210 9 SU

The Sultanate of Oman International Conference on Water Resources Management in Arid Countries

Muscat 12-16 March 995

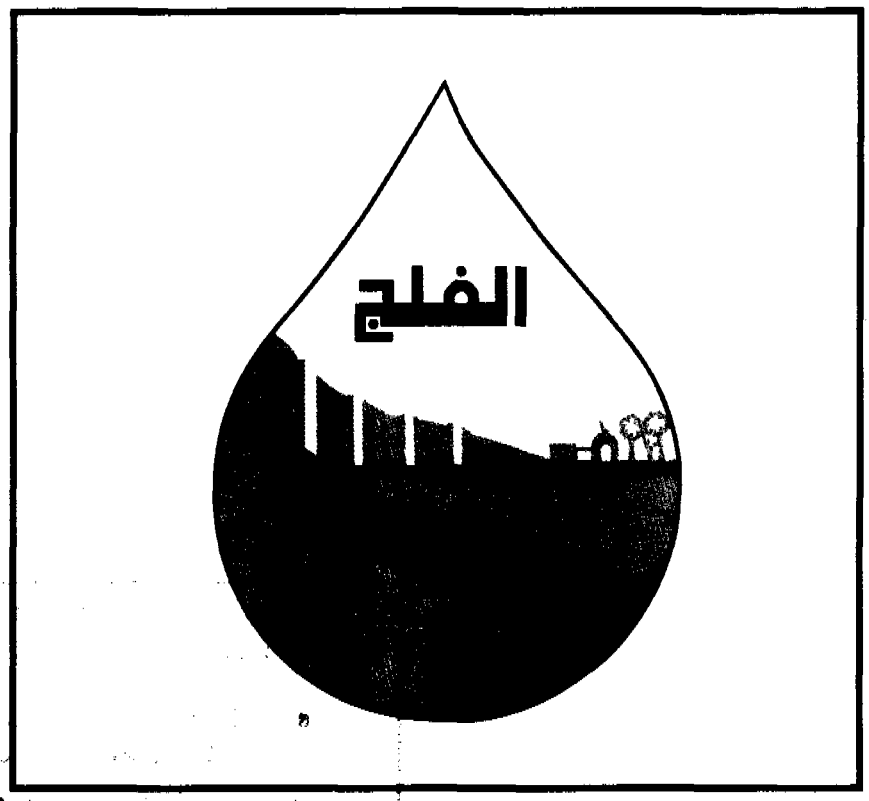
Volume 3 : Conference Proceedings

210-95SU-13131

H.M. Qaboos bin Said, Sultan of Oman

The Sultanate of Oman
International Conference on
Water Resources Management
in Arid Countries

Muscat 12-16 March 1995



13131
210 9554

Volume 3 : Conference Proceedings

FOREWORD

This volume of post-conference proceedings will complete the three-volume set for the Sultanate of Oman International Conference on Water Resources Management in Arid Countries held in Muscat, 12 - 16 March 1995. Included are scientific paper presentations not preprinted in the first two volumes, speeches of the opening and closing ceremonies, the conference summary statement, summaries from each of the fifteen working sessions of the conference, final program, list of attendees and Arabic summaries of papers presented.

In addition to the conference working committees cited in Volume I, we would like to acknowledge the important contribution of the advisory committee listed below. This committee met during the conference and developed the conference summary statement contained herein.

Advisory Committee :

Anjab Mohammed Ali Sajwani — *Chairman*
Mohamed Allam
Oscar Kris Buros
Philip Johnson
Yahia Abdel Mageed
Graham Smith
Glenn E. Stout

We also wish to thank the 242 registered participants who made this conference a success. We hope that this meeting will signal the start of renewed efforts to deal effectively with the management of our precious water resources in arid and semi arid regions. Thank you for your commitment to travel to Oman for this meeting. We look forward to your next visit to our country.

Saif bin Rashid Al Shaqsi
Chairman,
National Management Committee

CONTENTS

VOLUME 3

OPENING CEREMONY

Welcome speech of Saif bin Rashid Al Shaqsi 1

Statement by G. O. Obasi 3

Speech of His Excellency The Minister of Water Resources 7

CLOSING CEREMONY

Conference Statement 9

Cable to His Majesty Sultan Qaboos Bin Said 11

Closing Address of His Excellency The Minister of Water Resources 12

SELECTED PAPERS

UNESCO - IHP Programs and Their Links to Arab Region Water Problems
Abdin Salih 13

Strategies to meet the Growing Agricultural Water Demand in the Arab Region
Arab Organization For Agricultural Developmer: 21

A Comprehensive and Computerized Water Management Plan for Irrigation Schemes in Saudi Arabia and Arid Regions
Walid A. Abderrahman 31

Planning Water Resources Development in Arid Zones - An Agenda for Action in the Arab Region
Yahia A. Mageed 47

Global Water Management Issues
Glenn E. Stout 55

SUMMARIES OF THE WORKING CONFERENCE SESSIONS 58

APPENDICES

Final Conference Programme 75

List of Participants 77

Welcome Speech Of Saif Bin Rashid Al Shaqsi

- H.E. Mohamed bin Al Zubair Ali, Advisor to His Majesty Sultan Qaboos bin Said for Economic Planning Affairs and Patron of the Celebration;
- Your Highnesses and Excellencies the Ministers;
- Your Excellencies the Undersecretaries;
- Ladies and Gentlemen: Conference Participants;
- Honoured Guests:

I am greatly honoured to stand here to welcome your participation in the opening ceremony of Oman International Conference for Water Resources Management in Arid Regions.

This conference represents a scientific demonstration gaining its importance from the role played by water particularly in the Middle East where most of its countries lie within the arid and semi-arid region in which water scarcity stands as a major challenge to development. A drop of water circumscribing the Omani falaj has been selected as a logo for the conference where the water drop is the source of life and the falaj is the basis of Omani civilization.

Preparation for this conference started two years ago under the supervision of H.E. the Minister of Water Resources. I was honoured to chair the Supervisory Committee from which emanated several specialized sub-committees; namely the Scientific Committee, the Publications and Information Committee and the Administrative and Financial Affairs Committee. Furthermore, an International Advisory Committee was formed from globally outstanding specialists in the field of water management so as to provide advice and scientific support for those handling preparation for the conference. The conference was an outcome of the collective efforts of all these committees. It is imperative to mention the support we received from the International Water Resources Association in the field of international contacts, advertisement and coordination with the specialized international organisational organizations and associations, nine of which agreed to cooperate with us and support the conference activities; these are:

- World Meteorological Organisation
- UNESCO
- Arab Organisation for Agricultural Development
- International Desalination Association
- UN - The Department for Development of Management Services Support
- UNEP
- Secretariat General, Int'l Water Supply Association
- Organisation of Arab Scientists and Technologists Abroad
- International Irrigation Management Institute

Most of these organisations will participate in the conference through research work and activities. This considerable participation is due to the active role of the Sultanate in international affairs and the support given by international organisations. The conference participants are 239 of whom 107 are from inside the Sultanate while 132 from abroad representing 39 countries from the different regions. Papers prepared for the conference are about 255, 82 of which were selected by the Scientific Committee for presentation and discussion in the conference sessions, in addition to 19 posters that will be displayed during sessions. The accepted papers represent the scientific effort of researchers from 26 countries. It includes 10 papers and 5 posters from the Ministry of Water Resources.

In addition to papers, the conference programme includes specialized keynote addresses as some of the international experts were invited to present lectures about the latest science and technology advances in

the field of water resources management. Six outstanding scientists accepted the invitation, in addition to five lectures from the representatives of WMO, UNESCO, AOAD, IDA and IWRA. Therefore the total number of papers and lectures that will be presented in the conference is around 93 besides the posters.

The conference programme comprises 15 scientific sessions each of which extends for two hours. The sessions will continue for three days to close on March 15, 1995. The conference covers 11 areas of water resources which are: Groundwater Recharge, Saline Intrusion, Desalination and Brackish Water Utilization, Waste Water Reuse, Water Resources Development, Agricultural Water Conservation, Hydraulic Structures, Hydrologic Modelling, Hydrology and Hydrogeology.

A concluding session follows the scientific sessions for presenting the conference statement that will be prepared by the Advisory Committee including national and foreign experts on the basis of the recommendations of the sessions.

The Ministry of Water Resources edited the papers in two volumes containing 800 pages. These were distributed to the participants prior to the commencement of this opening session together with an eighty pages book about water resources in the Sultanate and their management. The latter has been prepared by Ministry of Water Resources as a guide to participants about the availability of water resources and the state's efforts in the field of exploration, monitoring, protection, conservation, development and legislation concerning water resources and its management. The participants were also provided with the WMO booklet "Assessing a Precious Resource ..... Water" after being translated by the Ministry of Water Resources into Arabic and republished according to the request of the WMO.

Moreover, there is the water resources exhibition which displays equipment and posters representing the various activities of the Ministry. This is in order to inform the participants and in particular visitors from overseas with the role of the state in the field of water resources management using modern scientific methods and techniques.

The conference programme includes a tour for the participants to view the features of the Blessed Renaissance and Omani heritage.

Finally, I wish the conference all success through effective participation, constructive discussions and useful recommendations.

Statement on the Occasion of the International Conference on Water Resources Management in Arid Countries

Professor G. O. Obasi
Secretary-General
World Meteorological Organisation

Mr. Chairman,
Your Excellencies,
Distinguished Guests,
Ladies and Gentlemen,

It is a pleasure and indeed a privilege for me to address you on the occasion of the opening of this International Conference on Water Resources Management in Arid Countries. I am most thankful of the generous hospitality I have already received in the short time that I have been here.

I consider it a great honour to have the opportunity to celebrate with you the Silver Jubilee of His Majesty Sultan Qaboos' assumption of power and the fifth anniversary of the establishment of the Ministry of Water Resources and to recognize the commendable progress that has been achieved in Oman in recent years. I am impressed by what I have seen and learnt so far, particularly the considerable progress achieved by the Ministry in addressing problems related to water resources management. I, therefore, wish to take this opportunity to express my appreciation through you, Your Excellency, to His Majesty's Government for its unswerving and dedicated efforts in this regard. This commitment is further demonstrated by the organisation of this important conference and your generous offer to share your experience and know-how with other countries.

Mr. Chairman,

As we all know, the history of man's activities relating to water constitutes a relatively comprehensive history of civilization itself. Indeed, some historians believe that the emergence of civilization is associated with organized efforts to control water supplies. Water management activities, particularly irrigation, played a central role in the development of the earliest known civilizations in such valleys as the Nile and the Indus. Just as water has historically played a significant role in the advancement of civilization, it remains to this day a factor of the highest importance in the sustainable development of nations.

We, therefore, heartily welcome this Conference which will address a number of topics of vital importance to many countries in the world, but more so to those countries in the arid regions where the annual rainfall is low and evaporation is high. Although freshwater exists both in the form of surface water and groundwater, the reliance in the arid regions is mainly on groundwater. It is therefore essential that the water held in the aquifer in these regions be studied, protected and developed with the greatest care. In this regard, it is my humble belief that, in the course of its deliberations, the Conference will benefit from the achievements and experience of the Sultanate of Oman.

Mr. Chairman,

Water is the source of life and a unique component of our environment. If development is to be sustainable, it is imperative to ensure the effective and efficient management of water resources in order to address adequately the problems related to its scarcity and misuse. Statistics over the last 45 years show that water availability has reduced by about 2/3 in many parts of the world, whereas, the demand worldwide has increased nine-fold since 1900. The imbalance between availability and demand is expected to grow with increase in population, intensification of pollution and the recurrence of drought and its effects on the desertification process. Furthermore, though the region is arid, the ever-present

problem of flooding should also be addressed in any planning process. Rare as floods might be, they are not unknown, particularly in the monsoon season when they can cause considerable loss of life and damage to property.

In addressing the water management issues for the future, drought and desertification should remain a major concern. In this regard, it is to be recalled that the severe droughts in Africa in the 1970's and 1980's as well as those in parts of South America had caused great human suffering. One of the earliest successful attempts to combat desertification in a systematic manner in the Nile Valley was through the judicious management of the Nile water which resulted in the creation of the world's longest oasis. This obviously implies that all plans, action programmes, and measures to combat drought and desertification should start with a careful assessment of sources and availability of freshwater. Such assessments should facilitate the development of sound management plans especially in areas where people depend on this scarce supply for irrigation and agricultural extension, urban and rural water supply, rangeland and livestock grazing, energy and community development. Once the water problem is resolved, many of the other issues can be more easily determined and action plans successfully implemented.

Another major concern of relevance to water resources management is the issue of climate change which poses a great threat to humanity. This issue should therefore be incorporated in any long-term planning process. The magnitude of the change predicted by WMO/UNEP's Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) would impose new regimes of temperatures and precipitation in the arid regions. Such changes can be highly significant for the hydrological regimes and hence for water resources management. Indeed climate change would add an extra dimension to the water problems especially in the arid regions.

Mr. Chairman,

The role of water in sound environmental impact assessment and management programmes is significant. In this context, efficient water resources management, coupled with appropriate physical planning, can contribute to the development of dry lands in a sustainable manner. For example, if the carrying capacity of a certain region is too low to support cattle, then physical planning should designate these as protected areas, where only limited and sustainable exploitation of the natural resources is permitted. The rational management of water resources could thus steer this conservation process by restricting the over-exploitation of water resources to unsustainable levels and especially by preventing damage to the areas around the well heads. The development and implementation of integrated policies and strategies to resolve the complex and interrelated problems of conservation and management is therefore is therefore dependent to a large extent on rational management of water resources. Whilst the comparison of water supply and demand can indicate the nature and potential of water-related problems, the extent to which such problems actually develop and can be solved, depends on the technical capability, funding opportunities and institutional arrangements in the country concerned.

As regards technical capability, the need for analytical know-how and modern technology cannot be over-emphasized. In particular, the collection, processing and analysis of good quality data on surface water and groundwater resources in terms of quantity and quality is vital to efforts directed towards planning to meet present and future demands for water. The quantity of water available to communities in dry lands and the safe output from the aquifers are, in the long-term, key factors in sustainable development and in combating desertification. Equally important is the information on water, particularly data on water abstraction and water consumption for the different purposes, as well as on discharge of waste water. However, a recent WMO/UNESCO report to the United Nations Committee on Natural Resources showed that in many developing countries, the performance of Services that collect and analyze hydrological and water resources data, including data on water use, are declining because of cutbacks in funding from Governments and other sources. In many countries, funds for water supply and waste disposal are also being reduced while at the same time there is the need to develop more costly sources for additional water. These problems are further compounded by the lack of trained manpower and appropriate institutional arrangements. In order to redress the situation, it is imperative that new and additional resources are provided to the Services so as to promote manpower development, capacity building and transfer of technology. Strong institutional linkages at the national and at regional levels should also be developed by the establishment of or the strengthening of coordination bodies where these already exist and by the formulation of comprehensive action plans covering implementation activities, monitoring, research and public information.

Mr. Chairman,

Over the past decades, several international initiatives have been launched to address water resources management and development. In 1977, the United Nations Mar del Plata Water Conference generated a major stimulus to the activities in the field of hydrology and water resources management. This was followed by the International Conference on Water and Environment in Dublin in 1992, convened by WMO on behalf of several international organizations, to serve as the major preparatory meeting on water issues for the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) that was held in Rio de Janeiro in 1992. UNCED's Agenda 21, in its Chapter 18, offers a dynamic programme of specific objectives and actions for a new global partnership for sustainable development in the area of freshwater resources. Other major outcomes of UNCED which are relevant to this Conference are the International Convention to Combat Desertification, which has been signed by 100 States and the Framework Convention on Climate Change (FCCC) which has been ratified by 122 States. The First Conference of the Parties of the FCCC will open at the end of the month in Berlin. Furthermore, the UN Commission on Sustainable Development charged with the follow up on the implementation of Agenda 21, has requested the preparation of Global Water Resources Assessment for consideration of the United Nations General Assembly in 1977. The outcome of this Conference would be useful to this global endeavour.

On its part, WMO continues to play an active role in all these international endeavours in the context of its Hydrology and Water Resources Programme and others, such as the World Climate Programme, to assist Member countries to improve the capability of their Hydrological Services to combat the multifaceted problems in water resources management. In this regard, WMO together with the World Bank, has launched a World Hydrological Observing System (WHYCOS), which involves the creation of world-wide network of about one thousand key hydrological stations to provide quality-controlled data base. Over the next decade, WMO will continue to assist its Members in the application of operational hydrology to sustainable development through the rational use of water and related resources; the mitigation of water-related disasters and through effective management of water-related environmental resources, at national and at international levels.

Mr. Chairman,

I am aware that the agenda of this Conference is quite heavy and I have no doubt that the distinguished experts present here will deal adequately with the pertinent topics. I would, however, like during your deliberation of the various topics to give due consideration to the following issues which are quite fundamental to water resources management.

Firstly, it is of great importance to carry out initially, a comprehensive assessment of the water resources and to develop a master plan. This activity should incorporate monitoring, data management, modelling and forecasting. The use of simulation models should be seen as an important tool for management and decision-making.

Secondly, in order to promote effective development, sound conservation and rational utilization of water resources, an appropriate legal mechanism should be in place. Water laws and other related legislation should clearly define the sustainable use of water.

Thirdly, there is the need for appropriate institutional arrangement, either by establishing new bodies or strengthening existing ones. Whatever the case may be, effective coordination of the activities of all the related bodies at national and at regional levels is of great asset.

Last but not the least, is the need for capacity building, public awareness and user participation. The capacity of Hydrological Services should be strengthened so that they can effectively undertake the implementation of relevant national and regional strategies and plans. Every effort should be made to raise the awareness of the public on the intrinsic value of water and the need to care for its in the most proper manner. The more the public is made aware and involved in the activities, the better the outcome of the set aims and objectives. The level of participation should go all the way down to the end-users in the community.

Mr. Chairman,

I wish you a most successful conference and fruitful deliberations on the most precious of all resources - water. I wish to assure you that WMO will continue to do all in its power to support the activities of the National Hydrological Services.

Finally, I would once again like to offer my best wishes to the Ministry of Water Resources on its fifth anniversary. I also have the distinguished honour to offer the special thanks and heartfelt congratulations of the World Meteorological Organization, and my own to His Majesty on the Silver Jubilee of his illustrious reign.

I thank you.

Speech Of His Excellency The Minister Of Water Resources
At The Opening Ceremony Of The
International Conference On Water Resources Management In Arid Regions

- His Excellency Mohamed bin Al Zubair, Advisor to H.M. for Economic Planning Affairs, Patron of the Conference
- Your Highnesses and Excellencies the Ministers
- Your Excellencies the Undersecretaries
- Ladies and Gentlemen: Conference Participants
- Honoured Guests

It is a great honour to address you on the opening ceremony of the International Conference on Water Resources Management in Arid Regions which combines a selected group of scientists and specialists in water affairs who came from various regions of the world to share experiences with their Omani counterparts.

The importance of water as a source of life is indisputable. Water has become more important in this century due to the great technological advancement which brought about comprehensive development in the various aspects of life. Therefore, it is necessary to identify the available and potential water resources, the requirements of development and how to realize optimum management and conservation for a sustainable development. Water resources are the most important natural resources; besides being the source of life, they are also the main support of development and economic prosperity.

Unfortunately the resources of fresh natural water are in all countries finite, particularly in the arid regions where demands frequently exceed the resources available. But even in wetter regions, with their vast volumes of renewable water resources, the growth of demand caused by socio-economic developments over many years jeopardizes the essential principle of sustainability. Demand for water has increased more than four-fold during the second half of this century as a result of the great increase in the number of world population and the industrial growth realised in that period. A challenge to many nations is therefore how to achieve sustainable economic growth faced with depleting surpluses of water resources.

Ladies and Gentlemen:

Depending on this vital and strategic importance, water resources have become a focus of attention of the United Nations Peace Conference on the Middle East. There regularly meets an international committee on water resources to discuss and agree upon actions to be taken to meet the water needs of arid states.

In 1994 the Committee reached a particular agreement upon the establishment of an International Research Centre for Desalination to be located in Muscat. Desalination already plays an increasing and an important role in producing high quality water supplies in most arid states, but it has not been given enough attention in the field of research and development. How important in the future depends ultimately upon how successfully scientific and technological progress can achieve costs of production that are economically sound.

Ladies and Gentlemen:

No doubt water resources in the Sultanate receive special attention from H.M. Sultan Qaboos bin Said, as it represents the basis of integrated development. Water institutions were developed from early years of His Majesty's blessed rule when he established the first Water Resources Council in 1975 followed by many other organizations. These efforts culminated in the establishment of the Ministry of Water Resources by Royal Decree in 1989.

One of the major responsibilities of the Ministry, as per the Royal Decree, is to develop water resources and conserve its use. To achieve this, the Ministry has made priorities to provide a wide database to help in identifying rainfall patterns in the Sultanate as regards their density, scarcity and quantities. Moreover,

assessment projects are carried out in the various regions of the Sultanate to identify safe water abstractions for provision of sustainable supplies. Other important activities of the Ministry are, for instance, establishing of water monitoring networks and conducting groundwater explorations.

Ladies and Gentlemen:

An important result realized by the Ministry, through the assessment activities, has been the discovery of groundwater storage in the Nejd in the south and Al Massarat aquifer in Dhahira which both represent a great potential for development. The Ministry and other concerned bodies are now planning for their optimum exploitation. The Ministry is having great and particular concern in this regard and there are encouraging results to have new sources of water in some other regions of the Sultanate; activities are still going on to decide the quantity and quality of water.

Within the framework of assessment, the Ministry is also undertaking an ambitious project to establish inventory of all wells in the Sultanate. It aims to maintain water balance between supply and demand which was subject to overdraft during the past period due to use of modern mechanical methods which brought about a new pattern in water abstractions that led to decline of water levels and saline intrusion particularly in the coastal areas.

As a result, the Ministry made efforts to find out a suitable mechanism for water conservation through a number of regulations most important of which are the Well Drilling and Deepening Regulations in order to control expansion specially in areas already suffering from salinity and drawdown. These regulations are having great tangible effect in conserving water resources in general.

The Ministry activities now include maintenance of aflaj to increase their efficiency through conducting field studies that aim to attain efficient methods for minimising losses and making best use of aflaj water. To improve water management, the Ministry started to implement a pilot experiment in a number of farms by installing water meters on wells in order to assess meters viability in water conservation and find out an appropriate mechanism that retards aquifer depletion.

In the field of dam construction 16 dams of different sizes were established to make use of the millions of cubic meters of water that are lost either to sea or desert, in addition to establishing a number of storage dams and water structures of different sizes in Al Jabal Al Akhdar. The Ministry is giving attention to this matter and now planning to establish more of them in the various regions of the Sultanate wherever it is feasible.

Ladies and Gentlemen:

It is good fortune that this conference is held in a distinguished year of the Victorious Path that witnesses the Sultanate's celebration of the Silver Jubilee of the Blessed Renaissance under the wise leadership of His Majesty Sultan Qaboos bin Said. It also marks the fifth birthday of Oman's Ministry of Water Resources. It has been prepared for by this Ministry in cooperation with some international associations. Important issues would be discussed through this conference in the field of water technology, management and conservation.

Ladies and Gentlemen:

Finally, I have the pleasure to thank you for attending and participating in this good occasion. I am sure that your views and proposals will have positive results which will enhance cooperation and exchange of ideas between the countries of the world. I wish you and the conference all success.

Best regards.

CLOSING CEREMONY

Conference Statement

At the invitation of the Government of the Sultanate of Oman represented by the Ministry of Water Resources, the Ministry, assisted by the International Water Resources Association, hosted the International Conference on Water Resources Management in Arid Countries at the Muscat Intercontinental Hotel between 12-16 March 1995.

About 240 scientists, technicians and specialists in areas related to water resources from 39 countries took part in the conference. Ninety three scientific and technical papers as well as nineteen poster papers were presented and discussed over fifteen sessions which lasted more than thirty hours.

The conference participants praised the comprehensive development which has been achieved in the Sultanate over the past twenty five years under the wise leadership of H.M. Sultan Qaboos bin Said. They also recognized the Government's attention to the water resources in the country and hailed the Ministry of Water Resources' efforts and achievements in assessing, conserving, and managing its water resources.

The conference provided a unique opportunity for the participants to present, discuss and exchange ideas, views and experiences on issues related to water resources in arid countries which share similar environment. In particular the conference addressed a number of topics of vital importance to many countries in the region where the imbalance between demand and availability of water is increasing as a result of growing population and rising standards of living. While the eternal values of water as a source of life and human well being shall never be forgotten, under conditions of scarcity, water must be seen as a valuable economic resource that should be carefully conserved and utilized in such a manner as to provide the maximum social and economic benefit to society.

The conference identified a number of issues and recommendations that would enhance water conservation and rational use in arid countries:

- Use of water for agriculture dominates consumption; opportunities for conservation exist through implementation of modern irrigation systems, optimal selection of crops, improved farm practices through enhanced extension services and improved operation and maintenance of traditional water supplies such as aflaj.

- Detailed inventories of all water sources should be made. Extractions should be registered and metered wherever possible as one of the means of evaluating and monitoring water use trends and to encourage their efficient utilization.

- More research and development work are required for use of non-conventional sources of water such as treated wastewater and desalinated water and the use of brackish water for agriculture. Supply augmentation should be affected wherever possible with appropriate techniques such as enhanced recharge and water harvesting.

- More detailed assessment work and extended monitoring facilities are needed to better understand recharge processes and groundwater flow systems and to provide data of sufficient accuracy for optimal development and resource management. Further investigations shall also be undertaken to evaluate the exploitation potential of non-renewable resources.

- A better understanding of the implications and consequences of climate change of water resources is required.

- Efforts must be taken to protect the quality of fresh water resources from all kinds of contamination.

- Comprehensive national policy should be developed comprising integrated strategies and plans for water resources development, conservation and management; these should embrace sector allocations, economic studies to determine the true cost of water production and delivery and economic returns and review policies concerning food self-sufficiency.

- More emphasis should be placed on demand management including the re-use of wastewater, water harvesting, aquifer management, inter-basin transfer, and the use of non-conventional resources.

- Implementation will require commitment and attention to securing adequate funding, capacity building, human resources development, and establishment of appropriate applied research centres.

- Public awareness to water related issues must be enhanced and participation of water users increased to ensure the proper use of water resources.

The conference participants recognized that the Sultanate of Oman is well advanced in many of these areas and hope that the Ministry of Water Resources will benefit from the guidance given by this conference to meet the formidable challenges of effective water management.

They also note with pleasure the intention of Omani Government to establish an International Research Centre for Desalination in Muscat.

A Cable To His Majesty Sultan Qaboos Bin Said
March 15, 1995

It is an honour for us, the participants in Oman International Conference on Water Resources Management in Arid Regions including experts, scientists and researchers in the field of water resources to forward to Your Majesty our sincere gratitude and respect for the warm reception and generous hospitality that we received from your government represented by the Ministry of Water Resources and all related official bodies. This indicates a rich heritage and culture and refined social behaviour.

This conference was a good opportunity to this large scientific gathering to witness the great and wonderful achievements of your country which Your Majesty realized in a short period of time. The achievements we observe now are too great for the twenty five years in which Your Majesty took leadership of your country. This reflects your distinct view and thoughtful planning and patience and persistence to achieve and give lavishly. And so your country had a respectful place among the international society. We know your country, its continuous accordance and glorious heritage represented in the cultural and historical achievements realized by Omani people through successive generations and deeply rooted epochs that witness valuable contribution of this nation to humanity in various fields and sciences to ensure interaction between the past and the present.

Your Majesty:

Scientific honesty entails appraising your government's early efforts in the field of water resources which is indespensible for a successful development. The variety and importance of infomation included in the conference could be seen in the conference activities and water exhibition organised by the Ministry. This is a clear evidence of the highly developed style in dealing with this precious source of wealth.

Your Majesty:

The leading role of your country in the field of irrigation engineering heritage could be seen in the aflaj system which reflects an organized engineering thought of the previous Omani generations. It also expresses the great concern about water resources organization and adaptation with the enviroment in order to provide food.

The efforts of your government in developing water resources have been supported by the establishment of dams and other water structures at various locations all over the country, implementation of modern water management methods, adoption of sound plans and programmes to minimize salinity intrusion and use of treated and brackish water. All these topics are among other issues discussed during the conference, in addition to viability of desalination and other important subjects.

We are pleased to praise the great efforts made by the Organising Committtees to set the stage for this scientific gathering which necessitated consolidation of technical, administrative and informational efforts for a real coverage of the conference activities in order to realise common objectives and interests of the countries of the world. This could be achieved through continuous cooperation and exchange of experiences and ideas for development of this vital resource and respect of the rights of future generations.

Your Majesty:

While we conclude today the works of our conference we send Your Majesty our sincere congratulations and best wishes on the occasion of the Silver Jubilee of the Blessed Renaissance, hoping all the best and prosperity for you and the Omani people under your wise leadership.

Speech Of His Excellency The Minister Of Water Resources
At The Closing Ceremony Of The
International Conference On Water Resources Management In Arid Regions
Wednesday, 15 March 1995

Ladies and Gentlemen,

We celebrated the opening of this conference and now we celebrate its closing day after three days of rich discussions, deliberations and exchange of ideas regarding water wealth and its appropriate management particularly in arid and semi-arid regions.

This conference represented a unique occasion and an important event not only for Oman but for the whole region. It was a great scientific gathering which included an outstanding group of scientists and experts specialized in the field of water resources. They met here in Oman to discuss optimum ways for water resource management and conservation, in addition to other subjects of vital importance which were presented and discussed throughout the conference and which would result in positive effects in this regard.

I would like to thank you all for the efforts you exerted during the conference and in particular those who endured a lot to come here for participation in this great scientific gathering in Oman.

I would like also to praise the efforts made by the international associations and organisations and scientists in order to prepare for this conference. Thanks are also extended to the members of the Supervisory Committee and the Sub-Committees for their active role in the conference. We hope to have more of such objective occasions for more cooperation between countries in this respect.

Finally, it is imperative to praise the efforts made by mass media workers and agents (press, radio and T.V.) who made a good coverage for the conference and conveyed a true picture about its activities and achievements.

Best regards.

SELECTED PAPERS

UNESCO /IHP Programmes and their links to Arab Region Water Problems

A. M. A. Salih, Regional Hydrologist, UNESCO / ROSTAS - CAIRO

Summary: Water availability in the Arab region has been reviewed and the most outstanding technological constraints have been identified. The International Hydrological Programmes (IHP) of UNESCO have been overviewed and recommended as a regional framework for solving these contstraints.

1. INTRODUCTION

Water scarcity in the Arab Region is becoming a development constraint seriously impeding the economic growth of many countries in the region. Most of these countries are located within arid zones which are known for their scanty annual rainfall, very high rates of evaporation/evapotranspiration and consequently extremely insufficient renewable water resources. The problem has been lately magnified by the vastly expanding population in this century together with the increasing per capita water demand to meet the great socio-economic developments of the last three decades.

The above situation is made even worst by the fact that most of the surface and ground water resources in the region are, respectively, drawn from shared rivers and aquifers. This fact together with the natural water scarcity have led to the current speculation of severe regional conflicts and high prospects of confrontations. The consequences of water scarcity and conflicts could lead to serious crisis and possible confrontations, if they are not looked at, and dealt with, from a mandatory and equitable sustainable approach. Many options are open for this positive approach where the key-words are; knowledge, communication and cooperation. For that approach to succeed, however, a great deal of understanding, wisdom and support are vitally required from the top decision makers in the region, who should realize that it is a choice between life and death. Shared resources should be viewed as a catalyst for further communication, cooperation and perhaps, ultimately, integration of resources aiming towards sustainable management that values human lives. Science and Technology could play a leading role in that direction, while the International Hydrological Programme of UNESCO, among others, could be utilized as a suitable international framework for the implementation of a regional project.

This paper tackles the above theme in line of the background developed in this introduction. It puts more data and flesh to the theme under the following subheadings;

- Water availability in the Arab Region
- Water scarcity and regional constraints
- The International Hydrological Programme (IHP)
- The Proposed UNESCO / IHP - V plan
- Current ROSTAS activities in Hydrology

2. WATER AVAILABILITY IN THE ARAB REGION

In spite of the voluminous reports and papers written in the above subject, it is unfortunate that a wide range of variations can be noticed in the numerical values indicating the water budget of the region, its sub-regions and the individual countries. Table 2 indicates the numerical values of traditional renewable and non-renewable water resources at the regional level, as reported by the most authoritative sources in the region, as an example of such variations. The maximum variations from the average value range from 44% in the non-renewable

case to 6% in the total renewable sources. The extents of these variations are certainly much higher in going down to the levels of the sub regions and individual countries. However, even if one, hypothetically, accepts the highest values of renewable regional resources indicated above, still the Arab region currently suffers from a great scarcity in its per capita annual water resources.

Salih (1994) has clearly demonstrated the uneven distribution in the availability of water resources between the various regions of the world, indicating that the worldwide lowest per capita availibility lies within the Arab Region which, unfortunately, has also the highest rate of per capita reduction in the world. This critical situation has led to the current speculations of ultimate water conflicts and confrontations in this region. These conclusions are reached, basically through subjective definitions of "scarcity limits", using worldwide yardsticks that are usually based on conventional renewable water resources.

Table 2: Range and Variaton in the Water Resources of the Arab Region.

Reference Number	Renewable Water Resources $10^9 m^3$/year			Non-Renewable Groundwater $10^9 m^3$
	Surface flow	Groundwater Recharge	Total	
Khouri (5)	295	41	336	14,215
ROSTAS et al (12)	282	35	317	13,498
ALECSO (3)	307	45	352	7,700
Saad (7)	307	40	347	19,573
Abu Zeid (1, 2)	352	--	---	---
Average	309	40	338	13,746
Highest variation from average	14 %	13 %	6 %	44 %

(Source; Salih (1994))

3. WATER SCARCITY AND REGIONAL CONSTRAINTS

Whatever quantitative definition is given to the lower limit of water scarcity, Salih and Ali (1992) suggested that water scarcity must be viewed as an opportunity rather than a constraint to sustainable development.. They argued that when human beings are faced with scarcity they somehow cope with it and come up with ingenious ways of overcoming it. They have quoted in that paper numerous admirable coping mechanisms that had been historically developed by the inhabitants of Arabia as well as few contemporary examples from the arid and semi-arid zones of the world.

Currently, three approaches are classically undertaken by professionals to survive the consequences of water scarcity, namely; to strictly but rationally manage the demand for that precious resource, to seek ways and means to preserve and augment the supply, or more preferably to combine the previous two options in an integrated management plan aiming ultimately to sustainable development. Successful capabilities that are unfortunately deficient in many of the region's countries. These deficiencies can be felt mostly in the following fields, which have been repeatedly delineated by many intergovernmental regional expert meetings.

- Integrated sustainable water resources management under arid and semi-arid conditions (with special emphasis on demand mangement, augmentation of supply, conservation, conflict resolution & management, legislation and regulatory frameworks,.....etc,)
- Protection of groundwater and surface water resources against quality deterioration and over abstraction;
- Managing the benefits from rainfall through: artificial recharge, harvesting techniques, evaporation studies and control;
- Capacity building and institutional developments;
- Database and information systems;
- Technology adaptation and transfer;
- Public awareness and participation;

- Research and development facilities. These area have also been identified, and actions for solving them have been recommended, by many international meetings and programmes including; the Mar Del Plata Action Plan (1977), the Delft Declaration (1991), the Dublin statement (1992) and in agenda 21 of the UNCED (1992) as well as in many other regional and national inputs. These topics have also kept, in a way or another, regular appearance in all of the IHD/IHP programmes of UNESCO since 1965 and are currently being considered in its forthcoming medium term IHP - Plans (1996 - 2001). Prior to that UNESCO had developed in the fifties a special successful programme related to arid zones.

Unfortunately, little or no progress at all has been achieved, in most Arab countries, in these directions which are vital for coping with scarcity in a sustainable manner. To have positive impact in these areas, genuine regional programmes and action plans are urgently needed through a well coordinated project where national, regional and international professionals and financial resources are well tapped and efficiently utilized. The themes suggested in the forthcoming UNESCO - IHP - V (1996 - 2001) could provide an excellent framework for dealing with almost all of these problems. An outline summary of that Programme is therefore given in the next section.

4. THE INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME (IHP)

4.1 Background

UNESCO is an interdisciplinary specialized United Nations organization that generally deals with Education, Science and Technology, Social and Human Sciences, Informatics and Culture. Its interest in contributing to Hydrology and Water Resources is implemented through the International Hydrologial Programme (IHP) which currently stands as one of the important activities in the Science Sector of UNESCO. The programme started in 1965 as "The International Hydrological Decade (IHD)" which has been followed by the IHP as a long-term programme executed in phases of six years duration.

The IHD was mainly research oriented while the IHP - I, which followed it, maintained a lot of that research orientation. However, in response to the concerns of member states, the next phases were purposely designed to include considerable practical aspects of Hydrology and Water Resources.

4.2 Goals and Objectives

The UNESCO international scientific cooperative programmes in water resources (IHP, and earlier IHD) were established because both the international scientific community and governments realized that water resources are often one of the primary limiting factors for harmonious socioeconomic developments in many regions and countries of the world, and therefore require an internationally coordinated programme for their rational management. Thus, the general objective of the IHD, and later the IHP, were set to improve the scientific and technological basis for the development of principal methods and techniques as well as providing the human resources base necessary for the rational development and management of water resources. The pursuit of this objective has been fundamental to the search for solutions to the basic problems related to (among others) lack of reliable water supplies and sanitation, shortage of food and fiber, inadequate supplies of electrical energy, pollution of surface and ground waters, erosion and sedimentation, floods, drought and navigation.

Since the inception of the IHD in 1965, and later the IHP in 1975, great progress has been achieved regarding methodologies for hydrological studies and in manpower training in the water sciences. Not withstanding the attained achievements, the general objectives unfortunately remain valid, but perhaps with some changes in emphasis. The main components of these changes include the role given to water resources management for sustainable development and the adaptation of hydrological sciences to cope with the anticipated climate change and the preservation of the environment.

4.3 IHP Stucture and Implementation

The IHP is planned, executed, coordinated and monitored at global, regional, sub-regional and national levels. This is accomplished through National IHP Committees, the Intergovernmental Council (IC) and its Bureau, Committees, Working Groups, Rapporteurs and Regional Hydrologists.

IHP programmes are generally executed in close cooperation and great harmony with related UNESCO programmes (MAB, IGCP, IOC, etc.) other United Nations specialized organizations (WMO, FAO, WHO, UNEP, IAEA, ESCWA, etc.) Regional Organizations (ACSAD,ALECSO, etc.) and non-governmental organizations (IAHS, IAH, IAHR, IWRA, etc.) It remains to be mentioned that the finances of the IHP projects are provided through both the regular UNESCO budget, country's resources, as well as extra-budgetary sources.

5. THE PROPOSED IHP - V: HYDROLOGY AND WATER RESOURCES DEVELOPMENT IN VULNERABLE ENVIRONMENT (1996 - 2001)

5.1 Point of Departure from previous IHPs

During the preparation for the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) a number of international meetings were held which were either directly or indirectly related to hydrological water resources. The International Conference on Water and Environment (ICWE), held in Dublin from 26-31 January 1992, provided the major input on freshwater problems to UNCED calling attention to the serious problems of optimizing the use of freshwater resources in the years ahead. Its statement, principles and recommendations have been accepted world-wide as the main agenda on water issues.

Freshwater issues also came up at the International Conference on an Agenda of Science for Environment and Development into the 21st Century (ASCEND) which was convened by ICSU in Vienna in November 1991 in order to make a contribution to the fomulation of the future directions of world science as well as to the preparation of UNCED. Water scarcity was pinpointed amongst the major problems that affect the environment and hinder sustainable development, and are to be of the highest scientific priority.

The reommendations of the above mentioned major international conferences, together with the Freshwater Chapter of the UNCED Agenda 21 formed the basis for preparing the concept paper for IHP - V. The Concept paper points out that if future water resources development and management schemes are to be sustainable, they will have to deal effectively with the following four major issues:

- Environment and social consequences
- Land-water linkages
- Allocation of water among competing uses and users
- Achieving effective implementation
- Framework and general outline of IHP - V

In general, IHP -V should stimulate a stronger interrelation between scientific research, application and education. The emphasis should be on environmentally sound integrated water resources planning and management supported by a scientifically proven methodology. In order to tackle the four major issues listed in Section 5.1 the following principal areas of concern are proposed for inclusion.

- The role of scales in hydrological processes;
- Vulnerability of the environment;
- Integrated water resources management;
- Education, training and transfer of technology.

5.3 Programme for IHP - V

The proposed programme constitutes a framework for applied research and education in the field of hydrology and water management. It should be regarded as a dynamic concept whose aim is to improve the links between

research, application and education and to promote scientific and educational activities within the framework outlined in Section 5.2.

It is suggested that there should be three main clusters containing problems related to:

Resources process and management studies
Regional studies
Transfer of knowledge, information and technology

The clusters are obviously not independent of one another. There must be overlaps and interactions. For example, the first cluster has elements which also belong to the second cluster. The third cluster is an umbrella that covers the former two in being understood that the *transfer of KIT* (Knowledge, Information and Technology) *is the very essence and primary objective of the Programme.*

Within the set of clusters eight themes, given below, have been identified as a support structure for the whole Programme. They cut across different hydrological scales and different climatic regions, but have integrated water management in a vulnerable environment as a common issue. The proposed themes are seen as cornerstones within which projects could be flexibly implemented. Due to the special importance of water problems in the humid tropics and the arid/semi-arid zones as well as in urban areas these regions should gain increased attention.

The eight proposed Themes are:

1.	Global hydrological and biochemical processes
2.	Ecohydrological processes in the surficial zone
3.	Groundwater resources at risk
4.	Strategies for water resources management in emergency and conflicting situations

5.	Integrated water resources management in arid and semiarid zones
6.	Humid tropics hydrology and water management
7.	Integrated urban water management

8.	Transfer of Knowledge, Information and Technology (KIT)

To avoid a purely hierarchical structure of the IHP-V programme any theme should emphasize both methodological aspects (referring to improved understanding of both biotic and abiotic processes), and applied aspects (considering vulnerability of the environment in any of the proposed regions) as well as a process for knowledge transfer. All must include interactions in the biotic and abiotic environments as well as in decision-making. This may call for a different organization of the Programme.

5.4 Planning and Executing IHP-V Projects

The eight main themes are sub-divided into projects. Each theme is described by some background information followed by the overall aims of a particular theme. Then the projects under the theme are presented at some length. Apart from the project of Theme 8 (KIT), all project descriptions are structured in the same manner.

- Objectives
- Activities
- Method of Implementation
- Co-operating Partners
- Products

The products should be considered as the outcome of the world-wide effort of member states, regional and international organizations.. UNESCO, while conducting a large number of activities itself, will coordinate all IHP-related activities through the Intergovernmental Council of IHP regardless of the method of implementation.

6. CURRENT ROSTAS ACTIVITIES IN HYDROLOGY

ROSTAS programme in Hydrology is closely coordinated with IHP themes and implementation strategies. The current activities for the biennial 1994-1995 were planned to be implemented through three classes of involvements;

- Regular programme activities
- Priority areas pursued through extra-budgetary sources
- Participation projects
- Participation in regional activities organized by other organizations.

6.1 Regular Programme Activities

Activities in this category are divided into two types; Theme (s) selected for high concentration of ROSTAS efforts and routine regular activities. The themes currently selected for high concentration include "Groundwater Protection" and "Rainfall Water Management", while the regular activities include support to regional training courses, national IHP committees, regional meetings of IHP committees, special thematic sessions in International Conferences,...etc. A brief note on ROSTAS commitments for the biennial 1994-1995 is annexed to this address.

Priority Areas pursued through extrabudgetary sources

ntified many priority themes of regional nature that cannot be financed from ROSTAS modest et. It usually prepares outlines or preliminary concept papers for some of these projects and seeks pport from funding agencies. Its current individual and joint efforts, in this direction, are on:

- Water resources assessment project including the updating and restructuring of the document "Water Resources Assessment in the Arab Region", jointly with ACSAD.

- A comprehensive project on "Groundwater Protection"

- A comprehensive project on "Rainwater Harvesting"

- Support to translation of important IHP publications into the Arabic language

- Training and capacity building activities

- Sustainable development and management of resources

6.3 Participation projects

These are projects, outside the regular work plan, financed by UNESCO as a result of direct requests from the countries of the Arab region. It is unfortunate that, up to now, very few countries of the region have made significant use of this facility in the areas of water and the environment.

6.4 Cooperation with other Organizations

ROSTAS is responding, whenever possible, positively to requests for cooperation and participation in regional activities organized by other regional and international water agencies.

7. , CONCLUDING REMARKS

- The per capita annual renewable water resources in the Arab region is by far much lower than the global average.

- This inherited scarcity can be managed through well defined options; important of which are knowledge and co-operation.

- The most outstanding knowledge defficiences, in the region, have been identified in the paper. Most of these deficiencies are well taken by UNESCO's International Hydrological Programmes (IHP), especially the forthcoming IHP-V cycle.

- Important features of IHP, IHPs-V and ROSTAS activities have been summarized in the paper and recommended as a framework for a regional project to alleviate the outlined knowledge defficiencies.

REFERENCES

1- ABU ZEID, M, 1993, "Evaluation of Surface Water Resources in the Arab States", Unpublished Report prepared for ACSAD, June 1993, in Arabic

2- ABU ZEID,M.,1993, "Evaluation of Non-Conventional Water Resources in the Arab States", Unpublished Report prepared for ACSAD, , June 1993, in Arabic.

3- "Detail Programme for the Preparation of Arab Water Security", 1992, ALECSO, Tunis, Tunisia.

4- "International Conference on Water and the Environmnet: Development Issues for the 21st Century", 1992, The Dublin Statement and Report of the Conference, 26-31 January 1992, Dublin, Ireland.

5- KHOURI, J., 1990, "Water Resources Assessment Activities in the Arab Region", A paper submitted to UNESCO/WMO meeting in July 1990, Geneva, Switzerland, ACSAD, Damascus, Syria.

6- Mar Del Plata Action Plan, 1977, United Nations Water Conference - Mar Del Plata, Argentina, 14-25 March 1977.

7- SAAD, K. F., 1993, "Evaluation of Groundwater Resources in the Arab States", Unpublished Report prepared for ACSAD, June 1993, in Arabic.

8- SALIH, A. M. A., 1994, "Water Scarcity in the Arab Region: Options for Survival", Proceedings of the 8th conference of the Islamic Academy of Science, 5-9 Dec. 1994, Khartoum, Sudan.

9- SALIH, A. M. A., and A. G. Ali, 1992, "Water Scarcity and Sustainable Development", Nature and Resources, Vol. 28, No. 1, 44 - 48.

10- "The Delft Declaration", 1991, Proceedings of the UNDP Symp. on "A Strategy for Water Sector Capacity Building", Delft, 3-5 June, 1991, The Netherlands.

11- "Water Resources Assessment in the Arab Region", 1988, Joint Publication ROSTAS-UNESCO/ACSAD/IHE. Partially updated and translated to English version, ROSTAS/UNESCO, 1993.

Strategies to meet the Growing Agricultural Water Demand in the Arab Region

Paper presented by
Arab Organization for Agricultural Development

Summary: Irrigated agriculture in the Arab Region represents about 20 percent of the total cultivated land, but contributes very significantly to food security in the region. Over 50 percent of the total value of agricultural production comes from the irrigated lands.

In addition, irrigation in this Region which is characterized by semi-arid and arid climate, is more reliable and allows for wider and more diversified choice of cropping patterns as well as the production of higher value crops.

It is estimated that about 140 million m^3 of water are utilized annually to irrigate a total area of about 11 million hectares in the overall Region. But in view of the growing water scarcity in the Region and the continuous stress on the available water resources, further development of the irrigated schemes becomes seriously jeopardized. This situation points to the need for appropriate strategies of water resources management particularly in the agricultural sector which accounts for up to 90% of the total water resources consumption.

Improvement of agricultural water supply and demand management includes modernization of irrigation networks, improved irrigation scheduling, modification of cropping patterns through the use of less consuming water crops, and extensive use of supplementary irrigation in rainfed farming to alleviate the needs for continuous expansion of permanently irrigated schemes.

1. INTRODUCTION

Despite the considerable efforts undertaken so far by most of the Arab States to mobilize their available water resources to ensure food self sufficiency, there appear very serious indicators of a forthcoming water crisis in most of the Arab States which may worsen in the future. Added to this complex water crisis context of the Arab region, is the fact that more than 50 % of the global water demand is supplied by surface water resources shared with neighboring countries, and there exist several extended groundwater aquifers shared with these neighbouring countries, subjected to severe negative impacts on the available groundwater resources.

Water shortages in the Arab region have traditionally been addressed by increasing the supply of water, based upon extensive field exploration and massive investments in water resources development. Over the years most of the water resources have been developed, so the rate of new investments is currently shrinking. But today, meeting growing agricultural water demand by developing new supplies is becoming extremely difficult. Therefore, an essential part of any water resources program in the Region must focus on the improvement of water demand management.

Water crisis threats, water issues in the Arab Region are nowadays the focus of increasing national and regional debates, and very recently the Social and the Economical Council of the League of Arab States has charged the specialized Arab Organizations, among them the Arab Organization for Agricultural Development (AOAD), to prepare a Regional Arab Water Security Master Plan which should define adequate approaches for water resources management and which involve the integration of sectoral water plans and programmes. These approaches will necessitate the improvement of water supply and water management in the agricultural sector which accounts for nearly 90% of the total resources consumption.

2. WATER AVAILABILITY AND AGRICULTURAL WATER UTILIZATION IN THE ARAB REGION

Annual renewable water resources in the Arab Region average about 244 BCM /year of which some 204 BCM / year are surface flows and 40 BCM / year are renewable groundwater. Major water resources in the Arab Region are shared between countries lying both within and beyond the region. The most significant river basins in the region are those of the Nile; Euphrates / Tigris and Jordan. Large regional aquifers underlines the Maghreb, the Middle East, and the Arabian Peninsula. The total amount withdrawals represent about 157 BCM of which some 140 BCM, (90%) are utilized for irrigation (Table 1). The total irrigated area in the Arab Region represents about 11 million hectares (Table 2) out of which :

- 3.23 million irrigated hectares represents in the Mashreq (including Iraq; Syria; Lebenon; Jordan)
- 1.37 million irrigated hectares in the Arabian Peninsula.
- 4.53 million irrigated hectares in the Nile Basin and African Horn including : Egypt; Sudan; Somalia and Djibouti.
- 1.98 million hectares in the Maghreb, including Morocco; Algeria; Tunisia; Mauritania and Lybia.

By the year 2000 it is expected that the total irrigation withdrawals may raise up to 240 million m^3/year. Withdrawals in number of Arab countries exceed actually renewable supplies, while others are at the limit. Moreover, some countries of the Maghreb are facing severe regional deficits even if in total they are actually in surplus; though water transfers in this region are technically feasible, they can be very expensive, and full mobilization of surplus supplies is always difficult. So only very few countries such as Lebanon and Iraq appear to have actually enough renewable water supplies.

3. ALTERNATIVE OPTIONS TO MEET AGRICULTURAL WATER DEMAND

While continuing to mobilize additional water resources through large scale water harvesting programmes and groundwater exploration, it is imperative to reconsider the current management of agricultural water demand in order to secure efficient use of the resources made available to this sector.

Adequate water demand management in the agricultural sector necessitates the establishment of a structure of incentives, regulations and restrictions that will help guide, influence and coordinate how farmers use efficiently water in irrigation while encouraging innovations in water saving technologies.

The main options offered to address agricultural water demand management include :

- improvement of irrigation efficiencies
- adoption of the best water allocation schemes
- improvement of irrigation economical return
- capacity building improvement : This element should also be considered to increase the capacity of institutions, and of technical staff and trained professionals in charge of the irrigated schemes management.

The introduction of irrigation charges is a very important prerequisite to good management of irrigation demand because it is noticed that despite the observed water shortages, misuse of water in agriculture is widespread in current irrigation management practices. This is due mainly to the failure in the past to recognize water's economic value and the real cost of water services provision. It is therefore now widely believed that managing water as an economic good is an important tool of achieving efficient and equitable water use as well as encouraging the conservation and protection of scarce water resources. Yet still that for many Arab States, it is difficult to reconcile the concept of water as an economic good with the traditional idea of water as a basic necessity and human right.

3.1 Improvement of irrigation efficiencies

Opportunities for improving management of irrigation water demand may be pursued through better system on-farm water management and should focus on reducing irrigation water distribution losses : changing cropping patterns; improving irrigation scheduling; and adopting irrigation efficient technologies.

The major causes of the current low irrigation efficiencies are due to several factors such as seepage; leakage, percolation and evaporation. Very often these factors are linked with the deterioration of the irrigation network systems as a result of lack of adequate maintenance; in such cases rehabilitation might be the most feasible alternative, technically and economically. Implementation of irrigation projects should give sufficient attention to adequate operation and maintenance of the facilities.

Water losses in irrigation in most of the Arab Region are very substantial and irrigation efficiency can be improved from its current low level of 30 - 45 % by implementing well operated lined or piped conveyance canal systems and the application of modern on farm irrigation technologies which include :

- Sprinkler irrigation

- Drip irrigation : This irrigation places water in the root zone of the crop, thereby minimizing the loss of water by evaporation. Recent innovations to reduce the level of maintenance required have been introduced, including a modified drop design using "bubbler" technology.

- Microject irrigation : This system delivers water to crops with less evaporation, the system can also be used to apply fertilizer.

- Surge flow irrigation : consists of valved gated pipe which alternates the flow in furrows, sealing occurs at the top end of the furrows, thus increasing the uniformity of water distribution and reducing the water loss to deep percolation. These technologies are both capital and management intensive and so are more appropriate for on-farm water application.

3.1.1 *Utilization of efficient technologies in irrigation in the Arab Region*

The application of modern on-farm irrigation methods, such as sprinkler and drip irrigation in some Arab countries has reduced water losses considerably as it has been observed in Morocco and Jordan where efficiencies levels of some 70% are attributed mainly to these two techniques.

The application of drip irrigation in other parts of the Arab Region has proved very convenient resulting in reduced water consumption and increasing agricultural productivity; for instance its application in the Jordan valley to irrigate 60 % the area, has increased average yields of vegetables, and those of fruits more than double. In Syria, drip irrigation techniques are applied on areas not exceeding 1% of the total irrigated area, but they have a potential for reducing water consumption by 45 % while sprinkler techniques could reduce it by 20 %.

In Egypt, sprinkler irrigation does not exceed 27 % o f the total irrigated area; in Morocco it covers some 16 %; and 11 % in Tunisia.

In addition to their potential for increasing water use efficiency, drip and sprinkler irrigation technologies have also provided opportunities to cultivate low quality lands, cultivate sandy and rocky soils, and enabled some countries having limited water resources to change cropping patterns by shifting from high water consuming and low-value crops to low-water consuming and high-value products.

3.1.2 Major constraints to the introduction of modern irrigation techniques in the Arab Region.

Introduction of modern irrigation techniques in the Arab Region is still very limited, in spite of all their proved efficiencies in terms of irrigation water savings and improvement of crops yields.

The major constraints to the expansion of such technologies in the region are mainly due to their high cost of operation and maintenance; the cost of energy has been the major constraint for number of non-producing oil countries such as Morocco, Tunisia, Sudan, Jordan and Lebanon.

Another major constraint is due to lack of appropriate supply and maintenance services of modern irrigation equipment. So far few Arab States have reached a reasonable level of self-sufficiency in modern irrigation equipment. Locally made irrigation components are sometimes of poor quality, due to lack of expertise, low quality raw material and lack of coordination between research institutions and industries. Most irrigation equipment manufacturers in some Arab states are too weak to provide adequate supplies and services for the development of reliable modern irrigation systems.

To cope with these constraints, the AOAD provides its support to the Arab states to establish adequate framework for the development of modern irrigation equipment industry by focusing on the following issues :

- Identification of the Arab States' needs and market demand
- Investigation of clearly defined problems facing the local industry in the Arab States.
- Cooperation between Arab manufacturers and research institutions, targeting industrial integration between Arab States.
- Securing adequate effective technical training and development of the available training facilities.

3.1.3 Improvement of irrigation scheduling

In many parts of the world application of appropriate irrigation scheduling in response to soil moisture measurements, in association with the adoption of modern irrigation systems has resulted in reducing significantly the irrigation rates, while at the same time, crop productivity has increased. If applied properly, irrigation scheduling may allow for optimization of crop water requirements with a minimum of water losses while avoiding soil salinization and water-logging.

Irrigation scheduling has been improved remarkably during the last two decades by the introduction of remote sensing and telemetry techniques. The system is based on continuous sensing of the soil moisture, using transducer - tensiometers located at various locations and depths throughout the irrigated field area, thus allowing irrigation managers to obtain quick periodic soil water data for analysis and verification of soil water content thresholds to decide when to start and stop irrigation according to water requirements of the irrigated corps.

Such systems have the potential for significant irrigation water-savings at relatively reasonable costs. Their introduction in the Arab Region are still inexistent or very limited except few cases in the Gulf States where the system is used for wheat production, using center pivots irrigation system.

The system seems flexible enough and can be tailored to meet the needs of large irrigated schemes in the Arab Region.

3.2 Improvement of irrigation water demand management through economic incentives

Economical incentives based upon cost recovery of irrigation water supply may play a major role in improving irrigation water demand by creating incentives for farmers to save irrigation water.

In the Arab Region irrigation water supply is provided either free or for less than the full cost of providing irrigation services. Most irrigation projects are being subsidized in order to support agricultural production. But due to recent budgetary constraints, increasing water scarcity and increasing water demand, some Arab countries are moving toward reducing such subsidies in order to generate enough revenues for operation and maintenance of the irrigated schemes, reduce the burden of the government budget, and at the same time create direct or indirect incentives for farmers to invest in irrigation-saving technologies and to shift cropping patterns out of high-water consuming crops.

Some Arab countries, particularly Morocco, Tunisia and Jordan are moving toward recovering the maximum possible of the costs of providing irrigation - water supply. For instance in Morocco, irrigation water charges

in the large irrigated scheme actually cover the full costs of operation and maintenance, and up to 40 % of the capital costs of irrigation; under these increasing irrigation charges some Regional Agricultural Development Authorities, (ORMVAs), in charge of the management of the regional large irrigated schemes in Morocco, have achieved their financial autonomy. Jordan applies a fixed charge rate for irrigation water.

In Syria, irrigation water charges are based on the irrigated area and not the amount of water consumed in irrigation. These charges do not include the capital costs of irrigation but cover only a small portion of the actual costs of irrigation water supply.

In Egypt, irrigation is not charged, but parts of the irrigation water supply costs are recovered through land taxes, though serious initiatives have been undertaken recently for the application of appropriate irrigation water pricing, taking into account the concerns of farmers on this issue.

In Sudan, joint charges are applied on water and land and are collected from farmers by deducting them from their product sales. These charges cover apparently only part of irrigation operation and maintenance costs.

The selection of pricing mechanisms suitable for different individual Arab States is influenced by a number of factors such as sectoral use, level of subsidies, irrigation - water conservation, ability to pay and rural social welfare. The dual objective of generating income and encouraging irrigation water efficiency through a cost recovery policy would inevitably require designing innovative approach with strong participation of farmers.

Another effective instrument for encouraging changes in irrigation water demand patterns includes fiscal incentives such as rebates and tax reductions for acquiring irrigation water saving technologies.

These fiscal incentives should be associated with realistic water pricing.

3.3 Reallocation of irrigation water supply to low-water consuming and high value crops

In most of the Arab States, irrigation water allocations are heavily influenced by national policies seeking to achieve food self sufficiency.

The current cropping patterns contribute to the consumption of large amounts of water; for instance cereals, especially rice, and sugar-cane dominate agricultural production in Egypt and are allocated 25% to 30 % of the irrigation water. Free water supplied to farmers in Egypt make the crops profitable to them. Wheat, alone, accounts for 35 % of the total agricultural production in Morocco and wheat is also a major crop in Sudan, where cropping patterns lead to the use of more expensive irrigation water, measured in terms of the economic cost of water allocated to crop production. In fact it is estimated that the cost of cotton to earn one unit of foreign exchange is 0.37 compared with 0.55 for wheat.

A strategy for changing cropping patterns will be important for future water allocation. Also it should be pointed out that some Arab States such as Morocco, Tunisia and Egypt have embarked on economic reforms and structural adjustment, including private sector development, privatization, and trade and price liberalization. These countries are moving toward lifting controls on agricultural crop patterns in the large irrigated schemes which should result in shifting towards more profitable crops. Morocco has recently freed part of non-industrial crops from previously mandatory cropping patterns.

When farmers are provided with options, they will be encouraged to adjust towards more profitable crops, in which they have a comparative advantage.

However, mandated cropping patterns constrain farmers' ability to respond to market signals and thus have perverse effects on agricultural value added.

3.4 Regulation and restrictions on irrigation water demand

Regulation and restrictions can also be used as an instrument to manage irrigation water demand. For instance rationing and rotational deliveries can achieve good control of irrigation demand and should be used during droughts and where irrigation demand exceeds the physical capacity of the irrigation system. The application of

such restrictions in Morocco during the drought period of 1980-85 has resulted in considerable irrigation water-savings.

3.5 Strengthening capacity building in the irrigation sector

As mentioned previously in this paper, improvement of irrigation management in the Arab region requires the implementation of a set of technical actions such as the introduction of modern irrigation technologies; irrigation scheduling techniques; introduction of economical and fiscal incentives. These options are indeed necessary but cannot achieve the expected goals without strengthening the capacity building of the irrigation sector to improve the efficiency of Arab national institution in charge of irrigation, an upgrade the scientific and technical knowledge of the technical staff on charge of the irrigation sector.

3.5.1 Strengthening the role of Water Users Associations in the management of irrigated schemes

The overall management of large irrigated scheme in all Arab countries is still under the responsibility of public irrigation institutions which take control of irrigation water deliveries and distribution as well as the operation and maintenance of irrigation networks. These public institutions are also responsible in several Arab countries for defining the cropping patterns and collecting irrigation charges as it is the case in Morocco. Of course this institutional organization has a lot of rigidities in running properly the daily management of irrigation.

Participation of farmers in managing these irrigated schemes has proven very beneficial in improving irrigation efficiencies in many parts if the world.

Some Arab countries are actually moving toward transferring operation and maintenance services to farmers in order to help improve the management of the irrigated schemes.

In many large irrigated schemes in the Arab region, Water Users Associations (WUAs) are being promoted, particularly in Morocco and Tunisia. Their responsibilities have so far been limited to the O & M of irrigation networks but there are actually some attempts to widen their role in the management of the overall system. The current trends envisage transfer of each individual irrigated scheme to local WUA, including the responsibilities for provision of agricultural inputs, marketing of products, as well as authority to borrow funds and finance various operations within the irrigated scheme.

3.5.2 Strengthening training activities

Technical training in irrigation in Arab countries is provided by numerous institutions, but it is acknowledged that training needs in this field at all levels are immense. In order to help overcome these constraints the AOAD collaborates closely with the national irrigation training institutions in designing and implementing their training programs in this field.

Within this framework the AOAD, has been providing support for designing and organizing regional and national training courses and seminars for senior government officials and managers of Arab irrigation institutions.

In addition, the AOAD undertakes other actions aimed at :

- facilitating the creation of networks among institutions in charge of irrigation in Arab region.
- designing and producing training materials (e.g. audio-visual and printed materials)
- providing assistance to national Arab institutions in developing their training programs
- conducting surveys and investigations in the Arab region for the assessment of existing training programs and identification of future training policies to improve water management training capabilities of national irrigation institutions.

4. CONCLUSION

Water shortages in the Arab Region have traditionally been addressed by increasing the supply of water, based upon extensive field exploration and massive investment in water resources development. Over the years most of the available water resources have been mobilized, so the rate of new investments is currently shrinking. Therefore, an essential part of any resources programme for the region must focus on the improvement of water demand management, particularly in the agricultural sector.

Improvement of agricultural water demand management includes modernization of irrigation networks, improved irrigation scheduling, modification in cropping patterns through the use of less consuming water crops and application of extensive supplementary irrigation in rainfed farming to alleviate the needs for continuous expansion of permanently irrigated schemes.

Improved irrigation scheduling both at the system and the farm levels needs to be given high priority to ensure that within the constraint of system design and management capabilities, optimum crop water requirements are met with a minimum of water losses while avoiding soil salinisation and water logging. Such programs have the potential for significant water savings at relatively reasonable costs.

In many parts of the world application of irrigation scheduling in response to soil moisture measurements in association with the adoption of modern irrigation systems has resulted in reducing irrigation rates while at the same time productivity has increased. Though this system is not very expensive its introduction in the Arab Region is still very limited.

Modern irrigation techniques range from improved surface - irrigation methods to sprinklers and drip or trickle irrigation. These techniques need to be carefully selected and adapted to the local physical agronomic and socio-economic environment, as well as to the technical and managerial skills of local farmers. Upgrading existing irrigation schemes should in most cases be preceded by pilot schemes to experiment alternative design concepts. Costly improved technologies can only be justified if their agronomic and economic potential is fully exploited.

This survey has also revealed that in most of the Arab Region there is still a lack of economic and fiscal incentives for irrigation improvement. These factors should be given high priorities to improve management of irrigation water demand by encouraging farmers to invest in water-saving technologies and to shift cropping patterns out of high water-consuming crops.

Such measures need to be supported by appropriate irrigation practices and more appropriate crops. Moreover, nation-wide irrigation extension projects should be promoted in parallel to promote introduction of irrigation-savings techniques and upgrade operation and maintenance of the existing irrigation systems.

REFERENCES

ARAB ORGANIZATION FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT - Agricultural statistics yearbook, Vol. 14, 1994.

ARAB ORGANIZATION FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT - Use of modern irrigation technologies in the Arab Region - Symposium - Morocco 1991.

FAO - The State of Food and Agriculture 1993.

WORLD BANK - Developing and improving Irrigation and Drainage Systems. Technical paper 178 - 1992.

WORLD BANK - A strategy for managing water in the Middle East and North Africa, 1994.

WORLD BANK - World Development Report, 1994.

WORLD BANK - Comprehensive Water Resources Management - A concept paper, Peter Rogers 1992.

WORLD BANK - Country Experiences with Water Resources Management - Yahia Bakour, 1992.

WORLD BANK - Seminar on Natural Resources and Environment Management in the Dry Areas - February 1992, Aleppo, Syria.

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT - Bureau for the Near East - Water Resources Action plan for the Near East, 1993.

Table 1. Water Availability and Utilization in the Arab Region

Region	*Global available resources MCM/y*	*Total Withdrawals MCM/y*	*% Withdrawals/ available resources*	*Withdrawal for Irrigation MCM/y*	*% Irrigation*
Arab Mashreq	77.08	54.20	70%	49.08	89%
Iraq	62.00	42.80	69	39.38	95
Syria	10.38	9.80	94	8.50	86
Lebanon	3.80	0.80	16	0.60	85
Jordan	0.90	0.80	87	0.52	65
Palestine					
Arabian Peninsula	8.10	7.69	95%	6.95	90%
Yemen	2.50	3.40	136	3.10	93
EAU	0.30	0.40	140	0.32	80
Saudi Arabia	2.20	2.30	106	2.30	--
Kuwait	0.73	0.80	109	0.58	72
Qatar	0.19	0.19	100	0.13	68
Oman	2.00	0.40	22	0.38	94
Bahrain	0.18	0.20	111	0.14	70
Nile basin and African Horn	99.33	75.80	76%	67.67	89%
Egypt	58.30	56.40	97	49.63	88
Sudan	29.60	18.60	62	18.04	97
Somalia	11.43	0.80	7	n.a.	--
Djibouti	n.a.	n.a.	--	n.a.	--
Maghreb	60.14	19.8	33%	16.81	85%
Morocco	29.70	11.0	37	10.01	91
Algeria	18.40	3.0	16	2.22	74
Tunisia	4.34	2.3	53	1.84	80
Libya	0.70	2.8	404	2.10	75
Mauritania	7.00	0.7	10	0.65	92
Total	244.65	157.49	64%	140.00	89%

Source : World Bank Estimates : World Development Report 1994 - World Resources Institute 1991, 1992 and 1992-93.

(1) Does not include Euphrates Tigris flows

Table 2. Rainfed and irrigated agriculture in the Arab Region

Region	*Cultivated lands (Area 1000 ha)*	*Rainfed Agriculture (1000 ha)*	*Irrigated area (1000 ha)*
Arab Mashreq	14985.0	6119.0	3226.0
Iraq	7865.1	1586.0	2186.0
Syria	6432.0	4215.0	906.0
Lebanon	3.6.0	130.0	86.0
Jordan	382.0	188.0	48.0
Palestine	n.a.	n.a.	n.a.
Arabian Peninsula	5409.3	3060.0	1370.0
Yemen	1481.0	369.0	360.0
EAU	64.0	n.a.	22.0
Saudi Arabia	3746.0	2691.0	960.0
Kuwait	5.0	n.a.	5.0
Qatar	15.3	n.a.	6.0
Oman	91.0	n.a.	13.0
Bahrain			
Nile basin and African Horn	17023.0	11978.0	4532.0
Egypt	3010.0	118.0	2492.0
Sudan	12975.0	10980.0	1920.0
Somalia	1038.0	880.0	120.0
Djibouti	0.3	n.a.	n.a.
Maghreb	25678.0	13724.0	1981.2
Morocco	9848.0	6672.0	1280.0
Algeria	8116.0	4188.0	282.0
Tunisia	5008.0	1815.0	146.0
Libya	536.0	210.0	23.2
Mauritania	2170.0	839.0	250.0
Total	63095.3	34881.0	11109.0

Source : Arab Organization for Agricultural Development
Agricultural Statistics Year book - vol. 14, 1994
(n.a.) not available

A COMPREHENSIVE AND COMPUTERIZED WATER MANAGEMENT PLAN FOR IRRIGATION SCHEMES IN SAUDI ARABIA AND ARID REGIONS

Walid A. Abderrahman
Head, Water Resources Development Section,
The Research Institute,
King Fahd University of Petroleum and Minerals,
Box # 493, Dhahran, 31261, SAUDI ARABIA

ABSTRACT

In arid regions, where water resources are limited, effective management of irrigation water is essential for improving the water use efficiency and conserving the water resources. Water management is a major technical challenge in large irrigation schemes which operate multibranch open-channels containing complex hydraulic features such as gates, bottom falls and junctions, to deliver unsteady flow of water to a great number of farms cultivated with mixed crops; and in irrigation schemes operating tens or hundreds of center pivot sprinkler systems.

A comprehensive and Computerized Water Management Plan (CWMP) was developed to operate such complex systems. The developed version of CWMP for multibranch open-channel systems consists of Multichannel Network Model (MCNM) and an Irrigation Management and Distribution Information System (IMDIS). The MCNM simulates the unsteady flow phenomenon in terms of depths and discharges at various reaches with junctions, gates and bottom falls. This model is used to optimize the gate openings with time according to daily water distribution plan. The IMDIS is composed of Water Demand Model (WDM) and four water distribution programes (WDP). The WDM estimates the reference evapotranspiration using real-time weather data, crop water requirements, irrigation requirements, irrigation schedule (timings and doses) for crops, and water demands for farms and canals. The WDM has unique features in the inclusion of shallow water table as a source, the dealing with altered allocation of water to deep-rooted crops when surface supply is limited and the consideration of economic and yield-evapotranspiration relationships. The distribution programs defines the daily water operation policy in terms of canal groups, farms and crops and the related water volumes and flow rates taking into consideration the dynamic farming conditions, the availability of manpower, canal capacity, and the unexpected physical failure in the canal system. The developed version of CIMP for operating center pivot sprinkler systems is called the Copmuterized Irrigation Water Management System (CIWMS). It defines the irrigation water requirements and water operation schedule in terms of doses, and operation intervals for each center pivot during the whole growth stages of crops under the local weather, soil, water and plant conditions.

The CWMP has been implemented successfully in large irrigation schemes in Saudi Arabia during the last five years. The application of the plan in a complex irrigation project containing thousands of farms has resulted in substantial improvements of water control and water use efficiency; and reduction in water consumption. The use of the plan in a large project operating center pivot sprinkler systems has resulted in saving about 25-35% of the consumed irrigation water and operating costs, and in improving the agricultural production. The CWMP can be implemented on similar projects in arid and severely arid regions.

LIBRARY
INTERNATIONAL
FOR
SANITATION

1. INTRODUCTION

Most of Saudi Arabia is located in severely arid regions where the average annual rainfall is less than 150 mm. The irrigated areas have increased from about 0.5 million hectares in 1975 to about 1.44 million hectares in 1991 (MFNE, 1992). Groundwater resources satisfy approximately 94% of the irrigation water demands (Dabbagh and Abderrahman, 1994). The improvement of water management for irrigation is essential for improving the water utilization efficiency, conserving the water resources and increasing the agricultural production. This issue was one of the major recommendations in most of national and regional water conferences (SGWC, 1994; FGWC. 1992 and SEWQHHA, 1986).

Large and complex irrigation schemes using multibranch open-channel systems have been put under operation such as Al-Hassa Irrigation and Drainage Project, Al-Aflaj Irrigation Project, Al-Kharj Irrigation Project and Jizan Irrgation Project. Other large schemes use tens or hundreds of center pivot sprinkler systems to irrigate thousands of hectares.

1.1 Description Of A Multibranch Open-Channel System

Al-Hassa Irrigation and Drainage Project is a good example of the multibranch open-channel system, and has been under operation since 1972. The water from 32 major springs flows through 19 main canals (165 km) which bifurcate into 175 submains (272 km), and 1253 laterals (1482 km) spaced 150 m apart (Figure 1). The canal system consists of open concrete canals of trapezoidal, rectangular, and parabolic types with different sizes. There are two types of irrigation canal configuration: a) main canal receives its water from group of springs and bifurcates into several main canals which are further divided into group of submain canals, which in turn break up into several lateral canals (Figure 2); b) main canal receives its water from a single or more springs and is divided into several submain canals, which in turn break up into separate lateral canals (Figure3). The canal system contains hydraulic features such as bottom falls, gates of submerged and free flow; and junctions.with distributaries (Figure 4). There are about 1800 control gates and valves to control unsteady flow of water in the system. The project delivers the irrigation water to 20924 farms in the project area. The number of farms varies among the main irrigation canal systems. The major cultivated crops are trees (mainly date palm), alfalfa, grain, rice and vegetables. The water operation policy and the irrigation dose and timing for each farm is defined by the project authority. The farmers obtains his share from the lateral canal using siphoning method. The spring water is limited and can supply part of the project every day. Water supply shortage is possible to occurs in some canals during the peak demands in summer season. Due to the unsteady flow of water in a such complex system to deliver the water for large number of farms under possible water shortages and shallow water table conditions, several difficulties were experienced in the water management of the project related to the following :

- optimization of the operation policy of gates in terms of openings to control the unsteady flow in the irrigation system in order to divert the required irrigation water in submain and lateral canals according to the water distribution schedule.

- estimation of the reference evapotranspiration using real-time weather data, the actual water requirements, irrigation intervals and doses for each type of crop during all growth stages of crops; considering soil, water and plant conditions, and the contributions of shallow water table and rainfall in large number of farms in the project on daily basis.

- distribution of the possible water shortage among crops and farms without serious damage to the crops.

- defining the daily water distribution policy which determines the main, submain and lateral canal groups to be operated, and the related crops and farms to be irrigated taking into consideration the water demands and the available water supply, the capacity of canals, and capabilities of irrigation operators and on-farm irrigation labours.

- defining the daily water allocation policy in terms of water volumes, flow rates and water delivery time for each selected crop, farm; lateral, submain and main canals.

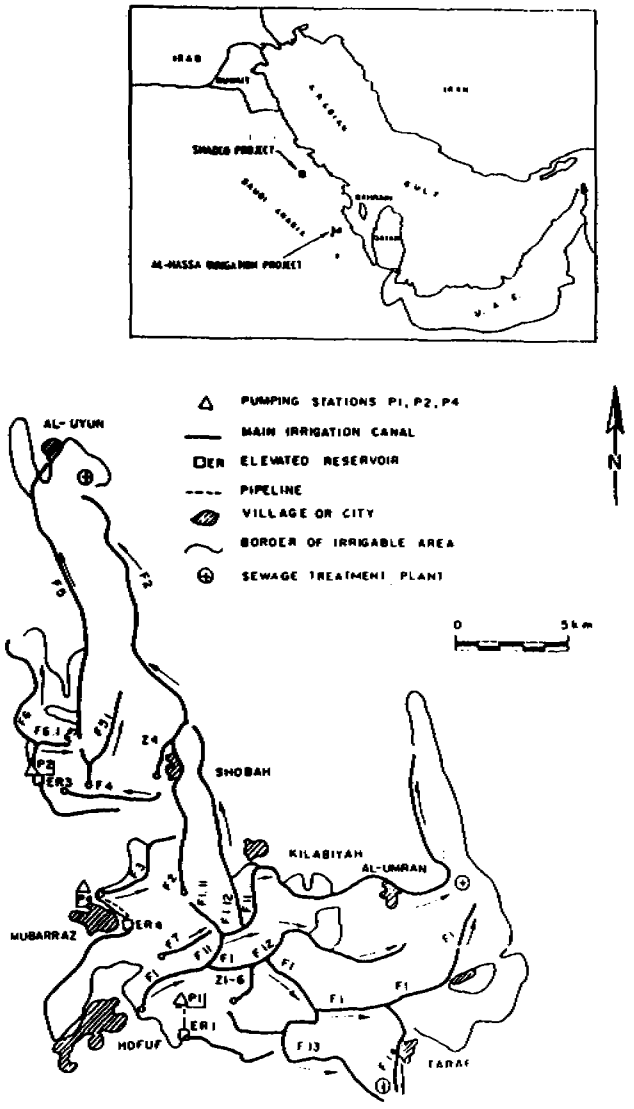


Figure 1 General map of Al-Hassa irrigation Project and the Main Irrigation System

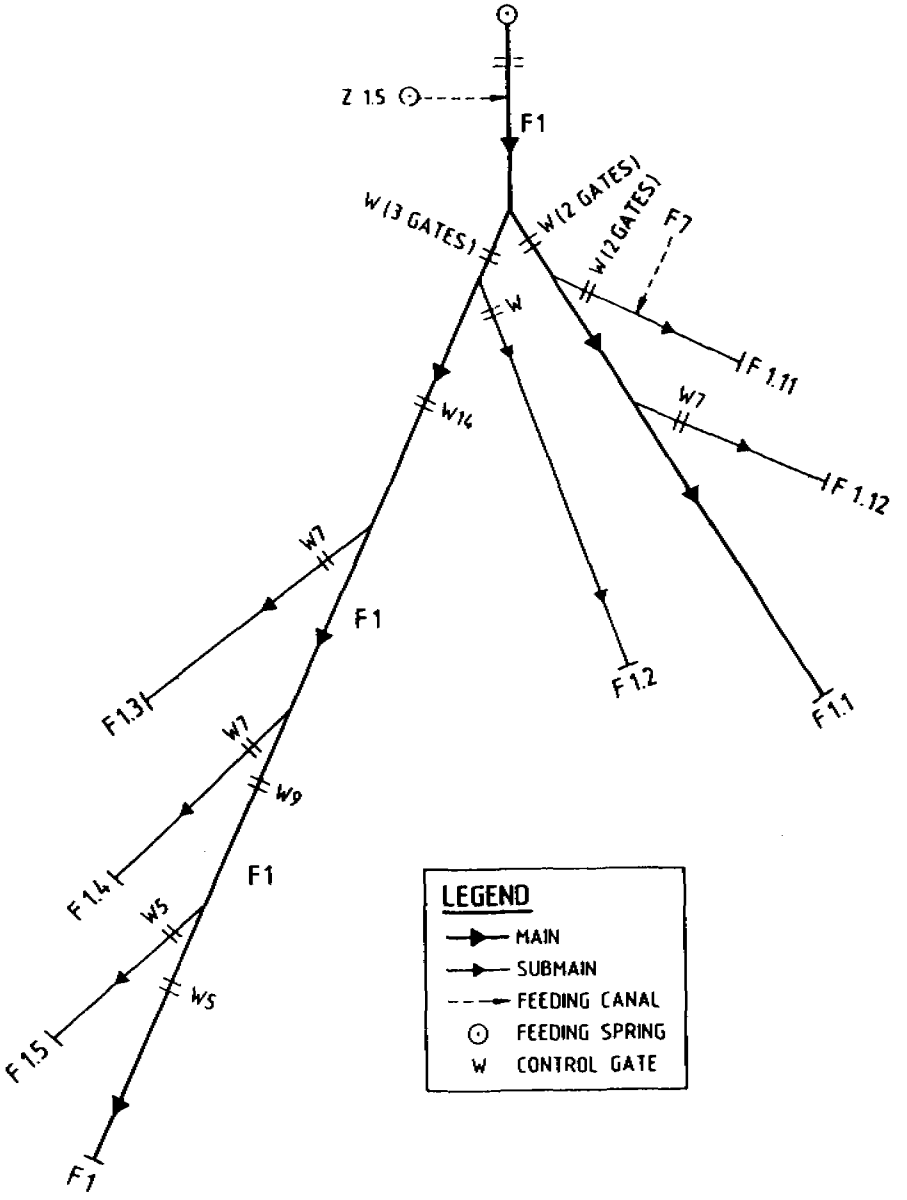


Figure 2 Schematic diagram of multi- main irrigation canal systems

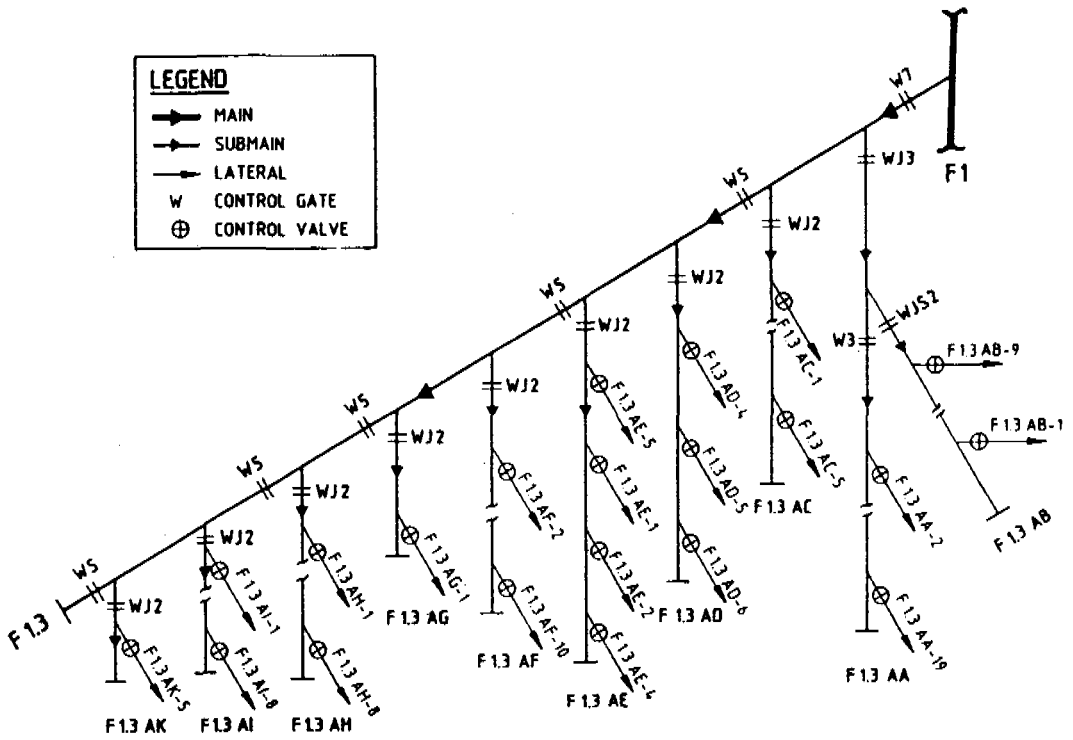


Figure 3 Schematic diagram of multi- main, submain and laterals canals of irrigation system No. F1.3.

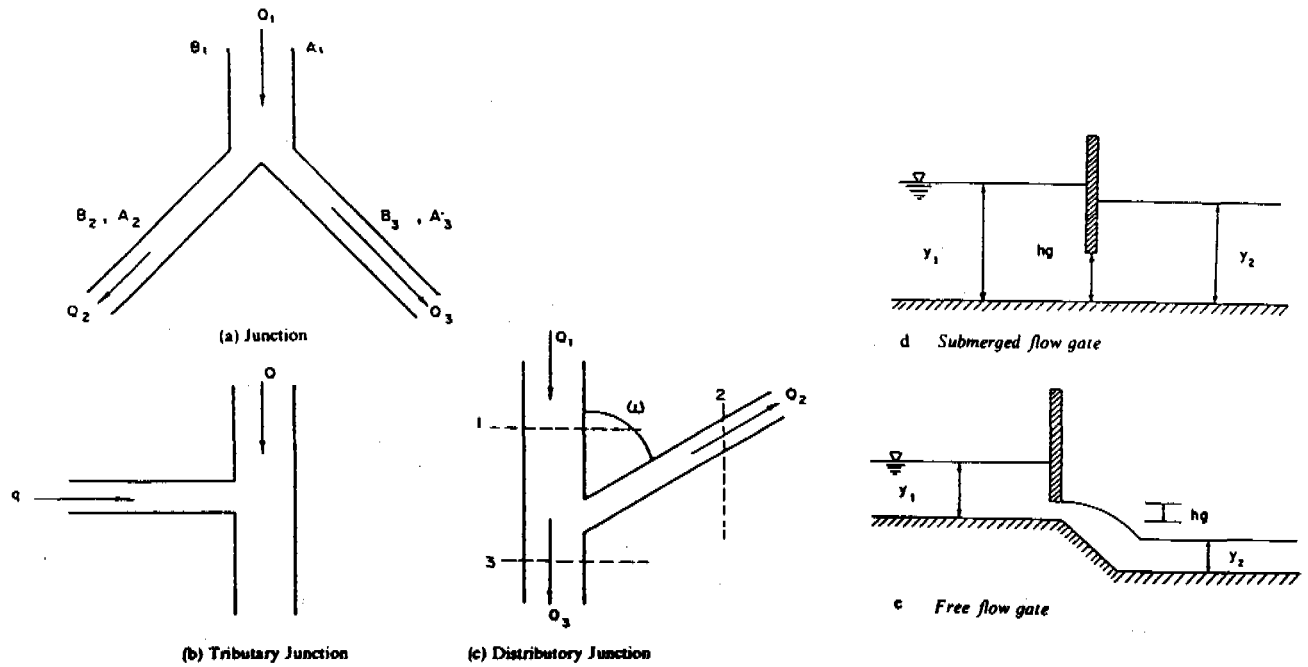


Figure 4 Some of the hydraulic features of the multi branch open channel systems.

1.2 Projects Operating Center Pivot Sprinkler Systems

Center pivot sprinkler irrigation system is the most popular irrigation method in the Kingdom especially in the newly developed areas. Large irrigation schemes operate tens or hunderds of center pivots to irrigate thousands of hectares in each project (Figure 5). Each well supplies one or two center pivots with the irrigation water. In such projects, difficulties in defining a precise and effective scheduling of water operation of center pivots under the local prevailing conditions have been experienced.

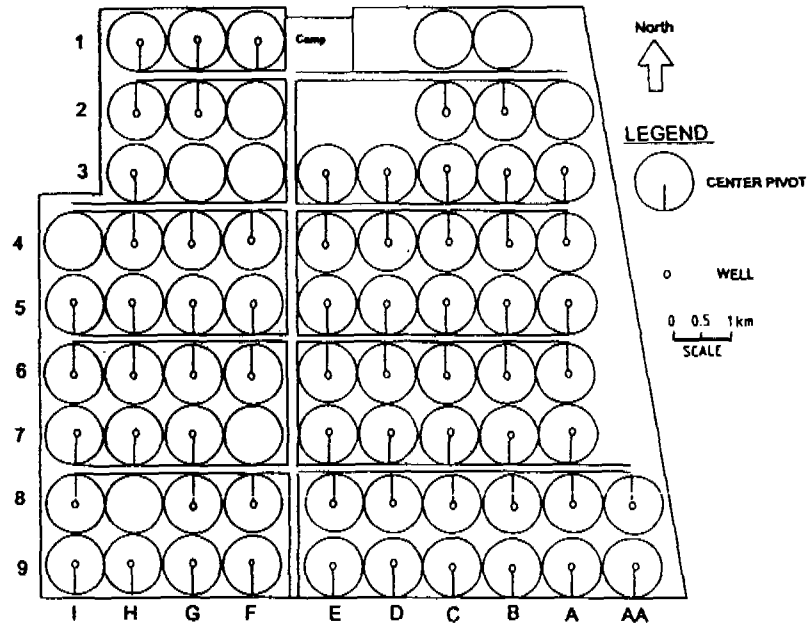


Figure 5 An irrigation project operating large number of Center Pivot Sprinkler Irrigation Systems.

A computerized, scientific, pratical, flexible, socially fair and practically valid water management plan is required for effective operation of complex projects. This plan should be able to respond effectively, and in short time to the dynamic water conditions. It should also be able to provide the Irrigation Decision Makers, in advance, with a detailed plan for the water allocation and distribution patterns for the coming seasons and years as an effective tool for future planning. To our knowledge, there was no available water management scheme with comprehensive technical coverage to satisfy the above challenges.

2. Development of the Computerized Water Management Plan (CWMP) - Version for Multibranch Open-Channel

A comprehensive and Computerized Water Management Plan (CWMP) was developed. The developed version of the CWMP for water management in multibranch open-channel Systems consists of a Multichannel Network Model(MCNM), and an Irrigation Management and Distribution information system (IMDIS) (Figure 6).

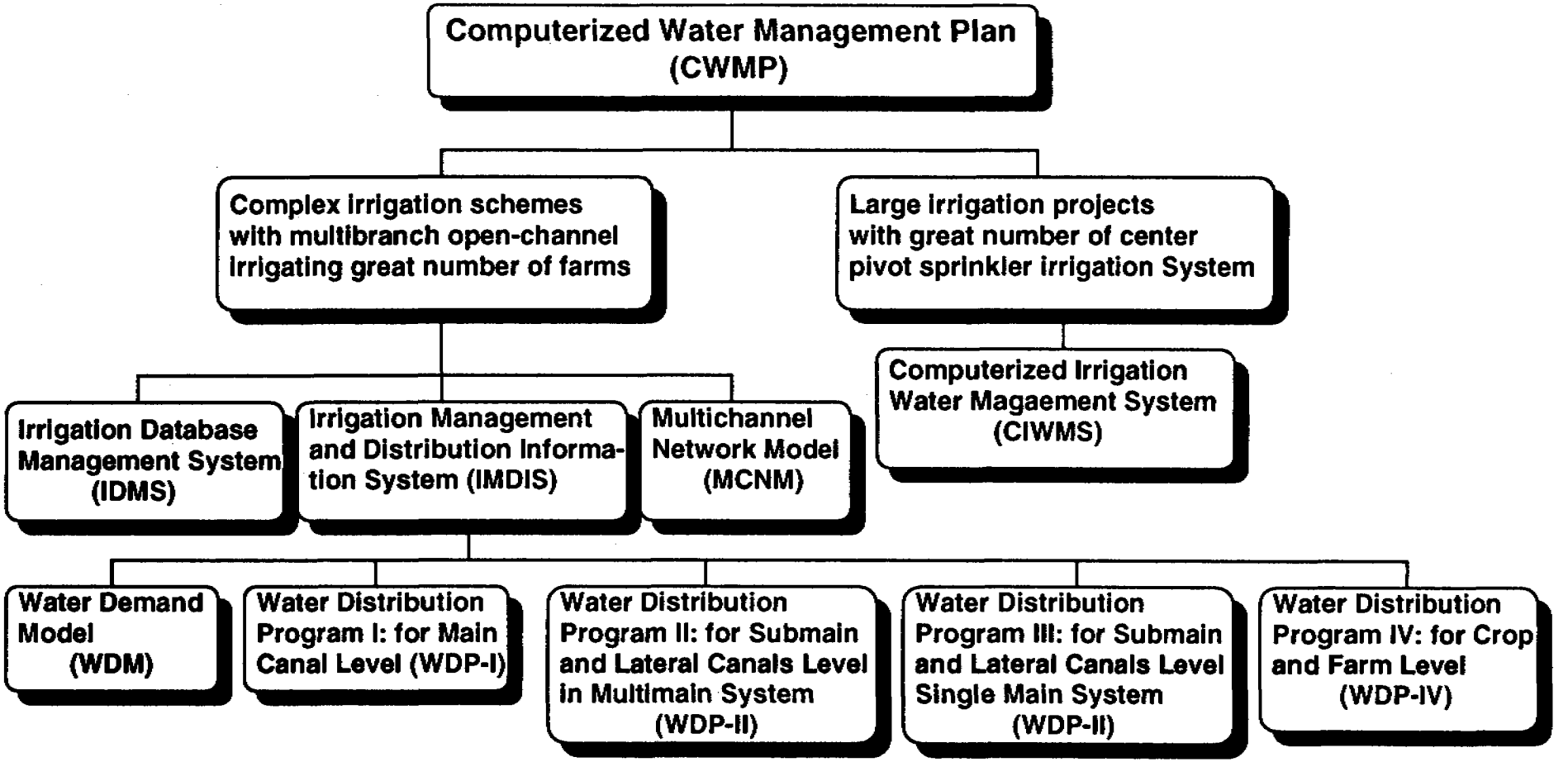


Figure: 6 Major Components of the Computerized Water Management Plan (CWMP)

2.1 Development and Application of the Multichannel Network Model(MCNM)

The behavior of unsteady flow of water in an open channel is described mathematically in terms of the Saint-Venant continuity and dynamic equations. The continuity equation is:

$$\frac{\partial Q}{\delta x}+\frac{\partial\left(A+A_0\right)}{\partial t}-q=0 \quad \text{.....(1)}$$

where Q = discharge; x= distance along the longitudinal axis of the channel; A= active cross- sectional area; A_o = off-channel storage cross sectional area; t= time; and q= lateral inflow (positive) or outflow (negative).

The dynamic aquation is:

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial\left(\frac{\beta Q^2}{A}\right)}{\partial x}+gA\left(\frac{\partial y}{\partial x+S_f-S_0}\right)-\beta qVx=0 \quad \text{.....(2)}$$

where β= the momentum correction factor; g= acceleration due to gravity constant; S_f = the energy line slope computed from Manning's equation; S_o = the channel bed slope; and V_x = the x-directional component of lateral flow velocity.

The complete hydrualic model is the most relevant for approximating the solution of St.Venant equations to solve unsteady flow promlems in canals. The finite-difference method is the most appropriate for the one-dimentional, open-channel flow in canals (Fread, 1978).

A number of unsteady flow simulation packages have been widely used by deferent irrigation projects to simulate the unsteady flow of water in open canal systems. Some of these packages include:

- Hydrologic Engineering Center (HEC) package, developed by the Flood Control Branch of Tennessee Valley Authority and modified by the Hydrologic Engineering Center, Corps of Engineers (Corps, 1974).
- Stream Hydraulic Package (SHP) developed by the Hydrologic Engineering Center in coordination with the Resources Management Association (Smith, 1979).
- Branch Network Flow Package (BNFP), developed by the United States Geological Survey (USGS) (Schaffranek, 1981).
- Dynamic Wave Operational Package (DWOPER), developed by the Hydrologic Research Laboratory of the National Weather Service (Fread, 1978).

The Dynamic Wave Operational Model (DWOPER) simulates the unsteady flow in single river with contributing tributaries, and without considering gates, bottom falls, junctions, and tributaries. This model was not capable to be used for a network such as Al-Hassa Project which contains complex hydraulic features. Major modifications were carried out on DWOPER by adding hydraulic equations for junctions, gates, and bottom falls.to form a new model called Multichannel Network Model(MCNM). The theoretical development of the model, mathematical details and solution methods to introduce the above modifications are described in Abderrahman et al. 1989; Husain et al., 1989; and KFUPM/RI, 1990). The MCNM was developed using Standard Fortran IV and implemented on IBM PC. It consists of 26 subroutines. Detailed functional flow charts of the MCNM, and descriptions of the subroutines functions are given in the Final Report(KFUPM/RI, 1990). The model has interactive capability by which the user can interface with the program through simple question/answer session. The user can select the subsystem to operate, and can modify the upstream and downstream boudary conditions, inflow hydrographs, gate setting and values of control parameters. This model is unique in its capability to simulate the unsteady flow in multi open-channel system including bottom falls, distributing junctions; and submerged and free flow gates with continuity and discontinuity, in the bed slopes and at critical flow sections. The gate coefficient is a function of differential head. The initial conditions (the state of the flow within the canal reach prior to the solution time) need not to be supplied at all nodes. The initial discharge or water level at the upstream node is supplied, and the depth and discharge under steady state conditions are computed internally by the model. The simulation is carried out for the part of the system under operation without changing the input data files.

Application of the MCNM requires: a) preparation of schematic diagrams numbering and coding of the nodes, b) model parameters determination (geometrical and hydraulic), c) calculation of initial conditions; and d) model calibration and testing.

The new model was capable to simulate the unsteady flow in the multibranch open channel system of the Al-Hassa Irrigation Project. The results of simulated and observed water depths showed deviations of about 0.33 to 5.6% (Figure 7). Simulated and observed discharge values were in close agreement except at zero hour (Figure 8). Table (1) illustrates an example of the optimal values of openings of several control gates on subsystems F1SS1 and F1SS2 during some summer months to give the required flow of water according to the water distribution program during the daily operation. For more detailed description of its application to Al-Hassa Irrigation Project, it is advised to read Abderrahman et al., 1989, and KFUPM/RI, 1990.

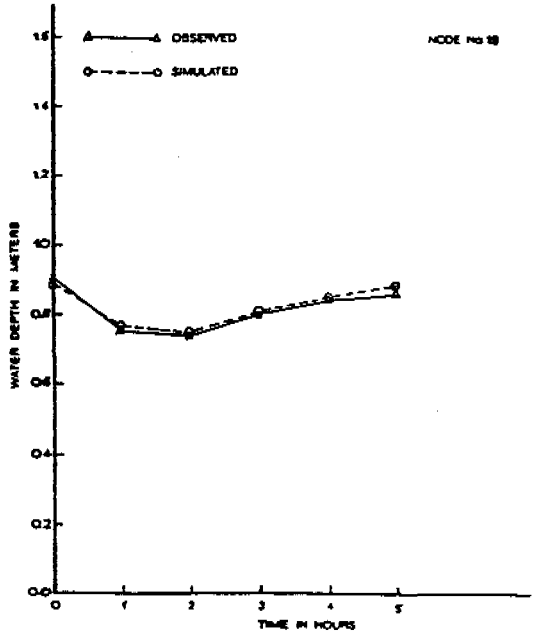


Figure 7. Observed vs. Simulated water depth values with time at node no. 19.

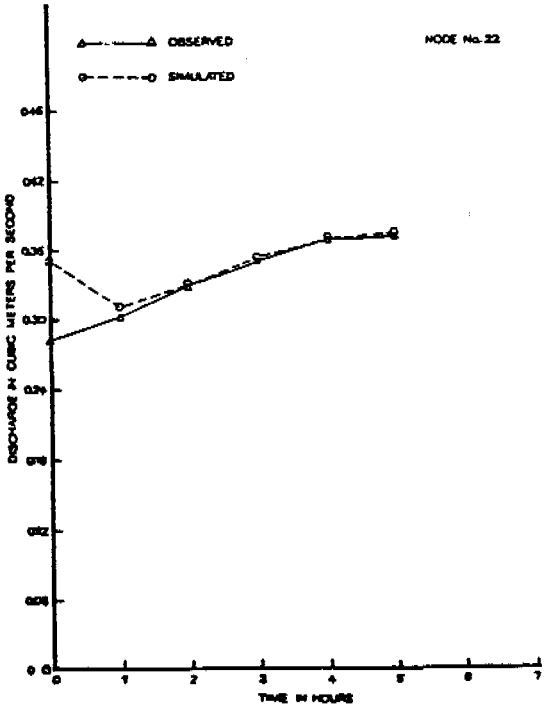


Figure 8. Observed vs. Simulated water depth values with time at node no. 22.

Table 1. An example of the optimal values of openings of several control gates on subsystems F1SS1 and F1SS2 during July, Auust and September.

Subsystem No.	Upstream Node Number of the Gate	Optimum Gate Opening (m) for the Month of July	Optimum Gate Opening (m) for the Month of August	Optimum Gate Opening (m) for the Month of September	Remarks
F1SS1	4	0.25	0.25	0.25	One gate closed
		0.00	0.00	0.00	
	26	1.50	1.50	1.50	Gates out of water
		1.50	1.50	1.50	
	34	0.60	0.60	0.60	
		0.60	0.60	0.60	
	39	0.07	0.08	0.08	One gate closed
		0.10	0.10	0.08	
		0.00	0.00	0.00	
	60	0.70	0	0.70	One gate closed
	65	0.065	0.07	0.065	
		0.00	0.00	0.00	
F1SS2	8	0.02	0.02	0.02	
	17	0.70	0 50	0.60	
	43	0.70	0.60	0.60	
	60	0.60	0.60	0.60	

The use of this model has helped in defining the daily openings of large number of gates, and in achieving better control on the water allocation to various reaches in canals according to the irrigation requirements. This has resulted in minimizing water wastage and conserving the water resources by minimizing the overflow in the canal system. The operation effeciency in deferent irrigation canals has improved by 5 to 10% (personal estimation). This means savings of millions of cubic meters irrigation water every year.

The MCNM can be used by any similar open-channel system to achieve effective control on water operation. This model has received international recognition for its new capabilities.

2.2 Development and Application of the Irrigation Management and Distribution Information System (IMDIS)

Several computer programs have been developed to provide the estimation of crop water requirements (ET_{crop}) and the irrigation schedule of different types of crops such as: IMSP which was developed by U.S. Department of Interior (1979); the California Irrigation Management Information System (CIMIS) which was developed by the University of California, Davis (Snyder et al., 1985), CROPWAT simulation model which was developed by FAO for estimation of crop irrigation requiremenrs and scheduling, and scheme water supply (FAO, 1992), RELREG model for irrigation scheduling (Teixeira et al., 1993); and PROREG model for simulating the project irrigation demands (Teixeira et al., 1993). Several irrigation management models were developed for training purposes such as Irrigation Management Game (Burton, 1989); Irrigation Management of Sukkur Barrage Game, Makali Irrigation Management Simulation Model (Nepal) and Nile Basin Management Simulation Model (Dempester, 1989).

To our knowledge there was no available model to give a comprehensive management coverage in complex systems starting from the basic level at crops and farms up to the source of water supply including: estimation of refernce evapotranspiration (ETo) using real-time weather data, crop and irrigation requirements at crop, farm and canals levels; irrigation scheduling; and simulating the daily water distribution policy which selects the main, submain and lateral canals to be operated, and farms and crops to be irrigated among large number of farms and crops under possible water shortages and shallow water table conditions under arid and extremely arid environment.

A Computerized Irrigation Management and Distribution Information system (IMDIS) was developed to deal with complex projects under the above conditions. A special softwares of the Irrigation Management and Distribution Information System (IMDIS) were developed using FORTRAN 77 language. The softwares were compiled using Microsoft FORTRAN compiler Version 4.1 and implemented on an IBM PC. The IMDIS is composed of five independent user friendly interactive computer programs. These programs are:

- Water Demand Model
- Water Distribution Program I
- Water Distribution Program II
- Water Distribution Program III
- Water Distribution Program IV

Options in the program are chosen by the user during the execution of the program in the interactive mode, through a simple question/answer session.

Water Demand Model

The main function of the Water Demand Model (WDM) is to calculate the reference crop evapotranspiration (ET_0) using historical and/or real weather data, crop water requirements (ET_{crop}), contribution of shallow groundwater table to ET_{crop}, measures to distribute water shortages among crops, irrigation schedule and gross water demands by crops, farm and main, submain and lateral canals. The FAO recommendations by FAO (Doorebos and Pruitt, 1984) were followed to calculate the previous parameters. The contribution of shallow groundwater table (less than 3 meters below ground level) to the ET_{crop} of salt tolerant crops such as alfalfa and date palm were defined on the basis of local research findings in Al-Hassa (HARC, 1976). The amount of water shortages during the peak demands in summer is deducted from the ET_{crop} of date palm and alfalfa on the basis of the yield response factor (K_y) (Doorenbos and Kassam, 1986). The model consists of a main program and twelve subroutines.

Water Distribution Program I

The main function of the Water Distribution Program I (WDP-I) of IMDIS is to define the daily water distribution policy of main canals in multi-main irrigation canal system during the selected period of operation. It calculates the number of irrigation days which are required to meet the water demands by each main canal on a monthly basis. It also determines the main canal groups for each operating shift in multi-main irrigation canal system on the basis of equal water allocation during each shift for each month. It also defines the days of operation for each main canal during each shift in the specified month. The software consists of a main program and one subroutine.

Water Distribution Program II

The main function of the Water Distribution Program II (WDP-II) of IMDIS is to define the daily water distribution policy on submain and lateral levels in multi-main irrigation canal system during the selected period of operation. This include defining the operational canal and the related quantities of water in each operation day to meet the crop demands. This software consists of a main program and six subroutines.

Water Distribution Program III

The main function and capabilities of this program is similar to those of DIST1MSL, but this program is only used for single main irrigation canal system. The software consists of a main program and five suroutines.

Water Distribution Program IV

The main function of Water Distribution Program IV of IMDIS is to define the daily water distribution policy for each type of crop in each farm during the selected period of operation in single and multi-main canal irrigation system. This software consists of a main program and ten subroutines.

The data and information related to soils, crops, farm areas and ownerships, water supply quantities, water quality, canal geometries, capacities and branching, hydraulic features, historical weather data, levels of shallow water table etc., are stored in especiaslly designed Database Management System (DBMS) to serve different types of calculation by various componants of the CWMP.

The developed Distribution Plan has been calibrated and tested extensively under the field conditions on main canal, submain, lateral, and farm levels of the project before putting it under full applications. The plan was used to calculate the ETO, ETcrop, irrigation schedule for all types of crops in each farm. It was also utilized to select the main, submain and lateral canal groups to be operated and crops and farms to be irriated in each operation shift; and their related water shares. It was found that the two weeks cycle and two daily shifts of 6-8 hours/shift were the most suitable and effective for the Project. Examples of the simualted water distribution for main submain and lateral canals, and at farm and crop levels are given in Tables 2 to 5.

The use of the Distribution Plan on PC made it possible and precise to calculate beforehand the water operation schedule during the whole growth stages of each cultivated crop in the beginning of the cropping season. The IMDIS made it possible to account for the contribution of shallow water table to the irrigation water requirements. Better estimation and control on the distributed water doses among large number of farms on daily and monthly bases were achieved especially with water shortages during summer months.. Over-irrigation especially during winter was minimized.

Table 2: Water distribution schedule of multimain canal system F1.

GROUP	DAY	(1) TFLOW	(2) WDPSPD	(3) DIFF	(4) PERC	MAINS
1	1	141676.8	139863.6	-1813.25	-1.3	F1 F1.1 F1.11 F1.2
1	2	125974.8	139863.6	13888.78	9.9	F1 F1.1 F1.12 F1.2
1	3	141676.8	139863.6	-1813.25	-1.3	F1 F1.1 F1.11 F1.2
1	4	125974.8	139863.6	13888.78	9.9	F1 F1.1 F1.12 F1.2
1	5	176090.2	139863.6	-36226.59	-25.9	F1 F1.1 F1.11 F1.12 1.2
1	6	141676.8	139863.6	-1813.25	-1.3	F1 F1.1 F1.11 F1.2
1	7	125974.8	139863.6	13888.78	9.9	F1 F1.1 F1.12 F1.2
1	8	141676.8	139863.6	-1813.25	-1.3	F1 F1.1 F1.11
1	9	125974.8	139863.6	13888.78	9.9	F1 F1.1 F1.12 F1.2
1	10	141676.8	139863.6	-1813.25	9.9	F1 F1.1 F1.11 F1.2
1	11	125974.8	139863.6	13888.78	9.9	F1 F1.1 F1.12 F1.2
1	12	176090.2	139863.6	-36226.59	-25.9	F1 F1.1 F1.11 F1.12 F1.2
1	13	141676.8	139863.6	-1813.25	-1.3	F1 F1.1 F1.11 F1.2
1	14	125974.8	139863.6	13888.78	9.9	F1 F1.1 F1.12 F1.2
1	15	141676.8	139863.6	-1813.25	-1.3	F1 F1.1 F1.11

(1) Total quantity of water required by the man canals to be operated at that particular operation day; (2) Water demand per day per shift of operation; (3) Difference between (1) and (2); (4) percentage of difference between (1) and (2)

Table 3: Water distribution schedule of submain canals of F1.3 main irrigation system.

GROUP	DAY	(1) WDPSPD	(2) TFLOW	(3) DIFF	(4) PERC	SUBMAINS
1	1	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	3	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	5	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	6	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	8	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	10	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	12	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	13	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	15	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	17	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	19	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	20	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	22	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	24	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE
1	26	50115.38	48621.21	1494.17	3.0	AA AB AC AD
1	27	50115.38	51609.52	-1494.14	-3.0	AA AB.AC AE

(1) Water demand per day per shift of operation; (2) Total quantity of water required by the submain canals to be operated at that particular operation day; (3) Difference between (1) and (2); (4) percentage of difference between (1) and (2)

Table 4: Water distribution schedule of lateral canals of submain F1.3aa of F1.3 main irrigation system.

GROUP	DAY	(1) WDPSPD	(2) TFLOW	(3) DIFF	(4) PERC	LATERALS
1	1	7540.83	7199.62	341.21	4.5	1 2 3 4 5
1	3	7540.83	8102.78	-561.95	-7.5	1 2 3 6 7 8 9
1	5	7540.83	6814.99	725.84	9.6	4 5 10 11 12
1	6	7540.83	8045.93	-505.10	-6.7	1 2 3 6 11 12
1	8	7540.83	7199.62	341.21	4.5	1 2 3 4 5
1	10	7540.83	8102.78	-561.95	-7.5	1 2 3 6 7 8 9
1	12	7540.83	6814.99	725.84	9.6	4 5 10 11 12
1	13	7540.83	8045.93	-505.10	-6.7	1 2 3 6 11 12
1	15	7540.83	7199.62	341.21	4.5	1 2 3 4 5
1	17	7540.83	8102.78	-561.95	-7.5	1 2 3 6 7 8 9
1	19	7540.83	6814.99	725.84	9.6	4 5 10 11 12
1	20	7540.83	8045.93	-505.10	-6.7	1 2 3 6 11 12
1	22	7540.83	7199.62	341.21	4.5	1 2 3 4 5
1	24	7540.83	8102.78	-561.95	-7.5	1 2 3 6 7 8 9
1	26	7540.83	6814.99	725.84	9.6	4 5 10 11 12
1	27	7540.83	8045.93	-505.10	-6.7	1 2 3 6 11 12

(1) Water demand per day per shift of operation; (2) Total quantity of water required by the submain canals to be operated at that particular operation day; (3) Difference between (1) and (2); (4) percentage of difference between (1) and (2)

Table 5. **Water Distribution Schedule of Farms Located on Lateral No. 1 Branching from Submain F4AA for the Operation Shift No.2 during February 1990.**

MAIN= 400 SUBMAIN= AD LATN(1)= 1 MONTH= 10
CROP=TREE NPLOT(2) = 10

PN(3)	QUANTITY OF WATER	HOURS	MINUTES	DAYS OF OPERATION
4	410.64	1	30	12 26
5	404.51	1	29	12 26
6	186.32	0	41	12 26
8	179.70	0	41	2 16
11	824.95	3	23	9 23
13	87.77	0	20	2 16
15	422.16	1	43	9 23
17	402.18	1	29	12 26
19	96.84	0	21	12 26
23	593.52	2	17	2 16

CROP=ALFALFA NPLOT(2)= 4

PN	QUANTITY OF WATER	HOURS	MINUTES	DAYS OF OPERATION
8	142.96	0	35	2 9 16 23
12	168.58	0	37	5 12 19 26
13	38.48	0	9	2 9 16 23
14	63.47	0	15	2 9 16 23

(1) Lateral number; (2) Number of plots; (3) Plot number

The unique features of IMDIS are in its capabilities to deal with large number of farms cultivated with mixed crops under possible water shortage and shallow water table conditions in severely arid climate. Examples of the original characteristics are the inclusion of groundwater as a source , the dealing with altered allocation of water to the deep rooted crops when surface supply is limited and the consideration of economics and yield-ET relationships. According to Pruitt, (1990), the IMDIS is the first operational model to include such comprehensive coverage and represents a major step forward. For more details about IMDIS and its application, it is suggested to read Abderrahman and Khan, (1991); and Abderrahman (1993). The IMDIS can be implemented successfully on other large and complex irrigation schemes in the Kingdom and in arid regions.

3. Development and Application of CWMP - Version for Large Schemes Operating Center Pivot Sprinkler Systems

A special version of the CWMP was developed to suit the water management in large schemes operating great number of center pivot systems. This version is called Computerized Irrigation Water Management System (CIWMS). The software was developed using Fortran 77, and implemented on IBM PC. The developed software consists of a main program and six sub-routines. The CIWMS estimates the mean daily values of ETo using real-time weather data and historical data. It simulates the soil moisture balance and determines the ET crop, irrigation requirements, irrigation schedule and operation time and intervals for each center-pivot during all growth stages of crops and rooting depths (Table 6). The CIWMS considers the contibutions from shallow water table and rainfall. Extensive field measurements and monitoing of soil moisture and plant development were carried out with the application of CIWMS in a large project operating center pivots during three cropping seasons, before putting it under full scale implementation.

Table 6. **An example of the water operation schedule for a center pivot sprinkler system irrigating wheat during the fifth growing stage.**

COMPUTERIZED IRRIGATION WATER MANAGEMENT SYSTEM
(CIWMS)
FOR
ASH-SHARQIYAH AGRICULTURAL DEVELOPMENT COMPANY
(SHADCO)
DEVELOPED BY
WATER RESOURCES AND ENVIRONMENT DIVISION
THE RESEARCH INSTITUTE
KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM AND MINERALS
DHAHRAN 31261
SAUDI ARABIA

RABI' II 1412 - OCTOBER 1991

FIELD F4 crop wheat STAGE NO 5 BEGINNING OF STAGE 56 END OF STAGE 115
CROP COEFFICIENT 1.100

DAYS	DATE FROM	DATE TO	ROOTING DEPTH CM	IRRIGATION INTERVAL HOURS	APPLI DEPTH MM	QUANTITY CU.MTS	OPERATION HOURS
56- 62	16/ 2/93	22/ 2/93	38.00	17.40	7.63	6488.84	17.40
63- 68	23/ 2/93	28/ 2/93	40.00	18.32	8.04	6830.36	18.32
69- 69	1/ 3/93	1/ 3/93	40.00	13.79	8.04	6830.36	13.79
70- 76	2/ 3/93	8/ 3/93	45.00	15.51	9.04	7684.15	15.51
77- 83	9/ 3/93	15/ 3/93	50.00	17.24	10.04	8537.95	17.24
84- 90	16/ 3/93	22/ 3/93	50.00	17.24	10.04	8537.95	17.24
91- 97	23/ 3/93	29/ 3/93	50.00	17.24	10.04	8537.95	17.24
98- 99	30/ 3/93	31/ 3/93	50.00	17.24	10.04	8537.95	17.24
100-104	1/ 4/93	5/ 4/93	50.00	14.12	10.04	8537.95	14.12
105-111	6/ 4/93	12/ 4/93	50.00	14.12	10.04	8537.95	14.12
112-115	13/ 4/93	16/ 4/93	50.00	14.12	10.04	8537.95	14.12

The use of CIWMS in the project which irrigates cereals and forage crops, has resulted in saving about 25-35% of the consumed irrigation water and the costs of operation and maintenance. This has resulted significantly in conserving the long term productivity and quality of groundwater resources in the project area. Field measurements of piezometric water levels in the site of the project, and groundwater simulation studies showed that the application of the IMIS has resulted in minimizing the long term drawdown to less than 15cm/year instead of 60 cm/year meters with normal water operation. The agricultural yield in the project has also improved during the last cropping season by more than 30% due among other reasons to the application of effective water operation system. The use of CIWMS on PC made it possible and precise to calculate beforehand the water operation schedule during the whole growth stages of each cultivated crop at the beginning of the cropping season.

4. CONCLUSIONS

The development of the CWMP was a major technical challenge due to the complex features of the large irrigation schemes in the Kingdom. The developed CWMP has a copmprehsive water management coverage. The developed CWMP is unique in its features and capabilities to operate the irrigation water with unsteady flow phenomenon in a multibranch open-channel network containing complex hydraulic features and large number of canals and farms cultivated with mixed crops under limited water supply and shallow water table conditions. The extensive calibration and testing of all parts of the plan have lead to its successfull application. The implementation of the plan on PC, and its simple use have made its application by the water operators effective inspite of its technical sophistication. This has resulted in improving the water use efficiency and in conserving the water resources. It has also resulted in substatial benefits to large irrigation schemes which operate great number of center pivot sprinkler systems by saving the consumed water and operation costs, and by increasing the agricutural production. Large scale implementation of the plan on national level is expected to contribute significantly in water conservation. The CWMP can be used effectively on similar irrigation schemes in the GCC countries and in arid regions.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful for the Research Institute-King Fahd University of Petroleum and Minerals for providing support to carry out this study.

6. REFERENCES

Abderrahman, W.A., 1993, "Computerized Program for Operating Multi-branch Open Channel in Complex Irrigation System", *Transactions/Acts of 15th Congress on Irrigation and Drainage Water Management in the Next Century*, 30 August - 11 September, The Hague, The Netherlands, Organized by International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), pp 451-466).

Abderrahman, W.A., and A.U. Khan, 1991,"Computerized water operation scheme for complex irrigation projects in arid regions", *Proceedings of the European Conference Advances in Water Resources Technology*, Athens, Greece, March 1991, Published for ECOWARM by A.A..Balkema, Rotterdam, Netherlands,, pp.605-615.

Abderrahman, W.A., T. Husain, H.U. Khan, S.M. Khan, A.U. Khan, and B.S. Eqnaibi. 1989, "Multi Channel Network Model 2: Application to Al-Hassa Irrigation System", *Hydrosoft Journal*, England, Vol. 2, No. 2, pp 94-101.

Burton, M.A., 1989, "Experiences with the Irrigation Management Game", *Irrigation and Drainage Systems*, Dordrecht, The Netherlands,.Vol. 3, No. 3, pp 217-228.

Dabbagh, A.E., and Abderrahman, W.A., 1994, "Satisfying Future National and Global Water Demands", *Proceedings of the VIII IWRA World Congress on Water Resources*, Cairo, Egypt, November 21-25, pp (T4-S3) 4.1 - 4.16.

Dempster, J.I.M., 1989, "Computer Simulations in Games for Training in Irrigation Management". *Irrigation and Drainage Systems*, Dordrecht, The Netherlands, Vol. 3, No. 3, pp 265-280.

Doorenbos, J., and W.O. Pruitt, 1984, "Crop Water Requirements", *Irrigation and Drainage Paper, No. 24*, Second Edition, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome,.

Doorenbos, J., and A.H. Kassam, 1986, "Yield Response to Water", *Irrigation and Drainage Paper*, No. 33, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome,.

The First Gulf Water Conference (FGWC), 1992 , "Water in the Gulf Region Towards Integrated Management", Organized by Water Science and Technology Association, October, Dubai, U.A.E..

Food and Agricultural Organization (FAO) of United Nations, 1992, "CROPWAT A Computer Program for Irrigation Planning and Management", *Irrigation and Drainage*, Paper No. 46.

Fread, D.L. 1978,."National Weather Service Operational Dynamic Wave Model", *In Verification of Mathematical and Physical Models , Proceedings of 26th Annual Hydr. Div. Speciality Conference*, ASCE, College Park, Maryland, pp. 455-464.

Hofuf Agricultural Research Center (HARC), 1976, "Irrigation Handbook", *Report on the work of Leichtweiss Institute Research Team*, Technical University Braunschweig, Publication No. 17, Hofuf, Saudi Arabia,.

Husain, T., W.A. Abderrahman, H.U. Khan, S.M. Khan, A.U. Khan, and B.S. Eqnaibi. 1989, "Multi Channel Network Model 1: Theoretical Development", *Hydrosoft Journal*, England, , Vol. 2, No. 2, pp. 86-93.

King Fahd University of Petroleum and Minerals (KFUPM/RI), 1990, "Al-Hassa Project Extension Study (Additional Tasks", *Final Report*, the Research Institute, KFUPM, Dhahran, Saudi Arabia.

Ministry of Finance and National Economy (MFNE), 1992, "Statistical Year Book", Central Department of Statistics, *Twenty-Eight Issue*, Riyadh, Saudi Arabia.

Pruitt, W.O., 1990, "A Review of, and Additional Consideration Relating to The Research Institute's 1990 Final Report Al-Hassa Project Extension (Additional Tasks)", *A Review Report, Dept. of Land, Air and Water Resources, Univ. of California*, Davis, California, USA, 21 pp.

The Second Gulf Water Conference (SGWC), 1994 , "Water in the Gulf Region Towards Integrated Management, Organized by Water Science and Technology Association, 5 - 9 November, Bahrain.

Smith,J.D., "Stream Hydraulic Package", Computer Program Description, Resources Management Associates, California, USA, 1979.

Schaffranek, R.W., R.A. Baltzer, and D.E. Goldberg, "Techniques of water resources investigation of the United State Geological Survey, USGS, 1981, 7.(3), pp. 1-30.

Snyder, R., D.W. Henderson, W.O. Pruitt, and A. Dong, 1985, "California Irrigation Management Information System", *Department of Lands, Air and Water Resources, University of California*, Davis, California, USA.

Symposium on the Effect of Water Quality on the Human Health and Agriculture (SEWQHHA) in the G.C.C. States, February 1986, Al-Khobar, Saudi Arabia.

Teixeira, J.L., Fernando, R.M., and Pereira, L.S., 1993, "RELREG, A Model for Real Time Irrigation Scheduling", *Transactions/Acts of 15th Congress on Irrigation and Drainage Water Management in the Next Century*, 30 August - 11 September, The Hague, The Netherlands, Organized by International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Parallel Session II on Irrigation Scheduling and Design.

Teixeira, J.L., Farrajota, M.P., and Pereira, L.S., 1993, "PROREG, A Design Model for Simulating the Demand in Irrigation Projects", *Transactions/Acts of 15th Congress on Irrigation and Drainage Water Management in the Next Century*, 30 August - 11 September, The Hague, The Netherlands, Organized by International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Parallel Session II on Irrigation Scheduling and Design.

U.S Army Corps of Engineers, "HECI Model", *Hydrologic Engineering Center, US Corps of Engineers*, Davis, California, USA, 1974.

U.S. Department of Interior (USDI), "Irrigation Management Services Program", *Annual Report 1979*, Water and Power Resources Services, Engineering and Research Center, Denver, Colorado, 1979.

Planning Water Resources Development in Arid Zones An Agenda For Action in the Arab Region

Yahia Abdel Mageed, former Minister of Irrigation, Sudan
Former Secretary-General, U.N. Water Conference

Summary: Planning of water resources development and management in the arid zones of the Arab region are examined in the context of Agenda 21 adopted at the world summit in Rio de Janeiro by the United Nations Conference on Environment and Development in 1992.

The paper addresses a number of issues related to water resources potential, development and trends in water uses and demands in the region. Finally the paper identifies a number of hot issues as regional agenda for debate and actions including : water resources assessment, agriculture water demand and the food self sufficiency strategy, the intricate issues of transboundary water resources, demand management vs. supply management and the issues of implementation of the water programmes.

1. INTRODUCTION

Despite the many achievements and advances made in many aspects of water resources management and development in the last twenty years, water continues to pose a serious constraint to development and a threat to the environment in many regions of the world. This is particularly true for the dry lands and its arid zones. Global water use doubled between 1948 and 1980 and is expected to double again by the year 2000. Many countries already suffer serious shortages, competition between different uses is growing and water disputes and conflicts in major river basins and shared aquifers are building up. These physical shortages are complicated further by the quality deterioration of meager resources in addition to environmental degradation of the ecosystems as a result of pollution, increasing population pressures and the persisting drought spells that have continued to hit vast areas of the arid and semi-arid zones.

Planning of water resources development in the arid regions of the Arab World will be examined in the context of the fresh water chapter 18 of Agenda 21 and the recommendations of the International Conference on Water and the Environment (ICWE). This aims to develop a framework of actions needed in the face of the challenges for water resources development under water scarcity conditions and the environmental threats associated with it and bring about renewed commitment to the objectives of the Mar del Plata Action Plan.

The convening of the UN Water Conference in Mar del Plata - Argentina in 1977 was the foremost major development which produced the Mar del Plata Action Plan (Biswas 1992). It provided the most comprehensive documentation up to that time on actions which had to be done in developing countries to harness water resources for economic benefits and social needs while conserving them for further generations. It influenced water development during the 1980s and will continue to influence events in the 1990s and the years ahead.

The Mar del Plata Action Plan addressed a wide range of water and water related issues. Since its adoption many achievements can be cited and evaluated, however much remains to be done. The progress in implementation has been hampered by a host of complex factors, which are often interrelated.

Deficiency in planning and policy frameworks and weak implementation capacities have generally impeded progress of implementation. The problems were compounded by the continuous worsening of the economic environment at country and global levels, the depressed production systems and the occurrence of severe climatic anomalies that prevailed since the adoption of the plan particularly in the African arid and semi-arid regions, south of the Sahara and soaring population growth and the increasing demands for water.

In 1987, the UN system undertook through the Administrative Committee on Coordination's Intersecretariat Group on Water Resources (ACC / ISG WR) a series of in-depth regional assessments and studies in several cross-sectoral areas, to develop a comprehensive strategy for implementation of the Mar del Plata Action Plan.

A number of intersectoral programmes of actions and initiative were developed. These include an International Programme on Water and Sustainable Agricultural Development (FAO 1990), Water Resources Assessment Programme (WMO / UNESCO 1991), the Delft Declaration 1991 on Capacity Building, the Copenhagen Statement 1991 on Integrated Water Resources Development and Management emphasizing need for the integration of land use and water management and the role of water as an economic good and New Delhi Declaration on Water Supply and Sanitation 1991.

All these and many others formed the basis for the recommendations of the Dublin International Conference on Water and Environment (ICWE) 1992 and ultimately formed the solid basis for chapter 18 of Agenda 21 adopted by the plenary in Rio de Janeiro on June 14/1992 "Protection of the quality and supply of freshwater resources : Application of integrated approaches of the development, management and use water resources".

2. AGENDA 21

Agenda 21 adopted by the United Nations Conference on Environment and Development is a comprehensive programme of actions to be implemented during the 1990s and the years ahead to achieve sustainable development and remove the threats to the environment and its ecosystems.

The guiding principles for action in chapter 18 of Agenda 21 include the recognition that water is a finite and vulnerable resource essential to sustain life, development and the environment. Its management demands a holistic and integrated approach linking development with ecosystem protection particularly land and water. It emphasizes the need to recognise water as an economic good to achieve efficient and equitable use and resource conservation. This is to be done through demand management and pricing mechanisms and other economic and regulatory instruments. The third principle emphasizes the need for a participatory approach involving users, planners and decision makers, with a central role for women.

Special attention needs to be given to the transboundary water resources use among the riparian states. There is a need that the riparian states jointly formulate strategies and prepare water resources action programmes and consider, where appropriate, the harmonization of these strategies and action programmes.

The main programme areas identified for action to realize sustainable water development and protection of the environment under the global agenda 21 include :-

- Integrated water resources development and management.
- Water resources assessment and the impacts of climate changes.
- Protection of water resources, water quality and aquatic ecosystems.
- Water for sustainable urban development and drinking water supply and sanitation in the urban context.
- Water for sustainable food production and rural development and drinking water supply and sanitation in the rural context.
- Mechanisms for implementation and coordination.

It was envisaged that the means for implementation of these programmes will include in the first place adequate and timely funding depending on the specific strategies and programmes governments decide upon for implementation. The governments and national contributions will form the main part of the funding to be supported by funding from the international community on grant, concessional or other terms. Finance was one of the main constraints that impeded the progress in the implementation of the Mar

del Plata Action Plan. The finance for the water sector programmes under Agenda 21 for the period 1993-2000 will still remain a major constraint for the majority of the developing countries.

Human resources development and capacity building are important prerequisites for effective management of the water resources and enhancement of the implementation capacity. It is therefore essential that countries establish manpower development plans through enhancement of country training institutions and provide adequate training to women to play the central role envisaged for them.

Capacity building and enhancement of the institutional systems to handle these complex and interrelated programmes for sustainable development and protection will be based on the restructuring of existing institutions. While decentralized approach to realize effective participatory process is vital for water management, it needs to operate under the umbrella of a central water authority capable of "defining priorities, policy directions and targets" and most important to create the linkages between the programme areas and achieving effective coordination.

Applied research and science capacity building, technology transfer, adaptation and diffusion are vital means for the implementation of the water sector programmes and water related issues.

3. WATER RESOURCES POTENTIAL

Most of the Arab Region lies in the arid and semi-arid belt and is one of the most dry and water scarce zones in the world. The average water availability is 1700 m^3 per capita compared to the world average of 13000 m^3 per capita. As a result of the soaring population growth rate in the region of about 3% per annum, the average per capita availability of renewable water resources will fall to 667 m^3 by the year 2025 (World Bank 1993).

The region is characterized by a striking paradox. From one side it contains the largest expanse of desert in the world, the Sahara desert and from the other side the biggest wetlands, the Sudd region in Southern Sudan. It has extensive groundwater aquifers with potential of 7734 billion m^3 of fossil water at depths ranging from 1000 - 2000 meters while renewable recharge for the whole region is estimated at 42 billion m^3 per annum.

The region's coastal areas extend about 22,500 km, where most of the seasonal rainfall concentrate and mostly drains into the seas. A shield of mountain ranges deprive the interior from the coastal effects turning it into the most extensive dry and arid zones. The seasonal surface run-off draining into the interior in the form of spades disappear into the deserts providing seasonal water supplies mostly for pasture lands, rainfed agriculture and recharge of groundwater.

A major part of the surface water potential of the region originate from outside the borders of the Arab region. About 125 billion m^3 or 35 % of the total renewable regional average of 338 billion m^3 are provided by the Euphrates, Tigris and the Nile basins.

As a result of the energy availability in some parts of the regions namely the Gulf states, the region became the biggest producer of fresh water from the sea and still there are many countries in the region that have access to unlimited sea water, pending a breakthrough in the costs of desalination.

Table 1. Fresh Water Resources in the Arab Region (billion m^3)

Rainfall	Surface Water	Renewable G.W. Recharge	G.W. Storage
2211	296	42	7730

Source Khouri 1986

These figures are average values with 50 % reliability and are particularly ill-provided and distributed in both space and time. Only about 1 to 10% of the total rainfall in the different countries of the region that become available as soil moisture ends up in tissues of vegetation and crops of economic significance (Roger and Lyndon 1994).

4. WATER RESOURCES DEVELOPMENT

The Arab region since times immemorial have a vast history in water management and development under water scarcity conditions. The region witnessed spectacular ancient fluvial civilization in the Nile Delta and along the banks of Euphrates and Tigris. The rise and fall of these civilizations were interrelated to water availability and human interventions. The Mesopotamian desert 4500 years ago, used to be one of the most productive soils in the region.

In recent history the region witnessed vast expansion in irrigation development and rainfed farming in the arid and semi-arid zones where agricultural water use consume almost 80 - 90% of the water resources. In the face of the challenges of seasonal water availability, flow fluctuations and recurrent drought spells and the increasing demands for water for food production, the region witnessed different forms of interventions. These ranged from rainfall harvesting and diversion techniques to major annual impoundment's in major river basins to improve water availability in the dry periods and over-year storage to mitigate the recurrent drought risks over the years. Spectacular among them are the High Aswan dam, the Great River project of Libya mining fossil waters from huge depths of the Sahara aquifers and transferring them to the dry coastal areas and the Jonglie Canal project (not yet completed) transferring water from the wetlands of the Sudd region of the Nile to the arid and semi-arid areas.

As mentioned earlier the region became the biggest producer of freshwater from the sea. Over 50 % of the desalination plants in the world are located in the Arab Region.

The supply management concepts continued to dominate since the beginning of the century to our present times and the engineering interventions were the main vehicles to bring about new supplies of water. However, the economics and the environmental implications and consequences were not completely over-looked. The environmental impact of the Equatorial Nile project and the Jonglie diversion canal at the Sudd region became an issue of concern as early as the 1950s and protection of swamp ecology have received wide recognition and attention until the first phase of the project was finally designed and implementations started during the seventies.

The efficiency of water use as in the case of irrigation and drinking water supply have also received attention since long time ago during this century as dictated form one side by water scarcity conditions during the dry season and research results on the optimum crop water relations to realize maximum production.

5. TRENDS IN WATER USE AND DEMAND

The present use of water in the region is estimated at about 172 billion m^3, mainly from the sources shown in Table 2.

Table 2. Sources of Present Uses

Source	Billion m^3	%
Surface water	140	80
Groundwater	22	13
Recycling	2	1.25
Desalination	8	5.75
Total	172	100 %

Source (Fadda & Perrier 1989)

Apart from the direct rainfall contributing to the rainfed crop and pasture production in the region totaling about 53.4 million hectares, ten million hectares of irrigated area receives the lion share of the renewable surface and groundwater resources in most of the countries of the region. In the Gulf states as a result of the expanding urban center and industrial conglomerates the domestic and industrial water use, receive the major part of the available resources. Table 3 shows the trends in water use in the countries of the region as compiled by Sadik and Barghouti (Roger & Lyndon 94).

Table 3. Water Allocation in the Arab Region (Percentages)

	Domestic	Industry	Agriculture
Algeria	22	4	74
Bahrain	60	36	4
Djibouti	28	21	51
Egypt	7	5	88
Iraq	3	5	92
Jordan	29	6	65
Kuwait	64	32	4
Lebanon	11	4	85
Libya	15	10	75
Mauritania	12	4	84
Morocco	6	3	91
Oman	3	3	94
Qatar	36	26	38
Saudi Arabia	45	8	47
Somalia	3	0	97
Sudan	1	0	99
Syria	7	10	83
Tunisia	13	7	80
UAE	11	9	80
Yemen	4	2	94

Source : World Resources Institute 1992.

Domestic water use is still very low in many parts of the region. It is estimated that one third of the total population of the region have no access to safe water (Arab Fund 1992). At current population growth rate and assuming 3% growth water demand would reach 35 billion m^3. Industrial water demand assuming 3 % growth rate per year would be 22 billion m^3.

In contrast to this, agriculture water demand taking into consideration its envisaged role to realize food security through self-sufficiency (Fadda 1989) would reach 377 billion m^3/year or about 86 % of the total water demand. By simple subtraction the water gap in the region by the year 2030 would be about 100 billion m^3, which is an over-simplification of the situation. The water scarcity situation in the Arab region is an extremely complex problem. First, the estimated available renewable resources are based on average values with 50 % reliability. Planning of water availability for irrigation at least should be based on 80 %

reliability which will be lower than the present values and consequently a wider water gap. Secondly, the present estimates include water that is planned to become available through the conservation projects in the Sudd region in Southern Sudan. This matter is surrounded with many intricate, environmental , economic and political questions to be addressed. Thirdly, 30 - 40 % of this available surface water resource which form the main supply for irrigated agriculture originate outside the borders of the region. The present estimates of the availability of these transboundary sources do not take into consideration the risks of the increasing upstream abstractions. The renewable ground water resources are mainly shared by countries within the region. They also suffer from many risks connected with over-abstraction and quality deterioration and deficiency of cooperation and coordination among the riparian states themselves.

The region apart from the physical shortages and the widening water gap is suffering from many water related environmental problems and challenges. The nature and severity of these problems vary from one sub-region to another. This is well manifested between the poverty stricken arid zones of the Central sub-region south of the Sahara and that of the affluent arid zone of the Arab Peninsula. The major problems in the first are land degradation and desertification resulting from excessive population pressures on the land and water resources and the persisting drought spells that continue to hit the zone leading to grave environmental consequences. While in the affluent arid zone, the water pollution is emerging as a major environmental threat to many surface and groundwater systems resulting mainly from land based sources including domestic, industrial and agriculture wastes.

Many pockets in the major irrigation systems are suffering from soil degradation and declination of productivity as a result of poor irrigation water management leading to water logging and salinization. The rainfed agriculture and the pasture lands in the semi-arid and arid zones which constitute the major traditional production systems are suffering from many ills connected with over-exploitation of land and water resources, shocks of droughts and poor soil-moisture management practices.

As a result of their complex problems affecting substantiability of yields and production of these systems, the targets for the regional food self-sufficiency set forth in the middle eighties could not be realized. On the contrary, according to data complied by Sadik and Barghouli (Rogers and Lyndon 1994) reproduced in Table 4 show a widening food gap.

Table 4. Percentages of Self-sufficiency in Major Food Commodities

Commodity	1970	80/85	86/90
Wheat	60.5	43.2	48.5
Other cereals	80.1	49.5	50.2
Sugar	34.1	29.4	33.8
Oil seeds	58.5	37.7	34.3
Meat	95.5	71.8	78.9

Source : Annual Report Agricultural Statistics, Arab Organization for Agricultural Development (AOAD) vol. 2 section 11. 1992

The region and its fragile environment are exposed to global environmental problems associated with global warming and sea level rise, pollution of international water including fresh and marine systems and biodiversity depletion of the dry lands. The region has built over the years at national and regional level a number of science and research centers and universities that could be mobilize to play its roll together with world science community on global problems.

6. AGENDA FOR ACTION

In front of the water scarcity situation in the region and the water related environmental threats it is necessary to review at national and regional levels and set a priority ranking of problems of physical and technical nature that affect the development and management of the water resources. A number of issues in this respect form the regional agenda.

- Many efforts have been made in the different countries of the region with regard to the assessment of the water resources. However, due to the complex nature of the arid and semi-arid climates and the sharp variabilities in magnitudes and distribution, still more efforts are needed in this respect. "It would be extremely difficult to set out water budget of the Arab World and its countries that would stand scientific scrutiny, much less attract political consensus. Many of the data have not been adequately researched and more important, the heroic assumptions are involved in the estimates of groundwater" (J. A. Allan in Roger & Lyndon 94). The assessment of water resources are required for a number of purposes apart from assessing the quantity and quality and distribution in space and time. These may inter-alia include monitoring variation caused by climate variabilities or by climate changes, assessing environmental impact of water resources management and socio-economic systems and water related hazards.

- Agriculture will continue in many parts of the region to be the main consumer of water resources and consequently region wide over 85 % of the resources are consumed by agriculture. To realize food self-sufficiency of the Arab region the water gap will be about 50 % resulting from increasing population and deterioration of productivity due to the poor water management. Two approaches need to be debated among scientists, policy makers and the end users of water for agriculture. First on the formulation of short-term strategy for water and sustainable agricultural development, large amounts of water could be made available to meet new agricultural demands, through improvements of irrigation efficiency in the existing systems and the shift to the less water consuming crops. This brings us to second approach which concerns the strategy of food self-sufficiency adopted in the mid eighties. It seems that an evaluation and reformulation of this strategy are becoming urgent issues in the region taking into consideration the water burden and the availability of the food self-sufficiency in terms of economic, trade and environment.

- The transboundary water resources shared between the countries of the region or with countries outside the region constitute the majority of the water resources, both surface resources and groundwater bodies. The competing demands for water in the absence of conflict resolution mechanism may lead to grave consequences in the water scarce zone. Urgent actions are needed in this respect to promote for basin wide cooperation between the riparian states. This can only be achieved through recognition of the interests and the concerns of all the riparians through comprehensive, integrated and environmentally sound water management of the entire water basin.

- There is a need that the riparian states jointly formulate strategies and prepare water resources action programmes. The question of transboundary water resources needs to be placed with high priority in the regional agenda to develop a framework for analyzing in different situations the current and future water resources conflicts and competing demands for water with the aim to define a set of tools that will assist in resolving them.

- The question of demand side versus supply side water management are important issues that require special attention in a water scarce zone like the Arab region. For long time the supply management concept has dominated actions in the region. During this century the region witnessed major water supply projects including large impoundments, long distance transfer and mining fossil water and access to unlimited freshwater from the seas facilitated by the availability of cheap energy. These driving forces are met with many economic and environmental limitations that require a combination of the supply management with demand management through minimization of wastes, efficiency improvement and conservation works.

- Implementation means of the water programmes in this region at national and regional levels including funding, capacity building and human resources development are important issues that require attention. Existing water institutions need to be restructured to undertake multi-disciplinary functions.

National laws and regulations pertaining to the protection and development of water resources need to be elaborated and enforced. Supporting measures need to be undertaken to promote public awareness and participation, education, training and information systems. The mobilization of applied research centers, the scientific communities at national and regional levels and enhancement of the regions, science and technological capacity are important perquisites to implement the water programmes for water resources development and management particularly for addressing the future environmental threats to the integrity of these resources.

REFERENCES

ARAB FUND FOR ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT. Arab Monitory Fund and Organization for Arab Petroleum Exporting Countries 1992. Unified Arab Economic Report, Kuwait - in Arabic.

BISWAS, ASIT. K 1992 "Sustainable Water Development : a Global Perspective Water International vol. 17, No. 2 pp 69 - 78.

COPENHAGEN 1991 Informal Consultation on Integrated Water Resources Development and Mangement.

DELFT DECLARATION 1991 on Capacity Building - In the Water Sector.

FADDS. NASRAT & EUGENE PERRIER 1989 Water, Land Use and Development, Aleppo - ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.

FAO 1990. An International Action Programme on Water for Sustainable Agricultural Development.

ICED 1992. International Conference on Water and the Environment - Dublin Statement and Report of the Conference

KHOURI J. - W.R. AGHA and A. AL DEROUBI 1986 "Water Resources in the Arab World and Future Perspectives" In proceedings of a symposium on Water Resources and Uses in the Arab World, Kuwait Feb. 17 - 21. In Arabic.

ROGERS PETER and PETER LYNDON 1994. Water in the Arab World - Perspectives and Prognoses. The Division of Applied Science - Harvard University.

WMO - UNESCO 1991 - Water Resources Assessment.

World Bank 1993 - Water Resources Management - A Policy Paper - Washington DC - The World Bank.

UNCED 1992 Agenda 21 - Final Report of the UN Conference on Environment and Development (UNCED). Rio de Janeiro.

Global Water Management Issues

Glenn E. Stout, President
International Water Resources Association
University of Illinois
Urbana, IL 61801

1. INTRODUCTION

In the early nineties, international water resources managers, technicians, engineers, scientists and financial experts in governments, universities and UN agencies recognized the need for water professionals to prepare for the forthcoming World Environmental Conference in Brazil in order to place water resources policy issues on the agenda.

The International Conference on Water and the Environment that took place in Dublin in January 1992 attracted some 600 water experts from around the world. Twenty-four UN agencies worked hard to ensure that water resources issues were well studied and discussed by the specialists who assembled at Dublin. The conference proceedings and their summary, the Dublin Statement, provide a valuable and timely overview of global water issues related to development.

The principle objective of the Dublin conference was to ensure that the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), which took place five months later in Rio in June 1992, would give proper emphasis to global water issues.

Unfortunately, UNCED failed to attach much priority or urgency to water issues. The freshwater chapter in Agenda 21, the core document emerging from UNCED, reflects no substantive inputs from the Dublin conference.

The world environmental concerns were focused on global warning, ozone depletion, biodiversity and forestry. Water issues were not defined as a high priority global environmental policy matter. This indicates that "water blindness", the syndrome explained by Malin Falkenmark, is likely to persist. The World Commission on Environment and Development (the Brundtland Commission), which first popularized "sustainable development" in 1987, overlooked global water issues. So, also, did UNCED.

To overcome the "water blindness", water experts in Dublin defined issues and recommended actions, which included the need for a superior institutional arrangement for follow-up and implementation. The Dublin Statement also called for decisions on water resources to be made at the lowest appropriate level. Recognizing that some water issues cannot be adequately resolved at the local, regional, or national levels, Dublin participants outlined the need for improved global mechanisms.

2. PROSPECTIVE FUNCTIONS AND ACTIVITIES OF A WORLD WATER COUNCIL

A global mechanism such as a World Water Council would build on and complement more extensive activities at the national and continental / regional levels. In line with the report of the Dublin Conference, three principal topics might be :

Raise and maintain the global profile of freshwater issues, to ensure sustained global commitment to resolving freshwater problems by :

- holding international conferences on water at regular intervals, perhaps every three years, in which critical water concerns, priorities, management principles, and means of implementation are identified and discussed;

- preparing and disseminating periodic reports and information on critical freshwater issues, aimed at high-level decision-makers and the public;

- facilitating and promoting the exchange of information on policies and activities relevant to water resources management, through international meetings and conferences and through the distribution of information products;

- through national committees, stimulating discussion and resolution of national water concerns and their relationship to broader global issues.

Provide sound advice and recommendations on diverse topics and issues essential to improved water management. Special commissions or committees could be created to deal with specific issues that are global or international in nature. Examples could include :

- recommendations concerning overall policies on water management, based on a global view of policies and practices at regional and national levels;

- promoting and enhancing the free exchange of information and data on water resources and their development;

- exploring transboundary water issues, beginning with an overview of international rivers, lakes and aquifers and highlighting those where potential competition for limited water resources, or continuing water quality degradation, appear most pressing;

- reviewing water-related activities and programs on international agencies and developing recommendations on how the implementation and coordination of such programs could be improved;

- undertaking studies with a view to formulating recommendations for dealing with critical issues related to water. Examples might include : management and use of transboundary waters; management of water resources in light of potential climate change; global flows of financial resources into freshwater management efforts; and technology adaptation for sustainable water development and use.

Provide an ongoing global review of the situation concerning that state and development of the world's water resources, and of efforts to improve the management of these resources, by :

- preparing a periodic overview of key trends in the condition and management of the world's water, and of progress in implementing the freshwater component of Agenda 21 of UNCED;

- developing and tracking trends in key indicators related to freshwater quantity, quality, management and use;

- communicating the results of these assessments, in an easily understandable manner, to decision makers concerned with freshwater and related issues at the national and international levels;

- providing periodic reviews of research results and suggesting needs for future research on priority topics.

3. POTENTIAL MEMBERSHIP AND STRUCTURE OF A WORLD WATER COUNCIL

There are models for global cooperation in other sectors. For example, the World Energy Council (WEC) comprises member committees from 91 countries. Membership of the national committees is decided by each country. The WEC secretariat has its offices in London. WEC's costs (principally for this secretariat) are met by subscriptions from national committees and by revenues from the international technical congress that takes place every third year.

Other examples of global coordination mechanisms include the World Food Council and the Water Supply and Sanitation Collaborative Council.

Based on our appreciation of these various models, we offer the following suggestions for consideration.

Membership of a World Water Council might comprise designated representatives from various constituencies with interest in the overall development and management of water resources, such as :

- national delegations (including members from the private and public sectors, from universities and research organizations, and from national water associations);
- international non governmental organizations and institutions;
- international development banks and funds;
- United Nations organizations;
- regional / continental water councils (as they may come into existence in the future).

Representatives would participate on behalf of their constituencies, not as individuals. This would mean that delegations would have to be formed and work out their positions in advance of council discussions. Similarly the representatives would be capable of implementing, in their own jurisdictions, recommendations agreed with others in the meetings of the World Water Council. This process of participation would deliberately cause delegations to link their own activities to those of the council.

The structure of a World Water Council could include :

- members' assembly (meeting every 2 - 3 years in conjunction with technical conferences);
- executive committee (appointed by the members' assembly and meeting perhaps annually or semiannually);
- standing and temporary committees, appointed by the members' assembly; and
- a small, permanent secretariat

Costs associated with participation in council activities would be the responsibility of each delegation.

The proposed structure of the council would involve some expenditures for the accommodation, salaries, and expenses associated with the small secretariat. Such expenditures, probably less than $2 million yearly, would have to be financed through subscriptions from the various members. Alternatively one or more donors might be persuaded to underwrite the secretariat's cost, at least for the initial few years of operation.

4. STATUS

During the IWRA VIII World Congress on Water Resources in Cairo on November 21-25, 1995 a special session was denoted to a series of presentations by Brian Grover, Asit Biswas, Gilbert White, Yahia Mageed, Guy LeMoigne, Madhav A. Chitale and Michael Jefferson. Representations of Water Supply and Sanitation Collaborative Council, a number of NCO water professional association leaders and many others discussed the pros and cons of a World Water Council. International Water Resources Association (IWRA) was asked to continue the dialogue and development of a World Water Council through the establishment of an Interim Founding Committee. The above panel members of the special session asked the retiring IWRA president Dr. M. Abu-Zeid to serve as the coordinator. The city of Montreal offered to host a meeting of an international organizational representatives which is now scheduled for March 31 - April 1, 1995.

5. CONCLUSION

Based upon extensive discussions during the VIII IWRA World Congress on Water Resources in Cairo, there is a strong case, which was initiated at Dublin, for the creation of a global organization such as a World Water Council. International Water Resources Association in cooperation with the Montreal International Conference Centre Corporation will explore the establishment of a World Water Council.

REFERENCES

GROVER, B., and BISWAS, A. K. "It's Time for a World Water Council", *Water International*, vol. 18, no. 2, 1993, pp. 81-83.

SUMMARIES OF THE WORKING CONFERENCE SESSIONS

J 1 13.03.95 Water Resources Development

Chairman : Mohamed Nasr Allam *Rapporteur :* Phil Johnson

Presentations

J. A. Allan	Water Deficits and Management Options for Arid Regions with Special Reference to the Middle East and North Africa
H. Wahby and Saud Al Harthy	Central Controlled Irrigation for Optimum Use of Water in Falaj Keed at Bahla (Oman)
R. W. Dutton	Towards a Secure Future for the Aflaj in Oman
Bob Rout	Social and Economic Aspects of Water Metering in the Sultanate of Oman
Abdullah S. Bazarra and J. Metzger	Experiences in Integrated Land and Water Management : Basic Issues and Lessons Learned
K. Foster and Martin Karpiscak	Residential Water Conservation: An Appropriate Technology for the Rapidly Developing Arabian Peninsula

Summary of Presentations

The keynote paper explored the problem of water deficits in the Middle East and North Africa and urged consideration of prioritizing by water use - drinking, domestic, industrial, agricultural - with particular attention to deficit reduction through agricultural demands. The need for governments to favour economic imperatives over historical rights and accept water allocation and reallocation policies was also discussed. Other presentations focused on maintaining and improving aflaj water systems as effective cooperative water management systems; specific attention was directed to Falaj Halban and Falaj Keed, both of which are examples of efficient, cooperative water resources management for common benefits.

Another presentation reviewed the results of borehole metering trials to improve control of usage and to lower costs in Oman. Residential water management through use of active management zones set up to achieve a balance between demand and available resources and, a study of integrated water and land management to improve agricultural production in the Nile Delta were also presented and discussed.

Recommendations

- Develop an allocation strategy that will balance resources and have economic production while supporting socio - political objectives.
- Determine the status of water importing and how it may be used in the future with regard to balanced use of resources.
- Consider water pricing in the future.
- Adopt the basic principles of Dutton's paper, particularly those dealing with organization and local liaisons as MWR policy.
- MWR should develop and promote regulations for metering for implementation on the Batinah Plain.

J 2 13.03.95 Agricultural Water Conservation I

Chairman : C. V. J. Varma *Rapporteur :* Khalil Abdel Gadir

Presentations

Roberto Lenton	Efficient Water Use in Agriculture : Recent Findings and New Innovations
W. Ray Norman	The Challenge of Small-Scale, Private-System Irrigation Development in the West African Sahel
D. W. DeBoer	Irrigation Technologies and Management for Water Conservation
Saud Al Harthy presented by *Duncan Storey*	Irrigation Development in Nejd, Southern Oman
E. Baqui presented by *Duncan Storey*	Soil Management Under Modern Irrigation Systems in Oman
Farida El-Hessy	Water Conservation in New Lands Using New Irrigation Systems

Summary of Presentations

The keynote address scanned findings and innovations of practical significance for improving the efficiency of water use in agriculture in arid countries, focusing on performance assessment, decision support systems, privatization, irrigation management transfer and water users' participation.

Characteristic differences between large and small scale irrigation development systems were reviewed with the conclusion that small-scale, private systems are the best option for the sustainable development of the Sahel region in West Africa.

An overview of recent developments in irrigation technologies and management practices that can be used to preserve fresh water was given; also presented was a new design concept that can provide varied irrigation depths along the one drip irrigation lateral.

There was an examination of the technical viability of desert irrigation based upon fossil groundwater. Uncertainties were reported in the model boundary conditions and calibration; consequently, model validation is thought to be important.

Arable soils in Oman were critically examined and soil texture improvement was proposed to enhance soil water retention in the effective root zone. There was presentation of a study to measure irrigation requirements and water use efficiency with the results indicating that sprinkler irrigation is more suitable for the new reclaimed sandy soils of Egypt.

Recommendations

- Research must take place in the field and in collaboration with implementing agencies.
- Research must focus on a wide range of technology.
- Irrigation managers must understand the soil / water / plant system and apply appropriate technologies to maximize water conservation.
- Pilot projects should be used to validate the predictions of non-regional well field models.

- Use of some traditional practices are recommended to improve water holding capacity (e.g. mixing of light texture soil of the basin with silt).

- Appropriate irrigation systems should be selected to meet a given set of conditions of soil type and cultivated crops.

J 3 13.03.95 Agricultural Water Conservation II

Chairman : Glenn Stout *Rapporteur :* Judith Hamilton

Presentations

Mustafa El-Haiba	Strategies to Meet Agricultural Water Demand in Arid Regions
W.E.I. Andah	Efficient Irrigation Water Use at Tono Irrigation Project in Ghana to Maximise Net Benefit
M. A. M. Ibrahim	Role of Irrigation Management on Water Parameters and Yield of Sugar Beet in Shallow Water Table Soils of Nile Delta
Ahmed M. Fathi	Water Consumptive Use and Crop Coefficient for Some Field Crops in Desert Sandy Soils Using Simple Field Volumetric Lysimeters
Riyadh Al-Soufi	A Contributing to the Management of Soil Salinisation in Arid Areas
Brigitte C. Delhuille	Ancient Irrigation (SAYL) and South Arabian Anthrosols in the Wadi Dura Valley (Yemen)

Summary of Presentations

This session included presentations on methods and strategies to improve irrigation efficiency and crop production in arid and semi-arid areas and methods of improving analysis of soils and water conditions. Irrigation regions and groundwater sources were shown, with the effects of drought bringing emphasis to the need to improve irrigation effectiveness and management to reduce the discrepancy between demand and supply.

The need for efficient irrigation water use to optimize net profit or net benefit models was discussed. The compilation of water requirements for optimizing yield and the need for proper management to maximize utilization of groundwater by crops was also considered.

Lysimeter installation and use in determining crop water requirements and crop coefficients for different values of evotranspiration was presented, as was a model and computer program to simulate water flow and salt transport in soils using trickle irrigation. An anlaysis of climatic conditions from an ancient irrigation system in the Wadi Dura Valley in Yemen was also presented

Recommendations

- It is very important in water management to utilize better methods of irrigation efficiency.
- Analysis of water use for various crops and land areas can aid in making the best use of scarce resources
- Computer programs which give a visual presentation of events can aid in describing conditions to water users as well as managers.

J 4 14.03.95 Hydraulic Structures I

Chairman : Mamdouh Shahin *Rapporteur :* Yu-Si Fok

Presentations

Th Strobl	Advanced Developments in Hydraulic Structures for Groundwater Recharging
G. J. Seus and H. Schmitz	Design Strategy for Groundwater Recharge Dams in Arid Countries
Reinhard Schmid and M. A. Al Battashi	Water Harvesting in the Mountains of Al Jabal Al Akhdar by Small Retention Dams
Nasser Al Muqbali and Reinhard Schmid	Design Features of Recharge Dams in the Sultanate of Oman
Fred Kaul	Investigation of Wadi Dayqah Potential for Storage Dams
Abbas Hazzouri	Water Harvesting Catchment and Construction Materials

Summary of Presentations

This session covered all aspects of recharge dams including a review of advanced developments of hydraulic structures for groundwater recharge dams. There was a focus on problems of controlling excessive seepage within earth and rockfill dams and effective methods of sealing.

There was discussion of flood frequency analysis and the use of small retention dams to conserve rainwater runoff. The potential for storage dams to preserve surplus flows in the Wadi Dayqah was also reviewed. The practice of using catchment systems for rainwater harvesting, and its direct relationship to food production in arid and semi arid regions was also presented.

Recommendations

none

J 5 14.03.95 Hydraulic Structures II

Chairman : Nasser Al Maqbali *Rapporteur :* Fatma Attia

Presentations

Abdin Salih	UNESCO - IHP Programs and their Links to Regional Problems
F. Attia, A. Fekry and E. Smidt	Artificial Recharge of Groundwater : A Tool for Egypt's Future Water Management
Mohamed Al-Chiblak	Studies and Experiments about the Stability of Asphalt Facing Used for Impermeability of Dams and Reservoirs in the Conditions of Arid Zones
Yu-Si Fok and Show-Shyuan Chu	Rainwater Harvesting : Varieties of Practical Applications for Arid Countries
Ali Mohsin, William O'Brien and Mike Bradford	Hydrotechnical Feasibility of Recharge in Eight Interior Catchments of Oman
Khalid A. A. Bakthir	Work of Road Protection from Floods and the Sultanate's Experience in This Field

Summary of Presentations

The general problem of water scarcity in the Arab region and potential future problems due to shared water resources was reviewed with emphasis on cooperation among countries in water resources management. There was discussion of the possibility of a regional water management project making use of satellite images now available in Saudi Arabia. Another presentation highlighted the major problem of water scarcity in Egypt and the need to combine artificial recharge, rainwater harvesting, water re-use and water retrieved techniques such as scavenger wells to attack the problem.

A model for analyzing the stability of dams in arid regions was discussed as well as methods of road protection from floods. A historic survey of rainwater harvesting, its requirements and methods was presented with a focus on its application in improving water resources management in arid and semi arid regions. A study of interior catchment areas in Oman including site selection, field tests, simulation and water balance was discussed.

Recommendations

A comprehensive evaluation of the economic feasibility of the proposed dams in the framework of overall basin management should be conducted.

J 6 15.03.95 Regional Water Management I

Chairman : Mustafa El-Haiba *Rapporteur :* Geoff Wright

Presentations

Yahia A. Mageed	Planning of Water Resources in Arid Regions
Walid Abderrahman	A Comprehensive and Computerized Water Management Plan for Irrigation Schemes in Saudi Arabia and Arid Regions
Abdullah Abdul Jabbar Hasan	Irrigation Water Resources in Republic of Yemen
Mohamed Nasr Allam	Central Well Field for Agricultural Developments in the Nejd, Oman
Remy de Jong	Aridity, Economic Development and Water Sector Management
W. Hundertmark and S. Al-Mamari	Efficient On-Farm Irrigation Management Under Typical Crop, Soil and Climate Conditions in Oman

Summary of Presentations

This session included discussions on water resources management and allocation on a wide range of scales international, national and local. On the supra-national scale, it was noted that there needed to be renewed efforts to quantify available resources, a re-evaluation of the food self-sufficiency strategy, efforts to reconcile competing demands for trans-boundary resources, increased emphasis on demand management, better institutional and legislative frameworks and long-term development of fossil groundwater resources. It was also noted that there needed to be a rigorous separation of water management institutions and water users and that, in order to achieve optimal water allocation, water should be treated as an economic commodity.

The general distribution of water resources in Yemen was also presented with particular attention to the overdrawing of groundwater resources due to lack of effective control. The plan to develop the large fossil resources of the Nejd aquifers in Oman, for irrigation order to relieve other overdrawn aquifers by transferring large scale fodder production was also discussed. It was noted that government controlled central wellfields are the preferred option.

A presentation showed how significant savings in water abstraction can be achieved on Omani farms by careful irrigation scheduling of water applications. Another presentation focused on a comprehensive and sophisticated set of computer programs which can be used for controlling irrigation water applications in Saudi Arabia, resulting in substantial savings in water abstraction.

Recommendations

- The use of fossil resources requires a well thought-out strategy which will allow reasonable use without too rapid a rate of depletion and unnecessary wastage.
- Efficient on-farm irrigation is desirable, but its real benefits need to be quantified, taking all aspects into account.
- Water sector management needs appropriate institutional organization
- Water must be treated as an economic commodity

J 7 15.03.95 Regional Water Management II

Chairman : Said Al Khamisi *Rapporteur :* Gordon Stanger

Presentations

Rashid Al Hamoud	Groundwater Management in Arid and Semi-Arid Regions of the Southwestern United States
H. Makni	Efficient Treatment of Wastewater in Tunisia
Marcus Chandler	Quality Control and Technical Analysis - Essential Components of a Successful Well Inventory
Richard Russell and Eric Golding	Controlling Unaccounted-For Water in Networks
Awad M. Bamoumin	Water Resources and Its Uses for Agricultural Development in Yemen
Geoff Bonney	Water Development Options for the Wadi Al Batha

Summary of Presentations

There was a broad ranging presentation contrasting water rights and management strategies in the southwestern United States as well as a very specific and highly technical application of water purification by filtration in Tunisia. One presentation detailed the case history of Wadi Hadramout, one of the largest drainage basins in Yemen, while another focused on the hydrological features and development issues of Wadi Al Batha. An overview of the quality control programme of the National Well Inventory of the Ministry of Water Resources in Oman was presented as well as a discussion of the problem of controlling unaccounted-for water in networks. The latter focused on the need to implement control systems and expand rehabilitation systems on the distribution network.

Recommendations

none

J 8 15.03.95 Regional Water Management III

Chairman : Yahia Abdul Mageed *Rapporteur :* Steve Poulter

Presentations

K. A. Edwards	Integrated Water Resources Development and Management
Alan H. Conley	The Evolution of Measures to Manage conflicts between Competing Users of Scarce Water Resources in South Africa
Stefan Klotzi	Shrinking Sea and Rising Conflict - Political Problems of Water Management in Post Soviet Central Asia
Manuel Schiffler	Economic Instruments for Water Demand Management in Arid Countries : Experiences from Jordan and Chile
Glenn Stout	Global Water Management Issues

Summary of Presentations

This joint session focused on both the global issue of water resources management as well as specific presentations on water management in Jordan, Chile, South Africa and Central Asia. It was noted that water resources management is a global problem, not one limited to arid regions, and requires the integration of technical, social, environmental, economic and political aspects for successful management. A new stochastic method for planning and management of water resource allocations to optimize usage and resolve conflict between competing users in South Africa was described. The vulnerability of central Asian states to water scarcity was discussed with the particular problem of the lack of cooperative approaches between neighbouring states and republics. The use of economic means, such as abstraction charges and trading of water rights, to shift water use from low to high value activities was also discussed. An introduction to the establishment of a World Water Council for global management of water resources was described in the closing paper.

Recommendations

Governments of arid and semi-arid countries with overdrawn water resources need to recognize the importance of demand management. Water shortage, uneconomic use and conflict between competing users can be successfully managed through the following three stages :

- Establish an effective system of water resource institutions.
- Develop a desirable conservation doctrine
- Incorporate economic instruments into policy (if socio-politically acceptable).

N 1 13.03.95 Hydrology

Chairman : Sayyid Barghash bin Ghalib Al Said *Rapporteur :* Fred Kaul

Presentations

Mamdouh Shahin	Aridity, Rainfall, Evaporation and Potential Evapotranspiration in the Arab Region
John Miller	HOMS : The WMO System for the Transfer of Hydrological Technology
S. Awadalla	Comparative Analysis of Field Data and Numerical Unsaturated Flow Model for Hada El Sham Station, Saudi Arabia
Mohamed Chebanne	An Experiment on Monsoon Precipitation Measurement in Dhofar Mountains
Duncan Storey	An Approach to Water Resources Assessment and Management Using an Integrated Catchment Model : A Case Study from Northern Oman
Gerhard Hoffman and Jürgen Rambow	Spatial and Temporal Rainfall Characteristics of the Wadi Al Jizzi Basin in Northern Oman

Summary of Presentations

The keynote paper stated the necessity of more efficient water use in this area due to two key facts, aridity and population increase. There is a need for better quality hydrometric data, and more up-to-date methods of analysis. It was also urged that there needs to be a commitment to extensive arid region research, more use of radar and satellite data for precipitation, water use-vegetation growth models for evaporation / evapotranspiration, and a regional research centre to collect and process hydrometeorological data for Arab Region countries.

WMO's system for transfer of hydrological technology among the 119 participating countries, Hydrological Operational Multipurpose System (HOMS) was discussed.

A numerical model developed to solve the unsaturated flow equation using the finite difference technique, including field studies which verified the predictive capability of the model, was presented. In addition, results of studies in Southern Oman on the significant contribution of Khareef monsoon fog to the water resources of that region were presented and discussed.

Two other studies in northern Oman were also discussed, one dealing with an integrated catchment model which developed an 18 year historic sequence of surface water and groundwater conditions, another studying the differences between summer and winter storm types in terms of spatial and temporal characteristics over a 12-year period.

Recommendations

none

N 2 13.03.95 Hydrogeology

Chairman : Aley Al Marjebi *Rapporteur :* Ali Gharbi

Presentations

Farouq El-Baz	Utilizing Satellite Images for Groundwater Exploration in Fracture Zone Aquifer
Eman Al Awadi	Hydrogeology of the Damman Formation in Umm Gudair Area, Kuwait
Kamal Hefny	Groundwater Sustainable Development in the Nile Delta Desert Fringes, Egypt
Wolfgang Wagner	Groundwater with Low Salinity in the Dry Regions of Western Asia, Hydrochemical Aspects
N. A. Al Ansari	Utilization of Groundwater for Agricultural Activities, South Nukhaib Area, Western Desert (Iraq)
Steve Poulter	Regional Monitoring of Unconfined Aquifers

Summary of Presentations

The lead presentation focused on the usefulness of geomorphic interpretations of satellite images in detecting fracture zone aquifers which constitute an important source of groundwater in arid and semi-arid countries. Another study centered on results of an investigation of the Dammam Formation (Kuwait) and its division into three parts, each with its own listography, porosity, permeability, hydrogeology and hydrochemistry.

Other presentations covered the use of groundwater flow in agricultural activities in western Iraq as well as a study of low salinity groundwater in relation to the hydrogeology and hydrochemistry of aquifers in the arid regions of western Asia.

A simple method, described as the water table index, used to present regional water data for unconfined aquifers in northeast Oman was introduced; a groundwater model used to evaluate four different development scenarios in the Nile Delta desert ranges in Egypt was also reviewed.

Recommendations

- An association of Arab hydrogeologists should be created in order to exchange ideas and experiences.

N 3 14.03.95 Groundwater Recharge

Chairman : Ahmed Al Ghafry *Rapporteur :* Graham Smith

Presentations

J. W. Lloyd	The Reality of Recharge in Semi-Arid and Arid Areas
Phillip Macumber	Freshwater Lenses in the Hyper-Arid Region of Central Oman
Gordon Stanger	Arid Zone Recharge Processes with Particular Reference to Mass Balance and Isotope Estimation
H. S. Wheater	A Water Resources Simulation Model for Groundwater Recharge Studies
R. Lakey	Groundwater Recharge Processes, Eastern Batinah, Oman

Summary of Presentations

This session included a review of recharge in the context of groundwater resources, including direct and indirect recharge mechanisms and assessment procedures. Results of field investigations in central Oman where freshwater lenses overlie the brackish / saline regional groundwater were discussed as well as an analysis of wadi flow, rainfall and water level data for the South Batinah coastal area and is implication for groundwater recharge. A water resources simulation for use in evaluating the impact of recharge dams was presented as well as a study of the variability of recharge and preferred use of a basin - wide chemical mass - balance approach.

Recommendations

- There should be further research into physical processes to improve precision of many of the parameters used in model simulations.
- There should be extended use of isotope and chemical mass - balance studies.

N 4 14.03.95 Saline Intrusion

Chairman : Zahir Al Suleimani *Rapporteur :* Bryan Eccleston

Presentations

Abdelwahab M. Amer	Saltwater Intrusion in Coastal Aquifers
Neil Milligan and Ali Gharbi	Groundwater Management on Salalah Plain
Abdu Shata	Management of the Shallow Aquifer Systems in Some Coastal Desert Areas
M. Belaid	Seawater Intrusion into a Quaternary Aquifer West of Tripoli, Libya
Robin Herbert	The Control of Saline Intrusion by Scavenger Wells
Abdelwahab M. Amer	Saltwater Intrusion in Multilayer Aquifer

Summary of Presentations

Presentations included a wide range of methodologies of dealing with saline intrusion in many countries, including several studies with similarity of problems and detailing some innovative approaches. Specific studies included a review of groundwater resources and distribution on the Salalah Plain in Oman, including several flow and solute modelling methods; the Mediterranean Coast where the saline intrusion problem is so severe that traditional methods of water abstraction and utilization have been abandoned, in fact, the severe lowering of hydraulic gradients all along the coast, and especially near Tripoli, has resulted in mobilization of sea water into the coastal aquifers. The use of scavenger wells in abstraction of fresh groundwater layered on saline water was discussed as well as a review of saline intrusion into the multi-layer aquifers of the Nile delta and the coastal areas of Egypt, with attention to the use of modelling technology and its application in predictions for the delta situation.

Recommendations

- There is an urgent need to apply efficient agricultural methods to optimise resources.
- Well-established methods of brackish water use in agricultural land should be introduced.
- Use of dual-abstraction scavenger wells, which permit not only saline intrusion by re-establishing groundwater gradients but also produce saline water which can be used for fish culture, should be introduced.

N 5 14.03.95 Hydrologic Modelling

Chairman : John Miller *Rapporteur :* Richard Lakey

Presentations

G.H. Schmitz and G.J. Seus	A Stochastic - Conceptual Approach for Modelling Hydrologic Phenomena in Arid Regions
Gamal I. Allam and Allam	Geographic Information Systems and Expert Systems for Hydrologic *Mohamed N.* Modelling of Watersheds in Arid Regions
Gamal M. Abdo	The Use of Numerical Models and Optimisation Techniques for Aquifer Management
Madhulika Singh and Sid Ali Cherchali	Vegetation Change Detection and GIS Input into Groundwater Modelling - An Integrated Approach
Nabil Zaghloul	Application of the SWMM Model to Urban Areas in Kuwait

Summary of Presentations

Most of the presentations noted the severe constraints on model development and capability of simulating catchment processes correctly imposed by data limitations. Hydrologic response in arid and semi-arid zones tends to be dominated by extremes unlike that in temperate zones. Models should be kept relatively simple. It was also noted that GIS systems have computational limitations.

Recommendations

- It must be clearly noted that the reliability and predictive capability of all models is a function of the adequacy of the data upon which each model is based.
- Government organizations responsible for data collection will need to give more consideration to modelling data requirements in designing data networks for areas where hydrologic modelling can be envisaged.

N 6 15.03.95 Desalination and Brackish Water Utilization

Chairman : Gaafar Al Shaikh *Rapporteur :* Mohsin Hanna

Presentations

O. K. Buros	Cost Effective Implementation of Water Resource Technologies in Arid Areas
R. H. Al Dabbagh	Water Resources and the Technology of Desalination in the Arid Regions
T. Sajwani and R. J. Lawrence	Small Desalination Plants in Rural Communities in Oman
Jack Coe and W. Everest	Brackish Groundwater Reclamation in Southern California
T. Pancratz and D. C. Ciszewshi	Desalinated Water Production from Saline Groundwater Saturated with Calcium Sulfate
Leon Awerbuch and Adil Bushnaq	Desalination and Its Role in the Gulf

Summary of Presentations

All presentations focused on the challenge of desalination in arid areas in providing water resource development. The importance of the type of water and leakage control was noted as well as the importance of water pricing as a tool for cost effective implementation of water resources development. Experiences of desalination technologies and environmental impact of desalination plants was reviewed. Experiences of reclamation of brackish groundwater and saline water saturated with calcium sulphate were also presented. Desalination experiences throughout the Arab world were reviewed.

Recommendations

- There should be more conferences on desalination arranged, preferably on a smaller scale than this one.
- The proceedings of every major water conference in the world should be obtained and reviewed

N 7 15.03.95 Wastewater Re-use

Chairman : Walid Abdurrahman *Rapporteur :* Isam Mohamed Abdel-Majid

Presentations

Hillel Shuval	Optimizing Wastewater Recycling and Re-use as a Sustainable Water Resource in Arid Countries
Maniya Tarad	Microbiological Aspects of Artificial Groundwater Recharge with Treated Wastewater
Moncef Rekaya	Groundwater Artificial Recharge by Treated Wastewater in Tunisia
M.O. Khan and R.W. Fuggle	Beneficial Re-use of Oil Contaminated Water in Oman
Bianca Jiminez	Evaluation of Potential Re-use of Wastewater in Mexico

Summary of Presentations

During this session, wastewater re-use and reclamation was advocated for Middle East countries with emphasis on realistic and appropriate health standards. Two interesting studies in Tunisia were also discussed; one dealing with use of activated sludge effluent to artificially recharge groundwater, the other injecting wastewater for groundwater recharge.

Another study presented a summary of the technology for treatment of produced water (fossil water from the oil formations and water injected to assist recovery of oil from wells). A final paper dealt with the options and costs of domestic wastewater treatment and re-use in arid and semiarid regions with emphasis on the importance of establishing a master plan for re-use.

Recommendations

From the pattern of papers discussed in this session and the wealth of information gathered, the following points emerged :

- Water shortages in the Middle East countries, and particularly in Oman, may be lessened through wastewater reclamation and re-use potentialities.
- Potential wastewater sources for re-use options include :
  - domestic wastewater
  - produced water (fossil water from the oil formations and water injected to assist recovery of oil from wells).
- There is a need to establish a national master re-use plan for the country for different types of uses. This would help in effective long term planning and management of wastewater effluent. This may be introduced within the national environmental strategy.
- Main re-use fields include agricultural irrigation, industrial and nonpotable re-use such as irrigation of greenbelts, athletic fields and courses, parks and lawns, public gardens, groundwater recharge and recreational areas and facilities.
- There is a need for introduction of extra sewerage systems and infrastructure and construction of more wastewater treatment works to collect wastewater for re-use.

- Use of individual home wastewater plants, small sewage treatment plants, (e.g. septic tanks) ought only to serve on temporary basis, preceding construction of central treatment units.

- Costs of re-use, recycling and reclamation of wastewater need to be based on additional costs associated with treatment, storage and transportation of wastewater above and beyond costs of environmentally safe disposal. These extra costs ought to be paid by the re-use body.

- Cost-benefit relationships must include public health issues.

- Formulation of health guidelines for wastewater re-use must be based on local epidemiological studies and research findings in collaboration with regional and international guidelines.

- Sludge use for fertilizing crop land needs to be encouraged.

- Water tariffs ought to include price of sewerage and wastewater treatment in urban fringes and in areas where the system functions.

- A research institution is recommended to be established in the Sultanate. The centre would shoulder problem-solving in fields of water, wastewater and general environmental issues. Close collaboration with existing institutions, universities, and units is vital for its successful operation.

- Artificial recharge projects in the Sultanate need to be evaluated for augmenting operation, function and maintenance.

- More research is required to estimate degree of groundwater pollution through recharge projects and through infiltration from sewage treatment units.

- Results of injection of wastewater effluent in deep aquifers seems promising especially under controlled processes. Testing this method in Oman will help in defining the best injection procedure in terms of flow rate, residence time and design of injection basins.

APPENDICES

Appendix A - Final Conference Programme

DAY 1: 13/3/1995

0900 - 0930 hours Opening Ceremony
0930 - 1000 hours Opening Exhibit Area and VIP Walk Through
1000 - 1030 hours Reception / Refreshment Break

J 1 Water Resources Development 0830 - 1200 hours	Chairman: Mansoor Kazi Ali Rapporteur: Peter Scott
J A Allan (UK)	Water Deficits and management options for Arid Regions with Special Reference to the Middle East and North Africa (Lead)
H. Wahby, Eng. S. Al-Harthy (Oman)	Central Controlled Irrigation System for Optimum Use of Water in Falaj Keed at Bahla, Oman Interior
R. W. Dutton (UK)	Towards a Secure Future for the Aflaj in Oman
Bob Rout (Oman)	Social and Economic Aspects of Water Metering in the Sultanate of Oman
Abdallah S Bazaraa & J. Metzeger (Egypt)	Experiences in Integrated Land and Water Management: Basic Issues and Lessons Learned
K Foster & M Karpiscak (USA)	Residential Water Conservation: An Appropriate Technology for the Rapidly Developing Arabian Peninsula

N 1 Hydrology 1030 - 1200 hours	Chairman: Sayyid Gulgush bin Ghalib Al Said Rapporteur: Fred Kaul
Mamdouh Shahin (Netherlands)	Aridity, Rainfall, Evaporation and Potential Evapotranspiration in the Arab Region (Keynote)
J Miller (UN/WMO)	HOMS: The WMO System for the Transfer of Hydrological Technology
S Awadalla, M E Kiwan & M Abdul Razzak (Saudi Arabia)	Comparative Analysis of Field Data and Numerical Unsaturated Flow Model for Hada El Sham Station, Saudi Arabia
M Chebaane & Salim Ahmed Alesh (Oman)	An Experiment on Monsoon Precipitation Measurement in Dhofar Mountains
Duncan Storey, Tim Hannan & Marianne Glyn (Oman)	An Approach to Water Resources Assessment and Management Using an Integrated Catchment Model: A Case Study from Northern Oman
G. Hofmann and J. Rambow (Oman)	Spatial and Temporal Rainfall Characteristics of the Wadi Al Jizzi Basin in Northern Oman

1300 - 1430 hours Buffet Lunch

J 2 Agricultural Water Conservation I 1430 - 1610 hours	Chairman: G.E.I Vines Rapporteur: M.S. Al-...
R Lenton (Sri Lanka)	Efficient Water Use in Agriculture: Recent Findings and New Innovations (Keynote)
W Ray Norman (Oman)	The Challenge of Small-Scale, Private-System Irrigation Development in the West African Sahel
D W DeBoer, H D Werner & J Y T Hung (USA)	Irrigation Technologies and Management for Water Conservation
Saud Al Harthy, R A F Farbridge & AJ Wyness (Oman)	Irrigation Development in Nejd, Southern Oman
E. Baqui (Oman)	Soil Management Under Modern Irrigation Systems in Oman
Farida El-Hessy (Egypt)	Water Conservation in New Lands Using New Irrigation Systems

N 2 Hydrology 1430 - 1610 hours	Chairman: Ailsa Allaby Rapporteur: A. Sparkes
Farouk El-Baz (USA)	Utilizing Satellite Images for Groundwater Exploration in Fracture Zone Aquifers (Lead)
Eman Al-Awadi & A Mukhopadhyay (Kuwait)	Hydrogeology of the Dammam Formation in Umm Gudair Area, Kuwait
Kamal Hefny & Akram Fekry (Egypt)	Groundwater Sustainable Development in the Nile Delta Desert Fringes, Egypt
W Wagner (Germany)	Groundwater with low salinity in the dry Regions of Western Asia, Hydrochemical Aspects
N A Al-Ansari, B R Hijab & A M Al Shamma'a (Iraq)	Utilisation of Groundwater for Agricultural Activities, South Nukhaib Area, Western Desert (Iraq)
Steve Poulter (Oman)	Regional Monitoring of Unconfined Aquifers

DAY 2: 14/3/1995

J 3 Agricultural Water Conservation II 0830 - 1030 hours	Chairman: Glenn Steel Rapporteur: Judith Rainbird
Mustafa El Haiba (Sudan)	Strategies to Meet Agricultural Water Demand in Arid Regions (Lead)
W E I Andah (Ghana)	Efficient Irrigation Water Use at Tono Irrigation Project in Ghana to Maximise Net Benefit
M A M Ibrahim, M M Ibrahim, S A Gaheer & S M Ismail (Egypt)	Role of Irrigation Management on Water Parameters and Yield of Sugar Beet in Shallow Water Table Soils of Nile Delta
Ahmed Mohd Fathi (Egypt)	Water Consumptive Use and Crop Coefficient for some Field Crops in Desert Sandy Soils Using Simple Field Volumetric Lysimeters
Riyadh W Al-Soufi (Finland)	A Contribution on the Management of Soil Salinisation in Arid Areas
B C Delhuille & P Gentelle (France)	Ancient Irrigation (SAYL) and South Arabian Anthrosols in the Wadi Dura Valley (Yemen)

N 3 Groundwater Recharge 0830 - 1030 hours	Chairman: Ahmed Al Ghafri Rapporteur: Graham Smith
J W Lloyd (UK)	The Reality of Recharge in Semi-Arid and Arid Areas (Keynote)
Philip G. Macumber (Oman)	Freshwater Lenses in the Hyper-Arid Region of Central Oman
Gordon Stanger (Australia)	Arid Zone Recharge Processes with Particular Reference to Mass Balance and Isotope Estimation
H S Wheater, T Jolley & D Peach (UK)	A Water Resources Simulation Model for Groundwater Recharge Studies
R Lakey , P. Easton, & Al Hinai (Oman)	Groundwater Recharge Processes, Eastern Batinah, Oman

1030 - 1100 hours Morning Refreshment Break

J 4 Hydraulic Structures I 1100 - 1300 hours	Chairman: Abdelwahab Amer Rapporteur: Ali S. Bait
Th Strobl (Germany)	Advanced Developments in Hydraulic Structures for Groundwater Recharging (Lead)
Gunther J Seus & H Schmitz (Germany)	Design Strategy for Groundwater Recharge Dams in Arid Countries
Reinhard Schmid & M A Al Batashi (Oman)	Water Harvesting in the Mountains of Al Jabal Al Akhdar by Small Retention Dams
Nasser Al Muqbali, R. Schmid (Oman)	Design Features of Recharge Dams in the Sultanate of Oman
Fred Kaul (Oman)	Investigation of Wadi Dayqah Potential for Storage Dams
Abbas Hazzouri (Syria)	Water Harvesting Catchment and Construction Materials

N 4 Saltwater Intrusion 1100 - 1300 hours	Chairman: Zahir Al Sulaimani Rapporteur: Bryan Richardson
Abdelwahab M Amer (Egypt)	Saltwater Intrusion in Coastal Aquifers (Lead)
Neil H Milligan & Ali Gharbi (Oman)	Groundwater Management on Salalah Plain
Abdu A Shata (Egypt)	Management of the Shallow Aquifer Systems in some Coastal Desert Areas
M. Belaid (Libya)	Seawater Intrusion into a Quaternary Aquifer West of Tripoli Libya
J J Van Wonderen, C R C Jones, R Herbert & R Shearer (UK)	The Control of Saline Intrusion by Scavenger Wells
Mohsen M Sherif & Abdelwahab M Amer (Egypt)	Saltwater Intrusion in Multilayer Aquifers

1300 - 1430 hours Buffet Lunch

DAY 2: 14/3/1995 - Cont'd

J 5 Hydraulic Structures II 1430 - 1630 hours	Chairman: Nasser Al Maqbali Rapporteur: Fatma Attia
Abdin Salih (UNESCO)	UNESCO - IHP Programs and their Links to Regional Problems (Lead)
F. Attia, A. Fekry & E. Smidt (Egypt)	Artificial Recharge of Groundwater: A Tool for Egypt's Future Water Management
Mohd Al-Chiblak (Syria)	Studies and Experiments about the Stability of Asphalt Facing Used for Impermeability of Dams and Reservoirs in the Conditions of Arid Zones
Yu-Si Fok and Show-Chyuan Chu (USA)	Rainwater Harvesting: Varieties of Practical Applications for Arid Countries
Ali Mohsin, William O'Brien and M. Bradford (Oman)	Hydrotechnical Feasibility of Recharge Dams in 8 Interior Catchments of Oman
Khalid A A Bakthir (Oman)	Work of Road Protection from Floods and the Sultanate's Experience in this Field

N 5 Hydrologic Modelling 1430 - 1630 hours	Chairman: John Gale Rapporteur: Richard Lowry
G H Schmitz & G J Seus (Germany)	A Stochastic-Conceptual Approach for Modelling Hydrologic Phenomena in Arid Regions
Gamal Ibrahim Allam & Mohd. Nasr Allam (Egypt)	Geographic Information Systems and Expert Systems for Hydrologic Modelling of Watersheds in Arid Regions
Gamal Murtada Abdo (Sudan)	The Use of Numerical Models and Optimisation Techniques for Aquifer Management
Madhulika Singh & Sid Ali Cherchali (Oman)	Vegetation Change Detection and GIS Input into groundwater Modeling- An Integrated Approach
Nabil Zaghloul (Kuwait)	Application of the SWMM Model to Urban Areas in Kuwait

2000 hours Banquet Palm Garden

DAY 3: 15/3/1995

J 6 Regional Water Management I 0830 - 1030 hours	Chairman: Mustafa El Harba Rapporteur: Geoff Wright
Yahia A Mageed (Sudan)	Planning of Water Resources in Arid Regions (Keynote)
Walid Abderrahman (Saudi Arabia)	A Comprehensive and Computerized Water Management Plan for Irrigation Schemes in Saudi Arabia and Arid Regions
Abdullah Abdul Jabar Hasan (Yemen)	Irrigation Water Resources in Republic of Yemen
Mohamed N Allam (Oman)	Central Well Field for Agricultural Developments in the Nejd, Oman
Remy De Jong (France)	Aridity, Economic Development, and Water Sector Management
W. Hundertmark & S.Al Mamari (Oman)	Efficient On-Farm Irrigation Management Under Typical Crop, Soil and Climate Conditions in Oman

N 6 Desal and Brackish W. Utilization 0830 - 1030 hours	Chairman: Gabor A Stocks Rapporteur: Mohsin Hamed
O K Buros (USA)	Cost Effective Implementation of Water Resource Technologies in Arid Areas (Keynote)
R H Al-Dabbagh (Iraq)	Water Resources and the Technology of Desalination in the Arid Regions
Taher Sajwani & Robert J Lawrence (Oman)	Small Desalination Plants in Rural Communities in Oman
Jack J Coe & W. Everest (USA)	Brackish Groundwater Reclamation in Southern California.
T Pankratz & D C Ciszewski (USA)	Desalinated Water Production from Saline Groundwater Saturated with Calcium Sulfate
Leon Awerbuch & Adil Bushnaq (USA)	Desalination and its Role in the Gulf

1030 - 1100 hours Morning Refreshment Break

J 7 Regional Water Management II 1100 - 1300 hours	Chairman: Said Al Khamisi Rapporteur: Gordon Stringer
Rasheed Al Hamoud & James E Jonish (USA)	Groundwater Management in Arid and Semi-Arid Regions of the Southwestern United States
H Makni & F Brissaud (Tunisia)	Efficient Treatment of Wastewater in Tunisia
Marcus Chandler & Ali Abri (Oman)	Quality Control and Technical Analysis - Essential Components of a Successful Well Inventory
T. Sajwani, S Al Nabhani, R P Russel & J Golding (Oman)	Controlling Unaccounted For Water in Networks: The Best Method
Awad Mubarak Bamoumin (Yemen)	Water Resources and its Uses for Agricultural Development in Yemen
***Geoffrey Bonney, W O Suttie & T Helmi* (Oman)**	*Water Development Options for the Wadi Al Bat'ha*

N 7 Wastewater Reuse 1100 - 1300 hours	Chairman: Walid Abderrahman Rapporteur: Essam Abdulmagid
Hillel Shuval (Israel)	Optimizing Wastewater Recycling and Reuse as a Sustainable Water Resource in Arid Countries (Lead)
Maniya Tarad (Tunisia)	Microbiological Aspects of Artificial Groundwater Recharge with Treated Wastewater
M Rekaya & A Plata Bedmar (Tunisia)	Groundwater Artificial Recharge by Treated Wastewater in Tunisia
M.O. Khan & R W Fuggle (UK)	Beneficial Reuse of Oil Contaminated Water in Oman
B. Jimenez & I. Navarro (Mexico)	Evaluation of Potential Reuse of Wastewater in Mexico

1300 - 1430 hours Buffet Lunch

J 8 Regional Water Management III 1430 - 1630 hours	Chairman: Yahia Abdul Majid Rapporteur: Steve Poulter
K A Edwards (UNEP)	Integrated Water Resources Development and Management (Keynote)
Alan H Conley (South Africa)	The Evolution of Measures to Manage Conflicts between Competing Users of Scarce Water Resources in South Africa
Stefan Klotzli (Switzerland)	Shrinking Sea and Rising Conflict - Political Problems of the Water Management in Post Soviet Central Asia
Manuel Schiffler (Germany)	Economic Instruments for Water Demand Management in Arid Countries: Experiences from Jordan and Chile
***Glenn Stout* (IWRA)**	Global Water Management Issues

1630 - 1700 hours Closing Session and Summary

NOTE: The speakers are requested to meet with their sesson chairmen 15 minutes before the start of the session. The meetings will be convened in the same session's venues.

Appendix B - List of Participants

OVERSEAS

Abdo Gamal
Civil Engineering Department, University of Khartoum, P. O. Box 321, Khartoum, Sudan
Telex No: 220 51 ESC OM SD

Abdul Jabar Abdullah
Nasir's Faculty of Agricultural Sciences, Al-Hawtah, Lahej - University of Aden, Republic of Yemen
967-2-343123

Abdurrahman Walid
Head, Water Resources Dev. Sectio
King Fahad University of Petroleum & Minerals
P. O. Box 493, Dhahran - 31261
Saudi Arabia
966-3-860-2266

Abo Mayla Yousef Salah Khalil
C/o. UNESCO, 8, Sh, Abdel Rahma Fahmy (ex-Salamlek), Garden City, Cairo, Egypt
202-354 52 96 (c/o.Prof Abdin Salih)

Ahmed Akram Mohd Fekry
Research Institute of Channel Maintenance, National Water Research Centre, El Kanater, El-Khairiya, Kalubeia, Egypt
,202-2189597

Aigho Ferial
University of Tishreen, Faculty of Civil Engineering, P.O. Box 395
Lattakia - Syria
963 41 230 372

Al Aidrous Kamal
National Drilling Company, NDC - USGS, P.O. Box 15287, Al Ain, U.A.E.
791 3 612 606

Al Ajmi Rashid Mohamed
Director, Ministry of Electricity and Water, 12, Al Safat, P.O. Box 13001, Kuwait
(00965) 4888 1466

Al Awadi Abdul Rahman
Ministry of Electricity and Water, P.O. Box 1672, Dubai, U.A.E.
690064

Al Awadi Eman
Hydrology Department, Kuwait Institute for Scientific Research
P.O.Box 24885, 13109 Safat
KUWAIT
965 484 6891

Al Chiblak Mohammed
Associate Professor, Damascus University, P.O. Box 5754, Damascus, Syria
2246730

Al Haiba Mustafa
Arab Organisation for Agriculture Development St. No. 7, Al-Amarat, Khartoum, SUDAN
249-11-451402

Al Hessy Farida Abdel Mageed
6, Zoghla Street, Sahel, Cairo, Egypt
202 21 89 561

Al Hamoud Rasheed
Texas Tech. University, Box 41036, Lubbock, Texas 79409-1036, USA
806-742-1954

Al Hussein Oukbab
Ministry of Public Works and Construction, Directorate of Water Dept, 164 Al Mariyam, Hassan II Street, Bin Suleiman, Morocco
212 3 29 09 99

Al Jam Mohammed Sagar

Al Majed E. H., Director
Regional Office for Asia & South West Pacific, WMO, 41 Gluseppe - Motta, Case Postale No. 2300, CH - 1211, Geneva 2
41 22 734 2326

Al Muta'awa Mubarak Jasim
Assistant Secretary, Ministry of Electricity and Water, 12, Al Safat, P.O. Box 13001, Kuwait
(00965) 4888 1466

Al Mutawa'a Abdul Alla Mohamed
Ministry of Electricity and Water, P.O. Box 1672, Dubai, U.A.E.
690064

Al Noon Khamees Ahmed
Ministry of Electricity and Water, P.O. Box 1672, Dubai, U.A.E.
690064

Al Soufi Mohamed Abdel Karim

Al-Ansari Nadhir
Iraqi Scientific Society for Water Resources, P. O. Box 2245, Jadiriya, Baghdad, IRAQ
Telex : 2540 NEW TRACO IK

Al-Dabbagh Riyadh
Mustansiriya University, Office of the President, P.O. Box 14022, Baghdad, IRAQ

Al-Soufi Riyadh
Helsinki University of Technology
Konemiehentie 2, Espoo SF-02150
Finland
Fax : 3580-451 3836

Allam Gamal Ibrahim Yousef
28B, El Zahraa Street, Apartment # 13, Deglah, New Maadi, Maadi, Cairo, Egypt

Allan John Anthony (Tony)
School of Oriental & African Studies
University of London
Thornhaugh Street, Russell Square
London WC1H OXG, U. K
44-71-436 3844

Amer Abdel Wahab
Irrigation & Hydraulics Dept., Faculty of Engineering, Cairo University, Giza, Egypt
202-572-3486

Andah W. E. I.
Water Resources Research Institute (CSIR), P.O. Box M-32, Accra, Ghana
233-21-777 170

Attia Fatma Abdel Rahman
Director Research Institute fo Groundwater, Water Researc Center Building, El Kanater, E Khairiya
Egypt
202 2188 729

Awadallah Salah Uddin
Dept. of Hydrology & Water Resources Management, King Abdulaziz University,
P.O. Box 9034, Jeddah 21314,
Kingdom of Saudi Arabia

Awerbuch Leon
BECHTEL Power Corporation
P.O. Box 2661, 230 Al Nasr Street, Suite 1601, Abu Dhabi, U.A.E.
971-2-316872

Bamoumin Awad Mubarak
Nasir's Faculty of Agricultural Sciences, Al-Hawtah, Lahej - University of Aden, Republic of Yemen
967-2-343123

Bazaraa Abdullah Sadik, Professor,
Dept of Irrigation and Hydraulics,
Cairo Univeristy, Faculty of Engineering, Irrigation & Hydraulics Dept, Orman, Giza - Egypt
202 572 3486

Belaid Mohamed Naser
P. O. Box 6432, Andalus,
Tripoli, Libya
218-21-333 0501

Burke Patricia
International Desalination Association (IDA), P.O. Box 387,
Topsfield, MA 01983, USA
508-356-9964

Buros Oscar Krisen
CHIS EPT
CH2M Hill International Services,
1919 Pennsylvania Avenue, Suite 206, Washington DC 20006, USA
202-835-1463

Bushnak Adil
International Desalination Association (IDA), P.O. Box 387,
Topsfield, MA 01983, USA
508-356-9964

Chadha D K
General Manager (GT)
RITES (Govt. of India Enterprise)
Bajaj House, 97 Nehru Place
New Delhi - 110019. India
91-11-6434 986

Choubey R N
RITES, Bajaj House, Nehru Palace,
New Delhi, India
9111-64-34 986

Coe Jack
Boyle Engineering Corporation
1501 Quail Street, P.O.Box 7350
Newport Beach, California 92658-7350, USA
818-333-1708

Conley Alan, Chief Engineer:
Strategic Planning, Department of Water Affairs. Republic of South Africa, Private Bag X313, Pretoria, 0001, South Africa
27 12 323 2123

Coque-Delhuille Brigitte
Professeur à l'Université de Pari VII,
42, Avenue Alphonse Cherrier,
92330 - SCEAUX, FRANCE
33 1 45 07 58 30

Csepreghy Eugene
c/o Russian Embassy
Sultanate of Oman

Daarwish Madiha Moustafa Hassan
Groundwater Research Institute,
Water Research Center, El-Kenater,
El-Khairiya, Egypt
202-2188729

Dahl Dennis A.
International Conference Advisor
1301 Broadmoor Drive
Champaign, Illinois - 61821
U.S.A.
Tel : 217-359-5909

De Jong Remy
GTZ - PAS, P.O.Box 926238
Amman, JORDAN
962-6-683402

De Kete Laere Dirk
Co-ordinator, Water Studies,
University of Malta, Mediterranean Institute, MSIDA, Malta
356-336450

De Boer Darrell
Professor, Agricultural Engineering Department, College of Engineering
Agricultural Engineering Dept,
Box 2120, South Dakota State University, Brookings, SD 57007-1496, USA
605-688 4917

Dutton Roderic, Director
Centre for Overseas Research and Development, University of Durham, Science Laboratories,
South Road, Durham, England DH1 3LE, U. K.
44-91-374-2495

Edwards Kenneth Anthony
Senior Advisor - UNEP
P.O. Box 30552, Nairobi, Kenya
254-2-217 119

El-Baz Farouq
Director, Center for Remote Sensing
Boston University, Boston
MA 02215, U. S. A
617-353 3200

Elagib Nadir
Department of Civil & Architectural Engineering, University of Bahrain,
P.O. Box 32038, State of Bahrain
973 4111 09 or
973 686 300

Fahim Mishaal A.
SIDMAS Ltd.
P.O. Box 52816, Riyadh 11573,
Saudi Arabia
966-1-4980902

Fathi Ahmed
Prof. of Soil & Water Science
Faculty of Agriculture
University of Alexandria
Alexandria, Egypt
203-5972-780

Fjed Nils , Research Fellow,
WFED, P.O. Box 1140, Blindern,
N-0317, Oslo, Norway
47-22-85-81-72

Fogel Martin
Advisor, Climatology/Hydrology
JECOR, P. O. Box 8638, Jeddah
Saudi Arabia 21492
966 2 691 7004

Fok Yu-Si
Department of Civil Engineering
University of Hawaii
Holmes Hall 383, 2540 Dole Street
Honolulu, Hawaii 96822, U.S.A.
808-956-5044

Fricke Michael
Lange Street 118, D-33014 Bad
Driburg, Germany
49-30-390-73-30

Ghosh Debindra
311-D, Jawahar Nagar
LBS Marg, Ghatkopar (W)
Bombay 400 086, INDIA
Telephone :
515 2566 or 512 86 02

Hamid Amna Ahmed
National Research Centre, National
Remote Sensing Centre, P.O. Box
2404, Khartoum, SUDAN
249-11-70701

Hamilton Judith
U.S. Bureau of Reclamation
P.O. Box 25007, D-8550
Denver Colorado 80225-0007 U.S.A.
(303) 236-0199

Hazouri Abbass
Univ. of Aleppo, P.O. Box 12061,
Aleppo, Syria
963-21-22 9184

Hefny Kamal
Groundwater Research Institute,
Water Research Center, El-Kenater,
El-Khairiya, Egypt
202-2188729

Herbert Robin
British Geological Survey,
Hydrogeology Group, Maclean
Building, Crowmarsh, Gifford,
Willingford, OXON, OX10 8BB, UK
(0) 491-825338

Hutchinson Craig
Hydrologist, National Drilling
Company, NDC - USGS, P.O. Box
15287, Al Ain, U.A.E.
971 361 2606

Ibrahim M. A. M.
Kafr El-Sheikh, P.O. Box1, Egypt

Jimenez Blanca E.
Dept. of Environmental Engineering
Ciudad Universitaria, Apartado
Postal 70-472, Coyoacan 04510,
Mexico, D. F
(525) 6-16-21-64

Jonish James Edward
Deputy Director, International Center
for Arid & Semiarid Land Studies
Texas Tech University, Box 41036,
Lubbock, TX 79409-1036, USA
806 742 1954

Karpiscak Martin M.
The University of Arizona, 845, N.
Park Avenue, Tucson, Arizona
85719-4896, U.S. A.
602-621-3816

Khan M.O.
Process Manager, Mc Dowells
P.O. Box 45900, Abu Dhabi
U.A.E.
44-1293-510 33

Khedr Gamal
SIDMAS Limited
P.O. Box 52816, Riyadh 11573
Saudi Arabia
966-1-4980-902

Klee Daniel
Stockhausen GmbH, Pistanschrift :
Postfach 570, D-47705 Krefeld,
Hansanschrift : Bakerpfad 25,
D-47805 Krefeld, Germany
49-2151-381800

Klotzli Stefan
ETH , Ch - 8092, Zurich, Switzerlan
41-1-364-00-69

Lawrence Robert
2, Mott MacDonald, Demeter
House, Station Road, Cambridge,
CB1 2RS, UK

Leech Robert

Lenton Roberto Leonardo
P.O. Box 2075, Colombo,
127 Sunil Mawatha,
Pelawatte (via) Colombo, Sri Lanka
941 866 854

Lloyd John
School of Earth Science, The
University of Birmingham,
Edgbaston, Birmingham B15 2TT,
UK
44-21-414-3971

Mageed Yahia Abdel
YAM Consultants & Technologists,
House No.17, Street 17, New
Extension, P.O. Box 1754, Khartoum
Sudan
249-11-451-359

Makni Hayat
Ecole Nationale d'Ingenieurs de Sfax,
Department de Biologie, Laboratoire
de Technologie de Eaux, Route de
Soukra BP : W 3038 Sfax, TUNISIA
216-4-275595

Miller John B.
Officer In-Charge, HOMS Office,
Hydrology and WR Dept., 41,
Avenue Gluseppe - Motta, Case
Postale No 2300, CH-1211, Geneva
4122 - 7348250

Mohandi Ibrahim Saleh
Water Network Dept., Ministry of
Electricity and Water, Qatar
974-32-723

Morris John
Waste Management International
Services Ltd., 3, Shortlands,
London W6 8RX, UK
44 81 563 6306

Obasi Godwin Olu
Secretary General, WMO, 41
Gluseppe - Motta, Case Postale No.
2300, CH - 1211, Geneva 2
41-22-734 23 26

Osama Budebes Ahmed
Geologist, National Drilling
Company, P.O. Box 15287, Al Ain,
U.A.E.
971 3612606

Padey Prabhavati Narahari
Head of the Dept of Geog, Nowrosje
Wadia College, Pune, India

Pankratz Thomas
Aqua Chem Inc., Water Technologie Division, 7800 North 113th Street, Milwaukee, Wisconsin 53224, USA
971 4 481437

Peach Denis William
Travers Morgan Ltd., Mead House Cantelupe Road, East Grinstead, West Sussex RH19 3DG, UK
(0) 1293 523493

Pelt Joris V.
Bin Majid Constructing & Trading Co., P.O. Box 1062, Ruwi, Postal Code 112, Sultanate of Oman
0968 562 371

Rakhmanine Iouri
Moscow, Russia Federation
(007-095) 135-88-76

Reddy T. Mohan, Faculty Member
Water and Land Management Training, Research Centre (WALAMTARI) Himayatsagar, Hyderabad - 500 030. India

Rekaya Moncef
Rue Mongi Bali, 8000 - Nabeul, Tunisia
216-22-85-321

Salih Abdin M. A.
UNESCO
8, Sh, Abdel Rahman Fahmy (ex-Salamlek), Garden City, Cairo, EGYPT
202-354 52 96

Schiffler Manual
German Development Institute
Hallerstrabe 3, D-10587
Berlin, Germany
49-30-390-73-30

Schmitz Habil Gerd H.
Head of Institute of Hydrology and Meteorology, Technische Universitat Dresden, Wurzburger Strabe
46.01187, Dresden - Germany
49-351-4-6371-62

Scoble Ramon Gordon
Auckland Regional Council
21, Pit Street, Private Bag 68912
Newton, Auckland, New Zealand
09-366-2155

Seimons Wynand Sarel
Hydrogeologist, CSIR
P.O. Box 320, Stellenbosch 7599
South Africa
(021) 88 33 086

Shahin Mamdouh
International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering, P.O. Box 3015, 2601 DA, Delft,
The Netherlands
31-15-122-921

Sharma Anuradha ,
c/o. Mr. C.V.J. Varma, Central Board of Irrigation & Power Malcha Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110021, India
91-11-301 647

Shata Abdu A
Desert Research Centre, El Mataria, Cairo, Egypt
202-245 7858

Shuval Hillel
Division of Environmental Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, Givat Ram Campus, Jerusalem-91904. ISRAEL
972-2-660429

Shwarts Mikhail ,
Moscow, Russian Federation
(007-095)135-88-76

Smidt Ebel Hindrik
IWACO - EMGR, Environmental Management of Groundwater Resources Project, 10, El Madina El Manowara Street Mohandiseen, Cairo, EGYPT
202-3605621

Stanger Gordon
Discipline of Hydrology, School o Earth Sciences, Flinders University
G.P.O. Box 2100, Adelaide
South Australia, 5001
61 8201 2676

Stout Glenn
President, International Water Resources Association
University of Illinois, 1101, West Peabody Drive, Urbana, IL -61801 4723, U.S.A.
217 244 66 33

Strobl Theodor
Director of Institute for Hydraulic Structures & Water Resources Management, Technische Universitat Munchen, Arcisstr, 21,80290, Munchen, Germany
89 1 2105 3172

Tarad Monia
Research Centre for Rural Engineering, Ministry of Cultivation, P. B. No. 10, Aryana 20080, Tunis, Tunisia
216-717951

Tereshtine Mikhail
Moscow, Russian Federation.
(007-095) 135-88-76

Van Der Mast Victor C.
BECTHEL Power Corporation P.O. Box 2661, 230 Al Nasr Street, Suite 1601, Abu Dhabi, UAE
971-2-316872

Varma C.V.J.
Member Secretary
Central Board of Irrigation & Power Malcha Marg, Chankyapuri,
New Delhi 110021 INDIA
91-11-3016 347

Veyret Yvette
c/o. Brigitte Coque-Delhuille
Professeur à l'Université de Pari VII,
42, Avenue Alphonse Cherrier,
92330 - SCEAUX, FRANCE
33-1-4507 58 30

Wagner Wolfgang
ESCWA, Natural Resource Division
P. O. Box 927115, Amman, Jordan

Wheater H. S.
Department of Civil Engineering, Imperial College, London SW 7 2BU UK
44-71-823 8525

Wright Geoff
Geological Survey of Ireland
Beggars Bush, Haddington Road
Dublin 4, Ireland
353-1-668-1782

Zaghloul Nabil
Associate Professor, Civil
Engineering Dept., Kuwait
University, P.O. Box 5969, Safat
13060, Kuwait
965-481 7524

Zarwali Abdul Aziz Ministry of
Public Work and Framework
Construction, Head Groundwater
Dept., D.G. of Water Enginerring,
P.O. Rabaat Shala, Rabaat, Morocco
212-7-77-6081

Zein Ismail Adam
National Research Centre
National Remote Sensing Centre
P.O. Box 2404, Khartoum, SUDAN

LOCAL

Abdul Shafi Haider
Sultan Qaboos University, Faculty
of Agriculture, P.O. Box 34, Al
Khod 123, Sultanate of Oman
0968 513418

Abel Magid Isam
Civil Engineering Dept., Sultan
Qaboos University, P.O. Box 34,
Al Khod 123, Sultanate of Oman
0968 513416

Al Aify Saleh Jabbar
Governorate of Dhofar
P.O. Box 56, Salalah 211
Sultanate of Oman
0968 290179

Al Araimi Mohamed bin Khamis
Ministry of Regional Municipalities
and Environment
Sultanate of Oman

Al Hanai Zaheer
Sultan Qaboos University
P.O. Box 34, Al Khod 123
Sultanate of Oman
0968 513416

Al Hatmy Hamad

Al Khury Salama
Ministry of Communications
P.O. Box 684, Muscat 113
Sultanate of Oman

Al Khushari Mohamed Ghalib
Ministry of Agriculture & Fisheries
P.O. Box 467, Muscat 113
Sultanate of Oman

Al Kushry Mubarak Al Oremi
Bank of Agriculture & Fisheries
Sultanate of Oman
0968 794417

Al Lamki Mohamed S. S.
Petroleum Development Oman
P.O. Box 81, Muscat 113
Sultanate of Oman
0968 677340

Al Lawati Mohammed Ali
Muscat Municipality
P.O. Box 511, Mina Al Fahal 116
Sultanate of Oman
0968 562199

Al Lawati Segad bin Abdullah
Ministry of Regional Municipalities
and Environment
Sultanate of Oman

Al Mamari S.
Ministry of Agriculture & Fisheries
P.O. Box 467, Muscat 113
Sultanate of Oman

Al Moosawi Jaffer
Muscat Municipality
P.O. Box 511, Mina Al Fahal 116
Sultanate of Oman
0968 562199

Al Mugirri Ali Juma
Muscat Municipality
P.O. Box 511, Mina Al Fahal - 116
Sultanate of Oman
0968 562199

Al Nabhani Said Mohammed
Shamis, Ministry of Electricity &
Water, P.O. Box 1941, Ruwi 112
Sultanate of Oman

Al Qasimi Said
Muscat Municipality
P.O. Box 511, Mina Al Fahal 116
Sultanate of Oman
0968 562199

Al Qassmi Ahmed Hamood Hamad
Muscat Municipality,
P.O. Box 511, Mina Al Fahal - 116
Sultanate of Oman
0968 562199

Al Rashdi Said Masalem
Governorate of Dhofar
P.O. Box 56, Salalah 211
Sultanate of Oman
0968 290179

Al Rawahy Salim Ali

Al Sabahi Ahmed bin Mohamed
Ministry of Regional Municipalities
and Environment
Sultanate of Oman

Al Sheikh Gaafar
Ministry of Electricity & Water
P.O. Box 1941, Ruwi 112
Sultanate of Oman

Al Zawahry Alaa Eldin Mohd
Associate Professor
Sultan Qaboos University,
P.O. Box 34, Al Khod - 123
Sultanate of Oman

Azkoul Ayman Ali
P.O. Box 393, Muscat 113
Sultanate of Oman

Bakthir Khalid A. A.
Ministry of Communications
P.O. Box 684, Muscat 113
Sultanate of Oman

Baqi Emad Abdul Majid A.
Ministry of Agriculture & Fisheries
P.O. Box 467, Muscat 113
Sultanate of Oman

Bell Martin Graham
Watson Hawksley
P.O. Box 3575, Ruwi 112
Sultanate of Oman

Burr Andrew
Hydrotechnica
P.O. Box 879, Muscat 113
Sultanate of Oman

Cogswell Duncan
Hydrotechnica, P.O. Box 879,
Muscat 113, Sultanate of Oman

Hundertmark W.
Ministry of Agriculture & Fisheries
P.O. Box 467, Muscat 113
Sultanate of Oman

Hussein Mohammed bin Fida
Bank of Agriculture and Fisheries
Sultanate of Oman

Jawhani Omar

King Sheila
Hydrotechnica, P.O. Box 879,
Muscat 113, Sultanate of Oman
0968 603329

Maidment Clive
Bahwan Engineering Co. LLC, P.O.
Box 169, Muscat 113
Sultanate of Oman
0968 797169

Matthews Theo + 10 students
College of Agriculture
Sultan Qaboos University
P.O. Box 34, Al Khod 123
Sultanate of Oman
0968 513418

Mayerhofer Wolfgang
Sarweystrabe 3, 70191 Stuttgart
Posfach 10 1454 - 70013 Stuttgart
Germany

Montague Simon

Nouh M.
College of Agriculture
Sultan Qaboos University
P.O. Box 34, Al Khod 123
Sultanate of Oman
0968 513418

Ray Norman
Sultan Qaboos University
P.O. Box 34, Al Khod 123
Sultanate of Oman

Russell Richard, Office Manager,
Engineering Science, Inc., P. O.
Box 162, Wadi Kabir Post Office,
Wilayat Muttrah,
Postal Code 117
Sultanate of Oman
0968 704410

Sajwani T.
Ministry of Electricity & Water
P.O. Box 1941, Ruwi 112
Sultanate of Oman

Salam Yaseen Abdul
Governorate of Dhofar
P.O. Box 56, Salalah 211
Sultanate of Oman
0968 290179

Samaratunga I.
Amiantit Oman
P.O. Box 417, Postal Code 111
Sultanate of Oman
0968 626611

Sampat Pinakin J.
Oman Water Treatment Co. SAOC
P.O. Box 93, Rusayl 124
Sultanate of Oman
0968 626509

Shamas Mahad bin Isa
Ministry of Regional Municipalities
and Environment
Sultanate of Oman

Shayya Walid
College of Agriculture
Sultan Qaboos University
P.O. Box 34, Al Khod 123
Sultanate of Oman
0968 513418

Storey Duncan
Mott MacDonald International
P.O. Box 587, Ruwi 112
Sultanate of Oman

Suleiman Amer

Wahby Hassan
Ministry of Agriculture & Fisheries
P.O. Box 467, Muscat 113
Sultanate of Oman

MWR STAFF

Ministry of Water Resources
H.E. The Minister's Office, P.O Box
2575, Ruwi, 112, Sultanate of Oman
0968 799953

Al Adawi Ahmed
Planning Dept.

Johnson Philip
Director, Planning Department

Zu'abi Ali
Advisor, H.E. the Minister's Office

Ministry of Water Resources
P.O. Box 2575, Ruwi, 112,
Sultanate of Oman
0968 708570

Al Said Sayyid Barghash Bin Galib
Advisor, Technical Affairs

Kay John A.
Training Advisor

Ministry of Water Resources
DG WR Assessment, P.O. Box 2575
Ruwi, 112, Sultanate of Oman
0968 706782

Al Ghafri Ahmed bin Mohamed
Acting DGWRA

Al Mahrouqi Hamad bin Salim
Director, NWI Project

Al Mazroui Moosa
Director Projects Department

Al Mazroui Saleh bin Issa
Director, Surface Water Dept.

Al Merjebi Alley bin Ahmed
Director, Groundwater Dept.

Al Said Sayyid Ali Jamshed
NWI Project

Al Sinawi Saif bin Hamoud
Surface Water Department

Al Suleimani Zahir bin Khalid
Director, Research Department

Armstrong Geoff
GIS, Azaiba

Bradford Mike
Research Department

Chandler Marcus
NWI Project, Azaiba

Chebanne Mohamed
Surface Water Department

Cherchaly Sid Ali
GIS, Azaiba

Eccleston Bryan
Groundwater Dept.

Hanna Mohsin
Office of DGWRA

Kaul Fred
Research Department

King Paul
Projects Department

Lakey Richard

Macumber Phil
Research Department

O'Brien William
Recharge Section, Azaiba

Singh Madhulika
GIS, Azaiba

Smith Graham
DDGWRA

Young Mike
Research Department

Ministry of Water Resources
DG Regional Affairs, P.O Box 2575
Ruwi, 112, Sultanate of Oman
0968 797385

Abdul Nabi Salah Salim Ramadhan
Salalah Regional Department

Al Farsi Khatir bin Khamis
Ibra Regional Department

Al Ghafary Zein Mohamed

Al Ghailani Nasser bin Mohammed
Samail Regional Department

Al Ghaisi Said bin Rashid
Buraimi Regional Department

Al Habsi Said bin Nasir
Nizwa Regional Department

Al Harthy Yasser bin Salim
Director, WRD, Ibra

Al Hashimi Hamed bin Salim
Ibri Regional Department

Al Hinai Mahmoud bin Mohamed
Al Kamil Regional Department

Al Hosni Nasser bin Hamed
Ibri Regional Department

Al Khabouri Abdel Baqi bin Ali

Al Kindi Tariq bin Harith
Well Permit & Construction
Registration

Al Obedani Suleiman bin Said
Director, WRD, Nizwa

Al Oufi Mohamed bin Suleiman

Al Riyami Suleiman bin Nasir
Director, WRD, Seeb

Al Sa'adi Said bin Nasir
Al Kamil Regional Office

Al Sarhani Ismail bin Ibrahim
Director, Well Permits &
Construction Registration

Al Shamsi Hameed bin Juma'a
Buraimi Regional Department

Al Shibli Salim bin Hamed
Sohar Regional Department

Al Shuhi Mohamed bin Ahmed
Khasab Regional Department

Al Sukeri Abdullah bin Ali
Seeb Regional Department

Alesh Salim bin Ahmed
Salalah Regional Department

Bonney Geoff
Ibra Regional Department

Hussain Nabeel

Mahyoub Ahmed Shukari

O'Boy Chris
Salalah Regional Department

Poulter Steve
Office of DGRA

Read Bob
Salalah Regional Department

Sajwani Anjab bin Mohamed
Acting DGRA

Ministry of Water Resources
DG WR Management, P.O. Box 2575
Ruwi, 112, Sultanate of Oman
0968 799563

Al Bara'ami Mohamed bin Said
WR Protection Department

Al Batashi Majid bin Bilarab
Dams Department

Al Batashi Nasser bin Mohamed
Dams Department

Al Kalbani Mohamed bin Khalifa
Director, Aflaj Department

Al Khamisi Said bin Khamis
Director, Water Conservation Dept.

Al Muqbali Nasser bin Saif
Director, Dams Department

Al Shaqsi Saif bin Rashid
Acting DGWRM

Allam Mohamed Nasr
Office of DGWRM

Gadir Khalil Abdel
WR Conservation Dept.

Gharbi Ali
WR Conservation Dept.

Hadwen Peter
WR Conservation Department

بالنسبة لأوجه اعادة الاستخدام فإن المكسيك لديها خبرة واسعة في هذا المجال فمنذ بداية هذا القرن قامت المكسيك باستخدام مياه المجاري في مدينة مكسيكو سيتي لري المحاصيل ويبلغ حجم هذه المياه في الوقت الحاضر ٤٠م٣/ثانية في الصيف و٨٠م٣/ثانية في الخريف (يوجد نظام مجاري مزدوج بمكسيكو سيتي) . يبلغ اجمالي المساحة التي تروي بمياه المجاري حوالي ٦٨٩ر٢٨٠ هكتاراً .

في عام ١٩٩٠ بدأت المكسيك برنامجاً هاماً لمعالجة مياه الصرف . قدرت مياه الصرف في ذلك الوقت بـ ١١٦م٣/ثانية وبلغت الطاقة القصوى لمحطات المعالجة ٩ر١٥م٣/ثانية . في عام ١٩٩٤ ارتفع عدد محطات المعالجة من ٢٤٩ إلى ٦٣٨ بلغت طاقتها ٤٦م٣/ثانية أي ما يعادل ٣٧٪ من اجمالي الكمية (١٢٣م٣/ثانية) .

شجع هذا الوضع على التفكير في امكانية اعادة الاستخدام : (١) لتحسين التوازن الهيدرولوجي في المنطقة ، تحديد الفرق بين الجريان السطحي المتجدد والطلب (٢) لمواجهة مشكلة التلوث الناتجة عن معالجة مياه الصرف (٣) تحديد المعالجة حسب حجم الطلب (٤) الحد من استنزاف الخزان الجوفي .

إعادة إستخدام المياه الملوثه بالنفط في عمان

محمد خان وآر دبليو فوغل - الإمارات العربية المتحدة

ملخص

تستخدم كميات كبيرة من المياه في عمليات انتاج النفط بعمان وتعرف هذه المياه بالمياه المنتجه وهي مياه أحفورية من التكوينات النفطيه ومياه يتم حقنها داخل الآبار للمساعدة في استخراج النفط . تكون هذه المياه ملوثه بالاحمض الدهنية والهيدروكربونات العطرية والمواد العضوية كالاملاح وبعض المعادن الثقيلة .

اعادة إستخدام هذه المياه أو التخلص منها يعتمد على تأثير هذه الملوثات على البيئة. احتمالات اعادة الاستخدام تتراوح من اعادة حقنها داخل آبار النفط أو استخدامها للشرب في إطار مواصفات الجودة .

في المناطق الجافة يفضل استخدام هذه المياه للري أو الاستخدامات العامة الأخرى . تناقش هذه الورقة انظمة الري المختلفة وبعض طرق معالجة المياه التي يمكن استخدامها لتوفير مياه بالمواصفات المطلوبة . قامت شركة تنمية نفط عمان بحفر أكثر من ٧٠٠ بئراً لاستخدامها في استخراج النفط وبالاضافة إلى ذلك فأن الطبقات الحاملة للنفط غالباً ماتحتوى على مياه ضاربة للملوحة أو شديدة الملوحة يمكن ضخها إلى السطح مع النفط .

تعتبر المياه التى تضخ مع النفط في حقول نمر ، ريما ومرمول معتدلة الملوحة وحالياً يتم التخلص من كميات كبيرة من هذه المياه في آبار عميقة . توجد تقنيات راسخة في مجال معالجة المياه الملوثه بالنفط ويعتمد اعادة استخدام هذه المياه على مدى تكلفتها . المناطق المقترحة للاستفادة من هذه المياه لاغراض الري تقع بالقرب من حقول البترول .

تقييم إمكانية وجدوى اعادة استخدام المياه المعالجة في المكسيك

بلانكاجيمنيز ، نافاري - المكسيك

ملخص

يبلغ معدل الأمطار في المكسيك ٧٧٧ مم ومقارنة بعدد سكانها الـ ٨٢ مليون نسمة يكون نصيب الفرد حوالي ٣م ١٢٥ر٥ ولكن بالرغم من ذلك ونتيجة لتفاوت هطول الأمطار وتوزيع السكان والصناعات توجد مناطق تعاني نقصاً كبيراً في المياه . وحسبنا أن نشير إلى أن ٨٠٪ من مواردنا المائية توجد على ارتفاع أقل من ٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر وفوق هذا الارتفاع يوجد ٧٥٪ من السكان و٨٠٪ من الأنشطة الصناعية . هنالك بعض المناطق مثل وادي المكسيك حيث تقع مدينة مكسيكو سيتي تعاني نقصاً في المياه يقدر بـ ١٠٠٪ منذ السبعينات .

يصبح هذا الوضع أكثر سوءاً اذا أخذنا في الاعتبار عنصر التلوث كأحد المسببات التي تحد من وجود موارد المياه . بلغت كمية المياه المستخرجة عام ١٩٩٣ حوالي ١٨٥ مليون متر مكعب ١٥٪ منها من المياه الجوفية وتم استخدام ٦١٪ من اجمالي المياه في توليد الكهرباء ، ٣٠٪ للري ، ٥٪ للصناعة والـ ٤٪ الباقية للإستخدامات المنزلية . الجدول رقم ١ يحتوي على بيانات للإستغلال الزائد للمياه الجوفية في عدة مناطق بالبلاد ويلاحظ أيضاً أنه بالرغم من أن المتوسط هو ٧٣٪ توجد بعض المناطق التي تعاني من النقص الحاد في المياه .

بحوالي ٥٠٠مليون دولار للمناطق الحضرية المكتظة بالسكان . لهذا فإن إقامة محطات لتجميع ومعالجة المياه بالمناطق الحضرية يعتبر أمر ضروري للمحافظة على الصحة العامة وللحماية من التلوث البيئي . عليه فإن التكلفة المدية الإضافية للمياه المعالجة والتخزين ونقل المياه النقية المطلوبة للإستخدامات الزراعية غير المحظورة والتي تتقيد بالمعايير المتشددة التي وضعتها منظمة الصحة العالمية لحماية الصحة العامة تمثل جزءاً يسيراً من التكلفة الكلية لمعالجة مياه الصرف الصحي حيث تبلغ حوالي ١٠ دولار للمتر المكعب في حين تبلغ تكلفة معالجة المياه حوالي ٣٥دولار للمتر المكعب . إن معالجة مياه الصرف الصحي قد تكون ذات فوائد متعددة حيث تساعد في حماية البيئة وتوفير مصدر للمياه إضافة إلى تغذية التربة وقد شرعت دول عديدة من دول الشرق الأوسط في برامج ناجحة لمعالجة مياه الصرف . ٨٥٪ من إمدادات المياه للمناطق الحضرية في إسرائيل تأتي من المياه المعالجة و٧٥٪ من هذه النسبة تستخدم في الأغراض الزراعية وتستخدم المملكة الأردنية الهاشمية حوالي ٧٥٪ وقد أعلنت دول عديدة مثل السعودية والمغرب والجزائر ومصر وتونس عن برامج ترويجيه لمعالجة وإستخدام مياه الصرف الصحي.

الجوانب البكترية لتغذية الموائد المائية بالمياه العادمة المعالجة

منية طراد - مركز البحوث في الهندسة الريفية - تونس

ملخص

إن الري بالمياه العادمة المعالجة منتشر بالجمهورية التونسية أما إستعمال هذه المياه للتغذية الإصطناعية للموائد المائية فهو لا يمارس حاليا إلا في نطاق التجارب .

نتائج هذه الدراسة تهم تجربة تخزين جوفي لمياه عادمة معالجة أجريت بمنطقة فلاحية وسياحية شمال شرقي البلاد التونسية .

تثبت النتائج الأولية أن هذه التقنية لا تمكن من إزالة كل الجراثيم التي تحملها المياه العادمة المعالجة إذا تم الترشيح بصفة مستمرة .

إنتشار البكتريا التي تتسرب إلى مياه المائدة يتأثر بعدة عوامل وخاصة باتجاه سيلان المياه في النطاق المشبع. أما مدة بقاء هذه البكتريا في مياه المائدة فهي قصيرة نسبيا .

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في التغذية الإصطناعية

منصف رقية وبلاتا بدمار
وزارة الزراعة - تونس

ملخص

أصبح استخدام مياه الصرف المعالجة ضرورياً في تونس وذلك لمحدودية موارد المياه . إن استخدام المياه المعالجة في التغذية الإصطناعية هو أحد الخيارات المطروحة وتهدف هذه الدراسة لتحديد الآلية التي تتم بها عملية التغذية الإصطناعية والمكونات الكيميائية للمياه التي يتم حقنها . ويعتبر استخدام النظائر من الوسائل الفعالة في دراسة وكشف عمليات التغذية الجوفية .

إنتاج المياه المحلاة من المياه الجوفية المالحة المشبعة بكبريتات الكالسيوم

توم بانكراتز وديفيد سيزوسكي
الولايات المتحدة

ملخص

لقد أصبح من الضروري في المناطق التي تعاني نقصاً في المياه ، إستخدام مياه الخزانات الجوفية ذات الملوحة العالية والمشبعة بالكبريتات .

أن الأساليب التقنية التقليدية لمعالجة المياه مثل أنظمة إزالة عسر الماء والتقنية والترشيح واستخدام الأغشية للتنقية ، غير كافية لمعالجة هذه المياه بالصورة الإقتصادية الفعالة التي يعتمد عليها.

وعن طريق التبخر (بإستخدام بلورات دقيقة لتتجمع حولها القشور الكلسية بدلاً من تجمعها على سطوح التبادل الحراري) يمكن تحقيق معدلات استعادة تتراوح بين ٩٠ و ٩٩٪ لإنتاج مياه على درجة عالية من النقاء لا يزيد مجموع الأملاح المذابة فيها عن ١٠مليجرام في اللتر بهدف توفير كمية كبيرة من المياه للمستخدمين النهائيين بقدر منخفض من الطاقة وتشتمل بدائل الطاقة على الآتي :

١- الأنظمة ذات الفعالية المضاعفة بإستخدام الفلايات أو البخار المهدر.
٢- دورة الضاغط الحراري بإستخدام بخار عالي أو متوسط الضغط .
٣- دورة ضغط البخار ميكانيكياً بواسطة الكهرباء.

تهتم الورقة بمناقشة التطبيقات التي تناسب هذه التقنية والجوانب التصميمية والإقتصادية والمهنية التي تساعد على إختيار النظام الأمثل وقد تم طرح أمثلة واقعية لتوضيح كل نقطة.

الإستفادة القصوى من معالجة مياه الصرف الصحي كإستراتيجية للمحافظة على البيئة وموارد المياه بالأقطار الجافة

هلل شوفال-إسرائيل

ملخص

إن أغلب دول الشرق الأوسط سوف تواجه في المستقبل القريب مشكلة حادة في المياه تتطلب تخصيص مجمل مصادر المياه العذبة للإستهلاك المحلي والإستخدامات الصناعية والبلدية الأخرى . بينما تواجه كلاً من دولة الكويت والبحرين هذه المشكلة في الوقت الراهن فإنه في فترة ثلاثين عاماً وعند تضاعف عدد السكان الحالي فإن كلاً من الأردن ، إسرائيل ، فلسطين ، البحرين ودول أخرى سوف تواجه نفس المشكلة حيث تقابل الموارد المائية المتجددة بدون الأخذ في الإعتبار للمياه المستخرجة من محطات التحلية مع الإحتياجات المطلوبة للإستخدام اليومي وللأغراض الصناعية ولا توجد مياه عذبة للإستخدام الزراعي فبالنسبة لسكان هذه المناطق والمناطق الأخرى فإن إستخدام ٦٥-٨٠٪ من إمدادات المياه للأغراض الحضرية والصناعية التي يمكن معالجتها وإعادة إستخدامها لتمثل مصدراً مستمرا للمياه للأغراض الزراعية والصناعية وللإستخدامات الحضرية الأخرى غير الشرب إن تكلفة تحلية المياه تتراوح بين ١٠٠-١٥٠دولار للمتر المكعب وهذه التكلفة العالية في الغالب ليست ذات جدوى للإستخدام الزراعي . إن التكلفة الإستثمارية المطلوبة للبنيات الأساسية لمشروعات الصرف الصحي عالية جداً ، إذ تقدر بحوالي ٣٠٠-٥٠٠ دولار للفرد مما يعني توفير إستمارات تقدر

محطات التحلية الصغيرة في المجتمعات الريفية ل سلطنة عمان

طاهر بن محمد السجواني - المديرية العامة للمياه - وزارة الكهرباء والمياه
روبرت لورانس
شركة موت ماكدونالد العالمية

ملخص

في خلال العشرة سنوات الأخيرة غدت تقنية التحلية محوراً أساسياً للتنمية الريفية . في حين أن المجتمعات الريفية البعيدة قد إتسمت بقلة الكثافة السكانية لعدم توفر المنافع الضرورية أصبح من المستطاع في الوقت الحالي توفير إمدادات من المياه الصالحة للشرب يعتمد عليها . منذ تركيب المحطات الساحلية الأولى كان الهدف هو التوسع في إقامة هذه المحطات لتغطي كل المناطق الداخلية وقد استفادت من تقنية التحلية المجتمعات الريفية البعيدة والمجتمعات الرعوية .

يتناقص تطبيق تقنية التحلية على هذا النطاق الضيق مع تقنية التقطير المتعدد المراحل على طول الأطراف الحضرية . إن محطة التحلية بالفبرة هي أكبر محطة محطة تعمل بنظام التقطير المتعدد المراحل في مسقط وهي نموذج لمحطات متعددة من نفس النوع يمكن إقامتها بالمنطقة .

إن وصول تقنية تحلية المياه إلى المناطق الريفية قد أوجد مسؤوليات جديدة تتمثل في حماية البيئة من مخلفات تحلية المياه وضمان أن توفر كميات من المياه الصالحة يشجع على عدم الإستغلال الزائد للمصادر الطبيعية للمياه الجوفية .

معالجة المياه الضاربة للملوحة في جنوب كلفورنيا

د. جاك كو - كبير الاستشاريين ، وليام ايفرست - كبير المهندسين
مؤسسة بويل الهندسية نيويورت بينتس كلفورنيا

ملخص

ادراكاً منها للطلب المتزايد على المياه وتناقص إمدادات المياه قامت مديرية مياه المدن بجنوب كلفورنيا بتقييم إمكانية توفير إمدادات مياه جديدة عن طريق معالجة المياه الضاربة للملوحة وتم اختبار ٢١ موقعاً للدراسة حيث تم تحديد طرق المعالجة التحضيرية والتحلية والمعالجة اللاحقه للمياه الجوفية الضاربة للملوحة التي يتم ضخها وطرق التخلص من الفضلات بالنسبة لكل موقع كما تم تقدير الإنتاجية والتكلفة وتحليل العوامل والجوانب القانونية التي تؤثر على كل مشروع . ويجرى الآن تنفيذ بعض المشاريع . وقد تم خلق آليه مالية مبتكرة بين المديرية والمونين المحليين .

ذات أهمية قصوى لإقتصاديات هذه المناطق كما أن عدم تثمين المياه قد يؤدي إلى مشاكل حادة على المدى البعيد . بالنسبة للمناطق الجافة فهناك العديد من التطورت التقنية التي يمكن إستخدامها كجزء من الخطط الرامية لتحقيق التكلفة المناسبة إما لتوفير موارد مائية جديدة أو لتوسيع إستخدام المصادر القائمة. إلى جانب تقنية التحلية تشمل هذه التقنيات إعادة إستخدام المياه والتحكم في التسرب وإعادة شحن الخزان الجوفي.

إن أنجح الوسائل التي يمكن إستخدامها على المدى الطويل لتنفيذ التكلفة المناسبة بالمناطق الجافة هو وضع نظام مناسب لتسعير المياه . وعلى الجهات الحكومية أخذ الحذر التام قبل الإلتزام بنظام أسعار للأسف قد لا يغطي التكاليف الرأسمالية والتشغيلية . وينطبق هذا على مختلف الإ ستخدامات الزراعية والصناعية والإستخدامات الداخلية. وبالرغم من وجود عد من المبررات السياسية والإجتماعية ينبغي حساب التكاليف التي يمكن أن تطرأ في المستقبل ووضعها في الإستراتيجية التنموية الخاصة بالمنطقة.

الموارد المائية وتكنولوجيا تحلية المياه
في المناطق الجافة

الدكتور رياض حامد الدباغ
الجامعة المستنصرية - بغداد - العراق

ملخص

يعتبر الماء من الموارد الطبيعية المهمة ، ولاتقوم بدونه أية حياة وترتكز عليه جميع أنشطة الكائنات الحية ، وبخاصة الإنسان.هذا إلى جانب الإحتياجات المستمرة لإرتباطه بالأنشطة الإقتصادية في مجالات الزراعة والصناعة.

ولما كانت المياه سلعة نادرة في الوطن العربي ، فإنها تستحق الإهتمام والعناية والبحث عن التقنيات اللازم تطويرها واستخدامها لتطوير مصادر مياه جديدة. ولأن التقنيات المستوردة لتحلية المياه قد لا تتسق مع الظروف السائدة في الوطن العربي الذي يقع معظمه في المناطق الجافة أو شبه الجافة من العالم ، لذلك برزت الحاجة إلى تطوير مصادر جديدة للمياه.

وتفتقر معظم الدول العربية في منطقة الخليج العربي وليبيا الى مياه الشرب العذبة ، لذلك برزت أهمية معالجة المياه المالحة والضاربة في الملوحة كمصدر إضافي لمواجهة الطلب المتزايد على المياه . وقد استخدمت هذه الدول أساليب وتكنولوجيات متباينة لتحلية المياه ، وطبقت مختلف طرق تحلية المياه لتلبية الإحتياجات التي يزداد حجمها وطلبها على المياه العذبة من فترة إلى أخرى.

ونتيجة لذلك فقد نشأت في الوطن العربي خبرات ومهارات وممارسات في مسألة توطين تكنولوجيا واستغلالها في تحلية المياه ، سواءمن خلال المشاركة في تطوير تكولوجيات جديدة ، أو إختبارها وتقويمها أو تشغيلها بكفاءة من جهة ، وفي إبتكار تكنولوجيات جديدة ملائمة للبيئة المحلية . وهذا هو هدف الدراسة.

نموذج محاكاة لتصريف الأمطار من المناطق العمرانية في الكويت

دكتور/نبيل علي زغلول
استاذ مساعد-قسم الهندسة المدنية -جامعة الكويت
ص.ب: ٥٩٦٩-الكويت

ملخص

أن دولة الكويت تعد من المناطق الصحراوية والمتميزة بقلة نزول الأمطار . ومع النهضة العمرانية في خلال الـ٢٥ سنة الماضية وإنشاء شبكة من الشوارع والطرق السريعة فقد حدث نقص ملحوظ في مسامية المنطقة العمرانية ونتج عن ذلك زيادة ملحوظة في كميات سريان فائض مياه الأمطار على سطح المنطقة - وحيث أنه لا يوجد أي معلومات عن كميات مياه الامطار المتساقطة على سطح المنطقة العمرانية فإنه لا يوجد معلومات عن كفاءة شبكة تصريف مياه الامطار .

أن الغرض من هذه الدراسة هو إستعمال نموذج محاكاة لتصريف مياه الامطار من المناطق العمرانية في الكويت والتأكد من كفاءة شبكة تصريف مياه الأمطار ويتم ذلك بالتأكد من صلاحية هذا النموذج على المناطق العمرانية واجراء عمليات المعايرة لإستعمال النموذج بكفاءة وذلك بمقارنة النموذج مع القياسات الحقلية لكميات مياه الأمطار .

مع وجود نموذج محاكاة لمعايير الظروف البيئية في المنطقة أمكن حساب كميات الأمطار التي يمكن الحصول عليها من جميع المناطق العمرانية في الكويت ولقد لوحظ أن الكمية السنوية المتحصل عليها تصل إلى نصف الإحتياجات الزراعية في المنطقة - وبالتالي يمكن استخدام فائض مياه الأمطار الناتجة من المنطقة كمصدر من مصادر المياه وإستعمالها في الزراعة أو زيادة مخزون المياه الجوفية أو خلطها بالمياه العالية الملوحة .

ولكن قبل الشروع في إستخدام هذه المياه يجب التأكد من خلو المياه من الملوثات الكيميائية الناتجة عن تلوث وسطح المنطقة العمرانية .

التكلفة المناسبة لتكنولوجيا المياه بالمناطق الجافة

أوسكار بوروس-الولايات المتحدة

ملخص

إن تنمية وتخطيط مشاريع موارد المياه ذات جدوى بالمناطق الجافة تمثل تحدياً في حد ذاتها . إن هذه المناطق ليست مناطق جافة في حاجة إلى المياه ومن ثم يمكن تقليد التكنولوجيا المستخدمة بالمناطق الممطرة . إن أغلب هذه المناطق الجافة تحتاج إلى تخطيط من نوع خاص لتنمية الموارد المائية حيث تزيد تكلفة المياه بهذه المناطق عن متوسط التكلفة بالمناطق الأخرى في الدول المتقدمة . ومن أجل تنمية مشاريع موارد المياه بنجاح على المدى الطويل فينبغي تحديد التكلفة الحقيقية للمياه حتى يمكن الإستفادة من هذه المعلومه في كيفية تطوير القطاعات الأخرى بهذه المناطق .

إن إستخدام تقنيات تحلية مياه البحر لإنتاج المياه العذبة قد أوجدت وسائل جديدة ذات فعالية لإمداد المياه للمناطق الجافة التي تنتشر فيها ظاهرة تسرب مياه البحر ، منذ بداية الستينات بدأت دول عديدة من دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وجزر المحيط في التحول لإستخدام التكنولوجيا . إن التكلفة الرأسمالية والتشغيلية لهذه التقنية عالية جداً وأن النماذج التصميمية الخاصة بها قد ساعدت مؤسسات الخدمات العامة على أن تستمر في التسهيلات الخاصة بإمدادات المياه . من بين التقنيات المتنوعة لتحلية المياه هناك نوعان أثبتا نجاحاً تجارياً عظيماً وهما التقطير متعدد المراحل والتناضح العكسي وعلى كل فإن هذه التقنية التي أدت إلى إستحداث المدن في الصحاري تحتاج إلى مزيد من التحقق . إن تطور تقنيات هذه التقنية يمكن أن يتم بمراكز البحوث مثل مركز البحوث المزمع إنشاؤه في سلطنة عمان . ينبغي مقارنة هذه التقنية جنبا إلى جنب مع أهمية تكلفة المياه بالنسبة للإقتصاد القومي . إن المياه

استخدام النماذج العددية وتقنيات الخيارات المثلى في إدارة الخزانات الجوفية

جمال مرتضى عبده
الخرطوم -السودان

ملخص

تمثل المياه الجوفية أهم مكون لموارد المياه في العالم . ولكي تتم تنمية وإدارة هذا المورد بصورة فعالة فلا بد من التوصل إلى فهم جيد لنظام المياه الجوفية والكيفية التي يعمل بها . ومن بين الأدوات الهامة التي تستخدم في هذا الصدد نجد النماذج العددية وتقنيات الخيارات المثلى . وتتناول هذه الورقة بإختصار هذه التقنيات وتوضح كيفية استخدامها في تطوير السياسات المناسبة لإدارة الخزانات الجوفية.

تتبع تغيرات الغطاء النباتي بإستخدام أنظمة الإستشعار من بعد

د. مودليكا سنج ، سيد علي الجرجالي
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

تتم عملية المتابعة بمراقبة تغير مساحة الغطاء النباتي زيادة أو نقصان خصوصاً أن المحصولات المزروعة لها تأثير مباشر على إدارة المياه ودراسات الإستهلاك . أصبحت ادارة المياه محور الإهتمام في معظم الأقطار ذات المناخ الجاف . إن التحليل الذي تم إجراؤه في هذا الصدد قد كانت له فائدته ، فبإستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد يبدو أن هذا التحليل له تأثير على التكلفة والفترة الزمنية وذلك لأنه يقلل من الجهد والوقت المطلوب لإجراء المسوحات الحقلية التقليدية . تفصل هذه الورقة إستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد في متابعة التغيرات المساحية للغطاء النباتي وقد تم إختيار أحواض الصرف بوادي البطحاء بالمنطقة الشرقية من سلطنة عمان كنموذج نوعيّ لإجراء هذا التحليل . وقد تم إجراء مقارنة لنمو الغطاء النباتي في الفترة من عام ١٩٧٩ حتى ١٩٩٠ عن طريق إستخدام صور الأقمار الصناعية وتم التركيز على التغيير في مساحات زراعة المحصولات خلال هذه الفترة . وبعد إجراء العديد من المعالجات العددية أوضحت النتائج النهائية ثلاثة مراحل من التغير زيادة في المساحة المزروعة حتى ١٩٩٠ ، نقصان في المساحة منذ عام ١٩٧٩ ومساحة مستقرة للغطاء النباتي .

أظهرت النتائج النهائية أن هناك زيادة ملحوظة في المزارع الجديدة منذ عام ١٩٧٩ وقد تقلص عدد المزارع التقليدية على الأطراف وعلى كل فقد أستقر الحزام المركزي للمزارع التقليدية خلال فترة الاحدى عشر عاما من عام ١٩٧٩ حتى ١٩٩٠ وعند أخذ هذه النتائج فيالإعتبار يمكن حساب إستهلاك المياه وذلك من أجل إدارة مثلى للمياه .

تعتمد قراءات هطول الأمطار على نموذج عشوائي يربط بين الإحتمالات المشروطه للأيام المطيره والجافة مع مجموعة حدوث أو توالي الأيام المطيره والجافة ، يستخدم هذا الأسلوب لمعرفة إحتمال حدوث الأيام المطيره وهذا يتضمن إستخدام نموذج التكامل التلقائي لتقييم كميات هطول الأمطار أثناء الأيام المطيره . عليه عند تطبيق النموذج العشوائي لعمل الظواهر الهيدرولوجيه ، عليه فإن النموذج العشوائي يوفر معلومات عن مجموعات هطول الأمطار والتى لها نفس إحتمال الحدوث شبيها بمجموعة هطول الأمطار التى تم ملاحظاتها والتى على أساسها تم تحديد معامل النموذج .

وتشكل مجموعة هطول الأمطار التى تم الحصول عليها زاداً لإعداد تصور لنموذج لخط تقسيم المياه ذو عناصر فرعية متسلسله ذات سته معامل . هذه العناصر الفرعية تأخذ في الإعتبار بصورة ضمنية الظواهر المختلفة التي نتحكم في عمليه الجريان وعلى وجه الخصوص علمية التسرب ، الرشح والتبخر النحتي . من الممكن تطبيق النموذج على مجمل موضوع الدراسة أو تصميمه كنموذج توزيع إجمالي لمعالجة العناصر غير الأساسية لمناطق أحواض الصرف ذات مجموعة المعامل المختلفة . وتمثل أهمية هذا النموذج عند الأخذ في الإعتبار التوزيع العابر لهطول الأمطار في الزمان والمكان أو عند التركيز على أوقات الفيضانات المختلفة في أحواض الصرف الفرعيه .

عليه ، فإن هذا النموذج العالمي يساعد على توظيف نماذج المحاكاه على مدى الفترات الممتده لتوفير معلومات عن الجريان السطحي ، التسرب والرشح أثناء أو بعد حدوث هطول الأمطار . ويمكن تطبيق النموذج على كلٍ من النظام الطبيعي أو النظام المعدل إضافة إلى مشاريع التغذية الجوفية الصناعية . وعند مقارنة نماذج المحاكاه في ظل وجود أو عدم وجود تغييرات أنثروبوغرافيه قد يساعد في تقييم مشروعات التغذية القائمة أو قد يساعد على إتخاذ قرار لتقييم جدوى وكفاءة المشروعات المخططه .

نظم المعلومات الجغرافية وانظمة الخبراء للنماذج الهيدرولوجية لخطوط تقسيم المياه في المناطق الجافة

جمال ابراهيم علام ، معهد ابحاث موارد المياه ، القاهرة
محمد نصر الدين علام - وزارة موارد المياه - مسقط - سلطنة عمان

ملخص

لقد تم تطوير نموذج هيدرولوجي يقوم على أساس طبيعي وموزع لتحديد كيفية تجاوب خطوط تقسيم المياه مع مناسبات هطول الأمطار . وتم تمثيل الاختلافات المكانية للعناصر الطبيعية للهيدرولوجيا والهيدروليكا والتربة بواسطة نظام للمعلومات الجغرافية يقوم على قاعدة من نموذج فص خطي . إن الجمع بين المعادلات التى تقوم اساس طبيعي وامكانات التحليل في نظم المعلومات الجغرافية يتيح الفرصة لحدوث التكامل الطبيعي والعددي للعمليات الهيدرولوجية المتحركة على طول خط تقييم المياه . ويعتمد هذا النموذج على نظم المعلومات الجغرافية كلغة للبرمجة وكقاعدة للبيانات . اضافة لذلك ، فقد تم تطوير نظام شل للخبراء Expert System Shell لتلقائية وآلية كل خطوة من الخطوات الحسابية ولتسهيل مهمة فني النماذج أو النظم الجغرافية غير المتمرس . ونسبة للهيكل الذي يقوم عليه ، فإن هذا النموذج المقترح يلعب دوراً كبيراً في الاختلافات المكانية والزمانية لخصائص رطوبة التربة وهطول الأمطار كما هو الحال عادة في المناطق الجافة . وتقوم الدراسة نموذجاً لدراسة تمت بوادي خان ، وهو خط لتقسيم المياه يوجد في المنطقة الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية وتبلغ مساحته الكلية ٥٩٧ كلم٢ . وقد أوضحت المقارنة التى تمت بين هيدروغرافيا الجريان السطحي المتوقعة والمرصودة أن نظم المعلومات الجغرافية هي تقنية مفيدة جداً في مجال النماذج الهيدرولوجية الموزعة وإدارة البيانات.

تعتبر آبار " اسكافنجر" – وهي عبارة عن آبار بها مرشحات ومبطنة بالصورة التقليدية ومزودة بمضختين – واحدة من وسائل استخراج المياه العذبة التي تطفو فوق المياه المالحة . وقد تم تشغيل وإختبار آبار اسكافنجر في إطار المشروع التجريبي والدراسات المتعلقة بآبار اسكافنجر والتي أجريت في الباكستان خلال الفترة من ١٩٨٧-١٩٩٠م.

اشتملت عناصر المشروع على دراسات ميدانية وحفر وإختبار ٤ آبار اسكافنجر تجريبية بالإضافة إلى عمل نماذج محاكاة . ثم وضع معايير تصميم آبار اسكافنجر بناءً على نتائج النموذج .
إن نجاح الدراسات التجريبية قد أدى إلى تنفيذ هذا النوع من الآبار على نطاق واسع في الباكستان.

تداخل المياه المالحة في الخزانات الجوفية ذات الطبقات المتعددة

محسن محمد شريف ، عبد الوهاب محمد عامر
مصر

ملخص

إن تزايد عدد السكان في المناطق الساحلية والأراضي الداخلية بعيداً عن الساحل إضافة إلى النمو المقابل لذلك في مجالات النشاطات الترفيهية والزراعية قد أدى إلى تزايد الطلب على المياه . ونتيجة للضخ المفرط للمياه فقد تقدم مخروط مياه البحر تجاه المناطق الداخلية متعدياً بذلك على إمدادات المياه الجوفية العذبة ومهدداً بتلويث المياه الجوفية بواسطة المياه الضاربة للملوحة . وفي هذه الورقة تم تطوير نموذج ثنائي الأبعاد يقوم على أساس الكثافة العنصرية المحدودة وذلك لمحاكاة تداخل المياه المالحة في الخزانات الجوفية ذات الطبقات المتعددة . وقد تم تخفيض المعادلات العددية إلى نظام مزدوج من المعادلات غير الخطية في شكل مجهولين هما بالتحديد درجة التركيز وفرق التوازن في كمية المياه العذبة الموازية . وتم تطبيق تكامل عددي باستخدام طريقة قوس . وتستخدم طريقة المفصلة (hinge method) عندما تكون هنالك مياه فائضة من الخزان الجوفي تجاه المنطقة المفتوحة . يتم تحديد ذلك بواسطة بفحص اتجاهات السرعة في نقاط الحدود العقدية . وقد تم إختبار هذا النموذج في بعض الحالات بواسطة ظروف متباينة للتدفق ، ويمكن استخدامه للتنبؤ بشكل خطوط الإحتمالات والتركيز المتساوية.

إسلوب تصوري عشوائي لعمل نماذج للظواهر الهيدرولوجية بالمناطق الجافة

جيرد شميتز ، د. إنج هابيل – ألمانيا

ملخص

لقد تم إعداد نموذج محدد للعمليات المتعلقة بالهيدرولوجيا في الأقطار الجافة . يرتكز الإسلوب الجديد على خصائص ومتطلبات الهيدرولوجي مع إهتمام خاص بالأحوال في سلطنة عمان يحاول النموذج التخطيطي الذي تم إعداده أن يقلل المتغيرات المتضمنه في إجراءات التعبير ومن ناحية أخرى فإن هذا الأسلوب الجديد يضم ضمنيا العمليات الهيدرولوجيه ذات العلاقة وذلك بإستخدام النماذج الفرعية المناسبة ، ويتجنب الأسلوب الجديد الذي تم عرضه التقديرات المتفرقة الشاملة الإستخدام ولكنه يقدم تحليل شافي ويصف بطريقة منسجمه العمليات الهيدرولوجيه بدءاً بهطول الأمطار وعمليات التغذية الجوفية وجريان المياه ، عليه فإن هذا النموذج العالمي يحتوى بصفة أساسية على عدد أثنين نموذج فرعي يصف الأول تسلسل هطول الأمطار ويصف الأخر جريان مياه الأمطار على السطح . وشبه السطح .

تداخل مياه البحر في خزان العصر الرباعي
بمنطقة غرب طرابلس / ليبيا

د. محمد نصر بلعيد /قسم الجيولوجيا
كلية العلوم - جامعة الفاتح - طرابلس- ليبيا

ملخص

يتكون خزان العصر الرباعي ويعرف أيضاً بأسم الخزان الأول أساساً من ترسبات رملية ذات مسامية ونفاذية عالية تتخللها عدسات من الطين والغرين مما يجعل الخزان غير متجانس على طول الساحل وتتحول هذه الترسبات الرملية إلى رسوبيات قديمة من الحجر الرملي والجيري كلما أتجهنا جنوباً وابتعدنا عن الشاطيء .

وقد لوحظ تلوث المياه الجوفية العذبة بهذا الخزان الحالي في عدة مناطق على طول الساحل من بينها منطقة الدراسة ويرجع عدم إنتظام جبهة التداخل إلى أسباب عديدة من بينها عدم تجانس الخزان ، الضخ الجائر ببعض المناطق أكثر من غيرها ، ندرة سقوط الأمطار بسهل الجفارة الذي تقع به منطقة الدراسة أذ أن مناخ المنطقة يعتبر قارى إلى شبه قارى ومعدل سقوط الأمطار لا يتجاوز ٣٠٠ مم بالسنة وبالتالي فإن تغذية الخزان تكاد تكون معدومه . كل ذلك نتج عنه هبوط في مستوى سطح الماء بمنطقة سهل الجفارة عموماً مما أدى إلى تداخل مياه البحر . وقد لوحظ التداخل بمنطقة الدراسة خصوصاً في الآبار العميقة والآبار التي تتعرض لضخ جائر وقد أظهرت الدراسة الهيدروكيميائية أن الزيادة الكبيرة التي طرأت على مجموع الأملاح الذائبة بهذه الآبار هي أساساً زيادة في أيونات الكلور والصوديوم (المكونين الأساسيين في مياه البحر) ، كذلك هناك زيادة في تركيز أيون الكالسيوم والكبريتات ، ويعزى وجود الزيادة في تركيز الكبريتات إلى وجود المتبخرات على هيئة عدسات بالخزان الجوفي وكذلك ترسبات الجبس بمنطقة جبل نفوسه بالحدود الجنوبية لسهل الجفارة ، أما الكالسيوم فإن وجودة بالمياه العذبة فيعزى إلى وجود المتبخرات ، وأما في المياه ذات الملوحة العالية الناتجة من تداخل مياه البحر فإن الزيادة في تركيز أيون الكالسيوم هي نتيجة للتبادل العكسي بين أيونات الكالسيوم الممتصة على المعدان الطينية الموجودة بالعدسات بماء البحر مما ينتج عنه زيادة في تركز الكالسيوم ونقص في تركيز الصوديوم .

التحكم في تداخل الملوحة بواسطة آبار " إسكافنجر"

ج.ج.فان وندرن سي آر سي جونز
الشركة الإستشارية لتنمية المياه الجوفية-المملكة المتحدة
د. هريردت وت د شيرد
مجموعة الهيدروجيولجيا - المساحة الجيولوجية البريطانية-المملكة المتحدة

ملخص

تسود في معظم المناطق الساحلية والداخلية ظاهرة وجود نوعيات مختلفة من المياه الجوفية على هيئة طبقات حيث نجد أن المياه العذبة تشكل طبقة تطفو فوق المياه المالحة خاصة في المناطق ذات المناخ الجاف . وعادة ما تكون مثل هذه المياه الجوفية العذبة مصدراً قيماً ولذا فإن المسائل المتعلقة بوجودها وتنميتها أصبحت تشكل أساس العديد من الدراسات .

وفي الغالب نجد أن لعمق الخزان الجوفي على طول الساحل دور في تحديد درجة تداخل المياه المالحة في نهاية الأمر. وتستعرض هذه الورقة التطورات الأخيرة التي حدثت في موضوع تداخل المياه المالحة . وهناك عرض للمفاهيم الأساية والمعادلات التي تحكم عملية التداخل . كما تحوي الورقة تقييماً للإفتراضات والطرق المختلفة التي تستخدم بصورة عامة في إعداد نماذج المياه الجوفية. كما أنها تتضمن بعض الأمثلة وتحليلاً لعمليات التداخل في الخزانات الساحلية.

إدارة المياه الجوفية في سهل صلالة

نيل مليجان ، علي غربي
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

أن سهل صلالة وجبل القرى يتميزان عن باقي السلطنة بظاهرة الخريف (الرياح الموسمية) ، حيث تتلقى هذه المنطقة امطاراً تزيد عن ٤٠٠ مم في السنة وبسبب هذه الظروف المناخية المحلية فإن سهل صلالة يتمتع بوجود قدر كبير من موارد المياه الجوفية العذبة المتجدده الأمر الذي ساعد على قيام مشروعات تنموية زراعية وصناعية كبرى - أن تدني نوعية المياه الجوفية الذي حدث مؤخراً بسبب تداخل الملوحة ومؤشرات العجز في الميزان المائي قد أبرزا الحاجة إلى إدارة الموارد المائية من حيث الكم . وللتمكين من إدارة هذه الموارد تم عمل نموذج جيولوجي تصوري للمنطقة بما فيها جبل القرى والذي يعتبر بمثابه منطقة التغذية الرئيسية لسهل صلالة والتكوينات الطباشيرية الموجوده اسفله وبإستخدام هذا النموذج تم تشييد نموذج عددى ثلاثي الابعاد لنقل المواد المذابه يمّكن من تنفيد التصور الهيدروجيولوجي بصورة كمّية . وتم طرح عدد من مقترحات الادارة لمواجهة نقص موارد المياه الجوفية في سهل صلالة وقد تم تقييم هذه المقترحات بإستخدام النموذج العددي المدرج كما تم تقييم اثار وفعاليه كل مقترح مع تحديد ميزاته النسبية .

إدارة أنظمة الخزانات الجوفية الساحلية
في بعض مناطق الصحراء الساحلية

عبده علي شطا - مصر

ملخص

لقد كانت أنظمة الخزانات الجوفية الضحلة في كل مناطق الصحراء الساحلية هي المصدر الأساسي لموارد المياه لفترة تزيد عن آلاف السنين . وفي مثل هذه المناطق نجد أن الحضارة والتنمية الريفية تعتمد على هذا النوع من المياه حيث تستخدم التقنيات التقليدية في الحصول على المياه . وبعد الحرب العالمية الثانية وخاصة بعد إكتشاف النفط في العديد من هذه المناطق أصبحت المياه تستخدم بصورة مفرطة لتغطية الطلب المتزايد في أماكن التنمية العمرانية . وقد أدى ذلك إلى إستنزاف هذه الخزانات الجوفية وتدهور نوعية المياه الجوفية وزيادة عمليات التصحر . وتتناول هذه الورقة بصورة خاصة منطقة الفجيرة في ساحل خليج عمان ومنطقتي العريش وسيدي خرير في النطاق الساحلي لمنطقة جنوب البحر الأبيض المتوسط . وقد تمت التوصية بإعادة النظر في إستعمال الطرق القديمة لإستخراج المياه وتطبيق التقنيات الحديثة بمضاعفة الضخ ومحاولة استخدام طرق التغذية الجوفية الإصطناعية للتقليل من مشاكل الملوحة الحادة.

المؤلف يعمل في مشروع يجري تنفيذه بسلطنة عمان لتقييم وإدارة المياه الجوفية بوادي غلاجي في المنطقة الداخلية من سلطنة عمان . وقد تم إعداد نموذج متعدد المتغيرات (زماني ومكاني) لهطول الأمطار وذلك للحصول على بيانات عن معدل هطول الأمطار اليومية لفترة مائة عام حتى يمكن الحصول على تقديرات الميزان المائي بأحواض الصرف على المدى البعيد. وقد تم تمثيل الأحواض المائية على شكل وحدة قنوات مائية ووحدات مسطحة ، وقد أستخدم منحنى الهيئة الأمريكية لصيانة التربة لتقدير الفاقد من هطول الأمطار ولعكس الخصائص السطحية لكل وحدة . وقدتم تمثيل جريان الماء على وحدة القنوات كدالة متناقصة يمكن تجميعها على طول الوحدة وتمثل إعادة التغذية كأحد معطيات النموذج متعدد الطبقات للمياه الجوفية إن تطبيق النموذج المذكور على وادي غلاجي يوضح الفائدة من إستخدام النموذج المتعدد وذلك لتحديد خصائص العمليات الهيدرولوجية في المناطق التي تشهد معدلات هطول أمطار متغيرة حسب الزمان والمكان. كما توضح الدراسة أن تطابق النموذج مع قراءات مستويات المياه الجوفية يؤدي إلى تحسين الميزان المائي عندما لا تكون قراءات تدفقات الأودية متوفرة وعلى كل حال فإنه من الضروري إجراء دراسات هيدرولوجية لتنمية وتطوير نموذج حقيقي للمياه الجوفية.

عمليات تغذية المياه الجوفية
في شرقي الباطنة بسلطنة عمان

ريتشارد ليكي ، بيتر ايتسون ، حبيبه بنت علي الهنائي
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

تبين هذه الورقة أن تسربات مياه الأمطار التي تمثل مصدراً للتغذية الجوفية في الباطنة ذات أهمية أكثر مما كان يعتقد في السابق ويتوقع أن يكون حجمها أكبر كثيراً من كمية مياه التغذية الجوفية التي يتم تجميعها من تدفقات الأودية في معظم أحواض الصرف. ويتضح لنا من خلال هذا التحليل أن التحكم في تغذية المياه الجوفية يتم أساساً بواسطة الفترات الجافة والمطيرة وليس عن طريق المناسبات الدورية الكبيرة . ونجد أن هذا النمط الدوري متماثل نسبياً في منطقة الدراسة وله دورة زمنية في حدود ٥ إلى٦سنوات . ويلاحظ بأن المناسبات الصغيرة والمتوسطة لهطول الأمطار والتي تصل حتى ٣٠ملم تمثل معظم مياه الأمطار التي تهطل في السهل . أما مناسبات هطول الأمطار التي تقل عن ١٠ملم فهي تسهم في تغذية المياه الجوفية.

تداخل المياه المالحة في الخزانات الجوفية الساحلية

بروفيسور /عبدالوهاب محمد عامر
كلية الهندسة- جامعة القاهرة

ملخص

لقد ظهرت مشكلات تداخل المياه المالحة في العديد من الخزانات الجوفية في مختلف بقاع العالم . ومن المعلوم أن المياه الجوفية هي المصدر الأساسي للمياه العذبة في كثير من الأماكن الساحلية خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة. وقد أدى النمو السكاني والزيادة الكبيرة في مختلف نشاطات الإنسان في تلك المناطق إلى تزايد الطلب على المياه العذبة بصفة مستمرة . وغالباً ما تتم تغطية هذه الزيادة في الطلب بواسطة ضخ المياه الجوفية العذبة بكميات كبيرة مما يؤدي إلى إنخفاض مستوي الماء الأرضي أو الضغط البيزومتري وحدوث إختلال في التوازن القائم بين المياه الجوفية العذبة والمالحة. وعليه تكون النتيجة المعهودة لهذا الوضع هي حدوث مشكلات تداخل المياه المالحة. وهناك عدة عوامل تتحكم في شكل ودرجة تداخل المياه المالحة في الخزانات الجوفية الساحلية منها نوع الخزان وسماته الجيولوجية والجيومترية ، حجم وفترة تراجع المياه أو تغذيتها ، الإنتقال والعناصر الفيزيائية للخزان الجوفي وحدوده الهيدروديناميكية.

عدسات المياه العذبة في المناطق شديدة الجفاف بوسط عمان

فيليب جي ماكمبر
وزارة موارد المياه-سلطنة عمان

ملخص

تتميز المياه الجوفية في وسط عمان بالملوحة وتنحصر المياه الجوفية العذبة في عدسات محدودة فوق المياه الأحفورية الجوفية . بلغ طول هذه العدسات حوالى عشرات الكيلومترات وسمكها حوالى ١٠٠ مترا وعرضها عدة كيلومترات وتقع بين الصخور الجيرية الثلاثية وهي مياه حديثة يتم تغذيتها محلياً من الاودية والمنخفضات أثناء فترات الأمطار النادرة والتى تنتج عن العواصف الممطرة التى تحدث مرة أو مرتين كل ١٠ سنوات . وبالرغم من الجدب الشديد إلا أن هذه العدسات تحتوى على أجود أنواع المياه بالسلطنة حيث تبلغ نسبة الاملاح المذابة ١٦٠مع/لتر ويبدو أن شدة الجدب تساعد على التغذية وليس العكس . ان تفهم طبيعة وتكوين هذه العدسات ضروري جداً للمحافظة على موارد المياه الجوفية وتنميتها .

إستخدام الخصائص الكيميائية والنظائر في تقدير التغذية في المناطق الجافة

جوردون استانجر - أستراليا

ملخص

تم إستعراض الآليات الأساسية لتغذية المياه الجوفية من حيث الطرق والأساليب اللازمة لتحديد مقاديرها . ونظراً لإختلاف معدلات التغذية من مكان إلى أخر في المناطق الجافة فإن نظام التوازن الكتلي للكلوريد في كل مستجمع المياه أفضل من مجموعة القطاعات الموضعية للتغذية . وقد تم إيراد مثال للتوازن الكتلي للكلوريد في جنوب الجبل الأخضر-سلطنة عمان . كما تم استعراض المزايا وأوجه القصور المتعلقة بهذه الطريقة . كما تم أيضاً التعرض للمشكلة الدائمة المتعلقة بتقدير تواتر التغذية وتم إقتراح طريقة شبه كمية للمعالجة بإستخدام النظائر الثابتة.

نموذج محاكاة إعادة تغذية المياه الجوفية وتطبيق ذلك على وادي غلاجي

هوارد ويتر ، تي.جي.جولي ، دي.بيتش
المملكة المتحدة

ملخص

إن تصميم منشآت التغذية الجوفية يتطلب معرفة واضحة بحركة الميزان المائي بأحواض الصرف وعلى كل فإن العمليات الطبيعية المتعلقة بالتسرب ، الجريان السطحي والتغذية الجوفية غير مفهومة بصورة كافية في المناطق الجافة. ومن المعلوم أيضاً أن هطول الأمطار والعمليات السطحية بالمناطق الجافة تتغير كثيراً من حيث المكان ، ونتيجة لذلك فإن تطوير نموذج محاكاة لموارد المياه ينبغى أن يتناول هذه القضايا خاصة إذا كانت تقديرات الميزان المائي لأحواض الصرف ذات جدوى في تقرير هيكل التغذية. إن النموذج موضوع هذه الورقة قد تم إعداده في وقت قريب عندما كان

طريقة لعرض المراقبة الأقليمية لمناسيب المياه في الطبقات المائية غير المحصورة في شمال شرق عمان

ستيف بولتر - وزارة موارد المياه -سلطنة عمان

ملخص

تشرح هذه الورقة طريقة مبسطة لعرض اتجاهات مناسيب المياه الجوفية الاقليمية في الطبقات المائية غير المحصورة في شمال عمان . لقد تم احتساب مؤشرات مناسيب المياه لكل الآبار بإستخدام مناسيب الآبار الحاليه وربطها بالبيانات القديمة لمنسوب المياه لكل بئر وبعد ذلك يتم توصيل المناسيب المتساوية في شكل خطوط كنتورية لإنتاج خرائط توضح التفاوت في احوال المياه الجوفية على المستوى الاقليمي . واذا ماتم عمل هذه الخرائط في تسلسل زمني فانها توضح اتجاهات التغير في المياه الجوفية في الإقليم . ويتم تنقيح هذه التضريبات لازالة الاخطاء التى تحدث بسبب بعض المعاملات مثل الاختلافات الرأسيه وطول سجل المراقبة وتخلص الورقة إلى أن مؤشرات مناسيب المياه هي طريقة مفيده ومبسطة لتوضيح البيانات الأقليمية لمناسيب المياه وقد تم شرح هذ الطريقة بالاستعانه بنموذج من شمال شرق عمان .

واقع التغذية في المناطق الجافة وشبة الجافة

جون لويد - المملكة المتحدة

ملخص

تمت دراسة التغذية في اطار موارد المياه الجوفية مع توضيح أليه التغذية المباشرة وغير المباشرة كما تم استعراض بعض طرق التقييم المستخدمة حالياً .

تتعرض الورقه للاختلافات الشديدة في التغذية المباشرة في المناطق الجافة وشبة الجافة كجانب من الجوانب الصعبة في ادارة موارد المياه الجوفية وعلى الرغم من أن احتساب التغذية بإستخدام تقنيات موازنه رطوبه التربه عرضه لاخطاء كبيرة إلا أنه يعتبر أكثر ملاءمة لتقييم الموارد مقارنة بالاحتساب بواسطة القطاعات الكيميائية وبغض النظر عن ذلك فإن الاهتمام موجه نحو التحقق من صحة المنحنيات البيانية للمياه الجوفية في النماذج العددية مقرونه مع موازنات رطوبة التربة لتحديد كمية التغذية المباشرة وتقييم الموارد بصورة أكثر دقة .

وقد تم ايراد امثله للتغذية غير المباشرة من تدفقات الانهار الدائمة الجريان حيث يمكن تحديد التغذية من الناحية الهيدروكيميائية ولكن ليس من السهل تمييزها في المنحنيات البيانية للمياه الجوفية أو تحديد كميتها . ونخلص إلى أن التغذية لاتحدث في المناطق شديدة الجفاف إلا في حالات نادرة وهي على الارجح غير ذات جدوى في المناطق الجافة خارج القطاعات التى تتميز بوجود قنوات فيضان محددة المعالم . تم شرح التغذية غير المباشرة في المناطق التى بها قنوات فيضان والمناطق الاخرى با...لاستعانة بامثله من البيانات الهيدروكيميائية ولكن تركز الاهتمام بصفة خاصة على صعوبة تحديد كمية التغذية وان حجم هذا النوع من التغذية صغير جداً في الواقع .

لقد تم التعرض للطرق المستخدمة في تقييم تغذية قنوات الفيضان واوضح أنه على الرغم من أن الاساليب الهيدرولوجية الخاصة بالتنبؤ بحجم الفيضانات ومعدل تواترها متقدمة جداً إلا أنها مقيده في معظم المناطق الجافة بتوفر البيانات وعلاوه على ذلك فأنه على الرغم من إمكانية عمل توقعات للفيضانات إلا أنه ليس من السهل تحديد العلاقة بين كمية المياه المفقودة من القنوات والتغذية بصورة مباشرة حيث أن احتساب الفاقد عرضة لاخطاء كبيرة . كما أن المياه التى تتسرب في الارض عرضه للتبخر بالإضافة إلى أليات التدفق غير المشبع والتي يصعب تقييمها ومره أخرى تم التأكيد على أهمية التحقق من صحة المنحنيات البيانية للمياه الجوفية في النماذج العددية فيما يتعلق بتقييم الموارد إلى جانب الحاجة إلى مراقبة دقيقة .

تم ايراد مثال لكتله من المياه الجوفية العذبه في منطقة شديدة الجفاف كما تم التعرف على انماط متفرقه من التغذية الجوفية غير المباشرة من خلال الخصائص الكيميائية وبيانات الضغط البيزومتري ولكن لم يثبت ان كميات المياه الجوفية قابلة للاستغلال على المدى الطويل .

المياه الجوفية قليلة الملوحة بالمناطق الجافة في غرب آسيا

وولف واجنر
اللجنة الإقتصادية والإجتماعية التابعة للأمم المتحدة
ألمانيا

ملخص

يوجد نوعان من المياه الجوفية القليلة الملوحة بالمناطق الجافة وشبه الجافة بكل من السهول السوريه وشبه الجزيرة العربية وهي :

أ- المياه الجوفية الأحفورية التى توجد بالخزانات الحجريه الرملية والخزانات الكارستيه الكربونية .

ب- المياه الجوفية المتعلقة بالتسرب غير المباشر للجريان السطحي للأودية . تحتوي المياه الجوفية الأحفوريه على كميات معقولة من مياه الأمطار وتشمل الخزانات الجوفية على مكونات أساسية على وجه الخصوص تركيزات الكلور وثاني أكسيد الكبريت والتى تتركز بصفه عامة عبر التبخر أثناء وقبل عملية التغذية ، وتمتد مصادر المياه العذبة على مناطق محددة في منطقة واسعة ذات مياه جوفية ضاربة للملوحة وتمثل مصدر ذو قيمة لإمداد المياه لأغراض الري ، وينبغي أن يستند إستغلال هذه المياه على إدارة رشيدة تحكم عمليات ضخ المياه .

إستخدام المياه الجوفية للأغراض الزراعية في منطقة النخيب بالصحراء الغربية بالعراق

نضير الأنصاري ، ب.حجاب ، أ.م.الشماع
العراق

ملخص

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي من العراق . وتوجد الخزانات الجوفية الرئيسية في هذه المنطقة وسط تكوينات أم الرضمة ، طيارات والحارثة . وهي تكوينات تتكون من الحجر الجيري وصخور الدوليت الملينة بالشقوق والفجوات . وتتميز هذه الخزانات بتسريب المياه وهي غير متجانسة وتحوي إختلافات في عناصرها الهيدرولكية . وتأتي أهمية هذا النظام ككل لمعدلاته العالية من التغذية الجوفية والتصريف وتميزه بقلة الإنخفاض في مستوى المياه الجوفية. وقد تم تطوير تصميمين حسابيين أحدهما للخزان الأعلى والآخر للخزان الأسفل . وتم تطبيق هذه النماذج لإختبار إمكانية زيادة معدل التغذية الجوفية الى ٧٧٠٠-٧٨٥٠ ل/ثانية لإستخدامها في المشاريع الزرعية بإفتراض حدوث استنزاف مستمر للمياه خلال الفترة من عام ١٩٧٦ وحتى عام ٢٠١٢م . وقد كان المتوسط السنوي للإنخفاض في منسوب المياه الجوفية الناتج من هذه العملية حوالي ٠٫٥-١٤٫ متراً في الخزان الأعلى و ٢٤٫-٣٫ متراً في الخزان الأسفل . وإتضح بأن أفضل مواقع للإنتاج في الخزان الأعلى توجد في منطقة ما حول باريت وشرق وادي عظمان في حين أن أفضل المواقع الإنتاجية في الخزان الأدنى توجد في إتجاه جنوب منطقة النخيب. إن أخدود النخيب - باريت هو موقع لتجمع المياه الجوفية حيث نجدها عميقة جنوب النخيب وضحلة بالقرب من باريت.

١- حجر جيري نيموليتي .
٢- حجر جيري دولوميتي يحتوي على عروق من الفحم .
٣- حجر جيري دولوميتي ناعم وطباشيري .

وقد اثبتت الدراسات المخبرية أن الوحدة الصخرية العلوية من تكوين الدمام تمتاز بمسامية ونفاذية عاليه نسبيا مقارنة بالوحدتين الصخريتين الأخريين . علاوه على أن فقدان دورة طين الحفر في الجزء العلوي لتكوين الدمام خلال عملية حفر الابار قد دعم تلك الدراسات والنتائج . وهناك تنوع وتباين في انواع المسامية خلال الوحدات الصخرية الثلاثة التابعة لتكوين الدمام .

ان منسوب المياه في مجموعة الكويت الصخرية اعلى من منسوب المياه في تكوين الدمام ، وهذا الفرق بين المنسوبين له علاقة وطيده بسمك النطاق الشبه منفذ والمتمثل في نطاق الكارست والطبقة الطينية الموجوده في اسفل مجموعة الكويت . فكلما زاد سمك النطاق الشبه منفذ كلما أدى إلى صعوبة سريان المياه رأسياً إلى أسفل عبر النطاق . اضافه إلى أن حفر الآبار الازدواجية في كل من مجموعة الكويت وتكوين الدمام ساعد على سهولة سريان المياه رأسيا من مجموعة الكويت إلى تكوين الدمام مما أدى إلى تقليص هذا الفرق . وتعتبر ملوحة المياه الجوفية في تكوين الدمام أقل من ملوحة المياه الجوفية في مجموعة الكويت ، وقد يعزي ذلك إلى إستمرارية شحن تكوين الدمام بمياه الامطار العذبه والقادمة من منطقة الشحن في المملكة العربية السعودية ، وبشكل عام فإن ملوحة المياه الجوفية في دولة الكويت تزداد بإتجاه الشمال الشرقي .

تنمية المياه الجوفية القابلة للإستمرار
في حواف صحراء دلتا نهر النيل بمصر

بروفيسور كمال حفني ، د.أكرم فكري
معهد أبحاث المياه الجوفية ، القاهرة

ملخص

يشكل الطلب المتزايد على المياه في المناطق الجافة تهديداً كبيراً على موارد المياه يتمثل في الإستغلال المفرط لمخزونات المياه الجوفية العذبة خاصة عندما تكون إمكانات التغذية الجوفية الطبيعية محدودة . وعليه تصبح مسائل التخطيط وإتخاذ القرارات عمليات لا بد منها لإستيعاب ما يحدث من تغيرات في الأوضاع والظروف نتيجة لهذا الوضع .

وتتناول هذه الورقة موضوع حواف الصحراء الغربية لدلتا نهر النيل كمثال لعمليات التخطيط في هذا الشأن حيث قام معهد أبحاث المياه الجوفية في عام ١٩٩٠م بإعداد خطة حول مقترحات تنمية المياه الجوفية في تلك المنطقة . وقد تم إستعراض الوضع القائم وإتضح بأن الإستخراج الفعلي للمياه الجوفية يزيد عن حجم الإستخراج المخطط لعام ٢٠٠٠م . وعليه تضمنت الخطة المعدلة مقترحات للتوسع في أماكن جديدة غرب وادي الفارغ وذلك لحماية المشاريع والإستثمارات الحالية لإستغلال المياه في تلك المناطق . وقد تم إقتراح التغذية الجوفية الإصطناعية كأحدى الخيارت لتحسين الوضع في الأماكن التي تعاني من السحب المفرط للخزانات الجوفية وذلك باستخدام المياه الفائضة من نهر النيل في نهاية فصل الشتاء. وهناك ضرورة لإشراك المواطنين في هذا الأمر حتى يتقبلوا القرارات التي تتخذ فيما يتعلق باستعمال وتوزيع المياه والتي لا تجد القبول والإستحسان لديهم أحياناً . وعليه يفضل أن يشارك المواطنون في ذلك إبتداءً من أولى مراحل إعداد الخطة.

إن استخدام مفاهيم حديثة في استكشاف المياه الجوفية قد يؤدي لمعالجة هذا الوضع ، حيث ان المفاهيم الحديثة تأخذ في الاعتبار وجود المياه الجوفية في الطبقات المائية بمناطق الانكسارات والافتراض الأساسي في هذا الصدد ان التصدعات الكبرى تؤدي إلى حدوث مناطق انكسارات ذات نفاذية ويمكن ان تحتوي على كميات كبيرة من المياه في شكل شبكة من الخزانات الجوفية تختلف عن الخزانات الجوفية الافقية في الجوانب التالية:-

(أ) أنها تصرف العديد من الأودية في مساحات كبيرة قد يبلغ امتدادها عشرات الكيلومترات .

(ب) تكون بمثابة قنوات في الاقاليم الجبلية التي تميز بامكانيات عالية للتغذية الجوفية من الأمطار .

(ج) يقوم بعضها بربط العديد من الخزانات الجوفية الافقية وبالتالي تزيد من حجم كميات المياه المتجمعه.

(د) نظراً لوجود مصادر المياه على ارتفاعات عالية فإن الضغط الارتوازي في الطبقة الحاملة للمياه الجوفية قد يكون عالياً .

(هـ) عادة ما لا يتم حفر آبار تقليدية في هذه المناطق بسبب وجود المياه على أعماق بعيدة تزيد عن كيلومتر .

ان خصائص خزانات مناطق الانكسارات تجعل منها مصدراً ممتازاً للمياه الجوفية في المناطق الجافة وشبه الجافة . ويجب أخذ هذه المصادر في الاعتبار عند البحث عن مصادر جديدة للمياه حتى يتسنى تقييم كميات المياه المتاحة لخطط التنمية في هذه المناطق الجافة بصورة جيدة .

يتم تحديد مواقع خزانات المناطق الانكسارية عن طريق البحث عن الصدوع الكبرى والتي عادة ما تظهرها صور الأقمار الصناعية مثل تلك الصور المأخوذة بواسطة القمر الصناعي لاندسات . وعليه فإن الخطوة الأولى فيما يتعلق بتقييم كميات المياه الجوفية التي يمكن ان توجد بأي أقليم هو دراسة التركيبات التي تظهرها صور الأقمار الصناعية بهدف رسم خرائط توضح الصدوع والانكسارات والسمات التكوينية الخطية ثم تقارن هذه الخرائط بخرائط التصريف التي توضح مواقع الأودية . إن تواجد العديد من الأودية والانكسارت الكبرى في مكان واحد قد يكون دليلاً على وجود مخزون كبير من المياه الجوفية وبالإضافة إلى ذلك فإن تقاطع الصدوع الكبرى يزيد من نفاذية المياه وبالتالي زيادة معدل تجمع المياه.

يجب أن ندرك أن مصادر المياه الجوفية في الأراضي الجافة وشبه الجافة نادرة ويجب استخدامها بأسلوب صحيح وإدارتها بحكمه . ان معظم هذه المصادر هي مصادر مياه قديمة تجمعت خلال الفترات ذات المناخ المطير في العصور الجيولوجية الماضية ولا تكفي معدلات التغذية الحالية من الأمطار العارضة لاعادة ملء هذه الخزانات الجوفية . وعليه يجب استخدام هذه الموارد باقتصاد ودون تجاوز معدلات الضخ المثلى والتي يمكن تحديدها بسهولة لكل منطقة.

دراسة هيدرولوجية لتكوين الدمام
في منطقة أم قدير ، دولة الكويت

السيدة/ايمان العوضي
السيد/اميتابها موكوبادهاي
معهد الكويت للابحاث العلمية

ملخص

يتكون تكوين الدمام في منطقة أم قدير ، جنوب غرب دولة الكويت من تتابع من الحجر الجيري والدولوميتي الذي ينتمي للعصر الايوسيني الاوسط ، وقد ترسب هذا التكوين فوق تكوين الرص الذي ينتمي إلى نفس العصر . وبدون توافق طبقي ، تعلو تكوين الدمام الرسوبيات التابعة لمجموعة الكويت . ويعد تكوين الدمام ومجموعة الكويت من اهم مكامن المياه الجوفيه المستغلة حاليا في دولة الكويت .

وبناءاً على فحص عينات لبيه اسطوانية وسجلات جيوفيزيائية لبعض آبار المياه التي تم حفرها في منطقة الدراسة ، تم تقسيم تكوين الدمام الى ثلاث وحدات صخرية (مرتبه من أسفل إلى اعلى) :

طريقة لتقييم موارد المياه وإدارتها بإستخدام نموذج حوض صرف متكامل - نموذج لدراسة تمت بمنطقة شمالي عمان

دنكان ستوري ، تيم هنان - ماريان جلين - موت ماكدونالد

ملخص

لقد تم عمل نماذج لموارد المياه في خمسة أحواض صرف بمنطقة شمال عمان وذلك بالرغم من محدودية البيانات الهيدرولوجية والهيدروجيو لوجية المتوفرة . وساعدت هذه النماذج على التعرف على المكونات الأساسية للنظام وبالتالي على الأماكن التي تزداد فيها المشاكل الناتجة عن نقص هذه البيانات وعلى هذا الأساس يمكن إدارة عمليات التوسع في الشبكات الهيدروميترية واستكشافات المياه الجوفية . وبالرغم من أن عمليات النماذج هي بالضرورة عمليات تمثيلية وليست حقيقية ، إلا أنه تم الحصول علي مؤشرات جيدة عن آثار التنمية المقترحة .

إن معايرة النموذج توضح بجلاء التجاوزات الحالية في سحب المياه والإستنزاف الشديد لمخزون المياه الجوفية. إن إحتمالات دورات التشغيل المستقبلية للنموذج تشير إلى أن الحلول الهندسية سوف لن تقلل من حجم هذه المشكلة وأن ترشيد الطلب هو الحل الوحيد على المدى البعيد .

الخصائص المكانية والزمانية لهطول الأمطار في حوض وادي الجزي شمال عمان

جير هارد هوفمان وجورغان رامبو
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

لقد تم تحليل بيانات من إحد عشر محطة لقياس مياه الأمطار أتوماتيكياً على رأس كل ساعة كجزء من دراسة هيدرولوجية وهيدروجيولوجية لحوض وادي الجزي الذي يقع شمال منطقة الباطنة بسلطنة عمان . وتهطل الأمطار خلال الصيف بصورة موضعية أكثر مما هو عليه الحال في الشتاء مع وجود احتمالات ضئيلة لهطول امطار على مساحات كبيرة بين أجهزة قياس الأمطار . كما توضح الورقة الاختلافات الموسمية لهطول الأمطار وكمياتها .

الإستفادة من صور الأقمار الصناعية في استكشاف المياه الجوفية في الطبقات المائية في مناطق الانكسارات

فاروق الباز
مدير مركز الاستشعار من على البعد
جامعة بوسطن الولايات المتحدة MA 2215

ملخص

ان موارد المياه الجوفية هي أمر في غاية الأهمية بالنسبة للتنمية الاقتصادية في الاقاليم الجافة وعلى الرغم من أنه قد تم حفر أبار لمياه الشرب والري في معظم هذه الاقاليم إلا أن الحفر كان يتم في الغالب الأعم وفقاً للطرق التقليدية بحثاً عن المياه في الطبقات الافقية ذات المدى المحدود . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن مستويات الملوحة عالية في العديد من الخزانات الجوفية التي تمت تنميتها نظراً لأن المياه تتسرب داخل الصخور المسامية مذيبة الاملاح القابلة للذوبان . كما أن الضخ المفرط من هذه الخزانات الجوفية قد أدى إلى حدوث عجز في امدادات المياه . وعليه فقد أصبح هناك مفهوم بأن الموارد المائية الجوفية نادرة وشحيحة ومن ثم فإن حظر الضخ من هذه الخزانات الجوفية قد أدى إلى الحد من النمو الاقتصادي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة .

دراسة مقارنة بين البيانات الحقلية بالليسيمتر والنتائج باستخدام نموذج عددي لتمثيل حركة المياه في الوسط غير المشبع والتطبيق على منطقة هدى الشام بالسعودية

د.صلاح الدين عوض الله د.محمد الشربيني كيوان د.محمد جميل عبد الرزاق
قسم علوم وادارة موارد المياه - جامعة الملك عبد العزيز - جده
المملكة العربية السعودية

ملخص

ان عملية ادارة موارد المياه في المناطق القاحلة تتطلب مهاره عاليه وخاصة في حالة محدودية الموارد المائية . وهذا يتطلب فهماً واضحاً لميكانيكية حركة المياه في التربة وخاصة المنطقة غير المشبعه حيث تتواجد منطقة الجذور .

في هذا العدد لقد قام نخبه من الباحثين بدراسة هذه الظاهرة باستخدام المعادلات والنماذج الرياضية ، لقد تفاوتت طرقهم في درجة الدقة في وصف ومعالجة ظاهرة حركة الماء في المنطقة الغير مشبعه . وتعتبر هذه المنطقة أكثر تعقيداً حيث ان المتغيرات تكون داله للعمق والوقت بالاضافه إلى ظاهرة اعادة توزيع المحتوى الرطوبي في حالات الري المتعاقبة .

ففي هذه الدراسة تم تطوير برنامج عددي على الحاسب الآلي لتمثيل وحل معادلة حركة المياه في التربة الغير مشبعه باستخدام نظام الفروق المتناهيه لاحدى طرق الحلول العدديه ، لقد تم اختبار البرنامج بالمقارنة بتجارب معملية وأثبت صلاحيته العالية . للبرنامج المقدرة على تمثيل الظروف الحقلية بشتى انواعها على سبيل المثال لا الحصر الاراضي المتجانسه والغير متجانسه والطبقيه تحت او بدون معدلات ري مختلفه وفي وجود ماء ارضي أو عدمه . ففي هذا البحث تم اجراء مقارنة مع تجارب حقليه للوصول الى التحقيق من مدى دقة نتائج البرنامج التمثيلي العددي .

واجريت المقارنة على توزيع رطوبة التربة على اعماق مختلفه في المنطقة الغير مشبعه خلال فتره زمنيه ، وأوضحت النتائج المتحصل عليها بأن هناك درجة عاليه من التماثل بينهما ، النموذج التمثيلي المستخدم يمكن اعتباره ذو فوائد عديده من ضمنها فهم ظاهرة تحرك المياه في التربه وايضا في جدوله وتنظيم مياه الري .

تجربة عن قياس الأمطار الموسمية في جبال ظفار

محمد شبعان وسالم بن أحمد علش
دائرة المياه السطحية وإدارة موارد المياه بصلالة
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

يتميز مناخ جنوب غرب ظفار بهبوب الرياح الموسمية الصيفية التي تتسبب في التساقط في الفترة من يونيو إلى سبتمبر . تشكل هذه الفترة فصل الخريف الناتج عن الرياح الرطبة التي تهب من المحيط الهندي وبحر العرب . يتكثف الهواء الرطب فوق الساحل ويتحرك نحو الجبال في الداخل مكوناً ضباباً ورطوبة ويتسبب في هطول أمطار خفيفة . يتكون التساقط المرتبط بالرياح الموسمية من عنصرين أحدهما عمودي وهو الأمطار والثاني أفقي وهو الضباب . تعترض الأشجار جزءاً كبيراً من الضباب . تساعد الأمطار والضباب في توفير المياه للغطاء النباتي خلال الفترة من يوليو إلى أكتوبر كما تساهم في التغذية الطبيعية للسهل الساحلي للمنطقة من طاقة إلى غربي صلالة . مقاييس الأمطار التقليدية تسجل فقط التساقط العمودي بينما يساهم التساقط الأفقي في مستجمع المياه ولكن لا يسجل بواسطة مقاييس الأمطار . تم إجراء تجربة لقياس التساقط المرتبط بالرياح الموسمية وذلك بإستخدام مقياس صمم خصيصاً لتجميع الأمطار والضباب الذي تعترضه النباتات الطبيعية أو الصناعية . أوضحت نتائج التجربة التي أجريت في جبل القرا الذي يقع وسط جبال ظفار ان هناك كميات كبيرة من المكون الأفقي . يشكل المكون الأفقي في التلال السفحية حوالي ١٦٪ من إجمالي التساقط ويصل إلى ٥٥٪ و٧٦٪ من إجمالي التساقط في المناطق المرتفعة . ساعدت التجربة في معرفة مساهمة التساقط في الميزان المائي في جبال ظفار .

ملخصات أبحاث قاعة نزوى

الجفاف والأمطار والتبخر وإحتمالات البخر نتح في المنطقة العربية

بروفيسور ممدوح شاهين - المعهد العالمي لهندسة البنيات الأساسية والهيدروليكية والبيئية - دلفت ، هولندا

ملخص

تتميز المنطقة العربية بجفاف الجزء الأكبر من سطحها من ناحية وبالتزايد المستمر في عدد سكانها من ناحية أخرى .

إن تعريف مصلح الجفاف ، والذي كان يستخدم في مجال قياس درجات الحرارة وحجم التساقطات فقط ، أصبح اليوم يشمل جوانب إحتمالات البخر نتح والظروف التي تنمو فيها النباتات كذلك . ونظراً لصعوبة حدوث زيادة في موارد المياه العذبة مع مرور الوقت فقد أصبحت بعض الأقطار تواجه شحاً في المياه وهناك أقطار أخرى عديدة تسير في ذات الإتجاه .

وتهدف الإجراءات الفنية التي يتم إتخاذها إلى وقف أو على الأقل إبطاء التدهور في حصة الفرد من المياه من خلال إدارة موارد المياه المتاحة بصورة حكيمة أو البحث عن موارد جديدة والدعوة إلى توفير بيانات هيدرولوجية وميترولوجية أكثر جودة من حيث الكمية والنوعية . وبنفس القدر من الأهمية أيضاً الطرق والأساليب المستخدمة في تجميع ومعالجة وتحليل تلك البيانات . وتستعرض الورقة بصورة مختصرة التقنيات التي تم اللجوء إليها مؤخراً مثل إستعمال طريقة الغطاء البارد للسُحُب لتقدير كمية مياه الأمطار، إستنباط الأمطار التي تهطل لفترات قصيرة من عواصف الأمطار في الفترات الطويلة وإعداد الرسومات البيانية للأمطار . هذا ويمكن تطبيق عمليات حساب التبخر من الطرق التي تتطلب بيانات وفيرة مثل طريقة بنمان وإمكانية تحويلها إلى إحتمالات من البخر نتح ، يمكن تطبيقها فقط في محطات قليلة نسبياً . وتوصي الورقة بإستخدام بعض الطرق البسيطة التي أصبحت تستعمل بصورة واسعة في الظروف التي تكون فيها البيانات المتوفرة محدودة.

نظام هومز HOMS لنقل التقنية الهيدرولوجية

جون.بي.ميلر - المنظمة العالمية للأرصاد الجوية

ملخص

لقد كانت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية تستخدم نظام هومز لنقل التقنية في الهيدرولوجي التطبيقي منذ عام ١٩٨١م . ولذا فإن هذه الورقة تستعرض هذه التجربة . ونظام هومز هو مبادرة جديدة تهدف إلى توفير تفاصيل التقنيات والممارسات التي أشير إليها في الإصدارات الأخرى للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية . وتشمل أهداف نظام هومز الآتي :

- إيجاد وسيلة عالية الكفاءة لنقل التكنولوجيا حتى يمكن تحسين كمية ونوعية البيانات الهيدرولوجية المتوفرة.
- المساعدة على استخدام التقنية الهيدرولوجية المناسبة والتدريب المرتبط بها.
- إيجاد إطار تنظيمي علمي لخلق تكامل بين التقنيات العديدة المستخدمة في مجال جمع ومعالجة وتحليل البيانات لأنظمة موارد المياه.

وعليه فإن نظام هومز يسهم في خدمة العديد من أهداف جدول الأعمال رقم ٢١ للجمعية العامة للأمم المتحدة . وهو يرمي إلى توفير التقنية التي تحتاج إليها الدول للوفاء بالتزاماتها الواردة في الفصل الثامن عشر من جدول الأعمال رقم ٢١ الخاص بالمياه العذبة . وكنظام لنقل التقنية فهو أيضاً يرتبط بالفصل رقم ٣٤ الخاص بنقل التقنية.

وسائل إقتصادية لإدارة الطلب على المياه في البلدان الجافة
أمثلة من الاردن وشيلي

مانويل شفلر-ألمانيا

ملخص

من منظور اقتصادي تعرف إدارة المياه بفن الموازنة بين العرض والطلب بأقل تكلفة ممكنة مع الأخذ في الاعتبار عدة محاذير . يعتمد الاتجاه التقليدي في ادارة موارد المياه على زيادة الامداد بالوسائل الفنية (إدارة الامداد) ويواجه هذا الاتجاه حالياً بمشاكل ارتفاع التكلفة وتدمير البيئة مما يطرح بديلاً اخراً يعتمد على تقليل استخدام المياه (إدارة الطلب) وهو أقل تكلفة . تستعرض الورقة مثالين لتطبيق مثل هذه الوسائل الاقتصادية للاستخراج المباشر للمياه : تكلفة إستخراج المياه الجوفية في الاردن واسواق المياه في شمال شيلي .

وفي كثير من الاحيان يتضح أن الوسائل الاقتصادية لإدارة الطلب على المياه أفضل من وسائل التحكم ومن توسيع شبكة الامداد ولكن هناك بعض العوامل السياسية والقانونية احياناً تحول تطبيق الوسائل الاقتصادية لإدارة موارد المياه رغم فوائدها من الناحية الاقتصادية .

القضايا العالمية لإدارة موارد المياه

جلين ستاوت- رئيس الهيئة العالمية لموارد المياه
جامعة إلينوس -أوربانا

ملخص

تتناول الورقة النشاطات العالمية السابقة والمستقبلية في مجال موارد المياه مثل المؤتمر العالمي للمياه والبيئة الذي إنعقد في دبلن في عام ١٩٩٢م ومؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية (اليونسكو) الذي إنعقد في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢م ثم المؤتمر العالمي للبيئة الذي سوف ينعقد بالبرازيل.

كما تناقش الورقة المهام والنشاطات المستقبلية للمجلس العالمي للمياه المقترح وعضويته وهيكله الوظيفي . ثم تتحدث بعد ذلك عن الوضع بالهيئة العالمية لموارد المياه والنشاطات الجارية بشأن إقامة مجلس عالمي للمياه.

تطور الإجراءات الخاصة بإدارة الصراع بين المستخدمين المتنافسين على الموارد المائية النادرة في جنوب أفريقيا

آلان كونلي
كبير مهندسي التخطيط الإستراتيجي
دائرة شئون المياه - جمهورية جنوب أفريقيا

ملخص

يجب أن يتم توزيع وإدارة المياه بإعتبارها مصدراً نادراً في المناطق شبه الجافة بجنوب أفريقيا - على النحو الذي يفي بإحتياجات وتطلعات المجتمع بصورة عادلة . وبالإضافة إلى نظام المعلومات الجغرافية الذي يهدف للتوصل إلى الإستخدام الأمثل للدورة الهيدرولوجية في حوض مائي - تتعرض هذه الورقة إلى منهجة إدارة جديدة لإدارة أنظمة الأنهار وتخطيط الزيادات في البنية التحتية ، ونموذج لفعالية التكاليف الناتجة عن زيادة الملوحة في الأنهار التي تغذي المناطق المروية وتقوم بتصريف مياهها . كما تهدف الورقة إلى تقديم آلية لتحديد المنافع والتكاليف الإقتصادية لأنماط إستخدام الأراضي المختلفة في أحواض الصرف وإرشادات وموجهات متعددة المعايير لتأمين الموضوعية في المفاوضات المتعلقة بالمسائل المحسوسة وغير المحسوسة من خلال الكشف عن الفرص المتاحة والقيود والتسويات المتعلقة بإقتسام الفوائد والأتعاب والتضحيات . يتضح لنا أن هذه التطورات تشكل مساهمات محققه وجادة في مجال الإستخدام الأمثل للموارد وحل الصراعات.

تناقص مياه البحر وظهور الصراعات - المشاكل السياسية الخاصة بإدارة موارد المياه بعد تفكك الدولة السوفييتية

ستيفان كلوتزلي
سويسرا

ملخص

لقد زاد الطلب على المياه في منطقة آسيا الوسطى منذ عام ١٩٦٠م وحتى الآن بعد تفكك الدولة السوفييتية حيث أدى ذلك إلى استنزاف الأنهار واحتياطي المياه الجوفية وتدني نوعية المياه والتربة . ويعتبر إنحسار بحر الأورال من أكبر الكوارث البيئية التي تسبب فيها الإنسان . فبعد تفكك الدولة السوفييتية ظهر إثنان من أحواض الأنهار العالمية الجديدة في آسيا الوسطى تحفهما المشاكل الإجتماعية والسياسية والإقتصادية ولا بد لمثل هذه الأوضاع أن تحدد شكل العلاقات بين الجمهوريات الجديدة مع إتجاه إمدادات المياه لتصبح شحيحة . وقد إتجهت الدول الى التعاون بصورة ثنائية وجماعية لحل مشاكل إدارة المياه عبر الحدود . ولكن حتى الآن لم يتم التوصل إلى إقامة بنيات مؤسسية بالمنطقة. وتتناول هذه الورقة المخاطر التي تهدد المنطقة من جراء شح المياه وتدرس إمكانية التوصل إلى إقامة نظام يوفر الحلول للنزاعات على مستوى العلاقات الثنائية والعالمية.

خيارات تنمية مياه وادي البطحاء

جيفري بوني ، سوتي .دبليو.أو ، حلمي .تي
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

يشكل مستجمع مياه وادي البطحاء هيدرولوجيه غير مألوفه يتم تناولها في اطار دراسة على مستوي حوض الوادي . شملت الدراسة مصادر التغذية ، مسارات التدفق ومناطق التصريف . توجد أهم كمية مياه جوفية تم تحديدها في خزان جوفي معقد في شرق رملة الوهيبه ويحتوى على طبقات هيدروكيميائية في بعض المناطق يتصرف إلى السبخه وإلى البحر . مسارات التدفق في هذه المنطقة غير واضحة ويجب تحديدها قبل الشروع في تنمية المورد . احتياجات المياه للانسان والري تتضارب مع احتياجيات المياه لغابات البروسوبيسى . تعتمد معظم المجمعات السكانية على الأفلاج ولكنها أصبحت مهددة نتيجة لسحب المياه من الآبار . يعتمد تحسين مستوى الصحة العامة والمعيشة في المستقبل على تطوير وسائل امداد المياه ونظام الصرف الصحي لهذه المجمعات السكانية مما قد يؤدى مستقبلاً لتغير نظام امداد المياه . يجرى العمل حالياً على اختيار أفضل مشاريع تنمية موارد المياه بإستخدام نموذج للمياه الجوفية لتقييم الآثار على المدى البعيد .

التنمية والإدارة المتكاملة لموارد المياه

كينيث إدواردس- كبير المستشارين
برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة-كينيا

ملخص

توضح هذه الورقة الأزمات المائية التي تلوح في الأفق والتي تستدعى جهداً جماعياً لتوفير إمدادات مياه صالحة للأجيال المستقبلية وذلك في أسلوب يتوائم مع البيئة على المدى الطويل .

إن بروز مفاهيم جديدة لتنمية وإدارة متكاملة لموارد المياه لمقابلة تحديات التسعينات أعطى القائمين على إدارة هذه الموارد أملاً جيدة لمواجهة قضايا المياه بنجاح .

في أجزاء عديدة من العالم وعلى وجه الخصوص في المناطق الجافة جرت العديد من عمليات السحب الزائد للمياه من الرصيد المستقبلي ولهذا يعتمد بقاء الجنس البشري في المستقبل على وضع سياسة رصينة لحماية البيئة وإدارة موارد المياه .

إن التقنيات الجديدة لأخذ العينات للنماذج ذات الأهداف المتعددة والتي تبنى على أساس الإقتصاديات الكلية تمثل التعبير العملي لمصطلح التنمية والإدارة المتكاملة لموارد المياه والذي أشير إليه في مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية والبيئة لعام ٩٢ كأحد الوسائل الأساسية لتحقيق التنمية المستقرة على المدى الطويل في مجال موارد المياه .

الموارد المائية وإستخدامها في التنمية الزراعية في اليمن
دراسة خاصة بمياه الري في وادي حضرموت

عوض مبارك بامؤمن
كلية الزراعة / جامعة عدن

ملخص

وادي حضرموت وفروعه من أكبر وديان اليمن وأشهرها بزراعة الحبوب وانتاج التمور ، يقطع الوادي هضبه جنوبية وهضبه شمالية ويمتد بطول ١٥٥ كيلو متر عند منطقة الخشعه ويضيق في اتجاه الشرق إلى ٣ كيلو متر عند مدينة تريم ويقع بين خطي طول ٤٨ - ٤٩,١٥ شرقاً وخطي عرض ١٥,٣ - ١٦ شمالاً ويبعد ٢٠٠ كيلو متر عن البحر وبارتفاع بين ٤٩٥ - ٦٤٥ متر بينما ترتفع الهضبه المحيطه به بين ٧٠٠-٨٥٠ متر فوق سطح البحر .

يتميز الوادي بمناخ قارى جاف وبوجود فصلين مميزين فصل حار (ابريل - سبتمبر) بمتوسط حرارة كبرى ٣٩,٨مْ وفصل بارد (أكتوبر - مارس) بمتوسط حرارة صغرى ١٤,٩مْ ومتوسط رطوبه سنوى ٤٦٪ وعدد ساعات مشمسه ٩,٥ في اليوم واشعاع شمسى لا يقل عن ٤٥٠ سعره حراريه في السم٢ ومعدل تبخر يومي ٩,٤ مم واجمالي تبخر سنوى ٣٤٠٠ مم .

يتعرض الوادي للامطار في الربيع والخريف بمعدل لا يتعدى ٧٦مم القليل منها يستغل في الري المباشر ويتسرب ٥٧مم لتغذية المخزون الجوفي . توجد مياه سطحية مالحة في وسط الوادي وتقل ملوحتها عند حافة الوادي ووجود خزان جوفي عميق أخر على عمق ١٠٠-١٥٠ متر يمكن استخراج ٤٨٣١ لتر/ثانية دون انخفاض في المنسوب وهو على درجة من الجودة فلا تتجاوز ملوحة ماءه عن ١٠٠٠ ميكروموز/سم .

يتم الري السطحي بالسيول ما يقارب ١٠٠٠٠ هكتار في الفيضانات الكبيرة والري بالضخ من المياه الجوفيه حوالي ١٥٠ مليون متر مكعب سنوياً يتركز في وسط الوادي حيث توجد في الوادي وفروعه ٣٠٠٠ بئر مفتوحة بعمق ١٥-٢٠ و ٧٠٠ بئر اسطوانية بعمق ٦٥ متر وعدد أخر بعمق ١٥٠ متر تضخ المياه من الآبار بأستخدام محركات الديزل أو المولدات الكهربائية لتنتج ٧ ، ٢٢ ، ٥٠ لتر/ثانيه من كل بئر على التوالي ، ويتم الري في اغلبه بغمر الاحواض عبر القنوات الترابية التى تفقد حوالى ٢٠٪ من مائها بالرشح والبخر ، وقد استخدمت حديثاً تقنيات جديدة في الري بأستخدام الاشرطه الطويله (١٠٠ - ١٥٠) × ٤ متر والقنوات المبطنه بالاسمنت التى حققت وفراً في مياه الري بمقدار ١٧٢٨٥ متر مكعب/هكتار من كمية المياه المستخدمة في الري بطريقة الغمر للاحواض التى تقدر ٢٢٨٥٥ متر مكعب/هكتار كما استخدمت المواسير بقطر ١٥٠ - ٢٥٠ مم لنقل المياه من الابار إلى خزانات التجميع بسعة ١١٢٠٠ متر مكعب لري ٤٠٠ هكتار خلال ١٠ ايام أي بمعدل ٤٠ هكتار في الري الواحدة ولم يلق نظام الري بالرش أو التنقيط الدراسة الكافية .

ولتنمية موارد المياه تستمر الدراسة الهيدرولوجية لمراقبة حركة وسلوك الخزان الجوفي تحت تأثير الضخ والامطار وقياس كمية الامطار وتسجيل تصريف الوادي وفروعه من مياه السيول ومراقبة دورات الفيضانات والجفاف واثرها على المخزون الجوفي مع ملاحظة التغير في تملح المياه واعادة بناء وترميم السدود وقنوات الري للاستفادة من السيول في الزراعة والري المزدوج وتحديد مواقع واعماق الآبار على اساس الاعتبارات الهيدرولوجية وترشيد استخدام المياه في الاغراض الزراعية والمنزلية والصناعية وحمايتها من الاستنزاف والتلوث البيئي ووقف الحفر العشوائي واصدار التشريعات الخاصة بالمحافظة على الثروة المائية وحسن استغلالها وانشاء هيئة وطنية عليا لإدارة المياه والإشراف على وضع الدراسات والتصاميم لمشاريع الري في الجمهورية .

ضبط الجودة والتحليل الفني
عناصر ضرورية لنجاح حصر الآبار

ماركوس شاندلر ، علي العبري - المشروع الوطني لحصر الآبار
وزارة موارد المياه-سلطنة عمان

ملخص

أن تنمية وإدارة موارد المياه الجوفية المحدودة على المدى الطويل خاصة في الاراضي الجافة وشبة الجافة يعتمد إلى حد كبير على المعلومات الدقيقة المتعلقة بتوزيع وكمية ونوعية مختلف انماط استخدامات المياه . وأفضل طريقة للحصول على هذه المعلومات هي اجراء حصر للآبار - جيد التخطيط والتنسيق وشامل . يجرى المشروع الوطني لحصر الآبار - وزارة موارد المياه مسحاً شاملاً لكل الآبار في السلطنة حيث يتم جمع المعلومات عن الملكية والبئر والمضخه والخصائص الهيدروكميائية واستخدامات المياه والانشطة الزراعية ويتم تخزين هذه البيانات في قاعدة بيانات كمبيوترية وتخضع لاجراءات صارمة لضبط الجودة بهدف الحصول على بيانات على أعلي المستويات الممكنة . ومن خلال تحليل البيانات واعداد التقارير الفنية عن مستجمعات المياه تمكن المشروع من طرح العديد من خيارات الادارة التى يمكن أن تساعد واضعي السياسات واجهزة التخطيط على وضع خطط ادارة فعاله لتنمية موارد المياه الجوفية المحدودة على المدي الطويل .

التحكم في كميات المياه غير المحسوبة بشبكات المياه
أفضل طريقة لتحقيق ذلك

* طاهر بن محمد علي السجواني
مدير مشروعات المياه - وزارة الكهرباء والمياه
* سعيد بن محمد بن شامس النبهاني
مدير دائرة إمدادات المياه بمسقط - وزارة الكهرباء والمياه
* ريتشارد بي روسيل - مدير المشروع
* إريك جي فولدنج - أخصائي فحص - علوم هندسية

ملخص

تشهد مدينة مسقط عاصمة سلطنة عمان توسعاً سريعاً وهي تقع في الطرف الشمالي الغربي للجزيرة العربية ، وقد شرعت حكومة سلطنة عمان في عام ١٩٨٩ في المرحلة الأولى من البرنامج المستمر لتحديد وتقليص كميات المياه غير المحسوبة في شبكات توزيع المياه . وقد ظل هذا البرنامج مستمراً طيلة العشر سنوات الأخيرة وتوضح هذه الورقة التقدم الذي تم إجراؤها في المراحل السابقة والحالية والمشاكل التي إعترضت البرنامج والنتائج التي تحققت في الوقت الحالي لتقليل كميات المياه غير المحسوبة إضافة إلى التوصيات التي يمكن تنفيذها خلال المراحل المستقبلية .

٤- تمثل مبادئ ومناهج حقوق المياه الموجودة في هذه الولايات أغلب حقوق المياه بالإقليم الجنوبي الغربي من الولايات المتحدة .

لدراسة وتقييم كفاءة سياسات ومناهج إدارة موارد المياه بالمنطقة الجنوبية الغربية للولايات المتحدة ينبغي إستخدام مقاييس أو معايير متعارف عليها . إن هذه المقاييس والمعايير يجب أن تكون إما مرتبطة بالكفاءة الإقتصادية أو ذات علاقه بالأديبات والنظريات السائده حول كيفية إدارة مصادر المياه . وقد تم إختيار سبعة مقاييس في هذه الدراسة.

أولاً : ينبغي تعريف حقوق الملكية بصورة دقيقة وأن نوضح بجلاء حق وواجبات كل مستخدم .
ثانياً : المرونه في بيع وشراء وتأجير المياه الجوفية وذلك لضمان كفاءة الإستخدام.
ثالثاً : ينبغي أن تساهم السياسات الإدارية على تشجيع الحفاظ على المياه وعدم الإسراف .
رابعاً : تأمين شروط الملكية للمستخدمين .
خامساً : ينبغي أن تكون سياسات إدارة المياه سياسات لامركزية بدلاً عن السياسات المركزية .
سادساً : أن نوجه سياسات إدارة موارد المياه موارد المياه لحماية والحفاظ على جودة المياه .

وبعد مناقشة معايير التقييم حول أفضل السياسات لإدارة موارد المياه بالأقاليم الثلاثة فقد وضعت الولايات الثلاثة في ترتيب عددي . فمن غير المدهش أن أياً من الولايات الثلاثة لم نستوفي كل العناصر المطلوبة للسياسات ذات الكفاءة في إدارة موارد المياه وقد تم إجراء بعض التعديلات الضرورية في بعض الحالات في حين أنه لا توجد أي ولاية استوفت كل المبادئ والعناصر المطلوبه فإن المناطق التى تشملها مبادئ الحفاظ على موارد المياه بولاية تكساس تعتبر أفضل المبادئ المستخدمه في كل الولايات . ومن الممكن إجراء بعض التعديلات في السياسات المتبعة حالياً لزيادة الرقابة في هذه المناطق وتقترح هذه الدراسة ضرورة تقليص السحب في هذه المناطق عن طريق تحديد كميات الحقوق القائمة وذلك عن طريق الترويج لهذه السياسات .

الاستغلال الأمثل لموارد المياه في تونس

حياة مكني - بريساود أف - تونس

ملخص

تساهم اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في استراتيجية إدارة موارد المياه بالتجمعات السياحية على شواطئ البحر الأبيض المتوسط . التحكم في مياه الصرف ومنعها من الوصول إلى مجاري المياه أو إلى البحر يؤدى إلى تقليل التلوث في مياه الاستحمام وفي البيئة بصفة عامة ويعتمد تطوير هذه السياسة على وجود وسائل غير مكلفة وقادرة على تطهير مياه الصرف .

تتعرض الدراسة لتجربة ترشيح مياه الصرف من بركة صفاقس المكشوفة حيث تم تسريب المياه إلى عمق ١,٥ متر في الرمال لتحديد أقصى حمولة يمكن معالجتها بمواد الترشيح المحلية ووفقاً للظروف المناخية السائدة وقد أوضحت التجربة أن كفاءة العملية تتغير وفقا لتغير المواسم في الفترة من الربيع إلى الخريف يزداد الطلب على مياه الري وتجف المياه بسرعة من على سطح القاع مما يؤمن مرور الهواء من خلال الوسط المسامي . تتمكن خاصية التأكسد الحملي من توفير الجزء الاكبر من احتياجات الاكسجين ومن هذا المنطلق يمكن أن تكون دورة التشغيل على النحو التالي : ٤ أيام تشغيل بوزن هيدرولي يومي يتراوح من ٠,٤ إلى ٠,٥ م٣/م٢ و ٣ أيام للتجفيف .

في فصل الشتاء تكون الظروف المناخية غير مواتية ولذلك يجب تقليل الوزن الهيدرولي ولكن في نفس الوقت يقل الطلب علي مياه الري وتظل تلك الوسيلة قادرةعلى مقابلة الطلب .

إدارة الري الحقلي في الظروف المناخية والزراعية السائدة في سلطنة عمان

هندرمارك ، صالح المعمري
وزارة الزراعة والثروة السمكية-سلطنة عمان

ملخص

تهدف هذه الورقة إلى إيضاح جدولة الري في الظروف الزراعية والمناخية السائدة بسلطنة عمان للحد من تبديد مياه الري . تم إستخدام برنامج الحاسب الآلي CROPWAT لتحديد نسبة التبخر النتحي في ثلاث مواقع . إتضح أن الرياح الموسمية تؤثر في معدلات التبخر النتحي خاصة في صلالة والسيب (جنوب الباطنة) إلا أنه تأثير غير واضح . إستناداً إلى الجداول المحلية للنباتات والمعامل الطبيعية للمحاصيل يمكن توضيح معدلات التبخر النتحي لأشجار النخيل، الموز ، رود جراس ، الفافا والبطاطس . للحصول على أفضل جداول الري تم سحب المياه من التربة لأقصى حد يبقى النبات على قيد الحياة وعند الوصول الى هذا الحد يعاد ملء التربة مرة أخرى . تعتبر مقدرة التربة السائدة في عمان على الإحتفاظ بالرطوبة ضعيفة ، الأمر الذي يقلل من مرونة جدولة الري بصورة ملحوظة . يمكن الوصول الى جداول ري عملية عن طريق المحاولة والخطأ . بلغت نسبة كفاءة جداول الري المحسوبة أكثر من ٩٥٪كما يمكن تخفيض فاقد المياه من التسرب أو الجريان السطحي الى أدنى حد.

إدارة المياه الجوفية بالأقاليم الجافة وشبة الجافة في الجنوبي الغربي للولايات المتحدة

رشيد آل حمود ، جيمس جونش
جامعة تكساس الفنية - الولايات المتحدة

ملخص

لقد تم إستنزاف الخزانات الجوفية بالمناطق الجنوبية الغربية من الولايات المتحدة وذلك لمقابلة الطلب على المياه الناجم عن الزيادة العاليه في الكثافة السكانية وزيادة مستويات النشاط الإقتصادي .

إن السحب المتزايد للمياه الجوفية قد أدى إلى زيادة الإهتمام بأهمية الحفاظ على إمدادات دائمة ومستمرة وإلى الإهتمام بنوعية المياه . توجد العديد من الهيئات الحكومية في الولايات المتحدة التى تعمل على مواجهة التحدى المتعلق بقضايا المياه . تتعامل الجهات الحكومية على مختلف مستوياتهم مع العديد من مشاكل المياه السطحية والجوفية وقد نجحت هذه الجهات في توفير تمويل لتطوير وتنمية مختلف مشروعات المياه وإقامة حقوق مائية ووضع الخطط لإدارة موارد المياه وتشجيع المحافظة عليها وتشجيع التعاون بين المستخدمين للمياه .

وتتضمن استراتيجية إدارة موارد المياه الجوفية دراسة هيكل حقوق الملكية بكل من أيرزونا ونيومكسيكو وتكساس لتحديد المناهج المناسبة لتخصيص المياه الجوفية إضافة إلى تضمين أهمية المحافظة على الموارد ونوعية المياه وقد تم إختيار هذه الولايات الثلاثه للأسباب التالية :

١- توجد الولايات الثلاثة في مناطق جافة أو شبه جافة وتعتمد بصوره كبيره على المياه الجوفية .
٢- تشهد كل من هذه الولايات تدني في مستويات المياه الجوفية نتيجة للسحب الزائد .
٣- توجد بالولايات الثلاثة مناهج مختلفة تحكم حقوق الملكية بما يسمح بإجراء مقارنه نسبية .

مصادر مياه الري في الجمهورية اليمنية

عبدالله عبد الجبار حسن - كلية ناصر للعلوم الزراعية
قسم الأراضي والكيمياء الزراعية (جامعة عدن)

ملخص

الجمهورية اليمنية من المناطق الجافة وشبه الجافة ولا يوجد بها أية بحيرة أو نهر . وتعتمد الزراعة في اليمن على مياه الأمطار والسيول والآبار . وتعتبر الأمطار في اليمن شحيحة وتتدرج الزيادة في تساقطها من السهل الساحلي فالمناطق المتوسطة الإرتفاع فالمناطق المرتفعة حيث تتلقى المناطق الساحلية ما يقل من ٥٠ملم/سنة كما هو الحال في تهامة وتصل الأمطار في المناطق المرتفعة وخاصة في أب إلى أكثر من ١٠٠٠ملم . والمناطق المرتفعة والمتوسطة الإرتفاع هي التي يمكن أن تقام فيها زراعة مطرية مثل أب وحجة وتعز وصنعاء والضالع ومكيراس وتعتمد كثير من المساحات في المحافظات الشمالية والشرقية على الري بالأمطار .

أما في المحافظات الجنوبية فلا تزيد المساحات المزروعة فيها والتي تعتمد على الأمطار على ٥٪ من الأراضي الزراعية.

وتعتبر السيول من مصادر الري الرئيسية في اليمن حيث تعتمد حوالي ٧٠٪ من الأراضي الزراعية في المحافظات الجنوبية على الري بهذه المياه . وهناك كميات كبيرة من هذه المياه تذهب إلى البحر نظراً لعدم وجود سدود تخزينية في مساقط المياه لاختزانها وتغذية المياه الجوفية بها .

انشاء حقول آبار مركزية للتنمية الزراعية في النجد

د. محمد نصر الدين علام - وزارة موارد المياه-سلطنة عمان

ملخص

تتضمن هذه الورقة عرضاً لمفهوم انشاء حقول الآبار المركزية لأغراض التنمية الزراعية باستخدام منطقة النجد في الجزء الجنوبي من عمان كنموذج لحالة دراسية . وتقدم الورقة خيارات تصميمية لانشاء حقول الآبار المركزية لري مساحات زراعية تصل حتى ٦٠٠ هكتار مع تحليل تكلفة الخيارات المختلفة . وهناك تحليل للجدوى الاقتصادية لانشاء حقول الآبار المركزية بواسطة الحكومة من أجل توفير خدمات الري . كما تتناول الورقة مزايا حقول الآبار المركزية العامة بالنسبة للآبار التي يمتلكها الأفراد .

الجدب ، التنمية الاقتصادية وادارة قطاع المياه

ريمي دي جون ، جي.تي.زد. جمبه-فرنسا

ملخص

مازال اللبس والغموض يكتنف مفهوم ودور إدارة المياه بل أن حتى مفهوم قطاع المياه ككل مازال غامضاً بالنسبة للكثيرين ولذلك فأن التنمية المثلى لموارد المياه لن تتأتي بدون رؤية واضحة لذلك القطاع وانشطته المختلفة . من أهم المعايير لإيجاد إدارة موارد مياه فعاله هي التمييز بين المؤسسات التى تتعامل مع المياه كمورد واولئك الذين يستخدمون وينمون المياه . وعلى المدى البعيد يجب أن ينظر للمياه مثلها مثل المعادن الأخرى التى لها قيمة معينة ويمكن استغلالها في التنمية .

خطة شاملة مطورة بالحاسب الآلي لإدارة المياه في مشاريع الري بالمملكة العربية السعودية والمناطق الجافة

الدكتور/ وليد أحمد عبد الرحمن
رئيس قسم تطوير موارد المياه
معهد البحوث : ص.ب ٤٩٣
الظهران ٣١٢٦١ المملكة العربية السعودية

ملخص

إن محدودية المياه في المناطق الجافة تجعل من الضروري إيجاد إدارة فعالة للمياه لأغراض الري لتحسين كفاءة إستخدام موارد المياه والمحافظة عليها . تشكل إدارة المياه في مشاريع الري الكبرى التي تستخدم نظام القنوات المفتوحة والمتعددة الأفرع والمعقدة والتي تحتوي على خصائص هيدروليكية كثيرة مثل بوابات التحكم بجريان المياه والهدارات والتفرعات . تستخدم هذه القنوات لنقل المياه ذات الجريان غير المستقر إلى مجموعة كبيرة من المزارع التي تحتوي على محاصيل متنوعة . كما تشكل ادارة المياه تحدياً أيضاً للمشاريع الزراعية التي تستعمل عشرات أو مئات من أجهزة الري بالرش المحورية لأغراض الري .

تم تطوير خطة شاملة بالحاسب الآلي لإدارة المياه (CWMP) وذلك لتشغيل أنظمة الري المعقدة . تتكون الخطة المطورة لشبكة القنوات المفتوحة المتعددة الأفراع من عدة برامج هي: النموذج الشبكي المتعدد القنوات (MCNM) ، ونظام معلومات لإدارة وتوزيع مياه الري (IMDIS) ، يقوم النموذج الشبكي متعدد القنوات بتمثيل جريان المياه غير المستقر وذلك بحساب عمق المياه ومعدل تدفقها عند نقاط مختلفة آخذاً في الإعتبار وجود التفرعات أو البوابات أو الهدارات . يستخدم البرنامج لتحديد الفتحات المثلى للبوابات لمختلف الأوقات حسب الجدول اليومي لتوزيع المياه . يتألف نظام معلومات لإدارة وتوزيع مياه الري من نموذج الإحتياجات المائية (WDM) ، وأربعة برامج لتوزيع المياه (WDP) . يقوم نموذج الإحتياجات المائية بحساب معامل البخرنتح (ETO) بإستخدام المعلومات المناخية الآتية ، وحساب الإحتياجات المائية للمحاصيل وإحتياجات الري وجدولة الري (أوقات الري وجرعاته) للمحاصيل والمزارع تم حساب الإحتياجات المائية للقنوات . إن نموذج الإحتياجات المائية فريد من نوعه وذلك لأخذه في الحسبان عوامل المياه الضحلة وجعله مصدراً للمياه، كما أنه يعيد جدولة حصص المحاصيل عميقة الجذور من المياه عندما يكون هناك نقص في تزويد المياه السطحية ، كما أنه يربط العلاقة بين الإقتصاد والإنتاج ومعامل البخرنتح . ويقوم برنامج التوزيع بتحديد عمليات التشغيل اليومية لمجموعة من القنوات والمزارع والمحاصيل . كما يحسب كميات المياه الضرورية ومعدل التدفق ، كما يأخذ في الإعتبار الحالة الزراعية المتغيرة والأيدي العاملة وسعة القنوات وحدوث طوارىء ككسر قالب من القنوات نتيجة حادث .

وتعمل خطة إدارة مياه الري بالمشاريع التي تستخدم الري بالرش المحوري ، إلى تطبيق نظام لإدارة مياه الري مطور بالحاسب الآلي (CIWMS) . يقوم هذا النموذج بتحديد الإحتياجات المائية وجدولة عمليات الري وذلك بحساب جرعات الري وفترات الري وزمنها لكل رشاش محوري أثناء جميع مراحل نمو المحاصيل تحت الظروف المحلية للمناخ والتربة وحالة النبات .

تم تطبيق الخطة الشاملة لإدارة المياه بنجاح في المشاريع الزراعية الكبرى بالمملكة العربية السعودية خلال الخمس سنوات السابقة ، أدى تطبيق الخطة في مشاريع الري المعقدة والتي تحتوي على آلاف المزارع إلى تحسين كفاءة وضبط وتوزيع المياه بصورة رئيسية كما أدى إلى تخفيض إستهلاك المياه ، وأدى تطبيقها على مشاريع زراعية كبرى تستخدم الري بالرش المحوري إلى توفير في إستهلاك المياه بمعدل ٢٥-٣٥٪ وخفض تكاليف التشغيل الصيانة بنفس النسبة تقريباً ، كما أدى إلى تحسين الإنتاج الزراعي ، يمكن تطبيق الخطة الشاملة لإدارة المياه على مشاريع مشابهة في المناطق الجافة والشديدة الجفاف.

أعمال حماية الطرق من مخاطر الفيضانات
وتجربة السلطنة في هذا المجال

المهندس/ خالد بن عبدالله بن علي باكثير
وزارة المواصلات - سلطنة عمان

ملخص

سلطنة عمان هي إحدى دول المناطق الجافة وتتلقى معظم مناطقها أمطاراً سنوية تقل في المتوسط عن ١٠٠ ملم في السنة وهي تتأثر بهبوب العواصف الرعدية الشديدة لفترات قصيرة (قد تزيد عن ١٠٠ ملم في العاصفة الواحدة) .

ونظراً لطبوغرافية مناطق البلاد التي تتميز بوجود الجبال العالية التي تتصرف مياهها إلى الأودية المجاورة مثل الجبل الأخضر في الشمال وجبال ظفار في الجنوب وجبال مسندم في محافظة مسندم ، فإن ذلك يجعل من أعمال حماية الطرق من مخاطر الفيضانات بنداً رئيسياً من بنود كلفة انشائها . وقد تصل تكلفة منشآت التصريف كالجسور والعبارات والمعابر الايرلندية مع حمايتها أحياناً إلى ١٦٪ من كامل كلفة إنشاء الطريق كما في مشروع بركاء - العوابي - الرستاق على سبيل المثال . وقد تزيد التكلفة كثيراً عن ذلك وفقاً لعدد منشآت التصريف والحماية اللازمة .

تخطيط تنمية موارد المياه في المناطق الجافة
برنامج للعمل في المنطقة العربية

د.يحيى عبد المجيد-السودان

ملخص

لقد تمت دراسة موضوع تخطيط تنمية وإدارة موارد المياه في المناطق الجافة من المنطقة العربية في اطار جدول الاعمال رقم ٢١ الذي تم العمل به في قمة دول العالم بريودي جانيرو بواسطة مؤتمر الامم المتحدة للبيئة والتنمية لعام ١٩٩٢م .

وتتناول هذه الورقة عدداً من المسائل التى تتعلق بامكانات وتنمية واتجاهات استخدام موارد المياه والطلب عليها في المنطقة العربية . وتحدد الورقة في نهاية الأمر عدداً من القضايا الساخنة كجدول اعمال اقليمي من أجل التداول والعمل وتشمل تقييم موارد المياه ، الطلب على مياه الاستخدامات الزراعية واستراتيجية الاكتفاء الذاتي من الغذاء ، المسائل العويصة المتعلقة بموارد المياه عبر الحدود ، ادارة الطلب على المياه مقابل إدارة إمداداتها وقضايا تطبيق برامج المياه .

١- حصاد المياه : وسيلة عملية لتنمية موارد المياه في المناطق الجافة
٢- حصاد المياه : تطبيقات متعددة للبلدان الجافة

بروفيسور يو سي فوك ، قسم الهندسة المدنية ،
جامعة هاواي - استاذ مساعد ، قسم هندسة الأنهار
والمواني بجامعة ناشيونال تايوان أوشن

ملخص

تعتبر عملية تجميع المياه من أقدم وسائل إمداد المياه وقد حلت محلها نظم الإمداد المركزي منذ بداية الثورة الصناعية في القرن التاسع عشر وقد ظلت هذه الشبكات المركزية تخدم الجماهير على أفضل وجه ولكن نتيجة لإرتفاع مستوى المعيشة والنمو المضطرد للمجمعات السكانية في المدن أصبحت هذه الشبكات غير قادرة على مواكبة إحتياجات الناس بالسرعة المطلوبة ونتيجة لذلك تمت إعادة إكتشاف حصاد المياه كوسيلة فعالة لمقابلة إحتياجات المياه . تقدم هذه الورقة أمثلة على حصاد المياه في المدن والقرى وتوضح أهمية وضع سياسات شاملة لحصاد المياه وتوضح هذه الورقة أن الظروف تعتبر مثالية لنظم حصاد مياه الأمطار ذات الملكية الخاصة وتقليل الإعتماد على الشبكة العامة للمياه .

تشير الورقة أيضاً الى التوجيهات المعمارية في القرن الـ ٢١ والتي تهدف إلى إيجاد نوع من الإنسجام بين المباني والبيئة المحيطة وتجميع الموارد الطبيعية المتجددة واستخدامها في كل مبنى على حده ، وبمعنى آخر أن نجعل من كل مبنى وحده قائمة بذاتها للمياه والطاقة.

تقدم هذه الورقة أمثلة مختلفة لتطبيقات حصاد المياه في المناطق الجافة للإستخدامات الزراعية ولشرب الماشية مع ذكر أمثلة لحصاد المياه في المناطق شحيحة الأمطار وتتطرق الورقة أيضاً إلى دراسات معالجة سطح الأرض لزيادة جريان مياه الأمطار كإستخدام مدرجات المطارات مثلاً.

بالإستفادة من تاريخ حصاد مياه الأمطار والإختراعات التكنولوجية الرائدة نتوقع ظهور نماذج عملية لحصاد المياه في المستقبل القريب.

الجدوى الهيدروتقنية لسدود التغذية في ثمانية مستجمعات مياه داخلية في عُمان

علي محسن ، ويليام أوبراين . مايك برادفورد
قسم التغذية-وزارة موارد المياه-سلطنة عمان

ملخص

إن سدود التغذية من الوسائل الفعالة لإدارة المياه في المناطق الجافة حيث أنها تمكّن من الإستفادة من المياه التي كانت تضيع هدراً في البحر أو الصحراء ووضع مواقع التغذية بالقرب من المستخدمين المستهدفين والإستفادة من ميزة إنخفاض فقد المخزون الجوفي عن طريق التبخر . وكجزء من برنامجها الخاص بتطوير السدود ، قامت وزارة مواردالمياه بتقييم الجدوى الفنية لتشييد سدود تغذية في ثمانية مستجمعات مياه داخلية في عمان . يتوقع أن تعود السدود المقترحة بالعديد من الفوائد على المستوى المحلي حيث أن هناك إمكانية لزيادة كميات المياه التي تسحب بواسطة المستخدمين المستهدفين إلى مليون مترمكعب في السنة . ويتوقع أن يكون موقع واحد من هذه السدود ذا فائدة كبرى بالنسبة لأحد حقول آبار إمدادات مياه الشرب الرئيسية ولذا تمت التوصية عليه بشدة . أما على مستوى المستجمع ككل فنجد أن السدود أقل تأثيراً ولكنها تساعد على تعويض الفاقد الناجم عن إزدياد سحب المياه الذي حدث مؤخراً . لقد ساعدت هذه الدراسات على عمل أول توازن مائي مفصل لكل مستجمع مياه . وتحوي الورقة موجزاً حول سير العمل فيما يتعلق بمنهجية وطريقة عمل نماذج التوازن المائي والدراسات الميدانية ولا زالت هناك حاجة لتقييم السدود المقترحة من ناحية إقتصادية وفي إطار الخطط الشاملة لإدارة الأحواض .

التغذية الصناعية للمياه الجوفية في مصر
حالتان للتطبيقات المستقبلية

أبيل سميدت - هولندا
أكرم فكري - معهد أبحاث المياه الجوفية - مصر
مديحه مصطفى - معهد أبحاث المياه الجوفية - مصر
فاطمه عطيه - معهد أبحاث المياه الجوفية - مصر

ملخص

يتوقع أن تزيد مساهمة المياه الجوفية غير المتجددة في مصر من ١ر٣ إلى ٨ر٤ مليون متر مكعب في السنة . يمكن الحد من الآثار السالبة الناتجة عن هذا التطور مثل إنحسار مستوى المياه الجوفية وتداخل مياه البحر بالتخطيط السليم لإستخراج المياه بوضع عدد من السيناريوهات ويمكن للتغذية الصناعية أن تلعب دوراً هاماً في إطار هذه السيناريوهات.

سيتم إجراء تجارب ميدانية على التغذية الصناعية في مصر من خلال مشروع الإدارة البيئية لموارد المياه الجوفية الذي ينفذه معهد أبحاث المياه الجوفية في إطار التعاون بين وزارة الأشغال العامة وموارد المياه في مصر والهيئة الهولندية للتعاون الدولي.

بإمكان التغذية الصناعية أن تكون أداة فعالة في إستغلال المياه السطحية والمياه الجوفية في أغراض الري كما أن التغذية الصناعية بإستخدام مياه جيدة النوعية يقلل من الآثار السلبية الناتجة عن الإنسياب العكسي لمياه الري مثال ذلك منطقة إمتداد البستان حيث ينفذ أحد المشاريع النموذجية.

ومن الأمثلة الأخرى تخزين حصاد مياه الأمطار أو تدفق مياه النيل في الشتاء في المنطقة الساحلية غرب الإسكندرية . يمكن إستغلال المياه الجوفي في توفير إمدادات المياه للمجمعات السكانية على إمتداد الساحل أو إستخدامها كإحتياطي استراتيجي للمياه العذبة

دراسات وتجارب حول استقرار الستائر الإسفلتية السطحية
المستخدمة في تكتيم السدود والخزانات الأرضية
في ظروف المناطق الجافة

الدكتور المهندس/محمد الشبلاق
كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق - سوريا

ملخص

استخدم البيتون الاسفلتي في الخليج العربي من أجل تكتيم السدود والخزانات التي تزود المدن بالمياه . يهدف دراسة استقرار الستائر الاسفلتية في ظروف المناطق الجافة (كمثال على ذلك المملكة العربية السعودية) وباعتبار أن هذه الستائر تتعرض إلى إجهاد قص ناتج عن الوزن الذاتي فقط فقد عولج الموضوع عبر الخطوات التالي :-

١- صياغة موديل رياضي فيزيائي يمكن من خلاله تقدير درجة الحرارة العظمى لسطح ستارة إسفلتية سطحية وذلك بمعرفة درجة حرارة الهواء لعدة سنوات وبمعرفة خواص التوصيل الحراري لمادة البيتون الإسفلتي المستخدم ومكان السد (العرض الجغرافي) ومعلومات مناخية حول منطقة السد أو الخزان .

٢- إجراء تجارب قص على عينات إسفلتية لها نفس التركيب الحبي لتلك المستخدمة في تكتيم السدود والخزانات والحصول على خواص المادة في ظروف حرارية مختلفة واستنتاج هذه الخواص من أجل درجة الحرارة العظمى التي يمكن مصادفتها . (جهاز القص تم تصميمه من قبل الباحث) .

٣- دراسة تشوهات البيتون الإسفلتي وتحديد عمر الخدمة لها وبالتالي تقويم استقرار هذه الستائر .

حصاد المياه
مواد المستجمع والتشييد

د. عباس حزوري
شعبة التربة والمياه - جامعة حلب - سوريا

ملخص

ان المياه من الموارد الطبيعية المحدودة في الاقاليم الجافة وشبه الجافة في العالم . من الممكن تنمية مصادر جديدة للمياه بواسطة بعض الأساليب التقنية مثل حصاد المياه .

يستخدم مصطلح حصاد المياه لوصف الأسلوب الذي يتم بموجبه تجميع وتخزين المياه من منطقة تمت معالجتها لزيادة الجريان السطحي . وتحفظ المياه المجمعة في خزانات لتوفير مياه الشرب للإنسان والحيوان أو للري التكميلي للمحاصيل.

وقبل إختيار التصميم النهائي للمستجمع والخزان يجب ان يتم النظر في كل الاحتمالات الكفيلة بتقليل التكلفة وزيادة فعالية مكونات النظام . إن اختيار موقع نظام حصاد المياه سيؤثر بشدة على تكلفة التركيب وفعالية الاداء وحسن استغلال هذا المرفق . ان الخطوات النهائية في تصميم نظام حصاد المياه هي اختيار طريقة ومواد المستجمع والخزان بحيث تكون ملائمة للأحوال السائدة في الموقع مثلاً الأسفلت ، الحصى ، شمع البرافين ، المطاط ، الألواح المعدنية ، الخرسانة وملح الصوديوم .

ان تقليل التبخر عادة ما يكون أقل تكلفة من زيادة حجم الخزان و/أو المستجمع . يمكن اطالة عمر مكونات ومواد نظام حصاد المياه عن طريق الصيانة الجيدة . يجب ان تكون نوعية مياه الشرب في الحدود التي لا تسبب الضرر للإنسان والحيوان .

البرامج الهيدرولوجية العالمية لليونسكو وعلاقتها
بمشاكل المياه في المنطقة العربية

عابدين محمد صالح-منظمة اليونسكو-القاهرة

ملخص

تناولت هذه الورقة قضايا وفرة المياه في المنطقة العربية وحددت المعضلات التقنية الكبيرة التي تعوق تنميتها . كما تقدم الورقة استعراضاً عاماً للبرنامج الهيدرولوجي العالمي لمنظمة اليونسكو وتوصي به كإطار إقليمي لحل تلك المعضلات.

الأسس التصميمية لسدود التغذية الجوفية في سلطنة عمان

ناصر المقبالي - مدير دائرة السدود
د. رينهارد شميد - خبير سدود
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

منذ اكتمال انشاء سد التغذية الجوفية الأول في سلطنة عمان وحتى الآن تم انشاء ١٤ سداً أخرى . وقد اكتسبت خبرات هامة من خلال تصميم وتشييد وتشغيل تلك السدود حيث تمت الإستفادة منها في تنفيذ مشاريع السدود التي نفذت مؤخراً . وتهدف هذه الورقة إلى عرض المعايير الأساسية لتصميم مثل هذا النوع من السدود والأسس الفنية التي يتم التوصل إليها .

وتوجد سدود التغذية الجوفية دائماً في الأودية الكبيرة أو أنها تشمل أحياناً عدة أودية مما يؤدي لتكون حوض صرف عام ضخم ، وعليه تصبح هناك حاجة لتصريف فياضانات كبيرة بمعدلات تصل إلى عدة آلاف من الأمتار المربعة في الثانية وذلك من خلال إقامة مفايض لهذا الغرض .

ولهذا فإن المفايض تمثل العنصر السائد في سدود التغذية الجوفية وهي تتطلب خبرة هندسية كبيرة . وقد تم بناء أنواع مختلفة من المفايض وفقاً للظروف الخاصة بكل موقع ومن أمثلة ذلك الدروع الحجرية والجابيونات والمفايض الخرسانية. وسوف تركز هذه الورقة بشكل خاص على نواحي تصميم المفيض بما يشمل كل الجوانب الهيدرولكية والهيدرولوجية . كما سوف تتم مناقشة اداء المفايض في عند حدوث الفيضانات .

إن أكثر أنواع السدود التي تنشأ لاغراض خزانات التغذية الجوفية شيوعاً هي السدود الترابية . ونظراً لتوفر كل أنواع المواد الطينية موضعياً ، لذلك نجد أن هذا النوع من السدود أكثرها إقتصادياً وتحوي هذه الورقة النواحي التصميمية الهامة بالنسبة للمفايض وطرق إنشائها ، هذا إلى جانب المسح العام لسدود التغذية القائمة والأعمال التي تمت مؤخراً والتي سوف يتم تناولها فيما يتعلق بالمشاريع المستقبلية .

دراسة إمكانيات إنشاء سدود تغذية في وادي ضيقة

فرديريك كول -قسم التغذية - وزارة موارد المياه-سلطنة عمان

ملخص

تم إجراء دراسات مفصلة حول إمكانيات الاستفادة من فائض التدفق في وادي ضيقة الذي يذهب معظمه إلى البحر وقد شملت الدراسة سدود تخزين وسدود تغذية . تتناول هذه الورقة النتائج والتى كان بعضها غير متوقع وتشير إلى بعض القضايا الهامة التى ستؤثر على أي مشروع محتمل . نظراً لشدة الفيضانات يتحتم وجود تدفق علوي للمياه بكامل عرض السد مما يستدعي قصر التصميمات على المواد الخرسانية . لا شك أن الترسب مشكلة تحول دون السدود الصغيرة . تتسبب الصخور الجيرية في الخانق الأسفل في فقدان ٥٠٪ من تدفق الوادي الأمر الذي يجعل إنشاء خزان في المنطقة غير مجد كما أن اغراق بعض المناطق المأهولة أو المناطق الزراعية والطرق كلها عوامل تستبعد المواقع الأخرى . استعرضت الدراسة المشاكل التى قد تواجه مستخدمي المياه في أسفل المجرى اذا تم إنشاء السد بما فيها تقييم الامدادات المطلوبة لتعويض النقص ويميل الرأي إلى اللجوء إلى وسائل الري الحديثة اذا كان لابد من توفير امدادات مياه تعويضية مرتفعة الثمن .

إستراتيجية تصميم سدود تغذية المياه الجوفية في أقطار المناطق الجافة

البروفيسور جنثر . ج سيوس - جامعة ميونخ
البروفيسور جيرو هـ شميث - جامعة درسدن

ملخص

نظراً لأن تصميم السدود بحجم أكبر من المطلوب أو العكس ينطوي على تكاليف باهظة على المدى الطويل ، فإن هذه الورقة تطرح تحليلاً نقدياً لإستراتيجيات التصميم التي تعتمد على مفهوم الفيضانات الأعظمية المحتملة فقط أو تلك التي تعتمد على فترات تواتر محدودة والتي تأخذ في الإعتبار إحتمالات تواتر الفيضان مقرونة مع تكاليف التشييد . تشير الورقة إلى أن هذا الأسلوب الذي يتسم بالعمومية ينطوي على الكثير من العواقب غير المأمونة في مجالات السلامة والكفاية الإقتصادية للسد المخطط لقيامه نظراً لأن هذه الإستراتيجية تأخذ في الإعتبار عاملاً واحداً فقط وهو إحتمالات تواتر الفيضان المستقاة من البيانات القليلة وتتجاهل المعلومات الدقيقة نسبياً عن طبيعة وكمية الأضرار (مثلاً الأضرار الإجتماعية أو السياسية أو المالية). وعليه فإن الطريقة المقترحة للتصميم تأخذ في الإعتبار تكاليف الإستثمار السنوي الى جانب تكاليف الأضرار المتوقعة سنوياً والتي تقترن بكل من إحتمالات تواتر الفيضان وكمية الأضرار التي يمكن أن يسببها الفيضان وعلى هذا النحو توضح هذه الطريقة فوائد (منع الأضرار) السد أي كان حجمه . أن تطابق إحتمالات التواتر مع كمية الأضرار المحتملة مقرونة بتقليل التكلفة الكلية وإرتفاع مصداقية المنشأة ودرجة الإعتماد عليها ، تؤدي إلى التوصل الى دالة موضوعية . ومن خلال تطبيق أساليب الوصول إلى الحلول المثلى على هذه الدالة نحصل على طريقة جديدة لتصميم السدود خاصة فيما يتعلق بالتصميم الأمثل للمفيض . أن استخدام الدالة الموضوعية في إطار تحليل الحساسية يسمح بتضمين العواقب غير المأمونة في التصميم ويوفر أساساً واضحاً لتصميم سليم وإقتصادي.

حصاد المياه بواسطة سدود الإحتجاز الصغيرة في الجبل الأخضر

د.رينهارد شميد وماجد بن بلعرب البطاشي
دائرة السدود -وزرة موارد المياه -سلطنة عمان

ملخص

في ديسمبر ١٩٩٤م اكتملت أعمال المرحلة الأولى من مشروع يهدف إلى تنمية الموارد المائية بالجبل الأخضر ويتضمن هذا المشروع تشييد ستة وعشرين سد إحتجاز في المناطق النائية مع كل المرافق اللازمة لإمداد المياه للقرى والمجمعات السكنية المستهدفة وقد واجهت هذا المشروع العديد من التحديات مثل عملية تنظيم مواقع التشييد المنتشرة على مساحات واسعة وصعوبة الوصول إليها التي إقتضت نقل المواد بواسطة الطائرات المروحية إلى جانب الصعوبات التي تكتنف إرساء الأساس في مثل هذه المواقع وأثناء فترة التشييد تعرضت العديد من السدود للملء والغمر للمرة الأولى وقد أثبتت نجاحها . وقد تم شرح فكرة هذا المشروع وأهدافه الأساسية والأسلوب الفني المتبع والتجارب المستفادة من فترة التشييد بما في ذلك الأسابيع الأولى للعمل.

أساليب الري القديمة (السيل) وأنثروسولات الجنوب العربي وادي ضراع-اليمن

بريجيت كوك - فرنسا

ملخص

يعتبر وادي ضراع في الجزء الجاف من اليمن أبرز مثال على كيفية التحكم في الفيضانات في الفترات القديمة من تاريخ جنوب الجزيرة العربية (القرن الثامن قبل الميلاد-القرن الثالث بعد الميلاد).

يقع الجزء الأسفل والأكبر من الوادي على إرتفاع يتراوح بين ١١٥٠ إلى ١٣٠٠ متراً وتمر به مياه الفيضانات الناتجة عن الرياح الموسمية الجنوبية الغربية وخلال تلك الفترة كان التحكم في مياه الفيضان يتم بواسطة وسائل هيدرولوكية - ما زالت بقاياها مبعثرة في الوادي حتى الآن- ويتم استخدام تلك المياه في أغراض الري.

قمنا بدراسة قطاعات الري القديمة (١٨) والتي تقع بين خوانق الجبال والنقب وتطرقنا بالتفصيل الى الإنثروسولات الموجودة فيها والتي ترسبت نتيجة لعمليات الإطماء التي تعرض لها الوادي.

تطورات متقدمة في مجال المنشآت الهيدروليكية لتغذية المياه الجوفية

بروفيسور ثيودور ستروبل - مدير المعهد الهيدروليكي - جامعة منكين الفنية

ملخص

يتم في الوقت الحاضر تصميم وتشييد سدود التغذية الجوفية في بعض المناطق بسلطنة عمان . وبصورة عامة نجد أن تصميم الطبقة المانعة للتسرب في السد يتكون من جزء مركزي غير نافذ يُبنى من الحصباء والطين والرمل . وفي بعض الأحيان لا تتوفر مواد التغليف الطبيعية في حدود مسافة معقولة من الموقع . إضافة لذلك أنه وفي بعض الحالات لا تتوفر موارد مناسبة مثل التكسيات الحجرية لإنشاء قنوات تصريف المياه الفائضة . وحتى يمكن بناء سد آمن وإقتصادي للتغذية الجوفية في مثل هذه الظروف فقد تم مؤخراً استخدام مواد جديدة لتشييد سدود التغذية الجوفية في سلطنة عمان.

تملح التربة في المناطق الجافة

د. رياض الصوفي
جامعة هلنسكي للتكنولوجيا-فنلندا

ملخص

ندرة المياه وتملح التربة يعتبران من أكثر العوامل التي تهدد المناطق الجافة حيث تحتوي مياه الري على كميات كبيرة من الأملاح المذابة كما أن الري بالتنقيط يعتبر من أميز الإختراعات في مجال تقنيات الري ولكن الإستفادة القصوى من هذا الإكتشاف لن تتأتى بدون إدارة جيدة لأوجه استخدامات المياه . تساعد النماذج الرياضية وبرامج الحاسب الآلي على تفهم مراقبة الظروف الهيدرولوجية الملائمة لنمو النبات.

تم عمل نموذج رياضي ثلاثي الأبعاد لتجسيد تدفق المياه وحركة الأملاح في سلسلة متصلة من التربة المشبعة وغير المشبعة حيث تروي المحاصيل بنظام التنقيط - يتضمن النموذج برامج حاسب آلي بلغة FORTRAN ويحسب تبخر المياه من الأراضي غير المزروعة والتبخر النتحي من الأراضي المزوروعة.

يتضمن النموذج أيضاً إمتصاص المعادن الثقيلة بواسطة جذور النباتات وإنتقال المعادن الثقيلة في التربة تحت ظروف ديناميكية حمضية ويمكن الإطلاع على نتائج البيانات من خلال برنامج خاص بلغة QBASIC لإظهار التغيرات التي تظهر على تركيز الأملاح في الفترة المعنية.

يعتمد النموذج على حالة دراسية افتراضية يستخدم فيها الري بالتنقيط لمحاصيل مزروعة على مسافات متباعدة (١متر).
أوضحت النتائج أنه يمكن استخدام المياه المالحة في الري بالتنقيط بنجاح في حالة تنقيط المياه بإستمرار وتخفيف تركيز الأملاح في محلول التربة.

يمكن تخفيف تراكم الأملاح حول محيط المنطقة المبللة بدرجة كبيرة بتقليل كمية التبخر من سطح التربة الجرداء. يوضح النموذج أيضاً ان تخفيف التبخر من سطح التربة سيغير نظام الجريان تغييراً كلياً ويساعد على توفير مياه الري وتخفيف تركيز الأملاح.

إن الإدارة المثلى لتملح التربة والري بالتنقيط لا يمكن الوصول إليها دون تفهم كامل لنظام التربة - المياه- الأملاح - النبات ويمكن التوصل الى ذلك بتشغيل النموذج الرياضي الذي يجسد العملية بكاملها في ظل استراتيجيات مختلفة للري وبإضافة الظروف الزراعية -المائية المستقبلية الى النظام يمكن وضع أفضل استراتيجية للري بالمنطقة وبالإضافة الى ذلك يمكن الإستفادة من النموذج بواسطة الطلاب ومهندسي المياه كقاعدة هامة لتفهم أساسيات إدارة المياه والتربة في المناطق الجافة.

وأهم النتائج المتحصل عليها :-

١- هناك تأثير عكسي واضح لطول فترة الري والإستنفاذ الرطوبي SMD حيث كانت متوسط القيم الموسمين ٩٧، ٦٤-٣٣-٥١-٧٥-٤٦ سم للمعاملات ب ١ - ب ٢ - ب ٣ على الترتيب في حين توجد علاقة طردية لحد ما بين قيم الـ SMD وعمق الري المضاف .

٢- كان متوسط البخر نتح القياسي خلال موسم بنجر السكر ٢.ر٧٣ سم في حين كانت متوسط قيم البخر نتح الفعلي لبنجر السكر ٤٣ر٦٣ سم .

٣- زادت مساهمة الماء الأرضي بزيادة فترة الري حيث بلغت ٧٨ر٢-١٢ر٥-٢٩ر١٤٪ للمعاملات أ١-أ٢-أ٣ على الترتيب . وعلى الجانب الآخر تتناقص مساهمة الماء الأرضي بزيادة عمق مياه الري حيث كانت القيم ٢٩ر١٤-٩٤ر٦-١٥ر٥٪ للمعاملات أ٣-ب٣-جـ٣ على التوالي .

٤- أوضحت الدراسة أن المعاملة ب٢(٦سم كل أسبوعين) أعطت أعلى محصول وبالتالي فإن الإحتياجات المائية للمعاملة ب٢ هي الإحتياجات المائية لبنجر السكر في دلتا النيل وتساوي ٥١ر٦١سم موزعة كالآتي : ٩ر٤٧سم مياه ري+٢ر١٢سم مياه أمطار +٤١ر١ من الماء الأرضي .

٥- حسب معامل النبات المتأثر بالماء الأرضي (Kcw) بالنسبة لمراحل النمو المختلفة : الإنبات - النمو الخضري - النمو الخضري وتكوين الجذور - نمو الجذور - النضج . فكانت على التوالي : ٥٩ر٠-٦٨ر٠ . ٩٣ر٠-٨٠ر٠-٤٤ر٠ . وهذه القيم أقل من مثيلاتها المنشورة بمنظمة الأغذية والزراعة الفاو (FAO) بينما في المعاملات التي توجد بها تغذية للماء الأرضي (أ١-ب١-جـ١) كانت قيم الـ Kcw أعلى من تلك المنشورة بالفاو 7FAO.

٦- حققت المعاملة ب٢ (٦سم كل أسبوعين) أعلى إنتاج من الجذور والسكر حيث كانت ١٢ر٢٥طن/فدان (٧٩ر٥٩طن/هكتار) ، ٩٩ر٣طن سكر /فدان (٥ر٩طن/ هكتار) وكان الفرق غير معنوي بين محصول ب٢،جـ٣ (٨سم كل ٣ أسابيع) .

الإستهلاك المائي للنبات ومعامل المحصول لبعض المحاصيل الحقلية في التربات الرملية الصحراوية بإستخدام مقاييس حجمية مبسطة لقياس معدل تخلل المياه في التربة

أحمد محمد فتحي
شعبة التربة وعلوم المياه - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

ملخص

إن جدولة ري المحاصيل الحقلية بصورة جيدة وإقتصادية في المناخ الصحراوي تقتضي تحديد الإستهلاك المائي للنبات ومعامل المحصول بدقة . ونلاحظ في مصر عدم توفر البيانات المتعلقة بتخلل المياه في التربة في الأحوال المثلى لإمداد المياه كما أن معاملات المحصول لمختلف قيم التبخر-النتح في فترات الري القصيرة غير متوفرة ولذا تم تصميم مقياس حجمي مبسط ورخيص لقياس تخلل المياه في التربة في مساحة ٥ متر وإلى عمق ١ متر . وتم تركيب وحدتين من هذا المقياس في مركز تنمية الصحراء التابع للجامعة الأمريكية بالقاهرة وتم إجراء تجارب بحثية لمدة أربع سنوات (١٩٨٧-١٩٩٠) لتحديد الإحتياجات المائية للمحاصيل ومعاملات المحصول بالنسبة للفول السوداني والقمح والذرة والشعير . وقد نلاحظ أن هناك إختلافات كبيرة بين معاملات المحصول التي توصي بها منظمة الزراعة والأغذية (FAO) والقيم التي تم تحديدها باستخدام بيانات التخلل وبيانات بنمان المعدلة وقد ساعدت البيانات التي تم الحصول عليها في جدولة وتصميم أنظمة الري وزيادة فعالية استخدام المياه في المناطق الصحراوية.

الاستخدام الأمثل لمياه الري في مشروع تونو للري في غانا

ونيستون أندا - غانا

ملخص

دأبت معظم البلدان النامية على سحب الدعم من الاستثمارات الحكومية بهدف تمكينها من الاعتماد على نفسها وذلك من خلال تشغيلها على أسس تجارية - تبحث هذه الدراسة في كيفية تحقيق أقصى فائدة ممكنة من مشروع تونو للري من خلال الاستغلال الأمثل لمياه الري - يقع المشروع بالقرب من ناقارونجو في أعلى الاقليم الشرقي بغانا (حزام السافنا) ويوفر المشروع ٣٧ مليون متر مكعب سنوياً من مياه الري .

تم تحديد احتياجات المياه للمحاصيل الأساسية (الأرز ، الطماطم ، فول الصويا ، الذرة والدخن) وفق برنامج CROPWAT الذي صممته منظمة الزراعة والأغذية . يستخدم البرنامج طريقة بنمان لتحديد التبخر النتحي النسبي ، احتياجات الري وفترات الري . أخذ متوسط أسعار مياه الري من الأسعار التي فرضت على المزارعين في عام ١٩٩٠ و١٩٩١. تم استخدام أسعار السوق للمحاصيل (١٩٩٠-١٩٩١) في تحديد أسعار انتاج وأسعار بيع تلك المحاصيل .

أوضحت النتائج أن كمية كبيرة من المحاصيل (١٠ من ٣٧م م٣) لا تستغل وانه يمكن اعتبار الأرز والطماطم محاصيل رئيسية اذا أرادت الشركة أن تزيد من أرباحها وتحافظ على اعتمادها على نفسها . يمكن زيادة الأرباح بزيادة المساحات الزراعية للإستفادة من المياه غير المستغلة .

الملخص العربي

ترشيد مياه الري وتأثير ذلك على العلاقات المائية ومحصول بنجر السكر في الأراضي ذات المستوى الضحل من المياه الجوفية بدلتا النيل

* محمد عبد الفتاح محمد إبراهيم

قسم المقننات المائية والري الحقلي - معهد بحوث الأراضي والمياه - مصر

* محمود محمد إبراهيم

كلية الزراعة بطنطا - جامعة طنطا - مصر

* صابر عبده جاهين

كلية الزراعة بكفر الشيخ - جامعة طنطا - مصر

* صبحي محمد إسماعيل

قسم المقننات المائية والري الحقلي - معهد بحوث الأراضي والمياه - مصر

ملخص

أجريت هذه الدراسة بمحطة البحوث الزراعية بسخا والتي تمثل منطقة شمال الدلتا خلال موسمي ١٩٩١/٩٢ ، ١٩٩٢/٩٣ بهدف :

١- تحديد المقنن المائي لبنجر السكر في المنطقة .

٢- معرفة تأثير كلا من كميات وفترات مياه الري على العلاقات المائية والإنتاج كما ونوعا لبنجر السكر .

قد صممت تجربة حسب القطع المنشقة حيث كانت المعاملة الرئيسية (عمق مياه الري) : أ= ٤سم ،ب=٦سم ، جـ=٨سم = الري المتبع تقريباً في المنطقة . والمعاملة تحت الرئيسية (فترة الري) : ١= ري كل اسبوع ، ٢=ري كل أسبوعين ، ٣= ري كل ٣ أسابيع .

ترشيد المياه في الأراضي الجديدة بإستخدام أنظمة الري الحديثة

فريدة الحسي - مركز أبحاث المياه ، القاهرة

ملخص

إن إدارة المياه بكفاءة ضرورية في الأماكن التي تواجه شحاً في المياه . وتعتبر إدارة المياه هي الوسيلة اللازمة لإستخدام المياه بالصورة المثلى من حيث نظام التوزيع والجانب الحقلي وذلك لزيادة حصيلة وحدة المياه من خلال ذلك.

وقد تم استخدام نظام يتكون من خطي أنابيب تحت سطح الأرض يتكونان من الأسبوستوس والأسمنت وذلك كبديل لنظام القنوات المفتوحة في منطقة المنصورة بمحافظة الجيزة بمصر . ويدار هذا النظام بواسطة معهد أبحاث توزيع المياه وأنظمة الري . وتتناول هذه الورقة مراحل التشغيل ، العوامل التي تؤثر عليه ، مشاكل التشغيل ، الجوانب الإجتماعية والإقتصادية المتعلقة بنظام استخدام خطوط الأنابيب بإعتبار الظروف المحلية والتوصيات اللازمة لتحقيق إدارة أفضل.

الإستراتيجيات اللازمة لتلبية الطلب المتزايد على مياه الري في الدول العربية

يحيى بكور- السودان

ملخص

تشكل الزراعة المروية في الدول العربية حوالي ٢٠٪ من مجموع الأراضي المزروعة . ولكنها تساهم بصورة جوهرية في الأمن الغذائي بالمنطقة . وأكثر من ٥٠٪ من جملة قيمة الإنتاج الزراعي تأتي من الأراضي المروية.

بالإضافة الى ذلك فإن الري في هذه المنطقة التي يسود فيها المناخ الجاف وشبه الجاف جدير بالإعتماد عليه ويتيح فرصاً أوسع لتنويع التركيبة المحصولية إلى جانب زراعة محاصيل ذات قيمة أعلى .

يقدر أن حوالي ١٤٠ مليون متر مكعب من المياه تستخدم سنوياً لري حوالي ١١ مليون هكتارفي كل المنطقة. ولكن نظراً لشح المياه والعجز المتواصل في الموارد المائية المتاحة فإن قيام المزيد من المشاريع المروية يصبح أمراً محفوفاً بالمخاطر وهذا الوضع يقتضي وضع الإستراتيجيات المناسبة لإدارة الموارد المائية خاصة في القطاع الزراعي الذي يستهلك حوالي ٩٠٪ من الإستهلاك الكلي للموارد المائية .

تشتمل عمليات تحسين إمدادات المياه الزراعية وإدارة الطلب عليها على تحديث شبكات الري وتطوير جدولة الري وتعديل التركيبة المحصولية من خلال إدخال محاصيل ذات إستهلاك أقل للمياه والتوسع في إستخدام الري التكميلي في مناطق الزراعة المطرية للحد من التوسع المستمر لمشاريع الري الدائم الحالية.

تطوير الري في النجد - جنوب عمان

* سعود بن سالم الحارثي -وزارة الزراعة والثروة السمكيةص.ب : ٤٩٧ الرمز البريدي ١١٣ سلطنة عمان
* د.أ فاربردج -موت ماكدونالد العالمية ص.ب : ٥٨٧ الرمز البريدي ١١٢ سلطنة عمان
* أ.ج وايتس -موت ماكدونالد العالمية ص.ب :٥٨٧ الرمز البريدي ١١٢سلطنة عمان

ملخص

من المقترح تنمية ١٠٠٠ هكتار من المزارع المروية في النجد إعتماداً على كميات المياه المستخرجة من الخزانات الجوفية في الشقوق العميقة والمعروفة بأسم الطبقة المائية (ج) وعلى الرغم من أن هذه المياه الجوفية هي مياه أحفورية إلا أن معدلات الملوحة تعد من أقل المعدلات في النجد هذا إلى جانب أن هذه المياه ستستخدم اساساً لزراعة الحشائش . أن زراعة المحاصيل المروية في النجد ممكنة من الناحية الفنية ولكنها ليست مفضلة من الناحية الإقتصادية حث أن اقتصاديات المزارع تتأثر بتكلفة الضخ ومن ثم انخفاض منسوب المياه ويتوقع من خلال النماذج الرياضية الخاصة بإستحابة الخزان الجوفي لسحب المياه أن ينخفض منسوب المياه في حقل الآبار بحوالى ١٠٠ متر خلال ٣٠ سنة ولكن هنالك بعض الشكوك حول حدود النموذج ومعايرته ولابد من التحقق من صحة النموذج ويمكن تحقيق هذا الأمر من خلال إقامة مزرعة نموذجية بتكلفة قليله يمكن من خلالها اجراء المراقبة والتحقق من صحة النموذج .

إدارة التربة في ظل أنظمة الري الحديث
بسلطنة عمان

عماد عبدالماجد عبدالباقي
وزارة الزراعة والثروة السمكية - سلطنة عُمان

ملخص

تتميز التربة السائدة في عمان بنسبة عالية من التسرب ومقدرة متدنية للإحتفاظ بالرطوبة . يتسرب الماء الى الأعماق عند ممارسة الري بالغمر ونتيجة لذلك تقل كفاءة الري الى درجة كبيرة .

تواجه عمان نقصاً في المياه ونوعية المياه جيدة بصورة عامة ولذلك هناك حاجة ماسة لإستخدام مياه الري بكفاءة ويمكن تحقيق تلك الغاية بإستخدام وسائل الري الحديث مثل الري بالتنقيط أو بالرش . تظهر مشكلة عند استخدام الري بالنافورة في أحواض الأشجار التي تكون تركيبة التربة فيها خشنة حيث لا تتوزع المياه بصورة متساوية ولذلك لا بد من تسوية تركيبة التربة حتى تتمكن من الإحتفاظ بالمياه ولكن هذه المشكلة يمكن معالجتها في حينها.

التحديات المتعلقة بتطوير أنظمة الري الصغرى الخاصة في أقليم الساحل - غرب أفريقيا

راي نورمان - شعبة هندسة الموارد الحيوية
كلية الزراعة - جامعة السلطان قابوس - سلطنة عمان

ملخص

إن تطوير أنظمة الري الصغرى الخاصة هو بمثابة حجر الزواية في إرساء دعائم استمرارية التغذية على مستوى الأقليم لأطول فترة ممكنة في البيئة الهشة بالساحل كما أنها تساعد على استغلال الموارد المائية الشحيحة بصورة فعالة . تستعرض هذه الورقة اختلافات الخصائص بين الأنظمة الكبرى والصغرى وتحاول إيراد الحجج التي تؤيد تطوير الأنظمة الصغرى . واستناداً على الخبرة الحالية المكتسبة من الأنظمة الصغرى الناجحة في الاقليم تتعرض الورقة لأهم العوامل الفنية والإقتصادية والأدارية والمعوقات التي تتحكم في تطوير هذا النوع من الري . وقد أشير إلى أن الأنظمة الصغرى الخاصة تعد من أفضل البدائل لتنمية المحصولات المروية في الساحل على المدى الطويل . وأيدت الورقة وضع خطة تنمية وتطوير مبنية على الخبرة المحلية في هذا النوع من الري والتي لم يستفاد منها بالصورة المثلى .

تقنيات الري والإدارة للمحافظة على المياه

داريل واي.دي .بوير -جامعة داكوتا الجنوبية
هال د.وارتر
جوي.واي.تي.هنج - جامعة كلفورنيا

ملخص

إن المحافظة على المياه هي محور الإهتمام في السياسات الأساسية في المناطق الجافة في مختلف أنحاء العالم حيث أن إمدادات المياه العذبة تتحكم في النمو الإقتصادي ورفاهية السكان . شهدت أساليب الري تقدماً ملحوظاً خاصة فيما يتعلق بتطوير تقنيات الرشاشات للإقتصاد في إستهلاك المياه في خطوط الرش الفرعية دائمة الحركة مثل الرشاشات التي تدور على محاور إرتكاز ولكن غالباً ما تحتاج هذه التقنيات إلى مستوً عالٍ من الإدارة لتحقيق الوفر المطلوب في المياه. إن نظام الري بأسلوب التدفق المتقطع هو أحد أنماط تطوير الري السطحي التي تنطوي على إمكانيات ممتازة للمحافظة على مياه الري وهنا أيضاً نجد أن الإدارة هي العامل الأساسي الذي يتوقف عليه نجاح هذا النظام . وبالمثل فإن إختيار الطريقة المناسبة لري الميادين المعشبة والمزروعات التجميلية في الشوارع وحول المباني يمكن أن يساعد على توفير كميات كبيرة من المياه . وقد تم طرح مفهوم تصميمي جديد يمكن استخدامه للري على أعماق مختلفة على طول خط واحد للري بالتنقيط بهدف توصيل المياه إلى النباتات حسب أعماق جذورها.

ترشيد إستخدام المياه في المناطق السكنية - تقنية ملائمة بالنسبة لشبه الجزيرة العربية

مارتن كاربساك ، كينيث أي - فوستر - الولايات المتحدة

ملخص

لقد توسعت المناطق السكنية في أريزونا بسرعة بعد نهاية الحرب العالمية الثانية حيث تم تمديد الطرق السريعة لما وراء حدود المدن في فترة ماقبل الحرب . وقد ادى تطور السيارات واجهزة التبريد التبخيرية واجهزة التكلييف إلى تحرك السكان إلى مناطق اريزونا الساحلية ، والتى أصبحت مدناً وضواحي جديدة كامتداد للمدن الكبيرة في فترة ماقبل الحرب . وتحتاج هذه المدن الممتدة في صحراء سونودان بأريزونا لكميات كبيرة من المياه والطاقة حتى تكون صالحة لسكن الانسان . واذا لم يصبح الأفراد اكثر كفاءة في استخدام المياه فإن مستويات المعيشه المرتفعة سوف تستمر في زيادة الطلب على المياه .

ولا تنحصر مشاكل المناطق الجافة مثل أريزونا في كمية المياه ولكن ايضاً هناك مشاكل موسمية الامطار ووقتها والطلب عليها ونوعية المياه بالنسبة لمختلف الاستعمالات .

إن خلق مستقبل زاهر على المدى البعيد بالنسبة لأريزونا والمناطق الأخرى الجافة وشبه الجافة يتطلب تطوير برنامج متوازن لموارد المياه . وسوف تكتسب مياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة أهمية متزايدة كاحدى مصادر توفير المياه . إن الحل المتكامل للمشاكل يتطلب استخدام هذا المورد الحيوي بصورة اكثر كفاءة فيما يتعلق بالنواحي البيئية والاقتصادية .

استخدام المياه بكفاءة في الزراعة - نتائج حديثة وابتكارات جديدة

روبرتو لينتون-سريلانكا

ملخص

توضح هذه المحاضرة الرئيسية بعض النتائج والإبتكارات الهامة ذات الأهمية العملية لتطوير استخدام المياه بكفاءة في الزراعة بأقطار المناطق الجافة . وقد تم التركيز بصفة خاصة على الأطر التصورية والوسائل التي يمكن استخدامها بواسطة المدراء لتقييم أداء مشاريع الري ، والأنظمة المساعدة على اتخاذ القرارات التي تم تطويرها لمساعدة أولئك المسؤولين عن اتخاذ القرارات الادارية في مجال الري ، الطرق التي يمكن للدول ان تستخدمها لنقل ادارة أنظمة الري من الحكومة إلى مؤسسات الري المحلية ، أساليب المشاركة التي تم تطويرها لزيادة فعالية تطبيق الادارة والسياسة في قطاع الري .

وتختتم المحاضرة ببعض المباديء العامة للبحوث وبرامج التنمية الناجحة .

الإدارة المتكاملة لمشروعات الأراضي والمياه لزيادة الإنتاج الزراعي : دروس مستفادة

عبدالله صادق بازرعه (١) & جون ف. ميتزجر (٢)
(١) قسم الري والهيدروليكا - كلية الهندسة / جامعة القاهرة (جمهورية مصر العربية)
(٢) مؤسسة كان أجرو الدولية - مونتريال (كندا)

ملخص

تعتمد جمهورية مصر العربية ذات التعداد السكاني الكبير والمتزايد على موارد محدودة من الأرض الصالحة للزراعة والمياه . ويلخص هذا البحث كيفية تأمين وزيادة الإنتاج الزراعي بما لا يقل عن ٢٥٪ عن طريق إزالة وتقليل العوامل المؤدية إلى تدهور البيئة الزراعية في منطقة تمثل أراضي الدلتا (القديمة) وتشمل مساحة ٣٣٫٦٠٠ هكتار من محافظة الدقهلية بجمهورية مصر العربية وذلك من خلال المحاور الأساسية التي تؤكد مبدأ تكامل إدارة الأراضي والمياه :

- اتخاذ الاجراءات اللازمة للتغلب على مشكلات تدهور التربة الزراعية وإرتفاع مناسيب الماء الأرضي باستخدام نظم الصرف المغطى والحرث وإضافة الجبس وتسوية سطح الأرض .
- تحسين ادارة مياه الري برفع كفاءة شبكة التوصيل الرئيسية وشبكة المساقي الحقلية وأيضاً بتحديد مواعيد وكميات الري المناسبة للمحاصيل المختلفة .
- تذليل العقبات التي تقابل المزارعين ومساعدتهم على إتباع الأساليب المتطورة في الزراعة من خلال إنشاء نظام التدريب والزيارات للارشاد الزراعي وإنشاء مركز للدعم الاعلامي وإنشاء مكون لتنمية المرأة الريفية وإنشاء جمعيات لمستخدمي المياه .

وقد أوضح التحليل الاقتصادي الفوائد التي يمكن ان تعود من تطبيق هذا النوع من المشروعات المتكاملة التي تؤكد ضرورة استمرارية تنمية كل من الموارد الطبيعية والبشرية حيث تزيد نسبة العائد إلى التكاليف الكلية عن ١:٢ وحيث يبلغ معدل العائد للمشروع ١٩٪ .

وفيما يلي بيان بأهم النتائج والتوصيات المبنية على الخبرة المكتسبة خلال سنوات تنفيذ المشروع السبع من سنة ١٩٨٧ حتى سنة ١٩٩٤ والتي تذكر كملخص للدروس المستفادة :

- ينبغي مراقبة الفوائد والتحسينات التي قام بها المشروع بعد الانتهاء من تنفيذه ولمدة لا تقل عن ثلاث سنوات ، كما يجب ربط أنشطة تجميع البيانات الأساسية بالمشروع الرئيسي ويفضل استخدام نفس فريق العمل لضمان الاستمرارية والتواصل .
- يوصى باستخدام نظم معدلة للصرف المغطى في الأراضي المزروعة بالأرز تحت نظام المناوبات بحيث يمكن التحكم في سريان المياه في شبكة الصرف المغطى .
- تعتبر مشاركة المجتمع من خلال القاعدة العريضة مثل جمعيات مستخدمي المياه والأنشطة الزراعية للمرأة الريفية ونظام التدريب والزيارات للأرشاد الزراعي من الأدوات الفعالة في نقل التقنية بين الخبراء والمزارعين .
- مطلوب اجراء دراسة للتأثير البيئي الكلي لاعادة استخدام مياه الصرف على المدى البعيد .
- من الممكن خصخصة بعض الأنشطة التي تقوم بتنفيذها بعض الهيئات الحكومية حالياً وذلك للعمل على زيادة الفاعلية في الأداء ولمساندة استمرارية أنشطة المشروع .
- ان مفتاح النجاح في عملية تنمية الموارد البشرية يعتمد على جعل التدريب مطابقاً لاحتياجات المشروع وإعطاء العاملين الفرصة لتنفيذ الأعمال التي تم تدريبهم عليها مباشرة.
- لقد ظهر بوضوح ان التنمية المتكاملة للأراضي والمياه يمكن تحقيقها في مصر الا ان المساندة من أجهزة الدولة لاستمرارية العمل في ظل هذا المبدأ سواء في منطقة المشروع أو أي منطقة أخرى تحتاج إلى دعم أكبر .

نحو مستقبل آمن للأفلاج في سلطنة عمان

رودريك دتون
مركز البحوث والتنمية لما وراء البحار - جامعة درهام ، المملكة المتحدة

ملخص

ان النظام التقليدي للأفلاج في سلطنة عمان واقع تحت التهديد الآن بسبب التغيرات الكبيرة التي حدثت في النظام الاجتماعي والاقتصادي لسكان المناطق الريفية بعمان خلال ربع القرن الماضي منذ أن بدأت الدولة في تصدير النفط للخارج . وقد أدت هذه التغيرات إلى زيادة الضعف الموجود في نظام الأفلاج . ولكن ومع ذلك ، فإن القوة الكامنة في نظام الأفلاج ما تزال توجد المبرر اللازم لتبنى برنامج متعدد الأوجه لتحقيق أقصى الفوائد من قوة نظام الأفلاج وللتغلب على جوانب الضعف في ذلك النظام .

وعليه ، فإن وزارة موارد المياه ، التي تقع عليها المسؤولية الكاملة بالنسبة لمستقبل الأفلاج في عمان ، في حاجة للحصول على معلومات كافية عن الشبكة الوطنية للأفلاج حتى تتمكن من اتخاذ الاجراءات السليمة فيما يتعلق بالمشاكل والنزاعات التي تنشب من وقت لآخر . كما على وزارة موارد المياه ، بالتضامن مع الجمعيات المشرفة على الأفلاج ، أن تقوم بتجربة وتطبيق الاجراءات الادراية الفاعلة حتى تضمن ان مياه الأفلاج تستغل بصورة مناسبة ومتوازنة وعادلة ومثمرة .

الجوانب الإجتماعية والإقتصادية لإستخدام عدادات المياه في سلطنة عمان

بوب راوت
وزارة موارد المياه - سلطنة عمان

ملخص

هنالك حاجة ماسة لتقليل مستويات سحب المياه الحالية من الخزان الجوفي في جنوب الباطنة للحد من تدهور موارد المياه الجوفية ولتحقيق هذا الهدف فأن أحد الخيارات التى تقوم وزارة موارد المياه بتقييمها هي تركيب عدادات في الآبار التى تستخدم في توفير مياه الري وقد بدأ العمل في مشروع نموذجي في جنوب الباطنة لتقييم فعالية استخدام العدادات في المحافظة على المياه حيث تم تركيب ١٠٩ عداداً في ٢٧ مزرعة وتشير النتائج الاولية إلى أن هناك سحبا زائداً للمياه في ٥٥٪ من المزارع وهو يعادل ١٨٪ من إجمالي السحب .

استناداً إلى نسبة توفير تتراوح من ٥ - ١٠٪ في برامج قياس كميات المياه وتحليل تكلفة تركيب وتشغيل العدادات بلغت تكلفة الوحدة للمتر المكعب مابين ٠,٠٠٦ إلى ٠,٠١١ ريال عماني (٠,٠١٤ - ٠,٠٢٨م٣) وهي نسبة جيدة مقارنة بالإجراءات الأخرى للمحافظة على المياه مثل الري الحديث ٠,٣١/ريال عماني/م٣ (٠,٠٥٤/دولار أمريكي/م٣) ، سدود التغذية ٠,٠٠٥٠ - ٠,٣٥٠/ريال عماني/م٣ (٠,١٣- ٩١/دولار/م٣) ومياه التحلية (٠,٥٨٩ - ٠,٧٢١/ريال عماني/م٣ (١,٥٣-١,٨٧/دولار/م٣) .

عند محاولة ادخال نظام العدادات في القطاع الزراعي في عمان هناك بعض الصعوبات الإجتماعية التى يجب التغلب عليها وهي تتعلق بملاك المزارع والآبار فيما يختص بالقيود التى ستفرض على استهلاك المياه وتكلفة العدادات وتركيبها والجزاءات التى ستوقع علي تبديد المياه . أن تنفيذ مشروع العدادات يحتاج إلى حملة توعية مصاحبة لتبصير ملاك الآبار بفوائد المشروع .

ملخصات أبحاث قامة جبرين

نقص المياه وطرق إدارتها في المناطق الجافة بتركيز خاص على الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

بروفيسور توني ألن-المملكة المتحدة

ملخص

تعاني منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من أكبر نقص للمياه في العالم (٣٥٠ مليون نسمه حسب تعداد ١٩٩٤م).هنالك نقص خطير للمياه في المنطقة مما يحول دون تمكن سكان تلك المناطق من إنتاج غذائهم كما لا توجد وسائل إقتصادية أخرى للحصول على مياه جديدة في ظل التقنيات الموجودة في الوقت الحاضر وبالمقابل هناك كميات متوفرة من المياه للإستخدامات الأخرى كالصناعة والإستخدامات المنزلية.

ظلت حكومات البلدان المعنية والمؤسسات العاملة في إدارة موارد المياه تتعامل مع نقص المياه بطريقة جادة منذ السبعينات ولحسن الحظ شهدت تلك الفترة تحسناً في سهولة الحصول على المياه بفضل تقدم التكنولوجيا في هذا المجال.

ستناقش الورقة الأسبقيات المتعلقة بتأمين الغذاء الرئيسي والمياه وأهمية إستيعاب أسس الإقتصاد السياسي . إذا إفترضنا عدم إحراز تقدم علمي باهر على مدى العقدين القادمين فيما يتعلق بمعالجة مياه البحر والمياه الضاربة للملوحة بأسعار معقولة فسيكون التركيز منصباً على المشاركة الفعالة في أسواق الغذاء العالمية كزبائن ولكن الأهم من ذلك أن تكون هذه المشاركة في مجال البحوث لإكتساب المعرفة الضرورية للتنبؤ بالميزان المائي مستقبلاً ومشاكل نقص المياه ومدى تأثير ذلك على إحتياجات الغذاء والصيغة الثالثة للمشاركة هي من خلال الإستثمار الصناعي في إنتاج وتصنيع الغذاء بواسطة شركات متعددة الجنسيات . الإطار العام لهذه الورقة هو أن الإقتصاد السياسي للمياه في الشرق الأوسط سيظل أمراً ثانوياً بالنسبة للإقتصاد السياسي العالمي فيما يتعلق الغذاء.

نظام ري بتحكم مركزي للإستغلال الأمثل لمياه فلج كيد ببهلاء - الداخلية

حسن وهبي ، سعود سالم الحارثي
وزارة الزراعة والثروة السمكية - سلطنة عمان

ملخص

توزع مياه الأمطار للمزارعين بنظام التناوب وبنظام الحصة الزمنية لا يستطيع نظام التناوب الإيفاء بإحتياجات المزارعين لا من حيث الكمية ولا من حيث الفترة التي يفضلونها . إن التخطيط لتوزيع احتياجات المياه في ظل تدفق غير منتظم ليس بالأمر السهل وتكتنفه بعض المخاطر . إن استخدام نظام ري بتحكم مركزي في مياه الأفلاج يساعد في تحقيق الإستغلال الأمثل للمياه ويحقق أعلى إنتاجية زراعية بأقل ما يمكن من المدخلات ولكن لا بد من الحصول على موافقة المزارعين أولاً لإدخال مثل هذا النظام لأن معظم الأفلاج يمتلكها مزارعون كما إن مياه الري تعتبر سلعة مجانية .

ملخصات الأوراق المعروضة

كما لا يفوتني التنويه والإشادة بجهود الهيئات والمنظمات الدولية والعلماء الذين أسهموا بقسط وافر في الإعداد والتحضير للمؤتمر وأشكر كذلك لجنة الإعداد والإشراف واللجان المتفرعة عنها وكل الجهود التي أسهمت في إنجاحه ، وأملنا كبير في أن تتكرر مثل هذه اللقاءات الهادفة لمزيد من التعاون بين الدول في هذا المجال لمصلحة الجميع .

وفي الختام لابد من الإشادة بالجهود الطيبة لرجال الأعلام من صحافة وإذاعة وتلفزيون ومندوبي الوكالات الذين أسهموا في تغطية هذا الحدث العلمي الهام ونقل صورة صادقة عن فعالياته ومنجزاته ، فلهم مني وافر الشكر والتقدير .

أتمنى لضيوفنا الكرام عوداً حميداً إلى بلادهم مصحوبين بسلامة الله ورعايته .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته ، ، ،

كلمة

معالي وزير موارد المياه الموقر

في إختتام مؤتمر سلطنة عمان الدولي لأدارة موارد المياه

في أقطار المناطق الجافة

الأربعاء ١٥ مارس ١٩٩٥م

أيهـــا الحضـــور الكـــرام

بسم الله افـتـتـحنا هذا المؤتمر وبحـمـد الله نخـتـتم أعـمـاله ، بعـد ثلاثة أيام حافلة بالبحث والمناقشة الهادفة وتبادل الآراء والخبرات فيما يتعلق بالثروة المائية وإدارتها الإدارة المثلى خاصة في أقطار المناطق الجافة وشبه الجافة .

وقد كان هذا المؤتمر في إعتقادي مناسبة فريدة وحدثاً هاماً ليس لسلطنة عمان فحسب ، بل للمنطقة بأسرها نظراً لما يمثله من تجمع علمي كبير ضم نخبة من العلماء والمتخصصين بشؤون الثروة المائية التقوا فوق هذا الثرى الطيب لمناقشة أفضل السبل لإدارة موارد المياه والمحافظة عليها بالإضافة إلى مواضيع أخرى ذات أهمية حيوية ، تم طرحها ومناقشتها في هذا المؤتمر وما أسفر عنه من نتائج سيكون لها آثار إيجابية في هذا المجال بإذن الله .

أحييكم جميعاً وأتوجه إليكم بالشكر والتقدير على جهودكم الرائدة التي بذلتموها خلال أيام إنعقاد المؤتمر واخص بالذكر الذين تجشموا عناء السفر فجاؤا من بلادهم للمشاركة في هذا التجمع العلمي الكبير في سلطنة عمان .

ومما يعزز جهود حكومتكم لتنمية الموارد المائية في بلادكم ، تعميم إنشاء السدود والمنشآت المائية الأخرى في مختلف مناطق بلدكم وإعتماد أسلوب الإدارة الحديثة في إدارة الموارد المائية وإنتهاج خطط وبرامج طموحة للحد من الملوحة والإستفادة من المياه المعالجة والمياه الضاربة للملوحة وهذه من ضمن المواضيع التي تم بحثها في هذا المؤتمر إضافة إلى جدوى التحلية وغيرها من الموضوعات الأخرى المهمة .

ويسعدنا بهذه المناسبة الإشادة ، بالجهود الكبيرة التي بذلها المشرفون والمختصون في سبيل الأعداد الجيد لهذا التجمع العلمي الذي اقتضى تكثيف الجهود فنياً وإدارياً وإعلامياً لترجمة فعاليات هذا المؤتمر ترجمة واقعية بما يحقق الأهداف والمصالح المشتركة للدول من خلال التعاون المستمر وتبادل الخبرات والآراء لتنمية موارد هذه الثروة الحيوية واحترام حقوق الأجيال القادمة فيها .

صاحب الجلالة

إننا إذ نختتم اليوم أعمال مؤتمرنا هذا فإننا نتوجه إلى جلالتكم بصادق التهاني وأطيب الأماني بمناسة عام اليوبيل الفضي لنهضتكم الميمونة متمنين لجلالتكم موفور الصحة والسعادة ولشعبكم العماني مزيداً من التقدم والرخاء والإزدهار تحت قيادتكم الحكيمةالرائدة .

وتقبلوا جلالتكم تقديرنا وإحترامنا ، ، ،

لقد عرفنا بلدكم وعطاءه المتواصل ، وتاريخه الماجد من خلال المعالم الحضارية والتاريخية التي حققها الشعب العماني على مدى الأجيال المتعاقبة ، خلال حقب زمنية ضاربة جذورها في تربة الزمن وماتزال شامخة شاهدة على هذه الأرض وما قدمه للإنسانية من إسهامات قيّمة في شتى العلوم والمعارف الإنسانية تؤكد التواصل الحضاري بين الماضي والحاضر.

صاحب الجلالة

إنه لمن الأمانة العلمية والتاريخية كذلك أن نثمن جهود حكومتكم في مجال الموارد المائية المبكر على هذه الثروة الحيوية التي لا تتوفر ظروف تنمية ناجحة بغيرها . وقد لمسنا من خلال فعاليات المؤتمر ، ومعرض المياه الذي أقامته الوزارة ، تنوع وأهمية المعلومات التي احتواها ، ولهذا دلالة علمية تشير إلى الإرتقاء بمستوى التعامل مع هذه الثروة إلى مستوى عالٍ

صاحب الجلالة

إنه لمما يؤكد دور بلدكم الرائد في مجال تنمية الموارد المائية ما تتمتع به بلادكم في مجال الري من تراث هندسي فذ هو نظام الأفلاج الرائع الذي يعبر عن فكر هندسي منظم لدى الأجيال العمانية السابقة مثلما يعبر عن الإهتمام الكبير بتنظيم مواردهم المائية وتكيفهم مع ظروفهم البيئية لتوفير الغذاء .

١٥ مارس ١٩٩٥م

حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم
حفظكم الله ورعاكم

نتشرف نحن المشاركين في مؤتمر سلطنة عمان الدولي لإدارة موارد المياه في أقطار المناطق الجافة من علماء ومتخصصين وباحثين بشؤون الثروة المائية وكافة الفعاليات المشاركة في المؤتمر أن نرفع إلى مقامكم السامي صادق شكرنا وعميق عرفاننا وتقديرنا على حسن الاستقبال وكرم الضيافة التي قوبلنا بها في بلدكم من قبل حكومة جلالتكم ممثلة بوزارة موارد المياه وكافة الأجهزة الرسمية ذات العلاقة ، وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أصالة حضارية ، وسلوك إجتماعي رفيع .

لقد أتاح لنا إنعقاد هذا التجمع العلمي الكبير في بلدكم العريق ، فرصة طيبة للإطلاع عن كثب على منجزاته الحضارية العظيمة والمدهشة ، التي حققتموها جلالتكم خلال فترة وجيزة لا تعد في حسابات الزمن شيئاً مذكوراً ، وكانت الإنجازات أكبر بكثير من الخمسة وعشرين عاماً منذ أن اضطلعتم جلالتكم بقيادة بلدكم وشعبكم وهذا يدل دلالة قاطعة ، على ما تتميزون به جلالتكم من رؤية مستنيرة ، وبعد نظر في التخطيط ، وصبر وتصميم ودأب في الإنجاز والعطاء السخي فحققتم لبلدكم مكانة مرموقة استحقت إحترام وتقدير الأسرة الدولية .

* الحاجة للمزيد من أعمال التنمية والبحوث في مجال استخدام المصادر غير التقليدية للمياه مثل مياه الصرف الصحي المعالجة والمياه المحلاة واستخدام المياه الضاربة للملوحة لأغراض الري . وكذلك لا بد من العمل على زيادة حجم الامدادات باستعمال التقنيات المناسبة مثل دعم التغذية الجوفية وحصاد المياه .

* الحاجة للتوسع في أعمال التقييم التفصيلي والمراقبة وذلك لتحقيق فهم أفضل لعمليات التغذية الجوفية وأنظمة تدفق المياه الجوفية وتوفير البيانات الدقيقة لتنمية وإدارة موارد المياه بالصورة المثلى . إضافة لذلك ، يجب إجراء الدراسات لتقييم إمكانات لإستغلال موارد المياه الغير المتجددة .

* بذل الجهود للتوصل إلى فهم أعمق لمضامين وآثار التغير المناخي على موارد المياه .

* بذل الجهود لحماية نوعية موارد المياه العذبة من كافة أنواع التلوث.

* تطوير سياسات وطنية شاملة تشتمل الإستراتيجيات والخطط المتكاملة للتحكم في تنمية المياه وتحقيق الترشيد والإدارة الفاعلة للمياه. ويجب أن تتناول هذه السياسات توزيع المياه لمختلف القطاعات ، والدراسات الإقتصادية لتحديد القيمة الحقيقة لإنتاج المياه وإمدادها والعائد الإقتصادي من ذلك ، ومراجعة السياسات الخاصة بالإكتفاء الذاتي من الغذاء لتتكيف مع مواردها المائية.

* تركيز المزيد من الجهود على إدارة الطلب على المياه عن طريق إعادة استخدام مياه الصرف الصحي ، وحصاد المياه ونقل المياه بين الأحواض استخدام إمدادات المياه غير التقليدية .

* يتطلب تطبيق هذه الجوانب الالتزام والاهتمام بتوفير التمويل اللازم وبناء الطاقات وتنمية الموارد البشرية وانشاء مراكز البحوث التطبيقية المناسبة .

* رفع وعي الجمهور بالمشاكل المرتبطة بالمياه وزيادة حجم مشاركة مستخدمي المياه لتأمين الإستخدام الأمثل لموارد المياه .

وقد أقر المشاركون في المؤتمر ان السلطنة متطورة في العديد من هذه المجالات . وسوف تحقق وزارة موارد المياه فوائد كثيرة من الموجهات التي توصل إليها هذا المؤتمر لمواجهة التحديات امام تحقيق ادارة فعالة لموارد المياه .

* وأبدى المشاركون سرورهم لإستضافة حكومة سلطنة عمان مركز عالمي لابحاث التحلية بمسقط .

البيان الختامي للمؤتمر

بدعوة من حكومة سلطنة عمان ممثلة في وزارة موارد المياه إستضافت الوزارة بالتعاون مع الهيئة العالمية لموارد المياه المؤتمر العالمي لإدارة موارد المياه في أقطار المناطق الجافة وذلك بفندق مسقط إنتركونتيننتال خلال الفترة ما بين ١٢-١٦ مارس ١٩٩٥م .

شارك في هذا المؤتمر حوالي ٢٤٠ عالماً وفنياً واختصاصياً في المجالات المرتبطة بموارد المياه وذلك من تسع وثلاثين دولة . وتم عرض ومناقشة ثلاث وتسعون ورقة علمية وفنية وكذلك تسعة عشر ملصقاً خلال خمسة عشر جلسة إستمرت لأكثر من ثلاثين ساعة .

وقد أشاد المشاركون في المؤتمر بالتنمية الكبيرة التي تحققت في سلطنة عمان خلال الخمسة وعشرين سنة الماضية تحت القيادة الحكيمة لحضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله. كما أشادوا بإهتمام الحكومة بموارد المياه في البلاد وأثنوا على الجهود التي تبذلها وزارة موارد المياه وإنجازاتها في مجال تقييم وإدارة موارد المياه والمحافظة عليها .

وقد أتاح المؤتمر فرصة نادرة للمشاركين لعرض ومناقشة وتبادل الآراء والخبرات في المجالات التي تتعلق بموارد المياه في الأقطار الجافة التي تتشابه في ظروفها البيئية. وركز المؤتمر بصفة خاصة على عدد من الموضوعات التي لها دور حيوي في كثير من أقطار المنطقة والتي يتزايد فيها حجم الاختلال بين امدادات المياه والطلب عليها نتيجة لتزايد عدد السكان وارتفاع مستويات المعيشة . ورغم انه لا يمكننا اغفال أهمية المياه كأساس للحياة ورفاهية الانسان ، فلا بد لنا أن ننظر للمياه في ظروف الندرة كمورد إقتصادي ذو قيمة مما يتطلب منا ترشيده واستخدامه بصورة واعية تعود على المجتمع بأكبر الفوائد الاجتماعية والاقتصادية .

وقد حدد المؤتمر عدداً من القضايا والتوصيات التي تساعد على إدارة وترشيد المياه والمحافظة عليها في المناطق الجافة كما يلي:

* ترشيد استخدام المياه في الاستهلاك الزراعي من خلال تطبيق نظم الري الحديثة ، الاختيار الأمثل للمحاصيل ، تطوير الممارسات الحقلية بواسطة دعم خدمات الإرشاد الزراعية وتطوير استخدام وصيانة امدادات المياه التقليدية كالأفلاج .

* يجب اجراء حصر تفصيلي لكل مصادر المياه ، كما يجب تسجيل وقياس الاستخراجات المائية كلما أمكن ذلك كاحدى الوسائل التي يمكن استعمالها في مراقبة وتقييم استهلاك المياه والتشجيع على استخدامها بصورة فعالة .

مـراسم اختتـــام

أيـــها الحفـــل الكريـــم

إن من حسن الطالع أن يتوافق إنعقاد هذا المؤتمر في عام متميز من أعوام المسيرة الظافرة ، والذي سوف يشهد إحتفال السلطنة باليوبيل الفضي للنهضة المباركة بقيادة مولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله كما يأتي إنعقاد هذا المؤتمر في الذكرى الخامسة لإنشاء وزارة موارد المياه ، وقد تم الإعداد له من قبل هذه الوزارة بمشاركة بعض الهيئات الدولية ، وسيتم خلاله مناقشة موضوعات مهمة في مجال تقنيات المياه وتنمية مواردها والمحافظة عليها .

أيهـــا الحفـــل الكـــريم

وفي الختام يسرني أن اتوجه بالشكر والتقدير لحضوركم هذه المناسبة الطيبة كما أتوجه بالشكر والعرفان إلى الأفاضل المشاركين في هذا المؤتمر وإنني واثق بأنه سيكون لآرائهم ومقترحاتهم نتائج إيجابية تعزز مضمون التعاون وتبادل الآراء والخبرات في هذا المجال بين أعضاء الأسرة الدولية متمنياً للمؤتمر النجاح والتوفيق .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته ، ، ،

كما تنفذ وزارة موارد المياه منذ سنتين ضمن إطار التقييم مشروعاً طموحاً لحصر الآبار بالسلطنة ، يهدف بالتالي إلى المحافظة على التوازن المائي بين العرض والطلب الذي تعرض خلال السنوات الماضية إلى الاختلال بسبب الإستنزاف من جراء إستخدام الوسائل الميكانيكية الحديثة ، التي أدت إلى تغيير في نمط إستخراج المياه ، مما أدى إلى إنخفاض مناسيبها وتملحها وخاصة في المناطق الساحلية .

ولهذه الأسباب فإن الوزارة عملت على إيجاد آلية مناسبة لترشيد الإستهلاك المائي من خلال جملة ضوابط أهمها لائحة تنظيم حفر وتعميق الآبار لضبط عملية التوسع خاصة في بعض مناطق السلطنة المتأثرة بتملح المياه وإنخفاض مناسيبها وهذه الإجراءات كان لها مردود كبير في المحافظة على الثروة المائية بصورة عامة .

وتتضمن أنشطة الوزارة كذلك صيانة الأفلاج لرفع كفاءتها وزيادة فاعليتها عن طريق إجراء دراسات تطبيقية رائدة للوصول إلى الطريقة المثلى لتقليل الفاقد والإستخدام الأمثل لمياه الأفلاج ، وفي إطار تحسين سبل إدارة موارد المياه فإن الوزارة شرعت في تطبيق تجربة رائدة في عدد من المزارع وذلك بتركيب عدادات للمياه على الآبار بهدف معرفة جدوى هذه العدادات في توفير المياه وإيجاد آلية مناسبة للحد من إستنزافها .

وفي مجال إنشاء السدود فقد تم إقامة ١٦ سداً بأحجام مختلفة لتغذية المخزون الجوفي في مختلف مناطق السلطنة للإستفادة من مياه الأمطار التي تقدر بملايين الأمتار المكعبة والتي كانت تهدر في البحر أو الصحراء بالإضافة إلى إقامة عدد من السدود التخزينية والمنشآت المائية من مختلف الأحجام في الجبل الأخضر . وتولي الوزارة إهتماماً كبيراً في هذا المجال حيث تخطط لإقامة المزيد من تلك السدود في مختلف مناطق السلطنة حيثما كان ذلك مجدياً .

أيها الحفـــــل الكريـــــم

لا شك أن موارد المياه في السلطنة تحظى بإهتمام خاص من لدن حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله بإعتبارها أساس التنمية الشاملة وقد جرى تطوير المؤسسات المائية منذ بواكير هذا العهد الزاهر حيث برز إهتمام جلالته حفظه الله بهذه الثروة العزيزة وتفضل بإنشاء أول مجلس لموارد المياه في عام ١٩٧٥ ثم تعاقبت مجالس وهيئات موارد المياه إلى أن توجت تلك الجهود المباركة بمرسوم سلطاني في عام ١٩٨٩م يقضي بإنشاء وزارة موارد المياه .

ومن أبرز مهام ومسؤوليات الوزارة وفقاً للمرسوم السامي تنمية الموارد المائية والمحافظة عليها وترشيد إستهلاكها ، ولهذه الغاية وضعت الوزارة أولويات لتوفير أرضية واسعة من المعلومات تساعد على التعرف على أنماط الأمطار في السلطنة من حيث غزارتها وشحها وكمياتها كما يجري العمل بمشاريع التقييم في كافة مناطق السلطنة لمعرفة الكميات التي يمكن إستخراجها بأمان لتوفير الإمداد المستمر . ومن بين أهم الأنشطة الأخرى للوزارة على سبيل المثال وليس الحصر ، إنشاء شبكات المراقبة المائية ودراسات التنقيب عن المياه الجوفية الطبيعية التي يعتمد عليها إعتماداً رئيسياً حيث تم إجراء سلسلة طويلة من الدراسات في مختلف مناطق السلطنة .

أيهـــا الحفـــل الكـــريم

إن من أهم النتائج التي حققتها الوزارة من عمليات التقييم هو إكتشاف المخزون الجوفي بمنطقة النجد في محافظة ظفار وحوض المسرات في منطقة الظاهرة اللذيْنِ يمثلان أملاً كبيراً للتنمية ويجري التخطيط حالياً من قبل وزارة موارد المياه والجهات الحكومية ذات العلاقة لإستغلالهما الإستغلال الأمثل ، وتولي الدولة إهتماماً خاصاً وكبيراً بهذا الشأن وتوجد بوادر مشجعة لإيجاد مصادر جديدة للمياه في بعض المناطق الأخرى من السلطنة ، وما يزال العمل جارياً فيها حتى الآن لتحديد الحجم ونوعية المياه .

ومن المعلوم أن موارد المياه العذبة المتاحة محدودة في معظم مناطق العالم وبطبيعة الحال فهي محدودة أكثر في المناطق الجافة ، بل إن الطلب على المياه في هذه المناطق كثيراً ما يفوق إمكانيات مواردها الحقيقية وحتى في المناطق الغنية بموارد المياه فإن الطلب الزائد عليها من أجل تلبية إحتياجات التنمية يجعلها معّرضة للإستنزاف ، وقد ازداد الطلب العالمي على المياه أكثر من أربعة أضعاف خلال النصف الثاني من هذا القرن ويعزى ذلك إلى الزيادة الكبيرة في عدد سكان العالم والتطور الإجتماعي والتقدم الصناعي خلال تلك الفترة ولذلك فإن التحدي الذي يواجه معظم الدول حالياً هو كيفية تحقيق التوازن المناسب في ظل التناقص المستمر للموارد المائية بسبب العوامل التي تقدم ذكرها وسوء إستخدامها في المقام الأول ولهذا فان قضية توفير إمدادات المياه لتنمية إقتصادية ناجحة وخاصة في أقطار المناطق الجافة أصبحت تحظى باهتمام أعلى المستويات في العالم .

أيهـــا الحفـــل الكريـــــم

وإنطلاقاً من الأهمية الحيوية والإستراتيجية للثروة المائية ، فقد استحوذت على جانب كبير من إهتمام المنظمة الدولية للأمم المتحدة كما هو معلوم ، حيث أفردت لجنة للمياه في محادثات سلام الشرق الأوسط ، تشارك فيها السلطنة مهمتها تذليل الصعوبات وإيجاد آلية مشتركة لإستغلالها وكانت هذه اللجنة قد أوصت بإنشاء مركز عالمي لأبحاث تحلية المياه في مسقط يسهم في مجال بحث وتطوير تقنية تحلية المياه . ومن الجدير بالذكر أن موضوع التحلية ليس جديداً على الساحة الدولية ولكنه في اعتقادي لم يكن يحظى بما يستحقه من الاهتمام في مجال البحوث والتطوير .

وبما أن محطات تحلية المياه تؤدي دوراً هاماً ومتنامياً في توفير إمدادات المياه للإستخدامات المنزلية في معظم البلدان التي تعاني من عجز مائي ، فإن التوسع في إستخدام هذا الأسلوب مستقبلاً يعتمد على مدى التقدم العلمي والتكنولوجي والنجاح الذي يمكن تحقيقه في مجال تخفيض التكلفة ، وهذا يشكل تحدياً كبيراً لتوفير المياه للري بصفة خاصة بالتكلفة الإقتصادية المعقولة حيث تبلغ إحتياجات الزراعة حوالي ٧٠ ٪ من جملة المياه المستهلكة في كثير من دول العالم ، وتزيد هذه النسبة عن٩٠ ٪ بالنسبة للمناطق الجافة .

الكلمة الإفتتاحية
معالي وزير موارد المياه الموقر

بسم الله الرحمن الرحيم

- معالي محمد بن الزبير
مستشار جلالة السلطان المعظم لشؤون التخطيط الإقتصادي / راعي الحفل .
- أصحاب المعالي والسعادة ،
- ضيوفنـــــا الأعزاء ،

- أيـــها الحفـــل الكريـــم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته ، ، ،

يشرفني أن أرحب بكم جميعاً بمناسبة إنعقاد مؤتمر سلطنة عمان الدولي لإدارة موارد المياه في أقطار المناطق الجافة ، الذي يضم نخبة ممتازة من العلماء والمتخصصين بشؤون المياه الذين وفدوا من مختلف دول العالم للمشاركة بخبراتهم وتجاربهم مع نظرائهم من المختصين العمانيين في هذا المجال .

أيـــها الحفـــل الكريـــم
لا يختلف إثنان حول أهمية الماء كعنصر أساسي للحياة مصداقاً لقوله تعالى « وجعلنا من الماء كل شيء حي » صدق الله العظيم .

لقد برزت أهمية المياه في هذا القرن إثر التقدم التقني الهائل الذي أحدث تطورات شاملة في مختلف نواحي الحياة . وإزاء ذلك ينبغي التعرف جيداً على حجم الموارد المائية وإمكاناتها والوقوف على إحتياجات التنمية وكيفية إدارة هذه الموارد بالطرق المثلى والمحافظة عليها والاقتصاد في إستهلاكها من أجل تنمية مستمرة وفاعلة . وتعتبر الموارد المائية أهم الموارد الطبيعية على الاطلاق ، إذ أن الماء بالإضافة إلى أنه العنصر الأساسي للحياة ، فإنه يمثل العصب الرئيسي لمشاريع التنمية والازدهار الإقتصادي كذلك .

المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ومني لجلالة السلطان المعظم حفظه الله بمناسبة اليوبيل الفضي لتولي جلالته مقاليد السلطة.

ولكم الشكر ، ، ،

لاستخدام الهيدرولوجي التطبيقي في مجال التنمية المستمرة من خلال الاستعمال المرشد للمياه والموارد المرتبطة بها(الحد من الكوارث التى لها صلة بالمياه) ومن خلال الادارة الفعالة للموارد البيئية المرتبطة بالمياه علي المستويين الوطني والعالمي .

معالي راعي الحفل

أنا أعلم أن جدول أعمال هذا المؤتمر كبير جداً ، ولا شك في أن الخبراء الموجودين بيننا سوف يتمكنون من معالجة المواضيع الواردة به . وأود من الأفاضل الحضور أن يعطوا الاهتمام اللازم للقضايا التالية خلال مداولاتهم والتي اعتقد أنها ذات أهمية بالغة بالنسبة لادارة موارد المياه وهي :

أولاً : من المهم جداً في بداية الأمر إجراء تقييم شامل لموارد المياه وأن توضع خطة رئيسية ويجب أن يشمل ذلك المراقبة ، إدارة البيانات ، النماج والتنبؤات . ويجب أن ينظر لإستخدام نماذج المحاكاه كاداة هامة بالنسبة للإدارة واتخاذ القرارات في مجال موارد المياه .

ثانياً : لكي نتمكن من تحقيق تنمية فعالة وترشيد واستخدام واعي لموارد المياه فلابد من إيجاد آلية قانونية لذلك . وعلى قوانين المياه والتشريعات الاخرى المتعلقة بها أن تنص بوضوح على إستخدام المياه القابل للإستمرار .

ثالثاً : هناك حاجة لوضع اجراءات مؤسسية مناسبة أما بإنشاء أجهزة جديدة أو دعم الاجهزة القائمة . ومهما يكن من أمر ، فإن التنسيق البناء لنشاطات كافة الاجهزة ذات الصلة على المستويين الوطني والاقليمي له فائدة كبيرة في هذا الخصوص .

أخيراً وليس آخراً ، هناك حاجة لبناء الطاقات وتوعية الجمهور ومشاركة المستهلكين للمياه . ويجب دعم اجهزة الخدمات الهيدرولوجية حتي نتمكن من القيام بتطبيق الاستراتيجيات والخطط الوطنية والاقليمية ذات العلاقة بصورة جيدة . ولابد من بذل كل الجهد لترقية وعي الجمهور بالقيمة الجوهرية للمياه وضرورة المحافظة عليها بالشكل المطلوب ، وكلما أصبح الجمهور أكثر وعيا ومشاركة في النشاطات ، كلما كانت الأهداف الموضوعة ذات عائد أكبر . ويجب أن يتدرج مستوى المشاركة حتى يصل إلى أخر المستهلكين للمياه في المجتمع .

معالي راعي الحفل

أتمنى أن يحقق مؤتمركم كل التوفيق وأن تكون مداولاتكم حول أغلى الموارد – المياه مثمرة جداً وأحب أن أؤكد لكم أن المنظمة العالمية للارصاد الجوية سوف تعمل كل مابوسعها لدعم نشاطات الخدمات الهيدرولوجية الوطنية .

وفي الختام ، أود مرة أخرى أن أهدى لوزارة موارد خالص الأمنيات في الذكرى الخامسة لتأسيسها . كما يشرفني كثيراً أن أتقدم بأسمى آيات الشكر والتهاني القلبية من

من قبل الحكومات والمصادر الأخرى . ونجد كذلك في كثير من البلدان ، أن ميزانيات إمداد المياه والتخلص من مياه الصرف الصحي تتعرض للتقليص وفي نفس الوقت هي في حاجة لتنمية مصادر أخرى لتوفير المياه اكثر تكلفة . وقد أصبحت هذه المشاكل أكثر تعقيداً لعدم توفر القوى العاملة المدربة والإجراءات المؤسسية المناسبة . ولكي يتم التمكن من تخفيف آثار هذا الوضع ، يصبح لزاماً علينا أن نبحث عن مصادر جديدة واضافية للخدمات حتى نستطيع تطوير تدريب القوى العاملة وبناء الطاقات ونقل التكنولوجيا . كذلك يجب تطوير مجالات الإستيعاب المؤسسي الفعال على المستويين الوطني والإقليمي وذلك بواسطة إنشاء أو دعم الأجهزة المسؤولة عن التنسيق القائمة أساساً أو بوضع خطط العمل الشاملة التي تغطي مجالات التطبيق والمراقبة والبحوث والمعلومات العامة.

معالي راعي الحفل

لقد تم القيام بمبادرات عالمية عديدة خلال الحقب الماضية لمعالجة الجوانب المتعلقة بإدارة وتنمية موارد المياه . وفي عام ١٩٧٧م قام مؤتمر الأمم المتحدة للمياه بمارديل بلاتا بتقديم دعم كبير للأنشطة التي تمارس في مجالات الهيدرولوجي وإدارة موارد المياه . تلى ذلك في دبلن عام ١٩٩٢م المؤتمر العالمي للمياه والبيئة الذي أقامته المنظمة العالمية للارصاد الجوية بأسم العديد من المنظمات الدولية ليكون كاجتماع تحضيري أساسي عن قضايا المياه لمؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية (UNCED) والذي إنعقد في ريودي جانيرو في عام ١٩٩٢م .

ويقدم جدول الأعمال الحادي والعشرون لمؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية في الفصل الثامن عشر منه برنامجاً حيوياً ذو أهداف وأعمال محددة من أجل مشاركة عالمية جديدة لتحقيق التنمية المستمرة في مجال موارد المياه العذبة . ومن النتائج الأخرى البارزة لمؤتمر الأمم المتحدة المشار إليه والتي لها علاقة بهذا المؤتمر ، الاتفاقية العالمية لمكافحة التصحر والتي وقعت عليها مائة دولة واتفاقية الاطار عن التغير البيئي(FCCC) والتي وافقت عليها مائة واثنتان وعشرون دولة . وسوف يفتتح أول مؤتمر للأعضاء المشاركين في اتفاقية الإطار في برلين في نهاية الشهر الجاري . إضافة لذلك ، فإن لجنة الأمم المتحدة للتنمية القابلة للاستمرار والتي اوكلت إليها مهمة متابعة تنفيذ جدول الأعمال الحادي والعشرون قد طلبت إعداد التقييم العالمي لموارد المياه لعرضه على الجمعية العمومية للأمم المتحدة في عام ١٩٩٧م . إن النتائج التي سوف يتوصل إليها هذا المؤتمر ستكون مفيدة بالنسبة لهذا المسعى الدولي .

ومن جانبها ، فإن المنظمة العالمية للإرصاد الجوية مستمرة في القيام بدور نشط في هذه المساعي العالمية ، في إطار برنامجها للهيدرولوجي وموارد المياه والأنشطة الأخرى مثل البرنامج العالمي للمناخ ، لمساعدة الدول الأعضاء لتطوير قدرات خدماتها الهيدرولوجية من أجل التصدى للمشاكل المتعددة الأوجه في مجال إدارة موارد المياه .

وفي هذا الصدد ، فقد قامت المنظمة العالمية للارصاد الجوية والبنك الدولي بإنشاء نظام عالمي للمراقبة الهيدرولوجية (WHYCOS) يتضمن انشاء شبكة عالمية تتكون من حوالي ١٠٠٠ شبكة هيدرولوجية أساسية لتوفير قاعدة بيانات ذات جودة مضبوطة . وسوف تسعى المنظمة العالمية للارصاد الجوية خلال السنوات القادمة لمساعدة أعضائها

لحلها .

ومن الإهتمامات الأخرى الكبيرة التي لها علاقة بإدارة موارد المياه قضية التغير البيئي التي تمثل تهديداً كبير على الإنسان . ولهذا ينبغي أن تُضمَّن هذه القضية في أية عمليات تتم للتخطيط على المدى البعيد . إن حجم التغير ، الذي تنبأت به اللجنة الحكومية للتغير البيئي بالمنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ، سوف يفرض حدوث أنماط جديدة من درجات الحرارة وهطول الأمطار في المناطق الجافة . وربما تكون هذه التغيرات ذات أهمية كبرى بالنسبة للأنظمة الهيدرولوجية ومن ثم لإدارة موارد المياه المياه . ومن المؤكد أن التغير البيئي سوف يعطي بعداً جديداً لمشاكل المياه خاصة في المناطق الجافة .

معالي راعي الحفل

إن المياه لها دور هام في إتخاذ الإجراءات الناجحة لتقييم الآثار البيئية ووضع البرامج الإدارية . ولهذا ، فإن الإدارة الفعالة لموارد المياه مع التخطيط السليم للموارد من الممكن أن يكون لهما إسهام كبير في تنمية الأراضي الجافة بشكل دائم . وعلى سبيل المثال، إذا كانت الطاقة الإستيعابية بمنطقة معينة محدودة جداً ولا تكفي لتربية الماشية ، فعلى الجهات المسؤولة عن تخطيط الموارد الطبيعية حينئذ أن تحدد هذه المناطق كمناطق محمية حيث لا يسمح فيها إلا بالإستغلال المحدود والقابل للإستمرار فقط . ويمكن للإدارة المتيقظة لموارد المياه أن توجه عملية الترشيد هذه بحظر الإستغلال المفرط لموارد المياه إلى المستوى الذي يجعلها غير قابلة للإستمرار وعلى الأخص منع أي ضرر قد يحدث حول أماكن فوهات الآبار . وعليه فإن تطوير وتطبيق سياسات واستراتيجيات متكاملة لحل مشاكل الترشيد المعقدة والمتباينة يعتمد بدرجة كبيرة على الإدارة الحكيمة لموارد المياه. في حين أن المقارنة بين إحتياجات وإمدادات المياه التي يمكن أن تبين طبيعة وإحتمالات المشاكل المتعلقة بالمياه ..(مدى تطور هذه المشاكل وإمكانية حلها) تعتمد على مدى توفر الإمكانات الفنية وفرص التمويل والترتيبات المؤسسية في القطر المعني.

أما فيما يختص بالقدرات الفنية ، فإن الحاجة للمعرفة التحليلية والتكنولوجيا الحديثة لا تحتاج للمبالغة في تأكيد أهميتها ، خاصة وأن جمع ومعالجة وتحليل البيانات ذات النوعية الجيدة في مجال موارد المياه الجوفية والسطحية كماً ونوعاً لهو شيء أساسي بالنسبة لما يبذل من جهود للتخطيط لتلبية الإحتياجات الحالية والمستقبلية للمياه . كما إن كمية المياه المتاحة والإنتاج المضمون من الخزانات الجوفية في المناطق الجافة هي العوامل الأساسية في تحقيق التنمية القابلة للإستمرار وفي محاربة التصحر على المدى البعيد . وبنفس القدر من الأهمية أيضاً المعلومات المتوفرة عن المياه خاصة في مجال الإستخراج والإستخدام في مختلف الأغراض وكذلك تصريف مياه الصرف الصحي . وعلى كل ، فقد أوضح تقرير حديث أصدرته الهيئة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة للجنة الأمم المتحدة للموارد الطبيعية أن أداء الخدمات المسؤولة عن تجميع وتحليل البيانات الهيدرولوجية والمائية في كثير من الدول النامية قد تدني بسبب قصور التمويل

ولهذا فنحن نحيي من دواخلنا هذا المؤتمر الذي سوف يتناول عدداً من المواضيع التي لها دور حيوي بالنسبة لكثير من دول العالم وبصفة خاصة لتلك الأقطار التي تقع في المناطق الجافة والتي تواجه إنخفاضاً في معدلات هطول الأمطار وإرتفاعاً في نسبة التبخر. وبالرغم من أن المياه العذبة توجد في شكل مياه سطحية وجوفية كذلك ، إلا أن الأقطار الجافة تعتمد أساساً على المياه الجوفية في توفير إمداداتها . ولذلك ، لا بد من دراسة وحماية وتنمية المياه التي تتوفر في الخزانات الجوفية بتلك المناطق . وفي هذا الصدد ومن خلال ما سيجري من مداولات ، فإني على يقين بأن هذا المؤتمر سوف يجني فوائد كثيرة من إنجازات وخبرات سلطنة عمان.

معالي راعي الحفل

إن المياه هي أساس الحياة وهي مكون فريد في بيئتنا . وإذا كان للتنمية أن تكون مستمرة ، فإنه لمن الضروري أن نؤمن تحقيق الإدارة الفعالة والمقتدرة لموارد المياه وذلك حتى نتمكن من التصدي بكفاءة للمشاكل الناتجة من شحها وسوء استخدامها . وتشير الإحصاءات التي تمت خلال الخمسة وأربعين سنة الأخيرة إلى أن وفرة المياه قد قلت بنسبة ٣/٢ في كثير من أنحاء العالم ، في حين أن الطلب العالمي على المياه قد زاد إلى تسعة أضعاف منذ عام ١٩٠٠م . ويتوقع أن يزداد حجم الإختلال الحاصل بين وفرة المياه والطلب عليها مع تزايد عدد السكان والكثافة السكانية وتكرار حدوث الجفاف وتأثيره على عملية التصحر. إضافة لذلك ، فلا بد من تناول المشكلة المستديمة للفيضانات ، بالرغم من معاناة المنطقة من الجفاف ، في كل عملية تخطيط يتم تنفيذها . هذا ومع أن الفيضانات قد تكون نادرة ، إلا أنها ليست غائبة عن إدراكنا خاصة في فصل الرياح الموسمية حيث تتسبب الفيضانات في فقدان الكثير من الأرواح ودمار الممتلكات.

إن مشاكل الجفاف والتصحر يجب أن تكون هي محور الإهتمام عند تناولنا لقضايا إدارة موارد المياه . ولا يفوتني في هذا المنحى أن أشير إلى أن فترات الجفاف الصعبة التي واجتها دول أفريقيا وكذلك دول أمريكا الجنوبية خلال فترة السبعينات والثمانينات قد أحدثت الكثير من المعاناة لسكان تلك المناطق .ومن المحاولات الناجحة التي تمت في وقت مبكر لمحاربة التصحر بصورة منظمة في وادي نهر النيل تلك التي كانت من خلال الإدارة المقننة لمياه وادي النيل والتي كان نتاجها إنشاء أطول واحة في العالم . ويعني هذا بوضوح أن كل الخطط وبرامج العمل ، والإجراءات التي تهدف لمحاربة الجفاف والتصحر لا بد أن تبدأ بالتقييم المتيقظ للموارد ووفرة المياه العذبة.

ويجب أن تساعد مثل هذه التقييمات على وضع خطط إدارية فعالة خاصة في المناطق التي يعتمد الناس فيها على هذا المورد الشحيح لأغراض مياه الري والتوسع الزراعي وإمدادات مياه القرى والمدن وتربية الثروة الحيوانية والطاقة وتنمية المجتمع .إن حل مشاكل المياه يمهد الطريق لتحديد الكثير من القضايا الأخرى وتطبيق الخطط الناجحة

بيان
بمناسبة المؤتمر العالمي لإدارة موارد المياه
في أقطار المناطق الجافة

أعـــده
بروفيسور .جي.أو. أوباسي
أمين عام المنظمة العالمية للأرصاد الجوية-جنيف ، سويسرا
(مسقط - سلطنة عمان ، مارس ١٩٩٥م)

معالي / راعي الحفل
أصحاب السمو والمعالي والوزراء الموقرين
الأفاضل المشاركين أعضاء المؤتمر
ضيوف الحفل الكرام

إنه ليسعدني ويشرفني أن أخاطبكم بمناسبة إفتتاح المؤتمر العالمي لإدارة موارد المياه في المناطق الجافة . واشكركم جزيل الشكر لحسن الضيافة والكرم الفياض الذي لقيته منكم في هذه الفترة القصيرة التي قضيتها هنا.

كما أنه يشرفني أن أنتهز هذه الفرصة لمشاركتكم الإحتفال باليوبيل الفضي لتولي جلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم حفظه الله مقاليد السلطة في البلاد ، وكذلك الإحتفال بالذكرى الخامسة لإنشاء وزارة موارد المياه والإطلاع على الطفرة التنموية الكبيرة التي تحققت في سلطنة عمان خلال السنوات القليلة الماضية . ولقد أدهشني ما رأيت وعلمت حتى الآن ، خاصة التقدم الكبير الذي حققته الوزارة في مجال معالجة المشاكل الخاصة بإدارة موارد المياه . كما أنتهز هذه الفرصة الطيبة لأعبر من خلالكم عن تقديري لحكومة جلالته لمجهوداتها الكبيرة في هذا الشأن . ويأتي إنعقاد هذا المؤتمر الهام وسعيكم لتبادل الخبرات والمعرفة مع الدول الأخرى دليلاً آخر على الإلتزام والجهد المبذول.

معالي راعي الحفل
كما نعلم جميعاً ، فإن تاريخ أنشطة الإنسان المرتبطة بالمياه يمثل تاريخاً شاملاً للحضارة نفسها . وفي الحقيقة ، إن بعض المؤرخين يعتقدون بأن ظهور الحضارة في العالم قد إرتبط بالجهود التي بذلت للتحكم في موارد المياه . وقد لعبت نشاطات إدارة موارد المياه ، وخاصة الري ، دوراً هاماً في نمو الحضارات القديمة المعروفة في تلك الأودية مثل وادي النيل والأندوس . ومثلما أن المياه قد لعبت من ناحية تاريخية دوراً كبيراً في تقدم الحضارات ، فهي تظل حتى اليوم عاملاً ذو أهمية قصوى في تنمية الأمم بصورة مستمرة.

ويشمل برنامج المؤتمر على (١٥) جلسة علمية تمتد كل منها لمدة ساعتين ، وتستمر الجلسات على مدى ٣ أيام متتالية تبدأ بعد هذه الجلسة الإفتتاحية وتنتهى في ١٩٩٥/٣/١٥م وتدور المحاور العلمية للمؤتمر حول (١١) مجالاً من مجالات موارد المياه وهي : التغذية الجوفية ، تداخل الملوحة ، تحلية مياه البحر والمياه الضاربة للملوحة ، إعادة إستخدام مياه الصرف الصحي ، تنمية موارد المياه ، إدارة المياه في الزراعة ، والمنشآت الهيدروليكية ، النماذج الهيدرولوجية ق، الهيدرولوجيا ، الهيدروجيولوجيا .

ويعقب جلسات المؤتمر العلمية جلسة ختامية لإلقاء بيان المؤتمر والذي سيتم إعداده على ضوء توصيات الجلسات العلمية للمؤتمر بواسطة لجنة إستشارية مشكلة من خبرات وطنية ودولية .

وقد قامت وزارة موارد المياه بتحرير الأبحاث في إصدار من مجلدين في حوالى ٨٠٠ صفحة تم توزيعهما على المشاركين قبل البدء في فعاليات المؤتمر مع كتاب عن موارد المياه في سلطنة عمان وكيفية إدارتها قامت بإعداده وزارة موارد المياه في (٨٨) صفحة كدليل للمشاركين في المؤتمر عن موارد المياه المتوفرة وجهود الدولة في مجالات الإكتشافات المائية والرقابة والمتابعة والحماية والترشيد والتنمية والتطوير والتشريعات الخاصة بموارد المياه وإدارتها . كما تم تزويد المشاركين بكتيب المنظمة العالمية للأرصاد الجوية " نحو تقييم مورد غال ... الماء " بعد أن قامت الوزارة بترجمته إلى اللغة العربية وإعادة طباعته بناءً على طلب المنظمة .

كما تم إعداد معرض موارد المياه المصاحب للمؤتمر والذي يعرض أجهزة وملصقات تمثل أنشطة وزارة موارد المياه المختلفة وذلك لتعريف الحضور وخاصة الزائرين من خارج السلطنة بما تقوم به الدولة في مجال موارد المياه وإدارتها بإستخدام الأساليب والتقنيات العلمية الحديثة .

ويشمل ايضاً برنامج المؤتمر رحلة للمشاركين للإطلاع على معالم النهضة المباركة والتراث العماني .

أخيراً تمنياتي للمؤتمر بالنجاح من خلال مشاركة فعالة ومناقشة بناءة وتوصيات مفيده .

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته ،،

ولا يفوتني هنا أن أذكر المساعدة التى تلقيناها من الهيئة الدولية لموارد المياه في مجال الإتصالات الدولية والإعلان عن المؤتمر والتنسيق مع المنظمات والهيئات الدولية المتخصصة والتى وافق تسعة منها على التعاون معنا ودعم أنشطة المؤتمر وهي :

- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
- منظمة اليونسكو
- الهيئة العربية للتنمية الزراعية
- الهيئة العالمية للتحلية
- شعبة تطوير خدمات دعم الإدارة بالأمم المتحدة
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة
- أمانة الهيئة الدولية لإمدادات المياه
- منظمة العلماء والفنيين العرب العاملين بالخارج
- المعهد الدولي لإدارة الري

وأغلب هذه المنظمات تشارك في فعاليات المؤتمر بأبحاث وأنشطة مختلفة . ولقد كان الإقبال على المشاركة في المؤتمر كبيرة وذلك للمكانة الدولية التى تتمتع بها سلطنة عمان في العالم وأيضاً للدعم الإعلامي الذي تلقيناه من المنظمات الدولية ، حيث وصل عدد المشاركين في المؤتمر إلى (٢٣٩) مشاركاً منهم (١٠٧) مشاركاً من داخل السلطنة و (١٣٢) مشاركاً من الخارج يمثلون (٣٩) دولة من مختلف أنحاء العالم . وقد وصل عدد الأبحاث المقدمة للمؤتمر (٢٥٥) بحثاً تم إختيار (٨٢) بحثاً منها بواسطة اللجنة العلمية للعرض والمناقشة في جلسات المؤتمر بالإضافة إلى (١٩) ملصقاً علمياً سيتم عرضها بين الجلسات وهذه الأبحاث المقبولة تمثل الجهد العلمي لباحثين من (٢٦) دولة . وتتضمن هذه الأبحاث والملصقات (١٦) بحثاً و (٥) ملصقات لوزارة موارد المياه .

وبالإضافة إلى هذه الأبحاث فإن برنامج المؤتمر يتضمن محاضرات علمية متخصصة حيث تم توجيه الدعوة إلى عدد من العلماء الدوليين المتخصصين لإعداد وإلقاء محاضرات عن أحدث ما توصلت إليه العلوم والتقنية في مجالات إدارة موارد المياه في المناطق الجافة ، وقد لبى هذه الدعوة (٦) من العلماء البارزين إضافة إلى (٥) محاضرات أخرى لممثلى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واليونسكو والهيئة العربية للتنمية الزراعية والهيئة العالمية للتحلية والهيئة الدولية لموارد المياه . وبذلك يبلغ العدد الكلي للأبحاث والمحاضرات الكلية التى ستعرض في المؤتمر (٩٣) بحثاً غير الملصقات العلمية .

الكلمة الإفتتاحية
المهنس/سيف بن راشد الشقصي
رئيس لجنة الإعداد والإشراف على المؤتمر

بسم الله الرحمن الرحيم

معالي محمد بن الزبير بن علي الموقر
مستشار جلالة السلطان المعظم
لشئون التخطيط الإقتصادي وراعي الحفل
أصحاب السمو والمعالي الوزراء الموقرين
أصحاب السعادة الوكلاء المحترمين
الأفاضل المشاركين أعضاء المؤتمر
ضيوف الحفل الكرام

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

يسعدني ويشرفني أن أقف بينكم اليوم مرحباً بمشاركتكم المباركة معنا في هذا الحفل الكريم بمناسبة إفتتاح مؤتمر سلطنة عمان الدولي لإدارة موارد المياه في أقطار المناطق الجافة .

ويمثل هذا المؤتمر تظاهرة علمية هامة تعود أهميتها إلى أهمية المياه وخاصة في منطقة الشرق الأوسط الذي تقع معظم أقطاره في حزام المناطق الجافة والشبة جافة حيث تمثل ندرة المياه تحدياً رئيسياً للتنمية بمختلف وجوهها وتعدد أنواعها . وقد تم إختيار نقطة المياه وبداخلها الفلج العماني كشعار للمؤتمر لما تمثله نقطة المياه كعصب للحياه وما يمثله الفلج من أساس للحضارة العمانية.

لقد بدأ الإعداد لهذا المؤتمر منذ حوالي عامين تحت إشراف معالي وزير موارد المياه الموقر والذي شرفني برئاسة لجنة الإعداد والإشراف على المؤتمر والتى إنبثق منها عدة لجان فرعية متخصصة وهي اللجنة العلمية ولجنة الإعلام ولجنة الشئون الإدارية والمالية . وقد تم أيضاً تشكيل لجنة دولية إستشارية من خمسة عشر من المتخصصين المميزين دولياً في مجال إدارة موارد المياه لتقديم المشورة والدعم العلمي للقائمين على المؤتمر . وقد تم إعداد وتنظيم المؤتمر من خلال هذه اللجان مجتمعة كل في مجال إختصاصه .

مـراسم الإفتتاح

المحتويـــــات

مراسم الافتتاح

الكلمة الافتتاحية ١

بيان جي أو بي أوباسي - أمين عام المنظمة الدولية للأرصاد الجوية ٤

كلمة معالي وزير موارد المياه ١٠

مراسم الختام

البيان الختامي للمؤتمر ١٥

نص البرقية التى رفعت لجلالة السلطان المعظم حفظه الله ١٧

كلمة معالي وزير موارد المياه ٢٠

ملخصات الأوراق المعروضة ٢٢

مقدمة

هذا المجلد الخاص بوقائع ما بعد المؤتمر يمثل المجلد الثالث من بين الثلاثة مجلدات التي أعدت لمؤتمر سلطنة عمان الدولي لإدرة موارد المياه في أقطار المناطق الجافة والذي إنعقد في مسقط خلال الفترة من ١٢-١٦مارس١٩٩٥م. وهو يتضمن الأوراق العلمية التي لم تصدر في المجلدين الأولين والكلمات التي قدمت في إحتفالي الإفتتاح والختام والبيان الختامي للمؤتمر وملخصات للموضوعات التي قدمت في كل من جلسات عمل المؤتمر الخمسة عشر والبرنامج الختامي للمؤتمر وقائمة بالحضور وملخصات باللغة العربية لكل أوراق المؤتمر.

إضافة إلى لجان عمل المؤتمر التي ورد ذكرها في المجلد الأول ، نود هنا أن نشيد بالجهد الكبير الذي قام به أعضاء اللجنة الإستشارية والمبينة أسماؤهم أدناه . فقد إجتمعت هذه اللجنة أثناء إنعقاد المؤتمر وأعدت البيان الختامي للمؤتمر المضمن في هذا المجلد . وجاء تشكيل اللجنة كالآتي :

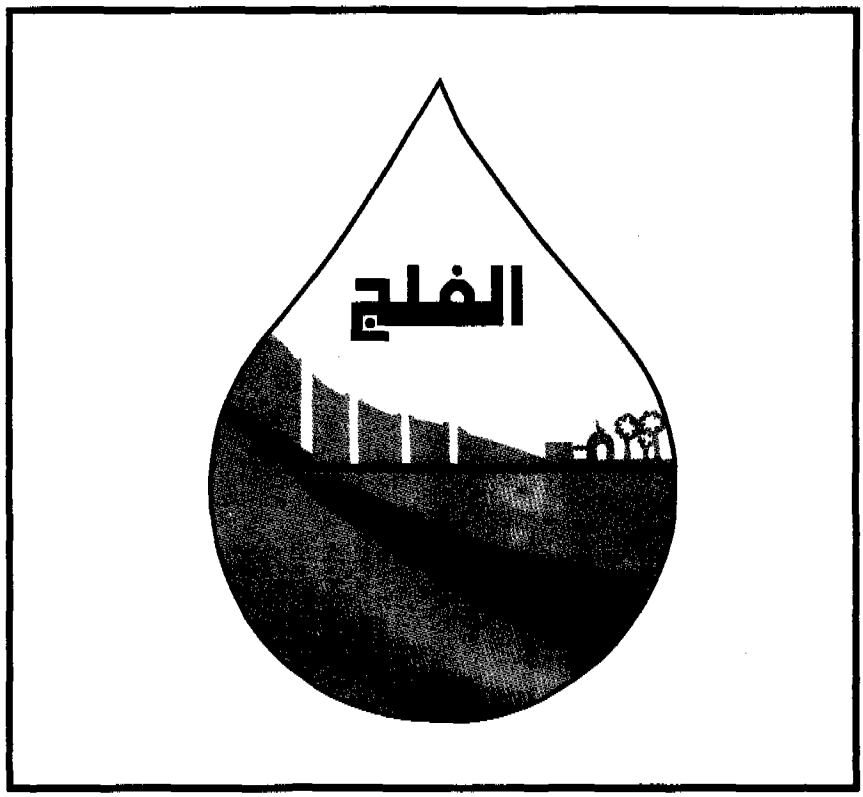
- أنجب بن محمد بن علي ساجواني رئيساً
- د. محمد نصرالدين علام عضواً
- أوسكار كريس بوروس " "
- فيليب جونسون " "
- د. يحيي عبدالمجيد " "
- جراهام سميث " "
- جلين إي ستاوت " "

والشكر موصول أيضاً للأفاضل الذين سجلوا للإشتراك في المؤتمر البالغ عددهم ٢٤٢ والذين كانوا وراء نجاح هذا المؤتمر . ونتمنى أن يكون هذا الإجتماع بداية لجهود متصلة في سبيل التصدي بفعالية لمشاكل مواردنا المائية الغالية في المناطق الجافة وشبه الجافة ونشكر لكم تكبدكم المشاق للحضور إلى سلطنة عمان للمشاركة في هذا المؤتمر . ونتمنى أن تتكرر زياراتكم لبلدنا سلطنة عمان .

سيف بن راشد الشقصي

مؤتمر سلطنة عمان الدولي لإدارة موارد المياه في أقطار المناطق الجافة

مسقط - ١٢ - ١٦ مارس ١٩٩٥م



المجلد الثالث : وقائع المؤتمر

حضرة صاحب الجلالة السلطان قابوس بن سعيد المعظم

مؤتمر سلطنة عمان الدولي بإدارة
موارد المياه في أقطار المناطق الجافة

١٩٩٥

الفلج

المجلد الثالث : وقائع المؤتمر