.823
YE.RA 90

ilaco

Republic of Yemen / Kingdom of the Netherlands

Rada Integrated Rural Development Project

From depletion to a prudent use of groundwater

Proceedings of the seminar

Rada, 18 - 20 June 1990

IR823-8173

Republic of Yemen
Ministry of Agriculture
and Water Resources

Kingdom of the Netherlands
Ministry of Foreign Affairs
Development Cooperation
(Asia) Department

RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT

Proceedings of the seminar

FROM DEPLETION TO A PRUDENT USE OF GROUNDWATER

Rada, Republic of Yemen
18-20 June 1990

LIBRARY
CENTRE
AND
P.O. Box
Tel. (070)
PN: WN 8173
RB23 YE.RA90

Ilaco
Arnhem, The Netherlands

CONTENTS

	Page
From depletion to a prudent use of groundwater. Introductory, paper by Henno Nieuwenhuis, geohydrologist, RIRDP	1
Seminar programme	5
Opening session: 18 June 1990.	7
Monitoring of the Rada Basin. by Jamil Saif Raweh, Head of the Geohydrology subsection, RIRDP.	9
Introduction to the functions of the High Water Council and its Technical Secretariat. by Dr. Jose Alberto, system analyst, Technical Secretariat to the HWC.	21
Conservation of water resources, water legislation and policy. by Hassan Al Sheikh, geohydrologist, NWASA.	29
Sana'a water demand versus resources. by Mohammad Al Salwi & J.P. Heederik, SAWAS.	35
Water saving irrigation techniques. by Adnan Mohammad Abdul Fatah & Alan Turner, RIRDP.	47
Hydrological activities in GDWRS. by Mohammad Danikh, GDWRS.	61
Numerical modelling of the Sadah area, justification and prospectives. by Nouri Jamal, GDWRS.	73

CONTENTS (cont'd)

Page

Towards prudent use and conservation of water. 83

by Dr. Ghalib Faris Junaid, maintenance and operation expert of Marib dam, ERADA.

Artificial groundwater recharge, a tool for water conservation. 89

by Dr. Vladimir Bansky, geohydrologist, HWC.

Water sector manpower planning, training needs in the Republic of Yemen. 103

by W. Spaans, training programme in Hydrology and Sanitary Engineering, Sana'a University, Faculty of Engineering.

Rada water supply present and future. 109

by Najeeb Al Magtar, engineer RWSSP and Taher Ali Qassim, RWSSP.

On the assessment and conservation of water resources in the Tihama basin. 113

by Yousuf Al Mooji, Tihama Development Authority.

Groundwater model of the Rada basin. 127

by Dr. W. Boehmer, senior geohydrologist, RIRDP.

The hanging gardens of Arabia. 135

film by Tony Milroy.

The use of agriculture research in water conservation in the Republic of Yemen.

by Dr. Ahmed Ghalib, ARA (only in Arabic version)

Applied water conservation methods. 139

paper submitted by SURDP.

CONTENTS (cont'd)

Page

Effective use of groundwater in irrigated agriculture. 145

paper submitted by
the UNDP/FAO/MAWR Irrigation Systems.

Recommendations (20 June 1990) 157

FROM DEPLETION TO A PRUDENT *USE OF GROUNDWATER*

Introductory paper by H.S. Nieuwenhuis,
geohydrologist,
Rada Integrated Rural Development Project

3

FROM DEPLETION TO A PRUDENT USE OF GROUNDWATER

Introduction

In the past two decades water resources management studies have been carried out successfully in several regions of the Republic of Yemen. The results of a number of those studies were presented at the seminar held by GDWRS in Sana'a on October 8 and 9, 1989. These studies are the key to development plans of the concerned regions. At the same time, however, it becomes more and more evident that water is exploited at such high rate, that the groundwater resources are going to be exhausted in an increasing number of areas.

Technical and legislative tools are therefore being developed in order to halt this uncontrolled exploitation, and to safeguard the water resources for future generations. One of such tools is the development of a regional groundwater model, that may contribute to the assessment of safe yields and thus the formulation of a groundwater management strategy.

The completion of the Rada Basin Groundwater Model was the reason for the decision to organize a seminar. In the Rada Integrated Rural Development Project attention is already being given to water saving techniques, which may part of the future solutions. Also the urban neighbour of the RIRDP, the Rada Water Supply and Sanitation Project, encounters the problem of water management in their planning and is looking for possible solutions with focus on agricultural re-use of waste water.

The assessment and management of water resources is tackled by several projects and authorities, sometimes without knowledge of the experience of other authorities. To date quite some experience in the field of water resources assessment has been gathered in several organizations, whereas solutions to stop the depletion of (ground)water resources are still in the first stage of development. Implementation of such solutions hardly exists.

The purpose of this seminar is to bundle knowledge, ideas and findings of all projects and organizations engaged in assessment and management of water resources, and water saving techniques, in order to give an extra momentum in the development of water resources management strategies on a regional and national level.

Seminar objectives

1 Exchange of information on groundwater potential assessment and depletion between projects and/or authorities engaged in this field.
2 Create awareness of the rapid depletion of groundwater resources under people outside the specific discipline of water resources investigations and geohydrology.
3 Suggest practical solutions to safeguard water resources and discuss the ways that could incite people to contribute to these solutions.
4 Suggest ways of cooperation between projects and ministries that may enchance the safeguarding of water resources.
5 Suggest legislative tools to be provided by the government that accelerate implementation of practical solutions.

Rada Integrated Rural Development Project

Seminar: From depletion to a prudent use of groundwater

Programme

1st day 18 June 1990

08:00 - 08:55		Reception and registration of participants
09:00 - 11:00		Opening session
11:00 - 11:30		Coffee
11:30 - 13:30		First session
	RIRDP	- Jamil Saif Raweh
	HWC	- Dr. Jose Alberto
13:30 - 15:30		Lunch
15:30 - 18:00		Second session
	NWASA	- Hassan Al Sheikh
	SAWAS	- Mohammad Al Salwi
		J.P Heederik

2nd day 19 June 1990

08:30 - 11:00		First session
	RIRDP	- Adnan Abdul Fatah
		Alan Turner
	GDI	- Mohammad Harmal
		(Jamil Sarruri)
	GDWRS	- Mohammad Danikh
		(Arabic)
	GDWRS	- Nouri Jamal
11:00 - 11:30		Coffee
11:30 - 13:30		Second session
	ERADA	- Dr. Ghalib Faris
	HWC	- Dr. Vladimir Bansky
	Faculty of Engineering	- Wim Spaans
13:30 - 15:30		Lunch
15:30 - 18:30		Third session
	RWSSP	- Najeeb Al Magtari + Taher Ali Qassim
	TDA	- Yousuf Al Hooji
	RIRDP	- Dr. Wim Boehmer

3rd day 20 June 1990

08:30 - 09:45	Hanging gardens of Arabia	- Tony Milroy
09:45 - 10:00	ARA	- Dr. Ahmed Ghalib
	(Arabic)	
10:00 - 10:30	Coffee	
10:30 - 12:30	Discussion of recommendations and closing sessions	

OPENING SESSION : 18 JUNE 1990

KORAN READING BY AL AZI AHMED AL AZANI.

WELCOMING SPEECH BY THE GENERAL MANAGER OF RIRDP.

ADDRESS BY MR. MOHAMED AL KADER SALEM,
SECRETARY OF THE PROVINCIAL COMMITTEE OF LCCD'S

SPEECH BY HIS EXCELLENCY THE AMBASSADOR OF THE KINGDOM OF THE NETHERLANDS, DRS. J.J. WIJENBERG.

Summary

This seminar has been organized on the occasion of the completion of the groundwater model of the Rada basin. This model enables us to predict the future groundwater situation in the Rada area and is an example of an adequate management tool when tackling the present and future water problems.
The prospects, as far as water in Yemen is concerned, are bleak indeed. Water appears to be scarce and is the limiting factor to economical growth.

This seminar should address technical, legislative as well as political aspects of water consumption in the country.

The political aspect is shown by the determination to pursue sustainable solutions to the water problems. That such determination exists is evidenced by the High Water Council and its Technical Secretariat.

However, policy makers in the field of water use and distribution should not be connected to one of the users groups. Therefore we think that the GDWRS (and the WRAY-project) should not be transferred to the Ministry of Agriculture and Water Resources, but remain in the Ministry of Oil and Mineral Resources; the best solution might even be to merge GDWRS with the Technical Secretariat to the High Water Council.

SPEECH BY HIS EXCELLENCY THE VICE-MINISTER OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES, DR. AHMED ALI MOGBIL.

Summary:

The Vice-Minister stressed the point that problems concerning ground water do affect the whole country, not only the northern part. Collection of meteorological data and studies into water resources should cover all parts of the Republic of Yemen and should be coordinated by the High Water Council. It is envisaged to transfer all water related departments, such as the General Department for Water Resources Studies to the Ministry of Agriculture and Water Resources. A deputy minister for water resources has been appointed recently.

MONITORING OF THE RADA BASIN

by Jamil Saif Raweh
Head of the Geohydrology Subsection
Rada Integrated Rural Development Project

MONITORING OF THE RADA BASIN

Introduction

The Rada Integrated Rural Development Project (R.I.R.D.P.) is established in 1977, as service project covering the whole Al Bayda province.
The organization structure of the project (comprises) several specialized sections such as Agricultural Extension section which is rendering different kinds of services to the farmers among which are application of modern irrigation methods; plant protection; introduction of agricultural products; implementation of fruit and decoration tree nurseries, and modern agricultural mechanization.

The task of the Road section in the project is to link the villages with the main towns in Al Bayda province, and to construct dams and land conservation structures.

Livestock section; Socio-economic; Women Extension, and Maintenance sections are also among the project components.

The Engineering section in the project is responsible for the construction of reservoirs and installation of water distribution lines for the water supply schemes in the villages, as well as sanitation works such as improvement of sanitary facilities for mosques and schools, and garbage disposal in the rural areas.

This Engineering section consists of three subsection namely: Water Supply and Construction; Sanitation and Environmental Health, which includes a laboratory for the chemical and bacteriological quality analysis of drinking water; and Geohydrology sub-section.

The latter sub-section started its function in 1977 with only one expert, and gradually extended its activities in the province. A couterpart was annexed to the sub-section in this period. In the middle of the eighties, the workload of the sub-section increased considerably due to the increase of the requests submitted by the LCCD's and farmers for well site selections and pumping tests.
A number of electronic Preslogs and rain gauges were distributed in the province during this period. Supervision, on the existing meteorologiy station, data collection and filing are being carried out by the sub-section to provide the Agricultural Extension section with the required climatical informations. It is also intended to install three automatic electronic meteology stations in the province.
Certainly, there was a great need of sufficient staff in the sub-section to undertake the above mentioned tasks and activities.

Presently, there are seven geo(hydro)logists in the sub-section, two Dutch specialists and five Yemeni geohydrologists.

Activities of Geohydrology Subsection

The sub-section's activities covering the province could be summarized as follows:

1. Borehole and shallow well monitoring in the Rada basin and Al Bayda province.

   Monitoring of boreholes and shallow wells in the Rada basin and in the rest of the province are being carried out by means of 11 electonic instruments, installed in the drilled wells, whether shallow wells as boreholes and distributed as follows:
   Four instruments are installed in the Rada basin and the remaining seven instruments are spread over the province areas. The instruments are changed once a year to analyse obtainded results through the computer in order to know the changes occurred in the ground water level as a result of the continuous over-pumping and to assess effects of rainfall on water levels in Rada basin and the other province areas.
   Manual water level measurings are also carried out for shallow wells and boreholes in the Rada basin twice a month.
   Measurements are registered in special forms, analysed yearly, and represented in hydrographs. Nine boreholes and twelve shallow well are being used presently for this purpose.

2. Monitoring of rainfall.

   Nine electronic and nine mechanical raingauges have been distributed in some parts of the province to measure the annual rainfall in Al Bayda province. Data collection and replacement of ectronic raingauges takes place once a year, and visits to the mechanical raingauges are done twice a month to check-up and change papers. Collected data are represented by hydrographs and indicate rainfall amounts in seasons, where after comparisons can be made with the results obtained form water level monitoring.
   It was found that the amount of rainfall over Rada district is more than that over Al Bayda district, whereby the average annual rainfal during ten years has reached 213.05 mm/year in the first district, whilst 150 mm/year in the Al Bayda district, approximately.

3. Monitoring of surface water.

   The tasks of monitoring surface water was carried out by Land and Water Conservation sub-section attached by the Road section.
   Electonic instruments (Preslogs) are installed inside pipes or drums and laid under the wadi bed at five selected sited to monitor the water motion in the wadis. Results are taken annually to calculate discharge and number of floods during the year, so that surface water retention dams can be designed accordingly.

4. Monitoring of salinity.

There are some wells of saline water in nature, and in some others salinity started to appear recently as a result of excessive exhaustion of fresh water and the consequent intrusion of saline and fresh water inside the water basin, where the saline water replaces the exhausted fresh water gradually. There are also some other wells around Rada of pure fresh water disposed to danger of salinity.

5. Well site selectionand drilling supervision.

Amongst the activities of the sub-section is site selection of well sites as water source for drinking purpose. This is done by using geophysical instruments both elctical and electro-magnetic by which, in addition to site selection, under surface ground formations and layer sequences as well as layer thicknesses are determined.
The success rate of site selections by using geophysical equipments has reached to 80 % during the past few years.
The sub-section futher is rendering advisory services to farmers in selecting well sites for agricultural irrigation purposes.
Regarding drilling supervision, the sub-section is supervising the technical part of the drilling works of the boreholes used for the village water supply schemes in order to ensure the safety of the drilling and the soundness of the well, and to know the type of rocks penetrated during the drilling; the starting place of the water aquifer, and other geological characteristics.

6. Well logging.

After the completion of the drilling and before the casing, well logging is carried out by using electrical equipment so as to know the actual beginning of the water aquifer and its thickness and to determine the casing depth.

7. Pumping test.

Before the final acceptance of the borehole from the contractor, pumping test is performed to dertermine the water yield and the location of the pump in the borehole, in addition to the daily pumping hours and annual water level drop.
Since the average number of wells drilled per year has reached to eight, the average number of pumping tests performed yearly are also eight tests.

8. Well inventory.

The sub-section is preparing an inventory list once very three years for the wells drilled in the project service area in order to know the number of wells drilled; depth; water level; and amount of water pumped from the wells and used for irrigation of qat, alfalfa, sorghum and other agricultural products.
By comparing the informations obtained in each inventory, it is possible to find out the number of wells drilled; increase in number; wells deepened because of water scarity; increase of salinity, and other related informations (which are considered valuable for the process of monitoring and follow-up of ground water resources).

Results

During the past decade, acute drop of water levels has been observed in some boreholes, resulted by the random exhaustion of water especially for irrigation by using the old basin irrigation method.
Several boreholes were deepened many times by the farmers to chase deeper water layers, such as Izzan and Al-Jaif in Rada district.
Also some shallow well, which were dug randomly without seeking advice from the relevant parties have been dried completely.

In addition to that, there have been several springs in certain areas, of whcih some disappeared because of the increased number of wells in the area.
For instance, the springs and streams in Dar Annajd and Dar Masa'ab areas are now dry completely, and the springs which dressed the wadi Tha area with green colour are now dry except two or three springs that remained with relatively little water.

Among the results obtained from monitoring of rainfall is that no effects have been observed on the water levels, especially boreholes, were continuous descending has been registed ranging to 10 m/year in some boreholes because of extraction of water in larger quantity than the amount of the recharging water.
With regard to shallow wells, there are obvious changes in water levels due to rainfall, though the changes are seasonal and will drop again as son as the rainy season is over.
There are also some other shallow wells which are already abandoned for dryness.

Conclusions and recommendations

The efforts made in the field of water monitoring and data collection through out the past years have resulted in the preparation of a ground water model for Rada basin with the assistance of dr. Boehmer senior geohydrologist. The model will be discussed on the third day of the seminar.

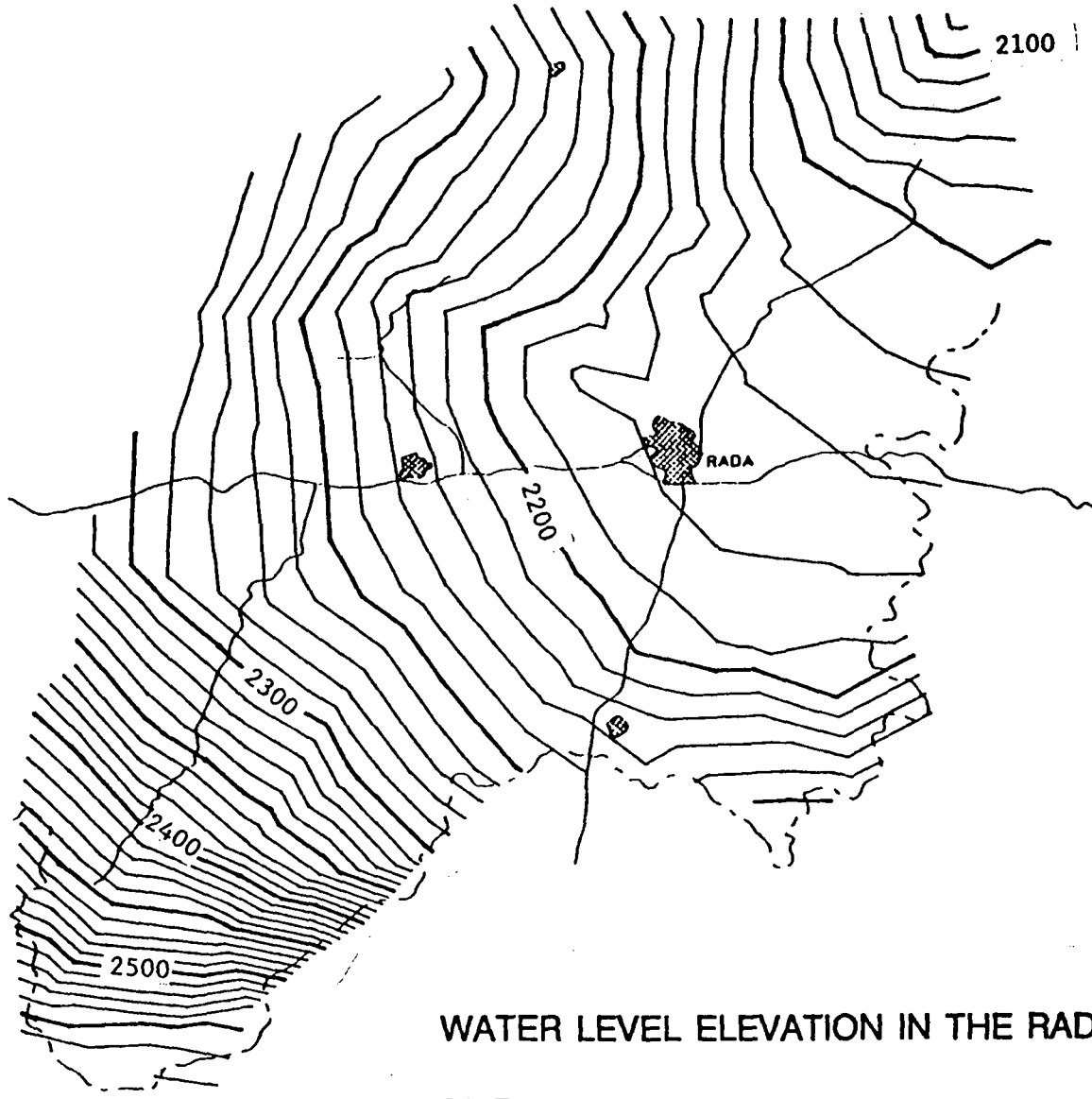
Because of inattention to the advice given; lack of applying drilling regulations, and absence of supervising authority, random well drilling is still continuous in Rada district. High quatitics of water are being exploited (and wasted) through irregular and continuous over-pumping, resulting in an acute decline of water levels ranging from 0.5 m in some areas to 25 m in others, besides the drying up of the surrounding shallow wells, springs and soem other deep wells.

From the actual rainfall data collection in Rada area, it could be observed that the amount of rainwater recharging the ground water is not proportional to the amount of extracted water.
This has caused the heavy drop of water levels as it is obvious through chemical analysis of water samples collected from farmers wells and resultes of well inventory.

More over, the problem of gradual salinization of some wells as a consequence of over-pumping and intrusion of saline water into fresh water has worried the concerned partied such as water and agricultural field workers, because of the negative effects of salinity on soil and crops. Well inventory results carried out in 1983 and 1988 in Rad area has shown highly increased number of wells. In 1983; 950 wells and in 1988; 2000 wells.

As this situation is threatening the water basins with depletion, and in order to conserve water resources, the folowing recommendations can be made:

1. Use of low cost modern irrigation methods.
2. Obtain alternative crops of low water requirement adopted to the climate and quality of soil in the area.
3. Necessity of supervision by official relevant authority on drilling works and application of the regulations, so as to limit the increasing number of wells.
4. Construction of retention structures for rain water.
5. Create awareness among the farmers on the importance of water and the risk of the existing critical situation of water.
6. Find means to control the number of pumping hours in each well.
7. Reduce as much as possible the amount of water used in the houses by means of providing necessary advice on better use of water.
8. Set-up water sharing systems between farmers.

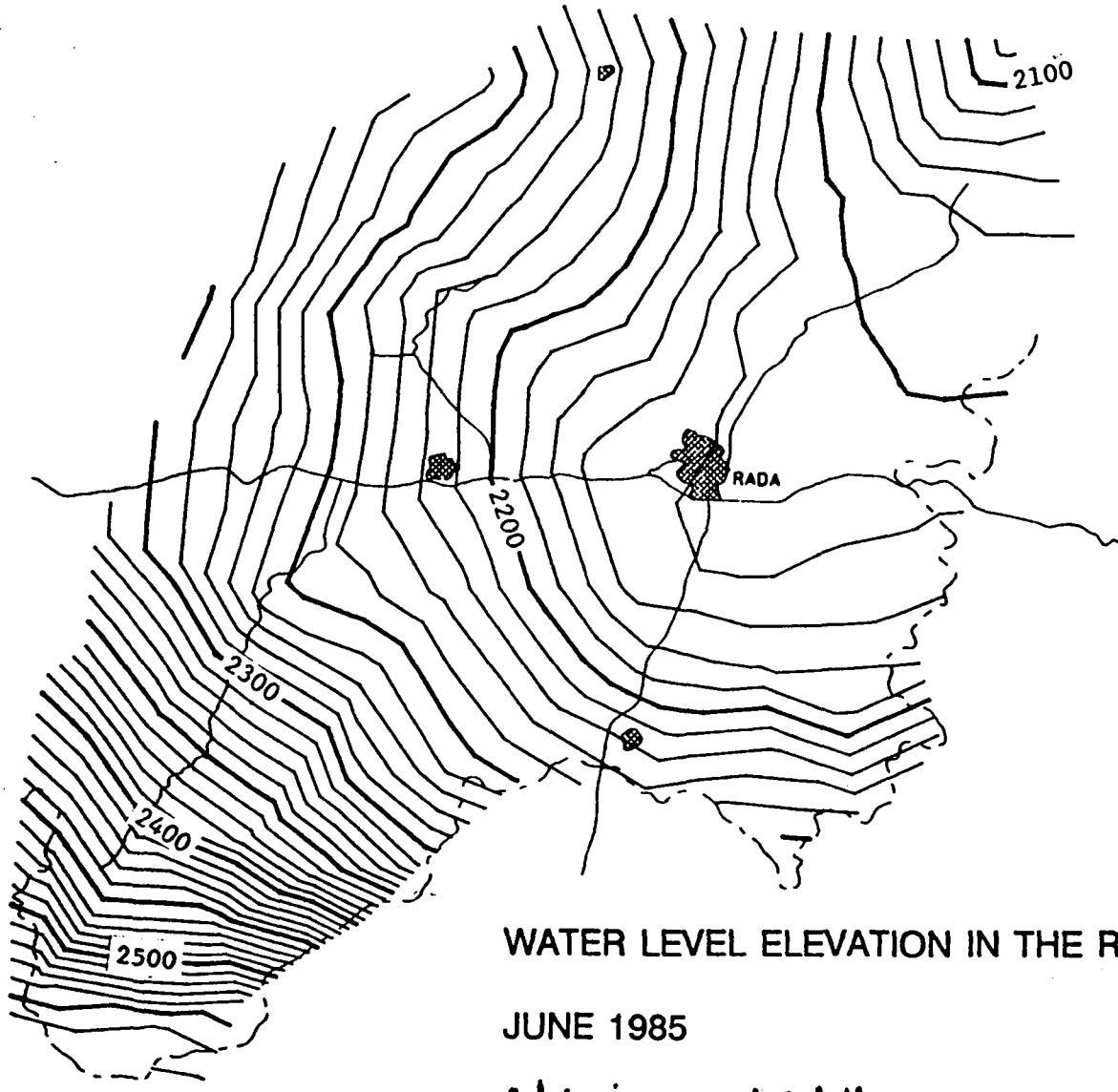


WATER LEVEL ELEVATION IN THE RADA BASIN

PRE-1980

+ مستوىمنسوب الما ء في حوض رداع

ما قبل ـ ١٩٨٠ م

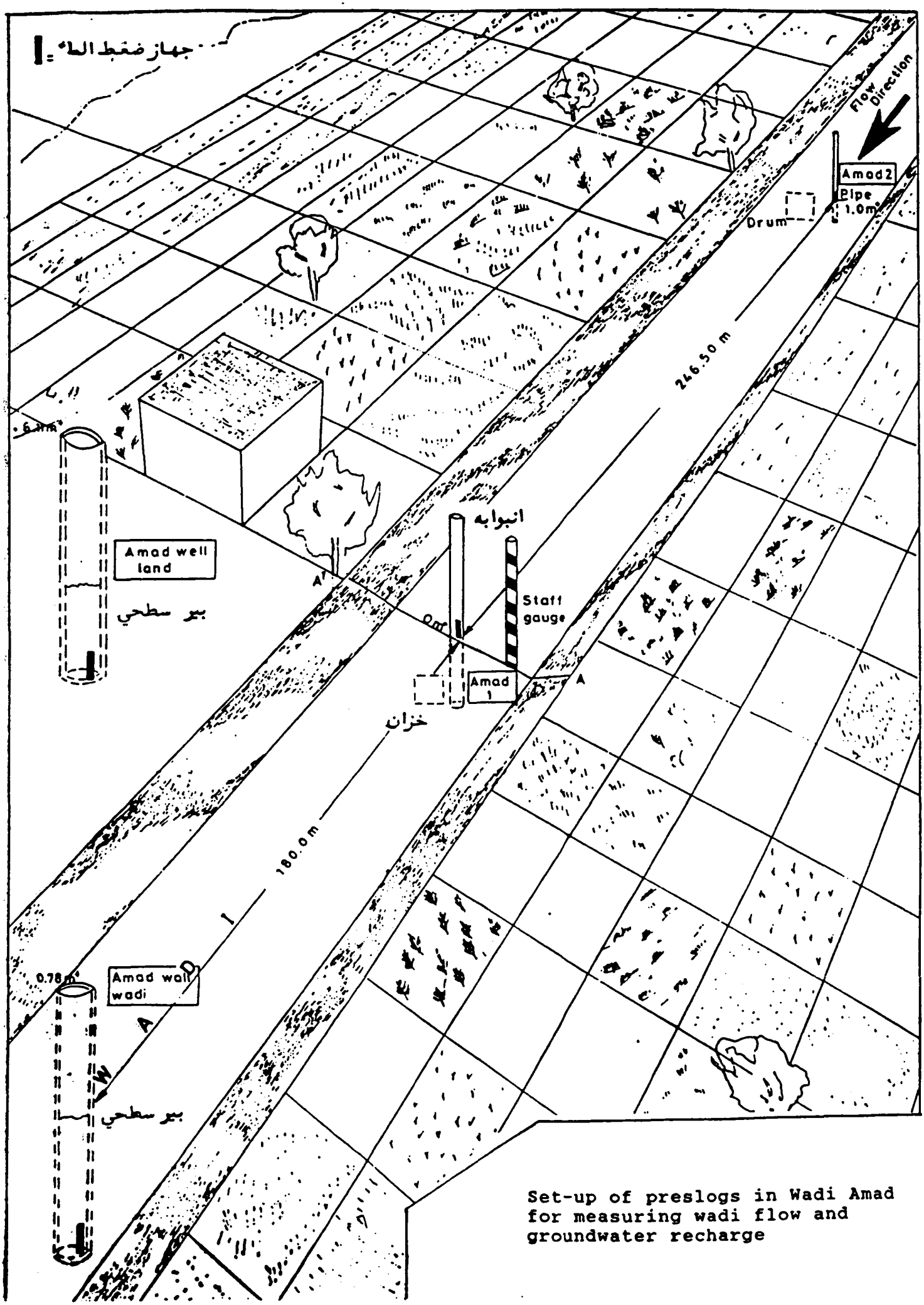


WATER LEVEL ELEVATION IN THE RADA BASIN

JUNE 1985

+ مستوى منسوب الماء في حوض رداع

يونيو عام ١٩٨٥ م



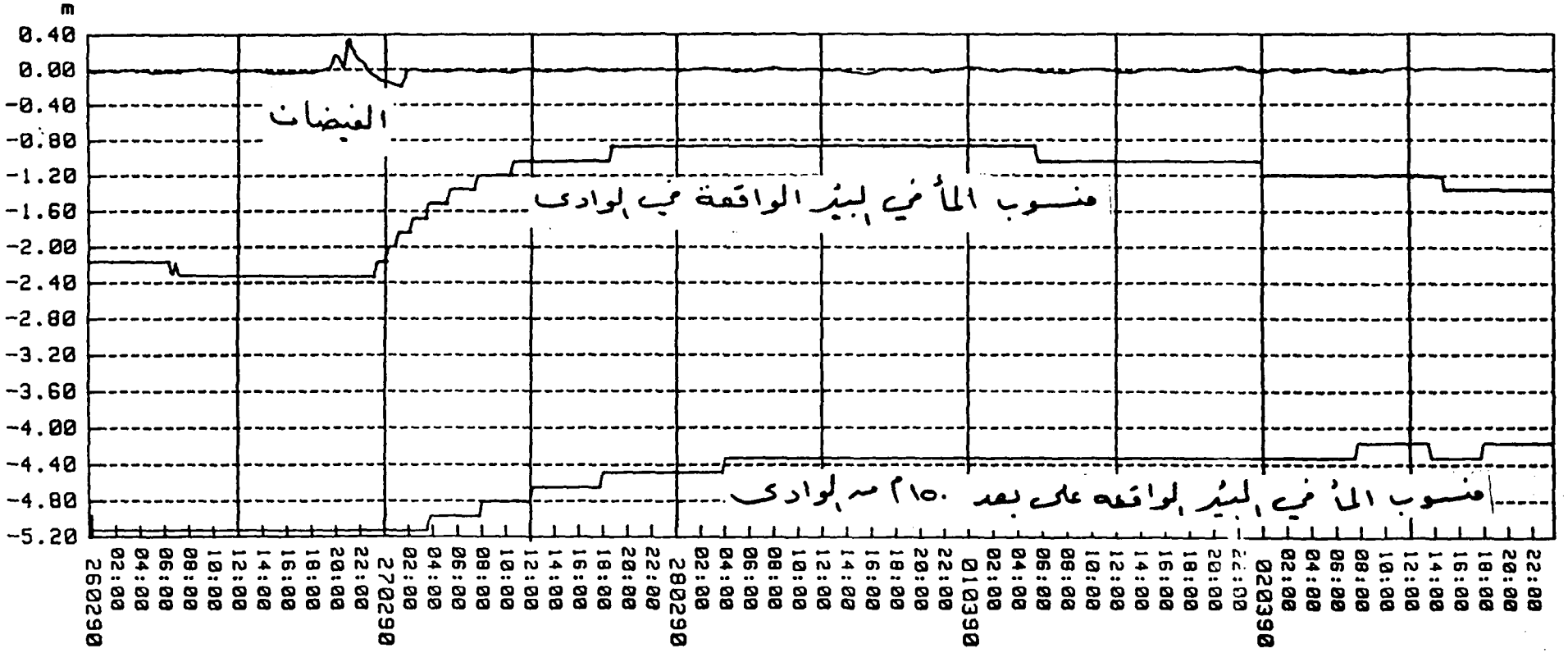
Set-up of preslogs in Wadi Amad for measuring wadi flow and groundwater recharge

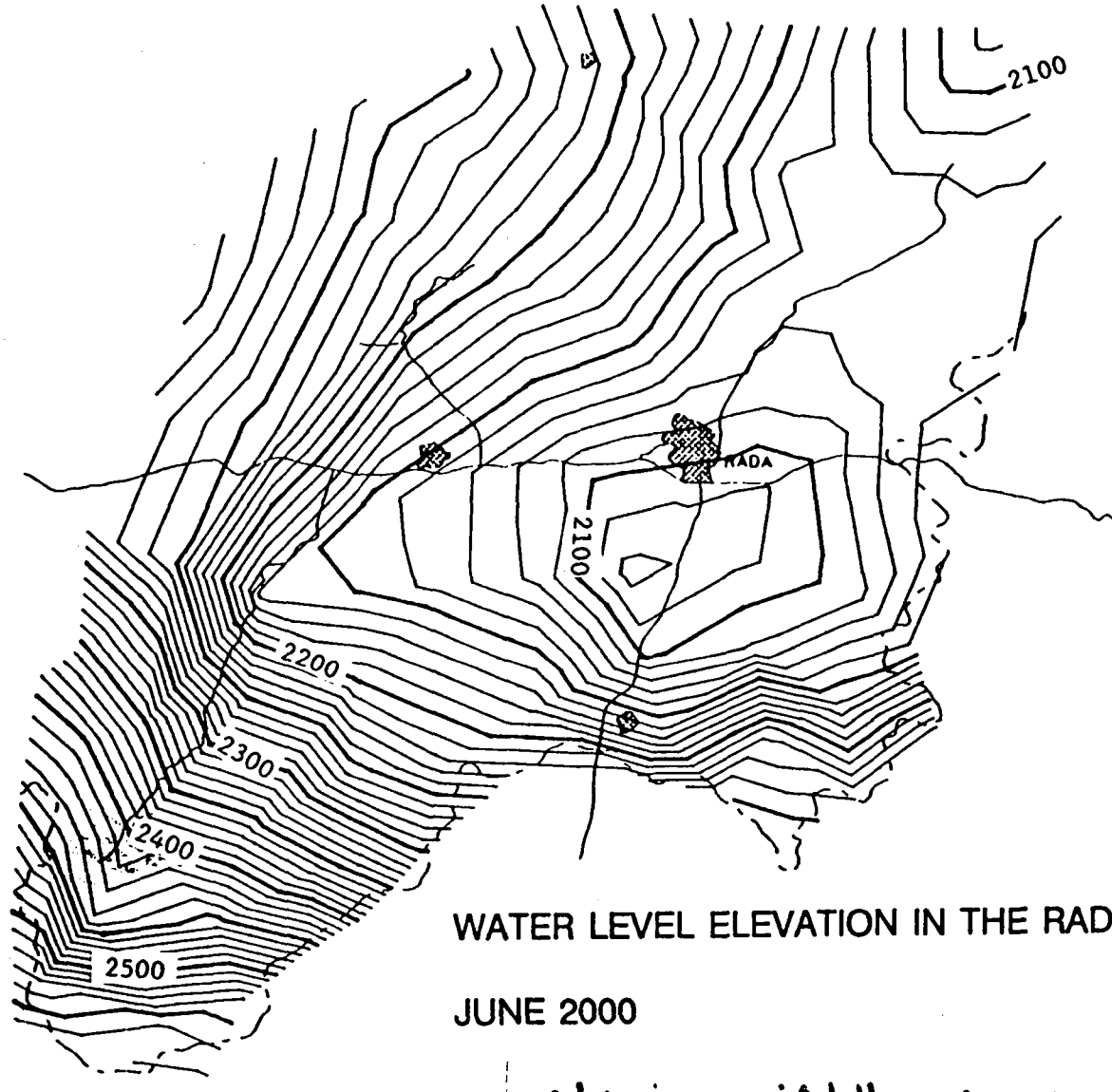
RELATION BETWEEN WADIFLOW AND THE GROUNDWATER LEVELS
IN THE WADI AND IN THE AQUIFER AT 150m WEST OF THE WADI.

وادى عمد

14 May 1990 17:36:44

العلاقه بين الفيضان في الوادى وتأثير الفيضان على مناسيب المياه في الابار المجاوره





WATER LEVEL ELEVATION IN THE RADA BASIN

JUNE 2000

+مستوى منسوب الماء في حوض رداع

يونيو عام ٢٠٠٠

INTRODUCTION TO THE FUNCTIONS OF THE HIGH WATER COUNCIL AND ITS TECHNICAL SECRETARIAT

By dr. Jose Alberto, system analyst,
Technical Secretariat to the High Water Council

THE YEMEN REPUBLIC.
YEM/88/001 - ASSISTANCE TO THE TECHNICAL SECRETARIAT OF THE HIGH WATER COUNCIL PROJECT.

AN INTRODUCTION TO THE FUNCTIONS OF THE HIGH WATER COUNCIL AND ITS TECHNICAL SECRETARIAT

1- HISTORICAL REVIEW

The Government of Yemen has noted the negative consequences of the arbitrary drilling practices, over-abstraction and the lack of a proper water resources planning in the country after the 1962 revolution, particularly after the major national development boom that took place during the seventies. This major expansion negatively affected the limited and precious national water resources. In spite of above, limited action had been taken to effectively deal with this problem until the end of the seventies.

Over the years, the water sector became more fragmented with the progressive involvement of many line ministries and other government departments and projects in the operation of sectoral affairs and in the unprogrammed utilisation of both surface and groundwater resources. Accordingly, the Government decided to create a central body that would nationally coordinate and assist in sectoral planing and in the coordination among the different intervenants in the sector.

The High Water Council (HWC), was then created in late 1981 under article 3 of the Prime Minister's decree number 26 of 1981. The Council was then chaired by the Minister of Electricity and Water and included the membership of the Deputy Ministers and relevant Directors of all Government water related institutions.

The newly created Council was unable to effectively coordinate among the water sector institutions and to provide the necessary centralised planning required for the sector. Also, the Council was unable to regulate and control the water use in the country. The Council shortcomings were mainly caused by the lack of a strong technical support to the Council, particularly in matters related to national water resources planing, water resources studies and legislation.

In order to further strengthen the created council and to give it the required legal and institutional status, the Government reformed the Council in November 1986. The new Council was then chaired by the Prime Minister and had eight member ministers all partly or entirely involved in the water sector. The new Council structure remains unchanged, but it was further strengthened by a Technical Secretariat (TS) which received substantive technical assistance support in 1988 from UNDP.

The newly formed Technical Secretariat's main role is to technically support the Council, in order to facilitate their role in the coordination, monitoring and control of all water related activities nationally. Accordingly , the TS had the sole responsibility for the preparation of a mid to long term general policy guidelines and plans for the development of the national water resources. The (TS) is also expected to implement the necessary studies and follow up actions relevant to any Council decisions. Although the TS existed prior 1988, however it had a very limited skeleton staff. Government allocated further staff to the TS with the onset of the project below.

The technical assistance provided by UNDP officially started in August 1988, following the arrival of the first project expert and will conclude in July of 1992. The project was entitled " YEM/88/001 - Assistance to the Technical Secretariat of the High Water Council". The assistance provided totals 2.7 million dollars, which included both expert and capital assistance inputs. The Department of Technical Cooperation for Development (UNDTCD), was the specialised UN agency for the project execution.

The project is now operating from independent premises in Sana'a and provides technical assistance to the water sector in general and to the Technical Secretariat in particular. Training and specialised studies are in progress in the fields of surface and groundwater, water economics, water resources and sectoral planing and legislation. Also, the TS has been provided with a complete computer network system with 8 terminals and two stand alone units. The computer system provided is now operational and will enable the TS to have a data bank, mainly focussing on water resources planning issues.

2- OBJECTIVES OF THE HIGH WATER COUNCIL TECHNICAL SECRETARIAT

The HWC was created to control, monitor and coordinate between all national water related institutions; to coordinate and monitor all studies of water resources for either drinking, irrigation and industry; and to prepare a national general policy plan for the development of existing water resources.

The TS is expected to collect, compile and disseminate comprehensive data on water resources; prepare relevant reports and recommendations for the consideration of the Council to assist their decision-making on policy related issues; to receive, review and process water resources data; to prepare project planning reports and relevant operational information; to propose realistic national water policies for adoption by the Council; to design and monitor the implementation of water studies nationally; prepare water legislation and regulations to be enforced by the Council for a more efficient water sector administration; and to execute the instructions of the Council as and when needed.
The TS technically assists the HWC in the implementation of its mandate through the preparation of a Water Resources Master Plan for water resources allocation and management, in order to arrive at a long term water resources plan for Yemen.

In order to achieve above the UNDP technical assistance will: complete detailed and national data bases in meteorology, hydrology, hydrogeology, socio-economy, water economics and legislations; develop the professional capabilities of the TS national staff in the fields of water resources development, resources planning and management; and assist the TS in the preparation of a Master Plan for Water Resources Development and Management.

3-THE TECHNICAL SECRETARIAT STAFFING AND ORGANIZATIONAL STRUCTURE

The HWC and its Technical Secretary staffing are listed in annex 1, including both national and international assigned staff. The Council constitutes the highest national policy making body for the water sector. Figure 1 shows the prevailing organizational structure of the TS as related to the Council and other organisations. The TS includes four main specialised sections and its management.

With the creation of the new Yemen Republic, the High Water Council mandate is still to be reviewed by Government in the coming near future, to decide its new mandate in the new republic and among the newly created institutional set up.

Figure 1: Organizational Structure of the Technical Secretariat.

The High Water Council

UNDP/DTCD | Minister of Elec. and Water | CPO

Technical Secretariat (1)

Supporting Staff(2)

System Analysis Section	Hydrology Section	Hydrogeology Section	Economy Section

(1) National Project Director and Chief Technical Advisor.
(2) Administrative Assistance + Bilingual Secretary + Accountant.

4-ON-GOING TS / PROJECT ACTIVITIES

The project activities are progressing according to an agreed workplan which is regularly updated to suit project developments. Project experts and consultants were mostly fielded in 1989 and the project is fully staffed now. Only further consultant inputs in different water related fields will be forthcoming.

The project will conclude its activities in July 1992. By then, it will complete the preparation of a detailed national water resources assessment of surface and groundwater resources in the northern part of the Yemeni Republic, with a proposed action plan for the future development and utilisation of existing resources.

A major hydrological inventory of all existing surface monitoring networks has been completed by the project to date. Also, climatological and rainfall data processing is in an advanced stage. Further data processing of run off records will be initiated shortly, to enable the complete assessment of the existing surface water resources in the northern part of the Yemeni Republic.

At the same time, a major inventory of surface water structures on main water courses is being completed. Basic records collected and all specialised processing software will be permanently held in the TS Data Bank computers.

Similarly, a groundwater resources assessment is in progress and will culminate in the complete assessment of available under groundwater resources per aquifer and geographical units. Relevant groundwater modeling techniques will be carried out by the project in form of a sub-contract. The models will enable the simulation of different aquifer development scenarios for these aquifers under different development alternatives. The models will be installed in the computer system of the TS and will be further updated in future, to simulate future development alternatives.

The TS is operating a local area network including IBM microcomputers linked to a multitude of peripherals (printers, plotters and digitizer). The network consists of a central file server with 7 workstations. Two stand alone computers are set for individual analysis. The file server uses an IBM model 80-111 driven by a powerful microprocessor.

Support Systems include an interface with different topic databases, data processing programs, surface and groundwater simulation models, economic models and many other general application software. Two full time System Analysts are completing the necessary works for the establishment and initiation of an operational data bank unit within the TS. Their tasks include the training of national counterparts in data processing and management using computer systems.

Further socio-economic studies are in progress to assess the social impact of future water resources development and to determine alternative scenarios for future water resources utilisation in Yemen. The analysis of optimum pricing policies will also be completed in the near future. The above studies will be based on the results of our present inventory of water requirements at national level and on available supplies.

The TS drafted the first broad term water resources legislation proposal for the Yemen with the assistance of a consultant and the draft was submitted to the Government. The document entitled "Water Policy Guidelines for the Yemen Arab Republic", was officially submitted in June 1989. It covers issues related to the need for a national inventory of customary water rights and a national act that delineated fees and charges, water uses , servitudes, control of harmful effects of water, water quality control, groundwater resources control and water users associations.

The above document was reviewed , edited and completed in March, 1990, in collaboration with the Ministry of Legal Affairs. The document remains to be reviewed by the HWC, prior to its presentation to the Shura Council for its enactment. A separate provisional law regulating groundwater further exploitation and abstraction was similarly prepared and will be processed simultaneously with the above water resources project law.

Further legal studies will be carried out using the services of specialised consultants to inventory customary water right and traditional water uses in the country. This will enable further elaboration of the necessary rules regulating the management and utilisation of the available national resources and will secure the necessary tools and institutions for the implementation of the above said legislation.

Upon the completion of the ongoing water resources, social and economic studies, the project will further elaborate on the planning side of available water resources and all sectoral management requirements. Assistance will also be provided to the Government for the preparation of the new national development plan.

ANNEX 1

YEMEN REPUBLIC

THE HIGH WATER COUNCIL

H. E. The prime Minister, Chairman of the Council

H. E. Minister of Development, Chairman of the Central Planning Organization, Member of the Council,

H. E. Minister of Electricity and Water, Member of Council,

H. E. Minister of Agriculture and Fisheries Resources, Member of the Council,

H. E. Minister of Oil and Mineral Resources, Member of the Council,

H. E. Minister of Economy, Supply and Commerce, Member of the Council,

H. E. Minister of State, General Secretary of the Local Councils, Member of the Council,

H. E. Minister of Public Works and Transport, Member of the Council,

H. E. Minister of Municipalities and Housing, Member of the Council

STAFF OF THE TECHNICAL SECRETARIAT OF THE HIGH WATER COUNCIL

Eng. Abdul Karim Al Fusail	National Director
Eng. Said S. Al Namari	Chief Technical Advisor a. i.
Dr. Vladimir Bansky	Hydrogeologist
Mr. Klaus Jacobi	Hydrometeorologist
Dr. Mohammed Aslam Chaudhry	Water Economist
Dr. Jose Alberto Tejada	System Analyst
Mr. Abdul Gadir Turkawi	Socio Economist
Ms. Kyu Kyu Hlaing	System Analyst
Mrs. Ludmila Elias	Hydrologist
Mr. Saleh A. Al Ashtal	Assistant Hydrologist
Mr. Taha M. Al Ansi	,, Hydrogeologist
Mr. Yahia M. Al Mahbashi	,, ,,
Mr. Mohammed H. Imad	,, Hydrologist
Mr. Abdulla A. Al Shami	,, ,,
Mr. Mohsin Sheikh Ahmed	Aministrative Assistant
Mrs. Bahriya Shamsheir Ali	Secretary

CONSERVATION OF WATER RESOURCES
WATER LEGISLATION AND POLICY

By Hasan Omer Al-Sheikh,
geohydrologist, National Water and Sewerage Authority.

"WE MADE FROM WATER EVERY LIVING THING"
The holy Qur'an

Yemen is situated within the waist band of the arid areas. Rainfall varies between 150-200 mm in the northern, north-east and eastern part, and 600-800 mm in the mountainous area, especially in the Central Highlands.

The rain water, being collected in wadis and tributaries, flows from high to low lands in every direction, of which some infiltrates into the deep layers forming water basins under the ground. As it is known, there are several wadis shedding toward the west in Tihama Plain such as Wadi Moor; Wadi Zabid; and Wadi Rima.
While there are others shedding to the south such as Wadi Bana; Tuban; Ahwar; Azzan; Masyala and Ma'adin.

All these wadis take their course towards Aden Gulf and the Arab sea, while other wadis such as Wadi Jawf; Zana; Baihan; Markha and Wadi Hadhramout are shedding towards north-east to Ramla and Rob-alkhali.

Groundwater and its problems in Yemen

Yemen is depending fully on ground water for the different life necessities. However, contamination and irregular use of water are threatening the fate of the water basin natural reservoirs which are considered as the exclusive resource of drinking water. Especially for the big towns. Excessive water exploitation has actually caused problems in some basins, especially in Sana'a and in the delta of Tukan and Abyan.

Sana'a water basin

The water of Sana'a is available in the long sandstone layer of 250 m. average thickness. The depth of the water supply borehole drilled in1982 fluctuate between 210 and 250m. In 1986, the boreholes became unable to supply because of the heavy drop of the water level caused by the increasing water exploitation. In 1987, NWASA drilled and implemented 13 boreholes of different depths between 220 and 420 m. aiming to penetrate the whole sandstone layer (the main water reservoir).

The annual average water drop in the boreholes has reached to 6 and 8 m., and the water level in the newly drilled boreholes (1987) is 113 m..This means that the boreholes will be depleted within the coming 30 years incase of continuation of the existing water exploitation from the basin.
The average drop of the water levels during three periods was as follows:

- 1 st period; 1972-1979 0,86 - 1.75 m/year.
- 2 nd period; 1979-1985 3 - 5 m/year.
- 3 rd period; 1983-1987 6 - 8 m/year.

More over, the water extraction has also increased from 80 l/s in 1972 to 1000 l/s in 1983. This amount is three times much as the amount estimated for Sana'a water supply (320 l/s).

Here are some proposals to improve the existing situation of Sana'a basin:

1. Prohibition of any drilling or deepening of wells in the basin.
2. Undertake a thorough study in Sana'a basin in order to investigate any new water harvest method.
3. Construction of dams and other retention facilities to recharge the basin.
4. Encourage the farmers to use modern irrigation water saving techniques.
5. Incase of giving permission to any body, drilling should take place under the supervision of an engineer, and after obtaining drilling license before hand.
6. Water management and monitoring of water pumping.

Aden water resources

Aden town (the second town of Yemen in population) is also suffering of the same problem as Sana'a basin with some different geological and hydrogeological structures, in addition to the non-availability detailed studies on ground water in most of the areas, except in some wadis of high population and agricultural density. Bearing in mind that even these wadi studies require to be carried out again in order to be made more specific and comprehensive.

Wadi Tuban and the delta of Lahj.

Prior to the arrival of Wadi Tuban (Tuban valley) to its estuary in the Gulf of Aden, it forms a wide delta named "delta of Lahj" where ground water fields are concentrated in the area to supply Aden and the surrounding areas with water.
The main aquifer is situated in the Alluvium layer of 250 m. maximum thickness gradually decreasing towards the north. The depth of the boreholes reach to 200 m. while productivities in -30 l/s with draw-down of 9m. Salinity in the north part amounts to 0.9-1.2 g/l, and in the south 1.9-2.1 g/l. In the period 1982-1984, the salinity in the southern part of the delta reached to 2.9 and 4.2, resulting in the closure of the wells in Sheikh Othman's water field(one of the three main water fields).

Developments in the delta of Tuban-Lahj.

There are three main water fields (Sheikh Othman; Bir Ahmed and Bir Nasir) situated at the delta of Tuban in the Alluvium layers, 12 km. away from Aden, and are used to supply the Aden town by ground water. Well depths before 1967 were between 50-60 m. with productivity of not more than 10 l/s. In the beginning of 1975, heavy drop of ground water level occurred as a result of the increased water demands and over-exploitation.

In 1981-1982, a protection law was issued to safe guard the mentioned area from drilling except replacement wells. From 1982 to 1984, the general Water Authority drilled replacement wells of 150 -200 m. deep, and tried to investigate other water resources. Positive result was obtained in the delta of Abyan, about 50 km. away from Aden. Expected depth of the wells is about 300 m. with 25-30 l/s of yield, and draw-down of 6-8 m. The water will be of high quality (0.9 -1.1 mm./l).

However, the results of the studies carried out in the delta of Tuban and Lahj were not as positive as Abyan delta.

The delta of Lahj and problems of Aden water fields.

Wadi Tuban forms the delta of Lahj which is a kind of river sedimentation of variable thickness, from 25 m. in the north to 250 m. in the south. The recharge rate of this layer also differs from year to year fluctuating from 40 to 158 million cm3 per year. Statistical results obtained during the period 1955-1979 indicated that the average recharge ranges between 80-90 million cm^3 · During the period 1972-1979, water extraction for agricultural purposes increased at a rate of more than 120 %, but the amount of water extracted for drinking remained nearly fixed at a limitation of 18 million cm^3/year. In 1980, water extraction for drinking increased twice as much, and agricultural and industrial activities also increased. This situation resulted in heavy drop of water level and closing of the wells in Sheikh Othman water field in 1984 because of the increased salinity. Salination risk is still threatening the other wells as a result of over exploitation of ground water and the rushing of the sea water to the aquifers of the rest water fields. Recommendations to improve the water situation of Aden governorate are mentioned below:

1. Prohibition of any new drilling, even for replacement wells.
2. Quick development of the two water fields situated north of Abyan and Tuban delta, so as to be ready for use quick as possible.
3. In case of satisfaction by the water of the two resources mentioned under 2, it is very necessary to stop drilling completely and to minimize extraction from the old water fields.
4. Stop further execution of land reclamation for agriculture until the situation in the southern part of Abyan delta is improved.
5. Application of modern irrigation methods. Drip irrigation has already started in Lahj, and the concerned authorities are now requested to develop and spread the method.
6. To use pipes and lined irrigation canals in order to reduce water losses.
7. To increase the number of dams and retention facilities as means of artificial recharge by hindering the flood of Wadi Tuban.
8. To protect the new water fields by limiting certain protected areas where any drilling will be prohibited.

Protection of drinking water against contamination

To protect water from contamination, the following could be done:

1. Forbid throwing of garbage and residues in the flow line of wadis and surface water channels.
2. Obtain proper healthy method to dispose of sewerage water.
3. Control and monitor garbage and other residue disposal places, and to govern chemical application on surface lands (such as fertilizer) by formulating certain operational procedures.
4. Strongly monitor well drilling and make cemented materials.
5. Periodically analyze drinking ground water in order to discover any change in time and search for the necessary solution.

Water policy (general)

An integrated water policy should necessarily be formulated taking the following points into consideration:

- The situation of water in the country.
- Available manpower in the water sector.
- Level of coordination between the different water institutions, within the frame work of the general government policy.
- Geological: hydro-geological, and geographical condition of the country.

Because of the importance of water resources for the execution of development plans, the government must have to legislate ground water conservation laws, for the following reasons:

- Most of the towns in the Yemen Republic are situated on the coastal strip form the border of Oman on the east to the border of Saudi-Arabia on the north-west, and the water in these areas is threatened by increase of salinity as a result of sea water intrusion (e.g.-Sheikh Othman water field in Aden and Hodeidah). The increasing drop of water resulted by the continuous water exploitation.
- To save the average water requirement for each individual, in order to enable him undertake all his social tasks in the community without wasting.

Taking into consideration the further industrial developments, the water policy should be structured on an adequate scientific planning, so as to go along the development of the community.

Water legislation (general)

As mentioned above, the water policy should have to be comprehensive without being restricted to certain water basins and be based on modern scientific and technological developments. Water legislations, however are to correspond with the general water policy and be restricted by local conditions, where each water basin will have its own legislation (law) that suits its condition.
Besides this, legislations should not ignore the public and private water schemes, so as to ensure the conservation of water resources as a whole and unify means of water investments.

Water legislation and ground water.

Protection of ground water resources (wells, springs) must be based on scientific and substantive laws. It is not important to identify the distance between wells and springs by absolute figured, but the important point is to base the figure on scientific reality of the ground water resources which, in this aspect, is tied to several variable that are not to be governed by unified absolute figured even within one water basin. In order to overcome the problem of applying water laws, well drilling -or deepening- should be subject to the following commitments:

1. Well site have to be selected by the concerned water department, and according to detailed study.
2. Proper monitoring of the well drilling by the department.
3. Control the testing of the well.
4. Supervision of well construction

5. Drilling companies should present (guarantees) in order to drill or deeper without an official permission from the water department. Further more, protection of water against pollution must be included within the water legislation.

General conditions to apply the law.

In order to apply the law in a better way, the following has to be realized:

1. Preparation of an inventory list consisting of surface and ground water resources.
2. Establishment of a sal water depth.
   To be responsible for the water resources and organisation of water use.
3. Ensure the flexibility of water legislation statements so as to make it fitful to absorb scientific and social development of the community for the future.
4. Adoption of long-term water policy on which the water department could base its programme.
5. To consider water resources as public property and adopt obligatory laws (for water management). This has a better affect than to consider resources as private property.

The role of information media.

Communication could play a great role in manifesting and explaining the benefit of water conservation and related aspects. This could be done through the following:

1. Continuous writing of articles on water use and warning of depletion and pollution through journals and magazines.
2. Organizing seminars and interviews with the specialists through radio and television to explain water saving methods especially modern irrigation techniques.
3. Preparation and presentation of periodical programmes under the supervision of the water department to explain problems and solutions.
4. Concentrate on water education and explain the water policy legislation by using and approach that suits the cultural consideration and social relation of the people.

SANA'A WATER DEMAND VERSUS RESOURCES

By Mohamed Al Selwi and
Jan Piet Heederik,
SAWAS

SANA'A WATER DEMAND VERSUS RESOURCES

Introduction.

At present all water for Sana'a is pumped groundwater, mainly produced from 36 production wells drilled in the Tawilah Sandstone aquifer *).In 1982 the production capacity of the aquifer was estimated at 600 l/s. The depth of the production wells ranges between 150 to 420 meter. Also many private wells have been drilled for irrigation purposes with a production capacity exceeds 1.500 l/s.

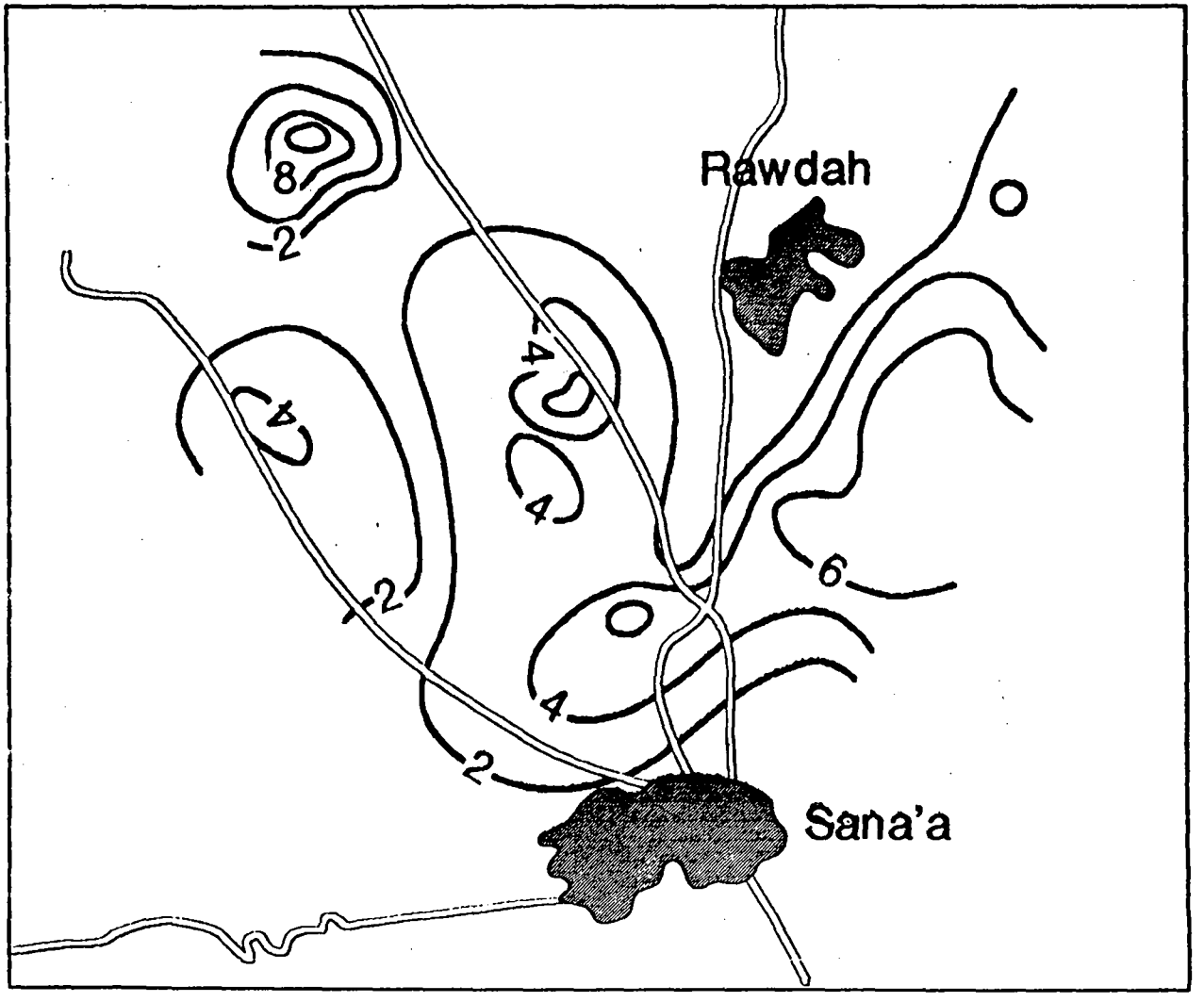
As the recharge of the aquifer is negligible, the production of groundwater implies the mining of groundwater. Consequently the presently exploited groundwater resources are gradually being depleted. The continuous decline of the groundwater table has led to the lowering of the water levels in most of NWAS's production wells below the original pump intake levels.

In some cases it was possible to extent the life time of the well by lowering the pump intake level, in other cases the wells had to be abandoned. Meanwhile drilling of new wells by the private sector continued without any restrictions.To avoid a critical situation with respect to the supply of the required Sana'a "water demand", NWSA implemented in the period 1987 - 1988 an emergency drilling programme to replace the malfunctioning or abandoned wells. These emergency wells fully penetrate the Tawilah Sandstone aquifer.

As the total "volume" of the aquifer, i.e. the quantity of water that technically can be produced from the aquifer, is not exactly determined, it is difficult to predict when the aquifer is about to be "exhausted". However, on the basis of existing studies it can be concluded that this could happen within 10 to 25 years from now.

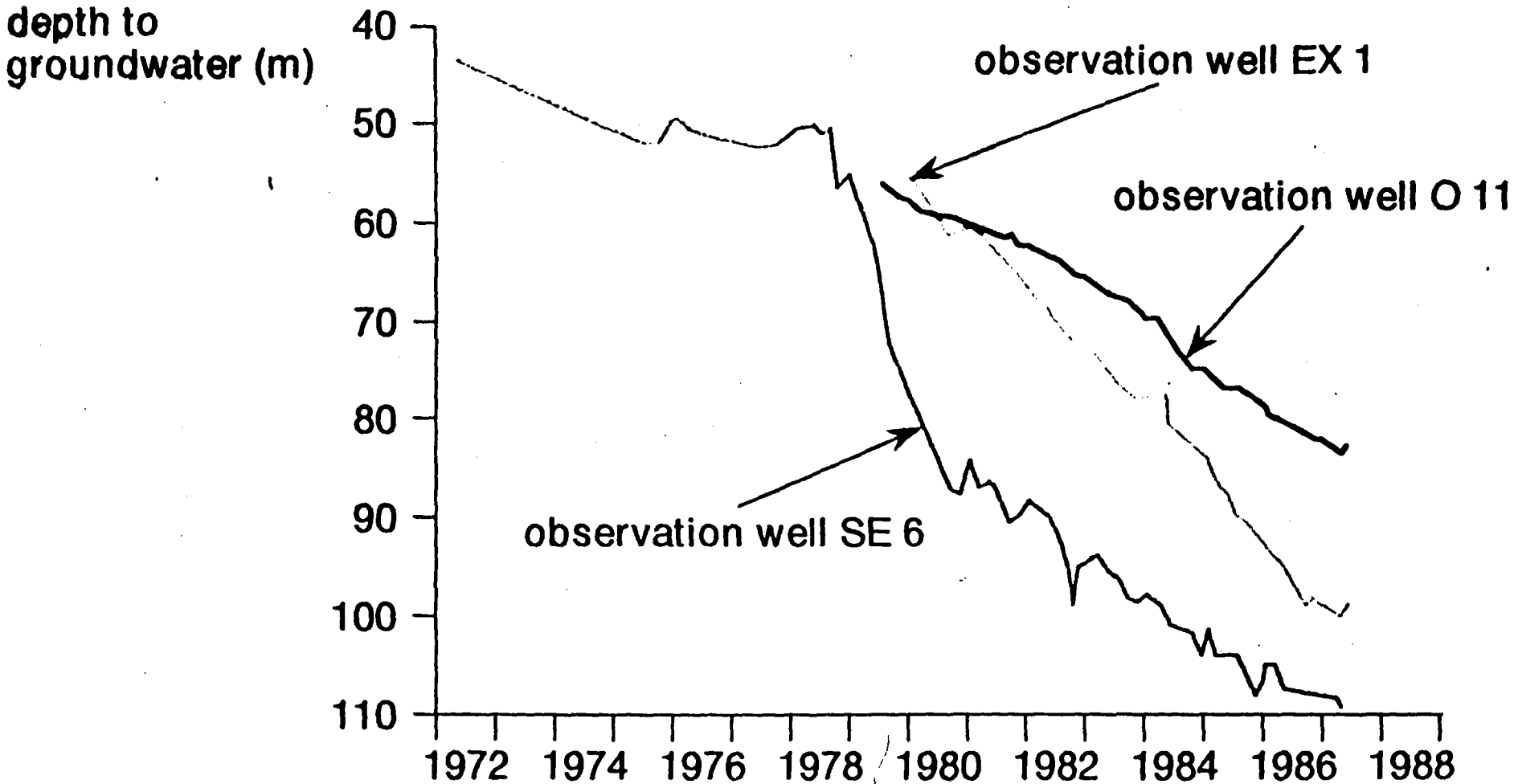
*) aquifer = water bearing formation

Sana'a area
Annual groundwater level declines 1980-85



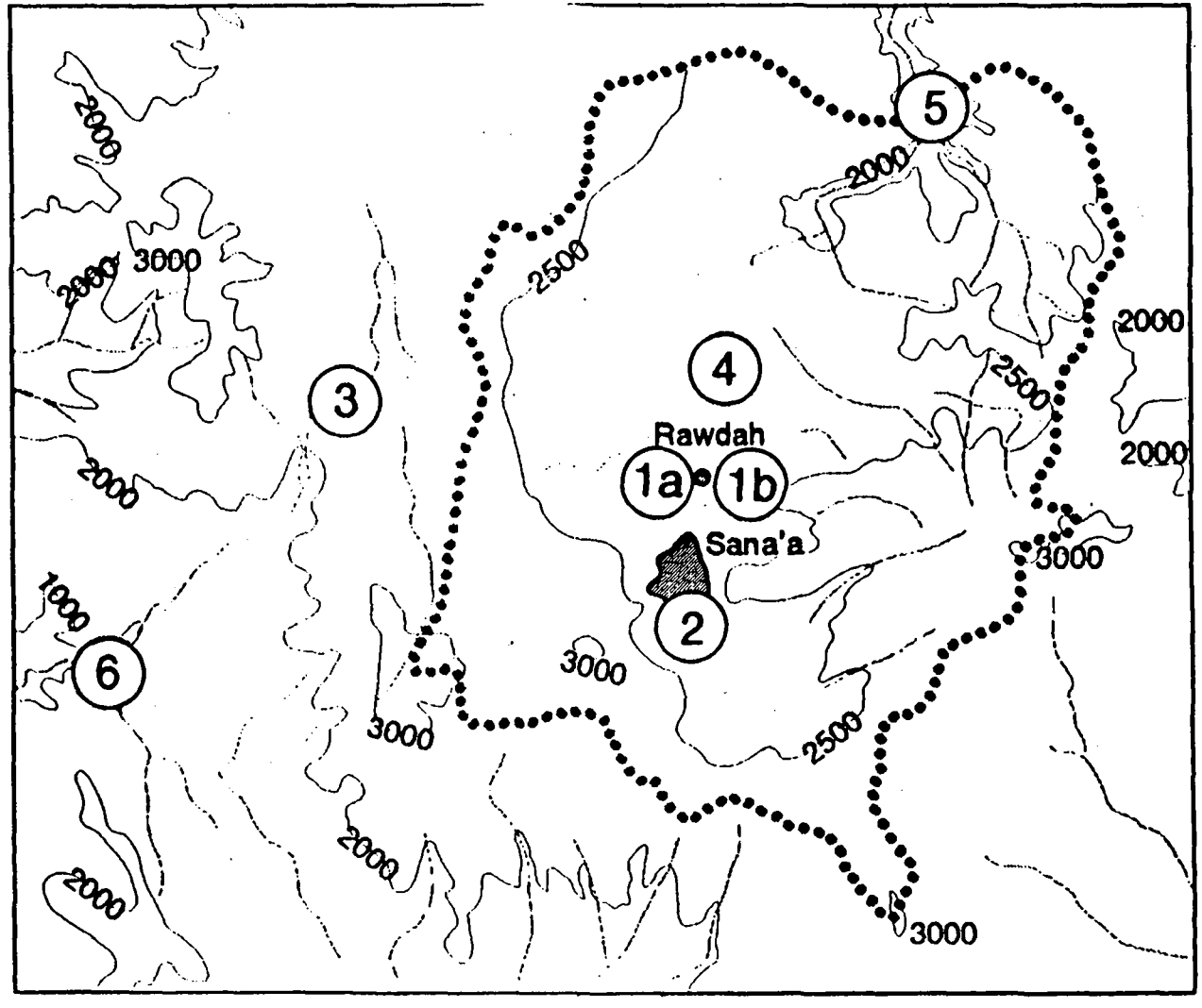
gun 90-09

Sana'a Basin
Groundwater levels



gun 90-19

Sana'a area
SAWAS technical alternatives



gun 90-14

Demand versus resources.

Various reasons make it a risky and difficult exercise to quantify the Sana'a water demand *), as well as the available water resources for Sana'a.
With respect to the total water demand, the following factors are to be taken into account;

- actual population of Sana'a (1990);
- population development scenario's (CPO 1985);
- actual water consumption *) per capita per day (l/c/d);
- "required" water consumption per capita per day (l/c/d);
- "elasticity" of water demand and cost of water.

The accuracy of the above factors determine the reliability of the applied water demand figure. The "available" water resources for Sana'a depends on;

- the occurrence of deep fossil groundwater (groundwater mining); groundwater recharge (very limited) and surface water, i.e. springs, wadi's and catchments;
- political implications, i.e. whether the "available" water resources can be allocated to the city's water supply;
- economic aspects of water production.

With respect to water resources , distinction should be made between "proved" water resources and the actual availability of these resources.

Population and "required" water supply.

	POPULATION (10^3)	PREDICTION			"ACTUAL"	WATER SUPPLY in (l/s)	
	1974	CPO 1985					
Year		low	medium	high		*)150	200(l/c/d)
1972					80		
1979		125					
1985		172	295		337	585	-
1990	-	407	435	465	> 500	870	1.160
1995	-	553	614	680	800	1.390	1.850
2000	337	750	860	985	1.160	2.000	2.690

*) water demand/consumption,including non-domestic use and leakage (25%)

Depending on the water demand figure (l/c/d) applied, the anno 1990 water supply to Sana'a should total 900 l/s to 1.200 l/s. The supply capacity from NWSA amounts at present 500 l/s only. This implies that about 50% of the population of Sana'a is still being served from private owned wells. If drilling of private water wells is completely banned, NWSA's present production capacity should be tripled (3x) or quadrupled (4x) its present production capacity in only ten years from now. In case all private wells are eliminated or taken over by NWSA, the present production capacity should be quadrupled (4x) or even quintupled (5x)!

Possible water resources.

The following possible water resources have been identified and have been selected to be investigated (SAWAS-project);

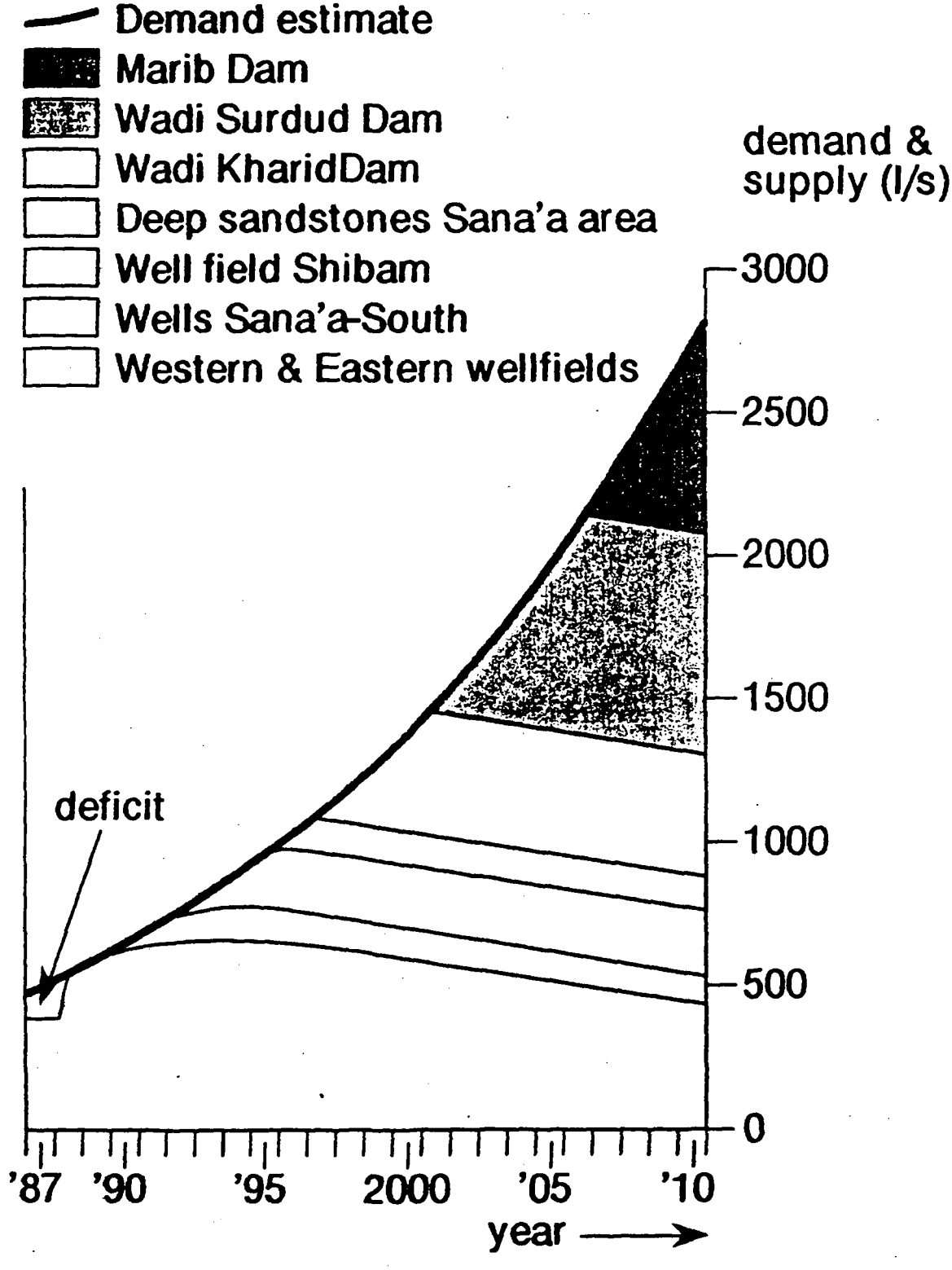
Groundwater resources *) (groundwater mining)	Preliminary estimated yield
- South of Sana'a	150 l/s
- Shibam area (3)	200 l/s
- Deep sandstone aquifers (4) (depth > 750m below surface level)	150 l/s +
Total	± 500 l/s

*) still to be proved

Surface water resources *)	Preliminary estimated yield
- Wadi Surdud (6)	600 l/s
- Wadi Kharid (5)	400 l/s
- Marib Dam	1.000 l/s +
Total	± 2.000 l/s

*) still to be proved and availability questionable because of "competition" with other users and because of political implications.

Provisional demand-supply diagramme for Sana'a City



gun 90-15

If the water assessment studies -still to be carried out - confirm that the "preliminary estimated yields" of the selected additional water resources are "realistic", theoretically the maximum possible supply to Sana'a could amount 2.500 to 3.000 l/s ; from which still 1.000 - 500 l/s should be produced from non-sustainable groundwater resources. The production cost of the water will at least be 10 times the present (1990) production cost.

Desalination of Red Sea water.

It should be realized that desalination of Red Sea water can hardly be considered as a realistic option for Sana'a. The production cost of desalinized Red Sea water are excessive, the SAWAS - I project preliminary estimated the production costs at about YR 53/mm^3.

The moment this option is being taken seriously, the economic value of the groundwater still remaining in the underground of the Sana'a Basin, i.e. the intrinsic value of the water, raises from YR 1/m^3 at present to about YR 53/mm^3, making all present agricultural activities highly uneconomical.

Furthermore it should be realized that desalinization of seawater and the energy required to pump the water to Sana'a or any other place in the mountainous areas, will rapidly deplete the presently available energy resources of Yemen.

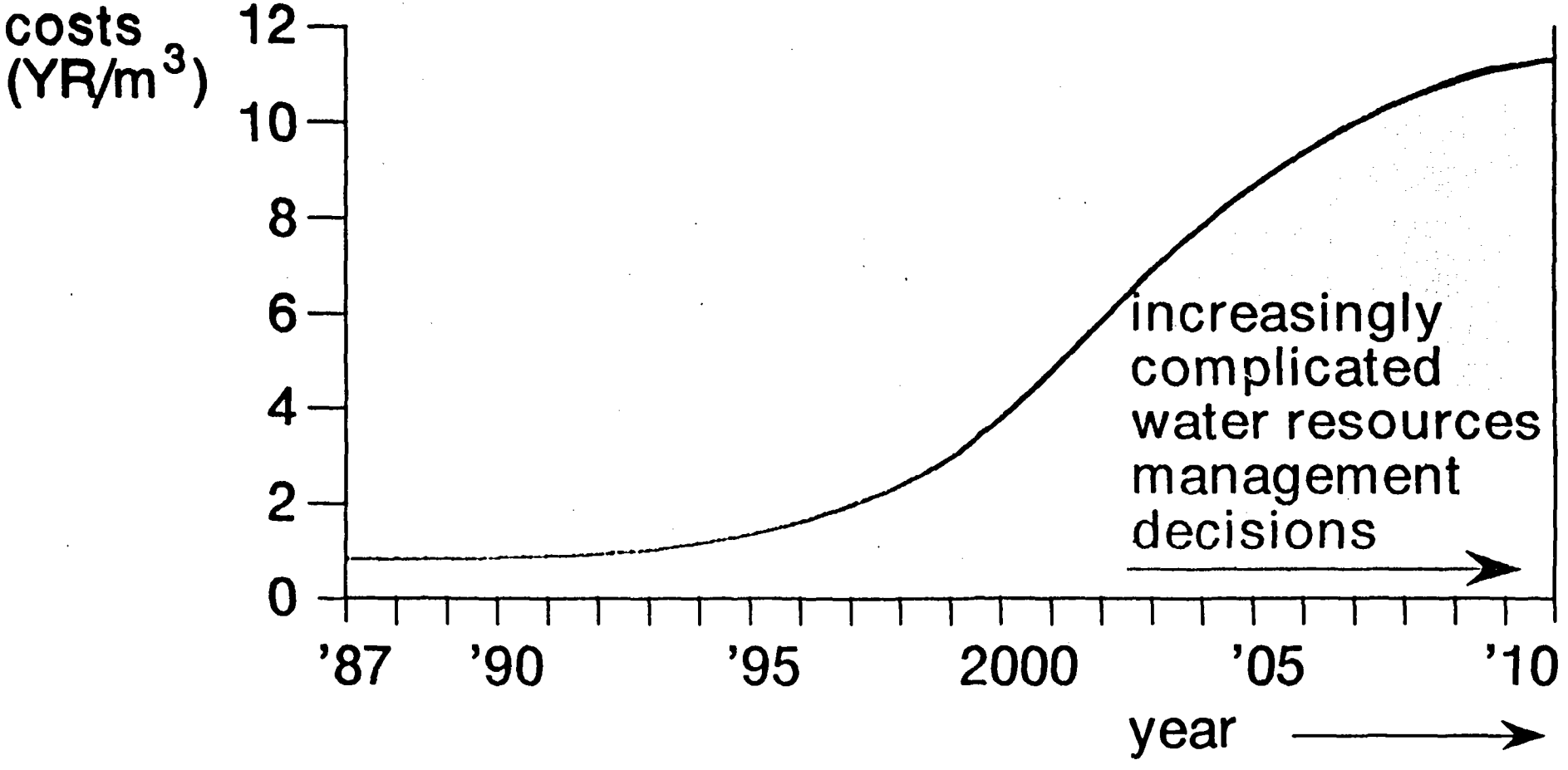
Waste water problem.

Increasing the water supply to Sana'a will also result in a considerable higher waste water volume. In order to avoid - and combat the already existing water logging from uncontrolled discharge of waste water and cess pits, the sewerage system of the city should be extended. As a matter of fact it is highly recommendable that all houses should be obliged to be connected to the sewerage system.

For groundwater conservation and to reduce the over expliotation of the aquifer, efforts should be undertaken to utilize treated waste or sewage water for irrigation purposes.

Before disposal or re-using the waste water, the waste water should be properly treated. The "future" treatment plant should be capable to treat the total waste water production ($\pm$ 3 mm^3/s) of the city with about 2 x 10^6 "inhabitants equivalents".

Evolution of the average production cost of water



gun 90-16

Preliminary conclusions.

It can be concluded that, from the point of view of water availability and water supply, all possible measures should be implemented to keep the city development of Sana'a under control, i.e. preferably maximum 1.000.000 inhabitants. This population figure could easily be reached within the coming ten years. Because of the limited water resources and the consequent restricted population development of Sana'a, the Government of Yemen should stimulate decentralization rather than centralization.

In this respect other countries should be taken as an example, where the population pressure and the resulting infrastructural problems forced the Governments and large Non- Governmental Organizations (NGO's) and Companies to decentralize or even completely move their head-offices to more favorable locations in the long run.

Because a problematic water shortage, as occurred in 1987, could again develop any moment and because the available time to raise the production capacity to the required level is extremely short, top priority should be given to the completion of the present emergency drilling programme consisting of approximately 15 emergency wells and with all means the required investigation for possible alternative water resources should be stimulated.

Prior to the out come of the assessment studies the future critical situation should be discussed with the High Water Council and the eventual importance of surface water resources from the Wadi Kharid, the Wadi Surdud and the Marib Dam for the Sana'a Water Supply in the very near future should be stressed.

In view of the steep increase of production cost of the water for Sana'a (in ten years time the production cost will be at least ten times the present production cost) the use and allocation of groundwater to other users and/or consumers should be critically evaluated. The intrinsic value of presently used irrigation water should be set at YR 10/mm^3.

RADA' INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT

WATER SAVING IRRIGATION TECHNIQUES

June 1990

1. INTRODUCTION

Despite our best efforts in the field of agriculture we are still facing the challenge of producing sufficient food to support the increasing population. Furthermore, the increases in agricultural output which have been achieved are now in danger of being lost due to the decreasing availability of water for irrigation.

Groundwater levels have been dropping steadily in the Rada' basin for many years and a large number of wells and boreholes have dried up. (RIRDP, 1989). This over-abstraction is mainly for the irrigation of qat, alfalfa, fruit trees and vegetables.

The problem around Rada' is now insufficient quantity of water. The quality of the groundwater is generally acceptable at the moment and this means that there is scope for water saving irrigation techniques to help. But, if pumping is not reduced considerably in the near future, then the water quality will also deteriorate and it will no longer be possible to use less irrigation water because large quantities will be necessary for leaching the salts from the soil.

But groundwater is not the only water resource which is available, there is also some limited rainfall and runoff water. Many farmers will have to rely on these sources alone in the future if they are to continue farming.

2. TECHNOLOGY

Most farmers have only low pressure water available. Increasing this pressure is difficult and costly unless the farmer has an electrical supply because small engines are expensive, unreliable and require a high level of maintenance. Therefore we are concentrating our work on low pressure systems.

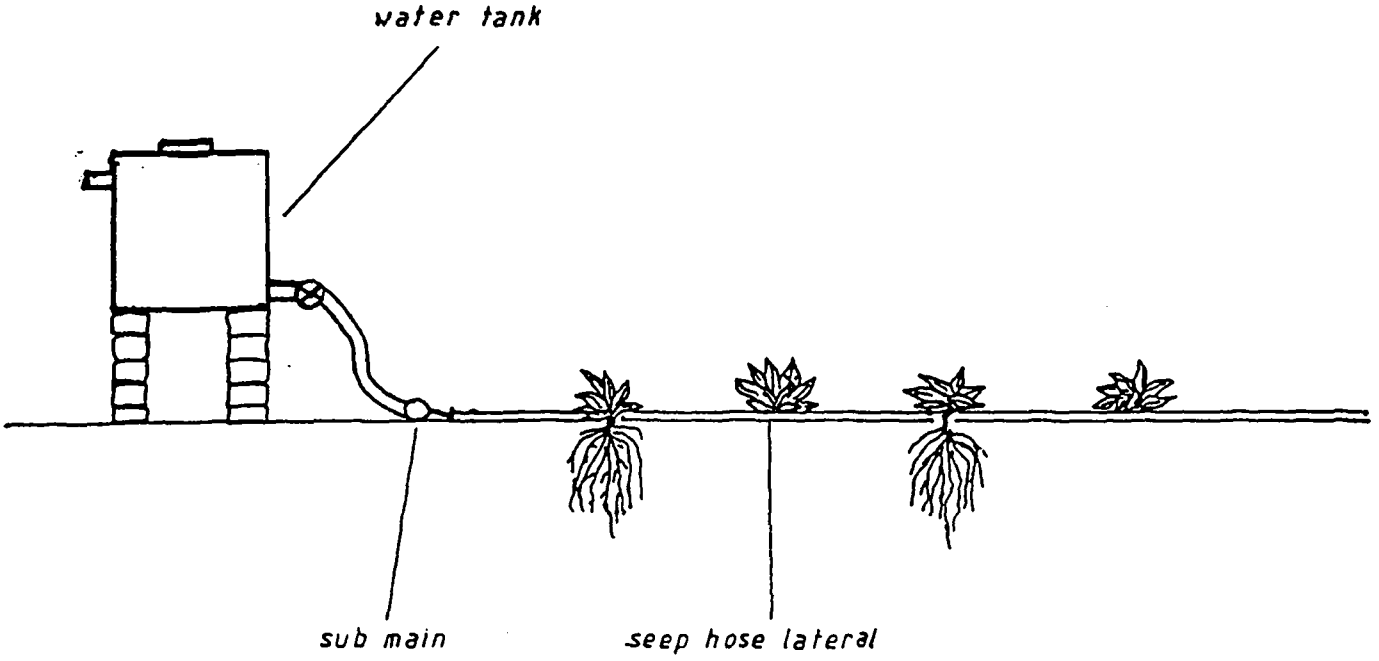
2.1 The Seephose system

This simple system comprises a water tank connected to a series of leaky pipes. Each one of these pipes runs along side a crop row and seeps water directly to the root zone at a low discharge rate. See Figure 1.

The seephose is basically a folded thin strip of plastic sheet which is closed by stitching along one side (see Figure 2). It requires a very low pressure of less than 0.2 bar and the water can therefore be supplied by gravity from a tank at the edge of the field. At this pressure the discharge rate of the seephose is typically 20 litres per hour per metre length. For 19mm diameter seephose, the length which can be used is limited to about 25m because the head loss along the hose is otherwise too large and causes poor discharge uniformity.

The seephose can be cleaned at the end of the cropping season by soaking for 48 hours in a mild solution of nitric acid or vinegar and rinsing in clean water. In one on-farm trial near Rada' the seephose itself has now lasted for 5 cropping seasons.

Figure 1. Seephose Irrigation.



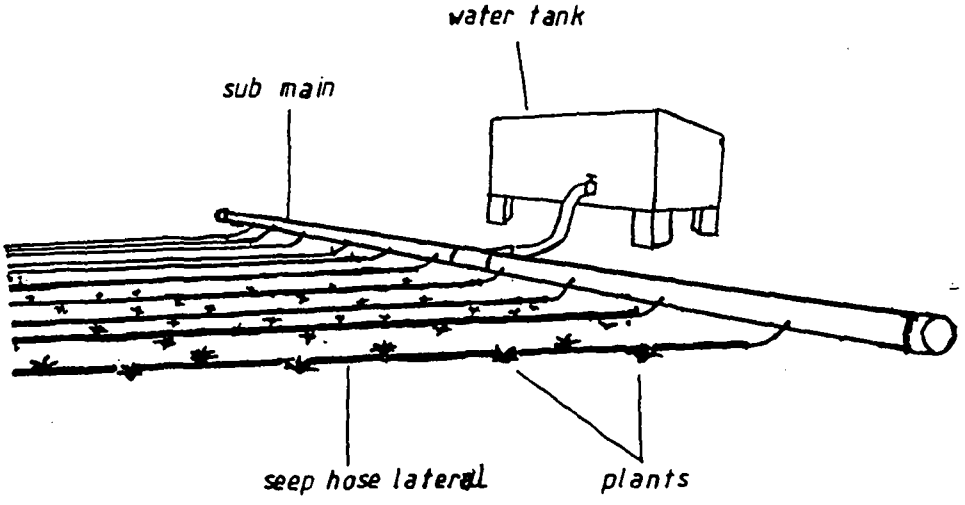
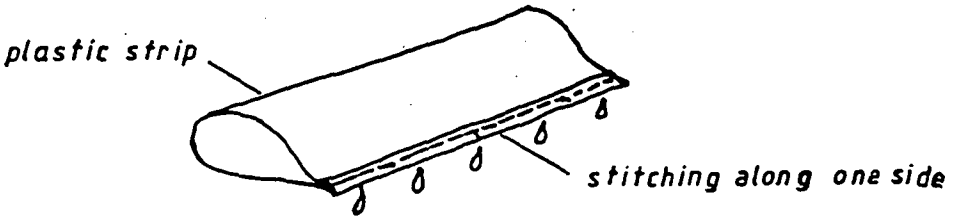


Figure 2. Detail of Seephose.



Observations on farmers fields have shown exceptionally good yields of tomatoes with this system (see Table 1 below).

Table 1. Observed water use and yields of tomatoes using seephose irrigation and plastic mulching compared to traditional methods.

	Tomato yield t/ha	Water use mm	Irrigation interval days	Specific yield t/ha/mm
YEAR 1987				
Seephose	74	290	4	0.26
Furrow	54	1454	8	0.04
YEAR 1989				
Seephose + white plastic mulch	124	352	4	0.35
Seephose + black plastic mulch	119	352	4	0.34
Furrow	51	1390	8	0.04

Table 2. Partial budget for tomato production using seephose irrigation and plastic mulching.

	Units	Seephose	Seephose + Plastic mulch
REVENUE			
Additional Production			
Crop yield	tonne/ha	20	69
Market price	Yr/tonne	5000	5000
Total Revenue	Yr	**100000**	**345000**
COSTS			
Additional Costs			
Irrigation materials	Yr	50000	50000
Life	Years	5	5
Annual cost (int. @ 10%)	Yr	**13190**	**13190**
Repairs and maintenance	Yr	5000	5000
Labour for installation	Yr	2700	2700
Labour for removal and cleaning	Yr	500	500
Plastic mulch	Yr		9000
Life	Years		1
Annual cost	Yr		**9000**
Labour for mulch installation	Yr		4800
Labour for mulch removal	Yr		100
Labour for harvesting	Yr	6000	20700
Sub-total (additional costs)	Yr	**27390**	**55990**
Reduced Costs			
Labour for irrigation	Yr	-11200	-11200
Labour for [illegible]	Yr		[illegible]
Irrigation water	M^3	-11320	-10700
Water cost	Yr/M^3	7	7
Value of reduced water	Yr	-79240	-74900
Sub-total (reduced costs)	Yr	**-90440**	**-87100**
Total Costs	Yr	**-63050**	**-31110**
	NET REVENUE Yr	163050	376110

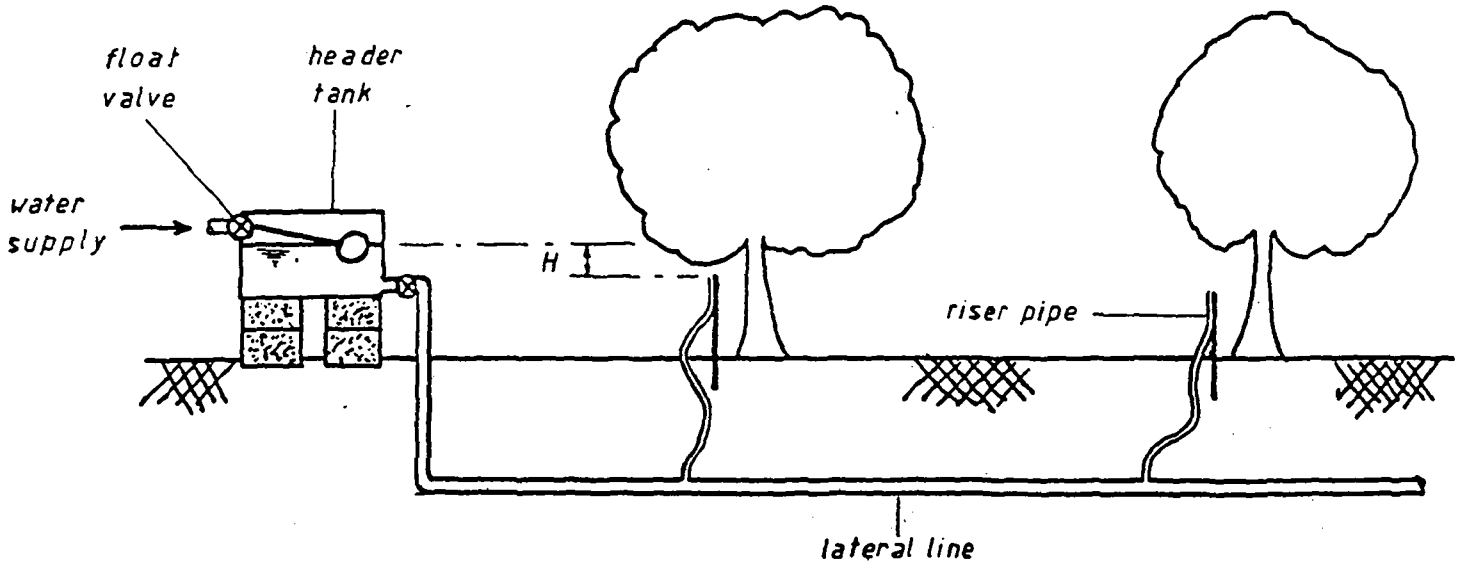
A partial budget for the introduction of seephose irrigation and plastic mulching for tomatoes is given in Table 2. This analysis assumes a conservative market price for tomatoes of Yr5 per kg, in reality this can vary enomously according to the season. A figure of Yr7 /m^3 has been used as the cost of irrigation water as calculated by Bos, R., (1986), the true cost will vary from place to place according to groundwater depth and type of pumping equipment but even without considering this saving it can be seen that the financial benefits are still very attractive.

We are now using only imported materials which give a cost of about Yr 50,000 per hectare. Although this system is not available at present we are encouraging some local companies to start manufacturing this seephose in Yemen. Locally made seephose may initially be more expensive than this but prices would be expected to reduce slightly as larger quantities are produced.

2.2 The Bubbler System

Bubbler irrigation is a simple, effective system developed for orchard crops. Each tree has its own "riser pipe" which delivers water under gravity to a basin around the tree. The riser pipes are supplied with water from a lateral pipe which runs along the line of trees and carries the water from a small header tank as shown in Figure 3 below.

Figure 3. Detail of Bubbler Irrigation System.



Each tree receives between 1.5 and 6 litres per minute (depending on the design) however experience in Yemen has shown that discharges of less than 3 l/min give best results. This flow rate is controlled by a balance between the friction head losses in the pipes and the elevation difference from the tank water level to each riser pipe outlet (shown as h in Figure 3).

The water level in the header tank is controlled by means of a simple float valve. This is usually a 2 inch valve which can pass about 2.5 litres per second at 0.3 bar and allow upto 70 trees to be irrigated at one time. (Turner, 1990).

The lateral pipes used in Yemen are normally 63 mm diameter, low pressure, PVC sewer pipes and are buried at about 0.6 m depth in between each two lines of trees. However suitable polyethylene pipes may soon also be available in the local market and these could be laid above ground, thereby reducing a large amount of work.

The inside diameter of the riser pipes should normally be in the range of 6mm to about 12mm and will depend on the infiltration rate of the soil: Smaller diameter risers will supply water at lower flow rates and avoid excessive surface ponding on soils with a low infiltration rate. Using larger diameter risers is possible on sandy soils but it has the disadvantage of reducing the friction head losses and this makes it more difficult to control the discharge accurately because the elevation of the pipe outlet becomes very critical (see table 3 below). On silty clay loam soils in the Dhamar area 8mm diameter risers have been found to give good results this size also has the advantage of being readily available and at a reasonable price.

Table 3. Friction head losses in riser pipes of various diameters and lengths. (Using Darcy-Weisbach formula)

Inside diameter of riser pipe	Recommended Discharge litres/min	Head loss (m) in riser pipe of length L		
		L=3.0m	L=3.5m	L=4.0m
6.0 mm	1.50	0.783	0.913	1.044
7.0 mm	1.75	0.491	0.573	0.654
8.0 mm	2.00	0.326	0.381	0.435
9.0 mm	2.25	0.228	0.266	0.304
10.0 mm	2.50	0.166	0.194	0.221
11.0 mm	2.75	0.124	0.144	0.165
12.0 mm	3.00	0.095	0.111	0.127

The bubbler system is good for any widely spaced perennial crop such as fruit trees and grapes. (Twine, 1986). The system is already proven and is being used successfully by farmers in the Dhamar area as a result of extension work done by the Central Highlands Rural Development Project (CHRDP). It is already available to farmers as all the necessary materials can be purchased in Yemen.

The cost of materials is similar to seephose at about Yr 50,000 per hectare. Bubbler is more expensive to install but its life is long and almost maintenance free.

2.3 Microcatchments

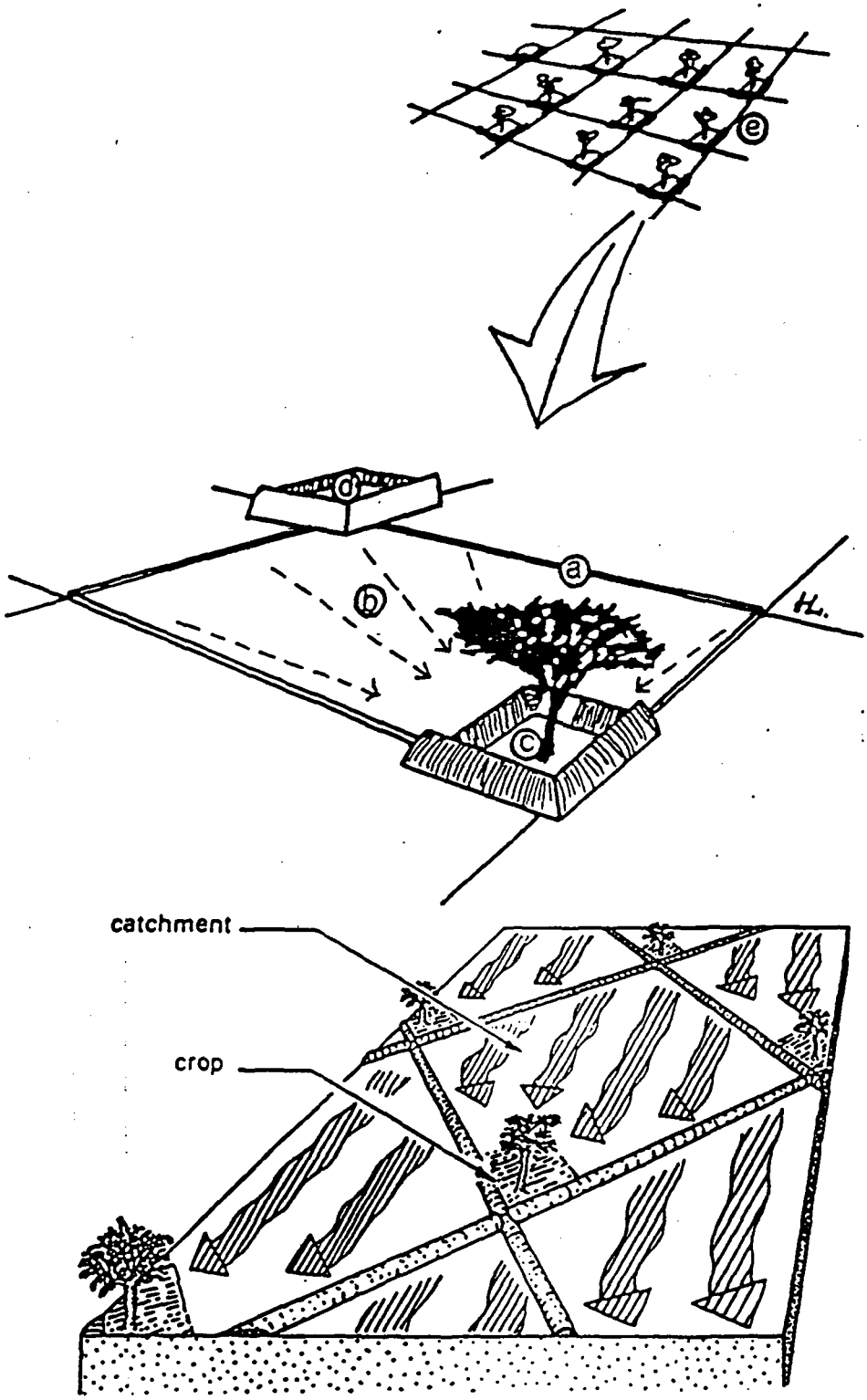
Water saving irrigation techniques can help to ease the problem but in the near future many farmers will be faced with dry boreholes or water which is too saline for irrigation.

The RIRDP is also conducting trials of microcatchments which may be able to allow farmers to continue producing relatively high value crops using only rainfall.

The technique is well developed in some other arid areas of the world and simply involves planting at upto 25% of the normal crop density and using the area around each tree to harvest rainwater and channel it to the tree. See Figure 4.

Microcatchments can be used on marginal land where crops could otherwise not be grown and can therefore give benefits of erosion control and land reclamation aswell as producing fruit.

Figure 4. Detail of Microcatchment Layout.



3. EXTENSION

There are many problems for the extension of groundwater conservation:

a. If one farmer saves groundwater his neighbour also gets benefit but without any cost, so from an individual's economic view (which is how any one farmer will see it) it makes sense to pump more water, not less, - to "take it quick before someone else gets it". It is only on a broader social level that saving groundwater makes sense, and it therefore appears that we must attempt to change the attitudes of whole social groups if we are to succeed.

b. It is a resource which cannot be seen, there is commonly the attitude that it is a gift from Allah and it is his will if it dries up.

c. Saving water on one field may cause the farmer to simply expand his irrigated area.

d. In the Rada' area there is a fourth problem in that the water is being used to grow qat - a crop which is not officially recognised and for which no research work has been done or is likely to be done.

Fortunately though there are also some positive points, and it is these which we should emphasise if our extension work is to be successful:

a. Saving groundwater also means saving money through reduced pumping costs.

b. The water saving irrigation techniques which we have available also give large savings in labour.

c. Both bubbler and seephose irrigation have been shown to give increased crop yields.

Some preliminary survey work is necessary to find out which of these advantages is most attractive to particular groups of farmers, for which crops and whether there are other points which farmers would consider important.

This information will allow us to target our extension efforts accurately and select the most effective approach to the problem.

At a later stage, when interest in these water saving irrigation systems has already been generated, then the wider benefits of saving water can then be introduced at social gatherings.

REFERENCES

Pacey, A. and Cullis, A., 1986. Rainwater harvesting. Intermediate Technology Publications, London. ISSN 0 946688 22 2.

RIRDP, 1988. Estimation of the economical impact of various watersaving systems in the Al Bayda province. Rada' Integrated Rural Development Project Technical Note No. 4.08.046.

RIRDP, 1989. Monitoring of rainfall and groundwater levels in Al Bayda Province, 1976 - 1987. Rada' Integrated Rural Development Project Technical Note No. 28.

Turner, A.E., 1990. Final Report of the Mechanisation Extension Adviser. Central Highlands Rural Development Project, Publication No. 164.

Twine, J., 1986. Orchard Irrigation using Bubbler System, Yemen Arab Republic. National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe, Bedford, UK. Report No. OD/86/18.

A SHORT REPORT ON: SANA'A BASIN
HYDROLOGY, HYDROGEOLOGY, POLLUTION FROM WASTE WATER

By Mohammad Danikh,
GDWRS

The major structures of the basin are represented:

- Large plunging anticlinal fold with N-S axis. This fold is shallow and generally plunging toward the south.
- Major faults and generally striking NNW-SSE. And the less important are the NW-SE and NE-SW trends.
- Factures are distr buted in a non-uniform manner, and represent the most important structural phenomenon form the hydrological point of view.
- Volcanic intrusive rocks like dykes, sills(?) etc...

Table (1). Summarize the stratigraphy of Sana'a basin.

SYSTEM	FORMATION	CHARACTERS
Quaternary	basalt, lavaflows, cones.	water yield from springs due to fracturing.
	Alluvium	water yielding but it has low permeability.
Tertiary volcanics	different types of stratoid basalts	locally water yielding where fracturing occurs.
Palaeocene	midj-zir sandston	good water yields
Cretaceous	tawilah sandstone	the major aquifer "good aquifer"
M - L Jurassic	Madbils / Sabatain	no water
Surdud group	Amran l.st.	could be water yield
E Jurassic (Kahlan group)	Affar sandstone	uncertain, but potentially good aquifer

Our problem is that we can estimate the amount of the aquifer recharge for one reason, the water resources of any region that is total supply of water available, depends on the annual water budget, which expresses the balance between the various components of the hydrologic cycle.

A SHORT REPORT ON: SANA'A BASIN HYDROLOGY, HYDROGEOLOGY, POLLUTION FROM WASTE WATER

Abstract

The capital Sana'a, depends fundamentally upon its groundwater resources, from the Sana'a basin, and thus the development and exploration of the economic water resources is of utmost importance for both social, and agricultural purposes, especially as we know the present fact of the increasing rate of population in the capital Sana'a. There is an important impact on the future availability of the water resources, and its associations, which will be take in the capital Sana'a and whole our country, as a result of the continuous decreasing in the groundwater aquifer.

The other utmost important problem, which must be taken in our mind and our studies and work, is that of the pollution of Sana'a basin aquifer, especially that, which comes from its sources of Al-Rawdah waste-water, and that comes from the boreholes of the Sana'a houses.

So this problem must be solved as soon as possible.

Introduction

Location and topography.

The Sana'a basin has a special importance from the point of view of the hydrological aspect, since this depression is the most important basin of Yemen Central Highlands.
The basin covers some of (1200 km^2) and lies between the following coordinates:

X = 15° 10 9 / 15° 28 00 North
Y = 44° 1 14 / 44° 23 37 East
Z = 2300 m (a.m.l.t.)

This evaluation of the Central basin above the mean sea level, while as the surrounding mountains rise to some of 750 m above the level of the Central basin. Then topographically, the Sana'a plain, surrounded by mountains, hills and other highlands.

Geology of the Sana'a basin

The regional geology of the Sana'a basin is shown in the fig.(2). while table (1) shows the summary of lithostratigraphic division.

Structural geology

The Sana'a basin is a depression of extend area which considered as structural and erosional origin, formed during the Tertiary period, as a result of Tectonic-volcanic activities, associated to the formation of the Red Sea graben.

These components are:

- Annual rainfall
- Annual run-off
- Infiltration
- Percolation through soil
- Changes in storage of water in the ground
- Evaporation and evapotranspiration

In the Sana'a basin, only the annual rainfall has been measured.

Hydrology

The hydrology of Sana'a basin aquifer is complex, due to the variation on the aquifer lithology, thickness and structures from place to place. Also the hydraulic propertied of the aquifer vary in space. For example; the Tawilah s.st is considered as the major groundwater aquifer in the Sana'a basin, from which the demand for water of the Sana'a town is dependent. But this Tawilah s.st is only outcropped at the northern part of the basin, while at the middle and the southern part it is covered by the overlying Tertiary stratoids and the Quaternary alluvial deposits, which represent the upper horizon of the aquifer systems, and where the watertable takes place.

Aquifer hydraulic properties

Due to the aquifer variations in lithology, thickness and structures, the aquifer hydraulic propories have become variable. These variations appear in the transmissivity, permeability and storage coefficients as follows:

- The transmissivity, ranging from 10 to 500m^2 / day, according to the type of aquifer locality.

- The permeability; ranging from 0.05 m /d.to more than 1 m/d, according to the aquifer depth and its porosity character. So the aquifer is highly anisotopic and permeability probably decreases with depth.

- Storage coefficient; appear to be of 10 in the confined part of the aquifer and 10 in its unconfined part.

Groundwater pollution in Sana'a basin (from Al-Rawdah sewerage and others)

From the previous cituation the Sana'a basin aquifer consists of combined hydrogeological horizons (aquifer systems) which are hydrologically and hydrogeological injected with each other. The injection of the shallow and deep groundwater take place in the upper capping horizons of alluvium and the underlying fissured volcanic rocks and the outcropped part of Tawilah sandstone in some locations.

The waste-water of Sana'a town is deposited on the upper capping horizons especially on the alluvium at Al-Rawdah region, and which the shallow groundwater takes place into them (annex 1).

In this case the waste-water infiltration and percolates through the upper capping horizons to reach the watertable which means the injection of percolation of waste-water into the groundwater aquifer. Because the wells of the Military college locates nearby the waste-water "sewerage pool" at Al-Rawdah region with a distance of a few hundreds meter, then the pollution becomes early to appears in the wells of the Military College and other private wells at Al-Rawdah region.

For this manner, many water samples have been taken from five restricted wells located into / and near the college, and analyzed by the following laboratories "official labs":

1 Arwa Mineral Water Company lab.
2 Nahdain Mineral Water Company lab.
3 National Water Supply of Sewerage Authority of Sana'a lab.
4 Central Health Laboratory Sana'a.

The analytical investigating methods which applied analyze the water samples are:

1 PH-value method.
2 Electrical conductivity factor "EC" in micromhos/cm or µ/cm microsiemens/cm.
3 Bacteriological analysis.

The reported analytical results gives cleat indications to prove the present fact on the pollution hazard into Al-Rawdah groundwater aquifer, which are summarized into the tables below:

Table (A). PH-value

well no. / Sample no.	1	2	3	4	5
1	6.74	6.8	6.74	6.47	6.64
2	6.67	6.7	6.74	6.45	6.62
3	6.74	6.7	6.82	6.5	6.65

Note: there are no difference between the PH-values of the taken water samples.
The acceptance average 6.5 - 9
The better range 7 - 8.5

Table (B). EC-factor micromhos/cm)

Well no. / Sample no.	1	2	3	4	5
1	937	490	471	182	528
2	937	490	471	137	537
3	898	490	486	150	523

Note: Internationally, the most natural acceptable water in the range of 500 -1000 µs/cm.

Also there are EC-values for water samples taken by the Water Supply Authority at various times from one restricted well at the Military College as follows:

Table (C).

EC "µS/cm	date	%
695	25-12-'88	
743	12-03-'89	7%
953	29-05-'89	28%

Table no. (C) shows an increasing change in EC-values with times. Also there is more change for the later value with (1350 µS/cm) of well no. 4 Table no.(B) with % = 42%

Table no. (D)

Sample from wells	parasitic colonies	results
1	total parasitic contents	numerous
2	colon parasites (Esch-coli)	numerous
3	faeces parasites (E-coliform)	numerous
4	pseudomonas	numerous
5	faecal streptococci	numerous

Note: * Esch-coli contents > 100 colony/100ml
* The water of analyzed wells sample must be not used in personal life.

The previous tabulated analytical results estimates and summarizes the present fact on Al-Rawdah groundwater aquifer, which means that the pollution hazard takes place into the groundwater aquifer, not only in Al-Rawdah as a regional aquifer, but also the Sana'a basin aquifer as a whole, especially that the Sana'a basin aquifer knows as combined continuous aquifer without any hydrological separation.

In any case, Al-Rawdah sewerage must be considered as one major source of pollution into Sana'a basin, where the second source is coming from the waste-water soakaway's of Sana'a houses, which must be not forgot because of that there is a huge number of waste-water soakaways distributed near each house in Sana'a, which used for the sewerage disposal. These are into the upper capping zone of alluvial and fissured volcanic rocks with (6-10m) depth and (2-3m) diameter. From these boreholes the waste-water infiltrated and percolates to reaches and polluted the groundwater aquifer (annex 1).

On the other hand, at near future another event will be taken place, that because of a number of well of National Water Supply Authority of Sana'a are located after a distance of about 2 km from the sewerage pool of Al-Rawdah (north).

This means that the pollution hazard exist into the Sana'a basin aquifer. Today the initial pollution indicators are observed locally at Al-Rawdah aquifer, tomorrow or near future the pollution will observed at the whole Sana'a basin aquifer "sooner or later'.

Conclusions and recommendations

The water levels of Sana'a basin aquifer becomes under continuous descending with a rate of 4-5m / year, due to the decreasing of the precipitation rates during the later (25 years), also due to the consuming of water from the aquifer without any controlling systems. This means that the destroying of water at the near future.

Then, to the conservation of the waters, a new severe strategies regulation are needed to be applied in our country to stop the consuming of water from the aquifer.

The water balance in the Sana'a basin needs to be studied more carefully to know and to detect the changes on the groundwater levels. The studies needs more detailed data on the hydrological components of the following:

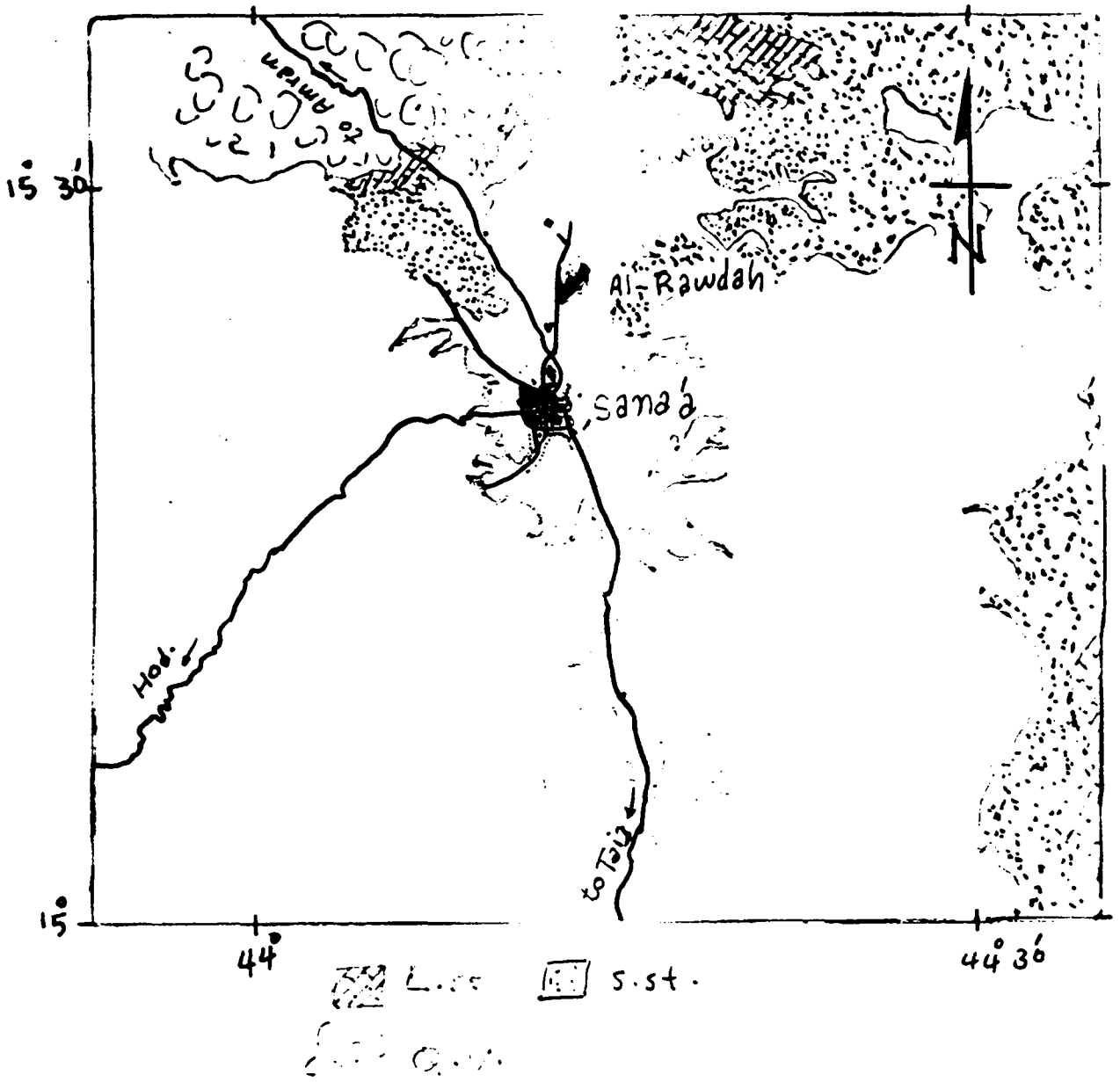
* Annual rainfall.
* Annual run-off.
* Annual evaporation and evatranspiration
* Percolation and infiltration
* Changes in the storage of water in the aquifer.
* Annual change in the water level.

So, these hydrological components needs a construction of a new modern meteorological of hydrological stations to be measured and to be under possible analyzing.
Also needs more investigations on the aquifer geology and hydrology.

Also the boundaries of the Sana'a basin on the ground "catchment area" and the underground must be investigated carefully, and construct more number of dams at the recharge zones through the whole basin to recharge the aquifer.

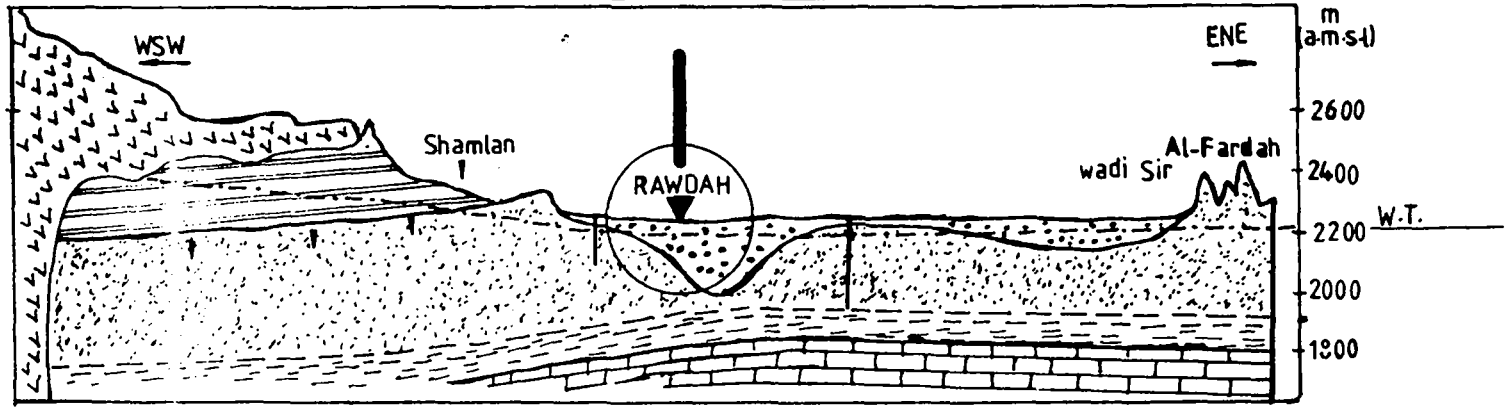
We have talk about the first hazard of the water levels continuous deciding in the Sana'a basin aquifer, where as the second dangerous hazard is the pollution of the aquifer by the waste-waters, which comes from Al-Rawdah sewerage as one major source of pollution and the other source that comes from the waste-water soakaways of the Sana'a houses.

The pollution have exist into the wells of the Military College, because of Al-Rawdah sewerage lies nearby the College with a few hundred meters.
While as the wells of the National Water Supply Authority of Sana'a lies at 2 km. north from the sewerage pool.
This means that these wells will affect with the pollution from Al-Rawdah source at near future.

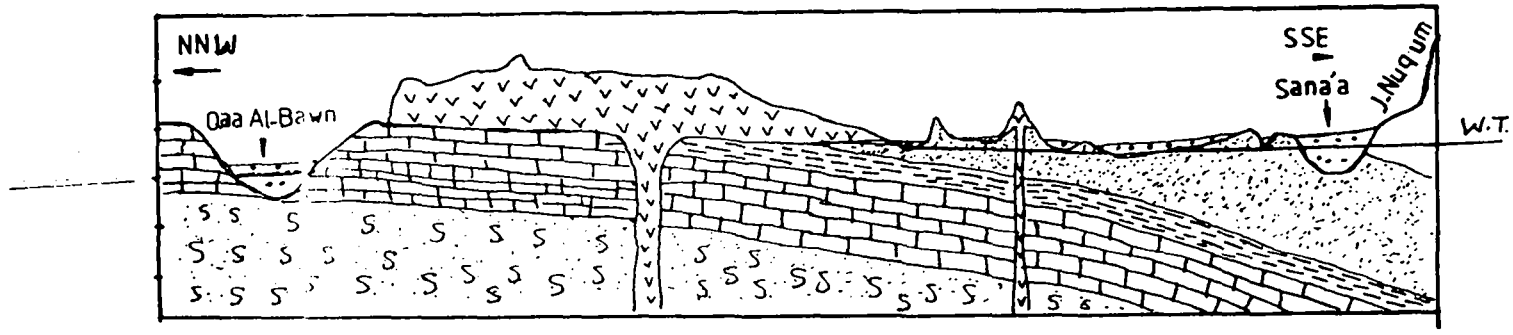

15° 30'
15°
44°
44° 30'
Amran
-2
-1
0
Al-Rawdah
Sana'a
N
Hod.
to Taiz

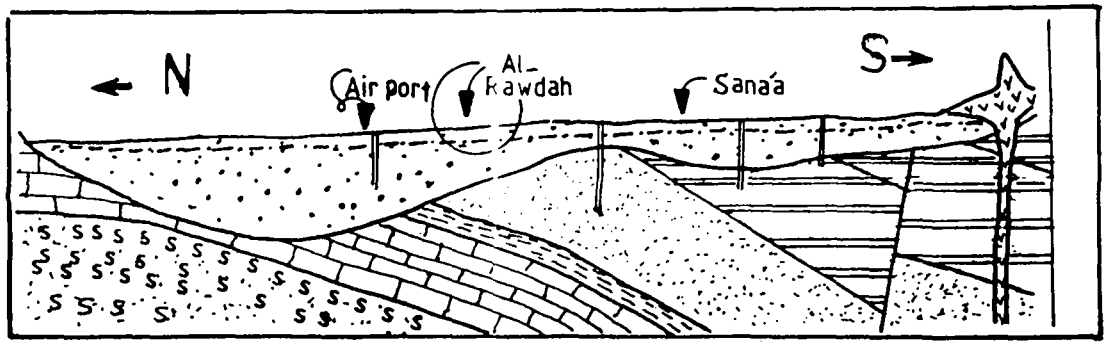
Sana'a Basin

((HYDROGEOLOGICAL CROSS SECTION))



((After ITALCONSULT))





Q. BASALT

T. VOLCANICS

TAWILAH S.st.

AFFAR Sst. Fm. ((KOHLAN Group))

Q. ALLUVIAL DEPOSITES

Unnamed FM((Madbi/Sabatain Fm.

AMRAN L.st. Fm.

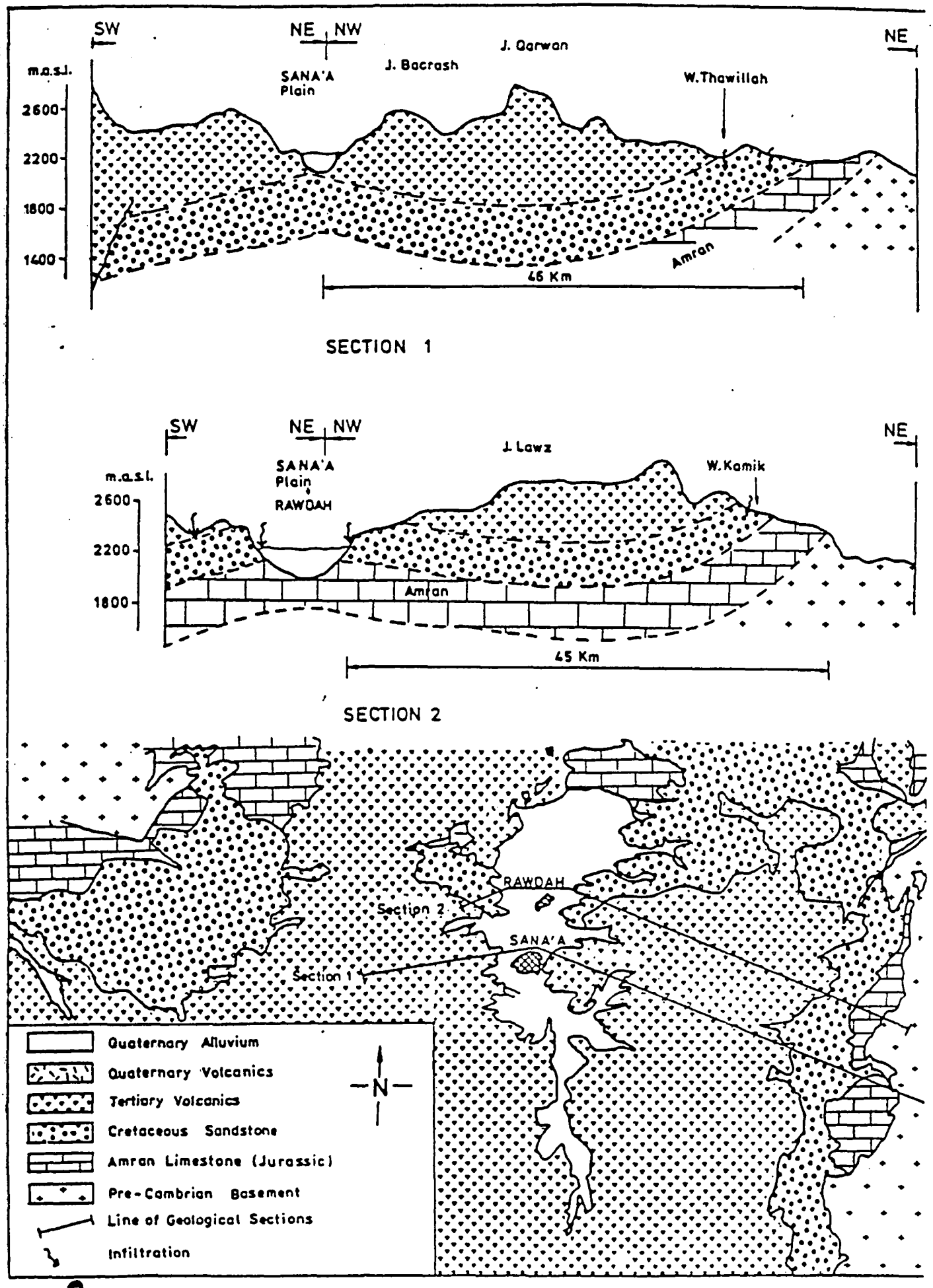


FIG. 2. SANA'A BASIN: REGIONAL GEOLOGY AND TWO REPRESENTATIVE HYDROGEOLOGICAL SECTIONS (after Charalambous, 1982)

Table (1). Summarize the stratigraphy of Sana'a Basin.

System.	formation.	characters.
Quaternary	• Basalts, Lava-flows, cones.	• water yields from springs due to fracturing.
	• Alluvium.	• water yielding but it has low permiability.
Tertiary Volcanics.	• Different types of stratoid basalts.	• Locally water yielding ~~but~~ where fracturing occurs.
Paleocene.	Midj-Zir Sandstone.	• Good water yields.
Cretaceous.	Tawilah Sandstone	• The major aquifer « Good aquifer ».
M-L. Jurassic / {Surdud} Group.	. Madbi/Sabatain	• Not water ~~yield~~.
	. Amran L.st.	• could be water yield.
E. Jurassic / {Kohlan} Group	Affar Sandstone.	• Uncertain, but potentially good aquifer.

FIG 33 SELECTED HYDROGRAPHS OF WELLS ON THE SANA'A PLAIN (after Jungler, 1984)

References

1. Dr. El-Anbáawy M.I.
Geology of Y.A.R. (1985)

2. Yominco Report (WRAY - 1)
Hydrology and hydrogeology of the Y.A.R.
(August 1984)

3. Dr. Mohamed Farée Al-Dubaéy
Report on the chemical of bacteriological results for the well of Military College.

4. Nabil Aboul Ela
On the geology of the area (NW) of Sana'a - wadi Dahr District Y.A.R.
Faculty of Science Bulletin, volume (3).
Sana'a University.

5. Dr. El-Nakhal
Stratigraphy of the Tawilah formation : (cretaceous - paleocene) in Y.A.R.
M.E.R.C. Ain Shams University
Earth sc. Ser. Vol. 2 1988 page (161-171).

6. Dr. El-Nakhal
Surdud group, a new lithostratigraphic unit of Jurassic age in the Y.A.R.

RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT

Symposium on
"WATER RESOURCES USE AND CONSERVATION"
18 - 20 June 1990
Rada

NUMERICAL MODELLING OF THE SADAH AREA
JUSTIFICATION & PROSPECTIVES

Prepared by:

NOORI GAMAL

General Department of Water Resources Studies
Ministry of Oil & Mineral Resources

Rada

JUNE 1990

SUMMARY OF WATER RESOURCES ASSESSMENT STUDIES' RESULTS

A number of important conclusions can be drawn from the WRAY-study carried out in the Sadah area regarding water resources conditions. The Sadah area is situated in the northern part of the Republic of Yemen and coincides with the catchment area of Wadi Marwan (1147 km^2), a tributary of wadi Najran. The area's position is immediately east of the main water devide that crosses the country in N-S direction (fig. 1).

Introduction of drilling rigs and of turbine pumps around 1976 had a revolutionary impact on groundwater abstraction and use. Almost 99% of the pumped groundwater is used for irrigation purposes.

The well inventory carried out by the General Department of Water Resources Studies (GDWRS), Ministry of Oil & Mineral Resources in the Sadah area in 1983 showed the existence of approximately 2000 wells.

The spatial variation of a number ofimportant groundwater variables has been determined and presented on maps and in graphs. These variables are: depth to groundwater, piezometric level,electric conductivity, chemical characteristics and temperature.

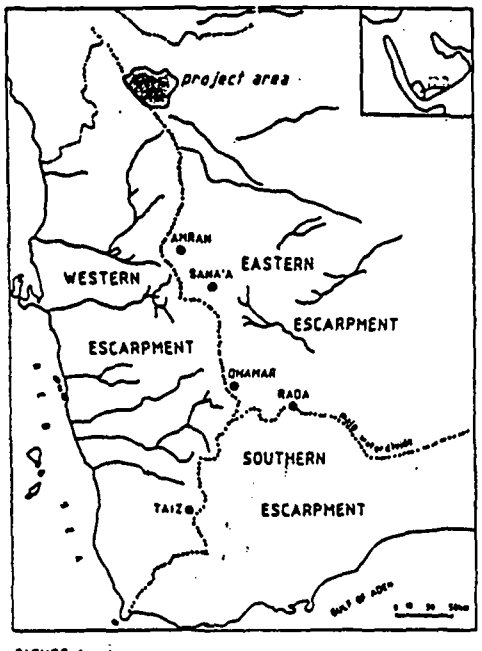


FIGURE 1.
LOCATION OF THE SADAH PROJECT AREA

The major part of the area's rainfall evaporates within a short timelapse after reaching ground surface.

Evaporation and evapotranspiration combined exceed rainfall, so part of the water lost by evapotranspiration comes from (groundwater) storage.

Inflow and outflow of surface water and groundwater are relatively insignificant.

A steady depletion of ground-water storage can be observed. The reason is that the hydrogeological regime, in particular of the sandstone units, is being modified completely by the ever increasing groundwater abstraction (Gamal et al., 1985). The figures leave little doubt that considerable over-exploitation is occurring at present.

METHODOLOGY :

In order to predict what might happen in the future, a numerical model study was carried out for the main part of the Sadah sandstone aquifer (Elderhorst and Van der Gun, 1985). Scenarios were defined and effects predicted for each of the following management strategies:

The model includes the assumption of different regional groundwater abstraction strategies and the subsequent calculation of groundwater abstraction rates and the resulting groundwater level responses, over a sufficiently long period of time. Details had been given in the reports available in the Water Resources Information Centre of the General Department of Water Resources Studies.

In the analysis of the Sadah area it was first attempted to ascertain what conditions could be expected if the present situation were allowed to continue. It could be that the increase in groundwater abstraction in the Sadah area is mainly governed by the availability of irrigable lands: in that case pumping would continue to increase until this area is under irrigation (scenario 1).

It is however, possible that decreasing profitability of pumped groundwater and technical problems resulting from falling water tables might be the controlling factors: scenario 2 represents such a feed-back situation. The outcome of uncontrolled groundwater abstraction will probably be somewhere in between scenarios 1 and 2.

A third scenario was defined by postulating that no new wells would be permitted and that the extension of existing wells and the installation of new pumps would be prohibited. This option would cause the total abstraction to decrease gradually because of falling water tables. The last scenario (4) assumed that the total abstraction would be immediately reduced to a rate equal to the average groundwater recharge. This scenario represents a traditional 'safe yield' approach because it is expected that the natural discharge will cease in the long run. In that case the average 'capture' of ground water will balance the assumed abstraction rate.

Groundwater abstraction and groundwater levels were calculated over a period of 200 years for each of these four scenarios, using a version of the Prickett-Lonnquist Aquifer Simulation Model.

RESULTS

The main results of this analysis of future availability of groundwater in the Sadah area are summarized in figure(2), which shows a rapid exhaustion of the aquifer (in less than 60 years) for scenario 1. The implication of the different declines in groundwater level predicted for the other scenarios can best be appreciated by considering the corresponding units costs of pumped groundwater.

Clearly, high rates of groundwater abstraction will have a lasting negative effect on the cost-benefit ratio of groundwater-irrigated agriculture. Furthermore, cropping patterns are likely to change, because the irrigation of crops such as sorghum, wheat, barley and alfalfa (present returns 0.7 - 0.9 Yemen Rials per m of water) and even corn (1.3 YR/m^3) will tend to become uneconomic.

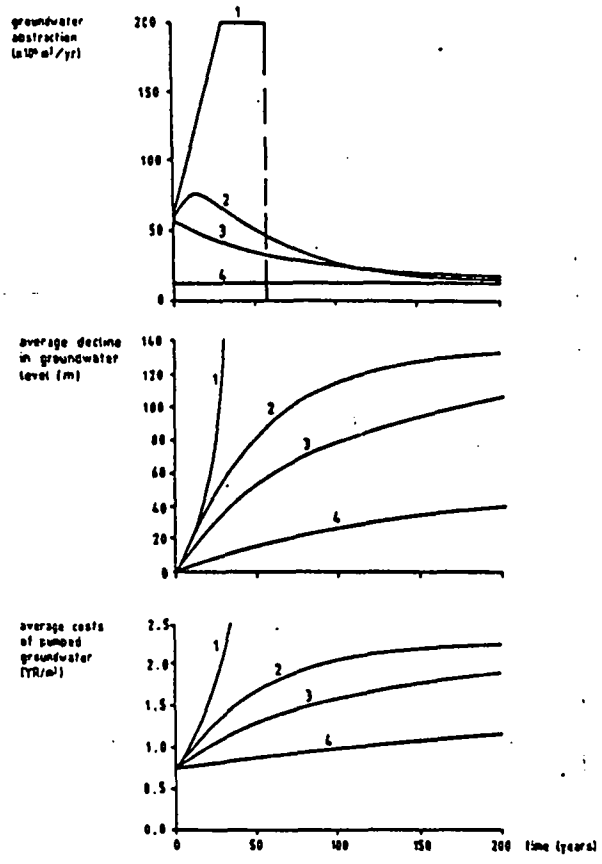


fig. 2 : Main results of the groundwater availability analysis for Sadah area

The differences between the repercussions of the four scenarios are considerable: this provides a strong incentive to control groundwater abstraction in the area.

CONCLUSIONS

The analysis summarized above shows that serious problems have to be anticipated in the Sadah area as a result of high rates of groundwater abstraction.

Depletion of the groundwater resources is a serious threat for all these zones: public water supply will become increasingly difficult, the viability of groundwater irrigated agriculture will gradually decline and in extreme cases the resources may be completely exhausted.

The only feasible strategy for preserving the groundwater resources of the Yemen Highland Plains is to reduce and control the groundwater abstraction rates.

HYDROLOGICAL OBSERVATIONS IN THE SADAH AREA (1983-1989)

The Sadah hydrological network consists of the following components illustrated in the table below:

Station	feature	recorder	type of event
ADDUMEID	METEO	Easy Log.	DAILY/EVENT
SADAH	RAINFALL	Datapod	t OF EVENT
AL AMAR	=	DP101 +	=
ALGUDAMI	=	tipping	=
MUTHEF	=	bucket	=
WRAY-1	GWL	Datapod	DAILY
WRAY-2	=	DP112 +	=
AL AMAR	=	float-pul	=

The network has been in operation since the beginning of 1983. At the end of 1986 and in the beginning of 1987, all manual recorders were replaced by electronic recorders with Erasable Programmable Read Only Memories (EPROMs) connected to special electronical scanned sensors.

The Sadah hydrological network installed and operated by the WRAY-Project has produced information that enables to characterize the major components of the area's hydrological cycle.

The special developed MONTHSTO- & STO-programs allow the presentation of average monthly figures of GWL and rainfall over the total observation period and daily figures of rainfall; maximum, minimum and average GWL; maximum, minimum & average temperature and humidity; maximum & average radiation & wind speed; and wind direction.

The summary of data obtained by the Sadah hydrological network is demonstrated in the following charts:

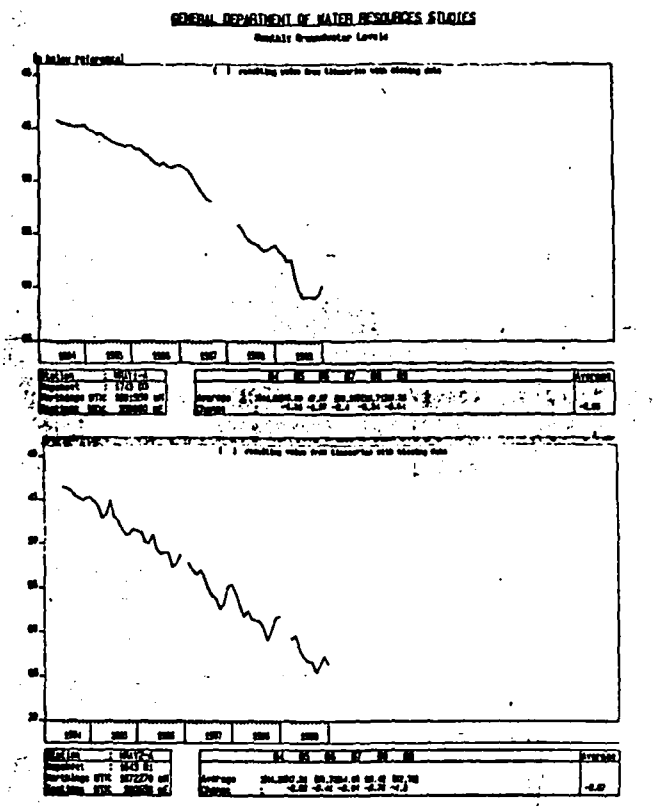
Comp. \ Years		1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
rainfall	(mm)	263	59	134	189	64	133	114
T	(c)	-	19.3	18.5	18.7	18.9	19.5	18.9
H	(%)	-	43	44	-	-	-	-

ANNUAL DRAWDOWN OF GROUNDWATER LEVEL

		1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	AVERAGE
WRAY-1 A	(m)	-	-	-1.4	-2.0	-2.4	-5.3	-3.6	-3.0
WRAY-2 A	(m)	-	-	-2.9	-3.4	-3.9	-3.8	-4.3	-3.7
AL AMAR	(m)	-	-2.5	-0.3	-0.2	-1.5	-1.0	-2.2	-1.3

The collected data confirm the aridity of the zone: low rainfall versus a high potential evapotranspiration rate. Runoff is intermittent and very scarce; the absence of any significant surface water storage makes groundwater the only permanent source of water. Water is leaving the area almost exclusively by evaporation and evapotranspiration.

Groundwater levels observed in the area indicate a general decline of the water table during the 8-year monitoring period covered (see table 1). Rather than from climatic variations this trend is considered to result mainly from a strongly increased regional groundwater abstraction during the last eight years.



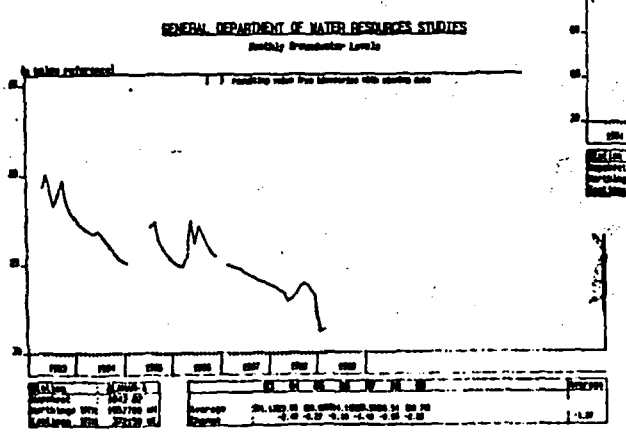


Table 1: Groundwater level decline over the period of 1983-1989

FUTURE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF WATER RESOURCES

Groundwater resources management

Both groundwater storage and the rate of recharge condition the availability of groundwater.
The important Sadah sandstone aquifer is in a state of severe over-exploitation, necessarily accompanied by falling groundwater levels (Danikh and Van der Gun, 1985).

These falling water levels may create a number of technical problems (drilling, pumping), cause unit costs of water to increase and finally, reduce or even stop the availability of groundwater (exhaustion). It is worth examining expected future conditions and the possibilities of improving them by groundwater management.

These negative effects can be reduce substantially by selecting and implementing proper groundwater management strategies.

Obviously, there are good reasons for controlling groundwater abstraction in the Sadah area, in particular from the sandstone aquifers. It is recommended to formulate and implement a water management strategy in order to reduce regional groundwater abstraction. Preferably, such a strategy should fit into an overall national water management policy.

For the Sadah area, the option of not permitting any new well to be constructed or deepened, nor any new pump to be installed should be implemented immediately. Only very special, well-defined cases (e.g. wells exclusively for domestic water supply) should be exempted.

Groundwater development

In cases where drilling of new wells is permitted, intelligent use of the outcomes of the Sadah water resources assessment study may contribute to adequate decisions on well sitting and design. As a result, funds will be saved by reducing the number of dry or poorly productive wells.

The selections of suitable sites can be guided by the detailed basic field data and the maps and interpretations based upon them. All this information is available in the Water Resources Information Centre of General Department of Water Resources Studies (GDWRS) at Sana'a.

The type of well to be chosen for a particular site and the design to be made depend on the type of aquifer found there.
In the 'wadi aquifer zones' hydraulic conductivity is generally

expected to decrease with depth. The project's findings indicate that in these zones wells deeper than 60-70 m are no more productive than shallower wells and are thus not economically justified. From the hydraulic point of view, wide-diameter wells are preferable.

In the sandstone aquifer drilled wells (small diameter, but deeper) are preferable to dug wells (wide diameter), because the former are less sensitive to the declining groundwater levels. The rather low hydraulic conductivity of the sandstone requires that at least 60-100 m of the well should extend below the groundwater table in order to permit sufficient flow towards the well (5-10 l/s). The benefits of deeper wells are probably offset by rapidly increasing drilling costs.

The success of drilling in the limestone aquifer units beyond the local 'wadi aquifer zones' is very variable and unpredictable. It depends on whether important fracture and fissure systems are struck. Tectonic features in the limestone aquifer units should be identified before a well is drilled in these rocks. Furthermore, there is geological evidence that a more reliable sandstone aquifer underlies the limestone beds.

Deepening dry limestone boreholes until they penetrate this sandstone unit might turn them into productive wells.

Improving irrigation efficiencies

The efficiency of the use of pumped groundwater can certainly be improved, because modern water-economizing irrigation techniques (e.g. trickle irrigation) are not being used and most pumped groundwater is still conveyed through unlined ditches. The modern water economizing irrigations techniques should be studied and appropriate improvements should be implemented. More efficient water use will not only reduce water input costs per unit of agricultural land, but will also help conserve of the area's limited water resources.

REFERENCES:

1. Water Resources of the Sadah area
Report WRAY-3.3 technical annexes July 1985

2. Water Resources of the Sadah area
Report WRAY-5
progress report 1985

3. Water Resources of the Sadah area
Report WRAY-10
Progress report 1986

4. Water Resources of the Sadah Area
Report WRAY-12
progress report 1987

5. Hydrology & Hydrogeology of the Yemen Arab Republic
Report WRAY-1
August 1984

6. Water Resources of the Sadah Area
Report WRAY-3
Main Report

7. Water Resources of the Sadah area
Report WRAY 3-1 technical annexes
February 1985

8. "The Sadah Study in Petrospective:
Some Remarks on the analysis of GW availability"
J.A.M van der Gun, TNO-DGV Institute Applied geoscience, Delft

9. Water Resources Assessment Yemeni 'Arab Republic
Plan of Operation
Phase I,II,III

10. "High rates of groundwater abstraction in the Yemen Highlands"
J.A.M. van der Gun
karlovyvary, csechoslovakia
September 1986

TOWARDS PRUDENT USE AND CONSERVATION OF WATER

By Dr. Ghalib Faris Junaid,
maintenance and operation expert of Marib dam.

TOWARDS A PRUDENT USE OF WATER

Introduction

One of the problems confronting most world countries is how to achieve the required equilibrium between the rapid population growth and its development.
As it is know, 1.3 billion of the world people are not getting sufficient drinking water. The world water consumption for different purposes, has presently reached to about 2600 km^3/year.
But, in the beginning of the third thousand, water consumption will be more than twice the present amount, where it will be around 6500km^3/year; thus creating a great need to join efforts in order to accompany the increasing population growth.

Deterioration of ground water started to appear in most agricultural areas in quality and quantity because of the continuous random drilling and excessive use of ground water which exceeded the annual recharge rate.
So, there is a great need to prepare water policy; reduce loss rates; introduce new irrigation methods, and control of water wasting.

Yemen had ranked a high position and played an outstanding role in older civilizations covering land, water and human civilization.
In order to achieve water security, the following baselines should be considered:

1. Construction of different kinds of dams.

Construction of surface water harvesting dams has the following benefits:

- To prevent flow of water to the seas or desert.
- Recharging the ground water.
- Ensure drinking and irrigation water.
- Protect towns and villages from floods.

In addition to other benefits such as fishery and hydro-electric facility, if possible.

2. Lining of soil canals.

The rate of water loss from soil canals may reach to more than 50 %, resulting in wasting of water, or, the water may even not reach to the other side of the canal sometimes.
Therefore, it is of great importance to line (the internal part of) the canals by using inexpensive materials available, so as to achieve the economic feasibility of such structures.

3. Rationing of water in irrigation

To irrigate plants more than its requirement leads to suffocation of roots, thus, rationing of water is of great benefit for plants, whereby the amount of water used for irrigation has to be proportional to the growth of the plant, nature of soil, climatical conditions, and evapo-transpiration rates. The water requirement of plants in the first growth period equals to 60 % of its need in the peak period. By taking this into consideration during irrigation periods, great amount of water could be saved.

4. Use of water saving techniques.

Specialists and technicians in the field of irrigation have been thinking on the development of modern irrigation methods, and were able to find out several methods such as sprinkle and drip irrigation systems. When using sprinkle irrigation, local climate of high moisture will be formed. Experiments has showed that, reduction value of water for various crops fluctuated between 25-40 % especially if the irrigation takes place at night. As for a drip irrigation, though the method is considered as one of the expensive high techniques, the water saving rate ranges from 30-6- %. In addition to this, there is no need of weed control, as the plants are irrigated by means of special pipes which only supply the plant with necessary water for its growth.

5. Use of wind breaks.

Planting of forestry trees on an irrigated area is a very important practice for saving the available water. Windbreaks are useful to reduce the wind speed on the soil surface and increase the relative humidity (10-30%).
This process helps in decreasing water consuming factors and effects of dry wind on agricultural products.
In addition to this, availability of wind breaks around canals and dams improves the climate; moderates the warmth, and forms wood production source.

6. Maintenance of water schemes.

Maintenance is the basic condition required to keep drinking and irrigation water supply schemes operational as any delay in maintenance beyond the limited period worsens the damage. For instance, delay in maintaining small holes in an irrigation canal causes the erosion of the base soil and damages the surrounding lands, and, if water supply schemes are not maintained at time, it will result in an increase of leakages and causes problems to the surrounding constructions. So, the safety and adequate performance of any scheme depends on the maintenance quality and period.

7. Random well drilling.

Deficiency of ground water and declining of its water levels are among the consequences of random drilling of wells, in addition to the gradual change of water quality from fresh to less fresh and, hence, to saline water. Over-exploitation of water to deepening of wells and increase of its production cost. Both above mentioned points, i.e. change of water quality and increase of production cost has resulted in the incapacitation and suspension of several water schemes. This going-out of important schemes outside scope of utilization is indeed a social and economic disaster, which would have been avoided of wise methods were used in drilling wells and exploiting ground water. By using well defined plans and wise methods, it could be possible to conserve ground water resources which are the property of generations, and which we are not allowed to touch except in case of extreme necessity.

8. Need to high expertise.

High expertise is an essential aspect for supervision and management of dams, water distribution structures, water supply and irrigation schemes in order to ensure proper performance. Many schemes and projects has failed because of mismanagement.

9. Imposition of fee on water consumption

In order to protect ground water from depletion, it will be wise action to impose certain extra fees on surplus water consumptions, so as to slow down the rapid water exhaustion process and save unnecessary wasted water such as irrigation more than required; spraying inside gardens, and washing cars by drinking water.

10. Protection of water structures.

Wasting of water has negative effects on water resources and the surrounding constructions and buildings, as well as on the energy used. So, it is important to use communication media through which the importance of water facilities and constructions could be confirmed to the people and punishment be imposed incase of contradiction.

The main negative effects are mentioned below:

a) Damage of water constructions;
   Infiltration of water through irrigation canals as water supply lines causes damage and, even, downfall of the nearby constructions and buildings.

b) Increase of soil salinity.
   Evaporation of soil increases the salinity of the soil resulting in decrease of agricultural products, and even the stoppage of the irrigation projects.

c) Waste of energy.
   The costs of rising water to elevated reservoirs has relation with the volume of water (required + loss) and the manometric pumping (topography + friction). This means that, any increase in pumping cost has direct relation with the amount of wasted water.

Summary and recommendations.

Humanity has noticed today the importance of water. Several new methods are developed, and necessary actions are taken in many places to protect and conserve this precious national wealth, among which are construction of dams; issuance of water conservation laws, and protection of water against pollution. In this respect, the following points are recommended:

1. Assessment of water balances in the ground water basins in order to know recharge / discharge amounts and water potential.
   This will enable extension of water supply, irrigation, and industrial schemes.

2. Construction of surface water storage dams which are to be used of drinking, irrigation, and recharge purposes.

3. Legislation of water laws, and delegation of all well drilling responsibilities to a certain authority.

4. Adoption of modern irrigation techniques.

5. Make use of audio-visual communication media to create awareness among the people.

6. Organization of scientific seminars regularly.

UNDP/DTCD Project
YEM/88/001
High Water Council

ARTIFICIAL GROUNDWATER RECHARGE - A TOOL FOR WATER CONSERVATION.

Dr.VLADIMIR BANSKY, Hydrogeologist
Technical Secretariat, High Water Council

In the management of water resources, artificial increasing of the amount of surface water entering into the aquifer is often practiced to augment the groundwater storage and allow a larger rate of groundwater abstraction. In the arid and semiarid regions the artificial groundwater recharge is an important tool to conserve the available water resources by saving the evaporation losses from the open surface water reservoirs.

In the context of ever increasing demands on water resources, especially in the water deficit areas, artificial recharge of ground water reservoirs is gaining importance as one of the strategies of water management and conservation of this vital and valuable natural resource. In addition to this, artificial ground water recharge is currently being used in the developed countries as a tool to improve the ground water quality through the techniques like Soil Aquifer Treatment, Ground Water Treatment Technology etc.

In water conservation and management the artificial recharge is adopted :

1. To restore supplies from aquifers depleted due to the excessive over-draft, or improve supplies from aquifers lacking the adequate natural recharge (e.g. in desert areas.)

2. To store underground excess surface water supplies for subsequent use in the drought conditions or to alleviate flooding during the wet periods.

3. To improve physical and chemical quality of ground water or prevent its deterioration or to create fresh water layers.

4. To remove sediment, bacteriological and/or other impurities from sewerage or other waste water effluents by taking the advantage of the filtration through the un-saturated (vadose) zone.

5. To prevent the salt water intrusion in coastal aquifers.

6. For heat exchange in aquifers and obtaining cool or hot water with relatively constant temperature for utilisation in cooling (air-conditioning) or heating (green-houses).

7. To stop or reduce the negative impact of over-exploitation of confined aquifers causing the land subsidence due to the decrease of hydrostatic pressure in the aquifers.

Recharging of the aquifers began in Europe early in the nineteenth century and in the United States near the end of the century; since then the recharge installations increase steadily throughout the world. Recharge basins form an integral parts of many Swedish municipal water supply systems. Artificial recharge is also widely practiced in Germany, Soviet Union, Czechoslovakia, Poland and other europian countries to meet industrial and municipal water demands. In the Netherlands, water supply systems for Amsterdam, Leiden, The Hague are almost completely depending on artifial recharge facilities located in the coastal areas of sand dunes. Today, in California alone, some 276 artificial projects operate in areas where the ground water was extensively over-exploited. The artificial ground water recharge is gaining importance in the developing countries as well. Many interesting projects are being commissioned in India, Thailand, in some African countries etc. Here the purpose of practicing the aquifer recharge is mostly to conserve the water and quality improvements.

Recharge Methods.

The selection of the particular method of artificially recharging the aquifers and the feasibility of doing so is governed mainly by the following factors :

a/ Availability of suitable site, mainly from topographical and cultural considerations, for establishing the recharge facility.
b/ Existence of suitable source of "raw" supply water of required quality and requisite quantity.
c/ Lithological composition, thickness and permeability properties of rocks (soils, stratas) in the zone of aeration and saturation.
d/ Hydrodynamic conditions in the aquifer to ensure the adequate head.
e/ Cost-benefit considerations.

f/ Social benefits and legal implications including the water rights.

Several methods of artificial groundwater recharge are in vogue, the choice being dictated mainly by local conditions.

In principal, the methods of artificial ground water recharge can be classified into two major categories :

1/ Artificial Recharge by Spreading (basins, ditches, furrows, channels and irrigation).

2/ Artificial Recharge through Wells (recharge wells, pits, dug wells, shafts etc.).

Spreading Methods.

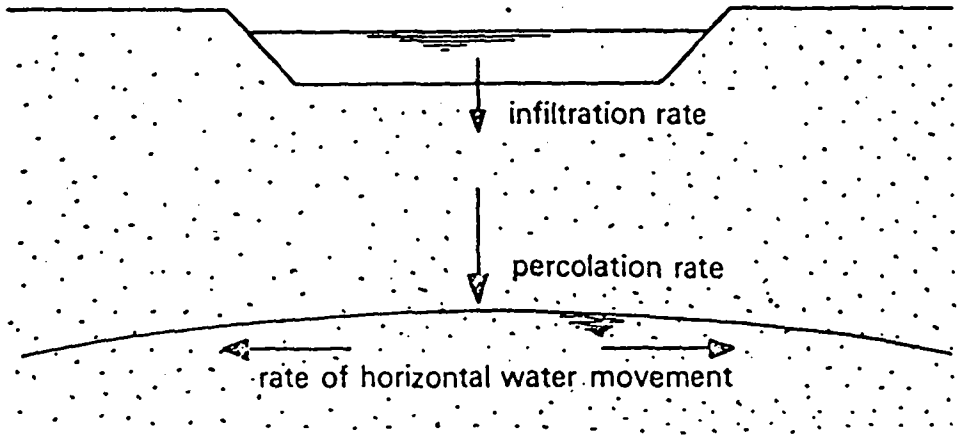
Spreading methods are most widely adopted. The supply "raw" water is either ponded or allowed to flow over natural or artificially prepared channels, ditches, furrows etc. The basic principle in these cases is to increase the detention time and contact area with ground surface thus resulting in increased infiltration and percolation of surface water to the aquifer. Spreading methods are used to recharge mostly the phreatic aquifers or "source" aquifers in leaky conditions of two- or multilayered aquifers. For recharge measures to be effective, it is essential that the materials in the zone of aeration have good vertical permeability to enable the percolation and the aquifer good transmissivity to transport the water away from the spreading area. Presence of layers with low hydraulic conductivities in the vadose zones builds up perched zones of saturation and retards the deep percolation of water. This results in reduced total amounts of recharged water but on the other hand it might be beneficial to improvement of quality of artificially recharged water. The water table should be sufficiently deep so the adequate storage space is available to accommodate the recharged water. The depth to water table should usually be more than 3 - 4 meters.

a/ Recharge Basins.

Basins, because of their general feasibility, efficient use of space, and ease of maintenance, are the most favored methods of artificial ground water recharge. The supply "raw" water is impounded in or released into the small basins formed either by excavation or by the cons-

truction of bunds. The dimensions of the basins vary from a few metres to several hundred meters. The size of the basins depends on the slope of the land surface. Large basins can be constructed in flat surfaces. Although the infiltration rate increases with the higher heads of ponded water, the most effective ponding head was found to be 1.25 m as greater depths resulted in reduced infiltration rates due to the higher weight-compaction. A simple mechanism of direct recharge from the pond by spreading may be seen from Fig. 1.

Fig. 1



Direct recharge by spreading

A diagrammatic representations of the recharge mechanism and construction of the basins may be seen on Figures 2-6. The economy of recharge spreading and efficiency of the basin operation hinges on maintenance of a high infiltration rates. Typical rate curves, however, show a pronounced tendency to decrease with time (Fig. 7). The decrease of entry (infiltration) rates in later stages of the recharge may be attributed mostly to the clogging processes in the contact area due to the :

- retention in the porous media of suspended solids present in the recharge water. (Very often the pre-sedimentation basins would remedy this problem);
- precipitation of dissolved solids;
- growth of algae and bacteria especially when the nutrients-rich water is present (nitrates, phosphates etc.);
- entrained or dissolved gasses, evolved from the water entering the interstitial openings.

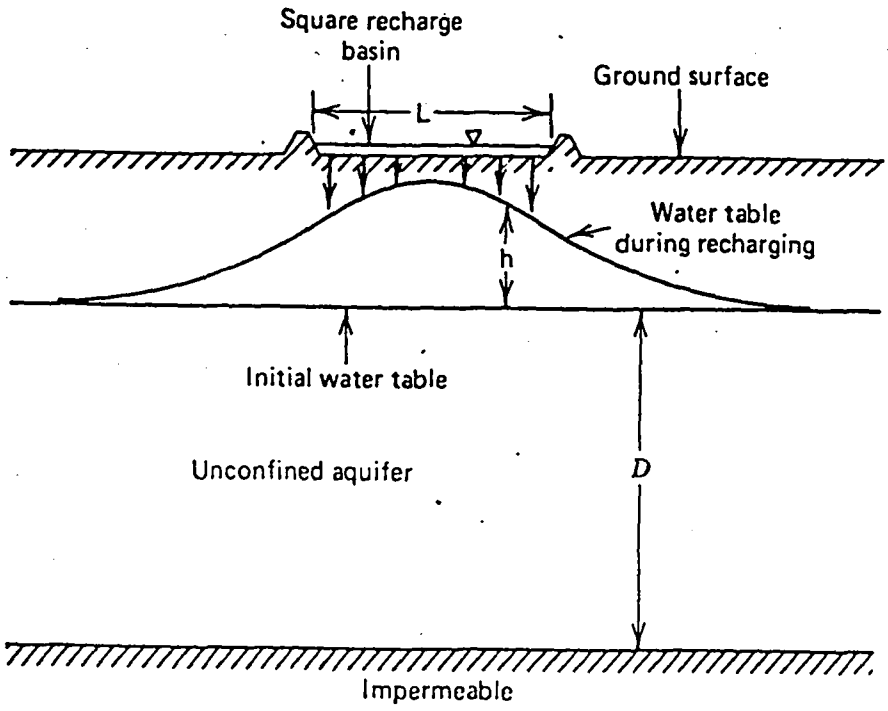
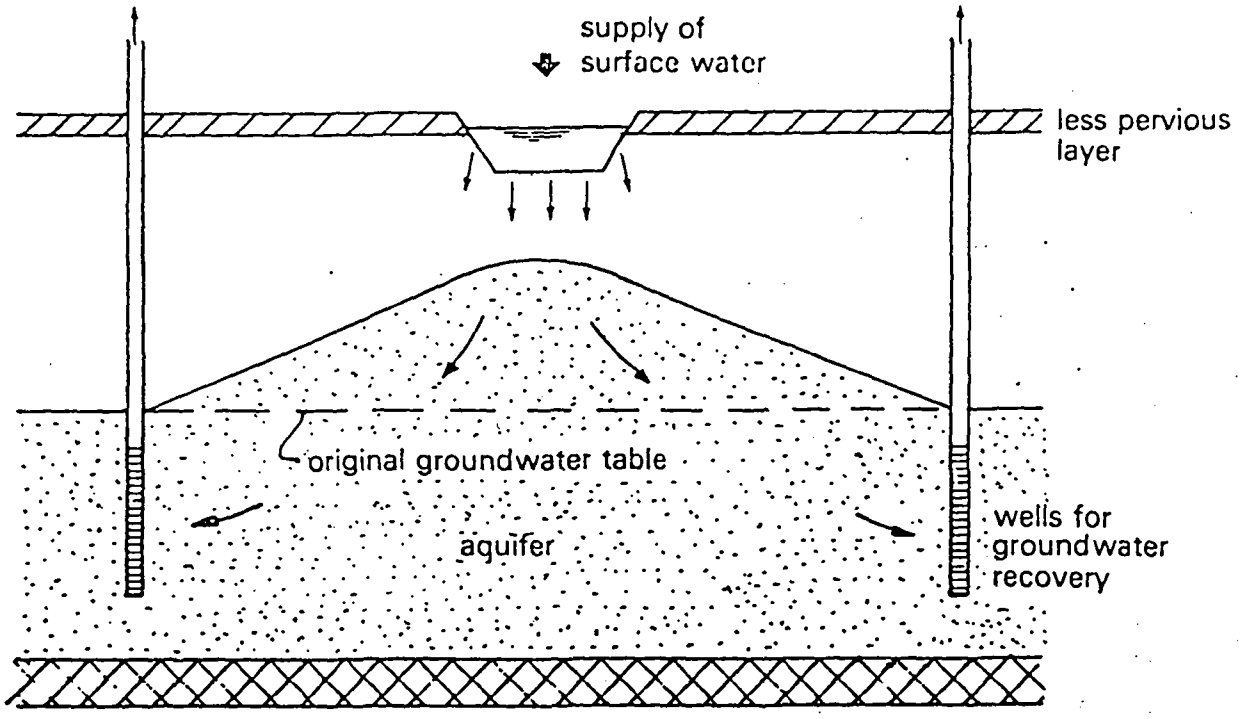


Fig. 2

Diagram of a recharge mound in a water table beneath a square spreading basin.



Spreading water with basins

Fig. 3

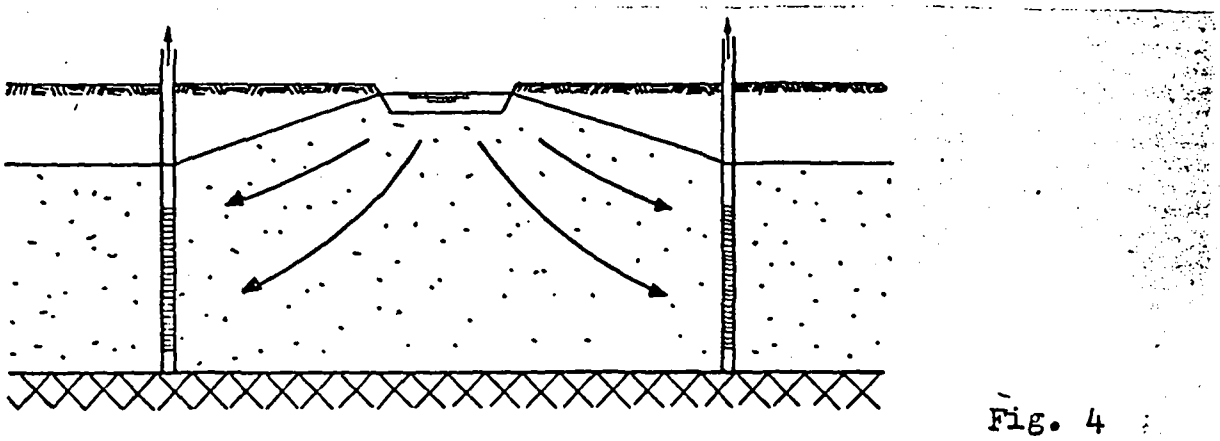
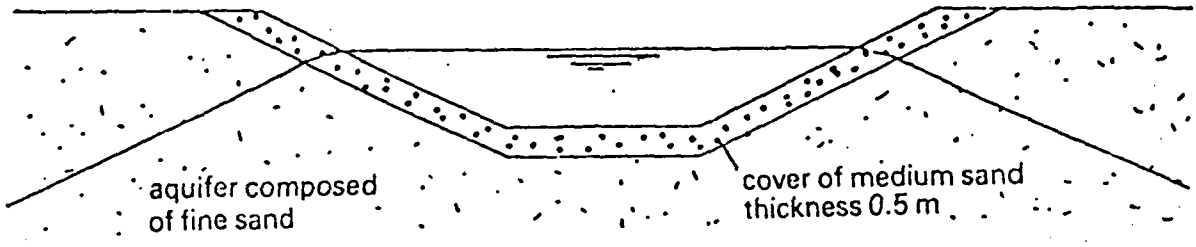
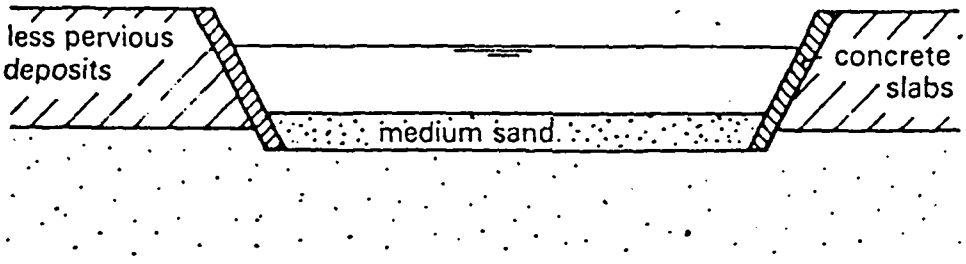


Fig. 4

Direct recharge in a deep aquifer, using a pond and a circular battery of wells



Spreading basin with sand cover Fig. 5



Spreading basin with retaining walls Fig. 6

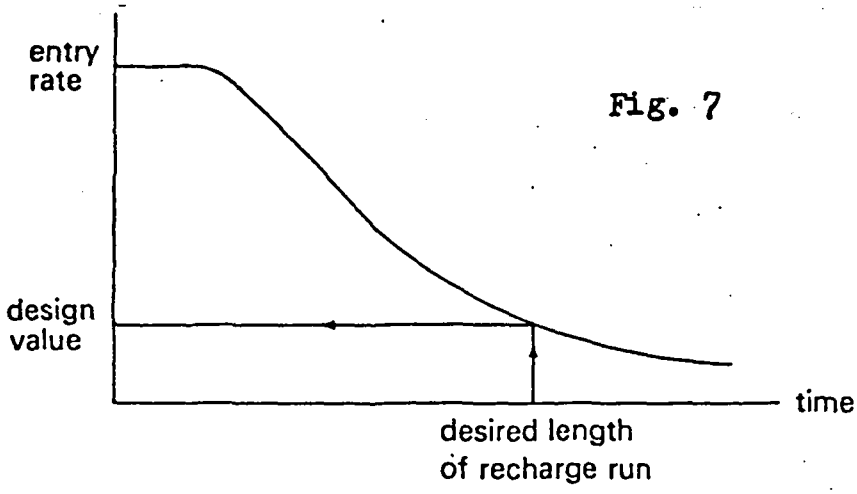


Fig. 7

Decrease of entry rate with time

Altogether, these processes will result in the development of a filter skin on the bottom and sides of a spreading basin, impeding the entry of water into the sub-soil. In the field of public water supplies, the clogging of spreading basins is not a serious problem. When clogging has taken place, cleaning of the basin is necessary, most simply by draining, drying, scarifying, scraping and/or by removing the protecting cover (filter) of medium to fine sand, thickness of which may vary from 20 - 50 cm. The clogging process usually does not go very deep in this layer and the most affected depth is usually 5 - 10 cm. To restore the initial recharge in-take capacity of the basin, special machinery is being used to remove the "sick" filter skin. This, however, means that the basin is out of use for some time needed for the maintenance of the basin. Therefore, usually twin or multiple recharge basins infrastructure (Fig. 8) is being used and a special plan of operations (harmonogram) is worked out to ensure the smooth operation of the water supply system (Fig. 9).

b/ Recharge Pits.

In areas where permeable formations underlie impervious top soil, a pit or shaft has to be excavated to expose the permeable formation to facilitate recharging. Recharge pits are usually provided with a layer of filtering material (Fig. 10) for protection against silting up of the bottom and walls of the pit.

c/ Ditch or Furrow Method.

In this method, water is conveyed in shallow, flat-bottomed, closely spaced ditches (see the example on Fig. 11)

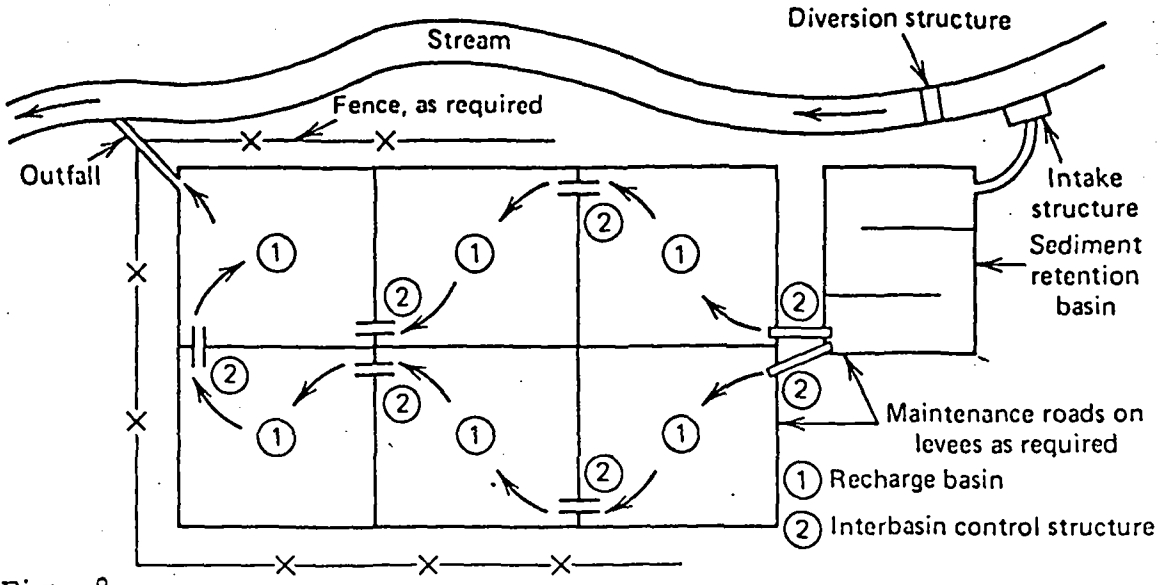
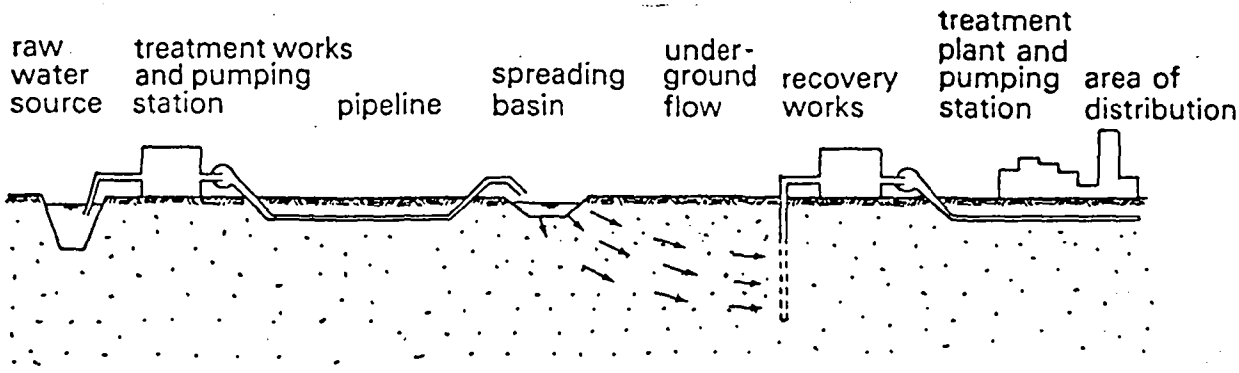


Fig. 8

Typical plan of a multiple-basin recharge project diverting water from a stream



Scheme for direct recharge

Fig. 9

provided with sufficient gradient to prevent the silt deposition. The ditches may be dug subparallel to the contours, drawing off water at an upstream point and returning the surplus water to the stream at the downstream point. In the arid zones, a series of ditches in the river bed itself can be excavated. Ditch widths may range from 0.3 to 1.8 m. Among the several types of ditch systems devised, the common ones are contour, lateral and dendritic. The contour type broadly follows the regional topography. The lateral type consists of subpara- llel ditches drawing off water from a common source. In the dentritic type, the main canal branches off successively into smaller ones in a kind of tree-fashion.

d/ Flooding Method.

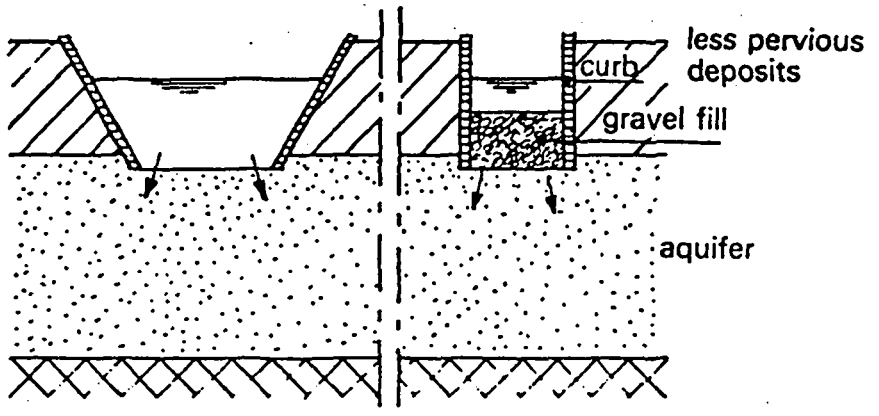
This method involves inundating agricultural or waste lands with a thin sheet of water (Fig. 12) ranging from a few centi- metres to a metre or even more, depending on nature and slope of the terrain. This method is suitable specially for flat terrains. Compared with the other spreading methods, flood spreading costs least for land preparation.

e/ Channel Method.

Distribution of flow by widening, leveling and lengthening of stream channels or river beds is another way of enhancing the ground water recharge. This can be done through a series of more or less temporary or permanent check dams, bunds or construction of dykes from either bank of the river, extending to about 3/4 the distance across the stream channel forcing the flow to take a sinuous course.

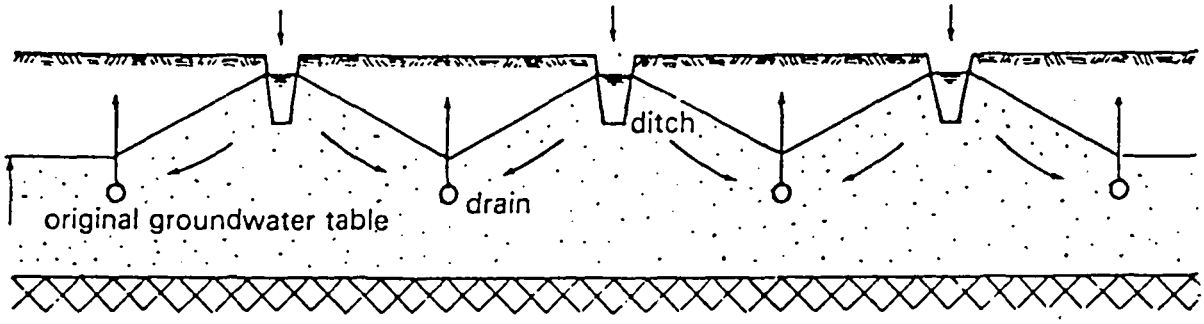
f/ Irrigation Practices.

In areas where an irrigation system is developed, the water is sometimes deliberately let out into the system during non-irrigating season, winter or any other dormant period. This method does not require any additional cost for land preparation since the system already exists. The only requirement is availability or supply water and facilities (wells) to retrieve the recharged water. This system works well in areas where the conjunctive use of surface and ground water is being in operation.



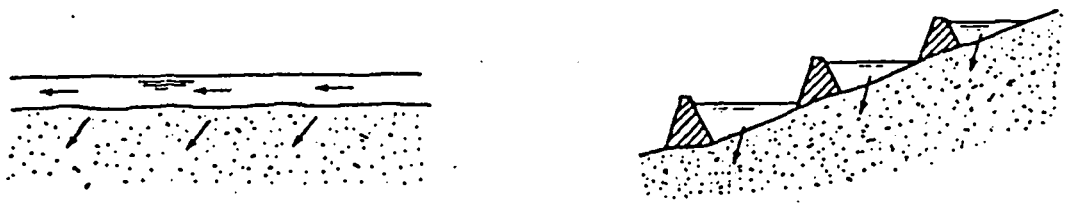
Artificial recharge using pits and shafts

Fig. 10



Direct recharge in a shallow aquifer, using ditches and drains

Fig. 11



Artificial recharge by flooding

Fig. 12

RECHARGE-WELL METHOD.

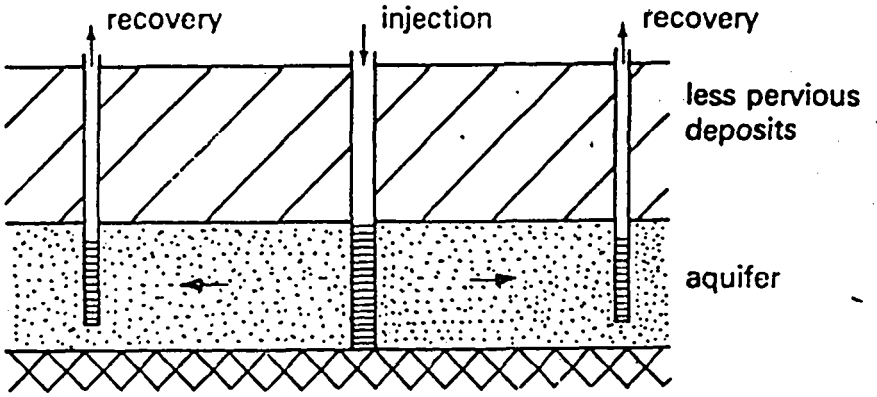
When the aquifer to be recharged is situated at some depth below the ground surface and topped by a semi-pervious layer with a low vertical permeability, then the spreading techniques can not be used. In this case only recharge by wells is feasible. The flow into the recharge well is the reverse of a pumping well (Fig. 13 and 14), but its construction may or may not be the same. Recharging by wells is practical where deep, confined aquifers must be recharged, or where the non-availability of space, such as in urban areas, is an important consideration. Sometimes the combination of a basin-cum-recharge-well is a useful technique to obtain a higher recharge rates, to save the available space and maintain the environment. The recharge wells are also sometimes termed as inverted wells or injection wells or diffusion wells (not reaching the water table). In some cases the radial (collector) wells are also used for artificial ground water recharge (Fig. 15).

The recharge rate of the wells depends on the specific capacity of a well, transmissivity of the aquifer and the available pressure head. The recharge (in-take) capacity of the well is the maximum rate at which the well can take in and dispose of water admitted at or near its upper end (gravity flow). The recharge rate can be enhanced by injecting the water into the aquifer under the pressure. This has to be done, however, with caution in order to avoid the actual physical damage of the close environment of the well. In certain cases, especially in the multilayered aquifers, it also possible to use so-called connector wells with the screens located in such way that the ground water may flow from the layers with higher pressure to the layers with lower pressure. In practicing this technique, one has to be careful and avoid the connection of two aquifers with the different water quality which may sometimes result in non-desirable deterioration of ground water quality in to-be-recharged aquifer.

The rate of recharge decreases with time often very rapidly mainly due to the several reasons:

- clogging due to the accumulation of silt in and around the wells;
- air-binding in the pores of the aquifer because of the release of dissolved air or other gases due the difference of temperature of environments;
- obstruction of openings by bacteriological slime and algae;
- incrustation of screen openings.

Clogging of wells can be minimized by removing the suspended solids and disinfecting the supply water. Periodical cleaning and re-development of the well are regularly required to restore the recharge capacity. For this reason,



Artificial recharge with wells

Fig. 13

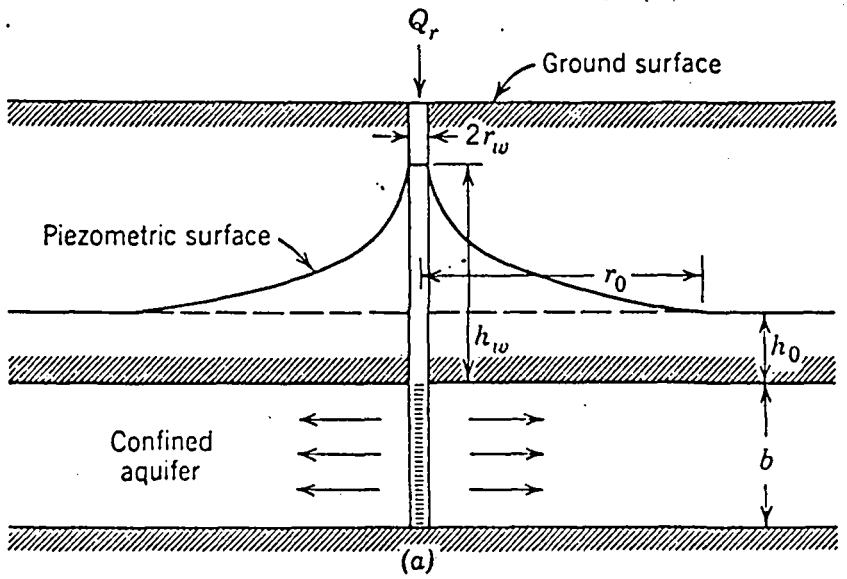
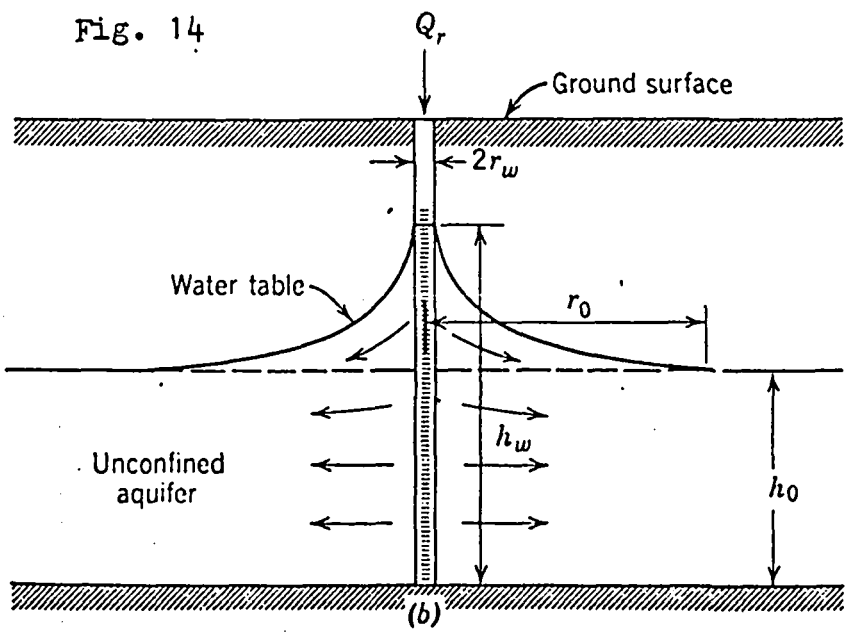
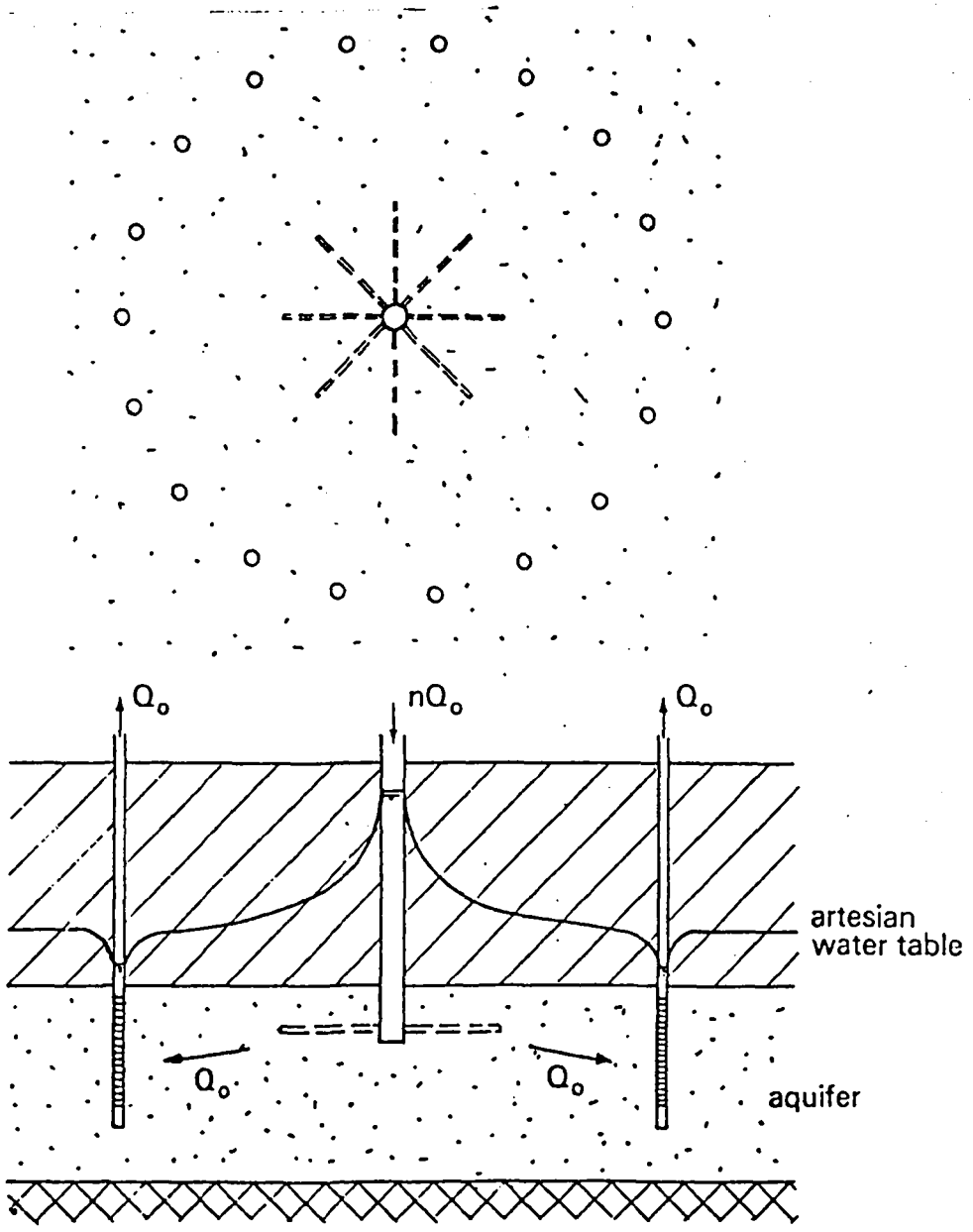


Fig. 14



Radial flow from recharge wells penetrating (*a*) confined and (*b*) unconfined aquifers.



Artificial recharge with a radial well Fig. 15

it is advantageous to use the recharge well alternately as a pumped well.

Artificial recharge operations carried out for a special purpose in many cases have additional beneficial results other than those contemplated. For example, diversion of excess surface water underground may, while increasing the productivity of an aquifer, reduce the flood hazards, save the energy by reducing the pumping lift, and almost in all the cases, improve the quality of ground water. Furthermore, by artificially recharging the aquifer at one point, water may be transported to other points within the area of influence of artificial recharge without the necessity of laying pipelines or channels.

Whatever be the aim of applying the artificial ground water recharge, it helps in conserving the water and plays an important role in management and planning of available water resources especially in the countries with the scarcity of water.

FROM DEPLETION TO A PRUDENT USE OF GROUNDWATER

RIRDP SYMPOSIUM, RADA, YEMEN REPUBLIC, 18-20 JUNE 1990

WATER SECTOR MANPOWER PLANNING

TRAINING NEEDS IN THE YEMEN REPUBLIC

by

Willem Spaans
Training Programme in Hydrology and Sanitary Engineering
Sana'a University, Faculty of Engineering

PROBLEM DEFINITION

The Yemen Republic is one of the most rapid developing countries in the Arab world. During its recent history the country was characterized by a traditional way of life, with little social and economical development. Since the last twenty years this pattern is rapidly changing. A substantial economic growth together with better medical, sanitary and infrastructural facilities allowed for a rapid growth in population and a higher standard of life.
This in turn puts a higher demand on the limited available human and natural resources. In particular the (still increasing) water demand for agricultural and sanitation purposes has reached a level which in most places exceeds the potential available resources in quantity and quality. Uncontrolled industrial and domestic liquid and solid waste disposal endangers the natural environment and will seriously effect the scarce available groundwater resources.

The still **increasing demand** for water will create a growing gap with the **decreasing availability** of water. Moderate to drastic changes in water supply can be expected in the near future, in particular in the agricultural sector.
A reduced water supply may lead to soil salination and abondening of the land, and as a consequence land degradation and soil erosion. These irriversible processes will result in a definite loss of valuable cultivable land. Attemps to control the scarce surface water involve the construction of large and small scale dams, which induces additional problems of a proper operation, sedimentation, increased evaporation and even water born diseases like bilharzia and malaria.

The problems in the water sector of the Yemen Republic can be summarized as:

- over-exploitation of the existing groundwater resources resulting in
  . depletion of underground reservoirs;
  . lowering of water tables and running dry of existing wells;
  . upconing of 'old' groundwater;
  . sea water intrusion;
  . reduced basin drainage and thus a decreasing wadi base flow;
- soil erosion, sedimentation and soil salination;
- water born diseases;
- domestic and industrial waste disposal and thus biological and chemical pollution.

FRAMEWORK

The increasing future water demand for agriculture, industry, and urban and rural sanitation will only enlarge the mentioned problems. Precipitation and related recharge are the only supplies for the available water in the Yemen Republic. On a mid term base this recharge of water will not increase and a trend analysis even indicates that Yemen is entering a hydrological dryer cle. As this will result in a continued mining of the groundwater resources, a key solution is optimization of water allocation especially by shifting agricultural patterns, introduction of water saving methods and re-use of water.

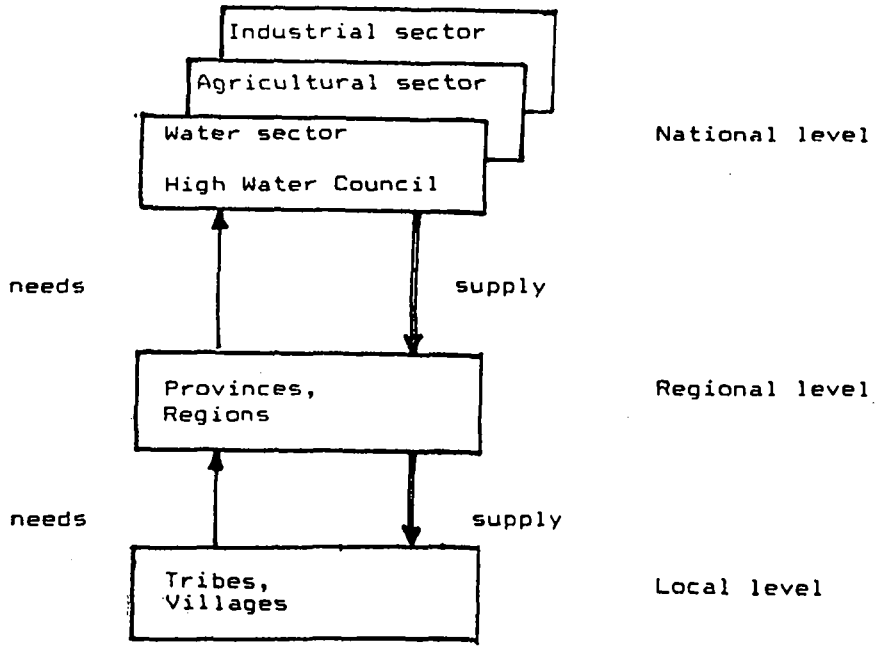
As in almost all countries in the world, water allocation is constrained by social, economical, environmental and institutional limitations and is even more complicated by the involvement of

- besides the water sector, the economic, agricultural and health sector;
- governmental organizations and the private sector at various levels;
- local interest groups;

each having their own viewpoints and (often conflicting) interests.

Tackling these problems in a structured way requires a thorough insight in the above mentioned processes and the involvement of various diciplines.
Meeting present and future water demands and supply in quantity and quality requires the formulation of policies on various levels, finally resulting in a **national water sector master plan**. This master plan will provide guidelines for regional and local water allocation and management plans to be executed by well equiped and staffed water projects.
The involvement of the various interest groups requires a mutual understanding of each others viewpoints and thus a capability and willingness of water engineers for communication.

The orientation of the Yemen Republic to the international world induced the participation of foreign experts and capital. This in turn requires international oriented Yemeni counterparts which are capable to communicate on the technical and managerial aspects of project executionin the English language .



MANPOWER REQUIREMENTS

Manpower requirements differ from the level of national planning and decision making level to the level of local execution. Nevertheless all involved parties have in common the need for mutual understanding of the technical, economical, social, environmental and even political objectives.
With respect to the water sector the manpower requirements can be summarized as:

National level:

1. High Water Council (Technical Secretariat), General Department of Water Resources Studies:

Data Base Experts on	Surface Water Hydrology
	Groundwater Hydrology
	Groundwater and Soil Pollution
	Water Consumption and Water Saving Techniques
	Salination and Erosion
Model Builders on	Surface Water Flow and Storage
	Groundwater Flow and Storage
	Contaminant and Salt Transport
	(Sub)surface Reservoir Operation
Policy Analyzers to	Analyze the available information
	Derive alternatives for conjunctive use of surface and groundwater
	Advise the Council on National Level.

2. Technical advisors to the ministers involved in the Water Sector

Regional level:

1. Governmental Authorities related to Agricultural Development and Municipal Water Supply (TDA, ERADA, NWSA, etc) and involved in the development and execution of regional plans. Each authority has its specific requirements on academic officers and high level technicians in the fields of:

Meteorology:	Rainfall and evapo(transpi)ration
Hydrology:	Surface run-off, wadi flow, infiltration
Reservoirs:	Design, operation, maintenance
Geohydrology:	Groudwater storage, recovery and recharge
	Site selection, well drilling and operation
	Pollution and salt intrusion
Agriculture:	Cropping patterns, landuse, irrigation methods
	Land conservation (salination, erosion)
Statistics:	Trends, data compilation, presentation
Sanitation:	Municipal water distribution, treatment
	Waste water collection and treatment

2. Technical advisors to the governors and provinces

3. Regional and local water projects (RIRDP, RWSSP, NORADEP, WRAY, SAWAS, etc) involved in investigations of water potentials, development of regional plans and actual execution.
Although working on a different scale, their manpower requirements in general are more or less the same.

Local level

Projects and municipalities involved in drinking water supply to rural located villages (Rural Water Supply Department, SRWSDP, Mahweet Water Supply, etc.)
Their involvement is mainly advising on well locations and capacity, supervision on well construction, community participation and local sanitation.
Manpower requirement concerns mainly geohydrologists, low cost sanitation experts and sociologists.

TRAINING REQUIREMENTS

Training requirements in the water sector mainly concentrate in the broad fields of Hydrology, Civil Engineering, Agriculture and Sanitary Engineering on academic and high technician level and should include:

a) Training of an **international** oriented generation of water engineers dealing with the specific Yemen arid conditions;
b) Updating of engineers who are active in the Yemen water sector but need a further specialization and refreshing;

Conducting this training (partly) in English will:

c) Enable engineers to act more strongly as a constructive counterweight to foreign projects and consultants;
d) Pave the way for a successfull continued study abroad, in particular in the Western World.

Training activities, preferably assisted by foreign lecturers, will essentially be carried out at technical universities and specialized institutes. Specific project training can be done on the spot. First line technician training (operation and maintenance) should be considered in a simular way.

The water training of academic and high-level technicians can at this moment only partly be carried out at the two Yemen universities.
Sana'a University is just at the starting point of setting-up a Water Section within the Department of Civil Engineering of the Engineering Faculty. The Geology Department has only a specialization in Groundwater Recovery while the Faculty of Agriculture deals with soil-plant-water relations.
The Civil Department of Aden University cancelled its Geology Section two years ago due to lack of employment for the graduates.

At present and in the past most of the Yemen engineers got their academic training abroad in

a) the Arab region (Saudi, Egypt, Iraq, Quatar, etc)
b) Eastern-European countries (Russia, Rumania, etc) and
c) (to a limited extend in) Western-Europe and the USA.

Although these study programmes in general are completed successfully, their direct applicability in the Yemen water environment is limited.
In general candidates for a BSc, Msc and PhD study in the western world are lacking a good conduct of the English language and face difficulties in adopting to the western education system and social life.

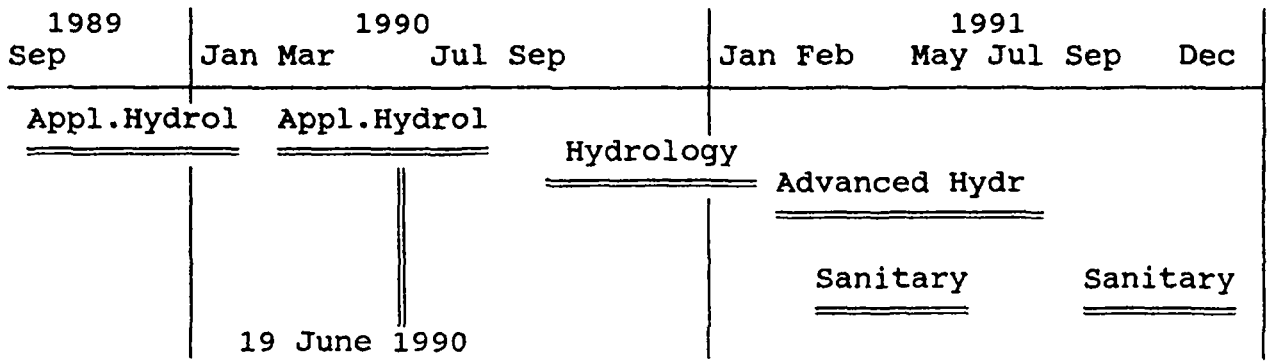
TRAINING PROGRAMME IN HYDROLOGY AND SANITARY ENGINEERING

The Yemeni-Dutch Training Programme in Hydrology and Sanitary Engineering opts at

Conducting a **post-graduate training programme** in Hydrology, Water Management and Sanitary Engineering.
Strengthening the under-graduate Water Division of the Civil Engineering Department for the specializations Hydrology, Sanitary Engineering, Irrigation and Hydraulic Engineering.

The project is carried out by the Sana'a University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department in collaboration with the International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering (IHE), Delft, The Netherlands and in consultation with the Faculty of Science, Geology Department and the Faculty of Agriculture, Land and Water Department.
All water related ministries, authorities and projects are involved in the execution of the course programme.

The courses are scheduled as:



Upon successful completion the "Certificate of Successful Completion" will be awarded jointly by the Faculty of Engineering and the IHE-Delft.
In addition to the four-months Courses in Hydrology a **six-months Advanced Course in Water Management and Hydrology** will lead to the "Post-Graduate Diploma in Water Management and Advanced Hydrology", granted by the Deanship of Graduate Studies.

COURSE CONTENT HYDROLOGY COURSES

Module 1: GENERAL SUBJECTS like English, Mathematics, Statistics, Computers

Module 2: PRINCIPLES OF GEOLOGY, HYDROLOGY AND METEROLOGY

Module 3: GEOHYDROLOGY, GROUNDWATER RECOVERY AND QUALITY

Module 4: GROUNDWATER INVESTIGATIONS

Module 5: WATER MANAGEMENT and DATA COLLECTION

Module 6: FIELDWORK AND PARTICIPANTS TERM PAPER

COURSE CONTENT SANITARY COURSES

Still under discussion

Rada Water Supply Present & Future

A presentation for the seminar on groundwater level,
organised by RIRDP 18-20/6/1990
by
Eng. Najeeb Al-Maktari (RWSSP)
Taher Ali Qassim (RWSSP)

Introduction

This part of the symposium aims to give simple information with different approaches to participants who are not working in the field of water. In this presentation, we will use media like pictures, drawings and small real examples. In addition a short play will be performed by two persons.

This presentation is prepared as follows:

a. Project phases
b. The components of the project
c. Is Rada in need of a water project?
d. Daily arguments heard about the subject water resources
e. A simple demonstration of the water cycle
f. Comparison of the people's behaviour now and in the past
g. Conclusion of presentation and discussions

A. Project phases

1. The project agreement was signed at the end of 1987, as one of the mutual technical co-operation projects between YR and the Netherlands. During the same period the consultant company was selected to prepare the studies, designs and to supervise implementations.
2. The start was made by establishing the project office, after arrival of the advisors; this was followed by doing the first studies and collecting data concerning housing and inhabitants and studying the area in order to find the suitable project sites.
   During this period, surveys were done first, as basis for the preparation of the inception report during the early months of 1988.
3. Furtheron the project made the draft designs and executes certain improvements, amongst others cleaning campaigns, from which the most important one was the 26th Sep. 1988 campaign, which was followed by regular collection and disposal of garbage.
4. In 1989 the poject completed the draft final design report which was discussed by Authorities involved in the project and agreement was reached taking into consideration the required changes.
   The Designs consist of a water supply system serving initially 5000 houses. The system will be supplied from six wells. They are located in the nothern part of Rada. The wells will be connected to the reservoir and the water will be desinfected by chlorme gas.
   The design also consisted of construction a sewage system to serve 4500 houses and a teatment plant to treat the sewage.
5. Tenders concerning fencing project sites were made at the beginning of 1990. Work at present is ongoing on detail designs and preparation of tenders concerning water and sewage, which are expected to be implemented from the second half of the year 1991 onwards.
   Implementation of the part concerning rain water surface drainage will wait till completion of the water and sewerage work.

B. **The components of the project**

From the above we notice that the following services will be provided:

1. Water supply system
2. Sewer system and sewage treatment
3. Collection and disposal of garbage
4. Rain water drainage

These services will be accomponied by continuous environmental extension work, as far as the project is ongoing.

In the organo-gram, which is attached, all the Authorities involved are shown.

C. **Is Rada in need of a water project?**

The project had already performed a study about the possibilities of integrating the existing water systems.
What had been found is that the present water systems are very bad and could not meet the need of the town. Some wells were dry, while other resources were undrinkable. It is clear now that the number of wells drying up are continuously increasing. Studies made by the Rada Integrated Rural Development Project (RIRDP) confirm that drying out of wells and the decrease of the groundwater level are mainly due to the random overuse which is practised in the area.

D. **Daily arguments heard about the subject 'waterresources'**

In close co-ordination with the responsible authorities, measures were taken, in order to protect the area chosen to supply the town with water; now it is not allowed to drill wells anymore in that area. But, inspite of this official measure, drilling of new wells is still going on. Many constraints were faced and still are facing the project with respect to convince the people and let them understand that the situation is very dangerous.
Many people base their arguments on daily discussions which consolidate the negative behaviour and underestimation of the critical situation at present. On this aspect a short play will show what people say and how they behave.

The play

It is a conversation between two farmers; one of them owns a well and he got good relations with engineers, so he knows the problems of the depletion of groundwater due to unlimited extractions. Although he knows the negative side effect, he sympathises with his fellow farmer, who plans to dig a new deep well. His friend thinks that he is free in doing so on his own land and that nobody has the right to prevent him. He thinks the phenomeno of drought and decrease reservoir level is due to lack of abundant rain and not due to pumping and he also added, that if people want to stop him, they should go first to the big tankers selling water in a great amount.

E. **A simple demonstration of the water cycle**

The simple demonstration presents the continous cycle of water from the ocean, the process of evaporation, falling of rain and the distribution of the quantity between surface drainage, evaporation and the seepage in

the soil. It is emphasized here that the infiltration rate is very small, due to the environmental conditions prevailing in the area.

F. **Comparison of people's behaviour now and in the past**

This part of the presentation aims at clarifying the process of the increased rate of using water, due to observed changes in drilling, pumping, transporting and usage.
Several real models, besides pictures and drawings, will be used to make the comparison.

C. **Conclusion of the presentation and discussions**

This introduction is prepared in order to create questions and organised discussions to reach practical, logical and reasonable solutions, in order to stop the exhaustion of groundwater.

NAM/TAQ/AvO/RWSSP-17-6-1190

ON THE ASSESSMENT AND CONSERVATION OF WATER RESOURCES IN THE TIHAMA BASIN

By Yousuf Al Mooji,
Tihama Development Authorithy

ON THE ASSESSMENT AND CONSERVATION OF WATER RESOURCES IN THE TIHAMA BASIN

1. BACKGROUND

The Tihama Basin in the Yemen Republic comprises practically all the regions lying west of the country's main water divide. It consists of 30,000km^2 of very rugged highlands with steep mountains and deep canyons (catchment zones), and 17,500 Km^2 of wide coastal lowlands (Tihama Plain) traversed by over 20 wadis flowing in an east-west direction towards the Red Sea (figure 1).

Although arid to semi-arid climatic conditions prevail throughout most of the basin, the Tihama is chara cterized by a relatively high annual precipitation of upto 800 mm in its middle and upper catchment areas (figure 2). As a result, appreciable quantities of surface water are transferred annually from the catchment zones to the plain areas, mainly via 7 major wadis (see figure 1).

These wadi inflows to the plain region arrive as numerous "flash" floods shortly after the occurrence of early spring (March - May) and late summer (July - September) rainfalls in the highland zones (figure 3). These floods are not only the major source of fresh water across the Tihama Plain (for spate irrigation and aquifer recharge), but also an important source of the rich silty materials that get spreaded throughout the irrigation fields along the wadi areas.

Another significant source of fresh water in the Tihama, which is also more dependable and controllable for irrigation purposes, is the thick alluvium aqiufer (Quanternary to Tertiary in age) consisting of several layers deposited underneath the plain (figure 4). However

because of a potential groundwater salinity risk within the Tertiary formations, the "effective" alluvial aquifer in the region is considered to be the saturated zone of the Quaternary formations (Layers IV and V).

The occurrence of large areas with fertile soils and abundant water resources has therefore made the Tihama Plain a prime target for extensive agricultural development. Consequently the alarm was raised, through recent water resources studies carried out in the region, that a significant annual decline in the groundwater table is rapidly depleting the aqunifer; hence any further development along the wadi areas is to be discouraged.

This paper is an attempt to asses the validity of this statement in the light of more updated hydro(geo)logical data, and through the analysis of the Tihama water balance estimations. Alternative measures to be taken for the conservation of the available water resources are also discussed.

2. THE TIHAMA WATER BALANCE

Results of the 2 water balance analysis undertaken by previous consultants (DHV, 1983; 1988) are shown in the first 2 columns of table 1, where it can be seen that :

(1) The rate of change in storage has remained constant for a period of about 5 year (1983 - 1988).

(2) The annual storage loss during this period was equal to the net total abstraction.

(3) Subsurface outflow is reduced by over 40% from 389 Mm^3/yr to 227 Mm^3/yr.

Table 1 : WATER BALANCE ESTIMATIONS

	Original estimates		Updated Estimates	
	1983	1988	1983	1988
Recharge from surface water influx and groundwater underflow	419	404	419	404
Recharge from local rain-fall and runoff	170	170	170	170
Coastal discharge	-589	-535	-589	-535
(Evaporanspiration)	(-200)	(-308)		
(O u t f l o w)	-389)	(-277)		
Net total abstraction	-762	-762	-595	-961
Storage Change	-762	-723	-595	-922

Comparison of the above results raises the following concerns.

(1) Withdrawal of all abstraction from storage would imply no change in the hydraulic gradient, as was also suggested by the consultant. How then would the subsurface outflow be reduced by over 40% ?

(2) With the annual accumulation of groundwater depletion at the rate of $700Mm^3/yr$, the annual decline rate of the water table is expected to accelerate over the years. However the annual storage depletion, as estimated above, was translated as an annual regional decline of 0.5m (1983) and 0.3 m (1988) in the aquifer.

(3) The estimated number of pumping wells in the region during 1983 and 1988 was 7500 wells and 9,000, respectively. Hence the net total abstraction cannot remain unchanged over this preiod.

In addition to the above, the following information has to be taken into considerations :

(1) a rate of 10% was assumed for the irrigation return flow during the calculation of total abstraction in 1983, while a higher rate of 30% was adopted for the later study.

(2) based on additional 1988 - 1989 data from well inventory results, the total number of pumping wells is now estimated at 10,500 wells.

Considering these last findings, the previous water balance stimations can be updated as shown in columns 3 and 4 of figure 1. These results would indicate that the annual deficit in the reservior may have increased from 600 Mm^3/yr to 900 Mm^3/yr. Such changes would correspond to annual water table declines of 0.23 m and 0.34m, respectively.

Actual water table declines can also be seen from the representative well hydrographs shown in figure 6, and the summary of the annual rates of decline in Wadi Zabid, the longest monitored wadi in the region, given in table 2.

Table 2 : Annual Water Level Changes in Wadi Zabid

Period	No. of Wells	Mean W.L. Change
1970 - 1975	14	0.36m/yr (decrease)
1975 - 1980	14	-0.24m/yr (increase)
1980 - 1985	21	0.23m/yr (decrease)
1985 - 1988	11	0.27m/yr (decrease)
1970 - 1980	14	0.11m/y (decrease)
1970 - 1985	12	0.12m/y (decrease)

These results indicate that the updated estimated rate of annual decline in water table during the eighties (0.23 - 0.34m) is very reasonable. Moreover, they indicate that the overall rate of decline may be even less because of the large fluctuations which occurred at the early phases of groundwater exploitation.

3. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The yield of a basin does not depend only on the manner in which the effects of withdrawal are transmitted through the aquifer(s), but also on the changes in rates of groundwater recharge and discharge induced by the withdrawals. Thus an Overdraft may be inevitable at some point in time as optimal yields, subject to a set of economic and/or social objectives, may not always have to reflect the need for

complete conservation.

The Tihama Basin appears to be in a transient stage, adjusting itself to the recent annual overdrafts through fluctuations in the water table that may not have resulted in any significant change of its hydraulic gradient yet. Apart from the possible increase in cost of pumping, no other undesired effects of water level lowering can be evaluated with reasonable certainty.

While more data is being collected for better estimations of the Tihama water balance, it is recommended that the following immediate actions are also required for water conservation in the region:

(1) Recent proposals for water legislation to be finalized.

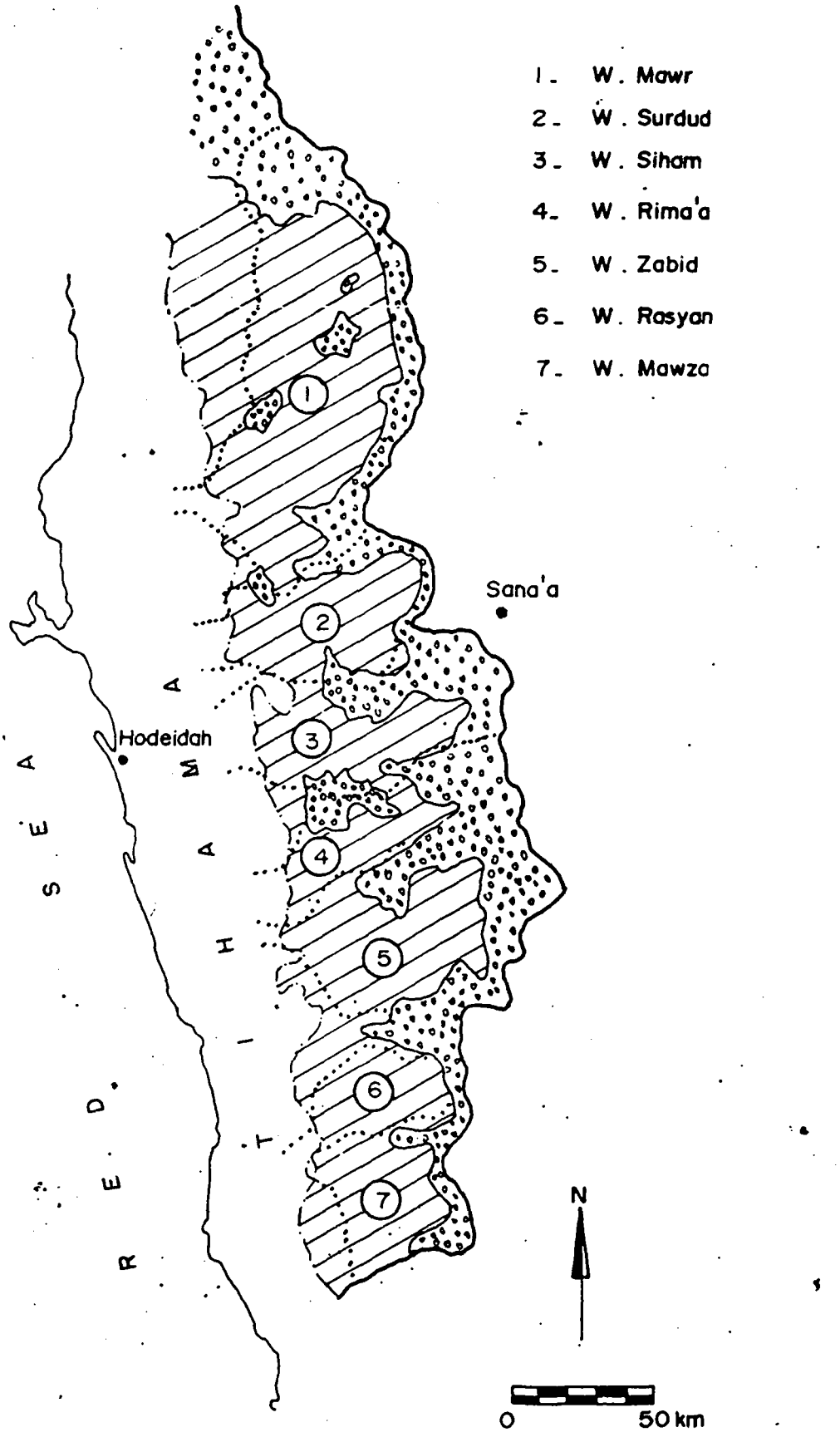
(2) Water use efficiency methods to be studied and implemented in all sectors.

(3) Water-oriented extension programs in all regional agricultural development projects, to be implemented hand in hand with agriculture extension programs.

شكل رقم (١) حـــــوض تهـــامـــــة

FIGURE : 1

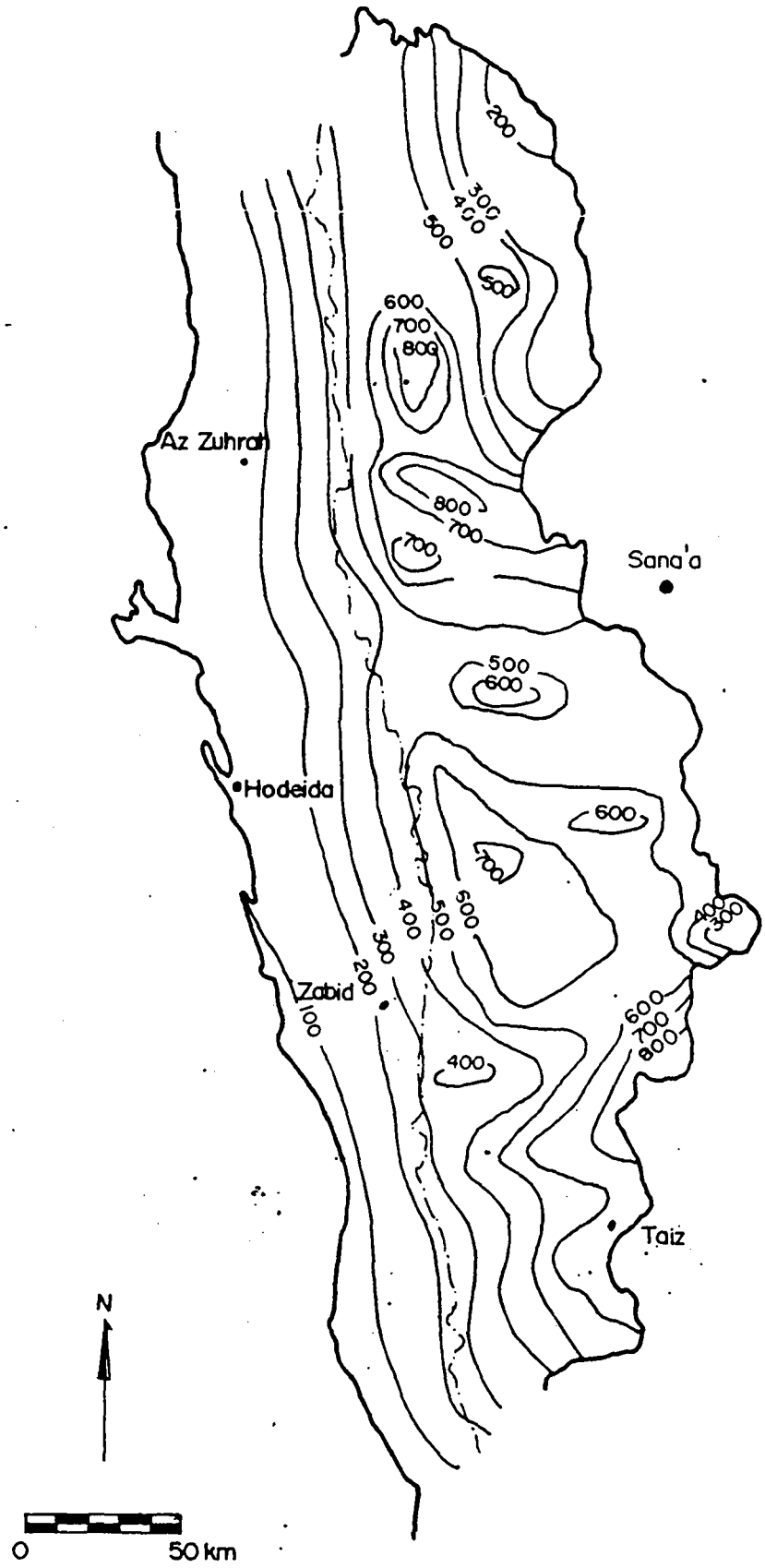
THE TIHAMA BASIN



شكل رقم (٢) متوسط الامطار السنوى

MEAN ANNUAL RAINFALL

FIGURE: 2



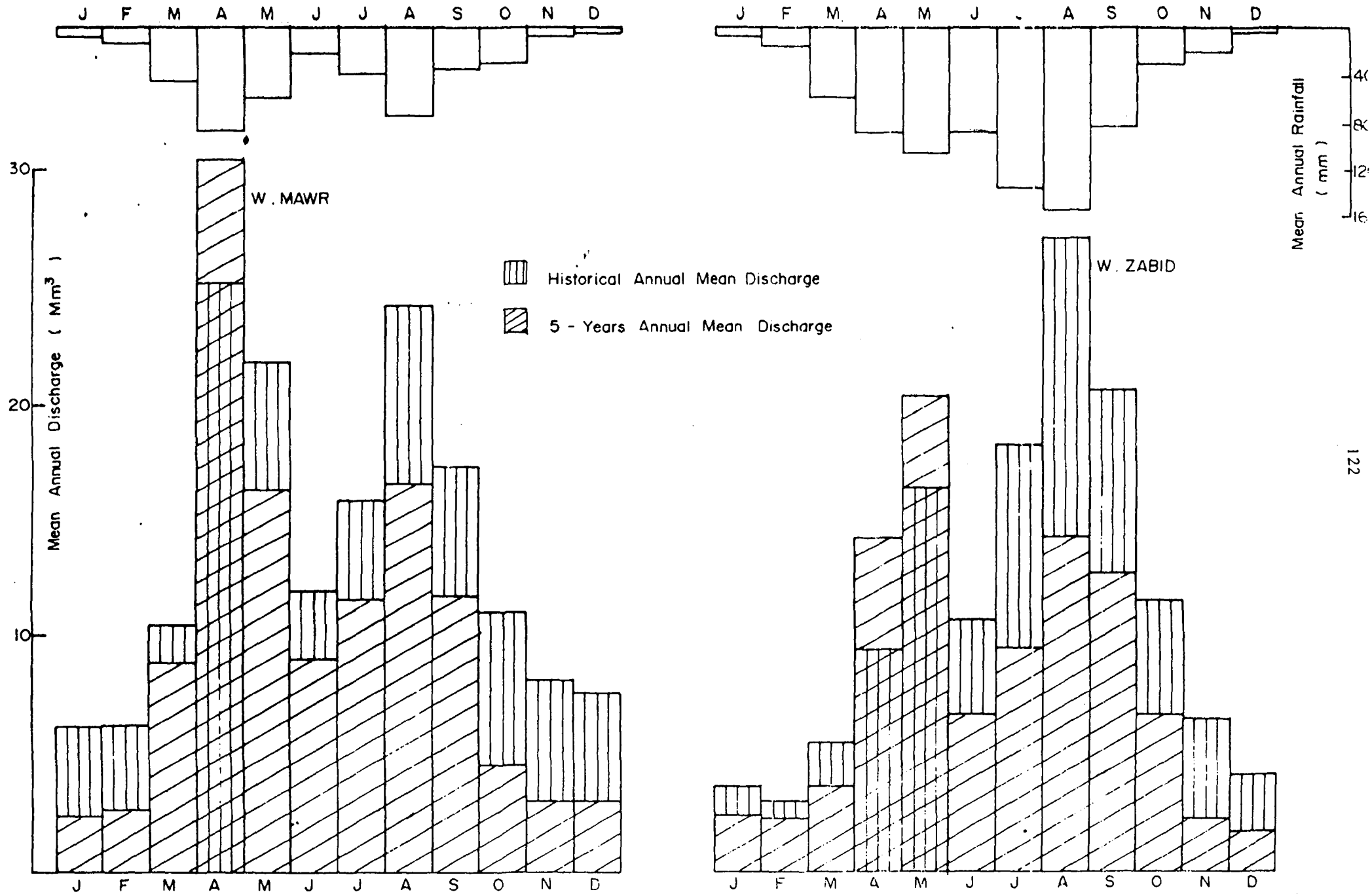


FIGURE: 3 DISCHARGE - RAINFALL RELATIONSHIP

شكل رقم (٣) العلاقة بين كميات المياه السطحية و الامطار

Geo-electric Cross-sections - Tihama

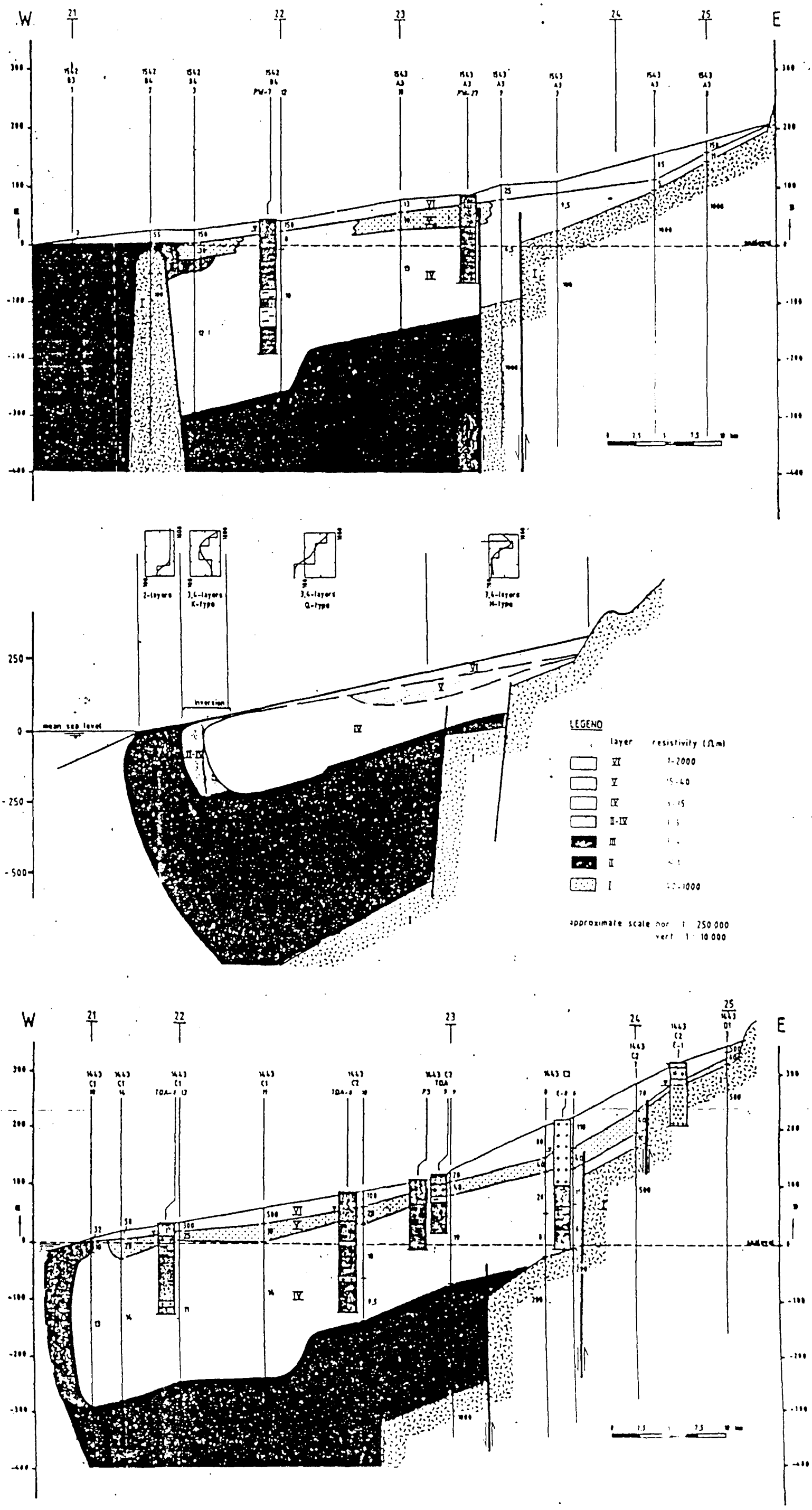
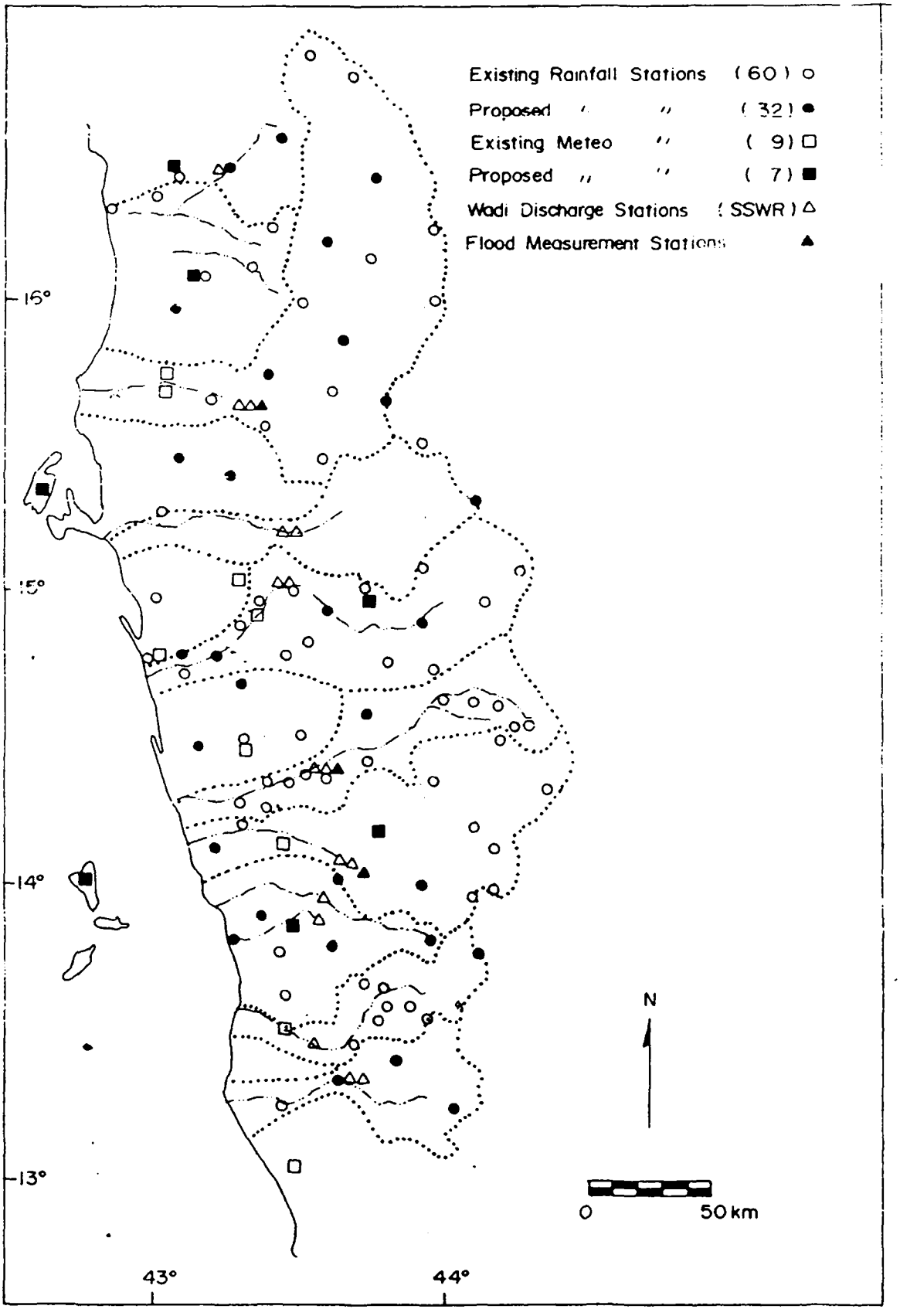


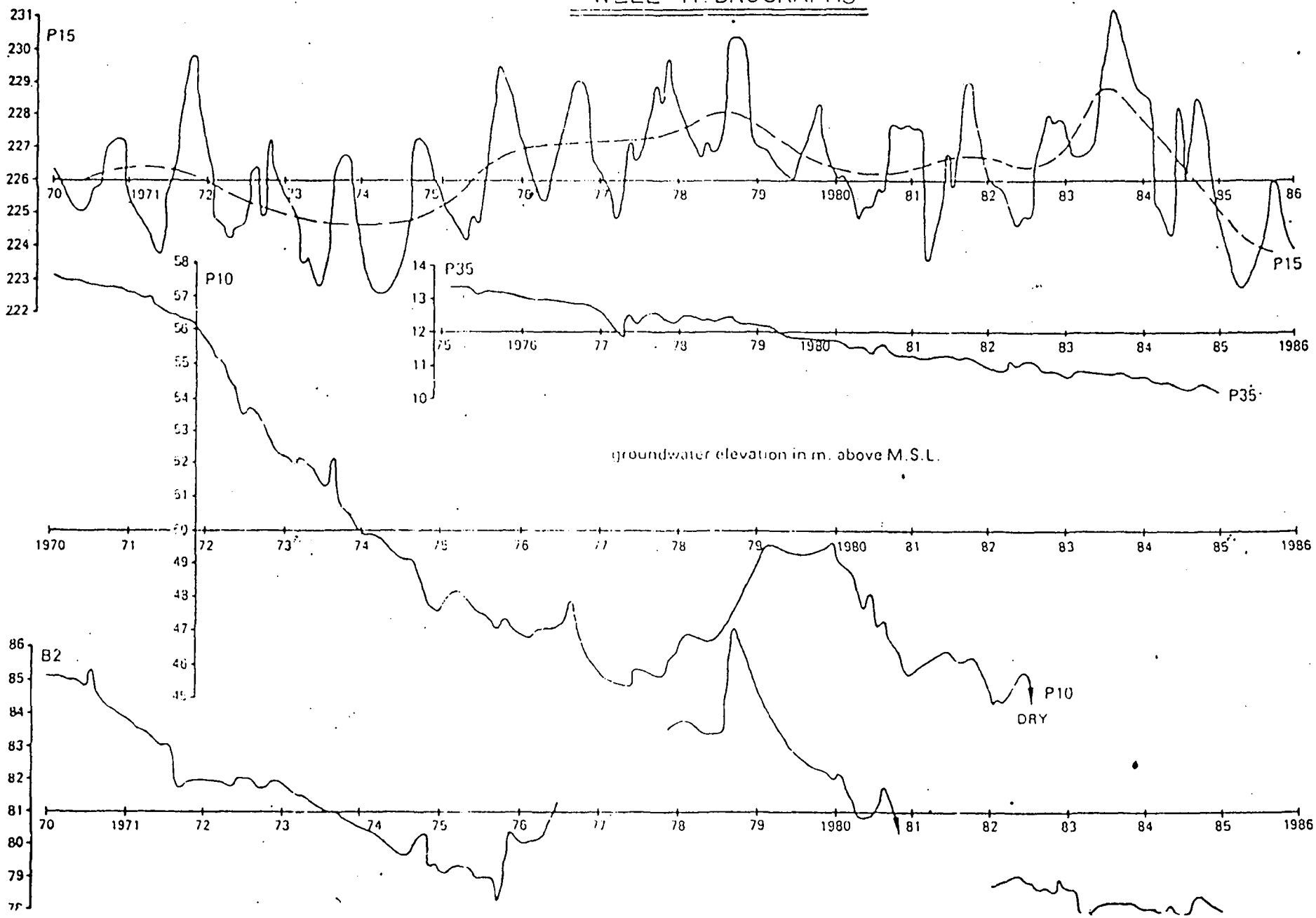
FIGURE 5 شكل رقم (٥) محطات الرصد والامطار في حوض تهامة

HYDROLOGICAL MONITORING NETWORK IN THE TIHAMA BASIN



شكل رقم (٦) المنحنيات المائيه الـزمنيـــه للآبـــــار

FIGURE . 6 WELL HYDROGRAPHS



المـــراجـــــع العـــــربيـــــة :

١ - ابراهيم عبد الجبار الدومى : المصادر المائيه وآفاق تنميتها فى الجمهورية العربية اليمنية ١٩٨٢م.

٢ - ابراهيم عبد الجبار الدومى : دراسة عن المصادر المائيه وترشيد استخدامها فى الجمهورية العربية اليمنية ١٩٨٣م.

٣ - مشاريع مياه الشرب وادى مور ، الهيئة العامة لتطوير تهامة ، تقرير داخلـــى .

المـــراجـــــع الاجنبيـــــــه

English References

1. DHV (1983): Water Resources Study - Tihama Coastal Plain

2. DHV (1988): Tihama Basin Water Resources Study

GROUNDWATER MODEL OF THE RADA BASIN

(summary of a report for the Rada'
Integrated Rural Development Project)

The purpose of this study was to develop a groundwater model of the Rada groundwater basin which makes it possible to:

- determine the groundwater potential of the area;
- make credible forecasts of water levels under different exploitation scenarios in order to find the optimum abstraction regime;
- use it as a water management tool for determining the effect of different abstraction scenarios on the water table.

The need for a better insight in the groundwater regime of the Rada basin originated from the rapid increase of the abstraction and demand for water for irrigation and drinking water supply of the rapidly growing towns. The total abstraction exceeds the groundwater potential of the basin considerably and leads to a continuous decline of the water level, and the drying up of springs and dug wells.

The study was carried out in two phases. Phase 1 includes the development of the finite-element model and the steady-state calibration phase. Phase 2 includes the unsteady-state calibration phase and some planning runs.

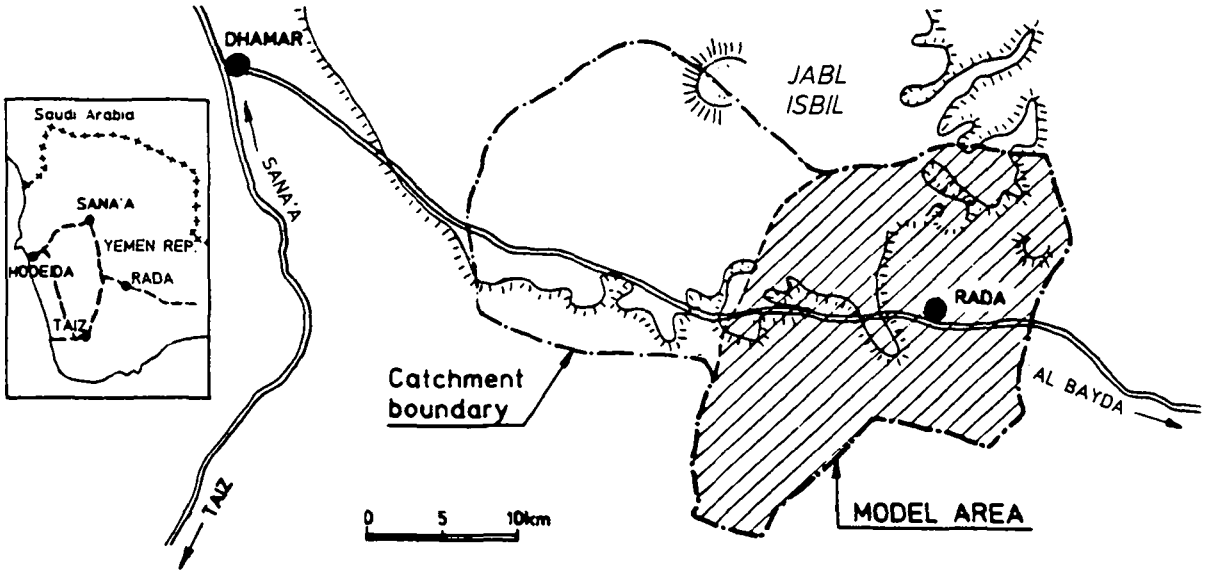


Figure 1: The Rada catchment and model area

The Rada Basin forms the eastern part of a groundwater catchment in the west of Al Bayda Province in the highlands of the Yemen Arab Republic. The area of 400 km^2 lies at elevations between 2000 m and 2700 m and is underlain by Precambrian gneiss, Cretaceous sandstone, and Tertiary and Quaternary volcanic rocks. Tectonically the area lies on the eastern boundary of the Red Sea Graben, resulting in a westward stepwise downward movement of the different formations along a number of large step faults with a NW-SE orientation.

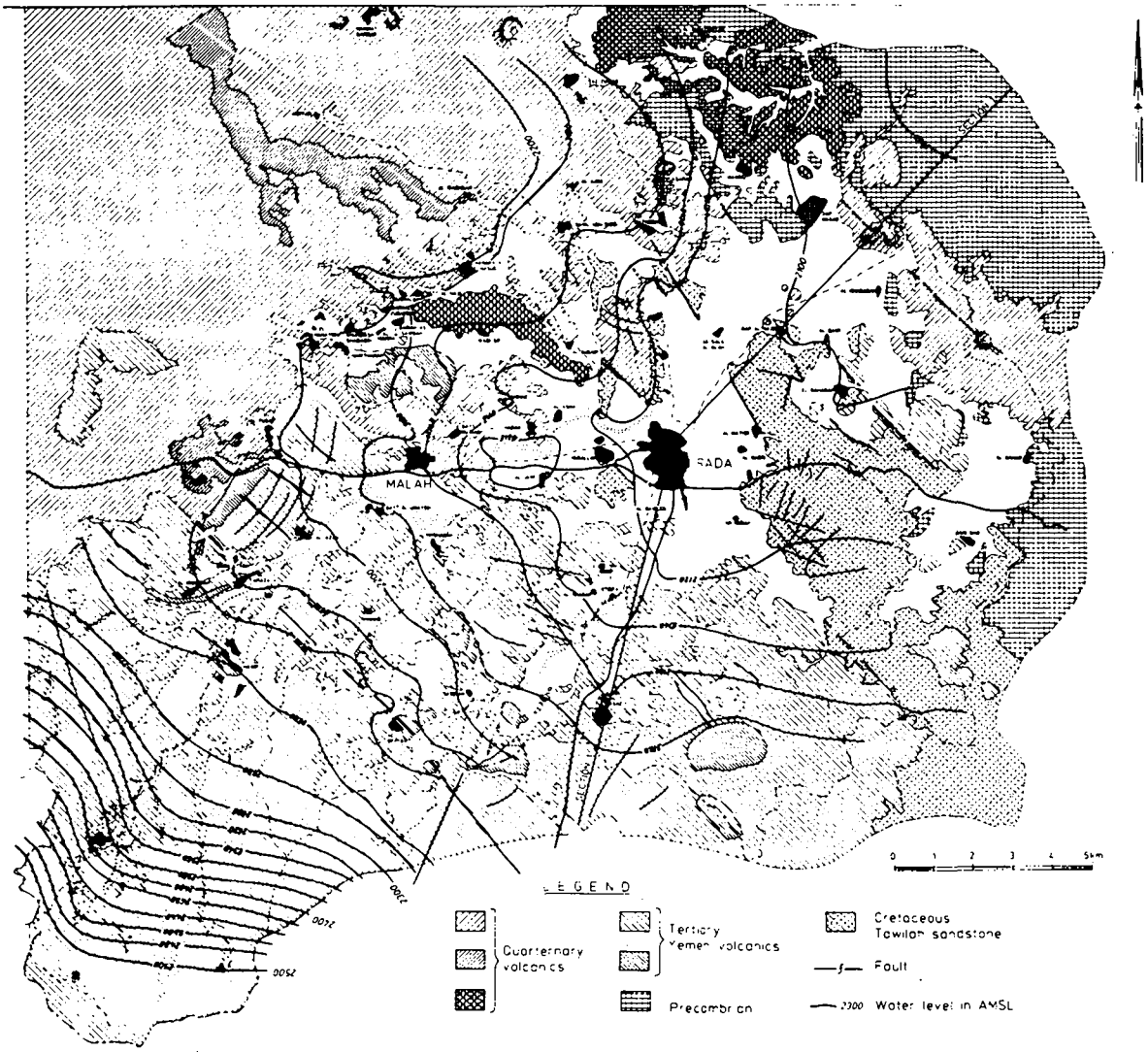


Figure 2: Geology of the Rada basin with the 1983 water level elevation at the start of large scale irrigation.

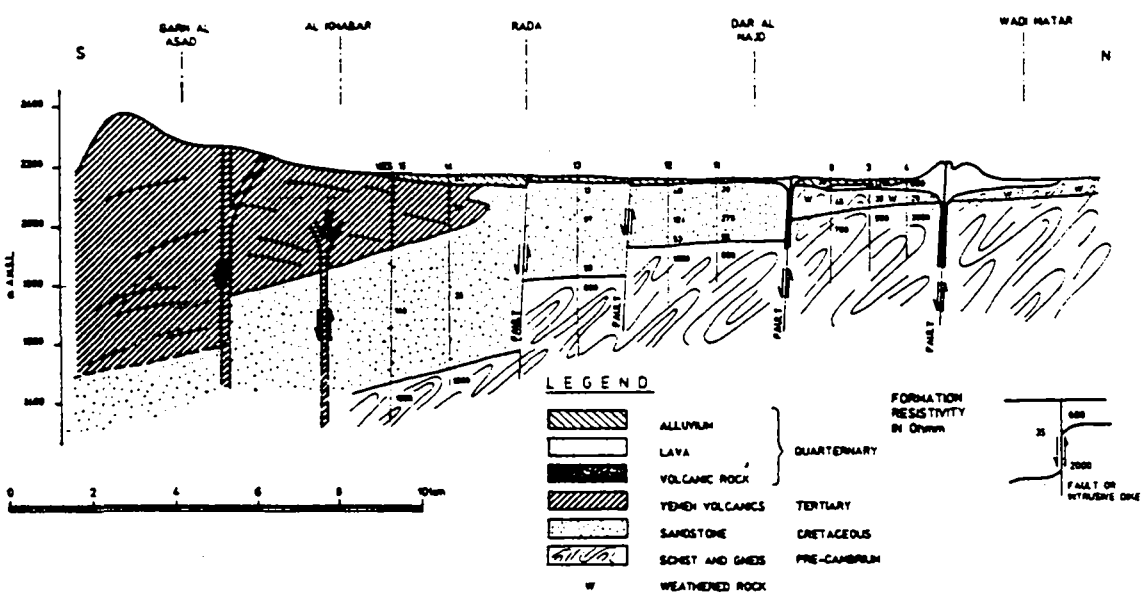
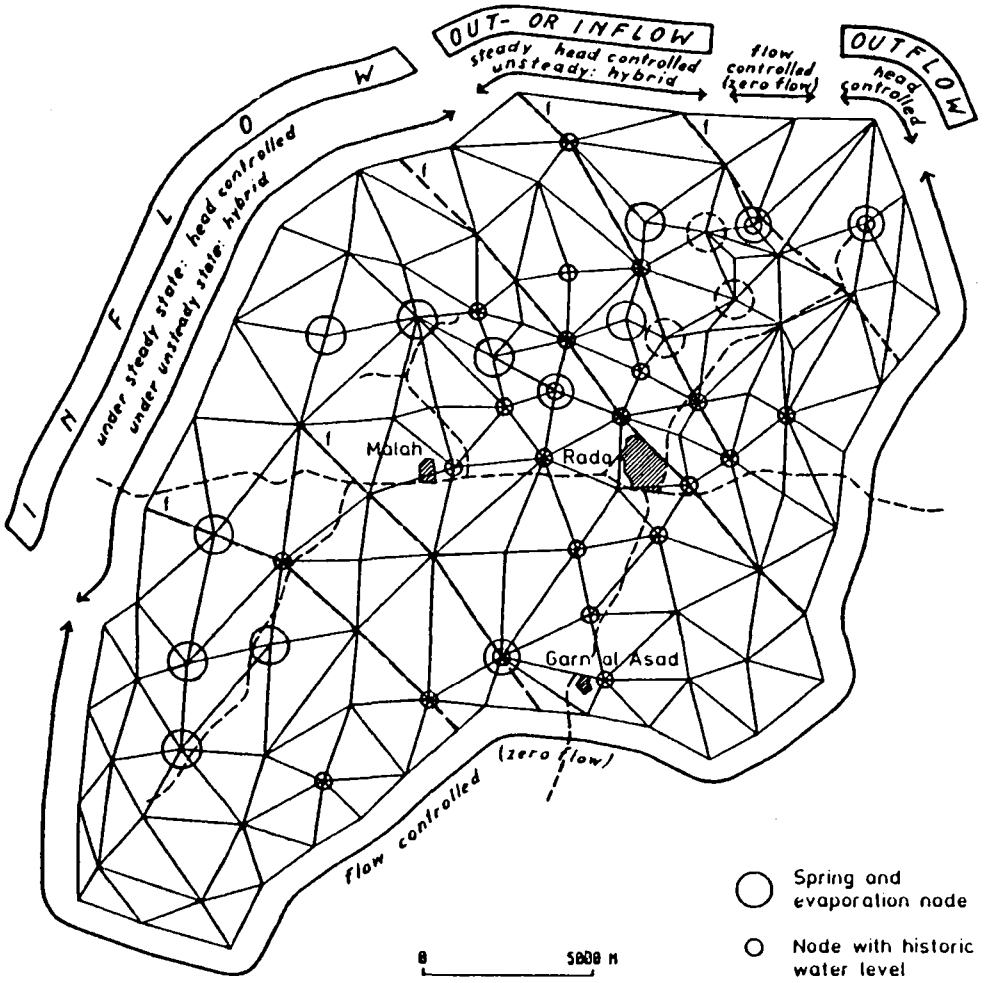


Figure 3: North-south geological cross-section of the Rada basin

Groundwater occurs in secondary aquifers formed by weathered Precambrian rock in the northeastern part, Cretaceous Tawilah sandstone in the central and eastern part, and the Tertiary Yemen Volcanics in the southern and southwestern part of the basin. All aquifers are interconnected and of low to moderate permeability. Higher permeability is found along the major faults, which have a marked influence on groundwater flow. The difference between the highest and lowest water table in the area is almost 500 m.



(veschuif 14 c)

Figure 4: Nodal network and boundary conditions of the groundwater model during the steady-state and unsteady state calibration phases.

In the finite-element model the complex secondary aquifer system is simplified as an unconfined aquifer with a free water table. In the northern and central part, recharge of groundwater occurs mainly by a lateral NW-SE groundwater flow below the Quaternary lava flows of Jabl Isbil into the Rada plain. Infiltration by rainfall is the only source of recharge in the south. Before 1980, groundwater discharge used to occur by spring flow and evapotranspiration of shallow groundwater in the central and northern part of the basin. During the last 10 years, however, natural groundwater discharge has been replaced nearly completely by pumping for irrigation, resulting in a shortage of water in the southwestern part of the basin and the drying up of springs. The model simulates spring flow and evapotranspiration of shallow groundwater and the inflow of groundwater under steady-state conditions by means of fixed water levels at the springs and inflow boundaries.

The model was calibrated first on a steady-state basis for the pre-1980 situation on 30 historical water levels corresponding exactly with the positions of nodal points in the finite element network. This was followed by calibration under unsteady-state conditions for the 1983-1988 period for 23 of these observation points. This calibration procedure in two phases was followed in order to limit the number of unknown parameters to two during each phase. During the second calibration phase some minor adjustments to the steady-state calibration results had to be made in order to obtain a better overall result.

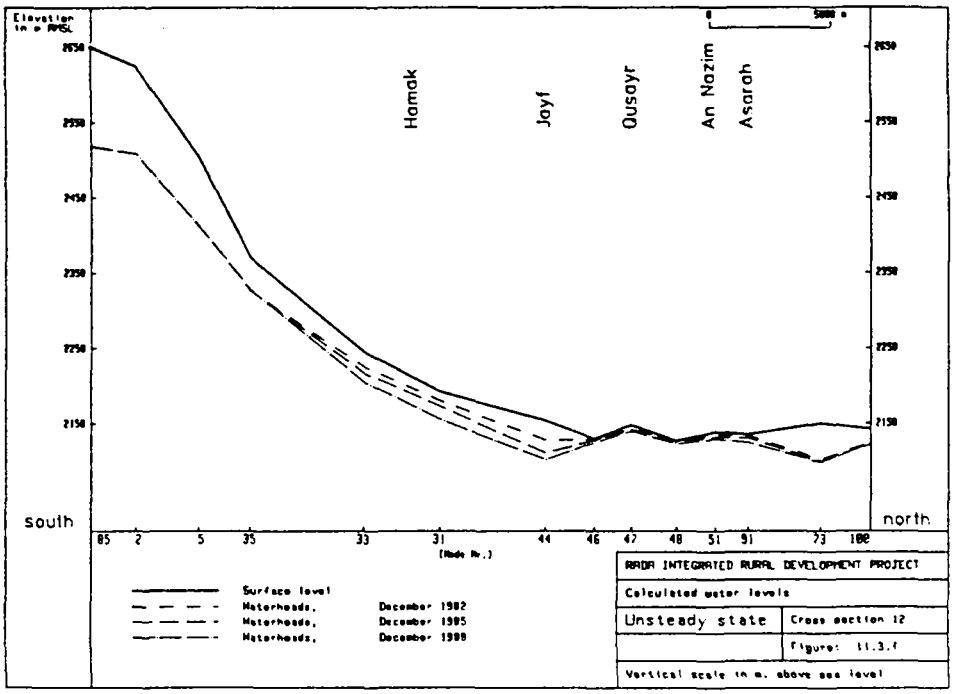


Figure 5: SW-NE cross section over the Rada basin showing historical and calculated water levels after steady-state calibration.

Table 1, presenting the water balances of the area under historical steady-state and unsteady-state conditions as a result of the two calibration phases, reveals that about 70 % of the groundwater recharge, approximately 7.2 million m^3/year, is lateral inflow along major NW-SE trending faults from below the Jabl Isbil basalt plateau over the NW boundary of the model. Infiltration of rainfall contributes 3.3 - 4 million m^3/year to the groundwater reservoir for the whole model area. The total recharge to the model area thus amounts to 10.5 million m^3/year. Part of this flow, 6.8 million m^3/year, discharges under pre-1980 conditions at the springs of Wadi Tha, Wadi as Sir, Qusayr, Hajafah, Mawka and Wadi Matar. The rest of this flow recharges the groundwater in the central and northern Rada plain. The recharge of groundwater in the southern Rada plains and valleys is in the order of 2 million m^3/year only. The pre-1980 abstraction of groundwater for irrigation from shallow wells of 1.8 million m^3/year around Rada lowered the water table in the plains north and east of the town by up to 10 m. The large NW-SE trending fault over Rada plays an important role in groundwater flow in the area.

Under unsteady-state conditions the model simulates the fluctuations in the water levels and in the respective components of the groundwater balance equation under the influence of the changing input and output variables in time, such as rainfall and well abstraction. Under unsteady-state conditions the boundary conditions are no longer fixed, but are subject to changes in the model area itself.

Table 1: Total water balance of the model area under steady-state and unsteady-state conditions.

	Recharge			Discharge				Storage change
	Rain	External lateral boundary flow	Total recharge	Well abstraction	Evaporation + spring flow	External lateral boundary flow	Total discharge	
Steady-state calibration								
nat[1]	3.3	7.2	10.5	0.7	8.5	1.3	10.5	0
p-80	3.3	7.2	10.5	2.4	6.8	1.3	10.5	0
Unsteady-state calibration								
1983	3.9	7.5	11.4	16.5	3.8	1.2	21.5	- 10.1
1988	4.0	7.2	11.2	18.7	1.2	1.3	21.2	- 9.9
Prediction								
2000	4.0	7.0	11.0	24.1	0.0	0.9	25.0	- 14.0

nat: natural steady state conditions; p-80: pre-1980 irrigation

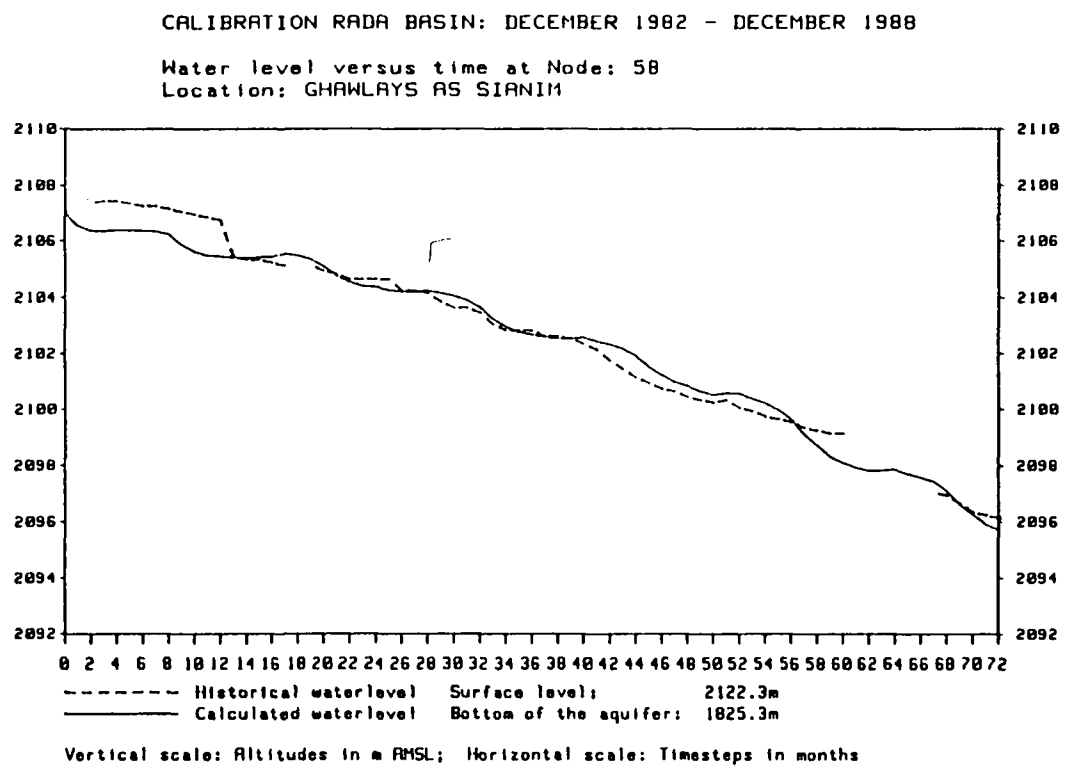


Figure 6: Unsteady state calibration; Dec. 1982 - Dec. 1988. water level versus time at node 58: Gawhlays as Sianim.

Extensive drilling for irrigation after construction of the Dhamar - Al Bayda road has resulted in a higher demand for groundwater, which cannot be met by recharge only. Water is taken from the storage of the aquifer, leading to depletion of the aquifer; this is clearly visible in the unsteady-state calibration phase (see water balances of 1983 and 1988 in Table 1). As a result, the water levels drop, especially in the areas where high abstractions

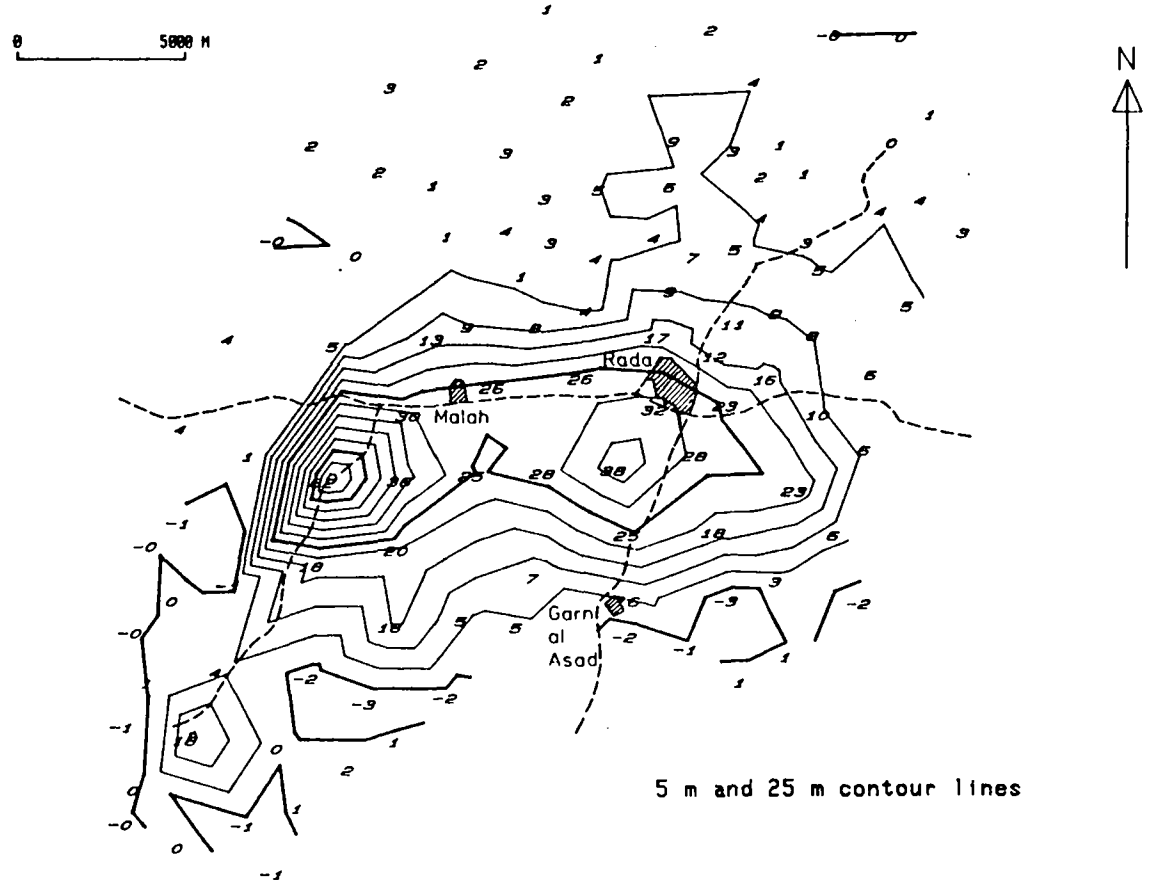


Figure 7: Water-level decline over the period December 1982-December 1988.

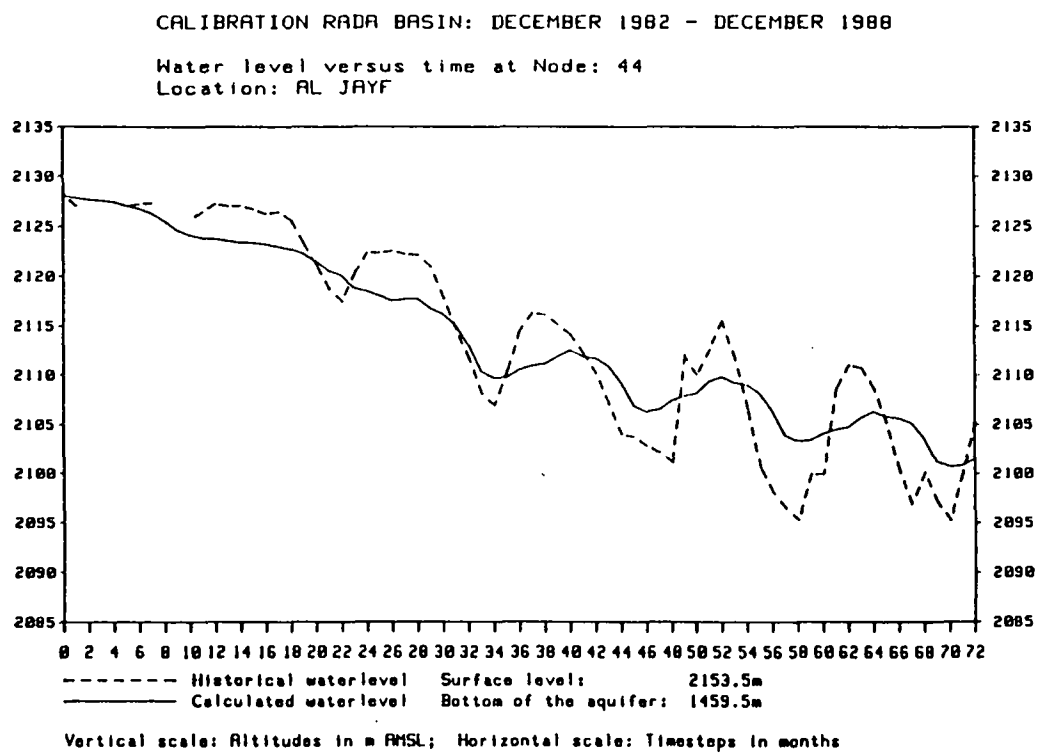


Figure 8: Drop in water level from Dec. 1982 - Dec. 1988.
at node 44: Al Jayf in the central Rada plain.

are combined with low transmissivities and low storage coefficients (in the central area south of the asphalt road). At the end of the calibration period in 1988 the evaporation had been reduced to less than 15 % of the volumes found under steady-state conditions. This is a positive effect of the aquifer depletion, since water that was earlier lost to evaporation, now serves irrigation or household purposes.

In the central area the model generates water levels that closely follow the historical water levels measured in a number of wells during the period 1983-1988. In a few places at the periphery of the model area, the correlation between measured and generated water levels is poor due to local aberrations or inhomogeneities, which cannot be simulated with the coarse nodal grid of the model.

After the model had been calibrated satisfactorily, we made three planning runs under different scenarios: autonomous development, extra abstractions for the water supply of Rada', and reduction of the private abstractions. It was shown that when the abstractions continue uncontrolled, the aquifers in a large part of the area will be depleted in the course of time. Brackish water will start to flow in the direction of the central area around Rada'. The area chosen for the well field of Rada' will be secure, however, for the coming decades. The extra drop of water levels there, in addition to the expected fall of approximately 60 m, will be in the order of 20 m in the well field itself. The model revealed that with 50 % reduction of private abstractions a new equilibrium will be established, and that the cone of depression now growing south of Rada' will diminish, thus avoiding the danger of saline water intrusion from the northeast.

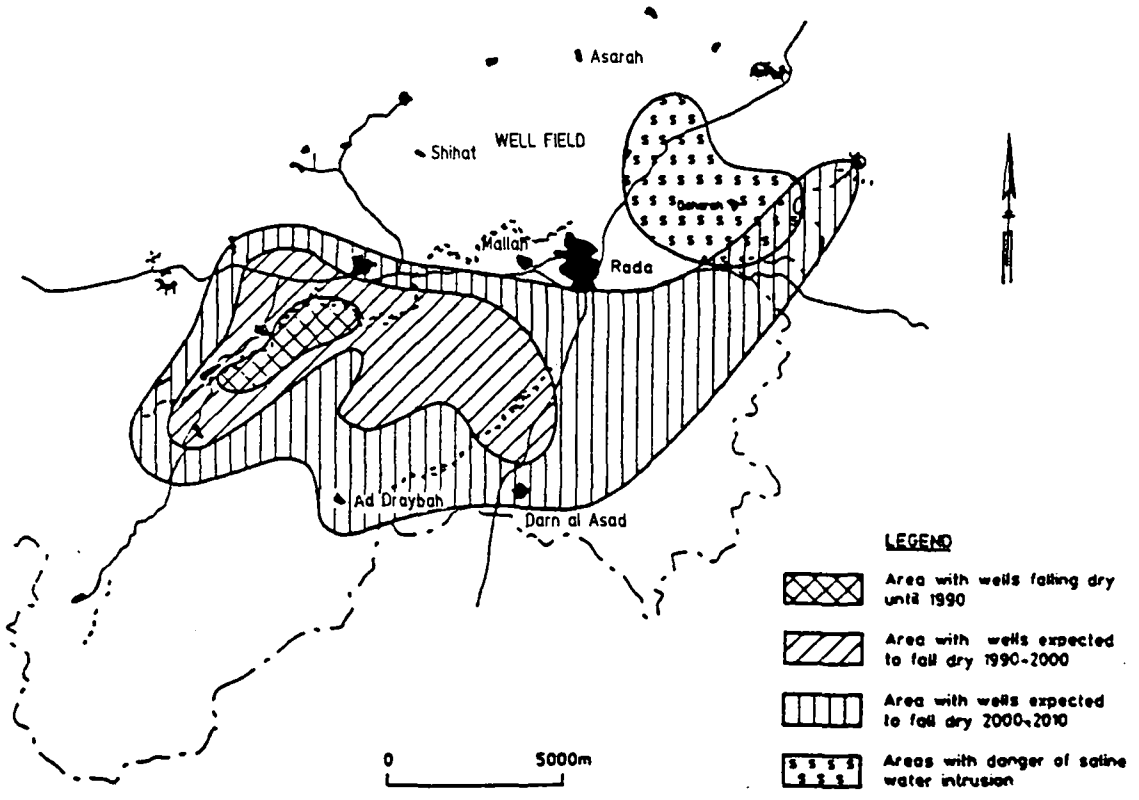


Figure 9: Endangered areas for groundwater depletion and saline water intrusion

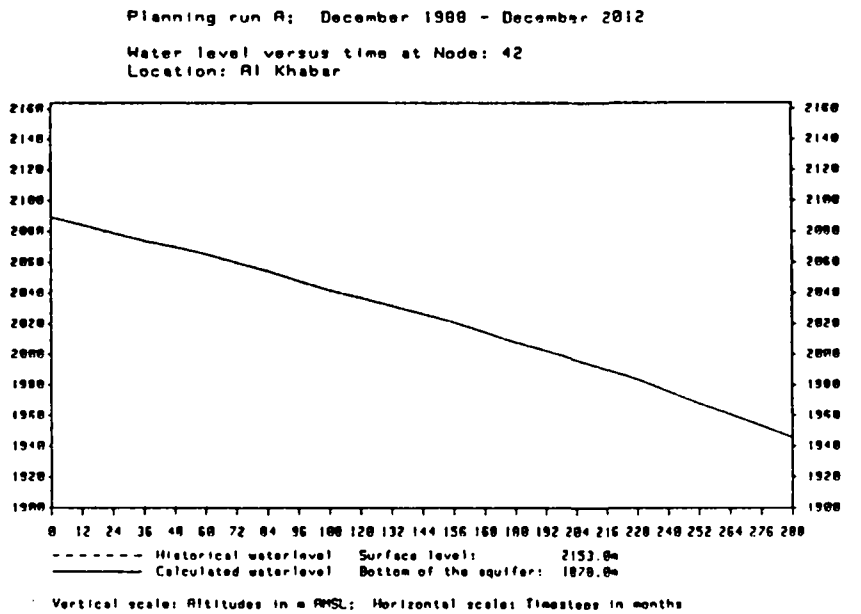


Figure 10: Water level decline at RIRDP - Al Khabar under autonomous development 1988 - 2012

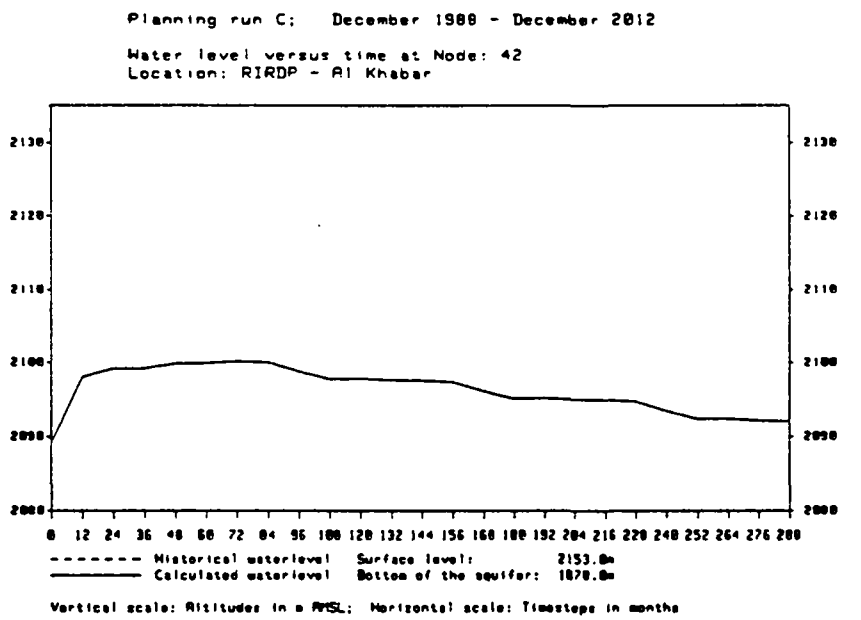


Figure 11: Water level stabilization at RIRDP-Al Khabar under assumed 50% reduction of abstractions for irrigation from 1988 - 2012.

The groundwater model is now ready for installation on the HP Vectra computer at the RIRDP office. Thorough guidance will be indispensable, however, to familiarize the Yemeni staff with the model, to keep the model operational and to carry out the necessary calculations.

THE ARID LANDS INITIATIVE

72A Bridge Lanes, Hebden Bridge, W. Yorks. HX7 5TE.
Tel: (0422) 883549 or (0422) 842416 Fax: (0422) 842465

The Hanging Gardens of Arabia

The Yemen, an extraordinarily beautiful and little known country, is an arid land, dominated by a volcanic mountain massif where, from ancient times, a rural population has sustained itself by farming on the intricate terraces that have been carved into the mountain slopes running down to the Red Sea. Although the Yemen is surrounded by deserts and lies in the same hot, dry climate as its closest sub-Saharan neighbours, Ethiopia and the Sudan, its farmers have, over some three thousand years, evolved a balanced and integrated range of farming strategies which not only ensure household food security but also make Yemen's staple food production higher yielding and more resilient to drought than other Sahelian countries.

What makes Yemeni traditional agriculture a model of sustainable, low-rainfall farming?
To understand the success of the Yemeni agricultural system, one has to look first at the fertile highland terraces in the spectacular 3000m. massif that runs the length of the country, and at the crucial part they play in the prosperity of the plains far below. In every catchment, each of these terraced fields are linked to one another by overflow channels; each field is levelled, with a bank around it, and down each gulley, culverts are built so that when the rain eventually arrives, water is spread out along the contours and is held by the soils before flowing on to the next field. In this way, the terraces conserve the minimal rainfall without allowing it to be wasted down the steep mountain slopes.

As the mountains plunge down towards the Red Sea, so the rainfall decreases and temperatures soar. One would expect this foothill territory to be a barren waste with the threat of drought and famine ever-present, but on the contrary the Tihama, as it is known, is a very fertile area. Here the farmers of the wadis (valleys) rely largely on the water and top-soil swept down from the mountains, banking their fields to form huge basins to trap and spread the water. Each farmer along the course of the flood retains the passing water for an agreed period and then passes it downstream to his neighbour, a 'water-master' ensuring that the age-old laws based on Islamic principles of water allocation are observed and arbitrating in areas of dispute.

Coupled with this highly developed system of water harvesting are husbandry practices that have been part of Yemeni farming for generations, mainly focused on unique tillage tools and techniques to maximise moisture conservation and fertility in the soil; limited household livestock production with controlled grazing; effective use of all household and animal wastes – manures, wood ash etc. – as fertilizers; and the controlled coppicing of trees.

But perhaps the underlying strength of the Yemeni agricultural system is the part that the local community, and in a wider context local and regional government, play in supporting individual farmers in their traditional practices. Farmers have had access to community credit at low or zero rates of interest, have been able (through the local community) to exercise control over local and regional crop prices, and could take advantage of household and community storage facilities for crops in bumper years. At a regional government level, strong legislative mechanisms governed land, labour and water disputes, and at state level, realistic pricing policies were designed to encourage local self-sufficiency and to limit imports, with fiscal policies favouring a predominately rural sector.

Thus the Yemen was a living, working example of how a successful indigenous farming economy evolved, over the centuries, its own localised food production and community support systems which protected it from the ravages of drought and famine that have decimated the populations of its closest neighbours.

What has happened to this two-thousand year-old system in the past two decades?
Quite simply, the last two decades have seen the beginning of what threatens to be the total collapse of the traditional Yemeni farming system. High up in the mountains, the terraces that have taken so many centuries to perfect are being allowed to crumble and erode. They have been stripped of trees and shrubs for firewood, and without vegetation to bind the soil together and without well-maintained terrace walls, hugh chunks of fertile farmland are being swept away down the mountain-sides towards the Red Sea. Where there were once lush terraces, there are now yawning ravines.

Lower down the mountain slopes, the effects of the loss of the highest terraces are clearly visible. The debris washed down into the valleys by increasingly violent floods has transformed fertile wadis into boulder-strewn wasteland – in parts, as much as 80% of cultivable land has been washed away or covered by up to four metres of rubble.

And even at the very bottom of the system, in the plains of the Tihama, farming is under threat. Although there is still plenty of water, the irrigation systems in this area are becoming clogged up by the growing mass of topsoil and debris washed down from the mountains in the floods. It is therefore proving easier in the short term to obtain water by pumping it up from the ground-water reserves, with the result that these finite resources are now being over-exploited – shallow wells are turning dry, saline water is being drawn inland from the Red Sea and even domestic drinking water supplies for the cities is threatened.

From the highest mountains to the lowest plains, the precious soil upon which 90% of Yemen's entire population depends for food production is being eroded by the very rainfall upon which the farming depends, and with the accelerating domino effect of this loss of landscape comes a threat of the entire collapse of Yemen's rural economy and the disappearance of its unique cultural heritage.

What are the underlying causes of the progressive collapse of Yemen's traditional sector?
When the Yemen opened its doors to the outside world in the 1960s and to the western development organisations with their offers of aid and modernisation, there was little attempt to look ahead to the long-term effects that the implementation of aid programmes might have upon the Yemen. That until twenty years ago the Yemen was a healthy and productive farming economy, sustained over thousands of years by proven, preventive dryland husbandry methods, was of little interest to the major western 'development financiers' such as the World Bank, whose policy it is to encourage national agricultural developments biased towards market-oriented mono-cropping of high value cash crops, and under which policy, production output is maximised in the short term in order to satisfy fiscal requirements to balance state debts with export-earned foreign exchange.

In other words, it made sense for the multi-national aid organisations to direct their agricultural aid – their package of fertilisers, chemicals, pumps and technical expertise – to the section of the Yemeni farming community which responded quickest to such an investment. It should be remembered that this aid comes from the top down, since the UN Charter of 1947 obliges funding agencies to work with and through Central Government, with no mechanism to provide direct support for local communities and farmers. Thus 10% of Yemeni farmers – those who have access to groundwater in the flatter areas – are the beneficiaries of virtually all the aid directed at the agricultural sector, leaving the remaining 90% of the farming population literally high and dry.

So what have two decades of aid from outside agencies brought to the Yemen?
Certainly growth and material wealth to the cities, with a higher standard of living, cheaper food as a result of subsidised grain imported from the west, and virtual self-sufficiency in fruit and vegetables resulting from the emphais on irrigated cash crop production. The chance of employment at higher wages away from the land for increasingly large numbers of people, coupled with greatly increased educational opportunities, has given rural children in particular the opportunity of finding work outside their native villages.

But there is a price to be paid for all these highly visible short-term 'benefits' that is far in excess of the aid received, and this hidden cost is only now becoming clear. Greater material wealth in the cities is drawing ever-growing numbers of people – land-owners and tenant farmers alike – away from the land. Increased urban populations require larger and larger quantities of fuel and water, so the mountain terraces are being denuded of trees (to such an extent that the World Bank estimates, that at the present cutting rates, there will be no trees left in Yemen in another 20 years), and at present extraction rates groundwater reserves in many areas are equally threatened. The effects of subsidised imported grain means there is now little incentive for mountain farmers to maintain their land, repair their terraces or replant their trees for future generations. Because there is now education for all, children spend much of the time they once spent helping on the land in school, later moving on to further their studies or take a well-paid job in the city. So not only is there a crippling shortage of labour causing the abandonment of highland terraces, but the chain of traditional farming knowledge handed down from father to son, upon which thousands of years of successful Yemeni farming practice is based, is in danger of breaking without hope of repair.

What can be done to halt and reverse the process of economic and environmental degredation?
There is still time to save the situation, but only if the major development agencies are prepared to look again at the motives and priorities upon which their investment decisions are based, and to realise that it is not short-term, large-scale projects in the valleys and plains that the Yemen needs, but a commitment to long-term help at a local level. Any new development projects must build on Yemen's traditional skills and community spirit, and support the less productive but precious renewable resources of soil, trees and landscape upon which the majority of Yemen's farmers continue to depend.

As the television programme so clearly shows, help is desparately needed for the small farmers who remain dependent on rain in the mountains and wadi areas – practical help with rebuilding terraces, replanting trees and building permanent diversion structures to reclaim the devastated wadis; training at local farm and community level in practical initiatives to support that part of the farming sector susceptible to desertification; help through the introduction of credit facilities; and help through long-term financial incentives in soil regeneration and conservation, pasture revegetation, reaforestation and water harvesting.

Practical incentives are also required to reduce the demand for firewood by introducing fiscal support for the introduction of gas stove technology to replace charcoal and wood in all public and private cooking facilities, and policy actions must be implemented to protect home-produced grain crops from unfair competition from subsidised imports in the souq.

Above all, the multinational and bilateral aid-giving bodies should start to listen and learn from the farmers and community leaders typified in the film, and heed their advice as to the best ways forward in the short time remaining.

What general lessons should be learnt from the story of 'The Hanging Gardens of Arabia'? Perhaps the clearest message to emerge from the film is that, until the Yemen was drawn into the 'world economy' and opened its doors to international funding and the development agencies, it was a model of arid-zone sustainable agriculture – a living and working example of a system of food production (perfected over many centuries) capable of supporting a whole society. The western aid packages of the past two decades have, by attempting to ameliorate certain of the harsher aspects of Yemen's life and to introduce the benefits of the developed world (such as education), created an imbalance that did not exist before.

As a consequence the Yemen is now in real danger of a general economic and ecological collapse (as a result of soil degradation, loss of fertility, erosion and crop failure in its agricultural sector), and continuing aid is therefore essential. But what is demonstrated with such clarity in this film is that sustainable agricultural systems can be so quickly devastated if the economic criteria upon which development strategies are based take into account only short-term production increases and fail to account for the long-term costs and benefits of natural resource management.

In the film the farmers themselves state their conviction that the processes of environmental degradation can be halted and reversed, but only if development resources are redirected now towards longer-term initiatives for the rain-dependent farmers of the mountains and wadis and the spirit of cooperation that formerly existed in communities is renewed and supported. For this to happen, agricultural development priorities must be redefined, and economists must take account of the long-term social and environmental costs and benefits which are simply excluded from their present simplistic, short-term models.

Consequently, outside experts must rid themselves not only of the assumption that their solutions (invariably implemented from the top-down), are more 'bankable' than locally perceived priorities based on the wisdoms of generations of farmers, but also of the notion that the traditional, sustainable rain-dependent subsistence farming systems of 90% of the Yemen's farming population are somehow less important that the modern, high input/high output cash-cropping systems of the other 10% of the farming sector.

If development agencies do act in time, and through the right channels, Yemen's unique natural resources, landscape and heritage can be saved; furthermore concerned organisations have the chance of learning invaluable lessons for other Sahelian countries where degradative ecological and economic processes are so much more advanced. They might even come to recognise that it is the small farmers of desert Islamic cultures such as Yemen that are the real experts in farming the world's very dry places, and that there is no reason why such age-old proven methods of subsistence farming and land reclamation should not be successfully transferred to those countries of the sub-Sahara and Horn of Africa that are now devastated by drought and famine.

© A. G. Milroy, February 1990

APPLIED WATER CONSERVATION METHODS

By E.Mahmoud Sultan Naji,
SURDP

APPLIED WATER CONSERVATION METHODS

Introduction

Water is considered to be one of the most important mineral wealth in any country. Thus, water conservation, rationalization and prudent use is a national obligation. Water is the fundamental base on which comprehensive agricultural plans of operations are to be built in order to reach the level of self-sufficiency in the field of agricultural production.
Apparently, water is also of great importance in the field of industry, especially where cooling and cleaning of industrial equipments and machines are continuously required.

In general, we could say that, no civilization would have been founded and established absolutely without water, as no life could exist without it.
Based on the mentioned facts, we will explain in this lecture the most important presently applied and futurely applicable methods used to conserve one of the water resources, i.e. the groundwater resources, as this is the only resource used in our country for drinking purpose, and main resource for irrigation.

Before mentioning groundwater resource conservation methods however, it is necessary to know the origin of the water and the state of its natural existence within the ground layers, in addition to the circulation of water and principle of equilibrium which are considered as two important introductions to any groundwater aspect.

Origin of groundwater

There are many theories explaining the formation of groundwater in ground layers.
these theories are:

1) Theory of infiltration
2) Theory of condensation
3) Theory of sedimentation
4) Theory of chemical origin

Amongst the above theories, we will discuss only the first infiltration theory, as this is the most realistic and practiced theory presently, irrespective of some exceptional cases which are being interpreted through the other theories.

Water circulation in nature

Water in the oceans, dams, swamps, and soil spaces is continuously disposed to evaporation processed due to temperature and wind effects. This vapour together with transpiration vapours ascends towards the atmosphere where condensation takes place as a result of certain factors, and drops once again to the earth surface forming rain or snow.

Part of the rain water evaporate and reverts back to the atmosphere while part of it flows on the surface due to the law of gravity from higher to lower areas hence to the seas and oceans or dams or rivers. At the same time, part of the rain water percolates into the ground through the porous rocks in the ground layers and settles at certain suitable formations forming groundwater. Sometimes, percolation of water within the ground layers may continue until it reaches to certain openings where the water appears once more in the surface of the ground in the forms of springs creating streams and rivers.

The conception of water balance

The water percolated through the ground layers is considered to be the basical resource, or even the only, to recharge the groundwater, regardless of some other rinds of groundwater (such as confined and hot water).
If the quantity of the water abstracts from a certain water basin is equivalent to, or less than, the quantity of water infiltrated and percolated to the same basin, it could certainly be said that, this basin will never be jeopardized by the danger of depletion.
If the above mentioned fact is clearly known and spread publicly by the concerned partied so as to create awareness among the common people, it could be possible to minimize the excessive over- exploitation of groundwater.
The mistake being practiced in this field are as mentioned below:

1) Drilling of several wells beyond the capacity of the water basin.
2) Random drilling of boreholes and shallow wells at any place whether on rivers or springs or recharge areas.
3) Highly increased pumping hours and illogic use of water.
4) Drilling of wells inconformity to their own rules, and not to the specification of water engineers.
5) Non-existence of local authorities to organize irrigation aspects.
6) Inadequacy of the existing regulation in use concerning distance between well for the different water basins. Bearing in mind that this regulation is absolutely unsuitable for Taizz and Ibb area.
7) Absence of modern irrigation techniques and continuation of the people in applying the old surface irrigation systems.
8) Mis-using and wasting of water in houses, governmental departments etc...
9) Water trade.

The negative effects occurred

As a result of the above mentioned wrong practices and carelessness in using the groundwater, several problems has occurred, among which are the following:

1) Dryness of several streams which were the main surface water resource used for drinking and irrigation.
2) Depletion of some water basins which were used to supply towns with drinking water such as Haima basin in Taizz.
3) Failure of many rural water supply schemes because of depletion of its wells within short periods of time.
4) Occurrence of several dispute and disagreement between the people resulted by mis-using the regulation of interrelation between wells.

5) Loss of farms and agricultural products where ever water resources dry suddenly, spending uselessly great deal of money and efforts.
6) Abandonment and negligence of farmers for the simple surface water resources (rivers, streams), and their full dependence on groundwater, the fact which resulted in damage and destroying of several old cisterns and water reservoirs.
7) Intrusion of the salty sea water in coastal areas, and salinity of lands (Tihama plains).

Groundwater conservation and level increase methods

Groundwater conservation and increase of the water level could be based on two main ideas.

The first idea is: to consider the infiltration of rainwater to groundwater layers as a recharging resource for the groundwater.
This requires artificial structures in order to support the infiltration process and decrease water flow along the surface.

The second idea is: to minimize use of groundwater especially in filed of irrigation by adopting modern irrigation methods such as sprinkler and drip irrigation, and by a voiding of surface irrigation from wells.
Hereafter, we will discuss the first idea in view of the fact that this is the base to increase groundwater levels.

The rain in our country is little with very high intensity. This means high rate of rain-fall within short period of time. However, because of topographical conditions, a considerable part of the rain water flows along the surface and sheds finally into the seas, basins and oceans.
Further more, the emersion of the sun after the rainfall directly and blowing of the wind at some times increases the evaporation process of rain water.
Consequently, the quantity of water to be infiltrated into the ground layers will be lower than required and insufficient to ensure fixed water level throughout the year.

There are several factors affecting the surface flow of rain water, mainly:

1) Sloping of the ground surface and layer.
2) Existence or non-existence of vegetation cover.
3) Availability or non-availability of retaining (cross) structures.
4) Impermeable of the rock layers.
5) Increase of rain intensity.

Surface flow of rainwater usually takes place jointly with erosion of the fertile agricultural soil leading to desertification of the land.
For this reason, trying to minimize the effects of the mentioned factors serves both land and water conservation works.
In this field, there are several methods to be used.
These methods alternate between simple methodswhich could be undertaken by people themselves and expensive techniques which could only by executed by the government.

Among the simple inexpensive methods, we will mention the following:

- Contour cultivation: perpendicularly towards the land slope where the furrows and the plants could reduce the water speed, and consequently ensure the stay of water for longer periods increase its infiltration.
- Contour bunds: are simple soil retentions used to hold back the water.
- Conservation ditching in deep black soil: this are ditched in the deep black soil used to slow down the flow speed and to capture the water inside to infiltrate for long periods of time.
- Check dams: are a kind of small walls in the small water lines of the wadi: across the water flow. It helps to slow down the speed and retain the alluvium inside.
- Farm ponds: are soil ponds inside the farms of low areas used to increase the groundwater level in near areas.

Among the expensive methods are the following:

- Percolation ponds: are wide ponds similar to dams with regard to its structures and shape except that, percolation ponds are smaller than dams (in capacity) and have no in-takes. It is used only to recharge groundwater.
- Soil dams.
- Dams in general.

EFFECTIVE USE OF GROUNDWATER IN IRRIGATED AGRICULTURE

by

M.B. Farah
Chief Technical Advisor
UNDP/FAO/MAWR Irrigation Systems & Technologies Project
Sana'a Governorate

For Presentation at RIRDP Seminar
"From Depletion to a Prudent Use of Groundwater"
18 - 20th June, 1990
Rada'a

ABSTRACT

The Republic of Yemen is blessed with diversified climate favourable for the growth of a wide variety of agricultural crops. However, the potential growth of agriculture is constrained by limited water resources and wasteful and inefficient use of irrigation water. This paper describes the country's water resources, discusses groundwater exploitation and its inefficient use in agriculture and suggests some possible water saving and conservation measures.

EFFECTIVE USE OF GROUNDWATER IN IRRIGATED AGRICULTURE

By

M.B. Farah

INTRODUCTION

The Republic of Yemen is blessed with diversified climate namely: temperate, subtropical and tropical, which is favorable for the growth of a wide variety of agricultural crops. However, the potential for growth of agriculture, the most important sector in economy, is constrained by generally low rainfall, limited water resources, arable land and poor water management,

Irrigated agriculture is developing rapidly and irrigation consumes over 90% of water used. Irrigation is required for most winter (November to February) crops and essential for all high value crop production. Most irrigation developments are by the private sector and are largely unplanned, uncontrolled and inefficiently managed.

This paper gives general description of the existing water resources of Yemen, discusses groundwater exploitation and its inefficient use in agriculture and suggests measures for its conservation and efficient use in irrigated agriculture.

WATER RESOURCES

The water sources for agricultural, domestic and industrial uses come from surface (rainfall and runoff) and/or groundwater resources.

Surface Water

The climate of the coastal plain is characterized by low rainfall, high humidity and high temperatures, while the semi-arid to arid region of the interior has a great diurnal variation in temperature and humidity. The annual rainfall varying from 100mm in the eastern desert to more than 1,000 mm in the central highlands is a result of the westerlies and the monsoon effects. Runoff is considerable, but it occurs in brief floods and there are no perennial streams.

Rainfall and runoff have been captured very efficiently since ancient times and almost all the waters are utilized for irrigation using bench terraces on hill sides, various off-take structures (bunds) in Wadi beds and for domestic water supplies by constructing cisterns and small storage dams.

Groundwater

For the Republic of Yemen groundwater, the subject of discussion of this seminar, is the most important source of water. Significant reserves of groundwater exists in the quaternary sands and gravels of the coastal plains and interior regions, and the sandstones of the Tawilah. Other formations are also capable of providing useful quantities of groundwater, e.g the Yemen Volcanics, the Kohlan series and the Wajid sandstones. But, in national terms, because of limited data, the extent and potential of these reserves are largely unquantified. Groundwater abstractions for urban, industrial and agricultural use are also difficult to estimate. However available information indicates that "Groundwater mining" was occurring in major aquifers and withdrawal was taking place at a rate faster than the natural recharge.

PROBLEMS IN WATER USE IN AGRICULTURE

Groundwater has been used for irrigation since historical times. Traditionally it was extracted by hand and animals from shallow hand-dug wells. Only after September Revolution of 1962, has groundwater began to be extensively

developed for irrigation with the availability of well drilling equipment and mechanical pumps. Initially self-priming centrifugal suctionlift pumps for shallow wells were used and later, as water levels deepened, turbine pumps powered by diesel engines were introduced.

Depletion of Groundwater Resources

The rapid demand for groundwater exploitation has been influenced to a large extent by the fast expanding urban communities, the clear shift from subsistence farming to market - oriented agriculture and the existence of wasteful and inefficient uses.

The on-going growth of water demand, encouraged by the lack of economic incentives and water legislation, has created significant imbalance between extraction and recharge resulting in the rapid decline of groundwater table in most all aquifers with little hope of recovery. Estimates of average annual declines given in various reports are:

1 meter in the Tihama plain
0.5-2 meters in the Sana'a Governorate
3 meters in the Saadah area
and 7 meters in the vicinity of Rada

The decline in groundwater tables poses three concerns to irrigators:

1. Increase pumping lifts and higher energy (pumping) costs.
2. Rapidly decreasing yield of flow rate from irrigation wells, making it difficult to irrigate efficiently.
3. Depletion of groundwater resources, thus drying up of the shallow wells and springs and lowering the water quality.

Inefficient Agricultural Use

At present over 70% of the water use in market-oriented agriculture comes from groundwater resources. An estimated 25,000.00 wells have been drilled to supply agricultural water to an estimated 105,000.00 hectares. Wasteful and inefficient use of irrigation water, can be attributed to a number of factors, among them:

System of Irrigation and Over-irrigation

Essentially all irrigation in the Republic of Yemen is done using surface irrigation application techniques. This system involves applying water to the soil surface from natural springs, wells, reservoirs or Wadi flows by gravity or pumps through open and unlined ditches or canals located at the head end of the field.

In the absence of a design appropriate to the physical characteristics of the soil and exact land grading, prevailing irrigation efficiency is substantially low and a large percentage of water is lost through evaporation and seepage. Tremendous wastage of water also occurs due to local farmers tendency to over-irrigate their crops.

Absence of Economic Incentive and Water Law

There is a lack of incentive of the farmer to use water efficiently. Irrigation water comes from private wells. The owner no doubt incurs some capital expenditure for drilling, maintenance and operation. However, as groundwater is believed to be the property of the owner of the land, he has unlimited rights to extract as much water as he wants without being liable for the damage caused by excessive pumping to his neighbor or to the environment.

The Social and cultural conditions in the Republic of Yemen make little room for effective enforcement of any state legislation concerned with water use. Hence, there is no clear legislation that govern or could serve as a basis for administering and controlling groundwater drilling and abstraction for irrigation purposes.

AGRICULTURAL WATER CONSERVATION MEASURES

While the strategy of the Government of the Republic of Yemen is to optimize the use of the limited water resources in irrigation, protect the water aquifers and maximize agricultural production and productivity, the growing imbalance has been met mainly by increasing the water supply through drilling of wells and building of small dams, and water-demand management and its efficient use are totally overlooked. Water conservation measures are needed to bring an acceptable balance between the dwindling groundwater supply and the rapidly increasing demand in the Republic of Yemen. There are various conservation measures that can be adopted to reduce the use of agricultural water, including the following:

Control of the Excessive Pumping of Groundwater

Establishment of Water Laws and Regulations

A prerequisite to the development of groundwater resources is the determination of the withdrawal rate possible without causing undesirable effects. Uncontrolled extraction of groundwater can create severe economic consequences along with harsh environmental and social implications. Therefore groundwater must be perceived by the whole society as a limited and depleting national resources and its use must be administered and controlled by the Government through the establishment of water laws and regulations.

Groundwater Development

Extraction of groundwater should be reached through reliable methods of evaluation and strict supervision. Therefore there is a need to take out the guesswork from well drilling and enact good direction and control of the present extensive, uncontrolled drilling activities. Well drilling contractors must be registered and licensed and must also be legally bound to provide careful logs of each borehole drilled, adequate screen and gravel packing compatible with the conditions prevailing, as well as, development and testing before handing over

the well to the farmer. This will facilitate better selection of pumps and matching engines for each specific well.

Farmers Education

Farmers should be informed and warned that groundwater resources are limited, and that if the present rate of extraction continues, these resources are subject to total depletion in relatively few years. Farmers must also be educated about crop water requirements and the potential harm of over-irrigation. Such warning may reduce the excessive pumping and indiscriminate usage of groundwater.

Improvement of Irrigation Efficiency

It is the nature of irrigated agriculture to apply water to land in order to supplement the available water stored in the soil to produce crops of acceptable yield and quality. Irrigation is considered a major economic input, depending upon the type of the system used and cost of the water development. Considering there costs, the diminishing groundwater resources and the ever increasing water needs, irrigation systems deserve constant evaluation to assess over all efficiency to maximize economic returns.

Selection and Design of Irrigation Systems

Irrigation application systems are classified into four categories based on how water is applied: 1- **Surface irrigation Systems** distribute water on the surface of the soil by gravity, 2- **Sprinkler irrigation systems** discharge water through the air from sprinkler heads or spray nozzles mounted on pressurized distribution pipes, 3- **Microirrigation (drip) systems** discharge water through emitters, miniature sprinklers, or porous conduits at low flow rates and low pressure, and 4 - **Subirrigation systems** uses infiltration through the underground, but might be excluded here for its rather limited application.

The types of irrigation systems that can be used in the Republic of Yemen for the production of crops with the general characteristics and key factors to consider for the choice of the systems are listed in Table 1. Ideally, an irrigation system is designed to apply a predetermined amount of water so that each part of the irrigated area receives the same application depth. There is little differences in water consumed by most crops irrigated with any well-designed and managed irrigation system. However, there can be large difference in the amount of deep percolation and surface runoff or evaporation.

Unfortunately, no irrigation system is able to apply water with perfect uniformity. Hence major effect in irrigation system design should be to optimize uniformity of water application and reduce water losses. In surface irrigation design for homogeneous soils, limits on flow rates or furrow lengths are set so that nonuniformity will not be excessive. Hydraulic limitations on pipe networks for sprinkler or microirrigation systems must be similarly taken into consideration.

Improvement of Traditional Irrigation Systems

A significant amount of the wasteful agricultural water use can be saved by improving both off-farm and on-farm conveyance systems. The use of improved and efficient water use is however, totally unknown to the farmer. A nationwide on-farm irrigation water management programme is therefore a priority objective for the Government to motivate farmers to undertake measures that can improve the traditional surface systems, such as canal lining, piping, land levelling and canal weeding. It must be noted however, unless irrigation water is regulated or priced, there will not be motivation or economic incentive for the farmer to undertake such measures.

Introduction of Modern Methods of Irrigation

The use of modern irrigation methods such as localized (drip) and sprinkler irrigation can save a large amount of water, reduce cost of production and increase yields of crops.

TABLE 1

FACTORS TO CONSIDER IN SELECTING AN IRRIGATION SYSTEM (LIMITATIONS OF SYSTEMS)

Factors to Consider	Sprinkler Systems				Surface Flood ystems				Drip Systems
	Portable	Wheel Roll	Solid Set	Center Pivot	Boom (Giant)	Graded Border	Level Border	Furrow	
Slope Limitations									
Direction of irrigation	20%	15%	None	15%	5%	0.5-4.0%	Level	3%	None
Cross-Slope	20%	15%	None	15%	5%	0.2%	0.2%	6%	None
Soil Limitation									
Intake rate (cm/hr.)									
Minimum	0.25	0.25	0.13	0.76	0.76	0.76	0.25	0.25	0.05
Maximum	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	5.1	5.1	7.6	None
Water-holding capacity in root zone	7.6	7.6	None	5.1	5.1	15.2	15.2	10.2	None
Depth	None	None	None	None	None	Soil should be deep enough to allow for grading required.			
Erosion hazard	Slight	Slight	Slight	Moderate	Severe	Moderate	Slight	Severe	None
Saline-alkali soils	Slight	Slight	Slight	Slight	Slight	Moderate	Slight	Severe	None
Water Limitations									
Quality									
Total dissolved Solids (TDS)	Severe	Severe	Severe	Severe	Severe	Slight	Slight	Moderate	Slight
Suspended solids	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	None	None	Severe
Rate of flow	Low	Low	Low	High	High	Moderate	Moderate	Moderate	Low
Climate Factors									
Temperature control	No	No	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	No
Wind affected	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Adaptability to All Crops	Good	Good	Good	Fair	Limited	V. good	V. good	V. good	V. good
System Costs									
Labor cost	High	Moderate	Low	Low	Moderate	Moderate	Moderate	High	Low
Power cost	High	High	High	High	High	Low	Low	Low	Moderate
Application Efficiency	70-85	70-85	75-90	70-85	65-80	70-85	75-90	70-85	80-90

Modern irrigation systems is being introduced to the farmers at Sana'a Governorate through UNDP/FAO Project "Introduction of Appropriate Irrigation Systems and Technologies in the Sana'a Governorate". However the cost of these systems is substantial and cannot be expected from small and traditional farmers to undertake such investment without Government support in reducing or sharing capital costs through the establishment of easy credit facilities.

Reuse of Sewage Water for Irrigation

Because of the scarcity of water and excessive depletion of groundwater in the Republic of Yemen, Municipal wastewater can be an important water resources for irrigation, provided public health, environmental and agricultural requirements are satisfied, which in most cases, the removal of micro-organism and the reduction of nitrogen are sufficient.

A pilot project in Sana'a Basin, using Sana'a sewage water need to be established to demonstrate this concept.

SUMMARY AND CONCLUSION

The Republic of Yemen is facing serious water problems due to rapidly growing demand and diminishing water resources. While rainfall and runoff have been captured very efficiently, groundwater withdrawal is taking place at rate faster than the natural recharge. This problem is being aggravated by the existence of wasteful and inefficient consumption patterns with total neglect of efficiency and water management at the farm level.

The introduction of appropriate irrigation systems and Government enactment of legally binding drastic and immediate conservation measures can achieve the ultimate goals of (1) Saving water and (2) Using water more efficiently.

REFERENCES

Charalambous, A.N (1982) Problems of Groundwater Development in the Sana'a Basin, Yemen Arab Republic IAHS Publ. no. 136

Farah, M.B (1989) Irrigation Sector Overview and Suggested Areas for Assistance AG;/UNDP/FAO/MAF YEM/87/001 Irrigation Sector Paper.

World Bank (1990), Yemen Arab Republic, Irrigation Sector Study Report No. 8030 - YAR.

An-Namnari, S.S and Turkawi A. (1990) Monograph on Water Resources in the Yemen Arab Republic Technical Paper No. HWC 1.

RECOMMENDATIONS OF THE WATER SEMINAR

Introduction

Under the sponsorship of his Excellency the Minister of Agriculture and Water Resources, the national water seminar organized by the Rada'a Integrated Rural Development Project (R.I.R.D.P.) and entitled "Towards conservation and prudent use of groundwater" was held from 18 June to 20 June 1990.

The R.I.R.D.P. took the initiative to call for a national seminar in which water conservation and its prudent use are to be discussed, because of the great value and preciousness of water wealth in our life, for the great importance that the world people attach to water conservation and limitation of its random exploitation, and since the water situation in the Republic of Yemen is suffering from scarcity.

The seminar was attended by water specialists representing projects and other bodies. Several work papers were forwarded and lectures delivered. The discussions and negotiations in the seminar revealed the consensus of the participants on problems and solutions. They all agreed that the most practical and best solution for the problem is: the establishment of one water authority, issuance of water laws and drawing the attention of the government and local councils to the critical situation which the country will eventually suffer if the existing depletion of water resources, random drilling of wells and mis-use of water is continued as it is, and if attention is not paid to study sources of water pollution.
The seminar completed its work on Wednesday 20 of June 1990 and resulted in the following recommendations:

Recommendations

1. Consideration of water resources as national property which should be conserved and mis-users should be punished.

2. Quick completion of the legislations which are meant to regulate the exploitation of water resources, well drillings, random use of water, and protect the water basins which are used for town and village water supply purposes, according to the studies made on this aspect and the recommendations issued by the previous water seminars.

3. Aggregation of the different bodies involved in the water sector under a unified water authority, so as to join efforts and avoid duality in work.

4. Train and qualify the local staff in the field of water studies, execution, maintenance and operation and provide financial and moral incentives for those working in the water sector in rural areas.

5. Organization of scientific seminars, work shops and meetings for the concerned bodies regularly in order to enable them to coordinate and integrate efforts and possibilities, and to follow up the recommendations of this seminar.

6. To set-up a rural development unit annexed to the governor's office in each province. The main task and concern of the unit is to coordinate the efforts of the provincial coordination office and the LCCD's in water related problems in the province such as limitation of random drilling, controlling mis-use of water, and strengthening the principle of sharing wells between farmers.

7. To regulate the importation of drilling equipments and materials, and to supply pumps of suitable technical specifications in order to achieve efficient use of water resources. This will be done through a specialized technical committee in this field.

8. Ensure prudent use of water through limitation of pumping hours in relation to the productivity of the basin, determination of well depths and distances between wells in the different water basins, and to forbid the use of drinking wells for other purposes.

9. Continuation of inventory works for the different water resources and basins in the whole Republic of Yemen through the integrated water resources assessment projects, and study the potential water resources in order to extend construction of drinking, irrigation and industrial water supply schemes. In addition to this, the preparation of ground water models to predict future water resource and the finalization of covering the Republic of Yemen areas with complete water monitoring net-works in order to reach the preparation stage of comprehensive water planning for all the water resources in the country.

10. To protect the water basins from pollution and determine sources and spreading areas such as the Sana'a and other basins which are being threatened by pollution.

11. Completion of the sewerage systems in the towns, construction of sewage treatment plants, and support studies on re-use of treated water for irrigation.

12. Utilization of flood and stream water for ground water resources development through construction of new dams and water retention structures, and repair and maintenance of old dams.

13. To support studies and research in the field of prudent use of ground water such as study of water ration for the various field crops, selection of drought resistant varieties, application of suitable irrigation systems, optimized use of rainwater and generalization of agricultural trials.

14. To manufacture locally equipment used in modern irrigation systems and support and encourage the application of these methods by the farmers.

15. Re-distribution of expertise in the water sector according to activity requirements in each area of the Republic, and to oblige the newly graduated students to work in rural areas for two years following graduation.

16. To connect water studies in universities, institutes and technical centres with practical works and requirements of development plans in the country, along with the introduction of community development lessons within the education curriculum.

17. Encouragement of farmers to plant drought resistant trees because of its great importance in conservation of soil from erosion and activation of hydrologic cycles.

18. The participants are attaching an important role to the spread of awareness among the people on the importance of water resources, the existing critical situation of water in the ground basins, and the necessity of using water prudently for domestic purposes by using the different communication media.

PHOTOGRAPHS

1. The Dutch Ambassador meets the Deputy Minister of Agriculture and the General Manager of RIRDP

2. The Deputy Minister of Agriculture and the General Manager of RIRDP welcoming their guests

3. Opening of the seminar by the Deputy Minister of Agriculture

4. Opening lecture by the Head of Sub-section Geohydrology of RIRDP

5. Seminar participants discussing groundwater management

6. Practical problems in groundwater management are depicted in a short play (role-playing)

7. Almost hundred people attended the seminar

8. Dr. W.K. Boehmer explains the critical situation of the groundwater recources in Rada Basin

9. An attendant has his own thoughts

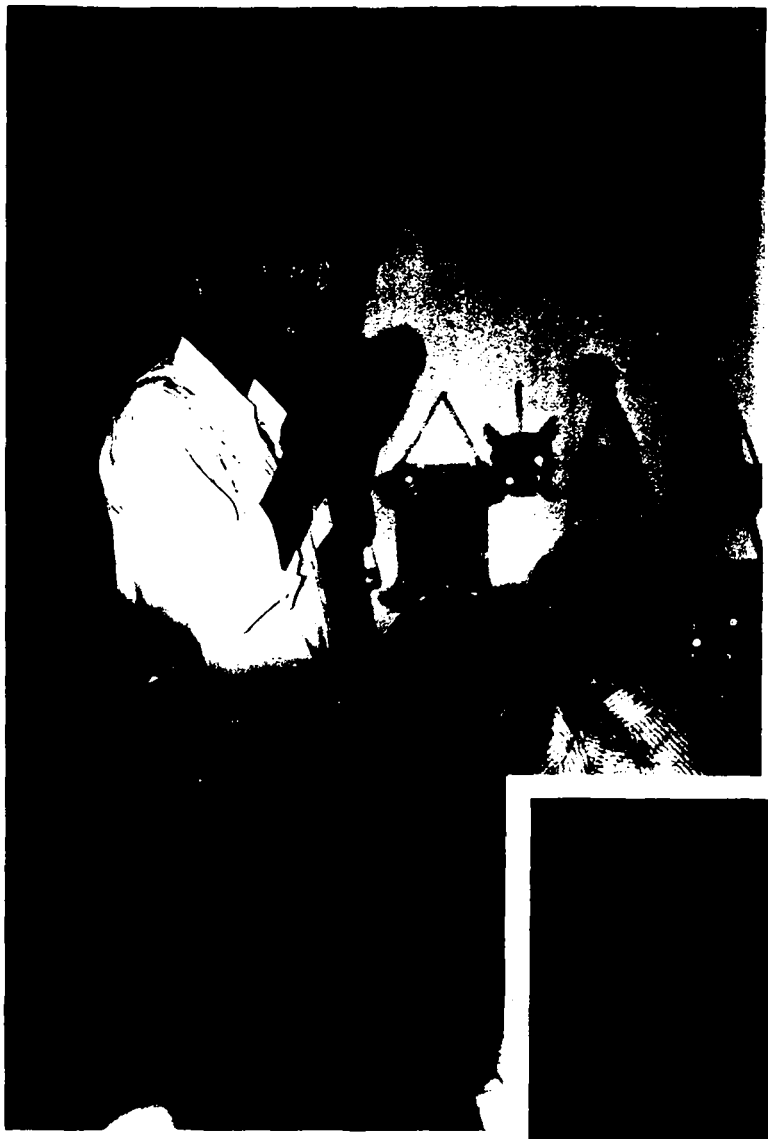
10. Informal discussions during lunch time

1 ١

2 ٢

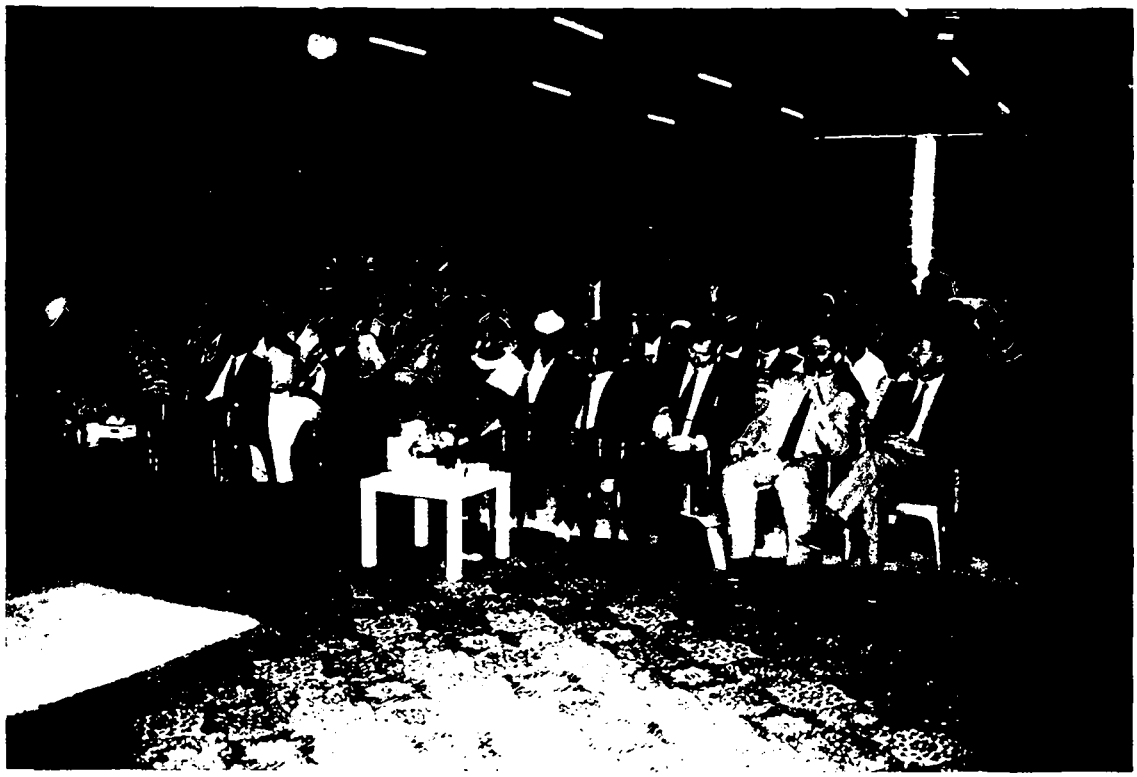
3 ٣

4 ٤



5

6



7 ٧

8 ٨

9 ٩

10 ١٠

الصور الفوتوغرافيـــه

١٠ : مناقشات غير رسميه أثناء تناول طعام الغداء .

٩ : استغراق بعض الحضور في التفكير .

٨ : د / ويلم بومر يشرح الوضع الحرج لمصادر المياه الجوفيه في حوض رداع .

٧ : حضر الندوه حوالي مأة شخـص .

٦ : عرض بعض المشاكل العمليه في ادارة المياه الجوفيه بصورة تمثيليه قصيره .

٥ : يناقش الحاضرون في الندوه ادارة المياه الجوفيه .

٤ : بدء القاء المحاضرات من قبل رئيس شعبة المياه الجوفيه في مشروع التنمية الريفية بـرداع .

٣ : افتتاح الندوه من قبل الأخ / نائـب وزيـر الزراعـه والمـوارد المائيـه .

٢ : الأخ / نائب وزير الزراعه والموارد المائيه والأخ / مدير عام المشروع يرحبان بالضيـوف .

١ : سعادة السفير الهولندى يلتقي الأخ / وزير الزراعه والموارد المائيه والأخ / مدير عام مشـروع التنمية الريفية برداع .

AL THAWRA
24/06/1990

التوصيات المنبثقة عن الندوة الوطنية للمحافظة على المياة وترشيد استخداماتها

برعايه الاخ / وزير الزراعه والموارد المائيه انعقدت الندوه الوطنيه للمياه تحت شعار من اجل المحافظة على المياة وترشيد استخداماتها في الفترة من ١٨ - ٢٠ يونيو ١٩٩٠م والتي نظمها مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع

ولاهميه المياه في حياتنا كقوه طبيه ولمفوليه النسوب من اهميه بالغه في الحفاظ على ثروتها المائية والحد من استنزافها العشوائي ونظرا لحالة الوضع المائي في الجمهورية اليمنية فقد تبنى مشروع التنمية الريفية المتكامله برداع الدعوه الى عقد ندوه وطنيه تكرس فعالياتها من اجل الحفاظ على المياة وترشيد استخدامها وا جتمعت الكوادر المتخصصة في مجال المياة في فعاليات هذه الندوة والتي من خلالها تم طرح العديد من اوراق العمل من جهات متعدده وقد اثمرت المناقشات والحوارات في هذه الندوه واجمع الاخوه المشاركون في هذه الندوة بان الحل العملي والامثل هو ايجاد سلطة مائية واحدة واصدار قانون التشريعات المائية ولفت انتباه الحكومة الى خطورة وضع الثروه المائيه التي سيعول اليه بلادنا مستقبلا اذا استمر وضع المياة كما هو عليه اليوم من استنزاف الموارد والحفر العشوائي والاستخدام السيئ للمياه وعدم الاهتمام بحوضيه مصادره التلوث وقد خصصت الندوة الى التوصيات التاليه

١- توصي الندوة باعتبار الموارد المائية ثروة قومية يجب الحفاظ عليها ومعاقبة من يسيئ استغلالها .

٢- تؤكد الندوة على ضرورة الاسراع في اصدار التشريعات التي تنظم الاستغلال الامثل للموارد المائية وتنظم حفر الابار والحد من الاستخدام العشوائي للمياة وحماية الاحواض التي تستغل لامداد المدن والقرى بمياة الشرب بناء على الدراسات التي تمت في هذا الجانب وتوصيات ندوات المياة التي عقدت سابقا .

٣- تؤكد الندوة على ضرورة تجميع الجهات العاملة المتعددة في مجال المياة في سلطه مائيه موحده لتوحيد الجهود ومنع الازدواجيه

٤- تؤكد الندوة على ضرورة تاهيل وتدريب الكوادر الوطنية العاملة في مجال الدراسات والتنفيذ والصيانة والتشغيل وايجاد الحوافز المادية والمعنوية للعاملين في قطاع المياه في المناطق الريفيه

٥- ترى الندوة اهميه عقد الندوات العلمية وحلقات العمل المتخصصة والاجتماعات الدورية للجهات المعنية بالمياة لتحقيق التنسيق وتكامل الامكانيات والجهود ومتابعه تنفيذ توصيات هذه الندوة وحلقات العمل .

٦- توصي الندوة بضرورة اقامة وحدة تنموية ريفية ملحقة بمكتب محافظة اللواء في كل منطقة تشكل هذه الوحدة من مدراء عموم المكاتب في اللواء تعنى بمسائل المياة في المحافظة والحد من الحفر العشوائي للابار والمراقبة لمع الاستخدام السيئ للمياة وذلك لتنسيق جهود مجلس التنسيق والمجالس المحلية في هذا المجال وتعزيز مبدا المشاركة في الابار بين المزارعين

٧- توصي الندوه بضرورة تعظيم استيراد معدات ومواد الحفر وتوفير المضخات ذات المواصفات الفنية الملائمة بما يحقق كفاءة الاستخدام للموارد المائية على الوجه الامثل وذلك من خلال لجنة فنية متخصصة في هذا المجال .

٨- توصي الندوة بضرورة العمل على ترشيد استخدام المياة من خلال تحديد ساعات الضخ الملائمة لانتاجية الحوض وتحديد اعماق الابار والمسافات فيما بينها للاحواض المائية للاغراض الاخرى

٩- تؤكد الندوة على اهميه الاستمرار في حصر الموارد المائية المختلفة والاحواض المائية في عموم الجمهورية اليمنية عبر مشاريع تقييم مصادر المياة المتكاملة ودراسة الموارد المائية المتاحة للتوسع في انشاء مشاريع الشرب والري والصناعه واعداد النماذج الرياضية للاحواض الجوفية لمعرفة التوقعات المستقبلية للموارد المائية وضرورة استكمال خطية مناطق الجمهورية اليمنية بشبكات الرصد المائي المتكاملة وصولا الى وضع المخطط المائي الشامل للموارد المائية للجمهورية اليمنية .

١٠ - توصي الندوة بضرورة حماية الاحواض المائية من التلوث وتحديد مصادره ومناطق انتشاره كحوض صنعاء والاحواض الاخرى المهددة بالتلوث

١١- تؤكد الندوة على اهمية استكمال شبكة المجاري في المدن والاسراع في انشاء محطات معالجة مياة الصرف الصحي ودعم الدراسات الخاصة لاعادة استخدام المياة المعالجة لاغراض الري

١٢- توصي الندوة بضرورة العمل على الاستفادة من مياة السيول والفيضانات بانشاء الحواجز المائية والسدود لتنمية الموارد المائية والاهتمام بصيانه وتشغيل السدود القديمة .

١٣- توصي الندوة بضرورة دعم البحوث والدراسات في مجال ترشيد استخدام المياة وذلك عن طريق دراسة المقننات المائية للمحاصيل الحقلية المختلفه وتحديد الاصناف المقاومة للجفاف واتباع نظام الري الملائمة وتعميم التجارب الزراعية والعمل على الاستخدام الامثل لمياة الامطار .

١٤- توصي الندوة بضرورة تصنيع معظم معدات الري الحديثة محليا ودعم وتشجيع تطبيق هذه الطرق لدى المزارعين .

١٥- اعادة توزيع الكفاءات في المجالات المائية بحسب احتياج النشاط في كل مناطق الجمهورية اليمنية والزام الخريجين الجدد بالعمل في المناطق الريفيه لمده معينه بعد التخرج

١٦- ربط الدراسات المائية في الجامعات والمعاهد والمراكز الفنية بالواقع العملي واحتياجات الخطط الانمائية للجمهورية اليمنية وادخال مادة سميه المجتمع في مناهج التدريبه

١٧- توصي الندوة بضرورة العمل على تشجيع المزارعين على غرس الاشجار المقاومة للجفاف لما لهذه الاشجار من اهمية بالغة في الحفاظ على التربه من الانجراف وكعامل مساعد في تنشيط الدورة الهيدرولوجية .

١٨- تؤكد الندوة على اهمية توعية المواطنين عبر الوسائل الاعلامية المختلفة باهمية الموارد المائية وخطورة الوضع الحالي للمياه في الاحواض الجوفية الا. لفة وضرورة ترشيد استخدام المياة للاغراض المترفيه

م / عبد الرحمن سيف

AL THAWRA
10/06/1990

الثورة - ١٩٩٠/٦/١٩م

رداع : افتتاح الندوة الوطنية للمياه

رداع - سبأ / افتتحت امس بمدينة رداع الندوة الوطنية للمياه التي تنظمها وزارة الزراعة والموارد المائية وتستمر في الفترة من الـ١٨ وحتى الـ ٢٠ من شهر يونيو الجاري . ويشارك فيها عدد من المختصين والكوادر العاملة في عدد من الجهات الرسمية والشعبية ذات العلاقة . وتهدف الندوة الى ترشيد استخدام المياه وتوجيه المواطنين بضرورة الاقتصاد في استهلاك المياه وفقا للطرق العلمية الحديثة .

وقد بدات الجلسة الافتتاحية للندوة بآي من الذكر الحكيم . ثم القيت الكلمات من قبل الاخوة مدير عام مشروع التنمية الريفية برداع ورئيس المجلس المحلي والسفير الهولندي في بلادنا .. حيث اشاروا في كلماتهم الى اهمية ترشيد استخدام المياه وضرورة الاستفادة من تجارب الاخرين واخضاع هذه القضية الحيوية للدراسة العلمية الهادفة الى ايجاد الحلول والضوابط الكفيلة بتنظيم عمليات الري والمحافظة على المخزون من المياه الجوفية بترشيد الاستخدام وتوعية المواطنين باهمية الاقتصاد في استهلاك المياه وفقا للطرق والوسائل العلمية الحديثة وحسب الاحتياجات المعقولة .

وفي ختام الجلسة الافتتاحية تحدث الاخ الدكتور احمد علي مقبل نائب وزير الزراعة والموارد المائية حيث اشار الى اهمية تضافر الجهود من اجل المحافظة على مخزون المياه لمواجهة احتياجات بلادنا من المياه على اعتبار ان الثروة المائية هي العنصر الرئيسي للتنمية الاجتماعية والاقتصادية .

واوضح بان المراة الريفية تسهم بدور فعال في عمليات الانتاج الزراعي وتنمية الثورة الحيوانية الى جانب دورها الرئيسي في المنزل الامر الذي حتم على الحكومة ان تعطي مجال تنمية المراة الريفية اهتماما عاليا وذلك بهدف نشر الوعي والمعارف وذا محو الامية بما يمكنها من اداء واجباتها بشكل افضل .

وقال الاخ نائب وزير الزراعة والموارد المائية في ختام كلمته ان حكومة دولة الوحدة قد اولت قضية الموارد المائية مزيدا من الاهتمام . مؤكدا ان الوزارة بصدد انشاء مركز متخصص تكون مهمته الدراسة والرقابة والترشيد لاستخدام المياه الاستخدام الامثل .

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية اليمنية
وزارة الزراعة والموارد المائية
مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع
ص.ب ٨١٦ صنعاء

YEMEN REPUBLIC
Ministry of Agriculture & Water Resources
RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
P.O. Box 816, Sana'a

ندوة سبل المحافظة على المياة وترشيد أستخداماتها

رداع : ١٨ - ٢٠ / ٦ / ١٩٩٠م (٣) .

Seminar: From depletion to a prudent use of groundwater
Rada, 18 - 20 June 1990

١٠ــ توصي الندوه بسرعة انجاز المخطط المائي الشامل للموارد المائيه للجمهوريه اليمنيه .

١١ــ توصي الندوه بضرورة حماية الأحواض المائيه من التلوث وتحديد مصادره ومناطق انتشاره كحوض صنعاء والأحواض الأخرى المهدده بالتلوث واستكمال شبكة الجاري في هذه المناطق .

١٢ــ تؤكد الندوة على الأسراع في انشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي واعادة استخدامها في الري .

١٣ــ توصي الندوة بضرورة العمل على الأستفاده من مياه السيول والفيضانات بانشاء الحواجز المائيه والسدود لتنمية الموارد المائيه .

١٤ــ توصي الندوه بضرورة دعم البحوث والدراسات في مجال ترشيد استخدام المياه وذلك عن طريق دراسة المقننات المائيه للمحاصيل الأنتاجيه وتحديد الأصناف المقاومه للجفاف ونظم الري الملائمه وتعميم التجارب الفنيه الناجحه للاستخدام الأمثل لمياه الأمطار .

١٥ــ توصي الندوه بضرورة تشجيع ودعم تصنيع معدات نظم الري الحديثه محليا .

١٦ــ تؤكد الندوة على ضرورة استكمال تغطية مناطق الجمهورية اليمنية بشبكات الرصد المائيه المتكامله .

١٧ــ تؤكد الندوة على أهمية توعية المواطنين عبر الوسائل الأعلاميه المختلفه بأهمية الموارد المائيه وخطورة الوضع الحالي للمياه في الأحواض الجوفيه المختلفه وضرورة ترشيد استخدام المياه للأغراض المنزليه .

(ع/١/ن/ض) .

YEMEN REPUBLIC
Ministry of Agriculture & Water Resources
RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
P.O. Box 816, Sana'a

الجمهورية اليمنية
وزارة الزراعة والموارد المائية
مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع
ص.ب ٨١٦ صنعاء

١ــ توصي الندوه باعتبار الموارد المائيه ثروه قوميه يجب الحفاظ عليها ومعاقبة من يسيئ استغلالها .

٢ــ توكد الندوة على ضرورة تجميع الجهات العاملة المتعدده في مجال المياه في سلطه مائيه موحده لتوحيد الجهود ومنع الأزدواجيه .

٣ــ توكد الندوه على ضرورة تأهيل وتدريب الكوادر الوطنيه العامله في مجال الدراسات والتنفيذ والصيانه والتشغيل .

٤ــ ترى الندوه أهمية عقد الندوات العلمية وحلقات العمل التخصصيه والأجتماعات وبشكل دوري للجهات المعنيه بالمياه لتحقيق التنسيق والتكامل في الأمكانيات والجهود ومتابعة تنفيذ توصيات هذه الندوه وحلقات العمل .

٥ــ توصي الندوه بضرورة اشراك مجالس التنسيق في المحافظات للقيام بدور فعال في مجال الحفاظ على الثروه المائيه وترشيد استخدامها ومنع حفر الآبار الا بترخيص من الجهه المعنيه وتعزيز مبدأ المشاركه في الآبار بين المزارعين .

٦ــ توصي الندوة بضرورة تنظيم استيراد معدات ومواد الحفر وتوفير المضخات ذات المواصفات الفنيه الملائمه بما يحقق تنمية الموارد المائيه على الوجه الأمثل .

٧ــ توكد الندوة على ضرورة الأسراع في انجاز التشريعات المائيه التي تنظم الأستغلال الأمثل للموارد المائيه وتنظيم حفر الآبار والحد من الأستخدام العشوائي للمياه وحماية الأحواض التي تستغل لتمويل المدن والقرى بمياه الشرب .

٨ــ توصي الندوه بضرورة العمل على تخفيض انتاجية الآبار لتساوى معدل السحب مع معدل التغذيه وذلك بتحديد ساعات الضخ فيها وتركيب عدادات لحساب كميات المياه المستخرجه منها وتحديد أعماق الآبار والمسافات فيما بينها للأحواض المائيه المختلفه وعدم استغلال آبار مياه الشرب للأغراض الأخرى

٩ــ توكد الندوه على أهميه ــ حصر الموارد المائيه المختلفه والاحواض المائيه في اليمن عبر مشاريع تقييم مصادر المياه المتكاملة ودراسة الموارد المائيه المتاحه للتوسع في انشاء مشاريع الشرب والرى والصناعه واعداد النماذج الرياضيه للأحواض الجوفيه لمعرفة التوقعات المستقبليه للموارد المائيه .

YEMEN REPUBLIC
Ministry of Agriculture & Water Resources
RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
P.O. Box 816, Sana'a

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية اليمنية
وزارة الزراعة والموارد المائية
مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع
ص.ب ٨١٦ صنعاء

ندوة سبل المحافظة على المياة وترشيد أستخداماتها
رداع : ١٨ - ٢٠ / ٦ / ١٩٩٠م
Seminar: From depletion to a prudent use of groundwater
Rada, 18 - 20 June 1990

(مقدمه)

برعاية الأخ / وزيرالزراعة والموارد المائيه أنعقدت الندوه الوطنيه للمياه تحت شعار من أجل المحافظه على المياه وترشيد استخداماتها في الفتره من : ١٨-٢٠ يونيو ١٩٩٠ م والتي نظمها مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع . ولأهمية المياه في حياتنا كثروه غاليه ولماتوليه الشعوب من أهميه بالغه في الحفاظ على ثرواتها المائيه والحد من استنزافها العشوائي . ونظرا لمايعانيه الوضع المائي في الجمهوريه اليمنيه فقد تبنى مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع الدعوة الى عقد ندوة وطنية تكرس فعاليتها من أجل الحفاظ على المياه وترشيد استخدامها .

وأجتمعت الكوادر المتخصصه في مجال المياه في فعاليات هذه الندوه والتي من خلالها تم طرح العديد من أوراق العمل من جهات متعدده وقد أثمرت المناقشات والحوارات في هذه الندوه وأجمع الأخوه المشاركون على أن الحل العملي والأمثل هو أيجاد سلطه مائيه واحده واصدار قانون التشريعات المائيه ولفت انتباه الحكومه والجهات الشعبيه الى خطوره وضع الثروه المائيه التي ستئول اليه البلاد مستقبلا اذا أستمر وضع المياه كما هو عليه اليوم من استنزاف الموارد والحفر العشوائي والأستخدام السيئ للمياه وعدم الأهتمام بدراسة مصادر التلوث .

وقد أختتمت الندوة فعاليتها يوم الأربعاء ٢٠ يونيو ١٩٩٠م وأثمرت على التوصيات والمقررات التاليه :

Ministry of Agriculture
RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
P.O.Box 816, Sana'a
Yemen Republic

وزارة الزراعـــة والموارد المائيـــة
مشروع التنمية الريفية برداع
ص.ب ٨١٦ صنعاء
الجمهورية اليمنية

Your ref.: رقم ملفكم :
Subject : الموضوع :

Our ref.: رقم ملفنا :
Date : التاريخ :

القـرارات والتوصيـات المنبثقـه عن الندوة الوطنيـــة
للمحافظـة علـى الميـاه وترشيـد استخداماتهـا
المنعقـده في الفتره من : ١٨ــ٢٠ يونيو ١٩٩٠م
الـتي نظمها مشروع التنمية الريفية المتكاملة
بـــرداع

(ع/١/ن/ض) .

الندوه المنعقده في مشروع التنميه الريفيه بردا ع
تحت شعار - من اجل المحافظه علي المياه الجوفيه وترشيد استخدامها

الاستخدام الفعال للمياه الجوفيه في الزراعه المرويه

اعداد : محمد بورالي فارح
المستشار الفني - في منظمة الاغذيه والزراعه
مشروع نظم وتقنيات الري

تلخيص :

تنعم الجمهوريه اليمنيه بما حباها الله من التنوع المناخي الملائم لنمو عدد كبير من اصناف المحاصيل الزراعيه .

غير انه محدودية المصادر المائيه وعدم كفاءة الاستخدام لمياه الري قد اعاق فعالية النمو الزراعي .

وتوضح هذه الورقه المصادر المائيه للبلاد واستغلال المياه وعدم كفاءة استخدام مياه الري في الزراعه - وتقدم المقترحات حول بعض الاساليب المتبعه لتوفير المياه والمحافظه عليها .

الا أنها صغيره عنها ولا توجد فيها مآخذ مياه • وأنما تستخدم فقط لتغذية المياه الجوفيه •

* السـدود الترابيـه •

* السـدود بشكل عـام •

تمـــــــــت •

ع/ا/ن/ض •

فتكون النتيجه ان مياه الامطار المرتشحه ضمن طبقات الارض قليله وغير كفيله على ابقاء منسوب المياه ثابت خلال مدار السنه .

ويتاثر الجريان السطحي لمياه الامطار بعدة عوامل أهمها :ـ

١ـ ميول سطح وطبقات الأرض .

٢ـ وجود أوعدم وجود غطاء نباتي .

٣ـ وجود أوعدم وجود بنيات اعتراضيه .

٤ ـ صلابة الطبقات الصخريه .

٥ ـ زيادة كثافة المطـر .

ويترافق الجريان السطحي لمياه الأمطار بانجراف التربه الزراعيه الخصبه مما يؤدى الى تصحر الاراضـي . ولذلك فالعمل على تقليل هذه العوامل يخدم كل من صيانة المياه وصيانة التربه وتتراوح طرق التقليل من تاثير العوامل آنفة الذكر وبالتالي الجريان من طرق بدائيه يستطيع المواطن نفسـه القيـام بها الى طرق مكلفـه لا يمكن ان تقوم بتنفيذها الا الدوله ومن الطرق البسيطـه والغير مكلفـه نذكر منها:

* الزراعة وفق خطوط كنتوريـه : Contour Cultivation وبشكل عمودى على اتجاه ميل الأرض . فان التلم في هذه الحاله وكذلك النبات يعمل على التقليل من سرعة المياه . وبالتالي بقائها فترة أطول مستقره مما يساعد على زيادة ارتشاحها الى باطن الأرض

* وهي عباره عن حواجز بسيطه من التراب تقوم بحجز المياه خلفها .(Contour bunds) .

* Conservation ditching in deep black soil : خنادق في التربه العميقه السوداء حيث تأخذ هذه الخنادق شكل متوازى وعمود يه على الميل حيث تخفف بدرجه كبيره من سرعة الجريـان وتحجز المياه فيها فتجعلها ترتشح ضمن طبقات الأرض لفترات طويله .

* Check Dams وهي عباره عن جدران صغيره عبر مجارى المياه الصغيره في الوديان بشكل تعترض حركة المياه فتعمل على تقليل سرعته وكذلك على احتجاز الطمي .

* Farm Ponds برك الحقول : وهي عباره عن برك ترابيه تعمل في المناطق المنخفضه في المزرعه فتعمل على زيادة منسوب المياه الجوفيه في المناطق التي تدنوها .

ومن الطرق ذات التكلفـة العاليـه :

* Percolation ponds : برك الارتشاح وهي برك كبيره تشبه السدود من حيث البنيه والشكـل

النتائج السلبيـــه الناجمـــه عن سوء استخدام المياه الجوفيه :ـ

نتيجة لعدم المبالاه وسوء التصرف واستخدام المياه الجوفيه بالطرق آنفة الذكر فقد ظهرت العديد من المشاكل نذكرها بايجاز فيما يلـي :ـ

١ـ جفاف الكثير من الوديان الجاريه والتي كانت المياه السطحيه تمثل المصدر الرئيسي لمياه الشرب والرى فيها .

٢ـ جفاف بعض الأحواض المائيه المخصصه لتمويل المدن بمياه الشرب كحوض الحيمه في تعز .

٣ـ فشل الكثير من مشاريع مياه الريف اذ تعرضت مياه آبارها الى الجفاف بعد فترات قصيره من التشغيل .

٤ـ ظهور العديد من الخلافات بين الفلاحين والمواطنين ناجمه عن سوء استخدام قوانين التداخـــل بين الآبار .

٥ـ هدر الكثير من الأموال اذ تتلف الكثير من المزارع والمزروعات بعد جفاف مصدر مياهها فجاءه .

٦ـ ترك الفلاحين للموارد المائيـه السطحيه البسيطه (الغيول) والاعتماد الكلي على المياه الجوفيـــه مما أدى الى تهدم الكثير من البرك والسقايات القديمه .

٧ـ طغيان مياه البحر المالحه في مصبات الوديان وتملـح الاراضي (سهول تهامه) .

طـــرق صيانـة المياه الجوفيـه ورفع منسوبها :ـ

ترتكز فكرة صيانة المياه الجوفيه ورفع منسوبها على فكرتين أساسيتين الفكره الأولى هي اعتبار أن مصدر تغذية هذه المياه هي مياه الأمطار المرتشحه ضمن طبقات الأرض ولذلك فمن الواجب عمل بنيات اصطناعيه تساعد في عملية الارتشاح هذه وتقلل من عملية الجريان . والفكره الثانيه هـــي التقليل من استخدام المياه الجوفيه خاصه في عملية الرى وذلك بتبني طرق حديثه للرى كالـــرى بالتنقيط والرذاذ .. والابتعاد عن الرى السطحي من الآبار . وسوف نناقش هنا الفكره الأولـــى بأعتبارها المرتكز الأساسي لزيادة منسوب المياه الجوفيـــه .

تتميز أمطار بلادنا بأنها قليله وذات كثافه عاليه جدا بمعنى أنها تسقط بمعدلات عاليـــه خلال فتره زمنيه قصيره . ونظرا لظروف طبوغرافية الأرض فان جزء كبير من مياه الامطار يذهب بشـــكل جريان سطحي ويصب في البحار والاحواض والمحيطات . كما أن ظهور الشمس بعد فترة سقـــوط الامطار مباشره وهبوب الرياح في بعض الاحيان يزيد من عمليات التبخر من مياه الامطار المتساقطه

الى الأبخره الناتجه من عمليات النتح الى طبقة الد تموسفير حيث تتكاثف هذه الأبخره بفعل عوامل معينه ثم تعاود السقوط مره اخرى على سطح الأرض بشكل أمطار أوثلوج .

وعندما تسقط المياه على سطح الأرض فان جزء منها يتبخر عائدا الى الغلاف الجوى أما الجزء الآخر فأنه ينقسم الى مركبتين جزء يجرى على سطح الأرض وفقا لقانون الجاذبيه من المناطق المرتفعه الى المناطق المنخفضه ومن ثم الى البحار والمحيطات أوالسدود أويصب في الأنهار والجداول والجزء الآخر يتغلغل عبر مسامات الصخور والسقوف ضمن طبقات الأرض الى أن يصل الى بنيان ملائمه فيستقر فيها مشكلا المياه الجوفيه وقد يستمر توغله ضمن الطبقات الى ان يلاقي فتحات وبنيات معينه فيظهر ثانيه على سطح الأرض بشكل ينابيع وأنهار وجداول .

مفهوم التوازن المائي :ـ

فالمياه المتغلغله ضمن طبقات الأرض تشكل مصدر أساسي بل وحيد لتغذية المياه الجوفيه بغض النظر عن بعض أنواع المياه الجوفيه (المياه الحبيسه والحارة) . فاذا تم معرفة كمية هذه المياه . ومن ثم تم تحديد كمية المياه التي يجب سحبها من حوض معين بحيث تكون مساويه أو أقل من المياه المرتشحه الى الحوض فانه من وجهة النظر العمليه يمكن الجزم بأن الحوض لن يتعرض للجفاف . واذا ماتم ادراك هذه الحقيقه بشكل جيد ونشر هذا المفهوم من قبل المعنيين الى بقية أفراد العامه من الناس . فأننا نستطيع التقليل من الممارسات الخاطئه في استغلال المياه الجوفيه : والمتمثله بمايلي :

١ـ حفر آبار كثيره تفوق طاقة الحوض المائي .

٢ـ حفر آبار سواء كانت يدويه أوارتوازيه فوق الغيول والينابيع أوفي مناطق تغذيتها .

٣ـ زيادة ساعات الضخ واستخدام مياه الآبار بشكل غير منطقي وكذلك الاسراف في عمليات الضخ .

٤ـ عدم الالتزام بمواصفات المهندسين والالتزام بالقوانين المطروحه من قبلهم .

٥ـ عدم وجود هيئات محليه تقوم بتنظيم عمليات السقايه من المياه الجوفيه .

٦ـ عدم صلاحية القانون المعمول به حاليا بالمسافه بين الآبار واستخدام هذا القانون على كافة الأحواض بالتساوى . مع العلم أن هذا القانون غير صالح على الاطلاق في منطقتي تعزواب .

٧ـ عدم استخدام الطرق الحديثه للرى والابقاء على الطرق القديم المتمثله بالرى السطحي من الآبار .

٨ـ سوء استخدام المياه في المنازل والبيوت والدوائر الحكوميه وغيرها .

٩ـ تجارة المياه .

الوسائل التطبيقيه للمحافظه على المياه الجـــوفيه

م / محمود سلطان ناجـي / مشروع المرتفعات الجنوبيه ٠

مقـدمـــه :ـ

تعد الثروه المائيه من أهم الثروات المعدنيه في أى بلد من البلدان ـ والمحافظه عليها وتقنين وترشيد استهلاكها واجب وطني ٠ فهي القاعده الأساسيه لأى عمل زراعي وبدونها لا يمكن القيـــام بثوره زراعيه شامله تمكنا من الوصول بالمستوى الزراعي الى الحد الذى نظمن معه الاكتفاء الذاتي مـــن منتجاتنا الزراعيه ٠ كما أنها مصدر هام ولا بد منه في العديد من الصناعات خاصه تلك الصناعات الـــتي تتطلب تبريد المعدات وتنظيفها بشكل مستمر بل أننا نستطيع القول أنه بدون هذه الثروه لا يمكن أن تقـوم حضاره على الأطلاق فلا حياه بدون ماء ـ ومن هذا المنطلق فأننا سنورد في هذه المحاضره أهم الوسائـل والطرق المتبعه حاليا والقابله للتطبيق مستقبلا ٠ في صيانة أحد مصادر هذه الثروه المـائيه ٠ وهي المياه الجوفيـه ٠ اذ يعد هذا المصدر المصدر الوحيد لمياه الشرب في بلادنا وكذلك مصدر هام من مصـــادر الـــرى ٠

وقبل التحدث عن الوسائل المستخدمه في المحافظه على مصدر المياه الجوفيه ٠ لا بد مـن معرفة منشأ هذه المياه وكيفية تواجدها في الطبيعه ضمن طبقات الأرض وكذلك معرفة دورة المياه ومبدأ التوازن اللذان يعد أن مدخلات مهمان أفهم اى قضيه تتعلق بالمياه الجوفيه ٠

منشأ الميـاه الجوفيـــه :ـ

هناك العديد من النظريات التي تصف كيفية تشكل المياه الجوفيه ضمن طبقات الأرض ٠ وهذه النظريات هي :ـ

(١) : نظرية التسرب ٠
(٢) : = التكاثف ٠
(٣) : النظريه الترسيبيه ٠
(٤) : نظرية المنشأ الكيميائي ٠

ولن نتطرق الى شرح هذه النظريات بالتفصيل كونها ليست موضوعنا هنا وسنكتفي فقـط بعرض نظرية التسرب بأعتبارها النظرية الأكثر واقعيه والمعتمده حاليا ٠ بغض النظر عن بعض الأستثناءات التي تفسر من خلال النظريات الأخرى ٠

دورة المياه في الطبيعه :ـ

بفعل عامل الحراره والرياح فأن مياه المحيطات والأنهار والسدود والمستنقعـــات والمياه المتواجده ضمن فراغات التربه ٠ تتعرض لعمليه بخر مستمر ٠ وتتصاعد هذه الأبخره بالأضافـه

(٥) ـ الخـــاتمـــة: ـ

تتلخص النقاط التي ابرزتها الورقـه على اعتبار ان المياة العنصر المحدد في الانتاج الزراعي وان مياة الامطار تعتبر المصدر الرئيسي المتاح في اليمن وان اساليب وطرق استغـلال المياة في مجال الرى متدنيه وغير مسوله خصوصا استغلال مياة الابار • بالنسبه للمواضيع الـــتي يشتمل عليها الدليل المشاريع البحثيه والخاصه بابحاث مياة الرى تعتبر مرضيه الا ان حجم التنفيذ يظل محدود اذا ماقيس بحجم المشكلات المطلوب دراستها ووضـع الحلول المناسبـه لهـا •

(٦) التـوصيـــات: ـ

مما سبق واستشعارا بالاخطار المحدقه من جراء التوسع في استخدام المياة مع ثبلتات انتاجيه الموارد المائيه المتاحه تقريبا نـرى تبني التوصيـــات الاتيـــه: ـ

١ ـ متابعه اخذ البيانات الهيدرولوجيه والمناخيه وتعميمها على كل اليمن بهدف معرفه الميزان المـائي اولا باول لتـدارك اى اخطـار محتملـه •

٢ ـ الحد من نضوب المياة الجوفيه وذلك عن طريق تنظيم عمليه حفر الابار بالاعتماد على القياسات الفنيـه الـكافيـــه •

٣ ـ دعـم بحـوث الـرى بهدف ترشيد الميـاة وتقليـل الفواقـد المختلفـه •

٤ ـ دعـم الدراسات التطبيقيه لحصاد مياة الامطار لاستخدامها في الرى مباشره او تخزينها لعمل رى تكميـلي لبعض المحـاصيل عنـد اللـــزوم •

٥ ـ دعم مستلزمات طرق الرى الحديثه لكي تكون متوفره لاستخدامها من قبل المزارعين بهدف تقليل فواقـد الـرى او العمل على تصنيعها محليا خصوصا ان المـواد الخـام متوفـره •

٦ ـ الزام بقوة القانون مستخدمي الابار ووضع عـدادات على ابارهم وتحديد كميات المياة الواجب ضخها •

٧ ـ الزام مستوردى مضخات الرى العمل على استيراد عدادات مياة ومقاييس ضغط لكي تكون في متناول كل مشـترى بهدف التحكـم في كميه الميـاة المطـلوب اضافتهـا •

(م/ع/ ص)

وفي الموسم الشتوى ٨٩/٩٠ وتحت ظروف مآرب وجد ان رى القمح كل اسبوع يعطي ٤ر٢ طن/هكتار ويقل هذا الرقم كلما طالت الفتره بين الريات ٠

في مجال دراسة تحسين طرق الرى السطحي باستخدام الرى المتقطع تحت ميول مختلفه لحصول الذره الشاميه في الموسم الشتوى ٨٩/١٩٩٠ تحت ظروف تهامه كان الأنتاج ١ر٣، ٩ر٢، ١ر٢ طن/هكتار من اجمالي المياه المستهلكه (رى + مطر) ٣٨٣٦، ٣١١٠، ٢٦٦٧ م٣/هكتار لمتوسط الميول المدروسه ٣٨ر٠، ٢٥ر٠، ٦٢ر٠ ٪ على التوالي ٠

(ع/١/ن/ض) ٠

في السنوات غزيرة الأمطار • ان تجميع مياه السيول خلف سدود ترابيه معده يخدم في اتجاهين في الاستعمال الزراعي وفي تعويض المياه الجوفيه المسحوبه في المواسم الغير ممطره •

عملية حفر آبار لغرض الرى تفترض شروط أساسيه يجب توفرها أهمها مقدار المخزون في حقل البئر المطلوب حفره ومعدل السحب الذى يتناسب مع معدل التعويض السنوى والا فأن تركيز الأملاح سترداد فيه وهذا بدوره سوف يعمل على تلوث التربه بالملوحه من جراء استخدام مياه مالحه • ان حفر الآبار العشوائي الحالي السائد في معظم المناطق ينطلق من الممارسه الخاطئه للحق الخاص دون النظر الى الحق العام وما ينتج عن ذلك من مشكلات تضر بالجميع فقد وجد من خلال الملاحظه والتقصي ان المسافه بين بعض الآبار المحفوره في بعض المناطق تصل الى ١٢٠ متر وهذا يعني ان نصف قطر التأثير ٦٠ متر بينما أساسيات علوم هيدرولوجية مياه الآبار تنصح بأن لا يقل نصف قطر التأثير عن ٢٥٠ متر •

(٤) بحوث الرى في برنامج قسم أبحاث التربه والمياه :ـ

يشتمل برنامج قسم أبحاث التربه والمياه دراسات وتجارب على رى المحاصيل الحقليه بهدف ادارة الرى وترشيد المياه ورفع كفاءة الأستخدام من خلال :ـ

١ ـ تحديد البخرنتح الحقيقي للمحاصيل الرئيسيه وتحديد معامل النبات ( ) •
٢ ـ تحديد مواعيد وكميات مياه الرى المناسبه وتحديد كفاءة الاستخدام •
٣ ـ تقصي كفاءات طرق الرى المستخدمه في البلاد والعمل على تحسينها •
٤ ـ تقييم العمليات الزراعيه التي تؤدى الى حفظ رطوبة التربه •
٥ ـ دراسات الملوحه والقلويه وتحديد مداها ومنشأها في الأراضي الزراعيه •

تبلغ عدد الدراسات والتجارب التي يقوم القسم بتنفيذها في مجال الرى خلال السنه الحاليه ١٤ تجربه في مناطق نشاطات الهيئه المختلفه ، ومعظم هذه التجارب مستمره من السنوات الماضيه وتشير أهم النتائج المتحصل عليها في السنه الماضيه الى مايلي :ـ

متوسط اجمالي الماء المستهلك البخرنتح لمحصول الذره الشاميه في الموسم الشتوى ٨٩/٩٠ تحت ظروف تهامه بسلغ ٥٣١ م وكان متوسط الأنتاج من الحبوب ٦ طن /هكتار •

من جانب آخر وصل متوسط الأستهلاك المائي لمحصول القمح في الموسم الصيفي ١٩٨٩ تحت ظروف المرتفعات الوسطى ـ ذمار ـ ٦١٦ م وان متوسط الأنتاج من الحبوب ٣ر٤ طن/ هكتار •

في مجال دراسة تأثير مواعيد اضافة الرى على محصول القمح في الموسم الصيفي ١٩٨٩ تحت ظروف ذمار وجد ان الرى كل أسبوع يعطي أعلى انتاج (٣ر٣طن/هكتار) عن المواعيد المتأخره عن ذلك •

(١) المقدمه :-

تعتبر المياه العنصر الأهم والرئيسي في مجال الأنتاج الزراعي لأهميته اذ لا يمكن أن تتم أى زراعه وبشكل اقتصادى في غياب المياه واذا كانت التربه تشكل العنصر التالي من حيث الأهميه لنجاح الزراعه الا أنه يمكن الأستغناء عنها في حالات معينه بدليل نجاح الزراعه واعطاء انتاج مجزى بأستخدام المزارع المائيه لأنتاج محاصيل الخضر بشكل رئيسي في كثير من الدول .

تعتبر الحروب الباردة الدائره الا أن بين بعض الدول في مجال السياسات المائيه أحد أبرز السمات التي تتميز بها العقود الآخيره من القرن الحالي فنلاحظ اسرائيل تشن حروب متتاليه على الدول العربيه واستقطاع أجزاء من أراضيها وما احتلال الجزء الجنوبي من القطر اللبناني الا وسيله لهدف أهم وهو تحويل نهر الليطاني الى فلسطين المحتله وهكذا نرى تركيا تقطع مياه نهرى الفرات عن القطرين العربيين سوريا والعراق وتشير الدلائل الى أن أثيوبيا وبعض الدول الجاوره بالتنسيق بالتنسيق مع اسرائيل ، تحاولا تشكيل ضغوط على كل من مصر والسودان والعمل على الحد من انسياب مياه نهر النيل عند المنبع .

(٢) مصادر المياه المتاحه في اليمن :-

تعتبر الأمطار المصدر الرئيسي للمياه المستخدمه في الزراعه واذا كانت المياه الجوفيه تعتبر مصدر ثانوى الا أنه يتوقف على مدى التعويض السنوى من مياه الأمطار في المرتفعات والقيعان وعلى مياه السيول في النخفضات والسهول وهي التي تتحدر من المرتفعات بالاضافه الى معدل الترسيب السنوى المنخفض الذى لا يتعدى ٢٠٠ مم بطول سهل تهامه على سبيل المثال . تشكل مياه الجارى أحد المصادر التي يمكن استخدامها في الزراعه بعد اجراء المعامله اللازمه لها .

(٣) اساليب استغلال المياه وتدني كفاءة الأستخدام :-

تستخدم مياه الأمطار في الزراعه أما مباشره أو عن طريق حصادها وتوجيهها الى الحقول الزراعيه وتمثل طريق حصاد مياه الأمطار في المدرجات أكفاء طرق الاستخدام ، ونظرا لشحة مصادر المياه في المرتفعات الوسطى على سبيل المثال والذى يتراوح معدل الترسيب السنوى فيها بين ٢٠٠ - ٥٠٠ مم يصبح حصاد مياه الأمطار من الأهميه بمكان وذلك باستخدامه مباشره في حقول الزراعه و/أو تجميعه في خزانات أو سدود ترابيه بدلا من جريانه في الوديان ووصوله الى البحر خصوصا

الجمهوريـــــة اليـمـنـيـــــة

وزارة الزراعـة والموارد المائيـــة

هيئة البحوث والارشاد الزراعي

ـ البـحـوث الزراعيـه ودورهـا فـي المحافظـه على الميـاه وتـرشـيد استخدامها فـي الجانـب الزراعـي بالجمهـوريـة اليمنيـة

اعـداد : د ٠ احمد عبدالله احمد غالـب

يـونـيـو ١٩٩٠م

(ع/ا/ن/ض.) ٠

اليمن ومصادرة الزراعية • وأكثر من ذلك فان منظمات التنمية لديها الفرصه للاستفاده من الدروس القيمه لبلدان ساحلية أخرى حيث أن الأنظمه والأوضاع أكثر تقدما ولهم أن يعرفوا أن صغار المزارعين في بلاد كاليمن هم الأختصاصيون الحقيقون في زراعه المناطق الجافه جدا في العالم وليس هناك سبب مقنع لعدم ترك الطرق القديمه في الزراعة واستصلاح الأراضي بصورة ناجحه لتلك البلدان التى اجتاحها الجفاف والمجاعه في المناطق الشبه صحراوية والقرن الأفريقي •

فيلم من أخراج /
تونى ميلروى

(م/ع/ص)

كما توضح برامج التلفزيون أن المساعدة الشامله مطلوبه جدا لصغار المزارعين الذين مازالوا يعتمدون على الأمطار في الوديان والمناطق الجبلية ، والمساعدة يجب أن تشمل بناء المدرجات وزراعة الأشجار واستصلاح الأودية والتدريب في المزرعة المحلية وعلى مستوى المجتمع والتدريب العملي على حماية القطاع الزراعي القابل للتصحر والمساعده العالية لفترة طويله خاصه في مجال صيانه التربة لدورات قادمه وزراعة المراعي وتجميع المياة أيضا المساعدات العمليه مطلوبه لتقليل استخدام حطب الوقود والتعريف بتقنية البوتاجاز ليحل محل حطب الوقود والفحم كما يجب أن تتخذ سياسه عملية لحمايه الحبوب الغذائية المحلية من المنافسه للغير صحيحه ، مع العون الذى يدخل الى السوق .

- ماهي الدروس المستفاده من قصه الحدائق العربيه المعلقه؟

من المحتمل أن الرساله الأكثر رضوخا التى تخرج بها من هذه القصه هي أن اليمن حتى وقت دخوله في حلبه الصراع الاقتصادى العالميه وفتح أبوابه لوكالات التنمية كان نوعيه للنطاق الجاف الذى ينصر على الزراعة كماكان مثالا حيا للنظام العملي لانتاج الغذاء (مكتمل وصحيح لعده قرون) .

المساعدات الغربيه خلال العقدين الماضيين التى أدخلت على اليمن في مختلف المجالات والتى لها الآثر الايجابي (مثل التعليم) خلقت نوعا من عدم التوازن لم يكن موجودا من قبل وكحتمية فاليمن يواجه الآن خطر حقيقي من تدني اقتصاده (نتيجه لضياع الأرض الزراعيه ونقدان خصوبه التربه ، الانجراف وتدني المحاصيل في قطاعه الزراعي) .

تعتبر المساعدات المستمرة أمر ضرورى غير أنه يتضح أن الأنظمه الزراعية المدخله أن تدمر بسرعه اذ أن النظام الاقتصادى الذى من خلاله وضعت استراتيجيه التطور والتنمية وضع في حسابه زياده الأنتاج على المدى الطويل وأهمل ذات المدى البعيد .

من خلال هذا الوضع المزارعون أنفسهم وضعوا حلولا للتدهور البيئي ، لكن فقط اذا أتجهت مصادر التنمية الآن لاصلاحات طويله الأمد من أجل المزارعين الذين يعتمدون على الأمطار في أعلى الجبال والوديان وسادت روح التعاون بين الجهات الرسميه والأهالي وقدمت وتجددت من أجل أن يحدث هذا يجب أن تراجع أولويات التطور الزراعي . كما أن الأقتصاديون عليهم أن يحسبوا حساب الفترة الاجتماعية طويله الأمد والتكاليف والايجابيات التى يمكن استخلاصها ببساطه من عيناتهم .

المختصون الخارجيون يجب أن يعرفوا أنفسهم ليس فقط أن حلولهم (على اختلافها تنفذ من أعلى الى تحت) هي أحق من الأولويات المحليه المبنية أساسا على حريات أجيال من المزارعين ولكن عليهم أيضا ملاحظه أن أنظمه الزراعة التقليدية التى تعتمد الأمطار لـ ٩٠٪ من المزارعين اليمنيين على أيه حال أهم من الزراعة الحديثه والتى ادخلت فيها مدخلات أنتاج عاليه وتمثل ١٠٪ من القطاع الزراعي .

واذا تصرفت وكالات التنمية في الوقت المناسب ومن خلال القنوات الصحيحه يمكن أن ينقذ تراث

لهذا الدعم ،كما يجب أن يذكر أن هذا الدعم يجيء من القمه الى تحت وذلك منذ أن أجاز دستور الأمم المتحده في عام ١٩٤٧م تعامل الوكالات من خلال ومع الحكومات المركزيه بدون تقنين لهذا الدعم المباشر الواصل للمجتمعات المحليه والمزارعين .

يعتبر أن المزارعين اليمنيين القريبين من مصادر المياه السطحيه في المناطق المستويه هم المستفيدين من هذا الدعم ويمثلون ١٠٪فقط تاركين ٩٠٪من المزارعين يواجهون الجفاف .

ـ ماذا جلبت عقدان من الزمن من المساعدات الخارجية لليمن ؟

من غير ريب أن النمو والثروة الأساسية للمدن مع مستوى معيشي عالي وغذاء رخيص نسبه للاستيراد الحيوى من الغرب والاكتفاء الذاتي من الفواكه والخضروات كنتيجه من التركيز على زراعة المحاصيل النقديه المرويه ،الفرصه في التوظيف بمرتبات عاليه بعيدا عن الأرض تزيد أعداد الناس في المدن، مقارنه بأمكانيات التعليم المتزايدة جدا والتى منحت الأطفال الريفيين على وجه الخصوص أولويه ايجاد عمل خارج قراهم .

لكن هناك ثمن يجب أن يدفع لتلك المنجزات في ذات الفترة الوجيزة جدا والتى تجاوزت الدعم المستلم ،وهذه التكلفه المخفاه للمساعدات الخارجيه اتضحت فقط الآن . فبقدر ازدياد الأساسيات الماديه في المدن مع تزايد السكان ،أنسحب ملاك الأراضي الزراعية والمستأجرين من الأرض ،كما أن ازدياد السكان في المدن يتطلب الكثير والكثير من الماء والوقود لذا فالمدرجات الجبليه أصبحت خاليه من الاشجار (وبامتداد قبل ذلك القطع بالمعدلات الحاليه فالبنك الدولي يقدر أنه لن تكون هناك أشجار في اليمن بعد عشرين سنه) كما أن الانكماش الحالي في معدلات المياة السطحيه يدعو للخوف .

آثار الامداد بالحبوب الغذائية من الغرب يعني اعطاء المزارعين اليمنيين فرصه اعداده اصلاح اراضيهم ومدرجاتهم وزراعة الأشجار ثانيه وذلك لمستقبل الاجيال القادمه .

الآن توفر التعليم للجميع فأصبح الأطفال يقضون الوقت الذى كانوا يقضونه في الأرض الآن يقضونه في المدارس . والذين نالوا قدر من التعليم تركوا الأرض وذهبوا للبحث عن الوظائف في المدن ،وليس الأمر فقدان الايدى العامله فحسب بل ايضا ضياع الخبرة التقليديه التى كان يكتسبها الأبناء من الآباء والتى من خلالها بني نظام اليمن الزراعي الناجح عبر الآف السنين فسوف تتحطم دون الأمل في ارجاعها ثانيه .

ـ ما الذى يمكن عمله لوقف التدهور الاقتصادى والبيئي ؟

مازال هناك وقت لاصلاح الحال ولكن فقط اذا كانت وكالات التنمية استعدت للنظر ثانية في الاهداف والأولويات التى من خلالها اتخذت قراراتها ،كما عليها أن تدرك جليا انه ليست المشاريع الكبيرة في الأوديه هي التى تمثل احتياجات اليمن ولكنه من الضرورى الالتزام بالمساعده على المدى الطويل على المستوى المحلى ،أى مشروعات تطوير يجب أن تبنى على المهارت اليمنية التقليدية وروح المجتمع السائد وتدعم مصادر التربة الأقل انتاجا ولكنها أكثر قابليه للاصلاح والتجديد ،الأشجار والمناظر الطبيعية التى مازال معظم المزارعون اليمنيون يعتمدون عليها .

والحد من الاستيراد . وهكذا عاشت اليمن تعمل كنموذج لتطوير نظام اقتصادى محلى ناجح .

وظل هذا النظام الأنتاجي المحلي للأغذيه يحمي البلاد من اجتياح الجفاف والمجاعه التي أهلكت سكان الأقطار المجاورة لهذه البلده .

- ماذا حدث لهذا النظام الذى أستمر أكثر من ألفين سنه ؟

لقد شهدت الأعوام الماضيه مايعتبر تهديدا لهذا النظام الزراعي المعمول به طوال مايزيد على ألفين سنه كبدايه نحو الأنهيار الكامل لنظام الزراعة التقليديه اليمنية .

أن المدرجات الجبليه في مناطق المرتفعات والتى استغرق انشاؤها وتشكيلها عده قرون قد بدأت تتكسر وتنهار وتتعرى نتيجه لعدم وجود الصيانه ـ واستخدمت الأشجار والأعشاب المحيطه بها كحطب للوقود ـ دون غطاء نباتي يحافظ على تماسك التربه مما يساعد السيول على غسل خصوبه التربه صوب البحر الأحمر ـ الأمر الذى جعل تلك المدرجات الخصبه سابقا قاحله جرداء حاليا .

ويمكن ملاحظه فقدان المدرجات بوضوح في أسفل المنحدرات الجبليه حيث أن السيول المتدفقه التى تحمل معها التربة الزراعية من الأعالي نحو الوديان الواقعه أسفلها جعلت الأراضي الخصبه قيعان صخريه ـ كما أن حوالي ٨٠٪ من الأراضي الزراعية قد أصيبت بالأنجراف أو غطتها الأحجار المتساقطه من فوقها بما يصل الى أربعه أمتار . وحتى فى سهول تهامه الزراعية تعتبر مهدده بالرغم من انه لم هناك مياة كثيرة الا أن نظام الرى قد أصبح معوقا بتراكم الحطام ونموطبقه عليا من التربه نتيجه لغسيل السيول المنحدرة من الجبال .

لقد ثبت بوضوح نتيجه ضخ المياة بأن الماء قد قل في المصادر الجوفية كما أن الآبار السطحيه قد أصبحت جافه ، لذا ادخلت المياة المالحه من البحر الأحمر للأراضي الزراعية ، كما أن مستقبل مياة الشرب في المدن يخيف .

جرفت من الجبال العاليه لسهول منخفضه ٩٠٪ من الأراضي الزراعية التى يعتمد عليها في الزراعة وباستمرار هذا التأثير المتصل أصبح الخوف وارد من الأنهيار التام للأقتصاد اليمني في الريف واختفاء تراثه الثقافي الذاتي تبعا لذلك .

- ماهي الأسباب الرئيسية في الأنهيار المتصل للقطاع التقليدى اليمني ؟

عندما فتح اليمن أبوابه للعالم الخارجي ومنظمات التنمية في الستينات بتقديمها للمساعدات والتحديث كانت هناك عنايه قليله بالآثار المترتبه على تنفيذ تلك البرامج في اليمن وقبل عشرين سنه يعتبر اليمن ذا أقتصاد متعافي ومنتج ، مزود منذ آلاف السنين بمعرفه كيفية صيانه الأراضي الجافه ـ الأمر الذى لم يعني أيه أهميه لمؤسسات الأموال القوميه والا البنك الدولي والذى يتبنى سياسه تشجيع تطوير الزراعة العالمية بنيه أساسا تجاة السوق الشرقي أحادى التحصيل لمحاصيل نقديه عاليه القيمه والتي تحتها وسعت سياسه زياده الانتاج في الفترة القصيرة وذلك لتستجيب للمتطلبات المالية لتسويه ميزان المدفوعات بالعملات الصعبه المكتسبه من التصدير .

لقد أصبح من الأفضل لمنظمات المساعدات الدوليه المشتركه توجيه معوناتها الزراعيه و(الاسمده ، الكيماويات ، المضخات ، بالاضافه لخبراتها التقنيه) الى المجتمع الزراعي اليمني والذى يستجيب بسرعه

الحدائق العربيه المعلقة

تعتبر اليمن بلده معروفه بجمالها وأراضيها القاحله تتواجد فيها سلسله من الجبال البركانيه • ويعتمد سكان المناطق الريفيه على زراعه المدرجات الصعبه المنشئه على سفوح الجبال المنحدره صوب البحر الأحمر• وبالرغم من كون اليمن محاطه بمناطق صحراويه وتقع في نطاق المناخ الجاف والحاره كجيرانها من البلدان ذوات المناخ الشبه صحراويه مثل اثيوبيا ــ السودان الا أن المزارعين فيها قدعملوا قبل مايزيدعلى ثلاثه آلاف سنه على تطويرعده استراتيجيات زراعيه متوازنه ومتكامله والتي لم تكفل الأمن الغذائي للأسرة فحسب ــ بل جعلت اليمن مركزا انتاجيا عاليا للغذاء وأكثر مقاومه للجفاف والجذب من الأقطار الساحليه الأخرى •

ولمعرفه نجاح النظام الزراعي اليمني ــ ينبغي النظرأولا الى أراضي المدرجات الخصبه الموجوده على ارتفاع ٣٠٠٠ م من المناطق الجبليه الواقعه على طول البلاد ــ والى الدور الذى تلعبه في ازدهار السهول الواقعه اسفلها في الوديان •

وترتبط هذه المدرجات مع بعضها بواسطه قنوات ــ وكل حقل من حقولها ممهده ومتساويه ومحفوفه الأطراف ومزوده بفتحات لدخول المياة في الجزء الأسفل من القنوات مما يساعد على انسياب المياة على الخطوط الكونتوريه وتسربها في التربه قبل أن تغادرها الى الحقل التالي •

وهذه المدرجات تحفظ مياة الأمطار المتساقطه وتمنع هدر المياة عبر المنحدرات الجبليه الى الأسفل • وكلما انحدرت الجبال صوب البحر الأحمر تقل الأمطار وترتفع الحرارة ويعتقد المرء أن هذه المنطقه قاحله ودائمه الجفاف •

ولكن بالعكس فأن منطقه تهامه كما هو معروف خصبه جدا ــ ويعتمد المزارعون على الأمطار التي تنحدر من المرتفعات والتربه التي تحملها الأمطار معها ــ ويبنون الأراضي في شكل أحواض كبيرة تحفظ المياة •وكل مزارع يحتفظ بالمياة لفترة معينه حسب الأصول المتعارف عليها فيما بينهم ثم يرسلها الى الأراضي المجاورة له •

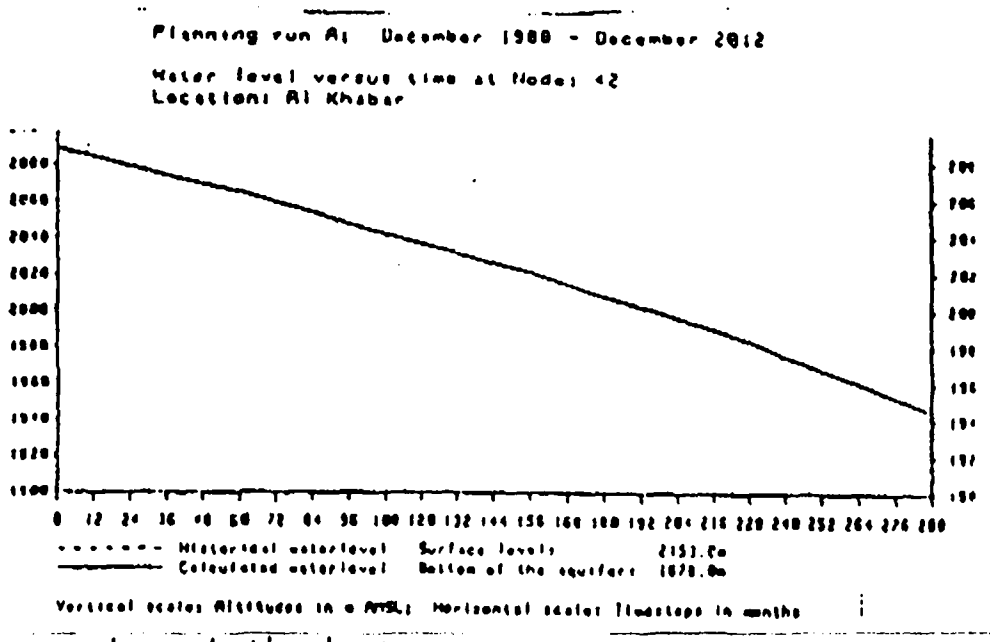
وبالاضافه الى هذا النظام المتطور المعمول به في حصاد المياة توجد أيضا ممارسات زراعيه تعتبر جزءا من نظام الزراعة اليمنية عبر الأجيال •

ويرتكز هذا النظام الزراعي أساسا على أدوات وتقنيات زراعية فريده تساعد على الأحتفاظ بالرطوبه وزياده خصوبه التربه وعلى الأنتاج الحيواني المنزلي والأستفاده من الفضلات الحيوانيه والرماد وغيرها لاستخدامها في التسميد •

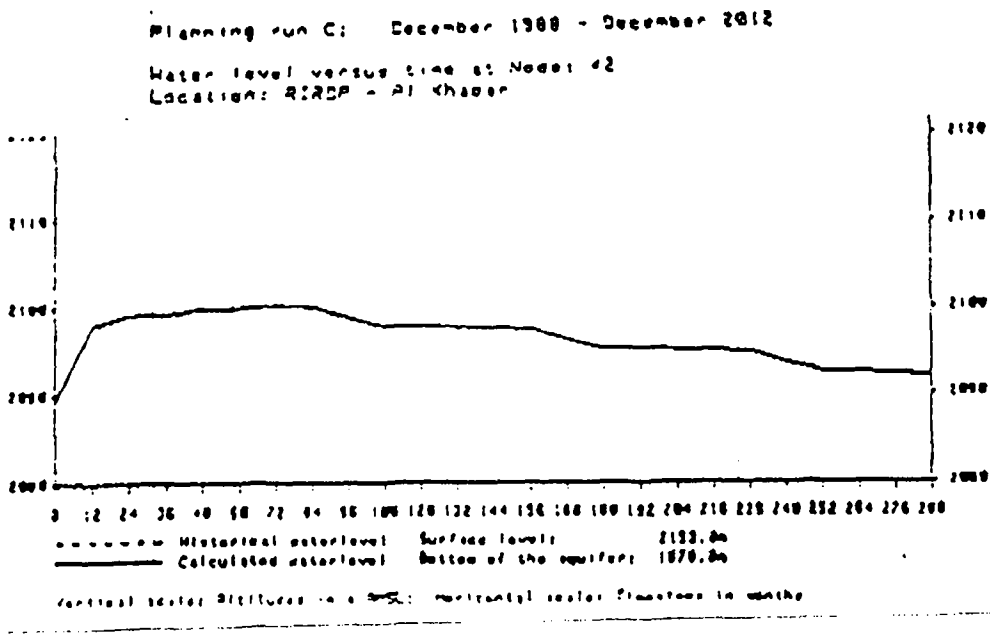
وربما تكمن القوة الخفيه لنظام الزراعة اليمنية في الدور الذى يلعبه المجتمع المحلي في دعم المزارعين لممارسه العمليات الزراعية ــ حيث أن المزارعين يمكنهم الحصول على قروض داخل المجتمع بدون فوائد أوبقليل منها ويستطيعون المحافظه على اسعار المنتجات الزراعية والأستفاده من وسائل التخزين المتوافرة محليا في السنوات الأكثر انتاجا ــ بالاضافه الى التشريعات القويه التي تحكم الأراضي والعماله واستخدامات المياة ــ الى جانب سياسات الأسعار المعده لتشجيع الاكتفاء الذاتي

علما بان النموذج المذكور للمياه الجوفيه لحوض رداع جاهز للترغيب حاليا علي الكمبيوتر (HP Vectra) الموجوده في مكتب مشروع التنميه الريفيه برداع .

غير ان الامر يتطلب الي بذل الجهود في التوجيه والتعريف بهدف تدريب الكوادر اليمنيه علي طريقة تشغيل النموذج لضمان استمراريه النموذج في حالة عملية واجراء الحسابات اللازمه عليه . (عند الاحتياج) .



شكل-١٠- انخفاض منسوب المياه في الخبار في ظل التطورات الذاتية للبئر- ٨٨ - ٢٠١٢م



شكل-١١- ثبات مستوى المياه في الخبار على افتراض ٥٠٪ من المياه المستخرجة للري في الفترة من عام ١٩٨٨ - وحتى عام ٢٠١٢م.

ويوضح الشكل التالى رقم - ٩ - المناطق المهددة بالاستنزاف وتداخل المياه المالحة مع المياه العذبة مما سيؤدى الى هجر بعض الآبار فى هذه المناطق.

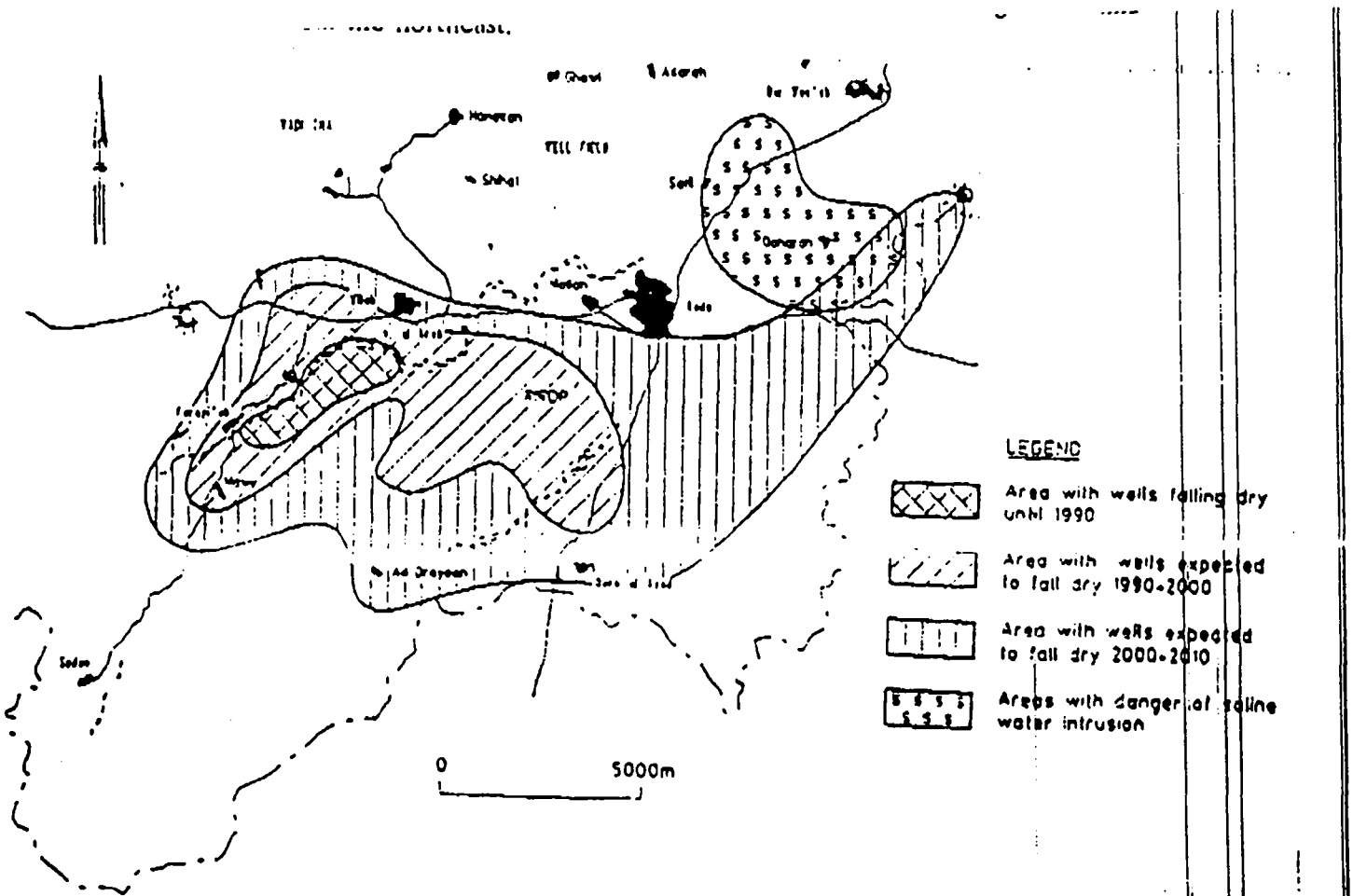
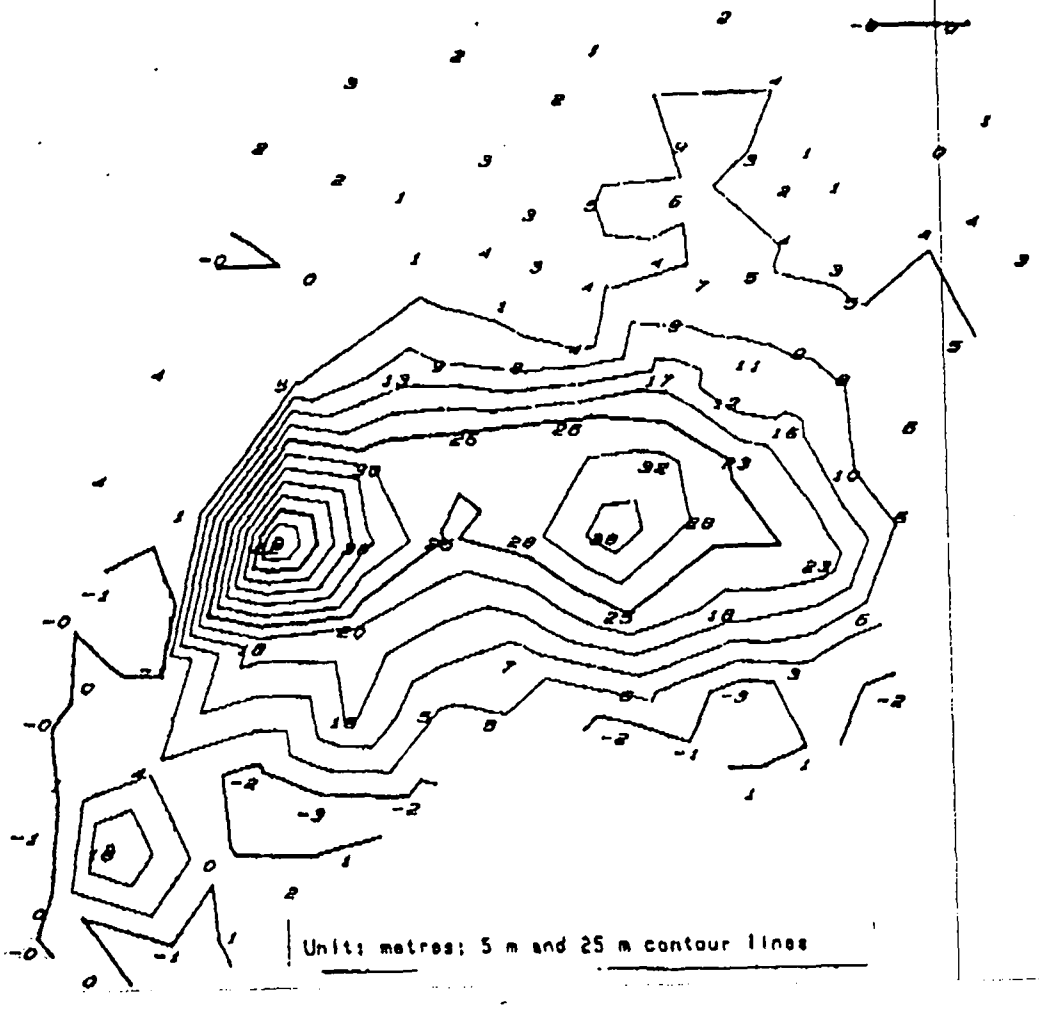
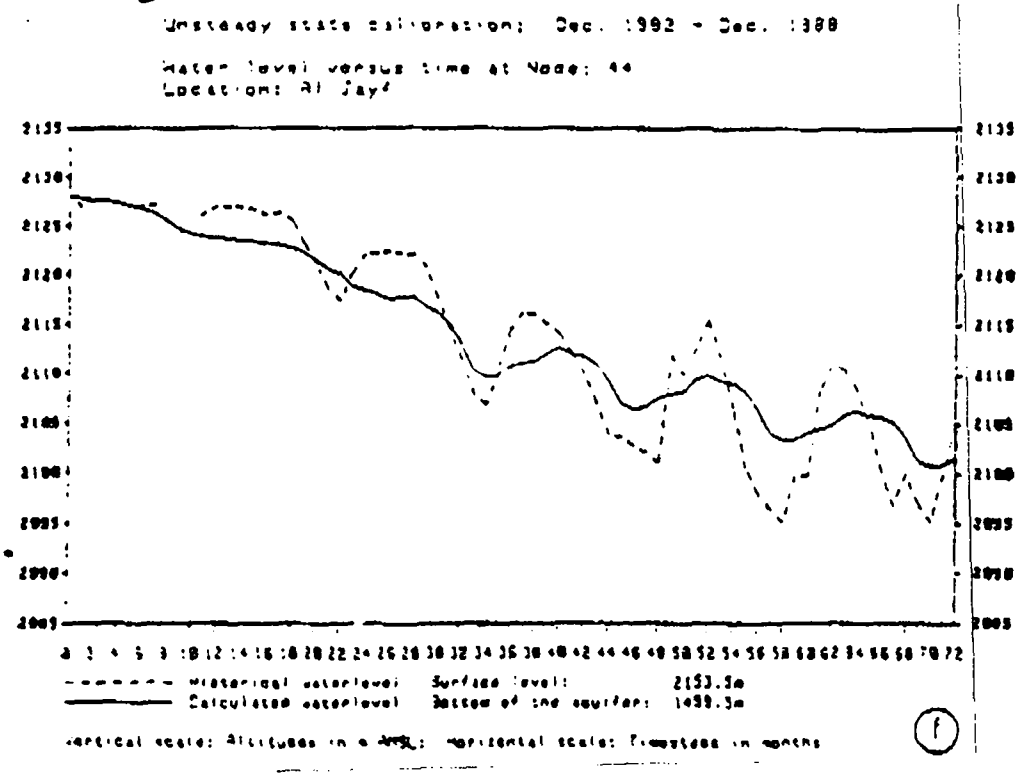


Figure 9: Endangered areas for groundwater depletion and saline water intrusion



شكل-٧- الأنخفاض في مناسيب المياه في الفترة من ديسمبر ٨٢ - ديسمبر ١٩٨٨م.



شكل-٨- الأنخفاض في منسوب المياه في الفترة ديسمبر ٨٢ - ٨٨ - عند العقدة - ٤٤ - (منطقة الجيف).

لقد تسببت اعمال الحفريات المكثفه للحصول على مياه الري والتي تزايدت بعد انشاء طريق ذهار - البيضاء في رفع مستوي الطلب للمياه الجوفيه مما ادي الي خلل في توازن المياه الجوفيه نظرا لعدم تكافؤ التغذيه مع السحب - حيث يتم استخراج المياه من مخزون الطبقه الحامله للمياه بما يؤدي الي استنزافها . وهذا واضح في نتائج معايرة الاوضاع المتغيره - (كما هو مبين في الموازنه المائيه للاعوام ٨٢ - ١٩٨٨م في الجدول السابق) .

وقد هبطت مناسيب المياه الجوفيه نتيجة لهذا الاستخراج المائي وخاصه في المناطق التي تجتمع إليها عملية السحب العالي للمياه . وانخفاض نفاذية الطبقات ومعامل التخزين بالمنطقة الوسطي جنوبي الطريق المسفلت .

وتعتبر انخفاض نسبة التبخر المائي في نهاية فترة المعايره عام ١٩٨٨ الي اقل من ١٥٪ مما كانت عليه تحت ظروف الاوضاع الثابته من النتائج الايجابيه في مواجهه استنزاف الطبقات الحامله للمياه ، اذ ان المياه المفقوده بالتبخر سابقا اصبحت تستخدم لاغراض الري والاعمال المنزليه .

ينتج النموذج في المناطق الوسطي مناسيب مائيه تتبع (تقارب) المناسيب المائيه المأخوذه في الماضي من عدد من الابار في الفتره من عام ٨٢ - ١٩٨٨م ولكن في بعض المواقع حول منطقة مضيط النموذج توجد علاقه ضعيفه بين المناسيب المائيه المأخوذه من القياس (الواقعي) والمناسيب التي ينتجها النموذج بسبب وجود انحرافات او عدم تجانس في (التكوينات) المحليه والتي لايمكن ان تمثلها الشبكه العقديه المتشته للنموذج .

وبعد معايرة النموذج بصوره مرضيه ، قمنا باعداد ثلاث عمليه تخطيطيه تحت سيناريوهات مختلفه ، هي : التطور الذاتي (التلقائي المياه) والسحب الاضافي لمياه الشرب في رداع وخفض كمية المياه المسحوبه من الابار التجوعيه .

وتم توضيح انه اذا استمر الحال علي ماهو عليه من استخراج المياه دون رقابه فسوف تستنزف الطبقات الحامله للمياه في/ جزء كبير من المنطقه خلال الفترات القادمه ، مما يؤدي الي بدء جريان (تسرب / زحف) المياه المالحه في اتجاه المنطقه الوسطي حول رداع .

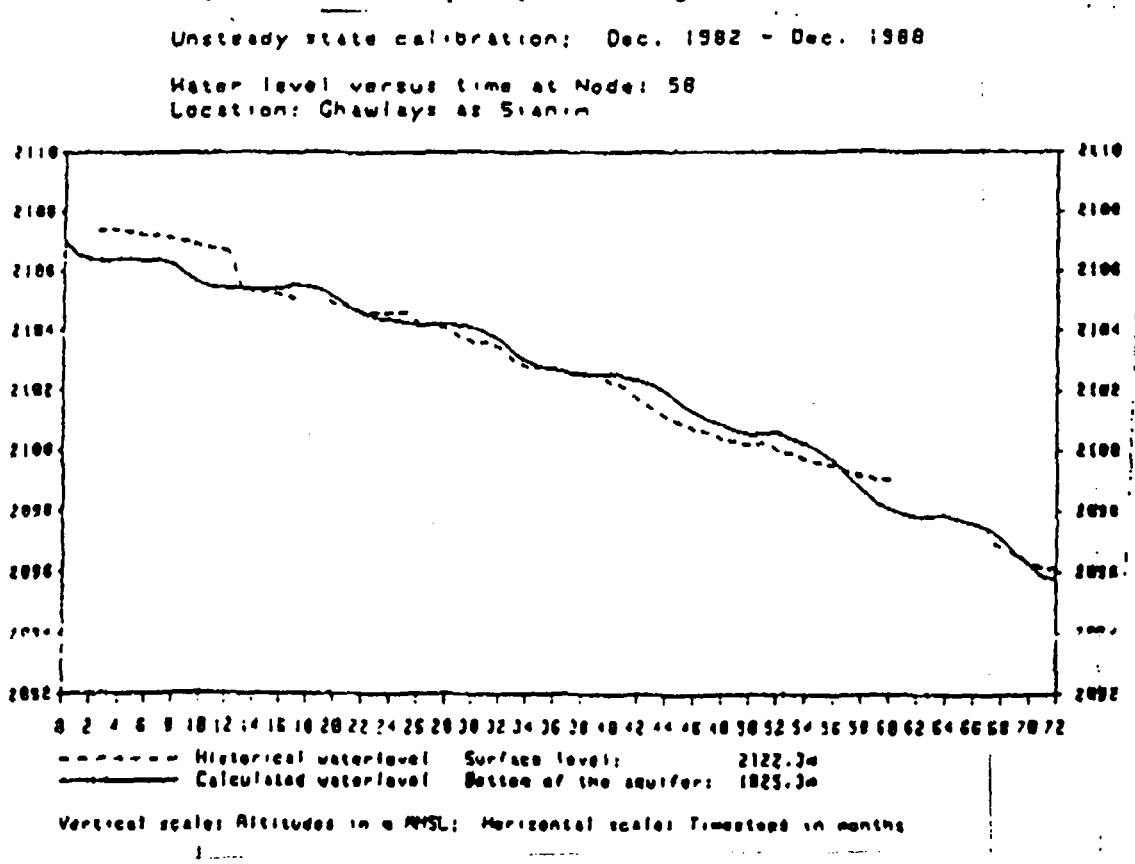
وعلي ذلا - فسوف تكون المواقع التي تم اختيارها كحقل ابار منطقه رداع مامونه (ومحميه) في العقود القادمه .

وسوف يكون الهبوط الاضافي لمستويات المياه . هناك بالاضافه الي الهبوط المتوقع (٦٠ متر تقريبا) في اطار ٢٠م في حقل الابار ذاتها .
وقد اوضح النموذج بانه يمكن انشاء موازنه جديده في المياه الجوفيه من خلال خفض استخراج المياه من الابار التجوعيه بواقع ٥٠ ٪ وانه سوف يتلاشي الهبوط المخروطي الذي يتوسع شبكا فشيئا حاليا في الجهه الجنوبيه من رداع - الامر الذي يجنب خطورة اقتحام المياه المالحه من جهه الشمال الشرقي .

الجدول رقم - ١ - : اجمالي الموازنه المائيه في منطقة النموذج في حالتي الاوضاع الثابته والاوضاع المتغيره .

	Recharge			Discharge				Storage change
	Rain	External lateral boundary flow	Total re-charge	Well abs-traction	Evapo-ration + spring flow	External lateral boundary flow	Total dis-charge	
Steady-state calibration								
nat[1]	3.3	7.2	10.5	0.7	8.5	1.3	10.5	0
p-80	3.3	7.2	10.5	2.4	6.8	1.3	10.5	0
Unsteady-state calibration								
1983	3.9	7.5	11.4	16.5	3.8	1.2	21.5	- 10.1
1988	4.0	7.2	11.2	18.7	1.2	1.3	21.2	- 9.9
Prediction								
2000	4.0	7.0	11.0	24.1	0.0	0.9	25.0	- 14.0

nat: natural steady state conditions; p-80: pre-1980 irrigation



شكل - ٦ - معايرة الوضع الثابت في الفترة من ديسمبر ٨٢ - ديسمبر ٨٨ - تغير منسوب الماء مع الزمن عند العقدة رقم ٥٨ - في منطقة غليس السياني .

ويقوم الجدول رقم - ا - (في الصفحه التاليه) موازين المياه في المنطقه في الحاله الوضع الثابت الماضي والوضع المتغير كنتيجه لما توصلت اليه عملية المعايره في المرحلتين - ويتضح من خلال ذلك بان حوالي ٧٠٪ من تغذية المياه الجوفيه ، اي حوالي ٢و٧ مليون م٣ سنوي ، تتم من خلال الجريان الجانبي علي مغاذاة التصدعات الجوفيه المتجهه نحو الشمال الغربي والجنوب الشرقي من تحت الهضبه المبازلتيه لجبل اسبيل علي جانب حدود الشمال الغربي للنموذج .

كما ان مياه الامطار المتسربه تساهم بحوالي ٣و٢ - ٤ مليون م٣ سنوي الي الخزان المائي الجوفي في عموم منطقة النموذج - مما يرفع الكميه الاجماليه للمياه التي تغذي منطقة النموذج الي ٥و١٠ مليون م٣ سنوي تقريبا - منها ٨و٦ مليون م٣ سنوي تشكل المرشبات المتدفقه تحت اوضاع ما قبل عام ١٩٨٠ من الينابيع المتواجده في وادي شاه ووادي السر والقصير والحجفه والموكا ووادي المختار .

اما بقية المياه الجاريه فانها تغذي المياه الجوفيه في الجزء الاوسط والشمالي من رداع - ويبلغ حجم تغذية المياه الجوفيه في سهول وودبان الجزء الجنوبي من رداع في نطاق ٢ مليون م٣ سنوي فقط .

ونتيجه لاستخراج المياه الجوفيه فيما قبل عام ١٩٨٠ من الابار السطحيه لاغراض الري حول رداع والتي بلغت كميتها ٨و١ مليون م٣ سنوي ، فقد هبط منسوب المياه في الجزء الشمالي والشرقي لمدينة رداع الي حدود عشر امتار .

وتلعب التصدعات الجوفيه الكبيره التي تاخذ اتجاه شمال غرب - جنوب شرق علي منطقة رداع دورا هاما في جريان المياه الجوفيه في المنطقة .

وفي حالة الاوضاع المتغيره ، يمثل النموذج تحركات المستويات المائيه والعناصر التي تؤثر في توازن المياه الجوفيه والمتغيره بمرور الزمن كهطول الامطار واستخراج المياه وغيرها من المتغيرات .

كما ان حدود النموذج لم تحدد في حالة الاوضاع المتغيره تبعا للمتغيرات التي تحدث داخل منطقة النموذج ذاتها .

اسبيل الي داخل سهل رداع . وذلك تحت الحمم البركانيه من العصر الرباعي .

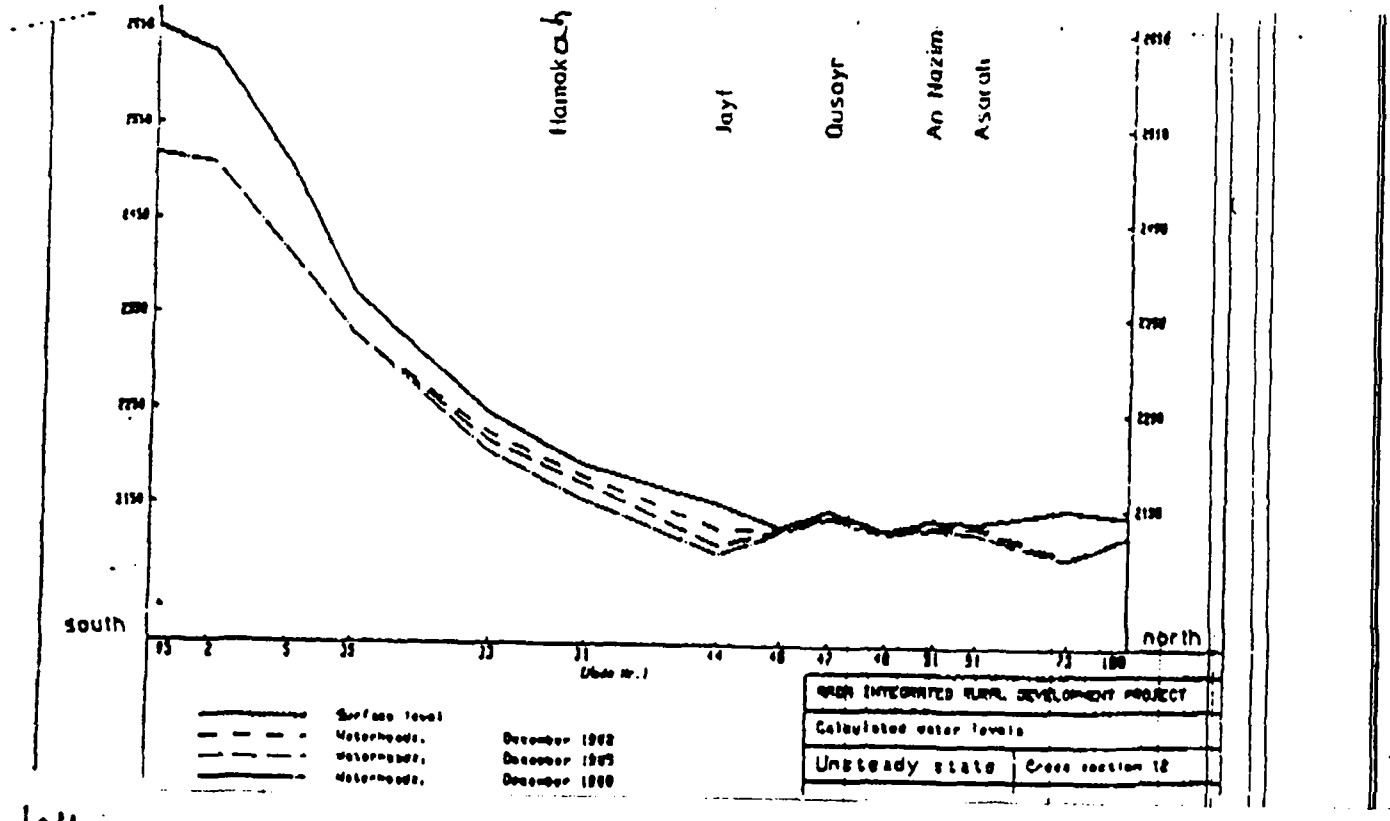
ويعتبر تشرب مياه الامطار المصدر الوحيد للتغذيه في المناطق الجنوبيه .

وقبل عام ١٩٨٠م . كانت تتحدد عادة عرفيات المياه الجوفيه عن طريق الينابيع الجاريه والتبخر والنتح الصاعد من المياه الجوفيه الضحله في الجزء الاوسط والشمالي من الحوض .

ولكن - خلال السنوات العشر الماضيه استحدثت طرق لاستخراج المياه الجوفيه (كبديل للطرق الطبيعيه) والمتمثله بالضخ المتزايد لاغراض الري مما ادي الي شحة المياه في الجزء الجنوبي الغربي للحوض وجفاف الينابيع التي كانت تتواجد في الماضي .

ويمثل النموذج المذكور جريان الينابيع والتبخر والنتح للمياه الجوفيه الضحله والجريان الداخلي للمياه الجوفيه تحت الاوضاع الماثله - وذلك بواسطة مقاييس (مستويات) المياه المثبته علي الينابيع وحدود الجريان الداخلي .

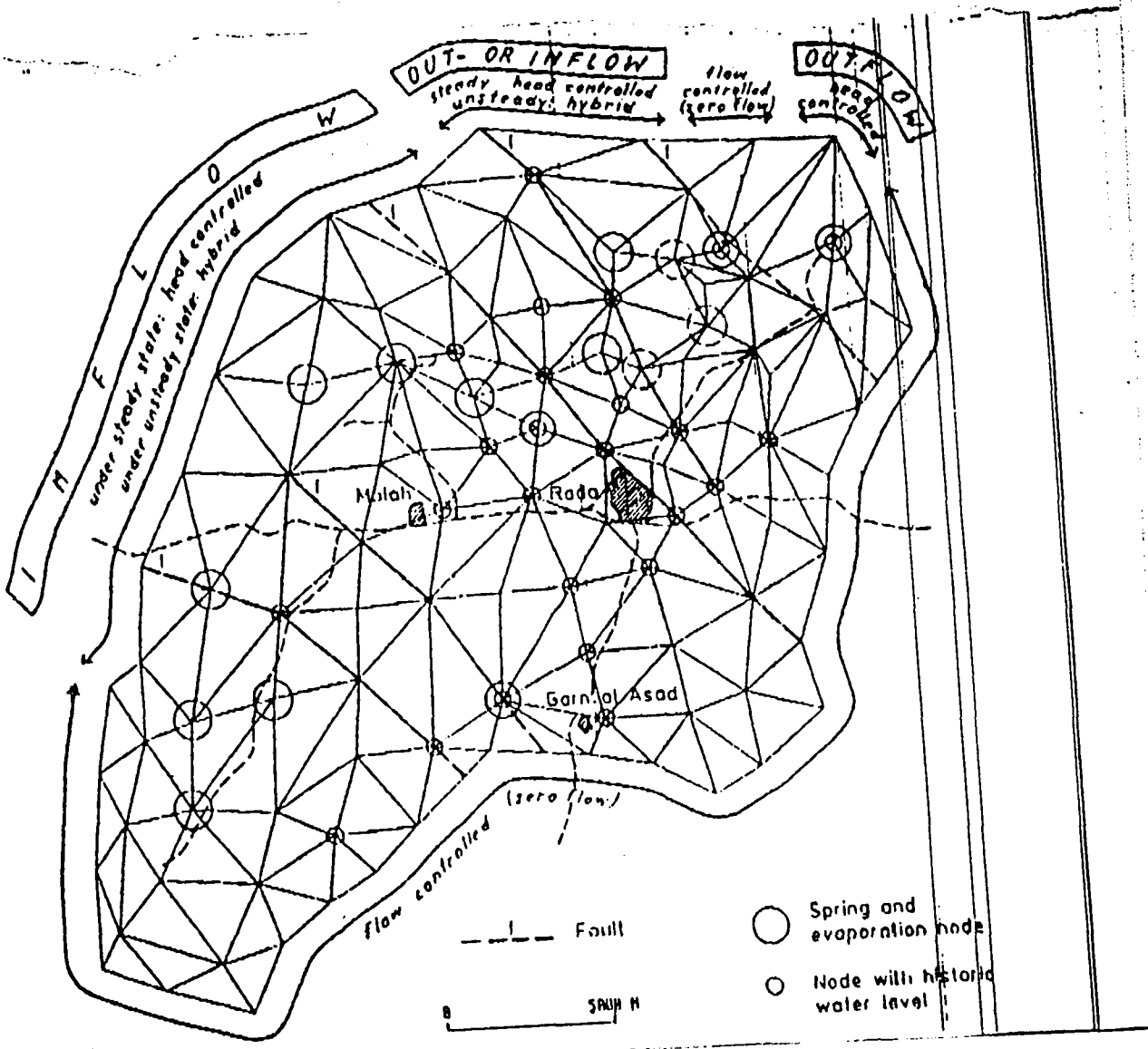
وقد تم معايرة الشكل اولا علي اساس الوضعيه المتاحه بالنسبه للاعوام ماقبل عام ١٩٨٠ . علي مناسيب ٢٠ موقعا مائيا (ابار ملاحظه) ومتطابقه تماما مع اوضاع النقاط العقديه في شبكة العناصر المحدوده . وبعد ذلك مباشره ، تم القيام بمعايرة الشكل علي الوضعيه المتغيره بالنسبه للفتره من عام ١٩٨٣ - ١٩٨٨ لعدد ٢٣ بئرا من ابار الملاحظه - ونظرا لوجود خواص عديده مجهوله تم تحديد ثابتين فقط وذلك لمعايرة نموذج الحوض في الحالتين (الثابته والمتغيره) وتم اجراء بعض التعديلات البسيطه في نتائج المعايره للوضعيه الثابته خلال المرحله الثانيه للحصول علي نتائج شامله .



شكل-٥- قطاع عرضي لحوض رداع يوضح مناسيب المياه المقاسه والمحسوبه بعد معايرة الوضع الثابت .

وتظهر المياه الجوفيه في الطبقات الثانويه الحامله للمياه المكونه من العصور المتعربه (المتأثر بالعوامل الجويه) من العصر ما قبل الكامبري المتواجده في الجزء الشمال الشرقي والعصور الرمليه (الطويله) من العصر الطباشيري في الجزء الاوسط والشرقي والعصور البرقانيه البحنيه من العصر الثلاثي في الجزء الجنوبي والجنوب الغربي من الحوض .

وجميع الطبقات الحامله للمياه مترابطه ببعضها وذات نفاذيه منخفضه الى معتدله . وتوجد النفاذيه العاليه على طول التصدعات الرئيسيه ذات التشيرات الواضحه على جريان المياه الجوفيه - ويبلغ الفارق بين اعلى منسوب وادنى منسوب في المنطقه حوالي ٥٠٠م .

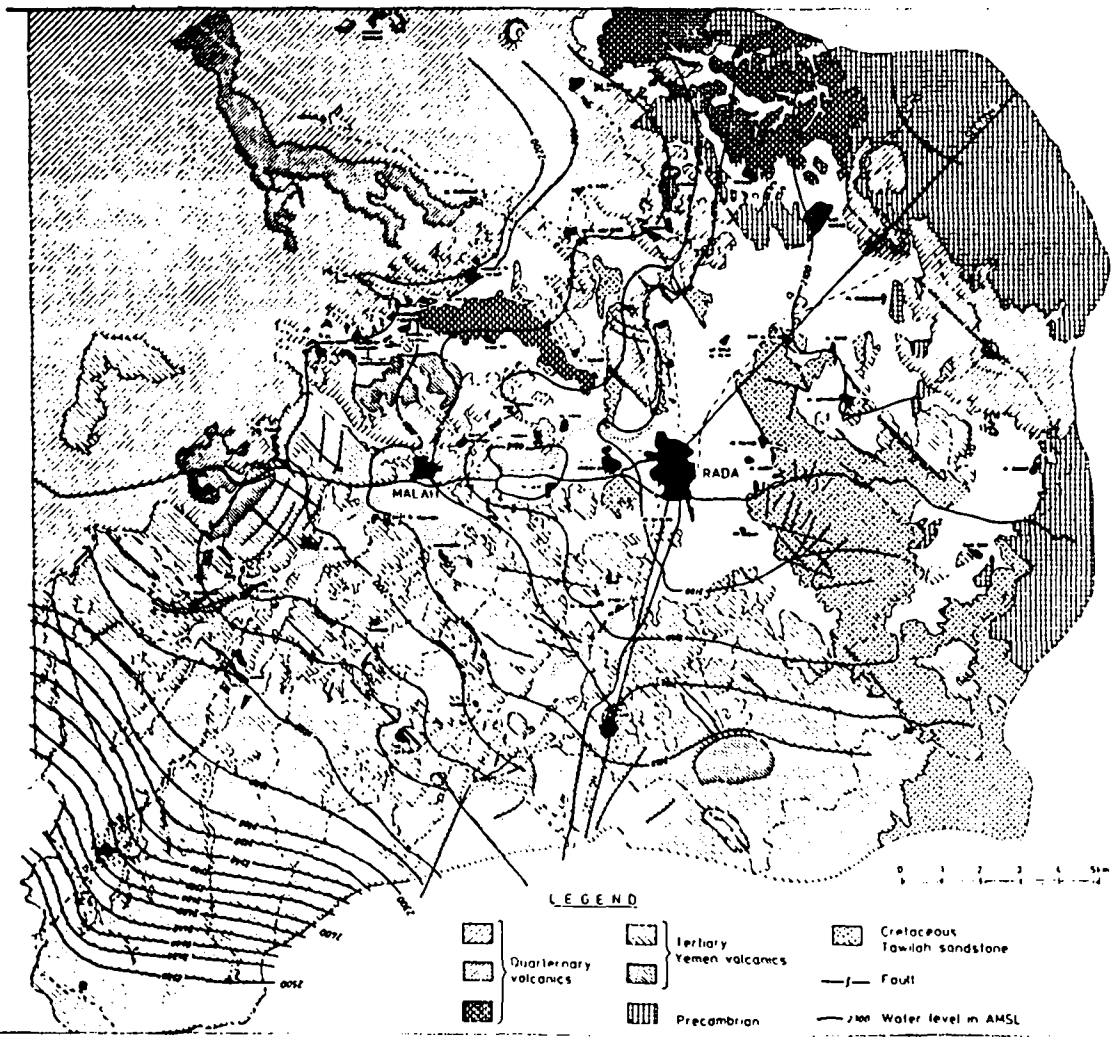


(veschuif 14 c)

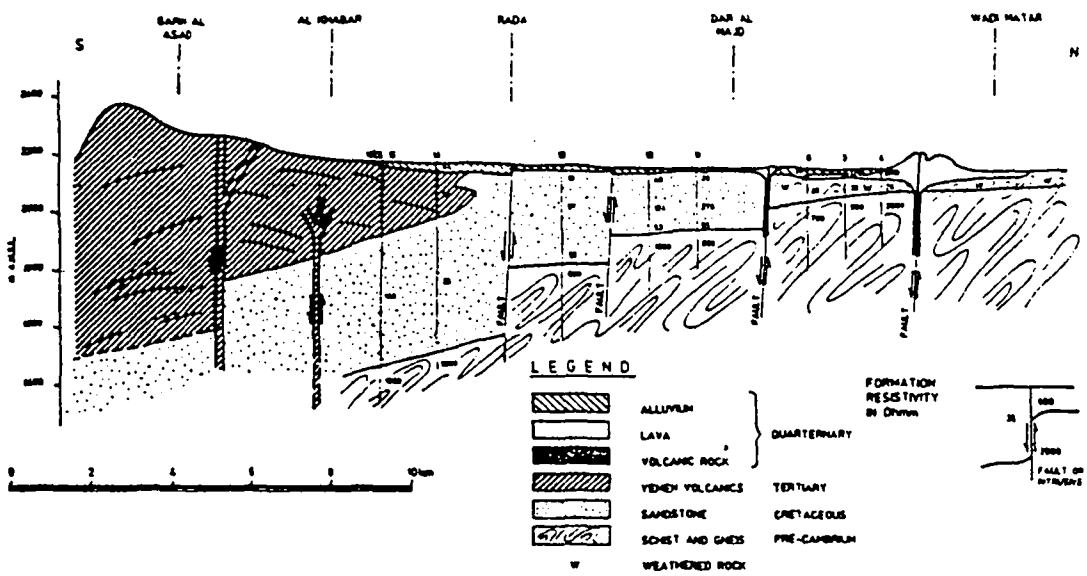
شكل ٤ - الشبكه العقديه والأوضاع الحدوديه لنموذج حوض رداع خلال فترة المعايرة الثابته والمتغيرة

وقد تم تبسيط نظام الطبقه الثانويه المعقده الحامله للمياه في شمال العناصر المحدوده كطبقه مائيه غير محصوره ذات منسوب مائي منحدر .

وفي الجزء الشمالي والاوسط تتغذى المياه الجوفيه بصوره اساسيه من خلال الجريان الجانبي للمياه الجوفيه (شمال غرب - جنوب شرق) من جبل



شكل - ٢ - جيولوجيا حوض رداع مع ارتفاعات مناسيب المياه عام ١٩٨٢م. في بداية فترة الري الموسع.



شكل - ٢ - القطاع العرضي الجيولوجي لحوض رداع - (شمال جنوب).

بسم الله الرحمن الرحيم

نموذج المياه الجوفيه لحوض ردا ع

تقرير ملخص من مشروع التنميه الريفيه بردا ع

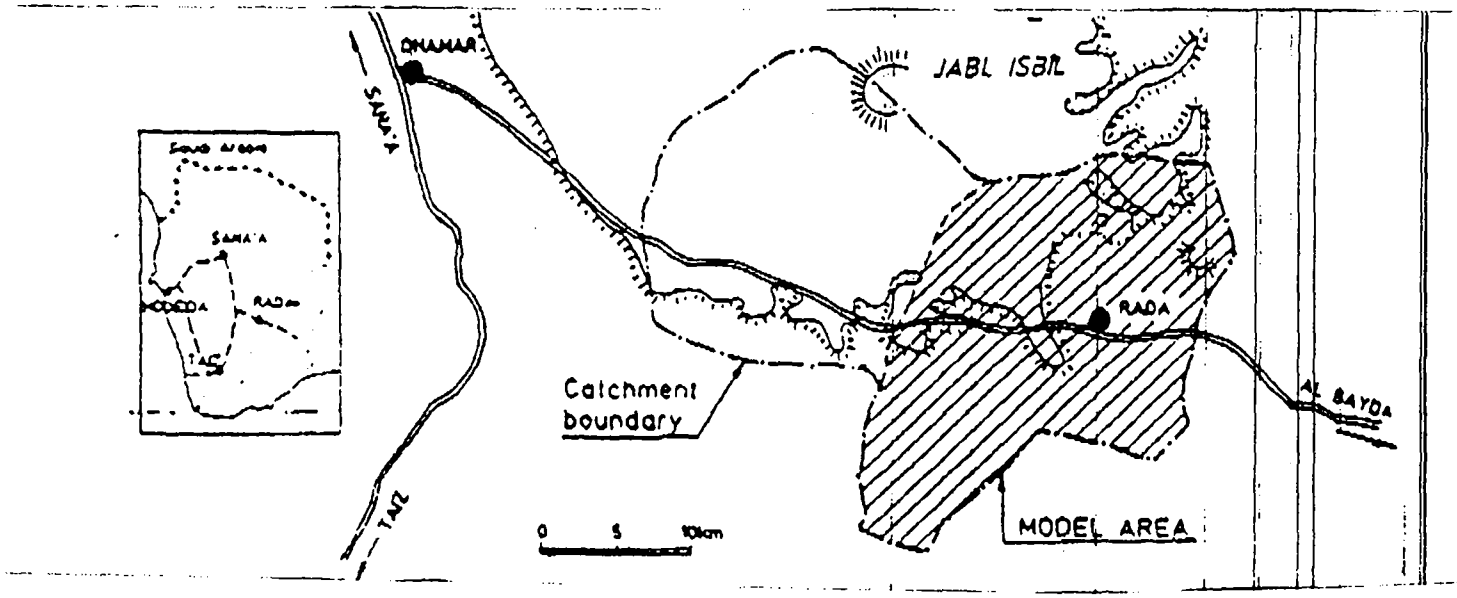
قام مشروع التنميه الريفيه بردا ع باجراء الدراسات اللازمه لاعداد نموذج المياه الجوفيه لحوض ردا ع .

وكان الغرض من هذه الدراسات هو العمل على انشاء نموذج المياه الجوفيه لحوض ردا ع والذي يمكن من خلاله القيام بالاتي :

- تحديد حجم المياه الجوفيه المتاحه في المنطقه .
- امكانية توفير مستويات مناسبه للمياه على اختلاف معدلاتها الاستغلاليه ليتسنى ايجاد النسق الامثل لاستخراج المياه .
- معرفة تاثير كمية المياه المستخرجه على مستويات المياه لاستخدامها كاداة من ادوات ادارة المياه .

وقد نشأت الحاجه الى ايجاد النسق الافضل لادارة حوض ردا ع من الزياده المتسارعه في استخراج المياه والطلب المتزايد لها سواء كان لاغراض الري الزراعي او لتامين مياه الشرب النظيفه للمناطق المتناميه - حيث ان الكميه الاجماليه للمياه المستخرجه قد تجاوزت حجم المياه الجوفيه المتاحه في الحوض مما ادى الى هبوط مستمر في مناسيب المياه وجفاف الينابيع والابار السطحيه .

وقد اجريت الدراسات على مرحلتين - شملت المرحله الاولى تطوير شكل العناصر المحدوده ومعايرة الحالات الثابته - بينما تضمنت المرحله الثانيه معايرة الحالات والاوضاع المتغيره وبعض العمليات التخطيطيه .



شكل -١- منطقة مستجمع وحوض ردا ع للمياه الجوفيه .

يشكل حوض ردا ع الجزء الشرقي من مستجمع المياه الجوفيه في الجهه الغربيه من محافظة البيضاء الواقعه في مرتفعات الجمهوريه اليمنيه - وهي المنطقه التي تبلغ مساحتها ٤٠٠ كم٢ . وعلى ارتفاعات تتراوح ما بين ٢٠٠٠ - ٢٧٠٠م فوق سطح البحر . مزوده بطبقه قاعديه من صخور النايس المكونه في عصر ماقبل الكامبري والصخور الرمليه المكونه في العصر الطباشيري والصخور البركانيه من العصر الثالث والرابع ومن الناحيه التكتونيه تقع المنطقه في الحدود الشرقيه لاخاديد البحر الاحمر الجوفيه . نشأت عنه تشرك الدايقات المتعامده بصوره تدريجيه نزولا نحو الغرب متاثره بعدد من الصدوع الجوفيه المتدرجه باتجاه شمال غرب - جنوب شرق .

المـــراجـــــع العـــــربيـــــة :

١ ـ ابراهيم عبد الجبار الدومى : المصادر المائيه وآفاق تنميتها فى الجمهورية العربية اليمنية ١٩٨٢م.

٢ ـ ابراهيم عبد الجبار الدومى : دراسة عن المصادر المائيه وترشيد استخدامها فى الجمهورية العربية اليمنية ١٩٨٣م.

٣ ـ مشاريع مياه الشرب وادى مور ، الهيئة العامة لتطوير تهامة ، تقرير داخلـــى .

المـــراجـــــع الاجنبيـــــه

English References

1. DHV (1983): Water Resources Study - Tihama Coastal Plain

2. DHV (1988): Tihama Basin Water Resources Study

شكل رقم (٦) المنحنيات المائيه الـزمنيـــه للابـــــار

FIGURE 6 WELL HYDROGRAPHS

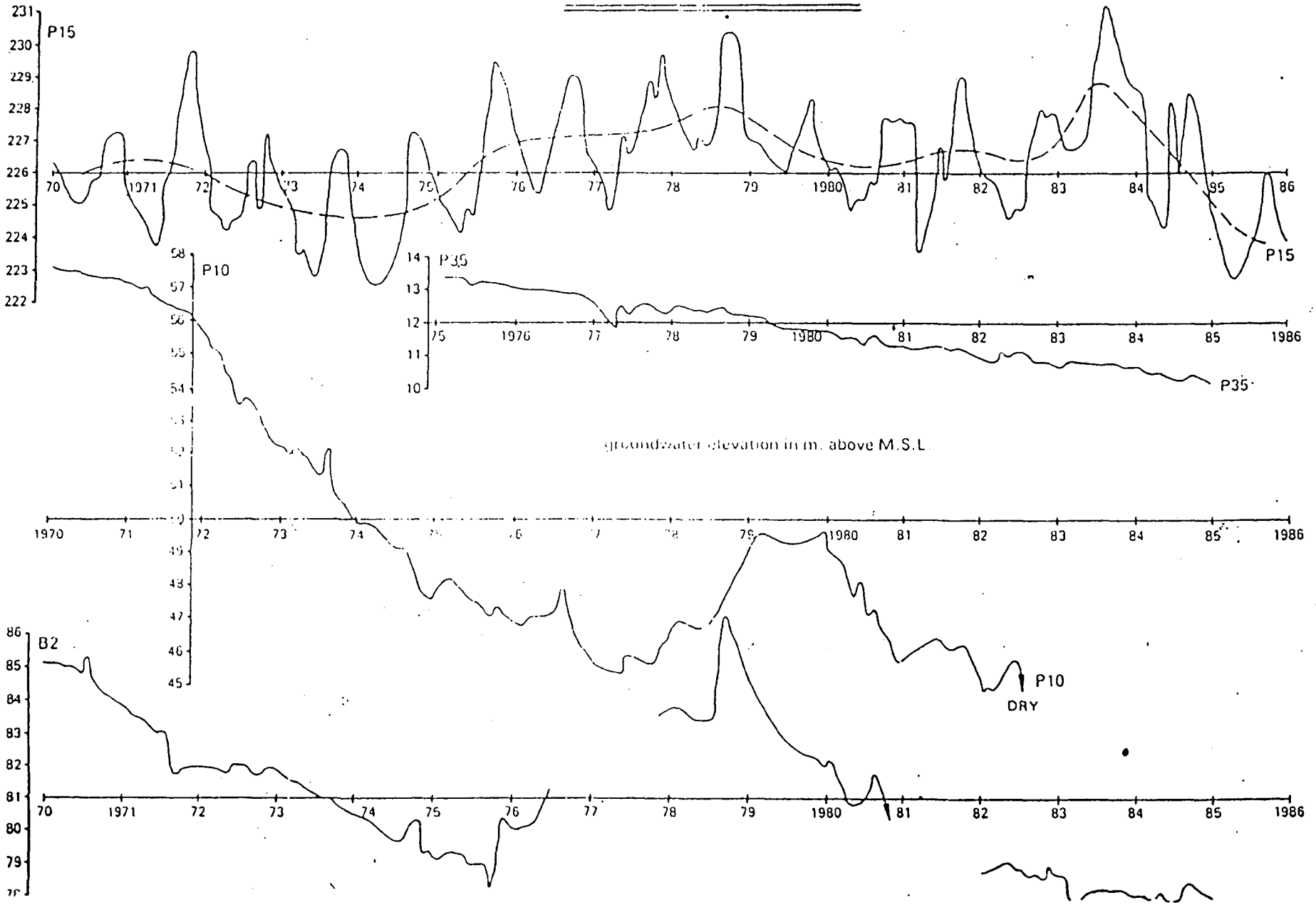


FIGURE 5 شكل رقم (٥) محطات الرصد والأمطار في حوض تهامة

HYDROLOGICAL MONITORING NETWORK IN THE TIHAMA BASIN

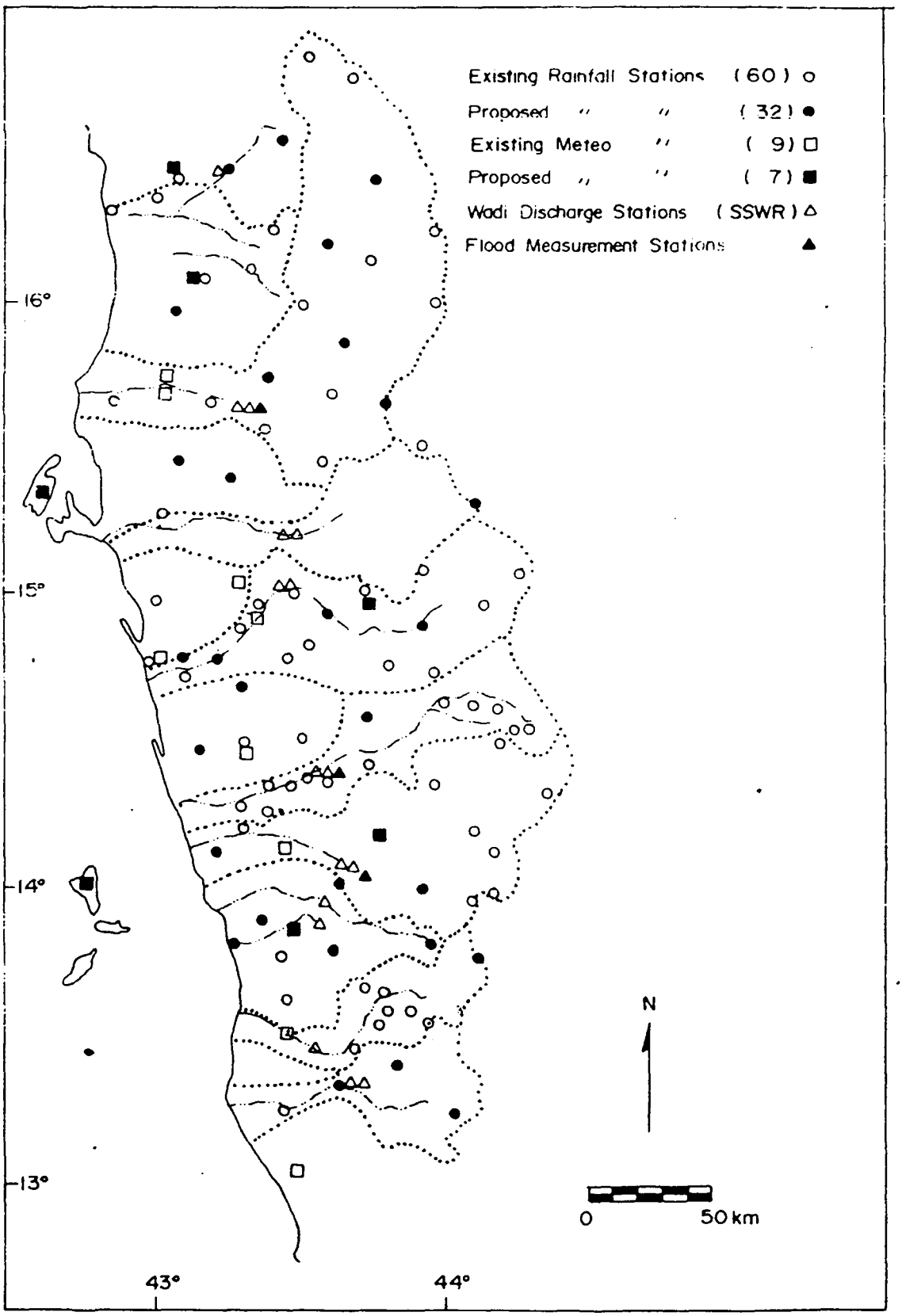
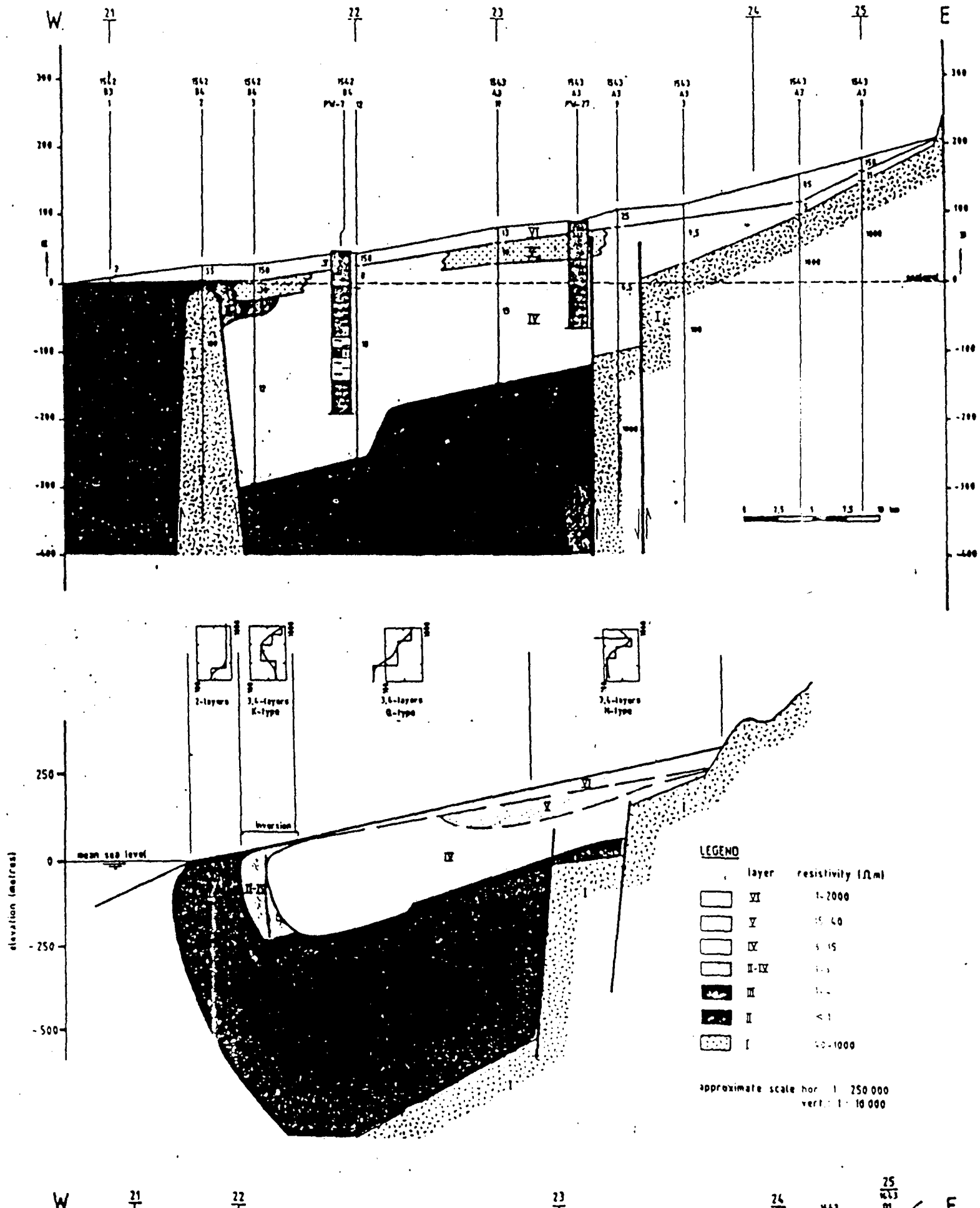


Figure 8. 4

Geo-electric Cross-sections - Tihama



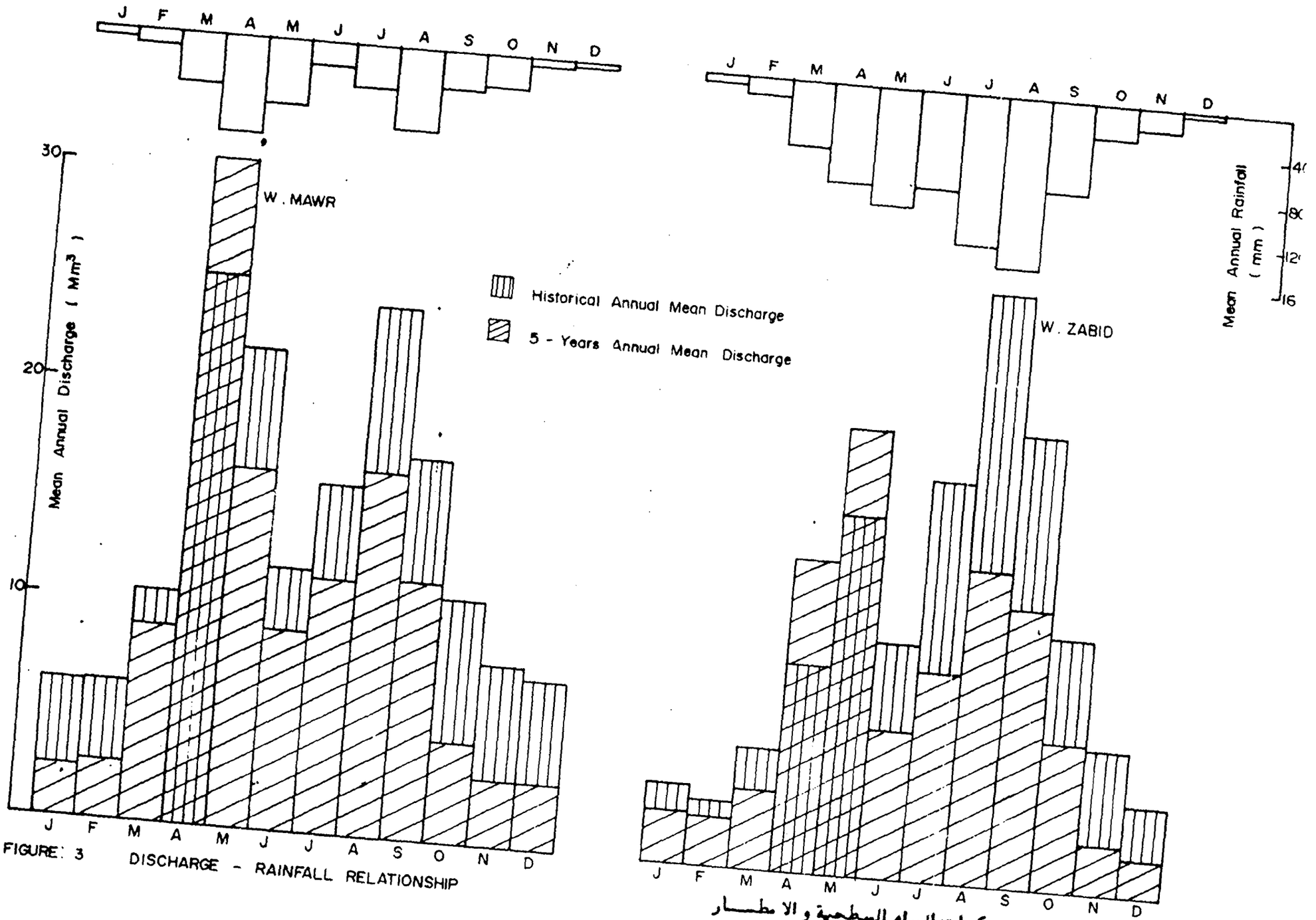


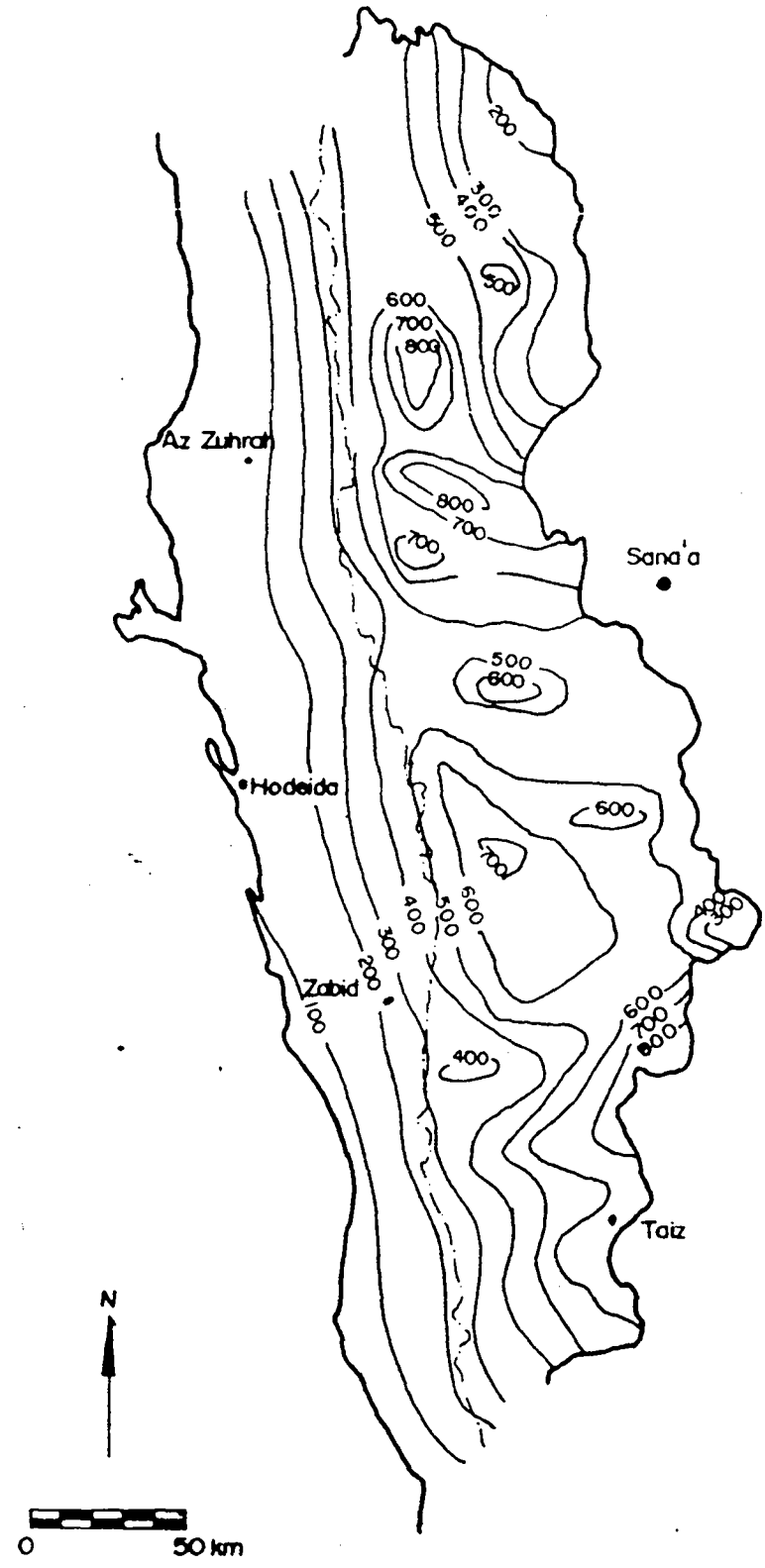
FIGURE: 3 DISCHARGE - RAINFALL RELATIONSHIP

شكل رقم (٣) العلاقة بين كميات المياه السطحية و الامطـــار

شكل رقم (٢) متوسط الامطار السنوى

MEAN ANNUAL RAINFALL

FIGURE 2

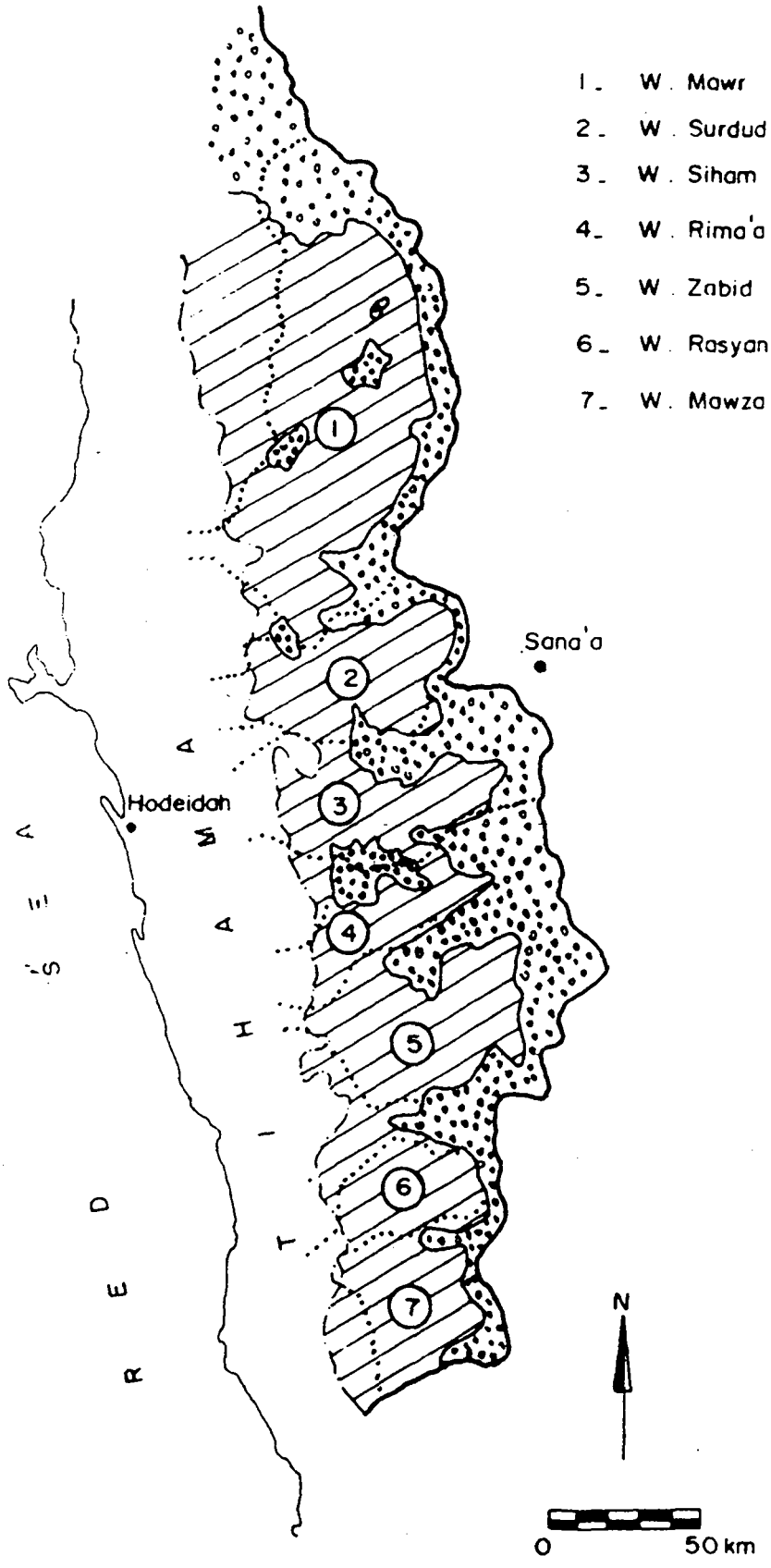


شكل رقم (١)

حـــــوض تهـامـــــة

FIGURE : 1

THE TIHAMA BASIN



جدول رقم ٥ : مناطق تهامه الزراعيه (تقديرات عام ١٩٨٦م)

	الري بالامطار	الري بالمياه السطحيه	الري بالمياه الجوفيه	الاجمالي
المساحات الصالحه للزراعه (هكتار)	٦٣٦ر٧٠٠	٤٦ر٩٠٠	٨٣ر٦٠٠	٧٦٧ر٢٠٠
ونسبتها من أجمالي مساحة تهامه	(٣٦ر٧٪)	(٢ر٧٪)	(٤ر٨٪)	
المساحات المرويه (هكتار)	١٩٤ر٤٠٠	٣ر٠٠٠	٦٤ر٧٠٠	
ونسبتها من أجمالي المساحات الزراعيه .	(٣٠ر٥٪)	(٧٤ر٦٪)	(٨٣ر٤٪)	
عدد السكان	٤٦٨ر٠٠٠	١٠٦ر٠٠٠	١٥٣ر٠٠٠	
	(٥٩٪)	(١٤٪)	(١٩٪)	

جدول رقم ٦ : مشاريع مياه الشرب في مناطق مور ورماع وزبيد

مشاريع مياه الشرب	عدد المشاريع	وادي رماع وفرع زبيد			وادي مور		
		عدد القرى	عدد السكان	الاحتياج اليومي م٣	عدد مشاريع	عدد القرى	عدد السكان	الاحتياج اليومي م٣
المستوى الخدمي أ)	٤	٧	١١٧٠	٥٣	١	١	٣٥٥٠	١٥٨
المستوى الخدمي ب)	١١	١٧	٣٦٤٠	١٦٤	١٢	١٧	١١٨٥٠	٥٣٤
المستوى الخدمي جـ)	٢٦	٥٧	١٥٠٨١	٦٧٨	١٤	١٤	٧٦٥٠	٣٤٥
المستوى الخدمي د)	٩	٢٠	٧٠٣٥	٣١٧	٤٤	٤٤	٨٤٨٠	٣٨٢
الاجمالي /	٥٠	١٠١	٢٦٩٢٦	١٢١٢	٧١	٧٦	٤١٤٨٠	١٤١٩

جدول رقم ٣ : الميزان المائي لحوض تهامة (مليون م٣)

	التقييم الاصلي		بعد التعديل	
	١٩٨٣	١٩٨٨	١٩٨٣	١٩٨٨
تغذية من تسرب المياه السطحيه و التدفق الباطني من صخور القاعدة	٤١٩	٤٠٤	٤١٩	٤٠٤
تغذية من الامطار المحلية والجريان السطحي على الارض	١٧٠	١٧٠	١٧٠	١٧٠
تصريف المناطق الساحليه	-٥٨٩	-٥٣٥	-٥٨٩	-٥٣٥
(تبخر - نتح)	(-٣٠٠	-٣٠٨)		
(تدفق خارجي)	(-٣٨٩	-٢٢٧)		
اجمالي السحب الصافي	-٧٦٢	-٧٦٢	-٥٩٥	-٩٦١
التغير في المخزون (الفاقد)	-٧٦٢	-٧٢٣	-٥٩٥	-٩٢٢

جدول رقم ٢ : حصر الآبار في سهل تهامة خلال الفترة ١٩٨٥م - ١٩٨٩م

اسم الوادى	عدد الابار	عدد المضخات	ملاحظات
اولا : الوديان الصغيرة			
حرض	٥١٣	٣٧٣	
حيران	١٦٨	١٠٤	
حبل	٢٢٧	١٤٣	
القور	١٣١	٥٦	
عيان	٢٢٠	٨٤	
الترمة	٥٠٠	٢٤٢	
الكيدية	١٥٣٥	١٠١٦	
الكوبع	٤٠٠	٢٣٥	
المربر	٤٨٤	٢٤٧	
نخله	١٧٧	١٤٨	
ظمى	١٦٨	٦٩	
عرفان	٤٧٠	٢٠٧	
يختل	١٠٨	٥٠	
ذباب	١٠٠	٣٨	
	٥ر٢٠١	٣ر٠١٢	
ثانيا : الوديان الكبيرة			
سهام	٢٠٠٨	١٣٩٦	
سردود	٢٠٠٠	١٣٠٠	تقديرى طى ضوء نتائج الحصر فى ٨٢م
مور	٢٥٠٠	١٤٠٠	" " " " " " ٨٣م
رماع	٢٠٠٠	١٣٠٠	" " " " " " ٨٢م
زبيد	٢٠٠٠	١٤٠٠	" " " " " " ٨٥م
رسيان	٤٦٠	٣٠٥	
سوزع	٦٠٢	٣٩٧	
	١١ر٥٧٠	٧ر٤٩٨	
الاجمالى الكلى	١٦ر٧٧١	١٠ر٥١٠	

٦ ـ التوصيـــــات :

أن ماتم طرحه حتى الآن يوضح لنا أهمية الاستمرار في جميع المعلومات حـــول المصادر المائيه من جهه ، والحفاظ على هذه المصادر وحمايتها من الاستنـــزاف أو سوء الاستخدام من جهه أخرى • ومن خلال النتائج المتوفره حالياً يمكننا القول بأن حماية الموارد المائيه في تهامه لايستدعى بالضروره وقف مشاريع التنميـــه الزراعيه بقدر مايتطلب وضع الحلول السريعه لتثبيت أسس صحيحه وفعالـــــه لاستخدامات المياه وعلـــى الأخص في مجال الزراعـــه •

ومعظم المشاكل المتعلقه باستخدامات المياه تعود أسبابها في نهايـــــة المطاف الى أحد العوامـــل الرئيسيه التاليـــه :ـ

١ ـ عدم توافر قياسات عياريه للمياه المستخدمـــــه •
٢ ـ عدم توافر أنضمه ولوائح في تنظيم وادارة استخدامات المياه •
٣ ـ غياب الوعي الجماهيري في الطرق والاساليب المثلىلاستخدامات المياه

لذا فان أهم الخطوات المطلوب اتخاذها للحفاظ على مصادر المياه ليس فقـط في تهامه بل وفي كل أحواض الجمهوريه ، يمكن أن تتلخص كالآتي :

١ ـ الاسراع في ايجاد تشريعات مائيه تنسجم مع الخطط التنمويه الزراعيه والصناعيه ومياه الشرب ، وكذلك تخطيط المـــدن •
٢ ـ الزام كافة المشاريع والهيئات الزراعيه بوضع برامج متكامله لتنظيـــم وترشيد استخدامات الوارد المائيـــه •
٣ ـ ايجاد جهه متخصصه لدراسة تقنيين استخدامات المياه ، وتقوم هـــذه الجهه بالتنسيق مع المشاريع والهيئات الزراعيه لضمان تطبيق نتائج دراسات التقنيين في مناطقهم •
٤ ـ انشاء لجنه تتكون من الاخصائيين للقيام بدراسة الاحتياجات المائيـــه للبلاد ووضع الخطط التي تتناسب مع الامكانيات المائيه المتاحـــــه وتطويرها ، والاشراف على جميع المعطيات وتفسير البيانات وتحليلها •

تشير إلى ان اقصى هبوط في منسوب المياه كان في المراحل الاولى من إستغلال الخزان الجوفي للزراعه (١٩٧٠ ـ ١٩٧٥) حيث بلغت نسبة الهبوط حوالي ٣٤ر. م/السنه ، مقارنة بمتوسط سنوي في حدود ١٥ر.م/السنه للفتره الكامله من ١٩٧٠ وحتى ١٩٨٨م .

وقد تبين لنا ايضا ان السبب الرئيسي في عدم التوصل إلى نتائج مقنعه حول التوازن المائي للحوض يعود إلى عدم وجود معلومات كافيه او عدم إستمراريتها في بعض الاحيان .
لذا فإن هناك ضروره لجمع المزيد من المعطيات المائيه خلال السنوات القادمه ، قبل التمكن من وضع ميزان مائي يعكس الواقع بدقه اكثر ويعطي نتائج مقبوله .

اما على المدى الاقرب فإنه يجب التركيز على إستخدامات الزراعه للمياه ووسائل التحسين منها . فعلى الرغم من ان الهيئه قد بذلت جهدا كبيرا في هذا المجال عن طريق تنفيذ مشاريع الري الحديثه في الوديان الرئيسيه ، إلا ان الجزء الكبير من تهامه لايزال خاضعا لوسائل وطرق الري التقليديه . (مثل الغمر الحر او الري بالاحواض) .. التي تستهلك كميات مياه كبيره إضافة إلى انه يصعب التحكم في توزيعها .

وإلى جانب توفير مياه شرب نقيه للأهالي . فقد كان من الاهداف الرئيسيه لهذه المشاريع حماية مصادر المياه السطحيه والجوفيه من التلوث ورفع المستوى الصحي العام لدى الاهالي عن طريق تثبيت قواعد الوعي الصحي واساليب تطوير وتنمية المناطق الريفيه بشكل عام .

٥-الخلاصه :-

يتميز حوض تهامه بوفرة الاراضي الخصبه والمياه (سطحيه وجوفيه)مما دفع بالنشاط الزراعي خلال السنوات الاخيره .
وتشير التقديرات إلى وجود حوالي ١٥,٠٠٠ بئر او اكثر وبحدود ١٠,٠٠٠ مفخه تتسبب في سحب مايقارب من ٩٠٠ مليون متر مكعب من مياه الخزان الجوفي .

وقد تم إعداد ميزان مائي للمنطقه لاكثر من فتره ضمن الدراسات السابقه . ومن خلال تحليل نتائج هذه الدراسات ومقارنتها بالواقع الحالي لمصادر المياه في تهامه . وجدنا ان هذه النتائج لاتوصل إلى قناعه كافيه فيما يخص تنمية هذه المصادر ومدى إستنزاف الخزان الجوفي .

كما ان التوصيات المطروحه في هذه الدراسات لاتتمشى مع النتائج . ففي حين ان التوصيات الاخيره للشركه الإستشاريه دعت إلى وقف كل مشاريع التنميه الزراعيه في الوديان بحجة وجود إستنزاف شديد للخزان الجوفي . إلا ان تقديرات الميزان المائي في الدراسه لم تبين اي زياده في كميات السحب او الفاقد السنوي من الخزان خلال

السنوات الاخيره .

وعلى العكس فإن معلومات آبار المراقبه المسجله منذ عام ١٩٧٠م

وهذا يفسر الزياده الهائله مؤخرا في عدد آبار الفخ بالمنطقه حيث تستخدم حوالي ٩٥٪ منها لاغراض الري . وتتفاوت كميات الفخ في هذه الآبار بين ٣ و ٢٥ لتر/الثانيه ، بمتوسط ١٠ لتر/الثانيه للمنطقه . وتتركز معظم الآبار في المناطق الوسطى من السهل بالقرب من مجاري الوديان حيث تزداد سماكة التربه الطينيه الخصبه ولايبعد منسوب الماء كثيرا عن سطح الارض . اما على الشريطين الغربي والشرقي من السهل فإن الزراعه تقل فيهما نسبيا لتملح التربه والمياه في الاول ، وتوفر المياه السطحيه (بمحاذاة الوديان) مع إزدياد في اعماق منسوب المياه الجوفيه (بين الوديان) في الشريط الشرقي .

٤-٢ الإستخدامات الاخرى:-

نظرا لإستغلال المياه السطحيه وحوالي ٩٥٪ من المياه الجوفيه في القطاع الزراعي مباشرة ، فإن نسبة إستخدام المصادر المائيه في تقامه للاغراض الاخرى (وهى الشرب والصناعه) ضئيله جدا .

وقد تم تقدير كميات المياه المستخدمه لهذه الاغراض كالآتي :-

مياه الشرب : ٣٨ مليون م٣ (١٦ منها في منطقة وادي سهام).

الصناعه : ٥ مليون م٣ (كلها في منطقة وادي سهام) .

وكما نرى فإن حوالي ٥٠٪ من هذه المياه يستهلك في منطقة سهام لسببين رئيسيين هما :-

١) الكثافه السكانيه في مدينة الحديده وبقية المدن الواقعه على طريق صنعاء - الحديده .

٢) إنتشار معظم المصانع في المنطقه لسهولة المواصلات إلى جانب توفر المياه من الوادي والآبار .

اما بالنسبه لمياه الشرب في المناطق الريفيه فإنها تعتبر جزءا مكملا لمشاريع التنميه الزراعيه في الإقليم . وبالإضافه إلى مشاريع مياه الشرب التي تم إنجازها من قبل بعض الجهات الحكوميه الاخرى ، فقد قامت الهيئه العامه لتطوير تهامه بتنفيذ ١٢١ مشروع مياه شرب في مناطق مور ورماع - زبيد (جدول رقم ٦) توزعت على ١٧٧ قريه .

والملاحظ هنا التطابق الكامل بين نسبة الهبوط في المنسوب خلال الثمانينات لهذا الوادي والمتوسط السنوي للإقليم (٢٣ر٠ م/السنه) الذي تم تقديره اعلاه بموجب التعديل في الميزان لعام ١٩٨٣م . كما ان المتوسط السنوي لهبوط المنسوب في منطقة وادي مور قد ارتفع من ١٨ر٠م/السنه (١٩٧٧ - ١٩٨٢م) إلى ٣٥ر٠م/السنه (١٩٨٢ - ١٩٨٧م)، اي مايعادل ٢٦ر٠ م/السنه كمتوسط للفتره ١٩٧٧ - ١٩٨٧م .

٤-إستخدامات المياه

٤-١ الري :-

تقدر كميات المياه التي تتوفر في منخفض سهل تهامه سنويا بمايعادل الآتي :-

	الإجمالي	تغذية الخزان الجوفي
تساقط سطحي (امطار) :	٤٠٠٠	١٦٠ مليون م٣
جريان سطحي من المنحدرات:	١٠٠	٢٠ مليون م٣
جريان سطحي في الوديان :	٥٠٠	٢٨٠ مليون م٣

وبوجود تبخر عالي في المنطقه يصل إلى حوالي ٢٠٠٠ مم/السنه ،فإنه لايتبقى من هذه المياه السطحيه إلا الشيء القليل خصوصا مياه الامطار حيث ان كميات التساقط ي كثير من الاحيان تبلل الاجزاء العليا من التربه فقط دون الوصول إلى منطقة الجذور .

وكما نرى من الجدول رقم (٥) فإن تصنيف الاراضي في تهامه يبين ان اكثرمن ٣٠٪ من المساحات الزراعيه تصلح لإستخدامات الري التقليديه بواسطة الامطار، في حين ان إجمالي مساحات المناطق التي تصلح للري بمياه الوديان والابار معا لايصل إلى ١٠٪ من اراضي تهامه. ومع ذلك فإن المساحات الفعليه التي تستخدم حاليا للزراعه في هذه المناطق تفوق كثيرا المساحات التي تروى بمياه الامطار كمايتضح من الجدول.

المتوسط السنوي لهبوط المنسوب خلال ١٢ عاما يتوزع كالتالي :-

٩٨ر١ متر : متوسط سنوي للفتره ١٩٧٠ - ١٩٧٥م.

٣٤ر٠ متر : متوسط سنوي للفتره ١٩٧٥ - ١٩٨٢-.

٠٠ر١ متر : متوسط سنوي للفتره ١٩٧٠ - ١٩٨٢-.

وقد كانت التغيرات في بقية آبار المراقبه بمنطقة وادي زبيد كالآتي :-

جدول رقم ٤: التغيرات السنويه في منسوب المياه بمنطقة وادي زبيد

الفتره	عدد الآبار	متوسط نسبة التغير في المنسوب
١٩٧٠-١٩٧٥	١٤	٣٦ر٠ م/السنه (هبوط)
١٩٧٥-١٩٨٠	١٤	٢٤ر٠ م/السنه (إرتفاع)
١٩٨٠-١٩٨٥	٢١	٢٣ر٠ م/السنه (هبوط)
١٩٨٥-١٩٨٨	١١	٢٧ر٠ م/السنه (هبوط)
١٩٧٠-١٩٨٠	١٤	١١ر٠ م/السنه (هبوط)
١٩٧٠-١٩٨٥	١٢	١٢ر٠ م/السنه (هبوط)

ويتضح من الجدول ان منسوب المياه الجوفيه في المنطقه تعرض لاعلى هبوط في بداية السبعينات وهى الفتره التي انتشر فيها النشاط الزراعي بشكل عشوائي وسريع في وادي زبيد، والذي كان نتيجة لما

احس به الاهالي من اهميه للمنطقه بسبب تنفيذ اولى دراسات الجدوى الإقتصاديه لمشاريع الزراعه فيها. اما الفتره مابين ١٩٧٥ - ١٩٨٠م فقد كانت ممطره جدا وارتفع المنسوب بسبب الزياده الكبيره في كميات التغذيه ، وهذا بالتالي ادى إلى إرتفاع عام في متوسط نسبة هبوط المنسوب بحوض وادي زبيد .

د) في تقديرات الميزان المائي الاول لحوض تهامه اعتبرت الشركه الإستشاريه ان نسبة ١٠٪ من مياه الري تعود إلى الخزان عن طريق التسرب في حين انها استخدمت نسبة ٣٠٪ كتقدير لهذا الفاقد من مياه الري عند وضع الميزان المائي الاخير . وهذا يعني انه من خلال الدراسه الاخيره تم التوصل إلى الكفاءه بين الاساليه المستخدمه سابقا لاتتناسب مع حجم المياه التي تعود إلى الخزان بواسطة طرق الري المتبعه في المنطقه حاليا .

هـ) تبين أحدث النتائج التي توفرت من براسج الحصر ان الإرتفاع في عدد الآبار خلال السنوات الخمس الاخيره كان اقل من المتوقع في الدراسات السابقه ، إذ يقدر حاليا وجود مالايقل عن ١٠٫٥٠٠ بئر تعمل بالضخ الآلي (انظر الجدول رقم ٢) .

وعند إجراء التعديلات على تقديرات الميزان المائي السابقه ، بموجب المستجدات المذكوره في نقاط (د) و (هـ) أعلاه ، نجد أن تقديرات الفاقد السنوي من الخزان ستكون بحدود ٦٠٠ مليون م^3 لعام ١٩٨٣م و ٩٠٠ مليون م٣ لعام ١٩٨٨م كما هو موضح في الخانتين الثالثه والرابعه من الجدول رقم (٣) . وباستخدام القيمه التي تم تقديرها من خلال الدراسات السابقه كمتوسط للتصريف النوعي (Specific Yield) في الخزان (١٣٫٠) ، فإن هذه الكميات الإضافيه المستخرجه تعادل هبوطا في منسوب الماء بحوالي (٢٣٫٠) م/السنه و (٣٤٫٠)م/السنه للفترتين المذكورتين على التوالي .

والجدير بالذكر ان اشكال المنحنيات المائيه الزمنيه (Hydrographs) لآبار المراقبه في بعض الوديان الرئيسيه (شكل رقم ٦) تبين أن تغيرات منسوب المياه منذ عام ١٩٧٠ تفاوتت بين الهبوط والإرتفاع خلال السنوات. فإذا نظرنا إلى شكل المنحنى المائي للبئر رقم (١٠) ، الذي سجل أقصى حد من الهبوط بين آبار المراقبه في تهامه ولأطول فتره زمنيه وذلك لوقوعه في أشد المناطق إستنزافا ، نجد أن

من خلال تحليل التقديرات والإستنتاجات أعلاه يتبين ان هناك عـــــدم وضوح فيما يتعلق بالامور التاليه :-

ا) الإفتراض بعدم حدوث اي تغيرات في الميل الهيدروليكي يعني ان السحب الإضافي السنوي (اي حوالي ٧٥٠ مليون م٣) يستخرج من المخزون الاساسي في الحوض وليس من المياه الباطنيه والتي تتسرب إلى البحر عبر الخزان ، فكيف نفسر إذا النقص الموجود في تقدير كميات هـذا التسرب من ٣٨٩ مليون م٣ (١٩٨٣م) إلى ٢٢٧ مليون م (١٩٨٨م) وبدون اي تغيير في إنحدار المنسوب أو الشكل العام للميل الهيدروليكي .

ب) إذا كان السحب الإضافي السنوي يستخرج من المخزون الاساسي وبالتالي لايؤثر على الميل الهيدروليكي ، فمن المتوقع ان تزداد نسبة الهبوط في منسوب المياه بالخزان عبر السنوات،ومع إختراق الطبقات السفلى للخزان حيث يحتمل ان تقل النفاذيه . وعلى العكس فقد كانت تقديرات نسبة الهبوط في الخزان ٥ر. م/السنه خلال الدراسه الاولى (١٩٨٣م) ، ثم نقصت إلى ٣ر. م/السنه في التقييم الأخير لعام ١٩٨٨م .

ج) تقديرات الشركه الإستشاريه لعدد آبار الضخ بسهل تهامه في عام١٩٨٨م (حوالي ٩٠٠٠ بئر) تبين ان عدد هذه الآبار قد فاق التقديرات السابقه لعام ١٩٨٣م (حوالي ٧٥٠٠ بئر) ، ومع ذلك فإن تقديرات كميات السحب بواسطة الآبار (كما هو موضح في الميزان المائي للدراستين) لاتعكس اي زياده في عدد الآبار .

العليا من الحوض، والتي تحدث احيانا في اجزاء متقاربه جدا مما يتسبب في إزدياد تعدد المناخات وتنوعها، فإن الهيئه تولي اهميه كبيره في الإستمرار بتوسيع الشبكات وتكثيف المحطات بالشكل الذي يتناسب مع طبيعة الحوض .

وقد قامت الهيئه ايضا من خلال دراساتها الاخيره بتنفيذ برامج حصر واسعه في مناطق سهل تهامه حيث اتضح ان عدد الآبار في سهل تهامه قد ارتفع بشكل هائل خلال السنوات الاخيره ، فقد تضاعف العدد من ٥٧٠٠ (تقديرات عام ١٩٨٣م) إلى اكثر من ١٦,٠٠٠ (تقديرات عام ١٩٨٩م). وقد شمل الحصر الاخير (٢١) واديا كما هو موضح في الجدول رقم (٢) الذي يبين توزيع الآبار والمضخات في هذه الوديان .

٣-٢ التوازن المائي في الحوض

قامت الشركه الإستشاريه الهولنديه "دي . اتش . في" بوضع ميزان مائي لحوض تهامه ضمن دراستها للمنطقه في عام ١٩٨٣م وكذلك في الدراسه الاخيره عام ١٩٨٨م، وذلك من خلال تقييم كل المعطيات المتوفره وتقدير كميات المياه (بجميع مصادرها) الداخله إلى الحوض والكميات المستخرجه من خزانة الجوفي . وإذا نظرنا إلى نتائج هذه الدراسات (كما هو موضح في الخانتين الأولى والثانيه من الجدول رقم ٣) نجد انها تشير إلى انه لم تحدث اي زياده في كميات المياه المسحوبه من الخزان الجوفي خلال السنوات السابقه نظرا لعدم تغيير كميات الضخ بواسطة الآبار خلال هذه الفتره والتي يتم إستخراجها سنويا من المخزون المائي للحوض . وقد اعتبرت هذه الدراسات ان الفاقد السنوي من الخزان (بحدود ٧٥٠ مليون م٣) يمثل هبوطا عاما في منسوب المياه الجوفيه بمعدل (٠,٣) متر /السنه دون إحداث اي تغيرات في إنحدار الإنخفاض في المنسوب او الميل الهيدروليكي للخزان .

البحر حتى تصل إلى اكثر من ١٠٠٠ متراء يعتبر عاملا رئيسيا في تجزئة الخزان الجوفي إلى مجموعه من الاحواض تتفاوت في الاحجام والخواص . كما تساعد هذه الفوالق على تدني نوعية المياه الجوفيه في حوض تهامه بشكل عام بواسطة رفعها للمياه المالحه العميقه في بعض الحالات او حجزها لتدفق مياه التغذيه او المياه الباطنيه (الغير عميقه) العذبه في حالات اخرى .

٢-تقييم الموارد المائيه في حوض تهامه

٢-١مصادر المعلومات المائيه

إن المعلومات المائيه التي توفرت عن حوض تهامه من خلال الدراسات التي تم تنفيذها في العشرين عاما الاخيره تكاد تفوق كل ماتم جمعه من معلومات عن الموارد المائيه في بقية الاحواض بالبلاد، إذ يحضى هذا الحوض باهتمام خاص لسعة حجمه ووفرة الاراضي الخصبه والمياه المالحه للزراعه فيه .

وقد بدات هذه الدراسات بتقييم الموارد المائيه في الوديان الكبيره، كل على حده، ثم توسعت في الاونه الاخيره حيث شمل التقييم كل مصادر المياه المتوفره في الحوض . ومن اجل تحقيق هذا الغرض، تم توسيع شبكات الرصد والمراقبه في الحوض تحت إشراف الهيئه العامه لتطوير تهامه، حيث يوجد حاليا (٩) محطات ارصاد متكامله (٥ عاديه و ٤ اتوماتيكيه)، ٦٠ محطة امطار، و ١١ محطة قياس جريان في الوديان. إضافه إلى اكثر من ٢٥٠ بئر مراقبه تنتشر في معظم الوديان الصغيره والكبيره في المنطقه .

ومن البديهي ان تكون تكاليف الإشراف وإستمرارية جمع المعطيات من شبكات رصد بهذا العدد باهظه جدا خصوصا وان معظم المحطات تقع في اماكن نائيه ليس من السهل الوصول إليها، إلا انه مازالت توجد اجزاء متفرقه من الحوض لم تصل إليها شبكات المراقبه حتى الآن (انظر الشكل رقم ٥). ونظرا للتغيرات الكثيره في طبيعة المناطق

٣٠٪ إلى ٧٠٪ من إجمالي التدفق ، وذلك بحسب النظام الهيدرولوجي لكل وادي والعوامل المؤثره فيه ، إضافة إلى نوع وفترة القياسات التي يعتمد عليها التقدير السنوي .

٢-٤ الخصائص الهيدروجيولوجيه

من أهم مميزات حوض تهامه وجود خزان جوفي في باطن الأجزاء المنخفضه من الحوض (سهل تهامه) يتكون من طبقات جيولوجيه (العصر الثلاثي والرباعي) ذات سماكه ونفاذيه عاليه تسمح بخزن مايتسرب إليها من كميات المياه السطحيه الواصله من أعالي الحوض . إلا أن ماتعرض له هذا الخزان من أحداث جيولوجيه مختلفه وحركات تكتونيه معقده خلال تكوينه ضمن نظام غور البحر الأحمر الإنهدامي، يستدعي الحكمه والحذر في إستخدام مايحتويه الحوض من مياه باطنيه قبل أن يتكون الفهم العلمي الصحيح لظروف الخزان .

ومن خلال الدراسات الجيوفيزيائيه التي أجريت مؤخرا ، يمكننا القول بأن أهم ملامح الخزان الجوفي بتهامه (أنظر الشكل رقم ٤) تتلخص كالآتي :-

١) يتكون الخزان من مجموعة طبقات من رواسب الوديان (تصل إلى ٦طبقات) ،تقل فيها النفاذيه مع إزدياد العمق بشكل عام وترتفع بإتجاه البحر حيث تزداد سماكة الطبقات ويسود فيها الرمل والطين .

٢) تحتوي الطبقات السفلى من الخزان على مياه مالحه غير صالحه للزراعه او الاغراض العامه الاخرى، ويزداد إنتشار هذه المياه في المناطق الشماليه من تهامه حيث يسود تاثير القباب الملحيه التي تكونت وارتفعت إلى السطح من جراء الحركات التكتونيه التي حدثت في المنطقه .

٣) وجود فوالق متعددة الإتجاهات (شمال - جنوب ، شمال غرب - جنوب شرق) بمحاذاة الجبال الشرقيه وفي جوف الحوض باعماق تتزايد بإتجاه

الموسم وتشبع التربه جزئيا بمياه الامطار السابقه على إزدياد سرعة الفيضانات وقوتها. ويمكننا ان نلاحظ من الشكل رقم (٣) وجود علاقه قويه بين هذه المياه والامطار التي تسقط في المرتفعات، وذلك من حيث التوقيت الزمني وكميات المياه الداخله إلى السهل .

وقد تم تقدير كميات المياه السطحيه التي تصل سنويا إلى منخفض سهل تهامه من مرتفعاته الغربيه بحوالي مابين ٥ر٥٠٨ مليون م٣ (متوسط السنوات ١٩٨٢-١٩٨٦) إلى ٥ر٧٢٨ مليون م٣ (متوسط كل السنوات) ،والفرق بين التقديريه يمثل مقدار تناقص هذه المياه خلال السنوات الاخيره . ومن المرجح ان هذا الإنخفاض يعود بالدرجه الاولى إلى زيادة السحب مؤخرا في المناطق الجبليه إضافة إلى نقص عام نسبيا في كميات التهطال نتيجة التغيرات المناخيه في المنطقه .
والملاحظ ان حوالي ٩٠٪ من هذه المياه تتدفق من خلال (٧) وديان رئيسيه في المنطقه (أنظر الشكل رقم ٢) وذلك على النحو الآتي :-

جدول رقم ١:: المتوسط السنوي لكميات المياه السطحيه في الوديان

الوادي	المساحه (كم٢)	متوسط كل السنوات	متوسط٥سنوات(٨٢ ٨٦)
مور	٨١٨٠	١٦٦ر٢	١٢٠ر١
زبيد	٤٧٤٠	١٣٦ر٧	٩٧ر٠
سهام	٤٨٩٦	١١٥ر١	٨١ر٦
رماع	٢٧٥٧	٨٥ر٧	٥١ر١
سردد	٢٧٥٣	٦٧ر١	٥٤ر١
رسيان	١٩٩٠	٤٦ر٥	٣٢ر٥
موزع	١٤٨٣	٣٣ر٦	٢٣ر٣
الإجمالي	٢٦٧٩٩	٦٥٠ر٩	٤٥٩ر٧
		(٨٩ر٣٪)	(٩٠ر٤٪)

وتتراوح نسبة الجريان الدائم (الغيل) في بطون هذه الوديان مابين

الشديد نتيجة تدني الحراره فيها إلى ١٠ ـ ١٥ درجه كمتوسط لاشهر السنه .وبخلاف البروده المميزه في هذه المناطق والامطار الغزيره نسبيا في المرتفعات بشكل عام فإنه يمكن القول بان المناخ السائد في حوض تهامه حار ، قاري او شبه قاري . ولا توجد فوارق اخرى هامه بين مناطق السهول والمرتفعات كما يتضح من الجدول التالي :ـ

	سهل تهامه	المرتفعات الغربيه
١) درجة الحراره (مئويه)		
متوسط اشهر الصيف	٣٠ ـ ٣٥	في حدود ٣٠
متوسط اشهر الشتاء	٢٥ ـ ٢٨	٢٠ ـ ٢٥
متوسط اشهر السنه	٢٩ ـ ٣٣	٢٥ ـ ٢٧
٢) التبخر الكامن السنوي(مم)	٢٠٠٠ ـ ٣٠٠٠	٢٠٠٠ ـ ٢٥٠٠
٣) الرطوبه النسبيه	٦٠ ـ ٧٠ ٪	٦٠ ـ ٧٠ ٪

٢ـ٣ الخصائص الهيدرولوجيه

إن المصدر الاساسي لخصوبة حوض تهامه هو مجموعة الاوديه الصغيره والكبيره التي تتوزع في انحاء السهل وتغذيها بما تحمله من طمي خصب ومياه عذبه تستخدم للزراعه والاغراض الاخرى . والملاحظ من نظام توزيع الامطار في المرتفعات ان هناك فترة جفاف تمتد من اكتوبر وحتى مارس حين تاتي الامطار الربيعيه (مارس ـ مايو) والصيفيه (يوليه ـ سبتمبر) التي تنزل غالبا في المرتفعات الوسطى (١٥٠٠ ـ ٢٠٠٠م) الاكثر وعوره من المناطق الاعلى التي تقل فيها كمية الامطار نسبيا وتستهلك محليا للزراعه في سهولها الفسيحه .

وبالتالي فإن تدفق هذه المياه إلى المناطق السهليه الجافه ياتي بشكل غيول جاريه في بطون الوديان وفيضانات موسميه تمتاز بالسرعه وقوة التدفق، خصوصا في نهاية موسم الصيف حيث تساعد غزارة امطار

يشكل حزاما يحاذي الكتل الجبليه ويعتبر إمتدادا طبيعيا لها حيث يتميز بوجود بعض التلال التي انفصلت عن الكتل الجبليه الام وذلك بفعل اعمال الحث المائي والعوامل البنائيه . والمقاطع العرضيه لهذا الجزء شديدة الإختلاف إذ لايزيد عرضه احيانا عن بضع كيلومترات بينما نراه يتوغل احيانا آخرى ضمن الكتل الجبليه بعيدا وخاصة في مناطق تواجد الأوديه الكبيره مثل وادي مور وسهام حيث يقارب عرضه حوالي ٢٠ كم .

اما الجزء الغربي(السهل التراكمي)فيتميز بالإستواء وقلة الميل وتناقصه التدريجي نحو البحر مما يقلل بالتالي دور الامطار والمجاري السيليه فيه ، وكذا دور النباتات . لذا سيطرت الاشكال التضاريسيه الرمليه في اكثر اجزاء هذا السهل حيث تكثر الرمال عادة بإتجاه الساحل وفي بطون الأوديه الكبيره . إلا اننا نرى ايضا وجود مساحات شاسعه بالقرب من مجاري الوديان او مابينها تتميز بترسبات طينيه رمليه زراعيه ، غنيه بالتربه الخصبه العميقه والمياه الباطنيه العذبه ، حيث كانت في الغالب ولا زالت مراكز ترسيب للطمي والمياه السطحيه . وتتمركز حاليا معظم المشاريع الزراعيه بتهامه في هذه المناطق .

٢-٢ المناخ والأمطار

على الرغم من إتساع الحوض وتزايد الإرتفاع بإتجاه الجبال،إلا اننا نجد ان الظروف المناخيه لاتختلف كثيرا بشكل عام ، فيما عدا كميات التهطال التي تتزايد بإتجاه المرتفعات حيث تنزل امطار غزيره مقارنه بمناطق السهول .

ويتضح لنا من الشكل رقم (٢) ان متوسط سقوط الامطار في سهل تهامه يتراوح مابين ١٠٠ و ٤٠٠ مم / السنه بينما يرتفع هذا المتوسط إلى ٤٠٠ - ٨٠٠ مم / السنه في مناطق الجبال . كما نرى ايضا وجود "جزر جبليه" او مناطق مناخيه يتركز فيها التهطال وتتميز بالتبرد

المتزايده خلال السنوات الاخيره مع الشروه والمصادر المائيه المتوفره في المنطقه .

لذا فإن ورقة العمل هذه ستتطرق إلى التعريف بالحوض وخواصه وكميات المياه الموجوده فيه وكيفية التوصل إلى التوازن المائي في المنطقه بواسطة تحليل المعطيات المتوفره عن طريق شبكات الرصد والمراقبه . ثم نعطي صورة موجزه عن إستخدامات هذه المياه وماينتج عنها من مشاكل حاليا . وفي الاخير بعض التوصيات والحلول المقترحه للحد من السلبيات التي تؤدي إلى إستنزاف الموارد المائيه في تهامه .

٢-حوض تهامه

٢-١ الموقع والمساحه

يقع حوض تهامه بين خطوط الطول ٤٣° و ٣٠' ٤٤° شرقا وخطوط العرض ١٣° و ١٧° شمالا ويشمل تقريبا كل المساحات الواقعه غرب خط تقسيم المياه الرئيسي الذي يمر عبر المناطق الوسطى للبلاد بالقرب من صعده - صنعاء - تعز ، وتعرف هذه المساحات بإقليم الواجهه الغربيه (شكل رقم ١) ويتكون الحوض من جزئين رئيسيين هما :

١) المرتفعات الغربيه (٣٠,٠٠٠ كم٢) وهي مناطق تجميع المياه التي تحتوي على جبال عاليه يتراوح إرتفاعها من ٧٠٠م إلى اكثرمن ٣٠٠٠م عن سطح البحر وتعتبر اكثر جبال اليمن وعوره وشدة إنحدار وذلك بسبب تاثير المجاري السيليه على المظهر التضاريسي بشده حيث توغلت الاوديه النهريه عميقا في جسم الكتل الجبليه وإنخفاظ مستواها بحده مما اوجد إختلافات محليه كثيره متمثله في طبيعة الصخور وفعاليه وعمر الحزكات البنائيه والتمايز المناخي .

٢) منخفض سهل تهامه (١٧,٥٠٠كم٢) الذي يتراوح عرضه بين ٤٠ - ٦٠م على إمتداد اراضي الجمهوريه المحاذيه للبحر الاحمر ويتكون اساسا من جزئين سهليين مختلفي الخصائص . فالجزء الشرقي (سهل اقدام الجبال)

"بسم الله الرحمن الرحيم "

حول المصادر المائيه وحمايتها في حوض تهامه

١-المقـــدمـــه

بـالرغم مـن مـوقع الجمهوريـه اليمنيـه فـي شبه الجزيره العربيه المعروفه بشحة الموارد المائيـه وإتسـاع الأراضـي القاحله والغير ماهوله ،إلا انها تتميز بمناخات متعدده وتضطل عال في بعض المناطق يصل احيانا إلى اكثر من (١٠٠٠)مليمتر في السنه ، مما يؤدي إلـى تدفق كميات هائله من المياه في الوديان وتغذية الخزانات الجوفيه بمياه عذبه تصلح لإستخدامات البري والشرب والصناعه .

وإذا كان سد مآرب يقف الآن شاهدا حيا على خطوبة المناطق الشرقيـه من بلادنا ووفرة الموارد المائيه فيها بالازمان السابقه ، فإن طبيعة بلادنا حاليا تشير إلى ان مناطق تهامه الغربيه قد تكون امل البلاد في إستعادة الجنات التي وهبها الله لابناء سبا على ارضهم إذا مـا حافظوا على الموارد المائيه المتوفره في هذه المناطق واستخدموها بحكمة اجدادهم السابقين لكافة الاغراض التي تخدم التنميه والتحسين من مستوى معيشة الإنسان اليمني .

إلا انـه مـن الملاحـظ ان التطورات الاخيره التي شهدتها بلادنا منذ بداية الربع الاخير لهذا القرن ، وما نتج عنها من توجهات جديـده لدعم المشاريع الزراعيه والصناعيه لاغراض التنميه ، لم تصاحـــب بالضوابط اللازمه التي تضمن الإستخدام الامثل لموارد المياه في هذه المشاريع وعدم إستنزاف هذه الموارد أو إستغلالها بالشكل الذي يؤدي إلى هدم عملية التنميه على المدى البعيد .

ومن خلال شبكات الرصد والمراقبه التي اقامتها الهيئه العامه لتطوير تهامة في حوض تهامة بمرتفعاته وسهوله ، تتبين لنا بعض السلبيات الناتجه عن عدم تكافؤ إستغلال الموارد المائيـــه واستخداماتها

حـــول المصادر المائيه وحمايتها في حوض تهامه

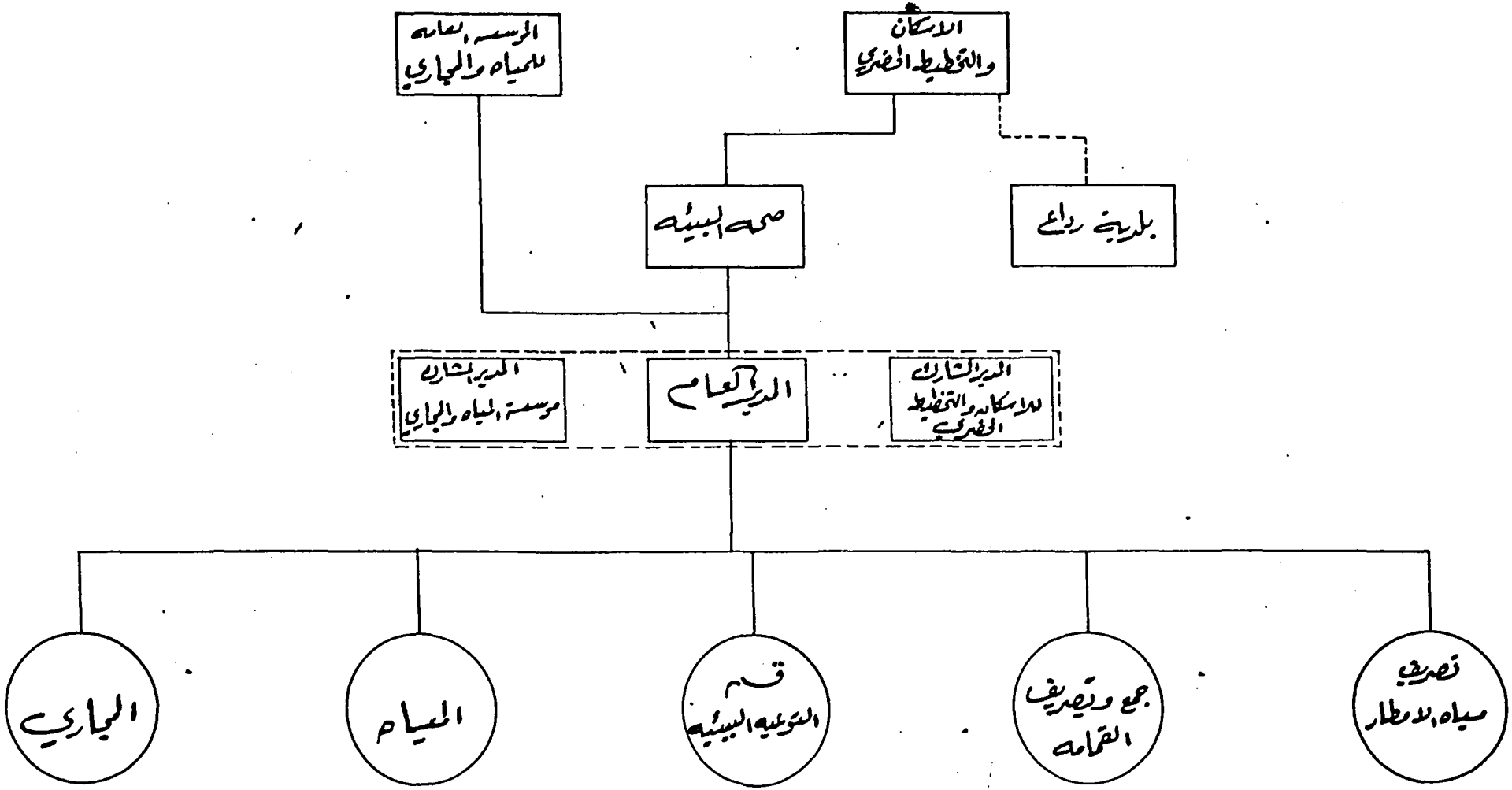
يونـيـــــه ١٩٩٠

يوســف علي عمـــر
عبدالوالي خالد سيـــف
نجيب محمـد زغيـــر
صالح حـــزام أأحمـــد

الهيئه العامه لتطوير تهامـــه
الحديده ـ الجمهوريه اليمنيـه

مشروع المياه والمجاري وجمع وتصريف القمامة

الهيكل الأداري



وفى التمثيليه القصيره توضيح لبعض ما يردده عامة الناس •

التمثيليـــــــه

وهى عباره عن حديث بين مزارعين أحدهما يملك بئر أرتوازيه ولديه علاقه مع المهندسين ومن خلال تلك العلاقه يعرف معرفته عن الجوانب السلبيه لاستنزاف المياه الجوفيه بطريقه الضخ العشوائـى المستمر ومع ذلك فهو متعاطف مع صديقه المزارع الذى ينوى حفر بئر جديده والذى يرى أنه حر فى عمل مايريد فى أرضيته وليس لاحد حق فى منعه من ذلك أما بالنسبه لجفاف بعض الابار فيرى أنها نتيجة قلة الامطار وليس الضخ ويضيف أنه الذى يريد منع أو أيقاف الحفر فيذهب أولا الى الناقلات التى تبيع المياه بكميات كبيره •

توضيح مبسط لدورة المياه

هـ ـ يوضح الشكل المبسط ودورة المياه المستمره من المحيط وعملية التبخر وهطول الامطار وتوزيع الكميه بين الجريان السطحى والتبخر والتسرب فى التربه مع التركيز على أن كمية المياه المتسربه فى التربـه هى قليله جدا فى الظروف البيئيه فى المنطقه •

مقارنة سلوكيات الناس في المـــــاضي والحـاضر

و ـ يهدف هذا الجزء من التقديم الى أيضاح عملية زيادة معدلات أستخدام المياه نتيجة للتغيـــرات الملموسه فى كيفية أستخراج الماء ونقله وخزنه واستخدامه •

وسوف يستخدم عدد من النماذج الحقيقيه وكذلك الصور والرسومات لعمل المقارنه •

أختـــتام التقديم والمناقشه

حـ ـ بأختصار أعد هذا التقديم لغرض أثارة التساؤلات والمناقشه المنظمه بين المشاركين لغرض الوصول الى حلول عملية ومنطقيه ومقبوله لدى المشاركين للبدء فى أيقاف أستنزاف المياه •

أعداد /

م / نجيـــب المقطـــرى

طـــاهر علـــى قـــاســـم

٥- وقد تم فى بداية هذا العام انزال المناقصات الخاصه بتصوير مواقع المشروع والعمل مستمر حاليا لاكمال التصاميم التفصيليه لغرض أنزال المناقصات الخاصه بالمياه والمجارى ومن المتوقع أن يبدا ء تنفيذها خلال النصف الثانى من عام ١٩٩١م •

أما تنفيذ الجزء الخاص بتصريف مياه الامطار فسيتم بعد تكملة أعمال المياه والمجارى •

مكونـــــات المشـــــروع

ب - مما سبق نرى أن المشو وع سيقوم بتقديم الخدمات التاليه /

١- شبكة مياه شرب نقيه

٢-شبكه للمجارى

٣- جمع وتصريف القمامه

٤- تصريف مياه الامطار

ويرافق هذه الخدمات التوعيه البيئيه المستمره طيلة فترة المشروع ويلاحظ على الهيكل الادارى الموضح أدناه الجهات المسئوله على كل من الخدمات أعلاه •

رسم الهيكل الادارى

هـــــل مدينة رداع بحاجه الي مشروع للمياه ؟

ج - قام المشروع بدراسة جدوى أستخدام شبكة المياه الموجوده ووجد أن الشبكه الحاليه فى حالـــة سيئه لاتصلح ولاتغنى بأحتياجات المدينه كما وجد بعض الابار قد جفتمياه البعض الاخر غير صالحه للشرب •

وقد بدا واضحا من الوضع الحالى أن جفاف الابار فى تزايد مستمر وقد أكدت الدراسات التى قام بها مشروع التمنيه الريفيه لحوض رداع أن جفاف الابار وهبوط مخزون المياه الجوفيه هو نتيجةللاستنزاف العشوائى التى يمارس فى المنطقه •

الجدل اللفظـــي المسموع حول الموضوع

د - قام المشروع بالتنسيق مع الجهات الرسميه بعمل أجراءات من شأنها حمايه المنطقه المخصصـــه لمياه المدينه وأصدرت الجهات الرسميه أمر بمنع حفر أى آبار جديده هناك وبالرغم من وجودتلـــك الاوامرالصريحه الا أن عملية الحفر أستمرت •

وقد واجه المشروع الكثير من المصاعب فى أقناع الناس بخطورة الوضع •

ويستند الكثير من المواطنين الى جدل لفظى يومى يردده الناس حيث يعزز من السلوكيات السلبيه والتقليل من أهمية خطورة الوضع •

مقدمه

يهدف هذا الجزء من الندوه الى أيصال المعلومات المبسطه وبالاساليب المختلفه للمشاركين فى الندوه والغير العاملين فى مجال المياه مستخدمين وسائل مساعده فى التقديم كالصور والرسوماتوالنماذج الطبيعيه الصغيره بالاضافه الى تمثيليه قصيره يقدمها شخصين.

وقد أعد التقديم على النحو التالى /

أ- مراحل المشروع

ب - مكونات المشروع

جـ - هل مدينة رداع بحاجه الى مشروع للمياه .

د - الجدل اللفظى المسموع حول الموضوع .

هـ - دورة المياه

و - مقارنة سلوكيات الناس فى الماضى والحاضر .

جـ - أختتام التقديم والمناقشه .

مراحل المشروع

١ -أ- من ضمن التعاون الفنى بين الجمهوريه اليمنيه والمملكه الهولنديه أبرمت أتفاقية المشروع فـــى نهاية ١٩٨٧م .

وفى نفس الفتره تم أختيار الشركه الاستشاريه لاعداد الدراسات والتصاميم والاشراف على تنفيذ المشروع

٢- بعد وصول الاستشارى الى رداع بدأ تأسيس مكتب المشروع تلى ذلك القيام بالدراسات الاوليـــــه وجمع المعلومات الاحصائيه عن السكن والسكان ودراسة المنطقه لايجاد المواقع المناسبه للمشروع .

وفى خلال هذه الفتره أجريت أعمال الممسوحات الميدانيه الاوليه .

لغرض أعداد التقرير الاولى الذى أقر من قبل الجهتين فى خلال الاشهر الاولى لعام ١٩٨٨م .

٣- قام المشروع بعمل التصاميم الاوليه وتنفيذ بعض أعمال التحسين وكذلك حملات نظافة أهمهاحملـــــه ٢٦ سبتمبر ١٩٨٨م حيث تلاها برنامج جمع وتصريف القمامه .

٤- وفى عام ١٩٨٩م تم عمل التصاميم الاوليه وأقرها الطرفين بعد ابداء ملاحظتهم الفنيه وبعدها وضعت التصاميم النهائيه على ضوء تلك الملاحظات حيث أشتملت هذه الشبكه على توصيل مياه شرب نقيه الـى ٥٠٠٠ منزل وربط حوالى ٤٥٠٠ منزل بشبكة مجارى مع أنشاء محطه للمعالجه .

أما شبكة المياه فسيتم تغذيتها من سته أبار أرتوازيه تقع فى شمال مدينة رداع وتوصيلها الى خـــزان المياه وسيتم تطهير هذه المياه بغاز الكلور .

١٠

ويمكن تقوية وزيادة نسبة التغذيه عن طريق حقن المياه في الطبقه الحامله تحت ضغط معين . ولكن يجب أن يتم ذلك بحذر لتفادي الاضرار الطبيعيه الفعليه التي تحدث للطبقه المحيطه بالبئر . ويمكن ايضاء في حالات معينه وخاصه في حاله تعدد الطبقات الحامله للمياه استخدام مايسمي "بالابار الرابطه " مع المحاضي - بحيث يمكن تزويد المياه الجوفيه من الطبقات ذات الضغط الاعلي الي الطبقات ذات الضغط المنخفض .

وفي حاله ممارسة هذه التقنيات - ينبغي تجنب ارتباط طبقتين من الطبقات الحامله التي تختلف في نوعية مياهها والتي قد ينتج عنها تلوث غير مرغوب في نوعية المياه الجوفيه في الطبقات الحامله المراد تغذيتها .

وتنخفض نسبة التغذيه مع الوقت وبشكل متسارع غالبا . وذلك لاسباب عديده أهمهـــــا :

- حدوث انسداد بسبب تراكم الرواسب في البئر وحولها .

- الاختناق الهوائي في ثقوب الطبقه الحامله بسبب تواجد الهواء الهذاب أو غير ذلك من الغازات الاخري نتيجه للاختلاف في درجات الحراره للمناطق المحيطه .

- انسداد الفتحات بالطحالب والمواد البكتيريه .

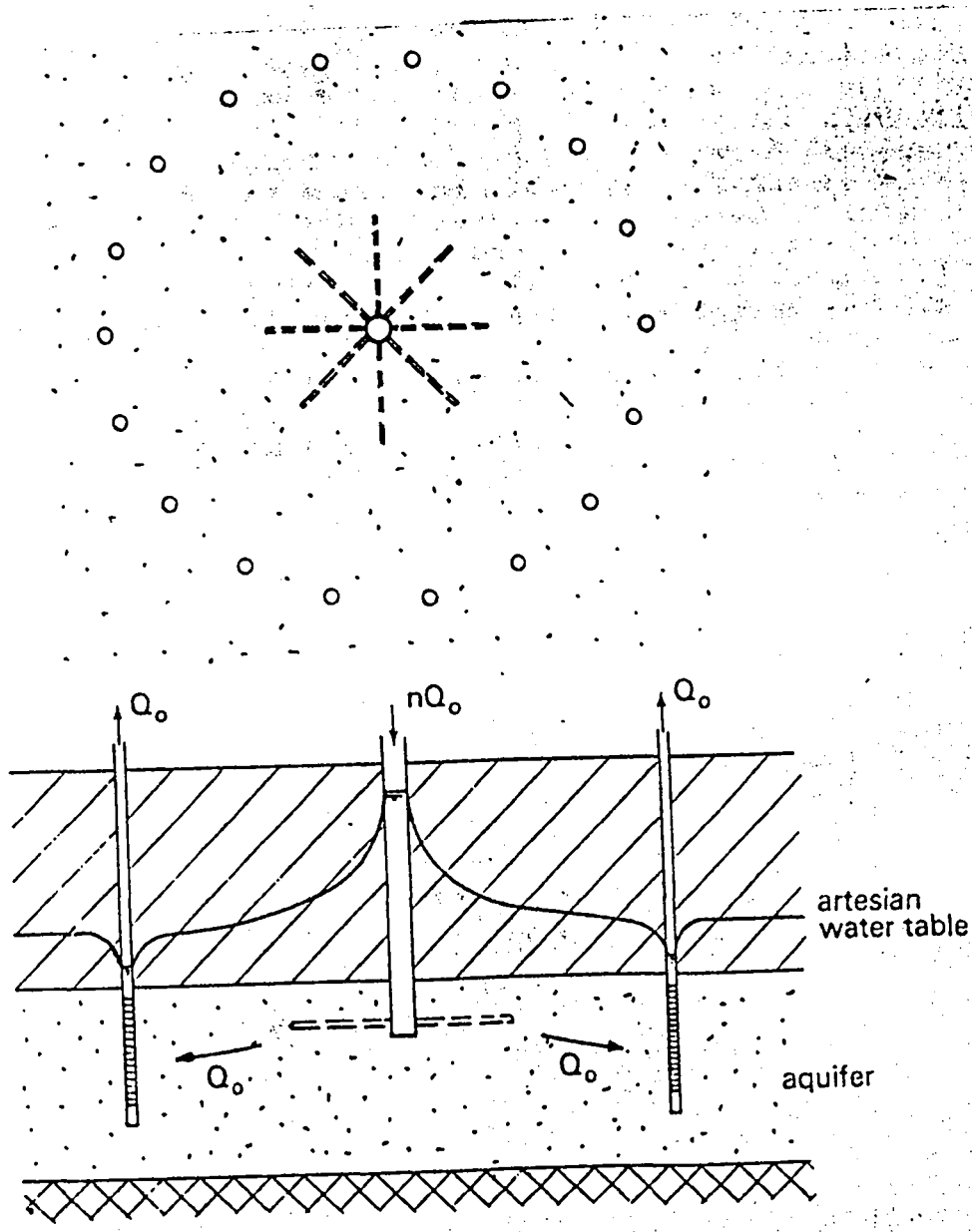
- انسداد فتحات المحاضي .

ويمكن التقليل من انسداد البئر بازالة الاجسام العالقه وتطهير مياه المصدر كما ينبغي تنظيف وتعقيم البئر دوريا بصوره منتظمه لاستعادة قدرة التغذيه ولهذا السبب فانه من المفيد ضخ المياه من بئر التغذيه في فترات معينه - أي ايجاد عملية المناوب بين التغذيه والضخ .

ان عملية التغذيه الصناعيه المنفذه لغرض خاص لها فوائد اضافيه في كثير من الاحوال غير تلك التي سبق ذكرها - وعلى سبيل المثال فان تحويل المياه السطحيه الفائضه الي باطن الارض قد يساعد في تقليل مخاطر السيول في نفس الوقت الذي يعمل فيه علي زيادة انتاجية الطبقه الحامله .

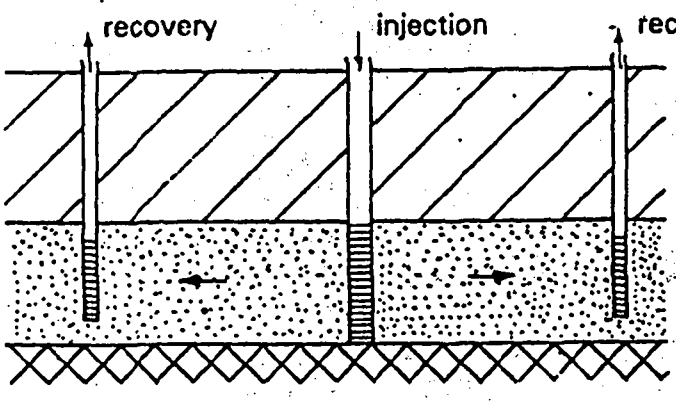
أضف الي ذلك فانه يساعد (وفي كل الحالات تقريبا) في تحسين نوعية المياه الجوفيه . هذا الي جانب أنه بتغذية الطبقه الحامله في نفطه واحده ، يمكن أن تستغل المياه الي نقاط اخري ضمن منطقة تاثير التغذيه الصناعيه دون الحاجه الي تركيب أنابيب أو قنوات .

ومهما كان الهدف من تطبيق أساليب تغذية المياه الجوفيه صناعيا فانها تساعد في المحافظه علي المياه وتلعب دورا في الاداره والتخطيط لاستغلال مصادر المياه ، وخاصه في البلدان التي تتصف بشحة المياه .



Artificial recharge with a radial well

Fig. 15



Artificial recharge with wells

Fig. 13

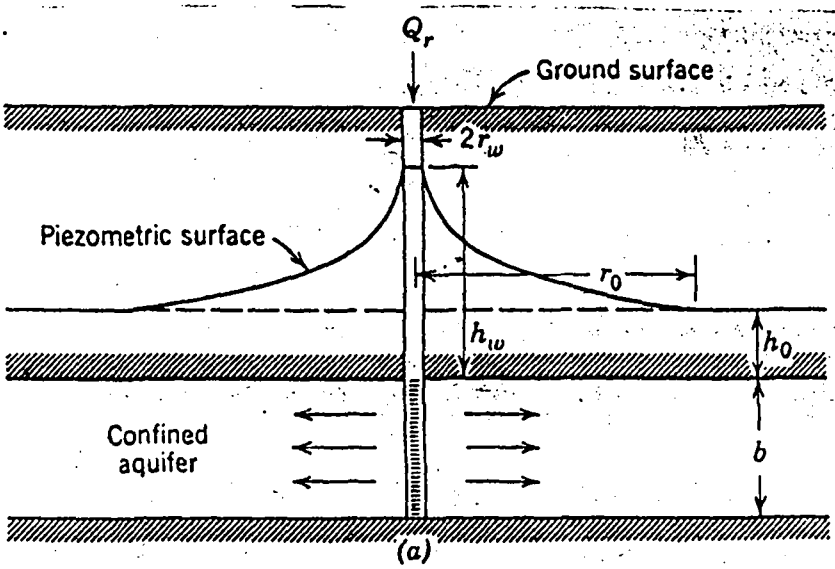
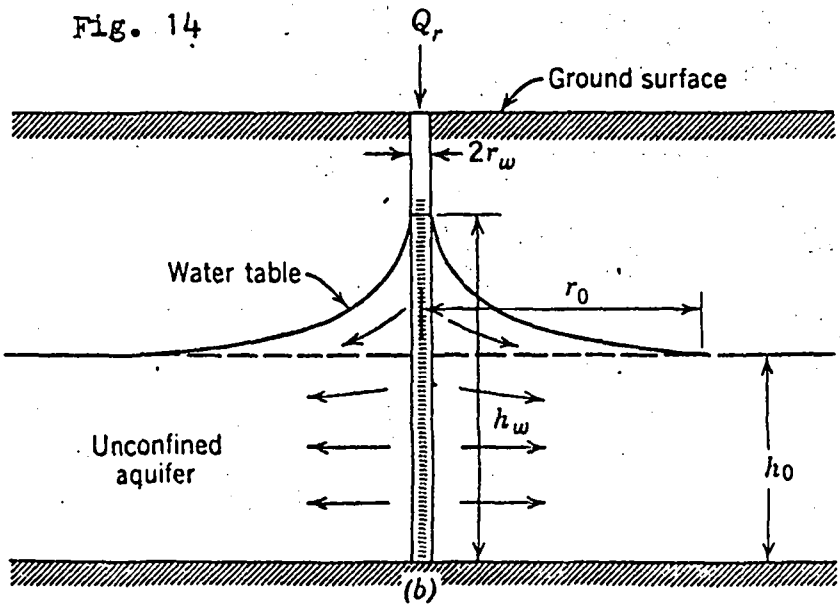
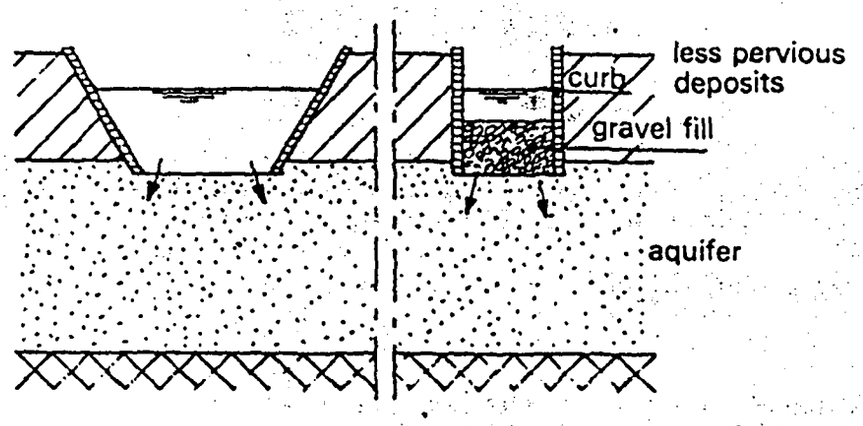


Fig. 14

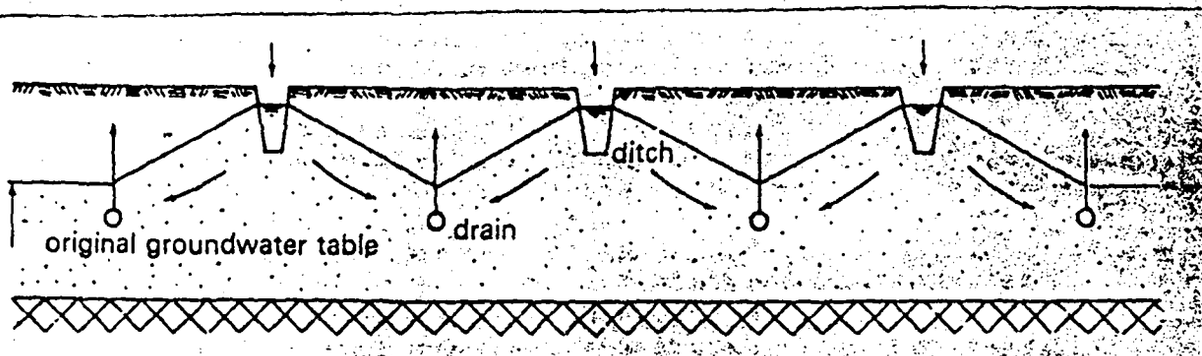


Radial flow from recharge wells penetrating (*a*) confined and (*b*) unconfined aquifers.



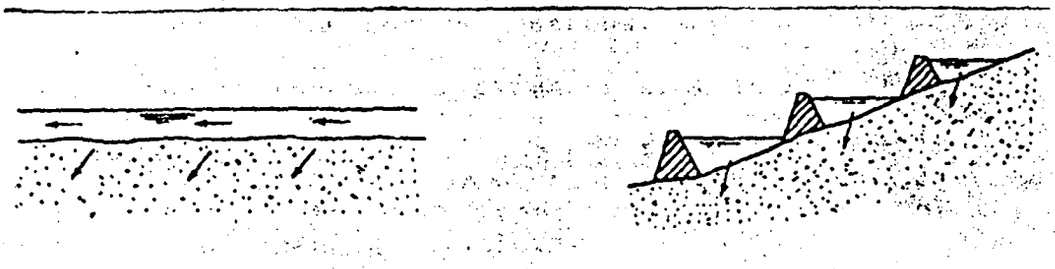
Artificial recharge using pits and shafts

Fig. 10



Direct recharge in a shallow aquifer, using ditches and drains

Fig. 11



Artificial recharge by flooding

Fig. 12

هـ : أسلوب استخدام القنوات :

يعمل هذا الاسلوب على توزيع جريان المياه بتوسيع وتسوية وتطويل القنوات الماشيه والانهار وصولا الى تغذية المياه الجوفيه .

ويمكن أن يتحقق ذلك عن طريق انشاء سلسله من السدود الاعتراضيه والقنوات التوجيهيه الموقفته أو الداشمه أو الحواجز عن أحد جانبي النهر وتمديدها الى حوالي ٤\٣ المسافه عبر قنوات جريان المياه لتوجيه الجريان نحو اتخاذ مجرى جانبي .

و : ممارسات الري :

في المناطق التي يوجد بها نظام ري جائر فان الماء يتسرب أحيانا الى الشبكه أثناء الموسم الذي لايتم فيه الري كالشتاء أو غيره من مواسم السكون . وهذا الاسلوب لايحتاج الى تكاليف اضافيه لتطبيق طرق التغذيه لكون الشبكه موجوده أصلا . والمطلوب هو فقط توفير امدادات المياه وتجهيزاتها (كالبئر وتوابعه) لتعويض المياه المتغذيه - وهذا الاسلوب يعمل جيدا في المناطق التي تستخدم فيها المياه السطحيه والجوفيه معا .

اسلوب التغذيه بالآبار :-

لايمكن استخدام أساليب توزيع المياه بغرض تغذية المياه الجوفيه اذا كانت طبقات المياه المراد تغذيتها تقع على عمق معين تحت سطح الارض وكانت هي فوقها طبقه شبه منفذه ذات قابليه نفاذيه عموديه منخفضه . وفي هذه الحاله يجب اتباع أسلوب التغذيه بالآبار .

وهنا يكون تدفق المياه داخل بئر التغذيه معاكسا لعملية ضخ المياه من الآبار - الا أن انشائها قد يكون أو لا يكون مماثلا لها (الرسم رقم - ١٢-١٤) . والتغذيه بالآبار تعتبر عمليه في المناطق التي يكون فيها الطبقات الماشيه المراد تغذيتها عميقه ومتعذره أو في المناطق التي لا تتوافر فيها الحيز الكافي كالمناطق الحضريه مثلا . وفي بعض الاحيان - فان الجمع بين التغذيه بالآبار والاحواض سوف يكون مفيدا للحصول على نسبه عاليه من التغذيه وتوفير الحيز الموجود والمحافظه على البيئه .

ويعبر عن تغذية الآبار أحيانا بالآبار المعكوسه أو ابار الحقن أو الآبار الانتشاريه (لانها لاتنقل الى المنسوب الماشي) .

وتستخدم في بعض الحالات أيضا الآبار الشعاعيه (المجمعه) لتغذية الآبار صناعيا .(الرسم - ١٥ -) .

وتعتمد نسبة تغذية الآبار على السعه النوعيه للبئر ونفاذية الطبقه الماشيه والراس الضغطي المناسب .

ان قدرة امتصاص البئر هي النسبه الاعلى التي يمكن ان يمتصها ويتخلص منها البئر من المياه الداخله من الطرف الاعلى أو بالقرب منها (بالجريان الجانبي) .

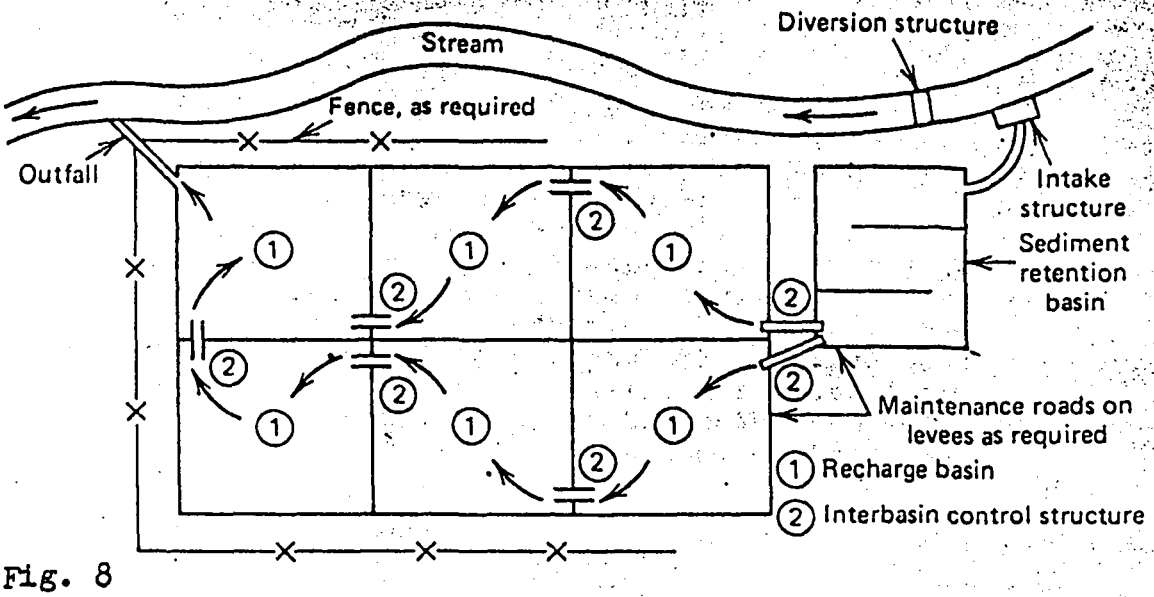
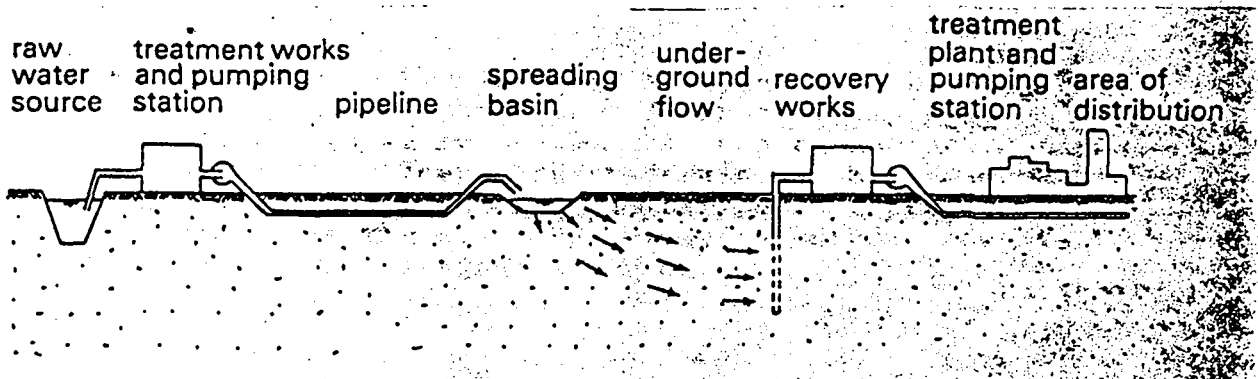


Fig. 8

Typical plan of a multiple-basin recharge project diverting water from a stream



Scheme for direct recharge

Fig. 9

وحيث ان عملية الانسداد لاتحدث عادة الى اعماق بعيده في هذه الطبقه ، وان العمق الاشد تاثرا بها هو من ٥ الى ١٠ سم فان هناك آليات خاصه تستخدم لازالة المتبقيات القشريه المصابه بالانسداد وذلك لاستعادة سعة امتصاص التغذيه الاولي للحوض .

وهذا يعني ان الحوض يكون خارجا عن الاستخدام لفتره معينه حتي يتم صيانته . ولهذا فان الامر يتطلب الي انشاء حوض مزدوج أو متعدد كما هو موضح في الرسم رقم - ٨ - واعداد خطه عمليه خاصه للتشغيل - وذلك لضمان سهوله تشغيل شبكة اعداد المياه .(أنظر الرسم رقم - ٩ -) .

ب : خنـــادق التغـــذيه :

في المناطق التي تقع فيها الطبقات ذات النفاذيه تحت سطح تربه صماء - يجب حفر خندق لكشف الطبقات ذات النفاذيه التي تسهل عملية التغذيه . ويتكون خنادق التغذيه عاده مزوده بطبقه من المواد المتبقيه (كما هو مبين في الرسم رقم - ١٠ -) كحمايه ضد المواد التي تترسب في أسفل الخندق وعلي جدرانه .

ج : مجـــاري المياه :

في هذا الاسلوب من التغذيه ، تجري المياه في قنوات قريبه العمق (ضحله) مسطحه القاعده ومتقاربه المسافات ومزوده بدرجه انحدار كافيه لمنع تراكم الرواسب .(أنظر الرسم رقم - ١١ -) ويمكن حفر القنوات بخطوط شبه متوازيه مع خطوط الكونتور وبذلك تجري المياه في القنوات من الاعلي الي الاقل ارتفاعا .

وفي المناطق القاحله ، يمكن حفر سلسله من القنوات في نفس مجري النهر . ويمكن ان يتراوح عرض القناه من ٢٫٥م - ٨م . وهناك أنواع من انظمة القنوات والمعروف منها هي النوع الكونتوري والقنوات التاسيه وقنوات متشعبه التفرع . والنظام الكونتوري يتبع طوبوغرافيه المنطقه بشكل واسع .

والنظام التاسي يحتوي علي قنوات شبه متوازيه يتم تغذيتها من مصدر مشترك . ونظام متشعب التفرع يكون فيه قناه رئيسيه تتفرع الي قنوات صغيره تكون شكل شجره .

د : أسلوب التغذيه الفيضيـــه :

يشمل هذا الاسلوب طريقه غمر الاراضي الزراعيه والاراضي الجرداء بطبقه رقيقه من المياه يتراوح سمكها من بضع سنتمترات الي متر واحد أو حتي أكثر من ذلك حسب طبيعة ودرجة انحدار المنحدرات الارضيه .

وهذا الاسلوب يعتبر مناسبا خاصه بالنسبه للاراضي المسطحه . وبالمقارنه مع اساليب توزيع المياه الاخري فان الاسلوب الفيضي يعتبر أقل تكلفه لتطبيق طريقه التغذيه .

وتوجد في الصفحات التاليه رسوم تخطيطيه توضح عملية التغذيه وطرق انشاء الاحواض - وذلك في الرسم رقم ٢ - ٦ .

ويتوقف اقتصاديه وفعالية التغذيه الحوضيه على تحقيق نسبه عاليه من الترشيح - غير ان درجات المنحنيات النموذجيه (الموضحه في الرسم رقم ٧) تشير بوضوح الى حدوث ميلان نحو الانخفاض مع الوقت .

ويمكن أن تعزي في الغالب انخفاض نسبة التسرب (دخول المياه الى الارض) في مراحل لاحقه من التغذيه الى حدوث عمليات اعاقه في منطقة الاتصال نظرا للاسباب التاليه :

- انسداد مسامات الترشيح بالمواد العالقه بالمياه .
وتعالج هذه المشكله في الغالب باستخدام احواض خاصه (سابقه الترسيب) .

- ترسب الاجسام المذابه .

- نمو الطحالب والبكتريا خاصه في حاله وجود مياه غنيه بالمواد المغذيه (كالنيترات والفوسفات وغيرها) .

- الغازات المحموله أو المذابه المنطلقه أثناء دخول المياه الى الفتحات المسامية .(في سطح الترشيح) .

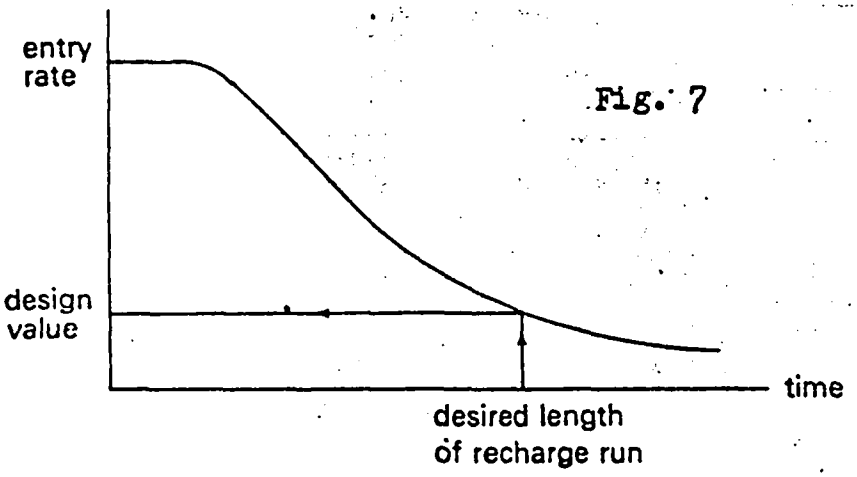


Fig. 7

Decrease of entry rate with time

وكل هذه العمليات تؤدي الى انشاء قشره على اسفل وجوانب حوض الترشيح مما يعوق دخول المياه الى تحت التربه .

وفي مجال امدادات المياه العامه فان انسداد احواض الترشيح ليست بمشكله يعتد بها اذ من الضروري تنظيف وتعضية الحوض عند حصول الانسداد - وذلك (بكل بساطه) بالتفريغ والتجفيف والحفر والكشط أو بازالة الغطاء الواقي الذي يتكون من المواد الرمليه المتوسطه والدقيقه التي يتراوح سمكها بين ٢٠ الى ٥٠ سم والتي تستخدم كعضاه .

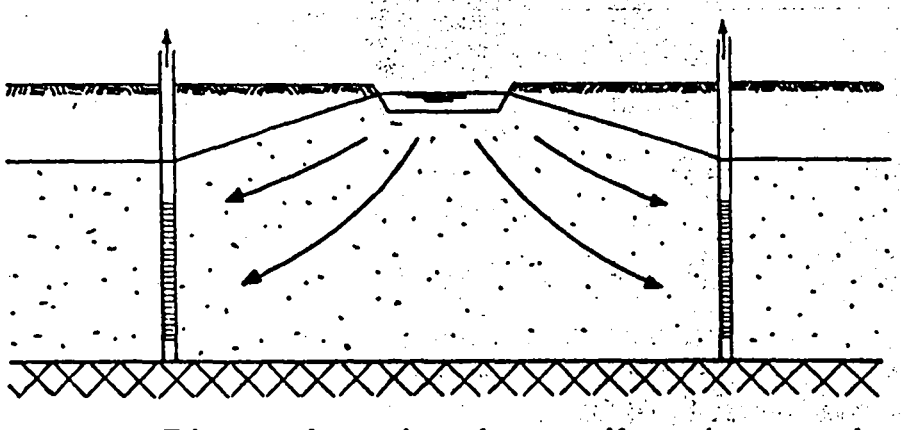
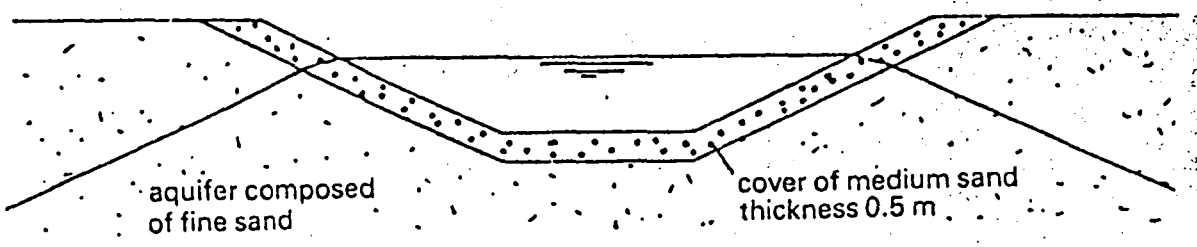


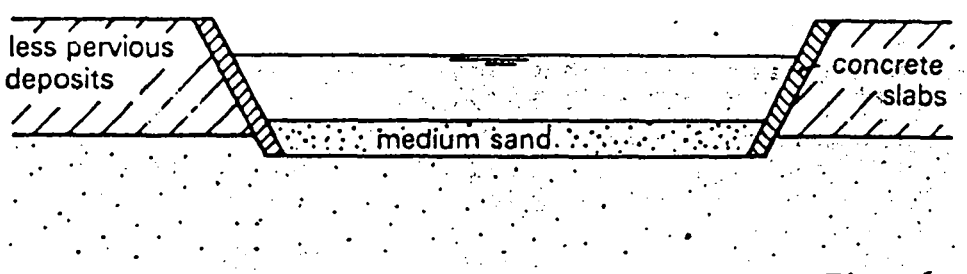
Fig. 4

Direct recharge in a deep aquifer, using a pond and a circular battery of wells



Spreading basin with sand cover

Fig. 5



Spreading basin with retaining walls

Fig. 6

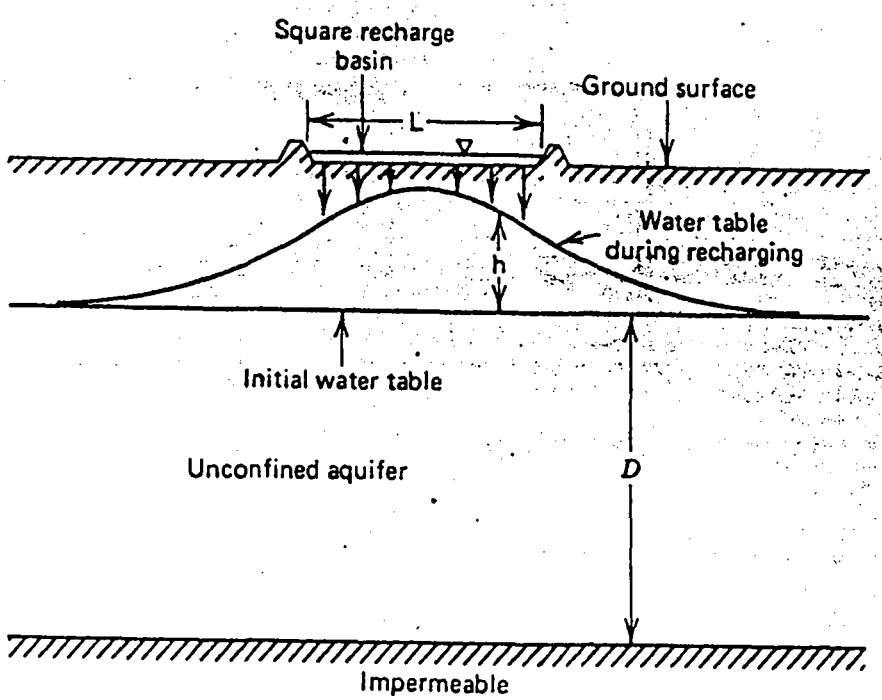
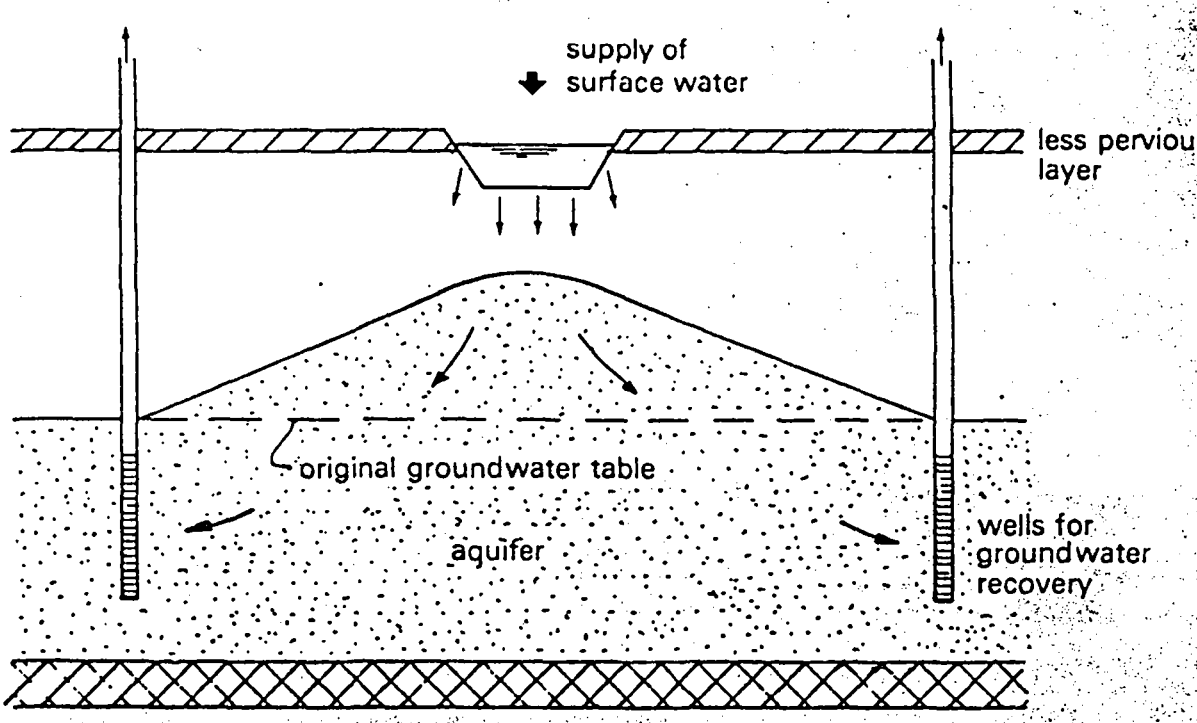


Fig. 2

Diagram of a recharge mound in a water table beneath a square spreading basin.



Spreading water with basins

Fig. 3

وللحصول على نتائج فعاله من استخدام وسائل التغذيه - فانه من الضروري أن تكون الطبقه المتواجده في منطقة التهويه ذات نفاذيه عموديه جيده تعطي عملية التغلغل والسماح للمياه بالمرور الجيد خلالها - وذلك لتسهيل عملية نقل المياه الى الطبقات الحامله للمياه من المساحات التي تم توزيعها فيها .

ووجود طبقات ذات موصليه هيدروليكيه منخفضه في مناطق عدم التشبع (الفادوز) يمنع مناطق من التشبع الكامل ويعيق عملية تسرب المياه الى عمق أبعد . وهذا يؤدي من جانب الى انخفاض الكميه الاجماليه من المياه المغذيه ولكنه من جانب آخر قد يكون له فائده في تحسين نوعية المياه بطريقه التغذيه الصناعيه .

ينبغي أن يكون المستوي الماشي عميقا بما فيه الكفايه لكي يكون الفراغ التخزيني كافيا حتي يتسني استيعاب المياه المغذيه - ويكون عمق المستوي الماشي عاده اكثر من ٢ -٤ أمتار .

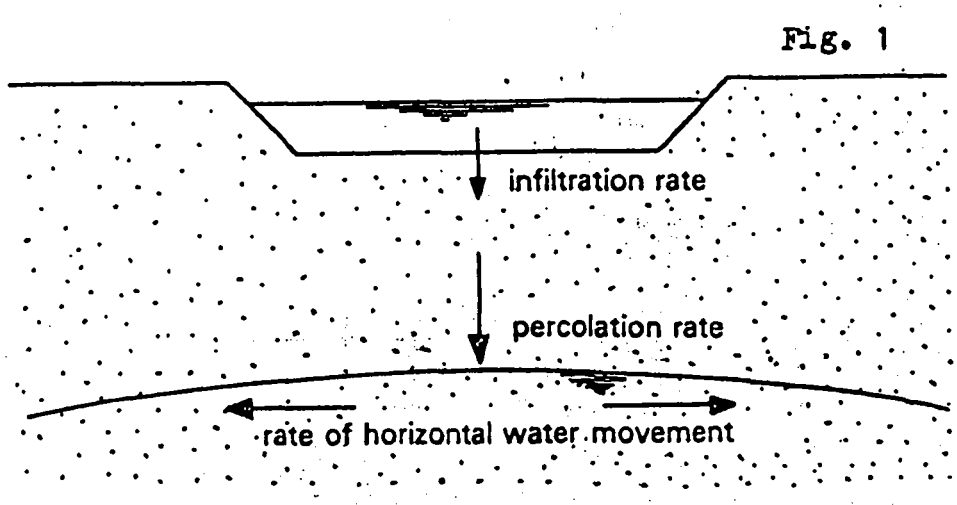
أ : أحواض التغذيـــــه :

تعتبر الاحواض من الاساليب المفضله لتغذية المياه الجوفيه بطريقه صناعيه وذلك بسبب القابليه العمليه وسهولة الصيانه التي تتمتع بها .

وتتميز المياه غير المستفاد منها داخل الاحواض او يمكن صرفها الى احواض متعدده ثم حفرها أو انشاء حواجز تعبره لهذا الغرض .

وتختلف ابعاد الاحواض من بضع امتار الى مئات الامتار حسب درجة انحدار السطح الارضي حيث يمكن انشاء احواض واسعه على اراضي مسطحه . ورغم ازدياد نسبة التسرب مع ارتفاع منسوب المياه داخل الحوض الا انه وجد بان منسوب المياه الاكثر فعاليه في الاحواض هو ٥٠ سم اذ أن الارتفاعات الزائده في الاحواض أدت الى انخفاض نسبة التسرب نتيجه للضغط الوزني العالي .

يمكن الاطلاع على الرسم الآتي رقم (١) وهو يوضح عملية التغذيه المباشره من الحوض بالتوزيع (بالنشر) :-



Direct recharge by spreading

أساليب التغذيه :

ان اختيار أساليب صناعيه معينه لتغذية طبقات المياه وجدوى القيام بها يتبع بعض اساسيه للعوامل الاتيه :

أ : وجود الموقع المناسب - وبالدرجه الاولى من حيث الاعتبارات الطوبوغرافيه وذلك لانشاء وسائل التغذيه الصناعيه .

ب : توفر المصادر المائيه الغير مستفاد منها وذات النوعيه والكميه المطلوبه .

ج : ملائمة التراكيب الصخريه من حيث سمكها ونفاذيتها (عشوائي او تربه) وذلك في الطبقات المتشبعه وغير المتشبعه .

د : ظروف الديناميكا المائيه (الهيدرو ديناميكيه) في الطبقات الحامله للمياه لضمان ملائمتها للتغذيه .

هـ : اعتبارات التكلفه والعائدات .

و : المردودات الاجتماعيه والتبعات القانونيه بما في ذلك الحقوق المائيه .

هناك اساليب عديده شائعة الاستعمال في التغذيه الصناعيه للمياه الجوفيه والظروف المحليه هي التي تتحكم في اختيار الاسلوب المناسب منها .

ويمكن من حيث المبدأ تصنيف أساليب التغذيه الصناعيه الى صنفين أساسيين :

الاول : التغذيه الصناعيه بالتوزيع (الانتشار) باستخدام الاحواض والخنادق ومجاري المياه والاغلام .

الثاني : التغذيه الصناعيه عبر الآبار (كآبار التغذيه والآبار البدويه وآبار التهويه) .

أساليب التوزيع :

تستعمل الاساليب التوزيعيه بشكل واسع جدا - وتستخدم فيها المياه غير المستفاد منها اما عن طريق تجمعها في بركه او السماح لها بالجريان عبر قنوات ومجاري ومجارف مياه طبيعيه أو صناعيه .
والمبدأ الاساسي في هذه الحالات يتمثل في زياده فتره ومساحه احتجاز المياه الامر الذي ينتج عنه زياده كمية المياه المتسربه والمترشحه من سطح الارض الى الطبقه الحامله للمياه .

وتستخدم هذه الاساليب التوزيعيه في الغالب لتغذية الطبقه الجوفيه الحامله للمياه أو في حالة تواجد أكثر من طبقه ذات نفاذيه عاليه .

٢- تغذية المياه السطحية الزائدة تحت الارض لاستخدامها في الفترات الجفاف او تخفيف حدة الفيضان أثناء فترات الرخاء .

٣- تحسين نوعية المياه الجوفية او منع تدهورها او العمل على خلق طبقه صماء نقيه .

٤- ازالة الترسبات والاوساخ البكتيرولوجيه وغيرها من مياه المجاري او المياه المستعمله المترسبه بالترشيح خلال طبقه غير مشبعة (الفادوز) .

٥- منع تداخل المياه المالحه مع الطبقه الحامله للمياه في المناطق الساحليه .

٦- التبادل الحراري في الطبقات والحصول على المياه الباردة او الدافئه بدرجة حراره ثابته نسبيا (التبريد - التدفئه) .

٧- وقف او تخفيف التاثيرات السلبيه المترتبه على الاستغلال المفرط للطبقات الحامله المحصوره والذي يسبب الهبوط الارضي من جراء انخفاض الضغط الهيدروستاتيكي في الطبقات الحامله للمياه .

ولقد بدأت طريقة تغذيه الطبقات الحامله في اوروبا في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي وفي الولايات المتحده الامريكيه في أواخر القرن المذكور . ومنذ ذلك الوقت تزايدت أعمال تغذية الطبقات بشكل مطرد حول العالم .

وتشمل أحواض التغذيه في السويد الاجزاء المكمله في كثير من شبكات مشاريع المياه التابعه للبلديات السويديه .

كما ان التغذيه الصناعيه تمارس على نطاق واسع في المانيا والاتحاد السوفيتي وتشيكوسلوفاكيا وبولندا وغيرها من البلدان الاوروبيه لمواجهه متطلبات المياه في المصانع والبلديات .

وفي هولندا تعتمد مشاريع شبكه المياه في مدينة امستردام وليدن ولاهاي اعتماد شبه كلي على وسائل التغذيه الصناعيه المتواجده في المناطق الساحليه ذات الكثبان الرملية .

واليوم وفي ولاية كاليفورنيا الامريكيه وحدها يوجد حوالي ٢٧٦ مشروعا صناعيا للتغذيه في مناطق استغلت فيها المياه الجوفيه على نطاق واسع .

كما أن تغذيه المياه الجوفيه بطريقه صناعيه تكتسب الاهميه في البلدان النامية أيضا بغرض المحافظه على المياه وتحسين نوعيتها حيث توجد مشاريع عديده في كل من الهند وتايلاند وبعض البلدان الافريقيه وغيرها من البلدان .

بسم الله الرحمن الرحيم

تغذية المياه بطريقه صناعيه - الاداه المستخدمه والوسيله المتبعه للمحافظه علي المياه .

اعداد : الدكتور فلاديمير باسكي - هيدروجيولوجي - في السكرتاريه الفنيه بالمجلس الاعلي للمياه .

هناك طريقه صناعيه متبعه يجري ممارستها في مجال اداره مصادر المياه لزيادة كمية المياه السطحيه التي تنفذ نحو الطبقه الحامله للمياه بحيث يمكن من خلال هذه الطريقه زيادة المخزون من المياه الجوفيه وبالتالي زيادة كميات المياه المستخرجه .

وتعتبر طريقة التغذيه الصناعيه هذه وسيله هامه في المناطق القاحله وشبه القاحله للمحافظه علي المصادر المائيه كونها تعمل علي توفير كميات المياه المفقوده بالتبخر من خزانات المياه السطحيه المفتوحه .

وتكتسب التغذيه الصناعيه لخزانات المياه الجوفيه أهميه كبيره كأحد الاستراتيجيات المعمول بها في مجال اداره المياه والمحافظه علي مصادرها الطبيعيه والتنميه . وذلك في اطار استمراريه تزايد الطلبات للحصول علي المصادر المائيه وخاصه في المناطق التي تعاني من شحه المياه .

وبالاضافه الي ذلك فان التغذيه الصناعيه للمياه الجوفيه تستخدم حاليا في البلدان المتطوره كوسيله لتحسين نوعية المياه من خلال تطبيق بعض التقنيات كمعامله طبقات التربه الحامله للمياه وتيكنولوجيا معاملة المياه الجوفيه وغير ذلك من التقنيات .

وفي مجال الاداره المائيه والمحافظه عليها ، تساهم الطريقه الصناعيه للتغذيه في تحقيق الاهداف الاتيه :-

١- تعويض الفاقد من الطبقات المائيه المستنزفه بسبب الضخ الزائد والمساهمه في تغذيه الطبقات المائيه التي تفتقر التغذيه الطبيعيه الجيده (في المناطق الصحراويه مثلا) .

الخلاصـــه والتوصيـــــات

لقد ادركت البشريه اليوم اكثر مما مضى اهمية المياه لانها مصدر الحياه والحضاره واتخذت معظم التدابير اللازمه والمتطوره لحصر وحماية الثروة القوميه وأهمها الثروة المائيه فلجأت الى زيادة عدد السدود وسنت التشاريع لحماية المياه الجوفيه من الاستنزاف بالاضافه الى حمايـــة مصادر المياه من التلوث وعاقبة العابثين والمسيئين الى المنشآت المائيه وذلك لتحقيق الامـــن المائي الذى هو بالضروره اساسا حتميا للامن الغذائي الذى تتسابق أمم الارض قاطبة على تحقيقه وهذا يتم بأتباع التوصيات التاليه .

١ : التعرف على الموازنه المائيه فى كل حوض لمعرفة الوارد والمستهلك ولمعرفة الماء المتاح للتوسع فى المشاريع وخاصة الشـرب الرى الصناعه .

٢ : تنفيذ مشاريع السدود ضمن خطة مدروسه وذلك لحفظ الموارد السداحيه لستخدامهـــا فى المواقع الحيويه كالشرب والرى والصناعه ولتغذية المياه الجوفيه بالمياه العذبـــــه وتحسين مواصفتها وغزارتها .

٣- : وضع التشاريع والقوانين المائيه وربط حفـر الابـار بجهة مسئوله وتحديد التباعدات بـين الابـــار والتشديد فى ذلك لمنع التصحر والاستنزاف .

٤ : أتباع طـرق واساليب حديدة فى الرى كالـرذاذ والتنقيط وذلك لمنع هدر المياه والاستفاده منها فى التوسع الافقى والشاقولى فى الزراعه .

٥ : استخدام وسائل الاعلام المسموعه والمرئيه لتوجيه الاخوه المواطنين الى أهمية المنشآت المائيه وللتوجيه الى ترشيد استهلاك المياه فى كافة مرافق الحياه .

٦ : عقد الندوات العلميه وبشكل دورى وتبادل المعلومات والاعتمـاد على الخبرات الوطنيـه والعربيه فى اطار الموارد المائيه والرى والزراعـــه فى مجال الدراسه والتنفيذ والصيانـه والتشـــغيل .

" والله ولـــى التـــوفيـــق "

خبيـــر صيانـــة وتشغيـــل سد مـــأرب

م / د

غـالـــب فـارس جنيـــــــد

١٠ ـ ايجاد الضوابط الكافيه لمنع العبث بالمنشآت المائيه

ان العبث بالمنشآت المائيه يؤدى الى ضياع الماء والمال والوقت وهو بذلك يعتبر هدرا لثروات الامه وللحيوله دون حدوث مثل هذا العبث فانه يجب استخدام وسائل الاعلام المسموعه والمرئيه للتأكيد على اهمية هذه المنشآت والدعوة الى تحذير العبث بها كما يتطلب فرض العقوبات التى تتناسب مع اهمية هذه المنشآت ان هدر الماء ليس فقط خسارة ماديه للثروه المائيه فحسب بل له انعكاسات سلبيه على المنشآت المجاوره وهدر كبير فى الطاقه المستخدمه فى حفظ الماء وتوصيله الى مواقع الاستخدام ونورد هنا على سبيل المثال وليس الحصر ماهى أهم النتائج السلبيه التى تنجم عن تسرب المياه وضياعه .

أهم النتائج والانعكاسات السلبيه من جراء تسرب المياه

أولا : انهيار المنشآت المائيه المجاوره

ان تسرب المياه فى قنوات الرى او شبكات مياه الشرب يؤدى الى انهيار المنشآت المائيه القريبه وقد حدثت كوارث عديده بسبب رشح المياه فى مواقع الجسور والسيفونات والعبارات فقد أدى الى تصدع هذه المنشآت للخلل الذى حدث فى اساساتها وتربتها الحامله .

ثانيا : زيادة ملوحة التربه الزراعيه المجاوره .

ان زيادة رشح المياه يؤدى الى ارتفاع منسوب الماء الجوفى والتى تحتوى بعض الاملاح الذائبه وعندما يتبخر قسما من هذه المياه فأن ذلك يؤدى الى زيادة الملوحه فى التربه والتى تؤدى بدورها الى ضعف الانتاج الزراعى وقد خرجت كثيرا من مشاريع الرى من الاستثمار نتيجة هذا التملح ولاشك بأن غسيل التربه المتملحه يتطلب كلفا اضافيه وهدر كبير فى المياه لكى تعود التربه صالحه للانتاج الزراعى من جديد .

ثالثا : هدر كبير فى الطاقه .

ان كلفة رفع الماء الى الخزانات العاليه يتعلق بحجم الماء (اللازم + المهدور) وبأرتفاع الضخ المانومترى (الطبغرافى + الاحتكاكات) ولاشك فأن اى زيادة فى كلفة الضخ لها علاقة مباشره بكميات المياه المهدوره ، وعليه فأن تخفيف الهدر فى الطاقه هو واجب تتسابق الامم لتحقيقه .

وترفع الرطوبه النسبيه بمقدار (٥ - ٣٠) ٪ ولهذا فأن مصدات الرياح تخفف عامل الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعيه وتخفض من تأثير الرياح الجافه كما ان وجودها حول القنوات والسدود تحسن من المناخ وتخفض الجزر وتكون مصدرا للاخشاب .

٦)- صيانة مشاريع الرى والشـــــرب

ان الصيانه الدوريه للمنشآت المائيه تعتبر شرطا اساسيا فى إستمرار هذه المنشآت وأن التاخر فى الصيانه عن وقتها المحدد سوف يؤدى الى تفاقم الخلل اذ انه يتوان فى إصلاح الفجـــوات الصغيره فى القنوات يؤدى الى جرف تربة الاساس وجرفها وتعطيل الاراضى المجاوره كما ان شبكات الشرب اذا لم تصلح فى الوقت المناسب فأن نسبة الضياعات تكـــبر وتؤدى الى مشاكل فـــى المنشآت المجاوره ، ان صيانة المنشآت فى الرى والشرب ضرورى لحسن تشغيلها كالبوابات والمفرغات وسكورة التوزيع ولا شك بـأن سـلامة اى مشـــروع يكون بحسن صيانته والاعتناء بهـه .

٧)- ان حفر الابار العشوائى يؤدى بالنتيجه الى نقصان الماء الجوفى وتدنى منسوبه وكذلـــك فأن مواصفاته تتحول تدريجيا من ماء عذب الى أقل عذوبه ومن ثم مـــاء مالح . وان زيادة الاستنزاف تزيد من عمق الماء الجوفى ومن ثم تودى الى زيادة كلفة استخراجه .

وأن كلفة الانتاج وتدنيه نتيجة المياه المالحه يؤدى الى خروج كثير من المشاريع من الاستثمار وهذا يؤدى الى كارثه اجتماعيه واقتصاديه نحن فى غنى عنها لواتبعنا الاساليب العقلانيـه فى حفـر الابـار وطرق استثمارها ضمن خطط مرسومه واضحه ومنظمه .

وبهذا نحافظ على الثروه المائيه الجوفيه والتى هى ملك الاجيال وعلينا ان لا نلجـاء اليهـا الى عند الضروره الماسه بعد ان نستكمل ترشيد كامل المياه السطحيه المتاحه فى الوطن .

٨)- تسخير الخبرات العاليه فى ادارة وتوزيع المياه .

ان استخدام الخبرات العاليه فى ادارة السدود وتوزيع المياه والاشـراف على شبكات الرى والشرب أمـر ضـرورى لمتابعة العمل بالشكل الامثل والصحيح اذ ان حسن الادارة هو الوسيلـه الكفيله بأيصال المياه الى مواقع الاستفاده منها دون ان يكون هناك أى هدر وقد فشلت كثيراً من المشاريع لسـوء ادارتها كما ان الخبرات العاليه تحسن الصيانه فى وقتها المناسب وتتابع الاعمال اللازمه دون كلل او ملل وتعطى الامور اهميتها وحجمها المعقول .

٩)- فـرض الرسـوم على زيادة الاستهلاك للمـاء فى الـرى والشـــرب .

ان زيادة الاستهلاك فى مياه الرى والشرب يـودى الى خلل كبير فى التوزيع والاستثمار الامـر الذى يودى الى فرض الرسوم المناسبه على الاستهلاك الزائد للحد من هذا الهدر ان فـرض بعـض الرسوم الاضافيه على زيادة الاستهلاك يحقق تخفيض الاستعمالات التى ضرورة لها كالحاجة النبـات من المياه اكثر من حاجته وكسقاية الحدائق وغسيل السيارات بمياه الشرب .

- منع هدر الماء الى البحر او الى الصحراء
- تغذية المياه الجوفيه بالمياه العذبه .
- تأمين مياه الشرب والرى فى وقت الحاجه اليها .
- درئ الفيضانات عن المدن والقرى الآمنه .

بالاضافه الى تحقيق فوائد اخرى كالثروه السمكيه والطاقه الكهربائيه اذا كانت مقومات ذلك ممكنـــه .

٢)- تبطين القنـــوات الترابيـــه

ان ضياعات الماء من قنوات الرى الترابيه قد تصل احيانا الى اكثر من ٥٠ ٪ وهذا الامـــر له انعكاسات مختلفه كهدر المياه بل وحرمان استعمالها فى مواقع اخرى، الامر الذى يستدعـــى تبطين القنوات الترابيه بالمواد الاوليه المتوفره والرخيصه لتحقق المشاريع جدواها الاقتصاديه .

٣)- استخدام المقننات المائيه فى الرى بما يتناسب ونمو النبات وطبيعة التربه والمناخ

ان اعطاء الماء للنبات بخلاف يزيد عن حاجته يؤدى الى اختناق جذوره وعليه عند توزيـــع المياه ان يراعى اعطاء النبات الكميات اللازمه أو الضروريه تتناسب مع مرحلة نموه ومقدار البخـــر والنتح الذى يتعرض له الامر الذى يؤدى الى الوفر الكبير من المياه ففى الاشهر الاولى للنمـــو يحتاج النبات الى ٦٠ ٪ فقط من حاجته عن اشهر الذروة واذا اخذنا ذلك بعين الاعتبار أثناء توزيع الماء فأننا نحقق وفرا كافيا من المياه يتناسب طردا مع المساحات المرويه من الارض .

٤)- استخدام : أحدث الطرق فى تقنيـــة الرى كالرش والتنقيـــط :

فكر العاملون والفنيون فى قطاعات الرى بأيجاد وسائل رى حديثه اكثر استجابة لمتطلبات الحياه وتطورها كالرى بالرذاذ أو التنقيط فعند استخدام الرى بالرذاذ (الرش) ينشأ منـــاخ محلى ذو رطوبه عاليه وقد دلت التجارب بأن قيمة الانخفاض فى الاحتياج المائى لمختلف المحاصيل يتراوح بين (٢٥- ٤٠) ٪ وخاصة اذا تمت السقايه ليلا لتخفيف البخر.

كما ان طريقة الرى بالتنقيط والتى تعتبر من البطرق ذات التقنيه العاليه والكلفه العاليـــه الا ان الوفر بالمياه الذى يصل الى (٣٠-٦٠) ٪ كما ان هذه الطريقه تودى الى الاستغناء عن مكافحة الاعشـــاب اذ ان الاشجار والخضروات تسقى من انبوب يغذيها فقط بالماء الضرورى لانباتهـــا ونموهـــا .

٥)- استخـدام مصدات الـــرياح :

ان انشاء شرائح حراجيه من الاشجار فى المساحات المرويه مهم جدا ويعتبر شرطا اساسيا للتنظيم الصحيح لهذه المساحه ، ان هذه الشرائح تؤدى الى تخفيض سرعة الهواء فوق سطح التربه

بسم الله الرحمن الرحيم

" من أجل المحافظه على المياه وترشيد استخداماتها "

ان تحقيق التوازن بين النمو السكانى والتنميه التى يجب ان تواكبه من المعضلات الصعبه التى تشهدها معظم دول العالم بسبب استمرار التزايد السكانى السريع .

من المعروف أن ٣ر١ مليار شخص من سكان الارض لا يحصلون على المياه العذبه العاديه بشكل كافى وحيث يستهلك العالم حاليا حوالى الفين وستمائة كيلو متر مكعب / سنويا للاغراض المختلفه ولكن فى بداية الالف الثالث فأن استهلاك المياه سوف يكون اكثر من الضعف وسيصل الى ٥٠٠ ٦كم٣ / سنه.ان الحاجه ماسه لتكاثر الجهود لتوفير المياه بغية مواكبة النمو السكانى الجارف والامم الحضاريه هى التى تهتم بثرواتها الطبيعيه ولاشك ان من اهم هذه الثروات هى الثروة المائيه والتى يتزايد عليها الطلب يوما بعد يوم .

فلابد من حصر هذه الثروة ومعرفة الخزان فى الانهار والسيول والوديان وبقدر معرفتنا لهذه الثروة تزداد مقدرتنا على استغلالها بالشكل الامثل .

لذلك تسابقت الامم الى بناء السدود الكبيره والمتوسطه والسطحيه لانها السبيل الذى يحقق الامن المائى الذى أصبح شعارا وهدفا لامة تريد الحياه ونارا للاستهلاك الجائروالعشوائى والاستنزاف المستمر من المياه الجوفيه والذى يفوق المتجدد السنوى فقد بدأت تظهر علامات تدهور المياه الجوفيه كما ونوعا فى معظم المناطق الزراعيه فالحاجه الى مياه مائيه ترشد استخدامات المياه والعمل على اعادة التوازن المائى للحد من نسبة الضياعات واتباع أساليب رى حديثه وايجاد كوادر فنيه متخصصه للصيانه والتشغيل وتدخل الدوله لردع العابثين بحقوق ونظام وقوانين المياه هو أمر حتمى لحل كافة المشاكل المستعصيه .

ولا ننسى بأن الصين كانت تحتل مكانه عظيمة مبارزه فى حضارة الشعوب كما انها كانت حضاره انسانيه شملت الارض والانسان والماء ولتحقيق الامن المائى المنشود علينا ان نرعى الاسس التاليه مايقين الترشيد الكامل فى استثمار الثروة المائيه واستخداماتها .

١)- اقامة السدود بأنواعها

ان أى أمة من الامم ترقى فى سلم الحضاره تحتاج الى بناء السدود وذلك لتتمكن من حصر المياه السطحيه ومقابله بذلك الفقدانات التاليه :-

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية العربية اليمنية
وزارة الزراعة والثروة السمكية
الهيئة العامة لتطوير المناطق الشرقية

ورقة عمل "هوادها" :-

- من اجل المحافظة على المياه وترشيد استخداماتها -//

اعداد /

مهندس الصيانة والتشغيل لسد مأرب

د/م.

طالب فارس جنيد .

مايو ١٩٦٠م.

المراجع :

1. Water Resources of the Sadah area
   Report WRAY-3.3 technical annexes July 1985

2. Water Resources of the Sadah area
   Report WRAY-5
   progress report 1985

3. Water Resources of the Sadah area
   Report WRAY-10
   Progress report 1986

4. Water Resources of the Sadah Area
   Report WRAY-12
   progress report 1987

5. Hydrology & Hydrogeology of the Yemen Arab Republic
   Report WRAY-1
   August 1984

6. Water Resources of the Sadah Area
   Report WRAY-3
   Main Report

7. Water Resources of the Sadah area
   Report WRAY 3-1 technical annexes
   February 1985

8. "The Sadah Study in Petrospective:
   Some Remarks on the analysis of GW availability"
   J.A.M van der Gun, TNO-DGV Institute Applied geoscience, Delft

9. Water Resources Assessment Yemeni 'Arab Republic
   Plan of Operation
   Phase I,II,III

10. "High rates of groundwater abstraction in the Yemen Highlands"
    J.A.M. van der Gun
    karlovyvary, csechoslovakia
    September 1986

اما تحديد نوع البئر وتحديد انشائه فيختلف بحسب نوع الخزان الجوفى المائى .

ففى احواض الوديان الضيقه يعتبر تعميق الابار اكثر من ٦٠ ـ ٧٠ م ليس انتاجيا . كما ان الابار الواسعة القطر افضل بكثير من الابار الارتوازيه .

وفى الحوض الجوفى للحجر الرملى فمن الافضل حفر ابار صغيرة القطر لعدم تاثرها السريع بانخفاض منسوب المياه . ويلزم وصولها الى ٦٠ ـ١٠٠ م تحت مستوى منسوب المياه الجوفية لتسمح بالتدفق الكافى نحو البئر .

اما فى الحوض الجوفى للحجر الجيري فيعتمد نجاح الابار فيه على وجود الفوالق والتصدعات ويلزم تحديدها جيدا قبل حفر اي بئر . كما انه يمكن تعميق الابار الجافة فى هذه المنطقة لتصل الى صخور الحجر الرملى الواقعة تحت الحجر الجيري لتصبح انتاجيتها افضل .

تحسين كفائة الري:

ان استخدام الطرق الحديثة للري فى منطقة صعدة لن تقلل تكلفة سحب المياه لوحدة الارض الزراعيه فحسب ، بل وسيساعد فى ترشيد الموارد المائية الشحيحة فى المنطقة.

وكما يلاحظ من هذه النتائج فان الافتراض الاول من السيناريوهات السابقه فى النموذج الرياضى هو وثيق الصله بما يحدث الان للخزان الجوفى باعتبار انه لم تتخذ حتى الان اي اجراءات او ضوابط لتنظيم وتوجيه استغلال الموارد المائيه فى منطقه صعده ولم تتدخل اي من الجهات الحكوميه لتحقيق هذه الضوابط كما افترضت السيناريوهات الثلاثه الاخرى

ويظل احتمال نضوب المخزون المائى بعد ستين عام امر وارد الحدوث ما لم تتخذ اجراءات حاسمه وسريعه تكفل ايقاف هذا النزيف المائى الخطير .

التنميه المستقبليه للموارد المائيه وادارتها:

ادارة موارد المياه الجوفيه

من الواضح مما سبق ان هناك اسبابا قويه تدعو للتحكم فى معدل استهلاك المياه الجوفيه فى منطقة صعده وخصوصا فى الخزان الجوفى للحجر الرملى . ويوصى بصياغة وتنفيذ استراتيجية ادارة الموارد المائيه لتخفيف الاستهلاك الشامل للمياه الجوفيه بحيث تندرج فى اطار سياسه مائيه عامه .

ومن الواجب الوقف الفوري لاي نشاط ينتج عنه حفر او تعميق اي بئر فى حوض صعده وعدم السماح لتركيب اي مضخه جديده على الابار الموجوده حاليا . ولايستثنى من هذه القاعده الا الحالات الخاصه جداً كحفر الابار لمشاريع مياه الشرب والاستخدامات المنزليه .

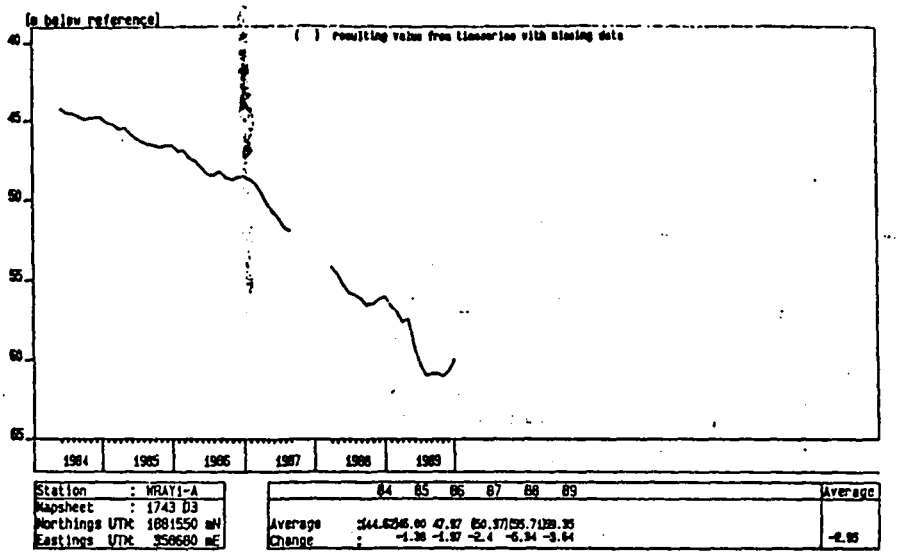
تنمية الموارد المائيه الجوفيه :

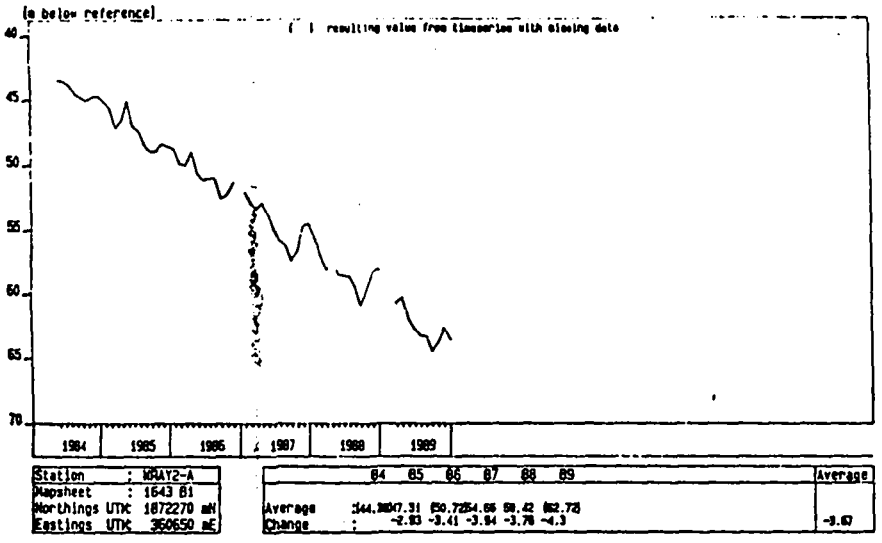
فى حالة السماح بحفر بئر فى المنطقه فان الاستفاده من نتائج دراسة وتقييم مصادر المياه التى قامت بها الاداره العامه لدارسة مصادر المياه بوزارة النفط والثروات المعدنيه لمنطقه صعده للفتره من ٨٢ ـ ١٩٨٤م سوف تقلل كثيرا من التكاليف الماديه التى تنتج من حفر ابار فاشله او قليلة الانتاج ، وسوف تحدد على ضوء هذه النتائج مواقع وتصاميم هذه الابار .

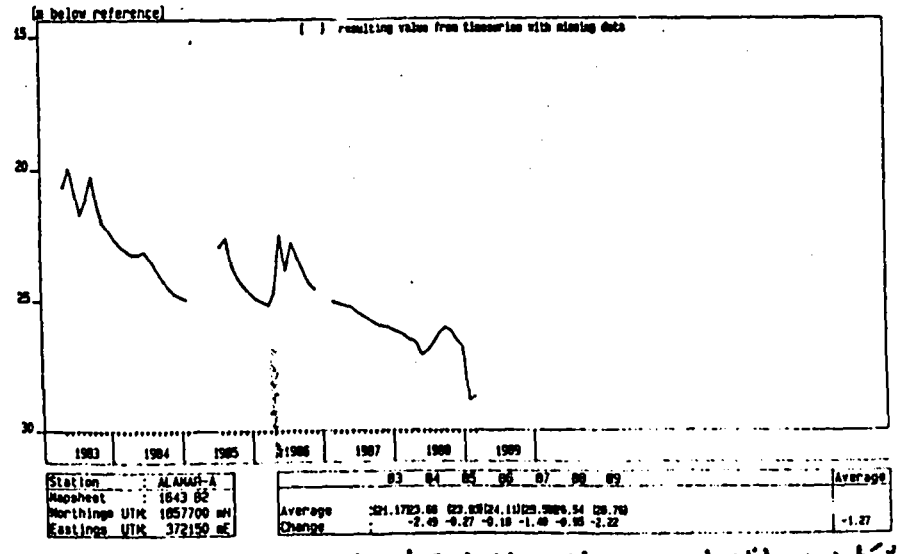
الادارة العامة لدراسة مصادر المياه

GENERAL DEPARTMENT OF WATER RESOURCES STUDIES

Monthly Groundwater Levels







شكل (٥) : انخفاض منسوب المياه الجوفية في الآبار القريبة للمشروع .

شبكة الرصد الهيدرولوجي وبياناتها:

محطة ارصاد متكامله فى منطقه الدميد

اربع محطات قياس الامطار

ثلاث محطات قياس المنسوب المائى فى الابار

وفى الجدول التالى تقدم خلاصه المعلومات التى تم جمعها من شبكة الرصد المائى خلال الفتره من ١٩٨٢م الى ١٩٨٩م

الامطار والحراره والرطوبه

السنه	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥	١٩٨٦	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٨٩
الامطار (مم)	٢٦٣	٥٩	١٣٤	١٨٩	٦٤	١٣٣	١١٤
الحراره (درجه)	-	١٩.٣	١٨.٥	١٨.٧	١٨.٩	١٩.٥	١٨.٩
الرطوبه (%)	-	٤٣	٤٤	-	-	-	-

الانخفاض السنوي لمنسوب المياه (بالمتر)

المحطه / السنه	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	المتوسط
WRAY-1	-	-	١.٤	٢	٢.٤	٥.٣	٣.٦	٣
WRAY-2	-	-	٢.٩	٣.٤	٣.٩	٣.٨	٤.٣	٣.٧
ال عمار	-	٢.٥	.٣	.٢	١.٥	١	٢.٢	١.٣

وتؤكد المعلومات الموضحه فى الجدول السابق الخلاصه التاليه :

١ - المناخ القاحل المتمثل فى هطول امطار قليله مقابل معدل تبخر كبير

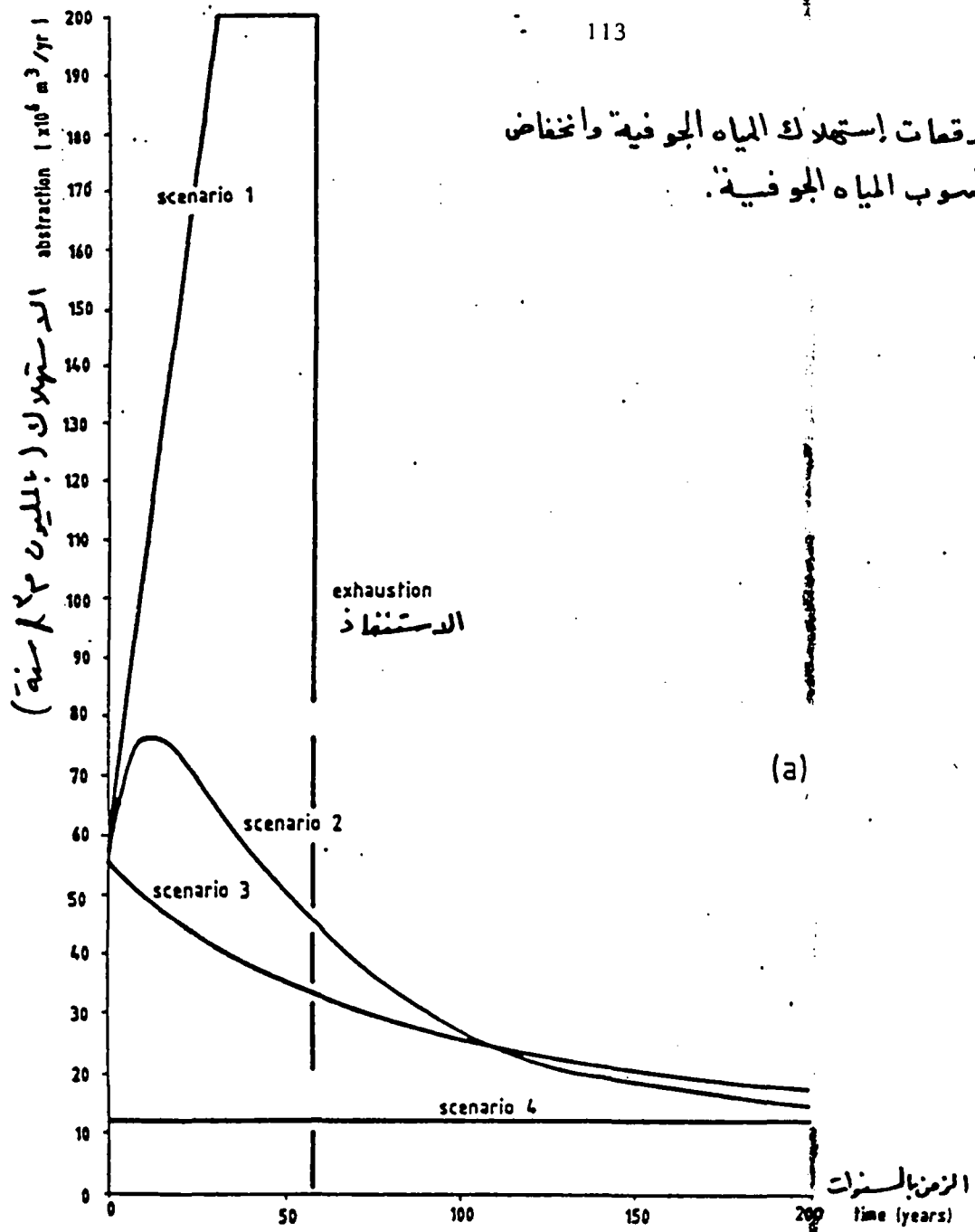
٢ - ندرة الجريان المائى السطحى

٣ - عدم وجود الحواجز المائيه للاستفاده من المياه السطحيه يجعل المياه الجوفيه هى المصدر الرئيسى للموارد المائيه

٤ - انخفاض عام ومتواصل فى منسوب المياه الجوفيه خلال فتره السنوات الماضيه (شكل - ٢)

ويفسر سبب هذا الانخفاض بالازدياد المستمر لاستنزاف المياه الجوفيه .

شكل (١١) : توقعات إستهلاك المياه الجوفية وانخفاض منسوب المياه الجوفية.



مسار استراتيجيات ادارة الموارد المائية(شكل ١) :

- ففى الافتراض الاول أُعتبر ان الوضع الحالى سيستمر على ما هو عليه من حفر ابار جديده وتعميق الابار القديمه وضخ متزايد وانخفاض منسوب المياه المستمر الى ان يتوقف هذا الوضع عند انعدام اراضى زراعيه جديده .

وتنبا النموذج بناءاً على التحليلات المختلفه نضوب المخزون الجوفى لحوض سعده خلال فترة ٦٠ عاما .

اما الافتراض الثانى فقد اعتبر ان استثمار الموارد المائيه سوف يقل بسبب قلة المردود الاقتصادى لها وبسبب المشاكل الفنيه التى ستعترض طريق استثمارها نتيجة الانخفاض المستمر لمنسوب المياه الجوفيه فى خزاناتها .

وافترض السيناريو الثالث انه لن يسمح بحفر اى ابار جديده اخرى وسيحرم تعميق الابار الموجوده حاليا او تركيب مضخات جديده على الابار

وتنباء النموذج فى الافتراض ان استنزاف المخزون سيقل تدريجيا بسبب انخفاض منسوب المياه وسيكون هذا التحكم جزئيا.

اما السيناريو الرابع فيفترض تحكما كاملا بحيث يتم تخفيض الانتاج العام من هذه الاحواض الجوفيه ليتساوى مع متوسط معدل تغذيتها ، ويمكن تلخيص هذه السيناريوهات بتقسيمها الى جزئين :

- السيناريوهات ١ و ٢ فى عدم التحكم فى الموارد المائيه
- السيناريوهات ٣ و ٤ بتدخل الجهات المعنيه فى الامر

المتابعات الهيدرولوجيه لمسار النموذج

ولكى نتحقق من مدى واقعيه النموذج المعد وبالتالى الآثار المترتبه على الافتراضات التى تم وضعها فلا بد من العوده الى نتائج المتابعات الهيدرولوجيه التى تم الحصول عليها من شبكة الرصد المائى التى تم تركيبها فى منطقة صعده والتى تتالف من العناصر المتعدده

وفى عام ١٩٨٢م قامت الاداره العامه لدراسه بوزاره النفط والثروات المعدنيه بالتعاون مع معهد علوم الارض التطبيقية (TNO) بدراسة تقييم مصادر المياه بمنطقة سعده فى اطار برنامج التعاون اليمنى الهولندي وامكن فى نهاية الدراسه استخلاص النتائج الرئيسيه التاليه :

١ ـ من خلال برنامج حصر الابار فى منطقة سعده فى فترة العمل الميدانى تبين وجود اكثر من ٢٠٠٠ بئر .

ومن هذه الدراسه تم اعداد الجداول البيانيه والخرائط الكنتوريه المختلفه لاعماق هذه الابار ومناسيب المياه فيها وملوحتها وخصائصها الكيميائيه وغيرها من المعاملات الهيدروجيولوجيه الاخرى.

٢ ـ يعتبر معدل سقوط الامطار فى هذه المنطقه منخفضا ولايكون مصدرا مباشرا للمياه يعتمد عليه .

٣ ـ تستغل المياه الجوفيه استغلالا جائرا ، وقد برز هذا الاستغلال جليا منذ عام ١٩٧٦م عند دخول الات الحفر ومضخات المياه .

٤ـ تفوق معدلات السحب معدلات التغذيه بسبب قلة تغذية خزانات المياه الجوفيه ولذلك فهناك استنزاف واضح لمخزون المياه الجوفيه وانخفاض منسوب المياه فى ابار المنطقه بشكل مستمر وملحوظ .

٥ـ يلاحظ جفاف بعض الابار مع احتمال بروز مزيد من المشاكل فى المستقبل مثل :ـ تدهور انتاجية الابار القائمه وزيادة التكاليف وظهور صعوبات فنيه لدى انشاء ابار جديده وارتفاع تكاليف استخراج المياه واخيرا استنزاف المخزون الجوفى أو جزء كبير منه .

وللتنبوء بما يمكن حدوثه فى المستقبل نتيجة لهذا الاستنزاف الغير مسؤول ، وتحليل الاستراتيجيات المناسبه لترشيد موارد المياه فقد تم اعداد نموذج رياضى لطبقة الصخور الرمليه من سلسلة وجيد وكحلان والتى تعتبر الحوض الجوفى الرئيسى للمياه الجوفيه فى منطقة سعده .

وتم افتراض اربعه سيناريوهات مختلفه وتحليل تاثيراتها على

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة :

يتزايد استغلال الموارد المائيه المحدوده في اليمن بشكل مضطرد للاسباب التالية :

- تزايد الحاجه الى المياه للاغراض المنزليه واغراض الزراعه والصناعه .
- توفر الامكانيات الماديه اللازمه لاستغلال الموارد المائيه ، وعموما،فان الحاجه الى اتخاذ اجراءات عاجله لضبط وتوجيه استغلال هذه الموارد هو امر ضروري .

وعلى كل،فان اي من هذه الاجراءات لم تتخذ حتى الان مما يهدد بحدوث استنزاف الاحواض المائيه وتلوث مياهها .

ويأتي عدم اتخاذ ضوابط لادارة الموارد المائيه بسبب انعدام الاتي :

- هيئه عامه لادارة الموارد المائيه .
- تشريعات لاستغلال وتنمية وترشيد الموارد المائيه .
- معلومات فنيه متكامله للموارد المائيه .

وفي ١٩٧٨/٢/١٥م صدر قرار مجلس الوزراء رقم (٥) فيما يختص بموضوع تولي المؤسسه العامه للنفط والثروات المعدنيه تنسيق وتجميع الابحاث المتعلقه بالمياه ، والدراسات الهيدرلوجيه حيث تقرر الاتي :

- ان تكون الجهه التي تقوم بالدراسات الهيدرولوجيه ، وتجميعها وتنسيقها، وحفظها في عموم الجمهوريه هي المؤسسه اليمنيه العامه للنفط والثروات المعدنيه .
- تبدأ المؤسسه بجمع كافة المعلومات المتعلقه بهذا الموضوع وتلزم جميع الجهات التي لديها معلومات بتقديم نسخه مما لديها الى المؤسسه .
- لا يوقع اي عقد مع اي جهه الا بموافقة المؤسسه ومشاركتها على ان تقدم الجهه المعنيه نسخه من العقد ، ونتائج الدراسه الى المؤسسه .

مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع

ندوة "المحافظة على الموارد المائية وترشيد استخداماتها"

١٨-٢٠ يونيو ١٩٩٠م

رداع

"النموذج الرياضى للموارد المائية لحوض صعدة"

المبررات والافاق

اعداد :

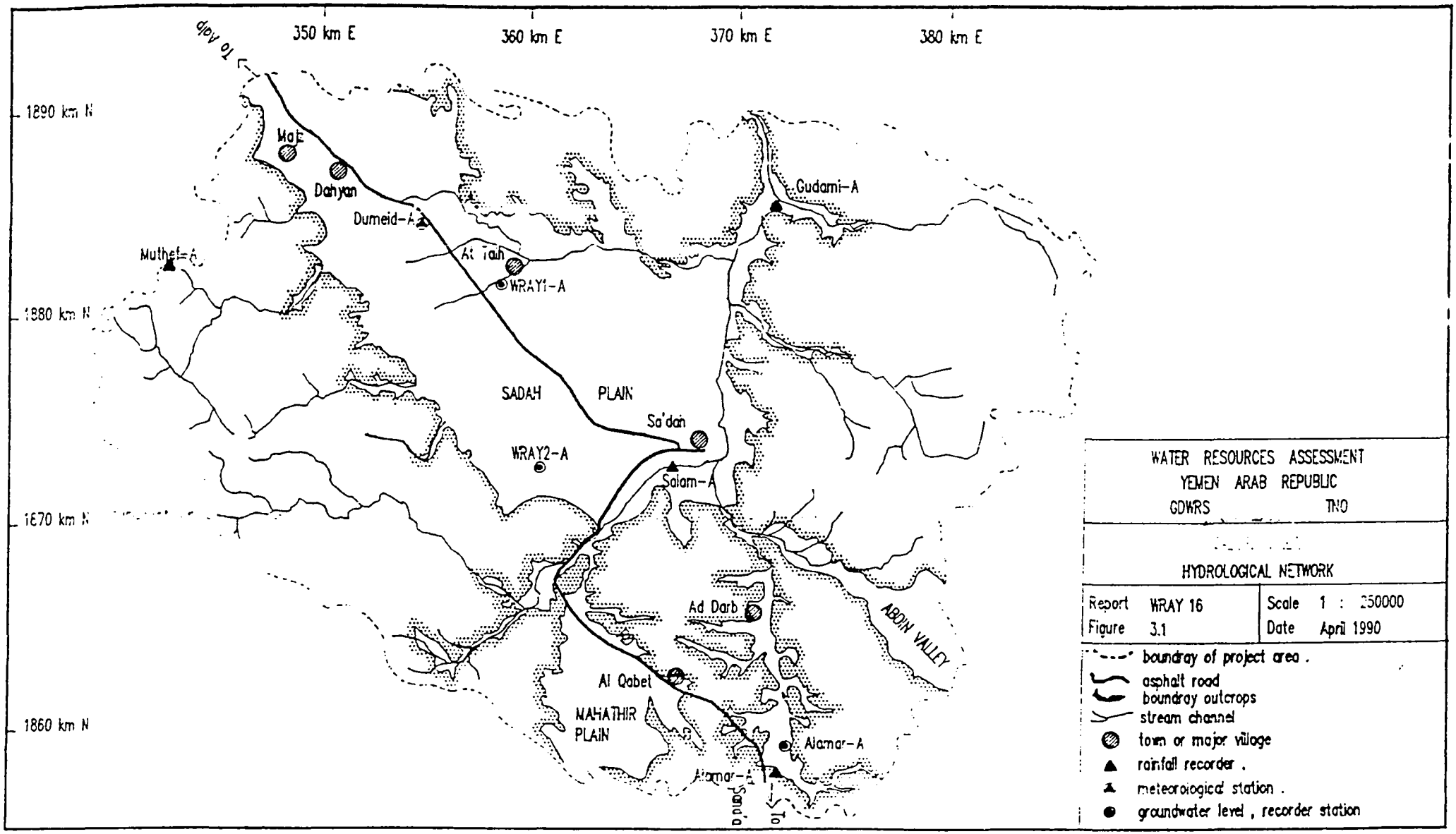
مهندس / نورى جمال

الادارة العامة لدراسة مصادر المياه

وزارة النفط والثروات المعدنية

رداع

يونيو ١٩٩٠م



شكل ٢-٢ خطط شبكة الرصد الهيدرولوجية

شبكة الارصاد :

تتالف شبكة الرصد الهيدرولوجيه لمنطقة سعده الحاليه من الاتى:-

- محطات قياس الامطار - ٤
- اجهزه لقياس منسوب المياه الجوفيه - ٣
- محطة ارصاد متكامله - ١

محطة ارصاد الدميد :-

تقوم هذه المحطه بقياس العناصر الاتيه :-

حـــــــرارة : - عظمى
- متوسط
- صغرى

رطوبه نسبيه : - عظمى
- متوسط
- صغرى

سرعة الرياح : - السرعه الكبرى فى اليوم (م /ثانيه)
- المتوسط اليومى (درجه)

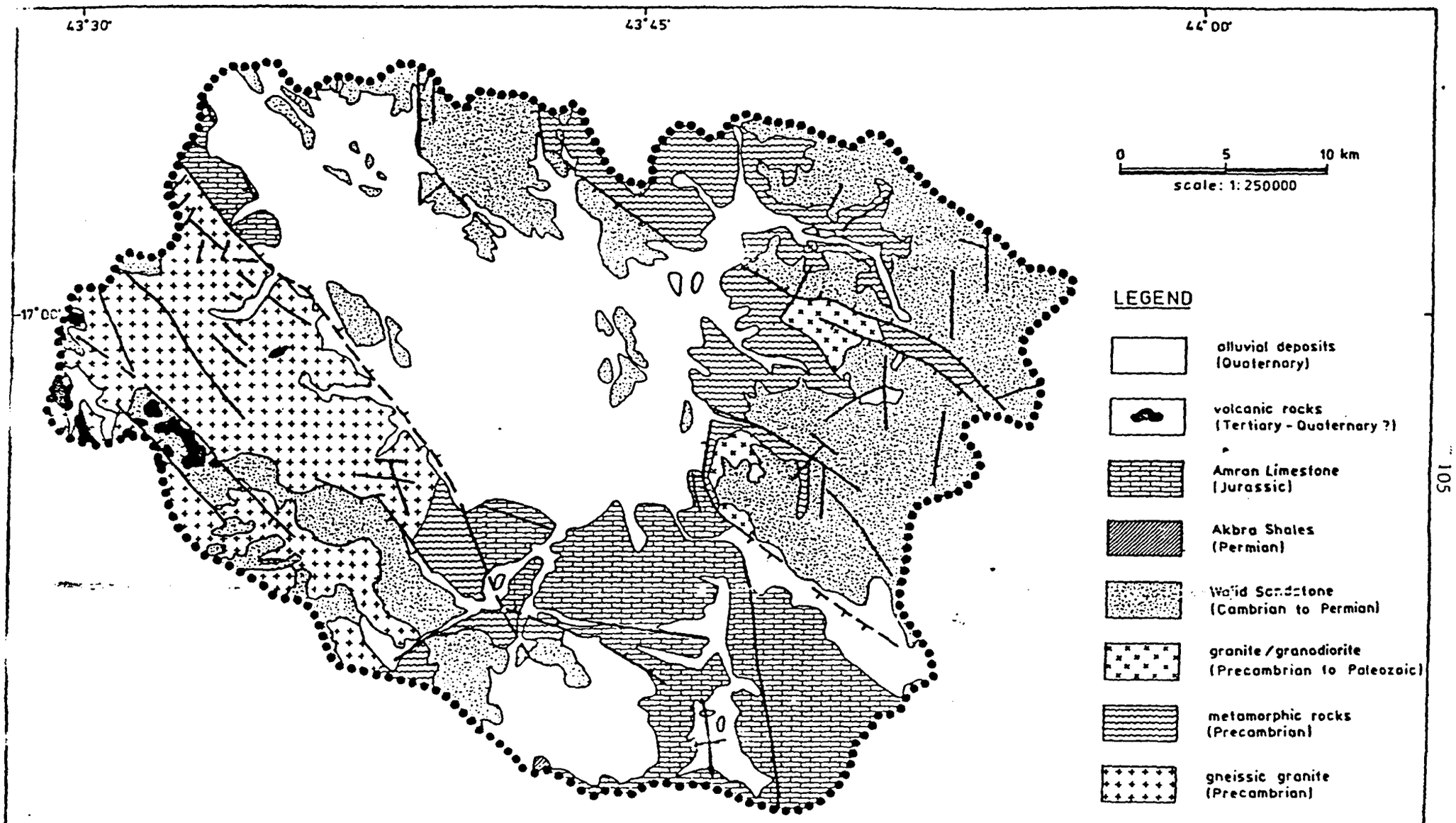
اتجاه الرياح : - متوسط الاتجاه اليومى
- متوسط الشهـــر

الاشعاع اليومى : - المتوسط اليومى للاشعاع (وات / م ٢)

الامطـــــــار : - كمية المطر وزمن الاطول لكل نصف ملم

تعمل المحطه بالشحن الشمسى بواسطة الخلايا الضوئيه .

	GEOCHRONOLOGY	LITHOSTRATIGRAPHY	LITHOLOGY	HYDROGEOLOGY
CAINOZOIC	Quaternary	Recent unconsolidated deposits	gravels, sands, silts, clays	medium to high permeability; shallow aquifer pockets in/ along wadi beds; mostly unsaturated on the Sadah Plain
	Tertiary	Yemen Volcanics (Trap Series)	basalts, andesites, rhyolites, tuffs	variable, but generally low permeability; hydrogeologically insignificant in the Sada area
MESOZOIC	(unconformity)			
	Jurassic	Amran Limestone	partly dolomitic or ferruginous limestone; alternating with shales and marls	poor aquifer, permeable zones limited to fracture zones
	Triassic	Kohlan Sandstone	fine-grained quartz sands	potential aquifer
PALEOZOIC	Permian	Akbra Shales	glacio-marine laminated shales, containing boulders of basement rocks	low permeability (aquitard/ aquiclude)
	Carboniferous	(Upper) Wajid Sandstone	crossbedded medium- to coarse-grained quartz sands with intercalations of clays and silts	poor to moderate aquifer
	(unconformity)			
	Ordovician Cambrian	(Lower) Wajid Sandstone	crossbedded medium- to coarse-grained quartz sands; quartzitic ironstones; thin basal conglomerates	
PRECAM.		Basement Complex	granites, gneisses, schists, quartzites	impermeable bedrock; locally some water may be present in cracks, fissures and weathered zones near the surface



SIMPLIFIED GEOLOGICAL MAP

شكل ٥ الخريطة الجيولوجية لمنطقة صعده

المتابعات الهيدرولوجيه المستمره لمنطقة صعده
للفتره ٨٢ ـ ١٩٩٠م

تعنى المتابعات الهيدرولوجيه قياس العناصر الطبيعيه المتغيره وعلى الظروف الطبيعيه لهذه المتغيرات سواء بالتغير الذاتى او التغير المحدث بتدخل العوامل البشريه اما عناصر الموازنه المائيه التى تمثل فى ابسط اشكالها المعادله التاليه :

الامطار = التدفق السطحى + التدفق الجوفى ـ التبخر والنتح ∓ معدل تغير المخزون

وعلى هذا الاساس فن المتابعه الهيدرولوجيه للمنطقه المذكوره للفتره ٨٢ ـ ٩٠م مستمره وتشمل القياسات والملاحظات لعناصر الموازنه المائيه سواء بالطريقه المباشره اوبالحساب الرياضى غير المباشر .

الموقع : تقع منطقة صعده فى الطرف الشمالى من الجمهوريه اليمنيه فيما بين خطوط الطول ٢٩ ٤٣ ، ٥٧ ٤٣ شرق ،وخطوط العرض ٤٧ ١٦ ، ١٠ ١٧ شمال ، وتمتد على ما يزيد عن ١١٤٧كم ٢ تقريبا وتتالف من اخدود سهلى مساحته ٣٠٠كم ٢ محاطا بالمرتفعات الجبليه التى يصل ارتفاعها الى اكثر من ١٠٠٠م عن مستوى السهل ويرتفع ١٨٠٠ ـ ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر .

لا توجد فى المنطقه جداول مياه دائمه ، وتعتبر الرواسب الغرينيه للوديان والحجر الرملى المغمور تحت الرواسب والرسوبيات الوديانيه هى الموارد الاساسيه للمياه الجوفيه .

ـ الناحيه الجيولوجيه : يقع حوض صعده بين فالقين اساسيين شبه موازى للبحر الاحمر حيث حدث هبوط للوسط وارتفاع للجانبين محدثة ظهور صخور ما قبل الكمبرى من الناحيه الشرقيه للمنطقه ووجود الصخر الرملى (الوجيد) الحامل للمياه فى اعلى قمة جبل المثيعف الناحيه الغربيه (الشكل ـ ٥) والجدول المرفق بهذا والموضح التسلسل ونوع الصخور واعمارها الجيولوجيه .

APPENDIX 2 Automatic Groundwater Monitoring Wadi flow and dam stations of GDWRS

Station	Coordinates UTMeast	UTMnorth	Mapsheet	Elevation [ab.MSL]	oper. since	Rec. Type
Sadah :						
WRAY1-A	358.680	1881.550	1743 D3	1920	Nov 86	DP
WRAY2-A	360.650	1872.700	1643 B1	1915	Dec 86	DP
ALAMAR	372.600	1859.100	1643 B2	1960	Dec 86	DP
Surdud :						
GARABA-A	309.150	1686.150	1543 C3	160	Mar 87	DP
WRAY3-A	312.420	1682.000	1543 C4	192	Feb 87	DP
WRAY4-A	293.650	1678.670	1543 C3	72	Dec 87	EL
WRAY5-A	273.550	1674.450	1542 D4	17	Dec 87	EL
Marib :						
ALAGIL-A	533.075	1701.150	1545 C2	1115	Apr 87	DP
ALARUQ-A	540.715	1711.200	1545 C2	1080	Apr 87	DP
MARIB-A	534.350	1709.810	1545 C2	1095	May 87	DP
RUKZAH-A	545.590	1719.875	1545 A4	1038	May 87	DP
WRAY6B-A	544.260	1711.310	1545 C2	1063	Nov 88	EL
WRAY7A-A	550.610	1726.520	1545 A4	1021	Oct 88	EL
WRAY7B-A	550.600	1726.450	1545 A4	1021	Oct 88	EL
WRAY8B-A	551.450	1716.400	1545 A4	1038	Oct 88	EL
WRAY9A-A	539.400	1708.450	1545 C2	1076	Feb 89*	EL
WADI FLOW STATIONS						
FAJ-HUSSAIN	340100	1679.600	1543 D3	-	-	CH
W.Adhanah 1	1688200	512900	1545 C1	1180	Apr 87	*
W.Adhanah 2	1687950	512200	1545 C1	1180	Dec 87	*
MARIB DAM STATION						
Outlet	1702100	526535	1545 C1	1220	Mar 87	*
Lake Level	1702100	526535	1545 C1	1220	Nov 87	*

* planned installation date
DP = Datapod Recorder
EL = Easy Logger Recorder
CH = Chart recorder pubble gauge station

The names of the stations below have recently been changed,
GARABA-A (Surdud) , old name : 53C3-15A
MARIB-A (Marib) , old name : 55C2-71
RUKZAH-A (Marib) , old name : 55A4-254

APPENDIX 1 Automatic Rainfall Stations of GDWRS

Station	Coordinates UTMeast	UTMnorth	Mapsheet	Elevation [ab.MSL]	oper. since
Sadah :					
Sadah	367.000	1872.650	1643 B2	1880	Oct 86
Al Amar	372.150	1857.700	1643 B2	1960	Oct 86
Al Gudami	371.750	1885.350	1743 D4	1810	Oct 86
Al Muthef	342.800	1882.350	1743 D3	2500	Oct 86
Al Dumeid(meteo)	354.621	1884.601	1743 D3	1950	Oct 86
Surdud :					
Al Khamlu	330.320	1679.490	1543 C4	464	Jul 87
Bani Azuhaif	329.440	1692.340	1543 C2	1284	Jul 87
Al Ghamr	344.620	1695.350	1543 D1	924	Jul 87
Ar Rujum	353.320	1709.590	1543 D1	1974	Mar 87
Al Qadam	351.970	1671.860	1543 D3	924	Mar 87
Khamis Bani Sa'd	340.240	1679.280	1543 D3	520	Mar 87
Al May'an	381.500	1709.120	1543 D2	2250	Mar 87
Bani Yusuf*	373.350	1685.400	1543 D4	1484	Apr 87
Suq Assalf*	385.800	1683.400	1543 D4	2920	Mar 87
Mafhaq	387.810	1670.260	1543 D4	1620	Mar 87
Ad Dahi (meteo)*	290.820	1682.330	1543 C3	70	Mar 87
Marib :					
Thawban	462.550	1632.000	1444 B1	2130	Nov 86
Attius	503.250	1631.250	1445 A1	1625	Nov 86
Rahabah	499.120	1647.310	1444 B2	1470	Nov 86
Nagil Sam	475.840	1647.590	1444 B2	1630	Nov 86
Sherwab	497.800	1683.090	1544 D4	1270	Nov 86
Asal	455.460	1669.620	1544 D3	2110	Nov 86
Sirwah	502.050	1707.875	1545 C1	1480	Jul 87
Al Juba	532.000	1666.750	1545 C4	1300	Jul 87
Al Ghujlah	547.175	1713.480	1545 C2	1050	Jul 87
Qarwah	447.785	1689.375	1544 D1	2350	Jul 87

All raingauges are placed on top of, mostly public, buildings except for the stations in Al Gudami, Al Muthef, Al Dumeid and Ad Dahi.

HYDROLOGICAL NETWORK GENERAL DEPARTMENT OF WATER RESOURCES STUDY Exist in 1990

1. COMPONENTS OF THE HYDRO - NETWORK SADAH

The hydrological network Sadah contains the following stations:

1 Meteorological station
4 Rainfall stations
3 Groundwater stations

2. COMPONENTS OF THE HYDRO - NETWORK WADI SURDUD

1 Meteorological station
10 Rainfall stations
1 Stream gauging station,
4 Groundwater stations
34 Observation wells of a monitoring network

3. COMPONENTS OF THE HYDRO - NETWORK IN THE WADI ADHANAH AND THE MARIB AREAS

- 10 automatic rainfall stations
- 2 automatic stream-gauging stations
- 2 automatic dam outlet station and automatic lake level station
- 133 observation wells of the groundwater monitoring network

د ـ دراسة تزويد مدينه البيضاء بمياه الشرب بطلب من المؤسسه العامه للكهرباء فرع البيضاء.

هـ ـ دراسة تزويد مدينة خمر وما جاورها بمياه الشرب بطلب من الامانه العامه للمجالس المحليه .

و ـ دراسة لتزويد مدينة حجه بمياه الشرب بطلب من المشروع الالمانى التابع لوزارة الزراعة ـ التنميه الريفيه .

٧ ـ تم تنفيذ برنامج لتطوير وسائل حفظ المعلومات بحيث اصبح لدينا مركز معلومات لمصادر المياه يدار بالكمبيوتر ويحتوي على اكثر المعلومات المائيه فى البلاد وتم انجاز فى الاداره برنامج (STO و MONTHSTO) حيث يسهل هذا البرنامج قراءة المعلومات الهيدرولوجيه والهيدروجيولوجيه فى شكل جداول ورسومات بيانيه مختلفه .

٨ ـ تم تنفيذ حوالى (٤٥٠) دراسه استكشافيه لمكامن تواجد المياه الجوفيه فى مناطق مختلفه من البلاد لمشاريع تنمويه وقرى ومناطق متضرره من شحة المياه فيها وذلك خلال الفتره ٨٥ ـ٨٩م .

٩ ـ تم تدريب وتاهيل معظم طاقم الاداره حيث تم تدريب (٣٦) فردا من موظفيها داخل البلاد وخارجها ـ منهم (١٧) خريج جامعه و (١٩) فنى . وقد كان للمشاركه العمليه للكوادر اليمنيه فى تنفيذ الثلاث الدراسات لتقييم مصادر المياه مردود كبير لكونها مثلت مجال خصب لكسب الخبره .

١٠ـ عقدت الاداره وبالتعاون مع الجانب الهولندي ندوتين عامتين الاولى فى عام ١٩٨٦م والثانيه عام ١٩٨٩م وذلك لعرض نتائج الدراسات المائيه التى قامت بها ، ودعيت للمشاركه فى هاتين الندوتين كافة الجهات المحليه ذات العلاقه وبعض الجهات فى الخارج .

١١ـ المتابعه المستمره فى تجميع المعلومات المائيه من محطات الرصد المختلفه والتابعه للاداره (الجدول ٢،١).

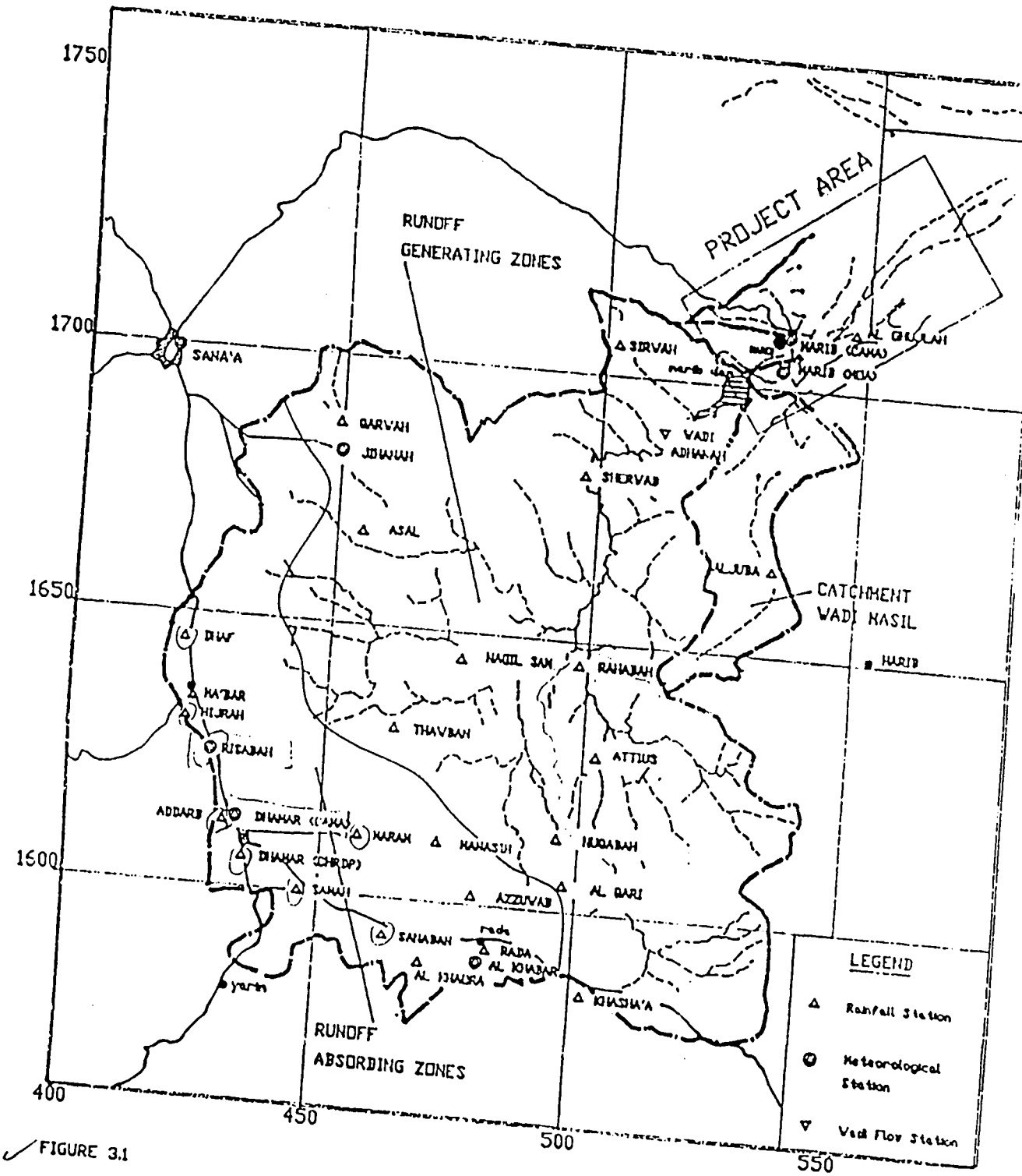


FIGURE 3.1

Location of Hydrological and Meteorological Stations in Wadi Adhanah Basin

شكل (٣-١) : منطقة وادي اذنة (محطات الأرصاد والمطارات)

- ضخ تجريبي (١٧) تجربه .

وعند دراسة المنطقه تم التركيز على جانبين رئيسيين هما:

- خواص المياه الجوفيه في المنطقه الساحليه (تهامه)
- خواص المياه السطحيه الناتجه من الامطار الهاطله على المناطق الجبليه ونتائج الدراسه موضحه في تقرير اساسي مترجم الى العربيه و (٨) تقارير فنيه .

المرحله الثانيه (WRAY-2) وقد تركزت على اساس تقويه لبنك المعلومات المائي (٨٥ - ١٩٨٦م) .

٤ - المرحله الثالثه (٨٦ -١٩٨٩م) وقد تركزت الدراسه لحوض وادي أذنه (حوض مارب) (WRAY-3) وقد تم انجاز الاتي :

- حصر الابار الموجوده في منطقة الدراسه (١٥١٣) بئرا.
- مسح جيوفيزيائي بواسطة المقاومه الكهربيه (٢١٠) نقطه .
- مسح جيوفيزيائي بواسطة الطريقه الكهرومغناطيسه (١١) خط .
- تركيب شبكة رصد هيدرولوجيه متكامله (١٥٧) محطه (الشكل -٤)
- حفر ابار استكشافيه (٨) ابار.
- تصوير جيوفيزيائي (٦٥) بئرا.
- ضخ تجريبي (٢٦) تجربه .

٥ - تم تنفيذ دراسة لمعرفة كمية الترسبات في بحيرة سد مارب والتي بلغت ٤,٥ مليون متر مكعب تجمعت خلال الفتره من مارس ١٩٨٦م الى مارس ١٩٨٩م .

٦ - قامت الاداره بكوادرها اليمنيه وبالاجهزه التابعه لها بتنفيذ عدة دراسات استكشافيه اهمها :

ا- دراسة تزويد مصنع اسمنت البرح بمياه كافيه بطلب من مؤسسة الاسمنت.

ب- دراسة تزويد مدينة مارب بمياه الشرب بطلب من مؤسسة المياه والمجاري .

جـ دراسة تزويد مدينة تعز بمياه اضافيه من وادي الحيمه بطلب من مؤسسة المياه والمجاري .

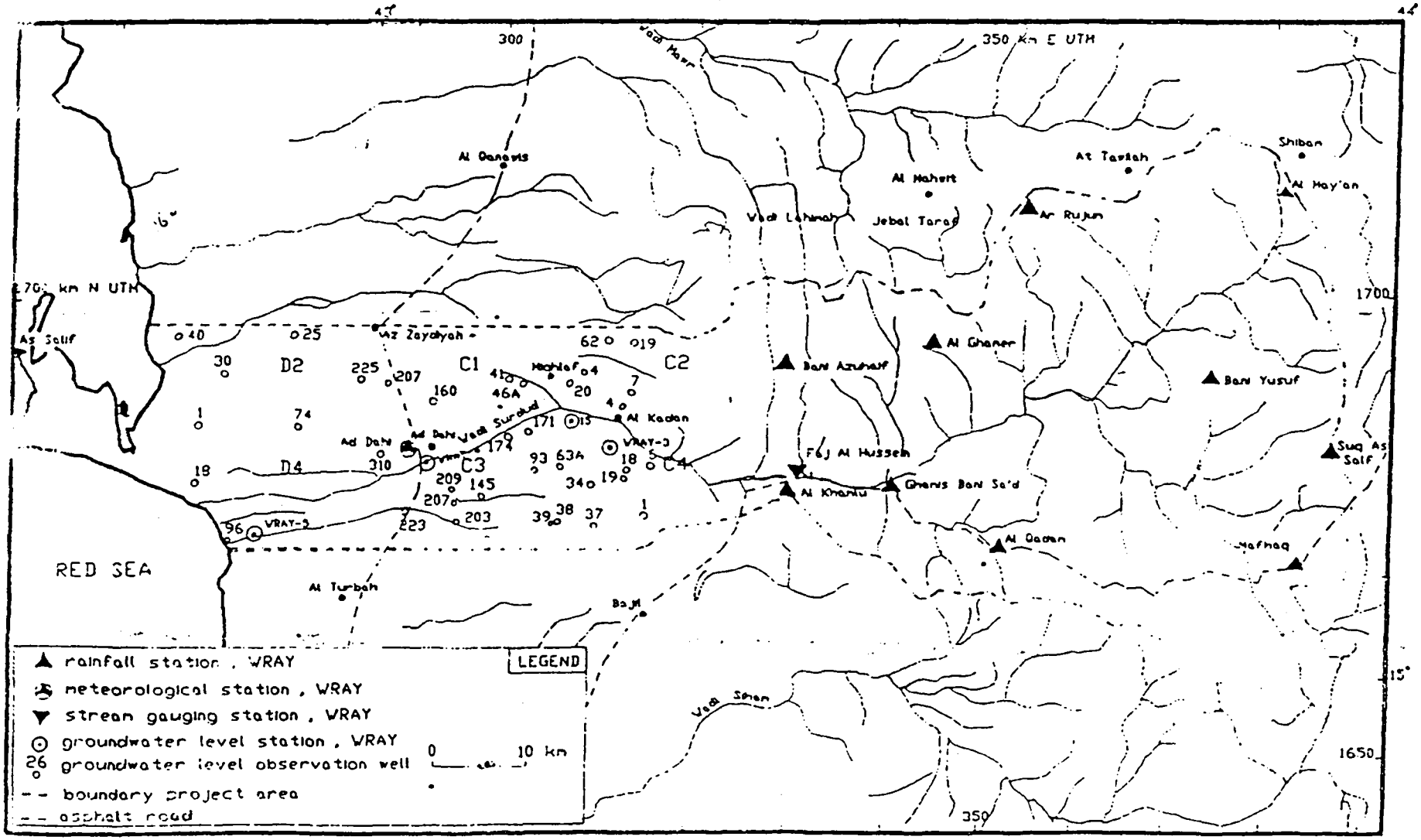
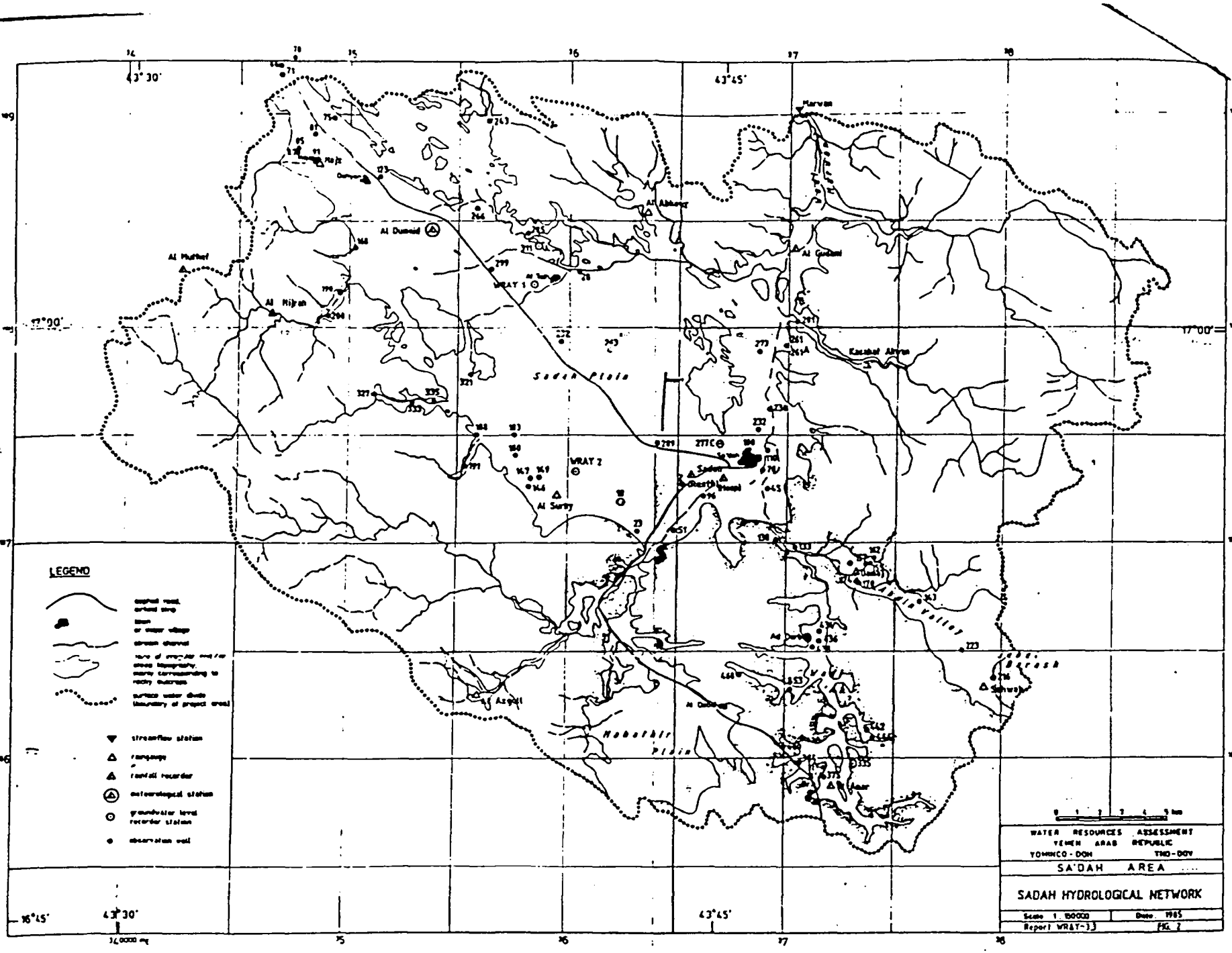


FIGURE 3.1

WRAY HYDROLOGICAL NETWORK WADI SURDUD AREA شكل - ٣ شبكة وادي سردود وطلعات الرصد


LEGEND
streamflow station
raingage
rainfall recorder
meteorological station
groundwater level recorder station
observation well
WRAY 1
WRAY 2
Al Dumeil
Al Mukhtar
Al Hijran
Al Asqali
Sadah
Harwan
Kaukabal Alhrwn
Sadah Plain
Habashah Plain
WATER RESOURCES ASSESSMENT
YEMEN ARAB REPUBLIC
YOMINCO - DOH
TNO - DGV
SA'DAH AREA
SADAH HYDROLOGICAL NETWORK
Scale 1 : 150000
Date 1985
Report WRAY-33
FIG. 2

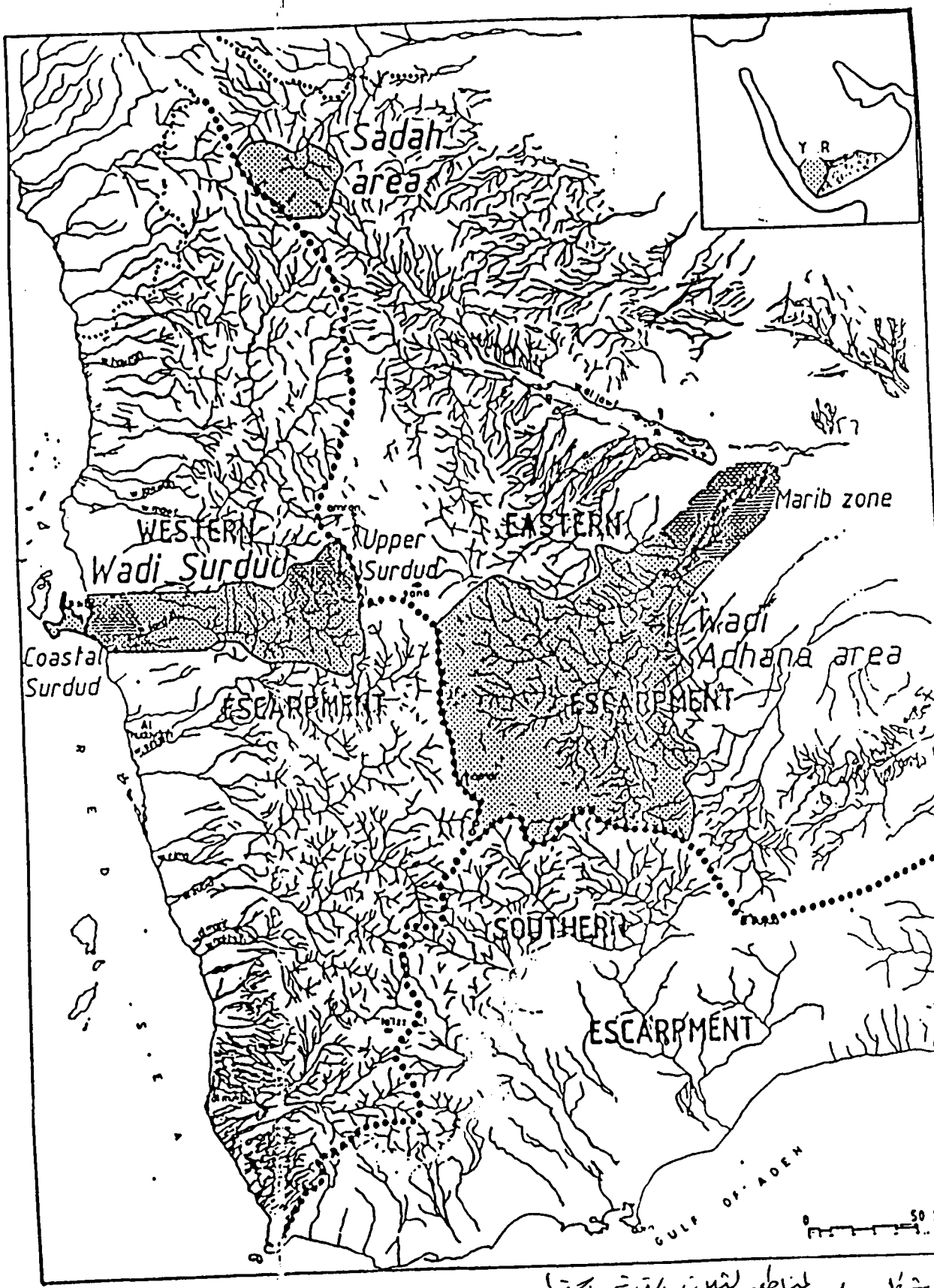


Fig. 1 Location of the different project areas

(وجعلنا من الماء كل شيء حي)

في ابريل ١٩٨٢م وقعت الحكومه اليمنيه مع حكومة هولندا على وثيقة مشروع تقييم مصادر المياه المرحله الاولى وسمى (مشروع تقييم مصادر المياه - المرحله الاولى (WRAY-1) ولفترة ثلاث سنوات (٨٢ - ١٩٨٥م) يقوم المشروع بدراسة لحوض صعده ووادي سردود وقد تم انجاز الاتى :

١ - تم تنفيذ دراسة وتقييم مصادر المياه لحوض صعده وذلك من خلال عمل الاتى :
- حصر الابار الموجوده في منطقة الدراسه (١٧٦٤) بئرا .
- مسح جيوفيزيائي بواسطة المقاومه الكهربيه (٢٤١) نقطه .
- تركيب شبكة رصد هيدرولوجيه متكامله (٨٣) محطه (الشكل -٢)
- حفر ابار استكشافيه (بئرين عميقتين).
- ضخ تجريبي (٣٢) تجربه .
- تصوير جيوفيزيائي للابار (٦٣) بئرا.
- ونتائج الدراسه موضحه في تقرير اساسي مترجم الى العربيه و (٧) تقارير فنيه .

٢ - تم انجاز التقرير العام لهيدرولوجية وهيدروجيولوجية الجمهوريه العربيه اليمنيه في عام ١٩٨٤م وترجمته الى العربيه .

٣ - تم تنفيذ دراسة وتقييم مصادر المياه لحوض وادي سردود في الاعوام ٨٤ - ١٩٨٥م وذلك من خلال عمل الاتى :
- حصر الابار الموجوده في منطقة الدراسه (٩١٧) بئرا.
- مسح جيوفيزيائي بواسطة المقاومه الكهربيه (٢١٦) نقطه .
- مسح جيوفيزيائي بواسطة الجاذبيه (٤٢٠) محطه .
- مسح جيوفيزيائي بواسطة الانكسار الزلزالي (٤٢٠٥) كيلومتر طولي .
- تركيب شبكة رصد هيدرولوجيه متكامله (٥٨) محطه (الشكل -٣).
- حفر ابار استكشافيه (ثلاث ابار).

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهوريـــــه اليمنيـــــــــــــه
وزارة النفط والثروات المعدنيـــه
الاداره العامه لدراسة مصادر المياه

تقرير عن انجازات الاداره العامه لدراسة مصادر المياه بوزارة النفط والثروات المعدنيه بالتعاون مع معهد علوم الارض التطبيقى (TNO) فى مجال دراسات وتقييم مصادر المياه فى اليمن .

مقدم الى ندوة (من اجل المحافظه على المياه الجوفيه وترشـــيـــد استخداماتها) المعده من قبل مشروع التنميه الريفيه برداع

اعداد : محمد محمد دانخ

يونيو ١٩٩٠م

REFERENCES

Pacey, A. and Cullis, A., 1986. Rainwater harvesting. Intermediate Technology Publications, London. ISSN 0 946688 22 2.

RIRDP, 1988. Estimation of the economical impact of various watersaving systems in the Al · Bayda province. Rada' Integrated Rural Development Project Technical Note No. 4.08.046.

RIRDP, 1989. Monitoring of rainfall and groundwater levels in Al Bayda Province, 1976 - 1987. Rada' Integrated Rural Development Project Technical Note No. 28.

Turner, A.E., 1990. Final Report of the Mechanisation Extension Adviser. Central Highlands Rural Development Project, Publication No. 164.

Twine, J., 1986. Orchard Irrigation using Bubbler System, Yemen Arab Republic. National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe, Bedford, UK. Report No. OD/86/18.

د : هناك مشكله رابعه هي استخدام المياه في زراعه القات وهذا المحصول يعتبر غير معروف حيث لم يتم اجراء اي بحوث علي هذا النبات لمعرفة احتياجاته المائيه .

اذا اردنا ان ننجح في عملنا الارشادي لاقناع المزارعين باستخدام وسائل ري حديثه فيجب ان نركز علي المزايا العمليه والاقتصاديه كمدخل لاستخدام هذه الطرق .

أ : توفير الماء يعني توفير تكاليف الضخ الزائد .

ب : توفير قدر كبير من العماله .

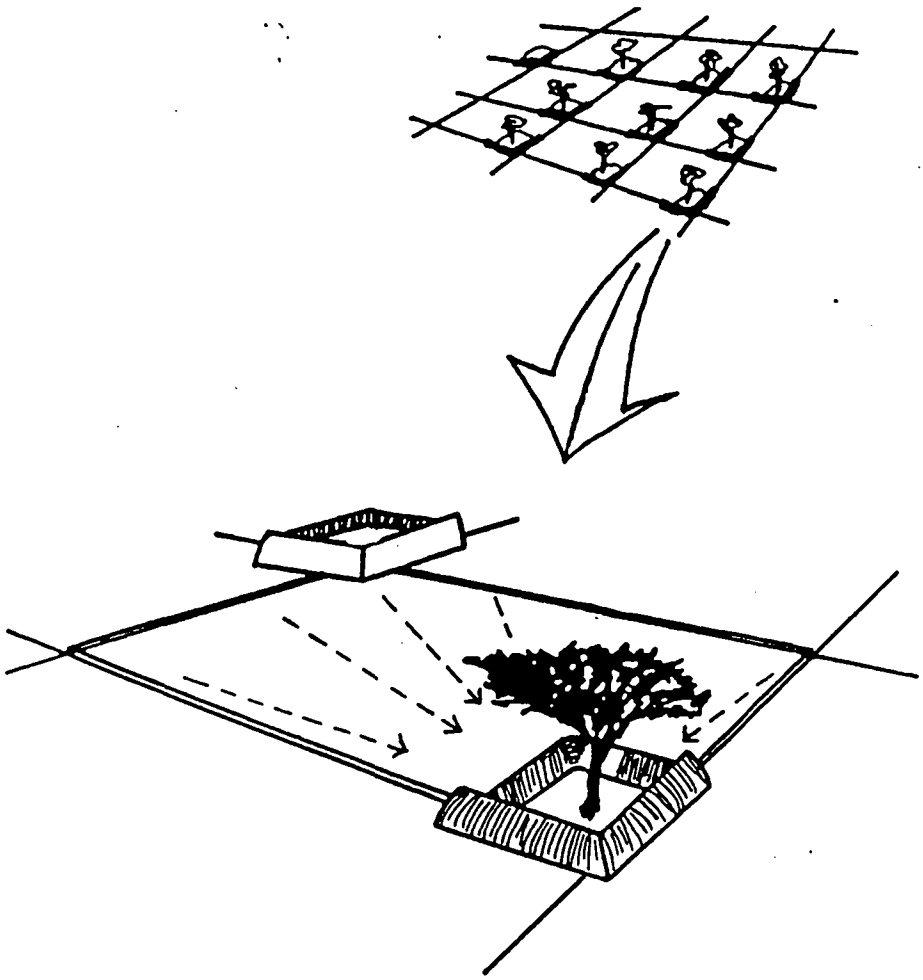
ج : اتضح ان الري بالرشح والري الضغطي قد اعطيا انتاج محصولي اعلى من الطرق التقليدية وهذا يعني زيادة الارباح للمزارع .

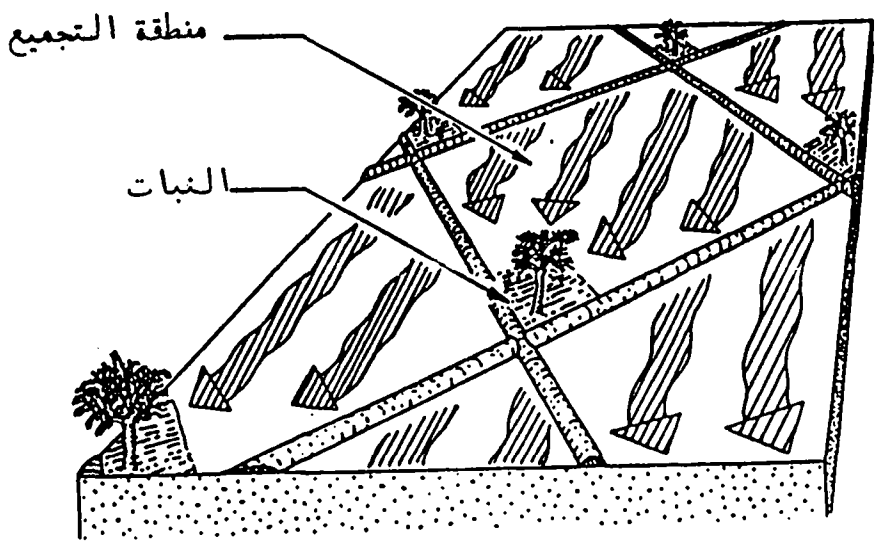
كما يجب ان تجري بعض المسوحات الضروريه لمعرفة اي من المزايا السابقه اكثر اغراء ولاي محصول وهل هناك امور اخري يعتبرها المزارع مهمه .

هذه المعلومات سوف تجعلنا نوجه جهودنا الارشاديه بدقه لكي نختار المدخل الاكثر فعاليه لمواجهه المشكله .

وفي الخطوه الاخيره عندما يتولد الاهتمام بالري الحديث وتقنيات توفير المياه فانه يمكننا ان نقدم للمجتمع الفوائد الاكبر من الحفاظ علي الماء .

(شـكل رقم ٤) : تخطيط البستان العطري .





البساتين المطريه :

بجانب الاهتمام بنظم الري الحديثه وتقنياته حفظ الماء ، اتجه المشروع الي استخدام مياه الامطار كمصدر اخر لري اشجار الفاكهه المقاومه للجفاف.

وقد طورت هذه التقنيه في مناطق مختلفه من العالم . وهي تعتمد علي زراعة اشجار الفاكهه علي مسافات متباعده تتوقف علي كمية الامطار بحسب (١:١٠ ، ١:٢٠)من الكثافه النباتيه العاديه للحاصيل وتترك المساحه المحيطه بكل شجرة كمنطقه لتجميع مياه الامطار وتوجيهها الي حوض الشجره الذي يكون منخفض عن منطقة التجميع . (انظر شكل ٤) .

وتستخدم للزراعه ارض ذات انحدار خفيف وسطح تربه متماسك وذلك بمعاملته بطرق مختلفه لرفع معامل النفاذيه السطحي للتربه .

ومن الفوائد الاخري للبساتين المطريه حمايه التربه من الانجراف وايجاد مناخ محلي لطيف .

الارشاد في مجال الري :

هناك العديد من المشاكل التي تواجه القائمين بالارشاد في مجال صيانة المياه والحفاظ عليها نتمثل فيما يلي :-

أ : اذا استجاب احد المزارعين بتقليل كمية مياه الري التي يستخدمها فان جاره سوف يستفيد بلا شك ولكن بدون اي عناء . وهذا من منظور شخصي (كما سيراها كل مزارع علي حده) ، يعطي دافع لعدم كميات زائده من الماء وليس اقل "لكي ياخذها قبل ان ياخذها شخص اخر" . ولذا لكي نحصل علي استجابه يجب ان نتعامل علي المستوي الجماعي حتي نستطيع لفت انتباه المنطقه بالكامل للحفاظ علي المياه الجوفيه .

ب : هناك تفكير بان الماء هبه من الله فاذا جف فهذه ارادته وبهذا نتناسي حديث رسول الله صلي الله عليه وسلم :

عن عبد الله بن عمر ان رسول الله (صلعم) مر بسعد وهو يتوضأ فقال : ماهذا السرف ياسعد ، فقال : وهل في الماء من سرف يارسول الله ، قال : نعم وان كنت علي نهر جار .

ج :توفير المياه في احد الحقول يدفع المزارع الي التوسع في المساحه المرويه بالطريقه التقليديه مما يزيد فقد الماء .

جدول (٣) : فواقد الاحتكاك في المواسير القاعمه ذات الاقطار والاطوال المختلفه .

القطر الداخلي للماسوره القاعمه	التدفق لتر/دقيقه	فاقد الاحتكاك (م) في المواسير القاعمه ذات طول (ل)		
		ل = ٢م	ل = ٥و٢م	ل = ٤ م
٦ مم	٥و١	٧٨٢و٠	٩١٢و٠	٤٤٠و١
٧ مم	٧٥و١	٤٩١و٠	٥٧٢و٠	٦٥٤و٠
٨ مم	٠٠و٢	٣٢٦و٠	٣٨١	٤٣٥و٠
٩ مم	٢٥و٢	٢٢٨و٠	٢٦٦و٠	٣٠٤و٠
١٠ مم	٥٠و٢	١٦٦و٠	١٩٤و٠	٢٢١و٠
١١ مم	٧٥و٢	١٢٤و٠	١٤٤و٠	١٦٥و٠
١٢ مم	٠٠و٣	٠٩٥و٠	١١١و٠	١٢٧و٠

والري الضغاعي من نظم الري الجيده للمحاصيل المتباعده والمستديمه كاشجار الفاكهه (توبين ١٩٨٦) وقد جرب هذا النظام واستخدم بنجاح بواسطة المزارعين في منطقة ذمار بمشروع المرتفعات الوسطى للتنميه الريفيه وهو ميسر للمزارعين حيث ان جميع المواد المستخدمه في تنفيذه متوافره ويمكن شراءها من السوق المحليه .

تكاليف المواد المستخدمه حوالي ٥٠٠٠٠ ريال للهكتار كما في الري بالرش، بينما انشاء الشبكه مكلف الا ان عمرها طويل وفي معظم الاحيان لا تحتاج الى صيانه الا فيما ندر .

كل شجره تستقبل حوالي ١,٥ - ٦ لتر من الماء في الدقيقه (حسب التصميم) وعلي العموم فان التجارب في اليمن قد بينت ان معدل تدفق اقل من ٢ لتر / دقيقه اعطي افضل النتائج . ويمكن التحكم في معدل التدفق المطلوب عن طريق الموازنه بين فرق منسوب خزان التوزيع عن رؤوس المواسير القائمه وفواقد الاحتكاك في المواسير .

ويمكن التحكم في مستوي الماء في خزان التوزيع عن طريق محبس عوامه وهو عادتا مقاس ٢ بوصه الذي يستطيع امرار ٢,٥ لتر/ثانيه عند ٠,٢ بار وهذه الكميه تكفي لري حوالي ٧٠ شجره في نفس الوقت (تورنر ١٩٩٠) .

والمواسير المستخدمه عموما في اليمن هي مواسير بولي فينايل كلوريد مطليه قطر ٦٢مم ضغط منخفض وتدفن علي عمق حوالي ٦٠ سم تحت التربه وكل ماسوره فرعيه تروي خطين من الاشجار . وعموما يمكن استخدام مواسير بولي اثلين فوق سطح التربه حيث ستكون متوافره في الاسواق المحليه قريبا (صناعه محليه) وستقل تكاليف الانشاء لعدم الحاجه لدفن المواسير .

يجب ان يكون القطر الداخلي للمواسير القائمه بين ٦ - ١٢ مم وهذا يتوقف علي معدل نفاذيه التربه للماء . وعموما فالمواسير ذات الاقطار الصغيره سوف تعطي معدل تدفق منخفض وبالتالي تتلافي تجمع الماء علي سطح التربه بطيئة النفاذيه . ويمكن استخدام مواسير ذات اقطار كبيره في الاراضي الرمليه الا ان من عيوبها صعوبة التحكم في معدل التدفق بدقه نتيجه انخفاض فاقد الاحتكاك في المواسير ذات الاقطار الكبيره ولذا يكون منسوب الانبوبه خرج حيث ان اي انخفاض يؤدي الي زيادة التدفق مع حرمان بقية الاشجار من المياه (انظر جدول ٢) في الاراضي الطينيه الطميثيه في منطقة ذمار وجد ان المواسير ٨ سم تعطي افضل تصريف بالاضافه الي ان هذه المواسير تصنع محليا وبسعر معقول .

جدول ٢ : ميزانيه جزئيه لانتاج الطماطم باستخدام الري بالرشح وكذلك الري بالرشح مع التغطيه بالبلاستيك .

	الوحـــــدات	رشـــــح	رشح + تغطيه بالبلاستيك
العائد الاضافي			
المحصول	طن /هكتار	٢٠	٦٩
سعر السوق	ريال /طن	٥٠٠٠	٥٠٠٠
العائد الكلي	ريال	١٠٠٠٠٠	٣٤٥٠٠٠
تكاليف الانتاج الاضافيه			
معدات الري	ريال	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠
العمر	سنه	٥	٥
الاستهلاك السنوي			
+ ١٠ ٪ فوائد	ريال	١٢١٩٠	١٣١٩٠
الصيانه	ريال	٥٠٠٠	٥٠٠٠
عمال للتركيب	ريال	٢٧٠٠	٢٧٠٠
عمال للرفع والتنظيف	ريال	٥٠٠	٥٠٠
الغطاء البلاستيك	ريال	—	٩٠٠٠
العمر	سنه	—	١
الاستهلاك السنوي	ريال	—	٩٠٠٠
عمال لتركيب البلاستيك	ريال	—	٤٨٠٠
عمال لازالة البلاستيك	ريال	—	١٠٠
عمال للحصاد	ريال	٦٠٠٠	٢٠٧٠٠
مجموع التكاليف الاضافيه	ريال	٢٧٣٩٠	٥٥٩٩٠
فرق التكلفه			
عمال الري	ريال	١١٢٠٠-	١١٢٠٠-
عمال للتعشيب	ريال		١٠٠٠-
ماء الري	م٣	١١٢٢٠-	١٠٧٠٠-
تكلفة الماء	ريال /م٣	٧	٧
فرق قيمة الماء	ريال	٧٩٢٤٠-	٧٤٩٠٠-
المجموع (فرق التكلفه)	ريال	٩٠٤٤٠-	٨٧١٠٠-
العائد الصافي	ريال	١٦٢٠٥٠	٢٧٦١١٠

عمله ميزانيه جزئيه لانتاج الطماطم عن طريق الري بالرشح وكذلك التنقطيه بالبلاستيك مقارنه بالري التقليدي بطريقه الخطوط . الموضحه في جدول (٢) .

وفي هذا التحليل افترضنا سعر معتدل للطماطم بمعدل ٥ ريال للكيلو جرام ولكن في الواقع هذا السعر يتغير بدرجه كبيره وفقا للسوق (١ - ٢٥ ريال) . وقد حسبنا تكلفة ماء الري بمعدل ٧ ريال / م٣ (يونيو ١٩٨٦) .

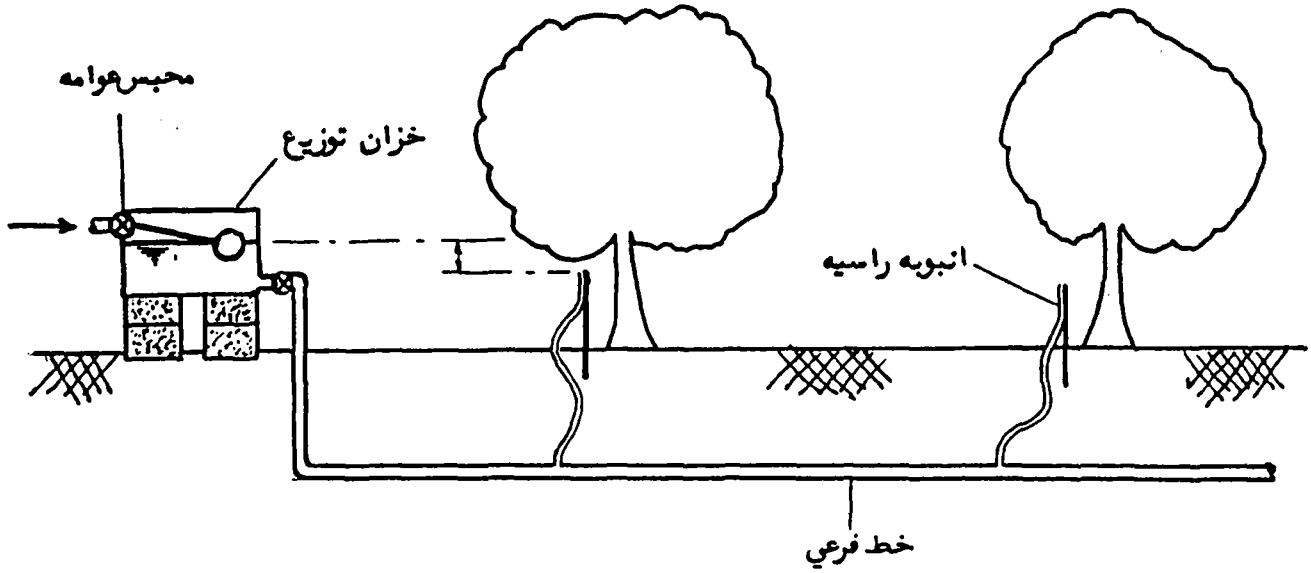
وهذه التكلفه تختلف من مكان لاخر وفقا لعمق المياه الجوفيه ونوعية المضخه ولكن حتي بدون النظر الي هذا الوفر في كمية الماء فان العائد لايزال مغري .

ويتكون هذا النظام من مواد مستورده جزئيا (انابيب الرشح) والباقي متوافر في السوق المحلي والذي يكلف حوالي ٥٠٠٠٠ ريال للهكتار وهذه الانابيب غير متوافره حاليا في السوق المحليه ولكننا في طريقنا للتعاقد مع شركه لصناعتها محليا ، وقد تكون تكلفتها مرتفعه مبدئيا الا انه من المتوقع ان تنخفض تدريجيا مع زيادة كمية الانتاج .

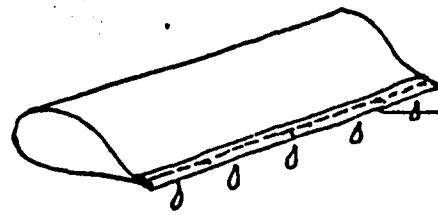
٢: الري الضفاعي:

نظام بسيط وفعال طور لري بساتين الفاكهه حيث يوجد بجانب كل شجره انبوبه قائمه (تحت فرعيه) تنصب الماء في حوض حول الشجره بمنساب بفعل الجاذبيه ، الارضيه . هذه الماسوره القائمه موصله بانبوبه فرعيه ممتده علي طول صف من الاشجار ، تنقل الماء من خزان توزيع صغير كما موضح في شكل رقم (٢) .

(شكل رقم ٢)تفاصيل الري الضفاعي:



شكـــــل رقم ٢ : انبوبة الرشح .



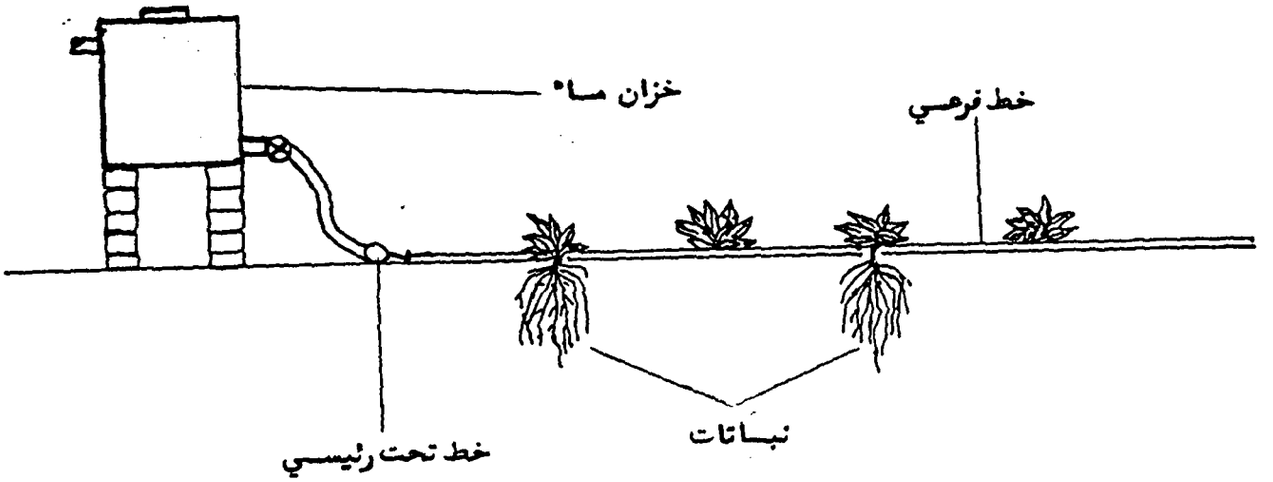
ومن المشاهدات في حقول المزارعين اعطي هذا النظام محصول جيد (انظر جدول ١)

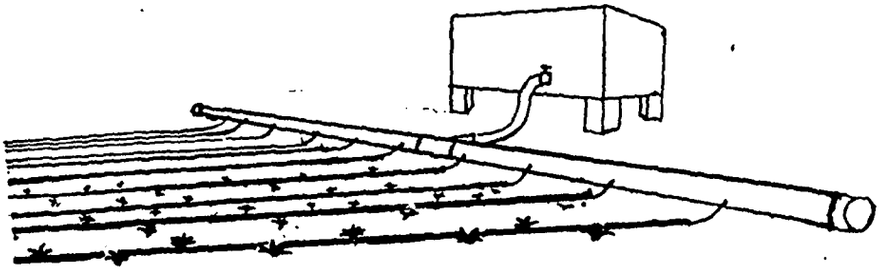
جدول (١) : كمية مياه الري والانتاج لمحصول الطماطم باستخدام الري بالرشح والتنقطيه بالبلاستيك مقارنه بطريقة الري التقليديه .

	المحصـــــول طن / هكتار	مياه الري مم	الفتـــره بين الريات باليوم	المحصول النوعي طن / هكتار/مم
١٩٨٧				
الرشـــــح	٧٤	٢٩٠	٤	٠و٢٦
الخطـــوط	٥٤	١٤٥٤	٨	٠و٠٤
١٩٨٩				
رشح +تنقطيه بالبلاستيك الابيض	١٢٤	٢٥٢	٤	٠و٣٥
رشح +تنقطيه بالبلاستيك الاسود	١١٩	٢٥٢	٤	٠و٣٤
خطـــــوط	٥١	١٢٩٠	٨	٠و٠٤

شـكل رقم ١

تفـاصيـــل الري بالرشـح :





* تظنيات الري في المنطقه :

لدي معظم المزارعين ابار تعطي ضغط منخفض لايناسب تشغيل وسائل الري الحديثه . ورفع ضغط الماء في هذه الحاله امر مكلف ، الا اذا كان لدي المزارع مصدر للطاقه الكهرباثيه ، حيث ان المضخات الميكانيكيه الصغيره غالية الثمن ولايمكن الاعتماد عليها بالاضافه الي احتياجها الي درجه عاليه من الصيانه ، ولذا فاننا ركزنا نشاطنا علي وسائل تحتاج ضغط تشغيل منخفض ومتوفره في السوق المحليه وباسعار مناسبه .

ا : الري بالرشـــــــح :-

يستخدم لري الخضار ، ويتكون من خزان ماء مرتبط به عدد من انابيب الرشح تمتد بين خطوط النباتات وهي تتسرب الماء مباشره الي منطقة الجذور (انظر شكل ا) .

وانبوبة الرشح عباره عن شريط طويل من البلاستيك مطوي ومخيط من احد جانبيه .

ويحتاج هذا النظام الي ضغط منخفض اقل من ٢,٠ بار ولذا فانه يمكن امداد المحصول بالماء من خزان بجانب الحقل ويكون معدل تصريف الانبوبه قطر ١٩ مم حوالي ٢٠ لتر/متر/ساعه . ويمكن استخدام فرعيات بطول ٢٠ متر الا أن زياده الطول عن ذلك قد يسبب عدم تجانس التصريف في الحقل .

في نهاية الموسم يمكن غسل الفرعيات عن طريق غمسها في محلول مخفف من حامض النيتريك او الخل لمده ٤٨ ساعه لازالة املاح الكالسيوم ثم تغسل بماء نظيف .

وقد اجريت تجارب مشاهده في قرية حريه (رداع) واستخدمت انابيب الرشح للموسم الخامس في زراعة محصول الطماطم .

مقدمـــــــه :

بالرغم من الجهود المبذوله في تشجيع الانتاج الزراعي الا اننا لازلنا نواجه بتحدي انتاج قدر كافي من الغذاء للاعداد المتزايده من السكان في الجمهوريه اليمنيه وتوفير قدر معقول من الامن الغذائي .

والتحدي القائم الذي يواجه التنميه الزراعيه حقيقه هو اهدار واحد من اهم المصادر الطبيعيه الذي يهدد بهدم صانع انجازه في المجال الزراعي حتي الان .

ومن الدراسات التي اجراها المشروع للمياه في لواء البيضاء تبين ان هناك سحب يفوق الحد المامون، ومستوي الماء الجوفي بانخفاض مستمر وقد جفت بعض الابار بالفعل من جراء ذلك ومعظم هذه المياه تستخدم في ري القات والبرسيم الحجازي واشجار الفاكهه والخضروات بطريقه غير مقننه .

ومشكلة منطقة رداع تتمثل في كمية المياه الغير كافيه للري بينما نوعيتها تعتبر الي حد ما مقبوله في الوقت الحاضر والتي يمكن معها ادخال وسائل ري حديثه تناسب المزارع ويمكن تقليل كمية المياه المستخدمه ، بينما استمرار الحال علي ما هو عليه الان قد يؤدي الي تدهور نوعية المياه ايضا وبذلك لن نستطيع تقليل كمية مياه الري بل قد نضطر بزيادتها لتلافي تراكم الاملاح في التربه وهذا سيؤدي الي اهدار للمياه ايضا" .

ولكن المياه الجوفيه ليست المصدر الوحيد المتوافر للري فهناك كميات محدوده من مياه الامطار والتي يمكن للمزارعين الاعتماد عليها في المستقبل بادخال تقنيات يمكن بواسطتها استغلال الكميات البسيطه من مياه الامطار بكفاءه اعلي في الزراعه كمصدر اخر للري .

بسم الله الرحمن الرحيم

Ministry of Agriculture & Fisheries

RADA INTEGRATED RURAL
DEVELOPMENT PROJECT

P.O. Box 816, Sana'a
Yemen Arab Republic

وزارة الزراعة والثروة السمكية
مشروع التنمية الريفية
المتكاملة برداع
ص . ب ٨١٦ صنعاء
الجمهورية العربية اليمنية

ندوة سبل المحافظة على المياة وترشيد أستخداماتها
رداع: ١٨ ـ ٢٠/٦/١٩٩٠م

Seminar: From depletion to a prudent use of groundwater
Rada, 18 - 20 June 1990

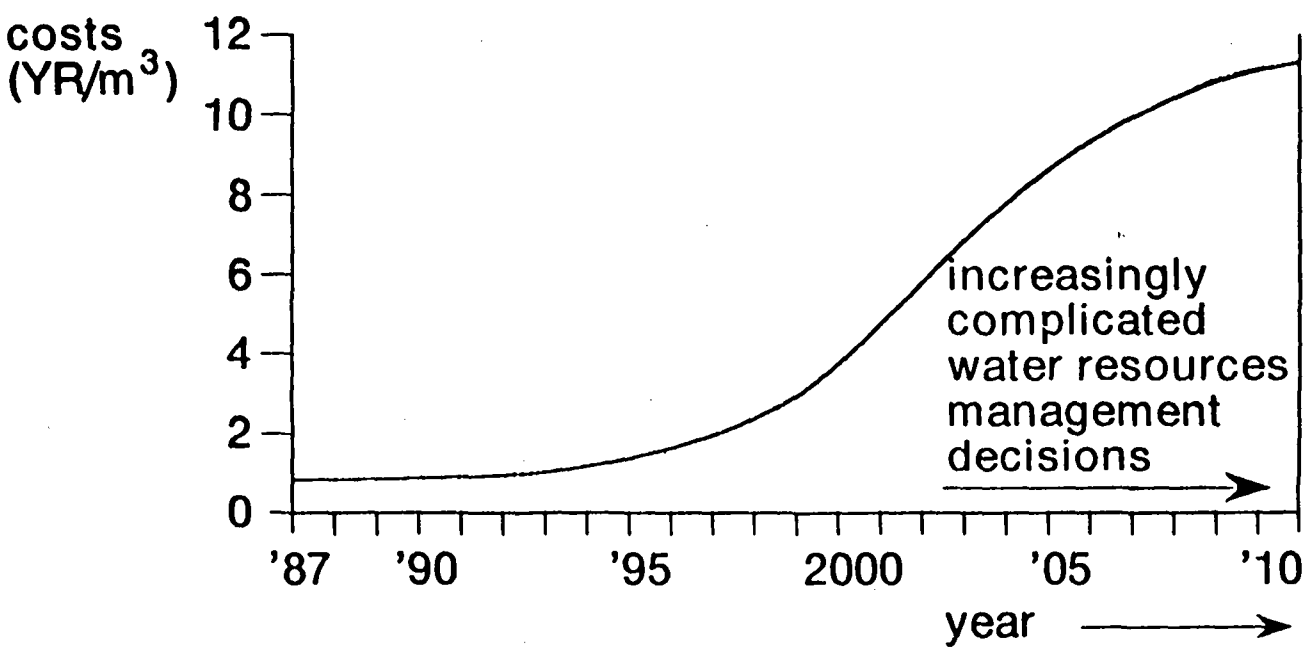
وسائل المحافظة على المياة

اعداد/

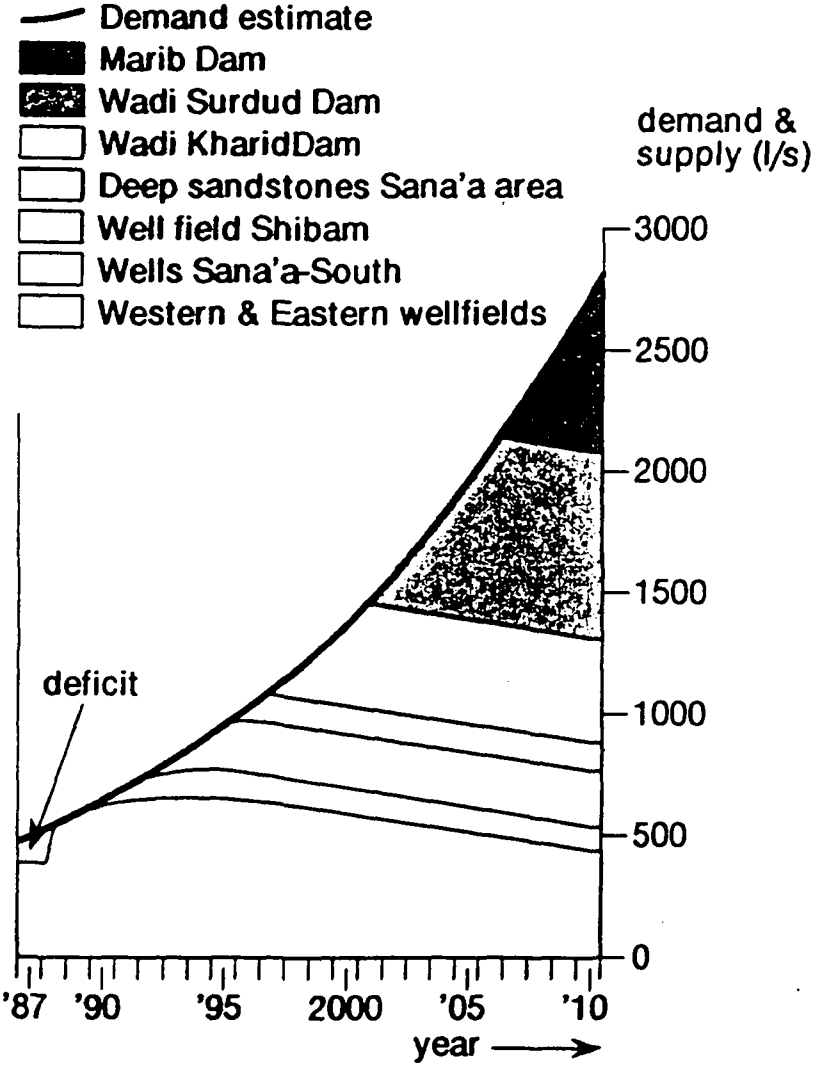
م/ عدنان محمد عبدالفتاح (شعبه الرى)

م/ الآن تيرنر (مستشار شعبه الرى)

Evolution of the average production cost of water



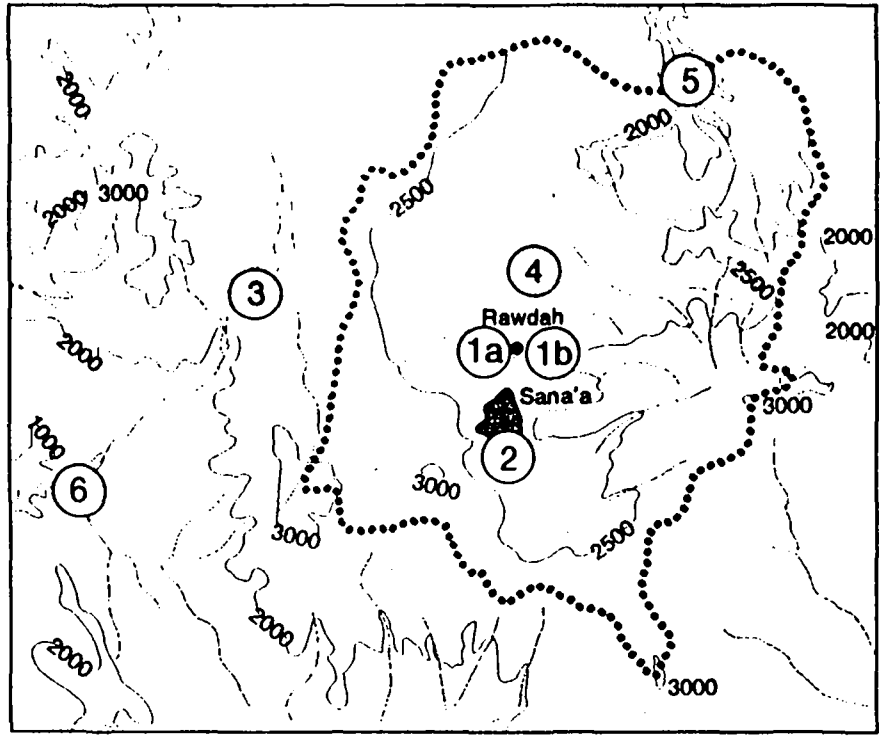
Provisional demand-supply diagramme for Sana'a City



gun 90-15

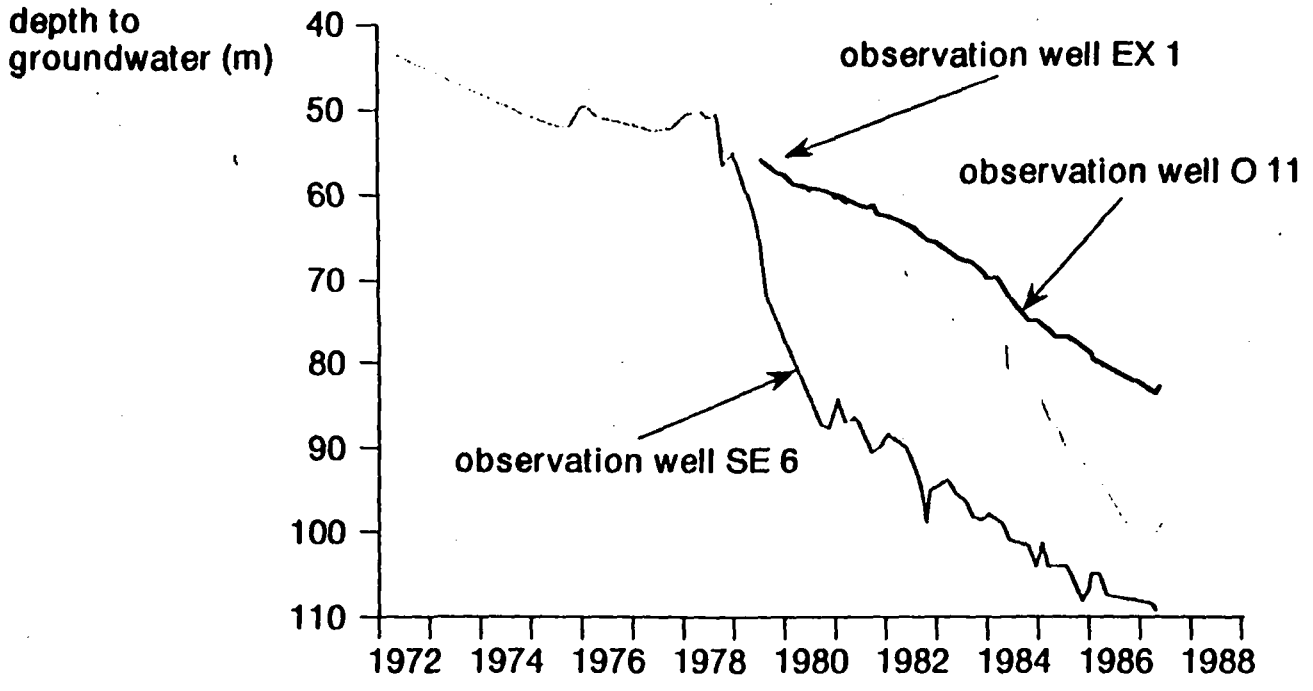
Sana'a area

SAWAS technical alternatives



gun 90-14

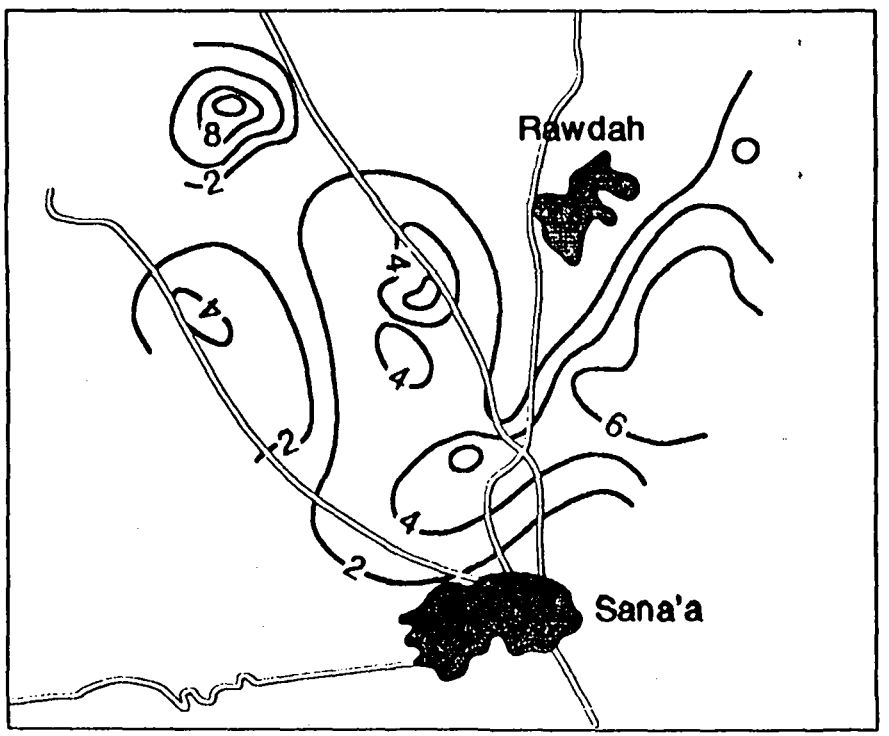
Sana'a Basin
Groundwater levels



gun 90-19

Sana'a area

Annual groundwater level declines 1980-85



gun 90-09

3M Flip-Frame™
Transparency Protector

مشاكل المياه المستعملة :

ان زيادة الامدادات المائية للعاصمة صنعاء سوف ينتج عنها ايضا كميات كبيرة من المياه المستعملة . ويجب توسيع نطاق نظام المجاري المتواجد في العاصمة حلا لمشاكل المياه المستعملة القائمة حاليا وتفاديا لمضاعفتها المستقبلية . وفي هذا الصدد فاننا نوعي بضرورة الزام اصحاب المنازل بربط منازلهم بشبكة المجاري (العامة) .

ومن اجل المحافظة علي المياه الجوفية والحد من استنزاف الطبقات الحاملة للمياه فانه يجب بزل الجهود الممكنة لاستخدام المياه المستعملة او مياه البواليع التي تم معالجتها في اغراض الري - حيث انه يجب معالجة المياه المستعملة بطريقة جيدة قبل اعادة استخدامها لاغراض الري .

وهذا يتطلب ان تكون محطة المعالجة التي سوف يتم انشاؤها مستقبلا قادرة علي استيعاب الكمية الاجمالية من عرضيات المياه المستعملة في العاصمة والبالغة حوالي ٣ م٣ / الثانية كمتوسط لحوالي ٢ مليون نسمة .

الاستنتاجات الاولية :

يجب اتخاذ جميع الوسائل الممكنة للتحكم والسيطرة علي زمام التطورات (التغيرات) التي تحدث للمياه في العاصمة صنعاء سواء كان من ناحية توفر المياه او امداداتها .

ويفضل ان يكون ذلك بما يكفي لتلبية احتياجات مليون مواطن كحد اقصي حيث يمكن الوصول الي هذا العدد خلال العشر السنوات القادمة .

وبالنظر الي الموارد المائية المحدودة وما يترتب عليها من تنظيم التطورات السكانية في العاصمة فانه ينبغي ان تعمل الحكومة علي تشجيع اللامركزية السكانية بدلا من المركز السكاني (التجمع السكاني)

وفي هذا الصدد ، يمكن للناس بيعض البلدان الاخري التي اضطرت فيها الحكومات والمؤسسات غير الحكومية والعديد من الشركات الي اتباع اللامركزية او حتي نقل مكاتبهم كليا الي مناطق اكثر ملاءمة في المدي البعيد .

وبما ان مشكلة شحة المياه كتلك التي حدثت في عام ١٩٨٧ يمكن ان تنشأ مره اخري في اي وقت وحيث ان الوقت المتاح لايكفي لرفع الطاقة الانتاجية الي المستوي المطلوب ، فانه يجب علي المؤسسة العامة للمياه ان تعطي الاولوية القصوي لاستكمال برنامج الحفريات الطارئة الجارية حاليا والتي تتضمن حفر ١٥ بئر تقريبا - وذلك دون تأخير أو ابطاء - بالاضافة الي دفع عجلة الدراسات المائية المطلوبة ودعمها كل الامكانيات المتوفرة لايجاد الموارد المائية البديلة .

وقبل صدور نتائج الدراسة ينبغي علي المؤسسة ان تقوم بمناقشة الوضع المستقبلي المرجح مع المجلس الاعلي للمياه والتركيز علي اهمية استغلال مصادر المياه السطحية المتواجدة في منطقة وادي ضربد ووادي سردود وسد مأرب لمعالجة مشروع مياه العاصمة في المستقبل القريب .

وعلي ضوء الزيادة الحادة في تكلفة انتاج مياه العاصمة - حيث انها سوف تصل التكاليف الانتاجية في السنوات العشر القادمة الي عشرة اضعاف تكلفتها الحالية - فانه يجب القيام باجراء تقييم نقدي حول استخدام وتخصيص المياه الجوفية من قبل بعض المنتفعين او المستهلكين .

بالاضافة الي تحديد القيمة الذاتية (الاقتصادية) للمياه المستخدمة حاليا لاغراض الري بعشرة ريالات للمتر المكعب .

المصادر المائيه الممكنه :

تم تحديد المصادر المائيه التاليه واختيارها للدراسه من قبل المشروع المشارك للمؤسسه العامه للمياه .

مصادر المياه الجوفيه (لم يثبت بعد)	التقدير الاول للانتاج
- جنوب العاصمه صنعاء	١٥٠ لتر/ثانيه
- منطقة شبـــــام	٢٠٠ لتر/ثانيه
- الطبقات الرملبيه العميقه الحامله للمياه	١٥٠ لتر/ثانيه
(العمق : أعمق من ٧٥٠ م تحت المستوي السطحي)	
الاجمالـــــــي	+ ٥٠٠ لتر/ثانيه

مصادر المياه السطحيه *	التقدير الاول للانتاج
- وادي سردود	٦٠٠ لتر/ثانيه
- وادي خريد	٤٠٠ لتر/ثانيه
- سد مـــأرب	٠٠٠ لتر/ثانيه
الاجمالي حوالي	٠٠٠ لتر/ثانيه

* وهذه المصادر السطحيه لاتزال بحاجه الي اثباتها - ويمكن الجزم بتوفرها نظرا لوجود جهات اخري تشارك في الاستفاده منها وغير ذلك من الاسباب .

فاذا توطدت الدراسات المائيه التي سوف يجري تنفيذها مستقبلا الي تاكيد صحه التقديرات الاوليه للانتاج في المصادر المائيه الاضافيه المختاره (التي سبق ذكرها اعلاه) فانه يمكن القول من الناحيه النظريه بان الامداد المائي الممكن للعاصمه سوف يبلغ من ٢٥٠٠ الي ٣٠٠٠ لتر/ثانيه كحد اقصي .

كما ينبغي انتاج ١٠٠ - ٥٠٠ لتر/ثانيه منها من مصادر مائيه غير مضمونه البقاء وسف تكون تكلفة انتاج المياه حوالي عشرة اضعاف قيمتها الحاليه (عام ١٩٩٠) علي الاقل .

تحلية مياه البحر الاحمر :

لايمكن التفكير بتحلية مياه البحر الاحمر كاختيار واقعي للعاصمه صنعاء الا في حالة الاضرار وذلك بسبب تكاليفها الانتاجيه الباهظه وقد قام المشروع المشارك للمؤسسه العامه للمياه بتقديم التقديرات الاوليه للتكاليف الانتاجيه والتي بلغت حوالي ٥٢ ريال للمتر المكعب من الماء .

وعندما يتم اخذ هذا الموضوع بصوره جديه فان القيمه الاقتصاديه للمياه الجوفيه التي لاتزال متبقيه ضمن حوض صنعاء الماء (اي القيمه الذاتيه للمياه) سوف ترتفع من واحد ريال للمتر المكعب (السعر الحالي للماء) الي حوالي ٥٢ ريال للمتر المكعب مما يجعل كل النشاطات الزراعيه الحاليه غير اقتصاديه علي الاطلاق . اضف الي ذلك فان تحلية مياه البحر وما تتطلبه من طاقه لضخها الي صنعاء او الي اي منطقه اخري من المناطق الجبليه سوف تعمل علي استنزاف مصادر الطاقه المتوفره حاليا في البلاد .

- قابلية الزياده والنقصان في الاحتياج المائي وتكاليفها .

ان دقة العوامل المذكوره اعلاه هي التي تحدد مصداقيه الرقم الذي يمثل الاحتياج المائي .

اما بالنسبه لمصادر المياه المتوفره للعاصمه فان ذلك يعتمد على الاتي :

- وجود المياه الجوفيه المستخرجه من اعماق بعيده والمتذبذه التوفيه (وهي محدوده جدا) والمياه السطحيه كالينابيع والغيول والوديان والاحواض السطحيه .
- التبعات السياسيه - وهي امكانيه وضع المصادر المائيه المتوفره تحت تصرف مشروع مياه العاصمه .
- التبعات الاقتصاديه المتعلقه بانتاج المياه .

وفيما يخص المصادر المائيه - يجب التمييز بين المصادر المائيه المحدده والتوفر الفعلي لهذه المصادر .

عدد السكان والامدادات المائيه المطلوبه :

السنه	عدد السكان (١٠)[٣]	المتوقع (١٩٨٥)*			الفعلي	الكميه المطلوبه (لتر/ثانيه)
	١٩٧٤	أدنى	متوسط	أقصى	١٥٠	٢٠٠
١٩٧٢	-	-	-	٨٠	-	-
١٩٧٩	١٢٥	-	-	-	-	-
١٩٨٥	١٧٢	-	٢٩٥	٣٣٧	٥٨٥	-
١٩٩٠	-	٤٠٧	٤٣٥	٥٠٠	٨٧٠	١١٦٠
١٩٩٥	-	٥٥٣	٦١٤	٨٠٠	١٣٩٠	١٨٥٠
٢٠٠٠	٣٣٧	٧٥٠	٨٦٠	١١٦٠	٢٠٠٠	٢٦٩٠

* طبقاً للجهاز المركزي للتخطيط

٥ الاستهلاك المائي : يتضمن الاستخدام الغير منزلي والشرب (٢٥٪)

وبناء على المعطيات (الارقام) المقدمه التي تمثل الاحتياج الفردي للمياه يوميا فان الامداد السنوي للعاصمه عام ٢٠٠٠م ينبغي ان يصل من اجمالي ٩٠٠ لتر/ثانيه الي ١٢٠٠ لتر/ثانيه .

وتبلغ كمية الامدادات المائيه التي يتم توفيرها حاليا من قبل المؤسسه العامه للمياه الي ٥٠٠ لتر/ثانيه فقط مما يعني بان حوالي ٥٠٪ من سكان صنعاء لايزالون معتمدين على الابار الخصوصيه في الحصول على المياه .

وفي حالة الخطر على حفر الابار الخصوصيه كليا فان على المؤسسه ان تضاعف انتاجها الحالي بثلاثه او اربعه اضعاف في خلال عشر سنوات فقط من الان .

اما في حالة اهمال جميع الابار الخصوصيه (المتواجده) او ادخالها تحت تصرف المؤسسه فانه ينبغي ان يتضاعف الانتاج الحالي بمقدار اربعه او حتى خمسه اضعاف .

بسم الله الرحمن الرحيم

متطلبات صنعاء المائيه بالمقارنه مع مصـــــــادرها

اعداد : الاخ/ محمد الحطـــــــوي .
المهندس / بيان بيت هيدربك .

المقدمـــــه :-

تعتمد العاصمه صنعاء حاليا علي المياه الجوفيه للحصول علي متطلباتها المائيه . وتعتبر الابار الانتاجيه التي يبلغ عددها ٢٦ بئرا من اهم المصادر المائيه التي تمد العاصمه بمتطلباتها من المياه - وقد تم حفر هذه الابار في طبقه الحجر الرملي (الطويله) الحامله للمياه حيث تتراوح اعماق الابار المحفوره فيها مابين ١٥٠ الي ٤٢٠م . وقد قدرت الطاقه الانتاجيه لهذه الطبقه المائيه في عام ١٩٨٢ بمعدل ٦٠٠ لتر/ثانيه .

وبالاضافه الي ذلك توجد العديد من الابار الضحوضيه التي تم حفرها لاغراض الري تفوق طاقتها الانتاجية عن ٥,١ لتر/ثانيه .
وحيث ان نسبة تغذيه الطبقه الحامله (التي تساعد علي تعويض الفاقد) تعتبر ضئيله لاتستحق الذكر فان استخراج المياه الجوفيه منها هو عباره عن تفريغ مخزونها مما يعني بان المصادر المستغله حاليا في طريقها الي الاستنزاف بصوره تدريجيه .

وقد ادي الهبوط المستمر في منسوب المياه الجوفيه الي انخفاض مناسيب المياه في معظم الابار الانتاجيه التابعه للمؤسسه العامه للمياه حيث وصلت تحت مستويات ماخذ الضخ الاعلي - وامكن في بعض الحالات تمديد عمر البئر بخفض موقع المضخه بينما لم يكن ذلك ممكنا في بعض الحالات الاخري مما ادي الي هجر الابار نهائيا . وفي هذه الاثناء استمرت عملية حفر الابار الجديده من قبل القطاع الخاص دون قيد او شرط .

واستنادا من الوصول الي وضع حرج فيما يتعلق باعداد العاصمه بمتطلباتها من المياه فقد قامت المؤسسه العامه للمياه بتنفيذ برنامج التحضيرات الطارئه في الفتره من عام ٨٧ - ١٩٨٨م بهدف استبدال الابار المهجوره والابار التي لاتعمل بصوره جيده وتخترق الابار الطارئه الطبقه الرمليه الحامله للمياه (الطويله) .

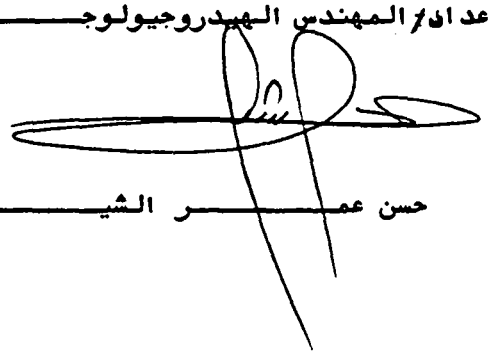
وبما ان السعه الاجماليه للطبقه الحامله والتي هي عباره عن كمية المياه الممكن استخراجها فنيا من الطبقه الحامله لم يتم تحديدها بدقه فانه من الصعب التنبؤ بالوقت الذي تنتهي فيه المياه من الطبقه الحامله .
ولكن - علي ضوء الدراسات المتوفره حاليا يمكن القول بان ذلك سوف يحدث خلال ١٠ الي ٢٥ سنه من الان .

الاحتياجات المائيه في مقابل مصادرها :

هناك اسباب عديده تجعل عملية تحديد كميه احتياج العاصمه من المياه والمصادر المائيه المتوفره فيها عمليه صعبه لاتخلوا من المجازفه .
غير انه فيما يتعلق بالاحتياج الاجمالي من المياه ينبغي الاخذ بعين الاعتبار العوامل الاتيـــــه :
- عدد السكان الفعلي للعاصمه صنعاء (عام ١٩٩٠) .
- معدلات التطور السكاني - (الجهاز المركزي للتخطيط عام ١٩٨٥) .
- الاستهلاك الفعلي للمياه (لكل فرد يوميا)
- الاستهلاك المطلوب للمياه (لكل فرد يوميا) .

٤ ـ التركيز على الثقافه المائيه وشرح السياسه والتشريع المائيين بما يتلائم مع الثقافه الشعبيه والعلاقه الاجتماعيه في البلد .

اعداد/ المهندس الهيدروجيولوجي



حسن عمر الشيخ

٤ - اعتماد سياسه مائيه بعيده المدى على مستوى البلد من قبل الدوله وانزالها على الاداره المائيه لبرمجة عملها على اساس هذه السياسه المائيه .

٥ - اعتبار الموارد المائيه من الاملاك العامه واعتماد قوانين ملزمه لاعتبار المصلحه العامه اولى من المصلحه الشخصيه .

والى هنا نكتفي بهذه الخطوط العامه للتشريع المائي كون هذا الموضوع موضوع قانوني ونترك للمتخصص طرح ما سيتضمنه هذا التشريع المائي من تنظيم وتفسير من ناحيه قانونيه .

٦ - دور اجهزه الاعلام في حمايه المياه وابراز السياسه والتشريع المائي :-

ان الدور الذي يمكن لاجهزه الاعلام ان تقوم به في حمايه المياه وابراز التشريع المائي يعتبر دورا خطيرا جدا ،فعلى الاجهزه الاعلاميه من صحافه واذاعه وتلفاز ان تقوم بشرح وابراز دور الحمايه والتشريع المائيين في الحفاظ على الثروه المائيه وفوائدها الاقتصاديه وسبل تنميتها وكيفيه استهلاكها بصوره جيده واقتصاديه وكذا التحذير المستمر من خطر وعواقب نضوبها وتلوثها .

ومن هنا فان دور اجهزه الاعلام في هذا الخصوص يجب ان يطلع بمسئوليه كبيره ومستمره دون توقف لما لهذا الموضوع من اهميه كبيره في حياه الانسان الاقتصادي والاجتماعي ، وعلى اجهزه الاعلام الخروج من الصمت وان لا تكتفي بموسميه الابراز والدعايه في فترات الندوات او المناسبات بل الاستمرار في شرح وابراز هذا الموضوع دائما حفاظا على ثروتنا المائيه .

وللاستمرار في شرح وتوضيح اهميه الموضوع من قبل اجهزه الاعلام نرى ان يكون على الشكل الاتي .

١ - الكتابه المستمره عبر الصحف والمجلات واظهار الارشادات حول استخدامات المياه والتحذيرات بخطوره نضوب المياه وتلوثها .

٢ - الندوات المستمره والمقابلات التلفزيونيه والاذاعيه مع المختصين في هذا المجال والبرامج المستمره لتوضيح اساليب ترشيد استخدام المياه في الاستهلاك المنزلي وشرح الاساليب الحديثه المستخدمه في الري بالتقطير .

٣ - برمجة برنامج دوري تشرف عليه الاداره المائيه وتعدله المواد الواجب ابرازها وذلك بالاذاعه والتلفزيون .

منها الى الالتزامات الاتيـــــــه :-

١ - تحديد موقع الابار من قبل الاداره المائيه وبناء على دراسه تفصيليـــه .

٢ - مراقبه حفر البئر بدقه وعن كثب من قبل الاداره المائيـــــه .

٣ - مراقبه تجربه البئر وتجهيزها من قبل الاداره المائيه .

٤ - مراقبه تجهيز البئر بما يتناسب مع الاستثمارات المرخصـــه .

٥ - التزام ملاك الحفارات بعدم الحفر او التعميق بدون ترخيص رسمي من الاداره المائيه والالتزام لتوجيهات المشرف على الحفر من جهه الاداره المائيـــه .

واننا لنوكد على اضطلاع الاداره المائيه بالاجراءات المذكوره والتى يمكن للتشريع المائي ان يستوعبها دون اشكال .

ولحمايه المياه الجوفيه من التلوث فانه لا بد ان يتضمن التشريع المائـــي ما يتصل بحمايه نوعيه المياه والنظم الايكولوجيه المتصله بالمياه الجوفيه بعـــد ان اخذت هذه الشئون ابعادها العلميه والتكنولوجيه الحديثه وفي هذا المجال يجب ان يظهر دور اداره صحه البيئه بوضوح جـــاد .

٢ - ٥ : الشروط العامه لتطبيق التشريـــع :-

ان امكان تطبيق التشريع المائي على الوجه الاكمل بالنسبه للاسس العلميـــه والتكنولوجيه المائيه وحتى لا تذهب كل المجهودات المبذوله والتى ستبذل من اجـــل حمايه المياه في البلد ادراج الرياح ، وحتى تنظيم عمليه الحمايه والاستفاده من المجهودات الفنيه والبشريه وكذا الموارد المائيه فان هذا مرهون بتحقيـــــق الاتـــــــــى :-

١ - حصر الموارد المائيه السطحيه والجوفيه وباسلوب علمي دقيق وابراز هذه الموارد المائيه بيانيا على مستوى البلد كامـــلا .

٢ - وحده الاداره المائيه وهذا يتضمن ايجاد جهه واحده تهتم بشئون المـــوارد المائيه بحثا وتنقيبا واستخراجا واستغلال لتصبح هي الجهه الوحيـــــده والمسئوله عن الموارد المائيه في الدوله وهي يجب ان تكون الجهـــــه المنظمه والمشرفه على نشاطات الجهات الاخرى سواء من الناحيه الدراسيه والتنقيبيه وكيفيه استغلال المياه للاغراض المختلفه بحسب الاولويه ،كمـــا يجب على هذه الجهه تحديد كميه المياه التي يمكن استخراجها واستغلالهـــا في المناطق والاحواض المختلفه بحسب الامكانات المتاحه لاستخدام الميـــاه وفي حدود الحاجـــــه .

٣ - مرونه نصوص التشريع المائي لاستيعاب التطورات العلميه والاجتماعيه التي تصاحب تطور المجتمع في البلـــد .

ان التزايد المستمر والحاجه للمياه لجميع القطاعات المستفيده الاهليه والزراعيه والصناعيه والسياحيه والتطور التكنولوجي والانفجار السكاني وما يتطلبه ذلك من مياه ادى بكثير من الدول الى وضع تشريعات مائيه لحمايه هذه الثروه الطبيعيه المهمه بما يتلائم مع الظروف المذكوره وبصوره علميه تودي الى تفاعل الجهه المشرعه مع تطور العلم والتكنولوجيا بالقدر الكافي .

وحتى يكون التشريع اكثر جديه وفائده فانه يجب ان يكون منسجما مع الواقع العلمي فيحدود المعرفه العلميه السائده من جهه ومع التكنولوجيا المائيه من جهه اخرى ، واذا لم يكن التشريع المائي ينطبق مع السياسه المائيه لبلدنا وانعكاساتها فانه سيتعثر في حل القضايا التي من اجلها يسن هذا التشريع.من هنا يجب ان يكون للدوله سياسه مائيه مبنيه اساسا على التطور التكنولوجي الحديث والدراسات المائيه العلميه الدقيقه وان لا تكون هذه السياسه المائيه محصوره في حوض مائي واحد بل تكون سياسه مائيه شامله للبلد مع تحديد التشريع المائي لكل حوض او حقل بما يتلائم مع ظروف هذا الحوض او الحقل المائي من النواحي الدراسيه والتكنولوجيه والمعلومات الدقيقه عن الظروف المائيه في الحوض او الحقل المائي .

ان اي تشريع مائي لا يجوز ان يتجاهل ضروره تناول مشاريع التجهيز المائي العامه والخاصه وذلك في ضوء الهجمه الكبرى على استثمار المياه بسبب الاحتياجات وانتشار استعمالاتها والهدف من ذلك هو المحافظه على الموارد المائيه وتحسين استخدامها بما يحقق الجدوى الاقتصاديه والفنيه والاجتماعيه وهذا يتحقق في الالتزام بتطبيق الاساليب الفنيه الحديثه والمقبوله محليا في تجهيز واستثمار الموارد المائيه وخاصه في الري الزراعي والالتزام بتوحيد الاستثمار المائي والدخول في رقابه المشاريع المائيه العامه .

١ ـ ٥ : التشريع المائي والمياه الجوفيه :ـ

إن حمايه المياه الجوفيه الابار والينابيع التى يجب ان تدرج في التشريع المائي يجب ان تبنى على قوانين علميه موضوعيه وليس من المهم ان يكون التباعد بين الابار وبين الابار والعيون محدده بارقام مطلقه بل المهم ان تكون الارقام مبنيه على واقع علمى ومن المعلوم ان الواقع العلمى لمصادر المياه الجوفيه من ابار وينابيع يقترن بمتغيرات لا تسمح بقبول ارقام موحده ومطلقه حتى في الحوض الواحد.

ان هذه النظريه صحيحه ايضا بالنسبه لتحديد اعماق الابار لحمايه الطبقات المائيه الجوفيه المحضور استثمارها وهي صحيحه ايضا بالنسبه لتحديد حجم الاستثمار.

ان تطبيق التشريع المائي صعبا للغايه خاصه في بلدنا والتى تظهر فيها الملكيه الشخصيه وحريتها في اوسع حالاتها ومن وجهة نظري ان تجاوز المشكله سيكون في اعتماد اسلوب واحد لا بديل له وهو اخضاع حفر الابار او تعميقها ايا كانت الجهه المستفيده

من المياه مقارنه بمناطق سكانيه في المناطق ذات الوفره المائيه الجيده. وقد شهد المجتمع اليمني تطورا اقتصاديا واجتماعيا قفز بالشعب اليمني قفزات واسعه نحوالتطور خاصه في العشر سنوات الاخيره من تاريخ ثورة المباركه وبات من المستحيل بان لا ترافق تلك القفزات سيطرة علميه دقيقه على مصدر الحياه الرئيسي وهي المياه حيث ان التطور الصناعي والتوسع الزراعي في اليمن وتوفر الكثير من الخدمات الاجتماعيه وما تتطلبه هذه النهضه من مياه جعل من الضروري وضع مخطط علمي لاستغلال الثروه المائيه والحفاظ عليها وتنميتها واستغلالها الاستغلال الامثل والبحث عن البديل وتوفير المزيد من المياه الضروريه لهذا التطور والتطور اللاحق والحفاظ عليها من التلوث

ومن هنا فان اخطر ما يهدد ثروتنا المائيه هو خروج هذه الثروات الطبيعيه والمهمه عن السيطره وهو ما ادى باكثر دول العالم الى وضع تشريع او قانون يهدف الى الحفاظ على الثروه المائيه وينميها ويبحث عن البدائل.ومن الضروري بان تقوم الدوله في بلدنا الى سن التشريعات والقوانين للحفاظ على الثروه المائيه وذلك للاسباب التاليه :-

- ان اكثر مدن اليمن وانشطها تقع على الشريط الساحلي من حدود عمان في الشرق حتى حدود السعوديه في الشمال الغربي والمياه في هذه المناطق مهدده بارتفاع ملوحة المياه فيها نتيجة تداخل مياه البحر مع المياه الجوفيه مثل حقل الشيخ عثمان في الجنوب والحديده في الشمال
- الانخفاض المتزايد في منسوب المياه وذلك نتيجه الاستنزاف من الاحواض المائيه بمعدلات تزيد عن تغذيه هذه الاحواض مثل حوض صنعاء ودلتا تبن لحج .
- توفير الحد المتوسط من المياه الصالحه لكل فرد حتى يتمكن الفرد من القيام بكل مهامه الاجتماعيه وبدون تبذير .

وفي ما يخص السياسه المائيه ذاتها فانه يجب ان تبنى على التخطيط السليم والعلمي وتفع في الاعتبار التطور الاقتصادي وما سوف تستجد من تقنيه مع تقييم دقيق للوضع المائي في البلد وان تكون السياسه المائيه متمشيه مع سلطه الدوله والمصلحه العامه للشعب متكيفه مع الامكانيات الماديه والتشريعات المتاحه والتي يمكن تسخيرها لخدمه اهداف السياسه والتي تهدف الى الحفاظ على الثروه المائيه وهي في نفس الوقت الحفاظ على المحتمع وتطوره .

يتبع / ١٤/ ....

٣ - الرصد والمراقبه الشديده لاماكن رمي النفايات وعمل اجراءات تحكم استخدام الكيماويات فوق سطح الارض مثل الاسمده وغيرهـــا .

٤ - العمل على المراقبه الجيده والشديده لحفر الابار لعمل الحاجز الاسمنتـــي للبئر لمنع تسرب المواد الملوثه للمياه الجوفيه عبر فتحات الحفروبالاعماق الضروريه لمنع التسرب السطحي للملوثات .

٥ - التحليل الدوري لمياه الشرب الجوفيه للوقوف السريع وفي حينه عنـــد اي متغيرات طارئه في المياه الجوفيه والعمل على تلافـــي ذلك .

٤ - السياسه المائيه - خطوط عامـــه .

ان اليمن وهي تشهد تحولا حضاريا مرموقا لا بد لها ان تواكب هذا التحول الكبير بما يلائم من تخطيط اقتصادي واجتماعي جيد يضمن لها الاستمرار والتجديد.ويحـــب ان ينظر الى المياه ومصادرها بنظرة اهتمام كون المياه اساسا لهذه التحولات.كما انـــه لا بد لنا من وضع سياسه مائيه متكامله وان نضع في اعتبارنا النقاط الاساسيه الاتيه :-

- الوضع المائي في البلـــد .
- القوى البشريه العامله في المياه .
- مستوى التنسيق بين الاجهزه المختلفه في مجال المياه وذلك في اطار السياســـه العامه للدولـــه .
- الظروف الجيولوجيه - الهيدروجيولوجيه والجغرافيه للبلد . وهنا ونحن نركـــز الحديث عن المياه فنحن نتحدث عن الحياه لذلك ان تاريخ الانسان وحضارتـــه ارتبط ارتباطا وثيقا بتوفير المياه وسهوله الحصول عليها واذا عدنا الـــى تاريخ الشعوب وحضارتها القديمه نجد ان اعظم الحضارات كانت نهايتها بانتهاء مصادر المياه.وكما نعلم ان مهد الحضارات القديمه كانت على ضفاف الانهار.كذلك كان انتهاء مصادر المياه او نضوبها من اسباب زوال تلك الحضاره. وليـــس بالجديد ذكر انهيار حضاره سباء بانتهاء المصدر المائي للمجتمع حينهـا .

ومن هنا فان استغلال المياه يحتاج الى اداره دقيقه وتخطيط سليم ومتابعه مستمـــره وتوجيه متواصل وان تكون الاداره المائيه مرتبطه ارتباطا وثيقا بالاقتصاد والسياسه ودون اهمال حقيقه ان ما يجري في العالم من تطورات اقتصاديه وتقنيه توثر سلبيـــا او ايجابيا على السياسه المائيه داخل اي بلد.ذلك ان طموح الفرد في المجتمع نحـــو توفير الخدمات والتطوير الاقتصادي لذلك المجتمع يرفع معدلات الاستهلاك ويضع عبئا جديدا على عاتق اي اداره مائيه خصوصا في البلدان التى تعتمد اعتمادا اساسيا على الميـــاه الجوفيه خاصه اذا كانت هذه البلدان تقع في حزام الصحراء حيث يقل نصيب الفرد فيهـا

٧ ـ ٢ ـ توصيه للخروج من الوضعيه لمياه عدن :ـ

١ ـ حظر أى حفر جديد للأبار حتى وان كان استبدالي .

٢ ـ العمل السريع على تطوير حقلي المياه في شمال دلتا أبين وشمال دلتا تبن وادخالها في نطاق الاستغلال سريعا .

٣ ـ في حالة الاكتفاء بالماء من المصدرين المذكورين في البند الثاني فانه يجب بدل من الضرورى التوقف نهائيا عن الحفر وتقليل السحب من الحقول القديمه على الاقل من الآبار الخاصه بمياه الشرب لمدينة عدن .

٤ـ العمل على عدم استصلاح اراضي جديده للزراعه حتى يتحسن وضع الجزء الجنوبي من دلتا ابين (منطقه حقول مياه الشرب).

٥ـ استخدام الطرق الحديثه للرى مثل الرى بالتقطير والرش حيث وقد بدأ تجربه الرى بالتقطير في مزرعه الشجيرات في لحج وما على الجهه المسئوله الا تطويرها والعمل على انتشارها .

٦ـ استخدام القنوات المبطنه والانابيب حتى تخفض من كميه الفاقد من مياه الرى

٧ـ زياده السدود والحواجز بهدف التغذيه الصناعيه وذلك بحجز مياه السيول الجاريه في وادى تبن .

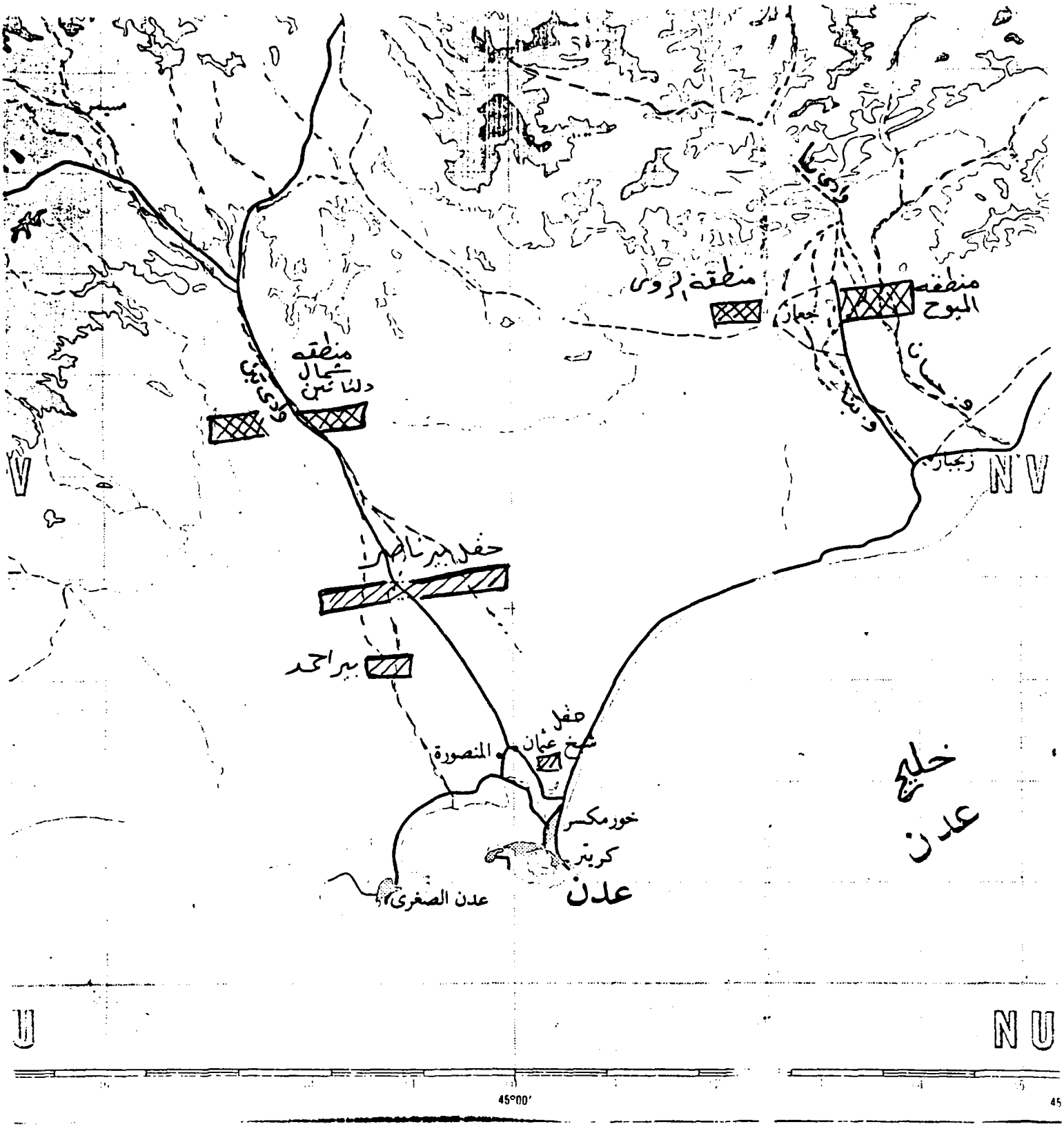
٨ـ الحفاض على الحقول المائيه الجديده وذلك بتحديد مناطق حمايه يمنع اي حفر ابار حتى لا تتكرر احدث حقول بئر ناصر وبئر احمد والشيخ عثمان .

٣ ـ الحفاظ على حقول مياه الشرب من التلوث :ـ

ان الحمله العالميه للدفاع عن البيئه والمصحوبه بمحاذير خطيره للحفاظ على البيئه من التلوث والخطوره من التلوث اي كان نوعه ، بل والحفاظ على البيئه من التخريب المفتعل من قبل الانسان تلح علينا بان نبذل جهودا مكثفه للحفاظ على بيئه بلدنا من التلوث والعمل على ابراز معالمها الطبيعيه وعدم العبث بها ، ونحن بصدد المياه وحمايتها فانه يجب علينا للحفاظ على عدم التلوث للمياه في بلدنا والعمل بالاتي :ـ

١ ـ عدم رمي النفايات والمخلفات المنزليه والصناعيه والزراعيه في مجاري الاوديه وممرات المياه السطحيه المغذيه للمياه الجوفيه .

٢ ـ العمل على ايجاد طريقه صحيه وسليمه لتصريف مياه المجاري وعدم تركها في الارض المكشوفه حتي لا تتسرب الى الاعماق وتلوث المياه الجوفيه لانه حتى نتاكد من وقوع التلوث تحت سطح الارض يكون الوقت قد اصبح متاخرا لاتخاذ اجراءات جديده للعلاج وذو فائدة عملية.



مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠٠٠

حقول ابار مياه عدن القديمة

موقع دراسات حقول مياه عدن الجديدة

وهذه الابار تعطي انتاجيه ٢٥ ـ ٣٠ لتر/ثانيه بانخفاض ٦ ـ ٨ متر واظهر التحليل الكيماوى الجوده العاليه للمياه الجوفيه وكان التركيز الملحي ٩ر٠ ـ١راجرام/لتر وبالرغم ان منطقه المصدر الجديد للمياه بعيده نسبيا عن المدينه عدن (حوالي ٥٠كم) فانه لا يوجد بديل اخر حيث ان نتائج الدراسه في الجزء الشمالي من منطقه دلتا تبن ـ لحج والذى تبعد عن مدينه عدن حوالي ٢٥ كم لم تكن كافيه بالمقارنه مع دلتا ابين واظهر العمل ونتائجه ان انتاجية الابار المحفورة في شمال دلتا ابين لا توفر الا نسبه بسيطه من حاجه مدينه عدن من المياه الصالحه للشرب مما ادى الى التركيز على المصدر الاخر في دلتا ابين وعلى بعد ٥٠ كم عن عدن .

٦ ـ٢ : دلتا لحج ومشاكل حقول عـــدن :ـ

يكون وادى تبن دلتا لحج وهذه الدلتا عباره عن ترسبات نهريه يتغير سمكهـــا من الشمال الى الجنوب ومن ٢٥ متر في الشمال الى ٣٥٠ متر في الجنوب وتتكون أساسا مـن نيس حصى وطين حيث تتداخل هذه الطبقات الصخريه ويختلف سمكها من أعلى الوادى الـــى اسفله. يغذى الخزان من بطن الوادى وقنوات الرى ، وقد أشارت الدراسات أن كمية التغذيه تتفاوت من عام الى آخر وقدرت ما بين ٤٠ ـ ١٥٨ مليون متر مكعب في العام .

وأشارت الاحصائيات المجمعه خلال الاعوام ٥٥ ـ ١٩٧٩م أن متوسط التغذيه يتراوح ما بين ٨٠ ـ ٩٠ مليون متر مكعب في العام ، وفي الفتره ما بين ١٩٧٢م الى ١٩٧٩م زادت كمية المياه المستخرجه للزراعه بأكثر من ١٢٠٪ عما كانت عليه قبل عام ١٩٧٢م بينما ظلـــت المياه المستخرجه للشرب ثابته تقريبا لهذه الفتره وفي حدود ١٨ مليون متر مكعب فـــي السنه . وقد حدثت زياده كبيره في كمية الاستخراج بعد عام ١٩٨٠م لأغراض الشرب نتيجة لزيـــادة السكان في عدن وزيادة النشاط الاجتماعي والصناعي حتى وصل الى ضعف ما كان يستهلك قـــبل هذا العام . ونتيجة شحة الامطار في المواسم السابقه كونها المغذى الوحيد للمياه الجوفيـه وأثر السحب الشديد من المنطقه الجنوبيه للدلتا والتى تعتبر مركز السحب الرئيسي لميـــاه عدن وتركيز المزارع الحديثه فيها فقد أدى هذا السحب الى زيادة الملوحة في حقول الآبار بنسب عاليه مما أضطر هيئة المياه لاغلاق حقل الشيخ عثمان في منتصف عام ٨٤م نتيجة قرب هذا الحقل من البحر أى أن امتداد لسان مياه البحر أصبحت في حدود هذا الحقل ، وحيث أن هذا الحقل قد أغلق نتيجة تركيز الاملاح العاليه فيه فانه ونتيجه للسحب الزايد مـــن الخزانات المجاوره لهذا الخزان فهنالك خطر من اندفاع مياه البحر الى منطقة الحقـــول الاخرى لموازنة الخلل الناتج عن ارتفاع السحب بمايشكل خساره من الصعب التغلب عليهـــا مستقبلا .

انتاجيه الابار وبحسب معطيات الدراسات الاخيره (٨٤-٨٥)تتغير من الشمال الى الجنوب حيث الابار في الجزء الشمالي تعطي ١٠-١٤ لتر/ثانيه بمتوسط انخفاظ ١٣ متر اما في الجزء الجنوبى فتعطي الابار ٢٥-٣٠لتر/ثانيه بمتوسط انخفاظ يصل الى ٩ متر .

وقد اظهر التحليل الكيماوى للمياه الجوفيه تغيرا من الشمال الى الجنوب حيث يصل في الجزء الشمالي بين ٠،٩ - ١،٢جرام /لتر وفي الجزء الجنوبي بين ١،٩ - ٢،١ جرام /لتر بل انه وفي الفتره الاخيره وبين عامي ١٩٨٢م-١٩٨٤م وصلت الاملاح في بعض مناطق الجزء الجنوبي من الدلتا بين ٢،٩- ٤،٢ جرام /لتر وهذا ادى الى اغلاق ابار حقل الشيخ عثمان وهذا الحقل يشكل احد الثلاثه حقول التى تمد مدينه عدنبمياه الشرب اما الحقلين الاخيرين فهما حقل بير احمد وحقل بير ناصر والاخير يعتبر الحقل الرئيسي .

الزي

منذ بدايه عام ١٩٨١م وحقول المياه الجوفيه/تمد مدينه عدن بالمياه والتي تتركز في الجزء الجنوبى من دلتا لحج تعاني نفس المشاكل التي يعاني منها حوض صنعاء وحيث وقد تعرضنا اعلاه لمشاكل حوض صنعاء فاننا نتعرض هنا لاحداث ومشاكل حوض دلتا لحج ، وادى تبن .

٥ - ٢ : تطورات الاحداث في دلتا تبن - لحج:-

يتم امداد مدينه عدن بالمياه الجوفيه من ثلاثه حقول رئيسيه وهي :- حقل الشيخ عثمان ، بئر احمد ، وبئر ناصر.وعلى بعد ١٢ كم من مدينه عدن وهذه الحقول تقع في دلتا تبن وفي الطبقه الرسوبيه (الالوفيوم) وقد تطورت ابار هذه الحقول على النحو التالي:-

كان عمق الابار قبل عام ١٩٦٧م في جميع الحقول يتراوح بين ٥٠-٦٠م وقليله العدد ومجهزه بالمضخات الكهربائيه ذات انتاجيه لا تزيد عن ١٠لتر/ثانيه وفي بدايه عام ١٩٧٥م وعلىالطلب المتزايد على المياه الجوفيه نتيجه تزايد الكثافه السكانيه في عدن اثر الهجره الشديده من الريف الى المدينه ، وكذا بناء المشاريع الزراعيه والصناعيه في عدن ومنطقه الدلتا نفسها بدء مستوى المياه في جميع الابار ينخفض وبصوره شديده . وللخروج من هذه الوضعيه قامت الهيئه العامه للمياه بحفر ابار جديده لحل الازمه ولكن بناء المزارع واستصلاح الاراضي الجديده في منطقه الدلتا نفسها وبدون تخطيط او تنظيم ادى الى استنزاف كميات كبيره من المياه وادى هذا الاستنزاف الى ظهور الوضع الحرج في بدايه الثمانينات وبالتحديد ٨١ - ١٩٨٢م .مما ادى الى صدور قانون حمايه هذه المنطقه منالحفر عدى الابار الاستبداليه وفي الاعوام ٨٢ -١٩٨٤م قامت الهيئه العامه للمياه بحفر ابار استبداليه باعماق وصلت ١٥٠ الى ٢٠٠ متر ، والبحث عن مصدر اخر وذلك بدراسه الجزء الشمالى من الدلتا وكذا الجزء الشمالي من دلتا ابين وقد كانت النتائجايجابيه في دلتا ابين وهذا يعتبر المصدر المستقبلي لامداد مدينه عدن بالمياه من دلتا ابين والتي تبعد حوالى ٥٠كم عن عدن وهي منطقه الميوح والروى وذلكبحفر ابار عميقه تصل الى ٣٠٠ متر في الالوفيوم حتى الحجر الرملى

يتبع /١٠/ ....

حقول المياه الجوفيه التى تمد مدينة عدن ونواحيها بمياه الشرب كون هذه الحقول تعاني من نفس المشكله التى يعاني منها حوض صنعاء مع أختلاف التكوين الجيولوجي والظروف الهيدروجيولوجيه بينهما . وحتى نكون أكثر الماما وقبل الدخول في مشكلة مياه عدن سنبدأ بلمحه هيدروجيولوجيه مختصره عن مصدر مياه عدن .

يعتمد الشطر الجنوبي من الوطن كما هو الحال بالنسبه للشطر الشمالي بشكل أساسي على المياه الجوفيه ومياه الامطار الموسميه لمختلف الاغراض من شرب وري وصناعه نظرا لعدم وجود مياه سطحيه مستمره كالانهار والبحيرات الحلوه .

وهنا وقبل الحديث عن مصادر المياه الجوفيه يجب أن نشير الى أهم مشكله تواجه المهندسين العاملين في الشطر الجنوبي وهي عدم وجود دراسات دقيقه عن المياه الجوفيه في معظم المناطق عدى في بعضالاوديه الرئيسيه التى تتركز فيها الكثافه السكانيه والزراعيه مثل دلتا تبن ودلتا أبين والجزء الممتد من مدينة تريم الى مدينة القطن في وادى حضرموت مع الاشاره الى أنه حتى هذه الدراسات في تلك المناطق تتطلب اعادة الدراسه والتحرى لتكون أكثر دقه وشموليه لكل مواصفات الطبقات المائيه فيها .

٤ - ٢ - وادى تبن - دلتا لحج :-

قبل وصول وادى تبن الى مصبه في خليج عدن يكون دلتا كبيره وواسعه تسمى دلتا لحج وتتركز فيها حقول المياه الجوفيه التى تمد مدينه عدن ونواحيها بالمياه للشرب والرى والصناعه اما التكوين الليثالوجي لهذه الدلتا فتتكون اساسا من المواد الرسوبيه المنقوله (ترسبات الاوريه) وهذه الرسوبات هي الطمي والنيس والحصى عدى الجزء الشمالي من الدلتا حيث يظهر على سطح الارض الصخور البركانيه والبحيريه (تكوين عمران) والحجر الرملى (الطويله) مع الكنجلوميرات .

سمك الطبقه الرسوبيه الالوفيوم يصل الى ٢٥٠ متر وتقل هذه السماكه كلما اتجهنا الى الشمال وقد اظهرت الدراسات الهيدروجيولوجيه التى تمت حتى الان ان الطبقه المائيه الاساسيه والتيمكن استغلالها هي طبقه الالوفيوم والتي تتكون اساسا من تبادل عدة طبقات مائيه يتعذرتحديدها نتيجه التبادل الهيدروليكي (Hydrol. conn) بين هذه الطبقات وهذا ما اظهرته نتائج حفر الابار العميقه (١٥٠-٢٠٠ متر) حيث كانت الطبقات الطينيه العازله تتفاوت في سمكها من بئر الى اخر مع عدم ظهورها في ابار اخرى وعلى نفس الاعماق والمستوى .

١ ـ الحظر الفورى لأى حفر أو تعميق للأبار في الحوض واعادة النظر في منطقة الحمايه لزيادة مساحتها والعمل على وضع خطوط حمراء في حوض صنعاء تحدد وتشير الى المناطق الاكثر حرجا في الحوض لمنع الحفر والتعميق مهما كانت الظروف بل والى تقنين انتاجية الآبار المحفوره في هذه المنطقه أن أمكن .

٢ ـ القيام بدراسات عميقه لحوض صنعاء بهدف البحث عن مصادر مياه جديدة وفى المناطق ما حول حوض صنعاء وللهدف نفسه .وحيث يوجد الحجر الرملي ـ كحلان على أعماق ليست كبيره .

٣ ـ بناء السدود والحواجز في مجارى الاوديه للمساعده على تنشيط تسرب المياه السطحيه كتغذيه صناعيه لحوض صنعاء .

٤ ـ تشجيع وحث المزارعين على أستخدام طرق الري الحديثه مثل الري بالتقطير والرش والذى يستهلك كميه قليله من المياه حيث أن أغلب الزراعه المنتشره في حوض صنعاء ذات طابع خطي مثل الفواكه والخضار وكذا استخدام القنوات المبطنه والانابيب للتغلب على فقدان المياه .

٥ ـ الاداره العقلانيه لاحتياطي المياه الجوفيه ومراقبة الضخ من الآبار المحفوره بحيث يكون في حدود الحاجه للرى والاستخدامات الصناعيه وعدم التبذير أو زيادة الاراضي الزراعيه أو استصلاح أراضي جديده في حوض صنعاء الا في حالة زيادة المورد المائي الذى من الممكن أن يلبي الطلب والحاجه .

٦ ـ في حالة الضروره القصوى وتحصل أحد المواطنين أو المؤسسات الصناعيه من القطاعين العام والخاص أو المشترك على ترخيص حفر أو تعميق بئر يجب أن يكون تنفيذ هذا العمل تحت اشراف المهندسين المختصين من قبل الاداره المائيه حتى يتم الالتزام بما صرح به من عمق وانتاجيه .

٧ ـ الزام ملاك الحفارات بعدم الحفر أو التعميق في حوض صنعاء لأى جهه حكوميه كانت أو شعبيه الا بتصريح رسمي من الاداره المائيه المختصه وأن لا ينفذ أى عمل مصرح الا تحت اشراف وتوجيه المهندس المشرف من قبل الاداره المائيه .

٣ ـ ٢ ـ مياه مدينة عدن :ـ

تعتبر مدينة عدن ثاني مدن اليمن بالنسبه للكثافه السكانيه وسنتطرق هنا الى

يتبع /٨/.....

ان هناك اسبابا ادت الى هذا الهبوط الكبير وتتمثل هذه الاسباب في دخـــول تكنولوجيا الحفر والضخ الحديثه الى البلد في النصف الثاني من السبعينات،والحفر بدون رقابه مبكره ونتيجه لذلك فقد استقل المواطنين واصحاب الاراضي هـــــــذه التكنولوجيا الحديثه في حفر ابار كثيره وبدون تنظيم وذلك بهدف الري وبيع المياه وهذه الابار تزيد كل عام ويقومون بتعميقها مع كل انخفاظ في منسوب المياه فيهـــا. وهذا ادى الى استغلال مياه حوض صنعاء بدون تحكم وبطريقه مبذره وهذه ما تدل عليـه نتائج الضخ في الفتره الواقعه بين ١٩٧٢م- ١٩٧٩م والفتره الواقعه بين ١٩٧٩م الـــى ١٩٨٥م حيث بلغ انخفاض منسوب المياه خلال الفتره الاولى ٨٦ر٠-٧٥ر١ متر/سنه وخـــلال الفتره الثانيه بين ٣-٥ متر/سنه واما الانخفاظ الكلي في منسوب المياه الجوفيه فـــي صنعاء في الفتره ١٩٨٣م-١٩٨٧م فقد كان ٤٣ متر بمعدل انخفاظ سنوي لهذه الفتره ٦ر٨ متر/سنه ويضاف الى تلك الاسباب الاتي :-

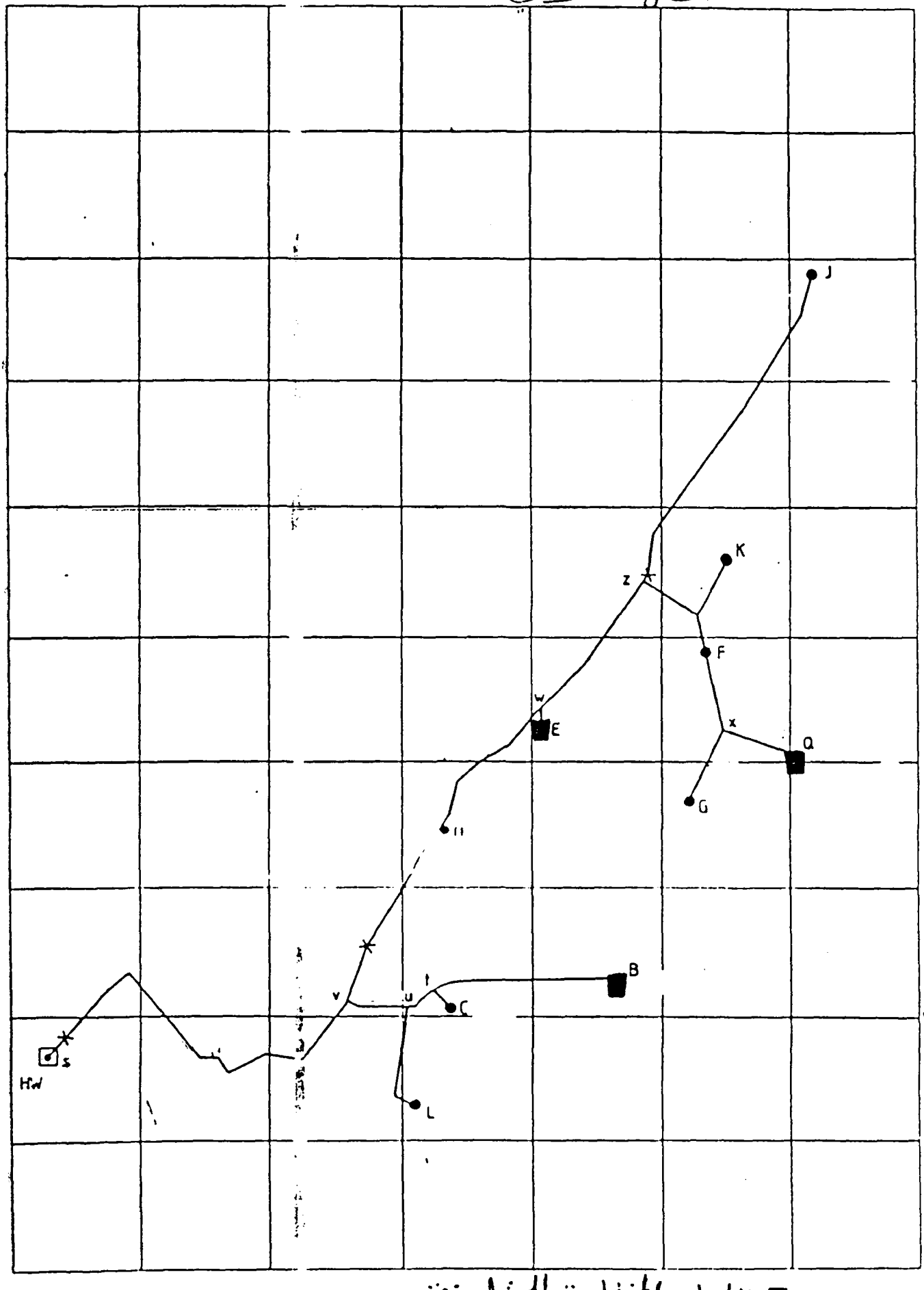
- الانخفاظ الطبيعي لمستوى المياه الجوفيه نتيجه لشحة الامطار خلال الاعوام السابقه مع العلم ان منسوب المياه في الحوض لا يمكن ان يستقر لا اذا تحسنت نسبه التغذيه وتتناسب مع الاستهلاك في الحوض .
- الضخ المتزايد والعشوائي والغير منتظم او مراقب للمياه الجوفيه من قبـــل المواطنين للاستخدام في الزراعه والتجاره .

واذا نظرنا الى كميه المياه المسحوبه من الحوض نجد انه ارتفع من ٨٠ لتر/ثانيـــه في عام ١٩٧٢م الى ١٠٠٠ لتر/ثانيه في العام ١٩٨٣م اى حوالى ١٣ ضعفا خلال العشر سنـوات المذكوره وهذا يعادل اكثر من ثلاثه اضعاف الكميه التى تضخ حاليا لصالح مشروع ميـــاه صنعاء والمقدره بحوالي ٣٢٠ لتر/ ثانيه ، ولا يفوتنا هنا ان نشير الي ان عدد الابـــار الاهليه وخاصه الابار التي تحفر للاغراض الزراعيه تتزايد بشكل مضطرد حيث ان الاهالـــي اليوم وبحكم وسائل الحفر والضخ المتقدمه والمتطوره اصبحوا اكثر ديناميكيـــه مـــن الموسسه العامه للمياه والمجاري ، حيث يضخوا حاليا كميات كبيره من المياه الجوفيـــه المخزونه من اعماق بعيده في طبقات الصخور الرسوبيه هذا ادى ويودى الى انخفاظ الميـــاه الجوفيه الامر الذي ادى الىتوقف معظم ابار الموسسه العامه للمياه والمجاري وانخفـــاظ انتاجيه بعضها عن ما كان عليـــه .

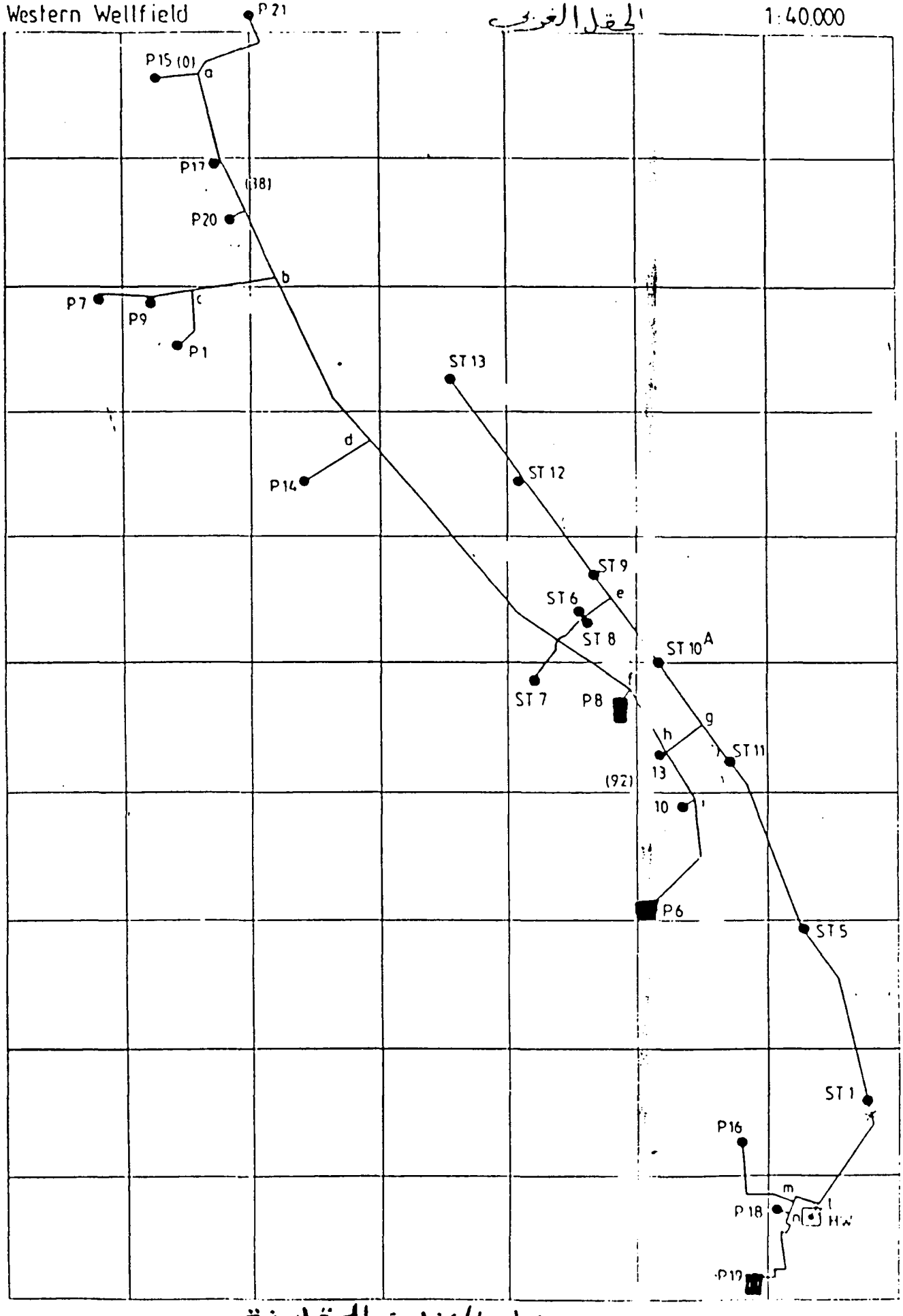
٢ - ٢ : مقترحات للخروج من الوضعيه الراهنه لحوض صنعاء :-

للخروج من هذا الوضع الحرج لحوض صنعاء المائي وحفاظا على هذه الثروه الطبيعيـــــه والاستراتيجيه فانه يجب الاسراع في عمل الاتـــي :-

Eastern Wellfield الحقل الشرقي 1:40.000



■ الآبار المختارة للمقارنة.


Western Wellfield
الحقل الغربي
1:40.000
P21
P15 (01)
a
P17
(38)
P20
b
P7
P9
c
P1
ST 13
d
P14
ST 12
ST 9
ST 6
e
ST 8
ST 10A
ST 7
P8
g
h
ST 11
13
(92)
10
P6
ST 5
ST 1
P16
m
P18
n
H.W
P19
الابار المختارة للمقارنة

جدول هبوط منسوب المياه الجوفيه في بعض الآبار المختاره في الحقلين الغربي والشرقي بحوض صنعاء

الرقم	البئرالمختاره	منسوب الماء الساكن عام ١٩٨٣م	منسوب الماء الساكن عام ١٩٨٧م	مقدارالهبوط في ٥ س / م	معدل الهبوط في البئرم/س	معدل الهبوط العام م / س
أ	الحقل الغربي :					
١	P6	٥٩ر٨	١٠٠ر١	٤٠ر٣	٨ر١	
٢	P8	٤٢ر٨	٩٤ر٣	٥٠ر٥	١٠ر٣	
٣	P19	٦١ر٣	١٠٢ر٥	٤١ر١	٨ر١	
ب	الحقل الشرقي:					
١	E	٧٢ر٨	١١٧ر٥	٤٤ر٧	٨ر٩	٨ر٦
٢	B	٨٥ر٣	١٢٣ر٧	٣٨ر٤	٧ر٧	
٣	Q	١٠٠ر٨	١٤٣ر٨	٤٣ر٠	٨ر٦	

واذا نظرنا الى الجدول أعلاه نجد أن معدل الهبوط العام في الآبار المختاره يبلغ حوالي ٤٣ متر خلال خمس سنوات أى بمعدل سنوى قدره ٨ر٦ متر / سنه وهذا الهبوط يعتبر كبيرا وخطيرا اذا نظرنا الى الفتره الزمنيه القصيره من عمر الآبار المحفوره والتى تعتمد عليها العاصمه صنعاء .

وعلى هذا الاساس فان الآبار التى حفرت الى عمق ٤٢٠ متر وهو أقصى عمق واخترقت كل طبقة الحجر الرملي (الطبقه المائيه الرئيسيه) وفي حالة اعتبار أن معدل منسوب الماء الساكن في الآبار الحديثه حاليا هو ١١٣ متر ومعدل الهبوط السنوى ٨ر٦ متر / سنه فانه وفي حالة استمرار الاستنزاف من حوض صنعاء بهذه الطريقه ومع ضعف التغذيه فان حوض صنعاء سيستمر في العطاء حوالي ٣٠ سنه في أفضل الحالات تفاوتا . ومن هنا تظهر خطورة الوضع وأهمية وجود اجراءات عملية سريعه للحفاظ على ما تبقى من المياه في الحوض والاسراع في وضع الدراسات والبحث عن مصادر جديده لامداد مدينة صنعاء بمياه الشرب على المدى البعيد .

يتبع /٦/٠٠٠٠

١ ـ ٢ ـ مياه صنعـــــــاء :ـ

أن الوضع الحالي لمشروع مياه صنعاء خطيرا جدا فالمدينه تعتمد على آبار انتاجيه عميقه ومجهزه بالمضخات الكهربائيه غاطسه تقع في الطبقه المائيـــــه الرئيسه في حوض صنعاء والمكونه أساسا من طبقة الحجر الرملي (الطويله) والذى يبلغ متوسط سماكتها ٢٥٠م واذا ما نظرنا الى الابار التى حفرت في المرحلـــه الثانيه والتى بدء العمل فيها عام ١٩٨٢م ،والمحفوره في الطبقه الرئيسيـــــه والتى يتراوح عمق الابار فيها من ٢١٠ ـ ٢٥٠ متر نجدها قد اصبحت في العـــــام ١٩٨٦م غير قادره على العمل نتيجه الهبوط الشديد في منسوب المياه فيها الـــى مستوى المضخه ، واذا نظرنا الى فتره الاستغلال الاقتصادى لتلك الابار فانهـــــا لا تزيد عن خمس سنوات وهذه الخمس سنوات من ناحيه فنيه قليله جدا بالنسبه لعمر اي بئر ،ولكن الخطا لا يصبح هنا فنيا بحتا بل هناك عوامل اخرى مهمه وخطيره ادت الى مثل هذا الهبوط وهى الاستنزاف المستمر والمتزايد مع تطور التكنولوجيا ممثلا في معدات الحفرالحديثه التى ترفع المياه من اعماق كبيره وادخال الوسائل الصحيه الحديثه في المنازل والمرافق العامه وعدم استخدام وسائل الري الحديثه ...الـــخ

وللخروج من هذه الوضعيه الخطيره لمشروع مياه صنعاء قامت الموسسه العامـــه للمياه والمجاري في عام ١٩٨٧م بتنفيذ مشروع اسعافي موقت لمدينه صنعاء يتمثـــــل في حفر وتجهيز ١٣ بئر انتاجيه عميقه باعماق فعليه بين ٢٢٠ـ٤٢٠ متر وهذا العمـــق بهدف اختراق كل طبقه الحجر الرملي (الطويله) في حوض صنعاء وعند مقارنه بعـــض النتائج لهذه الابار مع ابار المرحله الثانيه والمستبدله بالابار الحديثه مثـــــل مستوى الماء الساكن نجد ان الهبوط كبير جدا في فتره زمنيه لا تزيد على خمس سنـــوات كما يوضح الجدول رقم (١) مع العلم ان الابار التىاخذت للمقارنه اخذت على اســـاس انتشار الابار في كل مساحه الحقول بمسافات تسمح قدر الامكان تغطيه مساحه الحقـــل وتعكس كل مواصفات الطبقه المائيه في الحقل المعنـــي .

يتبع /٥/....

الجوفيه ، التى تعتمد في تغذيتها على الامطار مثال أحواض المياه الجوفيه في كل اليمن ومن هنا وللاسف الشديد فانه في الواقع أن هذه الثروه التى تشكل أهم الثروات الطبيعيه على الاطلاق كثيرا ما يتم تجاهل عاملي النضوب والتلوث في حياة هذا المورد الطبيعي مع العلم أنه يجب علينا أن نعرف جيدا أنه اذا نضبت أو تلوثت المياه الجوفيه فاننا نكون قد خسرناها الى الابد .

واذا نظرنا الى الدول والشعوب التى أدركت وتدرك أهمية الثروه المائيه كأهم ثروة طبيعيه وتعني خطورة نضوبها وتلوثها فقد سارعت تلك الدول الى تصنيف الموارد المائيه كمورد أستراتيجي ، ونتيجة هذا التصنيف الاستراتيجي للثروه المائيه عملت هذه الدول على سن التشريعات والقوانين والمحضورات لحماية هذه الثروة الطبيعيه والحفاظ عليها من الاستنزاف والتلوث ورسمت الخرائط المختلفه والتى تحدد بموجبها كمية المياه التى يمكن استخراجهاللاغراض المختلفه وتكون هذه المحضورات أكثر شده في الاحواض الاستراتيجيه ذات الاستنزاف الشديد مثل أحواض صنعاء ودلتا تبن ودلتا أبين مهما كان المردود الاقتصادى للاستثمارات المائيه فيها خاصه اذا كانت تلك الاحواض تعتبر الممول الوحيد حاليا لمياه الشرب للمدن الكبيره وذات النمو السريع والمستمر كمدينة صنعاء وعدن وغيرهما من المدن اليمنيه .واذا نظرنا الى صنعاء أولا وهي أكبر المدن اليمنيه وعاصمة دولة الوحده فان حركة النمو/ الوتيرة العاليه من الناحيه العمرانيه والسكانيه والصناعيه والزراعيه أدت الى الارباك العام في المؤسسات الخدميه وادى ذلك الارباك الى عجز تلك المؤسسات من مواكبة هذا النمو السريع في العاصمه خاصه الامداد بمياه الشرب وهي أهم عنصر لتطور أي مجتمع .

وعلى ضوء ما سبق يمكننا الخوض في أحد عناصر الخدمات العامه والذى يشكل العمود الفقرى لنمو وتطور مدينة صنعاء الحضارى وهو ماء الشرب ونوضح مايعانيه حوض صنعاء المصدر الرئيسى والوحيد حاليا لامداد صنعاء بالمياه الصالحه للشرب غير أن الوضع مشابه وبدرجات متفاوته في الاحواض الرئيسيه الاخرى في اليمن رغم أن حوض صنعاء قد كثر الحديث حوله نظرا لأهميته ولحالته السيئه حاليا والتى تبشر بالخطر اذا لم نتلافى هذا الخطر الذى يهدد الحوض بالنضوب .

ونحن اذ نبدأ بمشكلة توفير المياه للعاصمه أولا فلنا عوده الى مشكلة توفير المياه للعاصمه الثانيه عدن والتى تعاني من نفس المشكله .

يتبع /٤/٠٠٠

مع ضروره الاهتمام بمختلف التقنيات التي تساعد على تقنين استخدام المياه سواء في الاستخدام المنزلي والمرافق العامه او في الزراعه والصناعـــه ٠

ليس هنالك الى حد الان دراسات جيولوجيه وهيدرولوجيه شامله على مستوى اليمن تحدد المصادر الطبيعه وبالذات الموارد المائيه بل هنالك دراسات متفرقه ومشتتـــه لمناطق متباعده ومنفصله في مختلف مناطق اليمن ، كما ان تلك الدراسات متباينـــه من حيث الدقه والتفصيل فهناك دراسات تفصيليه الى حد ما للمياه السطحيه في سهـــل تهامه (ليس هنالك دراسات هيدرولوجيه للمنطقه) وهنالك دراسات للمياه السطحيـــه لاوديه بنا، تبن ، ووادي حضرموت ولكن لا توجد دراسات هيدروجيولوجيه دقيقه لهـــذه الاوديه وهنالك بعض الدراسات التفصيليه الشامله الى حد ما لحوض صنعاء والروافـــد المغذيه له وكذلك في دلتا تبن ودلتا ابين والمنطقه ما بين تريم والقطن من وادي حضرموت بالرغم من تفاوت معطيات نتائج هذه الدراسات ، غير ان هنالك طموحات ومشاريع موضوعه على مستوى المستقبل والقريب والمنظور منها تصحيح واستكمال الدراسات السابقه وحتـــى تحققتلك المشاريع نامل ان تحقق في اسرع وقت ممكن فهنالك مشاكل حادة واخطار محدقـــه تتمثل في استنزاف بعض الاحواض المائيه مثل حوض صنعاء وحوض صعده وحوض دلتا تبن ودلتا ابين وذلك نتيجه لكثافه الحفر العشوائي واستهلاك المياه بطريقه مبذره سواء في الزراعه او الاستهلاك الادمي في المنازل والمرافق العامه.ونتيجه التزايد السكاني والتوسع العمراني في تلك المناطق او المناطقالتي تمدها هذه الاحواض بالمياه مثل دلتا تبن (حوض بير ناصر)ومدينه عدن. وهنالك بعض الدراسات التي تشير الى الانخفاض الكبير في مناسيب المياه في الاحواض المذكوره وغيرها خلال السنوات العشر الاخيره بالاضافه الى عجز في تغذية تلك الاحواض نتيجه لشحـــه الامطار والزياده في استخراج المياه ٠

٢ ـ المياه الجوفيه ومشاكلها في اليمن :ـ

المياه الجوفيه مورد طبيعي لا يقدر بثمن خصوصا حيث ندره او عدم وجود المياه السطحيه مثل البحيرات والانهار والينابيع الغزيره المستمره الجريان وتعتبر/ضمن اليمن هذا التقسيم لعـــدم وجود مياه سطحيه مستمره فيها ٠ ولكن هل نعرف فعلا كيف نحافظ على هذه المياهالجوفيه ونحميها من النضوب والتلوث ٠

فالمياه كما هو معروف هي تلك المياه الجوفيه العذبه التي تتجمع في الطبقات تحـــت سطح الارض وباعماق مختلفه والتي تقدم للانسان موردا هاما وحيوي لجميع مظاهر الحياه على الكره الارضيه ، ولكن التلوث والاستعمال الغير المنظم يهددان مصير الخزانات الطبيعيـــه للمياه الجوفيه فلذا تعتبرتلك الظاهره اكثر واشد وطئه على الاحواض المائيـــه

يتبع / ٣ / ٠٠٠٠

١- المقدمـــــــه :-

من المعروف ان الجزيره العربيه بشكل عام واليمن بشكل خاص تقع ضمـــن حزام المناطق الجافه والاراضي القاحله والتى تفتقر الى كميه الهطول المطـــري عليها حيث تتفاوت كميه الامطار ١٥٠-٢٠٠مم في المناطق الشماليه والشماليـــــه الشرقيه والمناطق الشرقيه اما في بعض المناطق الجبليه وبالذات في الهضبـــه الوسطى من اليمن فبين ٦٠٠-٨٠٠مم في المناطق الوسطى بمحافظات اب ،تعـــــــز، ومناطق الضالع ويافع ومكيراس .

كما ان التضاريس (الجيومورفولوجيا) يلعبا دورا رئيسيا في تكوين الوديان والروافد التى تعتبر الوسائل الرئيسيه لتجميع وسريان مياه الامطار عبرها مـــن المناطق الجبليه الى المناطق المنخفضه في مختلف الاتجاهات ،حيث يتسرب بعـــض هذه المياه الى الطبقات العميقه مشكله بذلك الاحواض المائيه المختلفه.وكما هـو معروف فان هناك مجموعه من الوديان تصب باتجاه الغرب في سهل تهامه مثل وادي مور وادي زبيد،ورماع ،وهناك اوديه تصب في اتجاه الجنوب مثل وادي بنا ،تبن، احـــــور ووادي عزان ومسيله ومعادن .

وهذه الاوديه تاخذ مجراها الى خليج عدن وبحر العرب ،وهناك اوديه تصب فـــي اتجاه الشمال الشرقي في رمله السبعتين والربع الخالي مثل وادي الجوف، ذنـــــه بيحان،مرخه ،ووادي حضرموت . وهناك اوديه تصب في اتجاه الشمال في صحراء الربـــع الخالي مثل اوديه منطقه ثمود وشمال المهره .

كل هذه الاوديه وروافدها بالاضافه الى بعض الروافد الداخليه التى تغـــــذي الهضبه المركزيه الوسطى من اليمن تعتبر المصدر الرئيسي بل الوحيد لتغذيه الطبقات المائيه الجوفيه بمختلف اعماقها وتكويناتها ،مما يجعل اليمن يعتمد اساسا علـــى المياه الجوفيه كمصدر استراتيجي لمختلف الاغراض ابتداء باغراض الشرب في المـــدن الرئيسيه والارياف وكذا اغراض الزراعة والصناعة ... الـــخ

وهذا يتطلب الاهتمام بدراسه الموارد المائيه سواء السطحيه او الجوفيه علـــى مستوى اليمن والعمل على ترشيد استخدامها وتطويرها وظرورة وضع استراتيجية مائيـه شاملة تخضع لها كل الخطط والمشاريع التنمويه في مختلف مناطق اليمن على ضوء مـــا هو متاح من تلك الموارد المائيه وهذا يتطلب في النهايه وضع تشريعات مائيه شامله اخذين بعين الاعتبار محدوديه الموارد المائية بالاضافة الى الاعراف والتقاليـــــد والاولويه في استخدام المياه لاغراض الشرب اولا فالزراعه ..... الـــخ .

يتبع /٢/....

بسم اللـــه الرحمن الرحيـــــم

الجمهوريه العربيه اليمنيـــــه
وزارة الكهرباء والمياه
المؤسسه العامه للمياه والمجارى
ادارة المياه الجوفيه

(وجعلنـــا من الماء كل شيء حي)

صدق اللـــه العظيـــم

الموارد المائيـــه والحفاظ عليهـــــا من النضـــوب والتلـــوث السيـــاســـة والتشريـــع المائـــى

(خطـــوط عامـــه)

اعداد:
مهندس هيدروجيولوجـــــى
حسن عمر الشيخ
حســـن عمـــر الشيـــخ

صنعاء أغسطـــس ١٩٨٩م

المصادر المائيه المتاحه - ويساعد على ايجاد الوسائل والجهات المطلوبه لتنفيذ ذلك القانون .

وسوف يدرس المشروع بالتفصيل الجوانب التخطيطيه للمصادر المائيه المتوفره وجميع الاحتياجات الاداريه للقطاعات المائيه - وذلك بعد اكمال دراسات المصادر المائيه والمواضيع الاقتصاديه والاجتماعيه الجاريه حاليا - بالاضافه الى الدعم الاستشاري للحكومه في اعداد الخطه الانمائيه المتعدده للبلاد .

٤ : نشاطات المشروع المساعد للسكرتاريه الفنيه :

يتم تنفيذ نشاطات المشروع حسب الخطه العمليه المتفق عليها .

وقد بدأ الخبراء والمستشارون اعمالهم في المشروع في عام ١٩٨٩م - وقد تكاملت اعدادهم حاليا ولم يتبقي سوي بعض الخبرات التي تتطلب اليها بعض مجالات المياه .

وكما ذكرنا سابقا فان نشاطات المشروع سوف تنتهي في يوليو ١٩٩٢ . ومن المتوقع ان يستكمل المشروع في غضون هذه المده اعداد التقييم المفصل للمصادر المائيه السطحيه والجوفيه مع مقترحات الخطه العمليه لتطوير واستخدام المصادر المائيه .

وقد قام المشروع حتي الان باكمال الحصر الهيدرولوجي الرئيسي لجميع شبكات المتابعه السطحيه المتواجده حاليا - بالاضافه الي ان تحليل البيانات المائيه وهطول الامطار توجد الان في مرحلتها المتقدمه . وهذا الي جانب عملية معالجة بيانات جريان المياه المسجله والتي ستبدأ قريبا - وذلك لاستكمال عملية تقييم مصادر المياه السطحية الحاليه .

ويتم في نفس الوقت اكمال المسح الرئيسي لمنشآت المياه السطحيه المتواجده علي اهم المواقع المائيه - وسوف يتم الاحتفاظ بالبيانات الاساسيه في بنك المعلومات الكمبيوتريه الموجوده في السكرتاريه الفنيه .

اما بالنسبه لتقييم مصادر المياه الجوفيه المتوفره في كل طبقه من الطبقات الحامله للمياه والوحدات الجيوغرافيه .

وفي هذا الصدد - سوف يتم القيام بتنفيذ تقنيات اعداد نماذج للمياه الجوفيه من قبل المشروع عن طريق الاستعانه بجهه تنفيذيه اخري علي شكل تعاقد فرعي .

ويمكن من خلال هذه النماذج المائيه تمثيل مجري التطورات التي تحدث في الطبقات المتعدده الحامله للمياه وتحت ظروف التطورات المختلفه .

وسوف يتم الاحتفاظ بهذه النماذج المائيه في نظام الكمبيوتر الخاص بالسكرتاريه الفنيه حيث يتم تحديثها مستقبلا حتي تتمكن من تمثيل ظروف التطورات الاختياريه .

وهناك شبكه كمبيوتر داخليه مترابطه مع بعضها لحفظ الملفات والوثائق اللازمه ومتوافقه مع IBM - بالاضافه الي كمبيوترات مستقله اخري لتحليل المعلومات .

ويشمل النظم الثانويه علي اجهزة تتضمن قواعد البيانات علي اختلاف جوانبها وبرامج تحليل المعلومات ونماذج تمثيل المياه السطحيه والجوفيه ونماذج اقتصاديه وغيرها من برامج الكمبيوتر الاخري التي يقوم بتشغيلها متخصصان يعملان في اعداد بنك المعلومات الخاص بالسكرتاريه الفنيه - بالاضافه الي تدريب الكوادر المحليه عليها .

كما يتم اجراء دراسات اقتصاديه واجتماعيه لتقييم المتاثيرات الاجتماعيه لتطورات المصادر المائيه مستقبلا وتحديد الاوجه الاختياريه لاستخدام المصادر المائيه في المستقبل - وسوف يتم قريبا الانتهاء من تحليل سياسات التسعير الامثل .

وتتم الدراسات المذكوره اعلاه بناء علي نتائج المسح الحالي لمتطلبات المياه علي مستوي البلاد والامدادات المائيه المتوفره .

وقد قامت السكرتاريه الفنيه باعداد مقترحات تشريعيه للمصادر المائيه وتقديمها الي الحكومه . وتم تقديم الوثيقه تحت عنوان - الخطوط التوجيهيه للسياسه المائيه - رسميا في يونيو ١٩٨٩م يشمل مواضيع عديده تتعلق بالمياه وبعد الانتهاء من المراجعه والتحرير مع وزارة الشؤن القانونيه في مارس ١٩٩٠ تعرض الوثيقه علي المجلس الاعلي للمياه للاطلاع عليها قبل تقديمها الي مجلس النواب للمصادقه عليها وتشريعها .

كما ان هناك قانون آخر تم اعداد كذلك بهدف تنظيم استخراج المياه الجوفيه واستغلالها . وسوف يتم اتخاذ الاجراءات اللازمه للعرض والمصادقه عليه مع الوثيقه القانونيه المذكوره اعلاه في وقت واحد .

وسوف يتم اجراء دراسات قانونيه يتم فيها جمع بيانات تفصيليه حول حقوق المياه العرفيه واستخدامات المياه التقليديه في البلاد - ومن خلال هذه الدراسات يمكن اعطاء المزيد من الايضاح للقوانين التي تنظم استخدام وادارة

مجال المياه الجوفيه والسطحيه واقتصاديات المياه والمصادر المائيه والتخطيط والتشريع المائي .

بالاضافه الي توفر وسائل الكمبيوتر في السكرتاريه الفنيه يمكنها من الاحتفاظ بالمعلومات اللازمه المتعلقه بالمصادر المائيه .

٢ : اهداف السكرتاريه الفنيه :

وكما أسلفنا ، فان الهدف من انشاء المجلس الاعلي للمياه هو المراقبه والمتابعه والتنسيق بين الجهات الوطنيه سواء كان لاغراض الري او الشرب او الصناعه - وكذا اعداد خطه السياسه العامه لتطوير المصادر المائيه المتواجده .

اما المهام التي سوف تقوم بها اللجنه فتتمثل بجمع وتدوين ونشر بيانات المصادر المائيه الشامله واعداد التقارير والتوصيات التي تساعد المجلس في اتخاذ القرارات اللازمه واستلام ومراجعة وتحليل البيانات المتعلقه بمصادر المياه - واعداد تقارير خطة المشروع والمعلومات العمليه الاخري - وتقديم المقترحات الواقعيه حول السياسات المائيه التي ينبغي ان يتبناها المجلس - وتعميم ومتابعة تنفيذ الدراسات المائيه بمستوي الوطن - واعداد التشريعات والقوانين المائيه التي يتبني المجلس استصدارها ضمانا لفعالية ادارة القطاع المائي - وتنفيذ توجيهات المجلس عندما يتطلب الامر ذلك .

كما تقوم السكرتاريه بمساعدة المجلس فنيا ليتمكن المجلس من القيام بالمسؤليات المناطه به من خلال اعداد خطة شامله للمصادر المائيه وسبل توزيعها وادارتها وصولا الي اعداد خطة للمصادر المائيه طويلة الامد .

وفي سبيل تحقيق المهام المذكوره اعلاه - فان المساعده الفنيه لبرنامج الامم المتحده الانمائي سوف يوظف في استكمال البيانات القاعديه المتعلقه بالارصاد الجويه والهيدرولوجيه والهيدروجيولوجيه والاقتصاديه الاجتماعيه واقتصاديات المياه والتشريعات المائيه علي مستوي الوطن - بالاضافه الي تطوير القدرات والكفاءات العمليه للكوادر المحليه العامله في السكرتاريه الفنيه في مجال تطوير مصادر المياه وادارتها - ومساعدة السكرتاريه في اعداد الخطه الشامله لتطوير وادارة المصادر المائيه .

الوضع الوظيفي والهيكلي التنظيمي للسكرتاريه الفنيه :

يوضح الكشف المرفق في ملحق رقم - ١ - الوضع الوظيفي للمجلس وسكرتاريته الفنيه ويشمل الكوادر المحليه والخبرات الاجنبيه .

اما الرسم الاتي : فهو عباره عن الهيكل التنظيمي التالي يتضمن الاقسام الاربعه التابعه للسكرتاريه .

مع العلم بانه ومع قيام الجمهوريه اليمنيه سوف تقوم الدوله باستعراض وضع المجلس الاعلي للمياه في القريب العاجل لاقرار المسؤليات الجديده والصلاحيات المخوله للمجلس .

الرسم رقم - ١ - الهيكل التنظيمي للسكرتاريه الفنيه :

المجلس الاعلي للمياه

ادارة التعاون الانمائي الفني للامم المتحده — وزارة الكهرباء والمياه — الجهاز المركزي للتخطيط

السكرتاريه الفنيه (١)

كوادر اداريـــــــه (٢)

قسم تحليل النظم — قسم الهيدرولوجيا — قسم الهيدروجيولوجيا — قسم الاقتصاد

(١) : مدير المشروع والمستشار الفني .
(٢) : الشؤن الاداريه والسكرتاريه والماليه .

بسم الله الرحمن الرحيم

نبذه تعريفيه بالمجلس الاعلي للمياه ومهام السكرتاريه الفنيه التابعه لهـــا

ا : الخلفيه التاريخيه :

لقد ادركت الحكومه اليمنيه النتائج السلبيه المترتبه علي عمليات الحفر العشوائي واستنزاف المصادر المائيه وعدم وجود خطه مدروسه تهتم بادارة المياه الجوفيه وذلك بعد التطورات الكبيره التي شهدتها البلاد في شتي نواحي الحياه منذ قيام ثورتها المباركه عام ١٩٦٢م . والنهضه الانمائيه الكبيره التي حدثت في البلاد خلال السبعينات . وحيث ان التطورات الانمائيه تتطلب توفير المياه الجوفيه لاغراض مختلفه - فقد بدأت المصادر المائيه تتأثر سلبا - الامر الذي جعل الجهات المختصه في نهاية السبعينات تتخذ بعض الخطوات العلميه لمعالجة المشكله بطريقه فعاله للحفاظ علي هذه الثروه الوطنيه الثمينه .

وبما ان القطاع المائي ظل مجزءا تحت العديد من الوزارات والمشاريع والدوائر الحكوميه التي تشترك في ادارة الجوانب المائيه الخاصه بها وتستخدم مصادر المياه الجوفيه والسطحيه بطريقه تفتقر الي برامج منسقه ، فقد قررت الحكومه انشاء جهه مركزيه تتولي مهمه التنسيق بين مختلف الجهات العامله في هذا المجال والمساعده في اعداد برامجها وخططها المائيه .

وعليه - تم انشاء المجلس الاعلي للمياه بموجب قرار رئيس الوزراء رقم ٢٦ صاده ٢ لعام ١٩٨١ . وذلك برئاسة وزير الكهرباء والمياه وعضوية ووكلاء الوزارات ومدراء عموم الجهات الحكوميه العامله في مجال المياه .

ونظرا لبعض المشاكل والقصور كعدم توفر الدعم الكافي في الجوانب الفنيه وخاصه فيما يتعلق بالخطه الوطنيه للموارد المائيه ودراسات المصادر المائيه والتشريعات المتعلقه بها وغيرها من المشاكل فان المجلس لم يستطيع ان يقوم بمهمة التنسيق بين الجهات العامله في مجال المياه وتوفير الخطه المركزيه المطلوبه وتنظيم ومراقبة استخدامات المياه في البلاد .

ولهذا - فقد قامت الدوله باعادة تشكيل المجلس في نوفمبر من عام ١٩٨٦م. بهدف التقويه واعطاء الصفه القانونيه التي يستحقها المجلس. وذلك برئاسة رئيس الوزراء وعضوية ثمانيه وزراء لوزارات تعمل في المجال المائي بصوره كليه او جزئيه .

ولم يتم اجراء تغيير هيكلي في المجلس - وانما تم تعزيزه بانشاء سكرتاريه فنيه حصلت علي دعم للتعاون الفني من البرنامج الانمائي للامم المتحده في عام ١٩٨٨م.

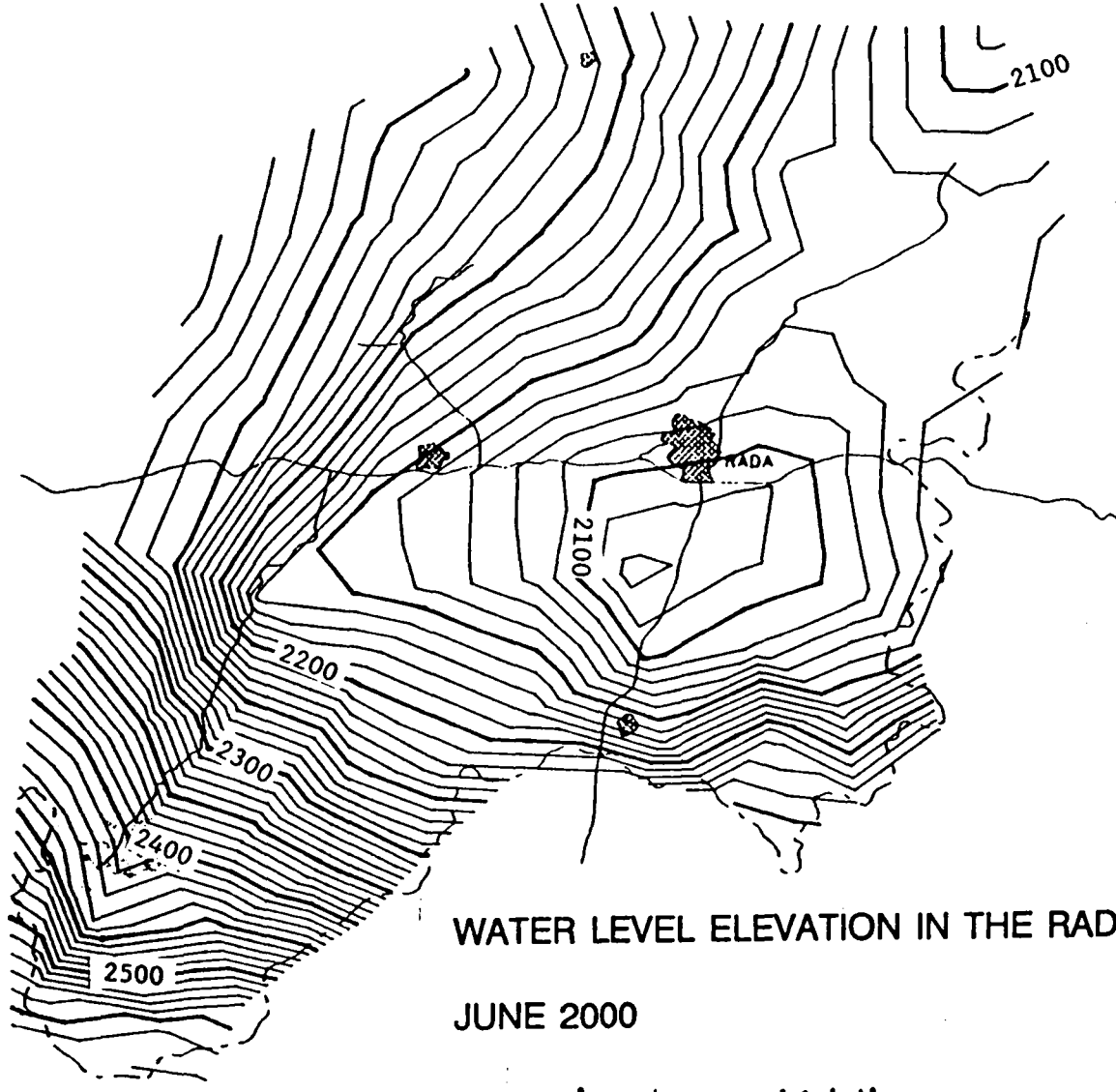
والمهمه الاساسيه التي تقوم بها السكرتاريه الفنيه هي دعم المجلس من النواحي الفنيه حتي يتمكن من اداء دوره في التنسيق بين النشاطات الخاصه بالمياه علي المستوي الوطني ومتابعتها ومراقبتها .

وعليه فان هذه السكرتاريه تتحمل مسؤلية اعداد خطوط السياسه العامه وخطط تطوير الموارد المائيه ذات الفترات المتوسطه والطويله . بالاضافه الي انه يتوقع ان تقوم بتجهيز الدراسات اللازمه ومتابعة الاعمال التي يقررها المجلس.

ورغم ان انشاء السكرتاريه كان قبل عام ١٩٨٨م الا ان عدد الخبرات العامله فيها محصوره في اضيق الحدود بالاضافه الي بعض الكوادر المعينه من قبل الدوله .

وقد بدأت توظيف المساعده الفنيه الموفره من قبل برنامج الامم المتحده الانمائي بصوره رسميه في شهر اغسطس من عام ١٩٨٨م بعد انشاء المشروع الذي اطلق عليه اسم مشروع مساعدة السكرتاريه الفنيه للمجلس الاعلي للمياه - وتنتهي فترة المساعده الفنيه في يوليو من عام ١٩٩٢ ويبلغ اجمالي المخصصات المالية للتعاون الفني ٧و٢ مليون دولار تشمل الخبراء والمستلزمات الاخري لتنفيذ المشروع الذي يعمل تحت اشراف ادارة التعاون الفني الانمائي للامم المتحده .

ويقدم هذا المشروع مساعده فنية للقطاع المائي عموما وللسكرتاريه الفنيه علي وجه الخصوص . كما ان هناك نشاطات تدريبيه ودراسات تخصصيه في

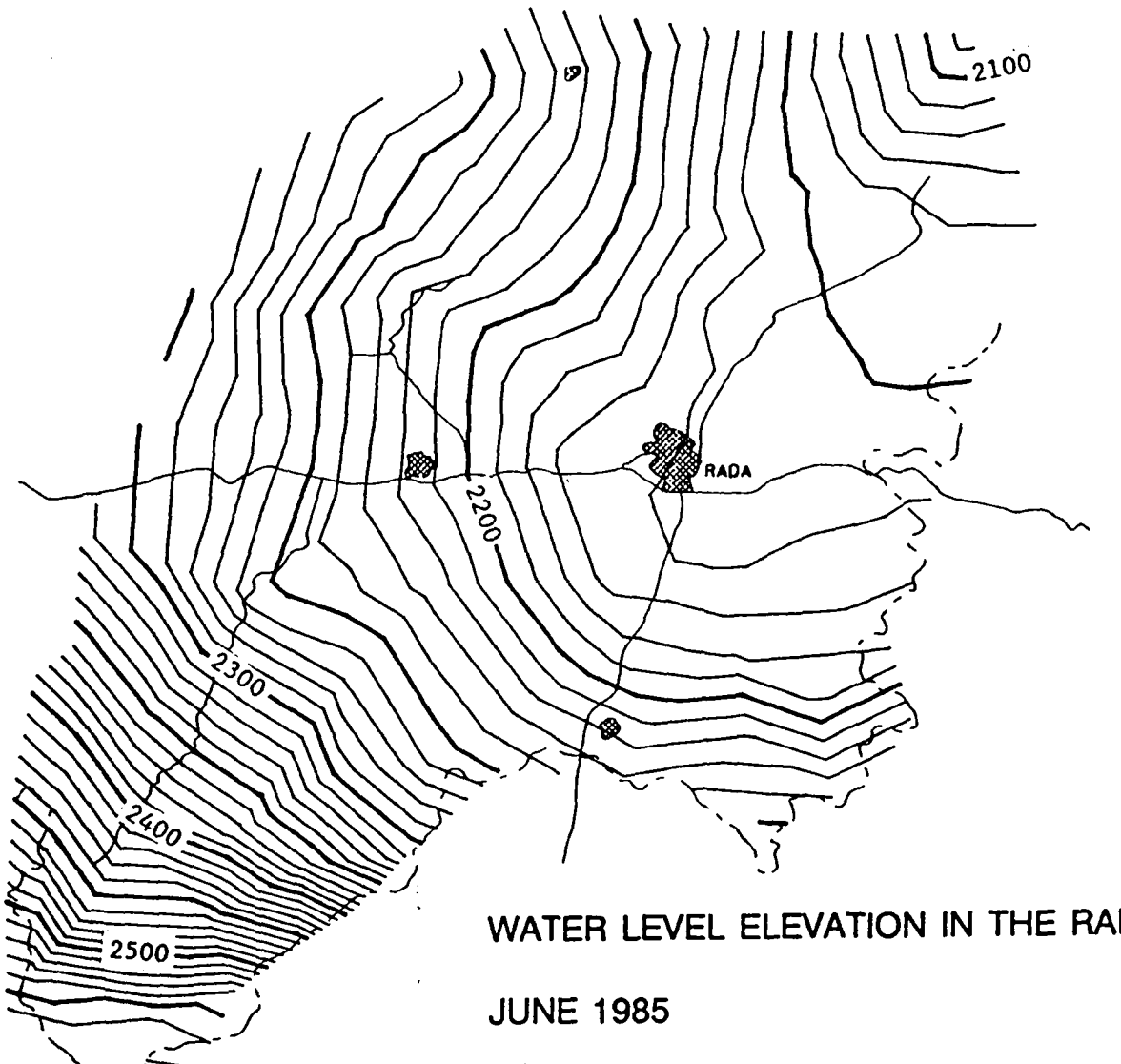


WATER LEVEL ELEVATION IN THE RADA BASIN

JUNE 2000

+ مستوى منسوب الماء في حوض رداع

يونيو عام ٢٠٠٠

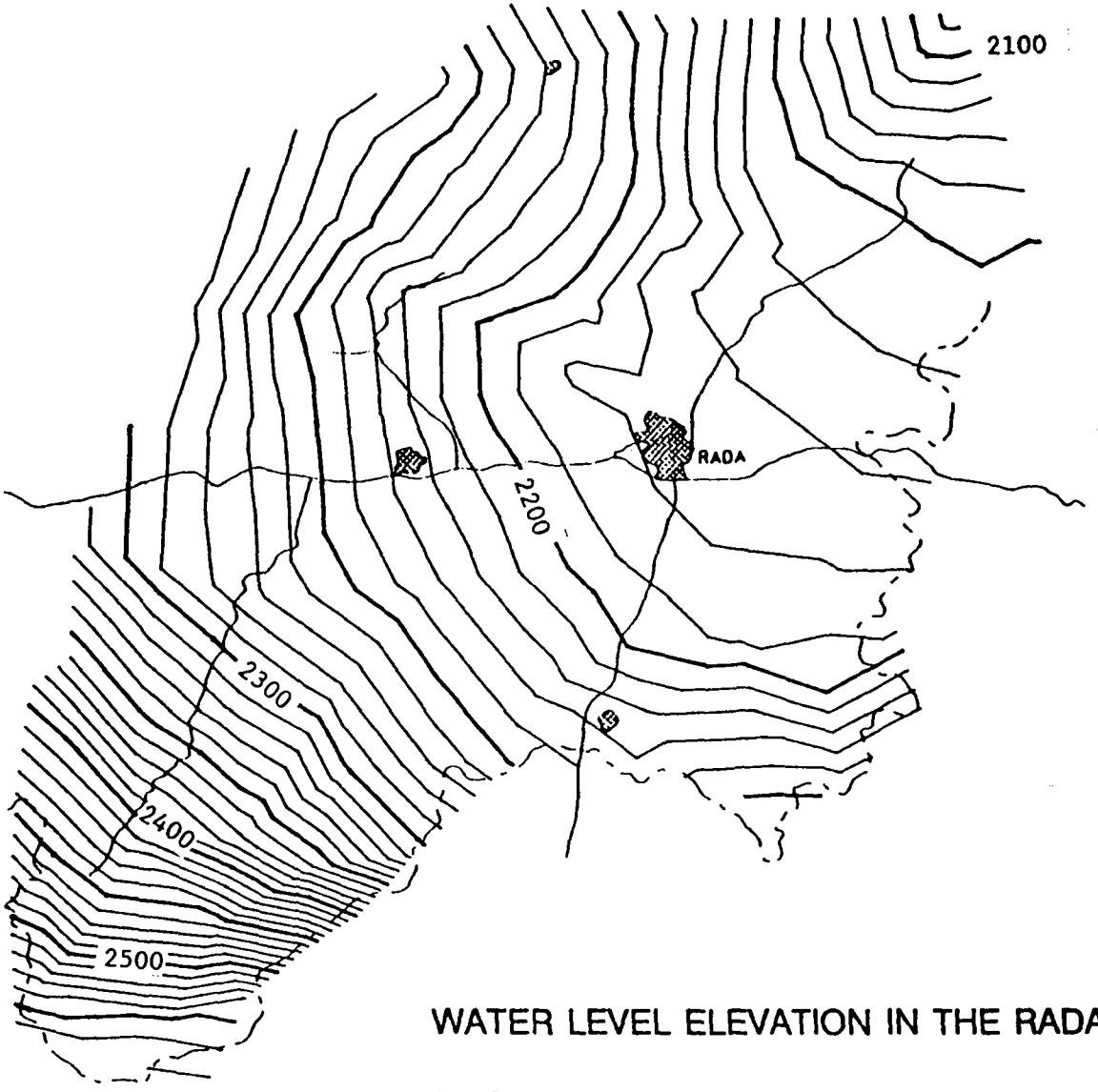


WATER LEVEL ELEVATION IN THE RADA BASIN

JUNE 1985

+ مستوى منسوب الماء في حوض رداع

يونيو عام ١٩٨٥ م



WATER LEVEL ELEVATION IN THE RADA BASIN

PRE-1980

+ مستوىمنسوب الماء في حوض رداع

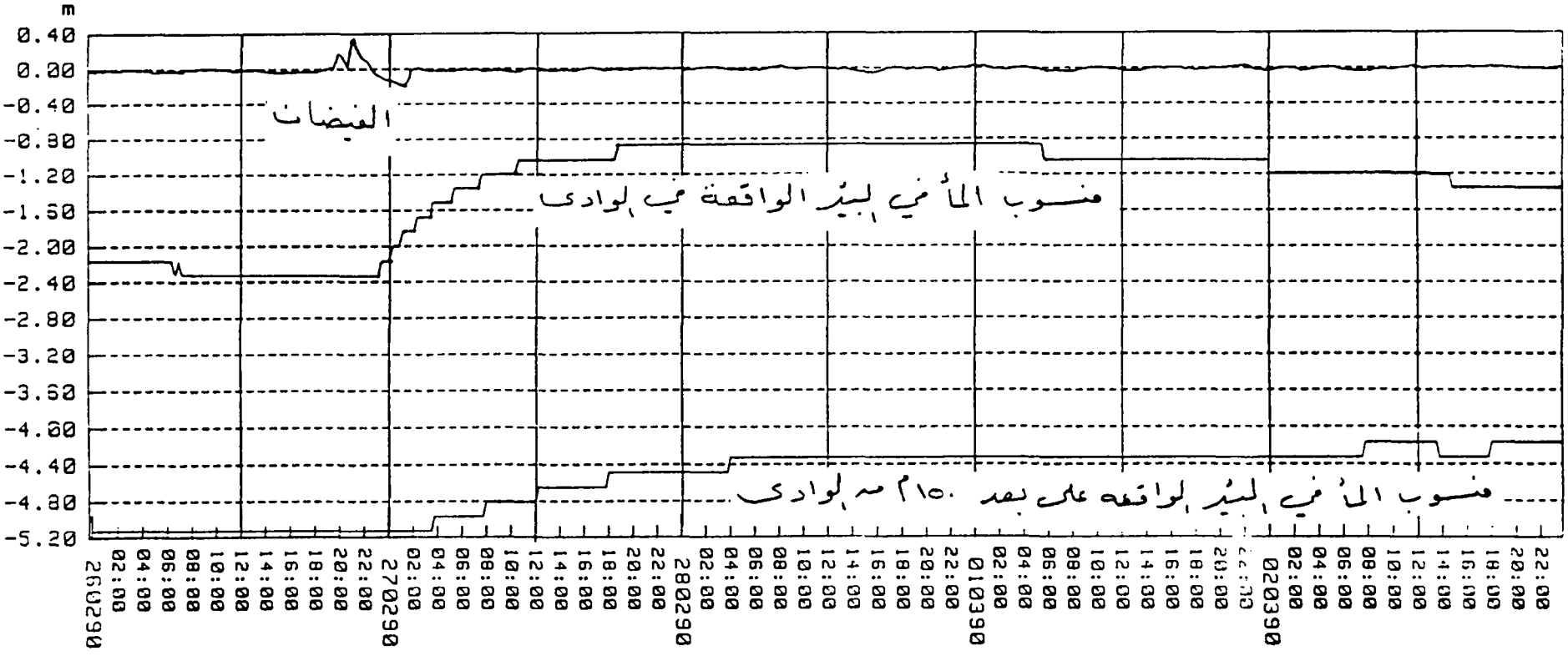
مـا قـبل ـ ١٩٨٠ م

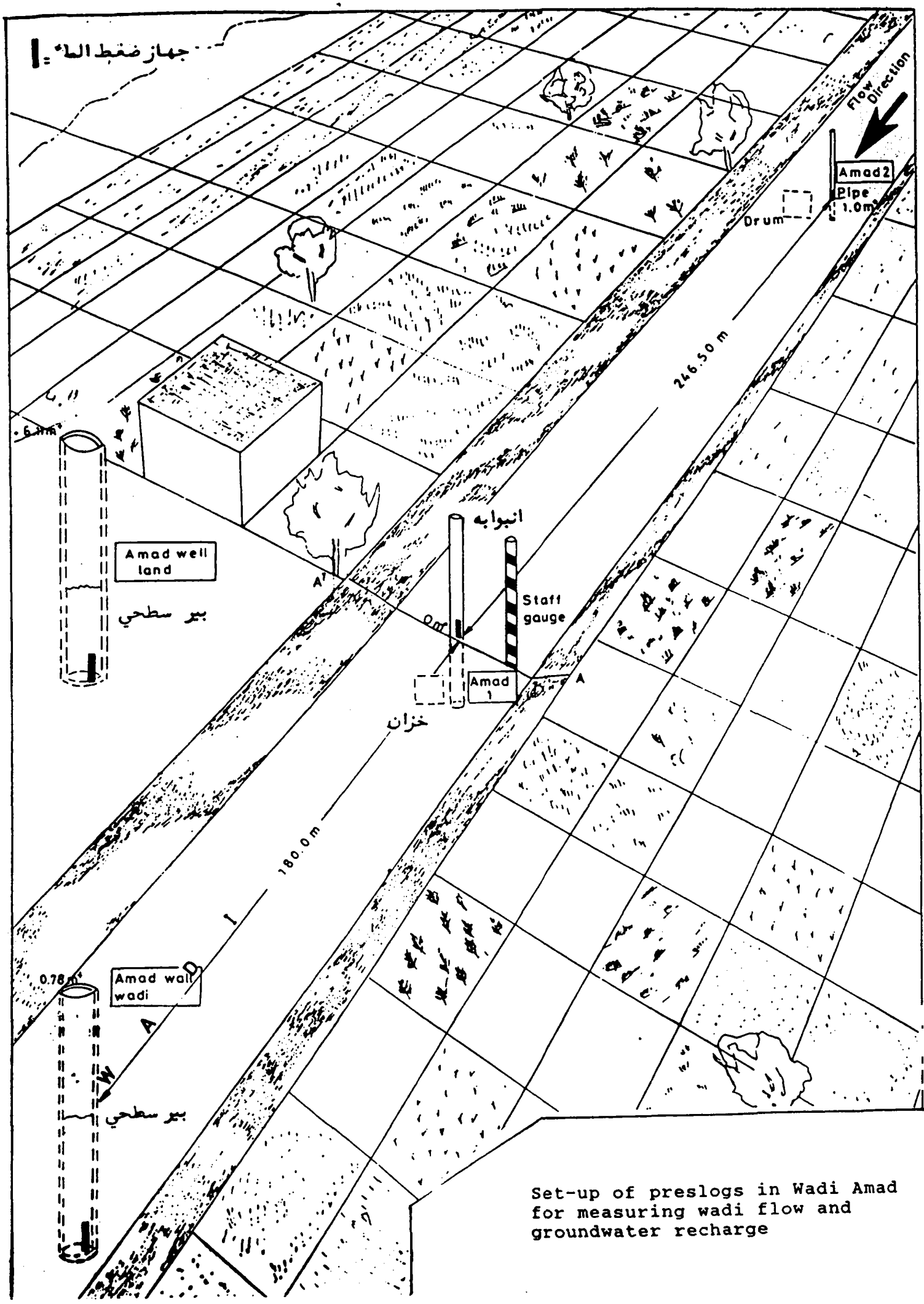
RELATION BETWEEN WADIFLOW AND THE GROUNDWATER LEVELS
IN THE WADI AND IN THE AQUIFER AT 150m WEST OF THE WADI.

وادى عمد

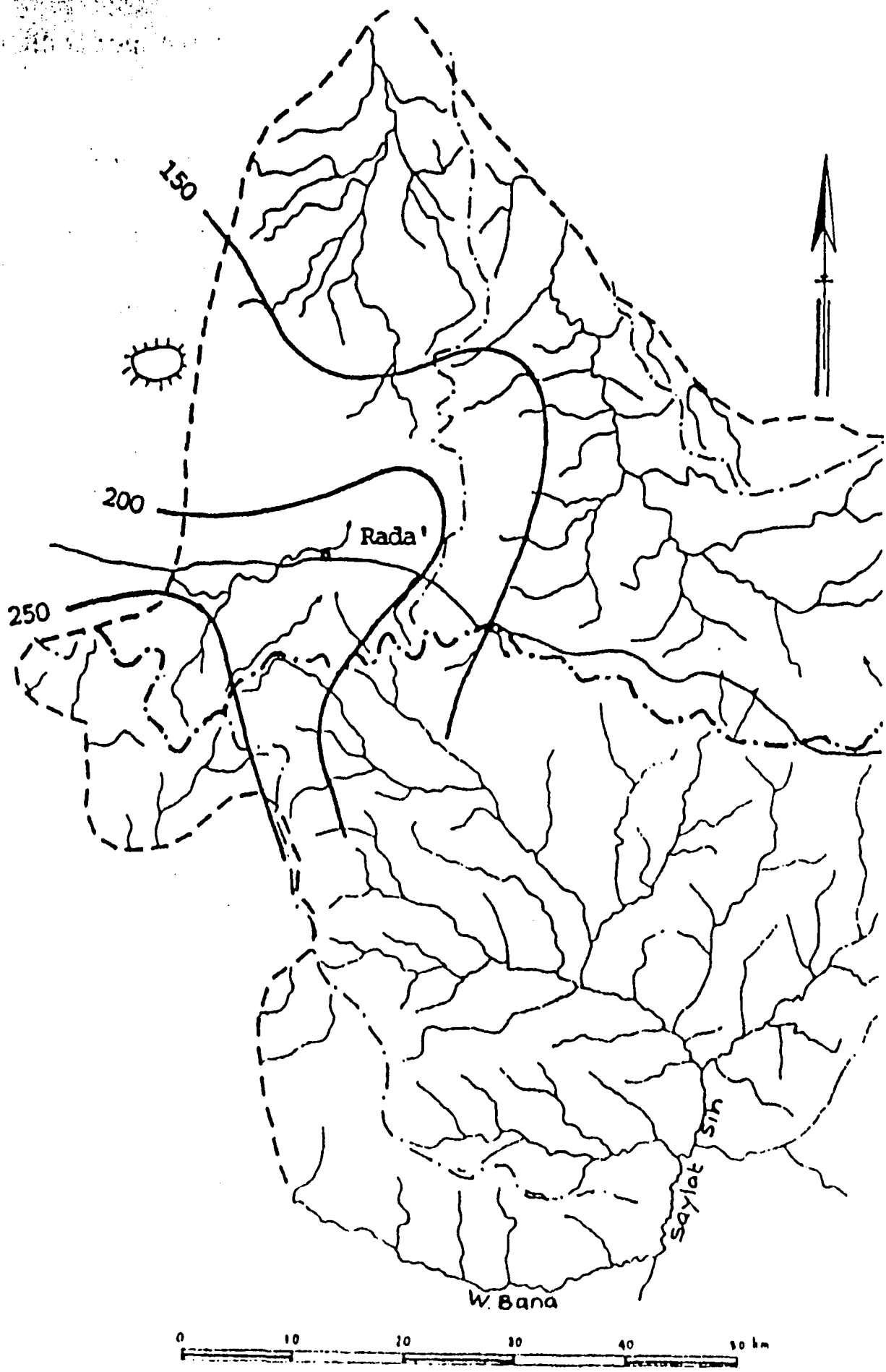
14 May 1990 17:36:44

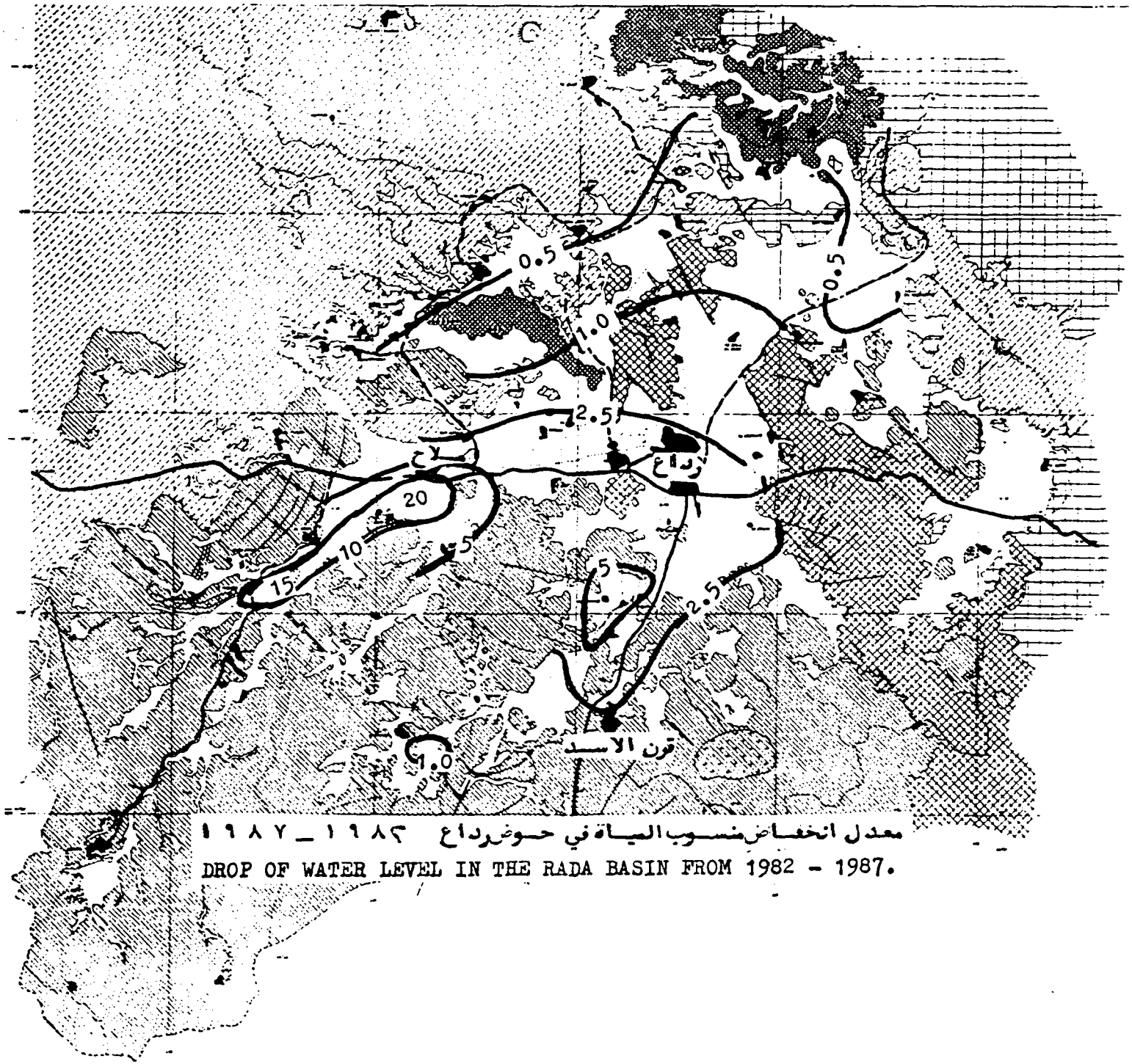
العلاقه بين الفيضان في الوادى وتأثير الفيضان على مناسيب المياه في الابار المجاوره





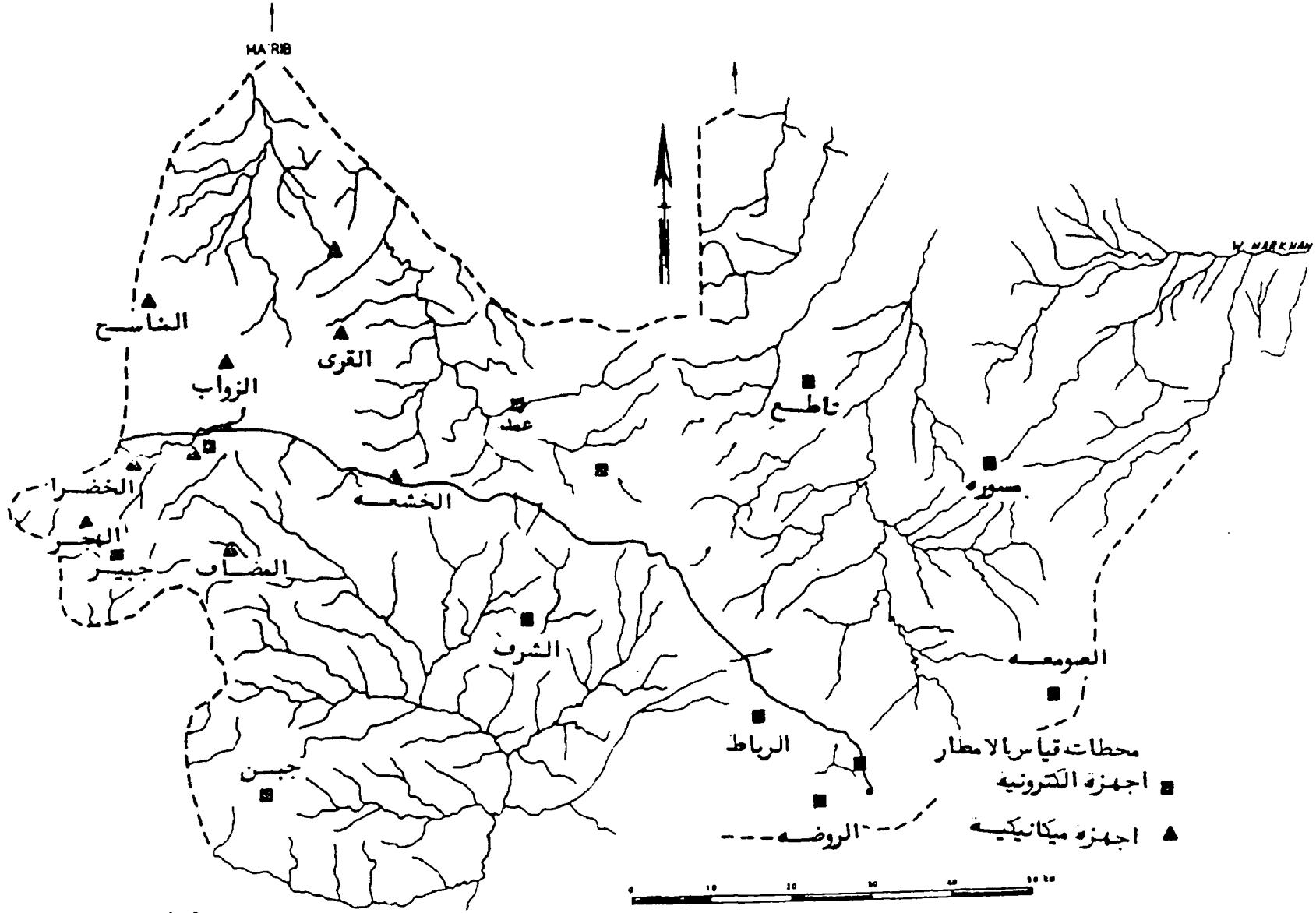
Set-up of preslogs in Wadi Amad for measuring wadi flow and groundwater recharge


150
200
250
Rada'
W. Bana
Saylat sin
0
10
20
30
40
50 km



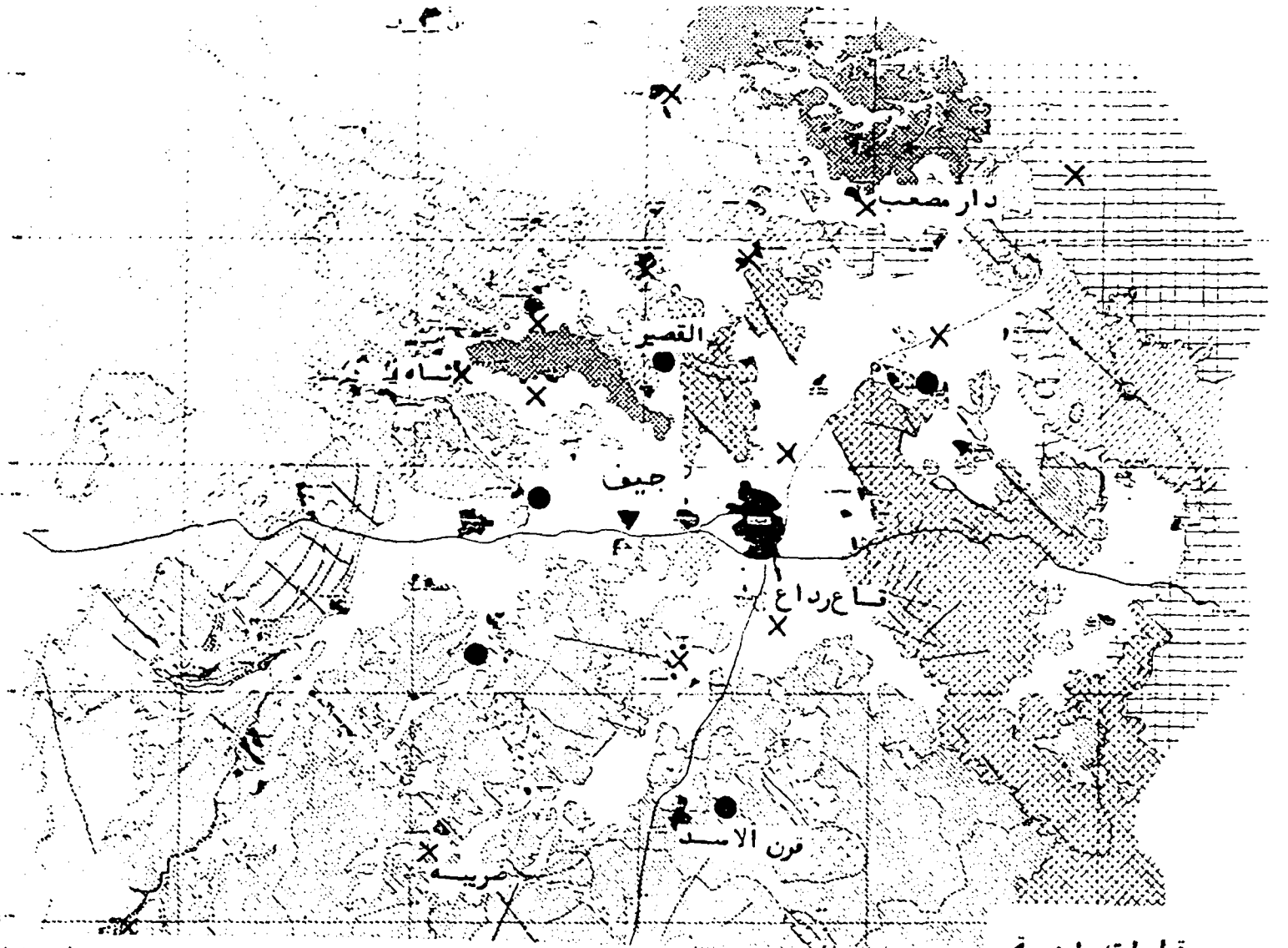
معدل انخفاض منسوب المياه في حوض رداع ١٩٨٢ _ ١٩٨٧

DROP OF WATER LEVEL IN THE RADA BASIN FROM 1982 - 1987.



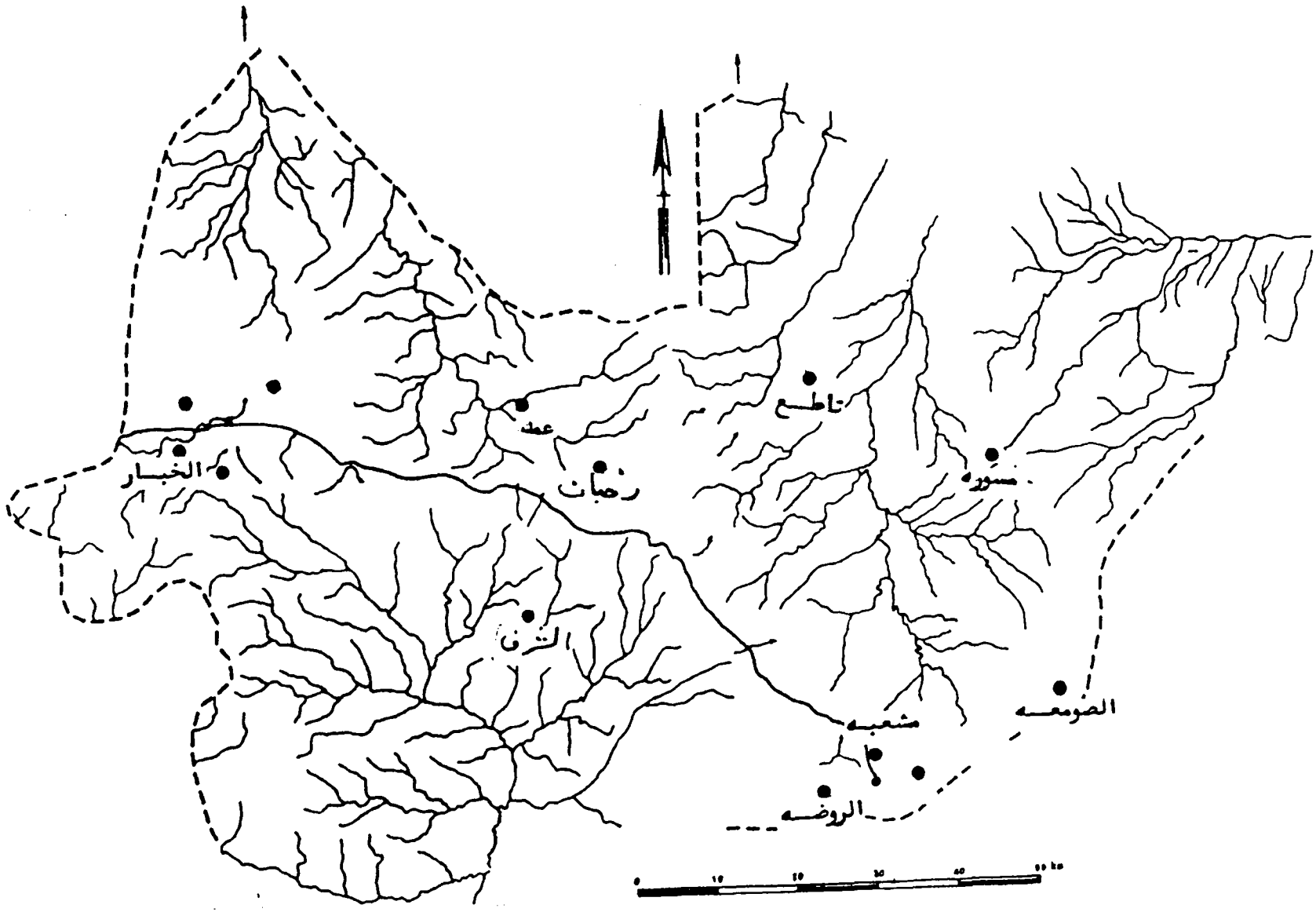
محطات قياس الامطار في لواء البيضاء ١٩٨٨م

RAINFALL STATIONS IN AL BAYDA PROVINCE, 1988



مواقع الابار المستخدمه في عمليه المراقبه على المياه الجوفيه في حوض رداع ١٩٨٨م

LOCATION OF WATERLEVEL MONITORING WELLS IN THE RADA BASIN 1988



محطات قياس مناسيب المياه الجوفية في لواء البيضاء ١٩٨٨م

ELECTROIC WATERLEVEL MONITORING STATIONS
IN AL BAYDA PROVINCE ; 1988

ان عمليتي الحصر للابار التي تم عملهما علي فضاء رداع سنه ١٩٨٢ وسنة ١٩٨٨ وجد ان عدد الابار قد زاد بشكل كبير حيث اصبح يهدد الاحواض المائيه الواقعه عليها بالجفاف نتيجة الضخ العشوائي والمستمر للمياه منها فقد كان عدد الابار في سنة ١٩٨٢م (٩٥٠) وفي سنة ١٩٨٨ بلغ (٢٠٠٠) ومن هذا وحفظا علي هذه الثروه من الضياع نري ما يلي :-

١ : استخدام الطرق الحديثه في عملية الري ذات الكلفه القليله والاقتصاديه .

٢ : ايجاد المحاصيل البديله التي تتلائم مع المناخ ونوع التربه في المنطقه ذات الاحتياج المائي القليل .

٣ : اشراف جهات مختصه ذات سلطه علي تنفيذ القوانين التي تنظم عملية الحفر للحد من زياده عدد الابار .

٤ : العمل علي انشاء حواجز لمياه الامطار .

٥ : العمل علي توعية المزارعين باهمية الماء وخطورة الوضع الحالي للمياه .

٦ : العمل علي التحكم في عدد الساعات اللازمه للضخ من كل بئر .

٧ : الاقلال قدر الامكان للمياه المستخدمه في المنازل وذلك عن طريق توعيه الاهالي عن الطرق المثاليه لاستخدام المياه .

٨ : ايجاد نظام الشراكه بين المزارعين .

* الاستنتاجات والتوصيات :-

من خلال البيانات التي تم تجميعها من عملية مراقبة المياه وذلك خلال السنوات الماضيه تم الوصول الي عمل نموذج لحوض رداع وذلك بواسطة الدكتور/ سوبيهر وسيتم مناقشة تلك الدراسه في اليوم الثالث من الندوه .

نتيجه لعدم الالتزام وتطبيق القوانين التي تعمل علي تنظيم عملية الحفر وغياب الجهه المختصه علي مراقبة تنفيذ تلك القوانين فان الزياده مخطرده في عملية حفر الابار العشوائيه في فضاء رداع بحيث يتم استنزاف المياه من خلالها بكميات كبيره بواسطة الحفر الغير منظم والمستمر من الابار مما ادي الي هبوط كبير في المنسوب المائي في المنطقه فبتراوح معدل الهبوط السنوي من ٥و١م في بعض المناطق الي ٥و٢م في البعض الاخر (خريطه رقم) كما ادي ذلك الهبوط الي جفاف الابار السطحيه والينابيع المتصله بالابار العميقه كما تعرضت بعض الابار العميقه الي الجفاف .

ومن واقع ماتم تجميعه من البيانات الخاصه بكمية سقوط الامطار علي فضاء رداع نلاحظ بان كمية المياه التي تعمل علي تغذية المياه الجوفيه من الامطار لاتتناسب مع كمية السحب المستمر للمياه فكمية المياه المسحوبه في السنه ٩ املايون متر مكعب مقابل ١٠ ملايون تغذي المياه الجوفيه فليس هناك مجال للمقارنه فما يتم سحبه من المياه الجوفيه اكبر بكثير من المياه التي تغذي المياه الجوفيه لذا نجد ذلك الانخفاض الكبير في المنسوب المائي .

وبالتحليل الكيميائي لعينات المياه التي يتم اخذها من ابار خاصه بالمزارعين ومن عملية الحفر للابار التي تقوم بها الشعبه وبمقارنه النتائج وجد ان بعض الابار قد بدات بالتملح تدريجيا نتيجه لاقتحام المياه المالحه للمياه العذبه بسبب الاستمراريه في عملية استنزاف المياه من تلك الابار بكميات كبيره وبمعدل متواصل واصبحت هذه المشكله تقلق المهتمين بالمياه وبعمليه الري واستصلاح الاراضي بما للمياه المالحه من تاثير سلبي علي التربه والمحاصيل الزراعيه كما اصبحت هذه المياه تهدد الابار المجاوره ذات المياه العذبه .

* النتائـــــج :

خلال العشر السنوات الماضيه نلاحظ انخفاض كبير في منسوب المياه في بعض الابار العميقه والتي يخطر المزارع الي تعميقها عدة مرات لمتابعة الماء وذلك بالاستخدام العشوائي المستمر لتلك الابار وبستنزفها بواسطة الاستخدام القديم لطرق الري . مثل منطقة عزان ووادي الخيف وبعض المناطق الاخري .

ويوجد بعض آبار سطحيه قد جفت تماما وذلك بسبب الحفر العشوائي للابار دون أخذ استشارات للجهات ذات العلاقه .

كما اختفت بعض الينابيع من المناطق المجاوره نتيجه كثرة الابار فيها وعلي سبيل المثال كانت هناك اكثر من نبع" غبل - عين" في منطقة دار النجد ودار محمعب قد جفت تماما وكذلك الينابيع الموجوده في وادي شاه فانها قد جفت ولم يتبقي فيها سواء بنبوعان او ثلاثه بتدفق مائي قليل .

ومن النتائج التي حصلنا عليها من مراقبه الامطار فاننا لانجد أي تاثير علي مستوي منسوب الماء من الابار وبالذات العميقه بل نجد انخفاض مستمر في تلك المناسيب يصل في بعضها الي ١٠ امتار لكل سنه وذلك بسبب السحب بكميه كبيره من المياه التي توجد في الاحواض الجوفيه . والاستخدام الغير اقتصادي لتلك المياه .

واما بالنسبه للابار السطحيه فهناك تغيير واضح علي مناسيبها ولكنه موسمي سرعان ما ينخفض في المواسم قليله المطر أو الشحيحه وتوجد بعض الابار السطحيه قد هجرت تماما نتيجه لجفافها .

- تصوير البئر :

بعد عملية الحفر للابار وقبل عملية التغليف للبئر يتم عملية التصوير لتلك البئر بواسطة جهاز كهرباشي بغرض معرفة بداية الخوض المائي الفعلي داخل البئر وسمك ذلك الخوض وتحديد العمق اللازم لوضع الغلافات داخل البئر بغرض الحمايه من التهدف .

تجربة انتاجية البئر :

عادة وقبل استلام البئر استلاما نهائيا من المقاول تتم عملية تجربة لتحديد انتاجية البئر من الماء كما يتم تحديد موقع المغذه الفعلي داخل البئر ويتم كذلك تحديد عدد الساعات اللازمه لعملية الضخ اليومي ومعرفة انخفاض منسوب الماء داخل الخوض لكل سنه .

ويتم عمل تلك التجارب بمعدل ٨ تجارب لثمان آبار في المتوسط سنويا .

- حصر الآبار :-

تقوم الشعبه دوريا كل ثلاث سنوات بعمل حصر للابار المحفوره في المنطقه التي يغطيها عمل المشروع بغرض معرفة عدد تلك الابار واعماق ومناسيب المياه فيها كما يتم معرفه كمية الضخ اليومي من كل بئر و تستخدم المياه الخارجه من الابار اثناء عملية الضخ في ري النقات والبرسيم والذره وبعض المحاصيل الاخري كما تستخدم للشرب ومن خلال كل عمليه حصر للابار يتم المقارنه بين المعلومات التي نحصل عليها من كل حصر ومعرفة مقدار الزياده في عدد الابار المحفوره والابار التي يتم تعميقها نتيجه قلة الماء بها كما يستفاد من تلك العمليه معرفة الاحواض المائيه المالحه ونسبة الاملاح فيها وكذلك الابار التي تظهر فيها الاملاح ثم تتزايد مع تزايد معدل الضخ العشوائي المستمر لتلك الابار بحيث تؤخذ عينات للماء من الابار وتحلل كيميائيا في المعمل التابع لقسم الهندسه وذلك في كل عملية حصر تحدث .

- مراقبة المياه المالحة :

تنتشر بعض الابار ذات المياه المالحة (طبيعية) في فضاء رداع وكذلك في بقية لواء البيضاء كما ان هناك آبار بدات فيها المياه المالحه بالظهور وذلك نتيجة الاستخدام السيئ للابار بطريقة الضخ المستمر واستنزاف المياه العذبه فينتج تداخل المياه المالحه مع المياه العذبه في الحوض المائي وباستمرار الاستنزاف للماء العذب يحل الماء المالح محله تدريجيا كما توجد مياه عذبه وبقيه حدا في مناطق حول رداع معرضه للخطر وربما تصبح متملحه نتيجة تدرج اختزال المياه المالحه للمياه الجوفيه فتزيد كثافة المياه الجوفيه فتصبح المياه العذبه مالحه .

- تحديد مواقع الابار والاشراف الفني والجيولوجي على حفر تلك الابار :

من ضمن النشاطات التي تقوم بها الشعبه تحديد مواقع الابار التي تستخدم كمصدر لمياه الشرب بالقري وذلك باستخدام اجهزة جيوفيزيائيه كهربائيه وكهرومغناطيسيه بحيث يحدد بواسطتها اماكن تواجد المياه في باطن الارض كما يتم تحديد نوع التراكيب الارضيه التحت سطحيه وتحديد التتابع الطبقي الموجود وسمك كل طبقه .

وقد وصلت نسبة نجاح تحديد الابار باستخدام الاجهزه الجيوفيزيائيه الى نسبة ٨٠٪ خلال السنوات القليله الماضيه .

كما تقوم الشعبه بتقديم الخدمات الاستشاريه في تحديد مواقع الابار التي تستخدم في الاغراض الزراعيه .

وبالنسبه للابار التي تستخدم في امداد القري بمياه الشرب تقوم الشعبه بالاشراف على عملية الحفر من الناحيه الفنيه بمعدل ٨ آبار سنويا وذلك ضمانا لسلامة البئر اثناء فترة الاستخدام كما يتم الاشراف الجيولوجي على عملية الحفر وذلك لمعرفة انواع الصخور التي تخترق اثناء عملية الحفر ومعرفة بداية الطبقه الحاويه للماء ونوعية الصخر الذي يحتوي على الماء وتحديد العمق اللازم للبئر .

الضخ العشوائي المستمر وتأثير سقوط الامطار على مناسيب المياه في حوض رداع وبقية الابار في اللواء ( ) . كما يتم أخذ قياسات مناسيب المياه من ابار سطحية واخرى جوفية واقعة على حوض رداع يدويا مرتين كل شهر ( ) وتدون تلك القياسات باستمارات خاصة بذلك حيث يتم تحليلها سنويا وتمثيلها بيانيا ويبلغ عدد الابار المستخدمة لذلك الغرض تسعة ابار جوفية واثناعشر بئر سطحي .

- مراقبة كمية سقوط الامطار :-

كما قامت الشعبة بتوزيع تسعة من الاجهزه الالكترونية وتسعة من الاجهزه الميكانيكية في بعض مناطق لواء البيضاء وتقوم تلك الاجهزه بقياس كمية سقوط الامطار التي تسقط على لواء البيضاء سنويا بحيث يتم استبدال الاجهزه مره كل سنة ويتم تجميع البيانات منها . كما يتم زياره الاجهزه الميكانيكية مرتين كل شهر بغرض تفقدها ومتابعة تغيير الاوراق المستخدمة فيها ثم يتم تجميع البيانات كما يتم تمثيلها بيانيا لمعرفة كمية سقوط الامطار ومواسم سقوطها ثم يتم المقارنة بالنتائج المتحصله من عملية مراقبة مناسيب المياه ومدى التاثير عليها .

ووجد بأن كمية الامطار الساقطة على فضاء رداع أكبر من كمية سقوطها على فضاء البيضاء ففي منطقة رداع يصل المتوسط السنوي خلال عشر سنوات ٢١٧ مم/سنة وفي فضاء البيضاء ٥٠ امم/سنة .

- مراقبة المياه السطحية :

اما ما يخص المياه السطحية في لواء البيضاء فقد تم بواسطة شعبة المياه وصيانة الاراضي التابعة لقسم الطرقات اختيار خمسة مواقع ووضع اجهزه الكترونية في انابيب ثم دفنها في قيعان الوديان لمراقبة حركة المياه فيها ويتم أخذ النتائج سنويا بحيث تستخدم لحساب كمية التدفق المائي في الوادي وعدد الفيضانات التي تحدث خلال السنة ومن النتائج يتم تصميم السدود الحاجزه للمياه السطحية .

مواقع آبار وتجارب لبعض الابار كما زاد توزيع عدد من الاجهزه الالكترونيه الخاصة بقياس مناسيب المياه وقياس كمية سقوط الامطار في لواء البيضاء كما ان هناك محطة ارصاد جويه تقوم الشعبة بالاشراف عليهاوتجميع البيانات في ملفات لحفظها وتزويد قسم الارشاد الزراعي بالمعلومات المناخيه للمحافظه . كما سيتم توزيع ثلاث محطات ارصاد الكترونيه في المحافظه كل هذا ادى الى احضار مهندسين جيولوجيين وعل عددهم حاليا الى سبعة مهندسين اثنين من الخبراء الهولنديين المتخصصين وخمسة جيوهيدرولوجيين .

* نشـــــاط شعبة الجيوهيدرولوجي :

تغطي الشعبة بأعمالها لواء البيضاء ويمكن تلخيص تلك النشاطات فيما يلي :-

- المراقبة على الابار الجوفية والسطحية لحوض رداع وبقية لواء البيضاء :

تتم عملية المراقبة على الابار الجوفية والسطحية سواء على حوض رداع او بقية اللواء وذلك بوضع ١١ جهاز الكتروني ( ) في آبار مختاره يدويا واخرى كما يطلق عليها العامة ارتوازية تم توزيعها في اللواء على النحو الاتي :-

اربعة اجهزه موضوعه في حوض رداع ( ) وسبعة اجهزه منتشره في بقية اللواء ويتم تبديل تلك الاجهزه مره كل سنة وتحلل النتائج المتحصلة منها واستقراءها بواسطة الكمبيوتر بحيث تمثل القراءات بيانيا ومن خلالها يمكن معرفة التغيرات التي تطرأ على مناسيب المياه في تلك الابار نتيجة عملية

بسم الله الرحمن الرحيم

مراقبة حقوق رداع

* المقدمة

في سنة ١٩٧٧م انشيء مشروع التنمية الريفية المتكاملة في رداع وهو عباره عن مشروع خدمي يغطي لواء البيضاء شاملا ويضم في هيكله التنظيمي عدة اقسام متخصصة مثل قسم الارشاد الزراعي الذي يعمل على توعية المزارعين بكيفية استخدام الطرق الحديثة للري ومكافحة الافات الزراعية وادخال المحاصيل الزراعية للمنطقه وتجهيز شتلات الفاكهه واشجار الزينه واستخدام الالات الزراعيه الحديثه .

قسم الطرقات الذي يعمل على ربط القرى بالمدن الرئيسية بمحافظة البيضاء ويعمل على إنشاء السدود وصيانة الاراضي من الانجرافات .

قسم الثروه الحيوانية وقسم الاقتصاد الزراعي وقسم الارشاد النسائي وقسم الصيانة .

بالاضافة الى قسم الهندسه الذي يعمل على بناء الخزانات ومد شبكات المياه التابعة لمشاريع الشرب الخاصة بالقرى الواقعة في منطقة عمل المشروع كما يعمل على بناء مخارف صحية تابعه للمدارس والمساجد وكذلك جمع وتصريف القمامة في القرى .

ويتكون قسم الهندسة من ثلاث شعب اساسيه شعبة مشاريع المياه والبناء وشعبة المجاري والاصحاح البيئي والتي تضم معملا لتحليل مياه الشرب كيمياءيا وبكتريولوجيا وشعبة الجيوهيدرولوجي والتي تأسست عند قيام المشروع ١٩٧٧م وكانت تضم خبيرا واحدا ثم بدأت في توسيع نشاطها في اللواء وذلك مما استدعى اضافة تظبير وفي منتصف الثمانينات زادت أعباء الشعبة بزياده الطلبات المقدمة من قبل المجالس المحلية وكذلك المزارعين بخصوص تحديد

بسم الله الرحمن الرحيم

مراقبة حوض رداع

إعداد : جميل سيف راوح
مهندس جيوهيدرولوجي

* المقدمة :-

* نشاط شعبة الجيوهيدرولوجيا .

- المراقبه على مناسيب المياه .
- المراقبه على كمية سقوط الامطار .
- المراقبه على المياه السطحيه .
- المراقبه على المياه المالحه .
- تحديد مواقع للآبار والاشراف على عملية الحفر .
- تصوير الآبار .
- تحديد انتاجية الابار .
- حصر الابار .

* النتائج :-

* الاستنتاج والتوصياه :-

كلمه الأخ الدكتور/ احمد علي مقبل / نائب وزير الزراعة والموارد المائية •

ملخص:-

أوضح الأخ / نائب الوزير في كلمته أن المشاكل المتعلقه بالمياة تعاني منها جميع المناطق اليمنية ولذا يجب توسيع الدراسات الجيوهيدرولوجية لتغطي انحاء البلاد

ومن هذا المنطلق أولت دولة الوحدة أهميه كبرى لقضيه الموارد المائية والمحافظه عليها بانشاء وزارة الزراعة والموارد المائية وكذلك فان الوزارة بصدد انشاء مركز متخصص تكون مهمته الدراسه والرقابه والترشيد للأستخدام الأمثل للمياة وايضا سوف يتم تعيين وكيل وزارة للموارد المائية •

وبذلك تكون وزارة الزراعة والموارد المائية هي الجهة المشرفه على جميع الجهات العامله في مجال المياة بالتعاون مع المجلس الأعلى للمياة •

وقد أشاد الأخ / نائب الوزير الى أهميه تضافر الجهود من أجل المحافظه على مخزون المياة لمواجهه احتياجات بلادنا من المياة على اعتبار أن الثروة المائية هي العنصر الرئيسي للتنمية الأجتماعية والأقتصادية •

بسم الله الرحمن الرحيم

كلمه سعاده سفير المملكة الهولندية السيد / جوهانز فاينبيرخ ٠

ملخص:ـ

أشاد السيد السفير في بدايه كلمته الى أن انعقاد هذه الندوة يأتي بمناسبه الأنتهاء من اعداد نموذج المياة الجوفية لحوض رداع المائي والذى بواسطته يمكن التنبؤ بالوضع المستقبلي للمياة الجوفية في منطقه رداع كأداة من آدوات ادارة المياة ومواجهه مشاكل المياة في الحاضر والمستقبل ٠

وفي الواقع فأن الموارد المائية في تناقص واستنزاف ولذا فهي تحد من عمليات التنميه الأقتصادية وعليه فأن الندوة يجب أن تناقش المشاكل الفنية والتشريع والسياسه المائية في البلاد ٠

وعلى المجلس الأعلى للمياة وسكرتاريته الفنية أن تجد حلول جذرية لمشاكل المياة من خلال التشريع والسياسة المائية ٠

وعبر السيد السفير عن اعتقاده بأن الأدارة العامة لدراسة مصادر المياة يجب أن لا تتبع احدى الجهات المستخدمه للمياة ٠

وقد يكون الحل الأمثل هو أن تكون الأدارة العامة لدراسة مصادر المياة تحت اشراف المجلس الأعلى للمياة وسكرتاريته الفنية ٠

YEMEN REPUBLIC
Ministry of Agriculture & Water Resources
RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
P.O. Box 816, Sana'a

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية اليمنية
وزارة الزراعة والموارد المائية
مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع
ص.ب ٨١٦ صنعاء

ندوة سبل المحافظة على المياة وترشيد أستخداماتها
رداع : ١٨ - ٢٠ / ٦ / ١٩٩٠م
Seminar: From depletion to a prudent use of groundwater
Rada, 18 - 20 June 1990

برنامج حفـل الافتتـــــاح

١ــ القران الكريم للاخ / العزى احمد العـــزاني ٠

٢ــ كلمه ترحيب للاخ المهندس/ احمد محمد ابوالرجال مدير عام المشروع ٠

٣ــ كلمه المجالس المحليه للاخ / محمدعبد القادر سالم أُمين فرع الاماته العامه ٠

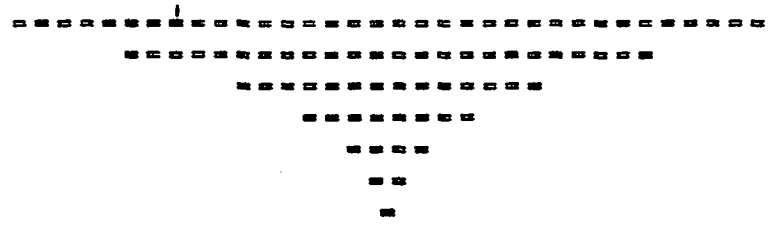
٤ــ كلمه السيد / جوهانز فاينبيرخ / سفير هولنـــدا باليمن ٠

٥ــ كلمه الدكتور/ احمدعلى مقبل / نائب وزير الزراعه والموارد المائيه ٠

م/ع/ ص

اليـــــوم الثـالث ٢٠/٦/١٩٦٠م :ـ

٨ر٣٠ ـ ٩ر٤٥	عـرض فيـلم (الحدائق العربيه المعلقه)	ـ توني ميلـروى •
٤٥ و ـ ١٠ر٠٠	هيئـه البحـــوث الـزراعيـــه	ـ د /احمد عبد الله غالب •
١٠ر٠٠ ـ ١٠ر٣٠	اســـتراحـه + قهـــوة •	
١٠ر٣٠ ـ ١٢ر٣٠	مناقشـه التوصيـــات والختـــام •	



(م/ع/ص)

ندوة سبل المحافظه على المياة وترشيد استخدامها

برنامج الندوة

اليوم الأول ١٨/٦/١٩٩٠م :-

٨ر٠٠ - ٨ر٥٥ استقبال وتسجيل المشاركين .

٩ر٠٠ - ١١ر٠٠ حفل الأفتتاح .

١١ر٠٠ - ١١ر٣٠ استراحه + قهوة .

١١ر٣٠ - ١٣ر٣٠ جلسه العمل الأولى .

١- مشروع التنمية الريفية برداع - م/ جميل سيف راج .

٢- المجلس الأعلى للمياة - د/ خوسيه البرتو .

١٣ر٣٠ - ١٥ر٣٠ استراحه + غذاء .

١٥ر٣٠ - ١٨ر٠٠ جلسه العمل الثانية .

١- المؤسسه العامه للمياة والمجارى - م/ حسن الشيخ .

٢- مشروع دراسه مصادر مياة حوض صنعاء - م/ محمد الصلوى .

/ يان بيت هيدريك .

اليوم الثاني ١٩/٦/١٩٩٠م :-

٨ر٣٠ - ١١ر٠٠ جلسه العمل الأولى :-

١- مشروع التنمية الريفية برداع - م/ الآن تيرنر - عدنان عبد الفتاح .

٢- الادارة العامه للرى - م/ محمد حرمل - م/ جميل السرورى .

٣- الادارة العامه لدراسه مصادر المياة - م/ محمد دانخ .

٤- الادارة العامه لدراسه مصادر المياة - م/ نورى جمال .

١١ر٠٠ - ١١ر٣٠ استراحه + قهوة .

١١ر٣٠ - ١٣ر٣٠ جلسه العمل الثانية :-

١- هيئه تطوير المناطق الشرقيه - د/ غالب فارس .

٢- المجلس الأعلى للمياه - د/ فلاد يمير بانسكي .

٣- كليه الهندسه - د/ وليم سبانس .

١٣ر٣٠ - ١٥ر٣٠ استراحه + غذاء .

١٥ر٣٠ - ١٨ر٣٠ جلسه العمل الثالثة :-

١- مشروع مياة ومجارى رداع - م/ نجيب المقطرى - طاهر قاسم .

٢- هيئه تطوير تهامه - م/ يوسف الموجي .

٣- مشروع التنميه الريفيه برداع - د/ فيم بويمر .

قسم الصيانة :ـ

نظرا لما يحتله قسم الصيانه من اهميه كبيرة في صيانه واصلاح الآليات والمعدات التابعه للمشروع فقد لازم مراحل تاسيس المشروع حيث كان يودى دورة في المحافظه على استمراريه عمل الآليات والمعدات في المشروع وقد تطور ليواكب توسعات المشروع في جميع اقسامه حتى وصل الى ماوصل اليه الان من حيث العدد والعدد ٠ ونوجز هنا اهم الاعمال التي يقوم بها القسم :ـ

١ ـ العمل على انجاز اعمال الصيانه الدوريه المبرمجه لكافه المعدات الثقيله والاليات الاخرى داخل الورشه وكذا المعدات العامله خارج نطاق المشروع بواسطه الورشه المتنقله ٠

٢ ـ القيام باعمال الصيانات الدوريه لوسائل المواصلات التابعه للمشروع مع القيام ببعض الاصلاحات الخفيفه عندما يتطلب الامر ذلك ٠

٣ ـ انجاز نظام خاص بصيانه واصلاح كافه المعدات والاليات وذلك من خلال ايجاد بطاقه لكل آله ومعده يتم فيها تسجيل كافه البيانات المتعلقه بالاصلاح والمده التي استغرقها عمليه الصيانه والاصلاح وكذا الميكانيكي المسوول عن عمليه التنفيذ ٠

هذا وسيتم انشاء فرع للقسم في مدينه البيضاء مما سيساعد على اصلاح بعض الاليات والمعدات المتواجده هناك ٠

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

م/ع/ ص

تابع قسم الارشاد النسائي : ـ

ـ في عام ٨٣/ ١٩٨٤م تم تطوير استراتيجيه جديده ترمى الى التكامل بين انشطه القسم وعلى نطـاق اكبر المشروع، وقد تم اختيار مناطق تركيز لانشطه واعمال القسم واختيار المناسب من مواضيع فيهـا وبعد ذلك جعلت انشطة التعليم الصحي والزراعـه على شحنات دفـع كبيرة بمجي اخصائيتي التعليم الصحي والزراعـه الى المشروع واصبح التعاون بين القسم ومركز الامـومه والطفوله مكثفا وقامت عده حملات تطعيم في مناطق تركيز قسم ارشاد المـرأة الريفيـة .

ـ في الفترة الاخيرة تم تنظيم دورة تدريبيه اعداديه لمده ثلاثه اشهر تخرجت عقبها سبعه مرشدات وفيات التحقن بالعمل في القسم كما ونظمت دورة ثانيه في نهايه ١٩٨٩م لمده خمسه اشهر تخرجت اثرها سبعه مرشدات هن في سبيلهن للالتحاق بالعمل في القسم تبع في ذلك الحالتين برامج تدريب حول العمل المكثف وايضا التدريب التخصصي الشيء الذى رفع من مستوى الاداء كثيرا في القسم ومكن من تحقيق الكثـير من المنجـزات .

اهـم منجـزات القسـم منذ تاسيسه : ـ

١ ـ الزراعـه : ـ انشئت ١٥٥ حديقه منزليه - صيفيه وشتويه - وانشئت ٨ حدائق اوديه ومشاتل خضروات ، وزعت ١٧٤٩ غرسه حراجيه ، وزعت ٣٥٦ غرسـه فاكهـه .

٢ ـ الثـروة الحيوانية: ـ وزعت ٦٩٤٢ دجاجه بياضه ، وزعت ٢١١٥ دجاجه لحـم ، وزع ٢٤ راس ماعز هولندى ، وزع ٢٠٠٠ كجم اعلاف مختلفه واملاح فسفور .

٣ ـ الحـرف اليـدوية: ـ وزعت ٩٠ اله مختلفه للحياكه الغزل والنسج ، دربت ١٨٠ امرأة ريفيه علـى اعمال الحرف اليـدويه ، ونظمت ٣ معارض لمنتجات الحـرف اليـدويه .

٤ ـ التعليم الصحـي : ـ عقدت ٨٨ دورة تعليم صحي ، قدم ٢٧ موضوع تعليم صحي ، شاركت ١٢٦٣ امرأة ريفية في برامج التعليم الصحي .

٥ ـ محـو الاميـة: ـ نظمت ٥٢ دورة محـو اميـه .

==========

٧ـ قسم الارشاد النسائي : ـ

ـ نشاء القسم في عام ١٩٧٧م بمبادرة قامت بها خبيرة هولندية ونظيرتها اليمنية حيث استمر عملهن لفترة سته اشهر بين الريفيات ومن ثم اصبح القسم من الملامح الثابتة بالمشروع وصارت مهمة القيام بانشطه ارشاديه نسويه وسط الريفيات بالتعاون مع بقيه اقسام المشروع ومركز الامومه والطفوله برداع وبتقصي احتياجات الريفيات من خلال الاتصالات المتكررة وضع برنامج عمل يحوى الانشطه التاليه : ـ

ا ـ توزيع الدجاج البياض في ثلاثه قرى ومتابعته بالتعاون مع قسم الثروة الحيوانيه بغرض زيادة البروتين المتاح للاسرة الريفية .

ب ـ توزيع الآت غزل ونسج الصوف المتوفر في المناطق الريفيه وذلك بغرض تحقيق اعباء العمل وتشجيع صناعه السجاد كمصدر اضافي لدخل الاسرة الريفية .

ـ غادرت النظيرة اليمنيه المشروع في عام ١٩٨١م وتم استخلاف الخبيرة الاجتماعيه في عام ١٩٨٢م وتم توظيف اخت يمنيه في الشئون المالية والاداريه كطابعه نقلت فيما بعد الى قسم ارشاد المراة الريفيه .

ـ زاد الاقبال على توزيع الدجاج البياض ثم ادخل الدجاج اللاحم في البرنامج في عام ١٩٨٠م بدا ت توزيع الماعز التهاميه الحلوب ثم اعقبت بالماعز السانيه الهولنديه ولقله القوى العامله كانت الحيوانات تحضر الى المشروع للعلاج والتخصيب وقد توقف برنامج الآت الغزل والنسج لفترة

ـ في عام ١٩٨٠م ابتداء البرنامج الزراعي ـ البساتين المنزليه لاول مرة برداع والمصلى كما بداء برنامج محو الاميه للنساء بعد مناقشات طويله حول تبعيه الاشراف ومن يقوم بالمهام المختلفه وقد تم فتح ٩ فصول وفي اوائل عام ١٩٨١م اسفرت الاتصالات بين القسم ومركز الامومه والطفوله برداع عن اعداد وحده صحيه متنقله تنطلق من المركز الارشادى بضريبه .

ـ ومنذ عام ١٩٨٣م فصاعدا توسعت انشطه القسم رغم عدم استقرارها تبعا لظروف قدوم وذهاب الخبيرات العربيات والاجانب كما ظلت مشكله عدم توفر موظفات يمنيات محط الاهتمام طيله السنوات المتعاقبه رغم كل ذلك استقر العمل على انشطه محو الاميه والاقتصاد المنزلي ، الصحه والنظافه والتغذيه ، الثروة الحيوانيه ، الزراعه ، الحرف اليدويه .

تابع قسم الثروة الحيوانية: ـ

الخدمات البيطرية: ـ

العام	عدد الابقار التي لقحت ضد الطاعون البقرى	عدد الاغنام التي لقحت ضد جدرى الاغنام	عدد الحيوانات التي عولجت ضد الامراض المختلفه
من ٧٨ـ٨١م	١٣٦٢٣	١٤٠٠	٤٨١٠
٨٢ـ٨٥م	٢٤٦٤٩	٢٠٠٢٠	١٩٨٤٧
٨٦ـ٨٩م	١٩٢٢٣	٥١٢٠٨	٣٥٦١١
المجموع	٥٧٤٩٥	٧٢٧٢٨	٦٠٢٦٨

الكشف على اللحوم: ـ

العام	بقرى	اغنام وماعز
٨١ ـ ١٩٨٣م	٢٤٠٦	١٠٧١٢
٨٤ ـ ١٩٨٦م	٣٧٩٢	٨١٠٧
٨٧ ـ ١٩٨٩م	٢٤١٦	١٢١٩٣

٦ـ قسم الثروة الحيوانية :ـ

اولا استراتيجيه القسم :ـ

ـ القيام بانشطه الانتاج الحيواني بهدف تحسين الرعايه الحيوانيه .

ـ " بالانشطه البيطريه خدمه لأصحاب الحيوانات .

ـ الاستفاده من النتائج البحثيه المعموله ونقلها للمزارعين .

ـ العمل بتعاون وثيق مع اقسام المشروه خاصه قسم الارشاد الزراعي وقسم الارشاد النسائي .

ـ متابعه وتقييم آثار الخدمات التي يقدمها القسم .

وعلى ضوء استراتيجيه القسم تم تحقيق الانجازات الاتيه منذ تأسيسه في عام ١٩٧٨ م حتى ١٩٨٩ م

١ـ في عام ١٩٧٩ م ربيت الابقار المحليه داخل مزرعه المشروع بهدف ايضاح أثر التغذيه والايواء والرعايه الصحيه في زيادة الانتاجيه من اللبن والدهن واللحم .

وكذلك توزيع سلاله ماعز الساين الهولندى المستورد على المزارعات الريفيات للاستفاده من لبنه وقد استمر هذا البرنامج حتى عام ١٩٨٤ م .

٢ـ في عام ١٩٨٥ م اقيمت تجربه قياس معدل النمو للاغنام تحت ظروف التغذيه في الاسطبل والتغذيه في المرعى كتجربه مشتركه بين مشروعنا ومشروع المراعي والاغنام بدمار .

٣ـ في عام ١٩٨٦ م تم دراسه قياس معدل النمو في الهجن وكذلك دراسه أثر بتر الذيل في توزيع الدهن في الجسم كله بدلا من تراكمه في الذيل .

٤ـ في عام ١٩٨٧ م نفذت تجربه مشتركه بين مشروعنا ومشروع المراعي بدمار تهدف الى معامله الاعلاف الجافه كالتبن والقصب باليوريا بهدف رفع نسبه الماده البروتينيه في هذه الاعلاف وقد نقلت النتائج الى الريف .

٥ـ في عام ١٩٨٨ م تم تنفيذ النواحي الارشاديه لعلف مسحوق العضام واللحم وتوضيح اثر هذا العلف في زياده محصول اللبن والدهن من الابقار وتحسين صحتها وقد تم توزيع ٦٣٣٧ كجم حتى ١٩٨٩ م .

٦ـ في عام ١٩٨٩ م تم عمل خلطتين علفيتين داخل القسم بهدف توفير الاعلاف المركزه للحيوانات وعمل النواحي الايضاحيه لها ونقلها الى الريف . وكذلك تدريب المزارعين على عمل السيلاج لتغذيه حيواناتهم . وتوزيع الاملاح المعدنيه والفسفور بمعدل ٢ طن سنويا .

٧ـ يتم اصدار النشرات والملصقات الارشاديه واقامه الندوات واللقاءات الارشاديه للمزارعين دوريا على مدار العام .

توزيع الدجاج البياض :ـ وقد تم توزيع الآتي :ـ

دجاج بياض	دجاج لاحم
١١٤١٧	٤٦٦٥

٥ــ وحـدة التخطيط والمتـابعة والتقيـيم :ــ

قبل انشاء وحدة التخطيط والمتابعة والتقيم كان هناك قسم الاقتصـاد الزراعي وقد تاسس هذا القسم مع بدايه تكوين المشروع وحتى عام ١٩٨١م كان يهدف القسم الى التعرف على بعض الظواهر والمحددات الاجتماعيه والاقتصاديه التي توثر في عمليه التنميه والتي للمشروع القيام بها في منطقه اختصاصه ٠

ومع بدايه عام ١٩٨٢م تم التعرف على المحددات الاجتماعيه والاقتصاديه لعمليه التنميه وبدأت دراسه الانشطه الاقتصاديه الزراعيه ولذلك فقد تم التركيز على جمع البيانات الاحصائيه سواء منها لـزم لتوجيه الرسائل الارشاديه للمزارعين اومالزم منها لتخطيط القطاع الزراعي والانشطه فضلا عن القيام ببعض المسوحات الاقتصاديه للتعرف على مواطن الاختناقات في الانتاج الحيواني والنباتي في منطقه عمل المشروع بهـدف تذليلهـا ٠

وقد أنيط بمهام القسم دراسه وتقييم بعض الانشطه والتجارب التي تقوم الاقسام الاخـرى باجرائها فضلا عن مشاركه القسم بدراسه الجدوى الاقتصاديه من انشاء بعض المشروعات الجديده او التوسع فيما هو قـائم منها ٠ وفي عام ١٩٨٨م تم تبديل قسم الاقتصاد الزراعي بوحده التخطيط والمتابعه والتقييم ،ونشاء هذا التغير بهدف ايجاد جهه معنيه في المشروع تقوم بمساعده الاداره العامه في اعداد التخطيط المرحلي قصير الأمـد والمتابعه وتقييم تأثيرات انشطه المشروع عـن طريق تغيير بؤرة اهتمام العمل من اجراء بحوثات أوليه على انظمه الموارد الانتاجيه في منطقـه المشروع الى دعم الاداره العامه في اعمال التخطيط والمتابعه والتقيـيم ٠

ومن اهـم الانجـازات خـلال ١١ عـامـا :ــ

١ــ دراسة بحث النظـم المزرعيـه في ٤ منـاطق ٠

٢ــ دراسه للسوق والاسعار للسلع الزراعيه ولبعض الخدمات التسويقيه في مدينـه رداع ٠

٣ــ = تحليليه لاسعار بعض السـلع الزراعيه في مدينـه رداع ٠

٤ــ = تسويق البصـل في محـافظه البيضـاء ٠

٥ــ اصدار نشرات دوريه نصف سنويه لاسعار بعض المنتجات الزراعيه في كل من رداع والبيضـاء ٠

٦ــ دراسه دخل وانفاق المراة الريفيه ومواقفها من بعض الانشطه المولـده للدخـل ٠

٧ــ دراستين لاقتصاديات انتاج الـذرة الرفيعـه والقمـح ٠

٨ــ دراسه تحليليه لتقييم انتاج الابقـار المحليه تحت ظروف التغذيه الجيده والرعايه الصحيه الجيده بالمشـروع ٠

٩ــ دراسه بحث الاداره المزرعيه بنـاحيه السـواديه ٠

١٠ــ تم اجراء ٧ مسوحـات اقتصاديه اجتماعيه مختلفه في مناطـق مختلفه ٠

وجيولوجيا لمتابعة التتابع الطبقي في الآبـــار .

٦ــ تصوير الآبـــار :ــ

يتم عمل تصوير الآبار من اجل تحديد الطبقات الحامله للمياة وكذلك لأبداء الرأى فنيا في موضع الغلافات وذلك بعدد ٨ آبار سنويا .

٧ــ اجراء تجارب ضـــخ :ــ

تقوم الشعبه بأجراء ١٠ تجارب ضخ سنويا وذلك لتحديد انتاجيه الآبـار وكذلك لتحديد عـــدد الساعات للضخ اليومي وموضـع المضخه داخـــل البئر .

٣ــ شعبـه صحـه البيئـــه :ــ

تقوم هذه الشعبه بالتوعيه الصحيه في الأريـــاف من خلال برامج التعليم والارشاد الصحي كما تقوم بانشاء المشاريع والمرافق الصحيه المختلفه بالقـرى كنماذج تعم مستقبلا لتشمل الانســان الريفي ، الاسرة الريفيه ، القرى ، البيئه الريفيه التي يكون المجتمع الريفي فيها صحيا معافى .

ومجـالات عمـل الشعبـه هـــي :ــ

١ــ المرافق الصحيه بالمســاجد :ــ يهدف هذا البرنامج الى انشاء مرافق صحيه تحوى حمامات واحـواض غسيل ووضـوء وشبكه تصريف مبسطه بالمساجد وقد تم انشاء حوالي ١٧ مـرفق .

٢ــ المرافق الصحيه بالمدارس والوحدات الصحيه الأوليـه :ــ المرافق هنا شبيهه بتلك أعلاه وتنشاء في كل من المدارس والوحدات الصحيه الأوليه بالأريـاف وقد تم انشاء ١٠ مرافق ضمن هذا البرنامـــج

٣ــ مجـارى التصريف القـرويه :ــ وهي عباره عن شبكات صرف متواضعه التكلفه للقرى وقد تم انشاء مشروعين منهـــا .

٤ــ التخـلص من القمـامه :ــ يهدف هذا المشروع الى تجميع القمامه القرويه من خلال نظام متكامل يهدف الى حرقها في اماكن تجميع تحضر خارج القرى وقد تم انشاء ٤ مشاريع من هذه .

٥ــ تحسين الآبـار السطحيه :ــ ويشمل هذا ابنيه حول فتحات آبار الشرب وعمل اغطيه لها واماكن للغسيل وشـرب الحيوانات وخزانات مياة وصنابير لضخ المياة وقد انجز من هذه المشاريع ٤ مشـاريع .

٦ــ السخانات العامله بالطـاقه الشمسيه :ــ تقوم هذه بالاستفاده من الطاقه الشمسيه في تسخين الميـاة للاستعمال المنزلي وقد تم انجاز ١٢ سخـان في اماكن مختلفه كنمـاذج .

٧ــ تحليـل ميـاة الشـرب :ــ تجرى تحليلات كيميائيه وباكتريلوجيه على مياة الآبار بعرض معرفه صلاحيتها لاغـراض الشرب وقد اجرى حتى نهايه ١٩٨٩م ١٦٩ تحليل كيميائي و ١٢٠ تحليل بكتيرلوجي .

٤ـ قسم الهندسة :ـ

مما لاشك فيه أن قسم الهندسه بجميع فروعه يعتبر من أهم الأقسام الرائده المكونه لهيكل مشروع التنمية الريفية المتكاملة بردا ع حيث ظهرت فعاليته في رفع مستوى المواطن من الناحيه الصحيه وذلك في توفير مياة الشرب النقيه بطريقه عمليه وسهله في المناطق الريفيه ومن ناحيه اخرى فان القسم لا يزال يقوم بدراسه الحوض المائي للواء البيضاء سواء دراسه المياة الجوفيه أوالقيام بمسح المياة السطحيه • ويتكون قسم الهندسه من ثلاث شعب وهي كالتالي :ـ

١ـ شعبه المياة والبناء :ـ

تقوم هذه الشعبه بأنجاز أعمال المسح والأشراف على انشاء الخزانات لمياة الشرب وفرف المصخات وتوصيل الأنابيب المياة من المصدر المائي الى الخزان والاشراف على انجاز شبكه التوزيع داخل القرى اضافه الى القيام بالتصميم والأشراف على بناء المراكز الارشاديه الزراعيه ومنازل النظراء وكذا صيانه منشات المشروع الموجوده حاليا •

كما تقوم الشعبه بتجربه آبار مياة الشرب وتركيب المكائن والمصخات وقد تم خلال فترة ١١ عام انشاء ٨٣ مشروع مياة شرب متكامل زيادة على اكمال بعض المشاريع الغير مكتمله في بعض القرى •

٢ـ شعبة الجيوهيد رولوجيا :ـ

تتبع شعبه الجيوهيد رولوجيا لقسم الهندسه ونظرا لأهميه المياة بالنسبه لخطط التنميه فان القسم يولي اهتمامه بالشعبه • وتقوم الشعبه بدورها في تنفيذ الآتي :ـ

١ـ مراقبه المياة الجوفيه والسطحيه : يتم أخذ قياسات لمستوى المياة الجوفيه من ٣٣ بئرا موزعه في لواء البيضاء وذلك بصفه مستمرة على مدار العام يدويا وكذلك عن طريق الأجهزة الالكترونيه وكذلك يتم أخذ قياسات جريان المياة السطحيه في الوديان وذلك من اجل المساهمه في المعلومات الاساسيه لبناء السدود •

٢ـ مراقبه كميه الأمطار : تقوم الشعبه بعمل قياسات لكميه هطول الامطار بواسطه أجهزة ميكانيكيه والكترونيه موزعه في لواء البيضاء عددها ٢٠ جهاز •

٣ـ الأشراف على محطه الارصاد : يتم الاشراف ومتابعه وتحليل نتائج محطه الارصاد في الخبار وذلك من اجل المساهمه في توفير المعلومات المناخيه لقسم الارشاد الزراعي • وسوف يتم تركيب ٤ محطات الكترونيه لتغطي جميع مناطق اللواء في المستقبل القريب •

٤ـ تحديد مواقع الآبار :ـ

تقوم الشعبه بتحديد مواقع حفر الآبار بمعدل ٢٠ موقعا سنويا وذلك بواسطة أجهزه جيوفيزيائيه وكذلك باستخدام الصور الجويه والمعلومات السابقه المتوفره من قياسات مستوى آلمياه وكميه هطول الأمطار •

٥ـ الأشراف على حفر الآبار :ـ

تقوم الشعبه بالأشراف على حفر الآبار بمعدل ٨ آبار سنويا والمساهمه فنيا في تصميم البئر

٣ـ قسم الطرقات وصيانه الاراضي والمياة :ـ

ان اهميه وجود الطرقات المعبده هو عامل اساسي من العوامل التي تواكب سير التنميه المتكامله في الريف . ولهذه الأهميه فقد تأسس قسم الطرقات مع بدايه تأسيس المشروع .

والطرقات تعتبر الشريان الذى تمر عبره جميع المرافق الخدميه والمشاريع الاخرى التي لها دور في التنميه الريفيه المتكامله .

ومن هذا المنطلق فقد سعى المشروع ومن خلال قسم الطرقات الى ربط المناطق الريفيه بالمدينه وكذلك ربط مراكز الانتاج الزراعي بالسوق وبهذا فقد سهل على الاخوه المنتجين الحصول على مستلزمات الانتاج الزراعي ونقلها الى مناطق الانتاج ونقل المنتجات الزراعيه الى مراكز التسويق .

ويهدف قسم الطرقات الى مايلي :ـ

١ـ ربط المناطق والعزل النائيه برداع والبيضاء عن طريق انشاء الطرق الرئيسيه والفرعيه والقرويه .

٢ـ العمل على صيانه هذه الطرق والمحافظه على مستواها الفني وصلاحيه استخدامها .

٣ـ مساعده المزارعين عن طريق انشاء السدود الخرسانيه والترابيه والمشروعات الاخرى التي تعمل على المحافظه على المياة . وصيانه ومسح الاراضي الزراعيه .

٤ـ توسيع مجال الانشاء الطرقات والسدود والخدمات الاخرى بحيث تشمل محافظه البيضاء كامله .

أهم أنجازات القسم :ـ

١ـ انشاء ٢٤٥ كم من الطرقات الرئيسيه .

٢ـ = ٨٣ كم من الطرقات القرويه .

٣ـ صيانه دوريه للطرقات المنشأه سنوياً حيث تم صيانة ٢٨٩٢ كم

٤ـ انشاء ٣ سدود تخزينيه واحد خرساني وأثنين ترابيه .

٥ـ = ٦ سدود تحويليه اثنين خرسانيه وأربعه ترابيه .

٦ـ مساعده المزارعين باستصلاح ٦٠ هكتار من الأراضي الزراعيه .

٧ـ صيانه وترميم طرقات منشأة ١٣٥ كم .

التقليدي وصولا الى رفع معدلات الانتاج افقيا وراسيا وبالتالي تحقيق زياده الدخل ورفع مستوى المعيشه عند المزارعين •

ويتبع القسم نظام التدريب والزيارات الارشاديه في برمجه وتنفيذ انشطته المختلفه بالصوره التي تتلاءم مع ظروف المنطقه المختلفه •

ومن أهم انجازات القسم :-

١- اللقاءات الارشاديه ٩٩٥ لقاء ارشادى •

٢- الحقول الارشاديه ١٨٦ حقل ارشادى •

٣- بساتين ارشاديه مرويه ٧٧ بستان •

٤ - اصدار ١٢٠ نشرة ارشاديه •

٥- ٧٢ يوم حقل ايضاحي •

٦- بساتين ارشاديه مطريه ٢ بستان •

٧- ٣٨ حمله ارشاديه •

٨- ٤٥ دورة تدريبيه داخليه و٨ دورات تدريبيه خارجيه •

٩- قام القسم بتدريب اعداد كبيرة من المزارعين في المنطقه

١٠ - تم انشاء ١١ مركز ارشادى يخدم ٣٠٧ قريه وعدد الاسر التي تم الاتصال بها من خلال هذه المراكز ٢٤٦٤ أسرة •

كما يقوم القسم بأعمال المكافحه للآفات والأمراض الزراعيه وايضا يقدم القسم مدخلات الأنتاج المختلفه من بذور محسنه وأسمده ومبيدات وخلافه •

أهم أهـــداف القســـم :ـ

١ـ اجراء التجارب بالتعاون مع هيئه البحوث الزراعيه لتتبلور نتاجها في شكل رسائل ارشاديه تسهم في تطوير وزيادة الانتـاج في المنطقـه .

٢ـ اكثار غراس الفاكهه والغابات لغرض توزيعها في منطقتي رداع والبيضاء .

٣ـ التركيز على اجراء تجـارب الري للأهميه البالغه للمياة في المنطقه .

٤ـ جمـع المعـلومات عن الأرصـاد الجـوية .

٥ـ تدريب الكـوادر اليمنيـه بمختلف مستوياتها .

٦ـ ادخال اسـلوب الميكنه الزراعيه الحديثه في المنطقـه .

واهـم منجـــزات القســـم :ـ

١ـ تم اجراء ١٤٠ تجربه زراعيه للمحاصيل الخضريه والحقليه ومحاصيل الاعلاف في منطقتي رداع والبيضاء

٢ـ تم اجراء ٣ تجارب ري واستخدام الطـرق الحديثه كوسيله لترشيد استخدام الميـاة .

٣ـ تم توزيع ٢٩٠٩٨٦ غرسـه فاكهه وحراجيه .

٤ـ تم انشاء شبكه ري حديثه بالمزرعـه . نظم اربعه انظمـه ري حديثه وذلك لغرض مـد المزرعـه بمـا تحتاجـه من المياة واجراء تجارب الري المختلفه ونعتبر بذلك نموذجا ايضاحيا للمزارعين في المنطقه .

٢ـ قسـم الارشـاد الزراعـي :ـ

بـدأ عمل القسم كشعبه في قسم الزراعـه عام ١٩٧٩م وبعد ذلك ونتيجه للتطور فقد انفصلت الشعبه عن قسم الزراعـه واصبحت قسم مستقل بذاته (قسم الارشاد الزراعي) . وفي عام ١٩٨٠م بدأ العمل في الحقول الارشاديه وفي عام ١٩٨٣م تم انشاء شعبه وقـايه النبات وقد بدأ ايضا عمل المراكز الارشاديه كما هو موضح في الجـدول التالـي :ـ

م	اسم المركـــز	تاريخ بـدء العمـل	م	اسم المركـــز	تاريخ بـدء العمـل
١	رداع	١٩٨٢م	٦	صبـــاح	١٩٨٧م
٢	صربيه	١٩٨٠م	٧	الرياشيه	١٩٨٧م
٣	وادى شـاه	١٩٨٣م	٨	الصومعه	١٩٨٧م
٤	" المتـار	١٩٨٣م	٩	جـــبن	١٩٨٨م
٥	" منصـور	١٩٨٤م	١٠	ذى ناعم	١٩٨٩م

ونتيجه لتطور الاعمال في القسم فقد تم انشاء شعبه الري والميكنه الزراعيه .

وهـدف قسم الارشاد الزراعي هو ادخال الأساليب والوسائل والمدخلات في تطوير الانتاج الزراعي

بسم الله الرحمن الرحيم

"نبذه تعريفيه مختصرة عن مشروع التنمية الريفية المتكاملة بردا ع "
خلال ١١ عام

المقدمة :-

تأسس المشروع في عام ١٩٧٧م بأسم مشروع التنمية الريفية المتكاملة بردا ع وبتعاون ثنائي بين بلادنا وحكومه المملكة الهولندية الصديقة التى منحت الحكومة تمويل المشروع كمساعدة .

ويهدف المشروع الى تحسين المستوى المعيشي للانسان الريفي ، والذى فصل الى عده اهداف منها :-

١- تحسين وأدخال الأصناف المحسنه من محاصيل الحبوب والفاكهه وكذلك رفع مستوى الأنتاج الحيواني وذلك عن طريق استخدام الوسائل الارشادية المتطورة وبناء المراكز الأرشادية لتقديم الخدمات الأرشادية الى المزارعين .

٢- توفير المياة النقية بواسطه انشاء مشاريع المياة المتكاملة . وكذلك المحافظه على المياة بأجراء الدراسات والمسوحات اللازمه ، وكذلك المحافظه على البيئة وعدم التلوث وذلك بعمل مجارى للقرى وتصريف القمامه وتحسين مجارى المساجد والمدارس .

٣- شق الطرقات الفرعيه والقرويه التي تربط القرى بالمدن والتي تربط المخاليف بالمدن الرئيسيه . وكذلك العمل على المحافظه على مساقط المياة وصيانه الأراضي وذلك باقامه السدود والحواجز الصغيرة .

٤- رفع وتحسين مستوى مشاركه المراءة الريفية وزيادة دخل الأسرة الريفية وذلك من خلال تقديم الارشادات الزراعية والخدمات وتعليم المراءة الصناعات الحرفية ، وكذلك محو أميتها الوظيفي وغير الوظيفي .

ولتحقيق هذه الأهداف تعمل بالمشروع الأقسام التاليه :-

١- قسم الزراعة ومزرعة الخبار :-

بداء نشاط هذا القسم عام ١٩٧٨م بأجراء تجارب حقليه بسيطه في اراضي وادى الحجله على محاصيل القمح والشعير والذرة ، وفي عام ١٩٧٩م انتقلت اعمال القسم الى مزرعه الخبار ومساحتها ٢٠ هكتار ونفذت تجارب حقليه على الأمطار شملت الذرة الرفيعه والذرة الشامية والشوفان وكذلك تجارب على الرى شملت القمح والذرة وعباد الشمس والبرسيم وبعض الخضروات ، وفي عام ١٩٨٢م تم انشاء مشتل مركزى بالمشروع لأنتاج غروس الفاكهه والغابات ، وفي عام ١٩٨٥م تم لشاء مزرعه لأمهات الفاكهه ، نتيجه للأهميه التي احتلتها الفاكهه في بلادنا فقد سعى المشروع الى توفير الأصول والطعم الجيده للأصناف التي تصلح زراعتها في المنطقه حتى يتم انتاج هذه الغروس كليا حيث تم عمل حقول لانتاج الأصول مع تطعيمها كليا . وحاليا يشرع المشروع في التوسع بانشطته الزراعيه وذلك بانشاء مشتلين فرعيين في كل من منطقه البيضاء ومنطقه جبن وتتميز جبن بزراعه اشجار البن والحمضيات خلافا لأنواع الفاكهه التي تزرع في بقيه المحافظه .

YEMEN REPUBLIC
Ministry of Agriculture & Water Resourees
RADA INTEGRATED RURAL DEVELOPMENT PROJECT
P.O. Box 816, Sana'a

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية اليمنية
وزارة الزراعة والموارد المائية
مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع
ص.ب ٨١٦ صنعاء

ندوة سبل المحافظة على المياة وترشيد أستخداماتها

رداع : ١٨ - ٢٠ / ٦ / ١٩٩٠م

Seminar: From depletion to a prudent use of groundwater
Rada, 18 - 20 June 1990

" نبذة تعريفية مختصرة عن مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع خلال ١١ عاما "

اعداد /

وحدة التخطيط والمتابعة والتقييم

(م / ع / ص)

بسم الله الرحمن الرحيم

(من أجل المحافظة على المياة وترشيد استخداماتها)

المقدمة :-

لقد أجريت دراسات عديدة وناجحة خلال العقدين الماضيين في مناطق متفرقة من الجمهورية العربية اليمنية تتعلق بأدارة مصادر المياة الجوفية وتم تقديم نتائج بعض هذه الدراسات في الندوة المنعقدة في صنعاء في الفترة من ٨ -٩/١٠/١٩٨٩م والتي نظمها مشروع تقييم مصادر المياة .

وهذه الدراسات هي مفاتيح الخطط الأنمائيه لتلك المناطق ولكنها في نفس الوقت أثبتت بأن المياة تستغل بكميات عاليه مما يؤكد أن مصادر المياة الجوفيه في طريقها الى الأستنزاف في مناطق يتزايد عددها بأستمرار الأمر الذى جعل من الضرورى أتخاذ وسائل فنية وتشريعية للحد من هذا الأستنزاف غير المنضبط وذلك بهدف المحافظة على المصادر المائيه المتاحه للأجيال القادمة .

ويعتبر انشاء الأشكال النموذجيه للمياة الجوفية بمستوى المناطق أحدى هذه الوسائل الفنيه التى قد تسهم نحو تقييم الأنتاج الأحتياطي وبالتالي صياغه استراتيجيه ادارة المياة الجوفية .

وتجدر الأشارة الى أن قرار تنظيم هذه الندوة جاء نتيجه لأنتهاء مشروع التنمية الريفية برداع من أنشاء الشكل النموذجي للمياة الجوفية فى حوض رداع . وأولى المشروع اهتماما بالتقنيات التى توفر المياة كجزء من الحلول المستقبلية .

كما أن مشروع مياة ومجارى مدينه رداع الذى بداء اعماله منذ فترة يواجه مشكله في ادارة المياة لأعداد خطته ويبحث عن الحلول الممكنه من خلال التركيز على اعادة استخدام المياة المستعمله فى رى المحاصيل الزراعية .

وقد عالجت مشاريع وهيئات عديدة هذا الموضوع بطريقه قد تكون احيانا دون التعرف على خبرة الآخرين وتجاربهم في هذا المجال . ومن المعروف بأن هناك العديد من الجهات المختصه بالمياة التي اكتسبت الخبرة في مجال المياة الجوفيه وحيث أن الحلول المطروحه لمشكله أستنزاف مصادر المياة الجوفيه لا تزال في مراحل تطورها الأول فأنه قلما تجد هذه الحلول طريقها نحو التطبيق .

وهدف هذه الندوة هو جمع المعارف والآراء والنتائج التى توصلت اليها المشاريع والجهات المعنيه حول مصادر المياة الجوفيه وتقنيات توفير المياة . وذلك لأعطاء هذا الجانب دفعه اضافيه نحو تطوير استراتيجيات ادارة مصادر المياة الجوفيه على المستوى المحلي والوطني .

أهداف الندوة :-

١- تبادل المعلومات بين الجهات العامله في هذا المجال حول امكانيات المياة الجوفية المتاحة .

٢- خلق الوعى بين أوساط المواطنين الذين لا يعرفون شيئا عما يعرفه المتخصصون في هذا المجال .

٣- ايجاد مقترحات عمليه للمحافظه على مصادر المياة ومناقشه السبل الكفيله لدفع المواطنين نحو الأسهام في حل المشاكل .

٤- بحث طرق التعاون بين الجهات العامله في مجال المحافظه على مصادر المياة .

٥- تقديم المقترحات حول الوسائل التشريعيه التى يمكن اتخاذها من قبل الحكومه لتنشيط تطبيق الحلول العمليه .

ـ مياة مدينه رداع بين الحاضر والمستقبل ٠

ـ مشروع مياة ومجارى رداع ٠

ـ م/ نجيب المقطرى ـ طاهر قاسم ٠

ـ حول المصادر المائية وحمايتها في حوض تهامه ٠

ـ الهيئه العامه لتطوير تهامه ٠

ـ يوسف على عمر الموجى ٠

ـ نموذج المياة الجوفيه لحوض رداع ٠

ـ مشروع التنمية الريفية برداع ٠

ـ د / فيم بويمر ٠

ـ الحدائق العربيه المعلقه ٠

ـ فيلم من اخراج تونى ميلروى ٠

ـ البحوث الزراعيه ودورها في المحافظه على المياة وترشيد استخدامها في الجانب الزراعي بالجمهورية اليمنية ـ هيئه البحوث والأرشاد الزراعي ٠

ـ د / احمد عبد الله غالب ٠

ـ الوسائل التطبيقيه للمحافظه على المياة الجوفية ٠

ـ مشروع المرتفعات الجنوبية ٠

ـ م/ محمود سلطان ناجي ٠

ـ الأستخدام الفعال للمياة الجوفيه في الزراعة المروية ٠

مشروع نظم وتقنيات السرى ـ الفاو ٠

ـ السيد / محمد بورالي فارح ٠

ـ التوصيات المنبثقه عن الندوة ٢٠ يونيو ١٩٩٠م ٠

ـ الندوة في الصحف المحلية ٠

المحتويات

- مقدمه — مشروع التنمية الريفية برداع
- هينو نيو نهاوس .
- نبذه تعريفيه بمشروع التنميه الريفيه المتكامله برداع (خلال ١١ عاما) .
- برنامج الندوة
- حفل الأفتتاح :- ١٨ يونيو ١٩٩٠م .
- مراقبه حوض رداع — مشروع التنمية الريفية برداع .
- جميل سيف راح (رئيس شعبه الجيوهيد رولوجي) .
- نبذه تعريفيه بالمجلس الأعلى للمياة ومهام السكرتاريه الفنيه التابعه له .
- المجلس الأعلى للمياة .
- د / خوسيه البرتو .
- الموارد المائية والحفاظ عليها من النضوب والتلوث
السياسه والتشريع المائي (خطوط عامه) .
- المؤسسه العامه للمياة والمجارى .
- م / حسن عمر الشيخ .
- متطلبات صنعاء المائية بالمقارنه مع مصادرها .
- مشروع دراسه مصادر مياة حوض صنعاء .
- م / محمد الصلوى — السيد / يان بيت هيدريك .
- وسائل المحافظه على مياة السرى .
- مشروع التنمية الريفية المتكاملة برداع .
- م / عدنان محمد عبد الفتاح — م / الآن تيرنر (شعبه الرى) .
- انجازات الأدارة العامه لدراسه مصادر المياة في مجال دراسات وتقييم مصادر المياة في اليمن .
- الأدارة العامه لدراسه مصادر المياة .
- م / محمد محمد دانخ .
- "النموذج الرياضي للموارد المائية لحوض صعده" المبررات والآفاق .
- الادارة العامه لدراسه مصادر المياة .
- م / نورى جمال .
- من أجل المحافظه على المياة وترشيد استخدامها .
- الهيئه العامه لتطوير المناطق الشرقيه .
- د / م غالب فارس جنيد .
- تغذيه المياة الجوفيه بطريقه صناعيه — الآداة المستخدمه والوسيله المتبعه للمحافظه على المياة .
- المجلس الأعلى للمياة .
- د / فلاد يمر بانسكي .

بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية اليمنية
وزارة الزراعة والموارد المائية
مشروع التنمية الريفية المتكاملة
بـــرداع

المملكة الهولندية
وزارة الخارجية
ادارة التعاون الأنمائي
(آسيا)

"ندوة سبل المحافظه على المياة وترشيد استخدامها "

الجمهورية اليمنية ـ رداع

١٨ـ٢٠ يونيو ١٩٩٠م

(ايلاكو ـ هولندا)

(م/ع/ص)

ilaco

الجمهورية اليمنية — المملكة الهولندية

ندوة سبل المحافظه على المياة وترشيد استخدامها

الجمهورية اليمنية ـ رداع

١٨ـ٢٠ يونيو ١٩٩٠م