اقتصاديات استخدام مياه الرى فى الزراعة المصرية

رسالة مقدمة من

سعيد عبدالفتاح عنانى مرسى

بكالوريوس علوم زراعية (اقتصاد زراعي)، جامعة عين شمس، 2008

للحصول على

درجة الماجستير في العلوم الزراعية

(اقتصاد زراعي)

قسم الاقتصاد الزراعي

كلية الزراعة

جامعة عين شمس

2013

صفحة الموافقة على الرسالة

اقتصاديات استخدام مياه الرى فى الزراعة المصرية

رسالة مقدمة من

سعيد عبدالفتاح عنانى مرسى

بكالوريوس علوم زراعية (اقتصاد زراعي)، جامعة عين شمس، 2008

للحصول على

درجة الماجستير في العلوم الزراعية

(اقتصاد زراعي)

وقد تمت مناقشة الرسالة والموافقة عليها :

اللجنة :

د. عبد الوهاب شحاته عبد الوهاب .....

أستاذ الاقتصاد الزراعي المتفرغ ، معهد بحوث الإقتصاد الزراعى ، مركز البحوث الزراعية

د. صلاح محمود سعيد مقلد .....

أستاذ الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس

د. محمد كامل إبراهيم ريحان .....

أستاذ الاقتصاد الزراعي المتفرغ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس

د. علاء محمد رشاد السبع .....

أستاذ الاقتصاد الزراعي المساعد ، كلية الزراعة ، جامعة عين شمس

تاريخ المناقشة : 4 / 3 / 2013

جامعة عين شمس
كلية الزراعة

رسالة ماجستير

أسم الطالب : سعيد عبدالفتاح عنانى مرسى
عنوان الرسالة : اقتصاديات استخدام مياه الرى فى الزراعة المصرية
أسم الدرجة : ماجستير في العلوم الزراعية (اقتصاد زراعي)

لجنة الإشراف:

د. صلاح محمود سعيد مقلد
أستاذ الاقتصاد الزراعي، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة عين شمس (المشرف الرئيسي)
د. علاء محمد رشاد السبع
أستاذ الاقتصاد الزراعي المساعد، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة عين شمس

تاريخ التسجيل 14 / 9 / 2009
الدراسات العليا
ختم الإجازة **أجيزت الرسالة بتاريخ**
/ / 2013

موافقة مجلس الكلية **موافقة مجلس الجامعة**
/ / 2013 / / 2013

ECONOMICS OF IRRIGATION WATER USE IN EGYPTIAN AGRICULTURE

By

SAID ABD ELFATTAH ANANY MOURSI

B.Sc. Agric. Sc. (Agric. Economics), Ain Shams University, 2008

A thesis submitted in partial fulfillment

of

the requirements for the degree of

MASTER OF SCIENCE

in

Agricultural Science

(Agricultural Economics)

Department of Agricultural Economics

Faculty of Agriculture

Ain Shams University

2013

Approval Sheet

ECONOMICS OF IRRIGATION WATER USE IN EGYPTIAN AGRICULTURE

By

SAID ABD ELFATTAH ANANY MOURSI

B.Sc. Agric. Sc. (Agric. Economics), Ain Shams University, 2008

This thesis for M.Sc. degree has been approved by:

Dr. Abd El wahab Shehata Abd El wahab .....
Prof. Emeritus of Agricultural Economics, Agricultural Economics Research Institute, Agricultural Research Center

Dr. Salah Mahmoud Said Mekled .....
Prof. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ain Shams University

Dr. Mohamed Kamel Ibrahim Rihan .....
Prof. Emeritus of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ain Shams University

Dr. Alla Mohamed Rshad Esabea .....
Associate Prof. of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ain Shams University

Date of Examination: 4 / 3 / 2013

ECONOMICS OF IRRIGATION WATER USE IN EGYPTIAN AGRICULTURE

By

SAID ABD ELFATTAH ANANY MOURSI

B.Sc. Agric. Sc. (Agric. Economics), Ain Shams University, 2008

Under the supervision of:

Dr. Salah Mahmoud Said Mekled
Prof. of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ain Shams University (Principal Supervisor)

Dr. Alla Mohamed Rshad Esabea
Associate Prof. of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ain Shams University

مستخلص

سعيد عبدالفتاح عنانى: اقتصاديات استخدام مياه الرى فى الزراعة المصرية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة عين شمس، 2013 .

رغم تفاقم مشكلة ندرة المياه فى مصر مع مرور الوقت، إلا أن السياسات الدافعة إلى ترشيد استخدام المياه مازالت عند المستوى غير المأمول، إذ أنه بدون إحراز تقدم ملموس في هذا الاتجاه تتضاءل القدرة على الوفاء بأهداف التنمية في مجال استصلاح الأراضى وما ينطوي على ذلك من انخفاض القدرة على زيادة إنتاج الغذاء لمواجهة الزيادة المضطردة والمستمرة في عدد السكان وخلق المزيد من فرص العمل، أو غير ذلك من أهداف التنمية. ومما لا شك فيه أن المياه من أهم موارد الانتاج الزراعى بحكم ندرتها ومحدوديتها من ناحية وبحكم عدم احتساب قيمتها الفعلية في تقدير تكلفة الإنتاج من ناحية أخرى، مما يؤدى الى توجيهها على نحو قد لا يعكس ندرة هذا المورد ولا يتفق مع كفاءة استخدامه . وفى ظل تزايد الصراع حول إقتسام موارد المياه أو السيطرة عليها فى أقليم حوض نهر النيل من قبل دول المنبع وإنفصال جنوب السودان وعدم استكمال تنفيذ مشروعات استقطاب الفواقد المائية مما زاد المشكلة المائية تعقيداً بما قد يؤثر على حصة مصر المائية، لذا أصبحت هناك ضرورة ملحة للإعتماد على الشأن الداخلى لتنمية وترشيد الموارد المائية المتاحة وعدم التعويل كثيراً على إمكانية أن يأتى الحل من خارج حدود الجمهورية بزيادة حصة مصر المائية بل على الأقل المحافظة عليها دون نقصان.

وتهدف الدراسة بصفة عامة إلى ترشيد استخدام الموارد المائية الزراعية فى مصر، والذى يتطلب التعرف على حجم الموارد المائية المتاحة، كذلك التعرف على الإستخدامات والإحتياجات المائية لقطاع الزراعة وكذا بالنسبة للقطاعات الأخرى، دراسة تطور المقنن المائى للحقل لأهم المحاصيل الزراعية فى مصر، كذلك دراسة محددات ومناطق ارتفاع فواقد الموارد المائية النيلية خلال مراحل إنتقال المياه من أسوان الى الحقل، تقدير الكفاءة الإنتاجية والإقتصادية لإستخدام مياه الرى لأهم المحاصيل بمحافظات وأقاليم مصر المختلفة، وكذا تقدير المردود الإقتصادى الممكن تحقيقه من تعميم تطوير الرى السطحى، توجيه الموارد المائية بين المحاصيل وبين المحافظات المختلفة بما يحقق المنطقة الصحيحة لاستخدامها، إستشراف المستقبل المائى لمصر والمتغيرات المختلفة (المحلية، الإقليمية، البيئية)

المؤثرة عليه، رفع كفاءة وترشيد استخدام مياه الرى، وضع واعتماد الإستراتيجيات الملائمة لتنمية وترشيد استخدامات الموارد المائية الحالية والمستقبلية.

تحتوي الدراسة على سبعة أبواب بالإضافة إلى النتائج والتوصيات وملخصاً باللغة العربية وأخر باللغة الإنجليزية هذا بالإضافة إلى الملاحق والمراجع. وقد تضمن الباب الأول فصلين هما الاستعراض المرجعي للدراسات والبحوث السابقة المتعلقة بمجال الدراسة والإطار النظري. أما الباب الثاني فقد أهتم بالموارد المائية وإستخداماتها فى جمهورية مصر العربية وذلك في فصلين، أهتم الأول منهما بالموارد المائية فى جمهورية مصر العربية، في حين أختص الثاني بالإستخدامات المائية. وتناول الباب الثالث تطور المقنن المائى للحقل لأهم المحاصيل وكفاءة استخدام الموارد المائية النيلية فى الزراعة المصرية. أما الباب الرابع فقد تناول الكفاءة الإنتاجية والإقتصادية لإستخدام مياه الرى لأهم المحاصيل فى الزراعة المصرية. وتناول الباب الخامس مستقبل الموارد المائية فى مصر فى ضوء المتغيرات المحلية والإقليمية والبيئية المؤثرة عليها، وذلك في فصلين، أختص الأول منها بمستقبل الموارد المائية فى مصر، في حين تناول الثاني المتغيرات المحلية والإقليمية والبيئية المؤثرة على الموارد المائية لمصر. أما الباب السادس فقد تناول ترشيد استخدام الموارد المائية الزراعية وأهم المشاريع القومية لإستغلالها، وذلك فى فصلين اختص الأول منها بترشيد استخدام الموارد المائية الزراعية وتعظيم الإستفادة منها، في حين تناول الثاني أهم مشاريع التطوير والتنمية الزرعية فى مصر. وأخيراً تناول الباب السابع استراتيجيات المستقبل لمواجهة التحديات والإحتياجات المائية المتزايدة فى مصر.

يتبين من التحليل التطويقى للبيانات وجود تباين جغرافى ملحوظ فى كفاءة استخدام مياه الرى فيما بين مناطق إنتاج المحصول الواحد، حيث حققت محافظات الوجه البحرى أعلى كفاءة انتاجية من استخدام مياه الرى لمحصول القمح وجاء ترتيب محافظات الوجه البحرى كألآتى: المنوفية، الغربية، البحيرة، كفر الشيخ، الدقهلية، القليوبية، القاهرة، الأسكندرية، الإسماعيلية، السويس، دمياط، الشرقية، بورسعيد. حيث بلغت درجات الكفاءة 1.00 ، 0.971 ، 0.962 ، 0.937 ، 0.936 ، 0.920 ، 0.912 ، 0.901 ، 0.881 ، 0.865 ، 0.864 ، 0.852 ، 0.801 على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول القمح نحو 880 مليون م3. وبلغت أعلى درجة كفاءة من استخدام مياه الرى لمحصول البرسيم المستديم 1.00 ، 0.924 ، 0.798 ، 0.788 بمحافظات كفر الشيخ، المنوفية، البحيرة، الشرقية على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول البرسيم المستديم نحو 1.4 مليار م3. كما

حققت محافظات الوجه القبلى المنيا، أسيوط، سوهاج أعلى كفاءة انتاجية من استخدام مياه الرى لمحصول بنجر السكر حيث بلغت درجة الكفاءة 1.00، 0.924، 0.917 على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول بنجر السكر نحو 161 مليون م 3. وبالنسبة لمحصول القطن فتحققت أعلى درجة كفاءة بمحافظات الغربية، الدقهلية، المنوفية، البحيرة، حيث بلغت 1.00 ، 0.9666 ، 0.8705 ، 0.8499 على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول القطن نحو 310 مليون م 3. وارتفعت كفاءة استخدام مياه الرى لمحصول الأرز بمحافظات الدقهلية ، البحيرة ، كفرالشيخ ، دمياط، حيث بلغت 1.00 ، 0.971 ، 0.885 ، 0.844 على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول الأرز الصيفى نحو 688 مليون م 3. كما ارتفعت كفاءة استخدام مياه الرى لمحصول الذرة الشامية بمحافظات الدقهلية، كفرالشيخ، المنوفية، دمياط، البحيرة ، حيث بلغت 1.00 ، 0.939، 0.934 ، 0.920 ، 0.904 على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول الذرة الشامية الصيفى نحو 1.8 مليار م3. أما محصول قصب السكر فحقق أعلى كفاءة فى استخدام مياه الرى بمحافظات الوجه البحرى الغربية، كفر الشيخ، الشرقية، الأسكندرية، حيث بلغت 1.00 ، 0.973 ، 0.956 ، 0.955 على الترتيب، وكذا بالنسبة لمحافظة المنيا بمصر الوسطى فقد بلغت 0.9625، هذا رغم إنخفاض انتاجية الفدان بالوجه البحرى مقارنة بمصر العليا والتى جاء ترتيب محافظاتها كالآتى: سوهاج ، الأقصر ، قنا ، أسوان ، أسيوط. وقد بلغت درجات الكفاءة 0.0.817 ، 0.0.803 ، 0.0.802 ، 0.800 ، 0.587 على الترتيب، وقد بلغت فجوة الكفاءة من مياه الرى لإجمالى مساحة محصول قصب السكر نحو 591 مليون م3. هذا وقد بلغ إجمالى فجوة الكفاءة من مياه الرى لمجموعة المحاصيل المذكورة نحو 5.8 مليار م3.

يشير التحليل السابق الى أهمية منطقة الموارد المائية فى الانتاج الزراعى، بتوجيهها بين المحاصيل وبين المحافظات المختلفة والتي يتحقق عندها أقصى استخدام ممكن لمياه الرى. وبتقدير المردود الإقتصادى لتعميم نظام الرى السطحى المطور كبديل لنظام الرى بالغمر فى الأراضى القديمة المنزرعة بمحاصيل القمح، الفول، البرسيم، الذرة الشامية قدرت الزيادة فى الانتاج بنحو 1.12، 0.040 ، 0.0 ، 0.669 مليون أردب على الترتيب، والأرز بنحو 101 ألف طن وذلك بمحافظة البحيرة. والقطن بزيادة تقدر بنحو 100 ألف قنطار بمحافظة كفر الشيخ، وقصب السكر بمحافظة قنا بنحو 230 ألف طن، وبشكل عام أدى تطوير الرى الى وفر مائى قدر بنحو 894.1 مليون م3، كما قدرت الزيادة فى الدخل الزراعى بنحو

مليار جنيه وذلك من مجموعة المحاصيل المذكورة. وبناءاً عليه فإن المردود الاقتصادى من تعميم هذا النظام على مستوى الجمهورية ولجميع زراعات التركيب المحصولى سوف يضاعف من الآثار الايجابية للتطوير.

بلغت كفاءة توصيل مياه الري على مستوى مناطق الجمهورية حوالي 73.81%، بلغت أدناها في مناطق الوجه البحري حيث قدرت بحوالي 71.60%، تليها مصر الوسطى حوالي 77.44%، ثم منطقة مصر العليا بحوالي 78.64% من إجمالي كميات المياه المتاحة للري عند أسوان، وبلغ إجمالي فواقد التوصيل من أسوان إلى الحقل حوالي 13.41 مليار متر مكعب، بلغت نحو 8.25 مليار م3 بين أسوان وأفمام الترع ونحو 4.89 مليار م3 بين أفمام الترع والحقل. كان نصيب الوجه البحرى من إجمالي الفواقد نحو 71.42%، ومصر الوسطى نحو 13.75%، أما مصر العليا فبلغت نحو 14.83%.

كلمات مفتاحية:

- البرمجة الخطية - التحليل التطويقى للبيانات - المقننات المائية
- الفواقد المائية - المياه الافتراضية - الميزان المائي
- الكفاءة الانتاجية لمياه الرى

فهرس المحتويات

المحتويات	رقم الصفحة
المقدمة.	1
مشكلة الدراسة.	2
الهدف من الدراسة.	3
الطريقة البحثية ومصادر البيانات.	3
محتوى الدراسة.	4
الباب الأول: الاستعراض المرجعي والإطار النظري.	5
الفصل الأول: الاستعراض المرجعي.	5
1-1 دراسات متعلقة بطرق ونظم الرى المختلفة.	6
1-2 دراسات متعلقة بإعادة استخدام مياه الصرف المختلفة.	19
1-3 دراسات دراسات متعلقة بكفاءة وترشيد استخدام مياه الرى وتحديد كلفة اتاحتها.	28
1-4 نماذج من التطبيقات الدولية لسياسات استرداد تكلفة إتاحة مياه الري.	43
1-5 دراسات متعلقة بالموارد المائية ومستقبلها.	46
1-6 أهم النتائج المستخلصة من الاستعراض المرجعي والتجارب العربية والدولية.	63
الفصل الثاني: الإطار النظري.	75
1-1 مفهوم الأمن المائي.	75
1-2 محدودية الموارد المائية.	75
1-3 الإدارة المتكاملة للموارد المائية.	76
1-4 العرض الطبيعى للمياه.	76
1-5 العرض الإقتصادى للمياه.	76
1-6 إجمالى الموارد المائية.	77
1-7 أهم خصائص نظام الموارد المائية فى مصر.	77
1-8 محددات احتياجات القطاع الزراعي من المياه لرى الأراضى القديمة والمستصلحة.	78
1-9 التحليل التطويقي للبيانات. Data Envelopment Analysis(DEA)	79

1-10 المقننات المائية. 82
1-11 كفاءات الري. 83
1-12 طرق الري. 84
1-13 الإحتياجات المائية للحاصلات الزراعية. 85
1-14 مفهوم المياه الافتراضية. 87
الباب الثانى: الموارد والإستخدامات المائية فى جمهورية مصر العربية. 88
الفصل الأول : الموارد المائية فى جمهورية مصر العربية. 88
2-1 الموارد المائية المتاحة لمصر عام 2011/2010. 89
2-2 مصادر الموارد المائية المتاحة فى مصر(العرض). 89
أ- الموارد المائية التقليدية. 89
1- الموارد المائية النيلية. 90
2- مياه الأمطار والسيول . 116
3- المياه الجوفية. 119
4- مياه الينابيع. 123
ب- المصادر غير التقليدية. 123
1- إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي. 123
2- إعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالج . 127
3- تحلية مياه البحر. 129
الفصل الثانى : الإستخدامات المائية فى جمهورية مصر العربية: 133
2-2 الإستخدام الإستهلاكى للمياه. 138
1- الإستخدامات الزراعية للمياه. 135
محددات احتياجات القطاع الزراعي من المياه لرى الأراضى القديمة والمستصلحة. 140
2- الإستخدامات غير الزراعية للمياه. 149
2-3 الإستخدام غير الإستهلاكى للمياه. 152
الباب الثالث : تطور المقنن المائى للحقل لأهم المحاصيل وكفاءة استخدام الموارد المائية النيلية فى الزراعة المصرية. 155
3-1 تطور المقنن المائى لأهم المحاصيل في الزراعة المصرية خلال الفترة 2000– 2011. 155
1- محصول القمح. 155
2- محصول بنجر السكر. 156

3- محصول الفول. 156
4- محصول البرسيم المستديم. 156
5- محصول البرسيم التحريش. 156
6- محصول القطن. 156
7- محصول الأرز الصيفى. 157
8- محصول الأرز النيلى. 157
9- محصول الذرة الشامية الصيفى. 158
10- محصول الذرة الشامية النيلى. 159
11- محصول الذرة الرفيعة الصيفى. 159
12- محصول قصب السكر. 159
2-3 كفاءة استخدام الموارد المائية النيلية فى الزرا عة المصرية. 159
أ -كميات مياه الري المستخدمة والفاقد الإجمالي من الموارد المائية النيلية. 159
1- تطور كميات مياه الري المستخدمة بالحقل. 159
2- تطور كميات مياه الري المستخدمة عند أفمام الترع. 160
3- تطور كميات مياه الري المستخدمة عند أسوان. 160
4- تطور الفواقد المائية من أسوان للحقل. 162
5- تطور الفواقد المائية من أسوان لأفمام الترع. 162
6- تطور الفواقد المائية بين أفمام الترع والحقل. 162
7- تأثير كمية المياه المستخدمة على الفاقد منها. 162
ب كفاءة نقل وتوصيل مياه الري على مستوى مناطق الجمهورية. 165
1- كفاءة التوصيل المائي من أسوان حتى أفمام الترع. 166
2- كفاءة التوصيل المائي من أفمام الترع إلى الحقل. 168
الباب الرابع: الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية لإستخدام مياه الرى لأهم المحاصيل فى الزراعة المصرية. 171
4-1 إستخدام التحليل التطويقى للبيانات لتحديد الكفاءة الإنتاجية لإستخدام مياه الرى لأهم المحاصيل فى الزراعة المصرية. 172
مفهوم التحليل التطويقي للبيانات. 172
Data Envelopment Analysis(DEA)
4-2 الكفاءة الانتاجية لإستخدام مياه الرى فى انتاج أهم المحاصيل وفقاً لمحافظات وأقاليم الجمهورية عام 2010. 173
1- محصول القمح. 173

2- محصول بنجر السكر. 175
3- محصول البرسيم المستديم. 177
4- محصول القطن. 179
5- محصول الأرز الصيفى. 181
6- محصول الذرة الشامية الصيفى. 182
7- محصول قصب السكر. 184
3-4 التنمية المستدامة لإنتاجية الوحدة من الأراضي والمياه. 188
4-4 تطوير الإنتاجية الزراعية. 190
5-4 كفاءة استخدام مياه الرى لبعض المحاصيل الزراعية بإستخدام نظم الرى الحقلى التقليدى والمطور. 191
1- محصول القمح . 192
2- محصول الفول البلدى. 195
3- محصول الأرز . 197
4- محصول البرسيم. 198
5- محصول الذرة الشامية . 200
6- محصول القطن. 203
7- محصول قصب السكر . 204
6-4 تقدير المردود الاقتصادى المتوقع من تطوير نظم الرى الحقلى. 206
الباب الخامس: مستقبل الموارد المائية فى مصر فى ضوء المتغيرات المحلية والإقليمية والبيئية. 209
الفصل الأول: مستقبل الموارد المائية فى مصر . 209
1-5 تطور الوضع المائى فى مصر. 210
2-5 مفهوم الميزان المائى. 213
3-5 الوضع المائى فى ضوء إستراتيجية التوسع الأفقى الزراعى لعام 2017. 216
4-5 السيناريوهات المستقبلية للموارد المائية عام 2050. 221
5-5 المشروعات المستقبلية لتنمية وتوفير الموارد المائية فى مصر. 225
عقبات تنفيذ المشروعات المائية المستقبلية خارج مصر وزيادة إيراد النيل. 227
الفصل الثانى: المتغيرات المحلية والإقليمية والبيئية المؤثرة على الموارد المائية لمصر. 229
1-5 المتغيرات المحلية. 229

أ -الزيادة السكانية المضطردة. 229
ب -سوء استغلال مياه الرى. 230
ج -تلوث المياه . 230
د -التوسع فى استصلاح الآراضى للزراعة. 233
ه -ارتفاع كمية الفواقد المائية فى القطاعات المختلفة. 235
2-5 المتغيرات الإقليمية. 237
أ -الموارد والإحتياجات المائية لدول حوض نهر النيل . 237
ب -إنفصال جنوب السودان. 243
ج -الإتفاقيات المائية الدولية الموقعة بين دول حوض نهر النيل. 244
د -تحديات السدود الإثيوبية. 249
3-5 التغيرات المناخية. 256
الباب السادس: ترشيد استخدام الموارد المائية الزراعية وأهم المشاريع القومية لإستغلالها. 264
الفصل الأول: ترشيد استخدام الموارد المائية الزراعية وتعظيم الإستفادة منها . 264
1-6 ترشيد إستخدام المياه . 265
2-6 طرق ونظم الرى المرشدة للمياه . 270
أ- الرى السطحى. 270
ب- الري السطحي المطور. 273
ضرورة ومبررات تطوير الري السطحي في مصر. 277
ج- الرى الضغطى. 279
1- الرى الموضعى (التنقيط). 280
2- الري بالرذاذ (الرش). 281
د- الرى تحت السطحى. 283
3-6 استخدام تقنيات الرى الحديثة لترشيد مياه الرى. 288
أ -استخدام الرصد الجوي المائي في إدارة المياه الجوفية. 288
ب -استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS لتقدير احتياجات مياه الري. 290
ج -استغلال الماء الأرضى المرتفع لخفض احتياجات الرى للمحاصيل. 292
د -استخدام مياه الرى المخلوطة. 293
ه -الري بالمياه المالحة. 295