
2282
300

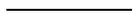
%18

%85

91

%40





1
4
7

13

:
:

13

1-1

15

2-1

15

3-1

25

4-1

5-1

28

31

6-1

32

7-1

33

8-1

38

9-1

38

10-1

41

:

:

41

1-2

41

2-2

48

3-2

51

4-2

62

5-2

65

:
:

65

1-3

65

2-3

94

3-3

100

4-3



111 :

111

112

113

114

115

116

132

136

139

145

152

:

1-4

2-4

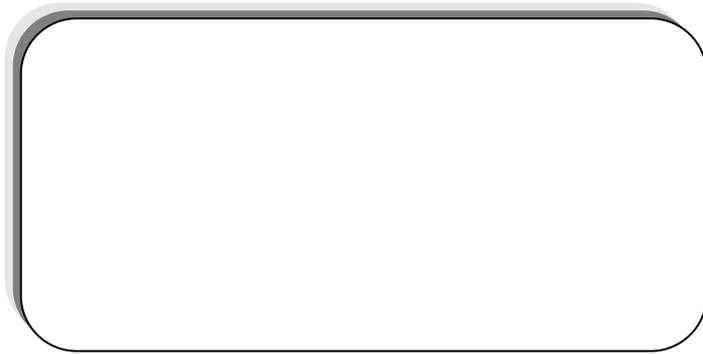
3-4

4-4

5-4

6-4

7-4



2002

%85

91

2002

:

-

-

-

-

- - - - -

2283

%18

300

%4.7

%100

%22.0

15

69

:

:

*

:

*

:

*

:()

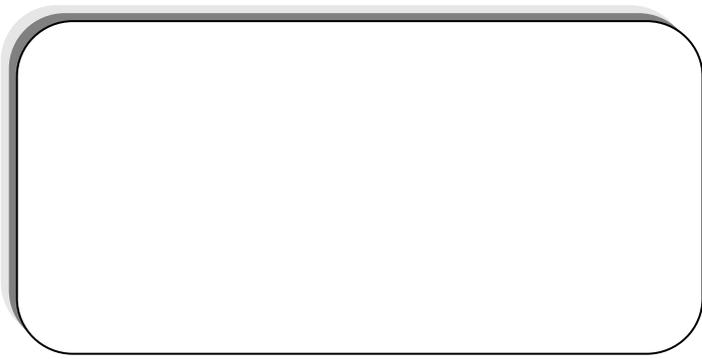
*

(1999-1990)



-

-



:

1-1

"
"

-

(1-1)

-

(1-1)

2283

100

%67

300-100

436

%15

%19

%18

300

(1-1)

(3)	300 /	300-100 /	100 /	/
8.5	1.8	2.7	4.0	
52.7	26.8	25.4	0.6	
99.9	40.7	54.5	4.7	
8.0	6.8	1.2	001	
9.2	9.1	0.1	-	
178.3	85.2	83.9	9.4	
2.4	-	1.3	1.1	
0.1	-	-	0.1	
126.8	12.7	24.7	89.5	
15.0	1.9	7.6	5.4	
0.1	-	-	0.1	
-	-	-	-	
67.2	29.4	30.8	7.0	
211.6	44.0	64.4	103.2	
4.0	0.5	2.6	0.9	
1094.4	976.2	76.5	41.7	
190.6	145.3	38.7	6.6	
15.3	-	4.1	11.1	
1304.3	1122.0	121.9	60.3	
39.8	24.1	11.6	4.1	
192.5	94.5	30.1	67.9	
49.0	4.4	16.2	28.4	
150.0	86.7	34.1	29.2	
157.2	54.5	73.5	29.2	
588.5	264.2	165.5	158.8	
2282.7	1515.4	435.7	331.7	

. (1994)

:

%82

300

:

2-1

%18

300

(2-1)

%100

%5

%50

:

3-1

"

"

:

1-3-1

:

. ()

-

-

(uniform)

:

(2-1)

1996

:

%			%		%			
4.9	5.1	5.5	0.52	0.56	20.0	77.00	381.73	
0.08	7.8	2.7	0.45	0.18	53.5	67.0	1251.1	
-	2.3	1.6	0.04	0.01	100	5.3	5.36	
61.9	30.4	15.5	2.41	7.86	6.6	355.0	5400.55	
54.9	25	11.4	3.39	11.76	6.2	500.0	8081.00	
-	-	2.6	0.005	0.001	100	0.674	0.674	
70.2	147	6.6	10.86	6.25	37.3	1600.0	4294.09	
92.7	77.4	35.4	13.24	24.56	11.5	1950.0	16871.82	
105.3	22.4	28.1	8.46	8.91	20.4	1247.0	6121.00	
45.6	67.0	-	0.34	1.54	4.7	50.0	1059.59	
54.5	26.5	31.0	24.43	9.78	53.6	3600.0	6721.00	
5.3	20.0	-	0.42	0.15	58.1	61.6	106.00	
-	14.1	3.0	0.08	0.27	6.5	12.0	185.51	
4.0	-	1.0	0.06	0.03	49.1	8.8	17.97	
0.2	2.8	0.4	0.03	0.01	57.3	4.8	8.37	
10.1	6.4	7.8	0.59	0.67	18.9	87.5	462.96	
14.6	20.5	7.7	2.68	3.44	16.7	395.0	2365.99	
68.2	31.0	16.7	22.26	6.04	79	3280.0	4149.49	
78.2	32.9	20.4	6.81	14.60	10	1364.0	10028.30	
51.1	60.5	26.4	0.32	0.80	8.6	47.0	547.10	
24.4	52.8	17.2	2.6	2.56	21.8	383.0	1755.3	
53	34.8	13.3	100	100	22.5	15095.74	68688.63	

:

. 1999

()

. (Optimum length of run)

. (Cutback concept)

: Flood Irrigation

2-3-1

-

-

-

-

-

: (Border irrigation)

3-3-1

25

(Medium textured soils)

:

: (Level border)

-

(1/4)



: (Graded Border)

-

Balanced advance)

(and recession method

: (Guided Border)

-

(Flushes)

:

:

*

:

-

-

-

-

:

*

:

-

-

-

:

*



: (Basin Irrigation)

4-3-1

. %2

:

*

30-16

120-60

20-10

. 180-150

50-40

:

-

-

-

-

: (Furrow Irrigation) ()

5-3-1

(Rigers)

(Furrows)

20-15



. Contact time))

(Cross - section)

: *

:

(Graded Furrows)

-

%0.5

(Level Furrows)

-

(Contour Furrows)

-

:

*

:

*

30-15



. (Non-erosive)

(Q)

Manning's)

-

(N)

)

: (equation)

$$Q = A \cdot N \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

:

= Q

= A

= R

= S

= N

: (Furrow – Basin)

()

*

. (Angaya system)

*

*

:

*

*

:

6-3-1

:

:

*

:

-

-

-

-

-

-

*

-

-

-

)

(



%60-40

:

:

*

*

*

*

*

*

:

4-1

:

:

1-4-1

15

%85

%97

%95

%79



. %50

:
%89

2-4-1

%70

:

3-4-1

() () ()

:

*

*

*

*

: (Application Efficiency)

. () %50
: (Conveyance Efficiency)

%80 %20
%90 %65

: (Irrigation efficiency)

: (Storage Efficiency)

:

:

: (Adequacy)

: (Dependability)

. ()

: (Equality)

:

5-1

:

:

:

:

-

:

-

)

.(

:

-

.(..)

:

.. ..

:

.

-

.

.

:

.

.

-

.

.

-

:

.

-

.

-

(Allocation)

-

.

.

(Head)

-

.

.

-

.

-
-
-
-
-
-
-

:

6-1

%70

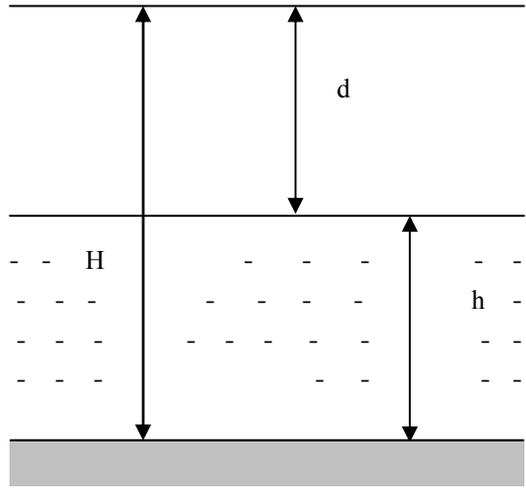
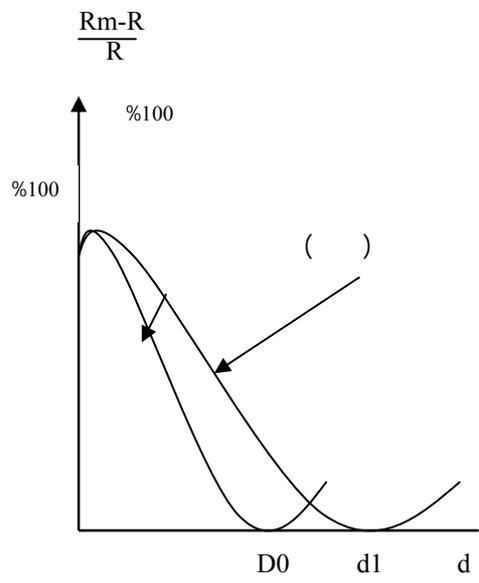
:

-

:

-
-
-
-
-

:



Rm :
R :

.
:

7-1

:

.(-)

:

-



:

*

*

*

(emperical)

:

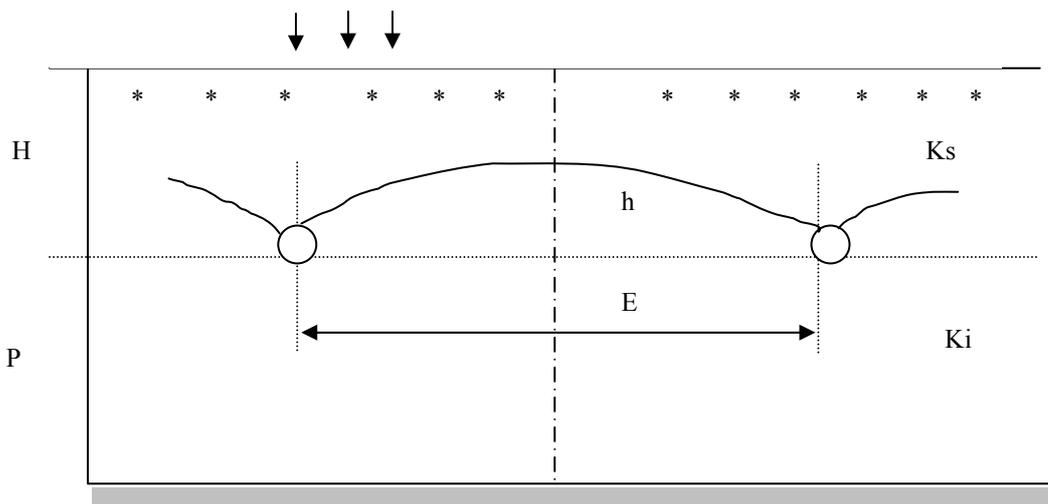
:

:

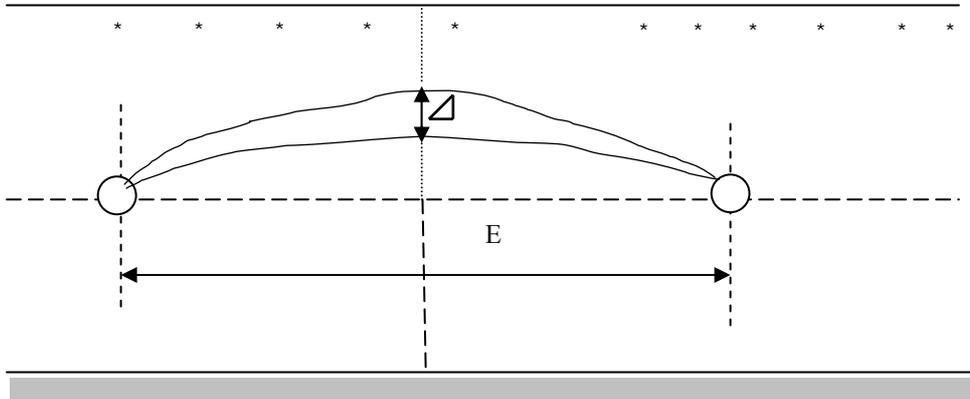
()

:

:



$$E^2 = \frac{4 K_s h c^2}{q_c} + \frac{8 K_i R H c}{q_c}$$



$$E^2 = \frac{4 K_i R \theta}{\mu} * \frac{1}{Y_1 - Y_0}$$

$$Y_1 - Y_0 = 1.15 \log_{10} = \frac{[2R + (K_s/K_i) h_{c1}] h_{co}}{[2R + (K_s/K_i) h_{co}] h_{c1}}$$

- : R
- : hc
- : Ks
- : Ki
- : Θ
- : μ
- : h co
- : hc1

)

.(

(Collector)

. Main drain

() Scape drain

·
:

:

·
-

·
-

· ()

1856

·
:

:

*

*

*

*

:

*

*

)

(

*

*

:

8-1

:

-

-

-

-

:

9-1

%85

91

/

:

10-1

:

*

*

*

.

*

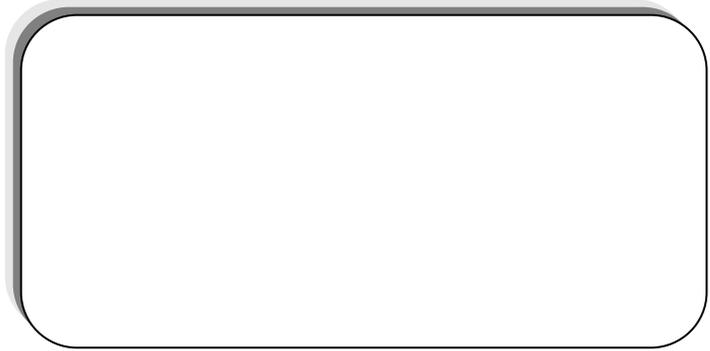
.

*

.

*

.



: 1-2

%50-40

" "

: 2-2

:
: 1-2-2



%59

91

%40

%76

%89

%85

:

:

1-1-2-2

-

%20

(Water stress)

:

-

-

.

.

-

.

-

(Compaction)





:

2-1-2-2

:

-

-

()

(Gravity)





(Floats & Weights)

(Downstream level)

. (upstream level)

(Transmitters)



.
.
.
.

.
.

:

3-1-2-2

. (cavitation)



Elevated tank

(Hydrostatic Pressure

(Electrical Resistance)

(flowmeter)





:

4-1-2-2

%60

%50-40

Surge Irrigation

%50

%75

Border Irrigation

:

5-1-2-2

:

6-1-2-2

(Evaporometer & Tensimeter)



. (Irrigation on demand) .

. (Reestablished)

: 3-2

%40

()

: 1-3-2

(Cunha) 1977

Water planning

1977

International water resources management

(1) Water Master plan
(Central planning & management)

"
Environmental impacts assessment

Comprehensiveness

Coherence

(2)

:

2-3-2

()

:

" (1)

:

"

. 1989 / 16-12

"

"

(2)

. 1994 / 6-3

: **Holistic approach** -

)

(

: **Participatory approach** -

: **Economical approach** -

" "

"

"

)

(

:

4-2

" " " " .

)

(

" "

" "

:

1-4-2

:

0.52

0.12



0.02

0.32

0.03

.

.

0.25

0.03

0.37

0.12

(

)

(1)

.

.

.

.

.

"

"

"

"

.

.

"

"

.

"

"

.

.



(1) Jeremy Berkoff, A strategy for managing water in the Middle East and North Africa, Directions in development (Washington, DC: World bank, (1994)

(1)

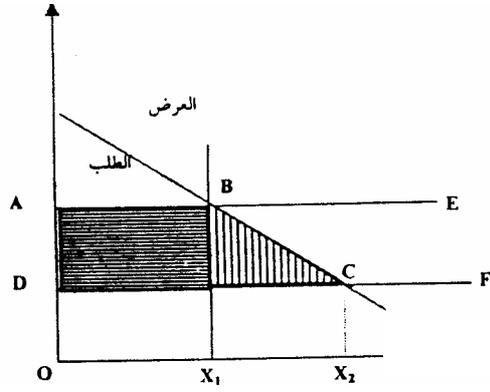
*
*
*
*
*

()
()

(1) Mohan Munasinghe, *Water supply and environmental management : Developing world applications*, foreword by Donald Lauria, *Studies in water policy and management* (Boulder, CO : Westview press (1992) .

(1-2) " " :
OD . X1 " " -
X1 . X2 () -
()

(1-2)



(X1)

. ()

) X2

(

AD

. X1

:

$$MOC_1 = MC_1 + MUC_1 + MCE_{ij}$$

:

: MOC_1

: MC_1

()

: MUC_1

()

: MEC_{ij}

. i

j

:

-

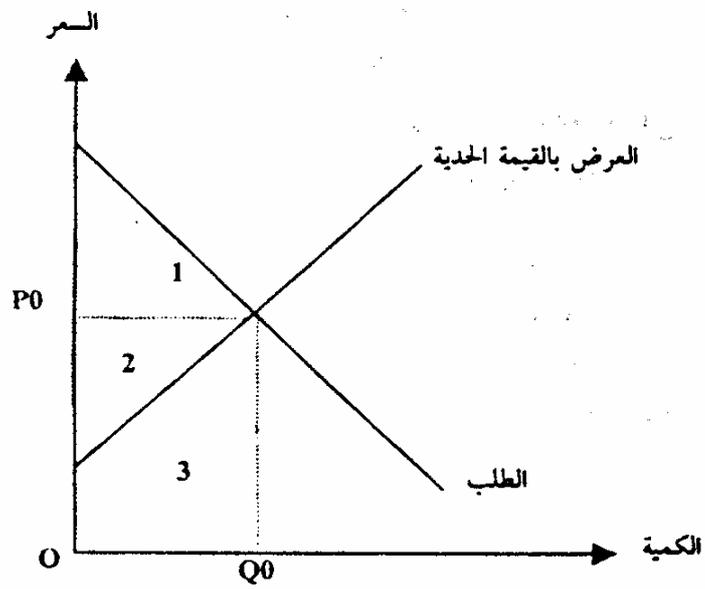
(2-2)

Q

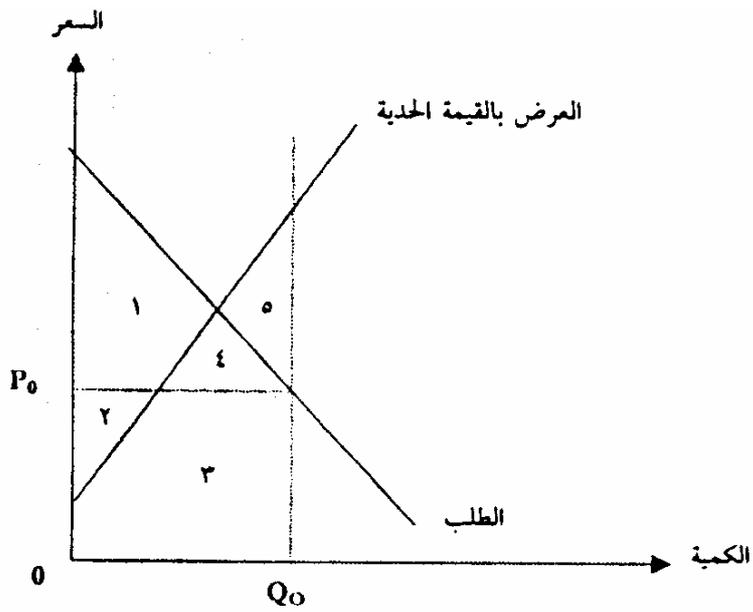
P

(3-2)

(2-2)



(3-2)



$$4 + 3 + 2 + 1 = \text{(CWP)}$$

$$5 + 4 + 3 =$$

$$5 - 2 + 1 =$$

$$(4+3+2+1)$$

$$(5-2+1)$$

$$. (5+4+3)$$

$$. (5+4+3)$$

$$: \quad Q_0 \quad P_0$$

$$3 + 2 + 1 = \text{(CWP)}$$

$$3 =$$

$$2 + 1 =$$

$$(\quad)$$

$$. (\quad)$$

$$. (\quad)$$



)

1922

(

$$Y = ax_1^{b_1} x_2^{b_2} x_3^{b_3} x_4^{b_4} x_5^{b_5} x_6^{b_6} \cdot e^u$$

:

: Y

: X1

: X2

: X3

: X4

: X5

: X6

: b1 ... b6

: u

37

(10)

()

)

(70 10

10.08

()

:

-



()

$$N_i = G_i - V_i - F_i$$

:
: N_i
: G_i
: V_i
: F_i

$$\frac{\sum_i}{i} = i \quad E$$

: ⁽¹⁾(3 1000)

1853	1014	
1828	583	
- 381	250	
4499	1486	
- 89	1418	

: -

.⁽²⁾(4-2)

(% 25-5)

. (1-2)

(1) Longmire, "Agriculture and comparative advantage in Pakistan", (1993).

:)

()

-2

. (1996

(/)⁽¹⁻²⁾

308	369	293	10
226	277	238	15
184	231	210	20
159	203	193	25

()

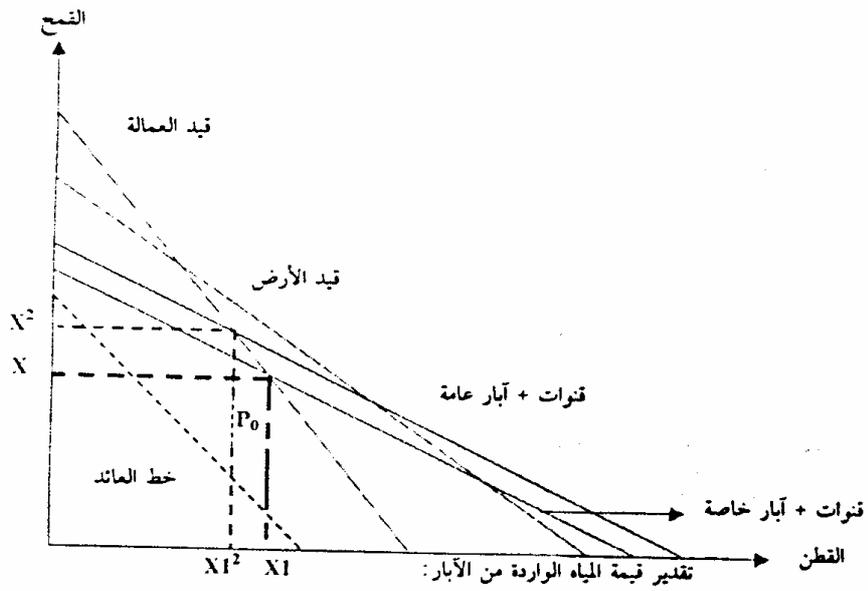
:

. (1996

:)

(4-2)

()



%2.6

(1)

%13.2 %2,8

(2)

()

:

5-2

"

"

"

"

:

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8





: 1-3

%85

:

:

2-3

:

1-2-3

%70-60

:

. Delivery system -1

. Application system -2

. Disposal system -3

(:)

()

Sprinkler

Surface irrigation

:

. Drip or trickle irrigation irrigation



100-50

:

40-20

:

25-15

:

120

250-120

400-250

:

:

:

:

:

)

4

(

100-80

50-40

.(

12-8)

(3 × 1,5)

:

*

%90

110

%85

. %76

%70-65

%55-50

1998

(

) %30

1999

:

*

()

()

:

(3-2)

()

) .

()

. (72750

32745

283192

. (10-4)

()

(³ 1000-300)

:

-

-

()

"

"

-

/

-

"

"

-

)

-

(

-

:

:

Water Master plan

*

" "

*

*

*

*

*

*

*

*

*

:

()

2-2-3

:

8

%5,6

%97

:

%6
%70

500 000

1998
360

()

()

. %60

%80-70

!

:

3-2-3

:

84

550 2

:

15.300

15.810

%72

"

" "

"

()

%71-63

:

:

()

()

:

:

-

. (Elawad, 1991)

%8

2

80

()

-

()

()

:

()

)
.(

:

%40

(Ibraheem,1992)

%60

(Abd Elwahab, 2000) %47-30

. (...)

()

()

()
() 450

. %30

:

:

:() -

.

: -

()

: -

" "

()

.

.

" "

" "

: -

()

()

%90

%65

()

: -

()

.()

()

: ()

4-2-3

:

5986361

18517971

4803119

5521183

.(1998

) 1167633

%61 :

%3

%5

%21

7
%35

%35

640

...

() :

)

P.V.C

(

: (2000-1970)

(2000-1970)

:

756 (2000-1970)

. / 24.4 %167 %267

:

201.0 : (1986-1970) *

%26.6 / 11.8

. 2000-1970

136.0 : (1991-1986) *

/ 22.7

. 2000-1970

%18.0

: (2000-1991)

*

41.9

419

%55.4

/

%31

%32

)

(

:

%85

.

()

()

:

(...)

)

-

-

-

-

-

-

-

2000 ()

109,4

%17,9

%31,5

33,2

142,6

%10,6

44,8

2001

(

)

(

.

:

):

:(

%35

:

:

"

"

:

-1

Flumes

(

)

(

)



-2

Flumes

3

:

:

()

-

()

(20)

)

:

:(

%65

%65

:

-1

()

-2

-3

-4

:

/3 10,5

21,2

/3

24.2

2015

)

(%87)

/ 3

%50-40

(



(%70) (%50-40)
)

(

:

:

750

/ 3

"

"

"

"

/3

500

2015

"

"

"

"

:

:

:

:

-1

-2

-3

-4

:

:

-1

-2

-3

...

:

:

()

-1

-2

:

:

:

(%80)

(%85)

(%50)

()

()

. (%50)

)

(%75)

(

%17

%21,25

:

-1

) %80-70

.(

:

-2

(

)

.

-3

(

)

.

-4

.

:

5-2-3

:

(1)"

"

)

.(

(

)

Gravity

:

-1

:

11,1
6

:

Schedule system

-

On demand system

-

:
:
: () :

%25 ()

: :

Land plane

:

:

-

:

(

)

-

:

:

Crop water requirements

:

Canal lining

:

Deep percolation

%15

:

:

Cross regulators

:

%25

:

:

:

6-2-3

:

%97

55,5

)

(

395

:

%10

:

-

:

-

%25 %10

:

()

" " :

%1,4

. %40 %30

%0,4 %0.3

%2

%25

. (30-25)

%25-17

. ()

. ()
:

)

2017

. (1-3

:

-

-

-

-

-

:

-

-

AVTO

AVIS

Distributors

(1-3)

2017

()	()	()	
162	1800	90	1997/1996
2631	2500	1046	2002-1997
4300	3100	1388	2007-2002
8537	4000	2136	2012-2007
10370	5000	2074	2017-2012
26000		6734	

J

(PVC)

-

-

-

-

:

7-2-3

%10

1,35

911000

()

%75

%33

%80

%80

%85

() %60

%85

(2-3) %40

(2-3)

1994 FAO

(%)	(%)	(%)	
53	80	80.5	
30	50	60	
-	-	68	
42	60	80	
22	40	55	
28	40	67	

:

: (9)

(335)	-
(616)	-
()	-
(493)	-
()	-
(663)	-
(320)	-
(200)	-
(256)	-
()	-
(750 7)	-
(500 5)	-
:	-
:	-
:	-
(/ 30) (30 20)	-
(120 80)	-
6 4	400
	:

*

" " *
 . " *
 . " *
 . () *

" " (50) " "
 %15 %25

: -

.() / 25 / 30

: -

%80

" " "
 " " "
 " " "

%15

" " "
 " " "

()

" " "

" " "

: -

-

:

:

:

"

" (

)

:

:

%80

"

"

:

-

-

-

-

()

%20

%10

" "

%15

()

()

()

:

.

-

.

()

-

.

()

-

.

" "

(100 m2

50 m2

)

"

"

.

.

"

()

:

:

.

:

:

.

:

()
()

: 3-3

: 1-3-3

: -

:

-1

-2

-3

() -4

-5

-6

(MREA)

. 1990

: (MREA)

-

1993

1990

. 1996

" "

MREA

"

"

()

(...)

MREA

. (3-3)

:

-

" " ()

()

:

-

()

%50

)

. (1-3

)

" " (

)

(

:

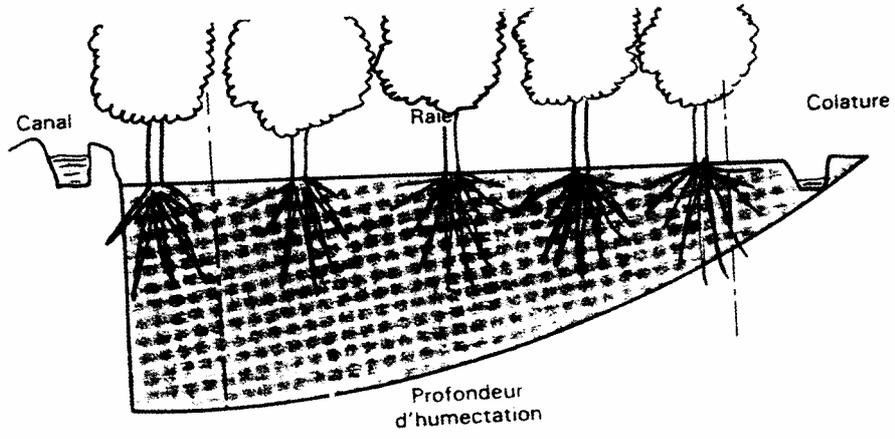
()

(3-3)

(MREA)

) " "		1995
(%33 .(
)	-	-1995 1996
(-	
.	(ESIAM)	1996-1995
%50 %20) . %30 %10		1997-1996
() .(1997
(IOJOV) - -) - .(%30 - .		1999-1997
.		1999

(1-3)



"

"

" "

:

(MREA)

()

: 2-2-3

20000 3000

: 3-3-3

/ / 7



. 1959

4-3-3

. 1975-1970 1970-1966

Parshall flumes



:

" "

" "

()

" "

" () "

:

:

" "

*

:

" "

"

"

()

"

"

:

25

(

. (50-40)

:

:

(-)

-

)

-

(

54

()

(%20-10)

()

%7

*

*

*

*

)

(

*

*

*

*

:

Land leveling

-

-

*

" "

:

:

-

-

-

-

.()

-

*

:

-

*

:



*

*

-

()

Land plane

J

(PVC)

-

AVTO

AVIS

()

Distributors

-

)

"

" (

"

"

-

-

-



-8

:

:

.()

)

(

:

*

-

-

-

:

:

"

"

" "

:

.

*

.

:

-

.

.

-

.

-

.

-

" "

.

:

:

:

:

:

-1

%50-40

" "

()

:

-

)

(

:

-

:

-

"

"

-

)

(

(

)

-

-

:

:

-

-

-

-

-

-

"

"

-

:

-

-

-

-

Distributors

AVTO

AVIS

-

Level Furrow

-

"

"

-

-

%25-17

-13



.
:
()

-
-
:

Level Furrow





: 1-4

% 89

% 70

15

%85

146

91

% 40

37

54

5

7

%

()

:

2-4

%89

%47

%34

%70

%86

%15

% 5.2

%20

:



3-4

:

-1

:

-2

-3

-4

-5

-6

-7

-8

4-4

1-4-4

50

:

*

*

()

()

*

:

2-4-4

37

:

Leveling

*

()

*

()

*



*

*

*

:

3-4-4

40

:

*

*

Observation Wells

()

*

*

*

5-4

:

:

:

1-5-4



Master Plan

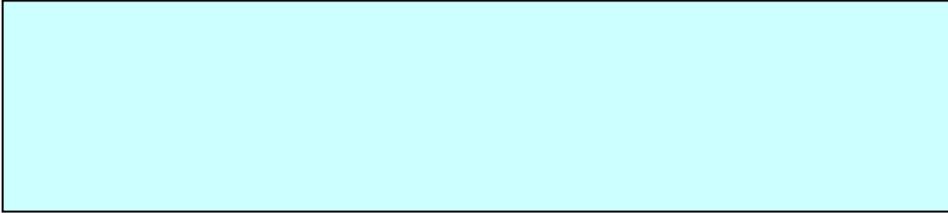
: 2-5-4

()

()

: 3-5-4

:



: 6-4

- -

()



Master Plan

) Stakeholders
(.....

Mission

Vision



.

:

:

-

.

-

.

-

.

-

.

-

.

:

:

-

.

-

.

-

.

-

.

-

.

-

:

:

-

-

-

-

-

:

:

-

-

.....

-

-

-

:

:

-

-

-

:

:

-

-

:

:

-

-

-

:

:

Irrigation Advisory Services

:

.()

*

*

*

*

*

*

*

*

*

)
(

:

()

:

*

()

*

*

*

*

*

*

*

*

:

()

:

*

*

*

*

*

*

*

*

*

*

*

⋮

:

:



:

:

:

:

*

*

*

*

*

*

:

*

*

*



:

*

.

*

*

*

*

:



*

.

*

*

*

*

:

*



()

*

*

:

*

*

*

*

:

*

*

:

*

*

.

:

*

.

*

.

*

.

:

*

.

*

.

:

:

.

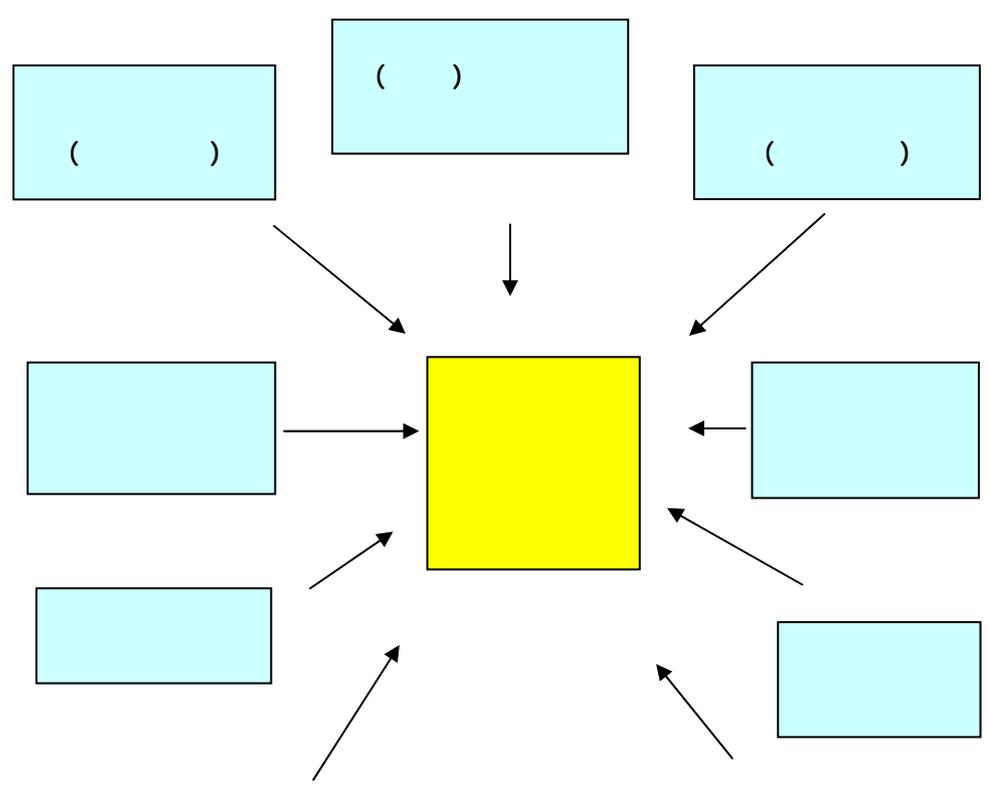
()

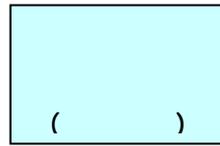
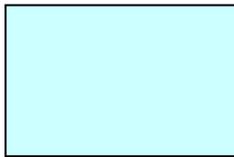
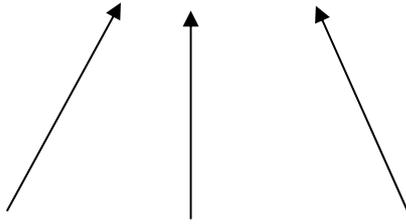
.

.



()
()





:

*

*

*

*

:

-

-

-

:



(- -) -

(- -) *

(- -) *

(- - -) *

-

-

7-4

:

()

2-4

()

1-7-4

*

*

()

*

2-7-4

Leveling

*

*

3-7-4

*

*

4-7-4

LEVELING





	- (2001)	-1
. 2001	/	
		-2
	. 1994	
		-3
	. 1999	
		-4
	. 1999	
		-5
	. 2001	
		-6
	-	
	- (2002)	- 7
:	- (2000) MREA	-8
	:	
	. 2000	
	- (2002)	-9
	- (2002)	-10
:	(50000)	
	- (2002)	-11



– (2002) -12

– (2002) -13

1996 – -14

1996 -15

16- FAO (1995) – Irrigation in Africa in Figures, Water Reports (7), Rome (1995) .

17- MARTIN Gilles (1997) – Irrigation Tensiométrique (Jordanie), Rev. Nouvelles Scientifiques (CEDUST) – Jullit 1997 .



The Methods for the Promotion of Surface Irrigation and Drainage in the Arab Countries

Summary

This study is one of AOAD's activities in its working plan of year 2002, as part of its programme in the field of natural resources and environment.

The main target of this study is to promote activities in the Arab countries aiming to achieve rational efficient use of water, and reduction of the extent of surface irrigation which represent one of main constraints facing Arab water resources.

Surface irrigation is used in about 85% of irrigated areas in the Arab countries. Most of it has been established long time ago when surface irrigation was the main prevailing irrigation method, while some schemes have been established more recently because of its low cost compared to other modern irrigation systems.

Low water use efficiency is one of the main features of surface irrigation. It was estimated in previous AOAD's studies that total annual water losses by surface irrigation in the Arab countries amount to about 91 billion cubic meters. In addition to that most of irrigated land in the Arab countries faces drainage problems.

For these reasons, the general trend in Arab countries is towards modern irrigation systems. But there are financial, social and technical problems in converting all existing surface irrigation to the modern irrigation systems, due to its large extent and due to the farmers limited financial and technical ability to deal with these modern systems.

It is obvious that the best option is the promotion and modernization of these traditional surface irrigation and drainage systems.

Accordingly, there is a real need for such study to explore all possible means and methods to promote the existing traditional surface irrigation methods and improve their water use efficiency.

The specific objectives of the study are :

- Evaluation of prevailing surface irrigation methods in the Arab countries.
- Establishing a data base about surface irrigation and drainage in Arab countries.
- Identifying methods for promoting Arab surface irrigation and drainage.
- Exchange of knowledge and experiences among the Arab countries regarding surface irrigation and drainage.
- Fostering common Arab work in this field.

To enrich the study through fresh up todate information, AOAD has identified the following seven Arab countries of known experiences in surface irrigation : Jordan, Algeria, Sudan, Syria, Iraq, Egypt and Morocco.

Experienced, qualified local experts were selected by AOAD to prepare country case studies about surface irrigation in each of these countries.

An Arab study team was entrusted with preparing this regional study on the issue.

This study is composed of four chapters, chapter one explained the water resources and specially rainfall in the Arab countries and the ability to sustain rainfed agriculture. The total annual volume of rainfall in the Arab area is about 2782 milliards cubic meter, but only 18% of the Arab land receives more than 300 mm annual rain, and as such able to sustain rainfed cultivation. For that reason irrigation became inevitable in the most of the Arab countries for the production of food and fiber crops and for general economy of the countries.

The relative importance of irrigation in the Arab countries ranges from 100% as in Djibouti, where there is no rainfed agriculture to 4.7% in Somalia where rainfed agriculture prevails. The relative importance of irrigated is about 22% for the Arab countries in general. The total cultivated area in the Arab countries is about 68.6 million hectares out of which 15 million hectares are irrigated

It is evident that irrigation has very high relative importance in most of the Arab countries as it has high crop yield compared with rainfed cultivation.

Chapter one also explained the different methods of surface irrigation being used in the Arab countries which include :

- Flood irrigation.
- Furrow irrigation.
- Basin irrigation.
- Border irrigation .

The chapter identified the advantages and dis-advantages of surface irrigation. The advantages include, low investment costs, long rich experienced gained in the area, high labour need solving some of the employment problems, easiness to modification and promotion, suitability for all crop production, and simple management.

The disadvantages of surface irrigation include, low water use efficiency, need for leveling of land, use of substantial part of the land for canalization and small dikes, its creation of negative environmental condition in the area.

The main rationale behind the promotion of these system is the high percentage of agricultural water use with low efficiency. The constraints facing such promotion include, lack of adequate extension specially regarding awareness about the water situation, the inability of farmers to cope with any major changes in the system, inadequate education and research, and the many various government agencies concerned with such activity of promotion.

Technical constraints include, lack of adequate data and proper technological know-how. Economic constraints include, low returns from surface irrigation projects, small land holdings, high cost of promotion, and lack of development funds.

Chapter one also explained the relative high importance of promoting and drainage in order to increase productivity per unit of land, and water. Drainage has dual advantage, getting rid of excess water and providing additional water for irrigation when drained water is reused for irrigation.

Chapter one also identified the different drainage systems used in the Arab countries. It includes, surface drainage, subsoil drainage, ground water drainage (Shagouli).

The constraints facing the promotion of drainage system in the Arab countries are the same as that facing surface irrigation.

Chapter two explained the general methods for the promotion of the surface irrigation and drainage. The main themes of promotion are economy and efficiency.

Technical promotion in the conveyance stage includes, use of pipe canalization, compaction of canal banks, use of modern efficient means for canal desalting and weeding, use of modern communication system, use of automation where possible specially through control of demand rather than supply, control of discharge through automation of pumping and use of remote control.

On farm stage promotion may include, use of long furrow, wide border system, surge discharge.

Promotion could also be through improving management, specially integrated water management,

Promotion through policies and legislation includes, water cost recovery and policies for better use of water.

Promotion may also be through social approach. Extension and awareness programme may be very effective methods of promotion. This could be achieved through the advanced method of training, and cultural

programmes.

Chapter three included the experience of the promotion of surface irrigation and drainage in some Arab countries. It included Jordan, Algeria, Sudan, Syria, Iraq, Morocco.

These are the Arab countries with large experience on surface irrigation and drainage.

The chapter also included the French experience in the Middle East regarding the promotion of surface irrigation. It covered Jordan, Syria and Palestine.

Some other experiences from Spain, Hungary Romania were also included.

Chapter four explored the Arab vision of the possible promotion of surface irrigation. The main base lines of an Arab strategy for promotion were identified which can be briefed in the following points :

- There is a real need for the promotion of surface irrigation and drainage.
 - Modern irrigation methods must be used in any new irrigation development
 - Each Arab country must have its own country strategy. These strategies may form comprehensive Arab strategy.
 - Country policies must confirm the need for Arab cooperation on the issue and the share of Arab experience in all agricultural issues.
 - Irrigation water must be based on actual crop needs and according to climate and soil.
- Extension and public awareness is most needed.



Etude des méthodes de développement de l'irrigation gravitaire et du drainage dans les pays arabes

Résumé

L'étude des méthodes de développement de l'irrigation gravitaire et du drainage constitue une des activités de l'Organisation Arabe pour le Développement Agricole, inscrite dans le cadre de son plan d'action pour l'année 2002 dans le domaine des ressources naturelles et de l'environnement. L'objectif de cette étude reste la mise en évidence des enjeux de l'agriculture arabe où l'utilisation à une vaste échelle de l'irrigation gravitaire y est prépondérante, et constitue un grand défi pour ce secteur important pour l'économie arabe.

Le système d'irrigation gravitaire s'étend sur près de 85% des terres irriguées dans le monde arabe, et la création des projets d'irrigation gravitaire remonte à plusieurs années dans le temps, tout comme certains projets qui ont été réalisés récemment à cause des coûts d'investissement relativement bas comparativement aux systèmes modernes d'irrigation.

Les méthodes d'irrigation traditionnelles se caractérisent par une faible efficacité d'utilisation des eaux, et par conséquent, des pertes énormes, évaluées dans des études précédentes à près de 91 milliards de mètres cube par an à l'échelle des pays arabes. D'autre part, la plupart des terres irriguées par ce système connaissent des problèmes de drainage agricole, ce qui réduit leur productivité.

Pour contrecarrer cette problématique, les pays arabes se sont orientés beaucoup plus vers les techniques modernes d'irrigation, caractérisées par une efficacité d'utilisation des eaux plus élevée, mais certaines difficultés d'ordre financier, technique ou social empêchent ce changement en égard à l'étendue de la superficie, au morcellement des terres et le niveau de conscientisation de l'agriculteur qui reste réticent aux techniques modernes. De ce fait, le choix inévitable, à moyen et même à long terme consiste à élever l'efficacité de ces systèmes traditionnels à travers leur développement et leur amélioration.

L'importance de cette étude réside dans la mise en évidence des possibilités de développement de ces méthodes traditionnelles vers une meilleure rationalité d'utilisation des eaux –sources très rares dans la région arabe- conduisant à une meilleure rentabilité des projets. C'est la raison pour

laquelle l'OADA a jugé utile d'inclure dans son programme d'action 2002 cette étude prospective sur les méthodes de développement de l'irrigation gravitaire et du drainage dans les pays arabes. Les objectifs assignés à cette étude sont les suivants :

- * Evaluation des méthodes d'irrigation et de drainage existantes dans la région arabe.
- * Création d'une base de données récente et précise sur l'irrigation gravitaire et le drainage dans les Pays arabes.
- * Détermination des méthodes et des domaines de développement de l'irrigation gravitaire et du Drainage.
- * Diffusion des connaissances, des expertises et des expériences arabes et internationales réussies dans le domaine de développement de ces techniques.
- * Renforcement de la coopération et de la coordination arabes dans ce domaine.

Pour étoffer l'étude par des données et des programmes récents, l'OADA a choisi sept pays ayant une expérience prouvée dans le domaine de l'irrigation gravitaire et du drainage (Jordanie, Algérie, Soudan, Syrie, Irak, Egypte et Maroc) et a confié les études de cas à des experts locaux et qui ont constitué la base de cette étude prospective régionale.

Constituée de quatre chapitres dont le premier met en évidence l'importance qui devrait être accordée au développement de l'irrigation gravitaire et du drainage. Il est évident que dans la région arabe, les précipitations météoriques connaissent des nuances très marquées et une variabilité très importante d'une saison à une autre. Le volume des quantités précipitées est de l'ordre de 2283 milliards de mètres cube par an en moyenne, alors que la superficie agricole utile conduite en pluvial ne dépasse pas les 18% de l'ensemble de la superficie totale, et c'est cette tranche, qui reçoit plus de 300mm par an, et qui assure la pérennité de l'agriculture pluviale, et constitue, en même temps, les zones essentielles de production d'aliments pour les pays arabes. Le chapitre a développé également l'importance relative de l'agriculture irriguée dans le monde arabe, et a mis en relief les grandes nuances sur cet aspect (100 % d'agriculture irriguée à Djibouti et près de 4.7% uniquement en Somalie). En termes de chiffres, la part de l'importance relative de l'agriculture irriguée dans le monde arabe est de l'ordre de 22%, car la superficie agricole utile représente environ 69 millions d'hectares dont 15 millions d'hectares en irrigué.

Le chapitre a relaté les modes courants d'irrigation gravitaire dans les pays arabes et a défini le système gravitaire comme étant la submersion totale

ou partielle des sols pour satisfaire les besoins en eau des plantes. Les différents modes les plus répandus dans le monde arabe sont la submersion par les eaux des crues, tel est le cas de l'Égypte, l'Irak et le Soudan ; l'irrigation par bassins, par sillons et par infiltration à la raie.

Le chapitre a relaté les avantages de l'irrigation gravitaire et qui peuvent se résumer au coût très réduit d'investissement, l'expérience et les connaissances héritées depuis très longtemps, mais surtout, la facilité de modification, de développement et de gestion et sa convenance particulière à toutes les spéculations. Les inconvénients du système d'irrigation gravitaire concernent, tout particulièrement, la faiblesse de l'efficacité d'utilisation des eaux d'irrigation, mais aussi la nécessité de planage des terres ainsi que les pertes de terres à travers les canaux d'irrigation et de drainage, tout comme la création d'un environnement propice aux maladies.

Après avoir défini les justifications et la nécessité de développer ce système, eu égard à son extension sur la plupart des terres irriguées et sa faible efficacité d'utilisation des eaux, le chapitre a mis en évidence les contraintes qui empêchent ce développement et qui concernent, tout particulièrement la faiblesse des activités de vulgarisation et de sensibilisation, l'incapacité de l'agriculteur arabe à assimiler l'évolution vers d'autres systèmes plus performants, l'absence de recherche ainsi que la multitude d'instances ayant en charge la responsabilité de développer l'irrigation dans les pays arabes. Les contraintes d'ordre technique se rapportent essentiellement à l'absence de programmes de développement de ce système basés sur des recherches opérationnelles afin d'adapter les meilleurs modes possibles, ainsi que le manque de données et d'informations sur toutes les formes de pertes et leurs causes. Les contraintes économiques se résument, en premier lieu, à la baisse du coût de la mise à la disposition de l'agriculteur des eaux d'irrigation, et la plupart des pays arabes soutiennent ce coût, en plus du morcellement des terres et l'absence de financement pour les programmes de développement.

D'autre part, le chapitre a mis en relief la double importance du drainage agricole traduite essentiellement par l'élimination des eaux excédentaires et nuisibles pour les plantes, mais aussi la possibilité de les utiliser selon des normes connues ou préalablement établies. Les méthodes de drainage en usage dans le monde arabe englobent le drainage par fossés ouverts, le drainage enterré, alors que le drainage vertical ayant pour principe le pompage des eaux à partir d'un réseau de puits pour rabaisser le niveau de la nappe au niveau voulu n'est pas très répandu dans les pays arabes. Les contraintes au développement du drainage agricole sont similaires à celles énoncées précédemment pour le développement de l'irrigation gravitaire.

Le deuxième chapitre disserte sur les possibilités de développement de l'irrigation gravitaire et du drainage d'une manière générale, et qui ne peut y aboutir sans le lien inéluctable entre le critère économique et l'importance de réduire la demande sur l'eau en augmentant l'efficacité d'utilisation. L'itinéraire technique de développement englobe la phase de transport et de distribution des eaux, où dans la plupart des pays arabes la pratique de l'irrigation gravitaire par canaux à ciel ouvert est la plus répandue et qui est la plus déficiente. L'utilisation des tuyaux pour assurer le transport de l'eau est la première phase de développement, tout comme le compactage des cavaliers et l'utilisation de moyens plus adéquats pour l'entretien et la maintenance des canaux. Le contrôle du réseau de transport et de distribution est un des éléments essentiels de développement des techniques d'irrigation gravitaire, en utilisant les systèmes de communication modernes ou des mécanismes de commande selon l'offre et non selon la demande comme c'est dans la plupart des cas à l'heure actuelle. Il y a également les systèmes de commande automatique qui contrôlent le débit des pompes selon la demande à l'aide du contrôle à distance par les moyens de télécommunication modernes.

Au niveau de l'irrigation à la parcelle, les possibilités de développement peuvent inclure la diminution du niveau de submersion en utilisant les systèmes d'irrigation par infiltration par sillons ou à la raie avec un pilotage des irrigations basé sur les fréquences des arrosages et l'utilisation des débits discontinus. Le développement sur le plan administratif et institutionnel englobe le concept de gestion d'une manière générale avec comme composantes la gestion intégrée des eaux, l'approche participative et globale. Les aspects juridiques, législatifs et politiques nécessaires pour le développement de l'irrigation gravitaire et le drainage consistent à mettre en évidence une tarification appropriée pour les eaux, en plus des politiques de rationalisation de l'usage des eaux d'irrigation. Sur le plan de la vulgarisation et de la sensibilisation, le facteur humain est un des paramètres les plus importants pour la valorisation et la rationalisation des eaux. Il y a absolument nécessité de sensibiliser l'agriculteur à la rareté de la ressource et les problèmes qu'elle rencontre, et comment les surmonter en élevant l'efficacité d'usage, à travers des cycles de formation et des programmes éducatifs et culturels.

Le troisième chapitre relate les expériences des pays arabes dans le domaine du développement de l'irrigation gravitaire et du drainage, notamment le Maroc, le Soudan, l'Égypte, l'Algérie, la Jordanie, la Syrie et l'Irak, pays qui ont un poids relativement élevé dans le domaine. Les modèles de développement de ces pays ont été développés, tout comme les problèmes et les contraintes rencontrés et qui sont similaires, et concernent, tout particulièrement, le manque de recherche, l'absence ou l'inadaptation des lois et règlements régissant l'usage de l'eau, la multitude d'institutions publiques

oeuvrant dans le domaine du développement, la faiblesse des circuits de perfectionnement et la promotion des cadres techniques, le morcellement des terres agricoles et bien entendu la régression des revenus agricoles d'une manière générale. Le chapitre met en relief également l'expérience française dans le Moyen Orient durant la période 1990-1999, et qui a porté essentiellement sur le renforcement du contrôle de la gestion de l'eau d'irrigation, le recueil et l'analyse des données, l'amélioration du niveau de coopération sous régional dans ce domaine, l'augmentation du prix de l'eau, la promotion de l'usage des eaux non conventionnelles (eaux usées et eaux de drainage) tout en assurant des programmes de financement et d'investissement. L'expérience française a été testée en Jordanie, en Syrie et dans le Secteur de Ghaza en Palestine. Certaines expériences internationales ont été également développées, notamment celles de l'Espagne, la Hongrie et la Roumanie.

Enfin, le quatrième chapitre développe les principaux caractères d'une vision pour développer l'irrigation gravitaire et le drainage agricole. Les principaux axes d'intervention de cette vision arabe commune se résument à la promotion des ressources en eau et leur gestion, les lois et les règlements des eaux, les systèmes institutionnels, la sensibilisation, la participation de plus en plus dynamique du secteur privé, le financement et l'investissement, la recherche scientifique la participation active des bénéficiaires à toutes les phases du projet, particulièrement la maintenance et le fonctionnement, et enfin l'élévation de l'efficacité de l'usage.

Le chapitre a conclu par certaines recommandations qui sont les suivantes :

- * Il y a des obligations économiques, sociales, environnementales et urgentes pour développer l'irrigation gravitaire et le drainage dans les pays arabes.
- * Lors de l'étude, de la planification et l'exécution des projets d'irrigation modernes, il est nécessaire de limiter l'extension des projets d'irrigation gravitaire traditionnelle.
- * Il est primordial pour chaque pays arabe de mettre en œuvre une stratégie intégrée, claire et exécutable pour les secteur de l'irrigation et le drainage, et qui peut, dans une certaine mesure, constituer un noyau pour une stratégie arabe globale.
- * Les politiques des eaux, de l'irrigation gravitaire et du drainage doivent inclure des orientations insistant sur la coopération étroite entre les pays arabes et l'échange des expertises pour promouvoir l'efficacité de gestion de l'irrigation gravitaire et du drainage.

-
- * Il est impératif d'allouer les eaux d'irrigation selon les besoins réels des plantes en conformité avec le climat, la superficie irriguée et les caractéristiques physico-chimiques du sol.
 - * Il est utile d'assurer un service de vulgarisation performant sur l'irrigation gravitaire.



: -

-

-

-

-

:

-

-

-
