dans la montagne Goose Tail et les rizières en terrasses au nord de Taïwan, avec une superficie totale de 0,65 ha et une zone d'irrigation d'environ 0,43 ha. Les sources d'eau d'irrigation dans la zone d'irrigation comprennent l'eau de pluie et l'irrigation par canaux. Dans cette étude, les données hydrologiques de la première et de la deuxième période de 2017 à 2021, telles que les précipitations, l'évaporation, le temps de croissance des cultures, etc. ont été utilisées pour simuler l'eau d'irrigation dans le cas de la riziculture.

Dans cette étude, l'eau d'irrigation est calculée en proportion, selon l'utilisation d'eau d'irrigation prévue dans le modèle d'opinion de la rizière en 2020. Les résultats montrent que l'irrigation de toutes les cultures de la période peut être achevée sans pénurie d'eau. Après que le modèle ait calculé la demande en eau des cultures dans des conditions de sécheresse extrême, la culture la plus sèche de l'année 2021 et la deuxième culture de l'année 2020 ne manqueront pas d'eau lorsque l'approvisionnement sera réduit de 50%. À condition de ne fournir que 30% de l'eau d'irrigation, lors de la deuxième phase de culture en 2020, il y aura des pénuries d'eau en dessous du point de flétrissement dans les zones les plus éloignées. Par conséquent, dans des conditions sûres, il est plus prudent de réduire l'approvisionnement en eau prévu de 50% en tant que norme d'irrigation, ce qui peut être appliqué en tant qu'irrigation intelligente pour franchir les périodes de mauvaises conditions de l'eau.

Mots-clés : Modèle dynamique du système; Champs en terrasses; Système d'irrigation intelligent.

ESTIMATION OF THE POTENTIAL OF RAIN-WATER HARVESTING (RWH) FOR SMALL-SCALE IRRIGATED COFFEE FARMING IN UGANDA

ESTIMATION DU POTENTIEL DE LA COLLECTE DES EAUX DE PLUIE (RWH) POUR LA CULTURE IRRIGUÉE DU CAFÉ À PETITE ÉCHELLE EN OUGANDA

Matyanga Samuel ¹; Tshenko Rejoice; Patrick Cecil and Clift-Hill Anne (Mrs.)

ABSTRACT

This study used remote sensing, the Soil and Water Assessment Tool (QSWAT+) and the Crop Water and Irrigation Requirements Program (CROPWAT) to estimate the potential of rainwater harvesting (RWH) for small-scale irrigated coffee farming in the Bigasha watershed in Uganda. The study demonstrated the benefits of geospatial analysis of large areas where non-spatially based methods have limitations, by utilising the many capabilities and strengths found in the tools used in this study. The irrigation potential assessment studies conducted in the Bigasha watershed in recent years found that the soils found in this area are suitable for coffee farming although crop production is hampered by recurrent drought conditions [1]. Farmers were unable to pursue irrigated coffee farming due to the lack of a reliable irrigation water source. Therefore, this study was carried out to estimate the potential of RWH in the study area to meet the irrigation water needs.

To identify potential RWH sites, four characteristics were considered for RWH sites detection namely; topography (slope), soils, land use and rainfall and runoff depth. Using the GIS software, the slope and soil feature raster layers for the study area were created. The study made use of three temporal land use land cover (LULC) maps of 1999, 2010 and 2022. These raster maps were created using the Maximum Likelihood (ML) supervised classification method on Landsat 7 (ETM+), Landsat 5 (TM) and Sentinel 2A (MSI) satellite images, respectively.

The QSWAT+ software interface was used to integrate the input datasets of the layers and further simulate the surface runoff from the Bigasha watershed. Subsequently, 62, 125 and 114 Hydrologic Response Units (HRUs), derived from the 1999, 2010 and 2022 LULC maps, respectively, were selected as potential RWH sites. The criterion for selecting a site was based on HRUs which could generate an annual average surface runoff depth of at least 92 mm and require less than 0.5 km² to harvest adequate amount of rainwater. The surface runoff volumes that could potentially be harvested from the three HRUs categories were 1.61, 2.68 and 1.39 million cubic meters (MCMs), respectively.

Finally, the computed annual average gross irrigation water requirement of the coffee crop was estimated as 995 mm, based on the Food and Agricultural Organisation CROPWAT model calculations [2, 3] and relying on a network of several scientific institutions, FAO has packaged a set of tools in this Irrigation and Drainage Paper to better appraise and enhance crop yield response to water. These tools provide the means to sharpen assessment and management capacities required to: compare the result of several water allocations plans: improve soil-moisture control-practices under rainfed conditions; optimize irrigation scheduling (either full, deficit or supplementary). From this study it is estimated that 1.39 MCM of rainwater could be harvested annually from the Bigasha watershed and used for irrigation. It is further estimated that the water harvested could irrigate up to 101.8 per cent of small-scale coffee fields in the study area annually. The prediction accuracy of the Kagera river basin model, whose

¹ Corresponding author: Samuel Matyanga Email: matyngasamuel@gmail.com Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Botswana University of Agriculture and Natural Resources, Private Bag 0027, Gaborone, Botswana

fitted parameters were used to calibrate the Bigasha watershed model, was very good with NSE(R^2) values of 0.81(0.82) for calibration and 0.87(0.88) for validation. The Bigasha, which is a sub-basin of the Kagera watershed, does not have its own gauged outlet.

Keywords: Coffee farming; Irrigation; Rainwater harvesting; QSWAT+; Bigasha watershed

RESUME

Cette étude a utilisé la télédétection, l'outil d'évaluation des sols et de l'eau (QSWAT+) et le programme informatique pour le calcul des besoins en eau des cultures et des besoins en irrigation (CROPWAT) pour évaluer le potentiel de la collecte des eaux de pluie (RWH) pour la culture irriguée du café à petite échelle dans le bassin versant de Bigasha en Ouganda. L'étude a démontré les avantages de l'analyse géospatiale de vastes zones où les méthodes non spatiales ont des limites, en utilisant les nombreuses capacités et forces des outils utilisés dans cette étude. Les études d'évaluation du potentiel d'irrigation menées dans le bassin versant de Bigasha au cours des dernières années ont montré que les sols de cette région sont adaptés à la culture du café, bien que la production agricole soit entravée par des conditions de sécheresse fréquentes [1]. Les agriculteurs n'ont pas pu pratiquer la culture irriguée du café en raison de l'absence d'une source d'eau d'irrigation fiable. Cette étude a donc été réalisée pour évaluer le potentiel de la RWH dans la zone d'étude afin de répondre aux besoins en eau d'irrigation.

Afin d'identifier les sites potentiels de la collecte des eaux de pluie (RWH), quatre caractéristiques ont été prises en compte pour la détection des sites RWH, à savoir, la topographie (pente), les sols, l'utilisation des terres et la profondeur des précipitations et du ruissellement. En utilisant le logiciel SIG, les couches matricielles des pentes et des caractéristiques du sol ont été créées pour la zone d'étude. L'étude a utilisé trois cartes temporelles d'utilisation des terres (LULC) de 1999, 2010 et 2022. Ces cartes matricielles ont été créées à l'aide de la méthode de classification supervisée par maximum de vraisemblance (ML) sur les images satellites Landsat 7 (ETM+), Landsat 5 (TM) et Sentinel 2A (MSI), respectivement.

L'interface du logiciel QSWAT+ a été utilisée pour intégrer l'ensemble de données d'entrée des couches et simuler davantage le ruissellement de surface du bassin versant de Bigasha. Par la suite, 62, 125 et 114 unités de réponse hydrologique (HRU), dérivées des cartes LULC de 1999, 2010 et 2022 respectivement, ont été retenues comme sites potentiels de la collecte des eaux de pluie (RWH). Le critère de sélection d'un site était basé sur les unités de réponse hydrologique (HRU) qui pouvaient générer une profondeur moyenne annuelle de ruissellement de surface d'au moins 92 mm et nécessitaient moins de 0,5 km² pour collecter une quantité adéquate d'eau de pluie. Les volumes de ruissellement de surface qui pourraient potentiellement être collectés à partir des trois catégories des unités de réponse hydrologique (HRU) étaient de 1,61, 2,68 et 1,39 millions de mètres cubes (MCM) respectivement.

Enfin, la moyenne annuelle des besoins bruts en eau d'irrigation de la culture du café a été estimée à 995 mm, sur la base des calculs du modèle CROPWAT de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) [2, 3]. Cette étude a permis d'estimer que 1,39 MCM d'eau de pluie pourrait être recueillie chaque année dans le bassin versant de Bigasha et utilisée pour l'irrigation. En outre, il est estimé que l'eau recueillie pourrait irriguer chaque année jusqu'à 101,8% des petits champs de café de la zone d'étude. La précision de prédiction du modèle du bassin versant de la Kagera, dont les paramètres ajustés ont été utilisés pour calibrer le modèle du bassin versant de Bigasha, était considérée très bonne avec des valeurs NSE(R^2) de 0,81(0,82) pour le calibrage et de 0,87(0,88) pour la validation. Le Bigasha, qui est un sous-bassin du bassin versant de la Kagera, n'a pas son propre exutoire jaugé.

Mots clés : Caféculture ; Irrigation; Collecte des eaux de pluie; QSWAT+; Bassin versant de Bigasha.

SUSTAINABLE STRATEGIES TO MITIGATE RIVERBANK EROSION AND IMPROVE LIVELIHOOD AND FOOD SECURITY IN BIHAR, INDIA

STRATÉGIES DURABLES POUR ATTÉNUER L'ÉROSION DES RIVES ET AMÉLIORER LES MOYENS DE SUBSISTANCE ET LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE DANS L'ÉTAT DE BIHAR, EN INDE

Vivek Kumar Singh^{1*}, and Sanjay Kumar Agarwal²

ABSTRACT

Bihar is one of the most climate-sensitive states in India due to its geographical setting, hydro-meteorological uncertainties, and dense rural population. The Bihar Disaster Management Plan reveals that 29 districts in the state are prone to flood, and river erosion poses serious concerns for the state government. In flood-affected districts, riverbank erosion is a manifestation of a complex process triggered by the compound actions of several factors. In Bihar, it manifests as one of the most unpredictable and critical types of disasters that takes into account the quantity of rainfall, soil structure, river morphology, the topography of the river and adjacent areas, and flood. Along with flood, river erosion aggravates the challenge of farming communities and negatively impacts the livelihood, income and food security of the farming community, particularly among smallholder farmers in Bihar. Furthermore, in recent years, the changing weather patterns and increased risk of vulnerabilities are complicating erosion-affected farmers' livelihoods and food security, which might worsen in the future.

The intended objective of this article is to suggest structural and non-structural measures to mitigate the negative impact of river erosion and improve farming communities' livelihood and food security in erosion-prone regions in Bihar, India. The research article is based on a desk study carried out while providing suggestions on a policy draft prepared by National Disaster Management Authority on coastal and river erosion. To better understand and analyze the complex situation of river erosion and its impact on the farming community, the article applies Sustainable Livelihood Framework (SLF) model. In the meantime, the article analyses vulnerability contexts, asset portfolios, the impact of policies, institutions and processes, and livelihood outcomes and finally suggests measures to mitigate the challenges at the grassroots level in the river erosion-prone regions of Bihar. Finally, the empirical experiences gained while implementing various policies and programs have also been utilized in the study.

Results and discussion of this study indicate that siltation is one of the major causes of river erosion in the Ganga basin and its subbasin. The proper silt and sediment management measures are the need of the hour to tackle river erosion and its cascading impact on the communities in the erosion-prone areas of Bihar. At the same time, the study found that vulnerability context has a negative impact on livelihood and food security, and it needs to be minimized. Based on the findings, the study recommends developing an Innovation Platform to bring together all stakeholders who have a stake in the river erosion in the region. Furthermore, the study suggests that collaboration and coordination among stakeholders, particularly among the central and state government, would be crucial to mitigating and tackling the ripple effect of river erosion.

Keywords : Farming communities; Food security; River erosion; Siltation; Stakeholders.

1 Corresponding Author: Faculty Member - Planning & Coordination; Centre of Excellence in Disaster Management (CoEDM), Patna, Bihar, India

2 Secretary – Water Resource Department (WRD), and Disaster Management Department; Government of Bihar

RESUME

Le Bihar est l'un des États indiens les plus sensibles au climat en raison de sa situation géographique, des incertitudes hydrométéorologiques et de la densité de sa population rurale. Le plan de gestion des catastrophes du Bihar montre que 29 districts de l'État font face aux inondations et que l'érosion fluviale pose de sérieux problèmes au gouvernement de l'État. Dans les districts touchés par les inondations, l'érosion des rives est la manifestation d'un processus complexe provoqué par l'action conjuguée de plusieurs facteurs. Au Bihar, elle se manifeste comme l'un des types de catastrophes les plus imprévisibles et les plus critiques, qui prennent en compte la quantité de précipitations, la structure du sol, la morphologie de la rivière, la topographie de la rivière et des zones adjacentes, et l'inondation. Outre les inondations, l'érosion fluviale aggrave les difficultés en face des communautés agricoles et exerce un impact négatif sur leurs moyens de subsistance, leurs revenus et leur sécurité alimentaire, en particulier chez les petits exploitants agricoles du Bihar. En outre, ces dernières années, l'évolution des conditions météorologiques et le risque accru de vulnérabilité compliquent les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire des agriculteurs touchés par l'érosion, ce qui pourrait s'aggraver à l'avenir.

Cet article vise à proposer des mesures structurelles et non structurelles pour atténuer l'impact négatif de l'érosion fluviale et améliorer les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire des communautés agricoles dans les régions sujettes à l'érosion du Bihar, en Inde. L'article de recherche se base sur une étude documentaire réalisée dans le cadre de la formulation de propositions sur un projet de politique préparé par l'Autorité nationale de gestion des catastrophes sur l'érosion côtière et fluviale. Pour mieux comprendre et analyser la situation complexe de l'érosion fluviale et son impact sur la communauté agricole, l'article applique le modèle du cadre des moyens de subsistance durables (SLF). En attendant, l'article analyse les contextes de vulnérabilité, les portefeuilles d'actifs, l'impact des politiques, des institutions et des processus, ainsi que les résultats des moyens de subsistance, et propose enfin des mesures pour atténuer les difficultés au niveau local dans les régions du Bihar sujettes à l'érosion fluviale. Enfin, les expériences empiriques acquises lors de la mise en œuvre de divers programmes et politiques ont également été utilisées dans l'étude.

Les résultats et la discussion de cette étude indiquent que l'envasement est l'une des principales causes de l'érosion fluviale dans le bassin du Gange et son sous-bassin. Des mesures appropriées de gestion du limon et des sédiments sont nécessaires pour lutter contre l'érosion fluviale et atténuer son impact en cascade sur les communautés dans les zones sujettes à l'érosion du Bihar. En même temps, l'étude a montré que le contexte de vulnérabilité exerce un impact négatif sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire, et qu'il doit être minimisé. Sur la base des résultats obtenus, l'étude recommande de développer une plateforme d'innovation pour réunir tous les parties prenantes concernées par l'érosion fluviale dans la région. En outre, l'étude suggère que la collaboration et la coordination entre les parties prenantes, en particulier entre le gouvernement central et le gouvernement de l'État, seraient essentielles pour atténuer et lutter contre l'effet d'entraînement de l'érosion fluviale.

Mots clés : Communautés agricoles; Sécurité alimentaire; Erosion fluviale; Envasement; Parties prenantes.

ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY AND GROUNDWATER LEVEL BELOW THE IRRIGATED TERRACED PADDY FIELD IN NORTHERN TAIWAN

TOMOGRAPHIE DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE ET NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES SOUS LA RIZIÈRE IRRIGUÉE EN TERRASSE AU NORD DE TAIWAN

Huang, Qun-Zhan¹, Hsu, Shao-Yiu², and Hu Jie³

ABSTRACT

Different studies provided different opinions on subsurface flow paths and the magnitude of subsurface return flow within plots (or steps of the terraced field) in an irrigated paddy terraced field. That disagreement may be related to the applied settings in the numerical model, or assumptions about the field's properties, including soil layers, depth of bedrock, and steepness of hill or bedrock. Among the abundant factors, the factors (e.g., the dip angle of bedrock, permeability of soil layer, and preferential flow paths) controlling the subsurface flow influence the uplift of the shallow groundwater table. With an irrigated paddy terraced field located in Ewei Mountain, Taipei as the study area, we investigated the subsurface water during the irrigation period and non-irrigation period by applying an electrical resistivity survey and monitoring the groundwater level in wells. The inversion of 2D electrical resistivity images (ERI) shows that the subsurface moisture was higher during irrigation than that in the non-irrigation period. Low electrical resistivity under some embankments implies the appearance of preferential flow paths. The information from the rock cores, the record of groundwater level, and ERI indicated the boundary between the soil and other geological materials. The groundwater level rises rapidly during rainfall or irrigation while hardly over the upper boundary to the soil zone. Because of the repression by the soil layer, the groundwater in our study area is difficult to arise to the field surface by irrigation.

Keywords: electrical resistivity tomography; terraced paddy field; subsurface return flow

RESUME

Différentes études ont fourni des opinions différentes relatives aux voies d'écoulement souterrain et à l'ampleur d'écoulement restitué souterrain à l'intérieur des parcelles (ou des étapes du champ en terrasses) dans une rizière irriguée en terrasses. Ce désaccord peut être lié aux paramètres appliqués dans le modèle numérique, ou aux hypothèses sur les propriétés du champ, y compris les couches de sol, la profondeur du substrat rocheux, et la pente de la colline ou du substrat rocheux. Parmi les nombreux facteurs, les facteurs (par exemple, l'angle d'inclinaison du substrat rocheux, la perméabilité de la couche de sol et les voies préférentielles d'écoulement) qui contrôlent l'écoulement souterrain influencent le soulèvement de la nappe phréatique peu profonde.

En prenant comme zone d'étude une rizière irriguée en terrasse située dans la montagne Ewei, à Taipei, nous avons étudié l'eau souterraine pendant la période d'irrigation et la période de non-irrigation en appliquant une étude de résistivité électrique et en surveillant le niveau des eaux souterraines dans les puits. L'inversion des images de résistivité électrique en 2D

1 Doctoral Student, Department of Bioenvironmental Systems Engineering, NTU, Taiwan, d09622003@ntu.edu.tw.

2 Associate Professor, Department of Bioenvironmental Systems Engineering, NTU, Taiwan, syhsu@ntu.edu.tw.

3 Master Student, Department of Bioenvironmental Systems Engineering, NTU, Taiwan, j037272099@gmail.com.

(ERI) montre que l'humidité souterraine était plus élevée pendant la période d'irrigation par rapport à la période de non-irrigation. La faible résistivité électrique sous certaines digues implique l'apparition de voies préférentielles d'écoulement.

Les informations provenant de noyau rocheux, le document du niveau des eaux souterraines et l'ERI ont indiqué la limite entre le sol et d'autres matériaux géologiques. Le niveau des eaux souterraines augmente rapidement pendant les précipitations ou l'irrigation, tout en dépassant difficilement la limite supérieure de la zone du sol. En raison de la répression exercée par la couche de sol, il est difficile pour les eaux souterraines dans notre zone d'étude à remonter à la surface du champ par irrigation.

Mots clés : Tomographie de résistivité électrique; Rizière en terrasses; Ecoulement restitué souterrain

ESTIMATION OF CATCHMENT PARAMETERS OF SNYDER'S SYNTHETIC METHOD FOR WATER RESOURCES PLANNING AND FLOOD MANAGEMENT IN SRI LANKA

ESTIMATION DES PARAMETRES DE BASSIN VERSANT DE LA THODE SYNTHETIQUE DE SNYDER POUR LA PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU ET LA GESTION DES INONDATIONS AU SRI LANKA

A.D.S Iresh¹, G.W.A.S Dilthara², and S.P.C Sugeeshwara³

ABSTRACT

Sri Lanka has 103 major river basins, but only 20 river basins have been gauged. Flood hydro-graphs are the key components of water-related structural designs. The most common approach is creating a design flood hydrograph utilizing historical flow data that is accessible over a longer period of time. For engineering applications, flood hydrographs must also be produced from ungauged catchments. Synthetic Unit Hydrograph techniques have been used in ungauged catchments for the development of Unit Hydrograph. Land use patterns and climate factors have changed drastically. Accordingly, the Snyder's Unit Hydrograph parameters have to be updated. Catchment parameters for Snyder's synthetic method have been presented in earlier Irrigation Department guidelines (in early 1980). This paper illustrates a study to demonstrate how to estimate catchment parameters of Snyder's synthetic method for hydro-meteorological stations maintained by the Irrigation Department and its application to Sri Lanka. Updated Snyder's Unit Hydrograph parameters that were coefficient accounting for flood wave and storage conditions (C_p) and coefficient representing variations of catchment slop and storage (C_t) for 15 river gauge stations spread across the island have been presented in this paper. The C_p and C_t zonation maps were developed for Sri Lanka using the estimated values. The C_p values vary from 0.22 to 0.7 and the C_t values vary from 0.48 to 5.76. Updating the Snyder parameters is a long-term need, and these values can be used to update previous values estimated in 1980.

Keywords: Snyder's Method, Unit Hydrograph, Direct Runoff Hydrograph

RESUME

Le Sri Lanka possède 103 grands bassins fluviaux, mais seuls 20 d'entre eux ont été jaugés. Les hydrogrammes d'inondation sont les éléments clés des conceptions structurelles liées à l'eau. L'approche la plus courante consiste à créer un hydrogramme de crue nominale en utilisant des données de débit historiques qui sont accessibles sur une longue période de temps. Pour les applications d'ingénierie, les hydrogrammes de crue doivent également être produits à partir de bassins versants non jaugés. Des techniques d'hydrogramme unitaire synthétique ont été utilisées dans les bassins versants non jaugés pour le développement d'un hydrogramme unitaire. Les cartes des utilisations des terres et les facteurs climatiques ont considérablement changé. En conséquence, les paramètres de l'hydrogramme unitaire de Snyder doivent être mis à jour. Les paramètres des bassins versants pour la méthode synthétique de Snyder ont été présentés dans les directives antérieures du Département de l'irrigation (au début des années 1980). Cet article illustre une étude visant à démontrer comment estimer les paramètres de bassin versant de la méthode synthétique de Snyder pour les stations hydrométéorologiques gérées par le Département de l'irrigation et son application au Sri Lanka. Les paramètres actualisés de l'hydrogramme unitaire de Snyder, à

¹ Type author's contact details including email address. Shahikaresh@gmail.com

savoir le coefficient tenant compte de l'onde de crue et des conditions de stockage (C_p) et le coefficient représentant les variations de la pente du bassin versant et du stockage (C_t) pour 15 stations de jaugeage réparties sur l'île, ont été présentés dans cet article. Les cartes de zonage C_p et C_t ont été développées pour le Sri Lanka en utilisant les valeurs estimées. Les valeurs C_p varient de 0,22 à 0,7 et les valeurs C_t varient de 0,48 à 5,76. La mise à jour des paramètres de Snyder est un besoin à long terme, et ces valeurs peuvent être utilisées pour mettre à jour les valeurs précédentes estimées en 1980.

Mots clés : Méthode de Snyder; Hydrogramme unitaire; Hydrogramme d'écoulement direct.

STRATEGY TO DEVELOP LEBAK LOWLAND, CASE STUDY OF DANAU ANGGANG, SOUTH KALIMANTAN

STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT DES BASSES TERRES DE LEBAK, TUDE DE CAS DE DANAU PANGGANG, KALIMANTAN SUD

Istianto, Haryo¹; Dhiaksa, Arif²; Putra, Indra Setya³; and Fahlefi, Riza⁴

ABSTRACT

Lowland area in Indonesia is about 33 million ha and 39.8% of it is non-tidal lowland which is also called lebak lowland. Some lebak lowlands have the potential to be developed into agricultural land. lebak lowland is generally inundated because of its concave shape and is located between two rivers. Therefore, lebak lowland can also be used as a water reservoir and flood control. Danau Panggang has areas of 37.000 ha and located in the Hulu Sungai Utara and Hulu Sungai Selatan Regencies (Indonesia) is lebak lowland which has many potentials of water resources. Nowadays, the community independently cultivated lebak lowlands to grow rice, pulses, watermelons, corn and so on. But sometimes, in a year people cannot grow crops because the water level in the Danau Panggang is too high. Danau Panggang is also a fish habitat that becomes the daily food of the people around it. Furthermore, it is also a habitat for swamp buffalo protected by the government. Therefore, it is necessary to study the way to develop Danau Panggang. This paper aims to analyze the best strategies to develop the lebak lowland of Danau Panggang. The method used in this study is to measure topography and water level, land survey and spatial analysis using ArcGIS to find out the areas that belong to shallow, middle, or deep lebak lowland. Based on government regulation, the deep lebak lowland is only allowed for conservation. The results of this study state that the entire Danau Panggang area is lebak lowland. Based on the analysis, the area that can be developed is 4.483 ha. Namely by adding existing drainage channels that also function as water reservoirs for irrigation. When the water in Danau Panggang recedes, water in the channel can be pumped to the land. The distance between the channels is suggested to be quite tight because its goal to close the water source to the land. And, by adding channels means increasing the capacity of Danau Panggang to be able to reduce flooding.

Keywords: Lowland; Lebak Lowland; Danau Panggang; Develop; Channel

RÉSUMÉ

La superficie des basses terres en Indonésie est d'environ 33 millions d'hectares, dont 39,8% sont des basses terres sans marée, également appelées basses terres de Lebak. Certaines basses terres ont le potentiel d'être développées en terres agricoles. Les basses terres de Lebak sont généralement inondées en raison de leur forme concave et sont situées entre deux rivières. Par conséquent, la plaine de Lebak peut également être utilisée comme réservoir d'eau et comme moyen de contrôle des inondations.

- 1 Water Resources Engineer, Ministry of Public Works and Housing of the Republic of Indonesia, Indonesia, haryoistianto@pu.go.id
- 2 Water Resources Engineer, Ministry of Public Works and Housing of the Republic of Indonesia, Indonesia, arif.dhiaksa@pu.go.id
- 3 Procurement Staff, Ministry of Public Works and Housing of the Republic of Indonesia, Indonesia, indra.setya@pu.go.id
- 4 Head of Technical Implementation Unit for Lowlands, Ministry of Public Works and Housing of the Republic of Indonesia, Indonesia, balailitbangrawa@gmail.com

Danau Panggang a une superficie de 37 000 ha de terre et les basses terres de Lebak sont situées dans les régences Hulu Sungai Utara et Hulu Sungai Selatan (Indonésie) qui possède de nombreux potentiels de ressources en eau. Aujourd'hui, la communauté cultivée de manière indépendante les basses terres de Lebak pour pousser du riz, des légumineuses, des pastèques, du maïs, etc. Mais il arrive parfois qu'au cours d'une année, les gens ne puissent pas cultiver en raison du niveau trop élevé de l'eau dans le Danau Panggang. Le Danau Panggang est également un habitat des poissons, qui constituent la nourriture quotidienne des populations environnantes. En outre, c'est aussi un habitat des buffles des marais, protégés par le gouvernement. Il est donc nécessaire d'étudier les moyens pour développer Danau Panggang. Cet article vise à analyser les meilleures stratégies pour développer les basses terres de lebak de Danau Panggang.

La méthode utilisée dans cette étude vise à mesurer la topographie et le niveau de l'eau, à effectuer des levés cadastraux et des analyses spatiales à l'aide d'ArcGIS afin de déterminer les régions qui appartiennent aux basses terres peu profondes, moyennes ou profondes de Lebak. Selon le règlement gouvernemental, les basses terres profondes ne sont autorisées qu'à des fins de conservation. Les résultats de cette étude indiquent que l'ensemble de la région de Danau Panggang est une basse terre de Lebak. D'après l'analyse, 4,483 ha de terre peuvent être développée. Il s'agit d'ajouter des canaux de drainage existants qui servent également de réservoirs d'eau pour l'irrigation. Lorsque l'eau du Danau Panggang se retire, l'eau du canal peut être pompée vers les terres. Il est suggéré que la distance entre les canaux soit assez étroite, car l'objectif est de fermer la source d'eau à la terre. L'ajout de canaux permet d'augmenter la capacité du Danau Panggang afin de réduire les inondations.

Mots-clés : Basse terre; Basse terre de Lebak; Danau Panggang; Développement; Canal.

EVALUATION OF ANN RUNOFF MODEL COMBINED WITH TANK MODEL

ÉVALUATION DU MODÈLE ANN (RESEAU DE NEURONES ARTIFICIELS) D'ÉCOULEMENT COMBINÉ AU MODÈLE TANK

Maga Kim¹, and Jin-Yong Choi²

ABSTRACT

Runoff is a crucial factor in agricultural water resource planning and management. Runoff affects many parts of flood control, conservation of water resources, and management of pollution in the hydrological field. So it is vital to determine the temporal and spatial distribution of water resources according to the rainfall-runoff process. However, the rainfall-runoff process has non-linearity and is hard to analyze because it is affected by complicated relations between weather conditions and various watershed components, including soil properties, vegetation, land use, and the shape of the watershed. So, The rainfall-runoff analysis is challenging to model and requires lots of time and effort to calibrate model parameters.

The TANK model is a conceptual rainfall-runoff model that Sugawara (1972) developed, which assumes a watershed as three or four stages of tanks and analyses the rainfall-runoff process of the watershed with optimized model parameters. The TANK model is more straightforward and requires fewer input parameters than the other rainfall-runoff models. It has advantages that can be utilized under lacking observation data of a watershed because the necessary input data and parameters are fewer than in other models. But it shows fewer reliabilities for a watershed where parameters are not estimated. In Korea, the modified 3-TANK model was suggested by Kim and Park (1988), which is used for analyzing runoff of the upstream watershed of the agricultural reservoir. The modified 3-TANK model has three tanks and four discharge outlets. Kim and Park (1988) also suggested regression equations to calculate the parameters of the model with watershed and land use area. It is also included in HOMWRS (Hydrological Operation Model for Water Resources System), which is widely utilized for practices in Korea. However, it also has limitations because the model is suggested for small watersheds, and there is a difference in land use from when the parameter regression equations were developed.

ANN (Artificial Neural Network) is a computation model imitating the human brain, known as a proper model to analyze non-linearity, including hydrological and natural. There is much research utilizing ANN, and it becomes more due to the amount of stored measuring data and advancement in computer power. Many studies in the hydrological field tried to improve the performance of estimating runoff using ANN and combining ANN and other machine learning or hydrological models. Therefore, in this study, estimation of runoff utilizing the modified 3-TANK model and combined ANN and 3-TANK model were conducted to improve model performance and reliabilities. The combined ANN model consisted of a 3-layer simple neural network using ReLU (Rectified Linear Unit) function for the activation function. The weather conditions and the results of the modified 3-TANK model were utilized as input data for the ANN model. The combined model's performances were compared to the current modified 3-TANK model and measuring runoff data.

Keywords: runoff; rainfall-runoff analysis; TANK model; artificial neural network

1 Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, Email: mnkm53@snu.ac.kr

2 Professor, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, Email: iamchoi@snu.ac.kr

RÉSUMÉ

Le ruissellement est un facteur important dans la planification et la gestion des ressources en eau agricole. Le ruissellement exerce un impact sur de nombreux aspects de la lutte contre les inondations, de la conservation des ressources en eau et de la gestion de la pollution dans le domaine hydrologique. Il est donc essentiel de déterminer la distribution temporelle et spatiale des ressources en eau en fonction du processus pluie-débit. Cependant, le processus pluie-débit n'est pas linéaire et est difficile à analyser parce qu'il est affecté par des relations complexes entre les conditions météorologiques et divers composants du bassin versant, notamment les propriétés du sol, la végétation, l'utilisation des terres et la forme du bassin versant. L'analyse pluie-débit est donc difficile à modéliser et nécessite beaucoup de temps et d'efforts pour calibrer les paramètres du modèle.

Le modèle TANK est un modèle conceptuel de pluie-débit développé par Sugawara (1972), qui suppose qu'un bassin versant est constitué de trois ou quatre étapes de petits réservoirs et analyse le processus pluie-débit du bassin versant avec des paramètres de modèle optimisés. Le modèle TANK est plus simple et nécessite moins de paramètres d'entrée que d'autres modèles pluie-débit. Il présente des avantages qui peuvent être utilisés en cas de manque de données d'observation d'un bassin versant, car les données en entrée et les paramètres nécessaires sont moins nombreux que dans d'autres modèles. Mais il est moins fiable pour un bassin versant dont les paramètres ne sont pas estimés. En Corée, le modèle 3-TANK modifié a été proposé par Kim et Park (1988) et est utilisé pour analyser le ruissellement du bassin versant en amont du réservoir agricole. Le modèle 3-TANK modifié comporte trois réservoirs et quatre exutoires de débit. Kim et Park (1988) ont également proposé des équations de régression pour calculer les paramètres du modèle en fonction du bassin versant et de la superficie d'utilisation des terres. Il est également inclus dans HOMWRS (Modèle de fonctionnement hydrologique pour le système de ressources en eau), qui est largement pratiqué en Corée. Cependant, il présente également des limites car le modèle est proposé pour de petits bassins versants et l'utilisation des terres est différente de celle qui a été utilisée lorsque les équations de régression des paramètres ont été élaborées.

L'ANN (réseau de neurones artificiels) est un modèle de calcul imitant le cerveau humain, connu comme un modèle approprié pour analyser les caractéristiques non-linéaires, y compris l'événement hydrologique et naturel. Les ANN font l'objet de nombreuses recherches, qui se multiplient en raison de la quantité de données de mesure stockées et de l'évolution de la puissance informatique. De nombreuses études dans le domaine de l'hydrologie ont tenté d'améliorer les performances de l'estimation du ruissellement à l'aide de l'ANN et en combinant l'ANN avec d'autres modèles d'apprentissage automatique ou hydrologiques. Par conséquent, dans cette étude, l'estimation du ruissellement à l'aide du modèle 3-TANK modifié et du modèle combiné ANN et 3-TANK a été réalisée afin d'améliorer les performances et la fiabilité du modèle. Le modèle ANN combiné se compose d'un réseau neuronal simple à 3 couches utilisant la fonction ReLU (unité linéaire rectifiée) comme fonction d'activation. Les conditions météorologiques et les résultats du modèle 3-TANK modifié ont été utilisés comme données en entrée pour le modèle ANN. Les performances du modèle combiné ont été comparées au modèle 3-TANK modifié actuel et aux données de mesure du ruissellement.

Mots clés : Ruissellement; Analyse pluie-débit; Modèle TANK; Réseau de neurones artificiels (ANN).

ANCIENT UNDERGROUND WATER CONSERVANCY PROJECTS: WATER CONSERVANCY FUNCTION AND VALUE OF KAREZ IN TURPAN

ANCIENS PROJETS DE CONSERVATION DES EAUX SOUTERRAINES : FONCTION DE CONSERVATION DE L'EAU ET VALEUR DU KAREZ A

Turpan Pengbo Zhao ¹, and Weiwei Xu ²

ABSTRACT

Turpan Karez, the birthplace of Karez in Xinjiang, has a long history and is well-known in the world. It is one of the most important water sources for Turpan people to produce and live. With the characteristics of large number and wide distribution, it is the most representative. Karez plays an important role in the formation and development of Turpan Oasis civilization. It even leads the change and development of local history and culture, local traditional customs, lifestyle, literature and art, codes of conduct, ways of thinking, values and so on. By means of investigation and research, this essay comprehensively analyzes and evaluates the development history, basic characteristics, conservancy function and value of Karez in Turpan. It not only deeply analyzes the present situation of conservation and management, but also puts forward the measures of protection and utilization and development prospects.

Keywords: Karez; Water conservancy heritage; Evaluation of value; Protective measures; Development prospect

RESUME

Le karez de Turpan, le lieu de naissance de karez au Xinjiang, existe depuis longtemps et est bien connu dans le monde. C'est l'une des sources d'eau les plus importantes pour la production et la vie des habitants de Turpan, et la plus représentative en raison de son grand nombre et de sa large distribution. Le karez joue un rôle important dans la formation et le développement de la civilisation de l'oasis de Turpan. Il est même à l'origine du changement et du développement de l'histoire et de la culture locales, des coutumes traditionnelles locales, du mode de vie, de la littérature et de l'art, des codes de conduite, des façons de penser, des valeurs, etc. Par le biais d'enquêtes et de recherches, cette étude analyse et évalue complètement l'histoire du développement, les caractéristiques de base, la fonction de conservation et la valeur du Karez à Turpan. Elle analyse non seulement en profondeur la situation actuelle de la conservation et de la gestion, mais propose également des mesures de protection et d'utilisation ainsi que des perspectives de développement

Mots-clés : Karez; Patrimoine de la conservation de l'eau; Évaluation de la valeur; Mesure de protection ; Perspectives de développement.

1 Pengbo Z, Turpan Water Conservancy Research Institute, China, frederickarry@163.com.

2 Weiwei X, Turpan Water Conservancy Research Institute, China, 47219319@qq.com.

SOLUTIONS FOR STAKEHOLDERS' PROBLEMS AT HEPP PROJECTS INTEGRATED WITH IRRIGATIONS

SOLUTIONS AUX PROBLEMES DES PARTIES PRENANTES CONCERNANT LES PROJETS HEPP INTEGRES A L'IRRIGATION

Mesut KOÇAK¹ and Oğuz ŞİRİN²

ABSTRACT

Turkey has the yearly potential of 430-450 GWh hydraulic, 365 GWh solar, 1.58 GWh biogas, 400 GWh wind and 16 GWh geothermal energy. As one of these renewable energy sources, hydraulic energy projects were opened to private sector investments with an array of legal regulations. After this critical decision of the Turkish authorities, private sector has a large share at renewable energy sector and of course at hydraulic energy sector. Today 707 of the total 751 HEPPs are operated by private sector with the installed power of 17.751 MW. And meanwhile total installed power of 751 HEPPs is 31.568 MW.

On the other hand rapid population growth, industrialization and urbanization, global climate changes increase the use and consumption of every water resource. Private sector investments at HEPP projects are often overlapped by irrigations. And as a result of these irrigations have been transferred to some water unions by public authorities. Efficient use of water resources, fair share among stakeholders and have the maximum benefit from them is very important to ensure a sustainable water resource management. Moreover, water stress between all sectors increasing because of limited water resources. For example domestic and industrial water demand increase the pressure on irrigational water needs day after day. It's necessary that HEPPs integrated with irrigation should be operated efficiently and friendly to the environment. Of course water sharing is not the main problem faced upon at HEPPs integrated with irrigation. Some of the other problems are sharing maintenance and repair expenses, production and operation plans mixed with irrigation periods, environmental and social problems etc. And also measuring, monitoring and evaluating energy and flow values of HEPPs, deciding environmental flow in terms of time and quantity, ensuring a safety flow, maintaining a sustainable storage planning between consecutive HEPP's are the main subjects often you may encounter. It's very important finding permanent solutions to these problems, for securing optimal energy production and efficient use of water resources without ignoring other sectors' needs.

In this study some problems at HEPP projects integrated with irrigation have been revealed, explored and suggested some solutions for them. And also searched for an answer for the question of "How to operate a HEPP integrated with irrigation?"

Keywords: HEPP, irrigation, HEPPs integrated with irrigation, stakeholder problems, flow safety, water resource, renewable energy, HEPP operating problems, environmental flow, water use agreement, WUA, Additional Agreement, Lower Water Rights Report, After Tailwater Water Rights Report

RESUME

La Turquie dispose d'un potentiel annuel de 430-450 GWh d'énergie hydraulique, 365 GWh d'énergie solaire, 1,58 GWh de biogaz, 400 GWh d'énergie éolienne et 16 GWh d'énergie géothermique. Parmi ces sources d'énergie renouvelables, les projets d'énergie hydraulique

¹ Engineer, DSI Ankara/Turkey, mkocak@dsi.gov.tr

² Branch Manager, DSI Ankara/Turkey, oguzsirin@dsi.gov.tr

ont été ouverts aux investissements du secteur privé avec un ensemble de règlements légaux. Après cette décision cruciale prise par les autorités turques, le secteur privé a commencé à occuper une place importante dans le secteur des énergies renouvelables et, bien sûr, dans celui de l'énergie hydraulique. Aujourd'hui, sur le total des 751 centrales hydroélectriques (HEPP), 707 sont exploitées par le secteur privé avec une puissance installée de 17 751 MW. Entre-temps, la puissance installée totale des 751 centrales hydroélectriques (HEPP) est de 31 568 MW.

D'autre part, la croissance rapide de la population, l'industrialisation et l'urbanisation, les changements climatiques mondiaux augmentent l'utilisation et la consommation de toutes les ressources en eau. Les investissements du secteur privé dans les projets de centrales hydroélectriques (HEPP) se chevauchent souvent avec les projets d'irrigation. En conséquence, ces irrigations ont été transférées à certains syndicats des eaux par les autorités publiques. L'utilisation efficace des ressources en eau, le partage équitable entre les parties prenantes et l'obtention d'un bénéfice maximal sont très importants pour assurer une gestion durable des ressources en eau. En outre, le stress hydrique augmente dans tous les secteurs en raison de la limitation des ressources en eau. Par exemple, la demande en eau domestique et industrielle est responsable pour la mise de pression sur les besoins en eau d'irrigation jour après jour. Il est nécessaire que les centrales hydroélectriques (HEPP) intégrées à l'irrigation soient exploitées de manière efficace et respectueuse de l'environnement. Bien sûr, le partage de l'eau n'est pas le problème principal auquel sont confrontées les centrales hydroélectriques (HEPP) intégrées à l'irrigation. Parmi les autres problèmes, il est à mentionner le partage des dépenses de maintenance et de réparation, les plans de production et d'exploitation mélangés aux périodes d'irrigation, les problèmes environnementaux et sociaux, etc. La mesure, le contrôle et l'évaluation des valeurs énergétiques et de débit des centrales hydroélectriques (HEPP), la détermination du débit environnemental en termes de temps et de quantité, la garantie de la Sécurité du débit; le maintien d'un plan de stockage durable entre des centrales hydroélectriques (HEPP) consécutives sont les principaux sujets que vous pouvez rencontrer fréquemment. Il est très important de rechercher des solutions permanentes à ces problèmes, afin de garantir une production d'énergie optimale et une utilisation efficace des ressources en eau sans ignorer les besoins d'autres secteurs.

Dans cette étude, certains problèmes liés aux projets de centrales hydroélectriques (HEPP) intégrées à l'irrigation ont été révélés, explorés et des solutions ont été proposées. Nous avons également recherché une réponse à la question «Comment faire fonctionner une centrale hydroélectriques (HEPP) intégrée à l'irrigation?»

Mots clés : HEPP; Irrigation; HEPP intégrés à l'irrigation; Problèmes concernant les parties prenantes; Sécurité du débit; Ressource en eau; Énergie renouvelable; Problèmes d'exploitation de l'HEPP; Débit environnemental; Accord sur l'utilisation de l'eau; AUE; Accord supplémentaire; Rapport sur les droits d'eau inférieurs (LWRR); Rapport après les droits d'eau au niveau d'une prise d'eau en aval (ATWRR).

IMPORTANCE OF STUDY OF EFFECT OF RAINFALL ON GROUNDWATER LEVEL FLUCTUATIONS IN AIDING SUPPLEMENTAL IRRIGATION

IMPORTANCE DE L'ÉTUDE DE L'EFFET DES PRÉCIPITATIONS SUR LES FLUCTUATIONS DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES POUR AIDER L'IRRIGATION D'APPOINT

J. Niharika¹ and K.Venu Gopal²

ABSTRACT

Agriculture is major consumer of groundwater as primary source of water. Groundwater is vital resource for agriculture because it is more reliable and predictable than surface water resources. Ground water irrigation can be sustainable way to irrigate crops, provided that, it is managed properly. Groundwater accounts for upto 30% of fresh water resources. However, most of the aquifers are susceptible to risk due to over exploitation, contamination, and various other reasons. Groundwater recharge is a way to replenish those aquifers either through better management of natural recharge zones or through development of recharge structures like injection wells and recharge ponds. Proper management practices such as monitoring water levels and implementing water budgeting and conservation measure can ensure sustainability of groundwater irrigation. It is also important to ensure if the rate of groundwater extraction is in pace with rate of recharge. In this paper, historical data for Chittoor district of Andhra Pradesh State, India, is studied to find out correlation between rainfall and ground water levels, and fluctuations in groundwater level over a period of 18 years. Hydrographs were studied for 4 mandals in Chittoor district, each mandal selected from category of Safe, semi critical and over exploited according to 2013 Groundwater Resource Estimation Report. Probable reasons for change of category in the Year 2019-20 and 2021-22 were discussed in this study. This study illustrates that the rainfall is influencing the groundwater level which usually starts in the month of June. Over a period of 18 years, there is an increase in ground water level from 44.5m to 2.17m in Chittoor mandal, 38.95 m to 7.43m in Gudipalle mandal, 50m to 4m in Irala mandal, 34.57 to 2m in Puthalapattu mandal. Percentages of deep water levels i.e., >20m depth to water table are 49.78%, 91.1%, 49.33% and 38.22% in Chittoor, Gudupalle, Irala and Puthalapattu respectively. Though there is a rise in water level, some of these mandals are still in Over exploited category due to increase in ground water draft. Future groundwater levels and rainfall are predicted using 2nd degree polynomial and ARMA model to show groundwater level fluctuations in climatic scenario. Proportion of variance from actual values, Proposal of additional artificial recharge structures and water conservation measures based on results are discussed to ensure supplemental irrigation through groundwater replenishment and recharge.

Keywords : groundwater recharge, hydrographs, Over exploitation, aquifer management, depth to water table.

RESUME

L'agriculture est le principal consommateur d'eau souterraine qui est la principale source d'eau pour celle-ci. Les eaux souterraines sont une ressource vitale pour l'agriculture car elles sont plus fiables et plus prévisibles que les ressources en eau de surface. L'irrigation par les eaux souterraines peut être un moyen durable d'irriguer les cultures, à condition qu'elle soit gérée

1 Assistant Hydrologist, AP Ground Water Department, India, E-mail: niharika.janga@gmail.com

2 Director (Retd.), Andhra Pradesh Groundwater & Water Audit Department, India, & Professor BIET, E-mail: hydrologist321@gmail.com

correctement. Les eaux souterraines représentent jusqu'à 30% des ressources en eau douce. Cependant, la plupart des aquifères sont exposés à des risques dus à la surexploitation, à la contamination et à diverses autres raisons. La recharge des eaux souterraines est un moyen de reconstituer ces aquifères, soit par une meilleure gestion des zones de recharge naturelle, soit par le développement de structures de recharge telles que les puits d'injection et les bassins de recharge. Des pratiques de gestion appropriées, telles que la surveillance des niveaux d'eau et la mise en œuvre des mesures de prévisions budgétaires et de conservation de l'eau, peuvent garantir la durabilité de l'irrigation par les eaux souterraines. Il est également important de s'assurer que le taux de prélèvement des eaux souterraines est au rythme du taux de recharge. Dans cet article, les données historiques sont étudiées du district de Chittoor de l'État d'Andhra Pradesh, en Inde, pour rechercher la corrélation entre les précipitations et les niveaux des eaux souterraines, et les fluctuations du niveau des eaux souterraines sur une période de 18 ans. Les hydrogrammes ont été étudiés pour 4 mandals (groupes) dans le district de Chittoor, chaque mandal étant sélectionné dans les catégories Sûr, Semi critique et Surexploité selon le rapport d'estimation des ressources en eau souterraine de 2013. Les raisons probables du changement de catégorie en 2019-20 et 2021-22 ont été discutées dans cette étude. Cette étude montre que les précipitations influencent le niveau des eaux souterraines, ce qui commence généralement au mois de juin. Sur une période de 18 ans, une augmentation a été constatée en ce qui concerne le niveau des eaux souterraines de 44,5 m à 2,17 m dans le mandal de Chittoor, de 38,95 m à 7,43 m dans le mandal de Gudipalle, de 50 m à 4 m dans le mandal d'Irala, de 34,57 à 2 m dans le mandal de Puthalapattu. Les pourcentages de niveaux d'eau profonds, c'est-à-dire >20 m de profondeur par rapport à la nappe phréatique, sont de 49,78%, 91,1%, 49,33% et 38,22% à Chittoor, Gudupalle, Irala et Puthalapattu respectivement. Malgré l'élévation du niveau de la nappe phréatique, certains de ces mandals se trouvent encore dans la catégorie des zones surexploitées en raison du prélèvement excessive de l'eau souterraine. Les niveaux futurs des eaux souterraines et les précipitations sont prédits à l'aide d'un polynôme du 2^e degré et d'un modèle ARMA pour montrer les fluctuations des niveaux des eaux souterraines dans un scénario climatique. La proportion de variance par rapport aux valeurs réelles, la proposition de structures de recharge artificielle supplémentaires et les mesures de conservation de l'eau basées sur les résultats sont discutées afin d'assurer une irrigation d'appoint par le biais de la reconstitution et de la recharge des eaux souterraines.

Mots-clés : Recharge des eaux souterraines; Hydrogrammes; Surexploitation; Gestion des aquifères; Profondeur de la nappe phréatique.

RESULTS AND EVALUATION OF FIELD SCIENTIFIC STUDIES OF SALINE SOILS AND DRAINED WATERS IN THE ALAZANI VALLEY (GEORGIA) AND THEIR ASSESSMENT

RESULTATS ET EVALUATION DES ETUDES SCIENTIFIQUES SUR LE TERRAIN SUR LES SOLS SALINS ET LES EAUX DRAINEES DANS LA VALLEE D'ALAZANI (GEORGIE) ET LEUR EVALUATION

Gavardashvili Givi¹

ABSTRACT

Field scientific studies of a 45-ha pilot plot in the Alazani Valley to investigate the saline soils and water drained from the drainage system in Kakheti Region in East Georgia, were carried out at the Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University in 2020-2022. The goal of the study was to sample water and soil in different seasons of the year and test them at the hydrotechnical laboratory of the Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University.

Water samples were taken from the collectors located on the saline soils, the chemical analysis of water was done using portable analyzer HACH DR 900 (US standard), which is a photometer for water analysis, and the analysis of soil samples was done by the titration method to detect water-soluble salts in the soil. Ca^{2+} and Mg^{2+} salts were identified by using the titration method of a complex formation, Cl was identified by the precipitation titration method, SO_4^{2-} was identified by the turbidimetry method, and HCO_3^- was identified by the acidimetry method. The results of the analyses were given in mg/l (equivalent to ppm).

Water from the saline soils and drainage network located in the Alazani Valley was analyzed in all seasons, for three consecutive years, according to the sulfates (SO_4^{2-}) and calcium (Ca^{2+}) salts mineralization to analyze the soils and drained water.

Histogram graphs and theoretical curves of distribution of the mineralization of sulfate (SO_4^{2-}) and calcium (Ca^{2+}) salts of saline soils and drained water are obtained by mathematical processing of the obtained statistical series and by using the Risk and Reliability Theory.

Mean square deviation (σ) and mathematical expectation (m^*) are calculated for each mineralization value, and then, used to draw histograms of mineralization and theoretical distribution curves corresponding to normal distribution curves, taking into account so-called accuracy coefficient (h). The numerical values of risk and reliability of the accomplished field scientific studies are established

Keywords: saline soils, mineralization, sulfate (SO_4^{2-}) and calcium (Ca^{2+}) salts

RESUME

Des études scientifiques ont été menées à l'Institut de gestion de l'eau Tsothe Mirtskhulava de l'Université technique de Géorgie sur le terrain d'une parcelle pilote de 45 ha de terre dans la vallée d'Alazani pour étudier les sols salins et l'eau drainée par le système de drainage dans la région de Kakheti, en Géorgie orientale, en 2020-2022. L'étude visait à prélever des échantillons d'eau et de sol dans différentes saisons de l'année et de les tester au laboratoire hydrotechnique de l'Institut de gestion de l'eau de Tsothe Mirtskhulava de l'Université technique de Géorgie.

¹ Tsothe Mirtskhulava Water Management Institute of Georgian Technical University (GTU), 60-b, I. Chavchavadze Avenue, 0179 Tbilisi, GEORGIA, E- mail: givi_gava@yahoo.com

Des échantillons d'eau ont été prélevés des collecteurs situés sur les sols salins, l'analyse chimique de l'eau a été effectuée à l'aide d'un analyseur portable HACH DR 900 (norme américaine), qui est un photomètre pour l'analyse de l'eau, et l'analyse des échantillons de sol a été effectuée par la méthode de titrage pour détecter les sels solubles dans l'eau du sol. Les sels Ca^{2+} et Mg^{2+} ont été identifiés par la méthode de titrage d'une formation complexe, le Cl a été identifié par la méthode de titrage de la précipitation, le SO_4^{2-} a été identifié par la méthode de turbidimétrie et le HCO_3^- a été identifié par la méthode d'acidimétrie. Les résultats des analyses ont été donnés en mg/l (équivalent à ppm).

Les eaux provenant des sols salins et du réseau de drainage situés dans la vallée d'Alazani ont été analysées dans toutes les saisons, pendant trois années consécutives, en fonction de la minéralisation des sels de sulfate (SO_4^{2-}) et de calcium (Ca^{2+}) pour analyser les sols et les eaux drainées.

Des histogrammes et des courbes théoriques de distribution de la minéralisation des sels de sulfate (SO_4^{2-}) et de calcium (Ca^{2+}) des sols salins et des eaux drainées sont obtenus par le traitement mathématique des séries statistiques obtenues et par l'utilisation de la théorie du risque et de la fiabilité.

L'écart quadratique moyen (σ) et l'espérance mathématique (m^*) sont calculés pour chaque valeur de minéralisation, et puis utilisés pour tracer des histogrammes de minéralisation et des courbes de distribution théoriques correspondant à des courbes de distribution normales, en tenant compte de ce que l'on appelle le coefficient de précision (h). Les valeurs numériques du risque et de la fiabilité des études scientifiques réalisées sur le terrain sont établies.

Mots-clés : Sols salins; Minéralisation; Sels de sulfate (SO_4^{2-}) et de calcium (Ca^{2+})

FISHWAY WITH MULTIPLE FEATURES ON THE KURISU RIVER IN RESPONSE TO THE RICH BIODIVERSITY OF THE NAGARA RIVER SYSTEM

PASSE A POISSONS A MULTIPLES CARACTÉRISTIQUES SUR LA RIVIERE KURISU EN REPOSE A LA RICHE BIODIVERSITE DU SYSTEME FLUVIAL DE NAGARA

Hiroki Kawai¹, and Keigo Noda²

ABSTRACT

The Nagara River originates from Mt. Dainichi in Gujo City, Gifu Prefecture, Japan. Despite its size, the Nagara River is known as one of the clearest rivers in Japan and has maintained its purity, as part of the people's daily life and is deeply connected to the economy, history, food, and culture of the basin. Efforts are being made to pass on this wealthy Nagara River environment to the next century. However, a remarkable decrease in inland fisheries production has been observed in Gifu Prefecture. The decrease in the catch of major products of inland fisheries in Gifu Prefecture is greatly affected by the reduction in the number of fish resources themselves and one of the reasons for this decrease is the obstruction of upstream migration due to river crossing structures. This paper introduces the renovation project of the "Tarmal Fishway" on the Kurisu River, one of the tributaries of the Nagara River, as an example of the effective utilization of existing facilities. This renovation project was conducted not only to repair the existing fishway, but also to install a characteristic fishway called fan-shaped terraced fishway. The Tarmal Fishway, which has undergone renovation and has a total of four fishways, is a unique fishway that is adapted to the rich biodiversity of the Nagara River.

Keywords: Fishway, Irrigation Facility, GIAHS

RESUME

La rivière Nagara prend sa source au mont Dainichi, dans la ville de Gujo, préfecture de Gifu, au Japon. Malgré sa taille, la rivière Nagara est connue comme l'une des rivières les plus claires du Japon qui a conservé sa pureté. Elle fait partie de la vie quotidienne de la population et est profondément liée à l'économie, à l'histoire, à l'alimentation et à la culture du bassin. Des efforts sont déployés pour transmettre ce riche environnement de la rivière Nagara au siècle prochain. Cependant, une diminution remarquable de la production halieutique des eaux intérieures a été observée dans la préfecture de Gifu. La diminution des captures des produits halieutiques dans les eaux intérieures de la préfecture de Gifu est fortement influencée par la réduction du nombre de ressources halieutiques elles-mêmes. L'une des raisons de cette diminution est l'obstruction de la migration en amont due aux structures de franchissement des rivières. Ce rapport présente le projet de restauration de la «Passe à poissons Tarmal» sur la rivière Kurisu, l'un des affluents de la rivière Nagara, comme un exemple d'utilisation efficace des installations existantes. Ce projet de rénovation a été mené non seulement pour réparer la passe à poissons existante, mais aussi pour installer une passe à poissons caractéristique appelée passe à poissons en terrasse en forme d'éventail. La passe à poissons de Tarmal, qui a été restauré et compte au total quatre passes à poissons, est une passe à poissons unique adaptée à la riche biodiversité de la rivière Nagara.

Mots-clés : Passe à poissons; Installation d'irrigation; GIAHS.

1 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo. 1-1-1, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan.113-8657. E-mail: kawai-hiroki@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

2 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo. 1-1-1, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan.113-8657. E-mail: nodakeigo@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

IRRIGATION AND DRAINAGE PROJECT IN LAKE INBANUMA, INCLUDING CYCLIC IRRIGATION FOR WATER QUALITY CONSERVATION

PROJET D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DU LAC INBANUMA, Y COMPRIS L'IRRIGATION CYCLIQUE POUR LA CONSERVATION DE LA QUALITE DE L'EAU

Atsuki Iwase¹ Kyoji Takaki¹ and Toshiaki Iida²

ABSTRACT

Lake Inbanuma, located in Chiba Prefecture, Japan, is a swamp that faces various challenges, such as aging infrastructure, changes in agriculture, and urbanization. These issues have led to water shortages, increased flood damage, and a decline in water quality. To tackle with these issues, the National Lake Inbanuma Project Phase II was initiated in 2010. Its primary goal is to reduce agricultural wastewater and preserve water quality through the reorganization of facilities and the implementation of cyclic irrigation. Cyclic irrigation involves recycling drainage water from rice paddies, a method successfully used in other polluted areas like Lake Biwa. Research has been conducted to assess the effectiveness of cyclic irrigation in reducing water pollution, as well as to develop evaluation methods. Additionally, local governments and organizations are actively involved in conserving water quality and the environment in the Lake Inbanuma basin. They provide educational materials, such as leaflets, to promote eco-friendly practices among consumers and farmers. The prefectural government has also established a comprehensive plan, the "Lake Inbanuma Basin Water Circulation Soundness Plan," which sets specific goals and action plans for environmental conservation. While improvement of water quality in Lake Inbanuma has not yet been fully achieved, fostering frequent communication and consensus building among farmers and non-farmers can lead to a community that effectively utilizes and preserves local resources. The promotion of irrigation and drainage projects involving local residents is vital for the development of sustainable paddy field agriculture, efficient water management, and disaster prevention in Lake Inbanuma.

Keywords: cyclic irrigation, environmental conservation, water quality, pollution, water circulation.

RESUME

Le lac Inbanuma, situé dans la préfecture de Chiba, au Japon, est un marécage confronté à divers problèmes, tels que le vieillissement des infrastructures, les changements dans l'agriculture et l'urbanisation. Ces problèmes ont donné lieu aux pénuries d'eau, à une augmentation des dommages causés par les inondations et à une baisse de la qualité de l'eau. Pour faire face à ces problèmes, la phase II du projet national du lac Inbanuma a été lancée en 2010. Il vise à réduire les eaux usées agricoles et à préserver la qualité de l'eau grâce à la réorganisation des installations et à la mise en œuvre de l'irrigation cyclique. L'irrigation cyclique comporte le recyclage des eaux de drainage des rizières, une méthode utilisée avec succès dans d'autres zones polluées comme le lac Biwa. Des recherches ont été menées pour évaluer l'efficacité de l'irrigation cyclique pour réduire la pollution de l'eau, ainsi que pour développer des méthodes d'évaluation. En outre, les autorités locales et les organisations participent activement à la conservation de la qualité de l'eau et de l'environnement du bassin du lac Inbanuma. Elles fournissent du matériel pédagogique, tel que des dépliants, pour promouvoir les pratiques respectueuses de l'environnement auprès des consommateurs.

¹ E-mail : iwase-atsuki556@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

et des agriculteurs. Le gouvernement préfectoral a également établi un plan global, le «Plan de solidité de la circulation de l'eau du bassin du lac Inbanuma», qui fixe des objectifs et des plans d'action spécifiques pour la conservation de l'environnement. Bien que l'amélioration de la qualité de l'eau du lac Inbanuma n'ait pas encore été entièrement réalisée, la promotion d'une communication fréquente et la recherche d'un consensus entre les agriculteurs et les non-agriculteurs peuvent conduire à une communauté qui utilise et préserve efficacement les ressources locales. La promotion de projets d'irrigation et de drainage impliquant les résidents locaux est vitale pour le développement d'une agriculture durable dans les rizières, pour une gestion efficace de l'eau et pour la prévention des catastrophes dans le lac Inbanuma.

Mots-clés : Irrigation cyclique; Conservation de l'environnement; Qualité de l'eau; Pollution; Circulation de l'eau.

AKT DRYING TECHNOLOGY - A FOOD RECOVERY REVOLUTION! THE WATER/ENERGY NEXUS

TECHNOLOGIE DE SECHAGE AKT - REVOLUTION DANS LA RECUPERATION DES ALIMENTS! LIEN ENTRE L'EAU ET L'ENERGIE

Gerry Gillespie ¹

ABSTRACT

After 40 years of research, in dehydration and water recovery, organic waste elimination with energy savings, AKT International based in Australia is focusing on the co-processing of organic discards from the domestic and commercial world, where close to 100% of material streams are recoverable. AKT have refined gelatinisation and encapsulation effects where oils and other products such as omegas can be contained within animal feeds to enable more efficient digestion, nutrient uptake and methane reduction.

The AKT process utilises a 5 second drying technology, supported by a unique fluidised circular bed. In the process, the material is only exposed to heat for a minimal period so none of the feed and nutritional value is lost. Two or more inputs can be mixed in a single pass to create a final product for very different markets. An example of this is the combination of rice and crab waste, mixed with seawater to make a savoury instant noodle, suitable for gluten-free and healthy fast-food markets at a very competitive price.

We have also completed trials on mixed supermarket wastes where the protein in pre-packed meat and vegetables is simultaneously processed and combined with packaged bakery products or grain, to produce a high-quality animal feed. The residual packaging is only in the heat process for the maximum 5 seconds and as a result, the extracted plastic or cardboard packaging can be recovered for recycling without heat damage. This technology will radically change the outputs of both domestic and commercial systems, where all the organic outputs are reusable food products and the packaging is 100% recycled. No other technology has this capability!

The carp fish species (*Cyprinus carpio*), are feral in Australian river systems where they outcompete and eliminate native populations. However, when processed with our technology we can recover the proteins and nutrients in the fish and when mixed with grain, can produce a feed pellet of outstanding quality. The process eliminates the need for the use of ethoxyquin, the antioxidant of choice in the fish feed industry, which has been banned by the EU for all animal species since 2017. Such fish feed products have great potential markets in world aquaculture.

As humanity struggles to feed world populations into the future, AKT has the only technology which can guarantee maximum recovery of discarded organic materials while retaining the full nutrient and commercial value. The economic value of this process will drive the recovery of lost proteins and nutrients and prevent their wasted disposal to landfill or incineration. These processes, in combination with new and refined animal feeds will open many doors into the world's carbon and emissions-reduction markets.

The AKT-KIX process recovers clean water for irrigation or consumption from all inputs by extracting moisture, it makes wasted food available for re-inclusion in the food chain and it saves energy.

Our objective is to utilise superior production techniques and ethical marketing practice, combined with 40 years of R&D as a spearhead for real food sustainability in a world literally starving for innovation!

¹ Email – gerry.b.gillespie@gmail.com Phone – 61 407956458

Keywords: Food, Recovery, Water, Energy, Aquaculture.

RESUME

Après 40 ans de recherche dans le domaine de la déshydratation et de la récupération de l'eau, de l'élimination des déchets organiques avec des économies d'énergie, AKT International, opérant à partir de l'Australie, met l'accent sur le co-traitement des déchets organiques provenant du monde domestique et commercial, où près de 100% des flux de matières sont récupérables. AKT a perfectionné les effets de la gélatinisation et de l'encapsulation qui permettent de contenir des huiles et d'autres produits tels que les omégas dans les aliments pour animaux afin de permettre une digestion, une meilleure absorption des nutriments et une réduction du méthane plus efficace.

Le processus AKT utilise une technologie de séchage en 5 secondes, soutenue par un lit circulaire fluidisé unique. Au cours du processus, la matière n'est exposée à la chaleur que pendant une période minimale, de sorte qu'aucune de ses valeurs nutritives et nutritionnelles n'est perdue. Deux ou plus intrants peuvent être mélangés en un seul passage pour créer un produit final destiné à des marchés très différents. Par exemple, la combinaison de déchets de riz et de crabe, mélangés à de l'eau de mer permet de fabriquer des nouilles instantanées savoureuses, adaptées aux marchés de la restauration rapide saine et sans gluten, à un prix très compétitif.

Nous avons également réalisé des essais sur des déchets mixtes de supermarchés où les protéines contenues dans la viande et les légumes préemballés sont simultanément traitées et combinées avec des produits de boulangerie ou des céréales emballés, afin de produire un aliment de haute qualité pour les animaux. L'emballage résiduel n'est soumis au processus thermique que pendant 5 secondes au maximum et, par conséquent, l'emballage en plastique ou en carton extrait peut être récupéré pour qu'ils soient recyclés sans dommages causés par la chaleur. Cette technologie modifiera radicalement les résultats obtenus par les systèmes domestiques et commerciaux, tous les produits organiques étant des produits alimentaires réutilisables et les emballages étant recyclés à 100%. Aucune autre technologie ne possède cette capacité !

Les espèces de poissons carpe (*Cyprinus carpio*) sont des poissons sauvages dans les systèmes fluviaux australiens, où elles chassent et éliminent les populations indigènes. Cependant, lorsqu'elles sont traitées avec notre technologie, il nous permet de récupérer les protéines et les nutriments du poisson et, mélangés à des céréales, de produire des granulés d'une qualité exceptionnelle. Le processus élimine la nécessité d'utiliser l'éthoxyquine, l'antioxydant de choix dans l'industrie de l'alimentation des poissons, qui a été interdit par l'UE pour toutes les espèces animales depuis 2017. Il existe des marchés à fort potentiel dans l'aquaculture mondiale pour ces produits d'alimentation des poissons.

Alors que l'humanité s'efforce de nourrir les populations mondiales à l'avenir, AKT dispose de la seule technologie capable de garantir une récupération maximale des matières organiques mises au rebut, tout en conservant l'intégralité de leur valeur nutritive et commerciale. La valeur économique de ce processus permettra de récupérer les protéines et les nutriments perdus et d'éviter leur mise en décharge ou leur incinération. Ces procédés, associés à des aliments nouveaux et raffinés destinés aux animaux, ouvriront de nombreuses portes sur les marchés mondiaux de la réduction du carbone et des émissions.

Le procédé AKT-KIX permet de récupérer l'eau propre pour l'irrigation ou la consommation à partir de tous les intrants en extrayant l'humidité réintègre les aliments gaspillés disponibles dans la chaîne alimentaire et il permet d'économiser de l'énergie.

Notre objectif est d'utiliser des techniques de production supérieures et des pratiques commerciales éthiques, accompagnées de R&D de 40 ans, pour réaliser vraiment la durabilité alimentaire dans un monde littéralement affamé d'innovation!

Mots-clés : Alimentation; Récupération; Eau; Energie; Aquaculture.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.64.2: Tapping Non-Conventional Sources of Water / Exploitation des sources d'eau non conventionnelles

INDEX OF ABSTRACT

	Page No.
R.64.2.01 RESEARCH ON THE RISK PERCEPTION AND ADJUSTMENT OF XINJIE RIVER POLLUTION RISKS ON IRRIGATION UNCONVENTIONAL WATER SOURCE RECHERCHE SUR LA PERCEPTION DES RISQUES ET L'AJUSTEMENT DES RISQUES DE POLLUTION DE LA RIVIÈRE XINJIE SUR LA SOURCE D'EAU NON CONVENTIONNELLE DE L'IRRIGATION <i>Yu-xin Huang, Yawen Chiueh (Taipei Chinese)</i>	129
R.64.2.02 HARNESSING WATER USE EFFICIENCY THROUGH TRANSVERSALITY SYSTEMIC APPROACH MISE EN VALEUR DE L'EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'EAUGRACE A UNE APPROCHE SYSTEMIQUE DE LA TRANSVERSALITE <i>Dr Arvind Kumar (India)</i>	131
R.64.2.03 STUDY ON THE SAFETY OF RECYCLED WATER IRRIGATION IN ARID AND UNDER DEVELOPED AREAS ETUDE SUR LA SECURITE DE L'EAU RECYCLEE EN IRRIGATION DANS LES ZONES ARIDES ET SOUS- DEVELOPPEES <i>LIU Changshun , DU Lijuan, and QIU Yue (China)</i>	132
R.64.2.04 IMPACTS OF SALINE WATER IRRIGATION ON SOIL RESPIRATION FROM COTTON FIELDS IN THE NORTH CHINA PLAIN IMPACTS DE L'IRRIGATION À L'EAU SALÉE SUR LA RESPIRATION DU SOL DANS LES CHAMPS DE COTON DE LA PLAINE DE LA CHINE DU NORD <i>Shuang Zhou, Guang shuai Wang, Jingsheng Sun (china)</i>	134
R.64.2.05 REUSE OF TREATED WASTEWATER IN IRRIGATION: A CASE STUDY OF THE NASHIK CITY, INDIA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES EN IRRIGATION ÉTUDE DE CAS DE LA VILLE DE NASHIK, INDE <i>Sangle Shivaji, and Sangle Shivani (India)</i>	136
R.64.2.06 RECYCLE AND REUSE OF TREATED WASTEWATER IN INDIA RECYCLAGE ET RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES EN INDE <i>Ms. Sangle Shivani Dr. Sangle Shivaji (India)</i>	138
R.64.2.07 USING TREATED WASTE WATE IRRIGATION AND ITSIMPACKS – A REVIEW UTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES EN IRRIGATION ET SES IMPACTS - UN EXAMEN <i>K. J. Niharika (India)</i>	140
R.64.2.08 REUSE GREYWATER AS ALTERNATIVE OF FRESH WATER SUPPLY FOR LANDSCAPE IN URBAN AREAS RÉUTILISATION DES EAUX GRISSES COMME ALTERNATIVE L'APPROVISIONNEMENT EN ÉAU DOUCE POUR LE PAYSAGE DANS LES ZONES URBAINES <i>BEHAIRY Zeinab Hussein Rawia Fathy GAMAL, Ahmed ABO EL- HASSAN (Egypt)</i>	141

- R.64.2.09 SIMULATION OF WATER QUALITY BY DEVELOPING A MODELING FOR IRRIGATION WATER SUPPLY AND RELATING ITS POLLUTION CONTROL STRATEGY** 145
 SIMULATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU PAR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE MODÉLISATION POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'IRRIGATION ET L'ÉTABLISSEMENT D'UNE STRATÉGIE DE CONTRÔLE DE LA POLLUTION
Tsu-Chuan Lee (Taipei Chinese)
- R.64.2.10 ASSESSMENT OF THE CONDITION OF AGRICULTURAL CROPS IN THE ALAZNI VALLEY, TAKING INTO ACCOUNT THE DYNAMICS OF THE DEGREE OF SOIL SALINITY** 147
 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES CULTURES AGRICOLES DANS LA VALLÉE D'ALAZNI, EN TENANT COMPTE DE LA DYNAMIQUE DU DEGRÉ DE SALINITE DU SOL
Konstantine Bziava, Olga Kharashvili, Shorena Kupreishvili, Paata Sichinava (Georgia)
- R.64.2.11 USE TWW (TREATED WASTE WATER) TO FLOURISH GREENERY VIA DRIP-SPRINKLER!** 149
 UTILISATION DES EAUX USEES TRAITÉES (TWW) AFIN DE BIEN VENIR LA VERDURE GRACE A L'ASPERSEUR GOUTTE A GOUTTE
Yewalekar Dilip, Kinge Manisha (India)



RESEARCH ON THE RISK PERCEPTION AND ADJUSTMENT OF XINJIE RIVER POLLUTION RISKS ON IRRIGATION UNCONVENTIONAL WATER SOURCE

RECHERCHE SUR LA PERCEPTION DES RISQUES ET L'AJUSTEMENT DES RISQUES DE POLLUTION DE LA RIVIÈRE XINJIE SUR LA SOURCE D'EAU NON CONVENTIONNELLE DE L'IRRIGATION

Yu-xin Huang¹, and Yawen Chiueh^{2*}

ABSTRACT

The Xinjie river originated from the north of the triangle forest at the southern end of Longtan Terrace. It flows north along Jinling Road in Jinling Road. and enters Zhongli Longgang City Planning Area. After the district, entering the north of the sea. The basin area of the Xinjie river is about 55 square kilometers and the mainstream is 29 kilometers. (Taiwan School Network, 2015). The upstream is the shallow mountain area, and the back stream flows through Longtan, Pingzhen, Zhongli, and Dazhuang. The Xinjie river flows through the Qingpu Agricultural Zone to be an unconventional Irrigation water source. The primary source of pollution in the Xinjie river is domestic sewage and industrial wastewater. (Taoyuan Water Affairs Bureau, 2018) , causing water quality pollution and affecting the water quality of unconventional irrigation water (Taoyuan Water Affairs Bureau, 2020, Taoyuan Municipal Government Environmental Protection Bureau, 2021).The research used risk perception and environmental knowledge to establish a structural equation model by combining Ajzen's (1991) project behavior theory model to analyze the correlation between risk perception and adaptation behaviors of neighborhood residents in the watershed of Xinjie River in Zhongli District, Taoyuan City, and to collect data on the current environmental conditions of Xinjie River and design questionnaires from domestic and foreign literature. The questionnaires were distributed and collected through a convenient sampling and snowballing method. The structural equations were analyzed and validated using the SmartPLS least square method and the boot-pulling method to understand the degree of the perceived risk of river pollution and the interactive correlation of adaptation behaviors among the residents in the surrounding neighborhoods of Xinjie Creek in Zhongli District, Taoyuan City. The study collected 410 questionnaires, and after deducting 28 invalid questionnaires, 382 valid questionnaires were obtained, and the valid questionnaire collection rate was 93.17%. The empirical results of the study showed that the residents of Xinjie Creek watershed in Zhongli District: 1. "Attitude" significantly influenced "behavioral intention", 2. "Knowledge of riverine environment" significantly affected "attitude", 8. "Knowledge of riverine environment" significantly affected "perceptual behavioral control", and 9. "Behavioral intention" significantly affected "adaptive behavior". The hypothetical pathway and the questions of each component of the study were statistically analyzed and selected for empirical analysis, which showed that the respondents had significant risk perceptions of river pollution in Xinjie Creek, Zhongli District, and further influenced their adaptive behavior.

Keywords: Unconventional Irrigation water; risk perception; adaptive behavior; water pollution.

RESUME

La rivière Xinjie prend sa source au nord de la forêt triangulaire, à l'extrême sud de Longtan Terrace. Elle coule vers le nord le long de la route de Jinling et entre dans la zone

1 Master, National Tsing Hua University, Taiwan.

2 Professor, National Tsing Hua University, Taiwan. email. Chyw928@gmail.com

d'aménagement urbain de la ville de Zhongli Longgang. Après le district, elle pénètre dans le nord de la mer. Le bassin versant de Xinjie possède une superficie d'environ 55 kilomètres carrés et le courant principal de 29 kilomètres. (Réseau scolaire de Taiwan, 2015). L'amont est la zone de montagne peu profonde, et le cours arrière traverse Longtan, Pingzhen, Zhongli et Dazhuang. La rivière Xinjie traverse la zone agricole de Qingpu et constitue une source d'eau d'irrigation non conventionnelle. Les eaux usées domestiques et les eaux usées industrielles constituent la principale source de pollution de la rivière Xinjie (Bureau des affaires de l'eau de Taoyuan, 2018), ce qui donne lieu à une pollution de la qualité de l'eau et affecte la qualité de l'eau d'irrigation non conventionnelle (Bureau des affaires de l'eau de Taoyuan, 2020, Bureau de la protection de l'environnement du gouvernement municipal de Taoyuan, 2021). La recherche a utilisé la perception du risque et la connaissance de l'environnement pour établir un modèle d'équation structurelle en combinant le modèle de la théorie du comportement de projet d'Ajzen (1991) afin d'analyser la corrélation entre la perception du risque et les comportements d'adaptation des habitants du voisinage du bassin versant de la rivière Xinjie dans le district de Zhongli, ville de Taoyuan, et de recueillir des données sur les conditions environnementales actuelles de la rivière Xinjie et de concevoir des questionnaires à partir de la littérature nationale et étrangère. Les questionnaires ont été distribués et recueillis par le biais d'un échantillonnage pratique et d'une méthode boule de neige. Les équations structurelles ont été analysées et validées à l'aide de la méthode des moindres carrés SmartPLS et de la méthode boot-pulling afin de comprendre le degré de perception du risque de pollution de la rivière et la corrélation interactive des comportements d'adaptation parmi les habitants des quartiers environnants du ruisseau Xinjie dans le district de Zhongli, dans la ville de Taoyuan. L'étude a recueilli 410 questionnaires, et après déduction de 28 questionnaires non valides, 382 questionnaires valides ont été obtenus, et le taux de collecte de questionnaires valides était de 93,17%. Les résultats empiriques de l'étude ont montré que les habitants du bassin versant du ruisseau Xinjie dans le district de Zhongli : 1. possèdent une «attitude» qui influence significativement leur «intention comportementale», 2. possèdent une «connaissance de l'environnement fluvial» qui influence significativement leur «attitude», 8. possèdent une «connaissance de l'environnement fluvial» qui influence significativement leur «contrôle comportemental perceptuel» et 9. possèdent une «intention comportementale» qui influence significativement leur «comportement adaptatif». La voie hypothétique et les questions de chaque composante de l'étude ont été analysées statistiquement et sélectionnées pour une analyse empirique, qui a montré que les personnes interrogées possédaient des perceptions significatives du risque de pollution de la rivière du ruisseau Xinjie, dans le district de Zhongli, et qu'elles influençaient davantage leur comportement adaptatif.

Mots-clés : Eau d'irrigation non conventionnelle; Perception du risque; Comportement adaptatif; Pollution de l'eau.

HARNESSING WATER USE EFFICIENCY THROUGH TRANSVERSALITY SYSTEMIC APPROACH

MISE EN VALEUR DE L'EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'EAU
GRACE A UNE APPROCHE SYSTEMIQUE DE LA TRANSVERSALITE

Arvind Kumar¹

ABSTRACT

Sustainable water management is essential for global development. To address the widening gap between the supply of water and the growing demand for water, policymakers and the scientific community are focusing on efficient water use. Agriculture is the sector using the most freshwater and wastewater globally, and a circular economy approach that uses wastewater for agriculture presents an opportunity to improve water sustainability and water-use efficiency. To implement such a framework, it is necessary to identify and address the economic, environmental, and technological feasibility barriers. The transversality systemic approach and its allied approaches can be positioned as a concept to help solve the water crisis.

Keywords: Water-use efficiency, wastewater reuse, agriculture, circular economy, transversality systemic approach.

RESUME

La gestion durable de l'eau est essentielle au développement mondial. Pour traiter l'écart de plus en plus important qui existe entre l'approvisionnement en eau et la demande croissante en eau, les décideurs politiques et la communauté scientifique se concentrent sur l'utilisation efficace de l'eau. L'agriculture est le secteur qui consomme la plupart d'eau douce et d'eaux usées au niveau mondial, et une approche d'économie circulaire qui utilise les eaux usées en agriculture offre la possibilité d'améliorer la durabilité de l'eau et l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Pour mettre en œuvre un tel cadre, il est nécessaire d'identifier et de surmonter les obstacles économiques, environnementaux et technologiques. L'approche systémique de la transversalité et ses approches connexes peuvent être considérées comme un concept permettant de résoudre la crise de l'eau.

Mots clés : Efficacité de l'utilisation de l'eau; Réutilisation des eaux usées; Agriculture; Economie circulaire; Approche systémique de la transversalité.

¹ E-mail: drarvind@indiawaterfoundation.org

STUDY ON THE SAFETY OF RECYCLED WATER IRRIGATION IN ARID AND UNDERDEVELOPED AREAS

ETUDE SUR LA SECURITE DE L'EAU RECYCLEE EN IRRIGATION DANS LES ZONES ARIDES ET SOUS-DEVELOPPEES

LIU Changshun¹, DU Lijuan², and QIU Yue³

ABSTRACT

Sewage recycling is an important initiative to alleviate the contradiction between water supply and demand in arid areas, promote water conservation and emission reduction, and is also one of the key factors to promote sustainable development of human society. The demand for recycled water for urban municipal greening and industrial use in less developed arid regions is insufficient, and irrigation is the main direction of recycled water use. However, the safety of recycled water for irrigation has been a concern for experts and policymakers and further research is needed to ensure the safety of recycled water for irrigation. A study on the safety of recycled water sources in arid and underdeveloped areas was conducted in Qinghai Province, China, as an example. Based on fieldwork and monitoring data collection from 30 sewage treatment plants monitored by a third party in Qinghai Province, and a comparison of relevant standards and regulations on sewage discharge and recycled water use, similarities and differences in water quality indexes were identified. Common concern indexes and discrepancy indexes were analyzed for different levels of compliance based on different standards to assess whether the effluent quality of sewage treatment plants meets the standard requirements for recycled water irrigation. The results show that the effluent quality of sewage treatment plants in Qinghai Province has a very high compliance rate, which is much higher than the national standard of 80%, and shows high stability and safety, fully meeting the standard requirements for recycled water irrigation. This study highlights the safety of recycled water sources in arid and underdeveloped areas and lays the foundation for the vigorous development of recycled water irrigation in arid and underdeveloped areas.

Keywords: Recycled Water, Irrigation, Safety, Sewage treatment plants, Arid Underdeveloped Areas

RÉSUMÉ

Le recyclage des eaux usées est une initiative importante prise pour atténuer la contradiction qui existe entre l'offre et la demande d'eau dans les zones arides, promouvoir la conservation de l'eau et réduire des émissions. C'est également l'un des facteurs clés pour promouvoir le développement durable de la société humaine. La demande d'eau recyclée pour rendre verte les villes urbaines municipales et l'utilisation industrielle dans les régions arides moins développées est insuffisante, et l'irrigation est la principale orientation de l'utilisation de l'eau recyclée. Cependant, la sécurité de l'eau recyclée en irrigation a été une préoccupation majeure des experts et des décideurs politiques. Les recherches supplémentaires sont nécessaires pour garantir la sécurité de l'eau recyclée en irrigation. Une étude a été menée, à titre d'exemple, sur la sécurité des sources d'eau recyclée dans les zones arides et sous-développées dans la province de Qinghai, en Chine. Les similitudes et les différences entre les indices de qualité de l'eau ont été identifiées sur la base du travail sur le terrain et de la collecte de données de surveillance auprès de 30 stations d'épuration contrôlées par un tiers dans la

1 Sr. Engineer, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, China, liucs@iwhr.com

2 China Institute of Water Resources and Hydropower Research, China, 469250908@qq.com

3 China Institute of Water Resources and Hydropower Research, China, China.qiuyuesmile@163.com

province de Qinghai, et d'une comparaison des normes et réglementations applicables aux rejets d'eaux usées et à l'utilisation de l'eau recyclée. Les indices de préoccupation commune et les indices de divergence ont été analysés pour différents niveaux de conformité basés sur différentes normes afin d'évaluer si la qualité des effluents des stations d'épuration répond aux exigences des normes pour l'utilisation de l'eau recyclée en irrigation. Les résultats montrent que la qualité des effluents des stations d'épuration de la province de Qinghai présente un taux de conformité très élevé, bien supérieur à la norme nationale de 80%, et fait preuve d'une grande stabilité et d'une grande sécurité, répondant ainsi pleinement aux exigences de la norme pour l'utilisation de l'eau recyclée en irrigation. Cette étude met l'accent sur la sécurité des sources d'eau recyclée dans les zones arides et sous-développées et jette les fondations d'un développement vigoureux de l'irrigation par eau recyclée dans les zones arides et sous-développées.

Mots-clés : Eau recyclée, Irrigation, Sécurité, Stations d'épuration, Zones arides sous-développées.

IMPACTS OF SALINE WATER IRRIGATION ON SOIL RESPIRATION FROM COTTON FIELDS IN THE NORTH CHINA PLAIN

IMPACTS DE L'IRRIGATION À L'EAU SALÉE SUR LA RESPIRATION DU SOL DANS LES CHAMPS DE COTON DE LA PLAINE DE LA CHINE DU NORD

Shuang Zhou¹, Guang shuai Wang^{1*}, and Jingsheng Sun^{1*}

ABSTRACT

Saline water irrigation has been widely used for crop production where agriculture is short of fresh water. However, information about the response of soil respiration to saline water irrigation is limited. To identify the effect of saline water irrigation on soil respiration, the experiment based on long-term saline water irrigation cotton fields (since 2006) was conducted in the Heilonggang area in 2021. Five salinity levels in irrigation water were tested (3.4 [S1], 7.1 [S2], 10.6 [S3], 14.1 [S4], and 17.7 dS m⁻¹ [S5]), and deep ground water (1.3 dS m⁻¹) was used as control (CK). After 15 years of saline water irrigation, we monitored soil physicochemical properties and soil respiration. In addition, we developed a structural equation model of the relationship between them. The results demonstrated that saline water irrigation significantly reduced soil water-stable aggregate content and porosity by 4.42 - 45.33% and 6.52 - 14.10%, respectively, and attenuated soil cellulase, α-glucosidase and alkaline phosphatase activity. Soil respiration under saline water irrigation was significantly reduced by 5.28 - 33.08%. Besides, saline water irrigation with salinity below 10.6 dS m⁻¹ has no significant effect on cotton yield. Moreover, soil salinity (62%), water-stable aggregate content (46%) and soil porosity (25%) have significant effects on soil respiration, and soil porosity has a significant positive effect on soil alkaline phosphatase activity according to the structural equation model. Overall, in order to mitigate carbon emissions caused by soil respiration without affecting cotton yield, it is recommended to irrigate cotton fields with water salinity lower than 10.6 dS m⁻¹ in the study area.

Keywords: saline water irrigation, cotton, soil respiration, soil physical and chemical properties, cotton yield, structural equation model.

RESUME

L'irrigation à l'eau salée a été largement utilisée pour la production agricole là où l'agriculture fait face à la pénurie d'eau douce. Cependant, les informations sur la réponse de la respiration du sol à l'irrigation à l'eau salée sont limitées. Pour identifier l'effet de l'irrigation à l'eau salée sur la respiration du sol, en 2021, une expérience a été menée basée sur des champs de coton utilisant l'irrigation à l'eau salée à long terme (depuis 2006) dans la région de Heilonggang. Cinq niveaux de salinité de l'eau d'irrigation ont été testés (3,4 [S1], 7,1 [S2], 10,6 [S3], 14,1 [S4] et 17,7 dS m⁻¹ [S5]), et l'eau souterraine profonde (1,3 dS m⁻¹) a été utilisée comme témoin (CK). Après 15 ans de l'usage de l'irrigation à l'eau salée, nous avons suivi les propriétés physico-chimiques et la respiration du sol. En outre, nous avons développé un modèle d'équation structurelle de la relation entre eux.

Les résultats ont montré que l'irrigation à l'eau salée réduisait de manière significative la teneur en agrégats stables à l'eau et la porosité du sol de 4,42 à 45,33% et de 6,52 à 14,10%, respectivement, et atténuait l'activité de la cellulase, de l'α-glucosidase et de la phosphatase alcaline du sol. La respiration du sol sous irrigation à l'eau salée a été significativement

¹ E-mail: wanguangshuai@caas.cn, Key Laboratory of Crop Water Use and Regulation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs / Farmland Irrigation Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang 453002, China

réduite de 5,28 à 33,08%. En outre, l'irrigation à l'eau salée avec une salinité inférieure à 10,6 dS m⁻¹ n'a pas exercé des effets significatifs sur le rendement du coton. En outre, la salinité du sol (62%), la teneur en agrégats stables à l'eau (46%) et la porosité du sol (25%) ont exercé des effets significatifs sur la respiration du sol, et la porosité du sol a exercé un effet positif significatif sur l'activité de la phosphatase alcaline du sol selon le modèle d'équation structurelle. Dans l'ensemble, afin d'atténuer les émissions de carbone causées par la respiration du sol sans affecter le rendement du coton, il est recommandé d'irriguer les champs de coton avec une salinité de l'eau inférieure à 10,6 dS m⁻¹ dans la zone d'étude.

Mots clés : Irrigation à l'eau salée; Coton; Respiration du sol; Propriétés physiques et chimiques du sol; Rendement du coton; Modèle d'équation structurelle.

REUSE OF TREATED WASTEWATER IN IRRIGATION: A CASE STUDY OF THE NASHIK CITY, INDIA

RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES EN IRRIGATION : ÉTUDE DE CAS DE LA VILLE DE NASHIK, INDE

Sangle Shivaji¹, and Sangle Shivani²

ABSTRACT

Water is one of the most essential requirements of life. Assured availability of potable water is vital for human development. India is home to 18 per cent of global human population and 15 per cent of global livestock population. However, it has only 2 per cent land mass and 4 per cent of global freshwater resources. The per capita availability of water in India has been declined from 1816 cubic meters in 2001 to 1486 cubic meters in 2021. Further, it may decline to 1367 cubic meters up to 2031. Presently 78 per cent water is used in agriculture sector followed by 10 per cent domestic, 7 per cent industries and 5 per cent other. In coming years, demand for water will increase and this will result in high competition among water users in the different sectors. This precious water resource may become very scarce in near future. Therefore, there is need of tapping non-conventional sources of water. In future, reuse of treated wastewater can be the main source and opportunity for different water users in India.

In this paper an attempt has been made to study reuse of treated wastewater for agricultural purposes in peri-urban area of the Nashik city of Maharashtra State, India. In India, Gwalior and Nashik cities have treated almost all wastewater generated in the city and cent per cent has been reused. Therefore, a case study of Nashik city has been selected for detailed investigation of the present study. Nashik is one of the major cities of Maharashtra with a population of 2.18 million in 2022 which is projected to cross 3 million in 2026 and 5 million in 2041. There are 15 sewage pumping stations and 10 Sewage Treatment Plants (STPs) in the city with installed treatment capacity of 360.5 Million Liters per Day (MLDs). All the treated wastewater is reused in the city and peri-urban areas for agricultural purposes and other reuse for downstream area as deemed fit. Dry sludge is used as manure for agriculture purpose. Farmers of peri-urban area Nashik city give primary preferences to vegetables, grapes, fruits, floriculture and grain crops like wheat, rice, millet, etc. Most of the farmer meets their irrigation needs from either pumping treated water from the river or through own bore or open wells. Farmers are also practicing conjunctive use of treated water and well water. It is amusing fact that the farmers themselves have developed their capability to produce export quality vegetables, grapes, fruits and earn good monetary returns by adopting innovative agricultural practices viz. micro irrigation, value addition, supply chain, etc. There is no systematic procedure for collecting charges on treated water. There should be sound regulatory and governance framework which promote and encourages water reuse, water recycles, water reduce and develop proper water trading market.

Key words: Non-conventional water sources, Treated wastewater reuse, Reuse and recycle, Sewage treatment plant, Nashik Municipal Corporation.

RESUME

L'eau est l'un des éléments essentiels aussi bien à la vie humaine. La disponibilité de l'eau potable est nécessaire pour le développement humain. L'Inde abrite 18% de la population

1 Former Member, Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), 9th Floor, Centre-1, World Trade Centre, Cuffe Parade, Mumbai, M.S, India sanglest@yahoo.co.in

2 Full-Time Student, Master of Arts (Economics), Gokhale Institute of Politics and Economics, Pune (M.S), India - 411004 Email: 84shivanisangle@gmail.com

humaine mondiale et 15% du cheptel mondial. Cependant, le pays ne dispose que de 2% de la masse terrestre et de 4% des ressources mondiales en eau douce. La disponibilité de l'eau par habitant en Inde est passée de 1816 mètres cubes en 2001 à 1486 mètres cubes en 2021. Elle pourrait même tomber à 1367 mètres cubes d'ici à 2031. Actuellement, 78% de l'eau est utilisée dans le secteur agricole, 10% dans le secteur domestique, 7% dans le secteur industriel et 5% dans d'autres secteurs. Dans les années à venir, la demande en eau augmentera, ce qui entraînera une forte concurrence entre les utilisateurs d'eau dans les différents secteurs. À l'avenir, cette précieuse ressource en eau pourrait devenir très rare. Il est donc nécessaire d'exploiter des sources d'eau non conventionnelles. À l'avenir, la réutilisation des eaux usées traitées peut devenir la principale source et opportunité aux différents utilisateurs d'eau en Inde.

Cet article essaie d'étudier la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles dans la zone périurbaine de la ville de Nashik dans l'État de Maharashtra, en Inde. En Inde, les villes de Gwalior et de Nashik ont traité presque toutes les eaux usées générées dans la ville et 100% ont été réutilisées. Par conséquent, une étude de cas de la ville de Nashik a été sélectionnée pour une recherche détaillée dans le cadre de la présente étude. Nashik est l'une des principales villes du Maharashtra ayant une population de 2,18 millions d'habitants en 2022 qui devrait dépasser à 3 millions en 2026 et à 5 millions en 2041. Elle dispose 15 stations de pompage des eaux usées et 10 stations d'épuration des eaux usées (STP) ayant une capacité de traitement installée de 360,5 millions de litres par jour (MLD). Toutes les eaux usées traitées sont réutilisées dans la ville et les zones périurbaines à des fins agricoles et d'autres réutilisations dans les zones en aval, selon la nécessité.

Les boues sèches sont utilisées comme engrais à des fins agricoles. Les agriculteurs de la zone périurbaine de la ville de Nashik préfèrent cultiver principalement les légumes, les raisins, les fruits, la floriculture et les cultures céréalières comme le blé, le riz, le millet, etc. La plupart des agriculteurs répondent à leurs besoins d'irrigation en pompant de l'eau traitée de la rivière ou en utilisant leurs propres puits ouverts ou forés. Les agriculteurs pratiquent également l'utilisation conjointe de l'eau traitée et de l'eau de puits. Il est amusant de noter que les agriculteurs eux-mêmes ont développé leur capacité à produire des légumes, des raisins et des fruits de qualité exportable et à obtenir de bons rendements monétaires en adoptant des pratiques agricoles innovantes, à savoir la micro-irrigation, la valeur ajoutée, la chaîne d'approvisionnement, etc. Il n'existe pas de procédure systématique de perception des redevances sur l'eau traitée. Il devrait y avoir un cadre réglementaire et de gouvernance solide qui promeuve et encourage la réutilisation de l'eau, le recyclage de l'eau, la réduction de l'eau et le développement d'un marché approprié du commerce de l'eau

Mots clés : Sources d'eau non conventionnelles; Réutilisation des eaux usées traitées; Réutilisation et recyclage; Station d'épuration des eaux usées; Municipalité de Nasik.

RECYCLE AND REUSE OF TREATED WASTEWATER IN INDIA

RECYCLAGE ET RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES EN INDE

Sangle Shivani (Ms.) ¹, and Sangle Shivaji ²

ABSTRACT

Population growth and urbanization along with socio-economic development have intensified the water supply and demand imbalance, leading to water shortage conditions, especially in developing countries like India. The per capita availability of water in India is declining, which has been assessed as 1486 cubic meter and 1367 cubic meter for years 2021 and 2031 respectively. In future, per capita availability of water will drastically reduce in India. There is need to tap additional non-conventional sources of water and its proper use. Treated wastewater reuse in agriculture and industry, including commercial activities can be key alternative reliable water resource to compensate water shortages, in peri-urban and urban areas respectively. Currently, reuse of treated wastewater in the irrigation sector is mostly prevalent across the world with 32 per cent of reuse application. However, in India, planned reuse of wastewater is still to take off. In this paper an attempt has been made to study Indian National Framework on Safe Reuse of Treated Water (SRTW), November 2022 and present case study on the basis of data collected and compiled by the Central Public Health and Environmental Engineering Organisation (CPHEEO) in September 2021 to assess the extent of recycle and reuse of treated wastewater in India. The main objectives for the framework are to set the context, priorities and direction for SRTW, raise awareness of its importance and facilitate its implementation through support programmes. As per 2011 censuses, there are 54 cities in India whose population is more than one million. The total sewage generation from these 54 most populous cities is 23512 Million Liters per Day (MLD). However, the quantity of wastewater treated is 13157 MLD, of which 4177 MLD is recycled and reused which accounts for 17.71 per cent of the total wastewater generated in these 54 cities. The treated wastewater is reused for agriculture and irrigation; horticulture; Municipal uses viz. landscaping, parks, toilet flushing, firefighting, etc.; construction; industry including commercial activities. In most of the cases, no revenue is generated from the reuse of wastewater, however, the reuse of treated wastewater has dual benefits of saving the fresh water consumption for irrigation and the cost incurred on the water bill. There is no systematic procedure for collecting charges on treated water. The treated wastewater reuse can be additional non-conventional sources of water to compensate water shortages in India. There is need to explore the possibility of water trading in case of wastewater reuse in urban and semi-urban area and establish system of recovering expenses incurred by Urban Local Bodies (ULBs) on operating Sewage Treatment Plants (STPs).

Key words: Wastewater reuses framework, Non-conventional water source Safe wastewater reuse, Recycle and reuse, Sewage treatment plant.

RESUME

La croissance démographique et l'urbanisation, ainsi que le développement socio-économique, ont intensifié le déséquilibre entre l'approvisionnement en eau et la demande en eau, entraînant une pénurie d'eau, en particulier dans les pays en développement

¹ Full-Time Student, Master of Arts (Economics), Gokhale Institute of Politics and Economics, Pune (M.S), India - 411004 Email: 84shivanisangle@gmail.com

² Former Member, Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), 9th Floor, Centre 1, World Trade Centre, Cuffe Parade, Mumbai, M.S, India. sanglest@yahoo.co.in

comme l'Inde. La disponibilité de l'eau par habitant en Inde est en baisse et a été évaluée à 1486 mètres cubes et 1367 mètres cubes pour les années 2021 et 2031 respectivement. À l'avenir, la disponibilité de l'eau par habitant diminuera de manière considérable en Inde. Il est nécessaire d'exploiter d'autres sources d'eaux non conventionnelles et de les utiliser correctement. La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture et l'industrie, y compris les activités commerciales, peut constituer une ressource en eau alternative fiable pour compenser les pénuries d'eau dans les zones périurbaines et urbaines respectivement. Actuellement, la réutilisation des eaux usées traitées est très courante dans le secteur de l'irrigation dans le monde, avec 32% d'applications de réutilisation. Cependant, en Inde, la réutilisation planifiée des eaux usées n'a pas encore décollé. Ce document essaie d'étudier le cadre national indien sur la réutilisation sûre des eaux traitées (SRTW), novembre 2022, et de présenter une étude de cas sur la base des données recueillies et élaborées par l'Organisation centrale de santé publique et d'ingénierie environnementale (CPHEEO) en septembre 2021, afin d'évaluer l'étendue du recyclage et de la réutilisation des eaux usées traitées en Inde. Les principaux objectifs du cadre sont de définir le contexte, les priorités et l'orientation du SRTW, de sensibiliser à son importance et de faciliter sa mise en œuvre par le biais de programmes de soutien. Selon les recensements de 2011, il existe en Inde 54 villes dont la population est supérieure à un million d'habitants. La production totale d'eaux usées de ces 54 villes les plus peuplées est de 23512 millions de litres par jour (MLD). Cependant, la quantité d'eaux usées traitées est de 13157 MLD, dont 4177 MLD sont recyclés et réutilisés, ce qui représente 17,71% des eaux totales usées générées dans ces 54 villes. Les eaux usées traitées sont réutilisées dans les domaines de l'agriculture et de l'irrigation, de l'horticulture, des usages municipaux tels que l'aménagement paysager, les parcs, les chasses d'eau des toilettes, la lutte contre les incendies, etc.; la construction; l'industrie, y compris les activités commerciales. Dans la plupart des cas, aucun revenu n'est généré par la réutilisation des eaux usées. Cependant, la réutilisation des eaux usées traitées présente le double avantage d'économiser la consommation d'eau douce pour l'irrigation et le coût encouru sur la facture d'eau. Il n'existe pas de procédure systématique de perception des redevances sur les eaux traitées. La réutilisation des eaux usées traitées peut constituer une source d'eau non conventionnelle supplémentaire pour compenser les pénuries d'eau en Inde. Il est nécessaire d'explorer la possibilité d'un commerce de l'eau dans le cas de la réutilisation des eaux usées dans les zones urbaines et semi-urbaines et d'établir un système de recouvrement des dépenses encourues par les collectivités locales urbaines (ULB) pour l'exploitation des stations d'épuration des eaux d'égout (STP).

Mots clés : Cadre de réutilisation des eaux usées; Sources d'eau non conventionnelles; Réutilisation sûre des eaux usées; Recyclage et réutilisation; Station d'épuration des eaux d'égout.

USING TREATED WASTE WATER IN IRRIGATION AND ITS IMPACTS- A REVIEW

UTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES EN IRRIGATION ET SES IMPACTS - UN EXAMEN

K. J. Niharika^{1*}

ABSTRACT

According to the analysis of the Central Water Commission (CWC), 11 out of 15 major river basins in India will experience water stress by 2025 which may cause water stress which will effect the irrigation in our country. In order to counter this situation, it is essential to utilise non-conventional sources like using treated waste water for better agricultural practises. It was estimated that, with the available treated wastewater would have irrigated 1.38 Mha in 2021, which would have reduced pumping in 3.5 per cent of the groundwater-irrigated area. In India at present only 28 per cent of the total sewage is being treated which is generated per day from the urban centres. Further, the use of treated waste water will reduce the depleting of the ground water reserves, enhance the soil properties and increases the agricultural production. In turn, the use of treated waste water in agriculture will indirectly reduce the release of green house gases into the atmosphere thus reduces the environmental pollution. But care should be taken while using as the treated waste water from the industries as it may contains pollutants which may cause soil pollution. The pH and levels of sodium play a major role in the irrigation which will effected by using the treated waste water. Hence the waste water should be properly treated before using it for the agricultural practises.

Keywords : Major river basins; Non-conventional sources; Green house gases; Treated waste water.

RESUME

Selon l'analyse effectuée par la Commission centrale de l'eau (CWC), en ce qui concerne les 15 principaux bassins fluviaux de l'Inde 11 bassins fluviaux connaîtront un stress hydrique d'ici 2025, ce qui pourrait entraîner un stress hydrique qui affectera l'irrigation de notre pays. Pour remédier à cette situation, il est essentiel d'utiliser des sources non conventionnelles telles que les eaux usées traitées pour améliorer les pratiques agricoles. Il a été estimé que les eaux usées traitées disponibles auraient permis d'irriguer 1,38 million d'hectares de terre en 2021, ce qui aurait réduit l'utilisation du pompage dans 3,5% de la zone irriguée par les eaux souterraines. En Inde, à l'heure actuelle, seuls 28% des eaux usées totales générées chaque jour par les centres urbains sont traitées. En outre, l'utilisation d'eaux usées traitées réduira l'épuisement des réserves d'eau souterraine, améliorera les propriétés du sol et augmentera la production agricole. Par ailleurs, l'utilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture réduira indirectement les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, réduisant ainsi la pollution de l'environnement. Il convient toutefois d'être prudent lors de l'utilisation des eaux usées traitées provenant des industries, car elles peuvent contenir des polluants susceptibles d'entraîner une pollution des sols. Le pH et les niveaux de sodium jouent un rôle important dans l'irrigation qui sera affectée par l'utilisation des eaux usées traitées. Par conséquent, les eaux usées doivent être correctement traitées avant d'être utilisées pour les pratiques agricoles.

Mots clés : Principaux bassins fluviaux; Sources non conventionnelles; Gaz à effet de serre; Eaux usées traitées.

¹ E-mail: niharikakusuma@gmail.com

REUSE GREYWATER AS ALTERNATIVE OF FRESH WATER SUPPLY FOR LANDSCAPE IN URBAN AREAS

RÉUTILISATION DES EAUX GRISES COMME ALTERNATIVE À L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOUCE POUR LE PAYSAGE DANS LES ZONES URBAINES

BEHAIRY Zeinab Hussein¹, Rawia Fathy GAMAL², and Ahmed ABO EL-HASSAN³

ABSTRACT

Innovation concepts and technologies are imperatively desiderated to encounter widening water scarcity in Egypt with its booming population and inflating water-related geopolitical problems. Greywater (GW) represents 70% of household consumption and can provide Egypt with about 4.15-8.30 billion cubic meters annually, thus, it could be properly treated by greywater treatment unit (GTU) that are entirely locally manufactured before being reused in agriculture ambitions such as landscape irrigation.

This pilot research project was carried out at Faculty of Agriculture, Ain Shams University Cairo, Egypt during the period from 2019 to 2022 to assist the safe reuse of greywater as alternative of fresh water supply for landscape. Two sites were selected to carry out this research project, the Agriculture Faculty Hostel for Girls Students (site 1), and the Faculty Mosque (site 2).

Aims of this study are (a) implementing techniques for the collection, purification and reuse of greywater as an unconventional source to irrigate green areas (b) evaluating the performance and the efficiency of the two greywater treatment units (GTU) that are entirely locally manufactured by monitoring the quality and the quantity of both influent and effluent greywater through physico-chemical and microbial analyses to determine the suitability of the treated greywater (TGW) for irrigating green areas. The physico-chemical analysis parameters used were COD, BOD, TSS, TDS, SAR, Heavy metals and NTU, as for the microbial analyses parameters they were Total Plate Count (TPC), *Bacillus cereus*, *Campylobacter* sp., *Clostridium perfringens*, *E. coli*, *Legionella* sp., *Pseudomonas* sp., *Salmonella typhimurium*, *Shigella* sp., *Streptococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. (c) investigating the potential effects of TGW compared to fresh tap water (FTW) on the growth of two ornamental plants, *Epipremnum aureum* and *Syngonium podophyllum* grown in pots used for landscaping. (d) considering the greywater irrigation system as an educational tool for students of graduation projects.

The results indicated that the raw greywater treatment stages in the greywater treatment unit (GTU) are divided into 3 stages: 1. filtration and purification using sand filter, carbon filter and microbiological filter (10 microns). 2. ultrafiltration stage with UF membrane technology (up to less than 0.01 micron) 3. sterilization stage, the produced water is passing through an ultraviolet light device to sterilize the produced water.

After discussing the results of physico-chemical and the microbial analyses, it was shown that the raw greywater extracted from the two studied sites was classified as light, not heavy polluted greywater according to the Resolution No. 44 of 2000 of the Ministry of Housing, Utilities and Urban Communities - Article No. (15) regarding the general requirements and standards that must be met in sewage liquid waste that is reused for agricultural purposes.

1 Prof. Emeritus of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, E-mail: zeinab_behairy@agr.asu.edu.eg , z_behairy@yahoo.com , Tel: + 20 12 2288 0477

2 Prof. Emeritus of Microbiology, Department of Microbiology, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, E-mail: rawiagamal123@gmail.com, Tel: + 20 12 2214 9058

3 Prof. Emeritus of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, Email: Ah1960072@yahoo.com , Tel: +20 11 2882 1305

In addition, the water extracted from the Agriculture Faculty Hostel for Girls Students (site 1) was somewhat polluted compared to the water extracted from the Faculty Mosque (site 2).

The results also showed that GTU gave better percent removal of BOD at 80.36%, COD at 63.78%, TSS at 62%, chloride at 48.44% and NTU at 97.17% for the raw greywater of site 1 and removal of BOD at 71.33%, COD at 50%, TSS at 56.25%, chloride at 67.31% and NTU at 72.68% for the raw greywater of site 2. This conclusion is reinforced by the absence from the pathogenic microbes under the study. So, this TGW is not only suitable for irrigating the green areas and wooden trees, but also, suitable to irrigate plants that are eaten raw (all kinds of plants, crops, fodders, and green pastures grown in all types of soil).

Concerning the calculation of the quantities of greywater that were treated and extracted from the two research sites 1 and 2, they were estimated at approximately 12-20 m³/day and about 10-15 m³/day, respectively. Using these quantities will save the amounts of tap fresh water used in irrigation.

After achieving the optimum conditions, an experiment was set up to study the effect of irrigation with TGW comparing it with irrigation with fresh tap water (FTW) on the growth of the *Epipremnum aureum* and *Syngonium podophyllum* plants using for land scaping.

Results showed that irrigation with TGW gave better significant growth on stem length, number of leaves and leaf surface area for *Epipremnum aureum* plants. These increases reached to about 24%, 37.9% and 20.9% respectively as compared with tap fresh water. As for the *Syngonium podophyllum* the significant percentage increase of number of leaves and stem length were 27.3% and 21.9% respectively as compared with tap fresh water.

Conclusion

Treatment Greywater Unit (TGU) appears to be impacting, serviceable and suitable for treating polluted greywater.

Recommendation

Applying greywater treatment system on a large scale, especially in places that face water scarcity.

Keywords: Greywater reuse; Greywater treatment unit; Physico-chemical and microbial analyses; *Epipremnum aureum* and *Syngonium podophyllum* ornamental plants.

RÉSUMÉ

Des concepts et des technologies innovants sont impérativement nécessaires pour faire face à la pénurie d'eau qui s'aggrave en Égypte en raison de la démographie en fort accroissement et de l'aggravation des problèmes géopolitiques liés à l'eau. Les eaux grises (GW) représentent 70% de la consommation des ménages et peuvent fournir à l'Égypte entre 4,15 et 8,30 milliards de mètres cubes par an. Elles pourraient donc être traitées correctement par des unités de traitement des eaux grises (GTU) entièrement fabriquées localement avant d'être réutilisées à des fins agricoles telles que l'irrigation du paysage.

Ce projet de recherche pilote a été mené à la Faculté d'Agriculture de l'Université Ain Shams du Caire, en Égypte, de 2019 à 2022; afin d'aider à la réutilisation sûre des eaux grises comme source alternative d'approvisionnement en eau douce pour le paysage. Deux sites ont été retenus pour mener à bien ce projet de recherche; notamment le Foyer de la Faculté d'agriculture pour les étudiantes (site 1) et la Mosquée de la Faculté (site 2).

Les objectifs de cette étude sont (a) la mise en œuvre de techniques pour la collecte, la purification et la réutilisation des eaux grises comme source non conventionnelle pour irriguer les espaces verts (b) l'évaluation de la performance et de l'efficacité des deux unités de

traitement des eaux grises (GTU) qui sont entièrement fabriquées localement en surveillant la qualité et la quantité des eaux grises affluentes et effluente par des analyses physico-chimiques et microbiennes pour déterminer l'adéquation des eaux grises traitées (TGW) pour l'irrigation des espaces verts. Les paramètres d'analyse physico-chimique utilisés sont la COD, la BOD, les TSS, le TDS, le SAR, les métaux lourds et le NTU, tandis que les paramètres d'analyse microbienne sont le Total Plate Count (TPC), *Bacillus cereus*, *Campylobacter* sp., *Clostridium perfringens*, *E. coli*, *Legionella* sp., *Pseudomonas* sp., *Salmonella typhimurium*, *Shigella* sp., *Streptococcus faecalis* et *Staphylococcus aureus*. (c) l'étude des effets potentiels des eaux grises traitées (TGW) par rapport à l'eau douce du robinet (FTW) sur la croissance de deux plantes ornementales, *Epipremnum aureum* et *Syngonium podophyllum*, cultivées dans des pots utilisés pour l'aménagement paysager. (d) la possibilité de considérer le système d'irrigation par les eaux grises comme un outil pédagogique pour les étudiants dans le cadre de leurs projets de fin d'études.

Les résultats indiquent que les étapes de traitement des eaux grises brutes dans l'unité de traitement des eaux grises (GTU) sont divisées en 3 étapes : 1. filtration et purification en utilisant un filtre à sable, un filtre à charbon et un filtre microbiologique (10 microns). 2. étape d'ultrafiltration avec la technologie de membrane UF (jusqu'à moins de 0,01 micron) 3. étape de stérilisation, l'eau produite passe à travers un dispositif de lumière ultraviolette pour stériliser l'eau produite.

Après les discussions tenues concernant les résultats des analyses physico-chimiques et microbiennes, il a été constaté que les eaux grises brutes extraites des deux sites étudiés ont été classées comme des eaux grises polluées légères et non lourdes selon la Résolution No. 44 de 2000 du Ministère du Logement, des Services Publics et des Communautés Urbaines - Article No. (15) concernant les exigences générales et les normes qui doivent être respectées pour les déchets liquides d'eaux usées qui sont réutilisés à des fins agricoles. En outre, l'eau extraite du Foyer de la Faculté d'agriculture pour les étudiantes (site 1) était quelque peu polluée par rapport à l'eau extraite de la Mosquée de la faculté (site 2).

Les résultats ont également montré que le GTU a présenté un meilleur pourcentage d'élimination de la DBO à 80,36%, de la COD à 63,78%, des TSS à 62%, du chlorure à 48,44% et du NTU à 97,17% pour les eaux grises brutes du site 1 et une élimination de la DBO à 71,33%, de la COD à 50%, des TSS à 56,25%, du chlorure à 67,31% et du NTU à 72,68% pour les eaux grises brutes du site 2. Cette conclusion est renforcée par l'absence des microbes pathogènes dans le cadre de l'étude. Ainsi, cette eau grise traitée (TGW) ne convient pas seulement à l'irrigation des espaces verts et des arbres en bois, mais aussi à l'irrigation des plantes consommées crues (toutes sortes de plantes, de cultures, de fourrages et de pâturages verts cultivés sur tous les types de sol).

En ce qui concerne le calcul des quantités d'eaux grises traitées et extraites des deux sites de recherche 1 et 2, elles ont été estimées à environ 12-20 m³/jour et environ 10-15 m³/jour, respectivement. L'utilisation de ces quantités permettra d'économiser les quantités d'eau douce du robinet utilisées pour l'irrigation.

Après la réalisation des conditions optimales, une expérience a été mise en place pour étudier l'effet de l'irrigation avec l'eau grise traitée (TGW) par rapport à l'irrigation à l'eau douce du robinet (FTW) sur la croissance des plantes *Epipremnum aureum* et *Syngonium podophyllum* utilisées pour l'aménagement paysager.

Les résultats ont montré que l'irrigation avec l'eau grise traitée (TGW) a mené à une meilleure croissance significative de la longueur des tiges, du nombre de feuilles et de la surface des feuilles des plantes *Epipremnum aureum*. Ces augmentations ont atteint environ 24%, 37,9% et 20,9% respectivement par rapport à l'eau douce du robinet. En ce qui concerne *Syngonium podophyllum*, le pourcentage significatif de l'augmentation du nombre de feuilles et de la

longueur de la tige était de 27,3% et 21,9% respectivement par rapport à l'eau douce du robinet (FTW).

Conclusion

L'unité de traitement des eaux grises (TGU) semble avoir un impact, être en bon état de fonctionnement et adaptée au traitement des eaux grises polluées.

Recommandation

L'application d'un système de traitement des eaux grises à grande échelle, en particulier dans les endroits qui font face à la pénurie d'eau.

Mots clés: Réutilisation des eaux grises; Unité de traitement des eaux grises; Analyses physico-chimiques et microbiennes; Plantes ornementales *Epipremnum aureum* et *Syngonium podophyllum*.

SIMULATION OF WATER QUALITY BY DEVELOPING A MODELING FOR IRRIGATION WATER SUPPLY AND RELATING ITS POLLUTION CONTROL STRATEGY

SIMULATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU PAR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE MODÉLISATION POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'IRRIGATION ET L'ÉTABLISSEMENT D'UNE STRATÉGIE DE CONTRÔLE DE LA POLLUTION

Tsu-Chuan Lee ¹

ABSTRACT

The paper presents the results of the monitoring data from the Keelung River, including data on water quality and flow, and propose a water quality index and the water quality improvement strategies for an impaired segment of the Keelung River. For the last 5 years, the River Pollution Index (RPI) has indicated a moderate level of pollution for the Taipei city segment of the Keelung River. The percentages achieved for four general items have been as follows: dissolved oxygen (DO) (55.6~73.0%), biochemical oxygen demand (BOD) (87.7~91.0%), ammonia-nitrogen (6.2~17.6%), and suspended solids (SS) (90.5~96.4%). The data showed that the Keelung River between the Dajhieh Bridge and the Bialin Bridge is the main impaired segment. DO depression of the Keelung River has become one of the greatest problems in terms of water quality. In order to address this problem, the water quality analysis simulation program (WASP) was used to evaluate BOD control alternatives at the Keelung River. The BOD loading generated from the catchments was estimated to be 5,702 kg/day, including 2,383 kg/day from point sources, 1,929 kg/day from discharge of the separate municipal storm sewer systems, and 935 kg/day from nonpoint sources (NPS). The objective of the BOD total maximum daily loads (TMDLs) established in this paper is to ensure that the minimum BOD concentration of 5 mg/ L is maintained throughout the impaired segment of the Bialin Bridge in the Keelung River. The results showed that the BOD must be reduced from the hot-spot catchments of Jianguo, Xinsheng, and Jiantan to ensure the critical water quality is attained.

Keywords: Stream; TMDL; Water Quality Modeling; River Pollution Index

RESUME

Ce document présente les résultats obtenus des données de surveillance de la rivière Keelung, y compris les données sur la qualité de l'eau et l'écoulement, et propose un indice de qualité de l'eau et des stratégies d'amélioration de la qualité de l'eau pour un segment dégradé de la rivière Keelung. Au cours des cinq dernières années, l'indice de pollution de la rivière (RPI) a indiqué un niveau modéré de pollution dans le segment de la ville de Taipei de la rivière Keelung. Les pourcentages atteints pour quatre éléments généraux ont été les suivants : oxygène dissous (DO) (55,6~73,0%), demande biochimique en oxygène (DBO) (87,7~91,0%), azote ammoniacal (6,2~17,6%), et solides en suspension (SS) (90,5~96,4%). Les données ont montré que la partie de la rivière Keelung entre le pont Dajhieh et le pont Bialin est le principal segment dégradé. La baisse de l'oxygène dissous (DO) qui se trouve dans la rivière Keelung est devenue l'un des plus grands problèmes en ce qui concerne la qualité de l'eau. Afin de résoudre ce problème, le programme de simulation de l'analyse de la qualité de l'eau (WASP) a été utilisé pour évaluer les alternatives de contrôle de la demande biochimique en oxygène (DBO) dans la rivière Keelung. La charge de DBO générée par les

¹ Taiwan International Institute for Water Education, Taipei 106, Taiwan. Email: tsuchuan.tiwe@gmail.com; Tel.: +886-2-2364-6439

bassins versants a été estimée à 5 702 kg/jour, y compris 2 383 kg/jour provenant de sources ponctuelles, 1 929 kg/jour provenant de décharge des réseaux d'égouts pluviaux municipaux distincts et 935 kg/jour provenant de sources non ponctuelles (NPS). L'objectif des charges journalières maximales totales (TMDL) de DBO établies dans le présent document est de veiller à ce que la concentration minimale de DBO de 5 mg/l soit maintenue dans tout le segment dégradé du pont Bialin dans la rivière Keelung. Les résultats ont montré que la DBO doit être réduite dans les bassins versants des points sensibles de Jianguo, Xinsheng et Jiantan pour garantir la réalisation de la qualité critique de l'eau.

Mots-clés : Fil de l'eau; TMDL; Modélisation de la qualité de l'eau; Indice de pollution fluviale.

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF AGRICULTURAL CROPS IN THE ALAZNI VALLEY, TAKING INTO ACCOUNT THE DYNAMICS OF THE DEGREE OF SOIL SALINITY

ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES CULTURES AGRICOLES DANS LA VALLÉE D'ALAZNI, EN TENANT COMPTE DE LA DYNAMIQUE DU DEGRÉ DE SALINITE DU SOL

Konstantine Bziava,¹ Olga Kharaishvili, Shorena Kupreishvili, and Paata Sichinava

ABSTRACT

In order to analyze the modern state of agriculture in the Alazni Valley (Kakheti Region, Georgia) and to reveal unused reserves as much as possible, a detailed study of the peculiarities of natural and economic conditions is given great importance. The plain of the Alazni Valley is a very difficult and peculiar reclamation area due to its natural and climatic conditions. Due to the peculiarities and diversity of the causes of salinization, it is necessary to use all the ways and methods that are currently known in reclamation practice, and in some cases, it is necessary to develop special measures. The study of salinized zones, agricultural utilization and at the same time protection are included in the list of problematic issues. As a result of long-term research, it was established that only closed drainage on the brackish soils of the Alazni Valley cannot ensure the creation of a normal water-air regime for the plant. In order to improve the quality of such type of soils, it is necessary to develop a strengthening measure for the removal of surface water. Therefore, it is urgent and very necessary to research new drainage constructions and to develop their cost-effective types for the improvement of salinized soil-ground melioration properties. The carried out scientific studies determined the content of dry residue (%) for different agricultural crops, for drained and non-drained soils; The dynamics of soil salinization-desalination processes in connection with seasonality and climatic components of the year were analyzed, and the results obtained based on the analyzes were graphically depicted.

Key words: saline soil; irrigation; drainage; surface water; ground water.

RESUME

Afin d'analyser l'état moderne de l'agriculture dans la vallée d'Alazni (région de Kakheti, Géorgie) et de révéler autant que possible les réserves inutilisées, une grande importance est accordée à une étude détaillée des traits distincts des conditions naturelles et économiques. La plaine de la vallée d'Alazni est une zone de la remise en état très difficile et particulière en raison de ses conditions naturelles et climatiques. En raison des traits distincts et de la diversité des causes de la salinisation, il est nécessaire d'utiliser tous les moyens et méthodes actuellement connus dans la pratique de la remise en état et, dans certains cas, il est nécessaire de développer des mesures spéciales. L'étude des zones salinisées, l'utilisation agricole et en même temps la protection font partie de la liste des problématiques. À la suite de recherches à long terme, il a été établi que seul un drainage fermé sur les sols saumâtres de la vallée d'Alazni ne peut garantir la création d'un régime eau-air normal pour la plante. Afin d'améliorer la qualité de ce type de sols, il est nécessaire de développer une mesure de renforcement pour éliminer les eaux de surface. Par conséquent, il est urgent et très nécessaire de rechercher de nouvelles constructions de drainage et de développer leurs types rentables pour l'amélioration des propriétés d'amélioration des sols salinisés. Les études scientifiques réalisées ont déterminé la teneur en résidus secs (%) pour différentes cultures agricoles, pour des sols drainés et non drainés; La dynamique des processus de

¹ k.bziava@gtu.ge

salinisation-dessalement du sol en relation avec le caractère saisonnier et les composantes climatiques de l'année a été analysée, et les résultats obtenus sur la base des analyses ont été représentés de manière très réaliste.

Mots clés : Sol salin; Irrigation; Drainage; Eau de surface; Eau souterraine.

USE TWW (TREATED WASTE WATER) TO FLOURISH GREENERY VIA DRIP-SPRINKLER!

UTILISATION DES EAUX USEES TRAITEES (TWW) AFIN DE BIEN VENIR
LA VERDURE GRACE A L'ASPERSEUR GOUTTE A GOUTTE

Yewalekar Dilip¹, and Kinge Manisha²

ABSTRACT

Till the end of 19th Century, the Central / State Government, Environment, and Pollution Control Board were not so active and serious in controlling, monitoring, and implementing laws and regulations on pollution and the environment for industries, municipalities, and corporations, in India to dispose of & treat liquid and solid waste in a systematic way without creating additional waste in a scientific. There was not much awareness / public domain available on the use of TWW water for landscape, green belt, and agriculture. It is a common trend followed by many industries, municipal councils & corporations, effluent water is simply being disposed of without treatment into a subsidiary of streams or rivers without further thought and caring about the side effects of polluting down streams. The most live example is the Holly River, Ganga & Yamuna called 'Victim Rivers' by man-made pollution as a live learning example!

Recently, many countries have taken the initiative to implement wastewater treatment and reuse it for landscape, gardens & agricultural purposes. Glasgow, 10th Nov 2021-The UNEP, and India signed an agreement on climate change and committed to achieving the target of SDG 6.3. Since 1980, India has initiated the treatment of wastewater and re-use for irrigation of lawns, gardens, landscapes, and forestry at Chennai Municipal Corporation. Many research institutes e.g. Indian Agricultural Research Institute, Karnal, University of Agricultural Science, Dharwad, have carried out research work on the use of TWW for agriculture purposes. Now State/Central Governments are tightening norms and making it mandatory to implement Waste Water Treatment and reuse TWW (Treated Waste Water) for Landscapes, Gardens, Green belts, and agriculture. The sad thing is, still many industries have a hesitant mind-set toward using TWW instead of fresh water and are following the conventional/crude methods of irrigation to maintain greenery. I saw a message on the hoardings/wall while traveling to Delhi, Mumbai, and Hyderabad, '*Harit Mumbai, Harit Delhi (keep the city green).....!*' There is no meaning in it without using TWW.

The said article fosters the Industrialists, Municipal Councils, Corporations, and State/Central Governments to prioritize the use of TWW to maintain greenery around by using Drip-Sprinkler-Pop-up Sprinkler Irrigation system. This will help to overcome the problem of water pollution, stabilize the environment, and meet the targeted norms of SDG! The said article enumerates the fundamentals of wastewater treatment, Quality parameters, and Design criteria of Greenery Irrigation (Drip-Sprinklers-Pop-up Sprinklers) with features, benefits, and overall social economics and will help the decision makers, architects, and engineers to add to the planning.

Keywords : Glasgow, UNEP, SGD, Greenery, Pop Sprinkler, Pollution

RESUME

Jusqu'à la fin du 19^e siècle, le gouvernement central et les gouvernements des États, le Bureau de l'environnement et du contrôle de la pollution n'étaient pas aussi actifs et sérieux dans le contrôle, la surveillance et la mise en œuvre des lois et des règlements sur la pollution

1 Senior Vice President, Jain Irrigation Systems Ltd, India, Email: yewalekar.dilip@jains.com.

2 Project Engineer, Jain Irrigation Systems Ltd, India, Email: kinge.manisha@jains.com

et l'environnement en ce qui concerne les industries, les municipalités et les entreprises en Inde afin d'éliminer et de traiter les déchets liquides et solides de manière systématique sans créer de déchets supplémentaires de manière scientifique. Il n'y avait pas beaucoup de sensibilisation / domaine public disponible concernant l'utilisation de l'eau usées traitées (TWW) pour le paysage, la ceinture verte et l'agriculture. Il s'agit d'une tendance commune suivie par de nombreuses industries, conseils municipaux et sociétés, l'eau des effluents étaient simplement rejetée sans traitement dans des ruisseaux ou des rivières tributaires sans réfléchir davantage et sans se soucier des effets secondaires exercés par la pollution sur les cours d'eau en aval. L'exemple le plus concret est celui des rivières saintes, Ganga et Yamuna, appelées «rivières victimes» de la pollution causée par l'homme.

Récemment, de nombreux pays ont pris l'initiative de mettre en œuvre le traitement des eaux usées et de les réutiliser pour l'aménagement paysager, les jardins et l'agriculture. Glasgow, 10 novembre 2021 - Le PNUE et l'Inde ont signé un accord sur le changement climatique et se sont engagés à atteindre l'objectif de l'ODD 6.3. Depuis 1980, l'Inde a initié le traitement des eaux usées et leur réutilisation pour le but de l'irrigation des pelouses, des jardins, des paysages et de la sylviculture au sein de la Corporation municipale de Chennai. De nombreux instituts de recherche, tels que l'Institut indien de recherche agricole, Karnal; l'Université des sciences agricoles, Dharwad, ont mené des travaux de recherche sur l'utilisation des eaux usées traitées (TWW) à des fins agricoles. Aujourd'hui, les gouvernements des États/central renforcent les normes et rendent obligatoire le traitement des eaux usées et la réutilisation des eaux usées traitées pour les paysages, les jardins, les ceintures vertes et l'agriculture. Ce qui est triste, c'est que de nombreuses industries hésitent encore à utiliser les eaux usées traitées au lieu de l'eau douce et suivent les méthodes conventionnelles/brutes d'irrigation pour maintenir la verdure. Lors de mes déplacements à Delhi, Mumbai et Hyderabad, j'ai vu un message sur les panneaux ou les murs : «Harit Mumbai, Harit Delhi (gardez la ville verte).....» ! Ce message n'a aucun sens si les eaux usées traitées (TWW) ne sont pas utilisées.

Cet article encourage les industriels, les conseils municipaux, les entreprises et les gouvernements des États/central à accorder la priorité à l'utilisation des eaux usées traitées (TWW) pour maintenir les espaces verts environnants en utilisant le système d'irrigation par asperseur goutte-à-goutte, par asperseur escamotable. Cela permettra à résoudre le problème de la pollution de l'eau, à stabiliser l'environnement et à atteindre les normes visées par les Objectifs du développement durable (ODD)! Cet article énumère les principes fondamentaux du traitement des eaux usées, les paramètres de qualité et les critères de conception de l'irrigation des espaces verts (asperseur goutte-à-goutte, asperseur escamotable) avec les caractéristiques, les avantages et l'économie sociale globale. Cela aidera les décideurs, les architectes et les ingénieurs à contribuer à la planification.

Mots-clés : Glasgow; PNUE; SGD; Verdure; Asperseur escamotable; Pollution.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.64.3: Empowerment of Farmers / Autonomisation des agriculteurs

INDEX OF ABSTRACT

	Page No.
R.64.3.01 INNOVATIVE APPROACH TOWARDS CAPACITY BUILDING OF FARMERS FOR LONG TERM SUSTAINABILITY OF PRESSURIZED PIPE DISTRIBUTION IRRIGATION PROJECTS APPROCHE INNOVATRICE VERS LE RENFORCEMENT DES CAPACITÉS DES AGRICULTEURS POUR LA DURABILITÉ À LONG ROJETS D'IRRIGATION DE DISTRIBUTION PAR TUYAUX SOUS PRESSION <i>A.K. Upmanyu, Arvind Upmanyu, Rakesh Govind Kolhe (India)</i>	153
R.64.3.02 CHALLENGES OF WATER SCARCITY, COMMUNITY BASED MICRO IRRIGATION AND CAPACITY BUILDING IN PIM – ROLE OF WALMI DHARWAD, KARNATAKA, INDIA DEFIS DE LA PENURIE DE L'EAU, DE LA MICRO IRRIGATION À LA BASE COMMUNAUTAIRE ET DU RENFORCEMENT DES CAPACITÉS EN MATIÈRE DE PIM - RÔLE JOUÉ PAR WALMI DHARWAD, KARNATAKA, INDE <i>Amminabhavi Rajesh, Poddar Rajendra Bhandiwaddar B.y Andhut Tanagoudar Mahadevgouda (India)</i>	155
R.64.3.03 'SERIOUS GAMING' TO PROMOTE ECONOMICALLY VIABLE, LESS WATER INTENSIVE CROPS «JEU SÉRIEUX» POUR PROMOUVOIR DES CULTURES ÉCONOMIQUEMENT VIABLES ET MOINS CONSOMMATRICES D'EAU <i>Matham, Pavan Kumar, Kolagani, Nagesh and Soham Adla (India)</i>	157
R.64.3.04 CAPACITY DEVELOPMENT OF SRI LANKAN FARMERS IN IRRIGATED AGRICULTURE SECTOR THROUGH INFORMATION, EDUCATION AND COMMUNICATION RENFORCEMENT DES CAPACITÉS DES AGRICULTEURS AU SRI LANKA DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE PAR LE BIAIS DE L'INFORMATION, DE L'ÉDUCATION ET DE LA COMMUNICATION <i>Meegastenna Talatha Janaki (Sir Lanka)</i>	159
R.64.3.05 EMPOWERMENT OF FARMERS THROUGH PARTICIPATORY IRRIGATION MANAGEMENT IN BIHAR, INDIA AUTONOMISATION DES AGRICULTEURS GRÂCE À LA GESTION PARTICIPATIVE DE L'IRRIGATION DANS L'ÉTAT DE BIHAR, EN INDE <i>Roy, Lal Bahadur and. Singh, Abhinav Prakash (India)</i>	161
R.64.3.06 CAPACITY DEVELOPMENT OF WATER USER ASSOCIATIONS UNDER APIIATP RENFORCEMENT DES CAPACITÉS DES ASSOCIATIONS DES USAGERS D'EAU DANS LE CADRE DE L'APIIATP <i>P.S. Raghavaiah, Saroj K. Nayak, and Shashi Kiran (India)</i>	163
R.64.3.07 INSTITUTIONAL STRENGTHENING OF WATER USER ASSOCIATIONS UNDER APIIATP THROUGH APFMIS ACT, 1997 RENFORCEMENT INSTITUTIONNEL DES ASSOCIATIONS DES USAGERS DE L'EAU DANS LE CADRE DE L'APIIATP PAR LE BIAIS DE LA LOI APFMIS DE 1997 <i>P.S. Raghavaiah, Saroj K Nayak And Perapogu Chandra Shekhar (India)</i>	165

- R.64.3.08 ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF FARMER EDUCATION PROGRAMS ON LOW-CARBON RICE PADDY WATER MANAGEMENT PRACTICES IN SOUTH KOREA** 166
 ÉVALUATION DE L'EFFICACITE DES PROGRAMMES D'EDUCATION DES AGRICULTEURS SUR LES PRATIQUES DE LA GESTION DE L'EAU DES RIZIERES A FAIBLE EMISSION DE CARBONE EN COREE DU SUD
Seulgi Lee, Golden Odey, and Kyung-Sook Choi (South Korea)
- R.64.3.09 THE ADDED VALUE PROVIDED IN THE AGRICULTURE SECTOR BY THE MODERN IRRIGATION SYSTEMS** 168
 VALEUR AJOUTEE APPORTEE AU SECTEUR AGRICOLE PAR LES SYSTEMES D'IRRIGATION MODERNES
Fazilet UnluAuthor (Turkey)
- R.64.3.10 SHORTCOMINGS OF WATER DISTRIBUTION SYSTEM IN BENIN: THE NEED OF COMMUNITY CAPACITY DEVELOPMENT FOR ENSURING THEI ACTIVE PARTICIPATION.** 170
 INSUFFISANCES DU SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU AU BENIN : LA NECESSITE DE RENFORCER LES CAPACITES DES COMMUNAUTES POUR ASSURER LEUR PARTICIPATION ACTIVE
Ella Sede Maforikan, Dossa Armand Makponse, andChristian Anthony-Krueger, Ali Hammani (Morocco)
- R.64.3.11 ASSESSING THE ALTERNATIVE WATER RESOURCES THAT CANBE TAPPED FOR IRRIGATED AGRICULTURE AS A WAY TO EMPOWER SMALL-SCALE FARMERS IN EASTERN PROVINCE OF ZAMBIA** 171
 EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU ALTERNATIVES QUI PEUVENT ETRE EXPLOITEES POUR L'AGRICULTURE IRRIGUEE COMME MOYEN D'AUTONOMISER LES PETITS EXPLOITANTS AGRICOLES DANS LA PROVINCE ORIENTALE DE LA ZAMBIE
Chungu Bernard (Zambia)
- R.64.3.12 SILVOPASTURE SYSTEM RAINFALL, VEGETATION AND GRAZING CAPACITY STATUSES IN THREE SOUTH AFRICA NPROVINCES** 173
 SYSTEME DE SYLVOPATURAGE: ÉTAT DES PRÉCIPITATIONS,DE LA VÉGÉTATION ET DE LA CAPACITÉ DE PÂTURAGE DANS TROIS PROVINCES SUD-AFRICAINES
Maponya Phokele, Mongwaketsi Kgosi, Tahulela Takalani, Nkuna Thabo and Olivier Nico (South Africa)
- R.64.3.13 EMPOWERING FARMERS THROUGH ICT IN INDIAN AGRICULTURE – A STUDY** 175
 AUTONOMISER LES AGRICULTEURS GRÂCE AUX TIC DANS L'AGRICULTURE INDIENNE - UNE ÉTUDE
Ranganatha Magadi (India)
- R.64.3.14 ASSESMENT OF PRODUCTIVE EFFICIENCY OF MODERN IRRIGATION SCHEMES: A CASE STUDY FROM TURKIYE** 178
 EVALUATION DE L'EFFICACITE PRODUCTIVE DES SYSTEMES D'IRRIGATION MODERNES : ETUDE DE CAS EN TURQUIE
Fayrap, Aynur, and Abdurrahman Kara (Turkey)



INNOVATIVE APPROACH TOWARDS CAPACITY BUILDING OF FARMERS FOR LONG TERM SUSTAINABILITY OF PRESSURIZED PIPE DISTRIBUTION IRRIGATION PROJECTS

APPROCHE INNOVATRICE VERS LE RENFORCEMENT DES CAPACITÉS DES AGRICULTEURS POUR LA DURABILITÉ À LONG TERME DES PROJETS D'IRRIGATION DE DISTRIBUTION PAR TUYAUX SOUS PRESSION

A.K. Upmanyu¹, Arvind Upmanyu², and Rakesh Govind Kolhe³

ABSTRACT

In order to improve farm income and livelihood security, Jal Shakti Department as well as various State Govt. Water Resources Departments are implementing multiple pressurized pipe distribution irrigation projects on a large-scale community approach basis. This will be facilitated to a great extent by a demand-driven technology and its transfer to farmers with a focus on convergence of integrated service delivery. Under these pressurized networks, outlet management systems have been designed and implemented with considerable advantages as compared to traditional systems. In fact, these networks guarantee better services to the users with higher water distribution efficiency. Hence it is essential to provide assured irrigation for the entire life period of the system and for the success of these projects.

This paper attempts to illustrate the importance of the implementation support activities in understanding the rotational irrigation management system for beneficiary farmers and make increase their confidence to adopt farm pressurized irrigation systems. Co-operative Irrigation System to be managed by the farmers' Water Users Association on a rotational basis. Based on the experiences of multiple such projects, this paper illustrates the linkages between departments, implementing agencies and the beneficiaries in an innovative way. The linkages between all the partners including beneficiaries need to be strengthened with the social acceptance of community-based rotational irrigation management. Hence it is very important that implementing agencies must facilitate new innovative tier/structural systems through frontline demonstrations, trainings & awareness programs and other initiatives with farmers' involvement as illustrated in this paper for the success and long-term sustainability of these projects.

Keywords: Water use efficiency, pressurized irrigation network, smart communication technology

RESUME

Afin d'améliorer les revenus agricoles et la sécurité des moyens de subsistance, le département Jal Shakti ainsi que divers départements chargés des ressources en eau du gouvernement de l'État mettent en œuvre de multiples projets d'irrigation de distribution par tuyaux sous pression sur la base d'une approche communautaire à grande échelle. Ces projets seront facilités dans une large mesure par une technologie axée sur la demande et son transfert aux agriculteurs, en mettant l'accent sur la convergence de la prestation des services intégrés. Dans le cadre de ces réseaux sous pression, des systèmes de gestion des exutoires ont

1 Ashwani Kumar Upmanyu, Retd. Chief Engineer, Water Resources Department, Madhya Pradesh, India

2 Arvind Upmanyu, Chief Engineer, Water Resources Department, Madhya Pradesh, India

3 Rakesh Govind Kolhe, General Manager, Saisanket Industries Pvt. Ltd., Mumbai, Maharashtra, India

été conçus et mis en œuvre avec des avantages considérables par rapport aux systèmes traditionnels. En effet, ces réseaux garantissent de meilleurs services aux usagers avec une plus grande efficacité de distribution de l'eau. Il est donc essentiel de garantir l'irrigation pendant toute la durée de vie du système et d'assurer la réussite de ces projets.

Ce document tente d'illustrer l'importance de la mise en œuvre des activités de soutien dans la compréhension du système de gestion de l'irrigation par rotation pour les agriculteurs bénéficiaires et d'accroître leur confiance dans l'adoption des systèmes d'irrigation sous pression à la ferme. Il s'agit d'un système d'irrigation coopératif qui doit être géré par l'association des usagers d'eau des agriculteurs sur une base de rotation. Sur la base des expériences obtenues de multiples projets de ce type, ce document illustre les liens qui existent entre les départements, les agences de mise en œuvre et les bénéficiaires d'une manière innovatrice. Les liens entre tous les partenaires, y compris les bénéficiaires, doivent être renforcés par l'acceptation sociale de la gestion communautaire de l'irrigation par rotation. Il est donc très important que les agences de mise en œuvre facilitent la mise en place de nouveaux systèmes structurels innovateurs par le biais de démonstrations de première ligne, de programmes de formation et de sensibilisation et d'autres initiatives avec la participation des agriculteurs, comme illustré dans ce document, pour assurer le succès et la durabilité à long terme de ces projets.

Mots-clés : Efficacité de l'utilisation de l'eau; Réseau d'irrigation sous pression; Technologie de communication intelligente

CHALLENGES OF WATER SCARCITY, COMMUNITY BASED MICRO IRRIGATION AND CAPACITY BUILDING IN PIM – ROLE OF WALMI HARWAD, KARNATAKA, INDIA

DEFIS DE LA PENURIE DE L'EAU, DE LA MICRO IRRIGATION À LA BASE COMMUNAUTAIRE ET DU RENFORCEMENT DES CAPACITES EN MATIERE DE PIM - ROLE JOUE PAR WALMI DHARWAD, KARNATAKA, NDE

Amminabhavi Rajesh, Poddar Rajendra, Bhandiwaddar B.Y.,
and Huttanagoudar Mahadevgouda¹

ABSTRACT

Irrigation in India has been developed as canal distribution network from rivers, dams and reservoirs for the purpose of carrying water mostly through gravity up to outlets and from outlets to agricultural field through water courses or field channels. In earlier times canals were unlined; later these canals have been improved by lining to increase their water carrying efficiency which led to extend water supply to additional area which had not been irrigated previously. There is no further scope in improving the efficiency of the existing canal network. Therefore, the overall efficiency that can be achieved by canal conveyance and distribution has reached the upper limit which is about 35-60%. With the increase in demand on limited water supplies, there is an urgent need for its efficient utilization by reducing losses at various reaches in the irrigation system. Field application of water through micro irrigation methods improves overall efficiency of the project to a notable extent.

In this context Government of Karnataka has implemented several community based micro irrigation (MI) projects across the state, otherwise which would have not been possible from individual farmers to install micro irrigation system. Irrigated agriculture is an interdisciplinary activity which demands the knowledge of agriculture and engineering. In case of community based micro irrigation projects, awareness and cooperation and community involvement are needed for the success of micro irrigation projects. Participatory Irrigation Management is the key in this area. Micro irrigation requires systematic knowledge for its operation and practice. Water and Land Management Institute (WALMI), Dharwad under the Water Resources Department, Karnataka is involved in capacity building of stakeholders from a farmer to maintenance engineer by conducting trainings, field visits, workshops, publications and field demonstrations in the micro irrigation command areas for effectiveness and Success of the micro irrigation projects. Result of capacity building activities has shown substantial changes among majority members of the farming community about importance of the community based micro irrigation projects. Therefore, capacity building has to be priority in ensuring success of these projects.

Keywords: Community based Micro Irrigation, WALMI, PIM

RESUME

En Inde, l'irrigation a été développée sous forme d'un réseau de distribution de canaux à partir de rivières, de barrages et de réservoirs pour transporter l'eau principalement par gravité jusqu'aux exutoires et des exutoires jusqu'aux champs agricoles par le biais de cours d'eau ou de canaux de champ. Auparavant, les canaux n'étaient pas revêtus ; par la suite, ils ont été améliorés par un revêtement afin d'augmenter leur efficacité de transport de l'eau, ce qui a permis d'étendre l'approvisionnement en eau à de nouvelles zones qui n'avaient pas

¹ E-mail: mbhuttanagoudar@gmail.com

été irriguées auparavant. Il n'est plus possible d'améliorer d'avantage l'efficacité du réseau de canaux existant. Par conséquent, l'efficacité globale qui peut être atteinte par le transport et la distribution par le canal a atteint la limite supérieure qui est d'environ 35-60%. Avec l'augmentation de la demande sur les réserves d'eau limitées, il est nécessaire d'utiliser l'eau de manière efficace en réduisant les pertes à différents niveaux du système d'irrigation. L'application de l'eau sur le terrain par le biais des méthodes de micro-irrigation améliore considérablement l'efficacité globale du projet.

Dans ce contexte, le gouvernement du Karnataka a mis en œuvre plusieurs projets communautaires de micro-irrigation (MI) sur tout le territoire de l'Etat, autrement il n'aurait pas été possible aux agriculteurs individuels d'installer un système de micro-irrigation. L'agriculture irriguée est une activité interdisciplinaire qui exige des connaissances en agriculture et en ingénierie. Dans le cas de projets de micro-irrigation basés sur la communauté, la sensibilisation, la coopération et l'implication de la communauté sont nécessaires pour la réussite des projets de micro-irrigation. La gestion participative de l'irrigation est la clé dans ce domaine. La micro-irrigation requiert des connaissances systématiques pour son fonctionnement et sa pratique. L'Institut de gestion de l'eau et des terres (WALMI), Dharwad, sous l'égide du département des ressources en eau du Karnataka, est impliqué dans le renforcement des capacités des parties prenantes, de l'agriculteur à l'ingénieur de maintenance, en organisant des formations, des visites sur le terrain, des ateliers, des publications et des démonstrations sur le terrain dans les zones de commande de la micro-irrigation, afin d'assurer l'efficacité et la réussite des projets de micro-irrigation. Les résultats des activités de renforcement des capacités ont montré des changements considérables parmi la majorité des membres de la communauté agricole quant à l'importance des projets de micro-irrigation basés sur la communauté. Par conséquent, le renforcement des capacités doit être une priorité pour assurer le succès de ces projets.

Mots clés : Micro-irrigation à la base communautaire, WALMI, PIM.

‘SERIOUS GAMING’ TO PROMOTE ECONOMICALLY VIABLE, LESS WATER INTENSIVE CROPS

«JEU SÉRIEUX» POUR PROMOUVOIR DES CULTURES ÉCONOMIQUEMENT VIABLES ET MOINS CONSOMMATRICES D’EAU

Matham, Pavan Kumar¹, Kolagani, Nagesh² and Soham Adla³

ABSTRACT

Several villages in peninsular India experienced overexploitation of their groundwater aquifers during the last few decades. As a result, they have started experiencing a severe groundwater crisis. One solution to overcome groundwater scarcity is to move away from cultivating water intensive crops and instead to grow rainfed crops. The scarce groundwater resources can then be used to provide critical irrigation to rainfed crops during dry spells. Critical irrigation can also be provided to distant and/or upland farms that do not have access to groundwater resources by transporting groundwater using pipeline networks. This can increase the profitability per drop of groundwater. To promote adoption of such an approach, farmers need to be made aware of its economic viability. However, this requires making farmers process and understand a large amount of information, which is a challenge since many of them are less educated. Interactive visualisation tools can help in this process. ‘Serious gaming’ is one such tool which uses gaming technologies for a purpose other than just pure entertainment. As part of current work, one such game was designed and developed as a tool for use by farmers to analyse various ‘what-if’ scenarios, understand the long-term economic and ecological advantages of the proposed approach and come up with an action plan. It was also used to create awareness among their school-going children who in turn helped their parents. The multi-player game currently is to be played as a board game; a mobile version will be developed subsequently. The game can be played over one or more seasons: Kharif, Rabi and Summer. Usability trials were carried out with potential users and the game was improved iteratively based on the user feedback. Future work involves scaling up use of the game to reach out initially to a large number of school children and subsequently to farmers.

Keywords: Common Pool Resource; Groundwater Crisis; Farmer Empowerment; Scenarios Analysis; Serious Gaming.

RESUME

Plusieurs villages de l’Inde péninsulaire ont connu une surexploitation de leurs aquifères souterrains au cours des dernières décennies. En conséquence, ils ont commencé à connaître une grave crise des eaux souterraines. L’une des solutions pour remédier à la pénurie d’eau souterraine consiste à s’éloigner de la culture à forte intensité d’eau au profit des cultures pluviales. Les rares ressources en eaux souterraines peuvent alors être utilisées pour fournir une irrigation essentielle aux cultures pluviales pendant les périodes de sécheresse. L’irrigation essentielle peut également être fournie aux exploitations éloignées et/ou situées en altitude qui n’ont pas accès aux ressources en eau souterraine, en transportant l’eau souterraine à l’aide de réseaux de canalisations. Cela peut augmenter la rentabilité par goutte d’eau souterraine. Pour promouvoir l’adoption d’une telle approche, les agriculteurs doivent être sensibilisés à sa viabilité économique. Cependant, il nécessite de faire en sorte que les agriculteurs traitent et

1 Research Scholar, Centurion University of Technology and Management, Odisha, India. E-mail: pavanmatham@yahoo.com.

2 Professor, Saveetha School of Engineering, SIMATS University & Consultant, Rural & Agri Initiatives, IIT Madras Research Park, Chennai. E-mail: nagesh.kolagani@alumni.iitm.ac.in.

3 Post-Doctoral Researcher, Section Water Resources, Department of Water Management, Delft University of Technology, The Netherlands. E-mail: s.adla@tudelft.nl.

comprennent une grande quantité d'informations, ce qui est un défi car beaucoup d'entre eux sont moins instruits. Les outils de visualisation interactifs peuvent contribuer à ce processus. Le « jeu sérieux » est l'un de ces outils qui utilise les technologies de jeu à des fins autres que le simple divertissement. Dans le cadre des travaux en cours, un jeu de ce type a été conçu et développé comme un outil à l'usage des agriculteurs pour analyser divers scénarios hypothétiques, comprendre les avantages économiques et écologiques à long terme de l'approche proposée et élaborer un plan d'action. Il a également été utilisé pour sensibiliser les écoliers qui, à leur tour, ont aidé leurs parents. Le jeu multi-joueurs est actuellement un jeu de société; une version mobile sera développée ultérieurement. Le jeu peut être joué sur une ou plusieurs saisons : Kharif, Rabi et Été. Des essais de l'applicabilité ont été réalisés avec des usagers potentiels et le jeu a été amélioré de manière itérative sur la base du retour d'information des usagers. Les travaux futurs impliquent d'étendre l'utilisation du jeu à un grand nombre d'écoliers tout d'abord, et ensuite les agriculteurs.

Mots-clés : Ressource en propriété commune; Crise des eaux souterraines; Autonomisation des agriculteurs; Analyse des scénarios; Jeux sérieux.

CAPACITY DEVELOPMENT OF SRI LANKAN FARMERS IN IRRIGATED AGRICULTURE SECTOR THROUGH INFORMATION, EDUCATION AND COMMUNICATION

RENFORCEMENT DES CAPACITÉS DES AGRICULTEURS AU SRI LANKA DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE PAR LE BIAIS DE L'INFORMATION, DE L'ÉDUCATION ET DE LA COMMUNICATION

Meegastenna TalathaJanaki¹

ABSTRACT

Capacity development programs, particularly those based on Information, Education, and Communication (IEC) initiatives, are highlighted as effective tools for empowering farmers. The paper discusses the potential of IEC initiatives in improving water productivity and enhancing farmers' knowledge and skills. Various irrigation methods and crop selection strategies that can optimize water usage and increase productivity are explored. Additionally, the paper examines collaborative initiatives undertaken by key organizations in Sri Lanka to enhance knowledge and capacity among farmers in the irrigated agriculture sector. Sri Lanka's irrigation history spans three millennia, with a diverse range of water resources supporting its agriculture industry. The focus has shifted from building new irrigation schemes to upgrading existing infrastructure in recent decades. Participatory management strategies acknowledge the critical role of farmers in irrigation solutions. However, conflicts between water users have emerged due to increased demand and climate change impacts. The irrigation sector plays a vital role in ensuring equitable water distribution and sustainable use.

Capacity development programs, particularly IEC initiatives, have proven effective in empowering farmers. These initiatives aim to increase awareness, knowledge, and skills through targeted communication channels. IEC programs can address water productivity by providing farmers with information on climate change, seasonal forecasting, water management practices, crop selection, and irrigation techniques. Effective irrigation methods such as crop diversification, mulching, drip irrigation, and alternative wet and dry methods can be promoted to reduce water wastage and enhance crop yields. Training farmers to select suitable crops for local conditions can also improve overall water productivity.

Key organizations in Sri Lanka have undertaken initiatives to enhance knowledge and capacity among farmers in the irrigated agriculture sector. These initiatives promote interaction, networking, and collaboration within the industry. By fostering partnerships between government agencies, NGOs, research institutions, and farmers, valuable knowledge and resources can be shared. These collaborative efforts contribute to the development of sustainable practices and improved outcomes in irrigated agriculture. Capacity development programs, particularly those based on IEC initiatives, play a critical role in enhancing the knowledge and skills of Sri Lankan farmers in the irrigated agriculture sector. The paper underscores the importance of capacity development in achieving sustainable use of water resources and improving overall water productivity in Sri Lanka's irrigated agriculture sector.

Keywords: Irrigated Agriculture, Water Productivity, Participatory Management, Capacity Development, Communication

RESUME

Les programmes de renforcement des capacités, en particulier ceux basés sur les initiatives d'information, d'éducation et de communication (IEC), sont présentés comme des outils

¹ janakimeega@hotmail.com

efficaces pour autonomiser les agriculteurs. Le document examine le potentiel des initiatives entreprises par l'IEC dans l'amélioration de la productivité de l'eau et le renforcement des connaissances et des compétences des agriculteurs. Diverses méthodes d'irrigation et stratégies de sélection des cultures qui peuvent optimiser l'utilisation de l'eau et augmenter la productivité sont étudiées. En outre, le document examine les initiatives de collaboration entreprises par des organisations clés au Sri Lanka pour améliorer les connaissances et les capacités des agriculteurs dans le secteur de l'agriculture irriguée.

L'histoire de l'irrigation au Sri Lanka s'étend sur trois millénaires, avec un éventail diversifié de ressources en eau soutenant son industrie agricole. Au cours des dernières décennies, l'accent est passé de la construction de nouveaux systèmes d'irrigation à la modernisation des infrastructures existantes. Les stratégies de la gestion participative reconnaissent le rôle essentiel joué par les agriculteurs dans la recherche des solutions d'irrigation. Cependant, des conflits sont apparus entre les usagers d'eau en raison de l'augmentation de la demande et des effets du changement climatique. Le secteur de l'irrigation joue un rôle essentiel dans la distribution équitable de l'eau et son utilisation durable.

Les programmes de renforcement des capacités, en particulier les initiatives d'IEC, se sont avérés efficaces pour autonomiser les agriculteurs. Ces initiatives visent à accroître la sensibilisation, les connaissances et les compétences grâce aux voies de communication ciblées. Les programmes d'IEC peuvent aborder la question de la productivité de l'eau en fournissant aux agriculteurs des informations sur le changement climatique, les prévisions saisonnières, les pratiques de gestion de l'eau, la sélection des cultures et les techniques d'irrigation. Des méthodes d'irrigation efficaces telles que la diversification des cultures, le paillage, l'irrigation goutte-à-goutte et les méthodes alternatives humides et sèches peuvent être encouragées afin de réduire le gaspillage d'eau et d'améliorer le rendement agricole. La formation des agriculteurs à la sélection de cultures adaptées aux conditions locales peut également améliorer la productivité globale de l'eau.

Des organisations clés au Sri Lanka ont entrepris des initiatives pour améliorer les connaissances et les capacités des agriculteurs dans le secteur de l'agriculture irriguée. Ces initiatives favorisent l'interaction, la mise en réseau et la collaboration au sein de l'industrie. En encourageant les partenariats entre les agences gouvernementales, les ONG, les instituts de recherche et les agriculteurs, il est possible de partager des connaissances et des ressources précieuses. Ces efforts de collaboration contribuent au développement de pratiques durables et à l'amélioration des résultats de l'agriculture irriguée. Les programmes de développement des capacités, en particulier ceux basés sur des initiatives d'IEC, jouent un rôle essentiel dans l'amélioration des connaissances et des compétences des agriculteurs sri-lankais dans le secteur de l'agriculture irriguée. Ce document met l'accent sur l'importance du développement des capacités pour parvenir à une utilisation durable des ressources en eau et améliorer la productivité globale de l'eau dans le secteur de l'agriculture irriguée au Sri Lanka.

Mots-clés : Agriculture irriguée; Productivité de l'eau; Gestion participative; Renforcement des capacités; Communication

EMPOWERMENT OF FARMERS THROUGH PARTICIPATORY IRRIGATION MANAGEMENT IN BIHAR, INDIA

AUTONOMISATION DES AGRICULTEURS GRÂCE À LA GESTION PARTICIPATIVE DE L'IRRIGATION DANS L'ÉTAT DE BIHAR, EN INDE

Roy, Lal Bahadur¹ and. Singh, Abhinav Prakash²

ABSTRACT

Poor-performing irrigation projects in India require technical, managerial, and institutional support on an urgent basis. PIM can help improve the performance of such irrigation projects. In recent years, participatory irrigation management has gained momentum as a strategy to improve the performance of irrigation systems, increase water use efficiency, and promote equitable water distribution among farmers. This approach involves the active involvement of farmers and other stakeholders in the planning, implementation, and management of irrigation systems.

The state of Bihar, located in the eastern region of India, is the 12th largest state in the country and is prone to floods and drought. It has primarily an agrarian economy with agriculture contributing 24% of the state's GDP and irrigation is essential for agricultural production. However, Bihar's irrigation potential is being underutilized due to improper management of irrigation systems. In Bihar, the experiment of PIM in the Paliganj distributary was attempted as a local initiative by WALMI funded by USAID and the need for an overall state policy and strategic plan was realized. Therefore, PIM has been implemented through the formation of water user associations (WUAs) and farmer's organizations (FOs) at different levels under the Bihar Irrigation Act, 1997 and the Bihar Irrigation, Flood Management and Drainage Rules, 2003. The Bihar Model of PIM is based on the macro-to-micro approach due to its geographical conditions and the size of the projects. Currently, 64 irrigation schemes have been transferred to the WUAs while 17 schemes are ready for transfer in the state. Also, another 30 applications for registration of WUAs are received while the remaining 511 schemes are in the process of activation.

Thus, this paper examines the implementation of PIM in Bihar and its impacts on the farmers. The findings will have important implications for policymakers, irrigation officials, and other stakeholders involved in irrigation management, particularly in Bihar and other states in India as well as in other countries.

Keywords: Participatory Irrigation Management; Water Users Association; Farmer's Participation

RESUME

En Inde, les projets d'irrigation de faibles performances exigeant un soutien technique, institutionnel et de gestion de toute urgence. La gestion participative de l'irrigation (PIM) peut contribuer à l'amélioration de la performance de ces projets d'irrigation. Ces dernières années, la gestion participative de l'irrigation a pris de la vitesse en tant que stratégie visant à améliorer les performances des systèmes d'irrigation, à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau et à promouvoir une répartition équitable de l'eau parmi les agriculteurs. Cette approche implique la participation active des agriculteurs et d'autres parties prenantes dans la planification, la mise en œuvre et la gestion des systèmes d'irrigation.

L'État du Bihar, situé dans la région orientale de l'Inde, est le 12^e plus grand État du pays et fait face aux inondations et à la sécheresse. Il dispose principalement d'une économie

¹ ED-mail: lbroy@nitp.ac.in

agraire, l'agriculture contribuant à 24% au PIB de l'État, et l'irrigation est essentielle à la production agricole. Cependant, le potentiel d'irrigation du Bihar est sous-utilisé en raison d'une mauvaise gestion des systèmes d'irrigation. Au Bihar, l'expérience de la PIM dans le défluent de Paliganj a été essayée en tant qu'initiative locale par WALMI, financée par l'USAID. Il a été réalisé la nécessité d'avoir une politique globale de l'État et un plan stratégique. Par conséquent, la PIM a été mise en œuvre par la création des Associations des usagers de l'eau (WUA) et des Organisations des agriculteurs (FO) à différents niveaux en vertu de la loi de 1997 relative à l'irrigation du Bihar et des règles de 2003 relatives à l'irrigation, à la gestion des inondations et au drainage du Bihar. Le modèle de la PIM du Bihar se base sur une approche de macro à micro en raison de ses conditions géographiques et de la taille des projets. A ce jour, 64 projets d'irrigation ont été transférés aux AUE et 17 projets sont prêts à être transférés dans l'État. Par ailleurs, 30 autres demandes d'enregistrement d'AUE ont été reçues, tandis que les 511 projets restants sont en cours d'activation.

Le présent document examine donc la mise en œuvre de la PIM dans l'État du Bihar et son impact sur les agriculteurs. Les résultats auront des implications importantes pour les décideurs politiques, les responsables de l'irrigation et d'autres parties prenantes impliquées dans la gestion de l'irrigation, en particulier au Bihar et dans d'autres États de l'Inde ainsi que dans d'autres pays.

Mots-clés : Gestion participative de l'irrigation; Association des usagers de l'eau; Participation des agriculteurs.

CAPACITY DEVELOPMENT OF WATER USER ASSOCIATIONS UNDER APIIATP

RENFORCEMENT DES CAPACITÉS DES ASSOCIATIONS DES USAGERS D'EAU DANS LE CADRE DE L'APIIATP

¹P.S. Raghavaiah, ²Saroj K. Nayak and ³Shashi Kiran

ABSTRACT

The Govt. of Andhra Pradesh has been implementing “Andhra Pradesh Integrated Irrigation and Agriculture Transformation Project (APIIATP). The project objective is “to enhance agricultural productivity, profitability, and climate resilience of smallholder farmers in the command of minor irrigation tanks. The project has adopted participatory approach where WUAs are primarily associated with effective management of water resources. The FPOs are promoting agribusiness activities, involving the producers of command and non-command area.

The project has taken Capacity Building (CB) measures, involving Government departments, Support Organisation and Paraworkers¹ to improve skill and knowledge base of the farmers. Different feasible strategies have been adopted as per the designed framework for CB of WUAs and FPOs, based on training needs assessment. Different training modules and manuals were developed and executed, along with display of films and exposure visits. The project has covered 1,97,025 farmers, including 22% women members / farmers. Capacity needs of 3,327 FPO members also addressed, which includes 28% women FPO members. Around 79 % WUAs organize their GB meeting regularly and the overall performance of the WUAs increased to 59.5 %. Due to WUA involvement, cropping intensity in specific tank commands has increased to 1.13. The business activities of FPOs are now getting shaped with average annual profit margin of Rs. 16.08 lakhs from multiple businesses.

Keywords: Water User Associations, Farmer Producer Organization, Minor Irrigation, Capacity Need Assessment and Capacity Building.

RESUME

Le gouvernement de l'Andhra Pradesh en Inde a mis en œuvre le «Projet de transformation intégrée de l'irrigation et de l'agriculture de l'Andhra Pradesh (APIIATP)». Le projet vise à «améliorer la productivité agricole, la rentabilité et la résilience climatique des petits exploitants agricoles qui disposent de petits réservoirs d'irrigation. Le projet a adopté une approche participative dans laquelle les AUE sont principalement associées à la gestion efficace des ressources en eau. Les Organisations des producteurs et des agriculteurs (FPO) promeuvent les activités agro-industrielles, impliquant les producteurs de la zone de commande et de la zone non-commandée.

Le projet a pris des mesures pour le renforcement des capacités (RC), impliquant les départements gouvernementaux, les organisations de soutien et les Paraworkers¹ (les individus du voisinage qui soutiennent les AUE dans l'organisation des réunions, la

1 State Project Director, APIIATP, CADA, Water Resources Department, Vijayawada, Andhra Pradesh, India. E-mail: spd.apiiatp@gmail.com. Support Organizations (SOs) are primarily Non-Govt. Organizations (NGOs) who facilitate project execution with the support of associated Govt. Depts. Para Workers are individuals of the locality who support WUAs in organizing meetings, documentation and coordination

2 Director, CTRAN, Bhubaneswar, Odisha, India. E-mail - Saroj.Nayak@in.ey.com.

3 Capacity Building & Communication Expert, Project Management Unit, APIIATP, CADA, Water Resources Department, Vijayawada, Andhra Pradesh, India, E-mail: chshashikiran@yahoo.com

documentation et la coordination) pour améliorer les compétences et les connaissances des agriculteurs. Différentes stratégies réalisables ont été adoptées conformément au cadre conçu pour le renforcement des capacités des AUE et des FPO, sur la base de l'évaluation des besoins de formation. Différents modules et manuels de formation ont été élaborés et mis en œuvre, ainsi que des projections de films et des visites d'exposition. Le projet comporte 1 97 025 agriculteurs, dont 22% de membres/agriculteurs femmes. Les besoins en capacités de 3 327 membres de FPO ont également été pris en compte, dont 28% de membres femmes de FPO. Environ 79% des AUE organisent régulièrement leur réunion de l'assemblée générale et la performance globale des AUE a augmenté à 59,5%. Grâce à l'implication des AUE, l'intensité des cultures dans la zone de commande de réservoirs spécifiques a augmenté à 1,13. Les activités commerciales des FPO prennent forme avec une marge bénéficiaire annuelle moyenne de 16,08 millions de roupies provenant des activités multiples.

Mots-clés : Associations des usagers de l'eau; Organisations des producteurs et des agriculteurs (FPO); Irrigation à petite échelle; Evaluation des besoins en capacités et renforcement des capacités.

INSTITUTIONAL STRENGTHENING OF WATER USER ASSOCIATIONS UNDER APIIATP THROUGH APFMIS ACT, 1997

RENFORCEMENT INSTITUTIONNEL DES ASSOCIATIONS DES USAGERS DE L'EAU DANS LE CADRE DE L'APIIATP PAR LE BIAIS DE LA LOI APFMIS DE 1997

¹P.S. Raghavaiah, ²Saroj K Nayak and ³Perapogu Chandra Shekhar

ABSTRACT

The Andhra Pradesh Integrated Irrigation and Agriculture Transformation Project (APIIATP) of Government of Andhra Pradesh with a cost of Rs. 1,130/- Crores, with the support of the World Bank with project period from December, 2018 to October, 2025 is instrumental in strengthening Water User Associations (WUAs), formed under APFMIS Act 1997. The project has objectively taken measures with participation of marginal and small farmers in WUAs. The project is supporting WUAs for efficient and effective management of water resources and address climate variability impacts on agriculture.

A study was conducted, following participatory and mixed method to understand intervention outcomes and functional aspects of the WUA. The study parameters were linked to internal management and governance system of the WUAs, irrigation scheduling and its management along with the specified parameters as per the Act. The assessment followed observational study design, with a "pre-post" comparison of WUAs in the project tanks.

Keywords: APIIATP, APFMIS Act , Water User Association, Support Organization and Tank Development Plan.

RESUME

Le Projet de transformation intégrée de l'irrigation et de l'agriculture de l'Andhra Pradesh (APIIATP) du gouvernement de l'Andhra Pradesh, d'un coût de 1 130 millions de roupies, avec le soutien de la Banque mondiale pour la période allant de décembre 2018 à octobre 2025, a contribué au renforcement des Associations des usagers de l'eau (WUA) constituées en vertu de la loi APFMIS de 1997. Le projet a objectivement pris des mesures avec la participation des agriculteurs marginaux et des petits agriculteurs dans les WUA. Le projet a soutenu les AUE pour une gestion efficace et efficiente des ressources en eau et pour faire face aux impacts de la variabilité climatique sur l'agriculture.

Selon une méthode participative et mixte, une étude a été menée pour comprendre les résultats de l'intervention et les aspects fonctionnels de l'AUE. Les paramètres de l'étude étaient liés à la gestion interne et au système de gouvernance des AUE, à la programmation de l'irrigation et à sa gestion, ainsi qu'aux paramètres spécifiés conformément à la loi. L'évaluation a suivi une conception d'étude d'observation, avec une comparaison «avant-après» des AUE dans les réservoirs du projet.

Mots clés : APIIATP; Loi APFMIS; Association des Usagers de l'Eau; Organisations de soutien et Plan d'Aménagement des Réservoirs.

1 State Project Director, APIIATP, CADA, Water Resources Department, Vijayawada, Andhra Pradesh, India. email - spd.apiiatp@gmail.com.

2 Director, CTRAN, Bhubaneswar, Odisha, India. email - Saroj.Nayak@in.ey.com.

3 Social and Institution Development Expert, State Project Management Unit, APIATP, CADA, Water Resources Department, Vijayawada, Andhra Pradesh, India email-pcs236@gmail.com

ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF FARMER EDUCATION PROGRAMS ON LOW-CARBON RICE PADDY WATER MANAGEMENT PRACTICES IN SOUTH KOREA

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES PROGRAMMES D'ÉDUCATION DES AGRICULTEURS SUR LES PRATIQUES DE LA GESTION DE L'EAU DES RIZIÈRES À FAIBLE ÉMISSION DE CARBONE EN CORÉE DU SUD

Seulgi Lee, Golden Odey¹, and Kyung-Sook Choi

ABSTRACT

Low carbon rice production is an agricultural practice that aims to reduce greenhouse gas emissions and mitigate climate change while maintaining or increasing rice yields. Rice farming is a crucial sector in South Korea's agriculture, but it also poses environmental challenges, particularly concerning water management and carbon emissions. In recent years, there has been a growing recognition of the need to shift towards more sustainable rice farming practices. The education and training of farmers on the principles and practices of low carbon rice production can improve their knowledge and skills in implementing these sustainable rice cultivation techniques. Therefore, this research investigated the potential of farmer education programs as a key strategy to promote the implementation of low-carbon water management practices in rice paddies in South Korea. Specifically, the study identified the changes in adoption rates of intermittent irrigation (AWD period). Demographically, results showed that about 85% of the farmers involved in this study were above 60 years old, 74% of them had over 30 years of experience in rice production, and majority (79%) had a rice cultivation area less than 10 hectares. Results further showed that the number of rice field intermittent irrigation (AWD period) increased from 49% before education and training, to 74% after education and training, implying that the participation of farmers in this water management practice improved with education and training. The paper concludes that a combination of low-carbon paddy water management and farmer education is necessary to promote sustainable rice farming in Korea, and that more efforts should be made to raise awareness and provide technical assistance to farmers. By conducting this research, the study can contribute to the development of effective strategies for reducing greenhouse gas emissions and promoting sustainable agriculture in South Korea.

Keywords: Low carbon emission, Intermittent irrigation, Rice yield, Paddy water management, Farmer education.

RESUME

La production de riz à faible émission en carbone est une pratique agricole qui vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à atténuer le changement climatique tout en maintenant ou en augmentant les rendements du riz. La riziculture est un secteur important de l'agriculture sud-coréenne, mais elle pose également des défis environnementaux, notamment en ce qui concerne la gestion de l'eau et les émissions de carbone. Ces dernières années, on a admis de façon croissante la nécessité d'adopter des pratiques de riziculture plus durables. L'éducation et la formation des agriculteurs aux principes et pratiques de la production de riz à faible émission de carbone peuvent améliorer leurs connaissances et leurs compétences dans la mise en œuvre de ces techniques de riziculture durable. C'est pourquoi

¹ E-mail: goldenodey@knu.ac.kr

cette recherche a examiné le potentiel des programmes de formation des agriculteurs en tant que stratégie clé pour promouvoir la mise en œuvre des pratiques de gestion de l'eau à faible émission de carbone dans les rizières en Corée du Sud. Plus précisément, l'étude a identifié les changements apportés aux taux d'adoption de l'irrigation intermittente (période AWD).

Du point de vue démographique, les résultats ont montré qu'environ 85% des agriculteurs impliqués dans cette étude avaient l'âge de plus de 60 ans, 74% d'entre eux avaient plus de 30 ans d'expérience dans la production de riz, et la majorité (79%) avait une surface de riziculture inférieure à 10 hectares. Les résultats ont également montré que le nombre d'irrigation intermittente des rizières (période AWD) est passé de 49% avant l'éducation et la formation à 74% après l'éducation et la formation, ce qui indique l'amélioration de la participation des agriculteurs à cette pratique de gestion de l'eau avec l'éducation et la formation. L'article conclut qu'il est nécessaire de combiner la gestion de l'eau des rizières à faible émission de carbone et l'éducation des agriculteurs pour promouvoir la riziculture durable en Corée, et que davantage d'efforts devraient être déployés pour sensibiliser les agriculteurs et leur fournir une assistance technique. En menant cette recherche, l'étude peut contribuer au développement de stratégies efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et promouvoir l'agriculture durable en Corée du Sud.

Mots-clés : Faible émission de carbone; Irrigation intermittente; Rendement du riz; Gestion de l'eau du paddy; Éducation des agriculteurs.

THE ADDED VALUE PROVIDED IN THE AGRICULTURE SECTOR BY THE MODERN IRRIGATION SYSTEMS

VALEUR AJOUTEE APPORTEE AU SECTEUR AGRICOLE PAR LES SYSTEMES D'IRRIGATION MODERNES

Fazilet UnluAuthor¹

ABSTRACT

The condition of agricultural production is determined by the development of soil and water resources. In countries like Turkey, where agriculture has an important place in the country's economy, efforts to develop soil and water resources, putting irrigation facilities into operation and ensuring their continuity are of great importance. The development of modern irrigation projects in Turkey gained momentum with the establishment of institutions such as DSI and SOILWATER (TOPRAKSU in Turkish) in the early 1950s and their organization throughout the country. Irrigation investments are effective in increasing the added value. In 1950, the irrigation area and the irrigated area were 142 500 ha and 48 767 ha, respectively. The irrigation ratio was 34.2%. And revenue was US\$0.41 million in the first year of irrigation application. Today, irrigation areas are 3 462 825 ha, irrigated areas are 2 389 349 ha (an irrigation ratio of 69%), and revenue is US\$4.45 billion. The income increase provided by irrigation amounts to \$4.04 billion. The production value has increased 5,18 times compared to the situation before the irrigation project. Irrigation boosts Gross National Agricultural Income (benefit) by US\$2.63 billion. The most important factor in the increase in agricultural production value and the added value created is the increase in yield. Considering that irrigation has a significant contribution to productivity increase, DSI's contribution to agricultural productivity emerges. Increases in plant yields ranging from 8% to 798% were achieved with irrigation in the irrigation systems developed by DSI. The limit of arable land in our country was reached in the 1970s, and since then, increasing agricultural productivity has been possible only with modern irrigation projects developed throughout the country. In this study, the added value provided by modern irrigation facilities in Turkiye is evaluated.

Keywords: Added Value, Production Value, Gross National Agricultural Income, Modern Irrigation System

RESUME

L'état de la production agricole est déterminé par le développement des sols et des ressources en eau. Dans les pays comme la Turquie, où l'agriculture occupe une place importante dans l'économie du pays, les efforts visant à développer les ressources en sol et en eau, à mettre en service des installations d'irrigation et à assurer leur continuité portent d'une grande importance. Le développement des projets d'irrigation modernes en Turquie s'est accéléré avec la création des institutions telles que DSI et SOILWATER (TOPRAKSU en turc) au début des années 1950 et leur organisation partout dans le pays. Les investissements dans l'irrigation sont efficaces pour augmenter la valeur ajoutée. En 1950, la zone d'irrigation et la superficie irriguée étaient de 142 500 ha et 48 767 ha de terre respectivement. Le taux d'irrigation était de 34,2% et les revenus étaient de 0,41 million de dollars américains au cours de la première année d'application de l'irrigation. Aujourd'hui, les superficies d'irrigation sont de 3 462 825 ha de terre, les superficies irriguées sont de 2 389 349 ha de terre (un taux d'irrigation de 69%), et les revenus sont de 4,45 milliards de dollars américains. L'augmentation des revenus apportée par l'irrigation s'élève à 4,04 milliards de dollars.

¹ Agricultural Engineer, General Directorate of State Hydraulic Works, Turkiye, faziletu@dsi.gov.tr.

La valeur de la production a augmenté de 5,18 fois par rapport à la situation avant le projet d'irrigation. L'irrigation augmente le revenu agricole national brut (bénéfice) de 2,63 milliards de dollars américains. L'augmentation du rendement est le facteur le plus important dans l'augmentation de la valeur de la production agricole et de la valeur ajoutée créée. Étant donné que l'irrigation apporte une contribution significative à l'augmentation de la productivité, la contribution de DSI à la productivité agricole apparaît clairement. Des augmentations de rendement des plantes allant de 8% à 798% ont été obtenues grâce aux systèmes d'irrigation développés par DSI. La limite des terres arables dans notre pays était atteinte dans les années 1970, et depuis lors, l'augmentation de la productivité agricole n'a été possible qu'avec des projets d'irrigation modernes développés partout dans le pays. Cette étude évalue la valeur ajoutée apportée par les installations d'irrigation modernes en Turquie.

Mots-clés : Valeur ajoutée; Valeur de la production; Revenu agricole national brut; Système d'irrigation moderne.

SHORTCOMINGS OF WATER DISTRIBUTION SYSTEM IN BENIN: THE NEED OF COMMUNITY CAPACITY DEVELOPMENT FOR ENSURING THEIR ACTIVE PARTICIPATION

INSUFFISANCES DU SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU AU BENIN : LA NECESSITE DE RENFORCER LES CAPACITES DES COMMUNAUTES POUR ASSURER LEUR PARTICIPATION ACTIVE

Ella Sede Maforikan¹, Dossa Armand Makponse², Christian Anthony-Krueger³, and Ali Hammani⁴

ABSTRACT

In Benin, research has shown that the performance of community management of rural water supplies system is weak and the capacity building of user committees need to be strengthened. Recent analyses have focused on the problems that local communities face in the management of water resource while also proposing the capacity building measures remains relatively limited. The aim of this paper is to frame the capacity building measure in order to improve the small piped rural water supply system. The documentary research and focus group discussions approaches have been used. The capacity development of the water management committees needs to be addressed at three levels: the technical, organizational and financial level. Besides, the community needs more effective financial support as well as the technical assistance from the government in order to reduce inefficiency in rural water services. It noted that the enhancing of capacity building of community management not only contribute to the sustainability of rural water services but also the effective implementation and dissemination of policies and regulations developed in the field of water as well as the networks development among different user committees is needed.

Keywords: Water supply system, Benin, management committees, capacity building.

RÉSUMÉ

Au Bénin, la recherche a montré que des insuffisances ont été observées dans la performance de la gestion communautaire du système d'approvisionnement en eau en milieu rural et le renforcement des capacités des comités de gestion doit être renforcé. Des analyses récentes se sont concentrées sur les problèmes que rencontrent les collectivités locales dans la gestion des ressources en eau. Par contre les mesures visant à renforcer les capacités des comités de gestion restent relativement limitées. L'objectif de ce document est de proposer des mesures relatives au renforcement des capacités de la communauté de gestion en vue d'améliorer le système d'approvisionnement en eau en milieu rural. La recherche documentaire et la discussion du groupe ont été utilisées. Les besoins de renforcement des capacités des comités de gestion de l'eau au niveau locale ont été identifiés à trois niveaux : le niveau technique, le niveau organisationnel et le niveau financier. En outre, la communauté a besoin du support financier et d'assistance technique de la part du gouvernement en vue de réduire l'inefficacité observé dans les services de l'eau en milieu rural. Il faut noter que seul le renforcement des capacités des comités de gestion de l'eau ne contribuera à la durabilité des services d'eau en milieu rural, mais aussi l'application effective et la vulgarisation des lois élaborées dans le domaine de l'eau ainsi que le développement des réseaux d'échanges entre les différents comités de gestion d'eau sont nécessaires pour l'atteinte des objectifs de durabilité.

Mots clés : Système d'approvisionnement en eau; Bénin; Comités de gestion; Renforcement des capacités

¹ PhD student, Agronomic Institute and Veterinary Hassan II, Morocco, smaforikan@gmail.com

ASSESSING THE ALTERNATIVE WATER RESOURCES THAT CAN BE TAPPED FOR IRRIGATED AGRICULTURE AS A WAY TO EMPOWER SMALL-SCALE FARMERS IN EASTERN PROVINCE OF ZAMBIA

EVALUATION DES RESSOURCES EN EAU ALTERNATIVES QUI PEUVENT ETRE EXPLOITEES POUR L'AGRICULTURE IRRIGUEE COMME MOYEN D'AUTONOMISER LES PETITS EXPLOITANTS AGRICOLES DANS LA PROVINCE ORIENTALE DE LA ZAMBIE

Chungu Bernard¹

ABSTRACT

Eastern Province faces a number of challenges in the agricultural sector, e.g. limited access to water that can be tapped to empower small-scale farmers. It generally has seasonal streams which flow during wet season, but not flowing during dry season. 99% of the small-scale farmers in the Eastern Province rely heavily on rain-fed agriculture, making them highly susceptible to impacts of climate change. There are several alternative water resources that can be tapped to empower small scale farmers to enhance their productivity. The public institutions and development partners have continued promoting various empowerment programs for small scale farmers aimed at tapping into other sources of water. This paper targets to assess the alternative water resources that can be tapped for irrigated agriculture as a means to empower small-scale farmers. Qualitative assessments through structured interviews, desk review and author's experience in the irrigation field is used to draw deductions and recommendations accordingly.

Potential alternative water sources in the province include groundwater, rainwater harvesting and wastewater reuse. Groundwater offers readily available alternative water source for irrigation, particularly in the dry season. However, initial investments for drilling of boreholes provides a barrier for small-scale farmers. A number of are empowering small-scale farmers with solar powered irrigation schemes through abstraction of ground water. Although this intervention offers a cheaper and reliable empowerment that both enhances farmer's response to climate variability and income generation, there is scope for further study on it's effect on groundwater hydrology, ecosystems services and sustainability.

Surface water harvesting and storage offers another reliable alternative source to support irrigation farmers in Eastern Province through construction of dams. Despite requiring significant capital investment, these dams are not put to their full potential use. It can be recommended that investments into solar powered irrigation and groundwater abstraction empowerment programs be continued. Though care should be taken in order not to compromise the aquifer water contents in Eastern Province.

Keywords: Irrigation, water resource, empowerment, climate resilience, productivity

RESUME

La province orientale est confrontée à un certain nombre de défis dans le secteur agricole, par exemple un accès limité à l'eau qui peut être exploitée pour autonomiser des petits exploitants. Elle dispose généralement de cours d'eau saisonniers qui coulent pendant la saison des pluies, mais qui ne coulent pas pendant la saison sèche. 99% des petits exploitants agricoles de la province orientale dépendent fortement de l'agriculture pluviale, ce qui les rend très sensibles aux effets du changement climatique. Il existe plusieurs ressources en

¹ Ministry of Agriculture, P.O. Box 510046, Chipata, Zambia, Phone: +260979356152, Email: bernardchungu@gmail.com

eau alternatives qui peuvent être exploitées pour permettre aux petits exploitants agricoles d'améliorer leur productivité. Les institutions publiques et les partenaires de développement ont continué à promouvoir divers programmes d'autonomisation destinés aux petits exploitants agricoles visant à exploiter d'autres sources d'eau. Ce document vise à évaluer les ressources en eau alternatives qui peuvent être exploitées pour l'agriculture irriguée comme moyen d'autonomisation des petits exploitants agricoles. Des évaluations qualitatives par le biais d'entretiens structurés, d'études documentaires et de l'expérience de l'auteur dans le domaine de l'irrigation sont utilisées pour tirer des déductions et faire des recommandations en conséquence.

Les sources en eau alternatives potentielles dans la province comprennent les eaux souterraines, la collecte des eaux de pluie et la réutilisation des eaux usées. Les eaux souterraines constituent une source d'eau alternative facilement disponible pour l'irrigation, en particulier pendant la saison sèche. Cependant, les investissements initiaux pour le forage de trous de sonde constituent un obstacle pour les petits exploitants agricoles. Un certain nombre d'entre eux autonomisent les petits exploitants agricoles en mettant en place les systèmes d'irrigation à l'énergie solaire par le biais du prélèvement d'eau souterraine. Bien que cette intervention offre une autonomisation moins coûteuse et fiable qui améliore la réponse des agriculteurs à la variabilité du climat et la génération de revenus, il est possible d'étudier plus en détail son effet sur l'hydrologie des eaux souterraines, les services écosystémiques et la durabilité.

La collecte et le stockage des eaux de surface offrent une autre source fiable de soutien aux agriculteurs irrigués de la province orientale grâce à la construction de barrages. Bien qu'ils nécessitent des investissements importants en capital, ces barrages ne sont pas exploités à leur plein potentiel. Il est recommandé de poursuivre les investissements dans les programmes d'irrigation à l'énergie solaire et d'autonomisation du prélèvement des eaux souterraines. Il convient toutefois de veiller à ne pas compromettre la teneur en eau des aquifères dans la province orientale.

Mots clés : Irrigation; Ressource en eau; Autonomisation; Résilience climatique; Productivité.

SILVOPASTURE SYSTEM RAINFALL, VEGETATION AND GRAZING CAPACITY STATUSES IN THREE SOUTH AFRICAN PROVINCES

SYSTÈME DE SYLVOPATURAGE: ÉTAT DES PRÉCIPITATIONS, DE LA VÉGÉTATION ET DE LA CAPACITÉ DE PÂTURAGE DANS TROIS PROVINCES SUD-AFRICAINES

Maponya Phokele¹, Mongwaketsi Kgosi², Tahulela Takalani³,
Nkuna Thabo⁴ and Olivier Nico⁵

ABSTRACT

Agroforestry (AF) is a broad term for a number of agricultural practices that incorporates trees into farming systems with either livestock or vegetable crop production. A silvopasture system integrates trees, forages, livestock and related animals and plant species on the same land management unit(s). It's noted that while rainfall is usually the chief determinant of grazing capacity, the range of sites within plantations can carry different numbers of animals depending on vegetation condition. In addition, a higher rainfall area would have a higher grazing capacity and possibly a heavier stocking rate. Hence, large stock unit (LSU) is critical to understand grazing capacity and stocking rate. In South Africa a Large Stock Unit (LSU) is defined as the equivalent of an ox with a weight of 450kg and a weight gain of 500g per day on grass pasture with a mean Digestible Energy (DE) concentration of 55%. While small stock unit (SSU) would be about 10 sheep or goats, each weighing 45kg, on the same land area. Furthermore, the vegetation can be analysed using the normalized difference vegetation index (NDVI) which is a simple graphical indicator that can be used to analyze [remote sensing](#) measurements, typically but not necessarily from a [space platform](#), and assess whether the target being observed contains live green vegetation or not. The aim of the study was to describe the rainfall distribution, grazing capacity and vegetation greenness within SAFCOL silvopasture systems. The following objectives were followed: (1) To describe the rainfall distribution within SAFCOL silvopasture systems (2) To describe the NDVI within SAFCOL silvopasture systems (3) To describe and identify the LSU within SAFCOL silvopasture systems. The purposive and snowball sampling methods were used to cover the uniform or homogeneous characteristics of the silvopasture systems and coordinates were collected to produce the orientation of plantations, as well as the NDVI, total rainfall, estimate rainfall and LSU. The results indicated that in terms of rainfall: all the silvopasture systems were well above 1000mm per year including future estimates. The NDVI shows an above normal situation in all silvopasture systems while the LSU for Limpopo province silvopasture systems is between 14. 000001 – 18. 000000. Furthermore, the Mpumalanga and KwaZulu Natal silvopasture system LSU is between 5.000000 – 7. 500000. It is clear from the results that the SAFCOL silvopasture systems' rainfall, vegetation and grazing capacity satisfies all the ingredients for a well-functioning silvopasture system. This is backed up by the researchers' observations that indicated a number of cattle grazing within the SAFCOL silvopasture sites. It is thus recommended that there is a need to understand and promote the silvopasture system as a new revenue stream for entrepreneurial development and for community upliftment.

Keywords: Agroforestry, Silvopasture system, Rainfall, Vegetation, Grazing Capacity, South Africa

1 Senior Researcher, Agricultural Research Council, South Africa, maponyap@arc.agric.za

2 Specialist Silviculture, SAFCOL, South Africa, Kgosi.Mongwaketsi@safcol.co.za

3 Researcher, SAFCOL, South Africa, takalanit@safcol.co.za@safcol.co.za

4 Researcher, Agricultural Research Council, South Africa, NkunaTS@arc.agric.za

5 Senior Manager, SAFCOL, South Africa, nolivier@safcol.co.za@safcol.co.

RESUME

L'agroforesterie (AF) est un terme général désignant un certain nombre de pratiques agricoles qui intègrent des arbres dans les systèmes d'exploitation agricole avec production soit du bétail soit des cultures légumières. Un système de sylvopâturage intègre des arbres, des fourrages, du bétail et des espèces animales et végétales apparentées sur les mêmes unités de gestion des terres. Il est à noter que si la précipitation est généralement le principal facteur déterminant de la capacité de pâturage, les différents sites des plantations peuvent accueillir un nombre différent d'animaux en fonction de l'état de la végétation. En outre, une zone à précipitations plus élevées aura une capacité de pâturage plus élevée et éventuellement un taux de charge plus élevé. Par conséquent, l'unité de gros bétail (LSU) est essentielle pour comprendre la capacité de pâturage et le taux de charge. En Afrique du Sud, l'unité de gros bétail (LSU) est définie comme l'équivalent d'un bœuf pesant 450 kg et gagnant 500 g par jour sur un pâturage d'herbe avec une concentration moyenne d'énergie digestible (ED) de 55%. Alors que l'unité de petit bétail (SSU) serait d'environ 10 moutons ou chèvres, pesant chacun 45 kg, sur la même superficie. En outre, la végétation peut être analysée à l'aide de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), un indicateur graphique simple qui peut être utilisé pour analyser les mesures de télédétection, généralement mais pas nécessairement à partir d'une plate-forme spatiale, et évaluer si la cible observée contient une végétation verte vivante ou non. L'étude visait à décrire la distribution des précipitations, la capacité de pâturage et la verdure de la végétation dans les systèmes de sylvopâturage SAFCOL. Les objectifs suivants ont été poursuivis : (1) décrire la répartition des précipitations dans les systèmes de sylvopâturage SAFCOL (2) décrire le NDVI dans les systèmes de sylvopâturage SAFCOL (3) décrire et identifier les LSU dans les systèmes de sylvopâturage SAFCOL. Les méthodes d'échantillonnage calculés et en boule de neige ont été utilisées pour couvrir les caractéristiques uniformes ou homogènes des systèmes de sylvopâturage et les coordonnées ont été recueillies pour produire l'orientation des plantations, ainsi que le NDVI, les précipitations totales, les précipitations estimées et les LSU. Les résultats ont indiqué qu'en termes de précipitations, tous les systèmes de sylvopâturage dépassent largement les 1 000 mm par an, y compris les estimations futures. Le NDVI montre une situation supérieure à la normale dans tous les systèmes de sylvopâturage, tandis que les LSU des systèmes de sylvopâturage de la province de Limpopo se situe entre 14, 000001 – 18, 000000. En outre, les LSU des systèmes de sylvopâturage du Mpumalanga et du KwaZulu Natal se trouvent entre 5,000000 et 7,500000. Les résultats montrent clairement que les précipitations, la végétation et la capacité de pâturage des systèmes de sylvopâturage SAFCOL satisfont à tous les critères d'un système de sylvopâturage qui fonctionne bien. Cette constatation est complétée par les observations faites par les chercheurs qui ont indiqué qu'un certain nombre de bovins paissaient dans les sites de sylvopâturage SAFCOL. Il est donc recommandé de comprendre et de promouvoir le système de sylvopâturage en tant que nouvelle source de revenus pour le développement des entreprises et l'amélioration des conditions de vie des communautés.

Mots-clés : Agroforesterie; Système de sylvopâturage; Précipitations; Végétation; Capacité de pâturage; Afrique du Sud.

EMPOWERING FARMERS THROUGH ICT IN INDIAN AGRICULTURE - A STUDY

AUTONOMISER LES AGRICULTEURS GRÂCE AUX TIC DANS L'AGRICULTURE INDIENNE - UNE ÉTUDE

Ranganatha Magadi¹

ABSTRACT

India is a global agricultural powerhouse and agriculture continues to be the prime pulse of Indian economy. Agriculture with its allied sectors is the undisputed largest livelihood provider in India as 54.6 % of the total workforce engaged in Agriculture and allied sector activities (Census 2011) and accounted for 18.6% of the nation's Gross Value Added at current prices during 2021-22. The overall economy and growth in other sectors hinges on the performance of agriculture to a considerable extent through its backward and forward linkages. Given the significant role played by Agriculture in rural livelihood, employment generation and food security, Government of India has taken several major steps for the development & transformation of Agriculture sector in the Country in a sustainable manner. Agricultural sector is under increasing pressure in agricultural productivity at a scale increasingly complex. It challenges the capacity of farmers, farming systems and even the environment. In the absence of best practices, farmers use low- quality agricultural inputs. Strengthening local capacities and institutions remains a major challenge for the effective design and implementation of agricultural programs. Farmers live in rural areas and depend directly or indirectly on agriculture for their livelihoods. The productivity enhancement business model activities provide farmers with access to low-cost techniques and quality inputs, and capacity building services to use these yield enhancing solutions effectively. Secondly, Information and communication technologies in agriculture technology and applications that aid the processing, management, and exchange of data, information, or knowledge with a target audience. When talking about modern farming technology, one need to acknowledge and the role of ICT as a decision support system for farmers. Through the assistance of ICT, farmers are able to stay updated with all recent information. This is inclusive of data and infusion of new, advanced agriculture technologies has allowed the agriculture sector to surge ahead and transform the way producers cultivate, harvest, and distribute agricultural commodities. The use of technology in Indian agriculture has accelerated agricultural and rural development by adopting innovative ways to improve the existing ICT processes. It has particularly revolutionized smallholder agriculture in several agrarian economies and has helped address several challenges associated with the traditional form of agriculture. The agricultural scene today requires SMART AGRICULTURE along with integration of sophisticated technologies. On this note, ICT in agriculture helps to meet the elevated demand for newer approaches such as digital farming tech aids in empowering rural farmers by allowing better access to effective production strategies, banking and financial services, etc. This experience has engendered a confluence of theoretical and practical perspectives on the empowerment of farmers and others through ICT. Thus, this paper is an effort to reach and empower millions of smallholding farmers in the through ICT by facilitating the promotion of changes in agricultural production enhancing their food security and raise their incomes, promote greater self-confidence and innovation, contribute to environmental sustainability, and mitigate climate-change effects. As a social scientist and as an administrator worked on, these two concepts – farmers power and empowerment. There is a saying: “Everyone talks about the weather, but nobody does anything about it”. In similar fashion, almost everybody talks about farmer’s power and

¹ E-mail: magadi2023@gmail.com

empowerment these days, yet practically nobody examines and treats these subjects with the rigor and clarity that they deserve. In this paper it is suggested and concluded that ways of thinking and talking about farmer's power and empowerment that are purposefully rigorous and analytical in the present state of climate change.

Keywords: Powerhouse, Livelihood, Gross Value Added, ICT, Decision Support System, SMART AGRICULTURE, Farmers Power and Empowerment, Climate Change.

RÉSUMÉ

L'Inde est un pays d'une puissance agricole mondiale et l'agriculture continue d'être le cœur de l'économie indienne. L'agriculture et ses secteurs connexes sont incontestablement les plus grands fournisseurs de moyens de subsistance en Inde, puisque 54,6% de la main-d'œuvre totale est engagée dans l'agriculture et les activités des secteurs connexes (recensement 2011) et qu'elle représentait 18,6% de la valeur ajoutée brute de la nation aux prix courants en 2021-22. L'économie dans l'ensemble et la croissance d'autres secteurs dépendent dans une large mesure des performances de l'agriculture par le biais de ses liens de long en large. Compte tenu du rôle important joué par l'agriculture dans les moyens de subsistance ruraux, la création d'emplois et la sécurité alimentaire, le gouvernement indien a pris plusieurs mesures importantes pour le développement et la transformation du secteur agricole dans le pays de manière durable. Le secteur agricole est soumis à une pression croissante en matière de productivité agricole à une échelle de plus en plus complexe. Cette situation met à l'épreuve les capacités des agriculteurs, les systèmes agricoles et même l'environnement. Dans l'absence de bonnes pratiques, les agriculteurs utilisent des intrants agricoles de mauvaise qualité. Le renforcement des capacités et des institutions locales reste un défi majeur pour la conception et la mise en œuvre efficaces des programmes agricoles. Les agriculteurs vivent dans des zones rurales et dépendent directement ou indirectement de l'agriculture pour leur subsistance. Les activités du modèle commercial d'amélioration de la productivité permettent aux agriculteurs d'accéder à des techniques peu coûteuses et à des intrants de qualité, ainsi qu'à des services de renforcement des capacités pour utiliser efficacement ces solutions d'amélioration du rendement. Deuxièmement, les technologies de l'information et de la communication dans l'agriculture sont des technologies et des applications qui facilitent le traitement, la gestion et l'échange de données, d'informations ou de connaissances avec un public cible. Lorsqu'on parle de technologies agricoles modernes, il faut reconnaître le rôle joué par la technologie de l'information et de la communication (TIC) en tant que système d'aide à la décision pour les agriculteurs. Grâce à la TIC, les agriculteurs sont en mesure de se tenir au courant de toutes les informations récentes. L'inclusion de données et l'infusion de nouvelles technologies agricoles avancées ont permis au secteur agricole de connaître l'essor et de transformer la façon dont les producteurs cultivent, récoltent et distribuent les produits agricoles. L'utilisation de la technologie dans l'agriculture indienne a accéléré le développement agricole et rural en adoptant des méthodes innovatrices pour améliorer les processus de TIC existants. Elle a notamment révolutionné l'agriculture des petits exploitants dans plusieurs économies agraires et a permis de relever plusieurs défis liés à la forme traditionnelle de l'agriculture. Aujourd'hui, la scène agricole requiert une AGRICULTURE INTELLIGENTE ainsi que l'intégration de technologies sophistiquées. À cet égard, les TIC dans l'agriculture contribuent à répondre à la demande croissante d'approches plus récentes telles que l'assistance des technologies agricoles numériques, qui permettent aux agriculteurs ruraux de se prendre en charge en leur offrant un meilleur accès à des stratégies de production efficaces, à des services bancaires et financiers, etc. Cette expérience a engendré une confluence de perspectives théoriques et pratiques sur l'autonomisation des agriculteurs et d'autres personnes grâce aux TIC. Ainsi, ce document est un effort pour atteindre et autonomiser des millions de petits exploitants agricoles grâce aux TIC en facilitant la promotion de changements dans la production agricole, en améliorant leur

sécurité alimentaire et en augmentant leurs revenus, en favorisant une plus grande confiance en soi et l'innovation, en contribuant à la durabilité de l'environnement et en atténuant les effets du changement climatique. En tant que chercheur en sciences sociales et en tant qu'administrateur, j'ai travaillé sur ces deux concepts : le pouvoir et l'autonomisation des agriculteurs. Il existe un dicton : «Tout le monde parle de la température mais personne ne fait quoi que ce soit pour changer les choses». De la même manière, presque tout le monde parle aujourd'hui du pouvoir et de l'autonomisation des agriculteurs, mais pratiquement personne n'examine et ne traite ces sujets avec la rigueur et la clarté qu'ils méritent. Dans cet article, il est proposé et conclu que les façons de penser et de parler du pouvoir et de l'autonomisation des agriculteurs sont délibérément rigoureuses et analytiques dans l'état actuel du changement climatique. .

Mots clés : Puissance; Moyens de subsistance; Valeur ajoutée brute; TIC; Système d'aide à la décision; AGRICULTURE INTELLIGENTE; Pouvoir et autonomisation des agriculteurs; Changement climatique.

ASSESSMENT OF PRODUCTIVE EFFICIENCY OF MODERN IRRIGATION SCHEMES: A CASE STUDY FROM TURKIYE

EVALUATION DE L'EFFICACITE PRODUCTIVE DES SYSTEMES 'IRRIGATION MODERNES : ETUDE DE CAS EN TURQUIE

Fayrap, Aynur ¹, and Abdurrahman Kara ²

ABSTRACT

In this study, benchmarking and assessment of irrigation performance in terms of productive efficiency of Yaylak Pumping Irrigation Scheme, which was put into operation in 2004 by State Hydraulic Works (DSI) and transferred to Ataturk Baraji Irrigation Association in 2006, were aimed. Yaylak Plain Pumping Irrigation Scheme take place in scope of Southeastern Anatolia Project (GAP) which is Turkiye's largest integrated water resource project and is among the world's most important regional development projects in terms of numeric size and influence. The lands of 36 villages and 2 towns are irrigated from this project with modern controlled irrigation systems. The 10-year data including between 2012 and 2021 was used in the assessment. Following results came to hand: total annual value of agricultural production as 15 561 409 – 40 231 792 US\$, output per unit serviced area as 849-2196 \$/ha, output per unit irrigated area as 1427-4324 \$/ha, output per unit irrigation supply as 0.135-0.278 \$/ha and output per unit water consumed as 0.109-0.567 (US\$/m³).

Keywords: Modern irrigation system, Irrigation scheme, irrigation performance, productive efficiency, agricultural production

RÉSUMÉ

Cette étude fait l'analyse comparative et l'évaluation de la performance de l'irrigation en ce qui concerne l'efficacité productive du Système d'irrigation par pompage de Yaylak, mis en service en 2004 par les Travaux hydrauliques de l'État (DSI) et transféré à l'Association d'irrigation Ataturk Baraji en 2006. Le Projet d'irrigation par pompage de la plaine de Yaylak s'inscrit dans le cadre du Projet d'Anatolie du Sud-Est (GAP), qui est le plus grand projet intégré des ressources en eau de Turquie et l'un des projets de développement régional les plus importants du monde en termes de taille numérique et d'influence. La superficie de 36 villages et 2 villes est irriguée dans le cadre de ce projet grâce à des systèmes modernes d'irrigation contrôlée. Les données décennales comprises entre 2012 et 2021 ont été utilisées pour l'évaluation. Les résultats suivants ont été obtenus : la valeur annuelle totale de la production agricole est de 15 561 409 - 40 231 792 \$ EU, la production par unité de surface desservie est de 849-2196 \$/ha, la production par unité de surface irriguée est de 1427-4324 \$/ha, la production par unité d'approvisionnement en eau d'irrigation est de 0,135-0,278 \$/ha et la production par unité d'eau consommée est de 0,109-0,567 (\$EU /m³).

Mots-clés : Système d'irrigation moderne; Projet d'irrigation; Performance de l'irrigation; Efficacité productive; Production agricole.

1 Dr. Engineer Aynur FAYRAP, General Directorate of State Hydraulic Works, Turkiye, aynur@dsi.gov.tr
2 Ass. Prof. Abdurrahman Kara, Dicle University, Faculty of Agriculture, Branch of Agricultural Economy, Turkiye, abdurrahman_kara@hotmail.com.

QUESTION 65:

**WHAT ON-FARM TECHNIQUES CAN INCREASE
WHAT PRODUCTIVITY?**

QUELLES TECHNIQUES AGRICOLES PEUVENT AUGMENTER LA
PRODUCTIVITÉ DE L'EAU?

General Reporter / Rapporteur Général

Dr. A. K. Randev (India) – Chair/Président

Mr. Ashok Dalwali (India) – Co-Chair/Vice-Président

**Panel of Experts, Chair and Co-Chairs /
Groupe d'experts, Président et Co-Présidents**

Dr. Mona Liza Delos Reyes (Philippines)

Mr. S.K. Sibal (India)

Dr. V.K. Kapadia (India)

Mr. Ravi Bhushan Kumar (India)

Vice President Rafat Nael (Iraq)

Mr. Navin Kumar (India)

QUESTION 65:
**WHAT ON-FARM TECHNIQUES CAN INCREASE
WATER PRODUCTIVITY?**

GENERAL REPORT

Prof. Ashwani Kumar Randev¹
General Reporter

INTRODUCTION

Water is the pivotal element of entire bio and abiotic world as it adds utility to living and non-living objects which can further be transformed into useful products to be used by the ultimate users. Water plays the most important role in influencing the crops' productivities which are fundamental to food security and poverty alleviation. Relative water scarcity demands water security by adopting various technological interventions for ensuring water productivity, in general in its' multiple uses and specifically in agriculture sector by economising water use in agricultural inputs' use and outputs obtained.

The theme of 25th ICID Congress 'Tackling Water Scarcity in Agriculture' is expected to address the over-all water productivity issue in the form of two questions. Briefly the first question – Q. 64 enquires into alternative water resources including conventional as well as non-conventional and second question i.e. Q. 65 is related to on-farm techniques; both these questions have been found putting emphasis on issue of water productivity at existing and state of the art levels.

To be specific on Q 65 "What On-Farm Techniques can increase Water Productivity? On-Farm techniques may have social as well as technical aspects; therefore these techniques have been further split up into three sub-questions on the basis of plant physiology, agronomic practices and engineering approaches, simultaneously addressing the water conserving techniques and the emerging technologies.

In agriculture sector, the germ plasm accompanied by sound water management approach only can sustain food availability for ever increasing population in the times to come which have been precisely covered under three Sub-questions. Three sub questions-wise specific report is presented in the following paras:

65.1: Improving Management of Existing Facilities

Dr. Mona Liza (Philippines), Panel Expert of Q.65.1 has remarked on sub question 65.1 - 'Increasing water productivity is a logical strategy to help achieve food security under growing water scarcity in agriculture.' Sub-question 65.1 particularly seeks to bring into discussion the existing irrigation system management approaches that can raise water productivity. The suggested areas of discussion under this sub-question 65.1 include four sections respectively related to i.e. (65.1.1) the concepts of irrigation efficiency and water productivity, (65.1.2) Using real time soil moisture forecasts and extended hydrological prediction; (65.1.3) Reducing water flows to sink and reusing return flows; and (65.1.4) Efficient distribution of available water with minimum losses including Public Private Partnership (PPP).

¹ Chair, WG-SON-FARM, E-mail - ashwanirandev19@gmail.com

Dr. Mona Liza – the Panel Expert has further highlighted the sub-question by emphasizing that pursuing increased water productivity through improved irrigation management requires a good grasp of the water balance at the farm, system and river basin levels.

Twenty four (24) papers were received under sub-questions from 65.1.1 to 65.1.4. The Panel Expert has meticulously categorized all the papers as per sub-questions posed for discussion viz. three out of 24 papers submitted addressed section 65.1.1 (the concepts of irrigation efficiency and water productivity; nine, two and five papers addressed the topics of sections 65.2 (soil moisture forecasts and extended hydrological prediction, 65.3 (Reducing water flows to sink and reusing return flows and 65.4 (Efficient distribution of available water with minimum losses respectively. Five papers have been categorized under the miscellaneous category.

65.1.1: Section - On the Concept of Water Productivity and Irrigation Efficiency

65.1.1: Three papers have addressed the issues of water scarcity, soil degradation and soil erosion by adopting deficit irrigation, zero tillage leading to conservation agriculture and ecosystem water use approaches for enhancing the crop yields due to increased water productivity.

First paper (*Paper title: Using a Field Water Balance Methodology to Assess Water Production Functions for Irrigated Sugarcane In Semi-arid Environment*) established a practical seasonal and stage-wise water production function of sugarcane, which relates the relative yield decreases to relative evapotranspiration deficit, to support deficit irrigation scheduling of the crop in a semi-arid environment.

Second paper (*Paper title: Soil and Water Conservation through Saguna Rice Technique for Enhancing Crop Productivity*) reported on a zero tillage, conservation agriculture type of cultivation which improved the organic matter content, soil drainage, and water holding capacity of the soil; reduced surface runoff and soil loss; improved the soil carbon content; and increased rice and pulse yields in the case study areas. It concluded that this cultivation technique can improve water productivity leading to higher yields.

Third and the last paper under this section (*Paper title: Ecosystem Water Use and Precise Method of Reclamation – Basic Tools of Green Economy*) discussed a concept of ecosystem water use and its role in the greening of agricultural production processes on reclaimed lands and enumerated the goals and actions needed to improve water productivity for each type of ecosystems (terrestrial, soil, aquatic) associated with agricultural production.

65.1.2: *In this second section among nine papers submitted for soil moisture forecasts and hydrological predictions*

Three papers touched on hydrological prediction while six papers had reference to the use of real time forecasts on soil moisture.

Three papers on hydrological prediction addressed planning and management issues arising from the high variability of water supply and water demand in time and space and optimum use of water; issues on future irrigation demand due to climate change as well as Issue of trends in agricultural production have also been addressed on account of changing weather parameters.

One of the three papers (*Paper title: Extended Hydrological Prediction (EHP)-Sub-Seasonal Forecast for Water Resources Planning and Management*) provided multi-week hydrological predictions of naturalized flows for selected reservoirs in the case study river basins. The EHP forecast is expected to be an important input to the complementary decision support systems

for integrated water resources management. Sound forecasting of water supply and demand scenarios will help optimally utilize water resources and minimize impacts of catastrophic events.

The other two papers (*Paper title: Assessment of Climate Impacts on Crop Water Requirements*) and (*Paper title: The Problem of Adaptation of Water Amelioration to Climate Change in Belarus*) are climate change-related studies, which gave climate and irrigation requirement projections and resulting trends of agricultural production based on the results of climate modelling and statistical analysis of the changes in precipitation, temperature, and evaporation.

Six papers on real time forecast or near real time forecast on soil moisture addressed the following issues: limited water supply; irrigation system water losses; fertilizer loss through excessive leaching; crop water stress detection; drought characterization; IoT technology to display accurate and dynamic information of water consumption, rainfall, and instantaneous flow rate on real time; and irrigation management issues of controlling and balancing extreme water supply and water demands of different users for increasing water use efficiency. Smart irrigation through remote monitoring system for saving labour has also been addressed.

First paper (*Paper title: Irrigation Water Management Tools Suitable for Smallholder Irrigators in Gauteng Province, South Africa*) identified the appropriate moisture sensors for smallholder irrigators and field demonstrated the sensors' utility in deciding when to irrigate, water saving, optimal fertilizer application, and shortening of time spent in irrigation activity to encourage adoption by farmers and enhance water use efficiency in a district.

Second and Third papers (*Paper title: Mapping of Water Stress Detection Index in Wheat Crop Using High Resolution Multi Spectral and Thermal Imageries Acquired by UAV*) and (*Paper title: Evaluation the Performance of ESTARFM Downscaling Algorithm in Spectral Indices Estimation*) dealt with developing of techniques to monitor and estimate vegetation indices of crop growth and water stress or water deficiency levels through satellite and unmanned aerial vehicle (UAV) imageries that lead to generating of WDI map that has promising utility in water stress detection and irrigation scheduling.

Forth paper's (*Paper title: A Computational Approach to Labor Reduction in Rice Cultivation Through Intelligent Irrigation System Placement*) concern was the optimal selection of installation sites for remote monitoring systems within the cultivated area to estimate the amount of labour saved by adopting smart irrigation system.

Fifth paper (*Paper title: Application of IoT - Technology to Upgrade Hydrological Data and Rainfall Stations*) reported on the use of real time forecast on rainfall, water consumption and river flow, but not on soil moisture, which is the suggested parameter for monitoring. It related an upgrading of existing rainfall and gauging stations with an integrated hydrological data collection and transmission device that uses IoT technology to display accurate and dynamic information of water consumption, rainfall, and instantaneous flow rate on real time, thus enhancing water management organizations capacity for effective and efficient irrigation management and disaster prevention.

The last sixth paper (*Paper title: A Comprehensive Overview of Developments in Agricultural Drought Characterization for Enhancing Assessment Capabilities in Agriculturally Dominated Region*) presented a review of remote sensing and hydrologic modelling approaches for agricultural drought characterization, including vegetation indices of crop stress, agricultural drought management policies and methods; climate change-related drought management issues and lessons learned; and a recommended course of actions for improving drought

evaluation to support water demand estimation, identification of vulnerable areas and implementation of policies for water distribution and conservation.

65.1.3: *Two papers responded to suggested topic on reducing water flows to sink and reusing of return flows*

They addressed the issues of controlled drainage and soil nutrients addressing several Sustainable Development Goals (SDGs 6.3-water quality; 6.4-water scarcity; 7-energy; 2.4.1-productive and sustainable agriculture; and 8.2-economic productivity; pollution on receiving bodies of water, climate change-induced flood risks, and insufficient sewer capacity while presenting the opportunities to save on irrigation water, retain surface run off and increase crop yield; water use planning and optimisation of canal system scheduling operation.

One paper (*Paper title: Controlled Drainage Application and the Associated Sustainable Development Goals*) presented a case for the adoption of controlled drainage (CD) to optimize agriculture water use after its comprehensive review of research conducted worldwide on the impacts on irrigation water saving, nutrient losses reduction, and crop yield and its assessment of the potential relevance of CD in addressing several Sustainable Development Goals (SDGs 6.3-water quality; 6.4-water scarcity; 7-energy; 2.4.1-productive and sustainable agriculture; and 8.2-economic productivity).

Another paper (*Paper title: Evaluation of the Connected Farm-Pond System for Flood Reduction*) informed on the results of a flood simulation study that assessed the impacts of improved connection channels of farm ponds on the system's storage and flood mitigation capacities. While it focused on flood mitigation, the investigated connected pond system improvements will support detention of flood water for irrigation purposes and groundwater recharge and reduce the risk of flooding in the events of higher rainfall intensity.

65.1.4: *Five papers on efficient distribution of available water with minimum losses (65.1.4) addressed the issues of unreliable, inequitable, and inefficient water distribution, impractical water distribution tools, mismatch of canal water deliveries with the water demand of drip irrigation system, unmet water demand during critical growth stage, water leaks and conveyance losses, climate change-induced water scarcity and water supply variability and adaptation capacity of farmers and water managers for the new distribution method and management in a collective water network.*

First paper (*Paper title: Interactive Excel-based Water Use and Water Distribution Planning Tableaus for Canal Irrigation Systems*) presented an Excel-based procedure that automatically does all the calculations necessary for developing water use planning (WUP) and water distribution planning (WPD) tableaus aimed at supporting transparent and efficient management of water deliveries and operation of canal irrigation systems. The WUP and WDP tableaus specify decadal gross crop irrigation water requirements of individual water users and decadal volumes of water and the flow rates to be supplied to each canal in the canal network, respectively.

Second paper (*Paper title: Optimized Regulation Mode of Irrigation District Water Distribution System Based on Water Hydrodynamic Process Simulation in Xinjiang Production and Construction Corps*) put forward a channel optimization and regulation model developed based on the simulation of hydrodynamic process of a water distribution system to address the mismatched between water distribution and crop water demand in a drip irrigation system; ensure efficient flow through the channel into the drip irrigation system; and ensure timely water delivery to crops at critical growth period. The mismatched was addressed by optimizing canal system scheduling operation.

Third paper (*Verification of A Leak Localization Method Using Reflected Waves from Leak Points in Field Pipeline*) reported on the effectiveness of a leak localization method based on pressure transients to detect leaks in in-situ irrigation supply pipeline, thus its usefulness in preventing water conveyance losses.

Forth paper (*Paper title: Modernization of Irrigation Systems: Experience of Collective Re-conversion to Drip Irrigation in Morocco*) analysed the experience and challenges of the social component (support to farmers) of a collective reconversion to drip irrigation project aimed at improved management of existing facilities and reduction of water losses.

The last fifth paper (*Paper title: Evaluating the Operational Performances of Reservoir Re-operation Model Using Adaptive Neuro-fuzzy Inference System Approach: Case study of Sirikit Dam in Thailand*) discussed the results of a study on the operation performance of a reservoir re-operation model developed using the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)-based reservoir operating rules in minimizing water deficit and maximizing long-term water storage and in ensuring efficient reservoir operation.

**Five papers in the miscellaneous category dealt with issues related to dam apron design, impacts of urbanization on governance and irrigation management, estimation of the cost of drip irrigation, soil characterization and impacts of mulch on soil water-salt movement and distribution.

First paper (*Paper title: Numerical Analysis of Flow Field Downstream of a Diversion Weir with a 2-step Drop*) discussed the use of numerical analysis in the design of efficient bed protection work (apron length) that will minimize the likelihood of scouring in cases of extreme river flows associated with climate change. It aligned with infrastructure design improvement.

Second paper (*Paper title: Losing Ground of Collective Action: Case Study on Operation and Management Challenges in Mahadev Khola Rajkulo Emerging from Urbanization and Livelihood Changes*) discussed the drivers of urbanization and the adverse impacts of urbanization on irrigation governance, highlighting the loss of the tradition of self-help and community feeling in the management of irrigation system.

Third paper (*Paper title: Selection of Features Affecting the Cost of Drip Irrigation System in Iran Using the Featurewiz Method*) presented a feature selection method, Featurewiz, developed and used to identify the features that had the greatest impact on the costs of drip irrigation system.

Forth paper (*Paper title: Soil Characterization in a Semi-arid Valley: The Case of Soils Upstream of the Wedbila Dam in Burkina Faso*) characterized the physico-chemical parameters of soils and the soil moisture nine-month evolution in semi-arid valley upstream of a dam and concluded that many pores in the soil are favourable for good percolation and that the observed soil deficiencies for agricultural production can be addressed with soil amendments.

The last fifth paper among total five papers under miscellaneous category (*Paper title: How Mulch Residue Affects the Soil Water-Salt and Cotton Growth in the Seeding Stage*) reported on the effects of residual mulch accumulation on the growth of cotton in the seedlings stage and soil water-salt content and distribution. These last two papers examined soil conditions and recommended course of action to improve soil fertility and soil water movement, which have bearings on resulting crop yields, hence, on water productivity.

Thus, the 24 papers submitted for Question 65.1, as summarized by the Panel Expert, have covered a wide range of approaches and decision-support tools for increasing productivity through improved irrigation management system. The tools or techniques used in the studies

ranged from low-cost traditional methods to the state-of-the-art technology such as unmanned aerial vehicle imageries (UAV), computer-based models, and IoT, among others. Authors have clearly made efforts to show the techniques validated for improving/strengthening the existing management facilities in agriculture sector, simultaneously evolving new techniques to bring precision in inputs' application for enhancing agricultural production.

65.2: Improved Agronomic Practices and Research/Innovation

(Panel Expert: Dr. Vivek Kapadia, India)

Improving agronomic practices and undertaking research for evolving new innovative inputs as well substitute outputs in agriculture is a required strategy for sustaining food security under growing water scarcity. Question 65.2 particularly seeks to improve the existing agronomic practices by continuing research efforts with respect to operational techniques adopted for making cost effective use of multi-disciplinary inputs in agriculture sector. This strategy leads to sustaining food security by evolving innovative output at different intervals of time. The suggested areas of discussion under this sub-question 65.2 include four sections i.e. (65.2.1) Timely application of irrigation water, (65.2.2) Controlling non-beneficial evaporation; (65.2.3) Minimizing salinization of return flows; and (65.2.4) Closer look at appropriate regional cropping pattern considering the appropriate virtual water transfer involved.

Seven (7) papers were received under sub-questions 65.2.1, 65.2.2, and 65.2.4. No paper has been submitted under section 65.2.3 i.e. minimising salinization of return flows.

The 7 papers submitted addressed other three sub-questions in a tangential way as the sub-questions have been addressed by the authors mostly indirectly.

The submitted seven papers have addressed the issues which have been summarized by the Panel Expert under section wise brief of the sub question as given here-under:

- 65.2.1: Two papers out of 7 under section (65.2.1 - timely application of irrigation water) have addressed the issues mainly of mulching, irrigation water and productivity by putting focus on biological degradable mulching materials, use of plastic bags and their effects on maize and cotton and corresponding irrigation water requirements and productivity leading thereby to economic benefits and ecological sustainability specifically by reducing farmland CO₂ emissions - (paper title - EFFECTS OF BIODEGRADABLE FILM AND IRRIGATION AMOUNTS ON MAIZE GROWTH AND FIELD CARBON SEQUESTRATION UNDER DRIP IRRIGATION IN ARID NORTHWEST CHINA) The biodegradable film is considered a suitable substitute for polyethylene film. Sprayable degradable film, which is both biodegradable and non-polluting, represents a superior alternative to the traditional plastic film with respect to increased yield and increased water use efficiency (Paper title - Effects of sprayable degradable film mulching on cotton growth and yield under drip irrigation).
- 65.2.2: Two papers under section 65.2.2 (controlling non-beneficial evaporation) have addressed the issues of conservation of water, evaporation, conservation agriculture and cost effective design of drip irrigation system by providing an account of exploration deficit irrigation for yam which actually is meant for conservation of water by controlling evaporation; at the same time, giving accounts of effects of Conservation Agriculture on bulk density, system irrigation, soil penetration resistance, soil temperature, soil infiltration, soil evaporation, Leaf Area Index, Grain Yield, Total Water Productivity and Irrigation Water Productivity. The economic effect of the application of the developed technical approaches is

achieved due to the reduction of operating costs for washing, operating systems and operating personnel, including the total amount of capital costs for improving the designs of existing systems. The ecological aspect of the developed technical approaches is the minimization of the use of chemical reagents and acids during the operation of drip irrigation systems.

- 65.2.4: Remaining three papers under section 65.2.4 (under cropping pattern and virtual water transfer) have addressed the issues of communication system, water quality and cultivation activity by underlining the importance of improved communication systems – a semi-automated remote sensing approach (The European Union has used such approach and field trials are being carried out in South Indian village) for quick assessment of the crop damages and filing claims (Paper title- ML BASED REMOTE SENSING MOBILE APPLICATION FOR USE BY FARMERS AND FIELD OFFICERS); the Conservation Agriculture has a discernible impact on soil properties, water flows, and crop yields (paper title - Evolution of hydrodynamic SOIL properties in the early stages after conservation agriculture adoption in Mediterranean irrigated systems); and study cultivation practices using water-energy-food-carbon-water quality nexus through simulation for evaluating environmental impact (paper title - Cultivation Activity Scenarios Evaluation using water-energy-food-carbon-water quality nexus: Focusing on resources footprint).

Thus, seven papers received under sub-question 65.2 have addressed agronomic practices including land and water management and have inferred enhanced crops' productivities to meet the food security in future in the light of increasing population. New innovations in agronomic practices have been found to be cost effective and eco-friendly minimizing the negative environmental impacts. Efforts have been made to enhance water productivity through increasing irrigation efficiency by adopting new agronomic practices and advanced semi-automated remote sensing approach.

65.3: Efficient Application of Irrigation Water

(Panel Expert: Vice President Rafat Nael, Iraq)

Efficient application of irrigation water in agriculture is of utmost importance because it affects crops' productivity differential. Each seasonal or perennial crop has different growth stages and each stage has a specific requirement of irrigation water within critical time-range of that stage. Application of water at right time in adequate quantity required at a specific crops' growth stage can minimize the difference between the potential and field level productivities. This strategic operation in agriculture helps to meet out the growing demand for food in future in the light of increasing population under changing climatic scenario. The suggested areas of discussion under this sub-questions 65.3 include three sections i.e. (65.3.1) Reducing non-returnable losses of irrigation water (65.3.2) Pressurised irrigation through piped conveyance systems at farm levels and (65.3.3) using technologies such as SCADA, sensor technology and precision application.

Ten (10) papers were received under sub-questions 65.3. One paper out of 10 papers have not addressed any of the sub-questions. Out of remaining 9 papers, one paper has addressed 65.3.1 sub question i.e. (reducing non-returnable losses), two papers addressed 65.3.2 (Pressurised piped conveyance systems) and six papers have addressed 65.3.3 (precision through technologies).

Issues addressed in each paper have been summarized by the Panel Expert in the light of sections under the sub question 65.3, which are discussed in brief as follows:

- 65.3.1: First paper out of 10 papers under section 65.3.1 (i.e Reducing non-returnable losses of irrigation water) of sub-question 65.3 have addressed the issue on estimates of daily reference evapotranspiration which has been found to be critical for water management for all agricultural crops. The reference evapotranspiration calculations are one of the columns in Irrigation management and its development leads to improve Water Productivity (paper title IMPROVED TEMPERATURE-BASED REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION MODEL FOR CROP WATER DEMAND FORECASTING , En Lin , Yufeng Luo).
- 65.3.2: Second and Third paper under section 65.3.2 (i.e. Pressurised irrigation through piped conveyance systems at farm levels) of sub-question 65.3 have addressed the issues of micro irrigation, crops' and water productivity; Capacity building for effective adoption, water use efficiency components; standard operating procedures for measuring WUE and the costs involved in both structural and non-structural measures - (paper title - Enhancing Agricultural Water Productivity Sustainably in Semi-Arid Region through Group Micro Irrigation (GMI) Approach: Case Study in Maharashtra, India); and (paper title - Breaking the Boundaries : Using Water Use Efficiency (WUE) as New Source of Water by Anuj Kanwal).
- 65.3.3: Six papers under section 65.3.3 (i.e. using technologies such as SCADA, sensor technology and precision application)

First paper has addressed the issues on reservoir sedimentation and efficient decision making in planning distribution of water (paper title- Reservoir sedimentation surveys for optimal management of water resources – A case study of reservoirs in Maharashtra state by Dr. Sanjay Belsare, Rajiv Mundada, Makarand Kulkarni, Santosh Wagh);

Second paper has addressed the issue of making predictions on climate change and crops' production by using Artificial Neural Network (ANN) model that plays a crucial role in future evaluation of the concept of precision agriculture as a sustainable means of meeting world's food demands by improving water productivity - (paper title - STUDY OF ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING BARLEY PLANT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TECHNOLOGY by Zeinab, H. Behairy, El Awady, M.N, Genaidy, M.A and Shaimaa, M. Baraka);

Third paper has addressed the issue of irrigation water management and soil moisture leading to increased water productivity for doubling crops' production (paper title - On-farm Water Management in Spate Systems for Production Increase in Gash Agricultural Scheme, Sudan);

Forth paper has addressed the issue of sharing of water among the riparian countries through potential benefit sharing opportunities (paper title - BENEFIT SHARING OPPORTUNITY IN THE GBM (GANGA, BRAHMAPUTR AND MEGHNA) BASIN by Dr Hossen Mohammad Abul);

Fifth paper has addressed the issues on land management/soil compaction and water consumption for improving yield and quality (paper title - Effects of soil compaction on water consumption, yield and tuber quality of potatoes under mulched drip irrigation by YANG Kaijing, WANG fengxin, MENG Chaobiao, ZHOU Qib, LEI Bo);

Sixth paper has addressed the issues on analysis of data for any irrigation project and conducting evaluation processes for enhancing water productivity have been addressed (paper

title - IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF WATER RESOURCES MANAGEMENT WITH IRRIGATION by Isaeva, S.D. Dedova, E.B., Bondarik, I.G.). For the irrigated agriculture development in the conditions of climate change and water scarcity implies the cost-effective use of water resources in compliance with environmental restrictions.

One of the last papers at 10th number in the end by the Panel Expert has been remarked - that the authors have not addressed the enhancement of water productivity, rather the researchers have dealt with the optimal angle of inclination of the cover for all types of solar distillation systems, therefore, they were not successful in answering question 65. (Paper title- Modelling the Optimum Cover tilt Angle for Different Solar Stills by Siami, Hashem, Ahmadaali, Khaled, and Zare Salman).

Thus, ten papers received under sub-question 65.3 (efficient application of water) have shown vividly that water losses may be recoverable or non-recoverable can be minimized through different irrigation water management practices. Using state of the art technologies lead to precision application of different inputs in agricultural sector and these technologies need to be disseminated globally to meet the food security world over as enhancement of agricultural production at the same time minimizing the environmental negative impacts has become need of the hour.

Concluding thoughts

Most of the papers were related to the physical water productivity enhancement leading to increase in crops' productivity probably because it was the apparent focus of Question 65.1. Similarly, 65.2 emphasized improved agronomic practices accompanied by timely application of irrigation water too in physical quantities of inputs and agricultural output. Question 65.3 also focussed on efficient application of irrigation water through pressurized irrigation methods, therefore, physical units of all the structural measures as well as of entire inputs' application has been observed in physical units. Economic viability of most of the technological interventions leading to environmental impact under changing climatic scenario world-over have been found lacking. More-so, authors have not covered the policy implication and implementation strategies part in their papers.

1. In the light of above the following gaps have been observed under Question 65 (including all the three sub-questions) which need to be addressed during presentations as well as during formulation of Research and Development projects or programs in future in the light of prevailing water policies of the respective nations:
2. Technical issues accompanied by social and economic aspects give a complete picture of cost-effective technology to be implemented and adopted by the end users. Wide range of approaches/techniques were used by the authors to address Q. 65 through sub questions which have mostly addressed the technical issues/parameters and very little effort has been made by the authors to cover the social and economic issues, that need to be discussed and addressed during presentations.
3. The papers would have been more comprehensive in case comparative account of new approaches evolved vis-à-vis existing management approaches would have been simultaneously covered and addressed by the authors for making presentations clearer on the basis of the incremental benefits of the efforts made.
4. It is also worth mentioning here that organizers in future events must include the applied social and economic aspects of technical interventions in the form of sub-questions or sections under various sub-questions.

5. Recommendations on account of research efforts must be made available to the users at 360^o (meaning thereby covering all the agencies in public and private sector who are directly or indirectly linked to water or irrigation water use in agriculture sector) in the light of respective nations' development policies and programs. Water scarcity in agriculture will be better understood and recommendations will be adopted faster by all the user agencies in case the role of each agency is covered, discussed and facilitated at required plat form/s.
6. Dissemination of the innovative output, as per goal E of the ICID vision 2030 (i.e. to encourage research and support the development of tools to extend innovation into field practices) must cover the related research or development organisations/ departments of the respective nations depending upon the development status of the country either developed or developing or under-developed.

At length, dedicated services rendered by all the authors, panel experts namely Dr. Mona Liza F. Delos Reyes from Philippines, Dr. Vivek Kapadia from India and Vice President Rafat Nael from Iraq, for completing this arduous task of preparing summary reports are duly acknowledged. Special mention and thanks to the sincere efforts of Er B A Chivate, Director (Technical), iCID for making communications along with sending all the related documents in time.

**QUESTION 65:
QUELLES TECHNIQUES AGRICOLES PEUVENT AUGMENTER LA
PRODUCTIVITE DE L'EAU?**

RAPPORT GENERAL

Prof. Ashwani Kumar Randev¹
Rapporteur Général

INTRODUCTION

L'eau est l'élément principal de l'ensemble du monde biologique et abiotique, car elle confère une utilité aux objets vivants et non vivants, qui peuvent ensuite être transformés en produits utiles destinés à être utilisés par les utilisateurs finaux. L'eau joue le rôle le plus important en influençant la productivité des cultures, ce qui est fondamental pour la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté. La rareté relative de l'eau exige la sécurité de l'eau par l'adoption de diverses interventions technologiques pour assurer la productivité de l'eau, en général dans ses multiples utilisations et en particulier dans le secteur agricole en économisant l'utilisation de l'eau dans l'utilisation des intrants agricoles et les résultats obtenus.

Le 25^e Congrès CIID portant sur le thème «Lutte contre la pénurie d'eau dans l'agriculture» devrait aborder la question générale de la productivité de l'eau sous forme de deux questions. En bref, la première question - Q. 64 porte sur les ressources alternatives en eau, y compris les ressources conventionnelles et non conventionnelles, et la deuxième question - Q. 65 - porte sur les techniques agricoles; il est constaté que ces deux questions mettent l'accent sur la productivité de l'eau aux niveaux existants et de pointe.

En ce qui concerne la question 65 «Quelles techniques agricoles peuvent augmenter la productivité de l'eau ?», les techniques agricoles peuvent avoir des aspects sociaux et techniques; c'est pourquoi ces techniques ont été divisées en trois sous-questions sur la base de la physiologie végétale, des pratiques agronomiques et des approches d'ingénierie, abordant simultanément les techniques de conservation de l'eau et les technologies émergentes.

Dans le secteur agricole, seulement le plasma germinatif accompagné d'une approche efficace de la gestion de l'eau peut soutenir la disponibilité alimentaire pour une population toujours croissante dans les temps à venir, ce qui a été précisément couvert par trois sous-questions. Le rapport spécifique relatif à **ces trois sous-questions est présenté dans les paragraphes suivants :**

65.1: Amélioration de la Gestion des Installations Existantes

Dr. Mona Liza (Philippines), experte du Groupe de la question 65.1, a observé à propos de la sous-question 65.1 : «L'augmentation de la productivité de l'eau est une stratégie logique pour aider à atteindre la sécurité alimentaire dans un contexte de pénurie croissante d'eau dans l'agriculture». La sous-question 65.1 cherche en particulier à mettre en discussion les approches existantes de gestion des systèmes d'irrigation qui peuvent augmenter la productivité de l'eau. Les domaines de discussion proposés dans le cadre de cette sous-question 65.1 comprennent quatre sections liées (65.1.1) aux concepts de productivité de l'eau et de l'efficacité de l'irrigation, (65.1.2) à l'utilisation de prévisions en temps réel sur la teneur en eau du sol et de prévisions hydrologiques étendues; (65.1.3) à la réduction des

¹ Prof. A K Randev, Chair, WG-SON-FARM, E-mail : ashwanirandev19@gmail.com

écoulements d'eau vers les puits et à la réutilisation des écoulements restitués; et (65.1.4) à la distribution efficace de l'eau disponible avec des pertes minimales, y compris le partenariat public-privé (PPP) respectivement.

Dr. Mona Liza – experte du Groupe a mis l'accent sur la sous-question en soulignant que la recherche d'une productivité accrue de l'eau grâce à une meilleure gestion de l'irrigation exige une bonne compréhension du bilan hydrique au niveau de l'exploitation agricole, du système et du bassin versant.

Vingt-quatre (24) communications ont été reçues dans le cadre des sous-questions 65.1.1 à 65.1.4. – L'expert du Groupe a méticuleusement classé tous les documents selon les sous-questions posées à la discussion, à savoir que trois sur le total de 24 documents soumis ont abordé la section 65.1.1 (les concepts de productivité de l'eau et de l'efficacité de l'irrigation; neuf, deux et cinq articles ont abordé les sujets des sections 65.2 (les prévisions en temps réel sur la teneur en eau du sol et les prévisions hydrologiques étendues), 65.3 (la réduction des écoulements d'eau vers les puits et la réutilisation des écoulements restitués) et 65.4 (la distribution efficace de l'eau disponible avec des pertes minimales) respectivement. Cinq articles ont été classés dans la catégorie Diverse.

65.1.1: Section - Sur le concept de la productivité de l'eau et de l'efficacité de l'irrigation

65.1.1: Trois documents ont traité les questions de la pénurie d'eau, de la dégradation et de l'érosion des sols en adoptant une irrigation déficitaire, une technique de la culture sans travail du sol en conduisant à une agriculture de conservation et des approches d'utilisation de l'eau de l'écosystème pour améliorer les rendements agricoles grâce à une productivité accrue de l'eau

Le premier article (Titre de l'article : Utilisation d'une méthodologie de bilan hydrique sur le terrain pour évaluer les fonctions de production d'eau pour la canne à sucre irriguée (*saccharum officinarum* L.) dans le milieu semi-aride) a mis en place une fonction pratique de production d'eau saisonnière et par stades de la canne à sucre, qui a relié les baisses de rendement relatives au déficit d'évapotranspiration relatif, afin de soutenir la programmation de l'irrigation déficitaire de la culture dans le milieu semi-aride.

Le deuxième article (Titre de l'article : Conservation des sols et de l'eau grâce à la technique du riz Saguna pour améliorer la productivité agricole) a mis l'accent sur la technique de la culture sans travail du sol, l'agriculture de conservation, qui a amélioré la teneur en matière organique, le drainage du sol et la capacité de rétention d'eau du sol; la réduction du ruissellement de surface et de la perte de sol; l'amélioration de la teneur en carbone du sol; et l'augmentation des rendements en riz et en légumineuses dans les zones d'étude de cas. En conclusion, il constate que cette technique agricole peut améliorer la productivité de l'eau, donnant lieu aux rendements plus élevés.

Le troisième et dernier article de cette section (Titre de l'article : Utilisation de l'eau par l'écosystème et méthode précise de remise en état des terres - outils de base de l'économie verte) a abordé un concept de l'utilisation de l'eau par les écosystèmes et de son rôle dans l'écologisation des processus de production agricole sur les terres récupérées et a énuméré les objectifs et les actions nécessaires pour améliorer la productivité de l'eau pour chaque type d'écosystème (terrestre, pédologique, aquatique) associé à la production agricole.

65.1.2: Dans cette deuxième section parmi neuf documents soumis pour les prévisions sur la teneur en eau du sol et les prévisions hydrologiques

Trois documents portaient sur les prévisions hydrologiques, tandis que six documents faisaient référence à l'utilisation de prévisions en temps réel sur la teneur en eau du sol.

Trois documents soumis sur la prévision hydrologique ont abordé les questions relatives à la planification et à la gestion découlant de la grande variabilité ressentie entre l'approvisionnement en eau et la demande en eau dans le temps et dans l'espace et l'utilisation optimale de l'eau; les questions concernant la demande future d'irrigation due au changement climatique ainsi que la question concernant les tendances de la production agricole ont également été abordées en raison de l'évolution des paramètres météorologiques.

L'un des trois articles (Titre de l'article : Prévisions hydrologiques étendues (EHP) - prévisions sous-saisonnnières pour la planification et la gestion des ressources en eau) a fourni des prévisions hydrologiques sur un horizon de plusieurs semaines des flux naturalisés pour des réservoirs sélectionnés dans les bassins fluviaux de l'étude de cas. Les prévisions EHP devraient constituer une contribution importante aux systèmes complémentaires d'aide à la décision pour la gestion intégrée des ressources en eau. Des prévisions solides des scénarios d'approvisionnement et de demande en eau aideront à utiliser de manière optimale les ressources en eau et à minimiser les impacts des événements catastrophiques.

Les deux autres articles (Titre de l'article : Evaluation de l'impact du changement climatique sur les besoins en eau des cultures (Etude de cas : réseau d'irrigation Moghan-Iran)) et (Titre de l'article : Problème d'adaptation de l'amélioration de l'eau au changement climatique en Biélorussie) ont fait des études sur le changement climatique, qui ont donné des projections sur le climat et les besoins en irrigation ainsi que les tendances de la production agricole qui en résultent, sur la base des résultats obtenus de la modélisation climatique et de l'analyse statistique des changements de précipitations, de température et d'évaporation.

Six articles sur les prévisions en temps réel ou en temps quasi réel de la teneur en eau du sol ont abordé les questions suivantes : l'approvisionnement en eau limité; les pertes d'eau du système d'irrigation; la perte d'engrais due à un lessivage excessif; la détection du stress hydrique des cultures; la caractérisation de la sécheresse; la technologie IoT pour afficher des informations précises et dynamiques sur la consommation d'eau, les précipitations et le débit instantané en temps réel; et les questions relatives à la gestion de l'irrigation consistant à contrôler et à équilibrer l'approvisionnement en eau extrême et les demandes en eau des différents utilisateurs afin d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Le sujet de l'irrigation intelligente grâce à un système de télédétection pour économiser la main-d'œuvre a également été abordé.

Le premier article (Titre de l'article : Outils de gestion de l'eau d'irrigation : outils adaptés aux petits exploitants irrigants de la province de Gauteng, Afrique du sud) a identifié les capteurs d'humidité appropriés pour les irrigants de petites exploitations et a démontré sur le terrain l'utilité des capteurs pour décider du moment d'irriguer, des économies d'eau, de l'application optimale des engrais et de la réduction du temps consacré aux activités d'irrigation pour encourager l'adoption par les agriculteurs et améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans un district.

Les deuxième et troisième articles (Titre de l'article : Cartographie de l'indice de détection du stress hydrique dans les cultures du blé à l'aide d'images multi spectrales et thermiques à haute résolution acquises par l'UAV) et (titre de l'article : Évaluation des performances de l'algorithme de réduction d'échelle ESTARFM dans

l'estimation des indices spectraux) ont traité du développement de techniques pour surveiller et estimer les indices de végétation de la croissance des cultures et les niveaux de stress et de déficit hydrique grâce aux images satellitaires et de véhicules aériens sans pilote (UAV) qui conduisaient à la génération d'une carte WDI qui avait une utilité prometteuse dans la détection du stress hydrique et la programmation de l'irrigation.

La préoccupation du quatrième article (Titre de l'article : Approche informatique de la réduction du travail dans la riziculture par le biais d'une orientation intelligente du système d'irrigation) était la sélection optimale des parcelles de rizières pour l'installation des systèmes de télédétection dans la zone cultivée afin d'estimer la quantité de travail économisée grâce à l'adoption d'un système d'irrigation intelligent.

Le cinquième article (Titre de l'article : Application de la technologie des choses (IOT) pour améliorer les données hydrologiques et les stations pluviométriques) rendait compte de l'utilisation de prévisions en temps réel sur les précipitations, la consommation d'eau et le débit fluvial, mais pas sur la teneur en eau du sol, qui est le paramètre suggéré pour la surveillance. Il s'agissait d'une mise à niveau des stations pluviométriques et de jaugeage existantes avec un dispositif intégré de collecte et de transmission de données hydrologiques qui utilise la technologie IoT pour afficher des informations précises et dynamiques sur la consommation d'eau, les précipitations et le débit instantané en temps réel, améliorant ainsi la capacité des organisations de gestion de l'eau à gérer l'irrigation de manière efficace et efficiente et à prévenir les catastrophes.

Le dernier sixième article (Titre de l'article : Vue d'ensemble des développements en matière de caractérisation de la sécheresse agricole pour améliorer les capacités d'évaluation dans les régions dominées par l'agriculture) a présenté un examen des approches de télédétection et de modélisation hydrologique pour la caractérisation de la sécheresse agricole, y compris les indices de végétation du stress agricole, les politiques et méthodes de gestion de la sécheresse agricole; les questions relatives à la gestion de la sécheresse liées au changement climatique et les leçons apprises; et un plan d'action recommandé pour améliorer l'évaluation de la sécheresse afin de soutenir l'estimation de la demande en eau, l'identification des zones vulnérables et la mise en œuvre de politiques de distribution et de conservation de l'eau.

65.1.3: Deux documents ont répondu au thème suggéré sur la réduction des écoulements d'eau vers les puits et la réutilisation des écoulements restitués.

Ils ont abordé les questions du drainage contrôlé et des nutriments du sol, qui répondent à plusieurs objectifs de développement durable (ODD 6.3 - qualité de l'eau; 6.4 - pénurie d'eau; 7 - énergie; 2.4.1 - agriculture productive et durable; et 8.2 - productivité économique; la pollution des masses d'eau réceptrices, les risques d'inondation induits par le changement climatique et la capacité insuffisante des égouts, tout en présentant les possibilités d'économiser l'eau d'irrigation, de retenir les eaux de ruissellement et d'augmenter le rendement agricole; la planification de l'utilisation de l'eau et l'optimisation de l'exploitation de programmation des systèmes de canaux.

Un article (Titre de l'article : Application du drainage contrôlé et objectifs de développement durable qui y sont associés) a discuté en faveur de l'adoption du drainage contrôlé (CD) pour optimiser l'utilisation de l'eau agricole, après un examen approfondi des recherches menées dans le monde sur son impact sur les économies d'eau d'irrigation, la réduction des pertes

de nutriments et le rendement agricole, ainsi qu'une évaluation de la pertinence potentielle du CD pour atteindre plusieurs objectifs de développement durable (ODD 6.3 - qualité de l'eau; 6.4 - pénurie d'eau; 7 - énergie; 2.4.1 - agriculture productive et durable ; et 8.2 - productivité économique).

Un autre article (Titre de l'article : Évaluation du système connecté d'étang de ferme pour la réduction des inondations) a présenté les résultats d'une étude de simulation d'inondation qui a évalué les impacts de l'amélioration des canaux connectés d'étang de ferme sur les capacités de stockage et d'atténuation des inondations du système. Bien qu'elles soient axées sur l'atténuation des inondations, les améliorations du système d'étangs connectés étudiées permettront de retenir les eaux d'inondation à des fins d'irrigation et de recharge des eaux souterraines, et de réduire le risque d'inondation en cas de précipitations plus intenses.

65.1.4: Cinq documents sur la distribution efficace de l'eau disponible avec un minimum de pertes (65.1.4) ont abordé les questions de la distribution peu fiable, inéquitable et inefficace de l'eau, des outils de distribution de l'eau peu pratiques, de l'inadéquation des livraisons d'eau des canaux avec la demande en eau des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte, de la demande en eau non satisfaite pendant la phase de croissance critique, des fuites d'eau et des pertes de transport d'eau, de la rareté de l'eau induite par le changement climatique et de la variabilité de l'approvisionnement en eau, ainsi que de la capacité d'adaptation des agriculteurs et des gestionnaires de l'eau à la nouvelle méthode de distribution et de gestion dans un réseau d'eau collectif.

Le premier article (Titre de l'article : Tableaux interactifs de planification de l'utilisation et de la distribution de l'eau basés sur Excel pour les systèmes d'irrigation de canaux) a présenté une procédure basée sur Excel qui effectue automatiquement tous les calculs nécessaires à l'élaboration des tableaux de la planification de l'utilisation de l'eau (WUP) et de la planification de la distribution de l'eau (WPD) visant à soutenir une gestion transparente et efficace des livraisons d'eau et de l'exploitation des systèmes d'irrigation par canaux. Les tableaux WUP et WDP précisent les besoins décennaux bruts en eau d'irrigation des cultures des utilisateurs individuels de l'eau, ainsi que les volumes décennaux d'eau et les débits à fournir à chaque canal du réseau de canaux respectivement.

Deuxième article (Titre de l'article : Etude sur le mode de règlement optimisé du système de distribution d'eau du district d'irrigation sur la base de la simulation du processus hydrodynamique de l'eau dans le corps de production et de construction de Xinjiang) a proposé un modèle d'optimisation et de règlement des canaux développé sur la base de la simulation du processus hydrodynamique d'un système de distribution d'eau afin de remédier au décalage entre la distribution de l'eau et la demande en eau des cultures dans un système d'irrigation goutte à goutte; d'assurer un écoulement efficace à travers le canal vers le système d'irrigation goutte à goutte; et d'assurer un approvisionnement en eau en temps opportun aux cultures pendant la période de croissance critique. Ce décalage a été résolu en optimisant l'exploitation de programmation du système de canaux.

Le troisième article (Vérification d'une méthode de localisation de fuite utilisant des ondes réfléchies à partir de points de fuite dans un pipeline de terrain) a rendu compte de l'efficacité d'une méthode de localisation de fuite basée sur des transitoires de pression pour détecter les fuites dans un pipeline d'irrigation in situ, et donc de son utilité pour prévenir les pertes de transport de l'eau.

Le quatrième article (Titre de l'article : Modernisation des systèmes d'irrigation : l'expérience de la reconversion collective vers l'irrigation localisée au Maroc (Analyse et leçons) a analysé l'expérience et les défis de la composante sociale (soutien aux agriculteurs) d'un projet

de reconversion collective à l'irrigation goutte à goutte visant à améliorer la gestion des installations existantes et la réduction des pertes d'eau.

Le dernier cinquième article (Titre de l'article : Évaluation des performances opérationnelles du modèle réopérationnel du réservoir en utilisant l'approche du système d'inférence neuro-flou adaptatif: Etude de cas du barrage de Sirikit en Thaïlande) a discuté des résultats d'une étude menée sur les performances opérationnelles d'un modèle réopérationnel du réservoir développé en utilisant les règles d'exploitation de réservoir basées sur le Système d'inférence neuro-flou adaptatif (ANFIS) pour minimiser le déficit en eau, maximiser le stockage de l'eau à long terme et assurer l'exploitation efficace du réservoir.

Cinq articles dans la catégorie Diverse ont traité de questions liées à la conception de radier du barrage, aux impacts de l'urbanisation sur la gouvernance et la gestion de l'irrigation, à l'estimation du coût de l'irrigation goutte-à-goutte, à la caractérisation du sol et aux impacts du paillis sur le mouvement et la distribution de l'eau et du sel dans le sol.

Première communication (Titre de l'article : Analyse numérique du champ d'écoulement en aval d'un seuil de dérivation avec une chute à deux étapes) a discuté de l'utilisation de l'analyse numérique dans la conception d'ouvrages efficaces de protection du lit (longueur de radier) qui minimiseront la probabilité d'affouillement dans les cas des débits fluviaux extrêmes associés au changement climatique. Cela s'alignait sur l'amélioration de la conception des infrastructures.

Le deuxième article (Titre de l'article : Perte de terrain de l'action collective : étude de cas sur les défis de l'exploitation et de la gestion à Mahadev khola rajkulo à la suite de l'urbanisation et de l'évolution des moyens de subsistance) a discuté des forces de l'urbanisation et des impacts négatifs de l'urbanisation sur la gouvernance de l'irrigation, en soulignant la perte de la tradition de l'auto-assistance et de sentiment communautaire dans la gestion du système d'irrigation.

Le troisième article (Titre de l'article : Sélection des caractéristiques affectant le coût des systèmes d'irrigation goutte à goutte en utilisant la méthode Featurewiz en Iran) a présenté une méthode de sélection de caractéristiques, Featurewiz, développée et utilisée pour identifier les caractéristiques qui exercent des impacts sur les coûts des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte.

Le quatrième article (Titre de l'article : Caractérisation des sols dans une vallée semi-aride : cas des sols en amont du barrage de Wedbila au Burkina Faso) a caractérisé les paramètres physico-chimiques des sols et l'évolution de la teneur en eau du sol sur neuf mois dans une vallée semi-aride en amont d'un barrage et a conclu que de nombreux pores du sol sont favorables à une bonne percolation et que les déficiences observées dans le sol pour la production agricole peuvent être traitées avec des amendements du sol.

Le dernier cinquième article parmi les cinq articles de la catégorie Diverse (Titre de l'article : Comment les résidus de paillage affectent l'eau-le sel du sol et la croissance du coton au stade du semis) a rendu compte des effets de l'accumulation de paillis résiduel sur la croissance du coton au stade des semis et sur la teneur et la distribution de l'eau-du sel du sol. Ces deux derniers articles ont étudié les conditions du sol et ont recommandé des mesures à prendre pour améliorer la fertilité du sol et le mouvement de l'eau du sol, qui pourraient exercer des impacts sur les rendements des cultures, et donc sur la productivité de l'eau.

Ainsi, les 24 documents soumis à la question 65.1, tels que résumés par l'expert du Groupe, ont couvert un large éventail d'approches et d'outils d'aide à la décision pour augmenter la productivité grâce à un système de gestion de l'irrigation amélioré. Les outils ou les

techniques utilisées dans les études allaient des méthodes traditionnelles peu coûteuses aux technologies de pointe telles que l'imagerie de véhicules aériens sans pilote (UAV), les modèles informatiques et l'loT, entre autres. Les auteurs se sont clairement efforcés de montrer les techniques validées pour améliorer/renforcer les installations de gestion existantes dans le secteur agricole, tout en développant simultanément de nouvelles techniques pour apporter de la précision dans l'application des intrants pour améliorer la production agricole.

65.2: Pratiques Agronomiques Améliorées et Recherche / Innovation

(Expert du Groupe: Dr. Vivek Kapadia, India)

L'amélioration des pratiques agronomiques et les recherches entreprises pour développer de nouveaux intrants innovants ainsi que des produits de substitution dans l'agriculture sont une stratégie nécessaire pour maintenir la sécurité alimentaire dans un contexte de pénurie d'eau croissante. La question 65.2 vise en particulier à améliorer les pratiques agronomiques existantes en poursuivant les efforts de recherche en ce qui concerne les techniques opérationnelles adoptées pour une utilisation rentable d'intrants multidisciplinaires dans le secteur agricole. Cette stratégie permet de maintenir la sécurité alimentaire en développant des produits innovants à différents intervalles de temps. Les domaines de discussion suggérés dans le cadre de cette sous-question 65.2 comprennent quatre sections, à savoir (65.2.1) l'Application en temps opportun de l'eau d'irrigation; (65.2.2) le Contrôle de l'évaporation non bénéfique; (65.2.3) la Réduction de la salinisation des écoulements restitués; et (65.2.4) le Regard de plus près sur l'assolement régional approprié, en particulier en tenant compte de la pertinence du transfert virtuel d'eau impliqué.

Sept (7) communications ont été reçues dans le cadre des sous-questions 65.2.1, 65.2.2 et 65.2.4. Aucun document n'a été soumis au titre de la section 65.2.3, c'est-à-dire pour «Réduction de la salinisation des écoulements restitués».

Les 7 articles soumis ont abordé les trois autres sous-questions de manière tangentielle, les auteurs ayant abordé ces sous-questions de manière indirecte pour la plupart.

Les sept documents soumis ont abordé les questions qui ont été résumées par l'expert du groupe sous forme d'un résumé par section de la sous-question, comme indiqué ci-dessous :

65.2.1: Deux articles sur 7 dans le cadre de la section (65.2.1 - Application en temps opportun de l'eau d'irrigation) ont abordé les questions principalement liées au paillage, à l'eau d'irrigation et à la productivité en mettant l'accent sur les matériaux de paillage biologiquement dégradables, l'utilisation de sacs en plastique et leurs effets sur le maïs et le coton et les besoins en eau d'irrigation et la productivité correspondants, ce qui s'est traduit par des avantages économiques et une durabilité écologique, notamment par la réduction des émissions de CO₂ des terres agricoles - (titre papier –

EFFETS DU FILM BIODÉGRADABLE ET DES QUANTITÉS D'IRRIGATION SUR LA CROISSANCE DU MAÏS ET LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES CHAMPS SOUS L'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE DANS LA RÉGION ARIDE DU NORD-OUEST DE LA CHINE). Le film biodégradable est considéré comme un substitut approprié au film de polyéthylène. Le film dégradé pulvérisable, qui est à la fois biodégradable et non polluant, représente une alternative supérieure au film plastique traditionnel en ce qui concerne l'augmentation du rendement et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Titre de l'article - Effets du paillage de film dégradé pulvérisable sur la croissance et le rendement du coton sous l'irrigation goutte à goutte).

65.2.2: Deux articles au titre de la section 65.2.2 (Contrôle de l'évaporation non bénéfique) ont abordé les questions de la conservation de l'eau, de l'évaporation, de l'agriculture de conservation et de la conception rentable du système d'irrigation goutte à goutte en fournissant un compte rendu de l'exploration de l'irrigation déficitaire pour des vignes d'igname qui est en fait destiné à la conservation de l'eau en contrôlant l'évaporation; en même temps, en donnant des comptes rendus des effets de l'agriculture de conservation sur la densité apparente, l'irrigation du système, la résistance à la pénétration du sol, la température du sol, l'infiltration du sol, l'évaporation du sol, l'indice de surface foliaire, le rendement en grains, la productivité totale de l'eau et la productivité de l'eau d'irrigation. L'effet économique de l'application des approches techniques développées est obtenu grâce à la réduction des coûts d'exploitation pour le lavage, le fonctionnement des systèmes et le personnel d'exploitation, y compris le montant total des coûts en capital pour l'amélioration de la conception des systèmes existants. L'aspect écologique des approches techniques développées est la minimisation de l'utilisation de réactifs chimiques et d'acides lors du fonctionnement des systèmes d'irrigation goutte à goutte.

65.2.4: Les trois documents restants de la section 65.2. 4 (l'assolement et le transfert virtuel de l'eau impliqué) ont abordé les questions du système de communication, de la qualité de l'eau et des activités agricole en soulignant l'importance des systèmes de communication améliorés - une approche de télédétection semi-automatisée (l'Union européenne a utilisé cette approche et des essais sur le terrain sont en cours dans un village au sud de l'Inde) pour l'évaluation rapide des dommages causés aux cultures et le téléchargement des créances (titre de l'article : APPLICATION MOBILE DE TÉLÉDÉTECTION BASÉE SUR L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (ML) À UTILISER PAR LES AGRICULTEURS ET LES AGENTS DE TERRAIN); l'agriculture de conservation a exercé un impact perceptible sur les propriétés du sol, les flux d'eau et le rendement des cultures (titre de l'article - Evolution des propriétés hydrodynamiques du sol dans les premières étapes après l'adoption de l'agriculture de conservation des systèmes irrigués méditerranéens); et a étudié les pratiques agricoles en utilisant le lien entre l'eau-l'énergie-alimentation-le carbone-la qualité de l'eau par la simulation pour évaluer l'impact environnemental (titre de l'article - Evaluation des scénarios d'activités agricoles en utilisant le lien entre l'eau, l'énergie, l'alimentation, le carbone et la qualité de l'eau : Accent sur l'empreinte des ressources).

Ainsi, sept articles reçus dans le cadre de la sous-question 65.2 ont abordé les pratiques agronomiques, y compris la gestion des terres et de l'eau, et ont déduit l'amélioration de la productivité agricole afin d'assurer la sécurité alimentaire à l'avenir, compte tenu de l'augmentation de la population. Les nouvelles innovations en matière de pratiques agronomiques se sont révélées rentables et respectueuses de l'environnement, minimisant ainsi les impacts négatifs sur l'environnement. Des efforts ont été déployés pour améliorer la productivité de l'eau en augmentant l'efficacité de l'irrigation par l'adoption de nouvelles pratiques agronomiques et d'une approche avancée de télédétection semi-automatique.

65.3: Application efficace de l'eau d'irrigation

(Expert du Groupe: Vice-Président Rafat Nael, Irak)

L'application efficace de l'eau d'irrigation en agriculture porte une importance capitale car elle exerce un impact sur la productivité différentielle agricole. Chaque culture saisonnière ou pérenne dispose des stades différents de croissance et chaque stade exige la quantité

spécifique de l'eau d'irrigation selon le temps critique de ce stade. L'application d'eau au bon moment et dans la quantité adéquate requise au stade de croissance d'une culture spécifique peut minimiser la différence entre la productivité potentielle et la productivité sur le terrain. Cette opération stratégique dans l'agriculture aide à répondre à la demande croissante d'alimentation à l'avenir à la lumière de l'augmentation de la population dans un scénario climatique changeant. Les domaines de discussion proposés dans le cadre de cette sous-question 65.3 comprennent trois sections, à savoir (65.3.1) la réduction des pertes d'eau d'irrigation irrécupérables, (65.3.2) l'irrigation sous pression par le biais de systèmes de transport par canalisation au niveau des exploitations agricoles, et (65.3.3) l'utilisation de technologies telles que le SCADA, la technologie des capteurs et l'application de précision.

Il est constaté que dix (10) communications ont été reçues au titre des sous-questions 65.3. Un article sur 10 n'a abordé aucune des sous-questions. Sur les 9 articles restants, un article a abordé la sous-question 65.3.1, à savoir (Réduction des pertes d'eau d'irrigation irrécupérables), deux articles ont abordé la sous-question 65.3.2 (Systèmes de transport par canalisations sous pression) et six articles ont abordé la sous-question 65.3.3 (Précision grâce aux technologies).

Les questions abordées dans chaque document ont été résumées par l'expert du groupe à la lumière des sections de la sous-question 65.3, qui sont examinées brièvement comme suit :

- 65.3.1: Le premier des 10 documents dans le cadre de la section 65.3.1 (Réduction des pertes d'eau d'irrigation irrécupérables) de la sous-question 65.3 a traité la question des estimations de l'évapotranspiration de référence journalière, qui s'est avérée essentielle pour la gestion de l'eau pour toutes les cultures agricoles. Les calculs de l'évapotranspiration de référence sont l'une des colonnes de la gestion de l'irrigation et leur développement permet d'améliorer la productivité de l'eau (titre de l'article : MODÈLE AMÉLIORÉ D'ÉVAPOTRANSPIRATION DE RÉFÉRENCE BASÉ SUR LA TEMPÉRATURE POUR LA PRÉVISION DE LA DEMANDE EN EAU DES CULTURES, En Lin, Yufeng Luo).
- 65.3.2: Les deuxième et troisième articles dans le cadre de la section 65.3.2 (c'est-à-dire Irrigation sous pression par le biais de systèmes de transport par canalisation au niveau des exploitations agricoles) de la sous-question 65.3 ont abordé les questions en ce qui concerne la micro-irrigation, la productivité agricole et de l'eau; le renforcement des capacités pour une adoption efficace, les composantes d'efficacité de l'utilisation de l'eau; les procédures [d'exploitation normalisées](#) pour mesurer la WUE et les coûts impliqués dans les mesures structurelles et non structurelles - (Titre du document - Améliorer durablement la productivité de l'eau agricole dans les régions semi-arides grâce à l'approche de la micro-irrigation de groupe (GMI) : Étude de cas à Maharashtra, Inde); et (titre de l'article - Briser les frontières : Utiliser l'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE) comme nouvelle source d'eau par Anuj Kanwal).
- 65.3.3: Comporte six communications relevant de la section 65.3.3 (c'est-à-dire l'Utilisation de technologies telles que le SCADA, la technologie des capteurs et l'application de précision).

Le premier article a traité les questions relatives à la sédimentation des réservoirs et à la prise de décision efficace dans la planification de la distribution de l'eau (Titre de l'article : Etude de la sédimentation des réservoirs pour une gestion optimale des ressources en eau - Etude

de cas des réservoirs de l'Etat du Maharashtra par le Dr. Sanjay Belsare¹, Rajiv Mundada², Makarand Kulkarni³, Santosh Wagh);

Le deuxième article a abordé la question des prévisions sur le changement climatique et la production agricole en utilisant un modèle de réseau de neurones artificiels (ANN), qui joue un rôle important dans l'évaluation future du concept d'agriculture de précision comme moyen durable afin de répondre à la demande alimentaire mondiale en améliorant la productivité de l'eau - (Titre de l'article - **ÉTUDE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LA PLANTE D'ORGE À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE DES RÉSEAUX NEURONAUX ARTIFICIELS**, par Zeinab, H. Behairy , El Awady, M.N , Genaidy, M.A et Shaimaa, M. Baraka);

Le troisième article a fait l'étude sur la gestion de l'eau d'irrigation et de la teneur en eau du sol, ce qui a permis d'augmenter la productivité de l'eau et de doubler la production agricole (Titre de l'article - GESTION DE L'EAU À LA FERME DANS LES SYSTÈMES DE CRUE POUR LA PRODUCTION AUGMENTATION DU RÉGIME AGRICOLE GASH, SOUDAN);

Le quatrième article a parlé de la question du partage de l'eau entre les pays riverains par le biais d'opportunités potentielles de partage des bénéfices (Titre de l'article - OPPORTUNITÉ DE PARTAGE DES BÉNÉFICES DANS LE BASSIN GBM (Ganges-Brahmapoutre-Meghna) par Dr Hossen Mohammad Abul);

Le cinquième article a discuté les questions de la gestion des terres/du compactage du sol et de la consommation d'eau pour améliorer le rendement et la qualité (Titre de l'article - Effets du compactage du sol sur la consommation d'eau, le rendement et la qualité des tubercules de pommes de terre sous irrigation goutte à goutte avec paillage par YANG Kaijing^{a,b}, WANG fengxin^b, MENG Chaobiao^{b,c}, ZHOU Qib, LEI Bo);

Le sixième article a étudié les questions liées à l'analyse des données pour tout projet d'irrigation et de la conduite de processus d'évaluation pour améliorer la productivité de l'eau (Titre de l'article - AMÉLIORATION DE LA TECHNOLOGIE DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU PAR L'IRRIGATION par Isaeva, S.D. Dedova, E.B., Bondarik, I.G). Le développement de l'agriculture irriguée dans les conditions du changement climatique et de la pénurie d'eau implique l'utilisation rentable des ressources en eau dans le respect des restrictions environnementales.

L'un des derniers articles au numéro 10 à la fin a fait l'objet d'une remarque de la part de l'expert du Groupe - que les auteurs n'ont pas abordé la préoccupation de l'amélioration de la productivité de l'eau, mais que les chercheurs ont plutôt traité de l'angle optimal d'inclinaison de la couverture pour tous les types de systèmes de distillation solaire, et qu'ils n'ont donc pas réussi à répondre à la question 65 (Titre de l'article - Modélisation de l'angle d'inclinaison optimal de la couverture pour différents alambics solaires par Siami, Hashem, Ahmadaali, Khaled, and Zare Salman).

Ainsi, les dix documents reçus dans le cadre de la sous-question 65.3 (application efficace de l'eau) ont montré de manière éclatante que les pertes d'eau, qu'elles soient récupérables ou non, peuvent être minimisées grâce à différentes pratiques de gestion de l'eau d'irrigation. L'utilisation de technologies de pointe permet une application précise de différents intrants dans le secteur agricole et ces technologies doivent être diffusées à l'échelle mondiale pour assurer la sécurité alimentaire globale, étant donné que l'amélioration de la production agricole tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement est devenue une nécessité de l'heure.

Réflexions définitives:

La plupart des articles étaient liés à l'amélioration de la productivité physique de l'eau menant à une augmentation de la productivité des cultures, probablement parce que l'accent apparent était mis sur la question 65.1. De même, 65.2 mettait l'accent sur l'amélioration des pratiques agronomiques accompagnées d'une application opportune de l'eau d'irrigation également en quantités physiques d'intrants et de production agricole. La question 65.3 portait également sur l'application efficace de l'eau d'irrigation grâce aux méthodes d'irrigation sous pression. Par conséquent, les unités physiques de toutes les mesures structurelles ainsi que de l'ensemble de l'application des intrants ont été observées en unités physiques. La viabilité économique de la plupart des interventions technologiques ayant un impact sur l'environnement dans le cadre d'un scénario climatique changeant dans le monde s'est révélée insuffisante. De plus, les auteurs n'ont pas abordé dans leurs articles les implications politiques et les stratégies de mise en œuvre.

1. A la lumière de ce qui précède, les lacunes suivantes ont été observées dans la question 65 (y compris les trois sous-questions) qui doivent être abordées lors des présentations ainsi que lors de la formulation des projets ou programmes de recherche et développement à l'avenir à la lumière des politiques de l'eau en vigueur dans les nations respectives :
2. Les questions techniques accompagnées des aspects sociaux et économiques présentent une image complète de la technologie rentable à mettre en œuvre et à adopter par les utilisateurs finaux. Les auteurs ont utilisé un large éventail d'approches/ de techniques pour répondre à la question 65 par le biais de sous-questions qui ont principalement porté sur les questions/paramètres techniques et très peu d'efforts ont été faits par les auteurs pour couvrir les questions sociales et économiques, qui doivent être discutées et abordées au cours des présentations.
3. Les documents auraient été plus complets si le compte rendu comparatif des nouvelles approches développées par rapport aux approches de gestion existantes aurait été simultanément couvert et traité par les auteurs afin de rendre les présentations plus claires sur la base des avantages supplémentaires des efforts déployés.
4. Il convient également de mentionner ici que les organisateurs des événements futurs devront inclure les aspects sociaux et économiques appliqués des interventions techniques sous forme de sous-questions ou de sections dans le cadre de différentes sous-questions.
5. Les recommandations résultant des efforts de recherche doivent être mises à la disposition des utilisateurs au 360° (c'est-à-dire couvrant ainsi toutes les agences du secteur public et privé qui sont directement ou indirectement liées à l'utilisation de l'eau ou de l'eau d'irrigation dans le secteur agricole) à la lumière des politiques et des programmes de développement des nations respectives. La pénurie d'eau dans l'agriculture sera mieux comprise et les recommandations seront adoptées plus rapidement par toutes les agences utilisatrices si le rôle de chaque agence est couvert, discuté et facilité sur les plateformes requises.
6. La diffusion des résultats innovateurs, conformément à l'objectif E de la Vision CIID 2030 (c'est-à-dire encourager la recherche et soutenir le développement des outils pour étendre l'innovation aux pratiques sur le terrain) doit couvrir les organisations/départements de recherche ou de développement des pays respectifs selon l'état de développement du pays, soit développé, soit en voie de développement, soit sous-développé.

Les services dévoués rendus par tous les auteurs, les experts du Groupe, à savoir Dr. Mona Liza F. Delos Reyes des Philippines, Dr. Vivek Kapadia de l'Inde et le vice-président Rafat Nael de l'Irak, pour accomplir cette tâche ardue de préparation de rapports de synthèse. Une mention spéciale et des remerciements pour les efforts sincères de l'Er B A Chivate, Directeur (Technique), CIID, pour avoir établi des communications et envoyé tous les documents connexes à temps.



Abstracts of Papers received in Response to

Q.65.1: Improving Management of Existing Facilities / Amélioration de la Gestion des Installations Existantes

INDEX OF ABSTRACT

	Page No.
R.65.1.01 SOIL AND WATER CONSERVATION THROUGH SAGUNA RICE TECHNIQUE FOR ENHANCING CROP PRODUCTIVITY CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU GRÂCE À LA TECHNIQUE DU RIZ SAGUNA POUR AMELIORER LA PRODUCTIVITE AGRICOLE <i>Bhalage Pradeep and Sangle Shivaji (India)</i>	207
R.65.1.02 EVALUATION THE PERFORMANCE OF ESTARFM DOWNSCALING ALGORITHM IN SPECTRAL INDICES ESTIMATION ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ALGORITHME DE RÉDUCTION D'ÉCHELLE ESTARFM DANS L'ESTIMATION DES INDICES SPECTRAUX <i>Bahareh Bahmanabadi, Abbas Kaviani, Hadi Ramezani Etedali, and Hamideh Noori (Iran)</i>	209
R.65.1.03 SOIL CHARACTERIZATION IN A SEMI-ARID VALLEY: THE CASE OF SOILS UPSTREAM OF THE WEDBILA DAM IN BURKINA FASO CARACTERISATION DES SOLS DANS UNE VALLEE SEMI-ARIDE : CAS DES SOLS EN AMONT DU BARRAGE DE WEDBILA AU BURKINA FASO <i>Fatoumata Kabore, Philippe Urban, Rasmané Romba, Sibidi Sylvain Elisée Goumbri, Farid Traoré, Cyrille BAKI, and Serge Brouyere (Belgium)</i>	210
R.65.1.04 CONTROLLED DRAINAGE APPLICATION AND THE ASSOCIATED SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS APPLICATION DU DRAINAGE MAITRISE ET OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE ASSOCIES <i>Hasan Eman (Egypt)</i>	212
R.65.1.05 INTERACTIVE EXCEL-BASED WATER USE AND WATER DISTRIBUTION PLANNING TABLEAUX FOR CANAL IRRIGATION SYSTEMS TABLEAUX INTERACTIFS DE PLANIFICATION DE L'UTILISATION ET DE LA DISTRIBUTION DE L'EAU BASÉS SUR EXCEL POUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATION DE CANAUX <i>J. Mohan Reddy, T.S. Kenenbayev, M. Rzayev, M. Mirdadayev and B. Gaforzoda (United States)</i>	214
R.65.1.06 EXTENDED HYDROLOGICAL PREDICTION (EHP)-SUB-SEASONAL FORECAST FOR WATER RESOURCES PLANNING & MANAGEMENT PRÉVISIONS HYDROLOGIQUES ÉTENDUES (EHP) - PRÉVISIONS SOUS-SAISONNIÈRES POUR LA PLANIFICATION ET LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU <i>Vohra Kushvinder, Srivastava Rishi, and Bisht Sandeep (India)</i>	216
R.65.1.07 A COMPUTATIONAL APPROACH TO LABOR REDUCTION IN RICE CULTIVATION THROUGH INTELLIGENT IRRIGATION SYSTEM PLACEMENT APPROCHE INFORMATIQUE DE LA RÉDUCTION DU TRAVAIL DANS LA RIZICULTURE PAR LE BIAIS D'UNE ORIENTATION INTELLIGENTE DU SYSTÈME D'IRRIGATION <i>Runze Tian, Toshiaki Iida, Kyoji Takaki, Masaomi Kimura, and Wenpeng Xie (China)</i>	217

- R.65.1.08 USING A FIELD WATER BALANCE METHODOLOGY TO ASSESS WATER PRODUCTION FUNCTIONS FOR IRRIGATED SUGARCANE (SACCHARUM OFFICINARUM L.) IN SEMI-ARID ENVIRONMENT** 219
 UTILISATION D'UNE METHODOLOGIE DE BILAN HYDRIQUE SUR LE TERRAIN POUR EVALUER LES FONCTIONS DE PRODUCTION D'EAU POUR LA CANNE A SUCRE IRRIGUEE (SACCHARUM OFFICINARUM L.) DANS LE MILIEU SEMI-ARIDE
Dingre S.K. and Gorantiwar S.D. (India)
- R.65.1.09 ECOSYSTEM WATER USE AND PRECISE METHOD OF LAND RECLAMATION – BASIC TOOLS OF GREEN ECONOMY** 221
 UTILISATION DE L'EAU DES ÉCOSYSTÈMES ET METHODE PRECISE DE REMISE EN ETAT DES TERRES - OUTILS DE BASE DE L'ECONOMIE VERTE
Shabanov V.V. , Isaeva S.D., Bondarik I.G, and Strizhnikov O.A. (Russia)
- R.65.1.10 ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON CROP WATER REQUIRMENTS (CASE STUDY: MOGHAN IRRIGATION NETWORK-IRAN)** 223
 ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU DES CULTURES (ÉTUDE DE CAS : RESEAU D'IRRIGATION MOGHAN-IRAN)
Rahmati Sepideh, Monen Mohammad javad, and Delavar Majid (Iran)
- R.65.1.11 STUDY ON OPTIMIZED REGULATION MODE OF IRRIGATION DISTRICT WATER DISTRIBUTION SYSTEM BASED ON WATER HYDRODYNAMIC PROCESS SIMULATION IN XINJIANG PRODUCTION AND CONSTRUCTION CORPS** 225
 ETUDE SUR LE MODE DE REGLEMENT OPTIMISE DU SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU DU DISTRICT D'IRRIGATION SUR LA BASE DE LA SIMULATION DU PROCESSUS HYDRODYNAMIQUE DE L'EAU DANS LE CORPS DE PRODUCTION ET DE CONSTRUCTION DE XINJIANG
Wu Caili, Bai Meijian, Zhang Baozhong, Shi Yuan , Hou Wentao ,and Zhao Zhi (China)
- R.65.1.12 HOW TO MULCH RESIDUE AFFECTS THE SOIL WATER-SALT AND COTTON GROWTH IN THE SEEDING STAGE** 227
 COMMENT LES RÉSIDUS DE PAILLAGE AFFECTENT L'EAU-LE SEL DU SOL ET LA CROISSANCE DU COTON AU STADE DU SEMIS
Liu, Qinggang, Wang, Zhenhua, Zhang, Jihong, Wen, Yue, Chen, Rui, Liu, Ningning, Li, Miao, and Luo, Pengcheng (China)
- R.65.1.13 APPLICATION OF IOT TECHNOLOGY TO UPGRADE HYDROLOGICAL DATA AND RAINFALL STATIONS** 229
 APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DES CHOSES (IOT) POUR AMÉLIORER LES DONNÉES HYDROLOGIQUES ET LES STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES
Ko, Fang-Lan, Liu, Jih-Shun, Ray-Shyan Wu Wang, Pai-Hung and Dung, Chih-Chiang (Taipei Chinese)
- R.65.1.14 EVALUATION OF THE CONNECTED FARM-POND SYSTEM FOR FLOOD REDUCTION** 231
 ÉVALUATION DU SYSTÈME CONNECTÉ D'ÉTANG DEFERNE POUR LA RÉDUCTION DES INONDATIONS
Yuan-Shun Chang, Hao-Che Ho, and Yu-Lin Liao (Taipei Chinese)
- R.65.1.15 SELECTION OF FEATURES AFFECTING THE COST OF DRIP IRRIGATION SYSTEMS IN IRAN USING THE FEATUREWIZ METHOD** 233
 SELECTION DES CARACTÉRISTIQUES AFFECTANT LE COUT DES SYSTEMES D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE EN UTILISANT LA METHODE FEATUREWIZ EN IRAN
Masoud Pourgholam-Amiji, Khaled Ahmadaali, Abdolmajid Liaghat (Iran)*

- R.65.1.16 MAPPING OF WATER STRESS DETECTION INDEX IN WHEAT CROP USING HIGH-RESOLUTION MULTI SPECTRAL AND THERMAL IMAGERIES ACQUIRED BY UAV** 235
 CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE DÉTECTION DU STRESS HYDRIQUE DANS LES CULTURES DE BLÉ À L'AIDE D'IMAGES MULTI SPECTRALES ET THERMIQUES À HAUTE RÉOLUTION ACQUISES PAR L'UAV
Sudarsan Biswal, Chandranath Chatterjee, and Damodhara Rao Mailapalli (India)
- R.65.1.17 LOOSING GROUND OF COLLECTIVE ACTION: CASE STUDY ON OPERATION AND MANAGEMENT CHALLENGES IN MAHADEV KHOLA RAJKULO EMERGING FROM URBANIZATION AND LIVELIHOOD CHANGES** 237
 PERTE DE TERRAIN DE L'ACTION COLLECTIVE : ÉTUDE DE CAS SUR LES DÉFIS DE L'EXPLOITATION ET DE LA GESTION À MAHADEV KHOLA RAJKULO A LA SUITE DE L'URBANISATION ET DE L'ÉVOLUTION DES MOYENS DE SUBSISTANCE
Khem Raj Sharma and Keshab Adhikari (Nepal)
- R.65.1.18 MODERNIZATION OF IRRIGATION SYSTEMS: EXPERIENCE OF COLLECTIVE RECONVERSION TO DRIP IRRIGATION IN MOROCCO (ANALYSIS AND LESSONS)** 239
 MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION : L'EXPERIENCE DE LA RECONVERSION COLLECTIVE VERS L'IRRIGATION LOCALISEE AU MAROC (ANALYSES ET LECONS)
Belabhir Afaf (Morocco)
- R.65.1.19 EVALUATING THE OPERATIONAL PERFORMANCES OF RESERVOIR RE-OPEATION MODEL USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM APPROACH: CASE STUDY OF SIRIKIT DAM IN THAILAND** 241
 EVALUATION DES PERFORMANCES OPERATIONNELLES DU MODELE REOPERATIONNEL DU RESERVOIR EN UTILISANT L'APPROCHE DU SYSTEME D'INFERENCE NEURO-FOU ADAPTATIF : ÉTUDE DE CAS DU BARRAGE DE SIRIKIT EN THAÏLANDE
Khin Muyar Kyaw, Areeya Rittima, Yutthana Phankamolsil, Allan Sriratana Tabucanon, Wudhichart Sawangphol, Jidapa Kraisingka, Yutthana Talaluxmana, Varawoot Vudhivanich, Chaiwat Prechawit, and Watchara Suiadee (Thailand)
- R.65.1.20 IRRIGATION WATER MANAGEMENT TOOLS: TOOLS SUITABLE FOR SMALL HOLDER IRRIGATORS IN GAUTENG PROVINCE, SOUTH AFRICA** 243
 OUTILS DE GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION : OUTILS ADAPTÉS AUX PETITS EXPLOITANTS IRRIGANTS DE LA PROVINCE DE GAUTENG EN AFRIQUE DU SUD
Mothapo, Manoshi (Ms.), Mutema, Macdex, Dhavu, Khumbulani and Mogotlane Daniel (South Africa)
- R.65.1.21 NUMERICAL ANALYSIS OF FLOW FIELD DOWNSTREAM OF A DIVERSION WEIR WITH A 2-STEP DROP** 245
 ANALYSE NUMERIQUE DU CHAMP D'ÉCOULEMENT EN AVAL D'UN SEUIL DE DERIVATION AVEC UNE CHUTE À DEUX ÉTAPES
Kubota Tomohiro, and Kyoji Takaki (Japan)
- R.65.1.22 A COMPREHENSIVE OVERVIEW OF DEVELOPMENTS IN AGRICULTURAL DROUGHT CHARACTERIZATION FOR ENHANCING ASSESSMENT CAPABILITIES IN AGRICULTURALLY DOMINATED REGIONS** 247
 VUE D'ENSEMBLE DES DÉVELOPPEMENTS EN MATIÈRE DE CARACTÉRISATION DE LA SÉCHERESSE AGRICOLE POUR AMÉLIORER LES CAPACITÉS D'ÉVALUATION DANS LES RÉGIONS DOMINÉES PAR L'AGRICULTURE
Patidar, Ruchir, Pingale, Santosh Murlidhar, and Khare, Deepak (India)

- R.65.1.23 VERIFICATION OF A LEAK LOCALIZATION METHOD USING REFLECTED WAVES FROM LEAK POINTS IN FIELD PIPELINE** 249
VÉRIFICATION D'UNE MÉTHODE DE LOCALISATION DE FUITE UTILISANT DES ONDES RÉFLÉCHIES DES POINTS DE FUITE DANS UN PIPELINE SUR TERRAIN
Yohei Asada, and Moono Shin (Japan)
- R.65.1.24 THE PROBLEM OF ADAPTATION OF WATER AMELIORATION TO CLIMATE CHANGE IN BELARUS** 250
PROBLÈME D'ADAPTATION DE L'AMÉLIORATION DE L'EAU AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BIELORUSSIE
Aliaksandr Volchak, Aleh Meshyk, Lubov Hertman, and Yury Mazhayskiy (Belarus)



SOIL AND WATER CONSERVATION THROUGH SAGUNA RICE TECHNIQUE FOR ENHANCING CROP PRODUCTIVITY

CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU GRÂCE À LA TECHNIQUE DU RIZ SAGUNA POUR AMELIORER LA PRODUCTIVITE AGRICOLE

Bhalage Pradeep¹, and Sangle Shivaji ²

ABSTRACT

Soil tillage is the main basic operation in conventional arable agriculture. Plough is the widely used tool for this operation which has become a symbol of agriculture. Soil tillage leads to a reduction of soil organic carbon (SOC) in the long run. SOC has a major role in providing nutrients for the crop and is a crucial element for the stabilization of soil structure. The structural degradation of the soils results in very low water infiltration into the soil reduces water holding capacity of the soil, induces crusts formation and compaction of soil, which leads to soil erosion, there by agricultural productivity is reducing drastically. Mechanization of soil tillage, allowing higher working depths and speeds and the use of certain implements like ploughs, disk harrows and rotary cultivators have particularly detrimental effects on soil structure. It also results in increasing production cost and declining the net returns in agricultural sector. To reverse the process of soil degradation, a logical approach to this is to reduce mechanical tillage. This led finally to movements promoting conservation tillage, and especially zero-tillage. Saguna Rice Technique (SRT) is a unique new method of cultivation of rice and related rotation crops without ploughing, puddling and transplanting rice on permanent raised beds. Saguna Rice Technique (SRT) is zero tillage, conservation agriculture type of cultivation, an innovative method introduced 10 year back in Maharashtra, India. It is a simple and adoptable technique based on conservation agriculture principal. It is an effective tool for sustainable agriculture, low cost cultivation and improve yield with high net returns. Numerous farmers in different district situated in Maharashtra State, India, has adopted SRT in their own farm and achieved good result. In this paper an attempt has been made to study impact of SRT on soil conservation, water conservation and crop productivity in the selected regions of Maharashtra State, India. Three different experiments to judge the physical soil properties like drainage, soil loss, and water conservation that have been conducted and their results are also enumerated in this paper. Requisite data are collected from farmers who have adopted SRT. It is concluded that SRT is easy to adopt low cost technique. This technique promotes zero or minimum mechanical soil disturbance, maintenance of a permanent soil cover and diversification of plant species. It enhances biodiversity and natural biological processes above and below the ground surface, which contribute to increased water and nutrient use efficiency, enhance productivity and sustained crop production. It indirectly and strongly supports soil and water conservation. SRT is helpful to the farmers i.e.; end-users to take initiative for improvement in productivity. It also reduces the irrigation water requirement.

Keywords: Soil conservation, Water conservation, Saguna Rice Technique, Crop productivity, Zero tillage technique.

RESUME

Le travail du sol est l'exploitation principale de base en ce qui concerne l'agriculture conventionnelle. La charrue est l'outil largement utilisé pour cette exploitation qui est devenue un symbole de l'agriculture. Le travail du sol entraîne à long terme une réduction

1 Professor, Civil Engineering Department, Hi-Tech Institute of Technology, Waluj, Aurangabad, M.S., India Email: pradeep.bhalage@gmail.com

2 Former Member, Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), 9th Floor, Centre-1, World Trade Centre, Cuffe Parade, Mumbai, M.S, India Email: sanglest@yahoo.co.in

du carbone organique du sol (SOC). Le SOC joue un rôle important dans la fourniture d'éléments nutritifs aux cultures et constitue un élément crucial dans la stabilisation de la structure du sol. La dégradation structurelle des sols entraîne une très faible infiltration de l'eau dans le sol, réduit la capacité de rétention d'eau du sol, induit la formation de croûtes et le compactage du sol, ce qui conduit à l'érosion du sol, là où la productivité agricole diminue considérablement. La mécanisation du travail du sol, qui permet des profondeurs et des vitesses de travail plus élevées et l'utilisation de certains outils comme les charrues, les herses à disques et les cultivateurs rotatifs exercent des effets particulièrement néfastes sur la structure du sol. Il en résulte également une augmentation des coûts de production et une diminution des rendements nets provenant du secteur agricole. Pour inverser le processus de dégradation des sols, une approche logique consiste à réduire le travail mécanique du sol. Cela a finalement donné lieu aux mouvements promouvant le travail de conservation du sol, et en particulier la culture sans travail du sol. La technique du riz Saguna (SRT) est une nouvelle méthode unique de riziculture et des cultures de rotation connexes contenant aucun labourage, mise en flaque et repiquage du riz sur des hauts billons permanents. La technique du riz Saguna (SRT) est une méthode contenant aucun travail du sol, basée sur l'agriculture de conservation, une méthode innovante introduite il y a 10 ans dans l'Etat de Maharashtra, en Inde. Il s'agit d'une technique simple et facile à adopter, qui se base sur le principe de l'agriculture de conservation. C'est un outil efficace pour avoir l'agriculture durable, la culture à faible coût et l'amélioration du rendement avec des bénéfices nets élevés. De nombreux agriculteurs de différents districts situés dans l'État du Maharashtra, en Inde, ont adopté la SRT sur leur propre parcelle et ont obtenu de bons résultats. Dans cet article, une tentative a été faite pour étudier l'impact de la SRT sur la conservation des sols, la conservation de l'eau et la productivité agricole dans les régions retenues par l'État de Maharashtra, en Inde. Trois expériences différentes ont été menées visant à évaluer les propriétés physiques du sol, telles que le drainage, la perte de sol et la conservation de l'eau, et leurs résultats ont également été énumérés dans ce document. Les données requises étaient collectées auprès des agriculteurs qui ont adopté la SRT. Il est conclu que la SRT est une technique facile à adopter et peu coûteuse. Cette technique favorise une perturbation mécanique du sol nulle ou minimale, le maintien d'une couverture permanente du sol et la diversification des espèces végétales. Elle renforce la biodiversité et les processus biologiques naturels au-dessus et au-dessous de la surface du sol, ce qui contribue à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau et des nutriments, à améliorer la productivité et à soutenir la production agricole. Elle soutient indirectement et fortement la conservation des sols et de l'eau. La SRT sert aux agriculteurs, c'est-à-dire les utilisateurs finaux, à prendre des initiatives pour améliorer la productivité. Elle réduit également les besoins en eau d'irrigation.

Mots clés : Conservation des sols; Conservation de l'eau; Technique du riz Saguna; Productivité agricole; Technique de la culture sans travail du sol.

EVALUATION THE PERFORMANCE OF ESTARFM DOWNSCALING ALGORITHM IN SPECTRAL INDICES ESTIMATION

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L'ALGORITHME DE RÉDUCTION D'ÉCHELLE ESTARFM DANS L'ESTIMATION DES INDICES SPECTRAUX

Bahareh Bahmanabadi¹, Abbas Kaviani², Hadi Ramezani Etedali³, and Hamideh Noori⁴

ABSTRACT

Providing regular time series of optical satellite data by a appropriate spatial resolution (better than 30 Meters, including Landsat) is a significant challenge in using this data due to the orbital configuration of the satellites and the cloud. One of the common ways to rectify this challenge is to generate Landsat-like images by downscaling Modis images using models such as the ESTARFM model. In this study, the ESTARFM temporal-spatial fusion method was used on the Google Earth Engine platform to investigate the accuracy of evaluated spectral indices time series in comparison with Landsat 8 and MODIS. According to the statistical index, the ESTARFM algorithm simulates images at desired dates with very low error and high correlation to Landsat 8 and MODIS ($RMSE_{NDVI,SAVI} < 0.2$, $RMSE_{LAI} < 2$ (mm/mm), $R^2 > 95\%$). So Using spatio-temporal fusion of images in a platform such as GEE can make high quality predictions at specified intervals.

Keywords: Downscaling, ESTARFM, Spectral Indices, GEE, Spatiotemporal.

RESUME

La fourniture des séries chronologiques régulières de données satellitaires optiques avec une résolution spatiale appropriée (meilleure que 30 mètres, y compris Landsat) est un défi important à relever dans l'utilisation de ces données en raison de la configuration orbitale des satellites et des nuages. L'une des méthodes courantes pour résoudre ce problème consiste à générer des images de type Landsat en réduisant l'échelle des images Modis à l'aide de modèles tels que le modèle ESTARFM. Dans cette étude, la méthode de fusion spatio-temporelle ESTARFM a été utilisée sur la plateforme Google Earth Engine pour étudier la précision des séries chronologiques d'indices spectraux évaluées par rapport à Landsat 8 et MODIS. Selon l'indice statistique, l'algorithme ESTARFM simule des images aux dates souhaitées avec une très faible erreur et une forte corrélation avec Landsat 8 et MODIS ($RMSE_{NDVI,SAVI} < 0,2$, $RMSE_{LAI} < 2$ (mm/mm), $R^2 > 95\%$). Ainsi, l'utilisation de la fusion spatio-temporelle des images sur une plate-forme telle que GEE permet donc d'obtenir des prévisions de haute qualité à des intervalles précis.

Mots-clés : Réduction de l'échelle, ESTARFM, Indices spectraux, GEE, Spatio-temporel.

1.2.3 Department of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

4 Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: b.bahmanabadi@gmail.com

SOIL CHARACTERIZATION IN A SEMI-ARID VALLEY: THE CASE OF SOILS UPSTREAM OF THE WEDBILA DAM IN BURKINA FASO

CARACTÉRISATION DES SOLS DANS UNE VALLÉE SEMI-ARIDE : CAS DES SOLS EN AMONT DU BARRAGE DE WEDBILA AU BURKINA FASO

Fatoumata Kabore¹, Philippe Orban¹, Rasmané Romba², Sibidi Sylvain Elisée Goumbri², Farid Traoré³, Cyrille BAKI⁴, and Serge Brouyere¹

ABSTRACT

In intermittent river valleys where land seems more fertile, agricultural producers settle around for production. In arid and semi-arid zones, the scarcity of rainfall combined with its uneven spatio-temporal distributions, coupled with the advanced state of land degradation significantly reduce crop yields. Also, the lack of knowledge of the physico-chemical characteristics of soils by farmers does not allow a rational and sustainable use of the land. However, knowledge of soil characteristics is a sine qua none way to solve this problem. This knowledge is also necessary to assess soils in their role as a stock and transfer of water to groundwater. To contribute to the knowledge of soils upstream of the Wedbila dam in Burkina Faso, we analyzed the recommended physical and chemical parameters for soils such as conductivity at saturation and bulk density measured in situ, cation exchange capacity, organic matter measured in the laboratory with conventional methods. We also analyzed the evolution of the moisture content over a nine-month period. Open profiles showed tropical ferruginous dominated soils leached with spots and concretions as well as ferruginized eutrophic brown soils. Monitoring the evolution of soil moisture shows that the water stock is at its maximum during the winter period. Sudden variations are observed at the beginning of wintering and desaturation could be explained by the coarse texture of the surface soils caused by the leaching of clays either by evaporation or drainage to the lower horizons. The latter is still low compared to the density and infiltration coefficient in these layers. The density of the soils varies between 1.5 - 1.8g/cm³ and the average infiltration rate is of the order of 10⁻⁶ indicating a finer or clayey texture of the soils. Soils are acidic although organic matter contents are average in the first 30 centimeters and have a low cation exchange capacity. This situation considerably compromises the structural and textural stability of these soils and therefore their productivity. The presence of many pores is an asset for a good percolation of water to the groundwater that could be used for complementary agriculture in the dry season. Available data on soil characteristics will guide producers to adopt appropriate management systems and ensure sustainable soil management.

Keywords: Intermittent River, characteristics, soils, semi-arid zone, Burkina Faso.

RÉSUMÉ

Dans les vallées de rivière intermittente où les terres semblent plus fertiles, les producteurs agricoles s'installent aux abords pour la production. En zone aride et semi-aride, la rareté des pluies cumulée à leurs répartitions spatio-temporelles inégales, couplée à l'état avancé

1 Correspondence: fatoumkabore@gmail.com; Tel :0022675530147

2 Department of ArGenCo, GEO3, Laboratory of Hydrogeology and Environmental Geology, Liège University, Quartier Polytech 1, Allée de la Découverte9, B52, 4000 Liège, Belgium

3 National Soil Office of Burkina Faso/ Soil, water, plant, and fertilizer analysis laboratory. 03 BP. OUAGADOUGOU 7142

4 Institute of Environment and Agricultural Research of Burkina Faso (INERA), 04. BP 8645 Ouagadougou Spheres Research Unit, Water, Environment and Development Laboratory, Environmental Science and Management Delegation, Arlon Environment Campus, University of Liège, 185 Avenue de Longwy 6700 Arlon, Belgium

de dégradation des terres réduisent considérablement le rendement des cultures. Aussi, la méconnaissance des caractéristiques physico-chimiques des sols par les agriculteurs ne permet pas une exploitation rationnelle et durable des terres. Or, la connaissance des caractéristiques du sol est un passage sine qua none pour résoudre ce problème. Cette connaissance est également nécessaire pour évaluer les sols dans leur rôle de stock et de transfert d'eau vers la nappe souterraine. Afin de contribuer à la connaissance des sols en amont du barrage de Wedbila au Burkina Faso, nous avons analysé les paramètres physiques et chimiques recommandées pour les sols tels que la conductivité à saturation, la densité apparente, mesurées in situ; la capacité d'échanges cationique, les matières organiques au laboratoire avec les méthodes conventionnelles. Également, nous avons analysé l'évolution de la teneur en eau sur une période de neuf mois. Les profils ouverts ont montré des sols à dominance ferrugineux tropicaux lessivés à taches et à concrétions ainsi que les sols bruns eutrophes ferruginisés. Le suivi de l'évolution de l'humidité du sol montre que le stock d'eau est au maximum pendant la période hivernale. Des variations brusques sont constatées à l'entrée de l'hivernage et la désaturation pourrait s'expliquer par la texture grossière des sols en surface occasionnés par le lessivage des argiles soit à l'évaporation ou un drainage vers les horizons inférieurs. Ce dernier reste tout de même faible au regard de la densité et du coefficient d'infiltration dans ces couches. La densité des sols varie entre 1,5 à 1,8g/cm³ et le taux d'infiltration moyen est de l'ordre de 10⁻⁶ indiquant une texture plus fine ou argileuse des sols. Les sols sont acides bien que les teneurs en matière organique soient moyennes dans les 30 premiers centimètres et ont une faible capacité d'échange cationique. Cette situation compromet considérablement les stabilités structurale et texturale de ces sols et partant de leur productivité. La présence de nombreux pores est un atout pour une bonne percolation de l'eau vers la nappe souterraine qui pourrait être utilisée pour l'agriculture de complément en saison sèche. Les données disponibles sur les caractéristiques des sols, permettront d'orienter les producteurs à adopter des systèmes d'exploitation appropriés et à assurer une gestion durable des sols.

Mots clés : Rivière Intermittente; Caractéristiques; Sols; Zone semi-aride; Burkina Faso.

CONTROLLED DRAINAGE APPLICATION AND THE ASSOCIATED SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

APPLICATION DU DRAINAGE MAITRISE ET OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE ASSOCIES

Hasan Eman¹

ABSTRACT

Controlled drainage (CD) is a technique for regulating the water table level; control the discharge of drainage water using a control structure which is installed in the drainage outlet. CD must be applied in agricultural areas that have subsurface drainage systems with suitable access points such as manholes. The slopes of the agriculture areas must be less than 1%, and less permeable subsurface soils areas. The objective of this article is to provide an overview of researches conducted on CD worldwide and its impact on water saving, nutrient losses and crop yield. The potential of achieving several Sustainable Development Goals (SDGs) by applying CD was investigated. CD and its impact on the environment are reviewed worldwide (Egypt, USA, Europe and Asia). The research results proved that in USA, (Eastern North Carolina, the upper Midwest, Missouri, and Indiana) CD is an effective method for reducing nutrient loadings and increasing corn and soybean yields. In Egypt, the results proved that compared to free drainage (FD), CD saved irrigation water by 43% in rice fields and reduced Nitrate-N losses in drainage water by 73%, and 32% during the summer and the winter seasons respectively in western Nile Delta. In Nekla and El Baradei pilot areas CD proved it's effective in saving irrigation water by 28% and 15.6% in rice and wheat cultivation in year 2018 and 2020, respectively. In Europe (Denmark, Sweden and Italy), CD reduced nitrate and phosphorus losses by a range from 20% to 51% and 40% to 46 % respectively. In Asia (India, Iran and China) CD saved irrigation water by 17% in rice cultivation and reduced nitrate losses by 50.4% in India. In Iran, CD saved irrigation water by a range from 19% to 30% for wheat, maize and barley and reduced nitrate and phosphorus losses by a range of 37 % to 72% and 36% to 39% respectively. The outputs of this review article were interlinked to water saving, crop production increasing, drainage water protection and the related SDGs.

Keywords: Controlled drainage, sustainable development goals, water saving, nutrient loss, crop yield

RÉSUMÉ

Le drainage contrôlé (CD) est une technique de régulation du niveau de la nappe phréatique ; contrôler l'évacuation des eaux de drainage à l'aide d'une structure de contrôle qui est installée dans la sortie de drainage. Le CD doit être appliqué dans les zones agricoles qui ont des systèmes de drainage souterrain avec des points d'accès appropriés tels que des regards. Les pentes des zones agricoles doivent être inférieures à 1% et les zones de sols souterrains moins perméables. L'objectif de cet article est de donner un aperçu des recherches menées sur le CD dans le monde et de son impact sur les économies d'eau, les pertes de nutriments et le rendement des cultures. Le potentiel d'atteindre plusieurs objectifs de développement durable (ODD) en appliquant le DC a été étudié. Le CD et son impact sur l'environnement sont examinés dans le monde entier (Égypte, États-Unis, Europe et Asie). Les résultats de la recherche ont prouvé qu'aux États-Unis (est de la Caroline du Nord, haut Midwest, Missouri et Indiana), le CD est une méthode efficace pour réduire les nutriments. chargements et l'augmentation des rendements de maïs et de soja. En Égypte, les résultats ont prouvé que par rapport au drainage libre (FD), le CD économisait l'eau d'irrigation de 43 % dans les

¹ Drainage Research Institute, National Water Research Center, Egypt dr_eman30hotmail.com

rizières et réduisait les pertes de nitrate-N dans les eaux de drainage de 73 % et de 32 % pendant les saisons d'été et d'hiver respectivement en delta occidental du Nil. Dans les zones pilotes de Nekla et d'El Baradei, le CD a prouvé qu'il était efficace pour économiser l'eau d'irrigation de 28 % et 15,6 % dans la culture du riz et du blé en 2018 et 2020, respectivement. En Europe (Danemark, Suède et Italie), le CD a réduit les pertes de nitrate et de phosphore dans une fourchette de 20 % à 51 % et de 40 % à 46 % respectivement. En Asie (Inde, Iran et Chine), le CD a permis d'économiser 17 % d'eau d'irrigation dans la riziculture et de réduire les pertes de nitrates de 50,4 % en Inde. En Iran, le DC a permis d'économiser de l'eau d'irrigation de 19 % à 30 % pour le blé, le maïs et l'orge et de réduire les pertes de nitrate et de phosphore de 37 % à 72 % et de 36 % à 39 % respectivement. Les résultats de cet article de synthèse étaient liés à l'économie d'eau, à l'augmentation de la production agricole, à la protection des eaux de drainage et aux ODD connexes.

Mots-clés : Drainage contrôlé; Objectifs de développement durable; Economie d'eau; Perte de nutriments; Rendement

INTERACTIVE EXCEL-BASED WATER USE AND WATER DISTRIBUTION PLANNING TABLEAUS FOR CANAL IRRIGATION SYSTEMS

TABLEAUX INTERACTIFS DE PLANIFICATION DE L'UTILISATION ET DE LA DISTRIBUTION DE L'EAU BASÉS SUR EXCEL POUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATION DE CANAUX

J. Mohan Reddy¹, T.S. Kenenbayev², M. Rzayev³, M. Mirdadayev⁴ and B. Gaforzoda⁵

ABSTRACT

The development of an Excel-based procedure that is robust and transparent for developing water use planning (WUP) and water distribution planning (WDP) tableaus for canal irrigation systems is elaborated. The WUP tableau specifies the decadal and seasonal gross crop irrigation water requirements of individual water users in the given irrigation scheme as well as the decadal and seasonal gross crop irrigation requirements of the given irrigation scheme. The WDP tableau specifies the flow rate to be supplied to each canal in the canal network of the irrigation scheme during each decadal period of the irrigation season. The first step in developing these tableaus is the mapping of the topology of the canal network of the given irrigation scheme into a tabular format in Excel to capture the cropping pattern of individual water users under each canal so that the canal-wise cropping pattern in the canal network can be calculated automatically.

The WUP tableau is developed based upon the information in the cropping pattern table, the decadal gross crop irrigation requirements table for all the crops and the conveyance coefficient of each canal in the canal network of the given irrigation scheme. Information from the cropping pattern table and the decadal gross crop irrigation requirements table is used to calculate the values in the WUP tableau. These values are further processed to obtain the seasonal gross amount of irrigation water required by each water user, and the seasonal gross volume of water to be diverted to the irrigation scheme.

The decadal WDP tableau for a rigid delivery schedule is prepared based upon information in the canal-wise cropping pattern table, an irrigation scheduling table that is prepared for all the crops grown in the irrigation scheme based upon the best on-farm irrigation practices and in agreement with water users of the irrigation scheme. This table is used along with the canal-wise cropping pattern table to generate another table with WDP information for each decadal period for each canal in the irrigation scheme. Once these tables are set up, the irrigation service provider can change the values in the irrigation scheduling table until a delivery schedule that meets the canal capacity constraint of each canal in the irrigation scheme is obtained.

Finally, a decadal WDP tableau for a request-based delivery schedule is developed based upon the canal-wise cropping pattern table, an Irrigation Decision (ID) table for each decadal period, and a standard irrigation norms table for the crops grown in the irrigation scheme. The WDP tableau for request-based delivery is set up exactly as the WDP tableau for rigid delivery. The information in the ID table is updated for each decadal period in the season just a few days before the start of the next decadal period. Whenever the ID table is updated, the

- 1 Professor of Irrigation (retired), University of Wyoming and Colorado State University, and currently Irrigation Consultant, Fort Collins, Colorado, USA.
- 2 Senior Lecturer (retired) of Land Reclamation, and currently Advisor to the Chairman of Committee for Water Resources of the Ministry of Environmental Protection, Astana, Kazakhstan.
- 3 Senior Researcher, Azerbaijan Amelioration Institute, Baku, Azerbaijan.
- 4 Head of Hydro-Ameli. Dept., Kazakhstan Scientific Res. Inst. for Water Economy, Taraz, Kazakhstan.
- 5 Secretary, National Commission for Irrigation and Drainage, Agency for Land Reclamation and irrigation, Government of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan.

canal-wise cropping pattern table to be used for that decadal period and the WDP tableau get updated automatically.

Keywords: rigid water delivery schedule; request-based water delivery schedule; excel-based water distribution planning; water use planning.

RESUME

Le développement d'une procédure basée sur Excel qui est robuste et transparente pour développer des tableaux de planification de l'utilisation de l'eau (WUP) et de planification de la distribution de l'eau (WDP) pour les systèmes d'irrigation par canaux est élaboré. Le tableau de planification de l'utilisation de l'eau (WUP) spécifie les besoins bruts décennaux et saisonniers en eau d'irrigation des cultures des utilisateurs individuels de l'eau dans le périmètre irrigué donné ainsi que les besoins bruts décennaux et saisonniers en eau d'irrigation des cultures du périmètre irrigué donné. Le tableau WDP spécifie également le taux d'écoulement à fournir à chaque canal du réseau de canaux du périmètre irrigué pendant chaque période décennale de la saison d'irrigation. La première étape dans le développement de ces tableaux est la cartographie de la topologie du réseau de canaux du périmètre irrigué donné dans un format tabulaire basé sur Excel pour reprendre l'assolement des utilisateurs d'eau individuels dans le cadre de chaque canal de sorte que l'assolement par canal dans le réseau de canaux peut être calculé automatiquement.

Le tableau WUP est développé sur la base des informations contenues dans la table d'assolement, la table décennale des besoins bruts d'irrigation de toutes les cultures et le coefficient de transport de chaque canal dans le réseau de canaux du périmètre irrigué donné. Les informations contenues dans la table d'assolement et dans la table décennale des besoins bruts d'irrigation des cultures sont utilisées pour calculer les valeurs du tableau de planification de l'utilisation de l'eau (WUP). Ces valeurs sont ensuite traitées pour obtenir la quantité brute saisonnière d'eau d'irrigation requise par chaque utilisateur d'eau et le volume brut saisonnier d'eau à détourner vers le périmètre irrigué.

Le tableau décennal WDP pour un calendrier rigide de livraison est préparé sur la base des informations contenues dans la table d'assolement par canal, une table de programmation de l'irrigation qui est préparé pour toutes les cultures pratiquées dans le périmètre irrigué sur la base des meilleures pratiques d'irrigation à la ferme et en accord avec les utilisateurs de l'eau du périmètre irrigué. Cette table est utilisée avec la table d'assolement par canal pour générer une autre table contenant des informations sur la planification de la distribution de l'eau (WDP) pour chaque période décennale et pour chaque canal du périmètre irrigué. Une fois ces tables sont établies, le fournisseur de services d'irrigation peut modifier les valeurs contenues dans la table de programmation de l'irrigation jusqu'à ce qu'il obtienne un calendrier de livraison qui réponde à la contrainte de capacité de chaque canal du périmètre irrigué.

Enfin, un tableau décennal de planification de la distribution de l'eau (WDP) pour un calendrier de livraison basé sur la demande est développé sur la base d'une table d'assolement par canal, d'une table de décision d'irrigation (ID) pour chaque période décennale et d'une table de normes d'irrigation standard pour les cultures récoltées dans le périmètre irrigué. Le tableau WDP pour le calendrier de livraison basé sur demande est établi exactement comme le tableau WDP pour le calendrier rigide de livraison. Les informations contenues dans la table ID sont mises à jour pour chaque période décennale de la saison quelques jours avant le début de la période décennale suivante. Chaque fois que la table ID est mise à jour, la table d'assolement par canal à utiliser pour cette période décennale et le tableau WDP sont mis à jour automatiquement.

Mots-clés : Calendrier rigide de livraison d'eau; Calendrier de livraison d'eau basé sur la demande; Planification de la distribution d'eau basée sur Excel; Planification de l'utilisation de l'eau.

EXTENDED HYDROLOGICAL PREDICTION (EHP)-SUB-SEASONAL FORECAST FOR WATER RESOURCES PLANNING & MANAGEMENT

PRÉVISIONS HYDROLOGIQUES ÉTENDUES (EHP) - PRÉVISIONS SOUS-SAISONNIÈRES POUR LA PLANIFICATION ET LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Vohra Kushvinder,¹ Srivastava Rishi,² and Bisht Sandeep³

ABSTRACT

The Extended Hydrologic Prediction Project is a forecasting system development and deployment project for three major basins of India – Yamuna, Cauvery, and Narmada basins. The forecasts will be produced at four key locations in each basin using a four-week horizon. Forecasts are hydrologic naturalized (deregulated) flows; regulated forecasts will require the addition of an operations model to account for management decisions and interventions. Forecasting streamflow over a multi-week horizon has a range of benefits to improve water resources planning for flood mitigation via reservoir pre-positioning, drought planning for shortage allocation, power maximization, and many other benefits demonstrated globally. EHP is a challenging project from the research side, where there are limited deployed systems across the world at this horizon, which is a chance for EHP to make a significant contribution to the forecasting community, which will bring benefits to the stakeholders of these basins, and will be a model for future similar forecasting systems in India and around the world.

Keywords: EHP, forecast, data, naturalized flows, model, calibration, validation.

The views expressed are of the authors only and not necessarily of the organization they belong to.

RESUME

Le projet de prévision hydrologique étendue est un projet de développement et de déploiement d'un système de prévision pour trois grands bassins de l'Inde : les bassins de la Yamuna, de la Cauvery et de la Narmada. Les prévisions seront produites à quatre endroits clés dans chaque bassin, en utilisant un horizon de quatre semaines. Les prévisions sont des débits hydrologiques naturalisés (déréglementé); les prévisions réglées nécessiteront l'ajout d'un modèle d'exploitation pour tenir compte des décisions et des interventions de gestion. La prévision du débit fluvial sur un horizon de plusieurs semaines présente une série d'avantages pour améliorer la planification des ressources en eau pour l'atténuation des inondations par le prépositionnement des réservoirs, la planification de la sécheresse pour l'allocation des pénuries, la maximisation de l'énergie, et de nombreux autres avantages démontrés à l'échelle mondiale. L'EHP est un projet ambitieux du point de vue de la recherche, car il y a peu de systèmes déployés dans le monde à l'heure actuelle. Cela accord l'occasion à l'EHP d'apporter une contribution significative à la communauté des prévisions, ce qui apportera des avantages aux parties prenantes de ces bassins et servira de modèle aux systèmes futurs de prévision similaires en Inde et dans le monde.

Mots-clés : EHP, prévision, données, Flux naturalisés, modèle, calibration, validation.

Les opinions exprimées sont celles des auteurs uniquement et ne reflètent pas nécessairement celles de l'organisation à laquelle ils appartiennent.

¹ Chairman, Central Water Commission, India, kush.vohra@gov.in

² Chief Engineer, Central Water Commission, ceenvtmgmt@nic.in

³ Deputy Director, Central Water Commission, bpdte@nic.in

A COMPUTATIONAL APPROACH TO LABOR REDUCTION IN RICE CULTIVATION THROUGH INTELLIGENT IRRIGATION SYSTEM PLACEMENT

APPROCHE INFORMATIQUE DE LA RÉDUCTION DU TRAVAIL DANS LA RIZICULTURE PAR LE BIAIS D'UNE ORIENTATION INTELLIGENTE DU SYSTÈME D'IRRIGATION

Runze Tian¹, Toshiaki Iida², Kyoji Takaki³, Masaomi Kimura⁴, and Wenpeng Xie⁵

ABSTRACT

In the decades, in Japan, paddy farming has been consolidated into a large-scale, while paddy field plots cultivated by a farm household are widely scattered due to the difficulty of consolidating the paddy field plots. In many cases, paddy field plots cultivated by a farmer tend to be geographically scattered and mixed with the plots of other farmers in a region, which will reduce the efficiency of the farmer's work. In recent years, this problem has been gradually addressed by means of intelligent irrigation systems powered by the Internet of Things (IoT), such as remote monitoring systems and remote irrigation systems that can be used to save Labor and improve efficiency. However, since it's impossible to assess the effects brought about by the reducible labor amount, farmers tend to forego the use of intelligent irrigation systems. Therefore, an optimal selection method of paddy field plots for installing remote monitoring systems to maximize Labor efficiency was proposed in this study. During the quantification process, it was perceived that the difference of the Labor reduction when installing such systems in different paddy fields comes mainly from the variation of the farmer's patrol route. So, the TSP algorithm was applied to estimate the amount of Labor that can be reduced by installing such systems in different paddy fields. Finally, the methodology was applied to actual rice cultivating farmers' plots and the amount of Labor reduction brought by the introduction of intelligent irrigation systems was objectively evaluated. This conclusion emphasizes the strategic deployment of these systems for optimal labor reduction advantages, indicating the necessity for an enhanced selection strategy. This research significantly advances farming efficiency amidst contemporary agricultural challenges.

Keywords: Irrigated paddy, Land use plan, Optimal treatment, TSP, ICT.

RESUME

Au Japon, au cours des dernières décennies, la riziculture s'est consolidée à grande échelle, tandis que les parcelles de rizières cultivées par un ménage agricole sont largement éparpillées en raison de la difficulté de consolider les parcelles de rizières. Dans de nombreux cas, les parcelles de rizières cultivées par un agriculteur sont souvent éparpillées géographiquement et mélangées aux parcelles d'autres agriculteurs dans une région, ce qui réduit l'efficacité du travail de l'agriculteur. Ces dernières années, ce problème a été progressivement résolu au moyen de systèmes d'irrigation intelligents alimentés par l'internet des choses (IoT), tels que des systèmes de surveillance et d'irrigation à distance qui peuvent être utilisés pour économiser du travail et améliorer l'efficacité. Cependant, comme il est impossible d'évaluer

1 Ph.D. student, The University of Tokyo, China, tianrunze@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

2 Professor, Iwate University, Japan, iida@iwate-u.ac.jp

3 Professor, The University of Tokyo, Japan, kyo-t@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

4 Lecturer, Kindai University, Japan, mkimura@nara.kindai.ac.jp

5 Ph.D. student, The University of Tokyo, China, xiewenpeng@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

les effets induits par la réduction de la quantité de travail, les agriculteurs ont tendance à renoncer à l'utilisation de systèmes d'irrigation intelligents. C'est pourquoi cette étude propose une méthode de sélection optimale des parcelles de rizières pour l'installation de systèmes de télésurveillance afin de maximiser l'efficacité du travail. Au cours du processus de quantification, il est apparu que la différence de réduction du travail lors de l'installation de ces systèmes dans différentes rizières provient principalement de la variation de l'itinéraire de patrouille de l'agriculteur. L'algorithme du [problème du voyageur de commerce](#) (TSP) a donc été appliqué pour calculer la quantité de travail qui peut être réduite en installant ces systèmes dans différentes rizières. Enfin, la méthodologie a été appliquée à des parcelles de riziculteurs réels et la réduction du travail apportée par l'introduction de systèmes d'irrigation intelligents a été évaluée de manière objective. Cette conclusion met l'accent sur le déploiement stratégique de ces systèmes pour obtenir des avantages optimaux en matière de réduction du travail, ce qui indique la nécessité d'une stratégie de sélection améliorée. Cette recherche fait avancer de manière significative l'efficacité de l'agriculture dans le contexte des défis agricoles contemporains.

Mots-clés : Rizière irriguée, Plan d'utilisation des terrains, Traitement optimal, TSP, ICT.

USING A FIELD WATER BALANCE METHODOLOGY TO ASSESS WATER PRODUCTION FUNCTIONS FOR IRRIGATED SUGARCANE (*SACCHARUM OFFICINARUM L.*) IN SEMI-ARID ENVIRONMENT

UTILISATION D'UNE METHODOLOGIE DE BILAN HYDRIQUE SUR LE TERRAIN POUR EVALUER LES FONCTIONS DE PRODUCTION D'EAU POUR LA CANNE A SUCRE IRRIGUEE (*SACCHARUM OFFICINARUM L.*) DANS LE MILIEU SEMI-ARIDE

Dingre S.K.¹* and Gorantiwar S.D.²

ABSTRACT

The water production function (K_y) defines the quantitative response of the water deficit to overall yield during a given phenological stage and is a key parameter in deficit irrigation planning in water-scarce scenarios. A three-year field trials were carried out on clay soil of semi-arid India in complete randomized blocks with 27 treatments and 2 replicates. Treatments consisted of applying irrigation depths equivalent to 100%, 70% and 40% replenishments of the soil water from the root zone at development, mid-season and end stages of sugarcane. Each treatment was defined to investigate effect of specified water depth on specified phenological stage independently. The actual evapotranspiration (ET_a) was determined by the field water balance of the root zone while the K_y were calculated according to the FAO-33 report methodology.

In particular, during the mid-season and development stages, the referred yield decreases have been shown to be responsive to water deficits. Seasonal K_y values ranged from 1.05 to 1.18 over 3 seasons with an average value of 1.11 showing sugarcane intolerant to water deficit ($K_y > 1$). Based on the phenological stage ET_a , K_y values for development, mid-season and end stages were 0.31, 0.76 and 0.07, respectively. K_y values calculated for development and mid-season stage in this research was different than FAO-33. It could be concluded that during mid-season, water deficit must be avoided; 30 % and 60 % water deficit are appropriate if applied respectively in the in development and end stages.

Keywords: Actual crop evapotranspiration (ET_a), Phenological stage, Irrigation depths, Reduced yields, Water production function (K_y)

RESUME

La fonction de production d'eau (K_y) définit la réponse quantitative du déficit hydrique au rendement global pendant un stade phénologique donné et constitue un paramètre clé dans la planification de l'irrigation déficitaire dans les scénarios de pénurie d'eau. Des essais sur le terrain ont été réalisés pour une période de trois ans sur un sol argileux de la région semi-aride en Inde dans des blocs complets aléatoires avec 27 traitements et 2 répétitions. Les traitements consistaient à l'application des profondeurs d'irrigation équivalentes à des réalimentations de 100%, 70% et 40% de l'eau du sol dans la zone racinaire pendant les stades de développement, de mi-saison et de fin de saison de la canne à sucre. Chaque traitement a été défini pour étudier de manière indépendante l'effet d'une profondeur de l'eau précise sur un stade phénologique précis. L'évapotranspiration réelle (ET_a) a été déterminée par le

1 Associate Professor of IDE & member, 2, Head, Agricultural Engineering & Principal Investigator, Centre for Advanced Agricultural Science and Technology (CAAST) for Climate Smart Agriculture and Water Management (CSAWM), Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri - 413 722, Dist. Ahmednagar, Maharashtra, (INDIA)*Corresponding author email: sachindingre@rediffmail.com

bilan hydrique de la zone racinaire, tandis que les Ky ont été calculés selon la méthodologie du rapport FAO-33.

En particulier, pendant les stades de la mi-saison et du développement, les baisses de rendement visées ont montré qu'elles sont plus réceptives aux déficits hydriques. Les valeurs saisonnières de Ky ont varié de 1,05 à 1,18 sur 3 saisons, avec une valeur moyenne de 1,11 montrant que la canne à sucre est intolérante au déficit hydrique ($Ky > 1$). Sur la base du stade phénologique ETa, les valeurs de Ky pour les stades de développement, de mi-saison et de fin de saison étaient de 0,31, 0,76 et 0,07 respectivement. Les valeurs de Ky calculées pour les stades de développement et de mi-saison dans cette recherche étaient différentes de celles de la FAO-33. On peut en conclure que le déficit hydrique doit être évité pendant la mi-saison; un déficit hydrique de 30% et de 60% est approprié s'il est appliqué respectivement aux stades de développement et de fin de saison.

Mots-clés : Évapotranspiration réelle d'un couvert (ETa); Stade phénologique; Profondeurs d'irrigation; Profondeurs d'irrigation t Rendements réduits; Fonction de production d'eau (Ky).

ECOSYSTEM WATER USE AND PRECISE METHOD OF LAND RECLAMATION – BASIC TOOLS OF GREEN ECONOMY

UTILISATION DE L'EAU DES ÉCOSYSTÈMES ET METHODE PRECISE DE REMISE EN ETAT DES TERRES - OUTILS DE BASE DE L'ECONOMIE VERTE

Shabanov V.V.¹, Isaeva S.D.², Bondarik I.G.^{3,1} and Strizhnikov O.A.⁴

ABSTRACT

Modern challenges related to anthropogenic impact on the environment (increasing pollution of the atmosphere, lands, water bodies, reduction of natural ecosystems, soil degradation and climate change) have led to development of a “green economy”, which is impossible without precision land reclamation and ecosystem water management. Currently, the agricultural yield mainly occurs due to intensive agricultural production, which leads to the suppression of the natural biotic community and largely contributes to the existing crisis situation (reduction of species diversity, soil degradation, climate change). In addition, “intensive farming systems” have significantly worsened the quality of agricultural products.

Ecosystem water use in land reclamation determines the need for the greening of agricultural production processes on reclaimed lands and the reproduction of soil fertility, and puts forward certain requirements for water consumption, irrigation regimes, irrigation technology and sanitation.

Ecosystem water use can be interpreted as the rational use of water resources for all ecosystems associated with the crops growing and the provision of moisture. In this case, the following ecosystems can be distinguished: ecosystems in the Earth's atmosphere (terrestrial ecosystems where the main source of water is steam and precipitation), soil water ecosystems and surface water ecosystems with soil and aquatic biotic communities. Ecosystem water use involves maintaining all three types of ecosystems in a sustainable state. For research development on the principles of ecosystem water use for land reclamation, the purpose of its functioning, requirements for environmental conditions are identified for each ecosystem, the main scientific tasks to be solved in near future; control effects and predicted efficiency are identified.

A new concept of ecosystem water use as rational use of water resources for all ecosystems is proposed. Its relevance for solving modern problems of mankind has been established. The role of precise reclamation regulation, which optimizes the conditions for the development of terrestrial and soil ecosystems, is shown. It's drawn attention to the need of revise the relationship to soil ecosystems, increasing the “value” of soil waters as the main control element in the soil ecosystem. Ecosystem water use in a green economy is most effective if it's applied to the catchment area as a whole. The possibility of managing the “carbon footprint” and ecosystem enhancement of carbon deposition when creating nature-like systems in the catchment area of each river is shown. The proposed approach opens up new opportunities for the modern land reclamation and water management development.

¹ Professor, RSAU-MTAU, Russian Federation, 515vvsh@gmail.com

² Head of department, All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Russian Federation, isaevasofia@gmail.ru

³ Leading researcher, All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Russian Federation, Vp.bondarik@inbox.ru

⁴ PhD student, All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Russian Federation, oleg.strizhnikov@yandex.ru

Keywords: catchment area of the river; precise land reclamation; ecosystem water use; biotic community; precise reclamation; ecosystem water management; green economy in land reclamation and water management.

RESUME

Les défis modernes liés à l'impact anthropogénique sur l'environnement (pollution croissante de l'atmosphère, des terres, des masses d'eau, réduction des écosystèmes naturels, dégradation des sols et changement climatique) ont conduit au développement d'une «économie verte», qui n'est pas possible sans une remise en état précise des terres et une gestion de l'eau de l'écosystème. Actuellement, le rendement agricole est principalement dû à la production agricole intensive, qui entraîne la suppression de la communauté biotique naturelle et contribue largement à la situation de crise existante (réduction de la diversité des espèces, dégradation des sols, changement climatique). En outre, les «systèmes agricoles intensifs» ont considérablement détérioré la qualité des produits agricoles.

L'utilisation de l'eau des écosystèmes dans la remise en état des terres détermine la nécessité de rendre les processus de production agricole sur les terres récupérées écologiques et de reproduire la fertilité des sols, et de présenter certaines exigences en matière de consommation d'eau, de régimes d'irrigation, de technologies d'irrigation et d'assainissement.

L'utilisation de l'eau des écosystèmes peut être interprétée comme l'utilisation raisonnable des ressources en eau pour tous les écosystèmes associés à la croissance des cultures et à l'apport d'humidité. Dans ce cas, on peut distinguer les écosystèmes suivants : les écosystèmes dans l'atmosphère terrestre (écosystèmes terrestres où la principale source d'eau est la vapeur et les précipitations), les écosystèmes d'eau du sol et les écosystèmes d'eau de surface avec les communautés biotiques du sol et aquatiques. L'utilisation de l'eau des écosystèmes implique le maintien des trois types d'écosystèmes dans un état durable. Pour le développement de la recherche sur les principes de l'utilisation de l'eau par les écosystèmes pour la remise en état des terres, l'objectif de son fonctionnement, les exigences en matière de conditions environnementales sont identifiés pour chaque écosystème, les principales tâches scientifiques à résoudre dans un avenir proche; les effets de contrôle et l'efficacité prévue sont également identifiés.

Un nouveau concept d'utilisation de l'eau des écosystèmes, à savoir l'utilisation raisonnable des ressources en eau pour tous les écosystèmes, est proposé. Sa pertinence dans la résolution des problèmes modernes de l'humanité a été établie. On présente le rôle joué par la réglementation précise en matière de remise en état, qui optimise les conditions de développement des écosystèmes terrestres et des sols. Il attire l'attention sur la nécessité de réviser la relation avec les écosystèmes du sol, en augmentant la «valeur» des eaux du sol en tant que principal élément de contrôle dans l'écosystème du sol. L'utilisation de l'eau des écosystèmes dans une économie verte est plus efficace si elle est appliquée à l'ensemble du bassin hydrographique. La possibilité de gérer «l'empreinte carbone» et l'amélioration de l'écosystème des dépôts de carbone en créant des systèmes semblables à la nature dans le bassin versant de chaque rivière est démontrée. L'approche proposée donne lieu aux nouvelles perspectives pour la mise en valeur moderne des terres et le développement de la gestion de l'eau.

Mots-clés : Bassin versant de la rivière; Remise en état précise des terres; Utilisation de l'eau de l'écosystème; Communauté biotique; Remise en état précise; Gestion de l'eau de l'écosystème; Economie verte dans la remise en état des terres et la gestion de l'eau.

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON CROP WATER REQUIREMENTS (CASE STUDY: MOGHAN IRRIGATION NETWORK-IRAN)

ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU DES CULTURES (ÉTUDE DE CAS : RESEAU D'IRRIGATION MOGHAN-IRAN)

Rahmati Sepideh¹, Monen Mohammad javad², and Delavar Majid³

ABSTRACT

In this research, the impact of climate change on the water demand of crops and water supply in the Moghan irrigation and drainage network was investigated. Projections of the future climate were taken from the climate models. MIRCO6, ACCESS-ESM1-5, and MRI-ESM2-0 climate models were selected based on the evaluation criteria that showed more compliance with observational data. For this purpose, daily temperature and precipitation values were downscaled from models three Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) scenarios (ssp126, ssp245 and ssp585) in the future (2025-2044) and baseline (1985-2014) periods. The results show an increase in temperature from 0.85 to 1.5 degrees and a change of -15 to +13% in the annual precipitation of the future period compared to the base period. water requirements of cultivated crops such as wheat (26848 hectares), alfalfa (8539 hectares), peanuts (3468 hectares), and cotton (2915 hectares) were calculated using the recommended method of FAO publication 56 to calculate the daily evaporation-transpiration of the reference plant in the missing data condition and effective precipitation. Assuming no change in the cultivation pattern of the irrigation network and no change in the growing season of common plants in the study area, the net irrigation requirement of the network was calculated. The results show that based on the current cultivation area of the network, the average amount of water requirement and the volume of water demand of the network under the scenarios of ssp126 and ssp585 for the period of 2025-2044 will increase by 2.3 to 4.5 and 6 to 10 percent per year.

Keywords: Climate impacts; CMhyd; Irrigation water requirement; shared socioeconomic pathways; Water demand.

RESUME

Dans cette recherche, il a été étudié l'impact exercé par le changement climatique sur la demande en eau des cultures et l'approvisionnement en eau dans le réseau d'irrigation et de drainage de Moghan. Les projections du climat futur ont été établies à partir des modèles climatiques. Les modèles climatiques MIRCO6, ACCESS-ESM1-5 et MRI-ESM2-0 ont été sélectionnés sur la base des critères d'évaluation qui ont montré une plus grande conformité avec les données d'observation. À cette fin, les valeurs journalières de température et de précipitations ont été mises à l'échelle réduites à partir des modèles de trois scénarios de voies socio-économiques partagées (ssp126, ssp245 et ssp585) dans les périodes futures (2025-2044) et de base (1985-2014). Les résultats montrent une augmentation de la température de 0,85 à 1,5 degré et une variation de -15 à +13% dans les précipitations annuelles de la période future par rapport à la période de base. Les besoins en eau des cultures pratiquées telles que le blé (26848 hectares), la luzerne (8539 hectares), les arachides (3468 hectares) et le coton (2915 hectares) ont été calculés en utilisant la méthode recommandée dans la

1 PhD Student of Department of Water Engineering and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Sepideh.rahmati@modares.ac.ir.

2 Professor of Department of Water Engineering and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, monem_mj@modares.ac.ir.

3 Associate Professor of Department of Water Engineering and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, m.delavar@modares.ac.ir.

publication 56 de la FAO pour calculer l'évaporation-transpiration journalière de la plante de base dans les conditions de données manquantes et de précipitations efficaces. En supposant qu'aucun changement ne s'est produit dans les pratiques de culture du réseau d'irrigation et dans la saison de croissance des plantes communes dans la zone d'étude, les besoins nets d'irrigation du réseau ont été calculés. Les résultats montrent que, sur la base de la zone de culture actuelle du réseau, la quantité moyenne de besoins en eau et le volume de la demande en eau du réseau dans le cadre des scénarios ssp126 et ssp585 pour la période 2025-2044 augmenteront de 2,3 à 4,5 et de 6 à 10% par an.

Mots-clés : Impacts climatiques ; CMhyd; Besoins en eau d'irrigation; Voies socio-économiques partagées; Demande en eau.

STUDY ON OPTIMIZED REGULATION MODE OF IRRIGATION DISTRICT WATER DISTRIBUTION SYSTEM BASED ON WATER HYDRODYNAMIC PROCESS SIMULATION IN XINJIANG PRODUCTION AND CONSTRUCTION CORPS

ETUDE SUR LE MODE DE REGLEMENT_OPTIMISE DU SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU DU DISTRICT D'IRRIGATION SUR LA BASE DE LA SIMULATION DU PROCESSUS HYDRODYNAMIQUE DE L'EAU DANS LE CORPS DE PRODUCTION ET DE CONSTRUCTION DE XINJIANG

Wu Caili^{1,2,3}, Bai Meijian^{1,2,3}, Zhang Baozhong^{1,2,3}, Shi Yuan^{1,2,3}, Hou Wentao^{1,2,3}, and Zhao Zhi^{1,2,3}

ABSTRACT

Aiming at the problem of water distribution of canal system does not match the crop irrigation demand in drip irrigation mode in Xinjiang Production and Construction Corps irrigation district, this study has established channel optimization and regulation model of irrigation district based on accurate simulation of hydrodynamic process of water distribution system, and combined with characteristics of typical crops such as cotton, red jujube, corn crop required for drip irrigation system. This study has taken water level and flow rate as the dependent variable of one dimensional motion process of Saint-Venant's equations to describe the process of open channel water flow. This model has solved by the finite volume method and the genetic algorithm .It can with a view to set up distribution plans suitable for the process of crop water demand under the premise of safe operation of channels, and the irrigation water can be transported to the field quickly and in sufficient quantity to ensure the water demand of crops in the critical period. The model has been demonstrated and applied in typical irrigation areas of Xinjiang Production and Construction Corps. The results show that the channel optimization and regulation model of irrigation district based on accurate simulation of hydrodynamic process of water distribution system can accurately simulate the hydrodynamic process of channel water distribution. The water distribution scheme developed has efficient and reasonable, which can shorten the water distribution time, ensure the stable water distribution flow, and ensure the water demand of crops in the critical period. On this basis, this study has put forward an efficient and safe technology integrated application mode suitable for irrigation districts, which has a guiding role for scientific and reasonable irrigation .

Keywords: hydrodynamics; water transport and distribution; optimizing control.

RESUME

Le problème de la distribution de l'eau du système de canaux ne correspond pas à la demande d'irrigation agricole en mode goutte-à-goutte dans le district d'irrigation du Corps de production et de construction du Xinjiang. Cette étude a établi un modèle d'optimisation et de règlement des canaux du district d'irrigation basé sur une simulation précise du processus hydrodynamique du système de distribution d'eau, combiné avec les caractéristiques des cultures typiques telles que le coton, le jujube rouge, le maïs requis pour le système d'irrigation

1 Doctor Wu Caili, China Institute of water Resources and Hydropower Research, China, 309386475@qq.com, National Center for Efficient Irrigation Engineering and Technology Research-Beijing 00048,China;

2 Department of Irrigation and Drainage, China Institute of water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048,China;

3 Key Laboratory of River Basin Digital Twinning of Ministry of Water Resources, Beijing 100038)

goutte-à-goutte. Cette étude a pris le niveau d'eau et le débit comme variables dépendantes du processus de mouvement unidimensionnel des équations de Saint-Venant pour décrire le processus d'écoulement de l'eau dans un canal ouvert. Ce modèle a été résolu par la méthode des volumes finis et l'algorithme génétique, ce qui permet d'établir des plans de distribution adaptés à la demande en eau des cultures, sous réserve d'un fonctionnement sûr des canaux, et de transporter l'eau d'irrigation vers le champ rapidement et en quantité suffisante pour répondre à la demande en eau des cultures pendant la période critique. Le modèle a été démontré et appliqué dans des zones d'irrigation typiques du Corps de production et de construction du Xinjiang. Les résultats montrent que le modèle d'optimisation et de règlement du canal du district d'irrigation basé sur une simulation précise du processus hydrodynamique du système de distribution de l'eau peut simuler avec précision le processus hydrodynamique de la distribution de l'eau du canal. Le système de distribution de l'eau développé est efficace et raisonnable, ce qui permet de réduire le temps de distribution de l'eau, d'assurer la stabilité du débit de distribution de l'eau et de répondre à la demande en eau des cultures pendant la période critique. Sur cette base, cette étude a proposé un mode d'application intégré d'une technologie efficace et sûre, adapté aux districts d'irrigation, qui peut guider une irrigation scientifique et raisonnable.

Mots clés : Hydrodynamique; Transport et distribution d'eau; Optimisation du contrôle.

HOW TO MULCH RESIDUE AFFECTS THE SOIL WATER-SALT AND COTTON GROWTH IN THE SEEDING STAGE

COMMENT LES RÉSIDUS DE PAILLAGE AFFECTENT L'EAU-LE SEL DU SOL ET LA CROISSANCE DU COTON AU STADE DU SEMIS

Liu, Qinggang¹, Wang, Zhenhua², Zhang, Jihong³, Wen, Yue⁴, Chen, Rui⁵, Liu, Ningning⁶, Li, Miao⁷, and Luo, Pengcheng⁸

ABSTRACT

Cotton is one of the indispensable cash crops in China, and Xinjiang is the main cotton-growing region in China. Mulching is an important agronomic practice, but the use of large amounts of mulch is also accompanied by increased problems of mulch pollution. For residual mulch, most of the studies focus on the late growth stage of cotton, and studies on the growth and development of the cotton seedling stage are relatively scarce. In this study, we investigated the effects of residual film accumulation on the growth of cotton in the seedlings stage and soil water-salt environment on barrel planting experiments (bucket planting soil was taken from cotton fields with different mulching years). It was observed that the growth of cotton seedlings as well as soil water-salt transport were hindered by the increased accumulation of residual film in cotton fields. At 17 d after irrigation, 0–10 cm soil water content decreased by 4.20% in the T5 treatment (mulch year 15 a) and 4.63% in the 10–20 cm soil water content in the T5 treatment (mulch year 15 a) compared to the CK treatment; 0–10 cm soil salinity increased from 0.265 g·kg⁻¹(CK treatment) to 0.280 g·kg⁻¹(T5 treatment), an increase of 5.60%, and 10–20 cm soil salinity decreased from 0.251 g·kg⁻¹(CK treatment) to 0.245 g·kg⁻¹(T5 treatment), a decrease of 2.40%. When the mulching period was >12 a, the residual mulch significantly affected the growth and development of cotton seedlings, and the greatest reduction was in leaf area, which could reach 37.18% (19 d after irrigation and 15 mulching period). In conclusion, this study showed that the residual mulch in long-term mulched cotton fields could hinder the normal growth and development of cotton seedlings and affect soil water-salt transport. Therefore, it is recommended to use biodegradable mulch or to regularly recycle residual mulch in the mulched area to prevent the accumulation of residual mulch.

Keywords: cotton seedling, residual film, soil water content, soil salt content

RESUME

En Chine, le coton est l'une des cultures commerciales indispensables et le Xinjiang est la principale région productrice de coton en Chine. Le paillage est une pratique agronomique importante, mais l'utilisation de grandes quantités de paillage donne lieu aux problèmes accrus de pollution par le paillis. En ce qui concerne le paillis résiduel, la plupart des études se concentrent sur le stade de croissance tardif du coton, et les études sur la croissance et le développement du coton au stade des semis sont relativement rares. Dans cette étude, nous avons étudié les effets de l'accumulation de film résiduel sur la croissance du coton

- 1 Master, Shihezi Univ. College of Water and Architectural Engineering, China, lqgang2000@163.com
- 2 Prof. Shihezi Univ. College of Water and Architectural Engineering, China, wzh2002027@163.com
- 3 Prof. Shihezi University, College of Water and Architectural Engineering, China, 1106020993@qq.com
- 4 Master, Shihezi Univ. College of Water and Architectural Engineering, China, 17699534686@163.com
- 5 Master, Shihezi Univ. College of Water and Architectural Engineering, China, chenrshz2021@163.com
- 6 Lecturer, Shihezi Univ., College of Water and Architectural Engineering, China, lndmail@163.com
- 7 Lecturer, Shihezi Univ. College of Water and Architectural Engineering, China, 2469206966@qq.com
- 8 Master, Shihezi University, College of Water and Architectural Engineering, China, lpc0809@163.com

au stade des semis et sur l'environnement de l'eau-sel du sol dans le cadre d'expériences de plantation en baril (le sol de plantation en baril a été prélevé des champs de coton ayant connu différentes années de paillage). Il a été observé que la croissance des semis de coton ainsi que le transport de l'eau-sel du sol étaient entravés par l'accumulation accrue de film résiduel dans les champs de coton. 17 jours après l'irrigation, la teneur en eau du sol à 0-10 cm a diminué de 4,20% dans le traitement T5 (année de paillage 15 a) et de 4,63% dans la teneur en eau du sol à 10-20 cm dans le traitement T5 (année de paillage 15 a) par rapport au traitement CK; la salinité du sol à 0-10 cm a augmenté de 0,265 g·kg⁻¹ (traitement CK) à 0,280 g·kg⁻¹ (traitement T5), soit une augmentation de 5,60%, et la salinité du sol à 10-20 cm a diminué de 0,251 g·kg⁻¹ (traitement CK) à 0,245 g·kg⁻¹ (traitement T5), soit une diminution de 2,40%. Lorsque la période de paillage était >12 a, le paillis résiduel affectait de manière significative la croissance et le développement des semis de coton, et la réduction la plus importante concernait la surface foliaire, qui pouvait atteindre 37,18% (19 j après l'irrigation et 15 périodes de paillage). En conclusion, cette étude a montré que le paillis résiduel dans les champs de coton paillés à long terme pouvait entraver la croissance et le développement normaux des semis de coton et affecter le transport de l'eau-sel du sol. Il est donc recommandé d'utiliser un paillis biodégradable ou de recycler régulièrement le paillis résiduel dans la zone paillée afin d'éviter l'accumulation de paillis résiduel.

Mots clés : Semis de coton; Film résiduel; Teneur en eau du sol; Teneur en sel du sol.

APPLICATION OF IOT TECHNOLOGY TO UPGRADE HYDROLOGICAL DATA AND RAINFALL STATIONS

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DES CHOSES (IOT) POUR AMÉLIORER LES DONNÉES HYDROLOGIQUES ET LES STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES

Ko, Fang-Lan¹, Liu, Jih-Shun², Ray-Shyan Wu³, Wang, Pai-Hung⁴
and Dung, Chih-Chiang⁵

ABSTRACT

Due to the impact of climate change, Taiwan frequently experiences drought events. In the case of Taoyuan in northern Taiwan, the Tao-Yuan Main Canal (TYMC) managed by the Taoyuan Irrigation Management Office (TIMO) is responsible for supplying water to the various sectors including residential, industrial, and agricultural uses. The extreme weather conditions will make the water situation even more severe, and it is necessary to control it in real-time in order to balance the water needs of various sectors in a compact space.

In this study, IoT technology was applied. After conducting on-site investigations and analysing suitable communication modules, a modular, intelligent, and integrated hydrological data collection and transmission device was developed. This device updates the Data Acquisition System (DAQS) includes hydrological data and rainfall monitoring stations of 22 sites, which were originally recorded manually or by traditional communication devices, making the recording and analysis of hydrological data more efficient. The IoT technology used in this study, utilizing Cat.M1 for data transmission, can effectively collect, transmit, and integrate hydrological data, thus enhancing the ability of water managers to grasp the dynamic information of water consumption, rainfall, and instantaneous flow rate. Through the data integration and storage of the IoT platform, management personnel can conveniently use the water situation dashboard to obtain real-time and accurate water consumption information, thereby improving irrigation management and disaster prevention, enhancing water efficiency, and reducing waste of water resources. Moreover, the achievements of this study can also serve as a reference for other countries, making a positive contribution to global water resource management.

In summary, this study successfully applied IoT technology to collect, transmit, and integrate hydrological data, improving the efficiency of water management and the benefits of water resource utilization. It is hoped that this study can provide more insights and contributions to future issues such as water resource management and climate change adaptation.

Keywords: Data Acquisition System (DAQS); Rainfall station; Internet of Things, Taiwan.

RESUME

En raison de l'impact du changement climatique, Taïwan est souvent sujette à des événements de sécheresse. Dans le cas de Taoyuan, situé au nord de Taïwan, le canal principal Tao-Yuan (TYMC), géré par le Bureau de gestion de l'irrigation de Taoyuan (TIMO), est responsable de

- 1 Associate Technician, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan
- 2 Associate researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw
- 3 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.
- 4 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan
- 5 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

l'approvisionnement en eau des différents secteurs, y compris les utilisations résidentielles, industrielles et agricoles. Les conditions météorologiques extrêmes rendront la situation de l'eau encore plus grave, et il est nécessaire de la contrôler en temps réel afin d'équilibrer les besoins en eau des différents secteurs dans un espace compact.

Dans cette étude, la technologie de l'Internet des choses (IoT) a été appliquée. Après avoir mené des enquêtes sur le terrain et analysé les modules de communication appropriés, un dispositif modulaire, intelligent et intégré de collecte et de transmission des données hydrologiques a été mis au point. Ce dispositif met à jour le système d'acquisition de données (DAQS) contenant les données hydrologiques et les stations de surveillance des précipitations de 22 sites, qui étaient à l'origine enregistrées manuellement ou par des dispositifs de communication traditionnels, ce qui rend l'enregistrement et l'analyse des données hydrologiques plus efficaces. La technologie IoT utilisée dans cette étude, utilisant le Cat.M1 pour la transmission des données, peut efficacement collecter, transmettre et intégrer les données hydrologiques, améliorant ainsi la capacité des gestionnaires de l'eau à saisir les informations dynamiques de la consommation d'eau, de la précipitation et du débit instantané. Grâce à l'intégration et au stockage des données sur la plateforme IoT, le personnel de gestion peut facilement utiliser le tableau de bord de la situation de l'eau pour obtenir des informations précises et en temps réel sur la consommation d'eau, améliorant ainsi la gestion de l'irrigation et la prévention des catastrophes, renforçant l'efficacité de l'eau et la réduction du gaspillage des ressources en eau. En outre, les résultats obtenus de cette étude peuvent également servir de base à d'autres pays, apportant ainsi une contribution positive à la gestion mondiale des ressources en eau.

En résumé, cette étude a appliqué avec succès la technologie de l'IoT pour recueillir, transmettre et intégrer des données hydrologiques, améliorant ainsi l'efficacité de la gestion de l'eau et les avantages de l'utilisation des ressources en eau. Nous espérons que cette étude pourra fournir davantage de perspectives et de contributions à des questions futures telles que la gestion des ressources en eau et l'adaptation au changement climatique.

Mots-clés : Système d'acquisition de données (DAQS); Station pluviométrique; Internet des choses (IOT); Taïwan.

EVALUATION OF THE CONNECTED FARM-POND SYSTEM FOR FLOOD REDUCTION

ÉVALUATION DU SYSTÈME CONNECTÉ D'ÉTANG DE FERME POUR LA RÉDUCTION DES INONDATIONS

Yuan-Shun Chang¹, Hao-Che Ho², and Yu-Lin Liao³

ABSTRACT

Farm ponds form a complete network through topography and canal circulation, which could strengthen irrigation functions and reduce the impact of runoff pollution on water bodies. However, as the frequency and intensity of extreme rainfall events increase due to climate change, coupled with urbanization, the traditional sewer systems are no longer able to cope with environmental changes. Farm ponds could be used to control water volume by creating low-lying areas to delay the runoff peak and increase the concentration time to moderately mitigate the flooding's impact. Taoyuan, Taiwan has a densely distributed area of farm ponds that provided the function of local detention. In recent years, the number of farm ponds has been reduced by 84% and the area has been reduced by 67% due to the increasing demand for land development. The reduction in available land makes it difficult to increase the number of farm ponds. By improving connections between ponds, it is expected that ponds at risk of overflowing could be diverted to neighboring ponds to mitigate the effects of flooding during extreme rainfall events.

The study area is the Taoyuan District, and the 3Di Water Management stormwater runoff model was used to simulate the inundation situation under extreme rainfall events. Farm ponds at the inundation point are considered critical farm ponds, and those within 1 km of the critical farm pond are considered assistance farm ponds, and canals are constructed to form a connected farm pond system. To assess the effectiveness of the connected farm pond system in mitigating flooding, we compared the inundation conditions of the study area in two different scenarios. These results show that the connected farm pond system could achieve flood mitigation effects by increasing the overall storage capacity and reducing the inundation area and depth.

Keywords: Detention pond, Flood modeling, Water management, Farm ponding system

RESUME

Les étangs de ferme constitue un réseau complet grâce à la topographie et à la circulation des canaux, ce qui pourrait renforcer les fonctions d'irrigation et réduire l'impact de la pollution d'écoulement sur les corps d'eau. Cependant, avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations extrêmes due au changement climatique et à l'urbanisation, les systèmes d'égouts traditionnels ne sont plus en mesure de faire face aux changements environnementaux. Les étangs de ferme pourraient être utilisés pour contrôler le volume d'eau en créant des basses terres afin de retarder le pic d'écoulement et d'augmenter le temps de concentration pour atténuer modérément l'impact des inondations. Taoyuan, à Taïwan, possède une zone de distribution très dense des étangs de ferme qui assurent la fonction de retenue locale. Ces dernières années, le nombre d'étangs de ferme a été réduit

1 PH.D Candidate, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan

2 Assistant Professor, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan

3 Graduate Student, Department of Civil Engineering, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan

* Correspondence: f07521309@ntu.edu.tw

de 84% et la superficie de 67% en raison de la demande croissante d'aménagement du territoire. La réduction des terres disponibles rend difficile l'augmentation du nombre d'étangs de ferme. En améliorant les connexions entre les étangs, il est prévu que les étangs à risque de débordement puissent être détournés vers les étangs voisins afin d'atténuer les effets des inondations lors de précipitations extrêmes.

L'étude est faite dans le district de Taoyuan, et le modèle d'écoulement des eaux pluviales 3Di de la gestion d'eau a été utilisé pour simuler la situation d'inondation lors de précipitations extrêmes. Les étangs de ferme situés au point d'inondation sont considérés comme des étangs de ferme critiques, et ceux situés à moins d'un kilomètre de l'étang de ferme critique sont considérés comme des étangs de ferme d'assistance, et des canaux sont construits pour établir un système d'étangs de ferme connectés. Afin d'évaluer l'efficacité du système connecté d'étang de ferme dans l'atténuation des inondations, nous avons comparé les conditions d'inondation de la zone d'étude dans deux scénarios différents. Ces résultats montrent que le système d'étangs de ferme connectés pourrait avoir des effets d'atténuation des inondations en augmentant la capacité de stockage globale et en réduisant la zone d'inondation et la profondeur.

Mots-clés : Bassin de retenue; Modélisation des inondations; Gestion de l'eau; Système d'étangs de ferme.

SELECTION OF FEATURES AFFECTING THE COST OF DRIP IRRIGATION SYSTEMS IN IRAN USING THE FEATUREWIZ METHOD

SELECTION DES CARACTÉRISTIQUES AFFECTANT LE COUT DES SYSTEMES D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE EN UTILISANT LA METHODE FEATUREWIZ EN IRAN

Masoud Pourgholam-Amiji¹, Khaled Ahmadaali^{*2}, and Abdolmajid Liaghat³

ABSTRACT

The development and expansion of modern irrigation systems in different places require economic estimation and proper estimation of costs, for which modeling should be done using different mathematical, statistical, data mining, and machine learning software, models and algorithms. But it is not possible to enter countless features into the model because it provides both non-functional results and is complicated. Therefore, this should be achieved by applying methods or approaches that identify the most important and effective features. Accordingly, this research aims to apply the new feature selection technique to model the cost of a pressurized irrigation system using the data of 515 drip irrigation projects in four parts, including the cost of the pumping station and central control system (TC_p), cost of on-farm equipment (TC_F), cost of installation and operation on-farm and pumping station (TC_i), and total cost (TC_T) were done. In the first stage, a database including 39 features influencing the cost of the mentioned sectors was prepared and the price of all projects (2006 to 2019) was updated for the base year of 2022. Then, the most important features that had the greatest impact on the costs of the above four parts were identified using the new Featurewiz method and coding in the Python environment. The results of feature selection showed that among all the input features for predicting the cost of the TC_p part of drip irrigation systems based on the XGBoost method and the output of 5 different models, the features A (area), P_p (required pump power) and L_{40mm} (The length of the connecting pipe number two) was identified as the most effective features, respectively. The weight (F Score) of parameter A was the highest and its amount was 0.04. In the same way, in predicting the costs of the TC_F part, features of A (area), F (irrigation interval), and P/A (land shape or the ratio of perimeter to area); TC_i part, features of A (area), ET_p (crop evapotranspiration), and L_{110mm} (side pipe length) and TC_T part, features of A (area), F (irrigation interval), and N_{pL} (number of land plots) were identified as the most effective features. The common point of the selected features is in the area feature and other features were repeated several times in each section. The final results also showed that the accuracy of the neural network model in predicting the total cost of drip irrigation systems (TC_T) was the highest compared to other parts of the cost and its numerical amount was 0.89. Therefore, it can be concluded that Featurewiz is a useful and accurate tool for identifying cost-effective features of drip irrigation systems.

Keywords: Machine Learning, Economic Modeling, Pressurized Irrigation, Neural Networks, Meta-Heuristic Algorithms.

- 1 Ph.D. Candidate, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (mpourgholam6@ut.ac.ir)
- 2 Associate Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (Khahmadauli@ut.ac.ir) (*Corresponding Author)
- 3 Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (Aliaghat@ut.ac.ir)

RESUME

Le développement et l'expansion des systèmes d'irrigation modernes dans différents endroits exigent une estimation économique et une estimation correcte des coûts, pour laquelle la modélisation doit être effectuée en utilisant différents logiciels, modèles et algorithmes mathématiques, statistiques, d'exploration de données et d'apprentissage automatique. Mais il n'est pas possible d'introduire d'innombrables caractéristiques dans le modèle, car cela donne des résultats non fonctionnels et reste compliqué. Il convient donc d'appliquer des méthodes ou des approches permettant d'identifier les caractéristiques les plus importantes et les plus efficaces. Par conséquent, cette recherche a pour but d'appliquer la nouvelle technique de sélection des caractéristiques pour modéliser le coût d'un système d'irrigation sous pression en utilisant les données provenant de 515 projets d'irrigation goutte à goutte en quatre parties, y compris le coût de la station de pompage et du système de contrôle central (TC_p), le coût de l'équipement d'exploitation (TC_F), le coût de l'installation et du fonctionnement d'exploitation et de la station de pompage (TC_i), et le coût total (TC_T) ont été effectués. Dans la première étape, une base de données comprenant 39 caractéristiques influençant le coût des secteurs mentionnés a été préparée et le prix de tous les projets (2006 à 2019) a été mis à jour pour l'année de base 2022. Ensuite, les caractéristiques les plus importantes qui ont exercé le plus grand impact sur les coûts des quatre parties susmentionnées ont été identifiées en utilisant la nouvelle méthode Featurewiz et la programmation Python. Les résultats de la sélection des caractéristiques ont montré que parmi toutes les caractéristiques d'entrée pour prédire le coût de la partie TC_p des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte sur la base de la méthode XGBoost et des résultats obtenus de 5 modèles différents, les caractéristiques A (superficie), PP (puissance de pompe requise) et L_{40mm} (longueur du tuyau de raccordement numéro deux) ont été identifiées comme les caractéristiques les plus efficaces, respectivement. Le poids (score F) du paramètre A était le plus élevé et sa valeur était de 0,04. De la même manière, pour prédire les coûts de la partie TC_F , les caractéristiques A (superficie), F (intervalle d'irrigation) et P/A (forme du terrain ou rapport entre le périmètre et la superficie), la partie TC_i , les caractéristiques A (superficie), ET_p (évapotranspiration d'un couvert) et L_{110mm} (longueur du tuyau latéral) et la partie TC_T , les caractéristiques A (superficie), F (intervalle d'irrigation) et N_{PL} (nombre de parcelles) ont été identifiées comme les caractéristiques les plus efficaces. Le point commun des caractéristiques sélectionnées se trouve dans la caractéristique de la zone et d'autres caractéristiques ont été répétées plusieurs fois dans chaque section. Les résultats définitifs ont également montré que la précision du modèle de réseau de neurones dans la prédiction du coût total des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte (TC_T) était la plus élevée par rapport aux autres parties du coût et que sa valeur numérique était de 0,89. On peut donc conclure que Featurewiz est un outil utile et précis pour identifier les caractéristiques rentables des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte.

Mots-clés : Apprentissage automatique, Modélisation économique, Irrigation sous pression, Réseaux de neurones, Algorithmes méta-heuristiques.

MAPPING OF WATER STRESS DETECTION INDEX IN WHEAT CROP USING HIGH-RESOLUTION MULTI SPECTRAL AND THERMAL IMAGERIES ACQUIRED BY UAV

CARTOGRAPHIE DE L'INDICE DE DÉTECTION DU STRESS HYDRIQUE DANS LES CULTURES DE BLÉ À L'AIDE D'IMAGES MULTI SPECTRALES ET THERMIQUES À HAUTE RÉOLUTION ACQUISES PAR L'UAV

Sudarsan Biswal^{1*}, Chandranath Chatterjee², and Damodhara Rao Mailapalli³

ABSTRACT

Crop water stress detection is a critical aspect of effective irrigation water management in wheat crop and negatively impacts wheat crop productivity under limited water conditions. The vegetation water stress obtained from satellite data monitoring is less appropriate for quick and efficient irrigation management due to a lack of spatial and temporal resolutions. High-resolution spectral and temporal imageries obtained from multispectral and thermal cameras on-board Unmanned Aerial Vehicle (UAV) can be used for mapping the water stress detection under various deficit irrigation. The present study focuses on mapping the Water Deficit Index (WDI) for water stress detection under three water applications, such as, well, 5 days' interval and 11 days' interval irrigation using the multispectral and thermal imageries acquired by Unmanned Aerial Vehicle (UAV). The aerial imageries were collected during Rabi season 2018-19 at 60 m altitude. The aerial imageries were processed in Pix4D Mapper software. Different vegetation indices (VIs) from multispectral imageries and temperatures from thermal imageries were calculated using Pix4D Mapper software. Normalized Green Red Difference Index (NGRDI) is chosen based on the higher correlation with ground truth data and visual interpretation according to the real field condition. The concept of Vegetation Index Trapezoid (VIT) was incorporated using thermal and multispectral imageries by adopting its four boundary conditions. Vegetation index and temperature values were calculated for four points of VIT for four boundary conditions such as with (1) dry bare soil, (2) wet bare soil, (3) well-watered with full vegetation, and (4) water stress conditions with full vegetation. Geo-referencing of thermal images with respect to multispectral images was performed using ArcGIS (Version 10.1), and resampling of thermal and multispectral images was also performed to achieve the same pixel size. Water Deficit Index (WDI) values were calculated using the concept of VIT of the surface-air temperature difference and NGRDI. Moreover, WDI maps were generated for those respective water applications for potential detection of crop water stress. The WDI outperforms the conventional Crop Water Stress Index (CWSI), which is solely based on crop canopy temperature, and the difficulty in measuring leaf temperature in partially vegetated fields hamper its application at the local and regional levels. The combination of the degree of greenness and land surface temperature (LST) increases the applicability of WDI over CWSI for water stress detection effectively in partially vegetated crop canopy cover, which could be useful for effective irrigation water management in wheat crop.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Aerial imageries, Vegetation Index, WDI, and Wheat crop.

1 Research Scholar, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, West Bengal, India (* Corresponding Author): sudarsanbiswal92@gmail.com

2 Professor, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, West Bengal, India: cchatterjee@agfe.iitkgp.ac.in

3 Associate Professor, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, West Bengal, India: mailapalli@agfe.iitkgp.ac.in

RESUME

La détection du stress hydrique des cultures est un aspect critique de la gestion efficace de l'eau d'irrigation dans les cultures de blé et exerce un impact négatif sur la productivité agricole de blé dans des conditions d'eau limitée. Le stress hydrique de la végétation obtenu à partir de données satellitaires est moins approprié pour une gestion rapide et efficace de l'irrigation en

raison d'un manque de résolutions spatiales et temporelles. Les images spectrales et temporelles à haute résolution obtenues à partir de caméras d'imagerie multispectrales et thermiques embarquées sur les véhicules aériens sans pilote (UAV) peuvent être utilisées pour cartographier la détection du stress hydrique dans diverses conditions d'irrigation déficitaire. La présente étude met l'accent sur la cartographie de l'indice de déficit hydrique (WDI) pour la détection du stress hydrique dans le cadre de trois applications d'eau, telles que l'irrigation par puits, par intervalle de 5 jours et par intervalle de 11 jours, en utilisant les images multispectrales et thermiques acquises par un véhicule aérien sans pilote (UAV). Les images aériennes ont été recueillies pendant la saison de Rabi en 2018-19 à l'altitude de 60 m. Les images aériennes ont été traitées dans le logiciel Pix4D Mapper. Différents indices de végétation (VI) issus des images multispectrales et des températures issues des images thermiques ont été calculés à l'aide du logiciel Pix4D Mapper. L'indice de différence normalisé vert-rouge (NGRDI) a été retenu en raison de sa corrélation plus élevée avec les données réelles recueillies au sol et de son interprétation visuelle en fonction des conditions réelles sur le terrain. Le concept d'indice de végétation trapézoïdal (VIT) a été incorporé en utilisant des images thermiques et multispectrales en adoptant ses quatre conditions limites. L'indice de végétation et les valeurs de température ont été calculés pour quatre points du VIT pour quatre conditions limites telles que (1) sol nu sec, (2) sol nu humide, (3) bien arrosé avec une végétation complète, et (4) conditions de stress hydrique avec une végétation complète. Le géoréférencement des images thermiques par rapport aux images multispectrales a été effectué à l'aide d'ArcGIS (version 10.1), et le rééchantillonnage des images thermiques et multispectrales a également été effectué pour obtenir la même taille de pixel. Les valeurs de l'indice de déficit hydrique (WDI) ont été calculées en utilisant le concept de VIT de la différence de température entre la surface et l'air et le NGRDI. En outre, des cartes WDI ont été générées pour ces applications d'eau respectives afin de détecter un stress hydrique éventuel des cultures. L'indice WDI surpasse l'indice conventionnel de stress hydrique des cultures (CWSI), qui est uniquement basé sur la température du couvert végétal, et la difficulté de mesurer la température des feuilles dans les champs partiellement végétalisés entrave son application aux niveaux local et régional. La combinaison du degré de verdure et de la température de la surface du sol (LST) augmente l'applicabilité de l'indice WDI par rapport à l'indice CWSI pour la détection efficace du stress hydrique dans un couvert végétal partiel, ce qui pourrait être utile pour une gestion efficace de l'eau d'irrigation dans les cultures de blé.

Mots-clés : Véhicule aérien sans pilote; Images aériennes; Indice de végétation; WDI et culture du blé.

LOOSING GROUND OF COLLECTIVE ACTION: CASE STUDY ON OPERATION AND MANAGEMENT CHALLENGES IN MAHADEV KHOLA RAJKULO EMERGING FROM URBANIZATION AND LIVELIHOOD CHANGES

PERTE DE TERRAIN DE L'ACTION COLLECTIVE : ÉTUDE DE
CAS SUR LES DÉFIS DE L'EXPLOITATION ET DE LA GESTION À
MAHADEV KHOLA RAJKULO A LA SUITE DE L'URBANISATION ET DE
L'ÉVOLUTION DES MOYENS DE SUBSISTANCE

Khem Raj Sharma ¹ and Keshab Adhikari

ABSTRACT

A study was undertaken with the aim of understanding and analyzing the impacts of urbanization on the governance and management of irrigation infrastructures of Mahadev Khola Rajkulo (MKRK) in the urban fringe of Kathmandu and Bhaktapur districts. Exploratory case study approach was used involving collection of pertinent information through focused group discussion organized at various reaches of MKRK substantiating it through the interviews of the key informants.

Rapid trend of urbanization in Kathmandu Valley in the period after 1995 have produced stressors of different dimensions that have been responsible for transformation in the irrigated agricultural system and livelihood of the people. There has been sharp increase in the number of households living in the the command area. Consequently there has been transformation of land use from agricultural to housing. Increase in the land value for residential plots motivated the farmers to sell the land and opt for alternative livelihoods. Youths were especially quitting farming. Cropping pattern change from cereals to vegetables is now a common practice. As a result there is change in the pattern of water demand for irrigation. While water application in large volume was needed in cereal production, vegetable production demanded more frequent and well distributed irrigation throughout the crop growing season. This demanded dependable irrigation supply which was not possible with the traditional canal irrigation. The vegetable growers in the area therefore started investing in groundwater development. This reduced dependence of the farmers on MKRK. Also the irrigation system experienced progressive reduction in the water supply mainly due to increasing diversion of water from the source to meet the drinking water needs of the people living in the command area of the system and in its vicinity. With all this the trajectory of collective action of people in the operation and management of MKRK got eroded over time. This loss of social capital was also due to increasing dominance of market forces. A phenomenon of 'worker-peasant' was evolving rapidly with the people increasingly involved in alternative occupations. With this the local people's priority has been shifting from farming to non-farm activities. As an adaptive measure privatization of the system management in the urban areas making the service provider responsible for maintenance and upkeep of irrigation infrastructures and irrigation services could be a viable option. In addition there is need of safeguarding prior water use rights and prohibiting other water infrastructures and services from the same water source. Ignoring the prior use right could become potential source of conflict. Policy support for regulating land use changes and conservation of agricultural areas and open spaces are immensely important for maintaining the environmental services crucial for human habitation creating favorable condition for local food security.

¹ Respectively Visiting Professor and former student, Nepal Engineering College, Kathmandu, E-mail: khemraj.online@gmail.com

Keywords: Urbanization; Irrigated agricultural system; Cropping pattern; Groundwater development; Water use rights.

RESUME

Une étude a été menée afin de comprendre et d'analyser les impacts de l'urbanisation sur la gouvernance et la gestion des infrastructures d'irrigation de Mahadev Khola Rajkulo (MKRK) situées à la périphérie urbaine des districts de Katmandou et de Bhaktapur. Une approche préliminaire de l'étude de cas a été utilisée, impliquant la collecte d'informations pertinentes par le biais de discussions tenues avec les groupes ciblées organisées à différents endroits du MKRK, qui ont été justifiées par des entretiens avec des informateurs clés.

La tendance rapide de l'urbanisation dans la vallée de Katmandou après 1995 a donné lieu aux facteurs de stress de différentes dimensions qui ont été responsables de la transformation du système agricole irrigué et des moyens de subsistance de la population. Le nombre de ménages vivant dans la zone de commande a fortement augmenté. Par conséquent, l'utilisation des terres est passée de l'agriculture au logement. L'augmentation de la valeur foncière des parcelles résidentielles a encouragé les agriculteurs à vendre leurs terres et à opter pour d'autres moyens de subsistance. Les jeunes, en particulier, ont abandonné l'agriculture. Le changement de l'assolement, des céréales aux légumes, est devenu une pratique courante. En conséquence, il donne lieu à un changement dans la structure de la demande en eau pour l'irrigation. Alors que la production céréalière nécessitait l'application de grandes quantités d'eau, la production de légumes exigeait une irrigation plus fréquente et bien répartie tout au long de la saison de croissance des cultures. Cela exige un approvisionnement fiable en eau d'irrigation, ce qui n'est pas possible avec les canaux d'irrigation traditionnels. Les producteurs de légumes de la région ont donc commencé à investir dans le développement des eaux souterraines. Cela a réduit la dépendance des agriculteurs à l'égard de la MKRK. Le système d'irrigation a également connu une réduction progressive de l'approvisionnement en eau, principalement en raison de la dérivation croissante de l'eau de la source pour répondre aux besoins en eau potable des personnes vivant dans la zone de commande du système et dans ses environs. Avec tout cela, la trajectoire de l'action collective des personnes dans l'exploitation et la gestion du MKRK s'est érodée au fil du temps. Cette perte de capital social est également due à la domination croissante des forces du marché. Un phénomène de «travailleurs-paysans» s'est rapidement développé, les gens étant de plus en plus impliqués dans des activités alternatives. La priorité de la population locale est donc passée des activités agricoles aux activités non agricoles. En tant que mesure d'adaptation, la privatisation de la gestion du système dans les zones urbaines, rendant le prestataire de services responsable de la maintenance et de l'entretien des infrastructures d'irrigation et des services d'irrigation, pourrait être une option viable. En outre, il est nécessaire de sauvegarder les droits préalables d'usages de l'eau et d'interdire l'utilisation de la même source d'eau par d'autres infrastructures et services d'eau. Le manque d'attention porté aux droits préalables d'usages de l'eau pourrait devenir une source potentielle de conflit. Le soutien politique à la réglementation des changements d'utilisation des sols et à la conservation des zones agricoles et des espaces ouverts est extrêmement important pour le maintien des services environnementaux essentiels à l'habitation humaine, créant ainsi des conditions favorables à la sécurité alimentaire locale.

Mots clés : Urbanisation; Système agricole irrigué; Assolement; Développement des eaux souterraines ; Droits d'usages de l'eau.

MODERNIZATION OF IRRIGATION SYSTEMS: EXPERIENCE OF COLLECTIVE RECONVERSION TO DRIP IRRIGATION IN MOROCCO (ANALYSIS AND LESSONS)

MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION : L'EXPERIENCE DE LA RECONVERSION COLLECTIVE VERS L'IRRIGATION LOCALISEE AU MAROC (ANALYSES ET LECONS)

Belabhir Afaf¹

ABSTRACT

Because of the actual situation of the succession of drought's years, the increase of water scarcity and competition between sectors (agriculture, industry, and drinking water), the economy and valorization of irrigation water are presented as two important objectives in the water policy in the world and specifically in Morocco. Collective reconversion to drip irrigation is considered to be the main key to achieve these goals. The National Irrigation Water Saving Programme (PNEEI) aims the reconversion of 550 000 ha on the horizon of 2020. The collective conversion is one of the two components of PNEEI and aims the conversion of large scale hydraulic sectors. This work presents the process example of one area of collective conversion experience in the El Haouz perimeter, which is located in the south of Morocco and highly suffering from water shortage. This strategy aims to well manage of existing facilities and reduce water losses.

This paper will analyze the new experience of the project of the collective reconversion in Ouled Said Taourirt Skhirat area which is financed by the European Bank of Investment (EBI), it concerns 5453 hectares for 2700 farmers. The implementation cost of this project is 369 Million of Dirhams that cover the network equipment installation knowing that the farmer's network equipment is assuring within the framework of the Agricultural Development Fund (ADF).

It faces many challenges especially concerning the technical choices and the collective management of the water network and irrigations. This concerns particularly the adaptation of farmers to a new technique of irrigation, adaptation of managers of the collective water network to a new management and maintenance system, payment of royalties and accompanying farmers. In order to guarantee these reconversion projects' sustainability, the procedures could be adapted to field realities primarily by integrating farmers and taking into account their expectations not only in terms of crop rotation but also in management modes.

In the same context of those projects, we aim to improve the Agronomic Practices of the farmers by warming sessions and experimental trials.

The most important in such projects is the institutional organization of the beneficiary farmers as AUEA (Association of water users for irrigation), which plays a key role in the management and the farmers engagement in collaboration with Regional Office executives.

Keywords: Collective reconversion projects, Drip irrigation, water saving, efficiency

RÉSUMÉ

A cause de la situation actuelle de la succession d'années de sécheresse, de l'augmentation de la rareté de l'eau et de la concurrence entre les secteurs (agriculture, industrie et eau

¹ Agronomist Engineer and ICID coordinator in Morocco, The Regional Office of Agricultural Development (ORMVAH), Morocco, Belabhir93@gmail.com

potable), l'économie et la valorisation de l'eau d'irrigation sont présentées comme deux objectifs importants de la politique de l'eau au monde et plus précisément au Maroc. La reconversion collective au goutte-à-goutte est considérée comme la clé principale pour atteindre ces objectifs. Le Programme National d'Economie d'Eau d'Irrigation (PNEEI) vise la reconversion de 550 000 ha à l'horizon 2020. La reconversion collective est l'une des deux composantes du PNEEI et vise la reconversion des filières hydrauliques à grande échelle. Ce travail présente l'exemple de processus d'une zone d'expérience de reconversion collective dans le périmètre d'El Haouz, situé au sud du Maroc et qui est fortement touché par la pénurie d'eau. Cette stratégie vise à bien gérer les installations existantes et à réduire les pertes en eau.

Cet article analysera la nouvelle expérience du projet de reconversion collective dans la zone Ouled Saïd Taourirt Skhirate qui est financé par la Banque Européenne d'Investissement (EBI), il concerne à convertir 5453 hectares pour 2700 agriculteurs. Le coût de réalisation de ce projet est de 369 Millions de Dirhams qui couvrent l'installation des équipements du réseau sachant que l'équipement du réseau de l'agriculteur est assuré dans le cadre du Fonds de Développement Agricole (FDA).

Il fait face à de nombreux défis notamment concernant les choix techniques et la gestion collective du réseau d'eau et des irrigations. Cela concerne notamment l'adaptation des agriculteurs à une nouvelle technique d'irrigation, l'adaptation des gestionnaires du réseau collectif d'eau à un nouveau système de gestion et d'entretien, le paiement des redevances et l'accompagnement des agriculteurs. Afin de garantir la pérennité de ces projets de reconversion, les procédures pourraient être adaptées aux réalités de terrain en intégrant notamment les agriculteurs et en tenant compte de leurs attentes non seulement en termes d'assolement mais aussi de modes de gestion.

Dans le même cadre de ces projets, nous visons à améliorer les Pratiques Agronomiques des agriculteurs par des séances d'échauffement et des essais de démonstration.

Le plus important dans tels projets est l'organisation institutionnelle des agriculteurs bénéficiaires en tant qu'AUEA (Association des usagers de l'eau pour l'irrigation), qui joue un rôle clé dans la gestion et l'engagement des agriculteurs en collaboration avec les cadres du bureau régional.

Mots-clés : Projets de reconversion collective, irrigation goutte à goutte, économie d'eau, efficacité.

EVALUATING THE OPERATIONAL PERFORMANCES OF RESERVOIR RE-OPERATION MODEL USING ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM APPROACH: CASE STUDY OF SIRIKIT DAM IN THAILAND

EVALUATION DES PERFORMANCES OPERATIONNELLES DU MODELE REOPERATIONNEL DU RESERVOIR EN UTILISANT L'APPROCHE DU SYSTEME D'INFERENCE NEURO-FOU ADAPTATIF : ÉTUDE DE CAS DU BARRAGE DE SIRIKIT EN THAÏLANDE

Khin Muiyar Kyaw¹, Areeya Rittima^{2*}, Yutthana Phankamolsil³, Allan Sriyatana Tabucanon⁴, Wudhichart Sawangphol⁵, Jidapa Kraisingka⁶, Yutthana Talaluxmana⁷, Varawoot Vudhivanich⁸, Chaiwat Prechawit⁹, and Watchara Suiadee¹⁰

ABSTRACT

The reservoir operation system has been being impacted by global climate change due to the considerable changes in water availability of reservoir system affecting to the determination of dam release. Moreover, many reservoir operation systems have been certainly addressed without achieving a desired solution in accordance with water demand variation. Therefore, systematic approaches have been widely developed for operational performance appraisal of the reservoir re-operation system nowadays. The reservoir operation performances of the developed models were studied on the Sirikit (SK) Reservoir, located in the northern Thailand, where substantial fluctuation in the reservoir inflow has been found. For these purposes, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) was used and the operational performances of reservoir re-operation system by aiming to minimize water deficit were accordingly evaluated. ANFIS is an integration approach in which neural networks are applied to optimize the fuzzy inference system and construct a series of fuzzy if-then reservoir operational rules with appropriate membership functions of current reservoir variables. The reservoir re-operation model of SK Dam was simulated by applying the ANFIS based reservoir re-operation policy to specify the daily amount of water release corresponding to the water

demand. The water balance-based reservoir re-operation model was developed using MATLAB Simulink Toolbox for long-term simulation from 2000 to 2020. It is revealed that the amount of water deficit accomplished by ANFIS based re-operation model was decreased to approximately 46 MCM per year compared to the current reservoir operation system. In addition, ultimate goal of increasing reservoir water storage of Sirikit Dam was also considered while opportunity in reducing the water deficit was explored. It is revealed that raising up reservoir water storages at the initial stage of growing dry season can be achieved through ANFIS approach by increasing of +0.41% than the current operation. This reflects that ANFIS based re-operation model can help assure efficient operation of reservoir system to solve water scarcity at some extent in this region.

1 Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Thailand, khinmuyar.kya@student.mahidol.edu

2 Dept. of Civil and Env. Engg, Faculty of Engg., Mahidol University, Thailand, areeya.rit@mahidol.ac.th

3 Environmental Engineering and Disaster Management Program, Mahidol University, Kanchanaburi Campus, Thailand, yutthana.pha@mahidol.ac.th

4 Faculty of Env. and Resource Studies, Mahidol University, Thailand, allansriyatana.tab@mahidol.ac.th

5 Faculty of Information and Comm. Tech., Mahidol University, Thailand, wudhichart.saw@mahidol.edu

6 Faculty of Information and Comm. Tech., Mahidol University, Thailand, jidapa.kra@mahidol.ac.th

7 Dept. of Water Resources Engg, Faculty of Engg, Kasetsart University, Thailand, fengynt@ku.ac.th

8 Dept. of Irri. Engg., Faculty of Engg., at Kamphaengsaen, Kasetsart Univ., Thailand, fengvww@ku.ac.th

9 Royal Irrigation Department, Thailand, chaiwat.prechawit@gmail.com

10 Royal Irrigation Department, Thailand, watchara@rid.go.th

Keywords: Sirikit Reservoir, ANFIS, Water Balance Model, Reservoir Re-operation Model, Reservoir Performance Index.

RESUME

Le système opérationnel des réservoirs a été touché par le changement climatique mondial en raison des changements considérables survenus dans la disponibilité de l'eau du système de réservoirs exerçant un impact sur la détermination du déversement du barrage. En outre, de nombreux systèmes opérationnels des réservoirs ont été traités sans parvenir à la solution souhaitée en raison de variations de la demande en eau. Par conséquent, des approches systématiques ont été largement développées pour l'évaluation de la performance opérationnelle du système ré- opérationnels des réservoirs actuellement. Les performances opérationnelles du réservoir des modèles développés ont été étudiées sur le réservoir de Sirikit (SK), situé au nord de la Thaïlande, où l'on a constaté une fluctuation importante de l'écoulement entrant du réservoir. À cette fin, le système d'inférence neuro-flou adaptatif (ANFIS) a été utilisé et les performances opérationnelles du système ré-opérationnels du réservoir visant à minimiser le déficit en eau ont été évaluées en conséquence. L'ANFIS est une approche d'intégration dans laquelle les réseaux de neurones sont appliqués pour optimiser le système d'inférence floue et construire une série de règles opérationnelles de si-alors floues du réservoir avec des fonctions d'appartenance appropriées des variables actuelles du réservoir. Le modèle ré-opérationnel du réservoir du barrage SK a été simulé en appliquant la politique ré- opérationnels du réservoir basée sur l'ANFIS pour spécifier la quantité journalière du prélèvement d'eau correspondant à la demande d'eau. Le modèle ré-opérationnel du réservoir basé sur le bilan hydrique a été développé à l'aide de la boîte à outils Simulink de MATLAB pour une simulation à long terme de 2000 à 2020. Il s'avère que la quantité de déficit en eau réalisée par le modèle ré-opérationnel basé sur ANFIS a été réduite à environ 46 MCM par an par rapport au système actuel opérationnel des réservoirs. En outre, l'objectif ultime d'augmenter le stockage de l'eau du barrage de Sirikit a également été pris en compte tout en explorant les possibilités de réduction du déficit hydrique. Il est révélé que l'augmentation des réserves d'eau du réservoir au stade initial de la saison sèche peut être réalisée par l'approche ANFIS avec une augmentation de +0,41% par rapport à l'opération actuelle. Cela montre que le modèle ré-opérationnel basé sur l'ANFIS peut aider à assurer un fonctionnement efficace du système de réservoir pour résoudre la pénurie d'eau dans une certaine mesure dans cette région.

Mots-clés : Réservoir de Sirikit; ANFIS; Modèle de bilan hydrique; Modèle ré-opérationnel du réservoir; Indice de performance du réservoir.

IRRIGATION WATER MANAGEMENT TOOLS: TOOLS SUITABLE FOR SMALLHOLDER IRRIGATORS IN GAUTENG PROVINCE, SOUTH AFRICA

OUTILS DE GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION : OUTILS ADAPTÉS AUX PETITS EXPLOITANTS IRRIGANTS DE LA PROVINCE DE GAUTENG EN AFRIQUE DU SUD

Mothapo, Manoshi (Ms.)¹, Mutema, Macdex¹, Dhavu, Khumbulani¹ and Mogotlane Daniel²

ABSTRACT

South Africa is one of the countries in Africa and the world that suffer from water shortage and water is declared a scarce resource with low mean annual precipitation of 450 mm (world annual mean precipitation is 850 mm). Agriculture accounts for about 60% of national water demand in South Africa. Gauteng province is one of the smallest provinces in South Africa with higher water usage. Recent reports have indicated that a water crisis is imminent in the Gauteng province. There are concerted calls for agriculture to reduce water demand and wastages. Mitigating water losses in irrigation systems is necessary not only for maximizing water use efficiency and profits. Correct use of appropriate irrigation water management tools (IMTs) is integral to achieving this end. Despite the availability of many IMTs across the world, water losses in smallholder irrigation systems are still very high due to, amongst many reasons, poor choices and incorrect use of the tools. A literature review was performed aiming to identify the most appropriate IMTs for smallholder irrigator use, with particular focus on Agri-Park. The overall objective was to recommend the most effective IMTs, which are easy to use by the Agri-Park farmers who spend most of their time on the farms. The study results showed that there is a wide range of soil moisture monitoring tools that smallholder irrigators can use to manage their irrigation water such as the gravimetric method, tensiometers, neutron probes, time domain reflectometers, chameleon sensors and Full Stop wetting front detectors (WFD). The chameleon sensor and WFD were recommended for use in the Agri-Parks due to their low cost, robustness, and ease of use. Both are installed permanently in the field during a cropping cycle and the farmers can easily observe the changes that take place under the soil water dynamics. Irrigators at five Agri-parks, Westonaria, Rooiwal, Soshanguve, Tarlton and Eikenhof were properly trained on the installation, use and maintenance of the recommended IMTs followed by installation in their plots. Due to limited project duration, it was difficult to assess the impact of the adoption on water saving at the Agri-Parks. However, several benefits were realized by the farmers, with the most important benefit being the means to know when to irrigate and when not to, and the associated reduction in time doing the irrigation process, which afforded the irrigators more time on other activities. The other important benefit was optimal fertilizer management due to the ability to monitor the nutrient status of their soils using the WFD. Wastage of fertilizer through excessive leaching was also reduced with the use of IMTs saving the fertilizer application rate and irrigators some money. Water saving and crop monitoring at the Agri-Parks goes beyond mere having the tools and means to decide on the necessary actions; it requires collective implementation of the required actions.

Keywords: Smallholder irrigators; Soil moisture; Water management; Irrigation management tools, Agri-park

¹ Researcher, Agricultural Research Council-Natural Resources and Engineering, Private Bag X519, Silverton, Pretoria 0127, South Africa, mothapom@arc.agric.za

² Department of Agriculture, Rural Development and the Environment, 56 Eloff Street, Umnotho House, Johannesburg, 2000

RESUME

L'Afrique du Sud est l'un des pays d'Afrique et du monde qui fait face à la pénurie d'eau, et l'eau est déclarée ressource rare avec de précipitations annuelles moyennes faibles de 450 mm (le chiffre pour les précipitations annuelles moyennes du monde étant de 850 mm). L'agriculture représente environ 60% de la demande nationale en eau en Afrique du Sud. La province de Gauteng est l'une des plus petites provinces de l'Afrique du Sud où la consommation d'eau est la plus élevée. Selon les rapports récents, une crise de l'eau est imminente dans la province de Gauteng. Des appels concertés ont été lancés à l'agriculture pour qu'elle réduise la demande en eau et les gaspillages. Il est nécessaire d'atténuer les pertes d'eau dans les systèmes d'irrigation pour maximiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau et les bénéfices. L'utilisation correcte des outils appropriés de gestion de l'eau d'irrigation (IMT) fait partie intégrale de la réalisation de cet objectif. Malgré la disponibilité de nombreux outils de gestion de l'eau d'irrigation (MIT) dans le monde, les pertes d'eau dans les systèmes d'irrigation des petites exploitations sont encore très élevées en raison, entre autres, de mauvais choix et d'une utilisation incorrecte des outils. Une revue de la littérature a été réalisée afin d'identifier les IMT les plus appropriés pour l'utilisation des petits exploitants irrigants, une attention particulière étant mise sur Agri-Park. L'objectif global était de recommander les IMT les plus efficaces, faciles à utiliser par les agriculteurs d'Agri-Park qui passent la plupart de leur temps dans les exploitations. Les résultats de l'étude ont montré qu'il existe une large gamme d'outils de surveillance de l'humidité du sol que les petits exploitants irrigants peuvent utiliser pour gérer leur eau d'irrigation, tels que la méthode gravimétrique, les tensiomètres, les sondes à neutrons, les réflectomètres en domaine temporel, les capteurs caméléon et les détecteurs de front de mouillage Full Stop (WFD). Le capteur caméléon et le WFD ont été recommandés pour l'utilisation dans les Agri-Parcs en raison de leur faible coût, de leur robustesse et de leur facilité d'utilisation. Les deux sont installés en permanence dans le champ au cours d'un cycle de culture et les agriculteurs peuvent facilement observer les changements qui se produisent dans la dynamique de l'eau du sol. Les irrigants de cinq agri-parcs (Westonaria, Rooiwal, Soshanguve, Tarlton et Eikenhof) ont reçu une formation adéquate sur l'installation, l'utilisation et l'entretien des IMT recommandés, avant de les installer sur leurs parcelles. En raison de la durée limitée du projet, il a été difficile d'évaluer l'impact de l'adoption du système sur les économies d'eau réalisées dans les agri-parcs. Cependant, les agriculteurs ont tiré plusieurs avantages, le plus important étant de savoir quand irriguer et quand ne pas irriguer, et de réduire le temps consacré à l'irrigation, ce qui a permis aux irrigants de consacrer plus de temps à d'autres activités. L'autre avantage important était la gestion optimale des engrais grâce à la capacité de surveiller l'état des éléments nutritifs de leurs sols à l'aide de la WFD. Le gaspillage d'engrais dû à un lessivage excessif a également été réduit grâce à l'utilisation d'IMT, ce qui a permis aux irrigants d'économiser le taux d'application d'engrais et d'épargner de l'argent. Les économies d'eau et le suivi des cultures dans les agri-parcs vont au-delà de la simple possession des outils et des moyens nécessaires pour décider des actions à entreprendre; ils nécessitent une mise en œuvre collective des actions requises.

Mots-clés : Petits exploitants irrigants; Humidité du sol; Gestion de l'eau; Outils de gestion de l'irrigation, Agri-parc.

NUMERICAL ANALYSIS OF FLOW FIELD DOWNSTREAM OF A DIVERSION WEIR WITH A 2-STEP DROP

ANALYSE NUMERIQUE DU CHAMP D'ÉCOULEMENT EN AVAL D'UN SEUIL DE DERIVATION AVEC UNE CHUTE À DEUX ÉTAPES

Kubota Tomohiro¹, and Kyoji Takaki²

ABSTRACT

Bed protection works are installed downstream of a diversion weir to prevent scouring. When the riverbed is lowered due to the decrease of sediment supply from upstream and the protection blocks are damaged, the possibility of scouring increases. To reduce the potential for scouring in such cases, a drop structure such as 2-step apron may be constructed downstream of the diversion weir. In the case of installation of it, however, there are many combinations of hydraulic conditions related to the design of it, and simplification of the design procedures is required. In this context, it is desirable to use numerical analysis for efficient bed protection design.

In this study, the main purpose is to contribute to the establishment of the renovation method for bed protection works damaged by riverbed degradation. When further subdivided, it can be divided into two purposes. The first purpose is to organize the flow regimes by focusing on the conditions of downstream water depth and the apron length. The second purpose is to extract flows that are highly likely to cause scouring, and to identify the length of apron that minimizes the likelihood of causing scoring.

The particle method, which is one of the methods of fluid dynamics simulation, was used. The E-MPS (Explicit - Moving Particle Simulation) method was employed in this study. The waterway as a computational domain has a length of 1.2[m] before the step and 3.0[m] after the step. The waterway width is 0.6[m], and the step height is 0.2[m]. The structure drops twice by 0.1[m]. The flow rate was constant at 80[L/s] (unit width flow rate: 0.13 [l/s]). Various flow regimes were reproduced by changing the weir height at the downstream end of the waterway. Hydraulic model experiments' data were used to obtain the reliability of the hydraulic data from numerical analysis. After confirming the reproducibility, we changed the horizontal length of the apron for various flows. The force distribution on the riverbed were then obtained and organized for each of the flows.

The flow from numerical simulations were classified into seven types, and the results were summarized with respect to the length of apron and the downstream water depth. It may be useful to clarify the correspondence between the flow regimes and the length of apron at the actual site where the bed protection is designed empirically with visual flow information.

Then, we investigated the apron length that minimizes the potential for scouring. We specifically focused on the jet flows, which don't experience the hydraulic jump and have high horizontal shear stress. As a result, under the conditions of this study, it was revealed that the optimal apron length to reduce the likelihood of scouring has been found to be approximately 2-2.5 times the height of the drop. To decide the appropriate apron length, we focused on the total losses caused by the drop, the time-averaged pressure head peak, and its location.

Keywords: Headworks, 2-step drop, Apron length, Numerical Analysis, E-MPS

1 Master's Student, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Japan, kubota-tomohiro2762@g.ecc.u-tokyo.ac.jp.

2 Professor, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Japan, kyo-t@g.ecc.u-tokyo.ac.jp.

RESUME

Des ouvrages de protection du lit sont mis en place en aval d'un seuil de dérivation pour empêcher l'affouillement. Lorsque le lit de la rivière s'abaisse en raison de la diminution de l'apport de sédiments en provenance de l'amont et que les blocs de protection sont endommagés, le risque d'affouillement augmente. Pour réduire le risque d'affouillement dans de tels cas, une structure de chute telle qu'une chute à deux niveaux peut être construite en aval du seuil de dérivation. Cependant, dans le cas de son installation, il existe de nombreuses combinaisons de conditions hydrauliques liées à la conception de l'ouvrage, et une simplification des procédures de conception est nécessaire. Dans ce contexte, il est souhaitable d'utiliser l'analyse numérique pour une conception efficace de la protection du lit.

Cette étude vise à contribuer à l'établissement d'une méthode de rénovation des ouvrages de protection du lit endommagés par la dégradation du lit de la rivière. Si on la subdivise davantage, elle peut être divisée en deux objectifs. Le premier objectif est d'organiser les régimes d'écoulement en se concentrant sur les conditions de profondeur d'eau en aval et sur la longueur du radier. Le second objectif est d'extraire les débits qui sont fortement susceptibles de provoquer un affouillement et d'identifier la longueur du radier qui minimise la probabilité de provoquer un affouillement.

La méthode des particules, qui est l'une des méthodes de simulation de la dynamique des fluides, a été utilisée. La méthode E-MPS (Explicit - Moving Particle Simulation) a été employée dans cette étude. Le domaine de calcul de la voie d'eau a une longueur de 1,2[m] avant l'étape et de 3,0[m] après l'étape. La largeur de la voie d'eau est de 0,6[m] et la hauteur de l'étape est de 0,2[m]. La structure s'abaisse deux fois de 0,1[m]. Le débit était constant à 80 [L/s] (débit par unité de largeur : 0,13 [l/s]). Différents régimes d'écoulement ont été reproduits en modifiant la hauteur du seuil à l'extrémité aval de la voie d'eau. Les données obtenues des expériences du modèle hydraulique ont été utilisées pour rechercher la fiabilité des données hydrauliques de l'analyse numérique. Après avoir confirmé la reproductibilité, nous avons modifié la longueur horizontale du radier pour différents débits. La distribution des forces sur le lit de la rivière a ensuite été obtenue et organisée pour chacun des flux.

Les écoulements issus des simulations numériques ont été classés en sept types, et les résultats ont été résumés en fonction de la longueur du radier et de la profondeur de l'eau en aval. Il peut être utile de clarifier la correspondance entre les régimes d'écoulement et la longueur du radier sur le site réel où la protection du lit est conçue de manière empirique avec des informations visuelles sur l'écoulement.

Ensuite, nous avons étudié la longueur du radier qui minimise le potentiel d'affouillement. Nous nous sommes particulièrement concentrés sur les écoulements par jet, qui ne subissent pas de saut hydraulique et ont une contrainte de cisaillement horizontale élevée. En conséquence, dans les conditions de cette étude, il a été révélé que la longueur optimale du radier pour réduire la probabilité d'affouillement est d'environ 2 à 2,5 fois la hauteur de la chute. Pour décider de la longueur appropriée du radier, nous nous sommes concentrés sur les pertes totales causées par la chute, le pic de hauteur de pression moyenne dans le temps et son emplacement.

Mots-clés : Ouvrages de dérivation; Chute à deux étapes; Longueur de radier; Analyse numérique; E-MPS.

A COMPREHENSIVE OVERVIEW OF DEVELOPMENTS IN AGRICULTURAL DROUGHT CHARACTERIZATION FOR ENHANCING ASSESSMENT CAPABILITIES IN AGRICULTURALLY DOMINATED REGIONS

VUE D'ENSEMBLE DES DÉVELOPPEMENTS EN MATIÈRE DE CARACTÉRISATION DE LA SÉCHERESSE AGRICOLE POUR AMÉLIORER LES CAPACITÉS D'ÉVALUATION DANS LES RÉGIONS DOMINÉES PAR L'AGRICULTURE

Patidar, Ruchir¹, Pingale, Santosh Murlidhar², and Khare, Deepak³

ABSTRACT

Food security and the viability of farming communities are seriously threatened by agricultural droughts, especially in areas where agriculture is highly dependent and there are few water supplies. These areas, which are predominately agricultural, struggle to effectively manage their water supplies and determine how drought may affect agricultural systems. Implementing successful mitigation and adaptation measures requires accurate and timely monitoring and assessment of agricultural inadequacies. The study explores different approaches to evaluating agricultural drought, including remote sensing-based indices (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Vegetation Condition Index (VCI), Temperature Condition Index (TCI), Vegetation Health Index (VHI), etc.), climate-based indices (Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), Palmer Drought Severity Index (PDSI), Evaporative Stress Index (ESI), etc.), and hydrological models. For efficient water resource management, it is crucial to comprehend and characterize agricultural drought since it aids in identifying sensitive regions, calculating water demand, and establishing suitable policies for water distribution and conservation. The study suggests creating integrated water management strategies that consider the short- and long-term effects of droughts on agricultural systems to improve water usage efficiency and conserve water resources in drought-prone areas. The paper concludes by emphasizing the need for a holistic approach to agrarian drought management that combines monitoring, assessment, and mitigation strategies and highlights the importance of stakeholder engagement and knowledge exchange in improving agricultural drought management practices.

Keywords: Agricultural drought, Climate indicators, Remote sensing indicators, Agricultural Water Management, Drought Monitoring Systems.

RESUME

La sécurité alimentaire et la viabilité des communautés agricoles sont gravement menacées par les sécheresses agricoles, en particulier dans les régions où l'agriculture dépend largement de l'eau et il existe moins d'approvisionnement en eau. Ces régions, qui sont essentiellement agricoles, ont du mal à gérer efficacement leurs approvisionnements en eau et à déterminer comment la sécheresse peut exercer des impacts sur les systèmes agricoles. La mise en œuvre des mesures d'atténuation et d'adaptation efficaces nécessite un suivi et une évaluation précis et opportuns des insuffisances agricoles. L'étude explore différentes approches pour

1 Research Scholar, Department of Water Resources Development and Management, Indian Institute of Technology Roorkee, India, ruchir_p@wr.iitr.ac.in

2 Scientist-D, Hydrological Investigations Division, National Institute of Hydrology Roorkee, India, pingalesm.nihr@gov.in

3 Professor, Department of Water Resources Development and Management, Indian Institute of Technology Roorkee, India, deepak.khare@wr.iitr.ac.in

évaluer la sécheresse agricole, y compris les indices basés sur la télédétection (l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), l'indice de l'état de la végétation (VCI), l'indice de l'état de la température (TCI), l'indice de santé de la végétation (VHI), etc.), les indices basés sur le climat (l'indice de précipitations normalisées (SPI), l'indice d'évapotranspiration des précipitations normalisées (SPEI), l'indice de gravité de la sécheresse de Palmer (PDSI), l'indice de stress d'évaporation (ESI), et des modèles hydrologiques. Pour une gestion efficace des ressources en eau, il est essentiel de comprendre et de caractériser la sécheresse agricole, car cela permet d'identifier les régions sensibles, de calculer la demande en eau et d'établir des politiques appropriées pour la distribution et la conservation de l'eau. L'étude propose de créer des stratégies de gestion intégrée de l'eau qui prennent en compte les effets à court et à long terme des sécheresses sur les systèmes agricoles afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de conserver les ressources en eau dans les zones sujettes à la sécheresse. L'article conclut en mettant l'accent sur la nécessité d'avoir une approche holistique de la gestion des sécheresses agricoles qui combine des stratégies de surveillance, d'évaluation et d'atténuation et met en évidence l'importance de l'engagement des parties prenantes et de l'échange de connaissances pour améliorer des pratiques de gestion des sécheresses agricoles.

Mots-clés : Sécheresse agricole; Indicateurs climatiques; Indicateurs de télédétection; Gestion de l'eau agricole; Systèmes de surveillance de la sécheresse.

VERIFICATION OF A LEAK LOCALIZATION METHOD USING REFLECTED WAVES FROM LEAK POINTS IN FIELD PIPELINE

VÉRIFICATION D'UNE MÉTHODE DE LOCALISATION DE FUITE UTILISANT DES ONDES RÉFLÉCHIES DES POINTS DE FUITE DANS UN PIPELINE SUR TERRAIN

Yohei Asada¹, and Moono Shin²

ABSTRACT

To confirm the applicability of a leak localization method using transient pressures in practical field settings, verification experiments were conducted in the situ pipeline. Water leakage was simulated by opening and closing the valves of two diversion works, and transient pressures were measured in six cases while varying the leakage discharge in both single and double leakage scenarios. As a result, the leak locations could be estimated with an error of approximately 4% or less relative to the total length of the pipeline in all cases. Furthermore, it was evident that for the application of this method, a comparison with baseline pressure waveforms, such as when there is no leakage or when the leakage discharge is already known, is essential. It was also revealed that achieving the same valve closure conditions and consistent pressure changes during valve closure are necessary to enable the comparison with the baseline pressure waveforms.

Keywords: Pipeline, Leak detection, Pressure transients, Wave propagation, Sustainable water management.

RÉSUMÉ

Afin de confirmer l'applicabilité de la méthode de localisation des fuites utilisant les pressions transitoires dans des conditions pratiques sur le terrain, des expériences de vérification ont été menées sur le réseau de canalisation en situation réelle. Les fuites d'eau ont été simulées en ouvrant et fermant les vannes de deux ouvrages de dérivation, et les pressions transitoires ont été mesurées dans six cas en faisant varier le débit de fuite dans des scénarios de fuite unique et double. En conséquence, les emplacements des fuites ont pu être estimés avec une erreur d'environ 4% ou moins par rapport à la longueur totale du pipeline dans tous les cas. De plus, il est apparu évident que, pour l'application de cette méthode, une comparaison avec des formes d'onde de pression de base, comme en l'absence de fuite ou lorsque le débit de fuite est déjà connu, est essentielle. Il a également été constaté que la réalisation des conditions de fermeture de vanne identiques et de variations de pression constantes lors de la fermeture de la vanne est nécessaire pour permettre la comparaison avec les formes d'onde de pression de base.

Mots clés : Pipeline; Détection de fuites; Transitoires de pression; Propagation des ondes; Gestion durable de l'eau.

1 Assistant Professor, Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, asada.yohei.ga@u.tsukuba.ac.jp

2 Prof. Faculty of Food and Agrl. Sciences Fukushima Univ., moonoo@agri.fukushima-u.ac.jp

THE PROBLEM OF ADAPTATION OF WATER AMELIORATION TO CLIMATE CHANGE IN BELARUS

PROBLÈME D'ADAPTATION DE L'AMÉLIORATION DE L'EAU AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BIELORUSSIE

Aliaksandr Volchak¹, Aleh Meshyk¹, Lubov Hertman², and Yury Mazhayskiy³,

ABSTRACT

The research has been carried out and the statistical significance of changes in the regime of climatic characteristics over the past thirty years has been established on the example of the southwestern part of Belarus. A significant impact of drainage amelioration has been established. It corrects the global trends in climate change in the region under study, which is expressed in a change in the moisture supply of the territory.

There is a shift in the boundaries of agro-climatic regions according to the conditions of heat supply (the sum of accumulated air temperatures > 10 °C) by about 40-50 km in the northeast-southwest direction. The territory of Belarus began to receive additional thermal resources, which predetermine the possibility of introducing new, more moisture-loving and highly productive types of crops into circulation.

The climatic conditions of Belarus are losing the features of continentality due to the smoothing of the annual amplitudes of air temperatures and precipitation. The conditions of natural moistening, along with thermal resources, in combination become more favorable and, as a result, reduce the shortage of water consumption for crops. Saving irrigation water during the growing season is about 150-200 m³/ha, which is a significant value and can affect the reduction of agricultural costs.

An analysis of the trends of the studied characteristics shows that the noted dynamics of natural heat and moisture supply will continue in the future. In this regard, the methods of designing amelioration and water management facilities should be adjusted.

Keywords: Climate change, Agro-climatic regions, Thermal resources, agricultural costs, water management.

RESUME

La recherche a été menée et la signification statistique des changements apportés au régime des caractéristiques climatiques au cours des trente dernières années a été établie compte tenu de l'exemple de la partie sud-ouest de la Biélorussie. L'impact significatif de l'amélioration du drainage a été établi. Il corrige les tendances globales du changement climatique dans la région étudiée, ce qui se traduit par un changement dans l'approvisionnement en humidité du territoire.

Les frontières des régions agro-climatiques ont subi un déplacement d'environ 40 à 50 km dans la direction nord-est-sud-ouest, en fonction des conditions d'approvisionnement en chaleur (la somme des températures de l'air accumulées est de >10 °C)). Le territoire de la Biélorussie a commencé à recevoir des ressources thermiques supplémentaires, qui prédéterminent la possibilité d'introduire de nouveaux types de cultures, plus humides et plus productives.

1 Brest State Technical Univ. Moskovskaya str. 267, Brest, 224017, Belarus, E-mail: volchak@tut.by

2 Senior Researcher, Belarussian State University, 4 Nezavisimosti Avenue, Minsk 220030, Belarus,; E-mail: lubov.hertman@yandex.by;

3 Doctor of agricultural Sciences, Professor, chief researcher of the Meshcherskiy branch of VNIIGIM A.N.Kostyakova, Russia, E-mail: mail@mntc.pro

Les conditions climatiques de la Biélorussie perdent les caractéristiques du continent en raison du lissage des amplitudes annuelles des températures de l'air et des précipitations. Les conditions d'humidification naturelle, ainsi que les ressources thermiques, deviennent plus favorables et, par conséquent, réduisent le manque de consommation d'eau pour les cultures. L'économie d'eau d'irrigation pendant la saison de croissance est d'environ 150-200 m³/ha, ce qui est une valeur significative et peut avoir un effet sur la réduction des coûts agricoles.

L'analyse des tendances des caractéristiques étudiées montre que la dynamique constatée de l'apport naturel de chaleur et d'humidité se poursuivra à l'avenir. À cet égard, les méthodes de conception des installations d'amélioration et de gestion de l'eau devraient être adaptées.

Mots clés : Changement climatique; Régions agro-climatiques; Ressources thermiques; Coûts agricoles; Gestion de l'eau.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.65.2: Improved Agronomic Practices and Research / Pratiques Agronomiques Améliorées et Recherche / Innovation

INDEX OF ABSTRACT

	Page No.
R.65.2.01 RESPONSE OF SINGLE NODE YAM VINES TO DEFICIT IRRIGATION AND RICE MULCH IN THE DRY SEASON RÉPONSE DES VIGNES D'IGNAME À NŒUD UNIQUE À L'IRRIGATION DÉFICITAIRE ET AU PAILLAGE DE RIZ PENDANT LA SAISON SÈCHE <i>Chantal A. Tiku*, Israel K. Dzomeku, Emmanuel B. Chamba (Cameroon)</i>	255
R.65.2.02 EVOLUTION OF HYDRODYNAMIC SOIL PROPERTIES IN THE EARLY STAGES AFTER CONSERVATION AGRICULTURE ADOPTION IN MEDITERRANEAN IRRIGATED SYSTEMS ÉVOLUTION DES PROPRIÉTÉS HYDRODYNAMIQUES DU SOL DANS LES PREMIÈRES ÉTAPES APRÈS L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SYSTÈMES IRRIGUÉS MÉDITERRANÉENS <i>Juan David Dominguez-Bohorquez, Claire Wittling, Sami Bouarfa, Bruno Cheviron, Cyril Dejean, Jean-Marie Lopez, Milancha Babity, Gaël Hermet, Marine Muffat-Jeandet, and Nicolas Urruty (France)</i>	257
R.65.2.03 CULTIVATION ACTIVITY SCENARIOS EVALUATION USING WATER – ENERGY-FOOD-CARBON-WATER QUALITY NEXUS: FOCUSING ON RESOURCES FOOTPRINT ÉVALUATION DES SCÉNARIOS D'ACTIVITÉS AGRICOLES EN UTILISANT LE LIEN ENTRE L'EAU, L'ÉNERGIE, L'ALIMENTATION, LE CARBONE ET LA QUALITÉ DE L'EAU : ACCENT SUR L'EMPREINTE DES RESSOURCES <i>Pu Reun Yoon (Ms, Yoon, Pu Reun), Jin-Yong Choi, Seung-Oh Hur, and Jeong-Woo Son (South Korea)</i>	259
R.65.2.04 ML BASED REMOTE SENSING MOBILE APPLICATION FOR USE BY FARMERS AND FIELD OFFICERS APPLICATION MOBILE DE TÉLÉDÉTECTION BASÉE SUR L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (ML) À UTILISER PAR LES AGRICULTEURS ET LES AGENTS DE TERRAIN <i>Kolagani, Nagesh, Hakeem, Abdul, Nair, Praveen, Chockalingam, Muthian, Raja, Sebastin and Mani, Jayachandran (India)</i>	261
R.65.2.05 EFFECTS OF BIODEGRADABLE FILM AND IRRIGATION AMOUNTS ON MAIZE GROWTH AND FIELD CARBON SEQUESTRATION UNDER DRIP IRRIGATION IN ARID NORTHWEST CHINA EFFETS DU FILM BIODÉGRADABLE ET DES QUANTITÉS D'IRRIGATION SUR LA CROISSANCE DU MAÏS ET LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES CHAMPS SOUS L'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE DANS LA RÉGION ARIDE DU NORD-OUEST DE LA CHINE <i>Liang Yonghui, Wang Zhenhua, Zhang Jinzhu, Meng Yu, Liu Jian, Wen Yue, Song Libing, Ma Zhanli and Han Yue (China)</i>	263
R.65.2.06 EFFECTS OF SPRAYABLE DEGRADABLE FILM MULCHING ON COTTON GROWTH AND YIELD UNDER DRIP IRRIGATION EFFETS DU PAILLAGE DE FILM DÉGRADABLE PULVÉRISABLE SUR LA CROISSANCE ET LE RENDEMENT DU COTON SOUS IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE <i>Ma Zhanli, Wang Zhenhua, Liu Jian, Wen Yue, Song Libing, Zhu Yan, Li Yunguang, and Liang Yonghui (China)</i>	265

R.65.2.07 WATER QUALITY IMPROVEMENT PRACTICES FOR DRIP IRRIGATION SYSTEMS

267

PRATIQUES D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU POUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE

Serhii Usatyj, and Liudmyla Usata (Ukraine)



RESPONSE OF SINGLE NODE YAM VINES TO DEFICIT IRRIGATION AND RICE MULCH IN THE DRY SEASON

RÉPONSE DES VIGNES D'IGNAME À NŒUD UNIQUE À L'IRRIGATION DÉFICITAIRE ET AU PAILLAGE DE RIZ PENDANT LA SAISON SÈCHE

Chantal A. Tiku^{1,2*}, Israel K. Dzomeku^{1,3}, and Emmanuel B. Chamba⁴

ABSTRACT

Deficit irrigation together with mulch has proved to conserve soil moisture and increase crop yield and productivity in varied climates. Various researches have been conducted with most tubers under irrigation however, yam (*Dioscorea rotundata*) has limited work done. Yam is a root and tuber crop with significant nutritional, economic, and cultural values in West and Central Africa which buttresses its importance for improved food security and rural livelihoods in these regions. The crop is propagated vegetatively, primarily by planting small whole tubers (seed yams), pieces (setts) cut from larger tubers and vines under rainfed conditions. However, the use of single node vines for seed yam production remains low due to poor soil moisture management during the growth period and consequential poor yield. A 3 x 3 factorial experiment laid in randomized complete block design with three replications was laid out at the CSIR-SARI research field located at Nyankpala. Irrigation was applied at three levels (50%, 75% and 100% crop water requirement (ETc) combined with mulch no mulch (NO), rice straw (RS) and partially decomposed rice husk (PDRH). The soil of the experimental site was sandy loam with bulk density of 1.69 g/cm³. Irrigation at 100% ETc and PDRH conserved the highest soil moisture, attained the highest yield (18.2 t/ha) and crop water productivity (3.9 kg/m³). Nonetheless, RS regulated the soil temperature best. Hence, planting vines in the dry seasons is possible under irrigation for seed yam production and is recommended to yam seed producers in Northern Ghana.

Keywords: Deficit irrigation, mulch, single node, yam vine, seed yam

RESUME

L'irrigation déficitaire associée au paillis s'est avérée efficace pour conserver l'humidité du sol et augmenter le rendement et la productivité agricole dans des climats variés. Diverses recherches ont été menées sur la plupart des tubercules dans le cadre de l'irrigation, mais peu de travail existe sur l'igname (*Dioscorea rotundata*). L'igname est une culture de racines et de tubercules ayant des valeurs nutritionnelles, économiques et culturelles importantes en Afrique occidentale et du centre, ce qui renforce son importance pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance ruraux dans ces régions. La culture est multipliée par voie végétative, principalement en plantant de petits tubercules entiers (graine d'ignames), des morceaux (plants) coupés à partir de tubercules plus gros et de vignes dans des conditions pluviales. Cependant, l'utilisation de vignes à nœud unique pour la production de graine d'ignames reste faible en raison de la mauvaise gestion de l'humidité du sol pendant la période de croissance et des faibles rendements qui en résultent. Une expérience factorielle 3 x 3 menée en blocs aléatoires complets avec trois répétitions a été mise en place sur le terrain de recherche du CSIR-SARI situé à Nyankpala. L'irrigation a été appliquée à

1 Irrigation Engineer, West African Centre for Water Irrigation and Sustainable Agriculture, University for Development Studies, P. O. Box TL 1882, Tamale, Ghana, tikuchantal@yahoo.com

2 Engineer, Department of Agricultural Engineering, University for Development Studies, P. O. Box TL 1882, Tamale, Ghana

3 Agronomist, Department of Crop Science, School of Engineering, University for Development Studies, P. O. Box TL 1882, Tamale, Ghana

4 Breeder/ Agronomist, Savannah Agriculture Research Institute (CSIR), P.O. Box TL32, Tamale, Ghana

trois niveaux à savoir 50%, 75% et 100% des besoins en eau d'une culture (ETc) combinés avec du paillage

sans paillis (NO), de la paille de riz (RS) et de la balle de riz partiellement décomposée (PDRH). Le sol sableux terreau du site expérimental était utilisé avec une densité apparente de 1,69 g/ m³. L'irrigation à 100% ETc et PDRH a permis de conserver l'humidité du sol la plus élevée, d'atteindre le rendement le plus élevé (18,2 t/ha) et la productivité de l'eau des cultures (3,9 kg/ m³). Par conséquent, la plantation de vignes pendant les saisons sèches est possible dans le cadre de l'irrigation pour la production de graine d'igname et est recommandée aux producteurs de graine d'igname au nord du Ghana.

Mots-clés : Irrigation déficitaire; Paillis; Nœud unique; Vigne d'igname; Graine d'igname.

EVOLUTION OF HYDRODYNAMIC SOIL PROPERTIES IN THE EARLY STAGES AFTER CONSERVATION AGRICULTURE ADOPTION IN MEDITERRANEAN IRRIGATED SYSTEMS

EVOLUTION DES PROPRIÉTÉS HYDRODYNAMIQUES DU SOL DANS LES PREMIERES ETAPES APRÈS L'ADOPTION DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SYSTÈMES IRRIGUÉS MEDITERRANÉENS

Juan David Dominguez-Bohorquez^{1,2}, Claire Wittling¹, Sami Bouarfa¹, Bruno Cheviron¹, Cyril Dejean¹, Jean-Marie Lopez¹, Milancha Babity¹, Gaël Hermet¹, Marine Muffat-Jeandet¹, and Nicolas Urruty².

ABSTRACT

Global climate change has resulted in alterations in precipitation and temperature patterns worldwide, posing significant challenges for Mediterranean regions which are particularly vulnerable to frequent droughts and rising temperatures inducing adverse effects on water resources and soil quality. Studies have shown that conservation agriculture (CA) which encompasses practices such as no-tillage, winter cover crops and diversified crop rotation, particularly when combined with irrigation, can lead to improve soil quality and efficiency in the utilization of rainwater and irrigation water in Mediterranean regions. Despite the existing research on the long-term CA effects, there is a lack of studies examining the short-term impacts during the initial stages of its adoption. Further research is needed to understand the immediate effects of CA implementation. This study seeks to characterize the impacts of CA on soil properties and water flows in the short-term transition period of an irrigated agrosystem under Mediterranean conditions. Maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) were cultivated either under conventional tillage (CT) or conservation agriculture (CA) practices adopted at the very beginning of the experiment. For both system management (CT and CA), water supply was performed either with sprinkler irrigation (S), subsurface drip irrigation (SSD) or rainfed conditions (R), leading to 6 treatments in total. Beside weather variables and crop indicators (leaf area index LAI, crop yield, water productivity), physical soil properties (bulk density, resistance to penetration, soil temperature), and water flows (infiltration, soil evaporation) were measured at different times of the cropping season to understand their dynamics during the two-year experiment. Focus has been placed on soil evaporation which was quantified throughout the crop cycle using mini-lysimeters. In the second year, the methodology was further refined to better characterize this water flux. The findings indicate that CA has a discernible impact on soil properties, water flows, and crop yields from the first year after adoption. CA led to a reduction of soil temperature fluctuations, particularly in CA-S. CA presented an elevation in bulk density and penetration resistance, which resulted in reduced water infiltration in the surface horizon, especially in CA-SSD and CA-R. This impact was also reflected in crop indicators, with CA plots (comparing by irrigated system) exhibiting lower values than CT plots. Soil evaporation was higher in CA-S and CT-S and represents around 25% of reference evapotranspiration (ET₀). Addressing compaction as a significant challenge in the adoption of CA practices is crucial, considering its negative impact on crop yield. Future research in this field should focus on exploring the influence of initial agrosystem conditions, including soil type, quality, and previous management practices, on the variability of CA effects.

Keywords: Conservation agriculture, Sprinkler irrigation, subsurface drip irrigation, short-term effects, tillage.

¹ juan-david.dominguez-bohorquez@inrae.fr G-EAU, Univ Montpellier, AgroParisTech, BRGM, CIRAD, INRAE, Institut Agro, IRD, Montpellier, France Société du Canal de Provence (SCP), Le Tholonet, CS 70064, 13182 Aix-en-Provence, France

RESUME

Le changement climatique mondial a apporté des modifications aux régimes de précipitations et de températures à travers le monde, ce qui pose des défis importants aux régions méditerranéennes qui sont particulièrement vulnérables aux sécheresses fréquentes et à la hausse des températures induisant des effets néfastes sur les ressources en eau et la qualité des sols. Des études ont montré que l'agriculture de conservation (CA), qui englobe des pratiques telles que l'absence de travail du sol, les cultures de couverture hivernale et l'assolement diversifié, en particulier lorsqu'elle est associée à l'irrigation, peut améliorer la qualité des sols et l'efficacité de l'utilisation de l'eau de précipitation et de l'eau d'irrigation dans les régions méditerranéennes. Malgré les recherches existantes menées sur les effets à long terme de l'agriculture de conservation (CA), il y a un manque d'études qui examinent les impacts à court terme au cours des phases initiales de son adoption. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre les effets immédiats de la mise en œuvre de l'agriculture de conservation (CA). Cette étude vise à caractériser les impacts de l'agriculture de conservation (CA) sur les propriétés du sol et les flux d'eau pendant la période de transition à court terme d'un agrosystème irrigué dans des conditions méditerranéennes. Le maïs (*Zea mays* L.) et le sorgho (*Sorghum bicolor* L.) ont été cultivés selon les pratiques de travail du sol conventionnelles (CT), ou d'agriculture de conservation (CA) adoptée au début de l'expérience. Pour les deux systèmes de gestion (CT et CA), l'approvisionnement en eau a été effectué soit par l'irrigation par aspersion (S), soit par l'irrigation souterraine goutte-à-goutte (SSD), soit en conditions pluviales (R), ce qui a conduit à 6 traitements au total. Outre les variables météorologiques et les indicateurs de culture (indice de surface foliaire LAI, rendement des cultures, productivité de l'eau), les propriétés physiques du sol (densité apparente, résistance à la pénétration, température du sol) et les flux d'eau (infiltration, évaporation du sol) ont été mesurés à différents moments de la saison de culture afin de comprendre leur dynamique au cours de l'expérience de deux ans. L'accent a été mis sur l'évaporation du sol qui a été quantifiée tout au long du cycle de culture à l'aide de minilysimètres. Au cours de la deuxième année, la méthodologie a été affinée afin de mieux caractériser ce flux d'eau. Les résultats indiquent que la CA exerce un impact perceptible sur les propriétés du sol, les flux d'eau et les rendements des cultures dès la première année suite à l'adoption. La CA a conduit à une réduction des fluctuations de la température du sol, en particulier dans CA-S. La CA a entraîné une augmentation de la masse volumique apparente et de la résistance à la pénétration, ce qui s'est traduit par une réduction de l'infiltration de l'eau dans l'horizon de surface, en particulier dans les zones CA-SSD et CA-R. Cet impact s'est également reflété dans les indicateurs de culture, les parcelles CA (par rapport au système irrigué) présentant des valeurs inférieures à celles des parcelles CT. L'évaporation du sol était plus élevée dans les parcelles CA-S et CT-S et représente environ 25% de l'évapotranspiration de référence (ET_0). Il est crucial d'aborder le compactage comme un défi important dans l'adoption des pratiques de CA, compte tenu de son impact négatif sur le rendement des cultures. Les recherches futures dans ce domaine devraient se concentrer sur l'exploration de l'influence des conditions initiales de l'agrosystème, y compris le type de sol, la qualité et les pratiques de gestion antérieures, sur la variabilité des effets de la CA.

Mots-clés : Agriculture de conservation; Irrigation par aspersion; Irrigation souterraine goutte-à-goutte; Effets à court terme; Travail du sol.

CULTIVATION ACTIVITY SCENARIOS EVALUATION USING WATER-ENERGY-FOOD-CARBON-WATER QUALITY NEXUS: FOCUSING ON RESOURCES FOOTPRINT

ÉVALUATION DES SCÉNARIOS D'ACTIVITÉS AGRICOLES EN UTILISANT LE LIEN ENTRE L'EAU, L'ÉNERGIE, L'ALIMENTATION, LE CARBONE ET LA QUALITÉ DE L'EAU : ACCENT SUR L'EMPREINTE DES RESSOURCES

Pu Reun Yoon (Ms, Yoon, Pu Reun)¹, Jin-Yong Choi²,
Seung-Oh Hur³, and Jeong-Woo Son⁴

ABSTRACT

The demand for food is increasing with population growth, and it is predicted that disasters and climate variability due to climate change will increase in the future. To solve food security, such as the stability of food supply, concerns about the environmental load in the agricultural sector are increasing due to the high input farming method focused on productivity. In addition, the demand and importance of water and energy resources, which are essential in the agricultural sector, are increasing, and each resource affects other resources, and the relationship between resources is affected by external environmental conditions. Therefore, it is essential to analyze the inter-connections and trade-offs/synergy between nexus elements, including agricultural resources, carbon emissions and water quality, by applying the Nexus concept. Cultivation activities such as irrigation, fertilization, tillage, and conservation practices have a significant impact on water, energy, food resources, carbon emissions, and water quality. In addition, the nexus elements affected by cultivation activity are different, and the influence of external conditions and cultivation activities could act simultaneously. For the impact evaluation of cultivation activities, it is necessary to establish a water-energy-food-carbon-water quality nexus, and a comprehensive analysis between nexus elements under the cultivation activity scenario is required. Therefore, this study included conducting a linkage analysis according to the cultivation activity scenario using integrated system dynamics. Cultivation activity scenarios consisted of water management, fertilizer management, tillage management, conservation practices, and other activities, and each part included related cultivation activities mainly performed in paddy and open-field. The water-energy-food-carbon-water quality nexus was configured to derive water, energy, carbon, and environmental footprint for food resources, and was linked to nexus elements that change according to the five cultivation activity scenarios. The APEX/ APEX-Paddy model was used to simulate the nexus elements, and this model can simulate the effects of crop growth and cultivation activities on soil, water, and water quality. In addition, as it is possible to evaluate the environmental impact of tillage, fertilization, irrigation, crops, pesticides, and best management practices (BMP) considering soil characteristics, climate, irrigation method, and crop growth, it is suitable for simulating cultivation activities. In addition, statistical data and national greenhouse gas emission factors were collected to simulate energy use and carbon emissions. Accordingly, the water-food-energy-carbon-water quality nexus under the cultivation activity scenario was constructed, defining the relationship between nexus elements using system dynamics, and the results of nexus elements were simulated. Finally, the evaluation for resource management and

1 Researcher, Integrated Major in Global Smart Farm, Global Smart Educational Research Center, Seoul National University, Republic of Korea, Email: vnfms3259@snu.ac.kr

2 Professor, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, E-mail: iamchoi@snu.ac.kr

3 Senior researcher, Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Republic of Korea, E-mail: soilssohur@korea.kr

4 Researcher, Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Republic of Korea, E-mail: son094@korea.kr

sustainable use is performed by applying the weight for each nexus element. This study is expected to be used as a policy decision-making tool for applying various cultivation activities to efficiently use limited resources and reduce environmental load and carbon emissions.

Keywords: Water-energy-food-carbon-water quality nexus; Cultivation activity; Resources footprint; APEX model; System dynamics.

RESUME

La demande alimentaire augmente avec la croissance démographique, et il est prévu que les catastrophes et la variabilité des climats dues au changement climatique s'intensifieront à l'avenir. Pour résoudre le problème de la sécurité alimentaire, c'est-à-dire la stabilité de l'approvisionnement alimentaire, les préoccupations concernant l'impact environnemental sur le secteur agricole augmentent en raison de la méthode d'agriculture à haut niveau d'intrants axée sur la productivité. En outre, la demande et l'importance des ressources en eau et en énergie, qui sont essentielles au secteur agricole, augmentent, et chaque ressource affecte d'autres ressources, et la relation entre les ressources est affectée par les conditions environnementales externes. Il est donc essentiel d'analyser les interconnexions et les compromis/synergies entre les éléments du lien, notamment les ressources agricoles, les émissions de carbone et la qualité de l'eau, en appliquant le concept du lien. Les activités agricoles telles que l'irrigation, la fertilisation, le travail du sol et les pratiques de conservation exercent un impact significatif sur l'eau, l'énergie, les ressources alimentaires, les émissions de carbone et la qualité de l'eau. En outre, les éléments du lien affectés par les activités agricoles sont différents, et l'influence des conditions externes et des activités agricoles peut agir simultanément. Pour évaluer l'impact des activités agricoles, il est nécessaire d'établir un lien entre l'eau, l'énergie, l'alimentation, le carbone et la qualité de l'eau, et une analyse complète des éléments du lien est nécessaire dans le cadre du scénario des activités agricoles. C'est pourquoi cette étude comprenait la réalisation d'une analyse des liens en fonction du scénario des activités agricoles en utilisant la dynamique des systèmes intégrés. Les scénarios des activités agricoles comprennent la gestion de l'eau, la gestion des engrais, la gestion du travail du sol, les pratiques de conservation et d'autres activités, et chaque partie comprend des activités agricoles connexes principalement réalisées dans les rizières et les champs ouverts. Le lien entre l'eau-l'énergie-l'alimentation-le carbone-la qualité de l'eau a été configuré pour constituer l'empreinte hydrique, énergétique, carbone et environnementale des ressources alimentaires, et a été relié aux éléments du lien qui changent selon les cinq scénarios des activités agricoles. Le modèle APEX/APEX-Paddy a été utilisé pour simuler les éléments du lien, et ce modèle peut simuler les effets de la croissance des cultures et des activités agricoles sur le sol, l'eau et la qualité de l'eau. En outre, comme il est possible d'évaluer l'impact environnemental du travail du sol, de la fertilisation, de l'irrigation, des cultures, des pesticides et des meilleures pratiques de gestion (BMP) en tenant compte des caractéristiques du sol, du climat, de la méthode d'irrigation et de la croissance des cultures, il est adapté à la simulation des activités agricoles. En outre, des données statistiques et des facteurs nationaux d'émission de gaz à effet de serre ont été recueillis pour simuler la consommation d'énergie et les émissions de carbone. En conséquence, il a été construit le lien entre l'eau, l'alimentation, l'énergie, le carbone et la qualité de l'eau dans le cadre du scénario des activités agricoles, en définissant la relation entre les éléments du lien à l'aide de la dynamique des systèmes, et les résultats des éléments du lien ont été simulés. Enfin, l'évaluation de la gestion des ressources et de l'utilisation durable est réalisée en appliquant le poids de chaque élément du lien. Cette étude devrait servir d'outil de prise de décision politique pour l'application de diverses activités agricoles afin d'utiliser efficacement des ressources limitées et de réduire l'impact environnemental et les émissions de carbone.

Mots-clés : Lien entre l'eau-l'énergie-l'alimentation- le carbone-la qualité de l'eau; Activité agricole; Empreinte des ressources; Modèle APEX; Dynamique du système.

ML BASED REMOTE SENSING MOBILE APPLICATION FOR USE BY FARMERS AND FIELD OFFICERS

APPLICATION MOBILE DE TÉLÉDÉTECTION BASÉE SUR L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (ML) À UTILISER PAR LES AGRICULTEURS ET LES AGENTS DE TERRAIN

Kolagani, Nagesh¹, Hakeem, Abdul², Nair, Praveen³, Chockalingam, Muthian⁴, Raja, Sebastin⁵ and Mani, Jayachandran⁶

ABSTRACT

Due to climate change, agriculture is suffering from frequent occurrences of extreme weather events: drought, flood, etc. These events often cause severe damage to standing crops and financial distress to the farmers. Insurance agencies need to quickly and accurately assess these damages to compensate the affected farmers. However, such a quick assessment is difficult if it has to be undertaken through field visits. Relying entirely on field visits also affects objectivity of the assessment process. Hence, there is a need for a semi-automated remote sensing approach. The European Union (Schmedtmann and Campagnolo, 2015) has successfully used one such approach to solve the problem of releasing agricultural subsidies to farmers as part of their common agricultural policy (CAP), reasonably quickly and accurately but without relying entirely on field visits. The approach involved: 1) getting the farmers to prepare and upload their claims themselves using a custom mobile application, along with geotagged and time stamped photographs of the crops under cultivation and their attribute data, and 2) getting these claims verified at a centralised facility by a back-office technical team using remote sensing and other tools, 3) followed by farm visits whenever necessary. Above approach will need to be modified appropriately for assessing crop damages in the Indian context, due to the small size of farms and large variation in crops being cultivated in them and the need to ensure objectivity and transparency of the process. One such modification proposed in the current work is to involve farmers and field officers in the verification stage. To empower the farmers for this purpose, machine learning (ML) based remote sensing tools need to be made available via an easy-to-use mobile application. For those claims where objective verification using the mobile app alone is difficult, they can quickly undertake field visits and complete the claim verification. Such a participatory approach (Voinov et al., 2016) is known to build confidence and trust among the farmers. This paper describes two mobile applications: 1) The first application is for use by farmers to prepare and upload claims using a local language interface. 2) The second application is for verification of these claims by farmers and field officers using ML based remote sensing tools, using Google Earth Engine API (Gorelick et al., 2017) in the back end to acquire satellite imagery and carry out its supervised classification. Field trials were carried out in a south Indian village. Freely available Sentinel-2 satellite imagery (10m resolution) was used with classification and regression tree (CART) algorithms. Overall accuracy was calculated using the confusion matrix and was observed to be 86%. Crops and their health in most farms were identified correctly which reduced the need for field verification.

1 Professor, Saveetha School of Engineering, SIMATS University & Digi-Volunteer, TN e-Governance Agency, Chennai, India. E-mail: nagesh.kolagani@alumni.iitm.ac.in.

2 Engineer 'G', NRSC, Hyderabad. E-mail: abduhakeem_k@nrsc.gov.in.

3 CEO, TN e-Governance Agency, Chennai. E-mail: ceotnega@tn.gov.in.

4 Senior Architect AI/ML, TN e-Governance Agency, Chennai. E-mail: chockalingamm@tn.gov.in.

5 Solution Architect, TN e-Governance Agency, Chennai. E-mail: sebastinrajag.tnega@tn.gov.in.

6 Head GIS, TN e-Governance Agency, Chennai. E-mail: jayachandran.mani@gmail.com.

Keywords: Crop Damage Identification; Remote Sensing; Google Earth Engine; Mobile Application; Farmer Empowerment.

RESUME

En raison du changement climatique, l'agriculture souffre de l'événement fréquent de phénomènes météorologiques extrêmes: sécheresse, inondations, etc. Ces événements causent souvent de graves dommages aux récoltes sur pied et des difficultés financières aux agriculteurs. Les sociétés d'assurance doivent évaluer rapidement et avec précision ces dommages afin d'indemniser les agriculteurs touchés. Cependant, une telle évaluation rapide est difficile si elle doit être effectuée par le biais de visites sur le terrain. Le fait de se fier entièrement aux visites sur le terrain nuit également à l'objectivité du processus d'évaluation. Il est donc nécessaire d'adopter une approche de télédétection semi-automatisée. L'Union européenne (Schmedtmann et Campagnolo, 2015) a utilisé avec succès une telle approche pour résoudre le problème de débloquer les subventions agricoles aux agriculteurs dans le cadre de sa politique agricole commune (PAC), de manière exacte et assez rapidement, mais sans dépendre entièrement des visites sur le terrain. L'approche consistait à : 1) faire en sorte que les agriculteurs préparent et téléchargent eux-mêmes leurs créances à l'aide d'une application mobile personnalisée, ainsi que des photographies géolocalisées et horodatées des cultures en cours et de leurs données d'attribut, et 2) faire vérifier ces créances dans une installation centralisée par une équipe technique de services d'appui à l'aide de la télédétection et d'autres outils, 3) suivi par des visites d'exploitation chaque fois que nécessaire. L'approche ci-dessus devra être modifiée de manière appropriée pour évaluer les dommages causés aux cultures dans le contexte indien, en raison de la petite taille des exploitations, de la grande diversité des cultures qui y sont pratiquées et de la nécessité de garantir l'objectivité et la transparence du processus. L'une des modifications proposées dans les travaux en cours consiste à impliquer les agriculteurs et les agents de terrain dans l'étape de vérification. Pour autonomiser les agriculteurs à cette fin, des outils de télédétection basés sur l'apprentissage automatique (ML) doivent être mis à leur disposition via une application mobile facile à utiliser. Pour les créances pour lesquelles une vérification objective à l'aide de la seule application mobile est difficile, ils peuvent rapidement entreprendre des visites sur le terrain et compléter la vérification de la créance. Une telle approche participative (Voinov et al., 2016) est connue pour renforcer la confiance des agriculteurs. Ce document décrit deux applications mobiles : 1) La première application est destinée à être utilisée par les agriculteurs pour préparer et télécharger des créances à l'aide d'une interface en langue locale. 2) La deuxième application est destinée à la vérification de ces créances par les agriculteurs et les agents de terrain à l'aide d'outils de télédétection basés sur l'Apprentissage automatique (ML), en utilisant l'API Moteur de recherche Google Earth (Gorelick et al., 2017) en arrière pour acquérir des images satellitaires et effectuer leur classification supervisée. Des essais sur le terrain ont été menés dans un village au sud de l'Inde. L'image satellitaire Sentinel-2 disponible gratuitement (résolution de 10 m) a été utilisée avec des algorithmes de classification et d'arbre de régression (CART). La précision globale a été calculée à l'aide de la matrice de confusion et s'est avérée être de 86%. Les cultures et leur état de santé dans la plupart des exploitations ont été correctement identifiés, ce qui a réduit le besoin de vérification sur le terrain.

Mots-clés : Identification des dommages causés aux cultures; Télédétection; Moteur de recherche Google Earth; Application mobile; Autonomisation des agriculteurs.

EFFECTS OF BIODEGRADABLE FILM AND IRRIGATION AMOUNTS ON MAIZE GROWTH AND FIELD CARBON SEQUESTRATION UNDER DRIP IRRIGATION IN ARID NORTHWEST CHINA

EFFETS DU FILM BIODÉGRADABLE ET DES QUANTITÉS D'IRRIGATION SUR LA CROISSANCE DU MAÏS ET LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES CHAMPS SOUS L'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE DANS LA RÉGION ARIDE DU NORD-OUEST DE LA CHINE

Liang Yonghui^{1,2,3}, Wang Zhenhua^{1,2,3,4*}, Zhang Jinzhu^{1,2,3}, Meng Yu^{1,2,3}, Liu Jian^{1,2,3}, Wen Yue^{1,2,3}, Song Libing^{1,2,3}, Ma Zhanli^{1,2,3} and Han Yue^{1,2,3}

ABSTRACT

Polyethylene (PE) film has been widely used in arid and semi-arid areas of China, causing severe plastic pollution in farmlands and threatening soil quality and crop growth. The biodegradable film is considered a suitable substitute for polyethylene film that can reduce 'white pollution' from PE mulch. However, the relationship between irrigation amounts and biodegradable film mulching with crop growth and carbon sequestration is still unclear. It is especially unclear whether the biodegradable film will affect farmland carbon balance. In this study, we conducted a two-year (2019-2020) field trial in a typical arid and semi-arid region of China. We set up two biodegradable films (F2, 100-day induction period, and F3, 80-day induction period) and compared them with PE film (F1), and three irrigation amounts (5250, 5625, and 6000 m³ ha⁻¹), a total of nine treatments with three repetitions. Their effects on maize growth, yield, irrigation water efficiency (IWUE), CO₂ emissions, and field carbon sequestration (NCS). The results showed that biodegradable film mulching inhibited the growth and yield of maize, while the yield of F2 reached the same level as that of PE film mulching. The IWUE was improved by increasing the irrigation amounts. But the continuous improvement of irrigation levels will result in maize vegetative growth than reproductive growth. While the rise in maize growth indicators facilitated field carbon sequestration, but reduced maize yield and IWUE. Regarding carbon balance, the short-term application of biodegradable film reduced CO₂ emissions but had no significant effect on net carbon sequestration in cropland ($P > 0.05$). By comprehensively considering the economic value of maize and farmland ecology, we recommended that the use of biodegradable film in arid areas needs to appropriately increase the amounts of irrigation and use a biodegradable film with a longer degradation time as much as possible.

Keywords: Biodegradable film mulching; Irrigation amount; Maize growth; Soil CO₂ emission; Carbon sequestration.

RESUME

Le film en polyéthylène (PE) a été largement utilisé dans les régions arides et semi-arides de la Chine, donnant lieu à une grave pollution plastique sur les terres agricoles en menaçant la qualité du sol et la croissance agricole. Le film biodégradable est considéré comme un

1 College of Water Conservancy & Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

2 Key Laboratory of Modern Water-Saving Irrigation of Xinjiang Production & Construction Group, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

3 Key Laboratory of Northwest Oasis Water-Saving Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, China

4 *Correspondence to: College of Water Conservancy & Architectural Engineering, Shihezi University, No. 221 North four Road, Shihezi, Xinjiang 832000, China. E-mail: wzh2002027@163.com (Z. Wang).

remplaçant approprié au film en polyéthylène qui peut réduire la «pollution blanche» due au paillis de PE. Cependant, la relation entre les quantités d'irrigation et le film de paillage biodégradable, d'une part, et la croissance agricole et la séquestration du carbone, d'autre part, n'est pas encore claire. Il est particulièrement difficile de savoir si le film biodégradable exercera un impact sur le bilan carbone des terres agricoles. Dans cette étude, nous avons mené un essai sur le terrain pour deux ans (2019-2020) dans une région aride et semi-aride typique de la Chine. Nous avons mis en place deux films biodégradables (F2, période d'induction de 100 jours, et F3, période d'induction de 80 jours) et les avons comparés au film PE (F1), ainsi qu'à trois quantités d'irrigation (5250, 5625 et 6000 m³ ha⁻¹), soit un total de neuf traitements avec trois répétitions. Ensuite, nous avons étudié leurs effets sur la croissance du maïs, le rendement, l'efficacité de l'eau d'irrigation (IWUE), les émissions de CO₂ et la séquestration du carbone dans les champs (NCS). Les résultats ont montré que le film de paillage biodégradable empêchait la croissance et le rendement du maïs, tandis que le rendement de F2 atteignait le même niveau que celui du paillage de film PE. L'IWUE a été améliorée en augmentant les quantités d'irrigation. Mais l'amélioration continue des niveaux d'irrigation entraînera une croissance végétative du maïs plutôt qu'une croissance reproductive. L'augmentation des indicateurs de croissance du maïs a facilité la séquestration du carbone sur le terrain, mais a réduit le rendement du maïs et l'IWUE. En ce qui concerne le bilan carbone, l'application à court terme d'un film biodégradable a réduit les émissions de CO₂ mais n'a pas eu d'effet significatif sur la séquestration nette du carbone dans les terres cultivées ($P > 0,05$). En tenant compte de la valeur économique du maïs et de l'écologie des terres agricoles, nous recommandons que l'utilisation de films biodégradables dans les zones arides nécessite une augmentation appropriée des quantités d'irrigation et l'utilisation d'un film biodégradable ayant un temps de dégradation plus long dans la mesure du possible.

Motsclés : Film de paillage biodégradable; Quantité d'irrigation; Croissance du maïs; Émission de CO₂ du sol; Séquestration du carbone.

EFFECTS OF SPRAYABLE DEGRADABLE FILM MULCHING ON COTTON GROWTH AND YIELD UNDER DRIP IRRIGATION

EFFETS DU PAILLAGE DE FILM DÉGRADABLE PULVÉRISABLE SUR LA CROISSANCE ET LE RENDEMENT DU COTON SOUS IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE

Ma Zhanli^{1,2,3}, Wang Zhenhua^{1,2,3}, Liu Jian^{1,2,3}, Wen Yue^{1,2,3}, Song Libing^{1,2,3}, Zhu Yan^{1,2,3}, Li Yunguang^{1,2,3}, and Liang Yonghui^{1,2,3}

ABSTRACT

Mulched drip irrigation is a highly effective water-saving technique that is commonly employed in arid regions. However, the residual plastic film left behind in the soil poses a significant challenge to the sustainable growth of agriculture. To address this issue, sprayable degradable film, which is both biodegradable and non-polluting, represents a superior alternative to the traditional plastic film. This study aimed to investigate the relationship between cotton growth and development, physiological characteristics, yield, and water use efficiency under varying dosages of sprayable degradable film. The goal was to mitigate the hazards of residual film. A field experiment was conducted in Xinjiang, Northwest China to test the effects of five different mulching conditions: SF1 (1900 kg of sprayable degradable film per ha), SF2 (2200 kg of sprayable degradable film per ha), SF3 (2500 kg of sprayable degradable film per ha), PF (plastic film), and NF (no film mulching). Results showed that mulching with the sprayable degradable film had a positive impact on the soil hydrothermal environment, promoted root growth, significantly increased plant height and leaf area, and enhanced physiological characteristics compared to the no film mulching treatment, which ultimately improved yield and water use efficiency. The study found that cotton root length density, root weight density, and net photosynthesis showed significant linear relationships with yield. Compared to the NF, the yield of sprayable degradable film treatments increased by 11.79%, 14.39%, and 15.00%, and the water use efficiency increased by 21.88%, 23.96%, and 30.21%, respectively. The maximum yield and water use efficiency were observed in PF treatment, with 5345 kg ha⁻¹ and 1.28 kg m⁻³, respectively. The yield and water use efficiency of SF3 was close to PF. In general, applying moderate amounts of sprayable degradable film at a rate of 2500 kg ha⁻¹ can significantly boost cotton growth, improve photosynthetic characteristics, and increase cotton yield and water use efficiency. This study presents an effective agronomic strategy for managing residual film contamination while maintaining stable cotton yield.

Keywords: sprayable degradable film; physiological characteristics; cotton yield; mulched drip irrigation technology; Xinjiang

RESUME

L'irrigation goutte à goutte par paillage est une technique d'économie d'eau très efficace, couramment utilisée dans les régions arides. Cependant, le film plastique résiduel laissé dans le sol constitue un défi important pour la croissance durable de l'agriculture. Pour résoudre ce problème, le film dégradé pulvérisable, qui est à la fois biodégradable et non polluant, représente une alternative supérieure au film plastique traditionnel. Cette étude visait à

1 College of Water Conservancy & Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

2 Key Laboratory of Modern Water-Saving Irrigation of Xinjiang Production & Construction Group, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

3 Key Laboratory of Northwest Oasis Water-Saving Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, China, Corresponding to Wang Zhenhua (wzh2002027@163.com)

étudier la relation entre la croissance et le développement du coton, les caractéristiques physiologiques, le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau en utilisant différentes doses de film dégradable pulvérisable. Cette étude visait à atténuer les risques liés au film résiduel. Une expérience de terrain a été menée à Xinjiang, au nord-ouest de la Chine, pour tester les effets de cinq conditions de paillage différentes : SF1 (1900 kg de film dégradable pulvérisable par ha), SF2 (2200 kg de film dégradable pulvérisable par ha), SF3 (2500 kg de film dégradable pulvérisable par ha), PF (film plastique) et NF (pas de paillage de film). Les résultats ont montré que le paillage avec le film dégradable pulvérisable exerçait un impact positif sur l'environnement hydrothermique du sol, qui favorisait la croissance des racines, augmentait de manière significative la hauteur des plantes et la surface foliaire, et améliorait les caractéristiques physiologiques par rapport au traitement sans paillage, ce qui améliorait finalement le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau. L'étude a montré que la densité de la longueur des racines du coton, la densité du poids des racines et la photosynthèse nette présentaient des relations linéaires significatives avec le rendement. Par rapport au NF, le rendement réalisé à l'aide des traitements par le film dégradable pulvérisable a augmenté de 11,79%, 14,3 % et 15,00%, et l'efficacité de l'utilisation de l'eau a augmenté de 21,88%, 23,96% et 30,21%, respectivement. Le rendement maximal et l'efficacité de l'utilisation de l'eau ont été observés dans le traitement PF, avec 5345 kg ha⁻¹ et 1,28 kg m⁻³, respectivement. Le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau du SF3 étaient proches de ceux du PF. En général, l'application de quantités modérées de film dégradable pulvérisable à un taux de 2500 kg ha⁻¹ peut considérablement stimuler la croissance du coton, améliorer les caractéristiques photosynthétiques et augmenter le rendement du coton et l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Cette étude présente une stratégie agronomique efficace pour gérer la contamination résiduelle du film tout en maintenant un rendement stable du coton.

Mots-clés : Film dégradable pulvérisable; Caractéristiques physiologiques; Rendement du coton; Technologie d'irrigation goutte-à-goutte par paillage; Xinjiang.

WATER QUALITY IMPROVEMENT PRACTICES FOR DRIP IRRIGATION SYSTEMS

PRATIQUES D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU POUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE

Serhii Usaty¹, and Liudmyla Usata²

ABSTRACT

The issue of implementation of irrigation remains a key issue in the projects of the national program for the reconstruction of Ukraine in the war and post-war periods, which requires fundamental scientific results and innovative developments in terms of the possibility of using sources of water for irrigation and the development of technical approaches to improve water quality for drip irrigation systems, the elements of which are most sensitive to pollution. The long-term practical and scientific experience obtained indicates the dependence of the success of drip irrigation on the principles of water quality management, which is ensured by the efficiency of water treatment systems. This is proven by the results of research conducted on typical operational seasonal and stationary drip irrigation systems (DIS) in the Kherson and Mykolaiv regions, which provided irrigation for seedling tomatoes, row crops, perennial apple and rice plantations. To bring the composition of irrigation water from open and underground sources into compliance, the most effective technological approaches to improving water quality are proposed, which include the use of improved technological schemes and technical means of water treatment, as well as a series of new designs of drip irrigation systems and drip water releases, the efficiency of which depends to a lesser extent on quality of irrigation water.

In order to reduce the requirements for the quality of irrigation water, the possibility of using a pulse mode of water supply has been substantiated, and a droplet water discharge with impulse action of the cut-in and integrated type has been developed. Based on the results of the research, an algorithm for selecting structures of drip irrigation systems and technological schemes of water treatment is proposed depending on the content of suspended particles of organic origin in the water, which provides for the step-by-step removal of pollution in water and allows creating a flexible and reliable water treatment technology with minimal capital and operating costs. The improved technological schemes of water treatment have a high efficiency of water purification (up to 73.5%) from organic suspended particles.

A justified combination of methods, technologies and means of water preparation, taking into account its quality in irrigation sources and the requirements of drip irrigation systems, ensures the reliable functioning of drip irrigation systems and their elements and a safe impact on soils, plants and the environment. The economic effect of the application of the developed technical approaches is achieved due to the reduction of operating costs for washing, operating systems and operating personnel, including the total amount of capital costs for improving the designs of existing systems. The ecological aspect of the developed technical approaches is the minimization of the use of chemical reagents and acids during the operation of drip irrigation systems.

Keywords: Drip Irrigation Systems; Technical Approaches, Water Quality, Economic Effect.

1 Head of the Department, Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS of Ukraine, Kyiv, Vasylykivska str. 37, Ukraine, 03022, E-mail: s_usaty@ukr.net

2 Senior Researcher, Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS of Ukraine, Kyiv, Vasylykivska str. 37, Ukraine, 03022, E-mail: usata.lg@gmail.com

RÉSUMÉ

La question de la mise en œuvre de l'irrigation reste un problème majeur dans le cadre des projets du programme national de reconstruction de l'Ukraine pendant les périodes de guerre et post-guerre, ce qui nécessite des résultats scientifiques fondamentaux et des développements innovants en termes de possibilité d'utilisation des sources d'eau pour l'irrigation et de développement d'approches techniques pour améliorer la qualité de l'eau des systèmes d'irrigation goutte à goutte, les éléments de ceux-ci étant les plus sensibles à la pollution. L'expérience pratique et scientifique à long terme obtenue indique la dépendance du succès de l'irrigation goutte à goutte aux principes de gestion de la qualité de l'eau, qui est assurée par l'efficacité des systèmes de traitement de l'eau. Cela est prouvé par les résultats des recherches menées sur des systèmes d'irrigation goutte à goutte saisonniers et permanents (DIS) opérationnels typiques dans les régions de Kherson et de Mykolaïv, qui ont fourni l'irrigation de plants de tomates, de cultures en rangées, de plantations de pommiers et de rizières. Pour amener la composition de l'eau d'irrigation provenant de sources ouvertes et souterraines en conformité, les approches technologiques les plus efficaces pour améliorer la qualité de l'eau sont proposées, ce qui inclut l'utilisation de schémas technologiques améliorés et de moyens techniques de traitement de l'eau, ainsi qu'une série de nouvelles conceptions de systèmes d'irrigation goutte à goutte et de décharges d'eau goutte à goutte, dont l'efficacité dépend dans une moindre mesure de la qualité de l'eau d'irrigation. Afin de réduire les exigences en matière de qualité de l'eau d'irrigation, la possibilité d'utiliser un mode d'alimentation en eau pulsée a été justifiée, et une décharge d'eau goutte à goutte avec action d'impulsion du type enclenché et intégré a été développée. Sur la base des résultats de la recherche, un algorithme de sélection des structures des systèmes d'irrigation goutte à goutte et des schémas technologiques de traitement de l'eau est proposé en fonction de la teneur en particules en suspension d'origine organique dans l'eau, ce qui permet d'éliminer progressivement la pollution de l'eau et de créer une technologie de traitement de l'eau flexible et fiable avec des coûts d'investissement et d'exploitation minimaux. Les schémas technologiques améliorés de traitement de l'eau présentent une efficacité élevée de purification de l'eau (jusqu'à 73,5%) des particules en suspension organiques. Une combinaison justifiée de méthodes, de technologies et de moyens de préparation de l'eau, en tenant compte de sa qualité dans les sources d'irrigation et des exigences des systèmes d'irrigation goutte à goutte, garantit le bon fonctionnement des systèmes d'irrigation goutte à goutte et de leurs éléments et un impact sûr sur les sols, les plantes et l'environnement. L'effet économique de l'application des approches techniques développées est obtenu grâce à la réduction des coûts d'exploitation pour le lavage, le fonctionnement des systèmes et le personnel d'exploitation, y compris le montant total des coûts en capital pour l'amélioration des conceptions des systèmes existants. L'aspect écologique des approches techniques développées est la minimisation de l'utilisation de réactifs chimiques et d'acides lors du fonctionnement des systèmes d'irrigation goutte à goutte.

Mots clés : Systèmes d'irrigation goutte à goutte; Approches techniques; Qualité de l'eau; Effet économique

Abstracts of Papers received in Response to

Q.65.3: Efficient Application of Irrigation Water / Application Efficace de l'eau D'irrigation

INDEX OF ABSTRACT

	Page No.
R.65.3.01 BREAKING THE BOUNDARIES : USING WATER USE EFFICIENCY (WUE) AS NEW SOURCE OF WATER BRISER LES FRONTIERES : UTILISER L'EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'EAU (WUE)COMME NOUVELLE SOURCE D'EAU <i>Anuj Kanwal(India)</i>	277
R.65.3.02 INFLATABLE WEIRS – A SMART STRUCTURE FOR WATER CONSERVATION LES DÉVERSOIRS GONFLABLES - UNE STRUCTURE INTELLIGENTE POUR LA CONSERVATION DE L'EAU <i>Chalisgaonkar, Rajendra (India)</i>	279
R.65.3.03 ENHANCING CROP WATER PRODUCTIVITY THROUGH CROP-GROWTH-STAGE-BASED VARIABLE DEFICIT IRRIGATION STRATEGIES AMELIORER LA PRODUCTIVITE DE L'EAU DANS LES CULTURES GRACE A DEFICIT VARIABLE BASE SUR LE STADE DE CROISSANCE DES CULTURES STRATEGIES D'IRRIGATION <i>Dr., Ale, Srinivasulu, Dr., Himanshu, Sushil K., Dr., Samanta, Sayantan, Dr., Singh, Bhupinder, and Mr., Simbi Mvuyekure, Rene Francis (United States)</i>	281
R.65.3.04 NEED FOR IMPROVEMENT IN IRRIGATION MANAGEMENT OPTIONS AND PROCESS SIMULATION IN SWAT MODEL FOR RICE PADDY NECESSITE D'AMELIORER LES OPTIONS DE GESTION DE L'IRRIGATION ET LA SIMULATION DES PROCESSUS DANS LE MODELE SWAT POUR LA RIZICULTURE <i>M. Shyma, and Balaji Narasimhan (India)</i>	283
R.65.3.05 WHAT IS THE REAL POTENTIAL FOR IRRIGATION WATER SAVINGS AT THE PLOT LEVEL RESULTING FROM MODERNIZATION OF IRRIGATION SYSTEMS? QUEL EST LE POTENTIEL REEL D'ECONOMIE D'EAU D'IRRIGATION AU NIVEAU DE LA PARCELLE GRACE A LA MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION ? <i>Wittling Claire, Molle Bruno, and Cheviron Bruno (France)</i>	285
R.65.3.06 EFFECTS OF SOIL COMPACTION ON WATER CONSUMPTION, YIELD AND TUBER QUALITY OF POTATOES UNDER MULCHED DRIP IRRIGATION EFFETS DU COMPACTAGE DU SOL SUR LA CONSOMMATION D'EAU, LE RENDEMENT ET LA QUALITE DES TUBERCULES DE POMMES DE TERRE SOUS IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE AVEC PAILLAGE <i>Yang Kaijing ,Wang Fengxin, Meng Chaobiao, Zhou Qib, Lei Bo (China)</i>	287
R.65.3.07 REVITALIZATION OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL AREAS DUE TO TIDAL FLOODING WITH POLDER SYSTE REVITALISATION DES ZONES D'IRRIGATION ET D'AGRICULTURE GRÂCE À L'INONDATION PAR LES MARÉES AVEC UN SYSTÈME DE POLDERS <i>Wahyudi, S. I., Adi, H.P, and Heikoop, R. (Indonesia)</i>	289

- R.65.3.08 SMART AGRICULTURE MANAGEMENT SYSTEM USING IOT-BASED MODULE** 291
 SYSTÈME DE GESTION DE L'AGRICULTURE INTELLIGENTE UTILISANT UN MODULE BASÉ SUR LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION
Kushwaha, Yogesh Kumar, Pandey, Ashish, and Panigrahi, R.k (India)
- R.65.3.09 CAPACITY ASSESSMENT OF RESERVOIRS FOR ACCURATE IRRIGATION AND CROP MANAGEMENT IN TAPI BASIN, MAHARASHTRA** 293
 EVALUATION DE LA CAPACITE DES RESERVOIRS POUR UNE IRRIGATION PRECISE ET LA GESTION DES CULTURES DANS LE BASSIN DE LA TAPI, MAHARASHTRA
Ms. Anupriya Jadhav, Ms. Bharati Shinde, Mr. Dilip Pahade, and Dr. Sanjay Belsare (India)
- R.65.3.10 UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) IMAGE ANALYTICS FOR CROP AND SOIL WATER STRESS DETECTION IN PADDY UNDER ALTERNATE WETTING AND DRYING IRRIGATION PRACTICE** 295
 ANALYSE D'IMAGES DE VEHICULES AERIENS SANS PILOTE (UAV) POUR LA DETECTION DU STRESS HYDRIQUE DES CULTURES ET DU SOL DANS LE PADDY SOUS UNE PRATIQUE D'IRRIGATION ALTERNANT MOUILLAGE ET SECHAGE
Visuto Khatso, and Damodhara Rao Mailapalli (India)
- R.65.3.11 PREDICTION OF CROP COEFFICIENT VALUES FOR RICE USING CROP HEIGHT AND MACHINE LEARNING ALGORITHMS** 297
 PREDICTION DES VALEURS DES COEFFICIENTS DE RECOLTE POUR LE RIZ A L'AIDE DE LA HAUTEUR DES CULTURES ET D'ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE
Suyog Khose, and Damodhara Rao Maillapalli (India)
- R.65.3.12 PRESSURIZED IRRIGATION DISTRIBUTION SYSTEM FOR BETTER WATER CONSERVATION AND ENVIRONMENT MANAGEMENT** 299
 SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'IRRIGATION SOUS PRESSION POUR UNE MEILLEURE CONSERVATION DE L'EAU ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT
Dr. M.k. Sinha (India)
- R.65.3.13 OPTIMUM APPLICATION EFFICIENCY OF SURFACE IRRIGATION SYSTEMS UNDER THE EFFECT OF IRRIGATION WATER SALINITY** 301
 EFFICACITE OPTIMALE DE L'APPLICATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION DE SURFACE SOUS L'EFFET DE LA SALINITE DE L'EAU D'IRRIGATION
Rahimian M.H., Moravejalahkami B., and H. Gholami (Iran)
- R.65.3.14 STUDY OF ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING BARLEY PLANT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TECHNOLOGY** 303
 ÉTUDE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LA PLANTE D'ORGE À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE DES RÉSEAUX NEURONAUX ARTIFICIELS
Zeinab, H. Behairy, El Awady, M.N, Genaidy, M.A., and Shaimaa, M. Baraka (Egypt)
- R.65.3.15 SENSITIVITY DUE TO SPATIAL SCALE EFFECT ON EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATION BY SURFACE ENERGY BALANCE ALGORITHM FOR LAND (SEBAL)** 306
 SENSIBILITE DUE A L'EFFET D'ECHELLE SPATIALE SUR L'ESTIMATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION PAR L'ALGORITHME SEBAL (SURFACE ENERGY BALANCE ALGORITHM FOR LAND)
Noufia, MA, and Narasimhan, B (India)

- R.65.3.16 DETERMINATION OF COEFFICIENT OF PASSION FRUIT UNDER DIFFERENT WATER REGIME ON FARM IN NANTOU AREA** 308
 DETERMINATION DU COEFFICIENT DU FRUIT DE LA PASSION SOUS DIFFERENTS REGIMES HYDRIQUES DANS UNE EXPLOITATION AGRICOLE A NANTOU AREA
Ching-Tien Chen, Yi-Ju Lin, Sheng-Fu Tsai, Wei-Ting Sun, Kuang-Yao Chang, Ya-Ching Ke, Yu-Chuan Chang, and Chien-Lin Huang (Taipei Chinese)
- R.65.3.17 DRIP IRRIGATION OF RICE IN NORTH-EASTERN ITALY: FIRST EVALUATIONS** 310
 IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE DU RIZ DANS LE NORD-EST DE L'ITALIE: PREMIERES EVALUATIONS
Bortolini L., and Arcieri M. (Italy)
- R.65.3.18 EFFECT OF SALINE GROUNDWATER IRRIGATION ON WHEAT YIELD AND SOIL SALINITY BUILD-UP UNDER DIFFERENT IRRIGATION METHODS IN VERTISO** 312
 EFFET DE L'IRRIGATION PAR DES EAUX SOUTERRAINES SALINES SUR LE RENDEMENT DU BLE ET L'AUGMENTATION DE LA SALINITE DU SOL SOUS DIFFERENTES METHODES D'IRRIGATION DANS UN VERTISOL
Sagar D. Vibhute, Vineeth T. V., Monika Shukla and Anil R. Chinchmalatpure (India)
- R.65.3.19 REAL WATER SAVING UNDER IRRIGATION AND FARM MANAGEMENT SOLUTIONS USING REWAS TOOL IN LAKE URMIA BASIN** 314
 RÉELLE ÉCONOMIE D'EAU SOUS L'IRRIGATION ET SOLUTIONS DE GESTION AGRICOLE UTILISANT L'OUTIL REWAS DANS LE BASSIN DU LAC URMIA
Dr. Emami, Somayeh, Dehghanisanij, Ghazal, Dr. Dehghanisanij, Hossein, and Dr. Fujimaki, Haruyuki (Iran)
- R.65.3.20 EN-ROUTE STORAGES TO IMPROVE WATER DELIVERY AND EFFICIENCY IN MURRUMBIDGEE IRRIGATION AREA, NSW, AUSTRALIA.** 316
 STOCKAGES EN ROUTE POUR AMELIORER LA DISTRIBUTION ET L'EFFICACITE DE L'EAU DANS LA ZONE D'IRRIGATION DE MURRUMBIDGEE, NSW, AUSTRALIE.
Mr Manivasakan Mani (Australia)
- R.65.3.21 PREDICTING FAILURE TIME SYSTEM OF IRRIGATION EQUIPMENT USING IWSN INDUSTRIAL WIRELESS SENSOR NETWORK IN SCADA SYSTEMS** 318
 PRÉDIRE LE TEMPS DE DÉFAILLANCE DU MATÉRIEL D'IRRIGATION EN UTILISANT LE RÉSEAU INDUSTRIEL DE CAPTEURS SANS FIL IWSN DANS LES SYSTÈMES SCADA
Eng. Albishi, Essam (Saudi Arabia)
- R.65.3.22 RESERVOIR SEDIMENTATION SURVEYS FOR OPTIMAL MANAGEMENT OF WATER RESOURCES – A CASE STUDY OF RESERVOIRS IN MAHARASHTRA STATE** 320
 ETUDE DE LA SEDIMENTATION DES RESERVOIRS POUR UNE GESTION OPTIMALE DES RESSOURCES EN EAU - ETUDE DE CAS DES RESERVOIRS DE L'ETAT DU MAHARASHTRA
Dr. Sanjay Belsare, Rajiv Mundada, Makarand Kulkarni, and Santosh Wagh (India)

- R.65.3.23 ESTIMATION OF HIGH-RESOLUTION ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION OF MAIZE CROP USING DRONE-BASED REMOTE SENSING** 322
 ESTIMATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION REELLE A HAUTE RESOLUTION DE LA CULTURE DU MAÏS A L'AIDE DE LA TELEDETECTION PAR DRONE
Nidhi Misra, Chandrasekar K, Tarooob N, Nalnajisa, B Satish Kumar, G Anil Kumar, Charan Babu A, Neelima T.L, Avil Kumar, Narendran J, and Raju PV (India)
- R.65.3.24 OPTIMIZATION AND SENSITIVITY ANALYSIS OF IRRIGATION WATER REQUIREMENTS CONSIDERING ECONOMIC BENEFITS OF FARMERS** 324
 OPTIMISATION ET ANALYSE DE SENSIBILITE DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION EN TENANT COMPTE DES AVANTAGES ECONOMIQUES DES AGRICULTEURS
Ashish Pandey, and Kapil Bhoutika (India)
- R.65.3.25 THE CROP WATER PRODUCTIVITY PERFORMANCE OUTCOME OF IRRIGATION SYSTEM MODERNIZATION PROJECTS** 326
 L'OUTOME DE LA PERFORMANCE DE LA PRODUCTIVITE DE L'EAU DES CULTURES DANS LE CADRE DES PROJETS DE MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION
Mr Steley Colin (Australia)
- R.65.3.26 IMPROVED TEMPERATURE-BASED REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION MODEL FOR CROP WATER DEMAND FORECASTING** 328
 MODÈLE AMÉLIORÉ D'ÉVAPOTRANSPIRATION DE RÉFÉRENCE BASÉ SUR LA TEMPÉRATURE POUR LA PRÉVISION DE LA DEMANDE EN EAU DES CULTURES
En Lin, and Yufeng Luo (China)
- R.65.3.27 DISCUSSION ON IMPORTANT DESIGN ASPECTS FOR SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF FULLY PDN BASED GRAVITY IRRIGATION SYSTEM** 329
 DISCUSSION SUR LES ASPECTS IMPORTANTS DE LA CONCEPTION POUR UNE MISE EN ŒUVRE REUSSIE D'UN SYSTEME D'IRRIGATION PAR GRAVITE ENTIEREMENT BASE SUR LE PDN
Mr. Pagar Sudarshan, Mr. Mali Chandrakant, and Patil Suhas (India)
- R.65.3.28 ASSESSMENT OF OKRA YIELD (ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.) USING REFLECTANCE BASED VEGETATIVE INDICES AND MACHINE LEARNING TECHNIQUES** 331
 ÉVALUATION DU RENDEMENT DU GOMBO (ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.) A L'AIDE D'INDICES VEGETATIFS BASES SUR LA REFLECTANCE ET DE TECHNIQUES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE
Dr. Yogesh A Rajwade, Dr. Narendra Singh Chandel, Er. Satish Kumar Singh, and Er. Subeesh A (India)
- R.65.3.29 WATER FOOTPRINT AND ITS VARIATION DEPENDING UPON THE FOREST COVER AND THE HUMAN INTERVENTION OVER JHARKHAND** 333
 EMPREINTE HYDRIQUE ET SES VARIATIONS EN FONCTION DU COUVERT FORESTIER ET DE L'INTERVENTION HUMAINE AU JHARKHAND
Ghosh, Aindrila, and Warwade, Pratibha (India)
- R.65.3.30 EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE MECHANISM OF GROUNDWATER RECHARGE IN PADDY FIELD UNDER CONTROLLED IRRIGATION IN SOUTHERN CHINA** 335
 ÉTUDE EXPERIMENTALE DU MECANISME DE RECHARGE DES EAUX SOUTERRAINES DANS UNE RIZIERE SOUS IRRIGATION CONTROLEE DANS LE SUD DE LA CHINE
He Yupu, Wan Jiawei, Qi Wei, Ji Renjing, and Bi Wentong (China)

- R.65.3.31 IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF WATER RESOURCES MANAGEMENT WITH IRRIGATION** 337
 AMÉLIORATION DE LA TECHNOLOGIE DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU PAR L'IRRIGATION
Isaeva, S.D. Dedova, E.B., and Bondarik, I.G (Russia)
- R.65.3.32 LESS IRRIGATION WATER USE IN LAKE URMIA BASIN USING INTERNET OF THINGS AND SMART IRRIGATION** 339
 REDUCTION DE LA CONSOMMATION D'EAU D'IRRIGATION DANS LE BASSIN DU LAC URMIA GRACE A L'INTERNET DES OBJETS ET A L'IRRIGATION INTELLIGENTE
Sanaz Mohammadi, Hossein Dehghanisanij, Vahid Rezaverdinejad, and Ghazal Dehghanisanij (Iran)
- R.65.3.33 INTEGRATED IRRIGATION WATER MANAGEMENT APPROACH TO PRESSURISED PIPE IRRIGATION PROJECTS, NEW WAY OF EFFICIENT APPLICATION OF WATER** 341
 APPROCHE INTÉGRÉE DE LA GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION POUR LES PROJETS D'IRRIGATION PAR TUYAUX SOUS PRESSION, NOUVELLE MÉTHODE D'UTILISATION EFFICACE DE L'EAU
A.k. Upmanyu, Arvind Upmanyu, and Rakesh Govind Kolhe (India)
- R.65.3.34 AGRICULTURAL WATER SAVING SYSTEM PRE-PLANNING BASED ON IOT TECHNOLOGY IN TAIWAN CHIA-NAN IRRIGATION AREA** 343
 PLANIFICATION PREALABLE D'UN SYSTEME D'ECONOMIE D'EAU AGRICOLE BASE SUR LA TECHNOLOGIE IOT DANS LA ZONE D'IRRIGATION DE TAIWAN CHIA-NAN
Liu, Jih-Shun, Ko, Fang-Lan, Dung, Chih-Chiang, Ray-Shyan Wu, and Wang, Pai-Hung (Taipei Chinese)
- R.65.3.35 APPLICATION OF INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY TO BUILD KAOHSIUNG QISHAN IRRIGATION WATER ALLOCATION MANAGEMENT SYSTEM** 345
 APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DE L'INTERNET DES OBJETS POUR CONSTRUIRE LE SYSTÈME DE GESTION DE L'ALLOCATION DE L'EAU D'IRRIGATION DE KAOHSIUNG QISHAN
Jih-Shun Liu, Ray-Shyan Wu, Chih-Chiang Dung, Fang-Lan Ko, Ji-You Liang, Shao-Ran Chang, and Jioun-Jie Huang (Taipei Chinese)
- R.65.3.36 INCREASING THE EFFICIENCY OF WATER REGULATION USING MATHEMATICAL MODELLING OF MOISTURE TRANSFER** 347
 AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE LA RÉGULATION DE L'EAU GRACE A LA MODÉLISATION MATHÉMATIQUE DU TRANSFERT D'HUMIDITÉ
Prof. Romashchenko Mykhailo, and Dr. Bohaienko Vsevolod (Ukraine)
- R.65.3.37 TRAINING PRINCIPLES AND METHODOLOGY OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF DRIP IRRIGATION SCHEMES IN UKRAINE** 348
 PRINCIPES DE FORMATION ET MÉTHODOLOGIE DE GESTION OPÉRATIONNELLE DES RÉGIMES D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE EN UKRAINE
Prof Romaschenko Mykhailo, Dr Bohaienko Vsevolod, Prof Shatkovskiy Andrii, Dr Zhuravlev Olexandr, and Mrs Sardak Anastasiia (Ukraine)
- R.65.3.38 TRANSFORMING AN IRRIGATION SYSTEM TO A SMART IRRIGATION SYSTEM: A CASE STUDY FROM TÜRKİYE** 349
 TRANSFORMER UN SYSTÈME D'IRRIGATION EN UN SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT : UNE ÉTUDE DE CAS DE TÜRKİYE
Mehmet Akif Balta (Turkey)

- R.65.3.39 PHYSICAL CROP WATER PRODUCTIVITY IMPROVEMENT USING MICRO IRRIGATION IN THE CANAL COMMAND AREA** 350
 AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE DE L'EAU DES CULTURES PHYSIQUES GRACE A LA MICRO-IRRIGATION DANS LA ZONE DE COMMANDEMENT DU CANAL
Chourasia Sandeep Kumar, and Pandey Ashish (India)
- R.65.3.40 CANAL OFFTAKE OPERATIONS & PROJECT PRODUCTIVITY WITH IMPACT OF RAINFALL IN THE STATE OF ANDHRA PRADESH** 352
 OPERATIONS DE PRELEVEMENT SUR LES CANAUX ET PRODUCTIVITE DES PROJETS EN FONCTION DES PRECIPITATIONS DANS L'ÉTAT D'ANDHRA PRADESH
Radha Krishna Akkiraju, Rahman Balban Qhudrat UR, and Ch Srinivas Rao (India)
- R.65.3.41 SOLAR DRIP IRRIGATION KIT (SDIK) SUSTAINING THE MULBERRY PRODUCTIVITY UNDER RAINFED SERICULTURE** 354
 KIT D'IRRIGATION SOLAIRE GOUTTE A GOUTTE (SDIK) POUR SOUTENIR LA PRODUCTIVITE DES MURIERS DANS LE CADRE D'UNE SERICULTURE PLUVIALE
Mahesh Rajendran, Kanika Trivedy, Gandhi Doss Subramaniam, and C.M. Babu (India)
- R.65.3.42 WEB GIS BASED APPLICATIONS FOR ANDHRA PRADESH INTEGRATED IRRIGATION AND AGRICULTURE TRANSFORMATION PROJECT** 356
 APPLICATIONS WEB GIS POUR LE PROJET INTÉGRÉ D'IRRIGATION ET DE TRANSFORMATION DE L'AGRICULTURE DE L'ANDHRA PRADESH
P.S. Raghavaiah, N.bhaskara Rao, and Y. Srinivas (India)
- R.65.3.43 EFFICIENT APPLICATION OF IRRIGATION WATER THROUGH PIPED CONVEYANCE SYSTEM AT FARM LEVEL** 358
 L'UTILISATION EFFICACE DE L'EAU D'IRRIGATION PAR LE BIAIS D'UN SYSTÈME D'ADDITION D'EAU AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION AGRICOLE
Dr. Sangle Shivaji, and Dr. Bhalage Pradeep (India)
- R.65.3.44 HYDROLOGICAL VIABILITY ANALYSIS FOR MINOR IRRIGATION TANKS- A SPATIAL APPROACH** 360
 ANALYSE DE VIABILITE HYDROLOGIQUE POUR LES RESERVOIRS D'IRRIGATION MINEURS - UNE APPROCHE SPATIALE
P.S. Raghavaiah, and N.bhaskara Rao (India)
- R.65.3.45 PULSE MANAGEMENT AS AN ON-FARM TECHNIQUE FOR EFFICIENT APPLICATION OF IRRIGATION WATER** 362
 LA GESTION DES LEGUMINEUSES EN TANT QUE TECHNIQUE AGRICOLE POUR UNE APPLICATION EFFICACE DE L'EAU D'IRRIGATION
Dr. Mohammadi, Sanaz, M.sc, Hajirad, Iman, and Dr, Dehghanisani, Hossein (Iran)
- R.65.3.46 MODELING THE OPTIMUM COVER TILT ANGLE FOR DIFFERENT SOLAR STILLS** 364
 MODELISATION DE L'ANGLE D'INCLINAISON OPTIMAL DE LA COUVERTURE POUR DIFFERENTS ALAMBICS SOLAIRES
Siami, Hashem, Ahmadaali, Khaled, and Zare Salman (Iran)

- R.65.3.47 ENHANCING AGRICULTURAL WATER PRODUCTIVITY SUSTAINABLY IN SEMI-ARID REGION THROUGH GROUP MICRO IRRIGATION (GMI) APPROACH: CASE STUDY IN MAHARASHTRA, INDIA** 366
AMELIORER DURABLEMENT LA PRODUCTIVITE DE L'EAU AGRICOLE DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES GRACE A L'APPROCHE DE LA MICRO-IRRIGATION DE GROUPE (GMI) : ÉTUDE DE CAS A MAHARASHTRA, INDE
Arun Bhagat, Upasana Koli, and Marcella Dsouza (India)
- R.65.3.48 ON-FARM WATER MANAGEMENT IN SPATE SYSTEMS FOR PRODUCTION INCREASE IN GASH AGRICULTURAL SCHEME, SUDAN** 369
GESTION DE L'EAU À LA FERME DANS LES SYSTÈMES DE CRUE POUR LA PRODUCTION AUGMENTATION DU RÉGIME AGRICOLE GASH, SOUDAN
Eng. Mohammed, Ahmed, Dr. Mekawi, Amira, Eng. Siddig, Mojahid, Dr. Mohamed, Yasir, Dr. Mahari, Abraham, Mr. Babiker, Abuobeida, Dr. Van Steenbergen, Frank (Sudan)
- R.65.3.49 BENEFIT SHARING OPPORTUNITY IN THE GBM BASIN** 372
OPPORTUNITE DE PARTAGE DES BENEFICES DANS LE BASSIN GBM
Dr Hossen Mohammad Abul (Bangladesh)



BREAKING THE BOUNDARIES : USING WATER USE EFFICIENCY (WUE) AS NEW SOURCE OF WATER

BRISER LES FRONTIÈRES : UTILISER L'EFFICACITÉ DE L'UTILISATION DE L'EAU (WUE) COMME NOUVELLE SOURCE D'EAU

Anuj Kanwal¹

ABSTRACT

Agriculture still remains the prime source of livelihood for nearly 70% of population of the country in spite of substantial progress made by India in the area of industrialization and service sector. Irrigation plays a vital role in the agricultural productivity and thus earning of farmers. Accordingly, Government of India /State Governments have been giving a lot of attention for the development of Irrigation in the country right from First Five Year Plan. Irrigation sector is the biggest consumer of water as more than 80% of water from developed surface water resources is being utilized for irrigation purposes. It is assessed that water use efficiency of Irrigation Projects in India is only of the order of 30-35% i.e. about 60-65% of water is getting wasted during its conveyance from source and during on field application. To feed the ever increasing population in the country, the productivity of farm land has to be increased and production of food needs to keep pace with the increasing population. This requires that maximum agricultural land should be brought under irrigated cultivation. However, the water resources are limited and finite which demands that water should be used more judiciously and efficiently by its various users.

Considering the fact that Irrigation Sector is the biggest consumer of fresh water, the evaluation of water use efficiency of completed Irrigation Projects and devising ways and means to increase the same in underperforming projects is not only of paramount importance but need of the hour. It is expected that around 100 BCM of water can be recovered by bringing efficiency as a part of the system. This new source of water will be available not only for irrigation but other competitive sectors of its use. Government of India having realized the importance of the water use efficiency of irrigation projects has been taking up the Water Use Efficiency studies of completed Irrigation Projects throughout India. The findings have revealed some of the reasons for low and high efficiencies.

Paper stresses the need to improve the standard operating procedures for measuring Water Use Efficiency on regular basis and analyse the cost involved in improvement methods for the Water Use Efficiencies both structural & non-structural measures. The role of farmers for increasing the water use efficiency as well as performance of irrigation projects is also brought out. This aspect is totally missing in the definitions of the WUE. ICID Committee has to take up to redefine the WUE calculations as speedy, practical and standardized features in the Project DPR.

Keywords: Irrigation; Water Use Efficiency, Agriculture, India, DPR, CWC,

RÉSUMÉ

L'agriculture reste la principale source de revenus pour près de 70 % de la population du pays, malgré les progrès considérables réalisés par l'Inde dans le domaine de l'industrialisation et du secteur des services. L'irrigation joue un rôle essentiel dans la productivité agricole et donc dans les revenus des agriculteurs. En conséquence, le gouvernement indien et les

¹ Commissioner- Command Area Development, Water Management and Bureau of Water Use Efficiency, Ministry of Jal Shakti, Government of India

gouvernements des États ont accordé une grande attention au développement de l'irrigation dans le pays dès le premier plan quinquennal. Le secteur de l'irrigation est le plus gros consommateur d'eau, puisque plus de 80 % de l'eau provenant des ressources en eau de surface développées est utilisée à des fins d'irrigation. On estime que l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les projets d'irrigation en Inde n'est que de l'ordre de 30 à 35 %, c'est-à-dire qu'environ 60 à 65 % de l'eau est gaspillée lors de son acheminement depuis la source et lors de son application sur le terrain. Pour nourrir la population croissante du pays, la productivité des terres agricoles doit être augmentée et la production alimentaire doit suivre le rythme de l'augmentation de la population. Pour ce faire, un maximum de terres agricoles doivent être irriguées. Cependant, les ressources en eau sont limitées et finies, ce qui exige que l'eau soit utilisée de manière plus judicieuse et plus efficace par ses différents utilisateurs.

Étant donné que le secteur de l'irrigation est le plus grand consommateur d'eau douce, l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les projets d'irrigation achevés et la conception de moyens pour augmenter cette efficacité dans les projets sous-performants sont non seulement d'une importance capitale, mais aussi une nécessité de l'heure. On s'attend à ce qu'environ 100 milliards de m³ d'eau puissent être récupérés en intégrant l'efficacité dans le système. Cette nouvelle source d'eau sera disponible non seulement pour l'irrigation mais aussi pour d'autres secteurs compétitifs. Le gouvernement indien, conscient de l'importance de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les projets d'irrigation, a entrepris des études sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les projets d'irrigation achevés dans l'ensemble de l'Inde. Les résultats ont révélé certaines des raisons pour lesquelles l'efficacité est faible ou élevée.

Le document souligne la nécessité d'améliorer les procédures opérationnelles standard pour mesurer l'efficacité de l'utilisation de l'eau sur une base régulière et d'analyser le coût des méthodes d'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau, qu'il s'agisse de mesures structurelles ou non structurelles. Le rôle des agriculteurs dans l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de la performance des projets d'irrigation est également mis en évidence. Cet aspect est totalement absent dans les définitions de l'UCE. Le Comité CIID doit s'occuper de la redéfinition des calculs de l'EEU en tant que caractéristiques rapides, pratiques et standardisées dans le DPR du projet.

Mots-clés : Irrigation ; efficacité de l'utilisation de l'eau, agriculture, Inde, DPR, CWC,

INFLATABLE WEIRS – A SMART STRUCTURE FOR WATER CONSERVATION

LES DÉVERSOIRS GONFLABLES - UNE STRUCTURE INTELLIGENTE POUR LA CONSERVATION DE L'EAU

Chalisgaonkar, Rajendra¹

ABSTRACT

In our country, where many rivers run dry after the end of monsoon, it is a need of the day to block the post monsoon flow for drinking, irrigation, etc. Scarcity of water can be understood from the facts that for the first time in the country *Section 144* was enforced in the Latur City of Maharashtra in 2016 to avoid water conflicts and the first *Jaldoot Special Train* was operated by Indian Railways in April 2016 to transport the water from Miraj to Latur and then in 2019, a train carrying 2.5 million litres of water was operated from Vellore to Chennai. At many places In Rajasthan, often water gets stolen due to its scarcity, as a result, the residents have started to lock the barrels to avoid water theft, built in their backyards.

In order to conserve water, the concept of building low height barrages across the river was introduced in the Maharashtra by constructing K. T. Weir to store water after rainy season is over so that the storage can be used for irrigation and drinking. However, the *K. T. Weirs*, which were constructed in large numbers, have remained in a complete state of neglect for the last two decades, causing water scarcity due to non-functioning and therefore need to construct smart engineering structures with less operation cost and maintenance cost.

Inflatable Weirs, also known as Rubber Dams are flexible elliptical structures and inflated by air or water. The simplicity and flexibility of the Rubber Dams and its proven reliability are key consideration in its wide scope of applications. The paper discusses in brief about the basic design elements of inflatable weirs and emphasizes that smart inflatable weirs be considered as one of the viable alternative for constructing small height barrages for conserving water in the post monsoon period.

KeyWords: Water Scarcity, Water Conservation, Barrage, Rubber Dam, Smart Technology

RÉSUMÉ

Dans notre pays, où de nombreuses rivières s'assèchent après la fin de la mousson, il est indispensable de bloquer le débit de l'eau après la mousson pour la consommation, l'irrigation, etc. La pénurie d'eau peut être comprise à partir des faits suivants : pour la première fois dans le pays, la *section 144* a été appliquée dans la ville de Latur (Maharashtra) en 2016 pour éviter les conflits liés à l'eau et le premier *train spécial Jaldoot* a été mis en service par les chemins de fer indiens en avril 2016 pour transporter l'eau de Miraj à Latur, puis en 2019, un train transportant 2,5 millions de litres d'eau a été mis en service de Vellore à Chennai. Dans de nombreux endroits du Rajasthan, l'eau est souvent volée en raison de sa rareté, c'est pourquoi les habitants ont commencé à verrouiller les barils pour éviter le vol d'eau, construits dans leur arrière-cour.

Afin de conserver l'eau, le concept de construction de barrages de faible hauteur à travers la rivière a été introduit dans le Maharashtra par la construction de K. T. Weir pour stocker l'eau après la saison des pluies afin que le stockage puisse être utilisé pour l'irrigation et la boisson. Cependant, les *barrages de K. T.*, qui ont été construits en grand nombre, sont restés dans un état d'abandon total au cours des deux dernières décennies, entraînant une pénurie

¹ Former Engineer-in-Chief, I&D., Govt. of Uttarakhand, INDIA, Email: chalisgaonkar@gmail.com

d'eau en raison de leur non-fonctionnement et, par conséquent, la nécessité de construire des structures d'ingénierie intelligentes avec des coûts d'exploitation et de maintenance moindres.

Les déversoirs gonflables, également connus sous le nom de barrages en caoutchouc, sont des structures elliptiques flexibles gonflées à l'air ou à l'eau. La simplicité et la flexibilité des barrages en caoutchouc, ainsi que leur fiabilité éprouvée, sont des facteurs déterminants pour leur vaste champ d'application. Ce document aborde brièvement les éléments de base de la conception des barrages gonflables et souligne que les barrages gonflables intelligents doivent être considérés comme l'une des alternatives viables à la construction de barrages de petite hauteur pour la conservation de l'eau après la mousson.

Mots clés : Pénurie d'eau, conservation de l'eau, barrage, barrage en caoutchouc, technologie intelligente

ENHANCING CROP WATER PRODUCTIVITY THROUGH CROP-GROWTH-STAGE-BASED VARIABLE DEFICIT IRRIGATION STRATEGIES

AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU DANS LES CULTURES GRÂCE À DÉFICIT VARIABLE BASÉ SUR LE STADE DE CROISSANCE DES CULTURES STRATÉGIES D'IRRIGATION

Ale, Srinivasulu¹, Himanshu, Sushil K.², Samanta, Sayantan³, Singh, Bhupinder⁴, Simbi Mvuyekure, and Rene Francis⁵

ABSTRACT

Scheduling irrigation with appropriate deficits during crop growing season is a feasible practice to improve crop water productivity (CWP). However, water deficit at certain growth stages can cause severe damage to crop development, with consequent yield losses. The overall goal of this study was to suggest efficient crop-growth-stage-based variable deficit irrigation (GS-VDI) strategies for cotton and grain sorghum production in the Texas High Plains (THP) region of the United States, where declining groundwater levels in the Ogallala Aquifer and recurring droughts pose challenges for irrigated agriculture. The CROPGRO-Cotton and CERES-Sorghum modules within the Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Cropping System Model (CSM) were used to achieve the goal of the study. These modules were evaluated in our previous studies, and they were used in this study to run long-term (1977-2019) simulations with variable deficits implemented in different crop growth stages. Four levels of irrigation deficit (30%, 50%, 70% and 90% evapotranspiration [ET]-replacement) were simulated in four cotton growth stages [first leaf to first square (GS1), flower initiation/early bloom (GS2), peak bloom (GS3), and cutout, late bloom, and boll opening stage (GS4)] in addition to a baseline scenario with 100% ET-replacement in all growth stages, which resulted in 257 irrigation scenarios. In case of grain sorghum, three levels of irrigation deficit (30%, 60% and 90% ET-replacement) were simulated during three growth stages [emergence to boot (GS1), boot to early grain filling (GS2), and early to late grain filling (GS3)] plus a baseline scenario, which resulted in 28 scenarios. Efficient GS-VDI strategies were suggested for dry, normal, and wet years based on the simulated CWP. A strategy of 30% ET-replacement in GS4 and 90% ET-replacement in the remaining three growth stages was found to be an ideal strategy for cotton in normal and dry years. The identified ideal strategy for normal years could increase CWP by 7.5% with a slight decline in seed cotton yield by 8.5% while saving 65 mm irrigation water as compared to control scenario. The ideal irrigation strategy under wet years could increase cotton CWP by 22% and save 126 mm of irrigation water while losing 7% seed cotton yield compared to control scenario. In the case of sorghum, ideal combinations for normal years included 90% ET replacement during GS1 and GS2, and 60% ET replacement in GS3. The ideal strategies could potentially save 39%, 22% and 21% of irrigation water in wet, normal and dry years, respectively. The identified ideal scenarios would improve CWP by 4% and 6% in wet and dry years by losing ~14% yield. Overall, it was found that by adopting GS-VDI strategies, a substantial amount of irrigation water could be saved while achieving

- 1 Professor, Texas A&M AgriLife Research (Texas A&M University System), Vernon, TX 76384, United States, sriniale@ag.tamu.edu
- 2 Assistant Professor, Dept. of Food, Agriculture and Bioresources, Asian Institute of Technology, Pathum Thani, Thailand, sushil-kumar@ait.asia
- 3 Postdoctoral Research Associate, Texas A&M AgriLife Research (Texas A&M University System), Vernon, TX 76384, United States, ssamanta@tamu.edu
- 4 Postdoctoral Research Associate, Texas A&M AgriLife Research (Texas A&M University System), Vernon, TX 76384, United States, bhupinder.singh@ag.tamu.edu
- 5 Graduate Student, Texas A&M University, College Station, TX 77843, United States, renefrancis@tamu.edu

higher CWP. These recommendations are useful for THP producers and water managers in efficiently utilizing valuable groundwater for crop production.

Keywords: Cotton; DSSAT CROPGRO-Cotton; DSSAT CERES-Sorghum; Evapotranspiration; Grain Sorghum.

RÉSUMÉ

La programmation de l'irrigation avec des déficits appropriés pendant la saison de croissance des cultures est une pratique réalisable pour améliorer la productivité de l'eau des cultures (CWP). Cependant, un déficit hydrique à certains stades de croissance peut causer de graves dommages au développement des cultures, avec les pertes de rendement qui en découlent. L'objectif global de cette étude était de suggérer des stratégies efficaces d'irrigation à déficit variable en fonction du stade de croissance des cultures (GS-VDI) pour la production de coton et de sorgho dans la région des hautes plaines du Texas (THP) aux États-Unis, où la baisse du niveau des eaux souterraines dans l'aquifère d'Ogallala et les sécheresses récurrentes posent des défis à l'agriculture irriguée. Les modules CROPGRO-Coton et CERES-Sorgho du modèle de système de culture (CSM) du système d'aide à la décision pour le transfert de technologies agricoles (DSSAT) ont été utilisés pour atteindre l'objectif de l'étude. Ces modules ont été évalués dans nos études précédentes, et ils ont été utilisés dans cette étude pour effectuer des simulations à long terme (1977-2019) avec des déficits variables mis en œuvre à différents stades de croissance des cultures. Quatre niveaux de déficit d'irrigation (30%, 50%, 70% et 90% de remplacement de l'évapotranspiration [ET]) ont été simulés à quatre stades de croissance du coton [de la première feuille au premier carré (GS1), initiation florale/début de la floraison (GS2), pic de floraison (GS3), et coupe, fin de la floraison et ouverture des capsules (GS4)] en plus d'un scénario de base avec 100% de remplacement de l'ET à tous les stades de croissance, ce qui a donné lieu à 257 scénarios d'irrigation. Dans le cas du sorgho, trois niveaux de déficit d'irrigation (30 %, 60 % et 90 % de remplacement de l'ET) ont été simulés pendant trois stades de croissance [de l'émergence au démarrage (GS1), du démarrage au début du remplissage des grains (GS2), et du début à la fin du remplissage des grains (GS3)] en plus d'un scénario de base, ce qui a donné lieu à 28 scénarios. Des stratégies GS-VDI efficaces ont été suggérées pour les années sèches, normales et humides sur la base du CWP simulé. Une stratégie de remplacement de l'ET de 30 % dans le GS4 et de 90 % dans les trois autres stades de croissance s'est avérée être une stratégie idéale pour le coton dans les années normales et sèches. La stratégie idéale identifiée pour les années normales pourrait augmenter le CWP de 7,5 % avec une légère baisse du rendement du coton graine de 8,5 % tout en économisant 65 mm d'eau d'irrigation par rapport au scénario de contrôle. La stratégie d'irrigation idéale pour les années humides pourrait augmenter le CWP du coton de 22% et économiser 126 mm d'eau d'irrigation tout en perdant 7% de rendement en coton graine par rapport au scénario de contrôle. Dans le cas du sorgho, les combinaisons idéales pour les années normales comprenaient un remplacement de 90 % de l'ET pendant GS1 et GS2, et un remplacement de 60 % de l'ET pendant GS3. Les stratégies idéales pourraient potentiellement permettre d'économiser 39%, 22% et 21% d'eau d'irrigation en années humides, normales et sèches, respectivement. Les scénarios idéaux identifiés amélioreraient le CWP de 4 % et 6 % en années humides et sèches en perdant environ 14 % de rendement. Dans l'ensemble, il a été constaté qu'en adoptant des stratégies GS-VDI, une quantité substantielle d'eau d'irrigation pouvait être économisée tout en obtenant un CWP plus élevé. Ces recommandations sont utiles pour les producteurs de THP et les gestionnaires de l'eau dans l'utilisation efficace de l'eau souterraine précieuse pour la production de cultures.

Mots-clés : Coton ; DSSAT CROPGRO-Coton ; DSSAT CERES-Sorgho ; Evapotranspiration ; Sorgho à grains.

NEED FOR IMPROVEMENT IN IRRIGATION MANAGEMENT OPTIONS AND PROCESS SIMULATION IN SWAT MODEL FOR RICE PADDY

NÉCESSITÉ D'AMÉLIORER LES OPTIONS DE GESTION DE L'IRRIGATION ET LA SIMULATION DES PROCESSUS DANS LE MODÈLE SWAT POUR LA RIZICULTURE

M. Shyma (Ms.)¹, and Balaji Narasimhan¹

ABSTRACT

Effective water management practices are crucial for optimizing yields and improving irrigation efficiency and water productivity in agricultural watersheds with water-intensive crops such as paddy rice. Irrigation plays a major role in the hydrology of such arid/semi-arid areas, and modeling this hydrology requires accounting for different types of irrigation management practices. The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) is a widely used eco-hydrological model for assessing the sustainability of land and water resources in an agricultural watershed. To simulate the catchment's behaviour in response to climate change and water management scenarios for ungauged basins, automatic irrigation in SWAT is triggered using plant water stress and soil water deficit irrigation scheduling. However, the irrigation process algorithms and irrigation management options of the model cannot simulate water impoundment conditions and water conservation irrigation practices, such as Alternate Wetting and Drying (AWD) and Flush Irrigation, commonly found in irrigated lowland paddy fields. Previous studies attempting to represent paddy fields as potholes/depression areas of conical shape have been insufficient, as the actual hydrological processes of paddy fields differ from those of potholes, and the complex water management practices in paddy fields cannot be accurately represented. Crop growth models like ORYZA and CERES-Rice have been successful in simulating actual paddy water dynamics, incorporating different irrigation scheduling and management methods. Although these models can be applied on a field scale, river basin scale simulation, and assessment are not possible with these crop growth models. Integrating irrigation water management algorithms from ORYZA and CERES-Rice into the SWAT model can improve the hydrological simulations in agricultural watersheds dominated by paddy cultivation. The objective of this study is to evaluate the performance of the SWAT model in comparison to these field-scale models for simulating various water balance components and crop yield of rice paddy. A simulation study conducted at the International Rice Research Institute (IRRI) on irrigated lowland paddy fields is utilized for the model analysis. Since observed data for water balance components were insufficient, the HYDRUS-1D model was used as a pseudo-observed model for comparison purposes. The analysis revealed that the paddy water balance as simulated by ORYZA and CERES-Rice models closely resembled the HYDRUS-1D model. These crop growth models outperformed the SWAT model in simulating surface runoff and actual evapotranspiration. Furthermore, the study proposes a new irrigation management algorithm for the SWAT model that incorporates AWD techniques. This enhancement would enable more accurate simulation of the complex water management practices in paddy fields and significantly improve hydrological modeling in paddy-dominated watersheds at the river basin scale.

Keywords: SWAT; rice paddies, irrigation management, potholes, hydrology, ORYZA; CSM-CERES-Rice

¹ Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Madras, Chennai, Tamil Nadu, India, 600036 shymamangalam@gmail.com

RÉSUMÉ

Des pratiques efficaces de gestion de l'eau sont essentielles pour optimiser les rendements et améliorer l'efficacité de l'irrigation et la productivité de l'eau dans les bassins hydrographiques agricoles avec des cultures à forte consommation d'eau telles que le riz paddy. L'irrigation joue un rôle majeur dans l'hydrologie de ces zones arides/semi-arides, et la modélisation de cette hydrologie nécessite la prise en compte de différents types de pratiques de gestion de l'irrigation. L'outil d'évaluation des sols et de l'eau (SWAT) est un modèle éco-hydrologique largement utilisé pour évaluer la durabilité des terres et des ressources en eau dans un bassin versant agricole. Pour simuler le comportement du bassin versant en réponse au changement climatique et aux scénarios de gestion de l'eau pour les bassins non jaugés, l'irrigation automatique dans SWAT est déclenchée en utilisant le stress hydrique des plantes et la programmation de l'irrigation en cas de déficit hydrique du sol. Cependant, les algorithmes d'irrigation et les options de gestion de l'irrigation du modèle ne peuvent pas simuler les conditions de retenue d'eau et les pratiques d'irrigation de conservation de l'eau, telles que l'alternance de mouillage et de séchage (AWD) et l'irrigation par rinçage, que l'on trouve couramment dans les rizières irriguées des basses terres. Les études précédentes tentant de représenter les rizières comme des nids-de-poule/zones de dépression de forme conique ont été insuffisantes, car les processus hydrologiques réels des rizières diffèrent de ceux des nids-de-poule, et les pratiques complexes de gestion de l'eau dans les rizières ne peuvent pas être représentées avec précision. Les modèles de croissance des cultures comme ORYZA et CERES-Rice ont réussi à simuler la dynamique réelle de l'eau dans les rizières, en incorporant différentes méthodes de programmation et de gestion de l'irrigation. Bien que ces modèles puissent être appliqués à l'échelle du champ, la simulation et l'évaluation à l'échelle du bassin fluvial ne sont pas possibles avec ces modèles de croissance des cultures. L'intégration des algorithmes de gestion de l'eau d'irrigation d'ORYZA et de CERES-Rice dans le modèle SWAT peut améliorer les simulations hydrologiques dans les bassins versants agricoles dominés par la culture du paddy. L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance du modèle SWAT par rapport à ces modèles à l'échelle du champ pour simuler diverses composantes du bilan hydrique et le rendement des cultures de riz paddy. Une étude de simulation menée à l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI) sur des rizières irriguées de plaine est utilisée pour l'analyse du modèle. Les données observées pour les composantes du bilan hydrique étant insuffisantes, le modèle HYDRUS-1D a été utilisé comme modèle pseudo-observé à des fins de comparaison. L'analyse a révélé que le bilan hydrique du riz simulé par les modèles ORYZA et CERES-Rice ressemblait beaucoup au modèle HYDRUS-1D. Ces modèles de croissance des cultures sont plus performants que le modèle SWAT en ce qui concerne la simulation du ruissellement de surface et de l'évapotranspiration réelle. En outre, l'étude propose un nouvel algorithme de gestion de l'irrigation pour le modèle SWAT qui incorpore des techniques AWD. Cette amélioration permettrait une simulation plus précise des pratiques complexes de gestion de l'eau dans les rizières et améliorerait considérablement la modélisation hydrologique dans les bassins hydrographiques dominés par la riziculture à l'échelle du bassin fluvial.

Mots-clés : SWAT ; rizières, gestion de l'irrigation, nids de poule, hydrologie, ORYZA ; CSM-CERES-Ri

WHAT IS THE REAL POTENTIAL FOR IRRIGATION WATER SAVINGS AT THE PLOT LEVEL RESULTING FROM MODERNIZATION OF IRRIGATION SYSTEMS?

QUEL EST LE POTENTIEL RÉEL D'ÉCONOMIE D'EAU D'IRRIGATION AU NIVEAU DE LA PARCELLE GRÂCE À LA MODERNISATION DES SYSTÈMES D'IRRIGATION ?

WITTLING Claire¹, MOLLE Bruno² and CHEVIRON Bruno³

ABSTRACT

As water scarcity intensifies in most countries due to climate change, water savings are of increasing concern and European water-resource policy targets sustainable water management and water savings. For this purpose, farmers' investments in efficient irrigation equipment are supported by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD), provided the new irrigation installation can potentially allow water savings of 5 to 25%, without having a negative impact on crop yield. However, no methodology was available so far for the expected *ex ante* quantification of these water savings.

The aims of this study were (1) to gather data of water savings achieved through irrigation system modernization (i.e. change of irrigation system or adoption of irrigation scheduling tools) and to analyze how they are influenced by soil and climate context; (2) to develop a simple tool for the *ex-ante* assessment of potential water savings, those deemed achievable by changing the irrigation system or adopting scheduling tools (3) to use the Optirrig crop and irrigation model on two case studies to quantify irrigation water losses and irrigation efficiency at the plot level.

For this purpose, we compiled available studies conducted over the past 30 years on the French metropolitan territory dealing with documented water savings realized by switching from an irrigation system (hose reel machine, lateral move, center pivot or solid set system) to a more efficient one (center pivot, surface drip, subsurface drip or microsprinkler) or by using soil hydric status probes (tensiometric or capacitive) for irrigation scheduling. Nearly 100 records were collected from experimental field trials representative of a wide range of pedo-climatic conditions and crops (field crops, vegetables, fruits on perennial crops). Each record represents the water consumption of two different irrigation systems or two scheduling systems (without soil probe vs with soil probe) at plot scale and is used to assess the obtained water saving.

Results show that (1) the achieved irrigation water savings (when changing irrigation system or adopting soil probes for irrigation scheduling) are highly variable, ranging from 0% to more than 70% and thus are not generalizable; (2) water savings obtained from localized systems significantly decrease when the hydric deficit of the cropping season increases and when soil water holding capacity is high; (3) those obtained from irrigation scheduling using soil probes do not seem to be influenced by the hydric deficit, soil water holding capacity or soil probe type; (4) a referential of potentially achievable water savings through the change of irrigation equipment and/or irrigation management could be established; (5) the use of Optirrig model allowed quantifying water savings originating from the reduction of technical losses (linked with the type of system) and tactical losses (linked with irrigation management and scheduling).

1 UMR G-EAU, INRAE, Montpellier, France. claire.wittling@inrae.fr

2 UMR G-EAU, INRAE, Montpellier, France. bruno.molle@inrae.fr

3 UMR G-EAU, INRAE, Montpellier, France. bruno.cheviron@inrae.fr

Keywords: Irrigation water efficiency, drip, subsurface drip, micro sprinkler, scheduling,

RÉSUMÉ

Alors que la pénurie d'eau s'intensifie dans la plupart des pays en raison du changement climatique, les économies d'eau sont une préoccupation croissante et la politique européenne en matière de ressources en eau vise une gestion durable de l'eau et des économies d'eau. À cette fin, les investissements des agriculteurs dans du matériel d'irrigation efficace sont soutenus par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER), à condition que la nouvelle installation d'irrigation puisse potentiellement permettre des économies d'eau de 5 à 25 %, sans avoir d'impact négatif sur le rendement des cultures. Cependant, aucune méthodologie n'était disponible jusqu'à présent pour quantifier *ex ante* ces économies d'eau.

Les objectifs de cette étude étaient (1) de rassembler des données sur les économies d'eau réalisées grâce à la modernisation du système d'irrigation (c'est-à-dire (2) développer un outil simple pour l'évaluation *ex ante* des économies d'eau potentielles, celles jugées réalisables en changeant le système d'irrigation ou en adoptant des outils de programmation (3) utiliser le modèle de culture et d'irrigation Optirrig sur deux études de cas pour quantifier les pertes d'eau d'irrigation et l'efficacité de l'irrigation au niveau de la parcelle.

Pour ce faire, nous avons compilé les études disponibles menées au cours des 30 dernières années sur le territoire métropolitain français et portant sur les économies d'eau documentées réalisées en passant d'un système d'irrigation (enrouleur de tuyaux, déplacement latéral, pivot central ou système de fixation) à un système plus efficace (pivot central, goutte-à-goutte de surface, goutte-à-goutte souterrain ou micro-asperseur) ou en utilisant des sondes d'état hydrique du sol (tensiométriques ou capacitives) pour la programmation de l'irrigation. Près de 100 enregistrements ont été collectés à partir d'essais expérimentaux sur le terrain représentatifs d'une large gamme de conditions pédo-climatiques et de cultures (grandes cultures, légumes, fruits sur cultures pérennes). Chaque enregistrement représente la consommation d'eau de deux systèmes d'irrigation différents ou de deux systèmes de programmation (sans sonde de sol vs. avec sonde de sol) à l'échelle de la parcelle et est utilisé pour évaluer l'économie d'eau obtenue.

Les résultats montrent que (1) les économies d'eau d'irrigation réalisées (en changeant de système d'irrigation ou en adoptant des sondes pédologiques pour la programmation de l'irrigation) sont très variables, allant de 0% à plus de 70% et ne sont donc pas généralisables ; (2) les économies d'eau obtenues à partir de systèmes localisés diminuent de manière significative lorsque le déficit hydrique de la saison de culture augmente et lorsque la capacité de rétention de l'eau du sol est élevée ; (3) celles obtenues par la programmation de l'irrigation à l'aide de sondes pédologiques ne semblent pas être influencées par le déficit hydrique, la capacité de rétention d'eau du sol ou le type de sonde pédologique ; (4) un référentiel des économies d'eau potentiellement réalisables par le changement du matériel d'irrigation et/ou de la gestion de l'irrigation a pu être établi ; (5) l'utilisation du modèle Optirrig a permis de quantifier les économies d'eau provenant de la réduction des pertes techniques (liées au type de système) et des pertes tactiques (liées à la gestion et à la programmation de l'irrigation).

Mots-clés : Efficacité de l'eau d'irrigation, goutte-à-goutte, goutte-à-goutte souterrain, micro-asperseurs, programmation.

EFFECTS OF SOIL COMPACTION ON WATER CONSUMPTION, YIELD AND TUBER QUALITY OF POTATOES UNDER MULCHED DRIP IRRIGATION

EFFETS DU COMPACTAGE DU SOL SUR LA CONSOMMATION D'EAU, LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DES TUBERCULES DE POMMES DE TERRE SOUS IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE AVEC PAILLAGE

Yang Kaijing^{a1,B}, Wang Fengxin^{B,2}, Meng Chaobiao^{b,C,3}, Zhou Qib, And Lei Bo^a

ABSTRACT

The objective is to explore the influences of soil compaction on water consumption, growth, yield and tuber quality of potatoes under mulched drip irrigation. With a pot experiment, three different soil compaction treatments (T_1 , T_2 , and T_3 with the soil bulk density of 1.52, 1.57 and 1.65 g/cm³, respectively) were set up to investigate the response of water use, growth, yield and tuber quality of potato to different soil compactness. The results showed that T_2 treatment had the largest water consumption during the whole growth period, namely 290 mm, about 11.5% higher than the other two treatments. The average daily water consumption of T_1 , T_2 and T_3 treatments were 3.9, 4.3 and 4.1 mm/d, respectively. The leaf photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance, and intercellular CO₂ concentration of T_3 treatment were significantly higher than those of T_1 and T_2 treatments. The plant height in the early growth stage decreased with the increase of soil compaction, but tended to the same level in the late growth stage. The increase of soil compaction decreased the number of tubers per plant and the yield. Compared with the T_1 treatment (yield of 490.9 g/plant), the T_2 and T_3 treatments reduced the yield by 12.0% and 4.3%, respectively. Increasing soil compaction increased tuber hardness, starch content, and protein content, but reduced vitamin C content and increased tuber deformity. Maintaining a suitable soil compaction is important for high-quality and high-yield potato production under mulch drip irrigation.

Key Words: potato, soil compactness, water consumption, yield, tuber quality.

RESUME

L'objectif est d'explorer les influences du compactage du sol sur la consommation d'eau, la croissance, le rendement et la qualité des tubercules de pommes de terre sous irrigation goutte-à-goutte avec paillage. Avec une expérience en pot, trois traitements différents de compactage du sol (T_1 , T_2 , et T_3 avec une densité apparente du sol de 1,52, 1,57 et 1,65 g/cm³, respectivement) ont été mis en place pour étudier la réponse de l'utilisation de l'eau, de la croissance, du rendement et de la qualité des tubercules de pomme de terre à différents compactages du sol. Les résultats ont montré que le traitement T_2 avait la plus grande consommation d'eau pendant toute la période de croissance, à savoir 290 mm, soit environ 11,5 % de plus que les deux autres traitements. La consommation d'eau quotidienne moyenne des traitements T_1 , T_2 et T_3 était respectivement de 3,9, 4,3 et 4,1 mm/j. Le taux de photosynthèse des feuilles, le taux de transpiration, la conductance stomatique et la concentration intercellulaire de CO₂ du traitement T_3 étaient significativement plus élevés que ceux des traitements T_1 et T_2 . La hauteur des plantes au début de la croissance a diminué avec l'augmentation de la compaction du sol, mais a tendu vers le même niveau

1 State Key Lab. of Simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038

2 Center for Agricultural Water Research, China Agricultural University, Beijing 100083, China Tel.:+86-10-62738523. E-mail address: fxinwang@cau.edu.cn.

3 Institute of Soil and Water Resources and Environmental Science, College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang Provincial Key Laboratory of Agricultural, Zhejiang University, Hangzhou, 310058, China

à la fin de la croissance. L'augmentation du compactage du sol a diminué le nombre de tubercules par plante et le rendement. Par rapport au traitement T_1 (rendement de 490,9 g/plante), les traitements T_2 et T_3 ont réduit le rendement de 12,0 % et 4,3 %, respectivement. L'augmentation du compactage du sol a augmenté la dureté des tubercules, la teneur en amidon et la teneur en protéines, mais a réduit la teneur en vitamine C et a augmenté la déformation des tubercules. Le maintien d'un compactage du sol approprié est important pour la production de pommes de terre de haute qualité et à haut rendement sous irrigation goutte à goutte avec paillis.

Mots clés : pomme de terre, compacité du sol, consommation d'eau, rendement, qualité des tubercules.

REVITALIZATION OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL AREAS DUE TO TIDAL FLOODING WITH POLDER SYSTEM

REVITALISATION DES ZONES D'IRRIGATION ET D'AGRICULTURE GRÂCE À L'INONDATION PAR LES MARÉES AVEC UN SYSTÈME DE POLDERS

Wahyudi, S. I.¹, Adi, H.P², and Heikoop, R.³

ABSTRACT

Several areas on the north coast of Central Java experienced tidal flooding. Among them are *Wonokerto* area, Pekalongan Regency. The Catchment area is $17.95 \text{ km}^2 = 1795 \text{ Ha}$. Approximately 60% of Catchment Area (10.5 Km^2), affected by tidal flooding and land elevation lower than high sea tide. Based on interviews and field data, the area was previously agricultural land and settlements. Currently, the agricultural land cannot be used for agriculture, because it is often flooded by sea water at high tide. How to restore part of the area so that it can be used again as agricultural land and comfortable settlements.

The study intends to deal with flooding from the sea and at the same time revitalize the agricultural land and the irrigation systems. The objectives of this study were to determine the alignment of the embankment to hold seawater, to determine the protected areas for settlements and agriculture, to determine the current irrigation and drainage system, to determine the longitudinal long storage as retention basin, and to simulate the pump.

The primary data needed in this study are the results of tracking flood areas, observations of water elevation at high tide and channel system. The infrastructure that needs to be realized in handling the Polder system is tidal embankments, water long storage, and pumps. Then to get fresh water, the flow arrangement from the dam of *Klethak Pesantren* is carried out, according to the previous conditions. So that agricultural land can be replanted, it takes time for the process of desalination of water and land.

This research resulted in the concept of revitalizing the function of irrigation networks, agricultural land. Because the flow cannot be gravitated to the sea, it is necessary to adjust the water level with a pump. Elevation simulation results of pump capacity and retention pond to adjust maintain between $+0.00 \text{ LWS}$ to $+0.75 \text{ LWS}$. The polder system is applied to regulate the water level in residential and agricultural areas.

Keywords: Revitalization; Agricultural area; Irrigation; Tidal Flood; Polder System.

RÉSUMÉ

Plusieurs zones de la côte nord du centre de Java ont subi des inondations dues à la marée. Parmi elles, la région de *Wonokerto*, dans la circonscription de Pekalongan. Le bassin versant est de $17.95 \text{ km}^2 = 1795 \text{ Ha}$. Environ 60 % du bassin versant ($10,5 \text{ km}^2$) ont été touchés par les inondations dues à la marée et l'élévation des terres est inférieure à la marée haute. D'après les entretiens et les données de terrain, la zone était auparavant constituée de terres agricoles et d'habitations. Actuellement, les terres agricoles ne peuvent pas être utilisées pour l'agriculture, car elles sont souvent inondées par l'eau de mer à marée haute. Comment restaurer une partie de la zone pour qu'elle puisse à nouveau être utilisée comme terre agricole et comme zone d'habitation confortable ?

1 Civil Engineering Department, Sultan Agung Islamic University, Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang, Indonesia Corresponding author: wahyudi@unissula.ac.id

2 Water Management Department, Rotterdam University of Applied Science, G.J de Jonghweg 4-6, Rotterdam, The Netherland

L'étude vise à faire face aux inondations causées par la mer et, en même temps, à revitaliser les terres agricoles et les systèmes d'irrigation. Les objectifs de cette étude étaient de déterminer l'alignement de la digue pour retenir l'eau de mer, de déterminer les zones protégées pour les établissements et l'agriculture, de déterminer le système d'irrigation et de drainage actuel, de déterminer le long stockage longitudinal comme bassin de rétention, et de simuler la pompe.

Les données primaires nécessaires à cette étude sont les résultats du suivi des zones inondables, les observations de l'élévation de l'eau à marée haute et le système de canaux. L'infrastructure qui doit être réalisée pour gérer le système des polders est constituée de digues de marée, de réservoirs d'eau et de pompes. Ensuite, pour obtenir de l'eau douce, l'arrangement du débit du barrage de *Klethak Pesantren* est effectué, selon les conditions précédentes. Pour que les terres agricoles puissent être replantées, il faut du temps pour le processus de dessalement de l'eau et de la terre.

Cette recherche a débouché sur le concept de revitalisation de la fonction des réseaux d'irrigation, des terres agricoles. L'écoulement ne pouvant être gravité jusqu'à la mer, il est nécessaire d'ajuster le niveau de l'eau à l'aide d'une pompe. Les résultats de la simulation de l'élévation de la capacité de la pompe et du bassin de rétention pour ajuster le niveau se maintiennent entre +0,00 LWS et +0,75 LWS. Le système de polders est appliqué pour réguler le niveau d'eau dans les zones résidentielles et agricoles.

Mots-clés : Revitalisation ; zone agricole ; irrigation ; inondation par la marée ; système de polders.

SMART AGRICULTURE MANAGEMENT SYSTEM USING IOT-BASED MODULE

SYSTÈME DE GESTION DE L'AGRICULTURE INTELLIGENTE UTILISANT UN MODULE BASÉ SUR LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

Kushwaha, Yogesh Kumar¹, Pandey, Ashish², and Panigrahi, R.K.³

ABSTRACT

Agriculture consumes the maximum amount of water compared to industrial uses and municipal supply. But poor irrigation applications, wastage of water, and insufficient irrigation efficiencies create problems in agriculture management. Improving irrigation management with advanced techniques to preserve the water is necessary. The technology that leads agriculture worldwide toward a more effective and sustainable route is the Internet of Things (IoT). Recent technological breakthroughs like smart irrigation for optimum water utilization in the farming landscape and Wireless Sensor Networks (WSN) for soil moisture prediction may address some opportunities in the agriculture sector, which may be helpful for environmental and economic areas up to some extent in the globe. Smart agriculture management using IoT-based networks involves IoT modules and sensors for collecting and transmitting data related to various aspects of agriculture, including soil moisture, temperature, humidity, and crop health. This approach aims to improve agricultural practices' efficiency, productivity, and sustainability. An in-depth statistical evaluation of sensor data throughout the agricultural system has been included in this work. The capacitive-based sensors were developed and tested in a wheat crop field with loamy soil for a smart irrigation system. It was compared with a PR2 soil moisture probe at different root zone depths of the crop. The relative root mean square error (RRMSE) for the soil moisture content for the capacitive-based sensor and PR2 probe ranged from 1.46 to 1.30 and 1.64 to 1.98. The coefficient of determination (R^2) varied from 0.76 to 0.85 for the PR2 probe and 0.74 to 0.90 for the capacitive-based sensor. At a 5% significance level, a paired t-test revealed significant differences between the sensors. According to these results, the proposed capacitive-based sensor represents a practical substitute for the PR2 probe in applications requiring precise soil moisture detection and intelligent irrigation. Wireless sensors are also an analysis of irrigation systems while minimizing water consumption and improving energy efficiency. The system's efficacy is validated through field testing, considering cost, efficiency, and replicability factors. Overall, using IoT technology, the Smart Agriculture Management System offers a comprehensive solution for efficient and sustainable agricultural practices. included in an IoT-based Smart Agriculture Management System for real-time monitoring of soil temperature and moisture. These sensors provide data to a web and mobile application, enabling farmers to decide on irrigation based on the state of the land. The system aims to optimize water usage, increase productivity, and promote sustainability in agriculture. Cloud-based data analysis enables remote monitoring

Keywords: Internet of Things (IoT); Capacitive Soil Moisture Sensors; Smart Irrigation.

1 Research Scholar, Water Resources Development & Management Department, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, India, email- ykumarkushwaha@wr.iitr.ac.in

2 Professor, Water Resources Development & Management Department Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, India, email- ashish.pandey@wr.iitr.ac.in

3 Associate professor, Department of Electronics & Communication Engineering, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, India, email- rajib.panigrahi@ece.iitr.ac.in

RÉSUMÉ

L'agriculture consomme la plus grande quantité d'eau par rapport aux utilisations industrielles et à l'approvisionnement municipal. Mais les mauvaises applications de l'irrigation, le gaspillage de l'eau et l'efficacité insuffisante de l'irrigation créent des problèmes dans la gestion de l'agriculture. Il est nécessaire d'améliorer la gestion de l'irrigation à l'aide de techniques avancées afin de préserver l'eau. L'internet des objets (IdO) est la technologie qui permet à l'agriculture mondiale d'emprunter une voie plus efficace et plus durable. De récentes avancées technologiques, telles que l'irrigation intelligente pour une utilisation optimale de l'eau dans le paysage agricole et les réseaux de capteurs sans fil (WSN) pour la prévision de l'humidité du sol, pourraient ouvrir des perspectives dans le secteur agricole, ce qui pourrait s'avérer utile pour les domaines environnementaux et économiques dans une certaine mesure dans le monde. La gestion intelligente de l'agriculture à l'aide de réseaux basés sur l'IdO implique des modules et des capteurs IdO pour la collecte et la transmission de données liées à divers aspects de l'agriculture, notamment l'humidité du sol, la température, l'humidité et la santé des cultures. Cette approche vise à améliorer l'efficacité, la productivité et la durabilité des pratiques agricoles. Une évaluation statistique approfondie des données des capteurs dans l'ensemble du système agricole a été incluse dans ce travail. Les capteurs capacitifs ont été développés et testés dans un champ de blé au sol limoneux pour un système d'irrigation intelligent. Ils ont été comparés à une sonde d'humidité du sol PR2 à différentes profondeurs de la zone racinaire de la culture. L'erreur quadratique moyenne relative (RRMSE) de la teneur en eau du sol pour le capteur capacitif et la sonde PR2 était comprise entre 1,46 et 1,30 et entre 1,64 et 1,98. Le coefficient de détermination (R^2) variait de 0,76 à 0,85 pour la sonde PR2 et de 0,74 à 0,90 pour le capteur capacitif. À un niveau de signification de 5 %, un test t par paires a révélé des différences significatives entre les capteurs. D'après ces résultats, le capteur capacitif proposé représente un substitut pratique à la sonde PR2 dans les applications nécessitant une détection précise de l'humidité du sol et une irrigation intelligente. Des capteurs sans fil sont également inclus dans un système de gestion de l'agriculture intelligente basé sur l'IdO pour la surveillance en temps réel de la température et de l'humidité du sol. Ces capteurs fournissent des données à une application web et mobile, permettant aux agriculteurs de décider de l'irrigation en fonction de l'état de la terre. Le système vise à optimiser l'utilisation de l'eau, à augmenter la productivité et à promouvoir la durabilité dans l'agriculture. L'analyse des données dans le nuage permet de surveiller et d'analyser à distance les systèmes d'irrigation tout en réduisant la consommation d'eau et en améliorant l'efficacité énergétique. L'efficacité du système est validée par des essais sur le terrain, en tenant compte des facteurs de coût, d'efficacité et de reproductibilité. Dans l'ensemble, grâce à la technologie IoT, le système de gestion de l'agriculture intelligente offre une solution complète pour des pratiques agricoles efficaces et durables.

Mots-clés : Internet des objets (IoT) ; Capteurs capacitifs d'humidité du sol ; Irrigation intelligente.

CAPACITY ASSESSMENT OF RESERVOIRS FOR ACCURATE IRRIGATION AND CROP MANAGEMENT IN TAPI BASIN, MAHARASHTRA

EVALUATION DE LA CAPACITE DES RESERVOIRS POUR UNE IRRIGATION PRECISE ET LA GESTION DES CULTURES DANS LE BASSIN DE LA TAPI, MAHARASHTRA

Anupriya Jadhav (Ms.) ¹, Bharati Shinde (Ms.) ², Dilip Pahade³, and Sanjay Belsare⁴

ABSTRACT

Being in Water Resources Department, effective water planning and irrigation management in integrated river basin management is the essential inputs required for the assessment of availability of water in the basin.

The Tapi River drains an area of 65145 sq km out of which nearly 80 percent lies in Maharashtra. The basin has an elongated shape with a maximum length of 587 km from east to west and the maximum width of 210 km from north to south. Perimeter of the basin is about 1840 km. The basin, viz hilly region and plains which consists of black soils and alluvial clays with a layer of black soil above. The annual rainfall for the upper, middle and lower Tapi basins for an average year is 931.90 mm, 713.05 mm and 1407.9 mm respectively. (Source: India WRIS). Which causes erosion of loose soil results accumulation of sediment in the Rivers and the Reservoir Catchment area. Tapi Basin is the most silted basin in the Maharashtra.

Remote sensing technique for reservoir sedimentation surveys is essentially based on mapping of water-spread areas (WSA) to compute present storage capacity. The remote sensing technique is cost effective and fairly accurate for assessment of Sediment / Capacity because of its higher temporal frequency that covers large area. Sediment assessment of reservoir by SRS Technique of 33 reservoirs of Tapi Basin is done by Maharashtra Engineering Research Institute (MERI since 1992) and found that storage capacity of reservoirs in Tapi basin got reduced to 77.508%.

The parameters namely WSA and the elevation information are used to calculate the volume of water stored between different levels to find out change in capacity between different levels. Irrigation management can be planned properly by having nearly accurate percentage of water availability and storage capacity of reservoirs. The accumulated silt in this huge area of Tapi basin can be excavated and can be used in agricultural fields to improve fertility of land and crop productivity. Increasing water storage capacity of reservoirs and improving crop productivity under one operation can be achieved. Further preventive measures are suggested such as prevention of soil erosion from catchment to reduce siltation of reservoir, ensuring adequate irrigation water to the demand area, improving land capability moisture regime in the watershed, maintaining ecological balance in a catchment area, educating people in the management of catchment.

Keywords: Tapi basin, MERI, SRS technique, WSA, sedimentation.

RÉSUMÉ

Au sein du département des ressources en eau, une planification efficace de l'eau et une gestion de l'irrigation dans le cadre d'une gestion intégrée des bassins fluviaux sont les éléments essentiels nécessaires à l'évaluation de la disponibilité de l'eau dans le bassin.

¹ 10anupriya.j@gmail.com

La rivière Tapi draine une superficie de 65145 km², dont près de 80 % se trouvent dans le Maharashtra. Le bassin a une forme allongée avec une longueur maximale de 587 km d'est en ouest et une largeur maximale de 210 km du nord au sud. Le périmètre du bassin est d'environ 1840 km. Le bassin, qui comprend une région de collines et des plaines, est constitué de terres noires et d'argiles alluviales surmontées d'une couche de terre noire. Les précipitations annuelles moyennes pour les bassins supérieur, moyen et inférieur de la Tapi sont respectivement de 931,90 mm, 713,05 mm et 1407,9 mm. (Source : India WRIS). L'érosion des sols meubles entraîne l'accumulation de sédiments dans les rivières et le bassin versant des réservoirs. Le bassin de Tapi est le bassin le plus envasé du Maharashtra.

La technique de télédétection pour les études de sédimentation des réservoirs est essentiellement basée sur la cartographie des zones de répartition de l'eau (WSA) pour calculer la capacité de stockage actuelle. La technique de télédétection est rentable et assez précise pour l'évaluation des sédiments / de la capacité en raison de sa fréquence temporelle plus élevée qui couvre une grande zone. L'évaluation des sédiments des réservoirs par la technique SRS de 33 réservoirs du bassin de Tapi a été réalisée par l'Institut de recherche en ingénierie de Maharashtra (MERI depuis 1992) et a révélé que la capacité de stockage des réservoirs du bassin de Tapi a été réduite de 77,508 %.

Les paramètres, à savoir l'ASO et les informations relatives à l'altitude, sont utilisés pour calculer le volume d'eau stocké entre les différents niveaux afin de déterminer le changement de capacité entre les différents niveaux. La gestion de l'irrigation peut être planifiée correctement en ayant un pourcentage précis de la disponibilité de l'eau et de la capacité de stockage des réservoirs. Le limon accumulé dans cette vaste zone du bassin de Tapi peut être excavé et utilisé dans les champs agricoles pour améliorer la fertilité de la terre et la productivité des cultures. Il est possible d'augmenter la capacité de stockage des réservoirs et d'améliorer la productivité des cultures en une seule opération. D'autres mesures préventives sont suggérées, telles que la prévention de l'érosion des sols du bassin versant afin de réduire l'envasement des réservoirs, l'assurance d'une irrigation adéquate de la zone de demande, l'amélioration du régime d'humidité de la capacité des terres dans le bassin versant, le maintien de l'équilibre écologique dans une zone de bassin versant, l'éducation de la population à la gestion du bassin versant.

Mots-clés : Bassin de la Tapi, MERI, technique SRS, WSA, sédimentation.

UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) IMAGE ANALYTICS FOR CROP AND SOIL WATER STRESS DETECTION IN PADDY UNDER ALTERNATE WETTING AND DRYING IRRIGATION PRACTICE

ANALYSE D'IMAGES DE VÉHICULES AÉRIENS SANS PILOTE (UAV) POUR LA DÉTECTION DU STRESS HYDRIQUE DES CULTURES ET DU SOL DANS LE PADDY SOUS UNE PRATIQUE D'IRRIGATION ALTERNANT MOUILLAGE ET SÉCHAGE

Visuto Khatso¹, Damodhara Rao Mailapalli²

ABSTRACT

This research study develops water deficit index (WDI) maps and the soil water stress coefficient (K_s) maps based on soil moisture and vegetation indices obtained from unmanned aerial vehicle (UAV) based multispectral and thermal imageries for different crop growth stages of paddy. The UAV was flown when the water in the Alternate Wetting and Drying (AWD) pipes has depleted 15 cm and 30 cm below the soil surface to detect crop water stress. Thermal and multispectral cameras mounted on a quadcopter UAV was flown during a growing season and provided composite land surface temperature and multispectral images. From multispectral images, various vegetation indices were calculated and from thermal images the temperature of the crop field was computed. NGRDI Vegetation index maps showed a better representation of vegetation cover. Temperature maps showed high temperature values in areas where there was water stress even though the vegetation cover was high. Variation in both NGRDI and temperature maps were reflected in WDI maps. A good negative correlation of -0.85 was found between surface-air temperature difference and soil moisture content. The soil water stress coefficient (K_s) also correlated well with the NGRDI and WDI having R^2 0.7284 and 0.7208, respectively. A regression equation was developed between K_s and NGRDI to developed K_s maps for the experimental plots. . WDI maps determine accurate absolute water stress values and variation within the paddy field. Thus, WDI and K_s maps served as a good indicator of water deficit maps, showing the farmer where irrigation is required to ensure healthy vegetation for the entire growing period.

Keywords: Water deficit index (WDI), Crop water stress, Alternate Wetting and Drying (AWD), Normalized green-red difference index (NGRDI), Unmanned aerial vehicle (UAV), Vegetation indices.

RÉSUMÉ

Cette étude développe des cartes de l'indice de déficit hydrique (WDI) et du coefficient de stress hydrique du sol (K_s) basées sur l'humidité du sol et les indices de végétation obtenus à partir de véhicules aériens sans pilote (UAV) basés sur des images multispectrales et thermiques pour différents stades de croissance des cultures de paddy. L'UAV a été piloté lorsque l'eau dans les tuyaux d'alternance d'humidification et de séchage (AWD) a baissé de 15 cm et 30 cm sous la surface du sol pour détecter le stress hydrique des cultures. Des caméras thermiques et multispectrales montées sur un quadcopter UAV ont été utilisées pendant une saison de croissance et ont fourni des images composites de la température de la surface du sol et des images multispectrales. À partir des images multispectrales, divers

1 M.Tech, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, India, 721302

2 Associate Professor, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, India, 721302 (E-mail: mailapalli@agfe.iitkgp.ac.in)

indices de végétation ont été calculés et à partir des images thermiques, la température du champ de culture a été calculée. Les cartes de l'indice de végétation NGRDI ont montré une meilleure représentation de la couverture végétale. Les cartes de température ont montré des valeurs de température élevées dans les zones où il y avait un stress hydrique, même si la couverture végétale était importante. Les variations dans les cartes NGRDI et de température ont été reflétées dans les cartes WDI. Une bonne corrélation négative de -0,85 a été trouvée entre la différence de température de l'air en surface et la teneur en eau du sol.

Le coefficient de stress hydrique du sol (K_s) est également bien corrélé avec le NGRDI et le WDI, avec des R^2 de 0,7284 et 0,7208, respectivement. Une équation de régression a été développée entre K_s et NGRDI afin d'établir des cartes de K_s pour les parcelles expérimentales. Les cartes WDI déterminent avec précision les valeurs absolues du stress hydrique et les variations au sein de la rizière. Ainsi, les cartes WDI et K_s ont servi de bon indicateur des cartes de déficit hydrique, montrant à l'agriculteur où l'irrigation est nécessaire pour assurer une végétation saine pendant toute la période de croissance.

Mots-clés : Indice de déficit hydrique (IDH), stress hydrique des cultures, alternance d'humidification et de séchage (AWD), indice normalisé de différence vert-rouge (NGRDI), véhicule aérien sans pilote (UAV), indices de végétation.

PREDICTION OF CROP COEFFICIENT VALUES FOR RICE USING CROP HEIGHT AND MACHINE LEARNING ALGORITHMS

PRÉDICTION DES VALEURS DES COEFFICIENTS DE RÉCOLTE POUR LE RIZ À L'AIDE DE LA HAUTEUR DES CULTURES ET D'ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Suyog Khose¹ and Damodhara Rao Maillapalli²

ABSTRACT

Water requirements of the crops vary substantially during the growing period mainly due to variations in crop canopy and climatic conditions. For efficient water management in rice, precise crop evapotranspiration (ET_c) estimation is necessary and relies upon crop coefficient (K_c) at different growth stages. The rice crop height is one-factor affecting rice crop water requirements. The similarity in the crop coefficient curve and crop height curve during its growth period (up to the reproductive stage) suggests the possibility of modelling crop coefficient (K_c) as a function of crop height. Field experiments were conducted on rice variety MTU1010 during Kharif 2018/19, 2019/20, and Rabi 2018/19. The daily ET_c was estimated non-weighing type lysimeter (water balance approach). The average K_c was observed to be 1.04, 1.24, 1.36, and 1.18 for the initial crop development, reproductive, and late growth stages of the rice crop season, respectively. The rice crop height was observed to increase up to the reproductive stage and, after that, constant for all three seasons. The maximum crop height for Kharif 2018/19, Rabi 2018/19, and Kharif 2019/20 was observed to be 108, 105, and 111 cm, respectively. Four machine-learning algorithms (Linear Regression (LR), Support Vector Regression (SVR), Random k- Nearest Neighbour (KNN), and Random Forest (RF)) were used for this study. Stage-wise K_c values with crop height and the day after transplantation (DAT) correlate well compared to only crop height. For the prediction of K_c , KNN algorithms performed well as compared to LR, SVR, and RF, with R^2 as 0.73, 0.49, 0.46, 0.66, and 0.59, respectively. The predicted K_c also shows a similar trend as the observed K_c in all four crop growth stages. The results show that the crop height can be helpful for the estimation of the crop coefficient. The predicted crop coefficient for rice crop can be used for estimating irrigation water requirements and irrigation scheduling in the sub-humid sub-tropical region.

Keywords: Crop Evapotranspiration; Crop Coefficient; Crop Height; Irrigation water requirement; Machine Learning.

RÉSUMÉ

Les besoins en eau des cultures varient considérablement au cours de la période de croissance, principalement en raison des variations du couvert végétal et des conditions climatiques. Pour une gestion efficace de l'eau dans le riz, une estimation précise de l'évapotranspiration de la culture (ET_c) est nécessaire et repose sur le coefficient de culture (K_c) à différents stades de croissance. La hauteur de la culture de riz est l'un des facteurs qui influencent les besoins en eau de la culture de riz. La similitude entre la courbe du coefficient de culture et la courbe de la hauteur de la culture pendant sa période de croissance (jusqu'au stade reproductif) suggère la possibilité de modéliser le coefficient de culture (K_c) en fonction de la hauteur de la culture. Des expériences en plein champ ont été menées sur la variété de riz MTU1010 pendant Kharif 2018/19, 2019/20 et Rabi 2018/19. L'ET quotidien a été estimé à l'aide d'un

1 Research Scholar, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, India, 721302

2 Associate Professor, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, India, 721302 (E-mail: mailapalli@agfe.iitkgp.ac.in)

lysimètre non pesant (approche du bilan hydrique). On a observé que le K_c moyen était de 1,04, 1,24, 1,36 et 1,18 pour les stades de développement initial de la culture, de reproduction et de croissance tardive de la saison de culture du riz, respectivement. La hauteur de la culture de riz a été observée comme augmentant jusqu'au stade reproductif et, après cela, constante pour les trois saisons. La hauteur maximale de la culture pour Kharif 2018/19, Rabi 2018/19 et Kharif 2019/20 a été observée à 108, 105 et 111 cm, respectivement. Quatre algorithmes d'apprentissage automatique (régression linéaire (LR), régression vectorielle de soutien (SVR), random k- Nearest Neighbour (KNN) et Random Forest (RF)) ont été utilisés pour cette étude. Les valeurs de K_c par stade avec la hauteur de la culture et le jour après la transplantation (DAT) sont bien corrélées par rapport à la seule hauteur de la culture. Pour la prédiction de K_c , les algorithmes KNN ont donné de bons résultats par rapport à LR, SVR et RF, avec R^2 de 0,73, 0,49, 0,46, 0,66 et 0,59, respectivement. Le K_c prédit montre également une tendance similaire au K_c observé dans les quatre stades de croissance de la culture. Les résultats montrent que la hauteur de la culture peut être utile pour l'estimation du coefficient de culture. Le coefficient de culture prédit pour la culture du riz peut être utilisé pour estimer les besoins en eau d'irrigation et la programmation de l'irrigation dans la région subhumide subtropicale.

Mots clés : Evapotranspiration des cultures ; Coefficient de culture ; Hauteur des cultures ; Besoin en eau d'irrigation ; Apprentissage automatique.

PRESSURIZED IRRIGATION DISTRIBUTION SYSTEM FOR BETTER WATER CONSERVATION AND ENVIRONMENT MANAGEMENT

SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'IRRIGATION SOUS PRESSION POUR UNE MEILLEURE CONSERVATION DE L'EAU ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

M.K. Sinha¹

ABSTRACT

Irrigation has contributed significantly to agricultural productivity, poverty alleviation, food security, and improving the quality of life for rural populations. However, the increased dependence on irrigation has not been without over exploitation of water resources and its negative environmental effects. The potential negative environmental impacts of most large conventional irrigation projects include waterlogging, drainage congestion and salinization of soils, and increased incidence of water-borne and water-related diseases. These are also associated with low water use efficiency. On the other hand, non-conventional irrigation technology like pressurized irrigation distribution systems with micro irrigation methods like drip and sprinkler irrigation systems not only improve water use efficiency, thereby improving water conservation but also adds to better environmental Management. The Paper attempts to present case studies of the Narmada Canal Project benefitting Balmer and Jalore districts and Parwan Multipurpose Irrigation Project benefitting Jhalawar, Baran and Kota districts of Rajasthan – the water-deficient State in India to bring out better water conservation and better environment management through 100% pressurized irrigation distribution system with micro irrigation methods. In both of these Projects, the Command Area, i.e., irrigation coverage area, could be increased substantially from the earlier planned Command Area based on conventional irrigation. The adoption of a pressurized irrigation distribution system with micro irrigation reduced water footprint, increased water use efficiency benefitting larger areas and populations. In addition, possible environmental hazards like water logging, drainage congestion, salinization and consequent incidences of waterborne diseases also got addressed. Though the Project cost also increased the gain in terms of better water conservation and environment management outweigh the increased Project costs giving better value for the public money. the increased cost should also be seen in the context of the cost of additional projects that would have been required to achieve the additional benefits accrued.

Keywords: Water use efficiency, agricultural productivity, environment impacts, Command Area, nonconventional irrigation system, micro irrigation, drip, sprinkler, water logging, salinization

RÉSUMÉ

L'irrigation a contribué de manière significative à la productivité agricole, à la réduction de la pauvreté, à la sécurité alimentaire et à l'amélioration de la qualité de vie des populations rurales. Toutefois, la dépendance accrue à l'égard de l'irrigation ne s'est pas faite sans une surexploitation des ressources en eau et ses effets négatifs sur l'environnement. Les impacts environnementaux négatifs potentiels de la plupart des grands projets d'irrigation conventionnels comprennent l'engorgement, la congestion du drainage et la salinisation des

¹ Chairman, Godavari River Management Board, Hyderabad and Former Executive Member, Narmada Control Authority, Indore

sols, ainsi que l'augmentation de l'incidence des maladies transmises par l'eau et des maladies liées à l'eau. Ces effets sont également associés à une faible efficacité de l'utilisation de l'eau. D'autre part, les technologies d'irrigation non conventionnelles telles que les systèmes de distribution d'irrigation sous pression avec des méthodes de micro-irrigation telles que les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte et par aspersion améliorent non seulement l'efficacité de l'utilisation de l'eau, améliorant ainsi la conservation de l'eau, mais contribuent également à une meilleure gestion de l'environnement. L'article tente de présenter des études de cas du projet du canal Narmada dans les districts de Balmer et de Jalore et du projet d'irrigation polyvalent de Parwan dans les districts de Jhalawar, Baran et Kota au Rajasthan - l'État indien qui manque d'eau - afin d'améliorer la conservation de l'eau et la gestion de l'environnement grâce à un système de distribution d'irrigation sous pression à 100 % avec des méthodes de micro-irrigation. Dans ces deux projets, la zone de commandement, c'est-à-dire la zone de couverture de l'irrigation, a pu être augmentée de manière substantielle par rapport à la zone de commandement planifiée antérieurement et basée sur l'irrigation conventionnelle. L'adoption d'un système de distribution d'irrigation sous pression avec micro-irrigation a permis de réduire l'empreinte hydrique et d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau, ce qui a profité à des zones et des populations plus étendues. En outre, les risques environnementaux possibles tels que l'engorgement, la congestion du drainage, la salinisation et les incidences conséquentes des maladies d'origine hydrique ont également été abordés. Bien que le coût du projet ait également augmenté, les bénéfices en termes d'amélioration de la conservation de l'eau et de la gestion de l'environnement l'emportent sur l'augmentation des coûts du projet, ce qui permet d'optimiser l'utilisation des fonds publics.

Mots clés : Efficacité de l'utilisation de l'eau, productivité agricole, impacts sur l'environnement, zone de commandement, système d'irrigation non conventionnel, micro-irrigation, goutte à goutte, aspersion, engorgement, salinisation.

OPTIMUM APPLICATION EFFICIENCY OF SURFACE IRRIGATION SYSTEMS UNDER THE EFFECT OF IRRIGATION WATER SALINITY

EFFICACITÉ OPTIMALE DE L'APPLICATION DES SYSTÈMES D'IRRIGATION DE SURFACE SOUS L'EFFET DE LA SALINITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION

Rahimian M.H.^{*1}, Moravejalahkami B.² and H. Gholami³

ABSTRACT

In an irrigation system, the application efficiency (E_a), or the ratio of stored water in the root zone soil to the total applied water, can be improved by decreasing the water losses including Deep Percolation (DP) from the beneath root zone soil layer. But in the case of using saline water for irrigation, the use of excess water is necessary for the soil salinity control, while this decreases the E_a of irrigation system. This paper aimed to investigate the interactions between leaching fraction (LF), E_a and soil salinity (EC_e) parameters of a surface irrigation system under the effect of variable rates of applied waters in saline condition. For this purpose, different irrigation depth treatments were designated and applied to the experimental fields, to investigate their effects on the changes of LF, E_a and soil profile EC_e . Results of this study show that the designer's efforts to achieve higher E_a values would lead to the less leaching of salts and to more soil salinity accumulation in the root zone and consequently, the crop yield declination. Also, it was concluded that the target application efficiency (E_a) of the irrigation system is different in saline condition, compared to non-saline condition. This finding can be suggested to the designers of irrigation systems, to take into account the salinity issue in addition to the hydraulic parameters for the surface irrigation system design and its optimization in saline condition.

Keywords: Application Efficiency (E_a); Deep Percolation (DP); Leaching Fraction (LF); Soil Salinity Profile.

RÉSUMÉ

Dans un système d'irrigation, l'efficacité de l'application (E_a), ou le rapport entre l'eau stockée dans le sol de la zone racinaire et l'eau totale appliquée, peut être améliorée en diminuant les pertes d'eau, y compris la percolation profonde (DP) de la couche inférieure du sol de la zone racinaire. Mais dans le cas de l'utilisation d'eau saline pour l'irrigation, l'utilisation d'eau excédentaire est nécessaire pour le contrôle de la salinité du sol, tout en diminuant l' E_a du système d'irrigation. Cet article vise à étudier les interactions entre la fraction de lixiviation (LF), E_a et les paramètres de salinité du sol (EC_e) d'un système d'irrigation de surface sous l'effet de taux variables d'eau appliquée en condition saline. A cette fin, différents traitements de profondeur d'irrigation ont été désignés et appliqués aux champs expérimentaux, afin d'étudier leurs effets sur les changements de LF, E_a et EC du profil du sol. Les résultats de cette étude montrent que les efforts du concepteur pour atteindre des valeurs E_a plus élevées conduiraient à un lessivage moindre des sels et à une accumulation plus importante de la salinité du sol dans la zone racinaire et, par conséquent, à une baisse du rendement

¹ National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran, E-mail: mhrahimian@gmail.com

² Soil and Water Research Department, (AREEO), Iran, E-mail: bita.moravej@gmail.com

³ PhD Student of Irrigation and Drainage Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, E-mail: gholami7h7@gmail.com

des cultures. Il a également été conclu que l'efficacité d'application cible (E_a) du système d'irrigation est différente en conditions salines et en conditions non salines. Ce résultat peut être suggéré aux concepteurs de systèmes d'irrigation, de prendre en compte la question de la salinité en plus des paramètres hydrauliques pour la conception du système d'irrigation de surface et son optimisation en condition saline.

Mots clés : Efficacité de l'application (E_a) ; Percolation profonde (DP) ; Fraction de lixiviation (LF) ; Profil de salinité du sol.

STUDY OF ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING BARLEY PLANT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TECHNOLOGY

ÉTUDE DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LA PLANTE D'ORGE À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE DES RÉSEAUX NEURONAUX ARTIFICIELS

Zeinab, H. Behairy¹, El Awady, M.N², Genaidy, M.A³ Shaimaa, and M. Baraka⁴

ABSTRACT

The impact of climate on crop production has a vital importance. Climate variables affect the different crops during different stages of their growth.

This research aims to study the environmental factors affecting the growth and production of barley (*Hordeum vulgare* L. Gramineae) cultivated in a hydroponic system, to provide information to farmers and decision makers using Artificial Neural Network (ANN) Model for production prediction. MATLAB (R2015a) that includes an "Artificial Neural Network (ANN) toolbox" was used.

Multilayer feed-forward ANN, fully connected, a supervised manner and the back-propagation algorithm training method was used.

The inputs in the ANN model of barley were: seeds density (kg/m²), lighting duration (h/day), light intensity (Lux), temperature (c^o), relative humidity (%) and growing period (days). The outputs were: vegetative yield (kg/m²), plant length (cm), protein (%), dry matter (%), and conversion factor.

The study parameters of the Artificial Neural Network (ANN) model architecture were number of hidden layers (one or two), number of neurons in each hidden layers (from 2 to 30 step 2), The type of transfer function (sigmoid or tangent), learning rate (from 0.001 to 0.005 step 0.001), iterations (10000,20000 and 40000) and momentum parameter (0.8 or 0.9).

Results revealed that the optimal architecture for the ANN model is four layers (6-25-30-5). The first layer is the input layer has six inputs as mentioned before. The second layer is the first hidden layer has 25 nodes. The third layer is the second hidden layer has 30 nodes. The fourth layer is the output layer has five inputs as mentioned before.

The result also indicated that the best transfer function is (tangent) in hidden and output layers of the ANN model. The best learning rate and the momentum parameter were 0.005 and 0.9 respectively for the ANN model. Iterations were 10000 epochs was more accurate than 20000 and 40000 epochs during training process for the ANN model. In addition, the results showed that the variation between target and predicted outputs was small while the correlation coefficient (R) was 0.99.

The results revealed also that the major parameters affecting all the outputs were seeds density and the duration of the lighting followed by the other factors i.e. temperature (c^o),

1 Prof. Emeritus of Pomology, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, E-mail: zeinab_behairy@agr.asu.edu.eg, z_behairy@yahoo.com , Tel: + 02-012-22880477

2 Prof. Emeritus of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt.

3 Associate Prof. of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt.

4 M. Sc. Agric. Sc. Biological Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, E-mail: shaymaa_baraka@agr.asu.edu.eg

relative humidity (%), growing period (days) and light intensity (Lux). Seeds density has the highest percent on yield, plant length, protein (%), dry matter (%) and conversion factor by 22.8%, 24%, 25%, 24% and 22.8% respectively.

The developed ANN model was beneficial tool for crops production prediction. The crop yield prediction could be helpful for farmers, decision makers to manage their crops efficiently by providing a series of recommendations in order to avoid losses and reach the best benefits and yield maximization.

Keywords: Artificial Neural Network (ANN), Barley plant, Climate change, Hydroponic system, MATLAB program, Production prediction.

RESUME

L'impact du climat sur la production agricole est d'une importance vitale. Les variables climatiques affectent les différentes cultures à différents stades de leur croissance.

Cette recherche vise à étudier les facteurs environnementaux affectant la croissance et la production de l'orge (*Hordeum vulgare* L. Gramineae) cultivée dans un système hydroponique, afin de fournir des informations aux agriculteurs et aux décideurs en utilisant le modèle de réseau de neurones artificiels (ANN) pour la prédiction de la production. MATLAB (R2015a) qui comprend une boîte à outils «Artificial Neural Network (ANN) toolbox» a été utilisé.

Un ANN multicouche de type feed-forward, entièrement connecté, supervisé et utilisant la méthode d'apprentissage par algorithme de rétropropagation a été utilisé.

Les entrées du modèle ANN de l'orge étaient : la densité des graines (kg/m²), la durée de l'éclairage (h/jour), l'intensité lumineuse (Lux), la température (c°), l'humidité relative (%) et la période de croissance (jours). Les données de sortie étaient les suivantes : rendement végétatif (kg/m²), longueur de la plante (cm), protéines (%), matière sèche (%) et facteur de conversion.

Les paramètres d'étude de l'architecture du modèle de réseau neuronal artificiel (ANN) étaient le nombre de couches cachées (une ou deux), le nombre de neurones dans chaque couche cachée (de 2 à 30 étape 2), le type de fonction de transfert (sigmoïde ou tangente), le taux d'apprentissage (de 0,001 à 0,005 étape 0,001), les itérations (10000, 20000 et 40000) et le paramètre d'élan (0,8 ou 0,9).

Les résultats ont révélé que l'architecture optimale du modèle ANN est constituée de quatre couches (6-25-30-5). La première couche est la couche d'entrée qui comporte six entrées, comme indiqué précédemment. La deuxième couche est la première couche cachée et comporte 25 nœuds. La troisième couche est la deuxième couche cachée et comporte 30 nœuds. La quatrième couche est la couche de sortie et comporte cinq entrées, comme indiqué précédemment.

Les résultats indiquent également que la meilleure fonction de transfert est (tangente) dans les couches cachées et de sortie du modèle ANN. Le meilleur taux d'apprentissage et le paramètre d'élan étaient respectivement de 0,005 et 0,9 pour le modèle ANN. Les itérations de 10000 époques étaient plus précises que celles de 20000 et 40000 époques pendant le processus de formation du modèle ANN. En outre, les résultats ont montré que la variation entre la cible et les sorties prédites était faible tandis que le coefficient de corrélation (R) était de 0,99.

Les résultats ont également révélé que les principaux paramètres affectant tous les résultats étaient la densité des graines et la durée de l'éclairage, suivis par les autres facteurs, à savoir la température (°C), l'humidité relative (%), la période de croissance (jours) et l'intensité lumineuse (Lux). La densité des graines a le pourcentage le plus élevé sur le rendement, la

longueur de la plante, la protéine (%), la matière sèche (%) et le facteur de conversion de 22,8%, 24%, 25%, 24% et 22,8% respectivement.

Le modèle ANN développé est un outil bénéfique pour la prédiction de la production des cultures. La prédiction du rendement des cultures pourrait aider les agriculteurs et les décideurs à gérer efficacement leurs cultures en fournissant une série de recommandations afin d'éviter les pertes et d'atteindre les meilleurs bénéfices et la maximisation du rendement.

Mots clés: Réseau de Neurones Artificiels (ANN), Plante d'orge, Changement climatique, système hydroponique, programme MATLAB, prévision de la production.

SENSITIVITY DUE TO SPATIAL SCALE EFFECT ON EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATION BY SURFACE ENERGY BALANCE ALGORITHM FOR LAND (SEBAL)

SENSIBILITÉ DUE À L'EFFET D'ÉCHELLE SPATIALE SUR L'ESTIMATION DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION PAR L'ALGORITHME SEBAL (SURFACE ENERGY BALANCE ALGORITHM FOR LAND)

Noufia, Ma¹, and Narasimhan, B²

ABSTRACT

The estimation of evapotranspiration (ET) can be done using a number of energy balance algorithms. Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) is one such self-automated and calibrated algorithm, which contains lots of input parameters and uncertainties. The objective of this study is to assess the uncertainty of the input parameters of the model by performing a sensitivity analysis. The sensitivity analysis is conducted on 20 cloud-free images that occurred between May 2015 – June 2016. The sensitivity analysis of the model is performed by varying the input parameters by a constant step size and analysing the effect of this variation on the sensible heat flux(H) estimates.

The effect of spatial scale on the H and in turn the ET estimates is also studied by implementing the SEBAL model on two different domain sizes and comparing the pixel-wise variation of H and ET estimates on both domains. This spatial scale effect is studied by implementing the model on 5 cloud-free images. The results of domain dependence show that the H and ET estimates are varied by a considerable amount on the same pixel due to difference in the anchor pixel location. The largest averaged pixel-wise variation in H estimates is 70% and the least variation in H estimates is around 7%. The results of the sensitivity analysis show that the H estimates are most sensitive to the temperatures of the hot pixel, cold pixel, and the net radiation of the hot pixel.

The study also confirms that the temperature of the hot pixel is more sensitive towards SEBAL model than the cold pixel. This study confirms that the resultant H and ET estimates can vary due to the change in anchor pixel location and domain size. The results of this study are anticipated to provide a more detailed understanding of key SEBAL factors and identify any potential effects of the study domain on estimates of H and ET.

Keywords: SEBAL, Energy Balance algorithm, Sensitivity analysis, Sensible heat flux, Evapotranspiration.

RÉSUMÉ

L'estimation de l'évapotranspiration (ET) peut être réalisée à l'aide d'un certain nombre d'algorithmes de bilan énergétique. L'algorithme SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) est l'un de ces algorithmes auto-automatisés et calibrés, qui contient de nombreux paramètres d'entrée et incertitudes. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'incertitude des paramètres d'entrée du modèle en effectuant une analyse de sensibilité. L'analyse de sensibilité est réalisée sur 20 images sans nuages prises entre mai 2015 et juin 2016. L'analyse de sensibilité du modèle est réalisée en faisant varier les paramètres d'entrée d'un pas constant et en analysant l'effet de cette variation sur les estimations du flux de chaleur sensible (H). L'effet de l'échelle spatiale sur les estimations de H et d'ET est également étudié en mettant en œuvre le modèle SEBAL sur deux tailles de domaine différentes et en

1 Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology, Madras, safeernoufia@gmail.com

2 Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology, Madras, nbalaji@iitm.ac.in

comparant la variation par pixel des estimations de H et d'ET sur les deux domaines. Cet effet d'échelle spatiale est étudié en appliquant le modèle à 5 images sans nuages. Les résultats de la dépendance du domaine montrent que les estimations H et ET varient considérablement sur le même pixel en raison de la différence d'emplacement du pixel d'ancrage. La plus grande variation moyenne par pixel des estimations H est de 70 % et la plus petite variation des estimations H est d'environ 7 %. Les résultats de l'analyse de sensibilité montrent que les estimations H sont surtout sensibles aux températures du pixel chaud, du pixel froid et au rayonnement net du pixel chaud.

L'étude confirme également que la température du pixel chaud est plus sensible au modèle SEBAL que celle du pixel froid. Cette étude confirme que les estimations H et ET résultantes peuvent varier en raison de la modification de l'emplacement du pixel d'ancrage et de la taille du domaine. Les résultats de cette étude devraient permettre de mieux comprendre les facteurs clés de la SEBAL et d'identifier les effets potentiels du domaine d'étude sur les estimations de l'humidité et de l'humidité relative.

Mots-clés : SEBAL, algorithme de bilan énergétique, analyse de sensibilité, flux de chaleur sensible, évapotranspiration.

DETERMINATION OF COEFFICIENT OF PASSION FRUIT UNDER DIFFERENT WATER REGIME ON FARM IN NANTOU AREA

DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DU FRUIT DE LA PASSION SOUS DIFFÉRENTS RÉGIMES HYDRIQUES DANS UNE EXPLOITATION AGRICOLE À NANTOU AREA

Ching-Tien Chen¹, Yi-Ju Lin^{2*}, Sheng-Fu Tsai³, Wei-Ting Sun⁴, Kuang-Yao Chang⁵,
Ya-Ching Ke⁶, Yu-Chuan Chang⁷ and Chien-Lin Huang⁸

ABSTRACT

Passion fruit is a vital crop in Nantou. A 2022 field experiment assessed the crop coefficient (Kc) of passion fruit under diverse growth stages and irrigation treatments. The experiment included a conventional farming group (control) covering around 76m x 45.3m and a precision irrigation group (experimental) covering about 13.3m x 45.3m. The locally cultivated “Tainung No.1” variety was used, and the experiment lasted from January 6 to November 19, 2022.

The control group employed farmer-based water management practices, while the experimental group utilized an automated irrigation system designed based on soil field capacity and permanent wilting point. An IoT agricultural weather station collected real-time data on rainfall, temperature, humidity, solar radiation, and wind speed. This data aided in calculating crop water requirements, irrigation needs, and precision irrigation decisions. Understanding soil conditions in each experimental area was crucial in determining the crop water requirements of passion fruit under different irrigation schemes. Factors considered included meteorological data, soil moisture content, and texture. Soil moisture content measurements and the soil water balance method were employed to calculate crop water requirements at each stage. Reference evapotranspiration (ET_o) was estimated using the indirect method ($Kc = ET_c/ET_o$), and crop coefficients were determined based on these results. The crop coefficients were then used to estimate water requirements and irrigation scheduling for passion fruit at each growth stage.

Results indicated that the soil water balance method effectively calculated the crop water requirements of passion fruit in different experimental areas and growth stages. The average cumulative crop water requirement from January 6 to November 19, 2022, was 748mm. Average daily crop water requirements varied across growth stages: 0.78mm/day to 0.92mm/day during the initial growth period, 1.72mm/day to 2.02mm/day during vegetative growth, 2.87mm/day to 3.03mm/day during flowering, and 2.46mm/day to 2.77mm/day during fruit development. The highest daily crop water requirement occurred during the flowering period. These findings have the potential to enhance water use efficiency by optimizing irrigation scheduling for passion fruit.

By considering the root depth of passion fruit and employing the soil water balance method, the actual crop water requirements at different growth stages were measured based on soil moisture content at 40cm and 60cm depths. The average crop coefficients for passion fruit

- 1 Associate Professor, Department of Civil and Water Resources Engineering, National Chiayi University, No.300, Syuefu Rd., Chiayi City 60004, Taiwan, ctchen@mail.ncyu.edu.tw
- 2 Research Assistant, Department of Civil and Water Resources Engineering, National Chiayi University, No.300, Syuefu Rd., Chiayi City 60004, Taiwan, pippolin@msn.com*
- 3 Director-General, Irrigation Agency, Council of Agrl., Executive Yuan, New Taipei City 231002, Taiwan
- 4 Team leader, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, New Taipei City 231002, Taiwan
- 5 Supervisor, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, New Taipei City 231002, Taiwan
- 6 Engineer, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, New Taipei City 231002, Taiwan
- 7 Professor, Department of Tourism Management, Hsing-Wu University, Taiwan, e06033@gmail.com
- 8 CEO, Hetengtech Ltd., 2F.-6, No. 7, Sec. 3, New Taipei Blvd., Xinzhuang Dist., Taiwan

were determined as follows: 0.44 during the initial growth period, 0.75 during vegetative growth, 1.02 during flowering, and 0.80 during fruit development. These results provide a scientific foundation for precision irrigation and water management of passion fruit in Nantou.

Keywords: Passion fruit, evapotranspiration, crop coefficient (Kc).

RÉSUMÉ

Le fruit de la passion est une culture essentielle à Nantou. Une expérience de 2022 sur le terrain a permis d'évaluer le coefficient de récolte (Kc) du fruit de la passion à différents stades de croissance et sous différents traitements d'irrigation. L'expérience comprenait un groupe d'agriculture conventionnelle (contrôle) couvrant environ 76 m x 45,3 m et un groupe d'irrigation de précision (expérimental) couvrant environ 13,3 m x 45,3 m. La variété «Tainung No.1» cultivée localement a été utilisée, et l'expérience a duré du 6 janvier au 19 novembre 2022.

Le groupe de contrôle a utilisé des pratiques de gestion de l'eau basées sur les agriculteurs, tandis que le groupe expérimental a utilisé un système d'irrigation automatisé conçu en fonction de la capacité de champ du sol et du point de flétrissement permanent. Une station météorologique agricole IoT a recueilli des données en temps réel sur les précipitations, la température, l'humidité, le rayonnement solaire et la vitesse du vent. Ces données ont aidé à calculer les besoins en eau des cultures, les besoins en irrigation et les décisions d'irrigation de précision. La compréhension des conditions du sol dans chaque zone expérimentale a été cruciale pour déterminer les besoins en eau de la culture du fruit de la passion dans le cadre de différents schémas d'irrigation. Les facteurs pris en compte comprenaient les données météorologiques, la teneur en eau du sol et sa texture. Les mesures de la teneur en eau du sol et la méthode du bilan hydrique du sol ont été utilisées pour calculer les besoins en eau de la culture à chaque stade. L'évapotranspiration de référence (ET_o) a été estimée à l'aide de la méthode indirecte ($Kc = ET_c/ET_o$) et les coefficients culturaux ont été déterminés sur la base de ces résultats. Les coefficients de culture ont ensuite été utilisés pour estimer les besoins en eau et la programmation de l'irrigation pour les fruits de la passion à chaque stade de croissance.

Les résultats indiquent que la méthode du bilan hydrique du sol a permis de calculer efficacement les besoins en eau des fruits de la passion dans différentes zones expérimentales et à différents stades de croissance. Les besoins en eau cumulés moyens des cultures du 6 janvier au 19 novembre 2022 étaient de 748 mm. Les besoins quotidiens moyens en eau des cultures ont varié selon les stades de croissance : 0,78 mm/jour à 0,92 mm/jour pendant la période de croissance initiale, 1,72 mm/jour à 2,02 mm/jour pendant la croissance végétative, 2,87 mm/jour à 3,03 mm/jour pendant la floraison, et 2,46 mm/jour à 2,77 mm/jour pendant le développement des fruits. C'est pendant la floraison que les besoins quotidiens en eau de la culture sont les plus élevés. Ces résultats pourraient permettre d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau en optimisant la programmation de l'irrigation pour les fruits de la passion.

En tenant compte de la profondeur des racines du fruit de la passion et en utilisant la méthode du bilan hydrique du sol, les besoins réels en eau de la culture à différents stades de croissance ont été mesurés sur la base de la teneur en eau du sol à 40 cm et 60 cm de profondeur. Les coefficients de culture moyens pour le fruit de la passion ont été déterminés comme suit : 0,44 pendant la période de croissance initiale, 0,75 pendant la croissance végétative, 1,02 pendant la floraison et 0,80 pendant le développement des fruits. Ces résultats fournissent une base scientifique pour l'irrigation de précision et la gestion de l'eau des fruits de la passion à Nantou.

Mots-clés : Fruit de la passion, évapotranspiration, coefficient de culture (Kc).

DRIP IRRIGATION OF RICE IN NORTH-EASTERN ITALY: FIRST EVALUATIONS

IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE DU RIZ DANS LE NORD-EST DE L'ITALIE : PREMIÈRES ÉVALUATIONS

Bortolini L.¹, Arcieri M.²

ABSTRACT

In some areas of the world, rice production is affected by conditions of increasing water scarcity which might lead to adopt cultivation under aerobic (non-flooded) soil conditions in rice fields. Various water-saving technologies can help farmers to reduce losses, such as the alternate wetting and drying (AWD) system and the recently introduced (for rice) technique of drip irrigation. In a commercial farm located in Veneto region (North-eastern Italy) a study was carried out to verify the feasibility of cultivating rice under drip irrigation conditions. The experiment has been conducted in 2021, on a clay soil of approximately one hectare divided by an embankment into two almost equal parts: one used as a control and kept flooded during the entire crop cycle, the other one installed with a drip irrigation system, after direct sowing. The soil has been kept as close to saturation as possible, avoiding ponded condition. The comparison of results obtained by the two irrigation methods showed a yield drop of about 40% in the drip-irrigated part. This has been mainly due to the increased presence of weeds that "smothered" many rice plants. However, estimated values based on the weight of 1,000 seeds and on the number of caryopses per culm indicate that a yield reduction of only 10% might be obtained. As to what regards water consumption, the drip irrigation system required 50% less volume approximately. These preliminary findings show that this approach could be usefully pursued in rice cultivation, provided new and further experimentation is carried out.

Keywords: Rice, drip irrigation, water saving, Veneto Region.

RESUME

Dans certaines régions du monde, la production de riz est affectée par des conditions de pénurie d'eau croissante qui pourraient conduire à l'adoption de la culture dans des conditions de sol aérobie (non inondé) dans les rizières. Diverses technologies d'économie d'eau peuvent aider les agriculteurs à réduire les pertes, comme le système de mouillage et de séchage alternés (AWD) et la technique récemment introduite (pour le riz) de l'irrigation au goutte-à-goutte. Dans une ferme commerciale située dans la région de Veneto (nord-est de l'Italie), une étude a été menée pour vérifier la faisabilité de la culture du riz dans des conditions d'irrigation au goutte-à-goutte. L'expérience a été menée en 2021, sur un sol argileux d'environ un hectare divisé par un talus en deux parties presque égales : l'une utilisée comme témoin et maintenue inondée pendant tout le cycle de culture, l'autre installée avec un système d'irrigation goutte à goutte, après le semis direct. Le sol a été maintenu aussi près que possible de la saturation, en évitant la formation de mares. La comparaison des résultats obtenus par les deux méthodes d'irrigation a montré une baisse de rendement d'environ 40 % dans la partie irriguée au goutte-à-goutte. Cette baisse est principalement

1 Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry (TESAF), University of Padova, Campus Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italy, lucia.bortolini@unipd.it

2 ITAL-ICID - Italian National Committee of ICID, c/o MIPAAF, Viale XX Settembre, 20 - 00187 Rome, Italy, m.arcieri@icid.org,

due à la présence accrue de mauvaises herbes qui ont «étouffé» de nombreux plants de riz. Toutefois, les valeurs estimées basées sur le poids de 1 000 graines et sur le nombre de caryopses par chaume indiquent qu'une réduction de rendement de seulement 10 % pourrait être obtenue. En ce qui concerne la consommation d'eau, le système d'irrigation goutte à goutte a nécessité un volume inférieur de 50 % environ. Ces résultats préliminaires montrent que cette approche pourrait être utilement poursuivie dans la culture du riz, à condition que de nouvelles expériences soient menées.

Mots-Clés : Riz, irrigation goutte à goutte, économie d'eau, région de Vénétie.

EFFECT OF SALINE GROUNDWATER IRRIGATION ON WHEAT YIELD AND SOIL SALINITY BUILD-UP UNDER DIFFERENT IRRIGATION METHODS IN VERTISOL

EFFET DE L'IRRIGATION PAR DES EAUX SOUTERRAINES SALINES SUR LE RENDEMENT DU BLÉ ET L'AUGMENTATION DE LA SALINITÉ DU SOL SOUS DIFFÉRENTES MÉTHODES D'IRRIGATION DANS UN VERTISOL

Sagar D. Vibhute¹, Vineeth T. V. ², Monika Shukla³ and Anil R. Chinchmalatpure⁴

ABSTRACT

Low crop productivity and soil salinity build-up is threatening wheat cultivation in saline groundwater areas of *Vertisols* in Gujarat and sound management strategies need to be developed to sustain wheat production. In present study, a field experiment with three methods of irrigation viz. mini-sprinkler irrigation, drip irrigation and border irrigation was conducted at Samni experimental farm of ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch. In all these treatments KRL-210 salt tolerant wheat variety was sown and irrigation water of 8 dS m⁻¹ electrical conductivity was used. Data pertaining to soil, water, crop growth and crop yield was collected in order to study the effect of different treatments on crop performance and soil salinity build-up. The results revealed that the drip irrigation treatment has given superior grain yield. The grain yield in mini-sprinkler and border irrigation was at par and average grain yield of 2.7 t ha⁻¹ whereas more than 20% increase in grain yield was observed in drip irrigation. The significantly higher test weight showed superior grain quality under drip irrigated wheat. Data regarding crop height, panicle length and biomass yield was also collected but no significant difference observed among different treatments. Although ionic study of crop revealed significant sodium accumulation in plant shoot for mini-sprinkler irrigation, % of Na in shoot was still below permissible toxicity limit of 1.5%. Moreover, no significant sodium accumulation was observed in plant root and panicle for all treatments. Salt accumulation in crop root zone was also studied under different treatments and pre-season EC₂ & post harvesting EC₂ revealed that the average EC₂ was increased by around 2 dS m⁻¹ in all the treatments for surface layer. However, in case of drip irrigation, subsurface salt build was lower as compared to border and mini sprinkler irrigation system. Moreover, EC₂ values under different treatments were again measured after the monsoon season to study the effect of monsoon rainfall on leaching of accumulated salts and it was found that the EC₂ value in all treatments has gone below 0.5 dS m⁻¹. This shows that the root zone salinity which was increased significantly after application of very high saline water of 8 dS m⁻¹ was reduced drastically after monsoon season and severe soil salinity build-up may not take place in long run. Overall, it was observed that higher yield, superior grain quality and lower salt load addition in crop root zone was observed in drip irrigation method.

Keywords: Water Management; Salinity; Groundwater; Drip Irrigation; Vertisol.

1 Scientist, ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch, India.

*Corresponding author: sagar.vibhute@icar.gov.in.

2 Scientist, ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch, India, Vineeth.tv@icar.gov.in.

3 Scientist, ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch, India, monika.shukla@icar.gov.in.

4 Principal Scientist, ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch, India, anil.rc@icar.gov.in.

RÉSUMÉ

La faible productivité des cultures et l'augmentation de la salinité du sol menacent la culture du blé dans les zones d'eaux souterraines salines des *vertisols* du Gujarat et des stratégies de gestion saines doivent être développées pour maintenir la production de blé. Dans la présente étude, une expérience de terrain avec trois méthodes d'irrigation, à savoir l'irrigation par mini-aspersion, l'irrigation au goutte-à-goutte et l'irrigation en bordure, a été menée à la ferme expérimentale de Samni de l'ICAR-Central Soil Salinity Research Institute, Regional Research Station, Bharuch. Dans tous ces traitements, la variété de blé tolérante au sel KRL-210 a été semée et de l'eau d'irrigation d'une conductivité électrique de 8 dS m⁻¹ a été utilisée. Les données relatives au sol, à l'eau, à la croissance et au rendement des cultures ont été collectées afin d'étudier l'effet des différents traitements sur la performance des cultures et l'accumulation de salinité dans le sol. Les résultats ont révélé que le traitement d'irrigation goutte à goutte a donné un rendement en grains supérieur. Le rendement en grains de l'irrigation par mini-aspersion et de l'irrigation en bordure était équivalent et le rendement moyen en grains de 2,7 t ha⁻¹, alors qu'une augmentation de plus de 20 % du rendement en grains a été observée avec l'irrigation au goutte-à-goutte. Le poids spécifique significativement plus élevé a montré une qualité de grain supérieure pour le blé irrigué au goutte-à-goutte. Les données concernant la hauteur de la culture, la longueur de la panicule et le rendement de la biomasse ont également été collectées, mais aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements. Bien que l'étude ionique de la culture ait révélé une accumulation significative de sodium dans les pousses de la plante pour l'irrigation par mini-aspersion, le pourcentage de Na dans les pousses était toujours inférieur à la limite de toxicité admissible de 1,5 %. En outre, aucune accumulation significative de sodium n'a été observée dans les racines et les panicules des plantes pour tous les traitements. L'accumulation de sel dans la zone racinaire de la culture a également été étudiée sous différents traitements et l'EC de pré-saison₂ & l'EC post-récolte₂ ont révélé que l'EC moyenne₂ a été augmentée d'environ 2 dS m⁻¹ dans tous les traitements pour la couche superficielle. Cependant, dans le cas de l'irrigation au goutte-à-goutte, l'accumulation de sel sous la surface était plus faible que dans le cas des systèmes d'irrigation par aspersion en bordure et par mini-aspersion. En outre, les valeurs EC₂ sous différents traitements ont été à nouveau mesurées après la mousson pour étudier l'effet de la pluie de mousson sur la lixiviation des sels accumulés et il a été constaté que la valeur EC₂ dans tous les traitements est passée en dessous de 0,5 dS m⁻¹. Cela montre que la salinité de la zone racinaire qui a été augmentée de manière significative après l'application d'eau très salée de 8 dS m⁻¹ a été réduite de manière drastique après la saison de la mousson et qu'une accumulation sévère de salinité du sol ne peut pas avoir lieu à long terme. Dans l'ensemble, il a été observé que la méthode d'irrigation au goutte-à-goutte a permis d'obtenir un rendement plus élevé, une qualité de grain supérieure et une charge saline plus faible dans la zone racinaire de la culture.

Mots-clés : Gestion de l'eau ; salinité ; eaux souterraines ; irrigation au goutte-à-goutte ; vertisol.

REAL WATER SAVING UNDER IRRIGATION AND FARM MANAGEMENT SOLUTIONS USING REWAS TOOL IN LAKE URMIA BASIN

RÉELLE ÉCONOMIE D'EAU SOUS L'IRRIGATION ET SOLUTIONS DE GESTION AGRICOLE UTILISANT L'OUTIL REWAS DANS LE BASSIN DU LAC URMIA

Emami, Somayeh¹, Dehghanisani, Ghazal², Dehghanisani, Hossein³, and Fujimaki, Haruyuki⁴

ABSTRACT

Agricultural sector is the most significant and primary consumer of water resources. The non-optimal use of irrigation water and the increasing needs of human societies for water and food require irrigation engineers to use water management measures to save water consumption. Therefore, environmentalists and farmers implementing sustainable agricultural methods have the desire to provide and use approaches of water saving and preserving water resources. Climate change, increased water consumption in the agriculture sector, and low water productivity have caused the deterioration of Lake Urmia as the largest inland Lake in Iran and the second saltwater lake in the world. Agricultural sector is the major consumer of water resources in the Lake Urmia basin. Water shortage threatens the production of crops, especially wheat, in the Lake Urmia basin. Traditional practices by farmers has caused over consumption of water, causing the most significant problem in the basin. For this purpose, the performance of optimal measures to reduce water consumption, especially in the agricultural sector, is one of the essential solutions for the revival of Lake Urmia. Optimal irrigation technologies, including advanced irrigation systems, are promoted as an approach to save water consumption. Therefore, it is necessary to use tools that can estimate the effect of implemented measures and solutions. In the present study, the real water saving under optimal irrigation and farm management solutions to increase crop yield was evaluated using the REWAS tool, a tool to assess the real water saving proposed by FAO. REWAS determines apparent and actual water savings at the farm and basin scale, respectively. Also, it is possible to estimate return flow and water productivity (WP) for each field intervention and reference. We evaluated those parameters of a test dataset that includes details on wheat farms in the Mahabad plain from 2020 to 2021 using the tool. The selected farms were part of regional research that was conducted in the Lake Urmia basin to encourage farmers to reduce water consumption. Next, WP and wheat yield was investigated under optimal irrigation solutions, including drip (tape) irrigation, sprinkler irrigation, and basin irrigation. The results showed that proper farm management in drip (tape) irrigation could increase the wheat yield by 6.17% and 12.25%, compared to the sprinkler and basin irrigation methods, respectively. Drip (tape) irrigation increased WP by 0.23 kg/m³ and 0.79 kg/m³, compared to sprinkler and basin irrigation methods, respectively. Real water savings of 10% was achieved due to the change of irrigation method. The AWS was 13%. The amount of water saved is due to reduced water consumption and non-recyclable return flow that can be available as reusable water. The results confirmed that the use of drip (tape) irrigation and optimal farm management led to real water savings in the basin. The results of this study highlight the promotion and importance of optimal irrigation and farm management solutions in real water saving in the Lake Urmia basin. Future studies are needed to investigate the real water saving in wheat using basin experiments.

1 Ph.D. in Hydraulic Structures, Department of Water Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran (somayehemami70@gmail.com)

2 Masters Student in Water Resources Engg., Dept. of Water Engg. Bu-Ali Sina Univ, Hamedan, Iran

3 Agricultural Research, Education and Extension Organization, Agricultural Engineering Research, Institute, P.O. Box 31585 845, Karaj, Alborz, Iran;

4 Arid Land Research Center, Tottori University, Tottori, Japan

RÉSUMÉ

Le secteur agricole est le plus important et le principal consommateur de ressources en eau. L'utilisation non optimale de l'eau d'irrigation et les besoins croissants des sociétés humaines en eau et en nourriture obligent les ingénieurs en irrigation à utiliser des mesures de gestion de l'eau pour économiser la consommation d'eau. Par conséquent, les écologistes et les agriculteurs qui mettent en œuvre des méthodes d'agriculture durable souhaitent fournir et utiliser des approches permettant d'économiser l'eau et de préserver les ressources en eau. Le changement climatique, l'augmentation de la consommation d'eau dans le secteur agricole et la faible productivité de l'eau ont entraîné la détérioration du lac Urmia, le plus grand lac intérieur d'Iran et le deuxième lac salé du monde. Le secteur agricole est le principal consommateur de ressources en eau dans le bassin du lac d'Urmia. Le manque d'eau menace la production des cultures, en particulier du blé, dans le bassin du lac d'Urmia. Les pratiques traditionnelles des agriculteurs ont entraîné une surconsommation d'eau, ce qui constitue le problème le plus important dans le bassin. C'est pourquoi la mise en œuvre de mesures optimales pour réduire la consommation d'eau, en particulier dans le secteur agricole, est l'une des solutions essentielles pour la renaissance du lac d'Urmia. Les technologies d'irrigation optimales, y compris les systèmes d'irrigation avancés, sont promues comme une approche pour économiser la consommation d'eau. Il est donc nécessaire d'utiliser des outils permettant d'estimer l'effet des mesures et des solutions mises en œuvre. Dans la présente étude, l'économie d'eau réelle réalisée grâce à des solutions optimales d'irrigation et de gestion agricole visant à augmenter le rendement des cultures a été évaluée à l'aide de l'outil REWAS, un outil d'évaluation de l'économie d'eau réelle proposé par la FAO. REWAS détermine les économies d'eau apparentes et réelles à l'échelle de l'exploitation et du bassin, respectivement. Il est également possible d'estimer le flux de retour et la productivité de l'eau pour chaque intervention sur le terrain et chaque référence. Nous avons évalué ces paramètres d'un ensemble de données de test qui comprend des détails sur les exploitations de blé dans la plaine de Mahabad de 2020 à 2021 en utilisant l'outil. Les exploitations sélectionnées faisaient partie d'une recherche régionale menée dans le bassin du lac Urmia pour encourager les agriculteurs à réduire leur consommation d'eau. Ensuite, le WP et le rendement du blé ont été étudiés dans le cadre de solutions d'irrigation optimales, notamment l'irrigation au goutte-à-goutte (ruban), l'irrigation par aspersion et l'irrigation par bassin. Les résultats ont montré qu'une bonne gestion agricole de l'irrigation au goutte-à-goutte (par bande) pouvait augmenter le rendement du blé de 6,17 % et de 12,25 %, par rapport aux méthodes d'irrigation par aspersion et par bassin, respectivement. L'irrigation au goutte-à-goutte (par bande) a augmenté le PP de 0,23 kg/m³ et de 0,79 kg/m³, par rapport aux méthodes d'irrigation par aspersion et par bassin, respectivement. Le changement de méthode d'irrigation a permis de réaliser une économie d'eau réelle de 10 %. Le taux d'économie d'eau était de 13 %. La quantité d'eau économisée est due à la réduction de la consommation d'eau et au flux de retour non recyclable qui peut être disponible en tant qu'eau réutilisable. Les résultats ont confirmé que l'utilisation de l'irrigation au goutte-à-goutte et une gestion optimale de l'exploitation ont permis de réaliser de réelles économies d'eau dans le bassin. Les résultats de cette étude mettent en évidence la promotion et l'importance de l'irrigation optimale et des solutions de gestion agricole pour une réelle économie d'eau dans le bassin du lac Urmia. Des études futures sont nécessaires pour étudier les économies d'eau réelles dans le blé en utilisant des expériences de bassin.

Keywords: Irrigation; Real water saving; Water productivity; REWAS; Lake Urmia.

EN-ROUTE STORAGES TO IMPROVE WATER DELIVERY AND EFFICIENCY IN MURRUMBIDGEE IRRIGATION AREA, NSW, AUSTRALIA.

STOCKAGES EN ROUTE POUR AMÉLIORER LA DISTRIBUTION ET L'EFFICACITÉ DE L'EAU DANS LA ZONE D'IRRIGATION DE MURRUMBIDGEE, NSW, AUSTRALIE.

Manivasakan Mani¹

ABSTRACT

Murrumbidgee Irrigation (MI) in Australia with assistance from the Government have and continues to make, major investments in its supply system to increase efficiency, service levels, contain costs and reduce water losses. These investments are important to increase regional productivity and to offset reduced water availability, which is due to a combination of the water supply reductions arising from the MDB Plan and the underlying climate change trend for a hotter and drier climate. However, MI with long major delivery canals faces major constraints with their current supply system primarily due to excessive travel time (7 days) and reasonably flat hydraulic grade lines. As a consequence, they are unable to respond to short term irrigation demand fluctuations during peak months. Currently, the authority orders excess flows at times based on their experience to manage these constraints causing significant water losses. The additional water ordered are not always diverted and are lost from the pool of available water if not diverted. Due to flat hydraulic grade lines, automation and accurate measurement are also not possible during peak flow periods. An intermediate off-line storages can help address these delivery concerns and provide water on demand throughout the full season.

MI has successfully integrated storages within its irrigation water supply network for over 20 years. This has provided significant operational, water management and system performance benefits to wider community and several stakeholders. Addition of this new storage will add a new dimension to MI's operation and further system optimisation and water delivery improvements could be achieved by operating and managing all existing and the new storage in a coordinated way.

Other water supply schemes could adopt MI's approach and incorporate strategically located storages to either complement their canal operation or assist with system modernisation.

RESUME

Murrumbidgee Irrigation (MI) en Australie, avec l'aide du gouvernement, a réalisé et continue de réaliser des investissements majeurs dans son système d'approvisionnement afin d'améliorer l'efficacité, les niveaux de service, de contenir les coûts et de réduire les pertes d'eau. Ces investissements sont importants pour accroître la productivité régionale et compenser la réduction de la disponibilité de l'eau, qui est due à la combinaison des réductions de l'approvisionnement en eau découlant du plan MDB et de la tendance sous-jacente au changement climatique, qui se traduit par un climat plus chaud et plus sec. Toutefois, l'IM, qui dispose de longs canaux de livraison, est confrontée à des contraintes majeures dans son système d'approvisionnement actuel, principalement en raison du temps de trajet excessif (7 jours) et des lignes de pente hydraulique raisonnablement plates. Par conséquent, elle n'est pas en mesure de répondre aux fluctuations à court terme de la demande d'irrigation pendant les mois de pointe. Actuellement, l'autorité ordonne des débits excédentaires à certains moments, sur la base de son expérience, pour gérer ces contraintes, ce qui entraîne des pertes d'eau significatives. L'eau supplémentaire commandée n'est pas toujours détournée

¹ E-mail: mani.manivasakan@smec.com

et est perdue dans le pool d'eau disponible si elle n'est pas détournée. En raison des lignes hydrauliques plates, l'automatisation et la précision des mesures ne sont pas non plus possibles pendant les périodes de pointe. Un stockage intermédiaire hors ligne peut aider à résoudre ces problèmes de livraison et fournir de l'eau à la demande pendant toute la saison.

Depuis plus de 20 ans, l'IM a intégré avec succès des systèmes de stockage dans son réseau d'approvisionnement en eau d'irrigation. Cela a apporté des avantages significatifs en termes d'exploitation, de gestion de l'eau et de performance du système à l'ensemble de la communauté et à plusieurs parties prenantes. L'ajout de ce nouveau stockage ajoutera une nouvelle dimension à l'exploitation de l'IM et l'exploitation et la gestion coordonnées de tous les stockages existants et du nouveau stockage permettront d'optimiser encore le système et d'améliorer la distribution de l'eau.

D'autres systèmes d'approvisionnement en eau pourraient adopter l'approche de l'IM et incorporer des réservoirs stratégiquement situés pour compléter l'exploitation de leur canal ou aider à la modernisation du système.

PREDICTING FAILURE TIME SYSTEM OF IRRIGATION EQUIPMENT USING IWSN INDUSTRIAL WIRELESS SENSOR NETWORK IN SCADA SYSTEMS

PRÉDIRE LE TEMPS DE DÉFAILLANCE DU MATÉRIEL D'IRRIGATION EN UTILISANT LE RÉSEAU INDUSTRIEL DE CAPTEURS SANS FIL IWSN DANS LES SYSTÈMES SCADA

Albishi, Essam¹

ABSTRACT

This research paper investigates the application of Industrial Wireless Sensor Networks (IWSN) in Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems for predicting the failure time of irrigation equipment. The efficient operation of irrigation systems is crucial for ensuring optimal water management in agricultural settings. However, unforeseen equipment failures can lead to significant water loss and increased operational costs. Therefore, a predictive maintenance approach is essential to minimize downtime and enhance system reliability.

The proposed methodology involves the deployment of IWSN within the SCADA system, allowing real-time monitoring of various parameters related to irrigation equipment performance, such as temperature, pressure, and vibration. Historical sensor data, along with corresponding failure events, are collected and analyzed to develop a failure prediction model. Machine learning algorithms, including Support Vector Machines (SVM) and Random Forest (RF), are employed to train the prediction model using the extracted features from the sensor data.

To evaluate the performance of the developed model, a case study is conducted using a real irrigation system. The dataset collected from the IWSN is used to train and test the prediction model. Performance metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score are calculated to assess the effectiveness of the model in predicting failure times accurately.

The results demonstrate the feasibility of utilizing IWSN in SCADA systems for predicting the failure time of irrigation equipment. The proposed predictive maintenance approach can help irrigation system operators in scheduling maintenance activities proactively, thereby reducing equipment downtime and improving overall system efficiency. The integration of IWSN with SCADA systems provides real-time data acquisition and analysis capabilities, enabling timely decision-making and effective resource allocation.

This research contributes to the field of predictive maintenance in irrigation systems by leveraging IWSN and machine learning techniques. The findings emphasize the potential benefits of adopting such an approach in agricultural practices, enabling sustainable water management and optimizing resource utilization.

Keywords: IIOT, AI, Irrigation, Bigdata, SCADA, IWSN.

RÉSUMÉ

Ce document de recherche étudie l'application des réseaux industriels de capteurs sans fil (IWSN) dans les systèmes de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) pour prédire le temps de défaillance du matériel d'irrigation. Le fonctionnement efficace des systèmes d'irrigation est essentiel pour assurer une gestion optimale de l'eau dans les zones agricoles. Cependant, les défaillances imprévues des équipements peuvent entraîner des pertes d'eau

¹ E-mail: e.albishi@sio.gov.sa

importantes et une augmentation des coûts d'exploitation. Par conséquent, une approche de maintenance prédictive est essentielle pour minimiser les temps d'arrêt et améliorer la fiabilité du système.

La méthodologie proposée implique le déploiement d'IWSN au sein du système SCADA, permettant la surveillance en temps réel de divers paramètres liés à la performance du matériel d'irrigation, tels que la température, la pression et les vibrations. Les données historiques des capteurs, ainsi que les événements de défaillance correspondants, sont collectés et analysés afin de développer un modèle de prédiction des défaillances. Des algorithmes d'apprentissage automatique, notamment des machines à vecteurs de support (SVM) et des forêts aléatoires (RF), sont utilisés pour former le modèle de prédiction à l'aide des caractéristiques extraites des données des capteurs.

Pour évaluer les performances du modèle développé, une étude de cas est réalisée à l'aide d'un système d'irrigation réel. L'ensemble des données collectées par l'IWSN est utilisé pour former et tester le modèle de prédiction. Les mesures de performance telles que l'exactitude, la précision, le rappel et le score F1 sont calculées pour évaluer l'efficacité du modèle à prédire avec précision les temps de défaillance.

Les résultats démontrent la faisabilité de l'utilisation de l'IWSN dans les systèmes SCADA pour prédire le temps de défaillance du matériel d'irrigation. L'approche de maintenance prédictive proposée peut aider les opérateurs de systèmes d'irrigation à programmer les activités de maintenance de manière proactive, réduisant ainsi les temps d'arrêt des équipements et améliorant l'efficacité globale du système. L'intégration de l'IWSN aux systèmes SCADA fournit des capacités d'acquisition et d'analyse de données en temps réel, ce qui permet une prise de décision rapide et une allocation efficace des ressources.

Cette recherche contribue au domaine de la maintenance prédictive des systèmes d'irrigation en s'appuyant sur l'IWSN et les techniques d'apprentissage automatique. Les résultats soulignent les avantages potentiels de l'adoption d'une telle approche dans les pratiques agricoles, permettant une gestion durable de l'eau et l'optimisation de l'utilisation des ressources.

Mots-clés : IIOT, IA, Irrigation, Bigdata, SCADA, IWSN.

RESERVOIR SEDIMENTATION SURVEYS FOR OPTIMAL MANAGEMENT OF WATER RESOURCES – A CASE STUDY OF RESERVOIRS IN MAHARASHTRA STATE

ETUDE DE LA SÉDIMENTATION DES RÉSERVOIRS POUR UNE GESTION OPTIMALE DES RESSOURCES EN EAU - ETUDE DE CAS DES RÉSERVOIRS DE L'ÉTAT DU MAHARASHTRA

Sanjay Belsare¹, Rajiv Mundada², Makarand Kulkarni³, and Santosh Wagh¹

ABSTRACT

Reservoir sedimentation is a natural phenomenon and the water storage potential of the reservoir no longer remains constant throughout its life and goes on reducing over a period of time due to accumulation of silt at different levels. In India on an average about 16.35 t / ha soil is eroded annually (Dhurva et al., 1983). This eroded soil is carried by rivers / streams and is deposited into reservoirs downstream causing reduction in their storage capacity. Sedimentation in reservoirs adversely affects planning for irrigation, power generation, water supply for drinking etc due to reduced water availability. Today the demand of water from reservoirs is increasing fast due to increasing population, rapid urbanization, creation of new industrial estates etc. The additional reservation of water for fulfilling this extra demand disturbs the scheduled planning of reservoir water. Loss in storage on one side and the increased demand on the other side puts the management authorities of reservoirs in a difficult situation while planning the available storage. Assessment of loss in storage due to sedimentation on regular basis becomes an utmost necessity for them. Sediment assessment surveys of reservoirs are useful in this context. These surveys also enable the irrigation planner to decide the necessity of taking appropriate erosion control measures, prioritize catchment / sub-catchment for controlling soil erosion and subsequently sedimentation in reservoirs which can lead to efficient management of water thereby deriving maximum benefits for the society. Looking to the importance and necessity of reservoir sedimentation surveys, which give useful information for preparing annual water budget for the reservoir, the State of Maharashtra has so far completed 350+ surveys of major and medium reservoirs till March 2022. Such type of study is immensely needed to govern the effective and efficient use of available surface water.

Number of surveys done so far indicate that observed loss in storage for reservoirs in Godavari basin is in range of 0.06% -39.43% and Krishna basin is in range of 0.54%-37.86%. Tapi basin is relatively more sensitive towards sedimentation as it records range of 1.17% to 54.44% for loss in storage Hatnur reservoir is has highest loss in live storage capacity with 54.44% loss in useful storage. The range of percentage loss in storages of reservoirs in different river basins shown in the above are for the live storage zone of the reservoirs mostly as majority of the surveys are done by Satellite remote sensing technique. For the gross storage zone it would be a little bit on higher side.

Optimal management of water resources is the prime necessity of time in the wake of development and growing need of the population. In future such wide and in depth database will help senior water managers to take effective and efficient decisions for planning of water which is key to govern the distribution of water.

Keywords: Sedimentation; Remote Sensing; Storage Capacity; Maharashtra; Reservoir.

¹ E-mail: sanganwagh@yahoo.co.in

RÉSUMÉ

La sédimentation des réservoirs est un phénomène naturel et le potentiel de stockage de l'eau du réservoir ne reste plus constant pendant toute sa durée de vie et continue à se réduire au fil du temps en raison de l'accumulation de limon à différents niveaux. En Inde, le sol s'érode en moyenne de 16,35 t/ha par an (Dhurva et al., 1983). Ce sol érodé est transporté par les rivières et les ruisseaux et se dépose dans les réservoirs en aval, entraînant une réduction de leur capacité de stockage. La sédimentation dans les réservoirs affecte négativement la planification de l'irrigation, la production d'électricité, l'approvisionnement en eau potable, etc. en raison de la réduction de la disponibilité de l'eau. Aujourd'hui, la demande en eau des réservoirs augmente rapidement en raison de l'accroissement de la population, de l'urbanisation rapide, de la création de nouvelles zones industrielles, etc. La réservation supplémentaire d'eau pour répondre à cette demande supplémentaire perturbe la planification prévue de l'eau des réservoirs. La perte de stockage d'une part et l'augmentation de la demande d'autre part placent les autorités de gestion des réservoirs dans une situation difficile lorsqu'elles planifient le stockage disponible. L'évaluation régulière de la perte de stockage due à la sédimentation devient pour eux une nécessité absolue. Les études d'évaluation de la sédimentation des réservoirs sont utiles dans ce contexte. Ces études permettent également au planificateur de l'irrigation de décider de la nécessité de prendre des mesures appropriées de contrôle de l'érosion, de donner la priorité au bassin versant / sous-bassin versant pour contrôler l'érosion du sol et, par conséquent, la sédimentation dans les réservoirs, ce qui peut conduire à une gestion efficace de l'eau et, par conséquent, à un maximum de bénéfices pour la société. Compte tenu de l'importance et de la nécessité des études de sédimentation des réservoirs, qui fournissent des informations utiles pour la préparation du budget annuel de l'eau pour le réservoir, l'État de Maharashtra a jusqu'à présent achevé plus de 350 études de réservoirs majeurs et moyens jusqu'en mars 2022. Ce type d'étude est extrêmement nécessaire pour régir l'utilisation efficace et efficiente des eaux de surface disponibles.

Le nombre d'études réalisées jusqu'à présent indique que la perte de stockage observée pour les réservoirs du bassin de Godavari est comprise entre 0,06% et 39,43% et le bassin de Krishna entre 0,54% et 37,86%. Le bassin de Tapi est relativement plus sensible à la sédimentation puisqu'il enregistre une perte de stockage comprise entre 1,17% et 54,44%. Les pourcentages de perte de stockage des réservoirs des différents bassins fluviaux indiqués ci-dessus concernent principalement la zone de stockage utile des réservoirs, car la plupart des études sont réalisées par la technique de télédétection par satellite. Pour la zone de stockage brut, elle serait un peu plus élevée.

La gestion optimale des ressources en eau est la première nécessité du moment dans le sillage du développement et des besoins croissants de la population. À l'avenir, une base de données aussi vaste et approfondie aidera les responsables de la gestion de l'eau à prendre des décisions efficaces et efficientes pour la planification de l'eau, ce qui est essentiel pour régir la distribution de l'eau.

Mots-clés : Sédimentation ; Télédétection ; Capacité de stockage ; Maharashtra ; Réservoir.

ESTIMATION OF HIGH-RESOLUTION ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION OF MAIZE CROP USING DRONE-BASED REMOTE SENSING

ESTIMATION DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE À HAUTE RÉOLUTION DE LA CULTURE DU MAÏS À L'AIDE DE LA TÉLÉDÉTECTION PAR DRONE

Nidhi Misra¹, Chandrasekar K¹, Tarooob N¹, Nalrajisa¹, B Satish Kumar¹, G Anil Kumar¹, Charan Babu A², Neelima T L², Avil Kumar², Narendran J¹, and Raju PV¹

ABSTRACT

Accurate EvapoTranspiration (ET) is a dynamic parameter that depends on surface and climate parameters, and its spatial & temporal quantification is essential for water management decisions. Satellite-based technology offers an excellent opportunity to estimate actual ET at a coarser scale, but these estimates are less accurate at the field level. Sensors on board an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) platform offer flexibility and parameter retrieval at the field level than traditional remote sensing tools. An experimental study was taken up to derive the ET using the images acquired through an Integrated Multispectral and thermal imager (Altum sensor) mounted on a UAV platform. This study aims to estimate field-level evapotranspiration and water productivity of maize crop for two different irrigation treatments (T1- 20 % of Daily Available Soil Moisture (DASM) and T2- 40 % of DASM). The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Land Surface Temperature (LST) were derived using the multispectral and thermal data. The weather parameters required to estimate ET were obtained from the flux tower located in the same field. The ET was calculated using the Priestley-Taylor approach. The high-resolution LST, NDVI, and crop height values are used to interpret ET accurately. It was observed that the UAV-based ET estimation could discern the ET variation between two different irrigation treatments. The exposed soil between rows exhibited low ET, while the crops had higher ET than the soil. A 5 % higher magnitude of seasonal ET was observed in the T1 plot compared to the T2 plot. Stress conditions in the T2 plot impacted a 10 % reduction in maize yield. The study demonstrated that UAV-based multispectral and thermal sensors could effectively compute farm/field-level ET and be useful for field-level water productivity estimation and precision farming techniques.

Keywords: Evapotranspiration, UAV, Water Productivity, Remote Sensing.

RÉSUMÉ

L'évapotranspiration (ET) est un paramètre dynamique qui dépend des paramètres climatiques et de surface, et sa quantification spatiale et temporelle est essentielle pour les décisions de gestion de l'eau. La technologie satellitaire offre une excellente opportunité d'estimer l'ET réelle à une échelle plus grossière, mais ces estimations sont moins précises au niveau du terrain. Les capteurs embarqués à bord d'un véhicule aérien sans pilote (UAV) offrent une plus grande flexibilité et une meilleure récupération des paramètres sur le terrain que les outils de télédétection traditionnels. Une étude expérimentale a été entreprise pour dériver l'ET à l'aide des images acquises par une caméra multispectrale et thermique intégrée (capteur Altum) montée sur une plateforme de drone. Cette étude vise à estimer l'évapotranspiration au niveau du champ et la productivité de l'eau de la culture du maïs pour deux traitements d'irrigation différents (T1- 20 % de l'humidité quotidienne disponible du sol (DASM) et T2- 40 % de la DASM). L'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et la température de

¹ National Remote Sensing Centre, ISRO Hyderabad Professor Jayashankar Telangana State Agricultural University Hyderabad² *Corresponding Author email: nidhi_misra@nrc.gov.in

surface du sol (LST) ont été calculés à l'aide des données multispectrales et thermiques. Les paramètres météorologiques nécessaires à l'estimation de l'ET ont été obtenus à partir de la tour de flux située dans le même champ. L'ET a été calculée en utilisant l'approche Priestley-Taylor. Les valeurs LST, NDVI et hauteur des cultures à haute résolution sont utilisées pour interpréter l'ET avec précision. Il a été observé que l'estimation de l'ET basée sur les drones pouvait discerner la variation de l'ET entre deux traitements d'irrigation différents.

Le sol exposé entre les rangs présentait une faible ET, tandis que les cultures avaient une ET plus élevée que le sol. Une amplitude de l'ET saisonnière de 5 % plus élevée a été observée dans la parcelle T1 par rapport à la parcelle T2. Les conditions de stress dans la parcelle T2 ont entraîné une réduction de 10 % du rendement du maïs. L'étude a démontré que les capteurs multispectraux et thermiques basés sur les drones pouvaient calculer efficacement l'ET au niveau de l'exploitation/du champ et être utiles pour l'estimation de la productivité de l'eau au niveau du champ et pour les techniques d'agriculture de précision.

Mots-clés : Evapotranspiration, drone, productivité de l'eau, télédétection.

OPTIMIZATION AND SENSITIVITY ANALYSIS OF IRRIGATION WATER REQUIREMENTS CONSIDERING ECONOMIC BENEFITS OF FARMERS

OPTIMISATION ET ANALYSE DE SENSIBILITÉ DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION EN TENANT COMPTE DES AVANTAGES ÉCONOMIQUES DES AGRICULTEURS

Ashish Pandey¹ and Kapil Bhoutika²

ABSTRACT

India faces several challenges when it comes to agriculture water management. Some of the most pressing issues include-Over extraction of groundwater, inefficient irrigation systems, Lack of water storage infrastructure, and climate change. India is taking several steps to address these challenges, including promoting more efficient irrigation systems, improving water storage infrastructure, and developing new technologies to manage water resources better. Still, there is a need to optimize irrigation water requirements and sensitivity analysis to know how the variation of irrigation water requirements impacts farmers' income.

The optimization of irrigation water requirements involves finding the most efficient and effective way to use water to grow crops. The sensitivity of irrigation water requirement refers to the degree to which various factors change the water required by crops. The sensitivity of irrigation water requirements is essential when optimizing water use in agriculture.

The study is carried out in Haridwar district of Uttarakhand state, India. The major crops of the district are sugarcane, wheat, and rice. A Linear Programming optimization model maximizes net profit from cultivation while meeting several requirements like cultivating area, irrigation, rainwater, cropping cycle, and market needs. Crop evapotranspiration is determined by CROPWAT 8.0. The optimization model gives the optimum value for the cropping area and irrigation water requirement, which maximize the net profit. Sensitivity analysis shows how the different variables and constraints impact the maximization of the objective function, net income. In Haridwar, the rice cultivated area decreased from 20460 hectares in 1991-92 to 13728 hectares in 2021-22, and the yield was almost the same 2437 Kg/Ha in 1991-92 to 2447 Kg/Ha in 1991-1992. The wheat cultivated area decreased from 46810 hectares in 1991-92 to 43753 hectares in 2021-22, and the yield increased from 2587 Kg/Ha in 1991-92 to 3546 Kg/Ha in 1991-1992. Sugarcane cultivated area increased from 58040 hectares in 1991-92 to 72933 hectares in 2021-22, and the yield increased from 61100 Kg/Ha in 1991-92 to 92700 Kg/Ha in 1991-1992. The actual evapotranspiration (AET) using FAO-modified Penman-Monteith for sugarcane is 1500-1800 mm, wheat is 280-320 mm, and rice is 1100-1200 mm. The crop water requirement is obtained by multiplying the crop coefficient (Kc) by AET. The Kc value varies with different crops in different growth periods. The Kc value is modified for the study area using FAO-56. The FAO-56 modified Kc at initial, mid, and end stages for sugarcane 0.592, 1.168, 0.656, wheat 0.38, 1.08, 0.39 and rice 0.736, 1.038, 0.851, respectively. So, Kc is less for wheat as compared to rice and sugarcane. Sensitivity analysis is done to determine how the variation of resources like water and cropping area impacts farmers' net income.

Keywords: Linear Programming, Optimization, Sensitivity Analysis, Crop Water Requirement, Irrigation Water Requirement.

1 Professor, Department of Water Resources Development and Management, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, email-ashish.pandey@wr.iitr.ac.in

2 Research Scholar, Department of Water Resources Development and Management, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, email-kapil_b@wr.iitr.ac.in

RÉSUMÉ

L'Inde est confrontée à plusieurs défis en matière de gestion de l'eau dans l'agriculture. Parmi les problèmes les plus urgents, citons l'extraction excessive des eaux souterraines, l'inefficacité des systèmes d'irrigation, le manque d'infrastructures de stockage de l'eau et le changement climatique. L'Inde prend plusieurs mesures pour relever ces défis, notamment en promouvant des systèmes d'irrigation plus efficaces, en améliorant les infrastructures de stockage de l'eau et en développant de nouvelles technologies pour mieux gérer les ressources en eau. Cependant, il est nécessaire d'optimiser les besoins en eau d'irrigation et d'effectuer une analyse de sensibilité pour savoir comment la variation des besoins en eau d'irrigation influe sur le revenu des agriculteurs.

L'optimisation des besoins en eau d'irrigation consiste à trouver la manière la plus efficace et la plus efficiente d'utiliser l'eau pour les cultures. La sensibilité des besoins en eau d'irrigation fait référence à la mesure dans laquelle divers facteurs modifient les besoins en eau des cultures. La sensibilité des besoins en eau d'irrigation est essentielle pour optimiser l'utilisation de l'eau dans l'agriculture.

L'étude est réalisée dans le district de Haridwar, dans l'État d'Uttarakhand, en Inde. Les principales cultures du district sont la canne à sucre, le blé et le riz. Un modèle d'optimisation par programmation linéaire maximise le bénéfice net de la culture tout en répondant à plusieurs exigences telles que la surface cultivée, l'irrigation, l'eau de pluie, le cycle de culture et les besoins du marché. L'évapotranspiration des cultures est déterminée par CROPWAT 8.0. Le modèle d'optimisation donne la valeur optimale pour la zone de culture et les besoins en eau d'irrigation, qui maximisent le bénéfice net. L'analyse de sensibilité montre comment les différentes variables et contraintes influencent la maximisation de la fonction objective, le revenu net. À Haridwar, la superficie cultivée en riz a diminué de 20460 hectares en 1991-92 à 13728 hectares en 2021-22, et le rendement était presque le même, 2437 Kg/Ha en 1991-92 à 2447 Kg/Ha en 1991-1992. La superficie cultivée en blé a diminué, passant de 46810 hectares en 1991-92 à 43753 hectares en 2021-22, et le rendement a augmenté, passant de 2587 Kg/Ha en 1991-92 à 3546 Kg/Ha en 1991-1992. La superficie cultivée en canne à sucre est passée de 58040 hectares en 1991-92 à 72933 hectares en 2021-22, et le rendement a augmenté de 61100 Kg/Ha en 1991-92 à 92700 Kg/Ha en 1991-1992. L'évapotranspiration réelle (AET) selon la méthode de Penman-Monteith modifiée par la FAO est de 1500-1800 mm pour la canne à sucre, de 280-320 mm pour le blé et de 1100-1200 mm pour le riz. La valeur Kc varie selon les cultures et les périodes de croissance. La valeur Kc est modifiée pour la zone d'étude à l'aide de la FAO-56. La FAO-56 a modifié le Kc aux stades initial, intermédiaire et final pour la canne à sucre (0,592, 1,168, 0,656), le blé (0,38, 1,08, 0,39) et le riz (0,736, 1,038, 0,851), respectivement. Ainsi, kc est plus faible pour le blé que pour le riz et la canne à sucre. L'analyse de sensibilité est effectuée pour déterminer l'impact de la variation des ressources telles que l'eau et la zone de culture sur le revenu net des agriculteurs.

Mots-clés : Programmation linéaire, optimisation, analyse de sensibilité, besoins en eau des cultures, besoins en eau d'irrigation.

THE CROP WATER PRODUCTIVITY PERFORMANCE OUTCOME OF IRRIGATION SYSTEM MODERNIZATION PROJECTS

L'OUTOME DE LA PERFORMANCE DE LA PRODUCTIVITE DE L'EAU DES CULTURES DANS LE CADRE DES PROJETS DE MODERNISATION DES SYSTÈMES D'IRRIGATION

Steley Colin¹

ABSTRACT

There is considerable potential to increase present low to very low global crop water productivity (CWP) values (*well established*). Basic CWP is defined as the ratio of actual crop yield (Ya) and evapotranspiration (ETa) ($CWP = Ya/ETa$). For a given climate and crop, ETa and agronomy are the independent variables that determine Ya and CWP. ETa and Ya are not independent as Ya is dependent on ETa. Therefore, counterintuitively, Ya and CWP can be increased by increasing ETa from zero up to about 85% of the potential crop evapotranspiration (ETc) ($ETa \sim 0.85ETc$). None of six typical case studies, considered herein, present complete and conclusive positive or negative evidence that the basic CWP concepts are empirically *well established* or not? This indicates that, in general, basic CWP concepts are not sufficiently well understood, widely disseminated and fully operational. They remain an *Opaque Spot* in the large "CWP" literature. However, each case study presents some different positive circumstantial evidence that is consistent with the basic CWP concepts. None present contradictory negative evidence. Rather than a rare *exception*, low ETa is the general *rule*, many irrigated crops are not *getting enough water to drink* and low ETa causes very low Ya and low CWP. This confirms that, in many irrigation systems, Ya and CWP (Ya/ETa) can be increased, often appreciably, by increasing low ETa and improving agronomy (in that order). We conclude that, the economic irrigated agricultural system productivity, of total water supply per irrigable area, should be the default performance outcome of most irrigation system modernization (ISM) projects.

Keywords: Water accounting and productivity, irrigation modernization and real water savings.

RÉSUMÉ

Il existe un potentiel considérable d'augmentation des valeurs actuelles de productivité de l'eau des cultures (CWP), qui sont faibles ou très faibles à l'échelle mondiale (*bien établies*). La productivité de base de l'eau des cultures est définie comme le rapport entre le rendement réel des cultures (Ya) et l'évapotranspiration (ETa) ($CWP = Ya/ETa$). Pour un climat et une culture donnés, ETa et l'agronomie sont les variables indépendantes qui déterminent Ya et CWP. ETa et Ya ne sont pas indépendants, car Ya dépend d'ETa. Par conséquent, de manière contre-intuitive, Ya et CWP peuvent être augmentés en augmentant ETa de zéro jusqu'à environ 85 % de l'évapotranspiration potentielle de la culture (ETc) ($ETa \sim 0,85ETc$). Aucune des six études de cas typiques examinées ici ne présente de preuve positive ou négative complète et concluante que les concepts de base du CWP sont empiriquement *bien établis* ou non ? Cela indique qu'en général, les concepts de base du CWP ne sont pas suffisamment bien compris, largement diffusés et pleinement opérationnels. Ils restent un *point opaque* dans la vaste littérature sur la protection de l'environnement. Cependant, chaque étude de cas présente des preuves circonstancielles positives différentes qui sont cohérentes avec

¹ Colin Steley, Independent Consultant, Australia, c3steley@icloud.com Ian W. Makin, ICID, United Kingdom, ianwmakin@gmail.com

les concepts de base de la protection de l'environnement. Aucune ne présente de preuves négatives contradictoires. Plutôt qu'une rare *exception*, un faible ETa est la *règle* générale, de nombreuses cultures irriguées ne *reçoivent pas assez d'eau pour boire* et un faible ETa entraîne un très faible Ya et un faible CWP. Cela confirme que, dans de nombreux systèmes d'irrigation, Ya et CWP (Ya/ETa) peuvent être augmentés, souvent de manière appréciable, en augmentant l'ETa et en améliorant l'agronomie (dans cet ordre). Nous concluons que la productivité économique des systèmes agricoles irrigués, de l'approvisionnement total en eau par surface irrigable, devrait être le *résultat de performance* par défaut de la plupart des projets de modernisation des systèmes d'irrigation (ISM).

Mots clés : Comptabilité et productivité de l'eau, modernisation de l'irrigation et économies d'eau réelles.

IMPROVED TEMPERATURE-BASED REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION MODEL FOR CROP WATER DEMAND FORECASTING

MODÈLE AMÉLIORÉ D'ÉVAPOTRANSPIRATION DE RÉFÉRENCE BASÉ SUR LA TEMPÉRATURE POUR LA PRÉVISION DE LA DEMANDE EN EAU DES CULTURES

En Lin ¹, and Yufeng Luo ²

ABSTRACT

Accurate estimates of daily reference evapotranspiration (ET_0) are critical for water management and irrigation decisions for rice. The simplest empirical model, called the temperature-based method Penman-Monteith (PMT), was developed based on temperature data. Although the temperature is one of the most influential weather variables in ET_0 forecasts, actual vapor pressure also has a non-negligible impact on ET_0 forecast performance. In this paper, we select a typical rice area in southern China and improve the PMT model by applying for the latest advances in forecasting actual vapor based on temperature data from public weather forecasts, and using ET_0 forecasts for crop irrigation in smart irrigation areas. By multiplying crop coefficients with ET_0 ('Kc- ET_0 '), a real-time dynamic forecast of crop water requirements for the next 7 days in the irrigation area is made. As a result, when just temperature data are provided, it is advised that the enhanced PMT model be used to forecast ET_0 . The study's findings can serve as a foundation for regional agricultural water resource management.

Keywords: Reference evapotranspiration; Actual vapor pressure; Temperature; Irrigation forecasts.

RÉSUMÉ

Des estimations précises de l'évapotranspiration quotidienne de référence (ET_0) sont essentielles pour la gestion de l'eau et les décisions d'irrigation pour le riz. Le modèle empirique le plus simple, appelé méthode Penman-Monteith (PMT) basée sur la température, a été développé à partir des données de température. Bien que la température soit l'une des variables météorologiques les plus influentes dans les prévisions de ET_0 , la pression de vapeur réelle a également un impact non négligeable sur la performance des prévisions de ET_0 . Dans cet article, nous sélectionnons une zone rizicole typique du sud de la Chine et améliorons le modèle PMT en appliquant les dernières avancées en matière de prévision de la vapeur réelle basée sur les données de température des prévisions météorologiques publiques, et en utilisant les prévisions ET_0 pour l'irrigation des cultures dans les zones d'irrigation intelligente. En multipliant les coefficients de culture par l' ET_0 («Kc- ET_0 »), on obtient une prévision dynamique en temps réel des besoins en eau des cultures pour les sept jours à venir dans la zone d'irrigation. Par conséquent, lorsque seules les données de température sont fournies, il est conseillé d'utiliser le modèle PMT amélioré pour prévoir l' ET_0 . Les résultats de l'étude peuvent servir de base à la gestion régionale des ressources en eau agricole.

Mots clés : Évapotranspiration de référence ; Pression de vapeur réelle ; Température ; Prévisions d'irrigation.

¹ State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430072, China. linen2021@whu.edu.cn

² State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan, Hubei 430072, China. yfluo@whu.edu.cn

DISCUSSION ON IMPORTANT DESIGN ASPECTS FOR SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF FULLY PDN BASED GRAVITY IRRIGATION SYSTEM

DISCUSSION SUR LES ASPECTS IMPORTANTS DE LA CONCEPTION POUR UNE MISE EN ŒUVRE RÉUSSIE D'UN SYSTÈME D'IRRIGATION PAR GRAVITÉ ENTIÈREMENT BASÉ SUR LE PDN

Pagar Sudarshan¹, Mali Chandrakant², and Patil Suhas³

ABSTRACT

The problems associated with land acquisition for open canal systems have been a bottleneck issues in timely completion of irrigation projects. The piped distribution system with advantages such as improved overall efficiency and better control over irrigation management has proven to be easier in construction activities. However, only a well-designed channel can perform its function best.

Basic per hectare discharge, minimum outlet discharge for surface irrigation application, properly aligned network and judgmental placement of valves are key factors which govern the resulting system behavior of piped distribution network. The variable irrigation requirements in different fortnight's results in variable basic discharge (lps/Ha) for each fortnight, the maximum of all is considered in the design of piped irrigation system. However, the available quantum of water in the dam and unpredicted irrigation requirement from the end users (farmers), necessitates the design of variable duty-based system. The acceptable limits on minimum and maximum velocities in pipeline impose a physical constrain on the hydraulic system and as the irrigation water contains a considerable amount of silt, the variable duty-based system is challenging design issue. Further, the chak outlet discharge of 5 to 7 Lps is recommended by available references (CWC, 2017), which is found just near to sufficient for surface application methods. As per the observations, the outlet discharge of 10 lps is found to be satisfactory and more acceptable by farmers for surface application methods.

Another important aspect is the proper alignment of network in the command area, especially for the gravity based piped irrigation systems (as these are mostly low head systems). The variations in topographical features such as slope and elevation profile of command area results in variable residual heads at chak outlet locations. The locations with higher residual heads result in suction zones, where greater discharge is drawn than designed, this affects the hydraulic behaviour of the system. As the average velocities in a gravity-based network are in the range of 0.8 m/sec to 1.20 m/sec, the probable locations of air pockets in the pipeline shall be attended with grater caution as air entrapped can increase head losses and reduce the capacities of the pipeline. Both the issues of suction zones and air pockets can be effectively eliminated by proper alignment of network and judgemental placement of various valves at appropriate locations.

A detailed description is provided on important design aspects for successful hydraulic functioning of fully PDN based gravity irrigation systems with relevant examples of irrigation projects, designed in accordance with guidelines issued by government of Maharashtra.

Keywords: Pipe Distribution Network, Network Alignment, Basic Discharge, Zoning.

1 Chief Engineer, Central Designs Organization, Nashik, India, metanashik@gmail.com

2 Superintending Engineer (Canals), Central Designs Organization, Nashik, India, secdocanal@gmail.com

3 Assistant Engineer Gr I, Central Designs Organization, Nashik, India, suhas.patil@gov.in

RÉSUMÉ

Les problèmes liés à l'acquisition de terres pour les systèmes de canaux ouverts ont constitué un goulot d'étranglement pour l'achèvement en temps voulu des projets d'irrigation. Le système de distribution par canalisation, qui présente des avantages tels que l'amélioration de l'efficacité globale et un meilleur contrôle de la gestion de l'irrigation, s'est avéré plus facile à mettre en œuvre. Cependant, seul un canal bien conçu peut remplir au mieux sa fonction.

Le débit de base par hectare, le débit de sortie minimum pour l'application de l'irrigation de surface, un réseau correctement aligné et un placement judicieux des vannes sont des facteurs clés qui régissent le comportement du réseau de distribution par canalisations. Les besoins d'irrigation variables au cours des différentes quinzaines entraînent un débit de base variable (lps/Ha) pour chaque quinzaine, le maximum de tous étant pris en compte dans la conception du système d'irrigation par canalisations. Cependant, la quantité d'eau disponible dans le barrage et les besoins d'irrigation imprévus des utilisateurs finaux (agriculteurs) nécessitent la conception d'un système à débit variable.

Les limites acceptables des vitesses minimales et maximales dans les canalisations imposent une contrainte physique au système hydraulique et comme l'eau d'irrigation contient une quantité considérable de limon, le système à service variable est un problème de conception difficile. En outre, le débit de sortie du chak de 5 à 7 Lps est recommandé par les références disponibles (CWC, 2017), ce qui s'avère juste suffisant pour les méthodes d'application en surface. D'après les observations, le débit de sortie de 10 lps est jugé satisfaisant et plus acceptable par les agriculteurs pour les méthodes d'application en surface.

Un autre aspect important est l'alignement correct du réseau dans la zone de commande, en particulier pour les systèmes d'irrigation par canalisation basés sur la gravité (étant donné qu'il s'agit principalement de systèmes à faible hauteur de chute). Les variations des caractéristiques topographiques telles que la pente et le profil d'élévation de la zone de commande entraînent des hauteurs résiduelles variables aux points de sortie du chak.

Les endroits où la hauteur de chute résiduelle est plus élevée donnent lieu à des zones d'aspiration, où le débit est plus important que prévu, ce qui affecte le comportement hydraulique du système. Comme les vitesses moyennes dans un réseau gravitaire sont comprises entre 0,8 m/sec et 1,20 m/sec, les emplacements probables des poches d'air dans la canalisation doivent être surveillés avec une plus grande prudence, car l'air emprisonné peut augmenter les pertes de charge et réduire les capacités de la canalisation. Les problèmes de zones d'aspiration et de poches d'air peuvent être éliminés efficacement en alignant correctement le réseau et en plaçant judicieusement les différentes vannes aux endroits appropriés.

Une description détaillée est fournie sur les aspects importants de la conception pour un fonctionnement hydraulique réussi des systèmes d'irrigation par gravité entièrement basés sur le PDN avec des exemples pertinents de projets d'irrigation, conçus conformément aux directives émises par le gouvernement du Maharashtra.

Mots-clés : Réseau de distribution par canalisations, alignement du réseau, débit de base, zonage.

ASSESSMENT OF OKRA YIELD (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L.) USING REFLECTANCE BASED VEGETATIVE INDICES AND MACHINE LEARNING TECHNIQUES

ÉVALUATION DU RENDEMENT DU GOMBO (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L.) À L'AIDE D'INDICES VÉGÉTATIFS BASÉS SUR LA RÉFLECTANCE ET DE TECHNIQUES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Yogesh A Rajwade¹, Narendra Singh Chandel², Satish Kumar Singh³ and Subeesh A⁴

ABSTRACT

Stress caused by biotic and abiotic factors induces physiological, developmental, and biochemical changes in a crop and have negative impact on the crop yield. Conventional methods of water stress detection are time-consuming and destructive in nature. Plant reflectance data collected using non-contact type ground sensors such as a spectroradiometer have been very useful for determining qualitative and quantitative plant characteristics. In the present study, experiment on okra crop was laid out in a strip plot design with four levels of irrigation based on crop evapotranspiration (ET_c) (100%, 75%, 50%, and 25% of ET_c) and two methods of irrigation (flood and sprinkler) with three replications. The performance of okra crop was evaluated in terms of yield and water productivity along with reflectance based vegetative indices were used for yield estimation using machine learning (ML) techniques. The results revealed the effect of irrigation levels, as well as irrigation method, on okra yield was significant ($p = 0.05$). The maximum okra yield (10666 kg ha⁻¹) was recorded under flood irrigation with 100% ET_c followed by sprinkler irrigation (9876 kg ha⁻¹) at a similar ET_c level. Similarly, water productivity was significantly higher in flood irrigation (1.96 kg m⁻³) treatments over sprinkler irrigation (1.82 kg m⁻³). The mean spectral signature of sprinkler irrigation exhibited low reflectance with diminishing water absorbance troughs stating lower soil moisture (higher water stress) compared to flood irrigation. Significant variation in the values of spectral vegetation indices with respect time (crop growth) and irrigation method-level was observed. Among the different ML techniques used for yield prediction, support vector machine performed superior (lower RMSE and higher R²) compared to other models across the indices. The model developed using Normalized Difference Moisture Index (NDMI) was observed as the best predictive model with R² of 0.94 and RMSE of 412 kg/ha.

Keywords: Micro irrigation, NDMI, Spectral vegetation indices, Water stress, Water productivity.

RÉSUMÉ

Le stress causé par des facteurs biotiques et abiotiques induit des changements physiologiques, développementaux et biochimiques dans une culture et a un impact négatif sur le rendement de la culture. Les méthodes conventionnelles de détection du stress hydrique sont longues et

1 Scientist, Irrigation and Drainage Engineering Division, ICAR-Central Institute of Agricultural Engineering, Bhopal, Madhya Pradesh, India 462038

2 Senior Scientist, Agricultural Mechanization Division, ICAR-Central Institute of Agricultural Engineering, Bhopal, Madhya Pradesh, India 462038

3 Senior Research fellow, ICAR-Central Institute of Agricultural Engineering, Bhopal, Madhya Pradesh, India 462038

4 Scientist, Agricultural Mechanization Division, ICAR-Central Institute of Agricultural Engineering, Bhopal, Madhya Pradesh, India 462038

destructives par nature. Les données de réflectance des plantes collectées à l'aide de capteurs au sol sans contact tels que le spectroradiomètre se sont avérées très utiles pour déterminer les caractéristiques qualitatives et quantitatives des plantes. Dans la présente étude, l'expérience sur la culture du gombo a été réalisée dans un plan de parcelles en bandes avec quatre niveaux d'irrigation basés sur l'évapotranspiration de la culture (100 %, 75 %, 50 % et 25 % de l'ETc) et deux méthodes d'irrigation (inondation et aspersion) avec trois répétitions. La performance du gombo a été évaluée en termes de rendement et de productivité de l'eau, et des indices végétatifs basés sur la réflectance ont été utilisés pour l'estimation du rendement à l'aide de techniques d'apprentissage automatique (ML). Les résultats ont révélé que l'effet des niveaux d'irrigation, ainsi que de la méthode d'irrigation, sur le rendement du gombo était significatif ($p = 0,05$). Le rendement maximal de gombo (10666 kg ha^{-1}) a été enregistré sous irrigation par inondation avec 100% d'ETc, suivi par l'irrigation par aspersion (9876 kg ha^{-1}) à un niveau d'ETc similaire. De même, la productivité de l'eau était significativement plus élevée dans les traitements d'irrigation par inondation ($1,96 \text{ kg m}^{-3}$) que dans les traitements d'irrigation par aspersion ($1,82 \text{ kg m}^{-3}$). La signature spectrale moyenne de l'irrigation par aspersion présentait une faible réflectance avec des creux d'absorption d'eau décroissants indiquant une humidité du sol plus faible (stress hydrique plus élevé) par rapport à l'irrigation par inondation. Une variation significative des valeurs des indices spectraux de végétation en fonction du temps (croissance de la culture) et de la méthode d'irrigation a été observée. Parmi les différentes techniques de ML utilisées pour la prédiction du rendement, la machine à vecteur de soutien a obtenu de meilleurs résultats (RMSE plus faible et R^2 plus élevé) que les autres modèles pour l'ensemble des indices. Le modèle développé à partir de l'indice d'humidité différentielle normalisé (NDMI) a été considéré comme le meilleur modèle prédictif avec un R^2 de 0,94 et un RMSE de 412 kg/ha.

Mots-clés : Micro-irrigation, NDMI, Indices spectraux de végétation, Stress hydrique, Productivité de l'eau.

WATER FOOTPRINT AND ITS VARIATION DEPENDING UPON THE FOREST COVER AND THE HUMAN INTERVENTION OVER JHARKHAND

EMPREINTE HYDRIQUE ET SES VARIATIONS EN FONCTION DU COUVERT FORESTIER ET DE L'INTERVENTION HUMAINE AU JHARKHAND

Ghosh, Aindrila¹ and Warwade, Pratibha²

ABSTRACT

Earth is a living planet due to presence of water. The fundamental feature of expedition to any planet for searching of life is to find out availability of water. Water is very essential to all. Without water nothing is possible, no food can be produced, no basic amenities can be given and most important no life can be formed. So to manage this valuable 'Gem' of earth, Water, is much needed in present scenario. A proper management of water can be done with a very good understanding of the ways to consume water. There are mainly two types of human consumption of water- direct and indirect. Water footprint is an indicator which can help to understand not only direct consumption, but also indirect consumption of water. Many studies have showed the importance of evaluating Water Footprint (WF) of crops at global level. Many researchers have showed the variation of WF of crops in regional studies and suggested to do more regional study considering local conditions. Here in this study WF of Rice has been calculated for four districts of Jharkhand, Palamu and Hazaribagh have major forest coverage and Ranchi and Dhanbad have the developed town effect due to a big human intervention. The study has been carried out for the Rice crop over the period of 2000-2017 by using Cropwat 8.0 model for the estimation. The findings have depicted the change in Water Footprints for rice from 2000 to 2017 is more in towns than forest region. The decrease is 67.76% for Ranchi, 57.94% for Dhanbad 2.79% for Hazaribagh and 10.88% for Palamu. The result shows the Green Water Footprint (GWF) of these two towns are generally higher than the two forest regions in some years of the period. But in contrast the Blue Water Footprint (BWF) of Rice in these two forests covered districts is higher than other two developed districts in many years over the study period. Only Dhanbad has changed its trend, by lessening GWF after 2003 and comparatively increasing BWF after 2004. The maximum BWF of Rice is 20,227 m³/ton in Palamu district in 2005 whereas the maximum GWF of Rice is 5,786 m³/ton in Ranchi district in 2005. The WF of rice in Palamu is highest due to high rise in BWF of rice over the period of 2004 to 2015. The study also shows the total WF is maximum in Palamu district with 105155 m³/ton, followed by Ranchi with 82328 m³/ton, Hazaribagh with 78851 m³/ton and Dhanbad with 69284m³/ton for this whole 18 years period. Here the three districts Ranchi, Hazaribagh and Dhanbad are from Central and North-Eastern plateau agro-climatic subzone of Jharkhand and Palamu is from Western Plateau subzone. The obtained estimates with the results show that the estimating of WFs of crops depend upon the regional study by considering climatic conditions, vegetation cover, crop yield at regional level. The remarkable changes in results suggest to assess more regional-scale studies by considering different agro-climatic regions, agro-ecological regions and more local conditions.

Keywords Water Footprint, Green Water Footprint, Blue Water Footprint.

1 Research Scholar, Department of Civil Engineering, Central University of Jharkhand, Ranchi, Jharkhand 835205, India, email: ghoshaindrila1203@gmail.com

2 Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Central University of Jharkhand, Ranchi, Jharkhand 835205, India, email: pratibha.warwade@gmail.com

RÉSUMÉ

La Terre est une planète vivante grâce à la présence d'eau. La caractéristique fondamentale d'une expédition sur une planète à la recherche de la vie est de découvrir la disponibilité de l'eau. L'eau est essentielle pour tous. Sans eau, rien n'est possible, aucune nourriture ne peut être produite, aucune commodité de base ne peut être fournie et, surtout, aucune vie ne peut être formée. La gestion de ce précieux «joyau» de la terre, l'eau, est donc très nécessaire dans le scénario actuel. Une bonne gestion de l'eau peut se faire avec une très bonne compréhension des modes de consommation de l'eau. Il existe principalement deux types de consommation d'eau par l'homme : directe et indirecte. L'empreinte hydrique est un indicateur qui peut aider à comprendre non seulement la consommation directe, mais aussi la consommation indirecte d'eau. De nombreuses études ont montré l'importance d'évaluer l'empreinte hydrique des cultures au niveau mondial. De nombreux chercheurs ont montré la variation de l'empreinte hydrique des cultures dans les études régionales et ont suggéré de réaliser davantage d'études régionales en tenant compte des conditions locales. Dans cette étude, l'empreinte hydrique du riz a été calculée pour quatre districts du Jharkhand, Palamu et Hazaribagh ayant une couverture forestière importante et Ranchi et Dhanbad ayant l'effet d'une ville développée en raison d'une grande intervention humaine. L'étude a été réalisée pour la culture du riz sur la période 2000-2017 en utilisant le modèle Cropwat 8.0 pour l'estimation. Les résultats ont montré que le changement de l'empreinte hydrique pour le riz entre 2000 et 2017 est plus important dans les villes que dans les régions forestières. La diminution est de 67,76 % pour Ranchi, 57,94 % pour Dhanbad, 2,79 % pour Hazaribagh et 10,88 % pour Palamu. Les résultats montrent que l'empreinte eau verte (GWF) de ces deux villes est généralement plus élevée que celle des deux régions forestières au cours de certaines années de la période. En revanche, l'empreinte bleue du riz dans ces deux districts couverts de forêts est plus élevée que dans les deux autres districts développés pendant de nombreuses années au cours de la période étudiée. Seul Dhanbad a changé de tendance, en diminuant l'empreinte bleue de l'eau après 2003 et en augmentant comparativement l'empreinte bleue de l'eau après 2004. La FBC maximale du riz est de 20 227 m³ /tonne dans le district de Palamu en 2005, tandis que la FBC maximale du riz est de 5 786 m³ /tonne dans le district de Ranchi en 2005. La FGF du riz dans le district de Palamu est la plus élevée en raison de la forte augmentation de la FBF du riz au cours de la période 2004-2015. L'étude montre également que la superficie totale est maximale dans le district de Palamu avec 105155 m³ /tonne, suivi par Ranchi avec 82328 m³ /tonne, Hazaribagh avec 78851 m³ /tonne et Dhanbad avec 69284 m³ /tonne pour l'ensemble de cette période de 18 ans. Les trois districts de Ranchi, Hazaribagh et Dhanbad appartiennent à la sous-zone agroclimatique du plateau central et nord-est du Jharkhand et Palamu à la sous-zone du plateau occidental. Les estimations obtenues avec les résultats montrent que l'estimation des facteurs de production des cultures dépend de l'étude régionale en considérant les conditions climatiques, la couverture végétale, le rendement des cultures au niveau régional. Les changements remarquables dans les résultats suggèrent d'évaluer plus d'études à l'échelle régionale en considérant différentes régions agro-climatiques, régions agro-écologiques et des conditions plus locales.

Mots clés Empreinte de l'eau, Empreinte de l'eau verte, Empreinte de l'eau bleue.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE MECHANISM OF GROUNDWATER RECHARGE IN PADDY FIELD UNDER CONTROLLED IRRIGATION IN SOUTHERN CHINA

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU MÉCANISME DE RECHARGE DES EAUX SOUTERRAINES DANS UNE RIZIÈRE SOUS IRRIGATION CONTRÔLÉE DANS LE SUD DE LA CHINE

He Yupu, Wan Jiawei, Qi Wei^{1*}, Ji Renjing and Bi Wentong

ABSTRACT

The groundwater depth in paddy field is generally shallow in southern China, resulting in frequent transformation between the soil water and groundwater, mainly including deep percolation and groundwater recharge, in paddy field under water-saving irrigation methods. It is helpful to understand the mechanism of groundwater recharge for optimizing irrigation schedule and improving water use efficiency during rice production.

The main objective of this study was to reveal the mechanism of the groundwater recharge in paddy field under controlled irrigation by lysimeter experiments. A two-year rice planting experiment was conducted in specially-designed lysimeters with paddy soils under treatments of controlled irrigation (CI) and flooding irrigation (FI). During the whole growing period of rice, the amount of precipitation, irrigation, evapotranspiration and groundwater recharge were recorded each day. Besides, the variation of soil water content at different depths was monitored by Time Domain Reflectometry (TDR).

The results showed that compared with flooding irrigation, the controlled irrigation treatment significantly enhanced the intensity of groundwater recharge at each growing stage and thus increased the total recharge amount during the whole period. The two-year average value of the total groundwater recharge for FI treatment was 32.0 mm. However, the value for CI treatment was 203.6 mm. Besides, the total groundwater recharge for CI accounted for 36.2% of the total evapotranspiration, and at the early tillering stage the recharge accounted for 92.8%, suggesting that at this stage the recharge could roughly meet the water needs of rice growth. For CI treatment, frequent drying-wetting cycles were found at the upper 30 cm soil layer, with the soil water content constantly fluctuating between $0.34 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ and $0.47 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. During drying-wetting cycles, an increasing trend was observed in the amount of groundwater recharge as the water content of upper 30 cm soil decreased. During a period between two events of water input (irrigation or rainfall), when the soil water content decreased to a certain range, the groundwater recharge peaked within a day and in turn caused the increase of the soil water content. A total of 16 and 10 peaks were respectively observed in the two seasons and the maximum value was 22.88 mm d^{-1} .

The groundwater recharge had noticeable effects on the soil water content of lower layers. Due to the effect of groundwater recharge, the soil water content below 30 cm was stable between $0.40 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ and $0.42 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. This study demonstrated that controlled irrigation method could significantly promote the groundwater recharge. Besides, it revealed the relationship among the recharge, irrigation, rainfall and soil water content in paddy field

1 He Yupu, Senior Engineer, Nanjing Hydraulic Research Institute, China, heyupu28@163.com.

2 Wan Jiawei, Postgraduate, Nanjing Hydraulic Research Institute, China, 307554921@qq.com.

3 Qi Wei, Engineer, Nanjing Hydraulic Research Institute, China, wqi@nhri.cn.

4 Ji Renjing, Engineer, Nanjing Hydraulic Research Institute, China, jirenjing@126.com.

5 Bi Wentong, Postgraduate, Nanjing Hydraulic Research Institute, China, wentongbi9867@163.com.

under CI treatment, which could provide some reference for making use of groundwater and optimizing irrigation strategy in paddy field in southern China.

Key words: water-saving irrigation; paddy field; groundwater recharge; controlled irrigation; southern China.

RESUME

La profondeur des eaux souterraines dans les rizières est généralement faible dans le sud de la Chine, ce qui entraîne une transformation fréquente entre l'eau du sol et les eaux souterraines, comprenant principalement la percolation profonde et la recharge des eaux souterraines, dans les rizières soumises à des méthodes d'irrigation économes en eau. Il est utile de comprendre le mécanisme de recharge des eaux souterraines pour optimiser le calendrier d'irrigation et améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau pendant la production de riz. L'objectif principal de cette étude était de révéler le mécanisme de recharge des eaux souterraines dans une rizière soumise à une irrigation contrôlée par le biais d'expériences lysimétriques. Une expérience de plantation de riz de deux ans a été menée dans des lysimètres spécialement conçus avec des sols de paddy sous des traitements d'irrigation contrôlée (CI) et d'irrigation par inondation (FI). Pendant toute la période de croissance du riz, la quantité de précipitations, l'irrigation, l'évapotranspiration et la recharge de la nappe phréatique ont été enregistrées chaque jour. En outre, la variation de la teneur en eau du sol à différentes profondeurs a été surveillée par réflectométrie à domaine temporel (TDR). Les résultats ont montré que, par rapport à l'irrigation par submersion, l'irrigation contrôlée a considérablement renforcé l'intensité de la recharge des eaux souterraines à chaque stade de croissance et a donc augmenté la quantité totale de recharge sur l'ensemble de la période. La valeur moyenne sur deux ans de la recharge totale des eaux souterraines pour le traitement FI était de 32,0 mm. Cependant, la valeur pour le traitement CI était de 203,6 mm. En outre, la recharge totale des eaux souterraines pour CI représentait 36,2 % de l'évapotranspiration totale, et au stade du tallage précoce, la recharge représentait 92,8 %, ce qui suggère qu'à ce stade, la recharge pouvait à peu près satisfaire les besoins en eau de la croissance du riz. Pour le traitement CI, des cycles fréquents d'assèchement-humidification ont été observés dans la couche supérieure du sol de 30 cm, la teneur en eau du sol fluctuant constamment entre $0,34 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ et $0,47 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Pendant les cycles d'assèchement-humidification, une tendance à l'augmentation a été observée dans la quantité de recharge des eaux souterraines à mesure que la teneur en eau du sol supérieur de 30 cm diminuait. Au cours d'une période entre deux apports d'eau (irrigation ou précipitations), lorsque la teneur en eau du sol a diminué jusqu'à un certain niveau, la recharge des eaux souterraines a atteint son maximum en l'espace d'une journée, ce qui a entraîné une augmentation de la teneur en eau du sol. Au total, 16 et 10 pics ont été respectivement observés au cours des deux saisons et la valeur maximale était de $22,88 \text{ mm d}^{-1}$. La recharge des eaux souterraines a eu des effets notables sur la teneur en eau du sol des couches inférieures. En raison de l'effet de la recharge des eaux souterraines, la teneur en eau du sol en dessous de 30 cm était stable entre $0,40 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ et $0,42 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Cette étude a démontré que la méthode d'irrigation contrôlée pouvait promouvoir de manière significative la recharge des eaux souterraines. En outre, elle a révélé la relation entre la recharge, l'irrigation, la pluviométrie et la teneur en eau du sol dans la rizière sous traitement CI, ce qui pourrait fournir des références pour l'utilisation des eaux souterraines et l'optimisation de la stratégie d'irrigation dans la rizière en Chine méridionale.

Mots clés : irrigation économe en eau ; rizière ; recharge de la nappe phréatique ; irrigation contrôlée ; Chine méridionale.

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF WATER RESOURCES MANAGEMENT WITH IRRIGATION

AMÉLIORATION DE LA TECHNOLOGIE DE GESTION DES RESSOURCES EN EAU PAR L'IRRIGATION

Isaeva, S.D.¹ Dedova, E.B.², and Bondarik, I.G.³

ABSTRACT

The irrigated agriculture development in the conditions of climate change and water scarcity implies the cost-effective use of water resources in compliance with environmental restrictions. The improvement of integrated water resources management in irrigation involves the coordinated development and management of water and land resources, provision and modernization of reclamation systems. Integrated decision-making is based on geo-ecological and economic risk methods. An improved system of integrated water resources management in irrigation is proposed. The improvement is aimed at reducing environmental and economic risks and ensuring sustainable development of agriculture, environmental protection. The main factors determining the effectiveness of integrated management are reliable original information for decision-making.

The information and analytical justification system consists of three main components.

The first is an information block based on the data of complex environmental monitoring of reclaimed agricultural lands. The monitoring data forms digital and cartographic databases. The second component is an analytical block for assessing the current state of soil and water use, the ecological state of water resources, the state of hydraulic structures of irrigation systems, as well as the risks of developing adverse environmental processes, scenario studies of the situation dynamics. Mathematical modeling is carried out for scenario studies of the ecological state and soil fertility dynamics, available volumes of water resources in years, different variants of irrigated agriculture and modernization of reclamation systems depending on current water availability.

The third one is the procedures for making tactical and strategic decisions. On the basis of analytical studies, decisions are made at different hierarchical levels (the river basin as a whole, the reclamation system) to manage of water resources use, the reclamation condition of land, to ensure the effective operation of hydraulic structures due to their modernization. At this stage, scenario studies of irrigated agriculture development in conditions of normalized water use are carried out. Prospects of reclamation system modernization are evaluated. Environmental and economic risks are calculated under different scenarios of irrigation development.

Optimization tasks aimed at substantiating the minimization of financial costs, land and water resources usage to obtain the necessary volumes of agricultural products are being solved, taking into account specified environmental restrictions. Currently, the components of the information and analytical system have been developed, and a decision support system for irrigated agriculture development in the arid regions of the Russian Federation have being elaborated.

1 Head of department, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of A. N. Kostyakov, Russia, isaevasofia@gmail.com

2 Deputy Director, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of A.N. Kostyakov, Russia, elviola27@gmail.com

3 Leading researcher, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of A.N. Kostyakov, Russia, ruscid@mail.ru

Keywords: water resources, agro-industrial complex (AIC), water management, hydro-reclamation systems, irrigation, information-analytical model.

RÉSUMÉ

Le développement de l'agriculture irriguée dans les conditions du changement climatique et de la rareté de l'eau implique l'utilisation rentable des ressources en eau dans le respect des restrictions environnementales. L'amélioration de la gestion intégrée des ressources en eau dans l'irrigation implique le développement et la gestion coordonnés des ressources en eau et en terre, la fourniture et la modernisation des systèmes de remise en état. La prise de décision intégrée est basée sur des méthodes de risques géo-écologiques et économiques. Un système amélioré de gestion intégrée des ressources en eau pour l'irrigation est proposé. Cette amélioration vise à réduire les risques environnementaux et économiques et à assurer le développement durable de l'agriculture et la protection de l'environnement. Les principaux facteurs qui déterminent l'efficacité de la gestion intégrée sont des informations originales et fiables pour la prise de décision.

Le système d'information et de justification analytique se compose de trois éléments principaux.

Le premier est un bloc d'information basé sur les données d'une surveillance environnementale complexe des terres agricoles récupérées. Les données de surveillance constituent des bases de données numériques et cartographiques. La deuxième composante est un bloc analytique permettant d'évaluer l'état actuel de l'utilisation des sols et de l'eau, l'état écologique des ressources en eau, l'état des structures hydrauliques des systèmes d'irrigation, ainsi que les risques de développement de processus environnementaux défavorables, les études de scénarios de la dynamique de la situation. La modélisation mathématique est réalisée pour les études de scénarios de l'état écologique et de la dynamique de la fertilité des sols, des volumes disponibles de ressources en eau en années, des différentes variantes de l'agriculture irriguée et de la modernisation des systèmes de récupération en fonction de la disponibilité actuelle de l'eau.

Le troisième volet concerne les procédures de prise de décisions tactiques et stratégiques. Sur la base des études analytiques, des décisions sont prises à différents niveaux hiérarchiques (le bassin fluvial dans son ensemble, le système de mise en valeur) pour gérer l'utilisation des ressources en eau, les conditions de mise en valeur des terres, pour assurer le fonctionnement efficace des structures hydrauliques grâce à leur modernisation.

A ce stade, des études de scénarios de développement de l'agriculture irriguée dans des conditions d'utilisation normalisée de l'eau sont réalisées. Les perspectives de modernisation du système de remise en état sont évaluées. Les risques environnementaux et économiques sont calculés selon différents scénarios de développement de l'irrigation. Les tâches d'optimisation visant à minimiser les coûts financiers, l'utilisation des terres et des ressources en eau pour obtenir les volumes nécessaires de produits agricoles sont résolues, en tenant compte des restrictions environnementales spécifiées. Actuellement, les composants du système d'information et d'analyse ont été développés, et un système d'aide à la décision pour le développement de l'agriculture irriguée dans les régions arides de la Fédération de Russie est en cours d'élaboration.

Mots clés : ressources en eau, complexe agro-industriel (AIC), gestion de l'eau, systèmes d'assainissement hydraulique, irrigation, modèle d'analyse de l'information.

LESS IRRIGATION WATER USE IN LAKE URMIA BASIN USING INTERNET OF THINGS AND SMART IRRIGATION

RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'EAU D'IRRIGATION DANS LE BASSIN DU LAC URMIA GRÂCE À L'INTERNET DES OBJETS ET À L'IRRIGATION INTELLIGENTE

Sanaz Mohammadi, Hossein Dehghanisanij, Vahid Rezaverdinejad ¹
and Ghazal Dehghanisanij

ABSTRACT

Lake Urmia, the largest permanent lake in Iran, plays an important ecological and economic role in the region. The decline of the lake's water level in recent years has caused environmental and livelihood problems for the people of the region. Although climatic conditions have an undeniable influence on the current state of Lake Urmia, the most important factor in the drying up of the lake is the excessive extraction of water resources in the basin, especially in the last two decades for agricultural use. Considering the direct relationship between surface and groundwater resources, one of the solutions to restore Lake Urmia is to reduce water consumption by improving agricultural water management. In this context, in addition to the use of new irrigation and management technologies, proper irrigation scheduling and management based on the actual crop water requirement must be applied. The main objective of this project is to study the impact of using the Internet of Things and smart irrigation together with the use of new irrigation and management technologies in selected farms in the Lake Urmia Basin over three years. The study farms included a vineyard, an apple orchard, and a tomato farm consisting of a control and a treatment segment. The vineyard treatment involved changing the irrigation method from a surface irrigation system to a subsurface drip irrigation system, as well as precise irrigation scheduling with real-time meteorological data and the use of different farm management methods. In the treatment section of the tomato crop, the irrigation method was changed from a furrow irrigation system to a drip irrigation system (tape), along with irrigation scheduling using Irrigation System Intelligent Scheduling (ISIS). In the apple orchard irrigation scheduling based on real-time meteorological data was applied. The application of subsurface drip irrigation together with weather-based irrigation scheduling in vineyards and weather-based irrigation scheduling in apple orchards, improved irrigation water productivity by 422% and 117%, respectively, and reduced irrigation water consumption by 54%. Similarly, the use of drip irrigation (tape) together with the use of ISIS in tomato cultivation increased irrigation water productivity by 96% and reduced irrigation water by 63.5%. The research results show that the use of techniques such as the Internet of Things and smart irrigation to determine the exact timing of irrigation based on the actual crop water requirement, along with the use of modern irrigation methods, can lead to a reduction in irrigation water and withdrawals from the groundwater resources of the Lake Urmia Basin which may impact on actual water consumption. It is possible to transfer these new techniques to the farmers of the region by using the cooperative strategy and establishing a system of management and cooperative planning in several villages on the edge of Lake Urmia Basin, so this can be a step towards the revitalization of Lake Urmia.

Keywords: Irrigation Scheduling, Precise Irrigation, Smart Agriculture, Water Management.

¹ E-mail: dehghanisanij@yahoo.com

RÉSUMÉ

Le lac Urmia, le plus grand lac permanent d'Iran, joue un rôle écologique et économique important dans la région. La baisse du niveau d'eau du lac au cours des dernières années a causé des problèmes environnementaux et des problèmes de subsistance pour les habitants de la région. Bien que les conditions climatiques aient une influence indéniable sur l'état actuel du lac Urmia, le facteur le plus important de l'assèchement du lac est l'extraction excessive des ressources en eau dans le bassin, en particulier au cours des deux dernières décennies à des fins agricoles. Compte tenu de la relation directe entre les ressources en eau de surface et en eau souterraine, l'une des solutions pour restaurer le lac Urmia est de réduire la consommation d'eau en améliorant la gestion de l'eau agricole. Dans ce contexte, outre l'utilisation de nouvelles technologies d'irrigation et de gestion, il convient d'appliquer une programmation et une gestion appropriées de l'irrigation basées sur les besoins réels en eau des cultures. L'objectif principal de ce projet est d'étudier l'impact de l'utilisation de l'Internet des objets et de l'irrigation intelligente, ainsi que l'utilisation de nouvelles technologies d'irrigation et de gestion dans des exploitations agricoles sélectionnées dans le bassin du lac Urmia sur une période de trois ans. Les exploitations étudiées comprenaient un vignoble, un verger de pommiers et une exploitation de tomates composée d'un segment de contrôle et d'un segment de traitement. Le traitement du vignoble impliquait le changement de la méthode d'irrigation d'un système d'irrigation de surface à un système d'irrigation goutte à goutte sous la surface, ainsi qu'une programmation précise de l'irrigation avec des données météorologiques en temps réel et l'utilisation de différentes méthodes de gestion de l'exploitation. Dans la section traitée de la culture de tomates, la méthode d'irrigation est passée d'un système d'irrigation par sillons à un système d'irrigation au goutte-à-goutte (bande), ainsi que la programmation de l'irrigation à l'aide d'un système d'irrigation intelligent (ISIS). Dans le verger de pommiers, une programmation de l'irrigation basée sur des données météorologiques en temps réel a été appliquée. L'application de l'irrigation au goutte-à-goutte sous la surface, associée à la programmation de l'irrigation en fonction des conditions météorologiques dans les vignobles et à la programmation de l'irrigation en fonction des conditions météorologiques dans les vergers de pommiers, a amélioré la productivité de l'eau d'irrigation de 422 % et 117 %, respectivement, et a réduit la consommation d'eau d'irrigation de 54 %. De même, l'utilisation de l'irrigation au goutte-à-goutte (ruban) et de l'ISIS dans la culture des tomates a permis d'augmenter la productivité de l'eau d'irrigation de 96 % et de réduire la consommation d'eau d'irrigation de 63,5 %. Les résultats de la recherche montrent que l'utilisation de techniques telles que l'Internet des objets et l'irrigation intelligente pour déterminer le moment exact de l'irrigation en fonction des besoins réels en eau des cultures, ainsi que l'utilisation de méthodes d'irrigation modernes, peuvent conduire à une réduction de l'eau d'irrigation et des prélèvements dans les ressources en eaux souterraines du bassin du lac d'Urmia, ce qui peut avoir un impact sur la consommation réelle d'eau. Il est possible de transférer ces nouvelles techniques aux agriculteurs de la région en utilisant la stratégie coopérative et en établissant un système de gestion et de planification coopérative dans plusieurs villages au bord du bassin du lac Urmia, ce qui peut constituer une étape vers la revitalisation du lac Urmia.

Mots-clés : Programmation de l'irrigation, irrigation précise, agriculture intelligente, gestion de l'eau

INTEGRATED IRRIGATION WATER MANAGEMENT APPROACH TO PRESSURISED PIPE IRRIGATION PROJECTS, NEW WAY OF EFFICIENT APPLICATION OF WATER

APPROCHE INTÉGRÉE DE LA GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION POUR LES PROJETS D'IRRIGATION PAR TUYAUX SOUS PRESSION, NOUVELLE MÉTHODE D'UTILISATION EFFICACE DE L'EAU

A.K. Upmanyu¹, Arvind Upmanyu², and Rakesh Govind Kolhe³

ABSTRACT

Indian economy depends on agriculture. The population is increasing in absolute numbers and the food requirement is multiplying. Hence, there is a need to increase agricultural production in the country. Agricultural production can be increased in multiple ways, and one of the most important is increasing the area under irrigation, which is only possible by using the available water in ways i.e., increasing water use efficiency. Irrigation is the art of correcting the natural distribution of water. It involves mobilizing, conveying, and applying water to the field. Our strengths in the irrigation sector include structural engineering, construction of dams, reservoirs, canal networks and a variety of wells, hence are able to mobilize water in our reservoirs and tanks; tap the groundwater resources and construct a network of canals. In view of the same Jal Shakti Department under the PMKSY mission along with State Govt., Water Resources Department has adopted pressurised piping networks in the last few years. However, to achieve efficient and equitable distribution of water to the farms, it is utmost important to improve on-farm efficiencies by synchronizing the water application by varying crop water requirements. This is possible only by adopting Automated Integrated Irrigation Solutions from source to plants.

This paper attempts to illustrate how much is importance of synchronisation of these pressurised piped irrigation distribution networks through innovative automated Integrated Irrigation solutions from water source to the plant. Making water available to the farms along with effective and efficient rotational irrigation management is critical for social acceptance, success, and long-term sustainability of these projects. Farmers need guidance and support to (i) optimum irrigation to avoid water leakage, i.e., irrigating not more than what is needed, and (ii) efficient irrigation to avoid crop production losses (crop yield declines with lack of sufficient moisture). The challenge here, is to find the correct point where crops remain healthy with optimum water supply. This point, can be derived via technology involving Satellite-based or Mathematical Crop Water requirement calculation modules with integrated irrigation management systems.

The adoption of innovative synchronised automated integrated irrigation solutions with effective rotational irrigation management techniques will gradually increase with social acceptance and in future these projects would ensure reliable and equitable supply of irrigation water to every farm in the command area, coupled with top-notch irrigation water management by increasing water use as well as water productivity.

Keywords: Automated Irrigation System; Digital Transformation; Future ready Micro Irrigation Systems.

1 Retd. Chief Engineer, Water Resources Department, Madhya Pradesh, India

2 Chief Engineer, Water Resources Department, Madhya Pradesh, India

3 General Manager, Saisanket Industries Pvt. Ltd., Mumbai, Maharashtra, India

RÉSUMÉ

L'économie indienne dépend de l'agriculture. La population augmente en chiffres absolus et les besoins alimentaires se multiplient. Il est donc nécessaire d'augmenter la production agricole dans le pays. La production agricole peut être augmentée de multiples façons, et l'une des plus importantes est l'augmentation de la surface irriguée, qui n'est possible qu'en utilisant l'eau disponible de manière appropriée, c'est-à-dire en augmentant l'efficacité de l'utilisation de l'eau. L'irrigation est l'art de corriger la distribution naturelle de l'eau. Elle implique la mobilisation, l'acheminement et l'application de l'eau sur le terrain. Nos forces dans le secteur de l'irrigation comprennent l'ingénierie structurelle, la construction de barrages, de réservoirs, de réseaux de canaux et d'une variété de puits, ce qui nous permet de mobiliser l'eau dans nos réservoirs et nos citernes, d'exploiter les ressources en eaux souterraines et de construire un réseau de canaux. C'est pourquoi le département Jal Shakti, dans le cadre de la mission PMKSY, ainsi que le gouvernement de l'État et le département des ressources en eau ont adopté des réseaux de canalisations sous pression au cours des dernières années. Cependant, pour parvenir à une distribution efficace et équitable de l'eau aux exploitations agricoles, il est extrêmement important d'améliorer l'efficacité des exploitations en synchronisant l'application de l'eau en fonction des besoins en eau des cultures. Cela n'est possible qu'en adoptant des solutions d'irrigation intégrées et automatisées, de la source aux plantes.

Cet article tente d'illustrer l'importance de la synchronisation de ces réseaux de distribution d'irrigation par canalisation sous pression grâce à des solutions innovantes et automatisées d'irrigation intégrée, de la source d'eau à l'usine. La mise à disposition de l'eau pour les exploitations agricoles ainsi qu'une gestion efficace et efficiente de l'irrigation par rotation sont essentielles pour l'acceptation sociale, la réussite et la durabilité à long terme de ces projets. Les agriculteurs ont besoin de conseils et de soutien pour (i) optimiser l'irrigation afin d'éviter les fuites d'eau, c'est-à-dire ne pas irriguer plus que nécessaire, et (ii) assurer une irrigation efficace afin d'éviter les pertes de production (le rendement des cultures diminue lorsque l'humidité est insuffisante). Le défi consiste à trouver le point correct où les cultures restent saines avec un apport d'eau optimal. Ce point peut être déterminé grâce à une technologie impliquant des modules de calcul des besoins en eau des cultures basés sur des satellites ou des mathématiques et des systèmes intégrés de gestion de l'irrigation.

L'adoption de solutions innovantes d'irrigation intégrée automatisée et synchronisée avec des techniques efficaces de gestion de l'irrigation par rotation augmentera progressivement avec l'acceptation sociale et, à l'avenir, ces projets garantiront un approvisionnement fiable et équitable en eau d'irrigation à chaque exploitation agricole dans la zone de commandement, associé à une gestion de l'eau d'irrigation de premier ordre en augmentant l'utilisation de l'eau ainsi que la productivité de l'eau.

Mots-clés : Système d'irrigation automatisé ; Transformation numérique ; Systèmes de micro-irrigation prêts pour l'avenir.

AGRICULTURAL WATER SAVING SYSTEM PRE-PLANNING BASED ON IOT TECHNOLOGY IN TAIWAN CHIA-NAN IRRIGATION AREA

PLANIFICATION PRÉALABLE D'UN SYSTÈME D'ÉCONOMIE D'EAU AGRICOLE BASÉ SUR LA TECHNOLOGIE IOT DANS LA ZONE D'IRRIGATION DE TAIWAN CHIA-NAN

Liu, Jih-Shun¹, Ko, Fang-Lan², Dung, Chih-Chiang³, Ray-Shyan Wu⁴, and Wang, Pai-Hung⁵

ABSTRACT

After decades of development, the farmland water conservancy industry has already had complete irrigation and drainage facilities and management organizations. If we can actively develop intelligent management methods to assist in the management and decision-making of irrigation water, it will be able to effectively improve the efficiency of irrigation water supply and deployment. In order to cooperate with the national policy of intensive irrigation and water saving, the Chia-nan Management Office choose a 2-crop season area that belongs to jurisdiction of Long-Tian Workstation with a selected construction area covers an irrigated area of more than 680 hectares, and relevant monitoring (control) equipment are designed to be built. Linking and integrating relevant monitoring data into the smart irrigation management platform will make water allocation in irrigation areas more flexible and precise, as well as more flexible and effective use of limited water resources to complete irrigation tasks.

In order to show the water-saving function of the system, this study planned to establish a set of automatic calculation program for surplus water, so as to facilitate the management and control of excessive irrigation surplus water in the irrigation area to save water. The information of the existing weather station on site is used as a reference for the water gate control stations of each group. When the program judges that there is too much irrigation water, it will feedback the system to judge the incoming flow. After downloading the flow at a fixed time, it will adjust the water flow with the gate flow automatic control program, and the target flow will be reached within the adjustment time set by the system. And in line with the existing environmental topography, planning a set of systematic solutions for water conservation has become the most important issue. However, any friendly system must be adjusted according to the site environment and have a proper risk assessment in order to exert its maximum potential. In this demonstration area, each small water supply and drainage will eventually converge to the collection and drainage. With the cooperation of the special environment, it is just possible to use the characteristics of the Internet of Things to do effective management and reduce water waste. The environment will eventually lead the remaining water into the drainage line as return flow, becoming the most effective way of saving water and reusing water, thereby increasing the efficiency of water balance and the effectiveness of water saving.

The study designed an optimized irrigation water management model to analyse water demand in the demo irrigation area which can provide feedback to canal water control equipment and enhancing irrigation water management precision.

Keywords: Smart water system; Internet of Things, Taiwan.

1 Associate researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw

2 Associate Technician, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

3 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

4 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.

5 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan

RÉSUMÉ

Après des décennies de développement, le secteur de la conservation de l'eau des terres agricoles dispose déjà d'installations d'irrigation et de drainage complètes et d'organisations de gestion. Si nous pouvons développer activement des méthodes de gestion intelligentes pour aider à la gestion et à la prise de décision concernant l'eau d'irrigation, nous serons en mesure d'améliorer efficacement l'approvisionnement et le déploiement de l'eau d'irrigation. Afin de coopérer avec la politique nationale d'irrigation intensive et d'économie d'eau, le bureau de gestion de Chia-nan a choisi une zone à deux saisons de récolte qui appartient à la juridiction du poste de travail de Long-Tian, avec une zone de construction sélectionnée couvrant une zone irriguée de plus de 680 hectares, et l'équipement de surveillance (contrôle) approprié est conçu pour être construit. La liaison et l'intégration des données de surveillance pertinentes dans la plateforme de gestion intelligente de l'irrigation rendront l'allocation de l'eau dans les zones d'irrigation plus flexible et plus précise, ainsi que l'utilisation plus flexible et plus efficace des ressources en eau limitées pour mener à bien les tâches d'irrigation.

Afin de démontrer la fonction d'économie d'eau du système, cette étude prévoit d'établir un ensemble de programmes de calcul automatique pour l'eau excédentaire, de manière à faciliter la gestion et le contrôle de l'eau excédentaire d'irrigation excessive dans la zone d'irrigation afin d'économiser l'eau. Les informations de la station météorologique existante sur le site sont utilisées comme référence pour les stations de contrôle des vannes d'eau de chaque groupe. Lorsque le programme estime qu'il y a trop d'eau d'irrigation, il envoie un message au système pour évaluer le débit entrant. Après avoir téléchargé le débit à un moment donné, il ajuste le débit d'eau à l'aide du programme de contrôle automatique du débit de la vanne, et le débit cible est atteint dans le délai d'ajustement fixé par le système.

Compte tenu de la topographie environnementale actuelle, la planification d'un ensemble de solutions systématiques pour la conservation de l'eau est devenue la question la plus importante. Cependant, tout système convivial doit être ajusté en fonction de l'environnement du site et faire l'objet d'une évaluation des risques appropriée afin d'exercer son potentiel maximal. Dans cette zone de démonstration, chaque petit système d'approvisionnement et de drainage de l'eau convergera finalement vers le système de collecte et de drainage.

Avec la coopération de l'environnement spécial, il est possible d'utiliser les caractéristiques de l'internet des objets pour assurer une gestion efficace et réduire le gaspillage de l'eau. L'environnement finira par conduire l'eau restante dans la ligne de drainage en tant que flux de retour, devenant ainsi le moyen le plus efficace d'économiser l'eau et de réutiliser l'eau, augmentant ainsi l'efficacité de l'équilibre de l'eau et l'efficacité de l'économie d'eau.

L'étude a conçu un modèle optimisé de gestion de l'eau d'irrigation pour analyser la demande en eau dans la zone d'irrigation de démonstration, qui peut fournir un retour d'information à l'équipement de contrôle de l'eau du canal et améliorer la précision de la gestion de l'eau d'irrigation.

Mots-clés : Système d'eau intelligent ; Internet des objets, Taïwan

APPLICATION OF INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY TO BUILD KAOHSIUNG QISHAN IRRIGATION WATER ALLOCATION MANAGEMENT SYSTEM

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE DE L'INTERNET DES OBJETS POUR CONSTRUIRE LE SYSTÈME DE GESTION DE L'ALLOCATION DE L'EAU D'IRRIGATION DE KAOHSIUNG QISHAN

Jih-Shun Liu¹, Ray-Shyan Wu², Chih-Chiang Dung³, Fang-Lan Ko⁴, Ji-You Liang⁵, Shao-Ran Chang⁶, and Jioun-Jie Huang⁷

ABSTRACT

The objective of this study is to develop and implement an automated water allocation system for the Qishan Erren Irrigation system, which is located upstream of the Agongdian Reservoir in southern Taiwan. The system aims to efficiently utilize rainfall events of short duration to replenish the reservoir and improve the effectiveness of agricultural water irrigation. By harnessing advanced cloud monitoring technology and drawing from international agricultural irrigation management experience, the Kaohsiung Management Office (KHMO), Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan, seeks to leverage smart technology and development capabilities for this purpose.

Currently, manual operation of irrigation water allocation and the inability to accurately calculate water loss in irrigation channels contribute to high irrigation water consumption. Additionally, the uneven distribution of precipitation in time and space due to climate change exacerbates the situation. The southern region of Taiwan, where water scarcity risks are high, experiences either normal or extreme drought conditions, intensifying the pressure on regional water resource management and allocation. Despite the annual irrigation water consumption in the area being approximately 300 to 350 million tons, which is lower than Kaohsiung City's tap water consumption of about 500 million tons per year, the absence of large-scale reservoirs for agricultural irrigation poses challenges. With more accurate and efficient water allocation, the effectiveness of water resource utilization can be further improved.

Furthermore, the dry season in the southern region witnesses low rainfall, leading to unstable river flows and rapid drops in flow rates. In recent years, the average water supply rate in the Qishan River irrigation area has been only around 30% to 50%. The total flow is insufficient at 417 million tons to meet the irrigation needs of over 6,000 hectares and the storage volume of Nanhua and Agongdian Reservoirs. Therefore, it becomes crucial to explore new water sources promptly. Until these new sources are developed, it is important to capitalize on every rainfall event, prioritize safety, and divert water into reservoirs during periods of high flow in the wet season. This approach can enhance the efficiency of agricultural water irrigation.

- 1 Associate researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw
- 2 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan
- 3 Assistant Researcher, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan
- 4 Associate Technician, Engineering Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan
- 5 Chief of Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan
- 6 Section chief of Electromechanical, Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
- 7 Manager of Irrigation, Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan

By constructing an automated water allocation system for the Qishan Erren Irrigation system, the study aims to maximize the benefits of agricultural water resources, specifically their ability to regulate abundance and reduce dryness, and store water for agricultural purposes. Through improved water management and utilization, the system can help mitigate water scarcity issues and support the sustainable development of the agricultural, industrial, and commercial sectors in Taiwan.

Keywords: Precision Irrigation; Smart Water Allocation; Internet of Things, Taiwan.

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude est de développer et de mettre en œuvre un système automatisé de répartition de l'eau pour le système d'irrigation Qishan Erren, qui est situé en amont du réservoir Agongdian dans le sud de Taïwan. Le système vise à utiliser efficacement les précipitations de courte durée pour remplir le réservoir et améliorer l'efficacité de l'irrigation agricole. En exploitant une technologie avancée de surveillance dans le nuage et en s'inspirant de l'expérience internationale en matière de gestion de l'irrigation agricole, le Kaohsiung Management Office (KHMO), Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan, cherche à tirer parti de la technologie intelligente et des capacités de développement à cette fin.

Actuellement, les opérations manuelles de répartition de l'eau d'irrigation et l'incapacité à calculer avec précision les pertes d'eau dans les canaux d'irrigation contribuent à une consommation élevée d'eau d'irrigation. En outre, la répartition inégale des précipitations dans le temps et dans l'espace, due au changement climatique, aggrave la situation. La région méridionale de Taïwan, où les risques de pénurie d'eau sont élevés, connaît des conditions de sécheresse normales ou extrêmes, ce qui intensifie la pression sur la gestion et l'allocation des ressources en eau au niveau régional. Bien que la consommation annuelle d'eau d'irrigation dans la région soit d'environ 300 à 350 millions de tonnes, ce qui est inférieur à la consommation d'eau du robinet de la ville de Kaohsiung, qui est d'environ 500 millions de tonnes par an, l'absence de réservoirs à grande échelle pour l'irrigation agricole pose des problèmes. L'efficacité de l'utilisation des ressources en eau peut être encore améliorée grâce à une répartition plus précise et plus efficace de l'eau.

En outre, la saison sèche dans la région méridionale est marquée par de faibles précipitations, ce qui entraîne une instabilité du débit des rivières et une chute rapide des taux d'écoulement. Ces dernières années, le taux moyen d'approvisionnement en eau dans la zone d'irrigation de la rivière Qishan n'a été que de 30 à 50 %. Le débit total est insuffisant (417 millions de tonnes) pour répondre aux besoins d'irrigation de plus de 6 000 hectares et au volume de stockage des réservoirs de Nanhua et d'Agongdian. Il est donc crucial d'explorer rapidement de nouvelles sources d'eau. Jusqu'à ce que ces nouvelles sources soient développées, il est important de tirer parti de chaque événement pluvieux, de donner la priorité à la sécurité et de détourner l'eau vers les réservoirs pendant les périodes de débit élevé de la saison des pluies. Cette approche peut améliorer l'efficacité de l'irrigation de l'eau agricole.

En construisant un système automatisé de répartition de l'eau pour le système d'irrigation Qishan Erren, l'étude vise à maximiser les avantages des ressources en eau agricole, en particulier leur capacité à réguler l'abondance et à réduire la sécheresse, et à stocker l'eau à des fins agricoles. En améliorant la gestion et l'utilisation de l'eau, le système peut contribuer à atténuer les problèmes de pénurie d'eau et à soutenir le développement durable des secteurs agricole, industriel et commercial à Taïwan.

Mots-clés : Irrigation de précision ; Allocation intelligente de l'eau ; Internet des objets, Taïwan.

INCREASING THE EFFICIENCY OF WATER REGULATION USING MATHEMATICAL MODELLING OF MOISTURE TRANSFER

AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE LA RÉGULATION DE L'EAU GRÂCE À LA MODÉLISATION MATHÉMATIQUE DU TRANSFERT D'HUMIDITÉ

Romashchenko Mykhailo¹, and Bohaienko Vsevolod²

ABSTRACT

The paper considers the problem of improving the efficiency of water regulation on dual-action drainage systems by using mathematical modelling tools to determine systems' constructive parameters and the parameters of their operational management. The proposed tools are based on the use of the Richards equation stated in terms of water head to more accurately determine the availability of moisture to plants and manage it exclusively in the root layer of the soil taking into account the structure of plants' root systems. We solve the problem of determining such values of drainage system's constructive parameters (the depth of drains installation and the distance between them) under which it ensures drainage of the surface layer of the soil and minimizes the need for irrigation during the growing season. Also we consider the problem of operational management of water regulation, i.e. the determination (with known initial distribution of moisture content) of the optimal control actions necessary to ensure the required level of moisture availability during a given period of time. Here the objective function may contain economic components related to the cost of water regulation process.

Keywords: water regulation, dual-action systems, mathematical modelling.

RÉSUMÉ

L'article examine le problème de l'amélioration de l'efficacité de la régulation de l'eau sur les systèmes de drainage à double action en utilisant des outils de modélisation mathématique pour déterminer les paramètres de construction des systèmes et les paramètres de leur gestion opérationnelle. Les outils proposés sont basés sur l'utilisation de l'équation de Richards exprimée en termes de hauteur d'eau afin de déterminer plus précisément la disponibilité de l'humidité pour les plantes et de la gérer exclusivement dans la couche racinaire du sol en tenant compte de la structure des systèmes racinaires des plantes. Nous résolvons le problème de la détermination des valeurs des paramètres de construction du système de drainage (la profondeur de l'installation des drains et la distance entre eux) sous lesquelles il assure le drainage de la couche superficielle du sol et minimise le besoin d'irrigation pendant la saison de croissance. Nous considérons également le problème de la gestion opérationnelle de la régulation de l'eau, c'est-à-dire la détermination (avec une distribution initiale connue de la teneur en eau) des actions de contrôle optimales nécessaires pour assurer le niveau requis de disponibilité de l'eau au cours d'une période donnée. Dans ce cas, la fonction objective peut contenir des composantes économiques liées au coût du processus de régulation de l'eau.

Mots clés : régulation de l'eau, systèmes double action, modélisation mathématique.

1 Deputy rector, Kyiv Agrarian University of NAAS, Ukraine, mi.romashchenko@gmail.com

2 Senior researcher, VM Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Ukraine, sevab@ukr.net

TRAINING PRINCIPLES AND METHODOLOGY OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF DRIP IRRIGATION SCHEMES IN UKRAINE

PRINCIPES DE FORMATION ET MÉTHODOLOGIE DE GESTION OPÉRATIONNELLE DES RÉGIMES D'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE EN UKRAINE

Romaschenko Mykhailo¹, Bohaienko Vsevolod², Shatkovskiy Andrii³, Zhuravlev Olexandr⁴, and Sardak Anastasiia (Mrs.)⁵

ABSTRACT

The paper presents the principles of formation and the methodology of operating management of drip irrigation regimes in Ukraine. They are based on the results of numerous multi-year (1980-2020) experimental field studies aimed at determining the optimal sizes of moistened zones; the range of optimal moisture supply to moistened zones in soil's root layer, its upper and lower (pre-irrigation threshold) limits; the influence of different levels of moisture supply on the patterns of development and yield of various crops (fruits, berries, vegetables, melons, and other) in the conditions of their cultivation in different soil and climatic zones of Ukraine. The methodology of operating management of drip irrigation regimes, which are formed according to the proposed principles, provides for the determination of terms and rates of drip irrigation based on the use of instrumental methods, mathematical modelling, and remote sensing methods for monitoring (control) of the state of moisture supply to moistened zones of soil's root layer and (or) the condition of plants, both individually and in combination, including the usage of decision support and information systems.

Keywords: drip irrigation, operating management, irrigation regimes.

RÉSUMÉ

Ce document présente les principes de formation et la méthodologie de gestion opérationnelle des régimes d'irrigation au goutte-à-goutte en Ukraine. Ils sont basés sur les résultats de nombreuses études expérimentales pluriannuelles (1980-2020) sur le terrain visant à déterminer la taille optimale des zones humidifiées, la plage d'alimentation optimale en eau des zones humidifiées dans la couche racinaire du sol, ses limites supérieures et inférieures (seuil de pré-irrigation), l'influence des différents niveaux d'alimentation en eau sur les modèles de développement et de rendement de diverses cultures (fruits, baies, légumes, melons et autres) dans les conditions de leur culture dans différentes zones pédologiques et climatiques de l'Ukraine. La méthodologie de gestion opérationnelle des régimes d'irrigation au goutte-à-goutte, qui sont formés selon les principes proposés, prévoit la détermination des conditions et des taux d'irrigation au goutte-à-goutte sur la base de l'utilisation de méthodes instrumentales, de la modélisation mathématique et des méthodes de télédétection pour le suivi (contrôle) de l'état de l'approvisionnement en humidité des zones humides de la couche racinaire du sol et (ou) de l'état des plantes, à la fois individuellement et en combinaison, y compris l'utilisation de systèmes d'aide à la décision et d'information.

Mots clés : irrigation goutte à goutte, gestion opérationnelle, régimes d'irrigation.

1 Deputy rector, Kyiv Agrarian University of NAAS, Ukraine, mi.romashchenko@gmail.com

2 Senior researcher, VM Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Ukraine, sevab@ukr.net

3 Dy Director, Institute of Water Problems & Land Reclamation of NAAS, Ukraine, andriy-1804@ukr.net

4 Sr. Researcher, Institute of Water Problems & Land Recl. of NAAS, Ukraine, zhuravchik@meta.ua

5 Researcher, Kyiv Agrarian University of NAAS, Ukraine, anastasiabilobrova1993@gmail.com

TRANSFORMING AN IRRIGATION SYSTEM TO A SMART IRRIGATION SYSTEM: A CASE STUDY FROM TÜRKİYE

TRANSFORMER UN SYSTÈME D'IRRIGATION EN UN SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT : UNE ÉTUDE DE CAS DE TÜRKİYE

Mehmet Akif Balta¹

ABSTRACT

The Imamoglu Agricultural Irrigation Automation project aims to establish a central management-based system for effective water management and allocation in agricultural irrigation. With the integration of modern irrigation technologies and systems, water can be used efficiently by monitoring variables such as irrigation methods and plant-water yield relationships. The system, known as the Electronic Water Management System (ESYS), utilizes a GIS-based interface and real-time data to provide visual dominance and allow farmers and water stakeholders to actively participate. By implementing deep learning technology and instant data analysis, the system enables timely and appropriate irrigation planning, resulting in significant water savings and increased productivity. The project's case study focuses on the Imamoglu Irrigation System, where a remote central management-based agricultural irrigation automation system has been gradually implemented for 2,240 farmers. This system integrates with the ESYS and brings numerous benefits such as water supply security, remote access to irrigation control, soil moisture monitoring, weather-based irrigation planning, and centralized plant pattern management. The goal is to ensure efficient water usage, maximize food production, and establish a model for future irrigation projects in the country.

Keywords: Irrigation management, irrigation technologies, smart irrigation, water saving, artificial intelligence

RÉSUMÉ

Le projet d'automatisation de l'irrigation agricole Imamoglu vise à établir un système de gestion centralisée pour une gestion et une allocation efficaces de l'eau dans le cadre de l'irrigation agricole. Grâce à l'intégration de technologies et de systèmes d'irrigation modernes, l'eau peut être utilisée efficacement en contrôlant des variables telles que les méthodes d'irrigation et les relations entre les plantes et le rendement en eau. Le système, connu sous le nom de Système électronique de gestion de l'eau (ESYS), utilise une interface basée sur le SIG et des données en temps réel pour fournir une dominance visuelle et permettre aux agriculteurs et aux acteurs de l'eau de participer activement. Grâce à la mise en œuvre de la technologie d'apprentissage en profondeur et à l'analyse instantanée des données, le système permet de planifier l'irrigation de manière opportune et appropriée, ce qui se traduit par des économies d'eau significatives et une augmentation de la productivité. L'étude de cas du projet se concentre sur le système d'irrigation d'Imamoglu, où un système d'automatisation de l'irrigation agricole basé sur la gestion centrale à distance a été progressivement mis en œuvre pour 2 240 agriculteurs. Ce système s'intègre à l'ESYS et apporte de nombreux avantages tels que la sécurité de l'approvisionnement en eau, l'accès à distance au contrôle de l'irrigation, la surveillance de l'humidité du sol, la planification de l'irrigation en fonction des conditions météorologiques et la gestion centralisée des modèles de plantes. L'objectif est de garantir une utilisation efficace de l'eau, de maximiser la production alimentaire et d'établir un modèle pour les futurs projets d'irrigation dans le pays.

Mots-clés : Gestion de l'irrigation, technologies d'irrigation, irrigation intelligente, économie d'eau, intelligence artificielle.

¹ Director General, General Directorate of State Hydraulic Works, Türkiye, tucidsecretary@dsi.gov.tr.....

PHYSICAL CROP WATER PRODUCTIVITY IMPROVEMENT USING MICRO IRRIGATION IN THE CANAL COMMAND AREA

AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU DES CULTURES PHYSIQUES GRÂCE À LA MICRO-IRRIGATION DANS LA ZONE DE COMMANDEMENT DU CANAL

Chourasia Sandeep Kumar¹ and Pandey Ashish²

ABSTRACT

Crop water productivity (CWP) is an important metric for sustainable agriculture, as it can help to ensure food security and conserve water resources for future generations. It allows farmers to maximize their water use efficiency and minimize their environmental impact. CWP measures the amount of food or fiber produced per unit of water used in agriculture. Several factors can influence crop water productivity, including crop variety, the timing and amount of irrigation, soil type, and weather conditions. Farmers can optimize their CWP and achieve higher yields with less water by carefully managing these factors. In canal command areas, tail-reach farmers receive water at the end of the canal network, meaning they often receive less water than farmers closer to the source. This unequal water distribution can lead to reduced crop yields and economic losses. It is essential to address these problems tail-reach farmers face in the canal command area to ensure sustainable agriculture and rural development. Improving irrigation systems can ensure equitable distribution of canal water among different user groups. Micro irrigation can be particularly effective because it can reduce water losses due to evaporation runoff and deep percolation with conventional irrigation methods.

This study involved field experiments conducted in the farmers' field in Upper Ganga Canal (UGC) command area. The study area was divided into two zones: conventional flood irrigation managed by farmers and micro irrigation controlled by us. Soil properties play a crucial role in irrigation scheduling as they directly affect the amount of water that can be stored in the soil and the rate at which water moves through the soil. Different experiments have been conducted in the study area for the estimation of soil properties, such as soil type, bulk density, field capacity, permanent wilting point, and infiltration rate. A soil moisture profiler was installed to monitor regular soil moisture at different depths.

In flood irrigation, the discharge of the watercourse was calculated using the area velocity method, and flow velocity was measured by a digital velocity meter. Finally at the time of harvesting the Crop cutting experiment has been conducted in the field to determine yields from the whole area of the study area. The study results showed that micro irrigation significantly improved crop water productivity compared to conventional flood irrigation. Wheat physical crop water productivity increased by 30%, in the micro-irrigation zone compared to the flood irrigation zone. The study also showed that micro irrigation reduced water use by 28% for wheat compared to flood irrigation. By using water more efficiently using micro irrigation, farmers can reduce the amount of water they need to grow crops, which in turn can help to conserve water resources and improve irrigation efficiency.

Keywords: Crop water productivity, Micro irrigation, Canal command area, Sprinkler irrigation.

1 Research Scholar, Department of Water Resources Development & Management, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, India, email- sk_chourasia@wr.iitr.ac.in

2 Professor, Department of Water Resources Development & Management, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand-247667, India, email- ashish.pandey@wr.iitr.ac.in

RÉSUMÉ

La productivité de l'eau des cultures (PEC) est une mesure importante pour l'agriculture durable, car elle peut contribuer à assurer la sécurité alimentaire et à préserver les ressources en eau pour les générations futures. Elle permet aux agriculteurs de maximiser l'efficacité de leur utilisation de l'eau et de minimiser leur impact sur l'environnement. La productivité de l'eau des cultures mesure la quantité de nourriture ou de fibres produite par unité d'eau utilisée dans l'agriculture. Plusieurs facteurs peuvent influencer la productivité de l'eau des cultures, notamment la variété des cultures, le moment et la quantité de l'irrigation, le type de sol et les conditions météorologiques. Les agriculteurs peuvent optimiser leur CWP et obtenir des rendements plus élevés avec moins d'eau en gérant soigneusement ces facteurs. Dans les zones de commandement des canaux, les agriculteurs situés en aval reçoivent de l'eau à la fin du réseau de canaux, ce qui signifie qu'ils reçoivent souvent moins d'eau que les agriculteurs situés plus près de la source. Cette distribution inégale de l'eau peut entraîner une baisse des rendements agricoles et des pertes économiques. Il est essentiel de s'attaquer à ces problèmes auxquels sont confrontés les agriculteurs situés dans la zone de commandement des canaux afin de garantir une agriculture et un développement rural durables. L'amélioration des systèmes d'irrigation peut garantir une distribution équitable de l'eau du canal entre les différents groupes d'utilisateurs. La micro-irrigation peut être particulièrement efficace car elle permet de réduire les pertes d'eau dues à l'évaporation, au ruissellement et à la percolation profonde par rapport aux méthodes d'irrigation conventionnelles. Cette étude a consisté en des expériences de terrain menées dans les champs des agriculteurs de la zone de commandement du canal supérieur du Gange (UGC). La zone d'étude a été divisée en deux zones : l'irrigation conventionnelle par inondation gérée par les agriculteurs et la micro-irrigation contrôlée par nos soins. Les propriétés du sol jouent un rôle crucial dans la programmation de l'irrigation car elles affectent directement la quantité d'eau qui peut être stockée dans le sol et la vitesse à laquelle l'eau se déplace dans le sol. Différentes expériences ont été menées dans la zone d'étude pour estimer les propriétés du sol, telles que le type de sol, la densité apparente, la capacité au champ, le point de flétrissement permanent et le taux d'infiltration. Un profileur d'humidité du sol a été installé pour surveiller l'humidité régulière du sol à différentes profondeurs. Pour l'irrigation par inondation, le débit du cours d'eau a été calculé à l'aide de la méthode de la vitesse de surface, et la vitesse d'écoulement a été mesurée à l'aide d'un vélocimètre numérique. Enfin, au moment de la récolte, l'expérience de coupe des cultures a été menée sur le terrain afin de déterminer les rendements de l'ensemble de la zone étudiée. Les résultats de l'étude ont montré que la micro-irrigation améliorait de manière significative la productivité de l'eau des cultures par rapport à l'irrigation conventionnelle par inondation. La productivité de l'eau des cultures physiques de blé a augmenté de 30 % dans la zone de micro-irrigation par rapport à la zone d'irrigation par submersion. L'étude a également montré que la micro-irrigation a permis de réduire la consommation d'eau de 28 % pour le blé par rapport à l'irrigation par submersion. En utilisant l'eau plus efficacement grâce à la micro-irrigation, les agriculteurs peuvent réduire la quantité d'eau nécessaire à leurs cultures, ce qui permet de préserver les ressources en eau et d'améliorer l'efficacité de l'irrigation.

Mots clés : Productivité de l'eau des cultures, micro-irrigation, zone de commandement du canal, irrigation par aspersion.

CANAL OFFTAKE OPERATIONS & PROJECT PRODUCTIVITY WITH IMPACT OF RAINFALL IN THE STATE OF ANDHRA PRADESH

OPÉRATIONS DE PRÉLÈVEMENT SUR LES CANAUX ET PRODUCTIVITÉ DES PROJETS EN FONCTION DES PRÉCIPITATIONS DANS L'ÉTAT D'ANDHRA PRADESH

Radha Krishna Akkiraju¹, Rahman Balban Qhudrat Ur², and Ch Srinivas Rao³

ABSTRACT

The efficient operation of canal offtakes plays a crucial role in maximizing project productivity and ensuring optimal water resource management in an agricultural state like Andhra Pradesh. This study aims to investigate the relationship between canal offtake operations, project productivity, and the impact of rainfall in the state. The objective is to analyse the influence of rainfall patterns on canal offtake operations, assess its consequences on project productivity, and provide insights for improved water management strategies. The research methodology involves the collection of primary data through surveys, interviews, and field observations. Secondary data from relevant government reports, research papers, and publications are also utilized. The study focuses on a specific region within Andhra Pradesh, considering the climatic conditions and agricultural practices prevalent in that area. The first phase of the study examines historical rainfall data to identify patterns and trends over a specified time period. These findings are then correlated with canal offtake operations data, including water withdrawal rates and irrigation schedules. The analysis aims to establish the relationship between rainfall and the availability of water resources for irrigation purposes. The second phase involves a detailed assessment of the impact of rainfall variations on project productivity. Factors such as crop yield, water usage efficiency, and the overall agricultural output are considered. Statistical techniques, such as regression analysis, are employed to determine the extent of the influence of rainfall on project productivity. Furthermore, the study investigates the existing water management strategies and their effectiveness in dealing with rainfall fluctuations. It also explores the challenges faced by canal offtake operators and farmers in adapting to changing rainfall patterns. The findings of this study can guide policymakers, irrigation authorities, and agricultural practitioners in formulating strategies to enhance project productivity and optimize water resource allocation. The results of this research provide valuable insights into the relationship between canal offtake operations, project productivity, and the impact of rainfall in Andhra Pradesh. The findings can contribute to the development of sustainable water management practices and help mitigate the adverse effects of climate change on agricultural activities in the region.

Keywords: Canal offtake operations, project productivity, rainfall patterns, watermanagement, Andhra Pradesh, irrigation, water resources, agricultural productivity.

RÉSUMÉ

Le fonctionnement efficace des prises d'eau dans les canaux joue un rôle crucial dans la maximisation de la qualité de l'eau, la productivité des projets et la gestion optimale des ressources en eau dans un contexte de développement durable. État agricole comme l'Andhra Pradesh. Cette étude a pour but d'examiner la relation entre les opérations de prélèvement sur les canaux, la productivité du projet et l'impact de la pluviométrie dans la

1 Executive Engineer, Water Resource Department, Andhra Pradesh, India, arkak1965@gmail.com.

2 Assistant Executive Engineer, Water Resource Department, Andhra Pradesh, India, bqrahman@gmail.com & csrao157@gmail.com

région. L'État. L'objectif est d'analyser l'influence des régimes pluviométriques sur les canaux. des opérations de retrait, d'évaluer ses conséquences sur la productivité du projet, et de fournir des informations sur l'état de santé de la population. des idées pour améliorer les stratégies de gestion de l'eau. La méthodologie de recherche implique la collecte de données primaires par le biais d'enquêtes, des entretiens et des observations sur le terrain. Des données secondaires provenant des administrations des rapports, des documents de recherche et des publications sont également utilisés. L'étude se concentre sur un région spécifique de l'Andhra Pradesh, en tenant compte des conditions climatiques et de l'environnement. les pratiques agricoles qui prévalent dans cette région. La première phase de l'étude consiste à examiner les données pluviométriques historiques afin d'identifier les modèles et les sur une période donnée. Ces résultats sont ensuite mis en corrélation avec le canal les données relatives aux opérations de prélèvement, y compris les taux de prélèvement d'eau et les calendriers d'irrigation. L'analyse vise à établir la relation entre les précipitations et la disponibilité de l'eau. les ressources en eau à des fins d'irrigation. La deuxième phase consiste en une évaluation détaillée de l'impact des variations pluviométriques sur la productivité du projet. Des facteurs tels que le rendement des cultures, l'efficacité de l'utilisation de l'eau et l'efficacité de la gestion de l'eau sont également pris en compte. La production agricole globale est prise en compte. Des techniques statistiques, telles que la régression Les résultats de l'analyse des précipitations sont utilisés pour déterminer l'étendue de l'influence des précipitations sur le projet. la productivité. En outre, l'étude examine les stratégies de gestion de l'eau existantes et leur efficacité à faire face aux fluctuations des précipitations. Il explore également les défis les difficultés rencontrées par les exploitants de canaux et les agriculteurs pour s'adapter à l'évolution des précipitations des modèles. Les résultats de cette étude peuvent guider les décideurs politiques, les autorités chargées de l'irrigation et les autorités chargées de la gestion de l'eau. les praticiens de l'agriculture dans la formulation de stratégies visant à améliorer la productivité des projets et la qualité de l'eau. optimiser l'allocation des ressources en eau. Les résultats de cette recherche fournissent des informations précieuses sur la relation entre Opérations de prélèvement des canaux, productivité des projets et impact de la pluviométrie dans l'Andhra Pradesh. Les résultats peuvent contribuer au développement d'une gestion durable de l'eau. et contribuer à atténuer les effets néfastes du changement climatique sur l'environnement. les activités agricoles dans la région.

Mots clés : Opérations de prise d'eau dans les canaux, productivité des projets, régimes pluviométriques, eau gestion, Andhra Pradesh, irrigation, ressources en eau, productivité agricole.

SOLAR DRIP IRRIGATION KIT (SDIK) SUSTAINING THE MULBERRY PRODUCTIVITY UNDER RAINFED SERICULTURE

KIT D'IRRIGATION SOLAIRE GOUTTE À GOUTTE (SDIK) POUR SOUTENIR LA PRODUCTIVITÉ DES MÛRIERS DANS LE CADRE D'UNE SÉRICULTURE PLUVIALE

Mahesh Rajendran¹, Kanika Trivedy², Gandhi Doss Subramaniam³, and C.M. Babu⁴

ABSTRACT

In recent years, mulberry becomes one of the important cash crops in India and it is the only sole food crop to feed the silkworm (*Bombyx mori*). Water scarcity creates significant impact on quality mulberry leaf production which in turn determines the silk productivity. Importantly, rainfed sericulture contributes majorly to the overall silk production in the country. But inconsistency and erratic rainfall pattern greatly affects the mulberry productivity and its sustainability. Maintaining adequate soil moisture in the plant root zone is one of the important agronomic practices in order to obtain higher mulberry productivity in rainfed sericulture. In this context, run-off rain water in the farm can be collected and stored in the surface tank or farm pond for future supplemental irrigation during non-rainy season. A device with solar pump based drumkit drip irrigation system has been developed for effective irrigation management in the rainfed mulberry cultivation. It is an eco-friendly and efficient system to supply the water and nutrients directly at the plant root zone. The study was undertaken at Central Sericultural Research and Training Institute, Berhampore with an objective to explore the effect of solar drip irrigation technology on mulberry productivity. Solar drip irrigation system was established in the experimental garden as follows: a) a water drum of approximately 1000 litre capacity was placed at a height of 5 feet from the above ground level b) From the water drum, water was conveyed to the main field using PVC pipes after filtering through screen filter c) One conventional inline drip lateral (12 mm OD; 2.4 lph) was fixed in every mulberry row with a lateral spacing of 90 cm d) Surface storage tank was constructed to collect and store the run-off rainwater. e) 0.25 HP solar based nano pump was used for lifting water from surface tank to the overhead water tank. f) 80 Wp solar photovoltaic panel was installed to generate solar electricity in order to run the solar nano pump. The experiment consisted of three irrigation systems: Solar Drip Irrigation Kit (SDIK), Conventional Drip Irrigation (CDI) and Surface Irrigation (SI). SDIK system was performed at par with CDI system in terms of mulberry growth and yield attributes. There was 37% improvement in SDIK in leaf yield against SI. Moreover, when water applied through SDIK resulted in the water saving by 24% as compared to that of SI. Besides, significant improvement in water productivity by 44% was recorded in comparison to SI. The present study clearly indicated that SDIK is an innovative approach for efficient irrigation management in order to sustain the mulberry productivity in the rainfed areas. This system would be highly suitable and affordable to small and marginal rainfed sericulture farmers.

Keywords: Solar drip irrigation kit; leaf yield; water productivity; water saving; mulberry.

RESUME

Ces dernières années, le mûrier est devenu l'une des principales cultures commerciales en Inde et c'est la seule culture vivrière qui nourrit le ver à soie (*Bombyx mori*). Le manque d'eau a un impact significatif sur la qualité de la production de feuilles de mûrier, qui détermine

1 Scientist -C, Central Silk Board, India, email: maheagri@gmail.com

2 Scientist -D, Central Silk Board, India, email: maheagri@gmail.com

3 Director, Central Silk Board, India, email: maheagri@gmail.com

à son tour la productivité de la soie. Il est important de noter que la sériciculture pluviale contribue largement à la production globale de soie dans le pays. Mais l'inconsistance et l'irrégularité des précipitations affectent grandement la productivité du mûrier et sa durabilité. Le maintien d'une humidité adéquate du sol dans la zone racinaire de la plante est l'une des pratiques agronomiques importantes pour obtenir une meilleure productivité du mûrier dans la sériciculture pluviale. Dans ce contexte, l'eau de pluie qui s'écoule dans l'exploitation peut être collectée et stockée dans un réservoir de surface ou un étang de ferme pour une irrigation supplémentaire pendant la saison non pluvieuse. Un dispositif avec pompe solaire basé sur un système d'irrigation goutte-à-goutte a été développé pour une gestion efficace de l'irrigation dans la culture pluviale du mûrier. Il s'agit d'un système écologique et efficace qui fournit l'eau et les nutriments directement à la zone racinaire de la plante. L'étude a été entreprise au Central Sericultural Research and Training Institute, Berhampore, dans le but d'explorer l'effet de la technologie d'irrigation goutte-à-goutte solaire sur la productivité des mûriers. Le système d'irrigation goutte à goutte solaire a été mis en place dans le jardin expérimental de la manière suivante : a) un bidon d'eau d'une capacité d'environ 1000 litres a été placé à une hauteur de 5 pieds au-dessus du niveau du sol b) à partir du bidon, l'eau a été acheminée vers le champ principal à l'aide de tuyaux en PVC après avoir été filtrée à travers un filtre à tamis c) un goutte à goutte latéral conventionnel en ligne (12 mm OD ; 2.4 lph) a été fixé dans chaque rangée de mûriers avec un espacement latéral de 90 cm. d) Un réservoir de stockage de surface a été construit pour collecter et stocker l'eau de pluie. e) Une nano-pompe solaire de 0,25 HP a été utilisée pour pomper l'eau du réservoir de surface vers le réservoir d'eau aérien. f) Un panneau photovoltaïque solaire de 80 Wp a été installé pour générer de l'électricité solaire afin de faire fonctionner la nano-pompe solaire. L'expérience comprenait trois systèmes d'irrigation : Kit d'irrigation goutte à goutte solaire (SDIK), irrigation goutte à goutte conventionnelle (CDI) et irrigation de surface (SI). Le système SDIK a donné des résultats équivalents à ceux du système CDI en termes de croissance et de rendement des mûriers. Le système SDIK a permis d'améliorer de 37 % le rendement des feuilles par rapport au système SI. En outre, lorsque l'eau est appliquée par le biais du système SDIK, l'économie d'eau est de 24 % par rapport au système SI. En outre, une amélioration significative de la productivité de l'eau de 44% a été enregistrée par rapport à la SI. La présente étude indique clairement que le SDIK est une approche innovante pour une gestion efficace de l'irrigation afin de soutenir la productivité des mûriers dans les zones pluviales. Ce système serait très approprié et abordable pour les petits agriculteurs marginaux pratiquant la sériciculture pluviale.

Mots-clés : Kit d'irrigation goutte à goutte solaire ; rendement foliaire ; productivité de l'eau ; économie d'eau ; mûrier.

WEB GIS BASED APPLICATIONS FOR ANDHRA PRADESH INTEGRATED IRRIGATION AND AGRICULTURE TRANSFORMATION PROJECT

APPLICATIONS WEB GIS POUR LE PROJET INTÉGRÉ D'IRRIGATION ET DE TRANSFORMATION DE L'AGRICULTURE DE L'ANDHRA PRADESH

P.S. Raghavaiah¹, N.Bhaskara Rao² and Y. Srinivas³

ABSTRACT

Web-based Geographic Information Systems (Web GIS) have emerged as powerful tools for managing and analyzing spatial data in various domains. Andhra Pradesh Integrated Irrigation and Agricultural Transformation Project developed Web GIS. This provides a platform to integrate and visualize diverse datasets, enabling effective decision making portal for optimizing water resources. Government of Andhra Pradesh, with support from World Bank has taken up APIIAT Project to implement in 757 Minor Irrigation tanks with an objective to enhance agricultural productivity, profitability, and resilience to climate variability.

Web GIS (<http://gis.apiiatp.ap.gov.in>) portal which is being used for monitoring and tracking of the project activities. It allows users to access and visualize the spatial data related to irrigation, such as Drainage, Tank water spread area, Catchment area, Ayacut (Present and Gap) and Bore wells, among others. By integrating the data from various sources, the portal enables the users to be able to view the details of assets grouped by Tanks, Agriculture, Horticulture, Fisheries and Groundwater. It is a login enabled portal which provides capabilities to view GIS layers. In addition to this portal integrates the Geotag photos captured from the field using the Mobile App the app provides the capability to capture images of assets belonging to civil works and all the line departments activates. The Geotag photos are captured to integrate with the Web GIS portal to be able to view the photos.

Through Web GIS interfaces, users can access these datasets remotely, interact with maps and spatial models, and perform various analyses to support irrigation planning, monitoring, and evaluation. The Web GIS has enabled the visualization of scattered data into a single platform and filter Tanks according to their conditions and visualize them. Overall, APIIATP Web GIS can be a powerful tool for improving the irrigation management, promoting sustainable water uses and increasing the crop yields in this project area.

Overall, the use of Web GIS applications in this project brings numerous benefits, better decision-making, and enhanced collaboration. As technology continues to advance, Web GIS will likely play an even more significant role in optimizing irrigation systems and promoting sustainable agricultural practices.

Keywords: APIIATP, Web GIS, Mobile Application, MI Tanks, Geotag Photos.

RÉSUMÉ

Les systèmes d'information géographique basés sur le web (SIG web) sont devenus des outils puissants pour la gestion et l'analyse des données spatiales dans divers domaines. Le projet intégré d'irrigation et de transformation agricole de l'Andhra Pradesh a développé un SIG Web. Il s'agit d'une plateforme permettant d'intégrer et de visualiser divers ensembles

1 State Project Director, CADA, Water Resources Department, Andhra Pradesh, India. E-mail - spd.apiiatp@gmail.com.

2 Senior GIS Expert, APIIATP, CADA, Water Resources Dept., AP India. (bhaskar.nird@gmail.com)

3 Superintending Engineer, APIIATP, CADA, Water Resources Dept., AP India. (ysrinivas64@gmail.com)

de données, ce qui permet de prendre des décisions efficaces pour optimiser les ressources en eau. Le gouvernement de l'Andhra Pradesh, avec le soutien de la Banque mondiale, a lancé le projet APIIAT pour mettre en œuvre 757 réservoirs d'irrigation mineurs dans le but d'améliorer la productivité agricole, la rentabilité et la résilience face à la variabilité climatique.

Le portail Web GIS (<http://gis.apiiatp.ap.gov.in>) est utilisé pour le contrôle et le suivi des activités du projet. Il permet aux utilisateurs d'accéder et de visualiser les données spatiales relatives à l'irrigation, telles que le drainage, la zone d'épandage de l'eau des réservoirs, la zone de captage, l'Ayacut (présent et écart) et les puits forés, entre autres. En intégrant les données provenant de diverses sources, le portail permet aux utilisateurs de visualiser les détails des actifs regroupés par réservoirs, agriculture, horticulture, pêche et eaux souterraines. Il s'agit d'un portail avec connexion qui permet de visualiser les couches SIG. En outre, ce portail intègre les photos géolocalisées capturées sur le terrain à l'aide de l'application mobile. L'application permet de capturer des images d'actifs appartenant aux travaux de génie civil et à tous les départements concernés. Les photos géolocalisées sont capturées pour être intégrées au portail SIG Web afin de pouvoir visualiser les photos.

Grâce aux interfaces SIG Web, les utilisateurs peuvent accéder à ces ensembles de données à distance, interagir avec les cartes et les modèles spatiaux et effectuer diverses analyses pour soutenir la planification, le suivi et l'évaluation de l'irrigation. Le SIG Web a permis de visualiser des données éparses sur une seule plateforme et de filtrer les réservoirs en fonction de leurs conditions et de les visualiser. Dans l'ensemble, le SIG Web d'APIIATP peut être un outil puissant pour améliorer la gestion de l'irrigation, promouvoir l'utilisation durable de l'eau et augmenter le rendement des cultures dans cette zone de projet.

Dans l'ensemble, l'utilisation des applications SIG Web dans ce projet apporte de nombreux avantages, une meilleure prise de décision et une collaboration renforcée. Au fur et à mesure que la technologie progresse, le SIG Web jouera probablement un rôle encore plus important dans l'optimisation des systèmes d'irrigation et la promotion de pratiques agricoles durables.

Mots-clés : APIIATP, SIG Web, application mobile, réservoirs MI, photos géolocalisées.

EFFICIENT APPLICATION OF IRRIGATION WATER THROUGH PIPED CONVEYANCE SYSTEM AT FARM LEVEL

L'UTILISATION EFFICACE DE L'EAU D'IRRIGATION PAR LE BIAIS D'UN SYSTÈME D'ADDUCTION D'EAU AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

Sangle Shivaji¹, and Bhalage Pradeep²

ABSTRACT

Water is vital input in crop productivity, food security and agricultural sustainability. More than 70 per cent of available water resources worldwide are being presently utilized in agriculture sector. It is essential to insure that the irrigation systems should be design, develop and manage appropriately both at macro as well as micro level. In this paper an attempt has been made to study innovative, simple, low cost and easy to adopt efficient piped irrigation water conveyance techniques used at farm level. For detailed investigation two case studies are selected from Nasik district of the State of Maharashtra, India. The first study is related to irrigation project affected tribal community residing in hilly region and their rehabilitation through redistribution of piece of land and providing innovative water distribution technique for food security and agricultural sustainability. In order to uplift the livelihood of these tribal farmers in the vicinity of the catchment area of the Upper Vaitarna Project, Government of Maharashtra has provided financial assistance in the year 2007 for installation of innovative Vavi Harsha Tribal Lift Irrigation Scheme (LIS). After successful running for first three years, the scheme is handed over to the Water Users Association (WUA) for operation, maintenance and management. This small scale innovative pipeline water distribution technique brought stability in the life of tribal community in this area. It is amusing fact that within a very short period, illiterate tribal farmers themselves have developed their capability to produce export quality vegetables and earn good monetary returns. The second study is related to closed piped conveyance system and on farm water application with micro irrigation adopted in Indore minor irrigation project. In this case, in order to maximize the benefits and equitable distribution of water, beneficiary farmers have formed Jai Malhar Water Users Association in 1999. Afterwards, farmers switched from open channel water distribution to closed pipe water distribution system in the year 2003-04. The water is lifted from Jack well and conveyed through piped system in to the main distribution chamber and then to the secondary distribution chamber. The water collected in this chamber is then equally divided among the respective outlets. The water coming out from each out let is then conveyed to the individual's field. Many farmers have made an arrangement to collect water into their own well for temporary storages. It is then utilized for irrigation with drip irrigation system. Due to adoption of the drip system the water is utilized efficiently and the farm yields are increased 2 to 5 times. The case studies discussed in this paper have proven that the piped irrigation water conveyance system with micro irrigation enhanced water productivity and brought agricultural sustainability and food security in these regions.

Keywords: Efficient water application, Piped conveyance system, Lift irrigation scheme, Equitable water distribution, Agricultural sustainability.

- 1 Former Member, Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), 9th Floor, Centre-1, World Trade Centre, Cuffe Parade, Mumbai, M.S, India. Email: sanglest@yahoo.co.in
- 2 Professor, Civil Engineering Department, Hi-Tech Institute of Technology, Waluj, Aurangabad, M.S., India. Email: pradeep.bhalage@gmail.com

RÉSUMÉ

L'eau est un élément essentiel de la productivité des cultures, de la sécurité alimentaire et de la durabilité de l'agriculture. Plus de 70 % des ressources en eau disponibles dans le monde sont actuellement utilisées dans le secteur agricole. Il est essentiel de veiller à ce que les systèmes d'irrigation soient conçus, développés et gérés de manière appropriée tant au niveau macro que micro. Ce document tente d'étudier des techniques innovantes, simples, peu coûteuses et faciles à adopter pour l'acheminement de l'eau d'irrigation par canalisation au niveau de l'exploitation agricole. Deux études de cas ont été sélectionnées dans le district de Nasik, dans l'État de Maharashtra, en Inde. La première étude porte sur la communauté tribale affectée par le projet d'irrigation et résidant dans une région vallonnée, et sur sa réhabilitation grâce à la redistribution de terres et à la mise en place d'une technique innovante de distribution de l'eau pour assurer la sécurité alimentaire et la durabilité de l'agriculture. Afin d'améliorer les moyens de subsistance de ces agriculteurs tribaux à proximité du bassin versant du projet Upper Vaitarna, le gouvernement de Maharashtra a fourni une aide financière en 2007 pour l'installation d'un système innovant d'irrigation par remontée mécanique (LIS) pour les tribus de Vavi Harsha. Après avoir fonctionné avec succès pendant les trois premières années, le système a été remis à l'Association des utilisateurs d'eau (WUA) pour l'exploitation, la maintenance et la gestion. Cette technique innovante de distribution d'eau par canalisation à petite échelle a apporté de la stabilité dans la vie de la communauté tribale de cette région. Il est amusant de constater qu'en très peu de temps, des agriculteurs tribaux analphabètes ont développé leur capacité à produire des légumes de qualité pour l'exportation et à obtenir de bons rendements monétaires. La deuxième étude porte sur le système d'adduction en circuit fermé et l'application de l'eau à la ferme avec la micro-irrigation adoptée dans le cadre du projet d'irrigation mineure d'Indore. Dans ce cas, afin de maximiser les bénéfices et la distribution équitable de l'eau, les agriculteurs bénéficiaires ont formé l'association des utilisateurs d'eau Jai Malhar en 1999. L'eau est prélevée dans le puits Jack et acheminée par un système de canalisations jusqu'à la chambre de distribution principale, puis jusqu'à la chambre de distribution secondaire. L'eau collectée dans cette chambre est ensuite répartie de manière égale entre les différentes sorties. L'eau qui sort de chaque sortie est ensuite acheminée vers le champ de chacun. De nombreux agriculteurs se sont arrangés pour recueillir l'eau dans leur propre puits afin de la stocker temporairement. L'eau est ensuite utilisée pour l'irrigation à l'aide d'un système d'irrigation au goutte-à-goutte. Grâce à l'adoption du système de goutte à goutte, l'eau est utilisée efficacement et les rendements agricoles sont multipliés par 2 à 5. Les études de cas présentées dans ce document ont prouvé que le système d'adduction d'eau d'irrigation avec micro-irrigation a amélioré la productivité de l'eau et a apporté la durabilité agricole et la sécurité alimentaire dans ces régions.

Mots clés : Application efficace de l'eau, système d'adduction d'eau, système d'irrigation par ascenseurs, distribution équitable de l'eau, durabilité agricole. distribution équitable de l'eau, durabilité de l'agriculture.

HYDROLOGICAL VIABILITY ANALYSIS FOR MINOR IRRIGATION TANKS- A SPATIAL APPROACH

ANALYSE DE VIABILITÉ HYDROLOGIQUE POUR LES RÉSERVOIRS D'IRRIGATION MINEURS - UNE APPROCHE SPATIALE

P.S. Raghavaiah ¹ and N.Bhaskara Rao ²

ABSTRACT

This paper presents a hydrological viability analysis for minor irrigation tanks using a spatial approach. The study involves collecting data on rainfall, soil type, land use land cover, topography, and hydrological characteristics of the area, and analyzing the data using soil conservation service curve number (SCS-CN) and Geographical Information System (GIS) software. The water balance for the area is calculated to estimate the water availability, demand and the size and location of irrigation tanks are determined based on the water balance analysis and other factors such as topography and soil characteristics.

Most of the minor irrigation tanks are interconnected cascades, which allows run-off and return flow of the upstream command area to the downstream tank. This facilitates reuse of water in the command area and increases available water for irrigation. The nature has can use of water transportation to irrigation tanks, into the storage results in of storage capacity which in turn of tank performance. Rehabilitation projects have been undertaken to bring the more agriculture land under from on assured irrigation system. The prediction of water availability in a tank is in important process for sustainable use of water resources in a tank cascade system. The land use/land cover map is prepared using IRS, LISS-III satellite imagery reveals water usage and demand for different development activity. The problems in drainage courses and tank catchment boundaries identified using SOI toposheet 1: 50,000 scale and spatial discrepancy have been adjusted with the satellite image.

The results of the study can help planners and policymakers make informed decisions about the construction or rehabilitation of minor irrigation tanks that are sustainable, effective, and economically viable.

Keywords: QGIS Software, SCS-CN, Satellite Imagery, Land use and Land Cover, and MI Tank.

RÉSUMÉ

Cet article présente une analyse de viabilité hydrologique pour des réservoirs d'irrigation mineurs en utilisant une approche spatiale. L'étude implique la collecte de données sur les précipitations, le type de sol, l'utilisation des terres, la topographie et les caractéristiques hydrologiques de la zone, et l'analyse des données à l'aide du numéro de courbe du service de conservation des sols (SCS-CN) et du logiciel du système d'information géographique (GIS). Le bilan hydrique de la zone est calculé pour estimer la disponibilité et la demande en eau, et la taille et l'emplacement des réservoirs d'irrigation sont déterminés sur la base de l'analyse du bilan hydrique et d'autres facteurs tels que la topographie et les caractéristiques du sol.

La plupart des petits réservoirs d'irrigation sont des cascades interconnectées, ce qui permet l'écoulement et le retour de l'eau de la zone de commande en amont vers le réservoir en aval.

1 State Project Director, CADA, Water Resources Department, Andhra Pradesh, India.

E-mail - spd.apjiatp@gmail.com.

2 Senior GIS Expert, APIIATP, CADA, Water Resources Department, Andhra Pradesh, India.

E-mail – bhaskar.nird@gmail.com

Cela facilite la réutilisation de l'eau dans la zone de commandement et augmente la quantité d'eau disponible pour l'irrigation. La nature peut utiliser le transport de l'eau vers les réservoirs d'irrigation, dans le stockage, ce qui entraîne une diminution de la capacité de stockage et donc de la performance des réservoirs. Des projets de réhabilitation ont été entrepris afin d'accroître la superficie agricole couverte par le système d'irrigation assurée. La prévision de la disponibilité de l'eau dans un réservoir est un processus important pour l'utilisation durable des ressources en eau dans un système de cascade de réservoirs. La carte de l'utilisation et de la couverture des terres est préparée à l'aide de l'imagerie satellite IRS, LISS-III et révèle l'utilisation de l'eau et la demande pour différentes activités de développement. Les problèmes liés aux cours d'eau et aux limites des bassins versants identifiés à l'aide du toposheet SOI à l'échelle 1:50 000 et les divergences spatiales ont été corrigés à l'aide de l'image satellite.

Les résultats de l'étude peuvent aider les planificateurs et les décideurs à prendre des décisions éclairées concernant la construction ou la réhabilitation de réservoirs de petite irrigation qui soient durables, efficaces et économiquement viables.

Mots-clés : Logiciel QGIS, SCS-CN, imagerie satellitaire, utilisation et couverture des sols, et MI Tank.

PULSE MANAGEMENT AS AN ON-FARM TECHNIQUE FOR EFFICIENT APPLICATION OF IRRIGATION WATER

LA GESTION DES LÉGUMINEUSES EN TANT QUE TECHNIQUE AGRICOLE POUR UNE APPLICATION EFFICACE DE L'EAU D'IRRIGATION

Mohammadi, Sanaz¹, Hajirad, Iman², and Dehghanisanij, Hossein³

ABSTRACT

In arid and semi-arid regions, the difference between the amount and distribution of rainfall and the crop water requirements is so great that irrigation scheduling and management are necessary to achieve sustainable agriculture. Therefore, modern irrigation methods have been considered for more efficient use of irrigation water. Drip irrigation is known as a method that delivers water and nutrients directly to the crop root zone in a small amount according to crop water requirement. Even the most accurate irrigation systems cannot improve the water use efficiency in the field if they are not properly designed, managed and scheduled. Another problem with drip irrigation systems is the clogging of the drippers, which gradually leads to a non-uniform distribution of water in the soil profile and increases the maintenance costs of the system. To solve this problem, drip emitters with a high discharge rate that are less likely to clog can be used. Increasing the discharge rate of drippers can result in deep percolation below the crop root zone in sandy soils, and surface runoff in heavy soils that leads to evaporation losses from the soil surface. The use of pulsed management in drip irrigation systems has been introduced as a new management technique to better match the soil wetting pattern around the emitters to the root growth pattern. Each irrigation pulse consists of two cycles: ON and OFF, and these cycles continue until the desired depth of irrigation water is applied to the soil. In this study, the effects of pulsed drip irrigation on crop yield and soil moisture distribution were studied. The various studied showed that the application of pulse management with increasing the drip emitters discharge rate, produced similar crop yields to those obtained under continuous management with a lower discharge rate of the drip emitters. Therefore, using pulse management provides the ability to increase the drip emitter discharge rate that leads to solve the problem of emitter clogging in drip irrigation systems when applied over the long term. It also provides better soil moisture distribution in the crop root zone which did not have a negative effect on crop growth and yield despite increasing discharge rate. Therefore, pulse management can be used as a farm management technique that leads to efficient irrigation water use.

Keywords: Irrigation Scheduling, Drip Irrigation, Sustainable Agriculture, Water Productivity.

RÉSUMÉ

Dans les régions arides et semi-arides, la différence entre la quantité et la répartition des précipitations et les besoins en eau des cultures est si importante que la programmation et la gestion de l'irrigation sont nécessaires pour parvenir à une agriculture durable. C'est pourquoi des méthodes d'irrigation modernes ont été envisagées pour une utilisation plus efficace de

1 PhD, Water Management and Engineering Department, Collage of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, sanaz.mohammadi@modares.ac.ir

2 PhD Student, Irrigation and Reclamation Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, i.hajirad@ut.ac.ir

3 Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Karaj, Alborz, Iran, dehghanisanij@yahoo.com

l'eau d'irrigation. L'irrigation au goutte-à-goutte est connue comme une méthode qui fournit de l'eau et des nutriments directement à la zone racinaire de la culture, en petite quantité, en fonction des besoins en eau de la culture. Même les systèmes d'irrigation les plus précis ne peuvent pas améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les champs s'ils ne sont pas correctement conçus, gérés et programmés. Un autre problème des systèmes d'irrigation goutte à goutte est le colmatage des goutteurs, qui entraîne progressivement une distribution non uniforme de l'eau dans le profil du sol et augmente les coûts d'entretien du système. Pour résoudre ce problème, il est possible d'utiliser des goutteurs ayant un débit élevé et moins susceptibles de se boucher. L'augmentation du débit des goutteurs peut entraîner une percolation profonde sous la zone racinaire de la culture dans les sols sablonneux, et un ruissellement de surface dans les sols lourds qui entraîne des pertes par évaporation à la surface du sol. L'utilisation de la gestion par impulsions dans les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte a été introduite comme une nouvelle technique de gestion pour mieux faire correspondre le schéma d'humidification du sol autour des goutteurs au schéma de croissance des racines. Chaque impulsion d'irrigation se compose de deux cycles : ON et OFF, et ces cycles se poursuivent jusqu'à ce que la profondeur d'eau d'irrigation souhaitée soit appliquée au sol. Dans cette étude, les effets de l'irrigation goutte à goutte pulsée sur le rendement des cultures et la distribution de l'humidité du sol ont été étudiés. Les différentes études ont montré que l'application de la gestion des impulsions avec l'augmentation du taux de décharge des goutteurs produisait des rendements similaires à ceux obtenus dans le cadre de la gestion continue avec un taux de décharge plus faible des goutteurs. Par conséquent, l'utilisation de la gestion par impulsions permet d'augmenter le taux de décharge des goutteurs, ce qui permet de résoudre le problème du colmatage des goutteurs dans les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte lorsqu'ils sont appliqués à long terme. Elle permet également une meilleure répartition de l'humidité du sol dans la zone racinaire des cultures, ce qui n'a pas eu d'effet négatif sur la croissance et le rendement des cultures malgré l'augmentation du débit. Par conséquent, la gestion des légumineuses peut être utilisée comme une technique de gestion agricole permettant une utilisation efficace de l'eau d'irrigation.

Mots-clés : Programmation de l'irrigation, irrigation goutte à goutte, agriculture durable, productivité de l'eau.

MODELING THE OPTIMUM COVER TILT ANGLE FOR DIFFERENT SOLAR STILLS

MODÉLISATION DE L'ANGLE D'INCLINAISON OPTIMAL DE LA COUVERTURE POUR DIFFÉRENTS ALAMBICS SOLAIRES

Siami, Hashem¹, Ahmadaali, Khaled², and Zare Salman³

ABSTRACT

Fresh water is indispensable for the survival of humankind. As the world's population grows and the industry grows, the corresponding increase in freshwater consumption has inevitably led to a global imbalance between freshwater supply and demand. The high salinity of water resources has caused water salinity to be considered more than ever today. The need of fresh potable water is the most basic need for any of the living being present on the earth. It is noted that about 97% of available water on the surface of the earth in seas and oceans is brackish water, while the remaining is freshwater rivers, lakes and frozen water locked up in polar ice regions and glaciers. Lack of freshwater, due to the population growth and higher consumption, represents the most dangerous problem during the next years. Only 0.5% of the earth's water is potable, while the remaining is salty or brackish water which is naturally importable. The brackish water's desalination represents a reasonable new freshwater source.

Solar still is one of the best desalination techniques which features an uncomplicated construction, inexpensive, low operation efforts, low maintenance and eco-friendly. The productivity of a solar still is influenced by three factors; namely ambient, Operating, and design conditions. Ambient conditions include ambient temperature, isolation, and wind velocity, while operating conditions include water depth, various dyes, still orientation, and inlet temperature of water, among others. Moreover, design conditions include covering slope, various solar still designs, and membrane and module designs. The main aim of this study was to investigate the relationship between two ambient and design factor respectively latitude and optimum cover tilt angle of solar still. For this purpose, the database was prepared about the effect of optimum cover tilt angle on the productivity of solar stills, in which the researchers selected the optimum cover tilt angle for latitude of the test site. Then, regression analysis was performed between latitude (ϕ) and optimum cover tilt angle (θ) in MATLAB software environment for different types of solar stills. The results showed that there is a significant positive relationship between the latitude of solar still sites and the optimum cover tilt angle (θ) and a model for determining the optimal cover tilt angle in each latitude were presented as $\theta = 0.001\phi + 9.0$. According to the proposed model, the maximum annual yield (L/m^2 year) is obtained at $9^\circ N$ latitude at 10.65° cover tilt angle and 34.83° condensation surface angle at $40^\circ N$ latitude. The results of this research can reduce the overall fabrication cost to be considered and increase Annual yield in the solar still.

Keywords: Regression analysis, Productivity of solar stills, latitude, Model.

RÉSUMÉ

L'eau douce est indispensable à la survie de l'humanité. L'augmentation de la population mondiale et de l'industrie entraîne inévitablement un déséquilibre entre l'offre et la demande

1 MSc in Management and Control Desert, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2 Assistant Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran (*Corresponding Author: khahmadauli@ut.ac.ir).

3 Assistant Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

d'eau douce. La salinité élevée des ressources en eau a fait que la salinité de l'eau est plus que jamais prise en compte aujourd'hui. Le besoin d'eau douce potable est le besoin le plus fondamental de tous les êtres vivants présents sur terre. On constate qu'environ 97 % de l'eau disponible à la surface de la terre dans les mers et les océans est de l'eau saumâtre, tandis que le reste est constitué de rivières d'eau douce, de lacs et d'eau gelée enfermée dans les régions de glace polaire et les glaciers. Le manque d'eau douce, dû à la croissance de la population et à l'augmentation de la consommation, représente le problème le plus dangereux pour les années à venir. Seulement 0,5 % de l'eau de la planète est potable, le reste étant de l'eau salée ou saumâtre qui est naturellement importable. Le dessalement de l'eau saumâtre représente une nouvelle source raisonnable d'eau douce.

L'alambic solaire est l'une des meilleures techniques de dessalement qui se caractérise par une construction simple, peu coûteuse, de faibles efforts d'exploitation, peu d'entretien et respectueuse de l'environnement. La productivité d'un distillateur solaire est influencée par trois facteurs : les conditions ambiantes, les conditions d'exploitation et les conditions de conception. Les conditions ambiantes comprennent la température ambiante, l'isolement et la vitesse du vent, tandis que les conditions de fonctionnement comprennent la profondeur de l'eau, les différents colorants, l'orientation de l'alambic et la température d'entrée de l'eau, entre autres. En outre, les conditions de conception comprennent la pente de la couverture, diverses conceptions de distillateurs solaires et les conceptions de membranes et de modules. L'objectif principal de cette étude était d'étudier la relation entre deux facteurs ambiants et de conception, à savoir la latitude et l'angle d'inclinaison optimal de la couverture de l'alambic solaire. À cette fin, la base de données a été préparée sur l'effet de l'angle d'inclinaison optimal de la couverture sur la productivité des distillateurs solaires, dans laquelle les chercheurs ont sélectionné l'angle d'inclinaison optimal de la couverture en fonction de la latitude du site d'essai. Ensuite, une analyse de régression a été réalisée entre la latitude (φ) et l'angle d'inclinaison optimal de la couverture (θ) dans l'environnement du logiciel MATLAB pour différents types d'alambics solaires. Les résultats ont montré qu'il existe une relation positive significative entre la latitude des sites de distillation solaire et l'angle d'inclinaison optimal de la couverture (θ) et un modèle pour déterminer l'angle d'inclinaison optimal de la couverture pour chaque latitude ont été présentés comme suit. Selon le modèle proposé, le rendement annuel maximal (L/m^2 année) est obtenu à une latitude de $9^\circ N$ avec un angle d'inclinaison de la couverture de $10,65^\circ$ et un angle de surface de condensation de $34,83^\circ$ à une latitude de $40^\circ N$. Les résultats de cette recherche permettent de réduire le coût global de fabrication et d'augmenter le rendement annuel de l'alambic solaire.

Mots-clés : Analyse de régression, productivité des alambics solaires, latitude, modèle.

ENHANCING AGRICULTURAL WATER PRODUCTIVITY SUSTAINABLY IN SEMI-ARID REGION THROUGH GROUP MICRO IRRIGATION (GMI) APPROACH: CASE STUDY IN MAHARASHTRA, INDIA

AMÉLIORER DURABLEMENT LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU AGRICOLE
DANS LES RÉGIONS SEMI-ARIDES GRÂCE À L'APPROCHE DE LA MICRO-
IRRIGATION DE GROUPE (GMI) : ÉTUDE DE CAS À MAHARASHTRA, INDE

Arun Bhagat¹, Upasana Koli², and Marcella Dsouza³

ABSTRACT

Among all countries, India relies heavily on groundwater. However, groundwater resources are facing a crisis in many regions, primarily because farmers depend on groundwater-based irrigation for their livelihoods and to meet the country's extensive food requirements. The growing demand for water in the region leads to unequal access, further exacerbating the depletion of water resources. Moreover, climate change poses a significant threat to groundwater due to unpredictable and extreme rainfall patterns, which will likely increase reliance on groundwater-based irrigation in the future. To address this situation, governmental efforts have been made to manage declining groundwater levels and improve crop yields per unit of water, including the promotion of micro-irrigation (MI) technologies. Despite various schemes, technological advancements, and productivity enhancement methods in agriculture, the adoption of water-efficient systems remains low.

As a result, crop production costs continue to rise, crop yields decline, and groundwater depletion persists at an alarming rate. In response, the Watershed Organisation Trust (WOTR) has introduced the Group Micro Irrigation (GMI) approach, which focuses on enhancing crop and water productivity. This approach involves the collective management and equitable sharing of groundwater resources through a common micro-irrigation system. It considers water as a shared resource rather than privately owned, aiming to manage scarce water resources fairly and sustainably. The GMI approach encompasses groundwater management, the promotion of Climate Resilient Agriculture (CRA) practices, the facilitation of market connections, and the integration of applied research to support farmers.

A study evaluating the effectiveness of the GMI approach (model) implemented in Tigalkheda, Ranmala, and Bhangadewadi villages of Maharashtra, revealed positive impacts in addressing the unsustainable use of available resources and overcoming barriers to adopting micro-irrigation and climate-resilient farming practices among small and marginal farmers in semi-arid areas. This approach fosters a cooperative mindset, strengthens interpersonal relationships, reduces individual investments, and provides equal access to water resources. It also facilitates easy access to subsidies and water-efficient technologies like micro-irrigation systems for farmers who would otherwise struggle to afford them. By empowering farmers to take risks, the GMI approach encourages crop diversification and the adoption of new climate-resilient and water-efficient technologies, enhances group bargaining power, reduces labor and transportation costs, and ultimately increases profits.

At the field level, the assessment compared key metrics such as cropped area, irrigated area, cropping intensity, and crop and water productivity before and after implementing the GMI model. The results showed increased cropping intensity with economically valuable crops

1 Researchers WOTR Centre for Resilience Studies (W-CReS)

2 Director WOTR Centre for Resilience Studies (W-CReS)

3 Watershed Organisation Trust (WOTR), Pune (India) Correspondence (arun.bhagat@wotr.org.in)

and improved crop and water productivity. On average, 15-100% increase in cropped area, with 100% of the transformed area being converted from partial to fully irrigate. Additionally, a 20-120% increase in cropping intensity, a 15-90% increase in water productivity, and an 18-260% rise in crop productivity. However, achieving better adoption and implementation of the GMI approach and the package of climate-resilient practices requires awareness at every stage of production. Furthermore, establishing market linkages and providing capacity-building support will enable more effective adoption and scaling of these practices.

Keywords: Group Micro Irrigation (GMI), Equitable Sharing of Groundwater Resources, Crop Productivity, Water Productivity, Climate Resilient Agriculture (CRA).

RÉSUMÉ

L'Inde est l'un des pays les plus dépendants des eaux souterraines. Cependant, les ressources en eaux souterraines sont en crise dans de nombreuses régions, principalement parce que les agriculteurs dépendent de l'irrigation par les eaux souterraines pour leurs moyens de subsistance et pour répondre aux besoins alimentaires importants du pays. La demande croissante d'eau dans la région entraîne un accès inégal, ce qui aggrave encore l'épuisement des ressources en eau. En outre, le changement climatique constitue une menace importante pour les eaux souterraines en raison des précipitations imprévisibles et extrêmes, ce qui augmentera probablement la dépendance à l'égard de l'irrigation à partir des eaux souterraines à l'avenir.

Pour remédier à cette situation, les pouvoirs publics se sont efforcés de gérer la baisse du niveau des nappes phréatiques et d'améliorer le rendement des cultures par unité d'eau, notamment en promouvant les technologies de micro-irrigation (MI). Malgré les différents programmes, les avancées technologiques et les méthodes d'amélioration de la productivité dans l'agriculture, l'adoption de systèmes économes en eau reste faible. En conséquence, les coûts de production des cultures continuent d'augmenter, les rendements diminuent et l'épuisement des nappes phréatiques se poursuit à un rythme alarmant. En réponse, le Watershed Organisation Trust (WOTR) a introduit l'approche de la micro-irrigation de groupe (GMI), qui se concentre sur l'amélioration de la productivité des cultures et de l'eau.

Cette approche implique la gestion collective et le partage équitable des ressources en eaux souterraines par le biais d'un système de micro-irrigation commun. Elle considère l'eau comme une ressource partagée plutôt que comme une propriété privée, et vise à gérer les ressources en eau limitées de manière équitable et durable. L'approche GMI englobe la gestion des eaux souterraines, la promotion des pratiques d'agriculture résiliente au climat (ARC), la facilitation des connexions avec le marché et l'intégration de la recherche appliquée pour soutenir les agriculteurs. Une étude évaluant l'efficacité de l'approche GMI (modèle) mise en œuvre dans les villages de Tigalkheda, Ranmala et Bhangadewadi, dans le Maharashtra, a révélé des impacts positifs pour lutter contre l'utilisation non durable des ressources disponibles et surmonter les obstacles à l'adoption de pratiques de micro-irrigation et d'agriculture résiliente au climat parmi les petits agriculteurs et les agriculteurs marginaux des zones semi-arides.

Cette approche favorise un état d'esprit coopératif, renforce les relations interpersonnelles, réduit les investissements individuels et offre un accès égal aux ressources en eau. Elle facilite également l'accès aux subventions et aux technologies économes en eau, telles que les systèmes de micro-irrigation, pour les agriculteurs qui auraient autrement du mal à se les offrir. En permettant aux agriculteurs de prendre des risques, l'approche GMI encourage la diversification des cultures et l'adoption de nouvelles technologies résistantes au climat et économes en eau, renforce le pouvoir de négociation du groupe, réduit les coûts de main-d'œuvre et de transport et, en fin de compte, augmente les bénéfices. Sur le terrain, l'évaluation a comparé des paramètres clés tels que la superficie cultivée, la superficie irriguée, l'intensité

des cultures et la productivité des cultures et de l'eau avant et après la mise en œuvre du modèle GMI.

Les résultats ont montré une augmentation de l'intensité des cultures avec des cultures à valeur économique et une amélioration de la productivité des cultures et de l'eau. En moyenne, la superficie cultivée a augmenté de 15 à 100 %, et 100 % de la superficie transformée est passée d'une irrigation partielle à une irrigation totale. En outre, une augmentation de 20 à 120 % de l'intensité des cultures, une augmentation de 15 à 90 % de la productivité de l'eau et une augmentation de 18 à 260 % de la productivité des cultures. Cependant, une meilleure adoption et mise en œuvre de l'approche GMI et de l'ensemble des pratiques résilientes au climat nécessite une sensibilisation à tous les stades de la production. En outre, l'établissement de liens avec le marché et la fourniture d'un soutien au renforcement des capacités permettront une adoption et une mise à l'échelle plus efficaces de ces pratiques.

Mots-clés : Micro-irrigation de groupe (GMI), partage équitable des ressources en eau souterraine, productivité des cultures, productivité de l'eau, agriculture résiliente au climat (CRA).

ON-FARM WATER MANAGEMENT IN SPATE SYSTEMS FOR PRODUCTION INCREASE IN GASH AGRICULTURAL SCHEME, SUDAN

GESTION DE L'EAU À LA FERME DANS LES SYSTÈMES DE CRUE POUR LA PRODUCTION AUGMENTATION DU RÉGIME AGRICOLE GASH, SOUDAN

Mohammed, Ahmed¹, Mekawi, Amira², Siddig, Mojahid³, Mohamed, Yasir⁴, Mahari, Abraham⁵, Babiker, Abuobeida⁶, and Van Steenberg, Frank⁷

ABSTRACT

This paper presents the research outputs of the project “Africa to Asia and Back Again: Testing Adaptation in Flood-Based Resource Management Project” which was applied in Sudan among other countries over the period 2015-2019. The project was financially supported by the International Fund for Agricultural Development (IFAD). The implementing organization was the Hydraulics Research Center (HRC-Sudan) of the Ministry of Irrigation and Water Resources (MWRI).

Broadly speaking, the paper has addressed the irrigation water management which is considered as one of the key factors in the context of agricultural production in any irrigated scheme. In fact, effective irrigation water management besides other concrete parameters directly contributes to maximize targeted benefits.

The study was applied in the Gash Agricultural Scheme (GAS) located in Eastern of Sudan. GAS is considered as the largest spate irrigation system in the country (100800 ha) and it significantly contributes to the food security of the population in Gash region which suffers from acute poverty. The irrigation scheme has practiced spate irrigation since 1920s for production of different crops mainly Sorghum. Also, more than forty thousand farmers depend on the scheme for their livelihoods.

GAS consists of six Blocks. The seasonal water supply from Gash River feeds the scheme with spate waters over limited period of time (July to October) that makes water distribution to irrigated land poor and very difficult leading to high variability in crops' production. Therefore, this paper has addressed the on-farm water management to improve the agricultural production in GAS by adopting a newly irrigation scheduling instead of the current practice and by introducing a set of interventions on farm level to enhance the irrigation efficiency.

A pilot farm (locally called *Mesga* in GAS) located in Kassala Block was selected to conduct the experimental research. The farm size of *Mesga* 14E was 1000 Feddans (~ 400 ha). The field work has extended over two growing seasons to firstly assess the baseline condition, then followed by application of WinSRFR software to determine the most suitable interventions to be adopted. Based on the simulation results, the interventions on farm level basically consist of dividing the irrigated area equally and horizontally in addition to construction of a 3.5 Km long tertiary canal (*Mesga* canal) to convey spate waters directly to the downstream half while the upstream half supplied directly from the existing secondary canal. Coordinating with the scheme authority, field measurements for diverted flow rates has been conducted. This was followed by monitoring of soil moisture content throughout the whole growing season (June

1 Assistant Research Engineer - Hydraulics Research Center, Sudan

2 Assistant Research Professor - Hydraulics Research Center, Sudan

3 Assistant Research Engineer - Hydraulics Research Center, Sudan

4 Research Professor - Hydraulics Research Center, Sudan

5 Associate Research Professor - Hydraulics Research Center, Sudan

6 Associate Research Professor - Hydraulics Research Center, Sudan

7 Associate Research Professor – Metameta Research, The Netherlands

2017 to March 2018). The soil moisture measurements, covered 40 points in *Mesga* 14E, were taken at three layers (0-30, 30-60 and 60-90 cm). Soil moisture measurements were taken at specific intervals: before flooding, immediately after flooding, and then every 3 to 4 weeks until end of the cropping season, i.e. until soil moisture matches pre-season condition.

The total irrigation water diverted to *Mesga* 14E during the flood season was estimated at 3.0 Million m³. Also, the total number of irrigation days decreased from 15 days (current practice in GAS for irrigating 1000 Feddans) to 11 days (the experiment case). This means 27% of irrigation duration (4 days) is saved in terms of irrigation water.

The available water (AW) in this season was estimated at 14.9 cm. This is beyond the theoretical range of the water holding capacities for Silty clay (12-14 mm/dm, Broner, 2005). Hence, probable expansion in planned irrigated area in GAS can take place or growing of second cropping can be realized with the residual moisture.

The production of the main crops in the area (two types of Sorghum: Tabatt and Aklamoy) has also been monitored. It is estimated at 10 sacks per Feddan on average for the two Sorghum varieties. The production of Aklamoy has almost been doubled. The increase in productivity is mainly attributed to better spatial distribution of soil moisture.

Obtained results have shown improvement in soil moisture distribution leading to duplication of one of the Sorghum varieties sown in GAS. The modifications on irrigated units' size in GAS are highly recommended to be adopted in the whole scheme.

Keywords: Gash Agricultural Scheme, Eastern Sudan, irrigation scheduling, soil moisture management, WinSRFR software.

RÉSUMÉ

Ce document présente les résultats de recherche du projet «Africa to Asia and Back Again : Testing Adaptation in Flood-Based Resource Management Project», qui a été mis en œuvre au Soudan, entre autres pays, au cours de la période 2015-2019. Le projet a été soutenu financièrement par le Fonds international de développement agricole (FIDA). L'organisation chargée de la mise en œuvre était le Centre de recherche hydraulique (HRC-Sudan) du ministère de l'Irrigation et des Ressources en eau (MWRI).

D'une manière générale, le document traite de la gestion de l'eau d'irrigation qui est considérée comme l'un des facteurs clés dans le contexte de la production agricole dans n'importe quel système irrigué. En fait, une gestion efficace de l'eau d'irrigation, en plus d'autres paramètres concrets, contribue directement à maximiser les bénéfices visés.

L'étude a été appliquée au système agricole de Gash (GAS) situé dans l'est du Soudan. Le GAS est considéré comme le plus grand système d'irrigation par aspersion du pays (100800 ha) et il contribue de manière significative à la sécurité alimentaire de la population de la région de Gash qui souffre d'une pauvreté aiguë. Le système d'irrigation pratique l'irrigation par aspersion depuis les années 1920 pour la production de différentes cultures, principalement le sorgho. En outre, plus de quarante mille agriculteurs dépendent de ce système pour leur subsistance.

GAS se compose de six blocs. L'approvisionnement saisonnier en eau de la rivière Gash alimente le système avec des eaux de crue sur une période limitée (juillet à octobre), ce qui rend la distribution de l'eau aux terres irriguées médiocre et très difficile, entraînant une grande variabilité dans la production des cultures. Par conséquent, le présent document traite de la gestion de l'eau au niveau de l'exploitation afin d'améliorer la production agricole dans le GAS en adoptant une nouvelle programmation de l'irrigation au lieu de la pratique actuelle et en introduisant une série d'interventions au niveau de l'exploitation afin d'améliorer l'efficacité de l'irrigation.

Une ferme pilote (localement appelée *Mesga* dans la GAS) située dans le bloc de Kassala a été sélectionnée pour mener la recherche expérimentale. La taille de la ferme *Mesga* 14E était de 1000 Feddans (~ 400 ha). Le travail sur le terrain s'est étendu sur deux saisons de culture afin d'évaluer tout d'abord les conditions de base, puis d'appliquer le logiciel WinSRFR pour déterminer les interventions les plus appropriées à adopter. Sur la base des résultats de la simulation, les interventions au niveau de l'exploitation consistent essentiellement à diviser la zone irriguée de manière égale et horizontale, en plus de la construction d'un canal tertiaire de 3,5 km de long (canal *Mesga*) pour acheminer les eaux de crue directement vers la moitié aval, tandis que la moitié amont est alimentée directement par le canal secondaire existant. En coordination avec l'autorité responsable du projet, des mesures sur le terrain ont été effectuées pour les débits détournés. Ces mesures ont été suivies d'un suivi de la teneur en eau du sol pendant toute la saison de croissance (de juin 2017 à mars 2018). Les mesures de l'humidité du sol, qui couvraient 40 points dans la *Mesga* 14E, ont été effectuées sur trois couches (0-30, 30-60 et 60-90 cm). Les mesures de l'humidité du sol ont été effectuées à des intervalles spécifiques : avant l'inondation, immédiatement après l'inondation, puis toutes les 3 à 4 semaines jusqu'à la fin de la saison de culture, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'humidité du sol corresponde à l'état d'avant-saison.

La quantité totale d'eau d'irrigation détournée vers la *Mesga* 14E pendant la saison des crues a été estimée à 3,0 millions de m³. En outre, le nombre total de jours d'irrigation a diminué de 15 jours (pratique courante dans la GAS pour irriguer 1000 Feddans) à 11 jours (dans le cas de l'expérience). Cela signifie que 27% de la durée d'irrigation (4 jours) est économisée en termes d'eau d'irrigation.

L'eau disponible (AW) au cours de cette saison a été estimée à 14,9 cm. Cette valeur est supérieure à la capacité théorique de rétention d'eau de l'argile limoneuse (12-14 mm/dm, Broner, 2005). Par conséquent, l'expansion probable de la zone irriguée planifiée dans le GAS peut avoir lieu ou la culture de la deuxième récolte peut être réalisée avec l'humidité résiduelle.

La production des principales cultures de la région (deux types de sorgho : Tabatt et Aklamoy) a également fait l'objet d'un suivi. Elle est estimée à 10 sacs par Feddan en moyenne pour les deux variétés de sorgho. La production d'Aklamoy a presque doublé. L'augmentation de la productivité est principalement attribuée à une meilleure répartition spatiale de l'humidité du sol.

Les résultats obtenus ont montré une amélioration de la distribution de l'humidité du sol conduisant à la duplication d'une des variétés de sorgho semées dans le GAS. Les modifications de la taille des unités irriguées dans le GAS sont fortement recommandées pour être adoptées dans l'ensemble du schéma.

Mots clés: Gash Agricultural Scheme, Soudan oriental, planification de l'irrigation, humidité du sol Gestion, logiciel WinSRFR.

BENEFIT SHARING OPPORTUNITY IN THE GBM BASIN**OPPORTUNITÉ DE PARTAGE DES BÉNÉFICES DANS LE0 BASSIN GBM**Hossen Mohammad Abul*¹**ABSTRACT**

Five South Asian countries— China, India, Nepal, Bhutan, and Bangladesh share the Ganges–Brahmaputra–Meghna (GBM) system—the largest delta of the world. There is dispute among all riparian countries of the GBM basin with water sharing of these transboundary rivers. Benefit sharing method has been successful in resolving transboundary water disputes in many countries of the world. Therefore, this study through a systematic literature review tried to explore the potential benefit sharing opportunities in the GBM basin. The study discovered that the greatest potential area of benefit sharing are hydropower generation, flood control, inland navigation, trade, transit, and connectivity.

Keywords: Benefit sharing, Ganges basin, Brahmaputra basin, GBM basin, transboundary water dispute.

RÉSUMÉ

Cinq pays d'Asie du Sud - la Chine, l'Inde, le Népal, le Bhoutan et le Bangladesh - se partagent le système Gange-Brahmapoutre-Meghna (GBM), le plus grand delta du monde. Le partage de l'eau de ces fleuves transfrontaliers fait l'objet d'un différend entre tous les pays riverains du bassin du Gange-Brahmapoutre-Meghna. La méthode du partage des bénéfices a permis de résoudre les conflits liés aux eaux transfrontalières dans de nombreux pays du monde. Par conséquent, cette étude a tenté d'explorer les opportunités potentielles de partage des bénéfices dans le bassin GBM à travers une revue systématique de la littérature. L'étude a découvert que les plus grands domaines potentiels de be partage des bénéfices sont la production d'énergie hydroélectrique, le contrôle des inondations, la navigation intérieure, le commerce, le transit et la connectivité.

Mots clés: Partage des avantages, bassin du Gange, bassin du Brahmapoutre, bassin GBM, litige sur les eaux transfrontalières.

¹ Joint Rivers Commissions, Bangladesh jcombd@gmail.com

INTERNATIONAL REVIEW COMMITTEE

QUESTION 64: What Alternative Water Resources could be Tapped for Irrigated Agriculture?

GENERAL REPORTER – Q.64



Dr. Amgad Elmahdi (Australia)

Dr. Amgad Elmahdi is the Water Sector lead at Green Climate Fund-GCF with over 25 years of experience and expertise in Hydrology, integrated water and natural resources management, Nexus design, and climate finance in operational, research, and academic settings.

Dr Elmahdi, served as water system analysts, and water resources manager. Before joining GCF, Dr Elmahdi served as the Director of the MENA Region with the International Water Management Institute-IWMI, where he developed the business portfolio for R4D in the MENA Region. Prior to IWMI, He was the Head of the Water Resources Section and Chief Supervising Hydrologist at the Bureau of Meteorology-Australia, where he established the water Assessment and accounting information program.

He holds a PhD in Water Resource Management from the University of Melbourne, Australia, 2 M.Sc. in Land & Water Management from Italy and Egypt with more than 140 publications on water related issues and tools. His working experiences.

He is also recognized as an International Water and Natural Resources Management Expert and serves as the Chair of the Water Security Bureau-IWRA (international water resources association). In addition, serving as elected and nominated steering committee members at several water international entities: ICID, Water and Climate Coalition-WCC, Water and Finance Coalition-WFC, and Water Integrity Network-WIN. E-mail:<Amgad.Elmahdi@gmail.com>; <Aelmahdi@gcfund.org>

QUESTION 65: What On-Farm Techniques can Increase Water Productivity?

GENERAL REPORTER – Q.65



Prof. Ashwani Kumar Randev (India)

Prof. Randev has an extensive experience of teaching, research, extension and administration in a 30+ year career in State Horticulture & Forestry University, India and Asian institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand. His career appointments include Professor in Agricultural Economics, Head Deptt of Social Sciences ; Dean College of Horticulture & Forestry and Visiting Faculty in Water Resources Engineering Division at AIT. Prof Randev has expertise in guiding Post Graduate/Doctoral Research Scholars on economic aspects in the fields of Horticulture,

Forestry, Business Management and Engineering specifically covering water resource/Irrigation management, crops' productivity, environmental impact and climate change. Prof Randev has guided 5 Ph.D. and 17 M.Sc./MBA scholars. He has published 36 papers and 22 reports and presented 31 papers in national/international conferences/workshops. He has been a Counsellor of reputed Journal 'Agricultural Development and Policy' and reviewer of research papers of prestigious Journals of national and international repute. He has designed

academic courses at University/Institute levels and has been a Co-ordinator of 16 R&D MD projects at national/international levels. He has been a member of academic/research/extension councils/Board of Studies of the University and State level Committees to assist government on land and water related economic issues. He has been a nominated member from the University to INCID, MOWR, GOI performing various assignments viz presentation of technical papers and as expert/Chair in international panels during national/ICID events. He has sought Honorary appointment as Member, Research Board of Advisors in American Biographical Institute, N. Carolina, USA. Prof Randev served as a Coordinator in formulating many multi-disciplinary Energy and Watershed Management projects submitted by the University for funding from international/national organisations. He served as a national Co-ordinator of Indian Watershed Management Networking Centre at UHF funded by UNDP/FAO/ Govt of Netherlands. Recently he has completed two years as Senior Consultant (Monitoring & Evaluation) in World Bank Aided H.P. Govt/state level Horticulture Development Project in May, 2023. Qualifications held include B.Sc. (Medical), Master's degree in Agriculture with specialization in Agricultural Economics (major - Agricultural Finance; minor - Statistics and Mathematics) and Doctoral degree in Agricultural Economics with major Production Economics and minor Mathematical Economics and Horticulture. E-mail: <ashwanirandev19@gmail.com>

PANEL OF EXPERTS

QUESTION 64: What Alternative Water Resources could be Tapped for Irrigated Agriculture?

PANEL EXPERT/CO-CHAIR (Q.64)



Mr. Ashok Kumar Kharya (India), Co-Chair (Q.64)

Mr. Kharya has spent his life time in the field of water resources sector in various capacities. He joined Central Water Engineering Service (CWES) of Government of India in 1988. After joining services, he has been put to various field assignments, water resources project development, bi-national issues with the neighbouring countries, policy & planning aspects in the wake of climate change impacts on water resources etc. He looked after climate change issues pertaining to water resources in India, for about 10 years as Director in Central Water Commission. He

has been instrumental in preparing National Water Mission document of GoI. He has drafted "Preliminary Consolidated Report on Effect of Climate Change on Water Resources" in June 2008. He has co-authored "Water Resources Assessment – A National Perspective" – A technical guide to water resources engineers and planners published by NRSC, Hyderabad. He has completed studies on "Operational Research for Integrated Flood Management" with ADB. He has drafted Handbook for "Flood protection, anti-erosion and river training works" a CWC's publication and ToR for "Water Use Efficiency Studies and Preparation of DPR for Improvement of WUE in Irrigation Projects" a NWM Secretariat's publication. He has been actively involved in the constitution of "North-East Water Resources Authority (NEWRA)".

Mr. Kharya as Executive Director (Technical) with Pancheshwar Development Authority in Nepal, a bi-national entity between India and Nepal for implementation of Pancheshwar

Multipurpose Project envisaging hydropower irrigation benefits both the countries. Later, he was given the responsibilities of Additional Chief Executive Officer of the PDA. He spent about 3 years on these assignments.

Presently he has been given responsibility to Head Environmental Management Organisation in Central Water commission, Government of India. He is a member of ICID working group on Capacity Development, Technology & Education. He served as Head of National Water Academy, a "Centre of Excellence" of GoI for catering to training and capacity building needs of water sector professionals and to work for mass awareness in water conservation and management.

He has spent around three years North-east India for managing flood related issues in Brahmaputra and Barak basins. He also coordinated with China, Bhutan and Bangladesh for flood management as per bilateral arrangements with these countries.

He was assigned with water resources management of the Teesta basin in the North-east part of India including flood management in the basin as Chief Engineer for about 1.5 years. He also looked after a field unit of CWC working in Bhutan for various water resources issues including of hydropower. He served Indus basin in north India as Chief Engineer for about 5 months.

He is a member of Institution of Engineers (INDIA), Fellow member of Indian Water Resources Society, Indian Water Works Association, and Indian Geotechnical Society (Delhi Chapter). E-mail: <cebpmo@nic.in; ashokkharya@gmail.com>



Prof. Waleed Hassan ABOUELHASSAN (FAO), Panel Expert (Q.64.1)

Prof. Waleed is a highly accomplished and respected professional in the field of water management, with extensive experience and expertise spanning several decades. With a proven track record in managing irrigation projects and water policy development, he has made significant contributions to the advancement of water resource management both in Egypt and internationally. Between 2018 and 2023, Waleed successfully managed an irrigation project while serving as a water resources management expert at FAO. Prior to that, he held a prominent position at Egypt's National Water Research Centre from 1998 to 2018, where his dedication and commitment earned him a promotion to the prestigious role of professor in 2020.

Educationally, Waleed holds two noteworthy PhD degrees in water management, one from Egypt's Mansura University in 2004 and another from Japan's Tottori University in 2006. His doctoral theses, titled "Improving Surface Irrigation Using Simulation Models" and "Integrated Water Resources Management in Arid Lands," reflect his passion for innovative approaches to address water challenges in arid regions. His academic achievements were further recognized when he received a prestigious post-doctoral fellowship from the Japanese Society for Science and Technology (JSPS) between 2007 and 2009, focused on "Integrated Irrigation and Drainage Water Management for Sustainable Agricultural Development."

Prof. Waleed's impact extends beyond academia, as he has actively collaborated with international water-related organizations, coordinating numerous irrigation projects at international, regional, and national levels. His expertise played a crucial role in project coordination, planning, and execution, with a special focus on integrated water resources management, RS/GIS-based water project management, water reuse, water accounting, smart irrigation, water productivity, and solar-powered water pumping. Waleed's contributions to the field of water management extend to research and publications, with an impressive portfolio of over 70 articles in renowned international journals, papers, and conferences.

Furthermore, he has been instrumental in supervising numerous master's and doctoral theses, nurturing the next generation of water management experts. In recognition of his expertise and reputation, Waleed serves as a valued reviewer for several prestigious international journals. Additionally, he is a respected member of various international societies, including the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). Currently, Waleed holds the esteemed position of lead technical officer for several irrigation projects in KSA, Iraq, Yemen, Egypt, and the other GCC countries, where his knowledge and guidance continue to drive sustainable water management solutions. E-mail :<waleed.abouelhassan@fao.org>



Mr. D.S. Chaskar (India), Co-Chair (Q.64.1)

Mr. D.S. Chaskar is Chief Engineer and Head of National Water Academy, Central Water Commission, Pune a “Centre of Excellence” in Capacity Building and Training in Water Resources Sector.

He is a graduate from Govt. College of Engineering, Pune & postgraduate from Indian Institute of Technology (IIT), Mumbai. He belongs to the 1990 Batch of Central Water Engineering (Group 'A') Services.

In his professional career spanning about 31 years, he has worked in various organizations of Central Water Commission(CWC) and have shouldered important responsibilities in designs, training & capacity building, infrastructure & institutional development, human resources management, Hydrological Observation & Flood Forecasting, Monitoring of irrigation projects, water resources management etc.

He served as Deputy Director & Director at National Water Academy, Pune and had a rich experience and contribution in infrastructure development, institutional development & capacity building activities in water sector. At the Academy, he conducted more than 100 training programs on various subjects, including Induction Training programs for newly appointed CWES officers. He was also handling responsibilities of Regional Training Centre of World Meteorological Organisation (WMO) at NWA and conducted numerous National & International Distance learning programs in association with WMO. He is well versed in IT skills, particularly database management & web application development.

As Director, Monitoring, CWC at Gandhinagar & also in Pune, he handled the Monitoring of projects and processing of Central Assistance proposals under PMKSY-AIBP & CADWM, RRR schemes etc. of Gujarat & Maharashtra (western Maharashtra & Konkan region). As Superintending Engineer(HOC), he was responsible for Superintendence of circle constituting two Divisions engaged in Hydrological Observation and Flood Forecasting including water quality and sediment observations in 16 rivers basins of western India including Tapi, Lower Narmada, Mahi, Sabarmati, Banas, Luni basin & rivers of Saurashtra & Kutch region etc. Presently, he is also having the additional charge of Chief Engineer, Mahi & Tapi Basin Organisation, Gandhinagar covering the jurisdiction of above mentioned 16 river basins.

He has to his credit more than 15 papers published & presented in National & International forums on various aspects of Water Resources Development & Management. E-mail: <dschaskar-cwc@nic.in>



Dr. Wenyong, Wu (China), Panel Expert (Q.64.2)

Dr. Wenyong Wu is Chair of the ICID Working Group on Use of Non-Conventional Water Resources for Irrigation (WG-NCWRI), and also deputy director and professor of Irrigation and Drainage Department at China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR). Dr. Wu has more than 20 years of experience in reclaimed water irrigation, smart irrigation and fertigation. He has developed safe reuse technologies of risk identification, risk assessment and risk control for reclaimed water irrigation (RWI). He is also known for innovations in irrigation equipment which enhance water and fertilizer use efficiency. He is the lead author of ICID Guidelines for Reclaimed Water Irrigation, and a major contributor to the FAO Guideline on Minimizing the Impacts of Water Reclamation and Reuse for Agriculture (Water Reports 40 Chapter 9) and ten other specifications on reclaimed water irrigation and agricultural water saving. These specifications and guidelines have greatly helped the extension and application of his research findings domestically and internationally. Meanwhile, he also serves as the expert of ISO Subcommittee "Treated wastewater reuse for irrigation" (ISO/TC 282/SC 1), the assistant editor of Irrigation Science and the editor of Irrigation and Drainage. E-mail: <wenyongwu@126.com>



Dr. Sudhir Kumar (India), Co-Chair (Q.64.2)

Dr. Sudhir Kumar is the Director of National Institute of Hydrology, Roorkee, an autonomous research organisation under Ministry of Jal Shakti, Department of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, Government of India. Dr. Kumar joined National Institute of Hydrology in 1987 as scientist B. He has a vast research experience of more than 36 years in various aspects of hydrology and water resources, including isotope hydrology, hydrological investigations, environmental issues, groundwater management and modelling, etc.

Dr. Kumar obtained his M.Tech. (Applied Geology) in the year 1985 and Ph. D. (Earth Sciences) degrees from University of Roorkee, Roorkee (presently, Indian Institute of Technology Roorkee) in the year 1992. Dr. Sudhir Kumar was awarded Gold Medals for standing first in Bachelor of Science degree course from Himachal Pradesh University and for standing first in Master of Science (Applied Geology) course from University of Roorkee. Dr. Kumar has received training on Watershed modelling and Groundwater modelling at UNESCO-IHE Delft, The Netherlands, and San Diego State University, California, USA.

Dr. Kumar has published more than 40 R&D reports, more than 75 papers in peer reviewed International / National journals, more than 200 papers in International and National journals. He has worked on more than 40 sponsored and more than 75 consultancy projects in various parts of India. He has also guided 8 Ph.D. students and about 35 Masters Students for various degrees.

Dr. Sudhir Kumar has worked on a number of internationally funded projects from European Union, World Bank, and International Atomic Energy Agency, Vienna. The IAEA has identified Dr. Kumar as an expert in the area of groundwater. He has visited Thailand as mission expert. E-mail : <skumar.nihr@gov.in>



Dr. Keigo Noda (Japan), Panel Expert (Q.64.3)

Dr. Keigo Noda is a vice chair of the Working Group on Institution and Organizational Aspects of Irrigation and Drainage System Management (WG-IOA) in ICID. Dr. Noda has 15 years' experience in watershed hydrology, water and material cycle and water resource management. Dr. Noda is an associate professor at the Department of Biological and Environmental Engineering, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, the University of Tokyo. E-mail : <nodakeigo@g.ecc.u-tokyo.ac.jp>



Mr. Anuj Kanwal (India), Co-Chair (Q.64.3)

Mr. Anuj Kanwal is an Indian Engineering Services officer of 1991 batch. He has an overall professional experience of more than 32 years in all domains of Civil Engineering, and Water Engineering Projects. He has worked in the areas of Hydraulic Engineering, Hydrology, Irrigation water Management. Having applied a unique blend of research experience and practical experience. He pioneered to develop world's first guidebook in (in 2010) on the concept of Water Use Efficiency in Irrigation Projects.

He has been the Member Secretary of INCID (2016-2019) and has been representing India in various events of ICID. He has been the guiding force to create a Manual of Practice (MOP) on use of Technical Textiles in water resources works (2019). Professionally, He has acquired the Qualifications in Management (MBA), Law (LL.B.) and Master of Engineering in Civil & Environmental Engineering.

Currently he is working in the Government of India as Commissioner: CAD, WM & BWUE (Command Area Development and Water Management and Bureau of Water Use Efficiency) in the Department of Water Resources, Ministry of Jal Shakti. He has been entrusted with the gigantic task of systematic modernizing the commands by bringing Smart Irrigation in India. He has also been assigned the task of increasing the WUE in India in all sectors by at least 20%. He is the Member Secretary of the Task Force constituted by the Govt. of India for this purpose. E-mail: anujkanwal-cwc@nic.in

Question 65: What On-Farm Techniques can Increase Water Productivity?

PANEL EXPERT/CO-CHAIR (Q.65)

Mr. Ashok Dalwai (India), Co-Chair (Q.65)

Mr. Ashok Dalwai, as a member of the Indian Administrative Service of the 1984 batch served the Odisha Cadre. He has served in different capacities at both field and policy formulation stages in the States of Odisha and Karnataka, as also Government of India. His grass root level experience from serving in different backward and tribal pockets of Odisha, besides as District Collector of Kalahandi (Odisha) and Raichur (Karnataka); and in urban management, as Commissioner of Bangalore City Corporation bring him close understanding of peoples' issues in both rural & urban settings. At the senior level, he has served as Secretary and Principal Secretary in the Departments of Industries, Steel, Mines and Textiles, besides holding various tenures as Chairman and Managing Director of several Public Sector Undertakings, Research and Academic Institutions. He has been serving Government of India since 2010. He is one

of the initial members of UIDAI team that rolled out bio-metric based resident enrolment for Aadhaar. As Head of the Technology Centre of UIDAI, his role in building a robust technology platform has been well appreciated. Since 2015, he has been with the Ministry of Agriculture of Government of India. He is presently serving as Chief Executive Officer, National Rainfed Area Authority in the rank of Secretary. He has recently also been appointed as the Chairman of Commodities Derivative Advisory Committee (CDAC) by the Securities Exchange Bureau of India (SEBI). Email: ashok.dalwai@gov.in



Dr. Mona Liza F. Delos Reyes (Philippines), Panel Expert (Q65.1)

Dr. Mona Liza Delos Reyes is a university researcher at the University of the Philippines Los Baños. She has more than 20 years of experience in formulating and implementing applied research and action programs in irrigation and land and water resources development and management. During this time, she has carried out aquifer characterization, well logging and pump irrigation system design, water balance and El Niño studies, evaluation of rural infrastructures program implementation, flood and drought assessment and vulnerability studies, analysis of irrigation rehabilitation and improvement projects, irrigation system diagnosis, and formulation of strategy for irrigation system modernization. Dr. Delos Reyes has a unique blend of teaching, research, extension, and practical experience. She has worked as a project/team leader, consultant, rural infrastructure specialist, project evaluator, technical coordinator, training resource person, or data analyst for different institutions, which included the FAO Philippines, World Bank, Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA), CACG France, Department of Agriculture, Philippine Institute of Development Study (PIDS), and University of the Philippines Foundation. She serves as a thesis adviser and examiner of graduate students, reviews journal article submissions and publishes technical papers in international journals. Currently, she is collaborating with the Philippine national irrigation agency on developing irrigation modernization guidelines and capacity development programs for irrigation modernization planning and sustaining modernized systems. Dr. Delos Reyes is a member of ICID's Working Group on Modernization and Revitalization of Irrigation Schemes (WG-M&R) and Working Group on Sustainable Development of Tidal Areas (WG-SDTA). E-mail: <mfdelosreyes@up.edu.ph>



Dr. V.K. Kapadia (India), Panel Expert (Q65.2)

Vivek Kapadia is at present Secretary to the Government of Gujarat, India and posted as Director to the Sardar Sarovar Narmada Nigam Limited. He is Vice President of the Central Board of Irrigation and Power, India and also the President of International Geosynthetic Society, India. He has been in the field of Water Resource Engineering and Management for last 26 years.

Vivek Kapadia has an expertise in deficit management of water resources and he has played a pivotal role in water resource management of Gujarat State of India which is a water scarce region. He has implemented supplementary irrigation in a vast command area of the Sardar Sarovar Project. He has a vast experience of design, execution and repairs of large irrigation projects including dams, canals and lift irrigation systems and policy making. He has worked for revival of many ancient Indian water conservation systems. He is in to devising solutions for aging dams and canals. Besides his vast experience in design and execution, he has actively contributed to drafting of Indian Standards pertaining to hydraulic

engineering. He has also developed several applications of geosynthetics in hydraulics. E-mail: <vivekpkapadia@gmail.com>



Mr. Ravi Bhushan Kumar (India), Co-Chair (Q65.2)

Er. Ravi Bhushan Kumar is presently posted as Member-Secretary, Upper Yamuna River Board which is primarily involved in regulation and monitoring of supply of water to beneficiary States in the Upper Yamuna River Basin. Mr. Kumar has 27 years of experience of working on various aspects of water resources development and management, including flood management, hydrological studies, research and development, inter-state coordination etc. During his tenure he has been involved in design as well as project monitoring of flood management works in Ganga and Brahmaputra basin. He has been also involved in coordination and management of research and development in water sector.

Mr Kumar has also played important role in organization of various seminars, conferences including India Water Week, Jal Manthan, etc. He was also involved in the activities of India Water Resources Society, Delhi Chapter. E-mail: <rbkmr@yahoo.com>, <ravibhushan-cwc@nic.in>



Vice President Engr. Rafat Nael (Iran), Panel Expert (Q65.3)

Engr. Rafat Nael AbdulGhani is the Vice President of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) and He is the head of the representative office of the National Center for Water Resources Management in Wasit Governorate / Iraq subordinate to the Iraqi Ministry of Water Resources, Engr. Rafat Nael has twenty years of field experience in water management and distribution and works of measuring water discharges and following up the water quality.

During his career, Engr. Rafat Nael participated in a number of important projects in the Ministry of Water Resources, such as working on developing the reality of field irrigation in Iraq through a project on the ground in cooperation with the Rural Solutions Agency in the state of South Australia, and a project to establish water user associations in cooperation with the International Cooperation Agency (JICA), and Monitoring water bodies through the mechanism of satellite images and remote sensing in cooperation with the U.S. Geological Survey, and water productivity Monitoring project for agricultural lands in cooperation with The Food and Agriculture Organization (FAO).

Engr. Rafat Nael conducted many training courses for the staff of the Ministry of Water in the fields of geographic information systems and remote sensing applications in the agricultural and water resources sectors.

Engr. Rafat has a number of scientific researches published in Iraqi and international scientific journals. Those researches are concerned with field irrigation and remote sensing applications.

Engr. Rafat Nael currently Member of the Iraqi National Committee for Irrigation and Drainage (IRQCID) and chair of ICID's WORKING GROUP ON Water saving in irrigated areas (WG-WATS). E-mail: <rafatnael@yahoo.com>



Mr. Navin Kumar (India), Co-Chair (Q65.3)

Mr. Navin Kumar is presently working as Member (Water Planning & Project) Central Water Commission (CWC), Department of Water Resources, RD & GR, Ministry of Jal Shakti & ex-officio Additional Secretary to GOI. He is also the Chairman of Upper Yamuna River Board (UYRB). Sh Navin Kumar did his B. Tech in Civil Engineering from IIT, Delhi in the year 1986 and M. Tech in Soil Mechanics & Foundation Engineering also from IIT, Delhi in the year 1988. He joined Central Water Engineering Service

(CWES - Group A) in the year 1988 based on Combined Engineering Services Examination, 1986 conducted by UPSC.

Mr. Navin Kumar also worked as Member (D&R) before assuming the charge of Member (WP&P) on 1st February, 2023. Before joining CWC as Member, Shri Navin Kumar was Member (Water Resources) of Cauvery Water Management Authority (CWMA) & Chairman, Cauvery Water Regulation Committee (CWRC) from March 2019 to December 2022. During his tenure in CWMA, he carried out things necessary, sufficient and expedient for securing compliance and implementation of the award of the Cauvery Water Disputes Tribunal including (i) storage, apportionment, regulation and control of Cauvery waters; (ii) Supervision of operations of reservoirs; and (iii) Regulated release by Karnataka at the Billigundulu gauge & discharge station of CWC.

During his tenure as Chief Engineer (Irrigation Management Organisation), CWC from March 2015 to March 2019, Shri Navin Kumar dealt with Techno-economic appraisal of DPR/FR/PFR/concept notes of Irrigation / Multipurpose / Hydroelectric / Water supply / Thermal power projects from Inter-State, Irrigation planning and economic viability / evaluation angles, Inter-State issues related to water and organizing meetings of Supervisory Committee on Cauvery as Member-Secretary of the Committee and organizing other Inter-State meetings. He has lot of experience in Inter-State issues related to Water both within the country and internationally between India and its neighbouring countries. He worked on Joint Expert Level mechanism set up between India and China on provision of flood season hydrological data, emergency management and other issues regarding trans-border rivers, India-Bhutan matters related to water sector.

Currently as Member (WP&P), Sh Navin Kumar is looking after the works related to appraisal, Inter-State issues, monitoring, funding and review of Major/Medium Irrigation Projects, National Projects and Multi-Purpose Projects, monitoring of water levels of major reservoirs in the country, matters related to International Cooperation in Water Resources Sector, Basin Level Planning/Assessment of water resources, Irrigation Management Aspects (performance of irrigation projects), Environmental Management, National Water Policy and various Boards in respect of Water Resource Projects, etc. Mr. Navin Kumar has undergone training on e-water source jointly organised by CWC, NWA and e-water, Australia and Management Training programme at Pune. He has also attended two weeks training programme on Dam Safety and Reservoir Management at Deltares Delft, the Netherlands, Valencia, Spain and Lausanne, Switzerland from during 14-25, 2018. He is the Lifetime Member of Indian Geotechnical Society (Delhi Chapter) (IGS). E-mail: <navinkumar-cwc@nic.in>



Er. B.A. Chivate, Director (Technical), Congress Coordinator & Reviewer

Er. Balasaheb Anantrao Chivate, joined ICID as Director (Technical) on 01 February 2019. Er. Chivate has more than three decades of professional experience in the field of land drainage, irrigation and water resources management. He pursued his diploma in irrigation water management from Water And Land Management Institute (WALMI), Aurangabad, India and received his MIE from the Institution of Engineers (India) Kolkata. In 1998, he obtained his M.E. (Irrigation Water Management) from the University of Roorkee, now Indian Institute of Technology (IIT) Roorkee, India and is also a Fellow member of the Institution of Engineers (India), Kolkata and the Indian Water Resources Society, Roorkee. He has worked as faculty member with WALMI, Aurangabad for more than 10 years and has imparted training on irrigation water management to farmers and engineers. Also he worked as guest/ visiting professor for several institutes / universities. He has got several technical papers published in various journals. Also presented several papers at numerous national and international meetings and also served as expert reviewer. Currently he is a member of the Editorial Board of ICID Journal "Irrigation and Drainage" since 2019. He received the Best Paper Award during the 26th Indian Engineering Congress in Bengaluru, India (2011). Er. Chivate has sound knowledge and expertise in various aspects of survey, research, irrigation water management, water accounting, benchmarking of irrigation projects and has also worked extensively with the State Water Resource Department, Maharashtra, India. Contact <bachivate@icid.org>



INTERNATIONAL REVIEWERS

Sr. No.	Name	E-mail
1	Dr Ashraf, Muhammad	muhammad_ashraf63@yahoo.com
2	Dr FAYRAP, Aynur	aynurf@dsi.gov.tr
3	Dr Jiao, Pingjin	jiaopj@iwhr.com
4	Dr Sarai Tabrizi, Mahdi	mahdisarai@yahoo.com
5	Dr Zohrabi, Narges	Nargeszohrabi@gmail.com
6	Er Gyamba, Padma DORJE	dorjeka4@gmail.com
7	Er Kumar, Sunil	sunil701@yahoo.com
8	Mr Chivate, Balasaheb	bachivate@icid.org, b_chivate@rediffmail.com
9	Mr Chungu, Bernard	bernardchungu@gmail.com
10	Mr Gore, Lance	lgore@adb.org
11	Mr Hatipoğlu, Murat	mhatipoglu@dsi.gov.tr
12	Mr Jourablou, Mehdi	jobabloo.mehdi@yahoo.com
13	Mr khaledi, houman	homankhaledi@yahoo.com
14	Mr Kharya, Ashok Kumar	ashokkharya@gmail.com
15	Mr McLoughlin, Richard	rmclough@bigpond.com.au
16	Mr Monem, Mohammad Javad	monem_mj@modares.ac.ir
17	Mr Pandya, Ashwin B	abpandya@gmail.com
18	Mr Roy, V D	vdroy-cwc@nic.in
19	Mr Vranes, Momir	mvrans@hotmail.com
20	Ms Taghizadehghasab, Afrooz	afrooztaghizadeh@gmail.com



AUTHOR INDEX

A

A.D.S Iresh	109
A.K. Upmanyu	153,341
Aavudai Anandhi.....	73
Abbas Kaviani.....	209
Abdolmajid Liaghat.....	233
Abdurrahman Kara	178
Acharya Suchana (Mrs.)	56
Ahmadaali Khaled	364
Ahmed Abo El-Hassan	141
Albishi Essam	318
Ale Srinivasulu.....	281
Aleh Meshy.....	250
Ali Hammani	170
Aliaksandr Volchak	250
Allan Srratana Tabucanon	58, 241
Amminabhavi Rajesh	155
Amron, Mochammad	75
Andrianisa Harinaivo Anderson	52
Anil R. Chinchmalatpure.....	312
Anuj Kanwal.....	277
Anupriya Jadhav (Ms.).....	293
Arcieri M.	310
Areeya Rittima	58,241
Arianti Ni Putu.....	75
Ariyanti Vicky	75,81
Arun Bhagat.....	366
Arvind Kumar.....	131
Arvind Upmanyu.....	153,341
Ashish Pandey	324
Ashok Mishra	50
Atsuki Iwase	123
Avil Kumar	322

B

B Satish Kumar	322
B. Gaforzoda	214
Babiker Abuobeida	369
Bahareh Bahmanabadi.....	209
Bai Meijian.....	225
Bakkiyalakshmi	73
Bakkiyalakshmi Palanisamy	73
Balaji Narasimhan	283
Balashed Anantrao Chivate.....	46, 85
BEHAIRY Zeinab Hussein.....	141

Bejjanki Sravan Kumar	89
Belabhir Afaf	239
Bhalage Pradeep	207,358
Bhandiwaddar B.Y.	155
Bharati Shinde (Ms.).....	293
Bisht Sandeep	216
Bohaienko Vsevolod.....	347,348
Bombale Bharat.....	93
Bondarik I.G.....	221,337
Bortolini L.....	310
Bruno Cheviron.....	257

C

C.M. Babu.....	354
Ch Srinivas Rao.....	352
Chaiwat Prechawit.....	58,241
Chalisgaonkar Rajendra	279
Chandranath Chatterjee	235
Chandrasekar K.....	322
Chantal A. Tiku	255
Charan Babu A	322
Chen-Chen Chen.....	68
Chen-Wuing Liu	66
CHEVIRON Bruno.....	285
Chien-Lin Huang	308
Chih-Chiang	87
Chih-Chiang Dung	48, 345
Ching-Tien Chen	68, 308
Chockalingam Muthian	261
Chourasia Sandeep Kumar	350
Christian Anthony-Krueger	170
Chungu Bernard	171
Claire Wittling	257
Clift-Hill Anne (Mrs.).....	103
Cyril Dejean	257
Cyrille BAKI	210

D

Damodhara Rao Mailapalli	235, 295, 297
Dedova E.B.	337
Deepak Garg	83
Dehghanisanij Ghazal	314, 339
Dehghanisanij Hossein.....	54, 314, 339, 362
Delavar Majid.....	223
Deshmukh Vasant	99

Dhavu Khumbulani	243
Dheeraj Kaushik	83
Dhiaksa Arif	111
Dilip Pahade	293
Dingre S.K.	219
Dossa Armand Makponse,	170
Dr Amgad ElMahdi	21, 373
Dr. Daniel Renault	43
Dr. P. Pawar.....	95
DU Lijuan.....	132
Dung Chih-Chiang.....	229, 343

E

El Awady M.N	303
Elias Pournemati	85
Ella Sede Maforikan	170
Emami Somayeh	314
Emmanuel B. Chamba	255
En Lin	328
Eriza Corri.....	81
Esra Yarangümeli	97
Eyüboğlu İzzet Nazmi.....	91

F

Fahlefi Riza.....	111
Fang-Lan Ko	48, 101, 345
Farid Traoré	210
Fatoumata Kabore	210
Fayrap Aynur	178
Fazilet Unlu.....	168
Feng-Wen Chen	66
Fujimaki Haruyuki	314

G

G Anil Kumar	322
G.W.A.S Dilthara	109
Gaël Hermet	257
Gandhi Doss Subramanium	354
Gavardashvili Givi.....	120
Genaidy M.A.....	303
Gerry Gillespie	125
Ghanbarzadeh Farshmi Elias	85
Ghosh Aindrila	333
Gorantiwar S.D.	219
Guang shuai Wang	134
Gwo-Fong Lin	68

H

H. Gholami.....	301
Hadi Ramezani Etedali.....	209
Hajrad Iman	362
Hakeem Abdul	261
Hamideh Noori.....	209
Han Yue	263
Hao-Che Ho.....	231
Harinaivo Anderson	52
Hasan Eman.....	212
Hayde László G	52
He Yupu Wan Jiawei Qi Wei.....	335
Heikoop R.....	289
Himanshu Sushil K.	281
Himanshu Sushilk.....	281
Hiroki Kawai.....	122
Hossen Mohammad Abul	372
Hou Wentao.....	225
Hsu Shao-Yiu	107
Hu Jie	107
Huang Qun-Zhan	107
Huttanagoudar Mahadevgouda.....	155

I

Ibrahim Abdulkarim	62
Iman Hajirad	54
Isaeva S.D.....	221,337
Israel K. Dzomeku	255
Istianta Haryo	111

J

J. Mohan Reddy	214
J. Niharika.....	79
Jean-Marie Lopez.....	257
Jeong-Woo Son	259
Ji Renjing Bi Wentong	335
Jidapa Kraisingka.....	58, 241
Jih-Shun Liu	48, 101, 345
Jingsheng Sun	134
Jin-Yong Choi	113, 259
Jioun-Jie Huang.....	345
Ji-You Liang	345
Juan David Dominguez-Bohorquez	257

K

k. J. Niharika.....	140
K.S. Sastry.....	79
K.Venu Gopal.....	118
Kallem Sushanth.....	50
Kanika Trivedy.....	354
Kapil Bhoutika.....	324
Kardile Krushna.....	99
Karki Saroj.....	56
Keigo Noda.....	122
Keïta, Amadou.....	52
Keshab Adhikari.....	237
Khaled Ahmadaali.....	233
Khare Deepak.....	247
Khem Raj Sharma.....	237
Khin Muiyar Kyaw.....	241
Kinge Manisha.....	149
KKonstantine Bziava.....	147
Ko Fang-Lan Dung.....	87
Ko, Fang-Lan.....	229, 343
Kolagani Nagesh.....	157, 261
Kotte Sudhakar Reddy.....	89
Kuang-Yao Chang.....	308
Kubota Tomohiro.....	245
Kulkarni Upendra.....	99
Kumar Velusamy.....	73
Kyoji Takaki.....	123, 217, 245
Kyung-Sook Choi.....	166

L

Lance Gore.....	43
Lee, Tsu-Chuan.....	77
Lei Boa.....	287
Li Miao.....	227
Li Yunguang.....	265
Liang Yonghui.....	263, 265
LIU Changshun.....	132
Liu Cheng-Yen.....	77
Liu Jian.....	263, 265
Liu Jih-Shun.....	87, 229, 343
Liu Ningning.....	227
Liu Qinggang.....	227
Liudmyla Usata.....	267
Lubov Hertman.....	250
Luo Pengcheng.....	227

M

M. Baraka.....	303
M. L. Franklin.....	60
M. Mirdadayev.....	214
M. Rzayev.....	214
M. Sekha.....	79
M. Shyma (Ms.).....	283
M. Singh.....	95
M.G. Shivakumar.....	43
M.K. Sinha.....	299
Ma Zhanli.....	263, 265
Maga Kim.....	113
Mahari Abraham.....	369
Mahesh Rajendran.....	354
Makar Kulkarni.....	320
Mali Chandrakant.....	329
Mani Jayachandran.....	261
Manivasakan Mani.....	316
Maponya Phokele.....	173
Marcella Dsouza.....	366
Marine Muffat-Jeandet.....	257
Masaomi Kimura.....	217
Masoud Pourgholam-Amiji.....	233
Matham Pavan kumar.....	157
Matyanga Samuel.....	103
Meegastenna TalathaJanaki.....	159
Mehmet Akif Balta.....	349
Mekawi Amira.....	369
Meng Chaobiaob.....	287
Meng Yu.....	263
Mesut KOÇAK Oğuz ŞİRİN.....	116
Milancha Babity.....	257
Ming-Tee Hung.....	68
Mirzaei Mansoureh.....	85
Mizaei Mansoureh.....	85
Mogotlane Daniel.....	243
Mohamed Yasir.....	369
Mohammadi Sanaz.....	326
Mohammed Ahmed.....	369
MOLLE Bruno.....	285
Monen Mohammad javad.....	223
Mongwaketsi Kgosi.....	173
Monika Shukla.....	312
Moono Shin.....	249
Moravejalahkami B.....	301
Mothapo Manoshi (Ms.).....	243
Murtiningrum Kuji.....	81
Mutema Macdex.....	243
Mutham Pavan Kumar.....	157
Muthian Raja.....	261

N

N.Bhaskara Rao	356, 360
Naik Arun	93
Nair Praveen	261
Nalnajisa	322
Narasimhan B	306
Narendra Singh Chandel	331
Narendran J	322
Neelima T L	322
Niang Dial	52
Nicolas Urruty	257
Nidhi Misra	322
Nkuna Thabo	173
Noufia Ma	306

O

O. Jangid	95
Olga Kharaisvili	147
Olivier Nico	173
Olomoda Ibraheem	62

P

P. Devender Rao	60
P.S. Raghavaiah	79, 163, 165, 356, 360
Paata Sichinava	147
Pagar Sudarshan	329
Pai-Hung Wang	48
Pandey Ashish	350
Pangale Santosh Murlidhar	247
Patidar Ruchir	247
Patidar	247
Patil Suhas	329
Patrick Cecil	103
Pawar Rajendra	70
Perapogu Chandra Shekhar	165
Philippe Orban	210
Pingale Santosh Murlidhar	247
Poddar Rajendra	155
Pournemati Nazanin	85
Prof. Ashwani Kumar Randev	181
Pu Reun Yoon (Ms, Yoon, Pu Reun)	259
Putra Indra Setya	111

Q

Qi Wei	335
QIU Yue	132

R

Radha Krishna Akkiraju	352
Rahimian M.H.	301
Rahman Balban Qhudrat Ur	352
Rahmati Sepideh	223
Raja Sebastin	261
Rajendra Poddar	64
Rajendra Singh	50
Rajendra	279
Rajiv Mundada	320
Raju PV	322
Rakesh Govind Kolhe	153, 341
Ranganatha Magadi	175
Rasmané Romba	210
Rawia Fathy GAMAL	141
Ray-Shyan Wu	48, 87, 101, 345, 229, 343
Remziye Yıldız Gülağacı	97
Renapurkar Pramod	99
Rene Francis	281
Romaschenko Mykhailo	347, 348
Roy Lal Bahadur	161
Runze Tian	217

S

S.P.C Sugeeshwara	109
Sagar D. Vibhute	312
Samanta Sayantan	281
Sami Bouarfa	257
Sanaz Mohammadi	54, 339
Sandeep Kumar Patakamuri	73
Sangle Shivaji	46, 136, 138, 207, 358
Sangle Shivani	136
Sangle Shivani (Ms.)	138
Sanjay Belsare	320, 293
Sanjay Kumar Agarwal	105
Santosh Wagh	320
Sarai Tabrizi Mahdi	320
Sardak Anastasiia (Mrs.)	85
Saroj K Nayak	163, 165
Satish Kumar Singh	331
Sayantan Singh	331
Serge Brouyere	210
Serhii Usatyi	267
Seulgi Lee golden oday	166
Seung-Oh Hur	259
Shabanov V.V	221
Shaimaa	303
Shao-Ran Chang	345
Shashi Kiran	163

Shatkovskiy Andrii	348
Sheng-Fu Tsai	68, 308
Shi Yuan	225
Shivani Sangle (Ms.)	46
Shorena Kupreishvili.....	147
Shuang Zho	134
Shubham Goswami	79
Siami Hashem	364
Sibidi Sylvain Elisée Goumbri	210
Siddig Mojahid	369
Simbi Mvuyekure.....	281
Singh Abhinav Prakash	161
Singh Bhupinder	281
Soham Adla	157
Song Libing	263, 265
Sourav Banerjee.....	83
Srivastava Rishi.....	216
Steley Colin	326
Strizhnikov O.A.	221
Subeesh A	331
Sudarsan Biswal.....	235
Suyog Khose	297

T

T.S. Kenenbayev	214
Tahulela Takalani	173
Taroob N	322
Toshiaki Iida.....	123, 217
Tsheko Rejoice	103
Tsu-Chuan Lee	145
Turpan Pengbo Zhao.....	115

U

Upasana Koli	366
--------------------	-----

V

Vahid Rezaverdinejad	339
Van Steenberg Frank.....	369
Varawoot Vudhivanich	58, 241
Vineeth T. V.	312
Vishwanath Bhave.....	83
Visuto Khatso	295
Vivek Kumar Singh.....	105
Vohra Kushvinder	216

W

Wahyudi, S. Adi H.P	289
Wan Jiawei	335
Wang Fengxin	287
Wang Zhenhua	263, 265
Wang, Pai-Hung	87, 229, 343
Wang, Zhenhua	227
Warwade Pratibha	333
Watchara Suiadee	58, 241
Wei-Ting Sun	308
Weiwei Xu	115
Wen Yue	227, 263, 265
Wenpeng Xie	217
Wilmat D.S.M. Priyasiri.....	58
WITTLING Claire	285
Wu Caili	225
Wudhichart Sawangphol	58, 241

Y

Y. Srinivas	356
Ya-Ching Ke	308
Yang Kaijinga,B	287
Yawen Chiueh	129
Yewalekar Dilip	149
Yi-Ju Lin.....	308
Yogesh A Rajwade	331
Yohei Asada.....	249
Yuan-Fu Zeng.....	68
Yuan-Shun Chang	231
Yu-Chuan Chang	308
Yufeng Luo	328
Yu-Lin Liao.....	231
Yury Mazhayskiy.....	250
Yutthana Phankamolsil.....	58, 241
Yutthana Talaluxmana	58, 241
Yu-xin Huang	129

Z

Zare Salman	364
Zeinab H Behairy.....	303
Zhang Baozhong	225
Zhang Jihong.....	227
Zhang Jinzhu	263
Zhao Zhi	225
Zhou Qib.....	287
Zhu Yan	265
Zhuravlev Olexandr	348

ICID Products & Services Directory



ICID-CIID

***Are you a consultant/ manufacturer/ dealer/ professional institution
dealing in irrigation and drainage products/services.***

Don't miss this opportunity to list your products/ services FREE of cost!

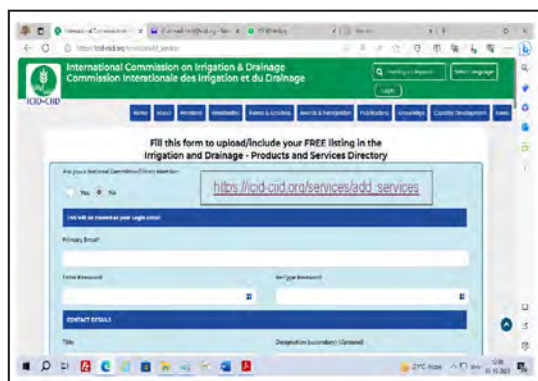
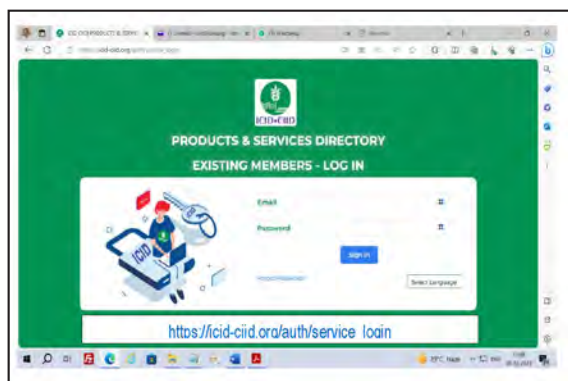


Information dissemination plays a critical role in the field of irrigation, drainage and flood management. For sharing the available knowledge across a wide spectrum of users, ICID has recently launched a new web service on ICID website <<http://www.icid.org>> as "Irrigation & Drainage - Products & Services" <https://icid-ciid.org/services/product_services_search/40> to help various stakeholders in locating required services, products and business information through a few clicks.

This online directory provides a platform to enlist all the services and products being provided by consultants, manufacturing companies, dealers, and other professional institutions dealing in irrigation and drainage sector. Any service provider can submit their information online <https://icid-ciid.org/services/add_services> for inclusion in this directory.

At present, the information is listed/ collected in the following categories and sub-categories:

- A. Consultancy Services** (1. Individuals/ Experts/ Freelancer; 2. Organizations);
- B. Companies / Manufacturers/ Dealers** (1. Company/ Implementing Agency; 2. Dealer/ Distributor / Contractor; 3. Manufacturer; 4. Publisher; 5. Software developers/ vendors);
- C. Institutions** (1. Academic Institutions; 2. Farmer's Associations; 3. Funding Agencies; 4. Govt./ Non-Governmental Organizations (NGO)/ Not for Profit Organizations; 5. Research Institutions; 6. Training Institutions); and
- D. Others**



**Take out your time and join the new online service to enhance your visibility to
the irrigation, drainage and flood management community.**

For more information, please contact:

The Secretary General, **International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)**

48 Nyaya Marg, Chanakypuri, New Delhi 110021, India. E-mail: icid@icid.org, Website: <http://www.icid.org>



25^E INTERNATIONAL DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE

1-8 NOVEMBRE 2023, VISHAKHAPATNAM (VIZAG), INDE

Question 64: What alternative water resources could be tapped for irrigated agriculture?

Quelles ressources alternatives en eau pourraient être exploitées pour l'agriculture irriguée?

Question 65: Which on-farm techniques can increase water productivity?

Quelles techniques agricoles peuvent augmenter la productivité de l'eau?



TRANSACTIONS / ACTES

Hosted by:

Indian National Committee on Irrigation and Drainage (INCID)

C/o Remote Sensing Directorate,
Central Water Commission, Department of
Water Resources (RD and GR),
Ministry of Jal Shakti, Govt. of India
425(N), Sewa Bhawan, R.K. Puram,
New Delhi 110066, India

Email: incid-cwc@gov.in
Website: <http://www.incid.cwc.gov.in/>

ICID Central Office:

48 Nyaya Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110 021, India
Tel : +91 11 2611 6837, +91 11 2611 5679
E-mail : icid@icid.org, Website : <https://icid.org>

USB flash drive included in this book contains
full length papers.
Of no commercial value.

 /icidat  /icidorg  /icidonline
 /in/icidonline