

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° (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 platform/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-l'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.

