



صندوق الاوبك للتنمية الدولية

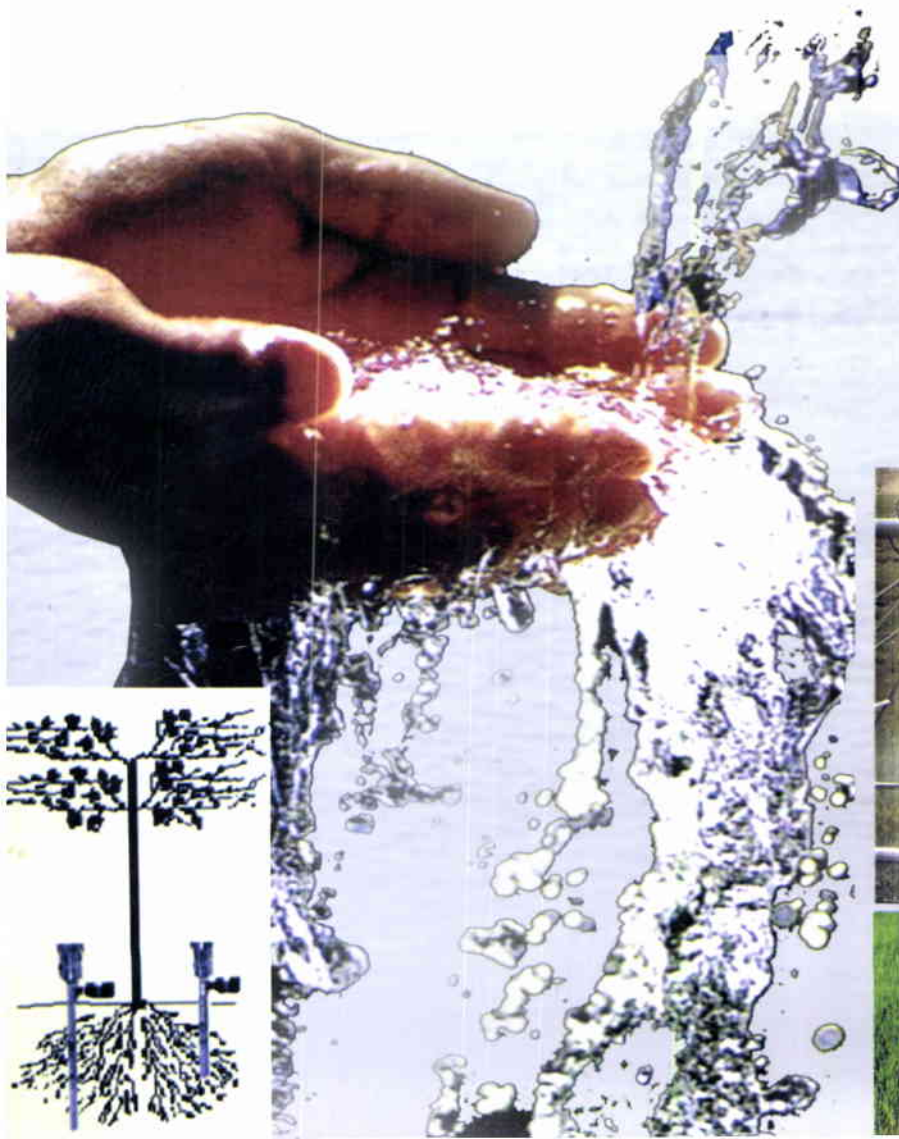


المنظمة العربية للتنمية الزراعية

المشروع الإقليمي للتوعية المائية في الدول العربية
بالتعاون مع
صندوق الاوبك للتنمية الدولية

الدورة التدريبية لتدريب مدربين في مجال التوعية المائية لدول إقليم المنطقة الوسطى

القاهرة - جمهورية مصر العربية
2006 /5/ 11-1



الدورة التدريبية لتدريب مدربين في مجال التوعية المائية لدول إقليم المنطقة الوسطى

القاهرة - جمهورية مصر العربية
2006 /5/ 11-1

جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتنمية الزراعية

المشروع الإقليمي للتوعية المائية في الدول العربية
بالتعاون مع
صندوق الأوبك للتنمية الدولية

الدورة التدريبية لتدريب مدربين في مجال
التوعية المائية
لدول إقليم المنطقة الوسطى
القاهرة - جمهورية مصر العربية
١-١١/٥/٢٠٠٦

تقديم

تتميز منطقة وادي النيل بأنها موطناً لأقدم الحضارات في التاريخ وذلك بسبب خصوبة أرضها ووفرة مياهها، فحيثما تكون المياه تكون الحياة، ونهر النيل كان ومازال شريان الزراعة في مصر والسودان. إن هذه الوفرة من المياه جعلت دول إقليم المنطقة الوسطى - والذي يضم إضافة لمصر والسودان كلا من الصومال وجيبوتي - الأكثر حظاً من المياه في المنطقة العربية، فنصيبها من الموارد المائية العربية حوالي ٤١% وهذه النسبة هي الأعلى مقارنة مع باقي أقاليم الوطن العربي، ومتوسط نصيب الفرد السنوي من المياه المتاحة يفوق المتوسط العام للدول العربية، ويتلقى هذا الإقليم أكثر من خمسين بالمائة من الأمطار الساقطة على المنطقة العربية.

لكن تبقى ندرة الموارد المائية العربية والإفراط في استخدامها هي القاسم المشترك الأكبر بين كافة الدول العربية، كما أن المستقبل المائي العربي القاتم يتقارب مع كل دول المنطقة لأن هذه الوفرة في بعض الدول لا تقارن مع دول أخرى، فعلى سبيل المثال نسبة استخدام الموارد المائية من جملة الموارد المائية المتاحة بالدول العربية حوالي ٧٧% في حين تتراوح هذه النسبة في أقاليم العالم بين ٠,٨% في استراليا إلى ٢٠% في أوروبا، وإضافة إلى ذلك تشكل معدلات النمو السكاني المرتفعة والتطور الحضاري الذي تشهده المنطقة العربية ضغطاً متزايداً على الموارد المائية المحدودة لتلبية الاحتياجات المتزايدة للسكان من المياه وكذلك من الغذاء الذي يحتاج توفره إلى كميات كبيرة من المياه.

كل هذه التحديات تدعو إلى ضرورة بذل الجهود وتعبئة الطاقات ومراجعة كافة السياسات المتعلقة باستخدام هذا المورد بهدف الارتقاء بكفاءة استخدامه ومواجهة زيادة الطلب المستقبلية المتوقعة عليه، واستشعاراً من المنظمة العربية للتنمية الزراعية لما تمثله ندرة المياه من آثار سلبية على الأداء التنموي الزراعي، فقد أولت قضايا المياه اهتماماً خاصاً، وبما أن من أهم المراحل وأولى الخطوات في عملية ترشيد استخدام الموارد المائية ومواجهة الطلب المستقبلي هي التوعية والإرشاد، فتطبيق أية تقنية حديثة لرفع كفاءة استخدام المياه يجب أن يسبقها ويصاحبها عملية إرشادية وحملات توعوية، فقد تبنت المنظمة تنفيذ مشروع قومي للتوعية المائية يشمل كافة الدول العربية وذلك بتمويل من صندوق الأوبك للتنمية الدولية والصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) بالتعاون مع المركز الدولي لأبحاث التنمية (IDRC)، وتأتي هذه الدورة تنفيذاً لأول بنود هذا المشروع في إقليم المنطقة الوسطى، والتي تهدف إلى تدعيم وتطوير العمل الإرشادي المائي

الزراعي في الدول العربية وصولاً إلى خدمات إرشادية مائية أفضل، وذلك من خلال تأهيل كوادر من القيادات الإرشادية في مجال التوعية والإرشاد المائي.

والمنظمة ترحب أن تكون هذه الوثيقة بما احتوته من مواضيع في مجالات المياه والإرشاد دعم ومساندة للدول العربية لدفع مسيرة التنمية الزراعية بالوطن العربي وتعزيز الجهود الرامية إلى الاستخدام الأمثل للموارد المائية وبالتالي دعم أمننا المائي والغذائي.

والله ولي التوفيق.

الدكتور سالم اللوزي
المدير العام

المحتويات

رقم الصفحة

١	* تقديم
٣	* المحتويات
	* المحاضرات:
٦	- الوضع الراهن للمياه في الوطن العربي م. عصام مصطفى - د. محمد عيسى مجدلاوي - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
٢٧	- الأمن المائي د. عبد الله الأمين بدر - أستاذ الري ورئيس قسم الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة - جمهورية مصر العربية
٥١	- الإدارة المتكاملة لمياه الري (إدارة المزارع النموذجية - الإدارة المتكاملة للري الحقلية) - ترشيد استخدام الموارد الأرضية والمائية د. عامر السيد جازية - رئيس بحوث بقسم تحسين وصيانة الأراضي - جمهورية مصر العربية
٦٠	- العلاقات الأرضية المائية النباتية المناخية د. عبد الله الأمين بدر - أستاذ الري ورئيس قسم الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة - جمهورية مصر العربية
٨٦	- الاستخدام غير الرشيد للموارد المائية العربية م. عصام مصطفى - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
٩٧	- كفاءة وتجانس الري Irrigation Efficiency and Uniformity د. مصدق جانات - هيئة الطاقة الذرية السورية - قسم الزراعة - دائرة الري والمقننات المائية - الجمهورية العربية السورية
١١٣	- أساليب تقليل الفواقد المائية على مستوى المزرعة الوسائل الحديثة في تطوير الري الحقلية أ.د. سري البربري - رئيس بحوث - معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة - جمهورية مصر العربية
١٣٤	- أساليب الري الحديثة د. سامي يونس - أستاذ الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة - جمهورية مصر العربية

١٥٩	- الكفاءة الاقتصادية لاستخدام مياه الري د. محمد عيسى مجدلاوي - المنظمة العربية للتنمية الزراعية- جمهورية السودان
١٧٠	- جدولة الري Irrigation Scheduling د. مصدق جانان - هيئة الطاقة الذرية السورية - قسم الزراعة - دائرة الري والمقننات المائية - الجمهورية العربية السورية
٢٠٢	- استعمال نظم التحكم البوابات الأوتوماتيكية - قناطر الحجز م. عبد الله دومة - مركز البحوث الزراعية - معهد الأراضي والمياه-جمهورية مصر العربية
٢١٢	- جمع مياه الأمطار(الحصاد المائي) والري التكميلي م. محمد عايش - نقابة المهندسين الزراعيين - المملكة الأردنية الهاشمية
٢٥١	- الزراعة الملحية د. مصدق جانان - هيئة الطاقة الذرية السورية - قسم الزراعة - دائرة الري والمقننات المائية- الجمهورية العربية السورية
٢٧٥	- استخدام المياه غير التقليدية كمصدر بديل للري م. محمد عايش - جمعية البيئة الأردنية - المملكة الأردنية الهاشمية
٣٠٧	- أساليب وسياسات استرداد تكلفة إتاحة مياه الري في الدول العربية د. محمد عيسى مجدلاوي - المنظمة العربية للتنمية الزراعية- جمهورية السودان
٣٢٥	- الاتجاهات السلوكية والعمل الزراعي د. عباس فرح - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
٣٣٢	- العمل الإرشادي بمشاركة المسترشدين د. عباس فرح - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
٣٤٠	- إنشاء منظمات مستخدمي المياه لتحسين إدارة المياه م. عصام مصطفى - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
٣٥٩	- كيفية تخطيط البرنامج الإرشادي وكيفية التقييم د. عباس فرح - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
٣٧٢	- تنظيم حملات التوعية المائية م. محمد عايش - جمعية البيئة الأردنية - المملكة الأردنية الهاشمية

٣٨٥	- نقل التقانات الحديثة ورفع إنتاجية الحاصلات الزراعية د. عباس فرح - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان
	* الأوراق القطرية:
٣٩٥	- الوضع المائي في جمهورية جيبوتي م. سعيد خير يوسف
٣٩٧	- الموارد المائية في جمهورية السودان م. كاروري الحاج حمد - خبير الاتصال - وزارة الري والموارد المائية
٤٠٦	- أوضاع الإرشاد والإرشاد المائي في جمهورية السودان - أساليبه والمقترحات لتحسينه م. ز. عمر عبده حسن - هيئة حلفا الجديدة الزراعية
٤١٢	- أهمية المياه وترشيدها، وعدم إسرافها في جمهورية الصومال أ. محمد عبد الله مؤمن
٤١٩	- الأوضاع المائية في جمهورية مصر العربية د. محمد سمير أبو سليمان - مدير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة
٤٣٥	- الإرشاد الزراعي وترشيدها الري في جمهورية مصر العربية م. رضوان علي رخا - م. أسامة محمد المغاوري - م. محمد فتحي العطار
	* كلمة الافتتاح:
٤٤٠	- كلمة مدير عام المنظمة العربية للتنمية الزراعية
٤٤٣	- كلمة مدير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة - وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي
٤٤٥	* أسماء المشاركين

الوضع الراهن للمياه في الوطن العربي

إعداد

م. عصام مصطفى د. محمد عيسى مجدلاوي
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
جمهورية السودان

١ - الدورة الطبيعية للمياه:

الماء في كوكب الأرض في حركة دائرية دائمة مستمرة وهذه الدورة الهيدرولوجية للمياه هي المصدر الوحيد لكل الموارد المائية المختلفة من مياه سطحية وجوفية وأمطار وتلوج وخلافه. يعتبر الماء من أكثر الموارد وجوداً في العالم، إلا أن كمية المياه الموجودة على الكرة الأرضية ثابتة لا مجال لزيادتها أو نقصانها إنما تدور في دورة هيدرولوجية طبيعية وتتحول من شكل إلى شكل ومن مكان إلى مكان بسبب العوامل الطبيعية التي تؤثر في هذه الدورة وأهمها العوامل المناخية.

تقدر كمية المياه الموجودة في الكرة الأرضية بحوالي ١,٤ مليار مليار متر مكعب ($1,4 \times 10^{18}$) وهذه تشمل المياه المالحة بكل المحيطات والبحار والمياه العذبة من المصادر المائية المختلفة.

والدورة الهيدرولوجية الطبيعية للمياه يمكن تلخيصها على النحو التالي:

- تتبخر المياه من سطح المحيطات والبحار المالحة وتعتمد كمية البخر على درجات الحرارة بالمحيطات لذلك فإن درجات الحرارة بالمحيطات هي إحدى مؤشرات التنبؤ بكمية الأمطار في منطقة معينة. تتحول المياه في هذه المرحلة من مياه مالحة إلى بخار ماء، يرتفع بخار الماء إلى الغلاف الجوي حول الأرض وهكذا تتكون السحب وحسب قوة وسرعة واتجاهات الرياح وبناءً على اختلاف مناسيب الضغط الجوي تتحرك بعض السحب من المحيطات إلى اليابسة لتهطل على شكل أمطار أو ثلج أو برد.

- تبقى المياه في شكل ثلج في أعالي الجبال حيث تنخفض درجات الحرارة كثيراً عن مستوى التجمد.

- المياه التي تسقط على شكل أمطار تتوزع على النحو التالي:

- * تجري كأنهار لتغذي بعض البحيرات أو تتجه مرة أخرى نحو البحار والمحيطات أو تنتهي في دلتا لتغذي المياه الجوفية وهذا ما يسمى بالمياه السطحية.
- * منها ما يسقط مباشرة على المحيطات وتعود مرة أخرى مياه مالحة.

* منها ما يتسرب من خلال الأحواض المائية للأنهر إلى داخل الأرض ليكون المياه الجوفية وتأخذ المياه الجوفية دورة داخل الأرض منها ما يتحول ليغذي أحواض مائية عميقة ومنها ما يغذي أحواض مائية يمكن الوصول إليها بسهولة.

* ومنها ما يتسرب إلى الطبقات السطحية من الأرض وعليه تنمو الأشجار والغابات والمراعي.

٢ - الوضع المائي في العالم:

كما سبق أن ذكر فإن حجم المياه المتوافرة في الكون تقدر بحوالي ١٤٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ مليار متر مكعب ولكن ٩٧,٥% منها أي حوالي ١٢٧٥ ٠٠٠ ٠٠٠ مليار متر مكعب مياه مالحة وتقدر جملة كمية المياه العذبة بحوالي ١٢٥ ٠٠٠ ٠٠٠ مليار متر مكعب وتتواجد هذه المياه في عدة أشكال منها:

* ٦٨,٩% في شكل ثلوج متجمدة بصورة دائمة في القطب الشمالي والجنوبي والبحيرات المتجمدة حولها.

* ٢٩,٨٦% مياه عذبة في جوف الأرض عميقة غير متجددة.

* ٠,٩٠% في شكل رطوبة في الأرض والمستنقعات والأراضي الرطبة.

* ٠,٣٤% مياه سطحية وجوفية متجددة وهذه تعتبر المياه المتاحة للاستخدام بالعالم. ويبلغ حجمها حوالي ٤٢٧٥٥ مليار متر مكعب سنوياً وهي متجددة كل عام.

٣ - الأمطار في العالم:

يقدر حجم هطول الأمطار في العالم بحوالي ٥٦٨٠٠٠ مليار متر مكعب منها حوالي ١١٠٠٠٠ مليار متر مكعب تهطل على اليابسة وحوالي ٤٥٨٠٠٠ تهطل على المحيطات ويقابل ذلك حوالي ٥٠٣٠٠٠ مليار متر مكعب تبخر من المحيطات وحوالي ٦٥٠٠٠ مليار متر مكعب تبخر من اليابسة علماً بأن بعضاً من الهطول المطري على اليابسة يعود مرة أخرى للمحيطات في شكل جريان سطحي أو جوفي. ولهذا فإن منسوب المياه في المحيطات ثابت وكذلك كمية المياه في العالم لا يتغير حجمها إنما يتغير شكلها من سائل إلى صلب في شكل ثلوج إلى غاز في شكل بخار ماء.

٤ - وضع الأمطار في المنطقة العربية:

تعتبر المنطقة العربية من أكثر مناطق العالم جفافاً حيث إن نسبة كبيرة منها تقع في الصحراء الكبرى حيث تنعدم الأمطار تماماً وقد قسمت المنطقة العربية من حيث هطول الأمطار على النحو التالي:

* حوالي ٩,٥ مليون كيلو متر مربع من الأراضي العربية أي نسبة ٦٧% تقل فيها الأمطار عن ١٠٠ ملمتر في السنة وإن بعضها تنعدم فيه الأمطار تماماً ويقدر حجم الهطول في هذه الشريحة من الأرض بحوالي ٣٣٠ مليار متر مكعب سنوياً.

* حوالي ٢ مليون كيلو متر مربع من الأراضي العربية أي بنسبة ١٥% تتراوح معدل الإمطار بها بين ١٠٠-٣٠٠ ملمتر في العام. ويبلغ حجم الهطول في هذه المنطقة بحوالي ٤٣٦ مليار متر مكعب سنوياً.

* حوالي ١٨% من الأراضي العربية أي ما يعادل مساحة ٢,٥ مليون كيلو متر مربع تزيد فيها معدلات الهطول على ٣٠٠ ملمتر سنوياً ويزيد حجم الهطول بها على ١٥١٥ مليار متر مكعب.

تتميز معدلات الهطول المطري في الدول العربية بالتذبذب حيث تتفاوت كمياته وكثافتها من عام لعام ومن موسم لموسم خلال العام كما أن توزيعها الجغرافي متفاوت من دولة إلى دولة . يقدر أقصى هطول مطري بحوالي ٢٠٠٠ ملمتر في السنة في بعض مناطق اليمن والسودان في حين أن أدناه هو العدم في المناطق الصحراوية. يوضح الجدول رقم (١) معدل الهطول المطري بالدول والأقاليم العربية.

هذا الجدول يوضح الحقائق الآتية:

* تنعدم الأمطار تقريباً في الكويت وقطر والبحرين.

* يبلغ متوسط حجم الهطول السنوي بالدول العربية حوالي ٢٢٨٢ منها حوالي ٥٠% في السودان.

* يعتبر المشرق العربي الأقل حظاً في حجم الهطول المطري في المنطقة العربية حيث يقدر بنسبة حوالي ٧,٨% فقط من حجم الهطول المطري الكلي بالدول العربية. جدول رقم (٢). يوضح نسبة الهطول المطري في الأقاليم العربية الأربعة.

٥- المياه السطحية:

تعتبر الأمطار المصدر الأساسي للموارد المائية التقليدية المتجددة وبخاصة في الوطن العربي حيث لا توجد مصادر أخرى للموارد المائية.

يمتد الوطن العربي من الخليج العربي شرقاً إلى المحيط الأطلنطي غرباً ومن البحر الأبيض المتوسط شمالاً إلى أواسط أفريقيا جنوباً. وتخترق الوطن العربي العديد من الأنهر والوديان ينبع بعضها داخل الأراضي العربية بينما ينبع أغلبها خارج الأراضي العربية.

الجدول رقم (١)
معدل الهطول المطري بالدول
والأقاليم العربية

القطر / الإقليم	معدل أقل من ١٠٠ ملم/سنة (بالمليار متر مكعب سنوياً)	معدل ١٠٠-٣٠٠ ملم/سنة (بالمليار متر مكعب سنوياً)	معدل أكثر من ٣٠٠ ملم/سنة (بالمليار متر مكعب سنوياً)	إجمالي الهطول بالمليار متر مكعب سنوياً (م م ^٣)
الأردن	٤,٠	٢,٧	١,٨	٨,٥
سوريا	٠,٦	٢٥,٤	٢٦,٨	٥٢,٧
العراق	٤,٧	٥٤,٥	٤٠,٧	٩٩,٩
فلسطين	٠,١	١,٢	٦,٨	٨,٠
لبنان	—	٠,١	٩,١	٩,٢
المشرق العربي	٩,٤	٨٣,٩	٨٥,٢	١٧٨,٣
الإمارات	١,١	١,٣	—	٢,٤
البحرين	٠,١	—	—	٠,١
السعودية	٨٩,٥	٢٤,٧	١٢,٧	١٢٦,٨
عمان	٥,٤	٧,٦	١,٩	١٥,٠
قطر	٠,١	—	—	٠,١
الكويت	—	—	—	—
اليمن	٧,٠	٣٠,٨	٢٩,٤	٦٧,٢
شبه الجزيرة العربية	١٠٣,٢	٦٤,٤	٤٤,٠	٢١١,٦
جيبوتي	٠,٩	٢,٦	٠,٥	٤,٠
السودان	٤١,٧	٧٦,٥	٩٧٦,٢	١٠٩٤,٤
الصومال	٦,٦	٣٨,٧	١٤٥,٣	١٩٠,٦
مصر	١١,١	٤,١	—	١٥,٣
الإقليم الأوسط	٦٠,٣	١٢١,٩	١١٢٢,٠	١٣٠٤,٣
تونس	٤,١	١١,٦	٢٤,١	٣٩,٨
الجزائر	٦٧,٩	٣٠,١	٩٤,٥	١٩٢,٥
ليبيا	٢٨,٤	١٦,٢	٤,٤	٤٩,٠
المغرب	٢٩,٢	٣٤,١	٨٦,٧	١٥٠,٠
موريتانيا	٢٩,٢	٧٣,٥	٥٤,٥	١٥٧,٢
المغرب العربي	١٥٨,٨	١٦٥,٥	٢٦٤,٢	٥٨٨,٥
إجمالي الوطن العربي	٣٣١,٧	٤٣٥,٧	١٥١٥,٤	٢٢٨٢,٧

المصدر: دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية (١٩٩٤).

الجدول رقم (٢)
نصيب أقاليم العالم العربي من الأمطار سنوياً

الإقليم	حجم الأمطار مليار م ^٣	النسبة المئوية
إقليم شبه الجزيرة العربية	٢١١	٩,٢%
إقليم المشرق العربي	١٧٨	٧,٨%
إقليم المغرب العربي	٥٨٨	٢٥,٧%
إقليم المنطقة الوسطى	١٣٠٥	٥٧,٣%
المجموع	٢٢٨٢	١٠٠%

المصدر: السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية - المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٤).

ومن أشهر هذه الأنهر نهر النيل ونهر السنغال والفرات ودجلة والشبيلي وجوبا والأردن وبالطبع فإن مسارات الأنهر والوديان تعتمد على طبوغرافية الأرض ونوعية تربتها وخواصها الفيزيائية وكثافة الأمطار وفترتها الزمنية. تقدر جملة المصادر المائية السطحية بالدول العربية بحوالي ٢٠٥ مليار متر مكعب سنوياً موزعة على الأقاليم الأربعة على النحو الموضح بالجدول رقم (٣).

٦ - المياه الجوفية:

يقدر المخزون الجوفي من المياه الجوفية في الدول العربية بحوالي ٧٧٣٤ مليار متر مكعب وهو مخزون قديم تم تجميعه خلال آلاف أو ملايين السنوات وهو غير خاضع للاستغلال حالياً لأسباب عديدة أهمها بعده وعدم تغذيته المتجددة إلا في مجال ضيق للغاية.

تقدر التغذية السنوية للمياه الجوفية في الدول العربية بحوالي ٤٢ مليار متر مكعب سنوياً وما يمكن استغلاله من المياه الجوفية حوالي ٣٥ مليار متر مكعب سنوياً. الجدول رقم (٤) يوضح توزيع الموارد المائية في الأقاليم العربية.

جدول رقم (٣)

توزيع الموارد المائية السطحية بالأقاليم العربية

النسبة المئوية	كمية المياه السطحية (بالمليار متر مكعب)	الإقليم
٣٢,٨%	٦٧,٢	إقليم المشرق العربي
٤,٨%	٩,٨٥	إقليم شبه الجزيرة العربية
١٩,٧%	٤٠,٣٧	إقليم المغرب العربي
٤٢,٧%	٨٧,٤	الإقليم الأوسط
١٠٠%	٢٠٤,٨٢	الجملة

المصدر: دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ١٩٩٤ .

جدول رقم (٤)

توزيع الموارد المائية الجوفية في الأقاليم العربية

الإقليم	المخزون		التغذية السنوية		المتاح للاستغلال	
	النسبة %	مليار متر مكعب سنوياً	النسبة %	مليار متر مكعب سنوياً	النسبة %	مليار متر مكعب سنوياً
إقليم المشرق العربي	٠,٢	١٣,٣	٢٠,٢	٨,٥	١٨,٧	٦,٥٨
إقليم شبه الجزيرة العربية	٤,٧	٣٦١,٦	١١,٥	٤,٨	١٣,٥	٤,٧١
إقليم المغرب العربي	١١,٩	٩٢٠,٠	٤١,٥	١٧,٤	٤٢,٨	١٥,٠
الإقليم الأوسط	٨٣,٢	٦٤٣٩,٠	٢٦,٨	١١,٢	٢٥,٠	٨,٧٥
الجملة	١٠٠	٧٧٣٣,٩	١٠٠	٤١,٩	١٠٠	٣٥,٠٤

المصدر: دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ١٩٩٤ .

٧- المياه غير التقليدية:

تشمل المياه غير التقليدية المصادر الآتية:

- * تحلية مياه البحر.
- * إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي.
- * إعادة استخدام مياه الصرف الصحي.
- * إعادة استخدام مياه الصرف الصناعي.

تمثل المياه غير التقليدية جزءاً بسيطاً من الموارد المائية العربية حيث يقدر حجمها الكلي في الدول العربية بحوالي ٧,٥ مليار متر مكعب سنوياً، ويمكن تلخيص موقفها على النحو التالي:

٧-١ تحلية مياه البحر:

يعتبر الوطن العربي أكثر المناطق إنتاجاً للمياه المحلاة في العالم، وقد تطورت هذه التقنية نتيجة للطلب الملح من بعض دول الخليج ذات المقدرات المالية العالية بسبب شح مواردها المائية واحتياجاتها الضرورية للمياه لتغطي متطلب الشرب واستخدامات الإنسان الصحية الأخرى. ورغم ارتفاع تكلفتها المالية فإن هذا المصدر قد يكون المصدر الوحيد المتاح في بعض المناطق ولذلك فهناك بحوث مستمرة لإيجاد حلول لتخفيض تكلفة إنتاجها حيث إنها مصدر غير محدود من ناحية الكمية ولكنها محدودة للغاية من ناحية التكلفة.

٧-٢ إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي:

يمثل الري السطحي حوالي ٨٥% من المساحة المروية بالعالم العربي، وكما هو معلوم فإن كفاءة هذا الأسلوب من الري متدنية ويقدر بحوالي ٤٠% في العالم العربي، حيث يصاحبه صرف عالٍ للمياه من الحقل لأسباب عديدة. ونتيجة للضغط الشديد للطلب على المياه وضرورة الاستفادة من كل قطرة ماء كان لابد من العمل على إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي مرة أخرى.

نتيجة للعمليات الزراعية وما يصاحبها من إضافة مواد كيميائية في شكل أسمدة ومبيدات حشرية ومكافحة الحشائش بالإضافة إلى متطلبات غسيل التربة المالحة فإن مياه الصرف الزراعي أصبحت ملوثة، لذلك لابد من بعض المعالجات اللازمة قبل استخدامها، وهي تمثل مصدراً مهماً من الموارد المائية في بعض الدول العربية مثل مصر.

٣-٧ مياه الصرف الصحي:

تزداد كميات مياه الصرف الصحي في المنطقة العربية بوتيرة متوالية بسبب الزيادة السكانية وارتفاع مستوى المعيشة وانتشار الوعي بصحة الإنسان في العالم قاطبة نتيجة للمجهودات العالمية في هذا المجال، وما يصاحب ذلك من تطوير في استخدام المياه للأغراض الصحية. أدى هذا الوضع إلى زيادة الضغط على الموارد المائية العربية التي هي أصلاً شحيحة كما أنه خلق وضعاً بيئياً حرجاً ولهذا فإن هذا الوضع قد تطلب حلاً يساعد في دعم الموارد المائية مع التخلص الآمن لهذه المياه الملوثة، ولهذا فإن إعادة استخدام هذه المياه العادمة بعد معالجتها أصبح هو الحل الأفضل ولهذا فقد أدى هذا الحل إلى زيادة الموارد المائية العربية.

٤-٧ إعادة استخدام مياه الصرف الصناعي:

رغم الزيادة المضطردة للتنمية الصناعية في الدول العربية فإن هذا المصدر ما زال ضعيفاً للغاية في الدول العربية.

٨- الحجم الكلي للموارد المائية العربية:

نخلص في هذا السرد أن الحجم الكلي للموارد المائية العربية يقدر بحوالي ٢٤٧,٨ مليار متر مكعب سنوياً موزعة على الموارد المختلفة الموضحة بالجدول رقم (٥).

٩- التحديات التي تواجه الموارد المائية العربية:

٩-١ شح الموارد:

لقد أصبح موضوع شح الموارد المائية العربية وعدم مواكبته للمتطلبات المتزايدة من الأمور المتداولة والثابت التي يتناقلها الجميع.

كل المؤشرات وآليات القياس والمقارنة والمعايير المختلفة تدل على أن المنطقة العربية في مواجهة كارثة مائية عصبية ومن هذه المعايير ما يلي:

٩-١-١ مقارنة حجم المياه مع المساحة:

تقدر مساحة الدول العربية مجتمعة بحوالي ١٤ مليون كيلو متر مربع في حين أن مساحة اليابسة في العالم يبلغ حوالي ١٣٥ مليون كيلو متر مربع، أي أن مساحة الدول العربية تمثل حوالي ٩,٦% من مساحة العالم. إن جملة الموارد المائية السطحية المتجددة في العالم تقدر بحوالي ٤٢٧٥٧ مليار متر مكعب سنوياً وحيث إن جملة الموارد المائية السطحية المتجددة في الدول العربية تبلغ ٢٠٥ مليار متر مكعب سنوياً أي أنها لا تتعدى ٠,٥% من جملة الموارد المائية الدولية، والجدول رقم (٦) يوضح معدل الموارد المائية بواقع المساحة في كل أنحاء العالم وتوضح ضآلة نصيب الدول العربية من خلال هذا المعيار.

جدول رقم (٥)
مصادر الموارد المائية العربية

النسبة المئوية	مليار متر مكعب سنوياً	المورد
٨٢,٥%	٢٠٥	١- مياه سطحية
١٤,١%	٣٥	٢- مياه جوفية
٣,١%	٧,٥	٣- مياه غير تقليدية
١٠٠%	٢٤٧,٥	الجملة

جدول رقم (٦)
معدلات الموارد المائية العذبة
بواقع المساحة في القارات المختلفة

القارة	الموارد المائية مليار متر مكعب سنوياً	المساحة مليون كيلو متر مربع	معدل المياه مليار متر مكعب/مليون كيلو متر مربع/سنة
أوروبا	٢٩٠٠	١٠,٤٦	٢٧٧,٢٤
أمريكا الشمالية	٧٨٧٠	٢٤,٣	٣٢٣,٩
أفريقيا	٤٠٤٧	٣٠,١	١٣٤,٤
آسيا	١٣٥١٠	٤٣,٥	٣١٠,٥
أمريكا الجنوبية	١٢٠٣٠	١٧,٩٥	٦٧٠,٢
أستراليا والجزر	٢٤٠٠	٨,٩٥	٢٦٨,١
العالم	٤٢٧٥٧	١٣٥,٢١	٣١٦,٢
الدول العربية	٢٤٧,٥	١٤	١٧,٧

إن هذا التحليل يوضح بجلاء شح الموارد المائية العذبة مقارنة بمساحة الأرض فهي لا تتعدى ٦% من متوسط العالم في حين أنها تبلغ فقط حوالي ٢,٦% من معدل ما تتمتع به أمريكا الجنوبية من موارد مائية بهذا المعيار.

٩-١-٢ نصيب الفرد:

يعتبر قياس شح الموارد بنصيب الفرد من المياه العذبة سنوياً أكثر المعايير شيوعاً والأسهل في تحديدها. يقدر (بصفة عامة) احتياج الفرد من المياه سنوياً بأكثر من ١٠٠٠ متر مكعب كحد أدنى. بينما يعتبر ٥٠٠ متر مكعب للفرد حد للعجز المائي وإن حدوث ذلك يعتبر كارثة تحتاج لحل عاجل. والجدول رقم (٧) يوضح معدل نصيب الفرد من المياه في الأقاليم العربية الأربعة.

أما إذا ما قورن هذا المعيار مما هو متاح في العالم تتضح صورة الشح المائي في العالم العربي أكثر. الجدول رقم (٨) يوضح مقارنة نصيب الفرد في الوطن العربي مع مناطق العالم المختلفة.

٩-١-٣ نسبة الاستخدام الحالي للمياه:

تعتبر نسبة الاستخدام الحالي للموارد المائية إحدى مؤشرات موقف الموارد المائية حيث إن ارتفاع نسبة الاستخدام تعني التغول على حقوق الأجيال كما تعني الضغط الشديد على الموارد المائية. تعتبر أي نسبة أكثر من ١٥% للاستخدام الحالي للموارد المائية مؤشر عجز مائي ويقدر معدل الاستخدام الحالي العالمي للموارد المائية بحوالي ٧,٥% في حين يبلغ الاستخدام الحالي للموارد المائية العربية ٧٦,٦% وهذا أحد أخطر مؤشرات العجز المائي.

هناك دول عربية تزيد نسبة استخداماتها للموارد المائية على ٢٠٠% مما هو متاح لها وذلك بسبب استخدامها للمياه الجوفية غير متجددة (المياه الأحفورية) وبالطبع فإن لهذا الاستخدام الجائر للمياه الجوفية مسالب أخرى أهمها تدهور نوعية المياه وارتفاع تكلفة ضخها وعدم استدامة عطائها وبالتالي عدم استدامة المشاريع التي تعتمد عليها.

وتختلف نسبة الاستهلاك في الأقاليم العربية المختلفة كما هو موضح بالجدول رقم (٩).

أما إذا قورنت هذه النسب بالوضع العالمي يتضح سوء الموقف المائي العربي. الجدول رقم (١٠) يوضح نسبة الاستخدام الحالي للموارد المائية في القارات المختلفة في العالم.

الجدول رقم (٧)
نصيب الفرد من الموارد المائية
في الأقاليم العربية

نصيب الفرد متر مكعب/سنوياً	عدد السكان مليون نسمة	جملة الموارد المائية مليار متر مكعب سنوياً	الإقليم
١٢٨٣,٤	٥٧,٦٦	٧٤,٠٠	١- المشرق العربي
٣١١,٦	٥٤,٥٥	١٧	٢- شبه الجزيرة العربية
٨٨٢,٧	١١٤,٤٢	١٠١	٢- الإقليم الأوسط
٦٩٣,٧٥	٨٠	٥٥,٥	٤- المغرب العربي
٨٠٧,١٦	٣٠٦,٦٣	٢٤٧,٥	الوطن العربي

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية، ٢٠٠٤.

جدول رقم (٨)
نصيب الفرد من المياه في العالم

نصيب الفرد متر مكعب للفرد سنوياً	عدد السكان مليون نسمة	حجم الموارد المائية مليار متر مكعب سنوياً	القارة
٤٢٣٠	٦٨٥	٢٩٠٠	١- أوروبا
١٧٣٧٠	٤٥٣	٧٨٧٠	٢- أمريكا الشمالية
٥٧٢٠	٧٠٨	٤٠٤٧	٣- أفريقيا
٣٩٧٠	٣٤٠٣	١٣٥١٠	٤- آسيا
٣٨١٩٠	٣١٥	١٢٠٣٠	٥- أمريكا الجنوبية
٨٣٦٢٠	٢٩,٠	٢٤٠٠	٦- أستراليا والجزر
٧٦٥٠	٥٥٩٣	٤٢٧٥٧	٧- العالم
٨٠٧	٣٠٦,٦٣	٢٤٧,٥	الوطن العربي

المصدر: موارد العالم المائية: أجور شيكالو مانوث - اليونسكو ١٩٩٤ والمنظمة العربية للتنمية الزراعية، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية، ٢٠٠٤

جدول رقم (٩)
نسبة الاستخدام الحالي للموارد المائية
بأقاليم الوطن العربي المختلفة

الإقليم	جملة الموارد المائية مليار متر مكعب سنوياً	جملة الاستخدام مليار متر مكعب سنوياً	نسبة الاستخدام %
المشرق العربي	٧٤	٥٩,٥	٨٠,٤
شبه الجزيرة العربية	١٧	٢٤,٣	١٤٣
الأوسط	١٠١	٨١,٤	٨٠,٦
المغرب العربي	٥٥,٥	٢٤,٨	٤٤,٧
الوطن العربي	٢٤٧,٦٥	١٩٠	٧٦,٨

الجدول رقم (١٠)
نسبة استخدام المياه في القارات المختلفة

القارة	جملة الموارد المائية مليار متر مكعب سنوياً	جملة الاستخدام مليار متر مكعب سنوياً	نسبة الاستخدام %
١ - أفريقيا	٤٠٤٧	١٥١,٩	٣,٧٥%
٢ - آسيا	١٣٥١٠	١٧٧٠,١	١٣,١%
٣ - أوروبا	٢٩٠٠	٥٨٧,٢	٢٠,٢%
٤ - أمريكا الشمالية	٧٨٧٠	٦٠٨,٥	٧,٧%
٥ - أمريكا الجنوبية	١٢٠٣٠	١٠٦,٢	٠,٨%
٦ - استراليا والجزر	٢٤٠٠	١٦,٦	٠,٧%
العالم	٤٢٧٥٧	٣٢٢٠,٥	٧,٥%
الوطن العربي	٢٤٧,٥	١٩٠	٧٦,٧%

٩-١-٤ الميزان المائي الزراعي:

قد لا يعبر نصيب الفرد للمياه عن مستوى العجز المائي حيث تختلف متطلبات الفرد من المياه للاستخدامات المختلفة الإنسانية والزراعية من منطقة إلى منطقة، حيث تزداد الاحتياجات المائية في المناطق الحارة ذات الرطوبة النسبية المتدنية وتقل في المناطق الباردة الرطبة، ولذلك فإن أفضل المعايير هي مؤشرات عرض والطلب في المنطقة المعنية فإذا أخذنا المتطلبات الزراعية وهي أكثر استخدامات الفرد للمياه نجد أن معدل البخر-نتح يمثل الطلب في حين تمثل الأمطار العرض المتاح من المياه وعليه فالفارق بينهما يمثل الخلل في الميزان المائي بالمنطقة.

ويعتقد أن هذا أفضل المعايير، ويلاحظ أن الميزان المائي في المنطقة العربية هو سالب في أغلب الأحيان والشكل رقم (١) يوضح منحنيات لمعدلات البخر-نتح والهطول المطري في بعض المناطق في الأقاليم العربية الأربعة، ويلاحظ الفرق الكبير بين البخر-نتح والهطول المطري في هذه المواقع ما عدا في موسم الشتاء في أغادير من نوفمبر إلى فبراير حيث يزيد الهطول على الاحتياجات المائية للزراعة.

٩-١-٥ استيراد الغذاء:

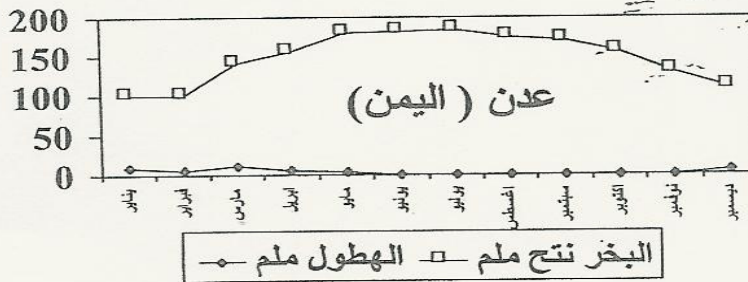
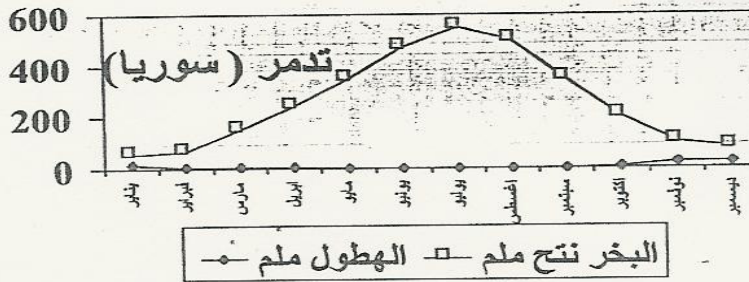
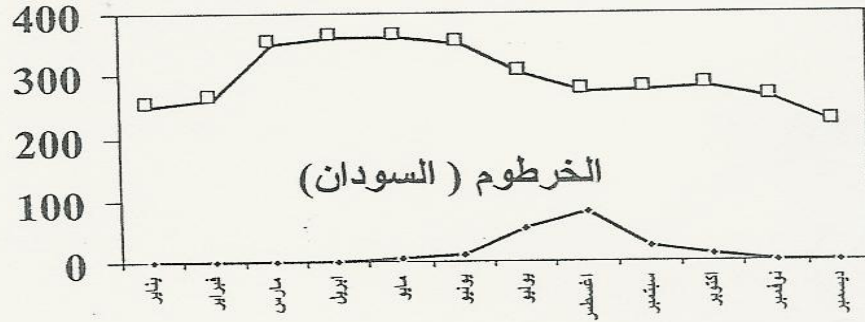
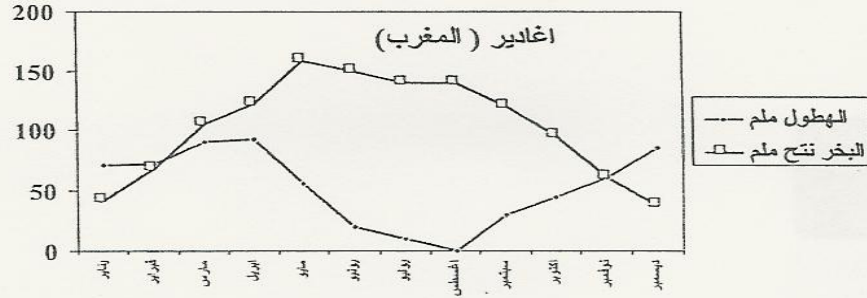
يعبر مستوى استيراد الغذاء عن العجز المائي، حيث يعتبر استيراداً للمياه في صورة غذاء أو ما يسمى بالمياه الافتراضية (Virtual Water)، والواضح أن الدول لا تستورد غذاءً إلا إذا عجزت عن إنتاجه محلياً، وأحد أسباب العجز عدم توفر المياه، بالطبع هناك عوامل أخرى ولكن يعتبر شح المياه هو العامل الأول في الاستيراد، فالدول العربية تستورد ما يعادل حوالي ١٧ مليار دولار سنوياً من الغذاء وهذا يعتبر من مؤشرات العجز المائي الواضح.

٩-٢ المشاركة الدولية في المياه:

من أخطر التحديات التي تواجه الموارد المائية العربية هي المشاركة الدولية في المياه، فحوالي ٧٣% من الموارد المائية السطحية جزء من موارد مائية مشتركة مع دول أخرى متشاطئة معها غير عربية. ويشوب هذا الوضع العديد من المحازير الاقتصادية والسياسية والاجتماعية، وتعتمد هذه المشاركة على أجندة ومواقف دولية، وتخضع لضغوط ومزايدات سياسية، لتنفيذ أغراض قد تؤثر سلباً على تنمية هذه الموارد المائية المشتركة، والجدول رقم (١١) يوضح الأنهر العربية ذات الموارد المائية المشتركة دولياً.

تقدر المياه العربية السطحية المشتركة مع دولة أخرى متشاطئة غير عربية بحوالي ١٥٠ مليار متر مكعب سنوياً موضحة في الجدول رقم (١٢).

الشكل رقم (١) الميزان المائي في بعض المدن العربية



جدول رقم (١١)

الأنهر العربية ذات الموارد المائية المشتركة دولياً

النهر الدولي	الدول المشتركة فيه من منبعه إلى مصبه	مساحة الحوض بالآلاف كم ^٢
نهر النيل	إثيوبيا - اريتريا-تنزانيا-كينيا-بوروندي-رواندا-الكنغو الديمقراطية - أوغندا-السودان-مصر	
الفرات	تركيا - سوريا - العراق	٤٤٤
دجلة	تركيا - سوريا - العراق	٢٥٨
عفرين	تركيا - سوريا	٢,٦٨
السنغال	غينيا - مالي - السنغال - موريتانيا	٤٥٠
شبيلي	إثيوبيا - الصومال	٢٠٠
جوبا	إثيوبيا - الصومال	٢٦٠
الزاب الأكبر	تركيا - العراق	٢٥,٨٠
الزاب الأصغر	تركيا - العراق	٢١,٤٧٥
كارون	إيران - العراق	-
الأردن	سوريا - لبنان - إسرائيل - فلسطين	١٨,٣
الخابور	تركيا - سوريا	٣١,٨
العاصي	لبنان - سوريا - تركيا	١٦,٩
اليرموك	سوريا - الأردن	٧,٢٥
لاغ بور	إثيوبيا - كينيا - الصومال	-
بركة	إثيوبيا - السودان	٤١,٦٩
القاش	إثيوبيا - السودان	٢١
مجردة	الجزائر - تونس	٢٣,١
تفنة	المغرب - الجزائر	٦,٩
وادي الجير	المغرب - الجزائر	-
وادي الدورة	المغرب - الجزائر	-
وادي درعة	المغرب - الجزائر	١٥,١

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية: برامج الأمن الغذائي العربية، الجزء الثاني، الموارد الطبيعية ١٩٨٦. مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، المياه في العالم العربي، آفاق واحتمالات المستقبل ١٩٩٧.

الجدول رقم (١٢) المياه العربية السطحية المشتركة

النهر	الدول العربية	الدول غير العربية المتشاطئة	الكمية مليار متر مكعب سنوياً
نهر النيل	مصر والسودان	إثيوبيا - أريتريا - الكنغو - كينيا - يوغندا - رواندا - بروندا - تنزانيا	٧٢
القاش وبركة	السودان	أريتريا	١,٠
نهر دجلة والفرات	سوريا والعراق	تركيا	٦٢
نهر شبيلي وحديا	الصومال	أثيوبيا	١١
الأردن - وروافده	سوريا - لبنان - فلسطين	إسرائيل	٢
السنغال	موريتانيا	مالي - السنغال - كينيا	٢
الجملة			١٥٠

ومن أهم معضلات هذه المياه العربية المشتركة أن الدول العربية في أغلب الأوضاع دول مصب وتتحكم الدول في أعالي الأنهر في تدفقات النهر ما عدا نهر الأردن الذي تشارك فيه إسرائيل عنوة واحتلالاً.

لقد برز في هذا العصر مبدأ الصراع على المياه، وسبب ذلك عدة أسباب أهمها زيادة الطلب على المياه، ولكن الأخطر هو عنصر استخدام المياه كأحد عناصر الضغط السياسي الدولي، ولهذا ظهرت فكرة إمكانية نشوب حروب بسبب المياه وهذه دعوة جاءت من دول لا مصالح لها في المياه المشتركة إنما هي جزء من اللعبة السياسية الدولية، وقد تعزز هذا الفهم بسبب عدم الثقة بين الدول المتشاطئة وبخاصة في المنطقة العربية ذات الحساسية السياسية المفرطة، ويلاحظ أن فكرة الصراع على المياه إلى درجة الحرب لا يسود في المناطق الأخرى ذات المياه المشتركة دولياً بينما يسود في المنطقة العربية لأسباب عديدة أهمها:

- وجود اتفاقيات دولية تنظم استخدام هذه المياه في مناطق مختلفة من العالم، في حين لا توجد أي اتفاقية شاملة تنظم المياه العربية المشتركة سوى تلك التي تنظم استخدام مياه نهر السنغال بين موريتانيا وشركائها في النهر.
- عدم وجود الثقة بين الدول المتشاطئة.
- التدخلات الدولية في هذه المسألة.

٣-٩ تدني كفاءة استخدام الموارد المائية العربية:

من التحديات التي تواجه الموارد المائية العربية تدني كفاءة الاستخدامات، فيعتبر القطاع الزراعي المستخدم الأكبر للمياه في كل العالم ولكن لأسباب عديدة أهمها عمق الحضارة العربية في التاريخ ولأسباب اقتصادية واجتماعية فإن ٨٥% من الأراضي العربية المروية تستخدم الري السطحي المعروف بتدني كفاءته. تقدر الكفاءة الكلية للري السطحي بالدول العربية بحوالي ٤٠% وقد أدى هذا إلى ارتفاع الفواقد المائية في الزراعة العربية إلى حوالي ٩١ مليار متر مكعب سنوياً تمثل حوالي ٣٧% من جملة الموارد المائية العربية.

٤-٩ عدم كفاية البيانات والمعلومات المائية:

من أهم مظاهر الموارد المائية قلة المعلومات الهيدرولوجية ودقتها ومدى الاعتماد عليها، وهذا عبء وقصور شديد عند تخطيط واستخدام هذا المورد مما يؤدي إلى العديد من المشاكل وأن وضع السياسات والتخطيط السليم للاستخدام الرشيد للموارد المائية يتطلب بالضرورة الاعتماد على بيانات دقيقة وافية عن الموارد المائية يعتمد عليها.

٥-٩ الاستخدام الجائر للمياه الجوفية:

كما سبق أن ذكر فإن حجم المخزون المائي الجوفي غير المتجدد يقدر بحوالي ٧٧٣٣ مليار متر مكعب في حين التغذية السنوية لا تتعدى ٤٢ ملياراً والمتاح للاستغلال بسبب الموقع وسهولة الحصول عليه هو في حدود ٣٥ مليار متر مكعب.

تواجه الموارد المائية الجوفية ضغطاً شديداً بسبب الاعتماد عليها من قطاع كبير من المستهلكين لعدم وجود موارد مائية أخرى في مناطق العالم العربي المتميز بالجفاف وقلة الأمطار والمجاري المائية السطحية، وقد أدى هذا إلى الاستخدام الجائر للموارد المائية الجوفية وذلك باستخدام المياه الأحفورية غير المتجددة مما أدى إلى العديد من المشاكل والتحديات أهمها:

- انخفاض مناسيب المياه الجوفية وبالتالي زيادة تكلفة استخدامها.

- تدهور نوعية المياه الجوفية بسبب تدفق بعض المياه المالحة الجوفية نحو المياه العذبة.

- عدم استدامة المشاريع التي تعتمد على هذه المياه.

- تدهور الأراضي الزراعية بسبب استخدام المياه المالحة.

٩-٦ القصور في الإدارة المتكاملة للموارد المائية:

يعاني قطاع المياه في الدول العربية من بعض الاختلالات والقصور فيما يتعلق بإدارة استخدام الموارد المائية، حيث تعاني المؤسسات والهيئات ذات العلاقة بإدارة الموارد المائية العربية من ضعف في بنيتها التحتية وتخلف أساليب تعاملها مع هذا المورد المهم وضعف في هياكلها وكوادرها الفنية من حيث التأهيل والتدريب، كما أن هناك تداخلاً في الاختصاصات والمهام والصلاحيات وذلك نتيجة لتعدد الجهات المسؤولة عن إدارة هذا المورد المهم دون التنسيق الجيد بينها، مما نشأ ازدواجية في اتخاذ بعض القرارات وقد أدى ذلك إلى العديد من الانعكاسات السلبية على الأداء، كما أن قلة استخدام التقانات الحديثة المتطورة في إدارة الموارد المائية قد زاد من تدني كفاءة الإدارة، كذلك فإن غياب الوعي المائي لدى الكثير من المشتغلين بالنشاطات ذات العلاقة بقطاع المياه وعدم وجود منهجية متكاملة لتوعية مستخدمي المياه بشكل يتناسب وخطورة المشكلة تعتبر من أهم الأسباب التي أدت وما زالت تؤدي إلى انخفاض كفاءة استخدام المياه.

وعليه يمكن تلخيص قصور الإدارة المائية في:

- تعدد الجهات المسؤولة عن إدارة الموارد المائية.

- قصور التنسيق بين هذه الجهات.

- عدم وضوح الرؤية الشاملة المتكاملة لإدارة المياه.

- ضعف الكوادر الفنية.

- تدني استخدام الأساليب الحديثة في إدارة الموارد المائية.

- ضعف المشاركة الشعبية.

- قصور برامج الترشيد.

- قلة القوانين والتشريعات المائية أو عدم متابعة تنفيذها.

١٠- ما هو الحل ؟

هذا هو وضع الموارد المائية العربية وهذه هي التحديات التي تواجهها فما هي الحلول

المطلوبة للاستفادة القصوى من هذه الموارد الطبيعية الشحيحة لتلبية الاحتياجات المتعاظمة، ليس هناك حل سهل ولكن علينا أن نحاول ونحاول للوصول لغايتنا من الاستفادة من هذا المورد الذي لا بديل له. ومن الممكن تلخيص الحلول في المقترحات التالية:

١-١٠ زيادة الموارد المائية التقليدية:

قد لا تكون هناك مجالات عديدة لزيادة حجم الموارد المائية، لأنها تحكمها عوامل طبيعية عديدة ومعدلات مناخية لا يمكن التأثير عليها في غالب الأحوال ما عدا حالات نادرة مثل مشاريع زيادة إيراد النيل في جنوب السودان، حيث تفقد الأنهر في مجاريها ما يقدر بحوالي ٤٢ مليار متر مكعب سنوياً بسبب المستنقعات والأعشاب والنباتات العائمة على مجاري هذه الأنهر. ودلت الدراسات على إمكانية استرجاع حوالي ١٨ مليار متر مكعب سنوياً من هذه المياه من خلال بعض المنشآت المائية وأشهرها قناة جونقلي التي تحمل مياه النهر في مسار يختلف عن المسار الطبيعي للنهر لتفادي المستنقعات والحشائش والنباتات على المجاري الطبيعية للأنهر.

من المجالات القليلة الأخرى لزيادة الإيراد العمل على استقطاب المجاري المائية الريفية الهامشية، فلقد كان التركيز على الموارد المائية الكبرى وإهمال الموارد المائية البسيطة، والتي حان الوقت للاستفادة القصوى باستخدام كل السبل مثل حصاد المياه وإنشاء مواعيد التخزين المختلفة للاستفادة من هذه المياه الهامشية.

ما زالت الاستفادة من المياه الجوفية في الدول العربية دون الطموحات، ويعزى هذا إلى قلة المعلومات والبيانات عنها بسبب ارتفاع تكاليف المسوحات الجيوفيزيائية ولكن أصبحت هناك حاجة ماسة لدراسة هذه الأحواض لتحديد أقصى إمكانية للاستفادة منها مع دراسة إمكانية استخدام المياه الأحفورية بطريقة مستدامة مع مواجهة المحاذير على هذا الأسلوب مع دراسة تقليل تكلفة إنتاجها. ومن المؤكد أن هذه الدراسات مرتفعة التكاليف ولكنها تتضاءل يوماً بعد يوم أمام الاحتياجات المائية الملحة والعوائد والفوائد الاجتماعية المترتبة عليها.

هناك مشاريع تعتبر حالياً غير مجدية أو مقبولة اقتصادياً ولكن مع مرور الزمن وضغط الحاجة الماسة للمياه من أجل الحياة فقد تصبح مقبولة، منها مشاريع نقل المياه المتجمدة إلى مواقع الاحتياجات أو أي مشاريع مماثلة أخرى.

١-٢ تطوير نظم المعلومات المائية:

لقد تطورت نظم المعلومات وتقانات رصد الموارد الطبيعية بشكل كبير منذ نهاية القرن الماضي ولا بد من الاستفادة من هذه النظم في رصد وحفظ وتحليل وعرض المعلومات والبيانات المائية العربية فهناك سبل الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) وهناك استخدام تقانات رصد

ونقل المعلومات عبر الأقمار الصناعية وسبل الاتصالات المتطورة واستخدام الحاسوب لحفظ وترتيب ونشر المعلومات بواسطة الشبكة العالمية للاتصالات (Internet) مما يسهل إتاحتها للباحثين والعاملين في مجال الموارد المائية، كما أن هناك العديد من سبل الحصول على المعلومة الدقيقة الموثقة المعتمدة خلافاً لما يطبق حالياً في الدول العربية.

١٠-٣ ترشيد استخدام المياه في الزراعة:

هذا مجال واسع عريض حيث يشمل استخدام العلوم المتطورة، ويمثل استخدام نظم الري الحديث أحد البدائل خاصة في المشاريع الحدية، أما في المشاريع القائمة والتي تروى بالري السطحي فهناك العديد من المجالات لتطوير هذا الأسلوب باستخدام التقانات الحديثة لرفع كفاءة الاستخدام وتقليل الفواقد.

١٠-٤ زيادة استقطاب الموارد المائية غير التقليدية:

قد تكمن أهمية هذه المياه في مساهمتها بشكل فعال في تلبية الاحتياجات المائية لبعض الدول التي أصبحت تحت خط العجز المائي وتواجه مشاكل عصبية في الإيفاء بمتطلبات المياه الأساسية للإنسان في بعض مناطقها النائية وذلك على النحو التالي:

١٠-٤-١ تحلية مياه البحر:

كما سبق أن ذكر فإن ٩٧,٥% من المياه المتوفرة في العالم مياه مالحة ولذلك فهي مصدر كبير غير محدود للمياه إذا وجدت طريقة مقبولة اقتصادياً لتحلية المياه وتعتبر تكاليف الطاقة هي العائق الأساسي أمام التوسع في هذا المجال وقد يكون من المطلوب دراسة بدائل الطاقة المطلوبة مع تخفيض تكاليفها منها:

- استخدام فرق التوازن بين المحيطات لتوليد طاقة مائية كهربائية رخيصة.
- استخدام الطاقة النووية إذا وجد العالم حلاً للأخطار البيئية المصاحبة لهذا الاستخدام.
- تطوير استخدام الطاقة الشمسية المتوفرة بكثرة في الدول العربية.
- العمل على اكتشافات طاقات أخرى مناسبة اقتصادياً.

١٠-٤-٢ التوسع في إعادة استخدام المياه العادمة:

تشمل المياه العادمة مياه الصرف الزراعي والصرف الصحي والصرف الصناعي وهي ذات كميات في زيادة مستمرة بسبب زيادة السكان وارتفاع مستوى المعيشة وهناك العديد من الدراسات والبحوث لإيجاد حلول لمعالجة هذه المياه لتصبح صالحة لبعض الاستعمالات أهمها الزراعة وذلك للتخفيف من الضغط على الموارد المائية.

١٠-٥ التصدي لموقف الموارد المائية العربية المشتركة:

إن الرؤية المستقبلية للتصدي لهذا الأمر تتطلب العمل على تأسيس وتأسيس قواعد الشرعية الدولية بطريقة تصون الحقوق العربية في المياه وتحافظ على مصالح الأجيال القادمة ولهذا فلا بد من مراقبة الساحة الدولية والعمل سوياً على التصدي لكل القرارات الدولية والاتفاقات والمعاهدات العالمية التي تمس الحقوق العربية في المياه ولا بد أن يتم ذلك بالتنسيق التام بين الدول العربية وبالأخص التي لها مياه مشتركة دولياً مع دول غير عربية وقد يتطلب ذلك خلق آلية عربية جماعية لذلك.

لا بد أن تعمل الدول العربية ذات الموارد المائية المشتركة على توقيع اتفاقيات مع الدول المتشاطئة تحفظ الحقوق وتصونها وألا تترك للأهواء والمواقف السياسية المتقلبة. هناك مجهودات عربية في هذا المجال مع امتناع من بعض الأطراف ولكن قد يكون من الضرورة مواصلة المشوار.

الأمن المائي

إعداد

د. عبد الله الأمين بدر
أستاذ الري ورئيس قسم الهندسة الزراعية
كلية الزراعة - جامعة القاهرة
جمهورية مصر العربية

المياه العذبة مشكلة بشرية:

أكد العلماء في دراسة نشرتها مجلة "ساينس جورنال" العلمية الأمريكية أن استهلاك البشر من المياه العذبة في القرن الحالي سيصل إلى أقصى حدود الموارد المتاحة منها حالياً، كما أكدت الدراسة أن سكان الأرض يستهلكون في الوقت الحاضر ٥٤% من مصادر المياه العذبة المتجددة في أغراض الصناعة والزراعة والري وغيرها، وأنه نتيجة الزيادة الكبيرة في عدد السكان، ستصل احتياجاتهم من المياه العذبة المتجددة إلى ٧٠% من جملة الموارد المتاحة بحلول عام ٢٠٢٥، وحذرت الدراسة من أن الموارد المائية ستصبح مشكلة أكبر مما يتصورها بعض الخبراء الآن. وأضافت أن الانطباع السائد بأن موارد المياه العذبة المتجددة على الكرة الأرضية وفيرة جداً، وبدرجة تكفي لحاجات المستقبل لإنتاج الغذاء والتنمية، هو انطباع قائم على أساس ضعيف، وأن استهلاك الفرد من المياه العذبة زاد في الفترة من عام ١٩٥٠ إلى ١٩٩٠ بنسبة ٥٠% لذلك يجب الاهتمام بزيادة الموارد المائية العذبة، وذلك عن طريق بناء السدود على الأنهار لخفض كمية الفاقد، والمحافظة على المياه من التلوث، والبحث عن موارد مائية غير تقليدية (مثل تحلية مياه البحر وإعادة استخدام مياه الصرف بعد معالجتها) والحد من الإسراف في استخدامات المياه على جميع المستويات.

إن الفجوة بين الإمدادات المائية والطلب عليها يتزايد بمعدلات مرتفعة نتيجة للنمو السكاني السريع، تتسع مع الزمن، فقد تبين أن المعدل المتوسط لتنمية موارد المياه خلال العقدين الماضيين هو ٢ مليار متر مكعب سنوياً، ومن المتوقع أن يستمر هذا النمو مع مرور الزمن رغم تكاليف إنتاج المياه، وذلك بسبب الحاجة الماسة إلى موارد مائية إضافية، حيث من المتوقع أن يصل العجز بحلول عام ٢٠٢٥ إلى حوالي ٢٢٠ مليار متر مكعب في المنطقة العربية فقط، وهذا سينعكس بطبيعة الحال على تعميق الفجوة الغذائية.

ولقد زادت الاستخدامات المائية على مستوى العالم خلال القرن العشرين بمقدار أربعة أمثال ما كانت عليه من قبل، ومن المتوقع أن يقل نصيب الفرد في الأجيال القادمة من المياه العذبة المتجددة على مستوى العالم، ليصل إلى ثلث ما هو عليه الآن.

ويتضح من الجدول رقم (١) أن نصيب الفرد من المياه العذبة المتجددة في آسيا وأوروبا الغربية وأفريقيا يعتبر قليلاً جداً إذا ما قورن بنصيب الفرد في جزر المحيط الهادي الجنوبية والوسطى وأمريكا اللاتينية.

مصادر مشاكل المياه:

إن المشاكل والمعوقات التي تواجه التنمية المتواصلة للموارد المائية في الدول العربية عديدة ومتشعبة المصدر، وهي بالتالي تتطلب مجهودات كبيرة سواء على المستوى المحلي أو الإقليمي أو الدولي، وأهمها ما يلي:

١ - الاشتراك في مورد واحد:

كل الأنهار الكبيرة في المنطقة توجد منابعها أو تمر في دول غير عربية، وذلك هو الوضع بالنسبة للنيل بمرابعه الأثيوبية والأوغندية، وبالنسبة لدجلة بمرابعه التركية والإيرانية، وبالنسبة للفرات بمرابعه التركية، وأخيراً بالنسبة لنهر الأردن بمرابعه الخاضعة لسيطرة إسرائيل، وتشكل الحدود الداخلية أو الخارجية حواجز يتعذر عبورها، وبالرغم من أن السيولة هي الخاصية المميزة للماء التي تسمح له بالتالي بعبور الحدود بلا تأشيرة دخول وبلا عقوبة تلحق به، فإن البشر يجدون صعوبة في التمتع بالمساواة إزاء الحصول على الماء وتصبح هذه اللامساواة مأساة حقيقية تعاني منها بعض الدول أسفل الأحواض المائية، وقد تنشأ نزاعات عديدة بين دول عربية تمر بها نفس الأنهار: السودان ومصر (النيل)، سوريا ولبنان والأردن (نهر الأردن)، سوريا والعراق (الفرات)، وقد عرفت رابطة القانون الدولي التي اجتمعت في ٢٠ من أغسطس ١٩٦٦ بهلسنكي مفهوم "حوض التصريف الدولي" بأنه منطقة جغرافية تمتد بين دولتين أو أكثر، ويحدد النظام الهيدرولوجرافي مجال تغذيتها، بما في ذلك المياه السطحية والجوفية التي تصب في مجمع مشترك (المادة الثانية). وفي نفس هذا البيان تقدم الرابطة عدداً من المبادئ التي تحكم استخدام مجاري الماء الدولية، وذلك لاستخدامات أخرى خلاف الملاحة. وتنص المادة الرابعة من نفس البيان الصادر في ١٩٦٦ على أن " لكل دولة من دول الحوض الحق في أراضيها في حصة معقولة ومنصفة من الاستخدام المفيد لمياه حوض التصريف الدولي، وتوضح المادة الخامسة أن تحديد ما هي الحصة المعقولة والمنصفة بالمعني الوارد في المادة الرابعة يتم في ضوء كافة العوامل المناسبة في كل حالة على حدة.

وهذه العوامل المناسبة هي في الأساس:

- ١- جغرافيا الحوض وبالأخص امتداد نطاق التغذية الموجود في كل دولة من دول الحوض.
- ٢- هيدرولوجيا الحوض وبالأخص الإسهام الهيدرولوجرافي لكل دولة من دول الحوض.

جدول رقم (١)
موارد المياه العذبة السنوية المتجددة على
مستوى العالم ونصيب الفرد منها

نصيب الفرد من المياه سنوياً (بالمتر المكعب)	تعداد السكان (بالمليون)	الموارد المائية السنوية المتجددة (مليار متر مكعب)	الإقليم
٣٦٦١٩	٢١	٧٦٩	جزر المحيط الهادي الجنوبية والوسطى
٢٣١٠٣	٤٦٦	١٠٧٦٦	أمريكا اللاتينية
١٨٧٤٢	٢٨٧	٥٣٧٩	أمريكا الشمالية
١٤٦٥٩	٤٩٥	٧٢٥٦	أوروبا الشرقية ووسط آسيا
٧٤٨٥	٥٥٩	٤١٨٤	أفريقيا
٥١٨٣	٣٨٣	١٩٨٥	أوروبا الغربية
٣٢٨٣	٣٠٤١	٩٩٨٥	آسيا

٢- المناخ السائد في الحوض.

٣- الاستخدام السابق لكل دولة من دول الحوض (الحقوق المكتسبة) بما في ذلك استخدامها القائم.

٥- الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية لكل دولة من دول الحوض.

٦- السكان المعتمدون على مياه الحوض في كل دولة من دول الحوض.

٧- التكاليف المقارنة لمختلفة وسائل تلبية الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية لكل دولة من دول الحوض.

٨- توافر موارد مائية أخرى.

٩- ضرورة تحاشي أي تبديد غير مجدٍ عند استخدام مياه الحوض.

١٠- الإمكانات العملية لإعطاء تعويضات وفوائد لدولة واحدة أو عدة دول في الحوض كوسيلة لتسوية النزاعات التي تقع بين مستخدمي المياه.

١١- مدى إمكانية تلبية احتياجات دولة من دول الحوض دون إلحاق أضرار أساسية بدولة أخرى من دول الحوض.

وتضيف المادة السابعة أنه " لا يمكن أن تجد دولة ما في الحوض نفسها محرومة في وقت معين من الاستخدام المعقول لمياه حوض التصريف الدولي بسبب احتجاز تلك المياه من أجل أن تستخدمها دولة أخرى في الحوض في المستقبل، غير أن المادة الثامنة تقدم أكبر قدر من التفاصيل، وتجعل هذا القدر مثاراً لتفسيرات يختلف بعضها عن بعض إلى حد كبير:

١- فالاستخدام المعقول القائم يمكن أن يستمر ما لم تتغلب عوامل أخرى على تلك التي تبرر استمراره، مما يعني أنه يكون من الأفضل تغيير أو وقف الاستخدام القائم بحيث يصبح من المناخ استخدام تنافسي لا يتفق مع الاستخدام القائم.

٢- (أ) الاستخدام الجاري فعلاً يعتبر استخداماً قائماً اعتباراً من بداية أعمال البناء المرتبطة مباشرة بذلك الاستخدام، أو في حالة عدم الحاجة إلى تلك الأعمال، عندما يكون تنفيذ الأعمال مماثلاً فعلاً.

(ب) يظل هذا الاستخدام مستمراً إلى أن يتم التوقف عنه بغية تركه.

٣- لا يعتبر الاستخدام استخداماً قائماً إذا أصبح عندما يبدأ العمل به غير متوافق مع استخدام معقول قائم من قبل.

وينص البند الرابع عشر الخاص بالقواعد المسماة "قواعد هلسنكي" على أنه " يجب ألا يترتب على أحكام معاهدة ما حرمان السكان من موارد ماء ضرورية لاقتصاداتهم ويتوقف عليها بقاؤهم، كما ينص حق استخدام مياه النهر الدولي من قبل كل الدول المنشأطة على أنه لا يجوز لدولة واحدة أن تحصر استخدام النهر لنفسها، أو أن تحول أو أن تقطعه عن غيرها لأي سبب، مهما كان طول النهر في أراضيها أو مهما كان عدد السكان الذين يستفيدون من النهر في هذه الحالة، فالمياه الدولية هي مورد طبيعي مشترك، وليست مجرد مورد طبيعي كالحشاش أو الغابات أو البترول كما تدعي بعض دول أعالي الأنهار حيث يقول ميثاق أوروبا للمياه الموقع في عام ١٩٦٧ (مادة ١٢) أن الماء لا يعرف الحدود، وهو لذلك مورد مشترك يقتضي تعاوناً دولياً، لذلك فإن مبدأ حق الدول في استخدام المياه الدولية استثناءً لمبدأ السيادة الدائمة على الموارد الطبيعية وحق التصرف فيها، إذ أن هذا المبدأ الأخير الذي ناضلت الدول من أجل إقراره إنما يتعلق بسيادة الدولة على مواردها هي لا على الموارد المشتركة بينها وبين دول أخرى. أما مبدأ

السيادة الذي يستند إليه حق الدولة في استخدام النهر الدولي في أراضيها فيجب تحديده، إذا أن مبدأ السيادة هذا تتمتع به جميع الدول المتشاطئة بشكل متساوٍ، وسيادة كل دولة تحدها سيادة الدولة الأخرى، فحقوق السيادة حقوق متقابلة، ومعنى المساواة في استخدام المياه لا يعني بالضرورة التوزيع المتساوي للمياه، وإنما يعني المساواة في حق الاستخدام فقط، وأنه ليس لدولة أولوية على أخرى، أما مفهوم أو مبدأ السيادة يعني حق التصرف الكامل والمطلق في المياه دون أي اعتبار للدول المتشاطئة الأخرى، فهو مفهوم خاطئ للسيادة إذ يساوي بين العنصر الأرضي من الإقليم وهو ثابت، وعنصر الماء وهو متنقل متحرك، ويخضع العنصرين لحكم قانوني واحد، فالقانون الدولي كما يقول الباحثون إنما هو مجموعة حدود لسلوك الدولة التي تؤثر على مصالح الدول الأخرى، وبدراسة كل المعاهدات الدولية عن هذا الموضوع، نجد أنها تدافع عن حق جميع الدول المتشاطئة في استخدام مياهها الدولية دون أي اعتبار لنظرية الحق الإقليمي المطلق، وقد عبرت عن ذلك مذكرة وزارة الخارجية الأمريكية في ٢١ أبريل ١٩٨٥ عن الجوانب القانونية لاستخدام شبكة المياه الدولية فذكرت أنه يحق لكل دولة متشاطئة أن تستخدم المياه الدولية الجارية في أراضيها بشروط: (١) ألا يؤدي إلى الإضرار بالدول المتشاطئة الأخرى، (٢) أن تستطيع الدول المتشاطئة الأخرى أن تستخدم هذه المياه وتنتفع بها بشكل منصف ومعقول، وهذان الشرطان يشكلان قاعدتين أساسيتين من قواعد قانون الأنهار الدولية.

الاتفاقية الجديدة للأنهار الدولية:

* وقد اعتمدت الجمعية العامة للأمم المتحدة في ٢١ مايو ١٩٩٧ اتفاقية دولة جديدة حول قانون الاستخدامات غير الملاحية للمجاري المائية الدولية، بأغلبية ١٠٤ أصوات واعتراض ثلاث دول (الصين وتركيا وبوروندي) وامتناع ٢٧ دولة عن التصويت (من بينها مصر وفرنسا وإثيوبيا) وقد استغرق إعداد مشروع هذه الاتفاقية ما يزيد على ربع قرن من الزمان (١٩٧٠-١٩٩٧) ومن أهم ملامح هذه الاتفاقية أنها تضع القواعد العامة والأصول الكلية المتعلقة باستخدامات الأنهار في غير شؤون الملاحة والقواعد الأساسية التي يتم بمقتضاها تقاسم الموارد المائية للأنهار بوجه عام، ثم تأتي بعد ذلك اتفاقية خاصة لكل نهر من الأنهار، يتم إبرامها بين الدول النهرية التي تتقاسم مياهها فيما بينها، بحيث تنطلق من القواعد العامة والأصول الكلية التي تضمنتها اتفاقية ٢١ مايو ١٩٩٧ أخذة في الاعتبار الأوضاع الخاصة بالنهر من جميع النواحي، وقد جاء نص المادة الثالثة من الاتفاقية الجديدة معلناً إلغاء الاتفاقيات القائمة مع إعطاء الفرصة للدول الأطراف في اتفاقيات قائمة أن تنظر إذا ما رغبت وعلى أساس اختياري بحث في إمكانية مواءمة الاتفاقيات القائمة مع القواعد العامة الواردة في الاتفاقيات الجديدة، جاء مشروع لجنة القانون الدولي فجعل مبدأ التقاسم العادي أو المنصف في مرتبة أعلى، كما

أورد مبدأ عدم التسبب في الضرر للدول الأخرى، وجعله في مرتبة أدنى بعد أن اشترط أن يكون الضرر جسيماً بحيث لا يكون أي قدر من الضرر موجباً للتعويض أو التأثير على مبدأ التقاسم المنصف للمياه وجاءت فيه مادة تنص على وجوب مراعاة مصالح دول المجرى المعنية والتركيز على التزام الدولة بالعمل على تخفيف الضرر وإزالته والتعويض عنه عند الضرورة، وانطوت الاتفاقية على التزام عام يوجب على الدول التي تشترك في المجرى المائي الدولي (النهر الدولي) التعاون فيما بينها وتبادل المعلومات على نحو منظم، كما تضمن الجزء الثالث من الاتفاقية تفاصيل واسعة حول التدابير المزمع اتخاذها، أي المشروعات التي تنوي إحدى الدول النهرية القيام بها، بخاصة عندما يحتمل أن يكون لمثل هذه المشروعات آثار سلبية على الدول النهرية الأخرى (وهو الأمر الذي يحدث عادة بالنسبة لمشروعات دول المنابع)، وعلى وجه العموم تضمن الجزء الثالث من الاتفاقية ضمانات وتفصيلات مهمة لصالح دول المصب والمجرى الأوسط في مواجهة دول المنابع.

مواقف بعض دول حوض النيل من الاتفاقية الجديدة للأنهار الدولية:

امتنعت مصر عن التصويت عند إقرار الاتفاقية كما امتنع ممثل إثيوبيا عن التصويت على الاتفاقية في الجمعية العامة حيث أكد أن تصويت بلاده بالامتناع يرجع إلى أن الاتفاقية لا تحقق التوازن بين دول المصب ودول المنبع، وأن الجزء الثالث من الاتفاقية الخاص بالإجراءات المزمع اتخاذها يضع أعباء ثقيلة على الدولة التي تنوي القيام بمشروعات على مياهها كما أشار إلى أن نص المادة الثالثة كان يجب أن ينصب على التزام الدول بتعديل الاتفاقيات القائمة لتتوافق مع الاتفاقية الإطارية التي تحكم تقسيم حصص مياه النيل بين مصر والسودان، كما أضاف أن إثيوبيا تتحفظ بشدة على المادة السابعة الخاصة بالالتزام بعدم الأضرار الجسيم، ووافقت على الاتفاقية كل من السودان وكينيا واعتضت بروندي، ولم تشترك كل من إريتريا وأوغندا وزائير (جمهورية الكونغو الديمقراطية حالياً) في التصويت وامتنعت كل من رواندا وتنزانيا عن التصويت، حيث أبدت الأولى اعتراضاً شديداً على الجزء الثالث من الاتفاقية والخاص بالتدابير المزمع اتخاذها، كما ذهب مندوب تنزانيا في شرح موقف بلاده إلى القول بأن النص في المادة الخامسة على الأخذ في الاعتبار بمصلحة جميع دول المجرى في إطار الاستخدام العادل، قد أحدث خللاً في التوازن الذي ينطوي عليه مشروع لجنة القانون الدولي، وهكذا نجد في النهاية أن مواقف دول حوض النيل قد تباينت بشأن الاتفاقية الجديدة ولكن غالبيتها تتفق على عدم التسليم بالاتفاقية الجديدة كتقنين للعرف الدولي على اختلاف المنطلقات التي تنطلق منها وهو الأمر الذي يثير التساؤل في النهاية حول مدى تأثير هذه الاتفاقية على النظام القانوني لنهر النيل، أما وجهة النظر المصرية من هذه الاتفاقية، فهي أن هناك عدداً من الاتفاقيات الدولية السارية التي تشكل

الإطار القانوني الذي يحكم تقاسم مياه النيل منها اتفاقيتا ١٩٢٩ و ١٩٥٩ بين مصر والسودان، وقد اقترن بهذه الاتفاقيات الدولية النافذة والسارية عرف دولي إقليمي بين دول حوض النهر تؤكد احترامه وثباته على مدى مئات السنين، بحيث لم تكن الاتفاقيات الدولية في حقيقة الأمر، إلا انعكاساً وتقنيّاً للأعراف الدولية المستقرة بشأن مياه النيل وتقاسم هذه المياه بين دول حوضه، وهذه الأعراف لا تخرج في مجموعها عن العرف الدولي المستقر على الصعيد العالمي بشأن تقاسم مياه الأنهار الدولية، والتي تضع في اعتبارها التقاسم المنصف للمياه الذي يستند إلى مجموعة من المعايير المتوازنة، منها الموارد المائية المتاحة لكل دولة من دول حوض النهر، والكثافة السكانية في كل دولة على موارد النهر، والطبيعة الخاصة لكل دولة من دول الحوض ووجوب عدم الإضرار بالدول النهرية الأخرى، ولاشك أن الاتفاقية الجديدة بوصفها اتفاقية إطارية لن يكون لها تطبيق مباشر على العلاقات بين دول الحوض، حيث ولو أصبحت جميعها من أطراف الاتفاقية الجديدة، ما لم يتم إبرام اتفاقية خاصة بين دول حوض النيل تعكس القواعد والأحكام العامة التي وردت بالاتفاقية الإطارية، وتقوم بمواءمتها على خصوصيات النيل وأوضاعه الهيدرولوجية والجغرافية والسكانية واقتصاديات دول الحوض ومدى اعتمادها على موارده المائية، والموارد المائية الأخرى المتاحة لكل دولة على حدة، ونظراً لأن دول حوض النيل ليست على قلب رجل واحد بالنسبة للاتفاقية الجديدة فإن هذه الدول ستظل على التزامها باحترام الأعراف الدولية بشأن استخدامات مياه الأنهار بوجه عام والأعراف الإقليمية بشأن نهر النيل بصفة خاصة وما هو قائم ونافذ بشأنه من اتفاقيات دولية ثنائية أو متعددة الأطراف، وذلك حتى تتوصل هذه الدول فيما بينها إلى اتفاقية دولية واحدة بشأن نهر النيل تعكس العرف الدولي الإقليمي بشأنه وما ورد في الاتفاقيات القائمة من أحكام وقواعد مستقرة، ولقد عبر البيان المصري الذي تم الإدلاء به عند التصويت على الاتفاقية الجديدة عن هذه المعاني بجلاء، عندما قرر أن وفد جمهورية مصر العربية يود في هذه المناسبة أن يؤيد أن الطبيعة الإطارية لهذه الاتفاقية تعني في المقام الأول أنها تنطوي على مجموعة من المبادئ والأحكام العامة المتعلقة بالاستخدامات غير الملاحية للأنهار الدولية، والتي تتوقف أحكامها كلياً أو جزئياً على أي حوض من أحواض الأنهار الدولية على اتفاق ورضاء جميع الدول التي تقاسم مياه هذه الأنهار ولا يمكن للاتفاقية الإطارية بحكم طبيعتها أن تكون قابلة للتطبيق المباشر من حيث الموضوع على موارد حوض النهر، ما لم تقم الدول النهرية بإبرام اتفاق خاص ينظم العلاقة بينها حتى ولو كانت جميع هذه الدول أطرافاً في الاتفاقية الإطارية وذلك حتى يأخذ الاتفاق الخاص في الاعتبار الطبيعة الخاصة للنهر، من النواحي الجغرافية والمناخية والتاريخية والهيدرولوجية ويأخذ في الاعتبار أيضاً ما سبق إبرامه بشأن النهر من اتفاقيات ثنائية أو متعددة الأطراف، ما استقر بشأن استخدامات مياهه من أعراف وهي الأحكام التي تتعين طبقاً للقواعد العامة في القانون أن تكون لها بحكم خصوصيتها الأولوية

على الأحكام التي تتضمنها الاتفاقية الإطارية، هذا وقد اختتم بيان جمهورية مصر العربية عند التصويت على الاتفاقية بما يلي " أن جمهورية مصر العربية التي كانت منذ فجر تاريخها وحضارتها هبة لنهر النيل الخالد وقد دعت دائماً وحرصت على التعاون مع شقيقاتها من دول حوض النيل، على أساس قواعد القانون الدولي المستقرة، تأمل أن يكون إقرار هذه الاتفاقية حافزاً لمزيد من التعاون بين دول حوض النيل في إطار الاتفاقيات الدولية المبرمة بشأنه والأعراف الإقليمية المستقرة بينها وكذلك العرف الدولي المستقر عالمياً الذي فندت هذه الاتفاقية بعض قواعده وأحكامه وذلك في إطار من الاحترام الكامل والمتبادل للحقوق والالتزامات وفي ظل التعاون المثمر البناء الذي يجعل من نهر النيل شرياناً للحياة يربط شعوبه ويدفعها إلى التطلع لتحقيق تنمية موارده والحفاظ عليها لصالح أجيال الحاضر والمستقبل".

٢ - اختلاف خطوط الدول من المياه:

تتمثل أهمية المياه لجميع دول العالم في الشرب والصحة والزراعة والصناعة وأغراض أخرى لا تعد ولا تحصى، فلقد بدأت الحياة على الأرض بوجود المياه، فالمياه العذبة تهب الحياة للمدن العطشى وتنتج المحاصيل وتنمي سبل الحياة لجميع الكائنات، في نفس الوقت فإن المياه في بعض الدول قد تعني الموت والدمار، فالفيضانات في الدول التي تعاني منها تمثل كوارث قد تكون أكثر فتكاً من الأمراض المعدية، فتفتك بالعديد من الناس وتحطم المنشآت بأكثر مما تقوم بتحطيمها الزلازل والبراكين، كما أن المياه الملوثة تتسبب في العديد من الأمراض والموت أحياناً لمن يشربونها، وتهلك الطيور والثروة السمكية وجميع مظاهر الحياة الأخرى، وتوجد المياه العذبة في الكرة الأرضية أما في حالة سائلة في الوديان والأنهار والبحيرات العذبة والمياه المخزونة في الأرض، وأما في حالة غازية متمثلة في السحاب والضباب وأما في حالة صلبة كالثلوج التي تعطي القطبين والجبال العالية في فصل الشتاء، كما أن المياه توجد في جميع الكائنات بكميات حسب نوع النبات وكذلك يكون الماء نسبته ٨٠% من جسم الكائن الحي (الإنسان والحيوان)، وتستهلك المياه العذبة على المستوى العالمي في مختلف الأنشطة، فمثلاً يستهلك النشاط الزراعي ٩٣,٤% منها والنشاط الصناعي ٣,٩% والنشاط المنزلي ٢,٧% وهذه النسب تختلف من دولة لأخرى حسب خطوط الدول من المياه فهناك بعض الدول التي تعتمد اعتماداً كلياً على الإنتاج الزراعي، ودول أخرى تعتمد على التعدين (استخراج المعادن والبترو) ودول تعتمد على الإنتاج الحيواني ودول تعتمد على النشاط السياحي حتى الدول التي تعتمد على الزراعة تختلف فيما بينها، فمنها من يعتمد على الزراعة المطرية، ومنها من يعتمد على الزراعة المروية، ومنها ما تقوم الزراعة فيه على الاثنين معاً، ففي المنطقة العربية تقوم الزراعة في مصر أساساً على الزراعة المروية وذلك لندرة الأمطار وكذلك الحال في السودان الشمالي، ففي مصر تستهلك الزراعة

المروية حوالي ٨٥% من جملة الاستهلاك الفعلي للمياه والباقي يتم استهلاكه في الأغراض الأخرى، بينما في الأردن تستهلك الزراعة ٧٥% من المياه ، ويذهب ٢٠% للأغراض المنزلية و ٥% للصناعة وفي الجماهيرية الليبية تستهلك الزراعة ٨٧% من جملة الاستهلاك الفعلي للمياه، والباقي للأغراض الأخرى، وفي الإمارات العربية المتحدة يتم استهلاك حوالي ٧٢,٥% من جملة الاستهلاك الفعلي للمياه في الزراعة والباقي في الأغراض الأخرى، وفي البحرين يتم استهلاك حوالي ٥١% من المياه للزراعة و ٣٩,٥% للشرب و ٩,٥% للصناعة وفي كل من المملكة العربية السعودية وعمان يتم استهلاك حوالي ٩٠% من المياه في الزراعة، والباقي في الشرب والصناعة، أما قطر والكويت فتستلم كل منهما ٤١% من جملة الاستهلاك المائي الفعلي في الزراعة والباقي في الشرب والصناعة ويبين الجدول رقم (٢) كميات المياه المستهلكة في الأغراض المختلفة لدول المنطقة العربية عام ١٩٩٠، وإثبات المتوقع استهلاكها عام ٢٠٠٠ ويتضح من الدول أن استهلاك الدول العربية للمياه للأغراض المختلفة يختلف من دولة لأخرى اختلافاً بيناً، فبعض دول الخليج تستهلك معظم مياهها لأغراض الشرب والصناعة حيث تعتمد في اقتصادها على التعدين (البترو) ويتم استيراد معظم المواد الغذائية من الخارج، كما يتضح من الجدول أيضاً أن مجموع الاستهلاك الكلي للمياه لكافة الأغراض في المنطقة عام ١٩٩٠ بلغ حوالي ١٨٣ مليار متر مكعب، وكان مجمل الاحتياجات الغذائية في المنطقة لا يزيد على ٥٠%، لقد تطورت أساليب الري ونظمه وطرق إدارته في العديد من المنطقة وبدرجات متفاوتة من أجل سد الاحتياجات الغذائية، عملاً بمقولة " من لا يملك غذاءه لا يملك حريته " ولذا زادت المساحات المروية في بعض الدول على ٥٠% من جملة أراضيها المزروعة مثل عمان والمملكة العربية السعودية وقطر والبحرين والإمارات العربية المتحدة، وبالنسبة لوضع الري في دول المغرب العربي (الجزائر والمغرب وتونس وموريتانيا) فإنه بالرغم من خلوها من الأنهار الكبيرة ذات التصريفات العالية للمياه فإن طرق الري السطحي هي الشائعة وبنسبة تزيد على ٧٠% ففي الجزائر نجد أن الري بالغمر هو الشائع لزراعة الأرز ويستعمل الري بالأحواض للفاكهة والري بالخطوط للخضر، أما بالنسبة للمغرب فإن الري السطحي بالغمر هو المفضل لزراعة مختلف المحاصيل الزراعية، نظراً لانخفاض تكلفة رأس المال وتوافر الأيدي العاملة وارتفاع ثمن الطاقة، وتستعمل طرق الري (بالرش) المتنقلة يدوياً وذات الخطوط المنخفضة بنسبة تبلغ حوالي ١٢,٥% من جملة المساحة المروية الكلية بالمغرب.

أما بالنسبة لدول الإقليم الأوسط ويشمل مصر والسودان وليبيا والصومال وجيبوتي فإن بعض الدول فيه مثل مصر والسودان تعتبر من الدول التي تعتمد على الزراعة المروية نظراً لتوافر مصدر ري دائم وهو نهر النيل وتغلب في كلا البلدين طرق الري السطحي (التقليدية والمتطورة) وبنسبة تزيد على ٩٠% في السودان، وحوالي ٨٠% في مصر لري محاصيل الحبوب والخضر

جدول رقم (٢)
كميات المياه المستهلكة في الأغراض
المختلفة لدول المنطقة العربية عام ١٩٩٠
والكميات المتوقعة استهلاكها عام ٢٠٠٠

دول المنطقة	الاستهلاك المائي (مليار متر مكعب في السنة)					
	عام ١٩٩٠			عام ٢٠٠٠		
	شرب وصناعة	زراعة	إجمالي	شرب وصناعة	زراعة	إجمالي
الأردن	٠,٠٤٢-١٧٩	٠,٦٦١	٠,٨٨٢	٠,١٠١-٣٥٩	٠,٨١٦	١,٢٧٦
سوريا	٠,١١٧-٠,٤٦٦	٧,١٨٠	٧,٧٦٣	٠,٤٠٣-٠,٩٨٣	٢٤,٧٦٦	٢٦,١٥٢
العراق	١٣,٨٧	٤٥,٤٦	٥٩,٣٣	١٨,٥١	٢٩,٤٠	٥٧,٩١٠
فلسطين	٠,٧٥	٠,١٥٥	٠,٢٣٠	٠,٢٢٠	٠,٣٠٠	٠,٥٢٠
لبنان	٠,٠٥٠-٠,٢٥٢	٠,٧٠٠	١,٠٠٢	٠,١١٠-٠,٤٢٠	١,٢٠٠	١,٧٣٠
الإمارات	٠,٣١٩	٠,٨٠٠	١,١١٩	٠,٥٠٠	١,٢٠٠	١,٧٠٠
البحرين	٠,٠١٠-٠,٠٧٩	٠,١٣٠	٠,٢١٩	٠,٠١٢٠-٠,١٢٨	٠,١٢٤	٠,٢٦٤
السعودية	١,٠	١٤,٠	١٥,٠	٢,٥٠٠	٢٠,٠	٢٢,٥٠٠
عمان	٠,٠٨	١,١٥١	١,٢٣١	٠,١٨٠	١,٢٠٠	١,٣٨٠
قطر	٠,١٠٧	٠,٧٥	٠,١٨٢	٠,١٤٧	٠,١٣٩	٠,٣٨٦
الكويت	٠,١٢٧	٠,٠٨	٠,٢٠٧	٠,٢٠٢	٠,١١٠	٠,٣١٢
اليمن	٠,٠٧٧-٠,٥١٦	١,٩٥٨	٢,٥٥١	٠,١٤٦-٠,٩٨٧	٢,٢٢٥	٣,٣٥٨
جيبوتي	**	*	*	**	*	*
السودان	٠,١٠٧-٠,٥٣٤	١٥,٨	١٦,٤١٤	٠,١٦٦-٠,٨٢٩	٢٠,٥٠٠	٢١,٤٩٥
الصومال	**	*	*	*	*	*
مصر	٤,٦-٣,١	٤٩,٧	٥٧,٤	٦,١-٣,١	٥٩,٩٠٠	٦٩,٤٠٠
تونس	٠,١٩-٠,٢٣٤	٢,٠٧	٢,٤٩٤٩	٠,٣٣٦-٠,٣٧٣	٢,٢٠٠	٢,٩٠٩
الجزائر	٠,٢٦-١,٣٧	٢,٧٣	٤,٣٦	٠,٥-٢,٦	٣,٠٠٠	٦,١٠٠
ليبيا	٠,٠٧٤-٠,٤٠٨	٤,٢٧٥	٤,٧٥٧	٠,١٣٦-٠,٦٤٧	٤,٨٠٠	٥,٥٧٩
المغرب	٠,٢٢١-١,٧٠	٤,٣	٥,٧٩١	٠,٤٠٤-١,٦٨٣	٤,٩٠٠	٦,٩٨٧
موريتانيا	٠,٧٠ - *	*	*	*	*	*
الإجمالي	٢٩,٨٠	١٥١,٢٢	١٨٢,٧٥	٤٢,٨٥٨	١٨٦,٧	

والأعلاف والقطن، ولقد جرى تحديث طرق الري في مصر بخاصة خلال السنوات العشر الأخيرة، حيث تم تحديث الري السطحي في حوالي نصف مليون فدان تروى بالراحة و برفع المياه، كما تم تطبيق الري بالرش بأنواعه المختلفة (نقالي وثابت وذاتي الحركة) في مساحة تبلغ حوالي ٦٥٠ ألف فدان، بنسبة تقدر بحوالي ٩% من جملة الأراضي المروية، كذلك تم تطبيق الري بالتنقيط بأنواعه المختلفة على حوالي ٧٠٠ ألف فدان بنسبة ١٠% من جملة الأراضي المروية وهذا مؤشر جيد على مستوى الاهتمام بتطوير وتحديث طرق الري في مصر لمواجهة الطلب المتزايد على الغذاء والمياه عن طريق رفع كفاءة الري بما يضمن الاقتصاد في استخدام مياه الري، أما دول المشرق العربي (سوريا والعراق ولبنان والأردن وفلسطين)، فأن طرق الري تتباين بينها حسب مدي توافر الموارد المائية ونفقات تحديث شبكات الري، على سبيل المثال نجد أن الري السطحي هو المطبق بنسبة أكبر من ٧٠% في العراق نظراً لتوافر الموارد المائية من نهري الفرات ودجلة وتتبع طريقة الري بالمساقي لري الخضروات، والري بالغمر الموجه لري الأشجار، وغير الموجه لزراعة الأرز، كما يستخدم الري بالأحواض لري محاصيل الأعلاف، كذلك تم تزويد بعض مشاريع الري الكبيرة بأنظمة التحكم في توزيع المياه، كما أدخل الري بالرش والري بالتنقيط إلى تطبيقات الري بالعراق من أجل رفع كفاءة استخدام المياه وتقليل الفاقد منها في عمليات الري، وفي سوريا فإن الري السطحي هو الوسيلة الشائعة في حوالي ٧٠% من الأراضي المروية لإنتاج مختلف أنواع محاصيل الخضر والأعلاف والحبوب، وما زال استخدام طرق الري بالرش محدود المساحة ويقتصر على زراعة محاصيل الحبوب، كما أن طرق الري بالتنقيط ما زالت محدودة المساحة أيضاً، نظراً لارتفاع تكاليف رأس المال بالنسبة لهاتين الطريقتين مقارنة بالري السطحي، أما في الأردن الذي يواجه نقصاً متزايداً في موارده المائية، فلا يزال الري السطحي يطبق في حوالي ٥٦% من جملة مساحة الأراضي المروية البالغة حوالي ١٥٠ ألف فدان وتغلب في طرق الري السطحي المتطورة على الري السطحي التقليدي بالأردن مثل الري بالخطوط في خطوط مستقيمة وكنتورية ومتعرجة، وكذلك الري بالأحواض، كما يستخدم الري بالرش في مساحة حوالي ٣٥ ألف فدان وذلك في ري محاصيل الحبوب والأعلاف، كم يطبق الري بالتنقيط على مساحة حوالي ٢٥ ألف فدان في غور الأردن والمرتفعات، وأصبح تحديث طرق الري وزيادة كفاءته أحد الأهداف الرئيسية من أجل مواجهة العجز المتزايد في الموارد المائية المتاحة بالأردن أما بالنسبة لدول شبه الجزيرة العربية (السعودية والكويت والإمارات العربية وقطر والبحرين وعمان واليمن) حيث يقل معدل هطول الأمطار عن ١٥٠ ملم/سنة في معظم أجزائها ما عدا المرتفعات الجنوبية الغربية، فإن موارد المياه الجوفية غير المتجددة هي المصدر الرئيسي لمياه الري، لذا اتجهت معظم الدول بخاصة المنتجة للنفط إلى

إدخال طرق الري الحديثة واستعمالها وبالذات في المناطق المنزرعة حديثاً، ويمكن أن تؤخذ المملكة العربية السعودية كنموذج لتطور تطبيقات طرق الري وإدخال التقنية الحديثة في مجالات الري فلقد زادت المساحات المنزرعة بالري في المملكة العربية السعودية من حوالي ١,٢ مليون فدان عام ١٩٧٥ إلى حوالي ٤,٢ مليون فدان عام ١٩٩٠، وتم ذلك بتشجيع ودعم مباشر من الدولة للمزارعين من أجل سد الاحتياجات الغذائية المتزايدة وقد استعملت طرق الري الحديثة بخاصة في المناطق التي تم التوسع فيها خلال العقدين الماضيين، واستخدمت طريقة الري بالرش المحوري نظراً لطبيعة قوام التربة الخفيف ونفاذيتها العالية وميل سطح الأرض غير المنتظم وانخفاض تكاليف مصادر الطاقة اللازمة لتوفير الضغط الكافي للمياه والطاقة الحركية، كما أن عدم حاجة هذه الطريقة إلى كثير من الأيدي العاملة للعناية بتلك الأجهزة، قد أدى إلى انتشار استعمالها على نطاق واسع في المملكة، وقد بلغ عدد أجهزة الري بالرش المحوري في المملكة حوالي ٢٢ ألف جهاز عام ١٩٩٠، وتستعمل هذه الأجهزة في ري الأعلاف ومحاصيل الحبوب كالقمح والشعير، وكذلك محاصيل الخضروات مثل: البطاطس والجزر، وقد بلغت المساحة المروية بالرش حوالي ٢,٠٦ مليون فدان، أي ٦٤% من جملة مساحة الأراضي المروية في المملكة عام ١٩٩٠ وتتراوح كفاءة الري بأجهزة الرش المحوري بين ٧٥% - ٨٥% عند سرعة رياح أقل من ٣ م/ثانية، ويمكن أن تنخفض كفاءة الري عن ٨٠% عندما تزيد سرعة الرياح عن ٦ م/ثانية وقد أقيمت عدة مصانع محلية لتصنيع هذه الأجهزة وإنتاج قطع الغيار اللازمة، كما اتجهت المملكة إلى استعمال طرق الري بالتنقيط لري أشجار الفاكهة بخاصة في المناطق المزروعة حديثاً بعد عام ١٩٧٥، وبلغت المساحات المروية بهذه الطرق إلى ٦٠ ألف فدان أو ٢% من جملة مساحة الأراضي المروية بالمملكة وقد استخدمت طرق التحكم الآلي لتشغيل مياه الري من المزارع ومحطات التدريب وبالنسبة لتحديث طرق الري السطحي، فلقد بدأت المملكة منذ أواخر الستينات بتغيير شبكات القنوات الترابية التي كانت تروي المزارع القديمة من مياه العيون المتدفقة إلى شبكات من القنوات الأسمنتية ويروي المشروع حوالي ٢١ ألف مزرعة داخل منطقة المشروع باستخدام الري السطحي في أحواض أو خطوط وهناك العديد من المشاريع الأخرى للري باستخدام القنوات المفتوحة مثل مشروع الري بالخرج ومشروع الري الأفلاج وهناك مشاريع تستخدم شبكة من الأنابيب المغلقة لتوصيل المياه إلى المزارعين مثل مشروع التحسين الزراعي بالقطيف وقد ساعد التطور الكبير في استعمال طرق تقنيات الري الحديثة الذي شهدته المملكة في كافة مناطقها على سد الاحتياجات الغذائية في العديد من المنتجات الزراعية مثل القمح والتمور والأعلاف والدواجن والبيض والألبان بجميع أنواعها.

حصاد المياه Water harvesting:

مقدمة:

للمياه أهمية كبرى في حياة الإنسان والحيوان والنبات. كما أن المياه تلعب دوراً سياسياً مهماً في حياة الشعوب (بخاصة في منطقة الشرق الأوسط) وفي العديد من دول العالم لذلك كان لابد أن تتجه السياسات الزراعية والمائية وأيضاً البيئية إلى البحث عن مصادر مياه أخرى أو جديدة يمكن أن يكون لها الأثر الجيد على زيادة الكمية من تلك المياه وتوجيهها إلى المناطق التي تعاني من الجفاف أو ندرة المياه وبالتالي زيادة الرقعة الزراعية وزيادة المحصول النهائي. ففي تلك المناطق التي تعاني من ندرة المياه في الوقت الحاضر هناك مشاكل عديدة يجب مواجهة الناس بها وبخاصة المزارعين في تلك المناطق من العالم وهي:

- ١- النمو السكاني الهائل وعدم مواكبة المصادر الطبيعية لتلك الزيادة السكانية.
- ٢- زيادة المنافسة لمصادر المياه بين الزراعة والمراكز المتمدنة.
- ٣- نقص مستوى الماء الأرضي (ground water) في العديد من المناطق.
- ٤- عدم صلاحية المياه (فساد جودة المياه) في العديد من المناطق.
- ٥- ارتفاع درجة الحرارة للطبقة الأرضية.

التعريف بحصاد المياه:

حصاد المياه هو تجميع وتركيز للمياه الناتجة من المطر والجريان السطحي وتوجيهها إلى الاستخدام في:

- أ- الري للمحاصيل الموسمية والأشجار.
- ب- الاستهلاك المنزلي.
- ج- استهلاك الدواجن والمواشي.
- د- مزارع البط والسماك.

الهدف من حصاد المياه:

- أ- ضمان الحصول على مياه باستمرار في المناطق الجافة وبخاصة في المناطق التي بها مصادر المياه (سطحية أو تحت سطحية) لم تكن متاحة أو غير اقتصادية.
- ب- زيادة إنتاجية الأراضي الصالحة للزراعة والأراضي المخصصة للمراعي والتي تعاني من الأمطار غير الكافية.

ج- زيادة المحصول الناتج من المزارع.

د- تقليل الخطر الناتج من نقص المحصول في المساحات المعرضة للجفاف.

هـ- مقاومة القحالة بالتشجير وزراعة أشجار الفاكهة.

و- إمداد مياه الشرب للحيوانات.

ز- إمداد المياه للاستهلاك المنزلي.

لأي المناطق يناسب حصاد المياه عموماً؟

أ- المناطق الجافة وشبه الجافة.

ب- عندما تكون المياه المطلوبة للمحاصيل أقل من الممدودة بسبب:

١- قلة الأمطار.

٢- التوزيع الموسمي غير المنتظم للأمطار.

٣- الحرارة العالية وبالتالي البخرنتج العالي.

ت- عندما لا يكون هناك مخزون في الطبقات والخزانات الأرضية.

مبادئ حصاد المياه:

المبدأ الرئيسي لحصاد المياه هو تركيز مياه الجريان السطحي والعمل على أن يكون متاحاً للاستهلاك المنزلي والزراعي وبالتالي المحافظة على مصادر المياه الأخرى مثل الـ (ground water) أو المياه من الآبار أو الـ stream .

والعناصر الأساسية للتكنيكات المختلفة لحصاد المياه هي:

- مسك مياه الجريان السطحي Run-off العالي حيث يكون كافياً ومثلاً عندما تكون هناك طبقة غير منفذة (عدم النفاذية).
- منطقة الـ Run-on حيث يتراكم الماء ويكون مخزناً ومفيداً حيث تكون هناك سعة تخزينية عالية للمياه داخل التربة (مثال التربة متوسطة القوام) ولعمق تربة كافي (>1م).
- ومن الممكن تخزين تلك المياه في خزانات أو صهاريج معدة جيداً للتخزين لحين الحاجة لها للاستهلاك المنزلي.
- أن تكون سعة المياه المحتبسة في التربة عالية وكافية لإمداد المحاصيل بالمياه حتى حدوث المطرة القادمة.

المؤشرات الأكثر أهمية عند الحديث عن حصاد المياه هو:

- ١- توزيع المطر وكثافته.
- ٢- خصائص الجريان السطحي الممسوك.
- ٣- سعة مسك الماء للتربة.
- ٤- إتاحة الخزانات والصهاريج.
- ٥- تكنولوجيا الإضافة.
- ٦- الظروف الاقتصادية والاجتماعية.

العائد (الفائدة) من حصاد المياه:

- أ- إنتاج المحاصيل للمساحات التي لها طبيعة خاصة.
- ب- إعادة شحن الماء الأرضي لجعله أكثر إتاحة.
- ج- إنتاجية عالية وخطورة أقل.
- د- صيانة التربة (أقل نحر للتربة).
- هـ- تحسين الأراضي الأقل قحالة.
- و- تقليل الملوحة في التربة وبالتالي أراضي أكثر إنتاجية.
- ز- الحفاظ على المياه وصيانتها.
- ح- استهلاك الدواجن والماشية.

المحددات (العوائق) التي تواجه حصاد المياه:

- أ- المخاطر المناخية.
- ب- عدم ضمان زيادة المحصول.
- ج- الخبرات الموجودة محدودة.
- د- النزاع المحتمل بين المزارعين في الـ down stream و الـ up stream.
- هـ- احتمالية حدوث ضرر للحيوان أو النباتات.
- و- صعوبة إنجاز الأبنية والتخطيطات الضخمة.
- ز- يحتاج قبول لدى المزارعين ورجوع سياسي وتجهيزات مالية.

تطور حصاد المياه في دول البحر المتوسط:

كانت أول فكرة لإنشاء وبناء شيء يصلح لفكرة حصاد المياه في منطقة البحر المتوسط في العصر الروماني (الإمبراطورية الرومانية) وكانت لغرض تجميع وتخزين المياه الآتية من الجريان السطحي ثم إمدادها عند الحاجة إليها للمنازل أو الزراعة وفي بعض الحالات لإعادة تحديث وتكيف الهواء (UNEP ١٩٨٣).

كما أن شتى التقنيات لحصاد المياه استخدمت في العهد القديم في الجزر والمناطق الساحلية من البحر المتوسط. فمثلاً الـ Micro catchments W. H. استخدمت لغرض تجميع وتخزين مياه الأمطار في حالة الترسيب القليل والبخر العالي جداً في هذه المنطقة.

أولاً- دول غرب آسيا:

الأردن:

هناك دلائل تشير إلى أن حصاد المياه للأهداف الزراعية قد طبقت في منطقة شرق نهر الأردن منذ حوالي تسعة آلاف عام (Bruins et al ١٩٨٦). وفي عام ١٩٦٤ أنشئت سدود أرضية بغرض استقبال وترشيح مياه الجريان السطحي وتوجيهها إلى مراعي الماشية المتطورة في ذلك الوقت وفي نهاية تلك المرحلة تم غمر مساحة ٢٥٠٠ هكتار من تلك المياه (AI- ١٩٩٣ Labadi).

وفي عام ١٩٧٢ تم عمل مشروع تحت اسم (المشروع الأردني لتطوير الأراضي المرتفعة) حيث تم عمل ١- سدود صخرية ٢- الطبقات الكنتورية الحصوية ٣- الطبقات الكنتورية الأرضية ٤- الطبقات شبه المنحرفة و استخدمت لغرض تجميع وتخزين تلك المياه لزيادة الرطوبة الأرضية حول الأشجار المزروعة على الأراضي شديدة الانحدار وفي نهاية تلك المرحلة تم غمر مساحة ٦٠٠٠ هكتار من تلك المياه (Shatanawi ١٩٩٣).

ومن عام ١٩٨٥ حتى ١٩٨٨ قامت وزارة الزراعة الأردنية بالتعاون مع ACSAD باستخدام المصاطب الكنتورية وسلسلة جبال كنتورية لمراعي المواشي في مقاطعة بالاما. كما تم عمل تجارب لزراعة الزيتون واللوز والفسق تحت تلك المياه وسجلت نمواً جيداً (Shatanawi ١٩٩٣). وفي عام ١٩٨٧ قامت كلية الزراعة - جامعة الأردن بإنشاء سدود أرضية لحجز وتخزين المياه الزائدة عن الري بالغمر بهدف إعادتها للري مرة أخرى. حيث كانت مساحة الـ Catchments حوالي ٧٠ كيلو متراً مربعاً والمطر السنوي ١٥٠ ملم. وفي تلك الفترة كان هناك مشروع بحثي على تطوير وتعظيم الأراضي الصالحة للزراعة وذلك بعمل برنامج (موديل) لحصاد المياه وتخزينها للاستفادة منها في المناطق الجافة في الأردن وزراعتها.

وفي عام ١٩٩١ قامت وزارة الزراعة الأردنية بالتعاون مع UNDP في تطوير حصاد المياه لمساحة ٥٠٠ هكتار وذلك لمعرفة مناسبة حصاد المياه للظروف المحلية وكذلك مناسبة الأرض له. كذلك كانت الجهود البحثية في تلك المنطقة لمعرفة المؤشرات الضرورية لإضافة المياه المحصودة والتي تناسب الظروف المحلية.

كما قامت جامعة عمان بتجارب على الـ Micro catchments والـ Macro catchments (Oweis Taimeh ١٩٩٤ and). كما أن العديد من المنازل في عمان والمدن الأخرى مجهزة بالصهاريج لتخزين المياه.

٢- سوريا:

حصاد المياه موجود منذ زمن بعيد في سوريا. ففي منطقة دي- عطية نجد أن هناك مشروعاً لحصاد مياه الأمطار في عام ١٩٨٧ لمساحة ١٣٠ هكتار. المشروع قسم إلى أربعة اتجاهات وهي: (محاصيل الأشجار - للنباتات العادية - لمحاصيل الحبوب - والجريان السطحي). (Ibrahim ١٩٩٣).

ففي منطقة ميهاسي نجد أن هناك مشروعاً لحصاد مياه الأمطار لمساحة ٥٠٠ هكتار بالاشتراك مع IDRC بغرض إنتاج المحاصيل في تلك المنطقة. المركز القومي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) أجريت تجارب لمعرفة أي التقنيات أكثر مناسبة لسوريا.

٣- فلسطين المحتلة (إسرائيل):

الزراعة على مياه الجريان السطحي منذ زمن بعيد (القرن العاشر قبل الميلاد) (Adato ١٩٨٧). ففي عام ١٩٦٠ تم عمل تجارب في وادي ماشاش لحصاد المياه. وجامعة بن جوريون في النجف هناك مركز بحوث لحصاد المياه حيث قامت بأبحاث ركزت على الآتي (Boers ١٩٩٤):

١- اختبار تقنيات حصاد المياه النوعية خاصة Micro catchments.

٢- دراسة خصائص التربة السطحية خاصة أشكال الحجارة.

٣- دراسة وعمل موديل للجريان السطحي.

٤- تطوير التصميم للـ Limans.

٥- تطوير نظام الموديل الخاص بـ Agro forestry.

٦- تحليل التقنيات الخاصة باقتصاديات حصاد المياه.

ثانياً- دول شمال أفريقيا:

١- مصر:

ففي منطقة ماريوت في مصر هناك العديد من نظم حصاد المياه المتبقية منذ زمن بعيد للإنتاج الزراعي قد تم ترميمها وإعادة استخدامها. فهناك مثلاً العديد من التلال الصغيرة الصناعية والتي تسمى (كارم) موجودة في تلك المنطقة.

كارم هذه عبارة عن حوالي ٣-٤ م ارتفاع وشكل مستطيلي وحوله مكان مغلق لتركيز وتجميع مياه الجريان السطحي من مياه المطر وذلك لتوجيهها للأهداف الزراعية. في العصر الروماني وحتى القرن العاشر بعد الميلاد كانت تلك المنطقة تشتهر بخصوبتها (Hellstrom ١٩٥٥) والسبب الرأسي لنقص الخصوبة كان نتيجة للتغيير في استخدامات الأرض. وفي تلك المنطقة تم إجراء لحصاد المياه للأمطار وتم توجيهها إلى الزراعة (Gillbertsno ١٩٨٦).

وفي منطقة وادي العريش استخدمت الحجارة الصناعية لكي تمنع مياه الجريان السطحي من السريان بعيداً وتم توجيهها إلى الري المزرعي. كما يوجد أيضاً خزانات تقليدية لتخزين المياه حتى يتم استخدامها في وقت الحاجة لتقديمها للحيوانات وللإستهلاك المنزلي وأيضاً للري التكميلي. عدد الصهاريج زادت من أقل من ٣٠٠٠ في عام ١٩٦٠ إلى حوالي ١٥٠٠٠ في عام ١٩٩٣ مع سعة حوالي ٤ ملايين متر مكعب (Shata ١٩٩٣ Attia and).

وفي المنطقة الشمالية الغربية من وادي العريش هناك مشروع (GTZFAO) للأنشطة الخاصة بحصاد المياه.

٢- ليبيا:

جنوب شرقي ليبيا كان منذ الزمن الروماني القديم هناك استفادة من مياه الجريان السطحي كما أن منطقة شمال غربي ليبيا بها مشروع بالتعاون مع منظمة اليونسكو بينت أن هناك كميات كبيرة من المياه المحصودة يمكن أن تكفي ليبيا لسنوات عديدة قادمة ويدعم من ذلك التصور الاستقرار في السكان وبالتالي الاكتفاء الذاتي من المحاصيل لتلك المنطقة (Gilbertson ١٩٨٦).

وفي العهد الحديث هناك بعض المحاولات لعمل تعظيم لحصاد المياه في المشاريع المنظمة. ولكن النجاح كان محدوداً بسبب المشاكل الناجمة عن الأشكال المتداخلة للأراضي. وعلى جانب التجارب ففي المنطقة الشمالية من ليبيا هناك تنوع في التكنيكات المستخدمة لحصاد المياه وتم اختبارها (Ghariani ١٩٩٣).

٣- تونس:

تونس منذ زمن بعيد اشتهرت بحصاد المياه وكذلك نظم صيانة المياه وذلك من مئات أو حتى آلاف السنين. وفي المنطقة الجنوبية من تونس هناك حوالي ١٠ ملايين شجرة زيتون زرعت بالمياه المحسودة (LeHouerou et al ١٩٧٦).

ففي عام ١٩٨٠ استخدمت المياه المحسودة في زراعة ٤٠٠ ألف هكتار و في وسط تونس تم تغطية ٤٢٥٠ هكتار بتلك المياه (Tobbi ١٩٩٣).

وفي عام ١٩٨٤ كانت تكتيكات حصاد المياه تغطي مساحة ٣٠٠ ألف هكتار تمت زراعتها بـ ١٠٠ ألف شجرة زيتون.

في عام ١٩٩١ الحكومة التونسية بدأت بعمل استراتيجية محلية لتوجيه مياه الجريان السطحي والاستفادة منه حيث تم بناء ٢١ سداً، ٢٠٣ سد صغير، ١٠٠٠ بركة، ٢٠٠٠ عامل لإعادة شحن الـ Water table وذلك حتى الوصول لعام ٢٠٠٠ (Achouri ١٩٩٣).

٣- الجزائر:

في الجزائر حصاد المياه يمتد من العصر الروماني لإمداد المحاصيل بالماء. ففي جنوب الجزائر العديد من النظم المستخدمة لحصاد مياه الجريان السطحي والتي استخدمت لهدف الزراعة. والآن هناك أمثلة قليلة لحصاد المياه يمكن ملاحظتها. ففي جبال الأطلسي يلاحظ وجود سدود وبرك لتجميع مياه الأمطار.

٤- المغرب:

ففي المغرب يوجد أقدم التكتيكات لتخزين المياه للاستهلاك المنزلي والحيواني والتي مازالت مستمرة حتى الآن . فالتكنولوجيا الحديثة تحتاج إلى أموال طائلة كما أنها تحتاج إلى خبرات متميزة لفهم عمل التكتيك (Tayaa et al ١٩٩٣).

فمنذ عام ١٩٨٤ المغرب بدأت إنشاء سدود صغيرة لحصاد المياه الزائدة (الري بالغمر). مساحة (upstream catchments) تحت هذه السدود تتراوح من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠ هكتار.

وفي عام ١٩٨٨ هناك ٣٥ من هذه السدود قد تم إنشاؤها والاستفادة منها في ري ٣٠٠٠ هكتار ولأجل ١٦٠ ألف حيوان.

ثالثاً- دول جنوب أوروبا:

التطور الهائل لتجميع المياه للأمطار وتخزينها للزراعة في جزر اليونان منذ ٣٧٠٠ عام مضت. ففي العصر الروماني القديم كانت هناك فكرة حصاد مياه المطر وبناء خزانات لها

(UNEP ١٩٨٣). فالأمطار منذ العصر الروماني كانت على جزر مالطا - سيسلي - كابرى. وفي إيطاليا - أسبانيا - تركيا. ففي استنبول بتركيا كان هناك نظام لتجميع المياه من الشوارع أو المنشآت الصناعية ويتم عمل فلتره له (Hasse ١٩٨٩).

في الستينيات أمكن تجميع مياه المطار عن طريق برنامج يشمل حصاد المياه من على أسطح المنازل ومن الأسطح الصخرية (٦ هكتارات) ومن الـ Catchments في شرق أوروبا وتغطي (١٤ هكتاراً).

في الثمانينيات تم إنشاء خزانات لتجميع مياه الأمطار والمياه الزائدة من الصوب واستخدامه مرة أخرى لري المحاصيل في تلك الصوب (Papadopoulos ١٩٩٣).

ومن وقت قريب فهناك قليل من العمل العلمي والعمل في جنوب أوروبا عن طريق تجميع مياه الأمطار واستخدامها في الأغراض الزراعية.

التوقعات المستقبلية:

حصاد المياه سوف يلعب دوراً أكثر أهمية في المستقبل في هذه الدول من حوض البحر المتوسط - التي هي بالضرورة تعاني من تخزين المياه (أو قتلها) أو التي سوف تواجه هذه المشكلة في المستقبل القريب مثل قبرص - إسرائيل - الأردن - ليبيا - فلسطين - سوريا - تونس (Hamdi and Lactirignola ١٩٩٤). معظم هذه الدول سوف يتضاعف سكانها في عام ٢٠٢٠. فالمستقبل سوف يشاهد تغييرات مناخية سوف تحرك المناطق إلى الجفاف وهذا هو السبب الكافي لكي تنتظر هذه الدول إلى مصادر المياه النسبية مثل حصاد المياه.

التوقعات المستقبلية لغرب آسيا:

الأردن: تجد رغبة أكبر في توسيع ونشر المساحة الزراعية باستخدام حصاد المياه. بينما نجد أن التكاليف تبقى قليلة في أراضي المراعى إذا كانت كفاءة حصاد المياه عالية. فمن المتوقع خلال مواسم المطر أن يكون حصاد تلك المياه كافي جزئياً لري المحاصيل الحقلية.

سوريا: نتيجة لزيادة المياه المطلوبة فإن سوريا تواجه مشاكل مياه بالإضافة إلى عدم التحكم في ضخ المياه الأرضية للري (مع النقص المتوالي في الماء الأرضي إلى (١-١,٥ م/سنوياً) ونتيجة جزئية لتلوث المياه. على الجانب الآخر فإن التصرف من المصاطب السورية يكون ٢٣٩ متر مكعب سنوياً. الوضع في نظم Micro catchments والـ Macro catchments (في المصاطب تكون عالية جداً).

التوقعات المستقبلية في شمال أفريقيا:

المغرب: السياسة الحالية لحصاد المياه تحتاج إلى أشكال أخرى لتجميع مياه الوادي.

الجزائر: حصاد المياه في وسط وجنوب الجزائر عالٍ لكنه غير جاهز للاستعمال ولا توجد سياسة واضحة لأجل إمكانية تطورها.

مصر: حصاد المياه في سيناء وشمال غرب مصر هو استخدام هامشي. وهناك خطط ومشاريع لأخذ المياه من وديان في منطقة شمال سيناء ويتم ترشيحها وبذلك تغني عن تصاؤل الماء الأرضي.

ليبيا: هناك ماء أرضي يتم استخدامه ولها الأسبقية في الاستهلاك - لكن لم تتم إعادة شحنه مرة أخرى. والمصادر الأخرى للمياه سوف تستبدل تدريجياً. ولا توجد سياسة واضحة لحصاد المياه في ليبيا. لكن في الجزء الشمالي من ليبيا أعطت ضرورة لاستخدام حصاد المياه في المستقبل.

تونس: لوحظ أن طبقات المياه في تونس تحمل ملوحة هذا بخلاف المياه المطلوبة الكثيرة وهذه تستقطع من مصادر مياه الشرب أو من مياه الري التي تطورت خاصة في الجزء الشمالي الذي يحتاج لحصاد مياه أكثر لسد الاحتياجات المائية.

التوقعات المستقبلية في جنوب أوروبا:

حصاد المياه للاستخدام الزراعي يزداد باستمرار خاصة استخدام الـ Micro catchments في اليونان وإيطاليا وأسبانيا (لمحاصيل الأشجار). تركيا أنشئت الـ Macro catchments لكن حتى الآن لا يوجد توقع لتطورها. معظم التطورات المتوقعة سوف تأخذ مكان في البحر المتوسط وجزئياً في معاملة مياه الصرف وإعادة استخدامها وكذلك المياه التي بها ملوحة قليلة. والأشكال المستخدمة في تلك المناطق من جنوب أوروبا ركزت على Water catchments من النوع Roof tops وذلك لفائدتها في تعويض مصادر المياه الأخرى.

التكنولوجيا الجديدة المتطورة:

بعض التطورات الجديدة في قسم حصاد المياه يمكن أن يؤثر بدوره في المستقبل في البحر الأبيض المتوسط.

١ - **نظم المياه التكميلية:** الجريان السطحي للمياه يجمع ويخزن لوقت إضافة لاحق لمساحات محصولية باستخدام طريقة الري المختارة. المياه المخزنة تسمح بإطالة موسم الزراعة أو المحصول التالي.

٢- نظم ذات الغرض المزدوج: أولاً سريان المياه من الجريان السطحي خلال المساحة المحصولية ثم المياه الزائدة تخزين بسهولة لحين الحاجة لها للري مرة أخرى.

٣- النظم المجمعة: فائدة حصاد مياه المطر في موسم المطر (مياه الري من المصادر الأخرى في الموسم الجاف).

٤- نظم التوزيع الجديدة: الماء يحصد من الميول الكبيرة ثم توجه مباشرة إلى الخطوط لتوزيعها في الحقل.

الظروف الأولية للاستخدام الشائع لحصاد المياه:

مستقبل حصاد المياه في البحر المتوسط يعتمد على (Prinz ١٩٩٤):

- التدريب الجيد للطلاب والعلماء الشباب وزيادة الاتصال بالناس.
- أبحاث تطبيقية أكثر - أين وكيف يمكن إضافة الأشكال المتنوعة من المياه المحصودة.
- استراتيجية ذات أساليب سليمة شاملة الصلة من الاستفادة بإجراءات التخطيط والتي تعطي مؤشر للأنواع المتوقعة والتي تم تدعيمها.
- زيادة الوعي والثقة بين السكان وصناع القرار للاستفادة الكبيرة (وغير المعروفة) من حصاد المياه.

الخلاصة:

في النهاية فإن حصاد المياه كان المصدر الرئيسي للمياه لغرض الزراعة وأيضاً للأغراض المنزلية في منطقة البحر المتوسط. ومع الحاجة الشديدة للمياه وفي المستقبل فإن حصاد المياه سوف يلعب دوراً كبيراً لإمداد المياه للمناطق التي تعاني من نقص المياه وأيضاً يساعد في المحافظة على مصادر المياه السطحية و الماء الأرضي وبالتالي المساعدة على زيادة الإنتاج الغذائي ليقابل الزيادة السكانية العالية.

كما أنه يجب أيضاً الاهتمام بتوجيه نظر الباحثين إلى أهمية ذلك التخصص من الموارد المائية وبالأبحاث التي تهتم بالبحث عن المياه المفقودة والتي يمكن الاستفادة منها. كما أنه يجب أيضاً تدريب الكوادر الفنية والأفراد الذين هم على صلة بالموارد المائية ليكون هناك استخدام أكثر شيوعاً لحصاد المياه في المستقبل.

REFERENCES

- Adato, M. 1987. Runoff Agriculture for Arid and Semi-Arid Lands. Prospects based on Research at the Desert Runoff Farms in the Negev Desert of Israel. Desert Runoff Farms Univ. Israel.
- Achouri, M. 1993. Small Scale Water Harvesting in Tunisia. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Al-Ghariani, S.A. 1993. Contour Ridge Terracing Water Harvesting Systems in North-West Libya. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Al-Labadi, M. 1993. Water Harvesting in Jordan-Existing and Potential Systems. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Gilbertson, D.D. 1986. Runoff (floodwater) farming and rural water supply in rid lands. I: Appl. Geogr. 6:5-11.
- Hasse, P. 1989. Rainwater Reservoirs above Ground Structures for Roof Catchment . GATE, Wiesbaden, Vieweg.
- Hellstorm, B. 1955. Water Problems in Arid Zones. Stockholm, Royal Institute of Technology, Institute of Hydraulics, Bulletin No.46.
- Ibrahim, H. 1993. Rainwater Harvesting in Dier-Atye (Syria). Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Lovenstien, H. 1993. From Water Harvesting to Crop Harvesting- Opportunities for the Efficient Use of Runoff Water by Crops. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.

- Oweis, T. And A. Taimeh, 1993. Overall Evaluation of On-farm Water Harvesting Systems in the Arid Regions. In: Lacirignola, C. And A. Hamdi (eds).Proceeding, CHIEAM Conference (Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region) 04-08. Sep. 1994, Valencano (Bari), Vol. III, pp. 763-781.
- Papadopoulos,I. 1993. Water Harvesting from Greenhouse. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Prinz, D. 1994. Water Harvesting and Sustainable Agriculture in Arid and Semi-arid Regions. In: Lacirignola, C. And A. Hamdi (eds).Proceeding, CHIEAM Conference (Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region) 04-08. Sep. 1994, Valencano (Bari), Vol. III, pp. 745-762.
- Shatta, A. and F. Attia 1993. Environmental Aspects of Water Harvesting. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Shatanawi, R. 1993. Water Harvesting in Jordan and the Region. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Tayaa, M. 1993. Present Situation and Prospects for Improvement of Water Harvesting Practices in Morocco and the Region. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- Tobbi, B. 1993. Water Harvesting: Historic, Existing and Potentials in Tunisia. Paper Presented at the FAO Expert Consultation on Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Cairo. Egypt 21-25 Nov. 1993.
- UNEP 1983 Rain and Storm water Harvesting in Rural Areas. Dublin, Tycooly.

الإدارة المتكاملة لمياه الري (إدارة المزارع النموذجية - الإدارة المتكاملة للري الحقلية) ترشيد استخدام الموارد الأرضية والمائية

إعداد

د. عامر السيد جازية
رئيس بحوث بقسم تحسين وصيانة الأراضي
جمهورية مصر العربية

تعتبر إدارة المزارع إحدى مباحث علم الاقتصاد الزراعي والذي يهتم بدراسة المزرعة بوصفها الوحدة الاقتصادية الإنتاجية الرئيسية للبنيان الاقتصادي الزراعي. ولترشيد استخدام الموارد الأرضية والمائية معاني متعددة فهي في مفهوم البعض موضوع أخلاقي يرتبط بمسئولية الجيل الحالي لحفظ هذه الموارد لاستخدام الأجيال القادمة. ويصنفها المشتغلون بالعلوم التكنولوجية على أنها الطريقة المستخدمة لمنع تدهور هذه الموارد. كما أن الترشيد يعني أيضاً بالجوانب الاجتماعية والاقتصادية التي ترتبط بالاستخدام الأمثل للموارد الأرضية والمائية عبر الزمن، وتواجه الدول مشكلة الاختيار بين سياسات تعظيم عائدها خلال المدى القصير مما قد ينجم عنه استنزاف واستغلال هذه الموارد وبين سياسات أخرى تهتم بحفظ وصيانة هذه الموارد لاستخدامها خلال فترات زمنية أطول.

تعريف الإدارة المزرعية:

يمكن تعريف إدارة الأعمال المزرعية بأنها مجموعة الحقائق والقواعد والأساليب الاقتصادية التي يمكن الاهتمام بها في وضع وتنفيذ السياسة الاقتصادية المزرعية المثلى بغرض تحقيق أعلى دخل مزرعي صافٍ وأكبر قدر ممكن من الإشباع لسكان القطاع الزراعي دون الإضرار بخواص الأرض الطبيعية أو الإسراف في استخدام مياه الري دون عائد مجز.

وينقسم فرع إدارة الأعمال المزرعية إلى عدة أقسام وأهمها:

١ - **التنظيم المزرعي:** وهو ذلك الجزء من الإدارة الذي يتضمن مجموعة القواعد والطرق والأساليب التي يتم الاهتمام بها في دراسة ورسم خطة الإنتاج لاستغلال المزرعة بكفاءة طريقة.

قواعد التنظيم المزرعي:

١- وضع سياسة مرسومة واضحة المعالم محددة الأهداف.

- ٢- أن تكون الطرق والوسائل والأساليب المستخدمة في عملية التنظيم بها نوع من المرونة بحيث تسمح لأي تعديل أو تبديل يتلاءم مع الظروف الطارئة.
- ٣- أن تكون المشروعات المزرعية التي تتكون منها الخطة المزرعية متساندة غير متعارضة في استخدام الموارد الإنتاجية المزرعية.
- ٤- يقتضي التنظيم الجيد مداومة فحص الخطة القائمة واستعراض التعديلات اللازمة.
- ٥- يتطلب التنظيم الجيد أن يكون المنظم على دراية تامة بكثير من العلوم التكنولوجية والاجتماعية والاقتصادية.

العمليات التي يقوم بها المنظم:

- اختيار المزرعة وتحديد سعتها.
- اختيار عناصر الإنتاج ونسب استخدام كل منها.
- تصميم الدورة الزراعية المناسبة.
- اختيار مقادير وأنواع الزروع النباتية والحيوانية.
- وضع تصميم مناسب لمباني المزرعة.
- اختيار الآلات والأدوات والمعدات الزراعية.
- وضع البرنامج التمويلي واحتياجات المزرعة الرأسمالية.
- وضع البرنامج التسويقي للحاصلات الزراعية.
- تقدير الإيرادات المزرعية، واقتراح تصميم السجلات وفتح الحسابات وإعداد مشروع الميزانية.

- ٢- الرقابة المزرعية: وتتناول دراسة ومراقبة تنفيذ السياسة المرسومة بما تتضمنه من برامج تكفل تحقيق الأهداف المنشودة من هذا الاستغلال.

عناصر الرقابة المزرعية الناجحة:

- ١- مراقب زراعي على درجة عالية من الكفاءة.
- ٢- سجلات مزرعية شاملة ومنظمة.

أهداف الإدارة المزرعية:

تعتبر الإدارة المزرعية عملاً إنتاجياً الغرض منه تطبيق الأصول العلمية في صناعة الزراعة

للحصول من المزرعة على أكبر غلة ممكنة اقتصادياً، وبصفة مستمرة مع المحافظة على خصوبة الأرض لفترة زمنية طويلة. ويمكن تحديد أهداف الإدارة المزرعية فيما يأتي:

١- حصول الزارع على أكبر قدر ممكن من الربح بصفة مستمرة مقابل ما يقدمه من العناصر الإنتاجية المختلفة.

٢- بلوغ مستوى معيشي مرتفع للمزارع وأفراد عائلته وإشباع أكبر قدر ممكن من حاجاتهم ورغباتهم.

٣- استخدام المزرعة كبيئة للمعيشة منها والاكتفاء بإمداد الزراع ببعض الدخول النقدية والعينية في صورة منتجات زراعية.

٤- الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة من أرض ومياه وعمالة وظروف مناخية بحيث يتم الحصول على أكبر عائد من وحدة المساحة باستخدام أقل قدر من مياه الري دون الإضرار بخواص وخصوبة التربة أو إجهادها.

ولتحقيق أكبر قدر ممكن من الربح فإنه يجب على الزارع توجيه استخدام جميع موارده للوصول إلى أكبر قدر من الكفاءة الإنتاجية للعناصر المستخدمة في الإنتاج. وهذه الكفاءة تتوقف على عوامل تكنولوجية وأخرى اقتصادية واجتماعية وزراعية وكذلك العلوم الطبيعية والحيوية والجغرافية المرتبطة بها.

تعريف المزرعة:

المزرعة هي مساحة من الأرض متصلة أو منفصلة تستغل كلية أو جزئياً في الإنتاج الزراعي يديرها شخص طبيعي واحد أو أكثر أو يديرها شخص معنوي بغض النظر عن طريقة حيازته لها (مملوكة - مستأجرة).

ويتبين من التعريف السابق أن أية قطعة من الأرض تتراوح مساحتها بين بضعة قراريط أو مئات الأفدنة وتنتج زرواً نباتية أو حيوانية، تعتبر مزرعة.

تقسيم المزارع:

يمكن تقسيم المزارع إلى أقسام مختلفة تبعاً لوجهات النظر الآتية:

أولاً- بالنسبة لنوع الإدارة:

أ- المزارع مديرها غير متفرع: مثل المزارع التي يملكها الأطباء والتجار والمهندسون وغيرهم الذين يذهبون إلى مزارعهم من وقت لآخر لوضع الخطوط الرئيسية للإدارة تاركين التفاصيل ليقوم بها من يقوم مقامهم في الإدارة.

ب- **مزارع الكفاية:** وهي مزارع صغيرة لا تحقق لزراعتها مستوى معيشي مناسب، وتعتبر المصدر الأساسي لدخل العائلة، ويحاول المزارع أن ينتج ما يلزمه من غذاء ومأكّل أما القدر اللازم له من الدخل النقدي فيحصل عليه من البيض والدواجن، أو بالعمل بالأجر لدى الغير.

ج- **مزارع عائلية:** وهي المزارع التي تعتمد أساساً على أفراد العائلة كمصدر للعمل المزرعي، والتي يتسع حجمها لتحقيق الكفاية الإنتاجية للعناصر المستخدمة فيها، وبذلك تحقق للعائلة القائمة عليها مستوى معيشي مناسب.

د- **مزارع تجارية:** ويخصص معظم إنتاجها المزرعي لغرض التسويق، وتستفيد هذه المزارع بمبدأ التخصص الإنتاجي بما يجعلها تتمتع بالمزايا المترتبة عليه وينعكس أثر ذلك في ارتفاع مستوى الدخل المزرعية في هذه المزارع.

ثانياً- بالنسبة للحجم المزرعي:

أ- مزارع صغيرة الحجم هي مزارع تندمج فيه وظيفتا العمل والإدارة معاً. وهذه المزارع لا تحقق مستوى معيشي مناسب للزارع وأفراد أسرته. هذه المزارع في الريف المصري، ولا يتسع حجمها لإشغال كل وقت الزارع وعائلته بصفة مستمرة، وتعجز مثل هذه المزارع عن استخدام الأساليب التكنولوجية الحديثة.

ب- مزارع كبيرة الحجم: تمتاز بانفصال الإدارة فيها عن الوظائف الإنتاجية الأخرى في المزرعة. وهذه المزارع إما أن تزرع كلها أو جزءاً منها على ذمة أصحابها، أو تؤجر كلها أو جزءاً منها إلى صغار المستأجرين، وتعتمد مثل هذه المزارع على الأيدي العاملة الأجنبية.

ج- مزارع متوسطة الحجم: وهي في صفاتها خليط بين صفات المزارع الكبيرة والمزارع الصغيرة.

ثالثاً- بالنسبة لعدد المشاريع المزرعية:

* **مزارع متخصصة:** وهي التي تعتمد في الحصول على أكثر من ٥٠% من دخلها النقدي سنوياً على مشروع مزرعي واحد.

* **مزارع متنوعة:** وهي التي تعتمد في الحصول على أكثر من ٥٠% من دخلها النقدي سنوياً على أكثر من مشروع مزرعي واحد. ويمكن اعتبار معظم المزارع الموجودة في شمال الدلتا والتي لها ميزة إنتاج كل من القطن والأرز في دورة واحدة مثلاً لهذه المزارع.

* **مزارع مختلطة:** وهي المزارع التي تقوم على التوازن الاقتصادي بين نوعي الإنتاج الزراعي (النباتي والحيواني) في منوال مزرعي للحصول على أكبر غلة من الوحدة الإنتاجية الأرضية والمائية والمحافظة على خصوبة التربة بل والعمل على زيادة مقدرتها الإنتاجية بالإضافة إلى انتظام العمل بما لا يسمح بظهور أنواع من البطالة الموسمية، حيث يعمل الإنتاج الحيواني على تخفيف حدة موسمية العمل المرتبطة بإنتاج الزروع النباتية، فضلاً عن انتظام الدخل على مدار السنة مما يعمل على تأمين المزارع ضد المتطلبات الاضطرارية أو العرضية التي قد تهدد سير العمل.

رابعاً- بالنسبة لنوع الإنتاج الزراعي:

أ- **مزارع لإنتاج الزروع النباتية:** وتختص بزراعة الزروع النباتية الحقلية النقدية، ومنها القطن وغير النقدية كالقمح وأيضاً زروع الخضر والفاكهة.

ب- **مزارع للإنتاج الحيواني:** وينتشر هذا النوع من المزارع في الدول التي يتناسب مناخها وتربتها لزراعة محاصيل الأعلاف، أو حيث توجد المراعي الطبيعية، وكذلك فإن مثل هذه المزارع تنتشر في مناطق المزارع المختلطة، والتي تنتج كل من الزروع النباتية والحيوانية في منوال واحد.

تعريف ما المقصود بالمشروع "What is meant by Project":

- نشاط أو مجموعة من الأنشطة التي تستخدم موارد معينة لتحقيق منافع.
- حيز مساحي صغير مدار ومحدد تحديداً جيداً مع مجموعة من المنتفعين للقيام بنشاط محدد بنقطة بداية ونقطة نهاية.
- نشاط منفصل مالياً وإدارياً بمجموعة من حساباته الخاصة به.
- الوحدة الصغرى العملية من برنامج.
- نشاط محدد بميزانية محددة وله جدول زمني تنفيذي تقوم به مجموعة محددة من المشاركين طبقاً لهذا الجدول الزمني وذلك تحت إشراف وإدارة محددة.

أهداف المشروع Objectives of the project:

من المفترض أن يكون الهدف الرئيسي للمشروع تعظيم الدخل، أما أهداف المشروع على المستويات المختلفة فهي:

- المزارع يهتم بزيادة الفائدة الصافية.

- الشركات العامة والقطاع الخاص تهتم بزيادة الدخل.
- المجتمع ككل يهتم بمدى المساهمة في الدخل القومي (أي قيمة السلع والخدمات النهائية).
- ولا يخفى أنه توجد بالإضافة إلى ذلك أهداف إضافية مثل تعليم الأطفال ومكافحة التسرب من التعليم والبطالة وتقليل المخاطرة وغيرها.

إدارة المياه على مستوى المزرعة وزيادة كفاءة استخدام المياه (التجربة المصرية):

كان من أهم نتائج وتوصيات المؤتمر الدولي للمياه والتنمية المتواصلة والذي عقد في باريس في الفترة من ١٩-٢١ مارس سنة ١٩٩٨ ما يلي:

- المياه العذبة أصبحت شحيحة لدرجة خطيرة.
- مرونة المياه (أي إمكانية زيادة حجم المياه القابلة للاستخدام) منخفضة.
- المياه المتاحة تنخفض كما بزيادة الاستهلاك ونوعاً بالتلوث.

وللحفاظ على هذا المورد الهام تم القيام بالعديد من الدراسات والأبحاث المتعلقة بإدارة المياه في عدد من الدول العربية، وكمثال لهذه الدراسات سنستعرض أهم النتائج التي أمكن الحصول عليها من الدراسات في مصر فيما يلي:

١- يوجد إسراف في استخدام مياه الري أمكن تقديره. فعلى سبيل المثال يعطى محصولاً القطن والذرة ٢١ مليون متر مكعب/للفدان و ٦٠ مليون متر مكعب/للفدان زيادة على احتياجاتهما المائية وذلك، لأن مياه الري بلا ثمن.

٢- تغيير التركيب المحصولي يؤدي إلى تحقيق فائض في ميزان المدفوعات كما يؤدي إلى توفير كميات كبيرة في مياه الري.

٣- بلغ متوسط العائد لوحدة المياه (١٠٠٠ م^٣) في بعض الدراسات ١٨٣ جنيه.

٤- بلغ متوسط التكاليف السنوية لوحدة المياه (١٠٠٠ م^٣) بعد تحسين شبكات الري وإحلالها وتوصيل المياه للأراضي الجديدة ١٠ - ١٥ جنيه.

٥- القيمة الاقتصادية لمياه الري تتوقف على التركيب المحصولي ونوع التربة وأساليب الزراعة وطرق الري والتسميد والظروف المناخية.

٦- في بعض الدراسات وجد أن القيمة الاقتصادية لوحدة المياه (١٠٠٠ م^٣) تتراوح بين ٤ - ١٥ جنيه.

٧- تعتبر المحاصيل كثيفة استخدام المياه (الأرز وقصب السكر) أقل ربحية وغير تنافسية

عند إعطاء قيمة عالية لمياه الري، والمحاصيل كثيفة استخدام الأرض (القمح والذرة والقطن) تنافسية وأكثر ربحية.

٨- في بعض الدراسات بلغ العائد على المتر المكعب من مياه الري للزروع المختلفة في الأراضي القديمة ٠,١٢٩ - ٠,٥٩٢ جنيه بينما في الأراضي الجديدة ٠,٠١٩ - ٠,٨٣٧ جنيه/م^٣.

بعض التطبيقات لتطوير الري في مصر:

- تم استنباط أصناف جديدة من الأرز قصيرة العمر عمرها ١٢٠ يوم بدلاً من ١٦٠ يوم وتستهلك ٦٠٠٠ م^٣ بدلاً من ٩٠٠٠ م^٣ بتوفير ٣٠%.
- أدت زراعة القطن على خطوط عرضها ١٢٠ سم على أن تزرع على الريشتين بدلاً من الطريقة التقليدية (١٢ خطاً في القصبين) إلى توفير ١٨,٣% من الاحتياجات المائية لمحصول القطن.
- أدت زراعة الذرة الشامية على خطوط عرضها ١١٠ سم على أن تزرع على الريشتين بدلاً من الطريقة التقليدية (١٠ خطوط في القصبين) إلى توفير ١٨% من الاحتياجات المائية لمحصول الذرة الشامية.
- أدت زراعة القمح على خطوط بدلاً من الطريقة التقليدية (أحواض) إلى توفير ١٤% من الاحتياجات المائية لمحصول القمح.
- الري بالتنقيط والري السطحي المطور يوفر ٣٦٩٠ م^٣/فدان و ٣١٣٧ م^٣/فدان على الترتيب (أي ٠,٨٢ - ٠,٩٩ مليار م^٣ للمساحة المزروعة قصب سكر وقدرها ٢٦٠ ألف فدان في مصر الوسطي والعليا).
- أدت زراعة البرسيم الحجازي بالطريقة الجافة بدلاً من الطريقة التقليدية (على اللمعة) إلى توفير ٣٠٠ - ٤٢٠ م^٣/فدان وإذا كانت مساحة البرسيم الحجازي حوالي ٢,٥ مليون فدان فإنه يمكن توفير ٤ مليارات م^٣.

أهم المؤشرات الاقتصادية للتحليل المالي والاقتصادي والاجتماعي لمردود عملية تبطين المراوي في محافظة سوهاج كما يلي:

- أ- القيمة الحالية لصافي عائد وتكاليف عملية التبطين هو كمية موجبة وهذا يدل على أن عملية التبطين عملية مربحة طبقاً لهذا المؤشر.
- ب- نسبة العائد إلى التكاليف أكبر من الواحد الصحيح وهذا يدل على أن عملية تبطين قنوات الري مقبولة من الناحية الاقتصادية طبقاً لهذا المؤشر أيضاً.

ج- بلغ معدل العائد الداخلي ١٩% ومعنى هذا أن الاستثمارات التي أنفقت على عملية تبطين قنوات الري لو وضعت في بنك كان يلزم أن يعطي هذا البنك فائدة سنوية قدرها ١٩% حتى يحصل المزارع على نفس العائد.

الإدارة المتكاملة للمياه بين الهيئات المعنية باستخدام الموارد الأرضية والمائية (التجربة المصرية):

تتكاتف جهود وزارات الزراعة واستصلاح الأراضي والري والكهرباء والبتروك والثروة المعدنية والسياحة والطيران المدني والإسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة والصناعة والدفاع والنقل والمواصلات والبيئة وغيرها من الوزارات الأخرى مع جهود المنظمات غير الحكومية والأهالي في ترشيد استخدام الموارد الأرضية والمائية. ومن أمثلة هذه الجهود ما يلي:

١- ما يقوم به الجهاز التنفيذي لمشروعات تحسين الأراضي بوزارة الزراعة من عمليات تحسين التربة من خلال:

أ- إنشاء شبكة كاملة من المصارف المكشوفة بدرجاتها المختلفة.

ب- حرث الأرض بمحراث تحت التربة.

ج- إضافة الجبس الزراعي بالمعدلات المناسبة.

د- عمليات التسوية اللازمة باستخدام تكنولوجيا حديثة (أشعة الليزر).

هـ- غسيل الأملاح الضارة الزائدة بالتربة.

و- استصلاح وتحسين زراعة الأراضي البور.

٢- ما تقوم به وزارات الصناعة والإسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة من توطيق الصناعات الهامة بالمدن الجديدة، مما يخفف الضغط على خدمات ومرافق المدن الأخرى، وبخاصة القاهرة والإسكندرية.

٣ - ما تقوم به وزارة السياحة بتخفيف الضغط على المصايف الحالية بخلق مناطق سياحية جديدة للمواطنين مثل منطقة الساحل الشمالي الغربي والساحل الشمالي بسياء.

٤ - ما تقوم به وزارة البترول والثروة المعدنية من تكثيف عمليات البحث عن البترول بهدف زيادة احتياطات البترول وتعدد جنسيات شركات البحث بما يسمح بتعدد الأفكار والنظرة الاستكشافية نحو الاحتمالات البترولية مما يساعد على سرعة تحقيق الاكتشافات.

٥- ما تقوم به وزارة النقل والمواصلات من توسيع وتقوية وصيانة شبكات الطرق الرئيسية بحيث تكون بحالة جيدة بصفة مستمرة لتتماشى مع الزيادات المقررة في كثافة حركة النقل والمرور.

٦- تتعاون الوزارات المختلفة في تحديد الاحتياجات اللازمة من المياه للاستخدام الزراعي والصناعي والخدمي إلى جانب صيانة هذه المياه وحماية البيئة الطبيعية من التلوث وتخفيض الكميات المقرر إعطائها لزمّامات الترع بمقدار المساحات التي استقطعت للعرمان من الأراضي الزراعية، وكذلك الأراضي التي لا تزال بوراً متخلّلة الزمام الزراعي ومقرر لها ري بهدف توفير مياه الري والحد من الإسراف في الري الذي يضر كلاً من المحاصيل الزراعية والأراضي الزراعية. إضافة إلى تطوير وسائل وطرق الري مع تطبيق نتائج أبحاث المقننات المائية للمحاصيل المختلفة والحد من استهلاك المياه في استصلاح الأراضي نتيجة قوامها الرملي باستعمال وسائل أكثر تطوراً بتكنولوجيا حديثة.

٧- ما تقوم به وزارة الكهرباء في مجال ترشيد استخدام الطاقة عن طريق استخدام الحاسبات الإلكترونية في التحكم في توزيع الأحمال اقتصادياً وتقليلاً للفقد في الطاقة الكهربائية، وكذلك تخطيط شبكات النقل والتوزيع.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن ترشيد استخدام الموارد الأرضية والمائية هو واجب وطني على كل فرد في المجتمع بحيث يكون له دور فعال ليشارك به مشاركة إيجابية لتخفيف العبء عن الاقتصاد القومي من ناحية والحفاظ على هذه الموارد من التدهور للأجيال القادمة من ناحية أخرى.

العلاقات الأرضية المائية النباتية المناخية

إعداد

د. عبد الله الأمين بدر
أستاذ الري ورئيس قسم الهندسة الزراعية
كلية الزراعة - جامعة القاهرة
جمهورية مصر العربية

يصنف الماء في التربة على ثلاث صور:

Hygroscopic Water

أ- الماء الهيجروسكوبي

Capillary Water

ب- الماء الشعري

ج- الماء الحر (ماء الجاذبية الأرضية) Free Water or Gravitational Water

والماء الهيجروسكوبي فهو ذلك الغشاء من الماء (أو الرطوبة) الذي يغلف حبيبات التربة مباشرة والملاصق لها تماماً، وهو يكون ممسكاً بقوة كبيرة جداً حيث يصل قيمة الشد من ٣١ إلى ١٠.٠٠٠ ضغط جوي، وهذا الماء غير قابل للحركة نهائياً بواسطة الجاذبية الأرضية أو بواسطة قوى الخاصية الشعرية، والنبات لا يمكنه بأي حال من الأحوال الاستفادة من هذا الماء حيث يستحيل على جذور النباتات أن تمتص هذا الماء أي أنه غير متاح للنبات.

أما الماء الشعري فهو ذلك الجزء التالي للماء الهيجروسكوبي مباشرة ويوجد في المسافات البينية للتربة ويكون محتجزاً في التربة ضد قوة الجاذبية الأرضية وذلك في الأراضي التي يسمح فيها بالصرف، والماء الشعري سمي بذلك نظراً لأن حركته في التربة تشبه حركة المياه في الأنابيب الشعرية، ويمسك الماء الشعري في التربة بقوة ضغط تبدأ بـ ٣١ ض.ج. وحتى ٠,٣٣ ض.ج.

أما النوع الثالث وهو الماء الحر أو ماء الجاذبية الأرضية فهو ذلك الجزء من الماء الزائد عن الماء الهيجروسكوبي والزائد عن الماء الشعري، وبالتالي ليس له أي قوى ربط على حبيبات التربة فيكون حراً ويتحرك إلى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية.

ولا يوجد حد فاصل بين الصور الثلاث للماء في التربة، بل تعتمد نسبة كل صورة من الصور الثلاث على قوام التربة وبنائها ومقدار ما تحتويه من مادة عضوية، وكذلك على درجة حرارة التربة.

كما يمكن تصنيف الماء في التربة إلى:

- ١- ماء غير متاح (غير ميسر) Un-available Water
- ٢- ماء متاح (ميسر) Available Water
- ٣- ماء الجاذبية الأرضية (ماء فائض) Gravitational or Excess Water

ويعتبر التصنيف الأخير أساساً لمدى انتفاع النبات بماء التربة، ويمكن صرف ماء الجاذبية الأرضية (الماء الحر) بسرعة من منطقة نمو الجذور تحت ظروف الصرف الطبيعية، أما الماء غير متاح فتمسكه القوى الشعرية جيداً، وهو غالباً غير متاح لجذور النبات، أما الماء متاح أو الميسر فهو الفرق بين ماء الجاذبية الأرضية والماء غير متاح، وتصرف المياه من التربة تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية، ويتم هذا الصرف بسهولة من الأراضي الرملية، أما الأراضي الطينية فيكون صرفها بطيئاً للغاية، ولذا نجد أن معظم ماء الجاذبية الأرضية يتم صرفه من الأراضي الرملية بعد يوم واحد من ريها في حين قد تحتاج التربة الطينية لمدة أربعة أيام أو أكثر لصرف هذا الماء منها، ويكون معدل الصرف سريعاً جداً بعد الري مباشرة ثم ينخفض بصفة مستمرة، ويستمر الصرف بمعدل بطيء جداً بعد صرف ماء الجاذبية الأرضية، ويمكن القول بأن الماء الميسر في التربة (Available Water) يعبر عن كمية الرطوبة التي يمكن حفظها بواسطة حبيبات التربة للاستعمال المستمر والمتوالي بواسطة النباتات، وبذلك يمكن تعريفه بأنه تلك الكمية من الرطوبة الأرضية المحصورة بين كل من السعة الحقلية (Field Capacity (FC ونقطة الذبول الدائم والتي يرمز لها بـ Permanent Wilting Point text (PWP).

وتعرف السعة الحقلية بأنها المحتوى الرطوبي للتربة بعد صرف الماء الزائد، أو بمعنى آخر هي أقصى محتوى للرطوبة الأرضية يمكن الاحتفاظ بها ضد قوى الجاذبية الأرضية، وتختلف نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية على حسب نوع التربة وتبعاً لقوامها وطبيعتها، ويتراوح الشد الرطوبي عند السعة الحقلية للأراضي المختلفة بين ٠,١-٠,٧ ض. ج. ويؤخذ كمتوسط تقريبي حوالي ٠,٣٣ من قيمة الضغط الجوي، وتحدد السعة الحقلية (FC) عملياً بعد مرور يومين من ري التربة، ولذلك فهي تحدد نقطة معينة على المنحنى الذي يربط المحتوى الرطوبي للتربة مع الزمن، كما أن تحديد الزمن يجعل أيضاً من الممكن حساب الماء المستعمل لاستهلاك النباتات، في حين لا يزال يجري صرف مياه الجاذبية الأرضية (الماء الحر) من التربة، وتصل التربة بسرعة أكبر إلى درجة السعة الحقلية لها عند نمو محصول نشط عنها في حالة عدم وجود جذور للنبات تسبب إزالة المياه من التربة، ويجب عدم إهمال مقدار الماء الذي يستهلكه المحصول في الفترة التي تقع بين زمن الري ووقت تحديد السعة الحقلية، كما أن كمية المياه المستعملة عند إعطاء ريات خفيفة هامة جداً ويجب عدم إهمالها عند ممارسة عمليات الري، هذا ويمكن قياس السعة الحقلية للتربة بتحديد المحتوى الرطوبي لها بعد إعطائها رية عزيزة تضمن الابتلال الكامل

للتربة. ولحسن فهم وتفسير خصائص السعة الحقلية للتربة يجب ملاحظة النقص في المحتوى الرطوبي بعد الري بأوقات متفاوتة، وقد تعوق عملية صرف التربة وجود طبقات مانعة من السلت والطيني تقلل من سرعة حركة الماء بها، بالإضافة إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي ويؤدي ذلك كله إلى نتائج خاطئة عند تقدير السعة الحقلية، وحيث إن السعة الحقلية بموجب تعريفها هي دالة مباشرة للزمن، فيجب أخذ ذلك في الاعتبار عند تحديد واستعمال هذا المفهوم، وعلى سبيل المثال فالسعة الحقلية المقاسة بعد إحدى الريات ببومين لا يمكن استعمال قيمتها دون تعديل عند تقدير المياه المتبقية في التربة في الربيع التالي لرية الخريف، وفضلاً عن ذلك فقيمة السعة الحقلية التي تحدد حينما يكون أحد المحاصيل نامياً بالأرض ستختلف عن قيمتها إذا كانت الأرض بور بدون زراعة.

أما نقطة الذبول الدائم وهي الحد الأدنى للماء الميسر للنبات، فيعبر عنها بنسبة الرطوبة الأرضية التي يمكن للنبات عندها أن يستخلص المياه اللازمة لعملياته الحيوية كالنمو والنتج بسبب الشد العالي الذي تمسك به المياه حول حبيبات التربة، وبذلك تذبل النباتات وتستمر في الذبول، أما الذبول المؤقت Temporary Wilting فهو يحدث للنباتات نتيجة لإحدى العوامل التي إذا ما زال أثرها عاد النبات إلى حالته الطبيعية، وهذه العوامل قد تكون زيادة التركيز الملحي لمحلول التربة أو ارتفاع درجة الحرارة ومصاحبتها شدة الرياح، ففي حالة شدة الرياح يحدث أن تزداد سرعة التنفس عن معدل امتصاص الجذور للماء وبالتالي يحدث ما يسمى " بالذبول المؤقت " أما النبات الذي يعتبر في ذبول دائم فيحدث ذلك عندما لا يتمكن من أن يعود لحالته الطبيعية بعد وضعه في جو مشبع بالرطوبة، حيث ينعدم استهلاكه تقريباً للمياه تحت هذه الظروف، وعموماً فقد تعارف علماء التربة على اعتبار الشد الرطوبي عند ضغط ١٥ ضغط جوى مدلولاً عملياً لنقطة الذبول الدائم لكثير من الأراضي بصرف النظر عن خواصها الطبيعية أو نوع النبات بها، ورغم أن هذا الفرض ليس صحيحاً من الوجهة العملية الدقيقة، إلا أن الفرق في المحتوى الرطوبي لن يكون كثيراً عند الشد الرطوبي على ضغوط عالية، ولن يؤثر على تقدير الماء الميسر، ويمكن تقدير نقطة الذبول عملياً بتحديد المحتوى الرطوبي في الأراضي التي تم فيها ذبول النبات نهائياً. وتتعرض هذه الطريقة لخطأ أكبر وتحتاج لعناية أكثر من المطلوب عملياً لتحديد السعة الحقلية، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار عمق وطبيعة الجذور، بالإضافة إلى صعوبة الحصول على نباتات تم ذبولها تماماً، والنبات الذي يستهلك ماءً كثيراً لنموه يحتاج إلى فترات زمنية مختلفة بعد الري للوصول إلى نقطة الذبول الدائم، وتتراوح هذه الفترة بين أسبوع واحد في الأراضي الرملية إلى أربعة أسابيع في التربة الطينية، وربما تكون الفترة أطول إذا كانت جذور النباتات عميقة.

ويمكن القول بأن تقدير الماء الميسر عملياً يتم عن طريق معرفة النسبة المئوية للرطوبة الأرضية لتربة معينة عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول الدائم، وكذلك تقدير الكثافة الظاهرية للتربة، ومنها تحسب الكثافة الظاهرية النوعية للتربة، وبمعرفة عمق المجموع الجذري للنبات في حالة النضج أو عمق قطاع التربة المطلوب ريه يمكن حساب عمق الماء الميسر الكلي من المعادلة التالية:

$$TAW = \left(\frac{FC - PWP}{100} \right) \cdot \alpha_b \cdot Y$$

حيث :

TAW	عمق الماء الميسر الكلي (سم أو ملم أو بوصة).
FC	نسبة الرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية (كوزن) كنسبة مئوية (%).
PWP	نسبة الرطوبة الأرضية عند الذبول الدائم (كوزن) كنسبة مئوية (%).
α_b	الكثافة الظاهرية النوعية للتربة (بدون وحدات).
Y	عمق الجذر أو عمق قطاع التربة (سم أو ملم أو بوصة).

ويجب ملاحظة أن وحدات الماء الميسر الكلي عبارة عن وحدات طول، والذي يحدد نوعها عمق الجذر (Y) فإن كان هذا العمق بالمتري فبالتالي تصبح وحدات الماء الميسر الكلي بالمتري، وإن كان عمق الجذر بالسنتيمتر فيصبح الماء الميسر الكلي أيضاً بالسنتيمتر، وهكذا... وإذا كانت الرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول الدائم قد تم تقديرها حجماً أي بالنسبة للحجم (وليس بالنسبة للوزن) ففي هذه الحالة تؤوّل المعادلة إلى:

$$TAW = \left(\frac{FC - PWP}{100} \right) \cdot Y$$

لأن الكثافة الظاهرية تكون بالطبع قد دخلت في الاعتبار عند تقدير الرطوبة الأرضية بطريقة الحجم وليس بطريقة الوزن.

وإذا كان قطاع التربة غير متجانس، أي يتكون من عدة طبقات مختلفة في قوامها، وبالتالي تختلف في نسب الرطوبة عند كل من السعة الحقلية والذبول الدائم وكذلك تختلف الطبقات في كثافتها الظاهرية، فإنه يمكن حساب عمق الماء الميسر لكل طبقة على حدة، ثم تجمع النتائج الخاصة بكل طبقة فتحصل على الماء الميسر الكلي:

$$TAW = \sum_{i=1}^n \left(\frac{FC_i - PWP_i}{100} \right) \cdot (\alpha_b)_i \cdot (Y)_i$$

حيث (i) تعبر عن الطبقة التي يتم دراستها من قطاع التربة الذي يشمل على عدد (n) من الطبقات.

وهناك ما يسمى " بالماء سريع التيسر " Readily Available Water (RAW)

وهو جزء من الماء الميسر حوالي ٥٠-٨٠% منه، وحتى لا يصل النبات إلى نقطة الذبول الدائم قبل الريّة التالية والتي عندها موت محقق للنباتات، فيجب الري قبل الوصول إلى نقطة الذبول الدائم بفترة كافية، أي قبل استنفاد كل الماء الميسر، ولذا يجب إعادة الري بعد استنفاد ٥٠-٨٠% من الماء الميسر الكلي، أي بعد استنفاد الماء سريع التيسر فقط (RAW) .

ويتم حساب الماء سريع التيسر كالاتي:

$$RAW = f (TAW)$$

حيث (f) معامل السماحية (معامل التيسر) Availability Factor وقيّمته كما سبق القول ٠,٥٠ - ٠,٨٠ وهو ثابت أي ليس له وحدات.

وبالتالي يمكن حساب مجموع كميات الماء سريع التيسر من القطاع الأرضي كما يلي:

$$RAW = \sum_{i=1}^n f \left(\frac{FC_i - PWP_i}{100} \right) \cdot (\alpha_b)_i \cdot (Y)_i$$

حيث (i) تعبر عن الطبقة التي يتم دراستها من قطاع التربة الذي يشمل على عدد (n) من الطبقات.

الاحتياج المائي عند الري Requirement at time of Irrigation :

يمكن حساب كمية أو عمق المياه اللازمة خلال الري والتي سوف تكون متاحة للنبات باستخدام المعادلة الآتية:

$$D_u = SWD + D_d + D_t$$

حيث :

Du كمية المياه أو عمق المياه التي يمكن للنبات أن يستخدمها (تسمى بالاحتياجات المائية).

SWD النقص في المحتوى الرطوبي للتربة Soil Water Deficit .

Dd الماء اللازم للصرف (أو لغسيل الأملاح) Water Required for Leaching.

Dt الماء المستهلك خلال فترتي الري والصرف Water Consumptively Used During the time of Irrigation and Drainage

وجميع وحدات المتغيرات السابقة هي وحدات طول (سم أو ملم أو بوصة أو ..).

والاحتياجات المائية (Du) تتكون من جمع ثلاثة متغيرات:

أ- النقص في المحتوى الرطوبي للتربة (SWD) Soil Water Deficit :

يمكن القول بأن قيمة (SWD) هي عبارة عن الفرق بين السعة الحقلية والرطوبة الأرضية قبل الري مباشرة، ومن هنا سميت بالنقص في المحتوى الرطوبي للتربة، والمطلوب إعادة ملئه للخزان الأرضي، ويتم حسابها من المعادلة الآتية:

$$SWD = \left(\frac{FC - W}{100} \right) \cdot \alpha_b \cdot Y$$

حيث:

SWD النقص في المحتوى الرطوبي للتربة (ملم أو سم أو بوصة).

FC النسبة المئوية للرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية (وزناً) %.

W النسبة المئوية للرطوبة الأرضية قبل الري مباشرة أو وقت الري (وزناً) %.

α_b الكثافة الظاهرية النوعية للتربة (بدون وحدات).

Y عمق الجذر أو عمق قطاع التربة (سم أو ملم أو بوصة).

وإذا كانت النسبة المئوية للرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية وكذلك قبل الري مباشرة مقاسه "حجماً" وليس وزناً، فإن حساب النقص في المحتوى الرطوبي للتربة تحسب كما يلي:

$$SWD = \left(\frac{FC - W}{100} \right) Y$$

حيث :

FC النسبة المئوية للرطوبة الأرضية عند السعة الحقلية (حجماً).

W النسبة المئوية للرطوبة الأرضية قبل الري مباشرة (حجماً).

حيث لا تدخل في المعادلة قيمة الكثافة الظاهرية النوعية للتربة في حالة نسب الرطوبة المقاسة بطريقة الحجم، بعكس المقاسة بطريقة الوزن.

ويتضح من المعادلتين السابقتين أن النقص في المحتوى الرطوبي للتربة (SWD) يساوي تقريباً الماء سريع التيسر (RAW) حيث يتم الري عادة وفي كل الأحيان قبل الوصول لنقطة

الذبول الدائم، وإلا ذبلت النباتات، أي يتم إعادة ملء الخزان الأرضي بما قيمته في حدود الماء سريع التيسر، أي أن:

$$R A W > S W D$$

ب- عمق الماء اللازم للصرف (أو لغسيل الأملاح):
Water Required for drainage or for leaching

وهو عمق الماء الواجب إضافته لغسيل الأملاح الموجودة بالتربة ثم صرف هذا الماء المحمل بالأملاح من منطقة جذور النباتات ويتم حساب عمق الماء اللازم للصرف " Dd " من المعادلة التالية:

$$Dd = D i . LR$$

حيث:

D_i عمق الماء الذي يدخل أو يتخلل التربة (ملم أو سم أو بوصة).

LR معامل الغسيل أو احتياجات الغسيل.

Leaching Requirement or Leaching Factor

وتمثل قيمة D_i حوالي ٨٥ - ٩٠% من الاحتياجات المائية (D_u)، لذا يمكن تجاوز القول بأن $D_i = D_u$ وبالتالي يصبح عمق الماء اللازم للصرف (Dd) على إحدى صورتين:

$$Dd = D i . LR \quad \text{or} \quad Dd = D u . LR$$

أما معامل الغسيل (LR) فهو عبارة عن النسبة بين ملوحة مياه الري إلى ملوحة مياه الصرف، وبالطبع فمهما زادت ملوحة مياه الري فهي دائماً أقل من ملوحة مياه الصرف، وبالتالي فإن قيمة معامل الغسيل (LR) دائماً أقل من الواحد الصحيح.

كما أن معامل الغسيل (LR) يمكن حسابه من النسبة بين معدل المياه التي يتم صرفها إلى معدل المياه التي يتم إضافتها في الري.

أي أن:

$$LR = \frac{Ec_i}{EC_d}$$

Or

$$LR = \frac{Qd}{Qi}$$

حيث:

ملوحة مياه الري (التوصيل الكهربائي لمياه الري) ملليموز/سم.	EC_i
ملوحة مياه الصرف (التوصيل الكهربائي لمياه الصرف) ملليموز/سم.	EC_d
معدل الصرف اليومي للمياه من التربة (الصرف الطبيعي) ملم/يوم.	Q_d
معدل الري اليومي (الماء المضافة للتربة) ملم/يوم.	Q_i

ويجب أن يكون معلوماً أن قيمة (L R) كما سبق أقل من الواحد الصحيح وهو نسبة ليس لها وحدات.

ج- عمق الماء المستهلك خلال فترتي الري والصرف: Used During the time of Irrigation and Drainage Water Consumptively

ويتم حساب هذا العمق من المعادلة التالية:

$$D_t = ET (T_i + T_d)$$

حيث :

عمق الماء المستهلك خلال فترتي الري والصرف (ملم أو سم أو بوصة).	D_t
البخرنتح (ملم/يوم أو سم / يوم أو بوصة/يوم).	ET
الزمن الذي تستغرقه الريه الواحدة (يوم). (فان كان زمن الري ١٢ ساعة، فتصبح قيمته $T_i = ٠,٥$ يوم).	T_i
الزمن الذي تستغرقه التربة لصرف الماء الزائد (الماء الحر) بعد الوصول إلى السعة الحقلية (بالأيام) وقيمته T_d قد تكون ٠,٥ - ١ يوم في الأراضي الرملية، بينما تستغرق التربة الطينية من ٢ - ٣ أيام وأحياناً أربعة أيام لصرف الماء الزائد.	T_d

عمق الماء الواجب إضافته : The Actual water Applied or Added

مما سبق يتضح أنه بجمع الثلاثة متغيرات " SWD , D_d , D_t " نحصل على الاحتياجات المائية D_u ، أما عمق المياه الواجب إضافته فيجب أن تزيد عن الـ D_u عن قيمة الفواقد التي تحدث في انتقال المياه والتسرب العميق والجريان السطحي.

ولذا فان عمق المياه الواجب إضافتها يمكن حسابها كما يلي:

$$D_a = S W D + D_d + D_t + D_L$$

حيث :

D_L تعبر عن مجموع أعماق الفواقد الكلية في مياه الري، والتي تشمل التسرب العميق Deep Percolation، والجريان السطحي Runoff ... الخ.

وحيث:

$$D_u = S W D + D_d + D_t$$

$$D_a = D_u + D_L$$

أي أن عمق الماء الواجب إضافته للري هو عبارة عن مجموع أربعة متغيرات:

١- عمق المياه الواجب إضافته لإعادة ملء الخزان الأرضي RAW or SWD.

٢- عمق المياه اللازم للصرف (اللازم لغسيل الأملاح) D_d .

٣- عمق المياه المستهلك خلال فترتي الري والصرف D_t .

٤- عمق المياه المفقود بالتسرب العميق والجريان السطحي D_L .

حساب الفترة بين الريات : Calculation of Irrigation Interval

المقصود بالفترة بين الريات، بأنها الفترة (بالأيام) من بداية الري حتى بداية الريّة التالية، وهي بالطبع تتوقف على عدة عوامل من أهمها: نوع التربة، والظروف المناخية المحيطة بالنباتات، ونوع النبات، وطريقة الري المتبعة، ففي التربة الرملية حيث معدل احتفاظها بالمياه قليل عن التربة الطينية فنجد أن الفترة بين الريات تقصر في الأراضي الرملية وقد تكون ٤ - ٦ أيام بينما في الأراضي الطينية تطول الفترة وقد تصل إلى عشرين يوماً وقد تزيد على ذلك. أما الظروف المناخية من حرارة وإضاءة ورياح ورطوبة نسبية فهي بالطبع تؤثر على الاستهلاك المائي للنباتات المزروعة، وبالتالي على الفترة بين الريات، ففي الجو الحار حيث يزيد الاستهلاك المائي أو الفقد في الرطوبة الأرضية فتقصر بالتالي الفترة بين الريات، وعلى العكس تماماً في الأجواء ذات الحرارة المنخفضة. كما أن نوع النبات يؤثر على الاستهلاك المائي وبالتالي على الفترة بين الريات، كذلك الطور الذي يمر به النبات أي عمر النبات ففي الأعمار الخاصة بطور النمو الخضري والزهري يكون استهلاك النبات للمياه كبيراً وبالتالي تقصر الفترة بين الريات. كما وأن طريقة الري المتبعة تؤثر على الفترة بين الريات، ففي الري السطحي تكون معدلات إضافة المياه بكميات كبيرة تؤدي إلى وصول التربة ليس فقط للسعة الحقلية بل لحالة التشبع وبالتالي تطول الفترة بين الريات بالمقارنة بطرق الري الحديثة مثل الرش والتقيط، حيث في الري بالرش تكون معدلات إضافة المياه أقل بكثير من الري السطحي وبالتالي يجب تقصير الفترة

بين الريات والتي قد تكون ٣-٤ أيام حسب نوع التربة، بينما في طريقة الري بالتنقيط نجد أن معدلات إضافة المياه تكون قليلة جداً وتكفي النبات فقط ليوم واحد أو ليومين، وبالتالي تكن الفترة بين الريات لا تتعدي يومين وقد يحدث الري بصفة دورية كل يوم لتعويض النقص في المحتوى الرطوبي في التربة وللمحافظة على مستوى معين من الرطوبة الأرضية وفي نطاق الماء الميسر، وعموماً يتم حساب الفترة بين الريات Irrigation Interval بإحدى الطرق التالية:

أ- عن طريق الزمن الذي تستغرقه عمليتي الري والصرف، وذلك بالمعادلة التالية:

$$I_{\max} = (Ti + Td) + \left(\frac{RAW + De}{ET} \right)$$

حيث :

$I_{\max}$ أقصى فترة " مسموح بها " بين الريات " يوم".

Ti الزمن الذي تستغرقه الريه الواحدة " يوم".

Td الزمن الذي تستغرقه التربة من نهاية الريه حتى الوصول للسعة الحقلية "يوم".

RAW الماء سريع التيسر (ملم أو سم أو بوصة).

De عمق المطر الساقط قبل إجراء الريه التالية (ملم أو سم أو بوصة).

ET البخر - نتح (ملم/يوم أو سم/يوم أو بوصة/يوم).

عند إضافة المياه خلال الفترة (Ti) تزداد قيمة المحتوى الرطوبي للتربة حتى يصل للسعة الحقلية، ويزيد على السعة الحقلية، وبانتهاء الفترة (Ti) يكون المحتوى الرطوبي للتربة قد اقترب من التشبع، يبدأ بعد ذلك زمن الصرف (Td) حيث يتم التخلص من الماء الزائد (ماء الجاذبية الأرضية أو الماء الحر) حيث يقل المحتوى الرطوبي للتربة حتى يصل في نهاية الفترة (Td) إلى السعة الحقلية، بعد ذلك يبدأ البخر من سطح الأرض ومن الأسطح المعرضة من النبات، والنتح من ثغور الأوراق، وبالتالي يقل المحتوى الرطوبي للتربة حتى تصل لمستوى الرطوبة الأرضية التي بدأنا منها، ولكن قد يحدث أن تسقط أمطار وبالتالي يزداد المحتوى الرطوبي في التربة والتي سوف تزيد بالطبع من الفترة بين الريات.

ب- عن طريق مساهمة الماء الأرضي **Ground Water** :

حيث من المعروف انه كلما اقترب الماء الأرضي من سطح الأرض كلما ساهم في إمداد الجذور بالرطوبة اللازمة، وبالتالي تزداد الفترة بين الريات، ويتم حساب الفترة بين الريات باستخدام المعادلة الآتية:

$$I_{\max} = \frac{SWDorRAW}{ET - (De + Ge)}$$

حيث:

$I_{\max}$	أقصى فترة " مسموح بها " بين الريات " يوم".
SWD	عمق الماء اللازم إضافته لإعادة ملء الخزان الأرضي " ملم أو سم أو بوصة".
RAW	الماء سريع التيسر (ملم أو سم أو بوصة).
ET	البخر-نتح (ملم/يوم أو سم/يوم أو بوصة/يوم).
De	معدل المطر أو معدل مدى مساهمة المطر في الري (ملم/ يوم أو سم /يوم أو بوصة/يوم).
G_e	معدل مدى مساهمة الماء الأرضي في الري (ملم/ يوم أو سم /يوم أو بوصة/يوم).

ج- يمكن دمج المعادلتين السابقتين في صورة معادلة واحدة لحساب الفترة بين الريات وذلك كما يلي:

$$I_{\max} = (Ti + Td) + \left(\frac{RAW + De + G_e}{ET} \right)$$

وفي هذه المعادلة يجب أن تكون كل من De , Ge وحدات أعماق (ملم أو أوسم أو بوصة) شأنها في ذلك شأن الماء سريع التيسر RAW. أي يجب أن يكون الماء الأرضي (Ge) والمطر الفعال (De) أعماق وليس معدلات مثلما كان في المعادلة الثانية لحساب الفترة بين الريات، ويجب أن يكون واضحاً أنه في جميع المعادلات السابقة لحساب الفترة بين الريات أنها تشمل البخر-نتح (الاستهلاك المائي) (ET)، وأنه يتم حساب أقصى فترة (مسموح بها) بين الريات في جميع المعادلات السابقة، أي أنه إذا كانت نتائج الحساب أوضحت أن أقصى فترة بين الريات هي ١٥,٣ يوماً، فيجب أن يكون الري كل خمسة عشر يوماً، وأيضاً إذا كانت ١٨,٨ يوماً، فيجب أن يكون الري كل ثمانية عشر يوماً، أي أن الري يجب أن يباشر بفترة من الأيام عبارة عن رقم صحيح يقل عن الرقم الناتج من الحساب إذا كان الناتج به كسر.

الشكل رقم (١)
خريطة توزيع المياه Water Allocation Chart

الماء المستفاد	نسبة الماء الواصل للحقل والمستخدم D_a	الماء الواصل لرأس الحقل D_f	الماء الواصل عند بداية المشروع بواسطة قنوات النقل	الماء المنقول من المنبع الأصلي D_p
- الماء اللازم للبخر-نتح خلال فترتي الري والصرف. - الماء اللازم للغسيل خلال فترتي الري والصرف. - الماء اللازم لملاءمة الحرارة والتحكم فيها خلال فترتي الري والصرف. - الماء الذي يتم تخزينه في منطقة الجذور ليغطي احتياجات البخر والنتح، وذلك بعد فترتي الري والصرف. - الماء اللازم للغسيل بعد فترتي الري والصرف. - الماء المفقود بالبخر خلال فترتي الري والصرف. - الماء المفقود بالرشح العميق خلال فترتي الري والصرف. - الماء المفقود على رأس الحقل خلال فترتي الري والصرف. - الماء المفقود بواسطة تأثير الرياح (بالجرف) خلال فترتي الري والصرف. - الماء المفقود بالجريان السطحي خلال فترتي الري والصرف. - الماء المفقود بالرشح العميق بعد فترتي الري والصرف. - الماء المفقود في قنوات الري عند رأس الحقل. - الماء المفقود في قنوات النقل من المشروع وحتى الحقل . - الماء المفقود في قنوات النقل من المنبع وحتى بداية المشروع .	الماء المفقود خلال فترة الري			

الكفاءات المختلفة لمياه الري Different Efficiencies of Irrigation water :

يقصد بكفاءة مياه الري المعنية، التعبير عن مدى الاستفادة من مياه الري في مراحلها المختلفة بداية من مصدر الري وحتى توزيعها وانتقالها ووصولها للنبات وفي أي نظام للري، كلما كان الفاقد في المياه أقل ما يمكن كلما زادت كفاءة الري والعكس صحيحاً، وعادة عند الري يحدث فاقد للمياه أثناء عملية نقل المياه Water Conveyance، وكذا أثناء توصيلها للحقل Delivery، أو أثناء إجراء عملية الري Application وأيضاً في أي نظام للري تتوزع المياه بحيث يمثل كل جزء منها موضعه في الجو أو التربة أو النبات، والذي يمثل خريطة توزيع المياه Water Allocation Chart (الشكل رقم (١))، وهذه الخريطة توضح مرحلة المياه من المصدر الرئيسي للمياه وحتى تصل إلى رأس الحقل، وما يتم فقده خلال هذه المرحلة، ثم كيفية توزيع المياه داخل الحقل إلى ماء مستفاد به خلال فترة الري وآخر مفقود وغير مستفاد منه، وتعرف كفاءة الري بأنها النسبة المئوية بين كمية المياه التي تستعملها النباتات المزروعة في مساحة ما إلى تلك التي تنقل من مصدر الري بغرض ري هذه المساحة، وقد تكون هذه المساحة حقلاً أو مشروعاً على حسب الغرض الذي من أجله يتم حساب كفاءة الري، وفيما يلي شرح لكيفية حساب بعض أنواع كفاءات الري التي يمكن التعرف عليها عند ري مشروع ما:

١ - كفاءة الاستخدام المائي Water Application Efficiency :

وتعرف بأنها النسبة بين المياه التي يمكن أن تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النباتات (D_{au}) إلى المياه التي أضيفت للتربة أو التي تعطى للحقل (D_a) وتحسب باستخدام المعادلة الآتية:

$$E_a = \frac{D_{au}}{D_a} \times 100 = \dots\dots\%$$

حيث

E _a	كفاءة الاستخدام المائي.....%
D _{au}	عمق المياه التي تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النبات "ملم أو سم أو بوصة".
D _a	عمق المياه التي تضاف أو تعطى للحقل "ملم أو سم أو بوصة".

٢ - كفاءة الاحتياج المائي Water Requirement Efficiency :

وهي النسبة بين المياه التي يمكن أن تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النباتات

(Dau) إلى المياه المضافة " دون حساب الفواقد " أي إلى الاحتياجات المائية (Du) وهذه الكفاءة تحسب باستخدام المعادلة الآتية:

$$E_r = \frac{Dau}{Du} \times 100 = \dots\dots\%$$

حيث :

Er	كفاءة الاحتياج المائي	%.....
D _{au}	عمق المياه التي تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النبات " ملم أو سم أو بوصة "	
D _u	عمق المياه المضافة (دون حساب الفواقد) أي الاحتياج المائي " ملم أو سم أو بوصة "	

٣- كفاءة النقل المائي Water Conveyance Efficiency :

أثناء نقل المياه إلى الحقل يحدث فقد في المياه، حيث تنتسرب إلى الماء الأرضي ولا يمكن الاستفادة منها في الحقل، ولكن قد يستفاد من هذه المياه المفقودة عند سحبها مرة أخرى في صورة ماء أرضي، وقد يحدث أثناء رش هذه المياه أن تزداد بها نسبة الملوحة مما يجعلها غير صالحة للري وتستخدم كفاءة النقل المائي (Ec) للدلالة على مقدار ما يفقد من المياه أثناء نقلها، ويمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية:

$$E_c = \frac{Da}{(Da + D_{LC})} \times 100$$

حيث :

Ec	كفاءة النقل المائي	%.....
D _{LC}	عمق الماء المفقود في القنوات داخل الحقل " ملم أو سم أو بوصة "	
D _a	عمق المياه المضافة (دون حساب الفواقد) أي الاحتياج المائي " ملم أو سم أو بوصة "	

وحيث أن (Da + DLC) يساوي الماء المخصص للحقل D_f، لذا يمكن حساب كفاءة النقل المائي، كما يلي:

$$E_c = \frac{D_a}{D_f} \times 100 = \dots\dots\%$$

حيث:

D_f عمق الماء المخصص للحقل " ملم أو سم أو بوصة".

أي أن كفاءة النقل المائي هي النسبة بين الماء المستخدم في الحقل (D_a) إلى الماء المخصص للحقل (D_f).

٤ - كفاءة الحقل المائي Water Farm Efficiency :

حيث تعرف كفاءة الحقل المائي بأنها النسبة بين المياه التي يمكن أن تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النبات (D_{au}) إلى المياه المخصصة للحقل (D_f) وتحسب كفاءة الحقل المائي من المعادلة التالية:

$$E_f = \frac{D_{au}}{D_f} \times 100 = \dots\%$$

حيث :

E_f كفاءة الحقل المائي %

D_{au} عمق المياه التي تخزن في منطقة جذور النباتات وتستخدم بواسطة النبات "ملم أو سم أو بوصة".

D_f عمق المياه المخصصة للحقل "ملم أو سم أو بوصة".

٥ - كفاءة المشروع المائي Water Project Efficiency :

تعرف كفاءة المشروع المائي بأنها النسبة بين المياه التي يمكن أن تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النبات (D_{au}) إلى المياه التي تخرج من مصدر المياه أو منبع المياه (D_p) وتحسب كفاءة المشروع المائي كما يلي :

$$E_p = \frac{D_{au}}{D_p} \times 100$$

حيث :

E_p كفاءة المشروع المائي %

D_{au} عمق المياه التي تخزن في منطقة الجذور وتستخدم بواسطة النبات "ملم أو سم أو بوصة".

D_p عمق المياه المخصصة للمشروع أو التي تخرج من بداية المشروع "ملم أو سم أو بوصة".

٦- كفاءة الاستخدام المائي للنظام:

System Application Efficiency E_{sa}

والمقصود بها كفاءة الاستخدام المائي لنظام ري معين وذلك بأن يؤخذ النظام ككل حيث تكون هي كفاءة الاستخدام المائي عندما يكون هناك ٩٥% على الأقل من الحقل قد حصل على احتياجاته المائية المطلوبة.

٧- كفاءة الاستخدام المائي العملية للنظام:

Operational System Application Efficiency (E_{ao})

والمقصود بها هي النسبة بين كفاءة الاستخدام المائي المعروفة (E_a) خلال أي رية من الريات إلى كفاءة الاستخدام المائي للنظام (E_{sa}).

أي أن:

$$E_{ao} = \frac{E_a}{E_{sa}} \times 100 = \dots\dots\dots\%$$

والشكل رقم (١) يوضح الفوائد المختلفة التي تحدث في مياه الري بدءاً من نقطة الضخ بالمشروع، وحتى الوصول للنباتات المزروعة، وذلك في أحد مشروعات الري السطحي. أي أن الشكل يوضح مدى الاستفادة من مياه الري في مراحلها المختلفة.

العلاقة بين التصريف والمساحة المروية وزمن الري وعمق الماء المضاف:

Relationship Between Discharge, Irrigation Area, Irrigation Time and Depth of Added water:

يمكن ذكر هذه العلاقة على النحو الآتي:

$$Q \cdot T = A \cdot D_a$$

حيث:

Q تصريف مصدر الري (طلمبة الري مثلاً) م^٣/ساعة.

T زمن الري ساعة.

A المساحة المراد ريها م^٢.

D_a عمق مياه الري الواجب إضافته م.

النبات وعلاقته بالمناخ:

البخر-نتح "ET" Evapo-transpiration :

هو كمية المياه التي تفقد عن طريق البخر من سطح الأرض ومن سطح النباتات مباشرة (بخر) مضافاً إليه ما يفقد عن طريق ثغور الأوراق (نتح).

البخرنتح $ET = \text{Evaporation (E) + Transpiration (T)}$

الاستهلاك المائي: "CU" Water Consumptive Use

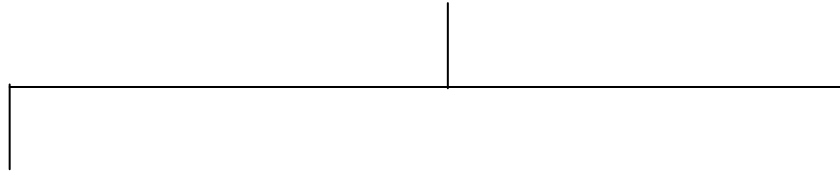
هو عبارة عن البخر-نتح مضافاً إليه الكمية المستهلكة في بناء خلايا وأنسجة النباتات وحيث أن كمية المياه المستهلكة في بناء خلايا وأنسجة النباتات ضئيلة جداً بالنسبة لكمية البخر-نتح، لذا يمكن القول - تجاوزاً - بأن الاستهلاك المائي هو البخر-نتح:

$$ET = CU$$

فمثلاً إذا كان البخر-نتح = ٦ ملم/يوم. فإن الاستهلاك المائي ما بين ٦,٠٤ - ٦,٠٨ ملم /يوم وبالتالي فإنه تقريباً $CU = ET$.

تقدير الاستهلاك المائي

Water Consumptive Use Estimation



طرق تعتمد على القياس المباشر

١ - الليسيمترات

Lysimeters

٢ - أوعية البخر

Evaporation Pans

٣ - التومومترات

Atmometers

طرق تعتمد على المعادلات التجريبية

١ - طريقة ثورنثويت

Thornthwiate Method

٢ - طريقة كريستيانسن

Christiansen Method

٣ - بنمان

Penman Method

٤ - بنمان المعدلة

Modified Penman Method

٥ - جنسن زز هابس

Jensen - Haise Method

٦ - هارجريفز

Hargreaves Method

٧ - بلاني .. كريدل

Method Blaney - Criddle

طريقة بلاني ... كريدل Blaney – Criddle Method :

وهي طريقة مبسطة لحساب البخر-نتح (الاستهلاك المائي) وذلك باستعمال درجة الحرارة، وعدد ساعات النهار وذلك لتطبيقها في المناطق الجافة.

$$CU = 25.4 K F = 25.4 K \frac{tp}{100}$$

حيث :

CU البخر-نتح الكلي.

(الاستهلاك المائي الكلي) للمحصول خلال فترة معينة (ملم/شهر).

K معامل المحصول (سنوي، موسمي) "معامل تجريبي".

F مجموع عوامل الاستهلاك المائي لفترة زمنية معينة (في شهر مثلاً).

F حاصل ضرب متوسط درجة الحرارة في النسبة المئوية لساعات النهار المضيئة.

$$F = \frac{tp}{100}$$

t متوسط درجة الحرارة (فهرنهايت).

P النسبة المئوية لساعات النهار خلال فترة زمنية معينة.

$$F^{\circ} = C^{\circ} \times 1.8 + 32$$

"معامل تجريبي للمحصول" $K = k_t \cdot k_c$

$$K_t = 0.0173 T (^{\circ}F) - 3.14$$

K_c "crop coefficient" معامل المحصول

$$CU = \sum K F = \dots\dots\dots \text{in / month}$$

$$CU = 25.4 \sum K F = \dots\dots\dots \text{mm/ month}$$

طريقة هارجريفز Hargreaves Method :

اعتمدت هذه الطريقة في استنتاج معادلتها على البيانات المأخوذة من ليستمرات العشب.

تستعمل بتوسع في أمريكا اللاتينية لتقدير الاحتياج المائي للمحصول.
وصورة المعادلة كما يلي:

$$E_{tg} = 0,0135 (T + 17,78) R_s$$

حيث:

E_{tg} جهد الاستهلاك المائي لمحصول المقارنة (عشب مروى جيداً) لانجلى/يوم
 T المتوسط الحسابي للحرارة اليومية درجة مئوية
 R_s الإشعاع الشمسي الساقط لانجلى/يوم
 ولقد وجد " هارجريفز " أن البرسيم الحجازي كمحصول مقارنة يحتاج إلى استهلاك مائي أكثر مما يحتاج إليه العشب بحوالي ٢٠% ولهذا فإن :

$$E_{tp} = E_{tg} \times 1,2$$

$$E_t (\text{crop}) = E_{tp} \cdot k_{co}$$

وعموماً فإنه يمكن تحويل وحدات لانجلى/يوم أو كالوري/سم^٢. يوم إلى ملم/يوم وذلك كما يلي:

$$\text{قيمة } E_{tp} \text{ أو } E_{tg} \text{ " لانجلى / يوم " أو " كالورى / سم}^2 \text{ . يوم " } \times 10 = \frac{\text{الحرارة الكامنة للماء (كالورى / جم)}}{\text{... ملم/يوم}}$$

طريقة جنسن ... هايس Jensen – Haise Method:

تم استخدام الأرصاد المأخوذة من غرب الولايات المتحدة بشأن الاستهلاك المائي في استنباط علاقة خطية لتقدير قيمة " E_{tp} " القيمة الكامنة للبحر-نتج بالنسبة لمحصول المقارنة " البرسيم الحجازي مقدرة بـ كالوري/سم^٢ . يوم أو لانجلى/يوم.
وهذه العلاقة يمكن وضعها كما يلي:

$$E_{tp} = C_t \cdot (T - T_x) \cdot R_s$$

حيث:

C_t معامل حراري.

T متوسط درجة الحرارة " درجة مئوية " (حرارة عظمى + حرارة صغرى)

T_x قيمة الحرارة عند التقاطع مع المحور الممثل للحرارة "درجة مئوية".

R_s الإشعاع الشمسي الساقط "لانجلى/يوم".

$$\frac{1}{C_1 + C_2 + C_H} \quad C_H = \frac{50}{e_2 - e_1} C_t =$$

$$C_1 = 38 - \left(2 \times \frac{EI}{305} \right) \quad C_2 = 7,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

e_1 ، e_2 ضغط بخار الماء المشبع عند متوسط درجتى الحرارة الكبرى والصغرى على التوالي. وذلك في أكثر شهور السنة حرارة في المنطقة المعنية ؟

EI منسوب المنطقة المراد حساب الاستهلاك المائي لها "كمتوسط " متر .

$$T_x = - 2.5 - 0.14 (e_2 - e_1) - \frac{EI}{550}$$

تعطى "طريقة جنسن .. هايس" نتائج معقولة في كل من المناطق شبه الجافة والجافة.

$$E_t (\text{crop}) = E_{tp} \cdot k_{co}$$

حيث k_{co} معامل المحصول.

طريقة بنمان : Penman Method

تعتمد هذه الطريقة على توازن الطاقة مع إهمال الجزء البسيط من الطاقة المستهلكة في التربة.

$$ET = \frac{H \cdot \Delta + E_a}{\Delta + \left(\frac{1}{SD} \right)} \dots\dots (1948)$$

حيث :

ET البخر-نتح.

Δ ميل مماس المنحنى الناتج من رسم العلاقة بين تشبع بخار ماء الجو مع درجات الحرارة المختلفة.

ثابت جهاز قياس الرطوبة النسبية.

H صافي الإشعاع الشمسي.

E_a قيمة توضح أثر سرعة الرياح على تناقص تشبع بخار الماء من السطح المراد تقدير الاستهلاك المائي له.

S عامل يرتبط بثغور الأوراق.

D عامل يبين أثر طول ساعات النهار.

بالرغم من أن طريقة "بنمان" تعتبر أكثر تعقيداً من الطرق التجريبية الأخرى إلا أنها تتميز عليها جميعاً بأنها تعتمد على أسس علمية وطبيعية. حيث ترتبط بمعادلة الاتزان الحراري ومعادلة البخر من سطح الماء الحر المرتبط بكل عناصر الظروف الجوية المختلفة مثل: الإشعاع الشمسي والرياح والرطوبة النسبية، كما أنها تأخذ في الاعتبار النشاط الفسيولوجي للنبات من خلال العامل المرتبط بثغور الأوراق " S ". ودلت التجارب على أن معادلة بنمان أكثر صلاحية للمناطق الرطبة، حيث تتماشى مع المعدل الطبيعي للاستهلاك المائي لمحاصيل المراعي في هذه المناطق، أما المناطق الجافة ونصف الجافة، فإن دقة المعادلة تقل كثيراً نظراً لعدم توافر شرط اتزان الحرارة مع الإشعاع الشمسي بالدرجة الموجودة بالمناطق الرطبة، والسبب هو انتقال طاقة بواسطة الرياح الساخنة في المناطق الجافة ونصف الجافة.

طريقة بنمان المعدلة : modified Penman Method :

$$E_{tp} = \frac{\Delta}{\Delta + x} (R_n + G) + \frac{x}{\Delta + x} 15.36 (W_1 + W_2 U_2) \cdot (e_s - e_a)$$

حيث :

E_{tp} القيمة الكامنة للبخر-نتح (الاستهلاك المائي) بالنسبة لمحصول البرسيم الحجازي

كالوري/سم^٢. يوم أو لا نجللي/يوم.

$\frac{de}{dt}$

Δ ميل مماس منحنى العلاقة بين ضغط بخار الماء المشبع ودرجات الحرارة " $\frac{de}{dt}$ ".

x الثابت الرطوبي.

R_n صافي الإشعاع كالوري/سم^٢. يوم.

G التدفق الحراري للتربة كالوري/سم^٢. يوم.

U_2 سرعة الرياح على ارتفاع ٢,٠٠ م من سطح الأرض كم/يوم.

e_s ضغط بخار الماء المشبع (متوسط القيم عند أقصى وأدنى حرارة يومية) ملليبار.

e_a متوسط ضغط بخار الماء الفعلي (ملليبار).

W_1, W_2 معاملات خاصة بالرياح.

W_1 تتراوح من ٠,٧٥ إلى ١,١٥.

W_2 تتراوح من ٠,٠٠٦ إلى ٠,٠١.

$$E_t (\text{crop}) = E_{tp} \cdot K_{co}$$

حيث K_{co} معامل المحصول.

طريقة كريستيانسن Christiansen Method :

حيث يتم حساب " E_v " أي "البخر من السطح الحر" ثم منه يتم حساب الاستهلاك المائي أو البخر-نتج.

$$ET = K \cdot E_v$$

حيث " K " ثابت المحصول.

ET البخر-نتج.

ويتم حساب E_v كما يلي :

$$E_v = K_{ev} \cdot R \cdot C_t \cdot C_w \cdot C_h \cdot C_s \cdot C_e \cdot C_m$$

حيث :

E_v البخر من السطح الحر.

K_{ev} ثابت كريستيانسن = ٠,٤٧٣.

R الإشعاع.

C_t معامل خاص بدرجات الحرارة.

C_w معامل خاص بسرعة الرياح.

C_h معامل خاص بالرطوبة النسبية.

C_s معامل خاص بالنسبة المئوية لأشعة الشمس.

C_e معامل خاص بموقع أو منسوب المنطقة.

C_m معامل خاص بالشهر الذي يتم فيه حساب الاستهلاك المائي " ٠,٩٠ - ١,١٠ ".

طريقة ثورنثويت : - Thornthwait Method

$$e = 1.6 \left(\frac{10t}{I} \right)^a$$

حيث :

e البخر-نتح التقريبي " الاستهلاك المائي التقريبي " سم/شهر، وذلك على أساس أن الشهر ٣٠ يوماً، وأن عدد ساعات طول النهار ١٢ ساعة يومياً.

t متوسط درجات حرارة الجو " درجات مئوية " .

I مؤشر حراري يعتمد على موقع المنطقة، ويمكن إيجاده من جداول خاصة.

a ثابت يتوقف على قيمة " I " .

وقيمة " I " يمكن حسابها من المعادلة الآتية:

$$I = \left(\frac{t}{5}\right)1.514$$

ويمكن حساب معدل الاستهلاك المائي الفعلي، بمعرفة عدد الأيام الفعلية في الشهر، ومعرفة عدد ساعات النهار الفعلية في اليوم، وذلك من المعادلة الآتية:

$$\left[\frac{\text{عدد ساعات النهار}}{12} \right] \times \left[\frac{\text{عدد أيام الشهر}}{30} \right] = \frac{\text{الاستهلاك المائي الحقيقي}}{\text{الاستهلاك المائي المحسوب}}$$

الاستخدام غير الرشيد للموارد المائية العربية

إعداد

م. عصام مصطفى
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
جمهورية السودان

١ - أزمة المياه عالمياً وعربياً:

تقع الموارد المائية العذبة في العالم تحت ضغوط متزايدة وقد أدى النمو السكاني والزيادة في النشاط الاقتصادي وتحسين مستوى المعيشة إلى زيادة المنافسة والصراع حول الموارد المائية العذبة الشحيحة الموارد غير القابلة للزيادة وفق المتطلبات.

إن عدم العدالة والمساواة الاجتماعية في العالم والهامشية الاقتصادية وغياب برامج مكافحة الفقر اضطر الذين يعيشون في فقر مدقع إلى سوء استغلال الموارد الطبيعية من تربة وموارد غابية واستنزافها الأمر الذي أدى إلى آثار سلبية على الموارد المائية، كما أن غياب التحكم في التلوث يؤدي إلى تدهور إضافي للموارد المائية.

لقد زاد عدد سكان العالم بمقدار حوالي ثلاثة أضعاف خلال القرن الماضي بينما زاد استهلاك الماء بمقدار سبعة أضعاف خلال ذلك القرن. يقدر حالياً أن ثلث سكان العالم يعيشون في دول تعاني من عجز مائي وهذه النسبة في زيادة مستمرة بسبب الزيادة المستمرة في السكان دون أي مقابل في زيادة الموارد المائية ويتوقع أن تصل هذه النسبة إلى الثلثين بحلول عام ٢٠٢٥.

يرتبط تلوث المياه بالنشاط السكاني بالإضافة إلى الاحتياجات الأساسية للحياة والعمليات الصناعية وعليه فإن التدهور في نوعية المياه يزيد من المنافسة على المياه العذبة غير الملوثة.

إن التحديات الأساسية التي تواجه قطاع المياه هي تأمينه لمتطلبات الإنسان من شرب وغسيل ومتطلبات صحية وصناعية بالإضافة إلى المطلب الأهم والأكثر إلحاحاً وأكثر طلباً للماء وهو تأمين احتياجاته للغذاء.

يقدر أن خمس سكان العالم لا يحصلون على ماء شرب سليم ونصف سكان العالم ليس لديهم خدمات صحية ويقع هذا غالباً على الطبقات الفقيرة من المجتمع.

بالإضافة إلى ما ورد من أزمة المياه في العالم فإن الموقف في العالم العربي أكثر سوءاً للعديد من الأسباب تتلخص في: أن المياه العربية تواجه أوضاعاً غير ملائمة للاستخدام لابد من العمل على تغييرها ويعتبر الاستخدام في ظل هذه الأوضاع استخداماً غير رشيد لهذا المورد الشحيح أصلاً فكل المعايير لتحديد الموقف المائي تشير إلى شح هذا المورد في العالم العربي. الجدول رقم (١) يوضح موقف الموارد المائية من خلال بعض المعايير مقارنة بالموقف في العالم.

جدول رقم (١)
موقف الموارد المائية العربية مقارنة بالموقف في العالم

المنطقة	نصيب الفرد متر مكعب/سنة	بواقع المساحة متر مكعب/مليون كيلو متر مربع/سنة	نسبة الاستخدام الحالي للموارد المائية %
أوروبا	٤٢٣٠	٢٧٧,٥	٢٠,٢%
أمريكا الشمالية	١٧٣٧٠	٣٢٣,٨	٧,٧%
أفريقيا	٥٧٢٠	١٣٤,٤	٣,٧٥%
آسيا	٣٩٧٠	٣١٠,٥	١٣,١%
أمريكا الجنوبية	٣٨١٩٠	٦٧٠,٢	٠,٨%
أستراليا والجزر	٨٣٦٢٠	٢٦٨,١	٠,٧%
العالم	٧٦٥٠	٣١٦,٢	٧,٥%
الدول العربية	٩٧١	١٧,٧	٧٦,٥%

بالإضافة إلى ذلك فإن الدول العربية تعتبر من أكثر المناطق استيراداً للغذاء حيث يقدر حجم استيرادها بحوالي ١٧ مليار دولار سنوياً واستيراد الغذاء مؤشراً لموقف المياه ويعتبر استيراداً للمياه في شكل غذاء أو ما يسمى بالمياه الافتراضية (virtual water) وهذه من المشاكل التي تواجهه الموارد المائية العربية، كما أن ٧٣% من الموارد المائية السطحية موارد مائية مشتركة مع دولة غير عربية ويشوب ذلك الكثير من المحاذير.

أما الأسباب الطبيعية الأخرى التي تؤثر سلباً على الموارد المائية أن المنطقة العربية تقع في الحزام الحار الجاف من العالم حيث تقل الأمطار وتعلو المتطلبات المائية للزراعة والإنسان حيث تشير الدراسات بأن معظم الأراضي العربية ذات ميزان مائي سالب طول السنة ما عدا فترة الأمطار في بعض المناطق ذات الهطول العالي نسبياً.

إن الموقف المائي العربي حرج للغاية ويحتاج إلى الكثير من الجهد المتواصل لذلك فإن أي قصور بفعل الإنسان يعتبر هدرًا أو أي استخدام تحت ظل القصور غير الطبيعي يعتبر استخداماً غير رشيد لهذا المورد.

إن التحديات الطبيعية عديدة ولكن أي استخدام دون العمل على تفادي القصور غير الطبيعي هو بالتأكيد استخدام غير رشيد.

٢- مظاهر الاستخدام الرشيد في الدول العربية:

قد يكون من المفيد تعريف ما هو الاستخدام الرشيد وما هو الاستخدام غير الرشيد فإن طرق الاستخدام المتوارثة هي كل ما يعرفه المزارع العربي البسيط وهو مقتنع بأنها هي الأفضل وسيستمر هذا الوضع ما لم يقتنع هذا المزارع بأسلوب أفضل لاستخدام المياه ولتوضيح ذلك يمكن تعريف الاستخدام الرشيد على النحو الموضح بالصندوق أدناه.

إن الاستخدام الرشيد للمياه هو استخدام كل قطرة ماء متاحة للحصول على أقصى وأفضل النتائج

إن هذا يعني أن كفاءة الاستخدام تكون ١٠٠% ولكن قد يكون هذا غير ممكن عملياً كما أنه ليس بالضرورة أن يكون الاستخدام غير الرشيد هو عكس ذلك التعريف لذلك فقد يكون أفضل تعريف للاستخدام غير الرشيد هو موضح بالصندوق أدناه.

إن الاستخدام غير الرشيد للمياه هو استخدام المياه مع وجود فواقد وهدر للمياه يمكن تفاديها

وعليه فإن مظاهر الاستخدام غير الرشيد في الدول العربية قد تشمل ما يلي:

٢-١ قلة المعلومات المائية وعدم كفايتها ودقتها واعتماديتها:

إن أبرز تحديات الموارد المائية العربية ضعف بنية رصد وجمع وتحليل المعلومات. كان من المفترض والمنطقة تعاني هذا الشح من المياه يجب أن تكون هناك بنية مقننة متطورة لرصد وتحليل وحفظ بيانات هذا المورد المهم حيث إنه لا بد من الاستفادة من كل قطرة منه فائدة كاملة ولن يتأتى ذلك إلا إذا كانت المعلومة الدقيقة الكافية المعتمدة الموثقة متوفرة وبدون ذلك فمن المؤكد أن أي استخدام يكون استخداماً غير رشيد.

تعاني الموارد المائية من نقص وقصور كبيرين في توفر المعلومات الدقيقة وهذا يشمل حجم التدفقات الموسمية ونوعية المياه المختلفة في المجاري والأحواض كيميائياً وعضوياً وطبيعياً وكمية الطمي التي تحمله وطريقة ترسبه على المجاري والقنوات وخلافه كل ذلك مطلوباً بالدقة الشديدة ولا بد أن تتوفر المعلومة في الأوقات والأماكن المطلوبة وهذا ما ينقص المعلومة المائية في الدول العربية. لقد تطورت أساليب رصد ونشر وتوفير المعلومات باستعمال أساليب الاتصالات الحديثة بحيث يمكن أن تجمع المعلومة الدقيقة ويتم إرسالها عبر الأقمار الصناعية والشبكات وخلافه إلى

موقع الاستخدام مباشرةً في الحاسوب الذي يكون مزوداً ببرامج عديدة، للتأكد من صحة المعلومة وتنقيتها وتحليلها ومقارنتها بما هو متوفر من معلومات سابقة وتوفير ذلك مباشرة للمستخدم.

إن الاستخدام الرشيد للمياه الجوفية يتطلب بالضرورة العديد من المعلومات المسبقة عن الأحواض المائية وحجمها الكلي وحجم التغذية السنوية وطريقة التغذية وكل المعلومات الجيوفيزيائية عن هذه الأحواض مع رصد لتدفقات الآبار المتواجدة بالمنطقة أو آبار الرصد المعنية لمعرفة خصائص هذه المياه. إن أي استخدام بدون هذه المعلومات من المؤكد هو استخدام غير رشيد والتجارب في هذا المضمار كثيرة وذات عواقب وخيمة، حيث تم استخدام بعض الموارد المائية الجوفية في بعض الدول العربية التي تعاني من نقص حاد في الموارد المائية ولكن للأسف كان الاستخدام جائراً وغير مدروس وغير معتمد على بيانات ومعلومات دقيقة فكانت العواقب كارثية حيث انخفض منسوب المياه في الآبار وزادت تكلفة استخراجها وتدهورت نوعية المياه نتيجة لتدفق المياه المالحة من بعض الأحواض المائية الجوفية المجاورة. وكانت النتيجة الحتمية توقف المشاريع وما صاحب ذلك من آثار اقتصادية واجتماعية سلبية وعديدة وهذا من أبرز مظاهر الاستخدام غير الرشيد للموارد بسبب عدم توفر المعلومة.

إن قيام مشاريع مائية وفق معلومات غير دقيقة قد يقود إما إلى عدم الاستخدام الأمثل للمياه إذا كانت البنيات الأساسية القائمة غير مواكبة من جراء الاعتماد على معلومة غير دقيقة أو أن تكون البنيات المقامة أكبر من حجم الموارد وهذا يعني هدر الموارد المائية، ومن الأمثلة لهذا الاستخدام غير الرشيد قيام سد خشم القربة في السودان اعتماداً على معلومات غير دقيقة عن الطمي الذي يحمله نهر عطبرة والذي أقيم عليه هذا السد وقد تم إنشاء مشروع زراعي كبير في مساحة حوالي ١٥٠ ألف هكتار ولكن نسبة لارتفاع نسبة الطمي بالنهر (وهذه معلومة كانت غير متوفرة عند تصميم السد) فقد تقلص حجم خزان السد بحوالي ٥٠% مما أدى إلى تقليص مساحة المشروع المصاحب له إلى نفس النسبة ولك أن تتصور حجم المشاكل الاقتصادية والاجتماعية لهذه النتيجة إن هذا الموضوع قد لا يحتاج إلى تدعيم بأمثلة كثيرة فهو واضح فالقاعدة العامة هي أن ما ينبني على باطل فهو باطل فالمعلومة غير الدقيقة باطلة، وعليه فإن هذا يسري على ما يبنى على هذه المعلومة.

٢-٢ تدني كفاءة الاستخدام:

وهذا هو بيت القصيد فإن أي استخدام بكفاءة متدنية لمورد شحيح كالموارد المائية العربية فهو استخدام غير رشيد، وهناك العديد من المجالات التي يتم فيها هذا الاستخدام غير الرشيد وفي الدول العربية وهي تشمل ما يلي:

٢-١ الري السطحي:

إن من أعظم التحديات التي تواجه المنطقة العربية وقوعها في أكثر مناطق العالم جفافاً وأكثرها حرارة مما أدى إلى تدني هطول الأمطار بها وبالتالي شح مواردها المائية السطحية والجوفية. كما أن هذا المناخ قد فرض واقعاً حتمياً يتمثل في نسبة المساحات الأرضية التي يمكن استزراعها بالأمطار فرغم أن حجم الأمطار السنوي بالدول العربية يقدر بحوالي ٢٢٨٢ مليار متر مكعب إلا أن ١٨% فقط من الأراضي العربية يزيد فيها الهطول المطري على ٣٠٠ ملم لتصبح مؤهلة للزراعة المطرية. وعليه ولمواجهة متطلبات الغذاء كان لابد من التوجه إلى الري لضمان زراعة مستقرة.

تبلغ مساحة الأراضي المروية بالدول العربية حوالي ١٤,٥ مليون هكتار منها حوالي ١٢,٣ مليون هكتار تروي بالري السطحي أي نسبة الري السطحي لكل الأراضي المروية تقدر بحوالي ٨٥%.

إن معظم مشاريع الري القائمة قد شيدت في حقبة زمنية لم تظهر فيها مشكلة ندرة المياه ولم يتم التقدير المناسب لذلك كما أنها أقيمت في أزمنة لم تكن أساليب الري الحديثة قد تطورت بالشكل الذي نراه الآن لذلك كان الاتجاه نحو الري السطحي لسهولة إقامته وقلة تكلفته.

يتسم الري السطحي بتدني كفاءة استخدامه للمياه حيث يشمل الفقد السطحي ما يلي:

* فواقد خزانات السدود:

تفقد الخزانات السطحية المياه عن طريق الصرف العميق ومن خلال التسرب في قاع وجوانب السدود ومن السطح مباشرة من خلال البحر، كما أن هناك فواقد من خلال البوابات غير المحكمة وبالطبع هناك حلول لبعض هذه الفواقد فمثلاً يمكن تخفيض التسرب من القاع والقواعد بالتبطين بمواد عازلة من البولي إيثيلين أو طبقات سميكة من الطين بطيء الرشح وهذا بالطبع لا يتأتى إلا في السدود الصغيرة ويصعب عملياً واقتصادياً في السدود الضخمة مثل السد العالي وسدود السودان مثل سد الروصيرص وخشم القربة وسنار وجبل أولياء الذي يبلغ طول حوضه ستمائة كيلو متر، كما أن صيانة وتحديث الأبواب بالسدود لها فوائدها كبيرة في تخفيض فواقد المياه.

* فواقد قنوات النقل والتوزيع:

تفقد المياه في هذه القنوات الترايية المفتوحة والمستعملة في كثير من الدول العربية خاصة الدول ذات المساحات المروية الكبيرة في مصر والسودان من خلال الآتي:

- الرشح عند قاع وجوانب القناة ويعتمد حجم هذا الفقد على الشكل الهندسي للقطاع، فالقطاع ذو الشكل شبه المنحرف يؤدي إلى فواقد أكثر من الشكل شبه الدائري وقد يمكن الحل في

تبطّين هذه القنوات وعمل التصميم المناسب لها. كما أن نوعية تربة القناة لها أثر كبير في فقد القنوات في الترب ذات النسبة العالية من الرمل تفقد أكثر من الترب ذات النسبة العالية من الطين.

- البحر من سطح المياه المكشوف في القنوات؛ وهذا يعتمد إلى حد بعيد على العوامل المناخية كارتفاع درجات الحرارة والأهوية وبالطبع فالعالم العربي لا تتقصه هذه العوامل.

- هناك فواقد ناتجة من النباتات التي تنمو على جوانب القنوات من خلال البحر (نتج) وهذا ناتج عن سوء صيانة ونظافة هذه القنوات مما يساعد على نمو هذه النباتات الطفيلية، فهناك نباتات مائية تنمو داخل القنوات بالإضافة إلى الحشائش التي تنمو على جسور القنوات.

- هناك الفواقد الناتجة عن كسور القنوات لقلة صيانتها وسوء إدارتها.

* الفواقد الحقلية:

تشمل أوجه فقد الحقل ما يلي:

- فقد عميق وهو عبارة عن المياه التي تتسرب إلى مناطق أعمق من الجذور بدرجة لا تستطيع الجذور الوصول إليها والاستفادة منها، وهذا بالطبع يكون في الأراضي ذات النسبة العالية من الرمال.

- الجريان السطحي خارج الحقل وهي المياه التي تخرج أو تغمر مساحات غير مزروعة على جوانب الحقول، ويحدث هذا الهدر إما اضطرارياً في حالة الميل الكبير للحقول وعدم تسوية الأرض جيداً، ويمكن تفادي ذلك بتسوية الأرض والعمل على استخدام هذه المياه في الحقول المنخفضة مختلفة الميل. كما أن هناك فواقد تنتج من كسور في القنوات الحقلية أو في حواجز الأحواض وهذا لا يحدث إلا إذا كان هناك إهمال أو عدم كفاءة في إدارة الحقل.

- تبخر من سطح الحقل، فالري الحقل حسب تعريفه هو غمر الحقل كلياً أو جزئياً وفي كلا الحالتين لابد أن يكون هناك سطح مائي مكشوف. يمكن تفادي هذا بتقريب عدد الريات الشهرية.

- هناك الفواقد من البحر (نتج) من الحشائش والنباتات الطفيلية التي تنمو من المحاصيل وتنافس المحصول في المياه ووجود هذه النباتات هو قصور في الأداء الحقل.

- هناك الصرف الزراعي الاضطراري بسبب الأمطار المفاجئة عندما يكون الحقل مروباً رياً كاملاً كما أن بعض الزراعات مثل الأرز قد تتطلب غمرًا بالمياه لفترة ثم صرف هذه المياه

بعيداً عن الحقول. ويمكن الحل في إعادة استخدام هذه المياه مرة أخرى بطريقة آمنة لا تؤثر على نوعية التربة والمحاصيل.

* الفوائد غير المباشرة:

هناك فوائد مائية غير مباشرة حيث تتأثر بعض المحاصيل من عدم كفاءة الري السطحي، وهذا يؤدي إلى فقدان المياه التي تستخدم في ري هذه المحاصيل دون فائدة، حيث إن تدفق المياه الزائدة داخل وخارج الحقل تؤدي إلى ارتفاع غير مطلوب وضار للسطح المائي عند منطقة جذور المحاصيل وهذا يؤدي إلى:

- غمر منطقة الجذور وبالتالي يؤدي إلى اختناق الجذور نتيجة انعدام الأوكسجين وهذا ما يعرف بالتغدق الذي يؤدي إلى فقدان النبات.
- تنشيط الأحياء الميكروبية اللاهوائية والتي تفرز مواداً كيميائية سامة بالنسبة للجذور وبالتالي فقدان النبات.
- هذه المياه تكون عادة ملوثة وتحمل مواداً كيميائية سامة مما يؤدي إلى تدهور نوعية التربة وبالتالي انخفاض إنتاجيتها من الوحدة المائية وهنا يكمن الاستخدام غير الرشيد.

* تقديرات فوائد الري السطحي في الزراعة المروية العربية:

الجدول رقم (٢) أدناه يوضح فداحة موقف الري السطحي حيث تبلغ الفوائد المائية حوالي ٩١ مليار متر مكعب سنوياً تمثل حوالي ٣٧% من جملة الموارد المائية العربية، كما ويوضح هذا الجدول أن كفاءة النقل وتوزيع المياه بالقنوات المفتوحة تبلغ حوالي ٧٦,٢% وتبلغ الفوائد حوالي ٣٨,٨ مليار متر مكعب سنوياً في حين أن كفاءة الإضافة بالحقل تبلغ حوالي ٤٩,٢% وتبلغ الفوائد المائية حوالي ٥٦,٦ مليار متر مكعب سنوياً.

الحقيقة أن الري السطحي بطبيعته متدني الكفاءة ويعتبر أساساً استخداماً غير رشيد للمياه، إلا أنه من الصعب أن يتم تغيير كلي لهذا الكم الكبير من الأراضي المروية سطحياً بالدول العربية ولكن الحل قد يكون في العمل على تقليل الفوائد ومن الطرق الممكنة هي:

- رفع كفاءة الأداء في التشغيل والصيانة وبخاصة في الإضافة الحقلية.
- العمل على تطوير أسلوب الري الحقلية وهناك العديد من أساليب التطوير التي يمكن أن تؤدي إلى تخفيض الفوائد.

الجدول رقم (٢)
تقديرات فواقد الري السطحي
في الأقاليم العربية سنوياً

الإقليم	مساحة الأرض بالري السطحي مليون هكتار	المياه المستعملة مليار متر مكعب	كفاءة النقل %	فواقد النقل مليار متر مكعب	كفاءة الحقل %	فواقد الحقل مليار متر مكعب	جملة الفواقد مليار متر مكعب
المشرق العربي	٤,٥٨	٥٢,١٦	٧٥,٠٨	١٢,٩٥	٥٠	١٩,٥٧	٣٢,٥٦
شبه الجزيرة العربية	١,٠٣	١٠,٠	٨٢,٠٢	١,٨	٤٠	٤,٩٢	٦,٧٢
الأوسط	٥,٠	٦٨,٦	٧٥	١٧,١٨	٥٠	٢٥,٧٢	٤٢,٨٧
المغرب العربي	١,٧	١٥,٦٦	٨١,٤٥	٢,٩	٥٢,١	٦,١١	٩,٠١
الجملة للدول العربية	١٢,٣١	١٤٦,٣٧	٧٦,٢١	٣٤,٨	٤٩,٢	٥٦,٣٢	٩١,١٦

٢-٢-٢ التطبيقات والممارسات غير الرشيدة الأخرى:

* يسود فهم خاطئ لدى العديد من المزارعين وبخاصة في العالم العربي بأن الإنتاجية تزيد كلما زادت كمية المياه للزرع وهذا بالطبع فهم خاطئ للغاية. فحسب البحوث الزراعية لكل محصول كمية محددة من المياه حسب طور نموه، وأي زيادة قد تكون ضارة أكثر منها نافعة لذلك فإن الري غير الرشيد له مساوي من ناحيتين؛ هدر المياه والتي كان من المفروض الاستفادة منها في إنتاج آخر بالإضافة إلى احتمال انخفاض إنتاجية المحصول الذي روي رياً إضافياً.

* في كثير من الأحوال ونسبة لعدم انضباط الريات التي تقدم للمزارع لأسباب عديدة منها عدم توفر المياه فإن المزارعين يلجؤون إلى مضاعفة الكمية التي يأخذونها عندما تتاح لهم المياه عوضاً عن ما فاتهم أو تحوطاً لتأخير في الري القادمة، وبالطبع فإن هذه الكمية الإضافية تذهب هدرًا حيث لكل نبات قدرة محددة لامتصاص المياه وأي كمية زائدة إما تتبخر أو تتسرب إلى خارج منطقة الجذور. بالطبع بعض منها يبقى كرطوبة بالتربة قد يستفيد منه النبات لاحقاً ولكن جزءاً كبيراً من المياه الإضافية تفقد وهذا بالطبع ممارسة غير رشيدة واستخدام غير مرشد للمياه.

* من الممارسات التي تؤدي إلى استخدام غير رشيد للمياه هي الزراعة في غير الموسم المحدد للمحاصيل؛ فكثيراً ما يحدث أن يتأخر المزارع من الالتحاق بالموسم الزراعي حسب الإرشادات البحثية لأسباب عديدة، منها عدم تحضير الأرض أو تأخر توريد الأسمدة والبذور وخلافه وبالطبع فإن هذا سيؤدي إلى عرقلة برنامج الري بالقنوات حسب ما هو محدد له مما يؤدي إلى تدني كفاءة الإمدادات كما أن إنتاجية المحصول الذي تأخر عن الموسم ستكون ضعيفة مما يعني استخداماً غير رشيد للمياه.

* كما هو معلوم فإن لكل محصول متطلبات مناخية محددة ومعلومة كما أن منها ما يتناسب مع ترب معينة ولا يتناسب مع تربة أخرى لذلك فإن زراعة المحاصيل في غير الأوضاع المناخية والتربية المناسبة لها لا تعطي الإنتاجية المطلوبة وهذا يعتبر هدراً للمياه واستخدام غير رشيد له.

* من أساليب ترشيد استخدام المياه اختيار المحاصيل ذات العائد (المالي والاقتصادي) الأكبر للمزارع، ولكن بعض المزارعين يصرون على زراعة محاصيل بعينها لأسباب اجتماعية أهمها ضمان قوتهم من إنتاجهم، فمثلاً ينتج السودان كمية كبيرة من الذرة الرفيعة بالأمطار ولكن يصير المزارع بالمشاريع المروية على زراعة الذرة بمياه سطحية وهي شحيحة أصلاً، ويعتبر هذا استخداماً غير رشيد لهذه المياه.

٢-٣ ضعف الإدارة والتشغيل والصيانة:

إن الإدارة المائية وخاصة في ما يتعلق بالأداء المباشر للمشاريع له الأثر الأكبر في الاستخدام الرشيد للمياه وأي إخفاق في أي من السلسلة الإدارية للمياه يكون له آثار سلبية غير رشيدة كما يلي:

- إن القصور في الإمدادات المائية للمحاصيل والمزارعين مكاناً وزماناً وكمية يؤدي إلى العديد من الآثار السالبة غير الرشيدة.

- انخفاض الإنتاجية الزراعية وهذا يعني انخفاض الإنتاجية لوحدة المياه وهو ما يهملنا في هذا المقام وهذا استخدام غير رشيد.

- الهلع الذي يصيب المزارع مما يؤدي إلى زيادة كمية المياه التي يتم إدخالها للحقل مما يزيد على حاجة النبات وطاقة الحقل (كما سبق أن ذكر) مما يؤدي بالضرورة إلى فواقد وهدر المياه.

- الارتباك الذي يسود نظام التوزيع مما قد يؤدي إلى عطش لبعض الأراضي وغمر زائد لبعضها وكل هذا يؤثر في الإنتاجية ويتسبب في هدر المياه.

- إنّ عدم صيانة شبكة النقل والتوزيع تؤدي إلى هدر وضياح للمياه وهي تعتبر من أهم مظاهر الاستخدام غير الرشيد للمياه وينتج ذلك عادة من الآتي:

* عدم التحكم الدقيق في أبواب القنوات مما يؤدي إلى تسرب وإلى نقص في المياه أمام هذه الأبواب وانخفاض في المناسيب مما يعوق الصرف المطلوب، ويؤدي في نفس الوقت إلى مياه فائضة في خلف الباب والأحباس العليا وما يسبب ذلك في زيادة في المناسيب قد يؤدي إلى كسر الجسور وفقد المياه مع زيادة في معدلات البخر.

* عدم نظافة القنوات من الطمي والأعشاب يؤدي إلى تقليل مقدرة القناة على حمل الكمية المطلوبة من المياه للزراعات القائمة.

* عدم الاحتفاظ بالمناسيب المطلوبة على القنوات يؤدي إلى تقليل التدفق منها إلى الحقل وما يصاحب ذلك من مشاكل تؤثر سلباً على استخدام المياه.

* عدم المراقبة الدقيقة لجسور القنوات من الرشح والتسرب، النشاط لبعض الحيوانات مثل الفئران والزواحف، مما يؤدي إلى ضعف هذه الجسور وتكسرها ويتسبب هذا في هدر المياه مما يعتبر تصرفاً غير رشيد لاستخدام المياه.

٢-٤ ضعف حماية وصيانة الموارد المائية:

إن أي استخدام للمياه يؤدي إلى تدهور نوعية المياه يعتبر استخداماً غير رشيد كما أن أي استخدام لها لا يأخذ في الاعتبار حماية موارد هذه المياه أو إهمالها يعتبر أيضاً استخدام غير رشيد. تتعرض الموارد المائية إلى العديد من مصادر مسببات التدهور الكمي والنوعي، منها الطبيعي مثل العوامل المناخية وانخفاض هطول الأمطار وزيادة التبخر من أسطح المياه المفتوحة في السدود والقنوات وارتفاع درجات الحرارة ولكن كل هذه العوامل المناخية قد يصعب التحكم فيها، وهناك العديد من الأنشطة السكانية التي تؤدي إلى التدهور الكمي والنوعي للموارد المائية وأن أي استخدام دون الأخذ في الاعتبار العمل على تجنب ذلك هو بالتأكيد استخدام غير رشيد وتشمل هذه الأنشطة ما يلي:

* تشهد الدول العربية تخطيطاً عمرانياً كبيراً نتيجة لزيادة السكان وارتفاع معدلات المعيشة وارتفاع الهجرة من الريف للحضر. لقد أدى هذا إلى زيادة الضغط على شبكات توزيع المياه وشبكات الصرف الصحي وبالتالي زيادة معدلات تلوث المياه الجوفية.

* إن النشاط الصناعي الذي تشهده المنطقة العربية وبخاصة الصناعات الصغيرة العشوائية داخل الأحياء والمدن تطرح كمية هائلة من الفضلات المحملة بمواد كيميائية وبعض المعادن الثقيلة السامة مما يؤدي بالضرورة إلى الوصول للمياه الجوفية وتدهور نوعيتها.

* في كثير من الدول العربية تطرح المياه العادمة الواردة من الصرف الصحي والزراعي في المجاري المائية الطبيعية مباشرة دون معالجة. إن استخدام مياه المجاري الطبيعية دون الأخذ في الاعتبار هذه الممارسات والعمل على حماية هذه المصادر يعتبر استخداماً قاصراً وغير رشيد لهذه المياه.

* إن الاستخدام الجائر للموارد المائية الجوفية والذي سبق أن تمت الإشارة إليه يعتبر أيضاً من أساليب التدهور الكمي والنوعي للموارد المائية وبالتالي فهو استخدام غير رشيد.

٢-٥ عدم كفاية قوانين وتشريعات تنظيم استخدام المياه:

إن أي استخدام للمياه دون تغطية قانونية وتشريعية يعتبر استخداماً غير رشيد ويؤدي إلى صراعات حول المياه تؤثر بالتالي على أي استخدام لها، لا بد أن تتضمن قوانين وتشريعات استخدامات المياه ما يلي:

- موقف حقوق المياه وتحديد ملكية المياه بالقطع وهل هي ملكية عامة للدولة أم أن هناك ملكية خاصة للمياه وما هي المياه ذات الملكية الخاصة، وهل المياه الجوفية ملكاً لمالك الأرض التي تقع تحتها المياه أم أن المياه الجوفية حوض كبير لا يحدد حسب حدود الأرض فوقه.

- في حالة الملكية العامة للمياه، وهذا هو الأعم، فلا بد من وضع تشريعات وقوانين ولوائح لتنظيم توزيع هذه المياه ووضع أولويات الاستخدام وعادة ما تكون الأولويات على النحو التالي:

* إحتياجات مياه شرب الإنسان.

* إحتياجات مياه شرب الحيوان.

* الزراعة.

* الصناعة.

* أي إحتياجات أخرى.

- حرم المياه.

يتعين أن تكون للموارد المائية في كل مصادرها من مجارٍ طبيعية وبحيرات وسدود وخزانات وقنوات حرم يسمح بحمايتها وصيانتها وتشغيلها وهي مساحة من الأرض حول هذه المصادر يمنع فيها أي نشاط آخر. إن عدم وجود قانون يحدد حرم للموارد المائية يؤدي إلى العديد من المشاكل والنزاعات ويؤثر سلباً على استخدام هذا المورد.

- قانون حماية وصيانة الموارد المائية:

لابد أن يكون هناك قانون يحمي هذا المورد من التدهور الكمي والنوعي وعدم وجود مثل هذا القانون يعتبر قصوراً وأي استخدام في ظل عدم وجود هذه القوانين استخدام غير رشيد.

إن عدم وجود هذه القوانين وأي قوانين تساعد على تنظيم ورفع كفاءة الاستخدام يعتبر قصوراً وأن أي استخدام في أوضاع كهذه استخدام غير رشيد.

قد يكون من السهل إصدار القوانين واللوائح والتشريعات واللوائح المناسبة والملائمة لضمان استخدام رشيد للمياه ولكن تكمن المشكلة الحقيقية في قبول المعنيين من المستفيدين بهذه القوانين التي تحد من صلاحياتهم وحريتهم في أي استخدام للمياه دون مراعاة أن يكون رشيداً أو غير رشيد، وكل الشواهد والتجارب الإنسانية تشير إلى النزعة العامة ضد مثل هذه القوانين والاتجاه نحو عدم احترامها لذلك تبقى هذه القوانين غير فاعلة ما لم تصبحها آليات مناسبة للعمل على تنفيذها وجزاءات مناسبة لكل مخترق لهذه القوانين.

إن المفهوم العام لمهام الدولة هو تحقيق الرفاهية للجميع وعليه في مجال استخدام الموارد المائية العمل على الاستخدام الأمثل الرشيد لهذه المياه لخدمة الجميع، وإصدار والتشريعات المتطورة التي ترفع خدمة المجتمع عامة دون خصوصية.

إن عدم وجود مثل هذه التشريعات المهمة سيقود حتماً إلى نزاعات وصراعات على المياه كما يحدث بشكل كبير بين الرعاة على نقاط المياه مما يؤثر سلباً على كفاءة استخدام هذه المياه وأن أي استخدام في ظل هذه الأوضاع هو استخدام غير رشيد، كما أن مياه الأنهر والمجاري المائية ما لم يتم تنظيمها قانونياً فهو قطعاً سيقود إلى هدر لها وعدم استخدام رشيد. هذا بالطبع ينطبق أكثر على الموارد المائية المشتركة بين الدول، فعدم وجود اتفاقيات وقانون لتنظيم هذه الموارد سيقود حتماً إلى صراعات بين الدول واستخدام غير رشيد للمياه، حيث يصعب على الدولة أن تخطط وتستثمر مواردها المشتركة في غياب مثل هذه الاتفاقيات والقوانين.

٢-٦ ضعف التدريب والتأهيل:

كسائر النشاطات الإنسانية فإن الاستخدام الرشيد للمياه يتطلب التأهيل والتدريب اللازم للتأكد من حسن استخدام المياه والحد من الهدر غير المبرر، ومن المؤكد أن أي استخدام للمياه بواسطة كواادر غير مؤهلة ومتدربة يعتبر استخداماً غير رشيد، فالكواادر غير المدربة كثيراً ما تؤدي تصرفاتها غير المدروسة وغير المعتمدة على خبرة وتأهيل بخاصة في أوقات الأزمات والأوضاع الطارئة تؤدي إلى مشاكل في التوزيع وحفظ المناسيب والتصرفات الخاطئة وبالتالي انخفاض في الكفاءة وهذا يعني استخداماً غير رشيد.

٧-٢ عدم مواكبة البحوث المائية لمتطلبات الاستخدام الرشيد:

في المجتمعات المتقدمة تكون البحوث في كل المجالات على صلة لصيقة مع كل الأنشطة المعنية لمتابعة المشاكل والمعوقات والعمل على إيجاد الحلول العلمية اللازمة لها من أجل رفع كفاءتها وهذا ما نفقده في مجال استخدام الموارد المائية العربية. قد نجد الحل لكل المعوقات والمشاكل التي أدت إلى عدم الاستخدام الرشيد للمياه المذكورة أعلاه من خلال البحوث العلمية والتطبيقية.

٨-٢ عدم الاهتمام بالتوعية المائية:

تكتسب عملية التوعية أهمية خاصة في العالم العربي نظراً لندرة المياه وتفاقم المشكلات والتحديات التي تواجه الموارد المائية العربية والعوامل العديدة التي أدت إلى الوضع الحرج للمياه مع عدم إدراك المستفيدين للمياه بهذه التحديات حيث تشمل التحديات ما يلي:

* تقع معظم الأراضي العربية في النصف الشمالي من المنطقة المدارية التي تتميز بمناخ جاف وما يصاحب ذلك من شح في الموارد المائية وارتفاع في معدلات متطلبات المياه بخاصة للنبات بالإضافة إلى معوقات ومشاكل الموارد المائية المشتركة التي تم التعرض لها سابقاً.

* الارتفاع الكبير في هدر المياه نتيجة للاستخدامات غير الرشيدة التي تمت مناقشتها سابقاً مما أدى إلى ارتفاع شديد في استهلاك المياه العربية حيث بلغت حوالي ٧٦,٥% من الموارد المائية الكلية مقارنة بحوالي ٧,٥% بالنسبة للعالم أي أن الاستخدام العربي يبلغ عشر مرات نسبة الاستخدام العالمي وتقدر نسبة الهدر أو الاستخدام غير المبرر وغير المنتج حوالي ٤٠% من جملة الموارد المائية العربية وهذه نسبة كبيرة في أوضاع مائية حرجة كالتى تواجهها المياه العربية.

* ينتج الوطن العربي حوالي ٦٠% فقط من احتياجاته الغذائية ويستورد الباقي في حين الأراضي الصالحة للزراعة تقدر بحوالي ١٨٧ مليون هكتار يروى منها فقط حوالي ١٤,٥ مليون هكتار لعدم توفر المياه اللازمة.

* النمو السكاني المتصاعد حيث يبلغ معدل الزيادة السكانية حوالي ٢,٨% سنوياً وتعتبر من أعلى المعدلات في العالم.

* انتشار الأمية وبخاصة في الريف حيث تصل إلى ٧٢%.

* انتشار الممارسات والمفاهيم الخاطئة والقيم والثقافات المتوازنة السلبية عن وضع المياه وكيفية التعامل معها.

* تدني الدخل في الزراعة العربية حيث يعاني المزارع العربي ضائقة اقتصادية بسبب ارتفاع تكاليف الإنتاج بسبب تدني الكفاءة مع المنافسة مع منتجات عالمية قليلة التكلفة بسبب ارتفاع كفاءة استخدام المياه.

إن هذا الوضع يتطلب جهوداً جبارة لتفادي عواقبه وتمثل التوعية المائية أحد أهم عناصر هذه الجهود حيث يجب توعية المواطنين عامة والمستخدمين للمياه خاصة بحرج الوضع المائي العربي والكوارث التي ستلحق بالأوضاع الاقتصادية والاجتماعية العربية إذا لم يتم تفادي هذا الوضع، فهم ما زالوا غير ملمين بالوضع بالشكل الكامل الذي يحركهم نحو الشعور بالمسؤولية اتجاه المحافظة على المياه والتفاعل الايجابي مع هذه الأوضاع وهذا الواقع المرير للمياه العربية لهذا فان الاستخدام الحالي للمياه بدون هذه التوعية يعتبر استخداماً غير رشيد.

حيث يسود شعور لدى العديد من فئات المجتمع خاص ببعض المزارعين العرب بأن المياه هي إحدى المصادر الطبيعية وهي متوفرة بكثرة وهي غير قابلة للنضوب ومن ثم يدفعهم هذا الإحساس إلى استخدام المياه بصورة عشوائية غير رشيدة، كما وأن القناعة لدى البعض بأن الترشيد في استخدام المياه من قبل الفرد الواحد مهما كان حجم ذلك الاستخدام لا يؤثر كثيراً في الحجم الكلي للمياه، وهذا فهم خاص لابد من التصدي له حيث إن الهدر المائي البسيط في نظر الفرد يصبح ضخماً للغاية لكل الاستخدامات غير الرشيدة لكل الأفراد ومن هنا يأتي دور التوعية وترسيخ مفاهيم الأمن المائي وإتباع المنهج المتكامل في معالجة مشاكل العرض والطلب بتنظيم أكثر للطلب.

كفاءة وتجانس الري Irrigation Efficiency and Uniformity

إعداد

د. مصدق جانات

هيئة الطاقة الذرية السورية- قسم الزراعة

دائرة الري والمقننات المائية

الجمهورية العربية السورية

زيادة كفاءة استخدام المياه في الزراعة:

يقع العالم العربي تحت خط الفقر المائي ويعاني من عجز كبير في موارده المائية التقليدية هذا العجز سوف يتفاقم مع الزمن نتيجة الزيادة الكبيرة في عدد السكان وعدم القدرة على تطوير أو إيجاد مصادر متجددة أو جديدة أو التطوير الأمثل للمصادر المائية المتاحة. هذه المشكلة إذا ما تفاقمست فستؤدي حتماً إلى نشوء أزمات كبيرة تهدد الدول العربية وعلى الأخص تلك التي تعاني من تفاقم مشكلة نقص الموارد المائية لديها، مما يؤدي إلى إعاقة تطورها الاقتصادي والاجتماعي والصناعي والزراعي وبالتالي ستتعاكس المشكلة على كافة القطاعات الفاعلة في الدولة أو الدول المتأثرة بهذه المشكلة. لذا كان لابد من التفكير بالحلول الواقعية القابلة للتطبيق لتجاوز أزمة العجز المائي بهدف متابعة مسيرة التنمية.

إن إيجاد الحلول عملية ليست بالبسيطة بل هي بحد ذاتها عملية معقدة تتطلب مجموعة من الحلول المنطقية والقابلة للتطبيق على المدى القصير أولاً ثم على المدى البعيد ثانياً لكي نتمكن من تلمس الآثار الإيجابية لهذه الحلول. سوف نناقش في هذه المحاضرة أحد أهم الحلول وهو زيادة كفاءة مياه الري كون القطاع الزراعي هو المستهلك الأكبر للموارد المائية في العالم العربي، وأي ترشيد للمياه المتاحة للقطاع الزراعي سوف ينعكس إيجابياً وبشكل سريع على الواقع المائي الراهن. ولمناقشة هذا الموضوع لابد أولاً من معرفة طرق الري المستخدمة في ري المحاصيل المروية في العالم العربي. وقبل ذلك لابد من تعريف الري أولاً.

يعرف الري على أنه إضافة المياه إلى التربة لتعويض رطوبة التربة المستنفذة بواسطة المحاصيل المزروعة وذلك إما تعويضاً كلياً أو جزئياً. وهناك تعريف أشمل للري كون هذه العملية لا تقف عند موضوع تعويض رطوبة التربة المستنفذة وإنما تتعداها إلى موضوع أشمل وأوسع إذ يعرف الري أيضاً على أنه إضافة المياه إلى التربة والمحصول كنظام واحد من أجل تحقيق واحدٍ أو أكثر من الأغراض التالية:

١ - لإضافة مياه الري الضرورية لنمو المحصول المزروع وتعويض رطوبة التربة المستنفذة.

٢ - لتأمين وسط بيئي محيط أكثر ملاءمة لنمو المحصول عن طريق تبريد سطح التربة وتبريد النبات والجو المحيط ورفع الرطوبة النسبية ضمن المنطقة القريبة من النبات.

٣ - لغسل الأملاح المتراكمة على سطح التربة ومن منطقة انتشار المجموع الجذري والحد من تطور ظاهرة الملوحة.

٤ - لزيادة الإنتاج وتحسين نوعيته.

٥ - للإقلال من تأثير الإجهادات المائية على المحاصيل المزروعة بعلاً أثناء فترات الجفاف القصيرة عن طريق إعطاء هذه المحاصيل رية أو أكثر (الري التكميلي).

٦ - للإقلال من تأثير الصقيع والتخفيف من حدته.

٧ - تأخير تفتح البراعم الزهرية والخضرية وتأخير الإزهار ونضج الثمار في فترات تقدم موجات حارة غير متوقعة وذلك بالاستفادة من ظاهرة التبريد الناجم عن تبخر المياه.

٨ - لتسريع إنبات البذور المزروعة ورفع نسبة الإنبات.

٩ - لتحسين بناء التربة قبل وبعد عمليات الفلاحة.

١٠ - للقضاء على الأعشاب عن طريق ري التربة والسماح لبذور الأعشاب بالنمو ومن ثمّ فلاحتها قبل الزراعة.

إنّ جميع هذه الأغراض تمّ تحقيقها عن طريق الري الذي مارسه الإنسان منذ القدم مستفيداً من جميع المصادر الطبيعية المتاحة مثل الهطولات المطرية بأشكالها المتعددة (الضباب، الندى، مياه الفيضانات)، الأنهار، البحيرات، المياه الجوفية، السدود ومياه المصارف ومياه الصرف الصحي المعالجة.

طرق الري:

من الممكن أن يتم الري بعدة طرق مختلفة إضافة إلى الهطولات المطرية بأشكالها، ومن أهم هذه الطرق:

١ - الري السطحي بكافة صورته وأشكاله.

٢ - الري بالرش.

٣ - الري بالتقسيط.

تعتبر عملية اختيار طريقة الري المناسبة عملية مهمة جداً وتعتمد بشكل رئيس على:

١ - الأرض.

٢ - المناخ.

٣ - مياه الري المتاحة.

٤ - المحصول المزروع واحتياجاته المائية.

٥ - اعتبارات اقتصادية.

كذلك فإنّ هناك العديد من الاعتبارات والعوامل المهمة الواجب أخذها بعين الاعتبار عند اختيار طريقة الري، من هذه العوامل نذكر:

١ - بناء التربة وقوامها.

٢ - نفاذية التربة.

٣ - سعة التربة للاحتفاظ بالماء.

٤ - المائدة المائية.

٥ - المسامية.

٦ - عمق التربة المراد ريها وميل الأرض.

٧ - أمور بيئية.

٩ - توفر مياه الري ونوعيتها.

١٠ - الحالة الخصوبية للتربة.

١١ - المحصول المراد ريه.

١٢ - عوامل مناخية.

١٣ - مدة الري وتكرارية الري.

١٤ - التكلفة الاقتصادية وعوامل تقنية فنية.

سنتكلم عن واقع طريقة الري السطحي كونها السائدة في العالم العربي والتي يمكن تلخيصها

بالتالي:

١- الري السطحي ويشمل الري بالتطويق والأحواض الكبيرة والصغيرة والري بالخطوط. في هذه الطريقة وهي الشائعة في العالم العربي يكون الفاقد في مياه الري كبيراً ويبدأ الفقد ابتداءً من المصدر المائي ثم قنوات نقل المياه إلى الحقول وضمن قنوات الري في الحقل نفسه. والمصدر الثاني لفقد المياه هو الرشع عبر قنوات الري أولاً، ثم تسرب مياه الري ضمن الحقل بعيداً عن منطقة انتشار الجذور، والخسارة هنا ليست في مياه الري إنما هي خسارة مزدوجة كون أن مياه الري المتسربة أو الراشحة بعيداً عن منطقة انتشار الجذور لا تعبر تلك المنطقة بمفردها بل تذهب وبرفقتها العديد من العناصر الغذائية وعلى رأسها الأزوت بشكله النتراتي. كذلك هناك صورة أخرى لفقد المياه تتمثل بالبخر من أقبية الري والحقول المروية بحد ذاتها، فإذا ما علمنا أن متوسط التبخر من الحقول المروية يتجاوز ٧ ملمترات/يوم في فصل الصيف (أخذين بعين الاعتبار فصل الصيف بكامله والمناطق الحارة والمعتدلة) فمن هنا نستطيع معرفة كمية مياه الري المفقودة عن طريق التبخر، وبخاصة إذا علمنا أن طريقة الري السطحي تتطلب ترطيباً كاملاً لسطح التربة تقريباً وبالتالي يكون كامل السطح معرضاً لفقد الماء منه عن طريق التبخر، إضافة إلى الجريان السطحي خارج حدود الحقل بسبب عدم تسوية الأراضي الزراعية، وكذلك الفقد نتيجة عدم تجانس الري إضافة إلى احتمالات الفقد من أقبية الري وخزانات المياه. وتشير معظم الدراسات التي هدفت إلى تقييم كفاءة استخدام مياه الري أن هذه الكفاءة لا تزيد في أفضل حالاتها على ٤٥%.

وفي حالات أخرى لا تصل هذه الكفاءة إلى أكثر من ٢٠% وهذا يعني أننا نفقد ما بين ٥٥-٨٠% من مياه الري ومعظم هذه المياه من المياه جيدة النوعية. وتشير التقديرات إلى أن كمية مياه الري المستخدمة في العالم العربي لري المحاصيل الزراعية تبلغ أكثر من ٢٠ مليار م^٣/سنة وأن مساحة الأراضي المروية بالطريقة السطحية التقليدية تصل إلى ما بين ٩٠-١٠٠% من مساحة الأراضي المروية في الدول العربية مع بعض الاستثناءات مثل الأردن وتونس ومصر. وحالياً في سوريا تبنت الحكومة من خلال مجموعة قرارات استراتيجية تقنيات الري الحديث والري السطحي المطور وسنت التشريعات اللازمة لتطبيق هذه التقنيات مما أدى إلى تحول العديد من المزارعين وبخاصة مزارعي البطاطا والشوندر السكري والبندورة والمحاصيل الصيفية إلى طرق الري الحديث وبخاصة منها الري بالتنقيط والرش. ومع ذلك يبقى الفاقد كبيراً في مياه الري ومن الواجب بل أصبح ضرورياً ترشيد استعمال مياه الري للحد من الهدر منه واستعمال الفائض نتيجة عملية الترشيح في التوسع الأفقي للزراعة، بغية تحقيق زيادة في الإنتاج الزراعي والاقتراب من الاكتفاء الذاتي أو على الأقل توفير هذا الفائض للأجيال اللاحقة وإعطاء أصحاب القرار

فرصة للتفكير ملياً بالآلية المناسبة لحث المستفيد النهائي (المزارع) على إتباع تقانات الري الحديث كوسيلة وحيدة لري محاصيلهم الزراعية بغية زيادة كفاءة استخدام مياه الري وترشيد استخدام هذا المورد الحيوي المهم. كما أنه بات ضرورياً إتباع طرق علمية سليمة لحساب المقننات المائية اللازمة وخاصة للمحاصيل الاستراتيجية المروية والتي تزرع على نطاق واسع وجدولة الري بحيث يصبح الهدر في مياه الري في حدوده الدنيا. ويبين الجدول رقم (١) النسبة المئوية لطرق الري المستخدمة في الوطن العربي حتى عام ١٩٩٤.

٢- الري بالرش.

٣- الري بالتنقيط.

الجدول رقم (١)
النسبة المئوية لطرق الري المستخدمة في
الوطن العربي حتى عام ١٩٩٤

القطر	%		
	الري السطحي	الري بالرش	الري بالتنقيط
السودان	١٠٠	—	—
مصر	٨٢	٨	١٠
الأردن	٨٢	٨	٦٠
المغرب	٨٥	١٣	٢
عمان	٩٤	٣	٣
السعودية	٣٤	٦٤	٢
سوريا	٩٧	٢	١
تونس	٨١	١٧	٢

وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية ١٩٩٤.

والواقع أن هذه النسب قد تغيرت كثيراً خاصة في مصر وسوريا وتونس وذلك بسبب تنبّه العديد من الدول العربية إلى أهمية تقنيات الري الحديث ونتيجة تطور البحث العلمي في هذا المجال. يبين الجدولان رقم (٢) و (٣) كفاءة استعمالات المياه ليعطى المحاصيل الزراعية في سورية وقطر.

جدول رقم (٢)
مقارنة الاستهلاك المائي وكفاءة استعمالات المياه وفقاً
لطريقة الري السطحي وطرق الري الحديث في قطر

المحاصيل	الاستهلاك المائي م ^٣ /هـ		توفير المياه	الإنتاج طن/هـ		كفاءة استعمال المياه كغ/م ^٣ /هـ		الكفاءة النسبية لاستعمال المياه
	الري السطحي	الري السطحي المحسن		%	الري السطحي	الري السطحي المحسن	الري السطحي	
البندورة	١٦٠٠٠	١١٠٠٠	٣١,٣	٣٠	٧٠	١,٨٨	٦,٣٦	٣٣٨,٣
البصل	١٥٠٠٠	١٢٠٠٠	٢٠,٠	١٥	٤٥	١,٠	٣,٠	٣٠٠
الملفوف	١٠٠٠٠	٧٥٠٠	٢٥	٢٥	٥٠	٢,٥٠	٥,٠	٢٠٠
الزهرة	٩٠٠٠	٧٥٠٠	١٦,٧	١٦	٢٠	١,٨٨	٢,٦	١٣٨
الكوسا	٧٠٠٠	٥٠٠٠	٢٨,٦	٢٥	٣٥	٣,٥٧	٧,٠	١٩٦
البامياء	٢٥٠٠٠	١٦٠٠٠	٣٦,٠	٨	١٤	٠,٣٢	١٠,٩	٢٧٥
الباذنجان	١٣٥٠٠	٩٠٠٠	٣٣,٣	٣٠	٥٥	٢,٢٢	٦,١	٦١٠

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية - دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية ١٩٩٦.

جدول رقم (٣)
مقارنة الاستهلاك المائي وكفاءة استعمالات المياه وفقاً
لطريقة الري السطحي وطرق الري الحديث في سوريا

المحاصيل	الاستهلاك المائي م ^٣ /ها		توفير المياه	الإنتاج طن/ها		كفاءة استعمال المياه كغ/م ^٣ /ها		الكفاءة النسبية لاستعمال المياه
	الري السطحي	الري بالتنقيط		%	الري السطحي	الري بالتنقيط	الري بالتنقيط	
القطن	١٤٧٣٩	٤٧٦٨	٦٧	٣٢٩١	٤٥٥٤	٠,٢٢	٠,١٦	٤٣٦
بطاطا ربيعية	٨٤٦٠	٤٧٧٥	٤٤	٤٤	٥٣	٥,٢	١١	٢١٢
بطاطا خريفية	٧٦٣٢	٣٦٤٣	٥٢	٢٧,٥	٣٤	٣,٦	٩,٣	٢٥٩
شوندر سكري	٨٦٢٣	٨٠٦٩	٦,٤	٨٨	٦٥,٥	١٠,٢	٨,١	*١٢٥

* بالنسبة للشوندر السكري العمود الأول يمثل ري بالرش (القيمة الأولى) العمود الثاني يمثل ري بالتنقيط (القيمة الثانية). منشورات هيئة الطاقة الذرية السورية- قسم الزراعة- دائرة الري والمقننات المائية. ٢٠٠٢-٢٠٠٥

وفي ضوء هذه النتائج لابد من التأكيد على ضرورة تبني تقنيات الري الحديث بحيث تشكل حقيقة الحد من الهدر وترشيد استخدام مياه الري حجر الأساس لمرتكز السياسة المائية في العالم العربي وبناءً على ذلك سوف نتحدث عن زيادة كفاءة وتجانس الري.

يعتبر مشروع الري مشروعاً رائداً وجيداً إذا صُمم أساساً بطريقة يتم من خلالها إيصال كمية مياه الري وفقاً للمقننات المائية المدروسة للمحصول المراد ريه وإلى الأرض المراد ريه بأقل فقد ممكن للمياه وأعلى كفاءة ممكنة للري. ويعتبر الرش بعيداً من منطقة انتشار الجذور، والتبخر من سطح التربة والجريان السطحي والتسربات من الوصلات والأنابيب من أهم مصادر فقد مياه الري وأكثرها تأثيراً في انخفاض كفاءة الري.

إنّ التصميم الجيد والإدارة المناسبة لأي مشروع ري يتطلب فهماً كافياً للعديد من المفاهيم المتعلقة بكفاءة الري وتجانس توزيع مياه الري.

تجانس توزيع مياه الري:

يعرّف تجانس الري على أنه إضافة مياه الري بشكل متجانس ومنتظم ومتساوٍ للحقل المراد ريه وبشكل يكون توزيع المياه منتظماً في كامل الحقل المروي وهو يعبر بالواقع عن أداء نظام الري المستخدم في الري:

رياضياً يمكن التعبير عن تجانس توزيع مياه الري بالشكل التالي:

متوسط عمق المياه الراشحة في الربع الأخير من قطاع التربة

$$Du = \frac{\text{متوسط عمق المياه الراشحة}}{\text{متوسط عمق المياه الراشحة في الربع الأخير من قطاع التربة}}$$

$$Du = \frac{\overline{X}_{LQ}}{\overline{X}} \times 100 \quad (I)$$

وكلما كان تصميم نظام الري جيداً ومتكاملاً كلما كان توزيع مياه الري أكثر تجانساً، وكان المحصول المروي أكثر استجابة للري. إذ يسبب عدم تجانس الري إلى تعرض بعض المناطق في الحقل إلى إجهادات مائية (التعطيش) نتيجة عدم وصول كميات كافية من مياه الري، إلا في حال إضافة كميات زائدة من مياه الري بغض النظر عن الحاجة إليها، وتعرض مناطق أخرى في نفس الحقل إلى زيادة الري، وبالتالي تعرض النباتات إلى نقص في التهوية، وبالتالي موت النباتات أو تقزمها نتيجة لسوء التهوية ونقص الأوكسجين، وبالتالي اختناق النباتات والبادرات. والمثال التالي يبين كيفية حساب تجانس توزيع الري في الحقل.

مثال:

تمّ قياس عمق المياه الراشحة في حقل مروي في عشرين منطقة من الحقل، وقد بيّنت نتائج القياس التالي:

عمق المياه الراشحة (سم) ضمن الحقل المروي.

٤,	٣,	٣,	٣,
٣,	٣,	٣,	٣,
٢,	٢,	٢,	٣,
٩	٩	٦	٠
٣,	٣,	٢,	٢,
٨	١	٧	٥
٤,	٣,	٣,	٤,

ما هو تجانس توزيع مياه الري لهذا الحقل؟

الحل:

متوسط عمق المياه الراشحة لأخفض ٥ نقاط في الحقل:

$$\frac{2.9 + 2.9 + 2.6 + 2.7 + 2.5}{5}$$

$$\bar{X}_{LQ} = \frac{13.6}{5} = 2.72 \text{ cm}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{4.5 + 3.6 + \dots + 4.0}{20} = \frac{71.8}{20} = 3.59 \text{ cm}$$

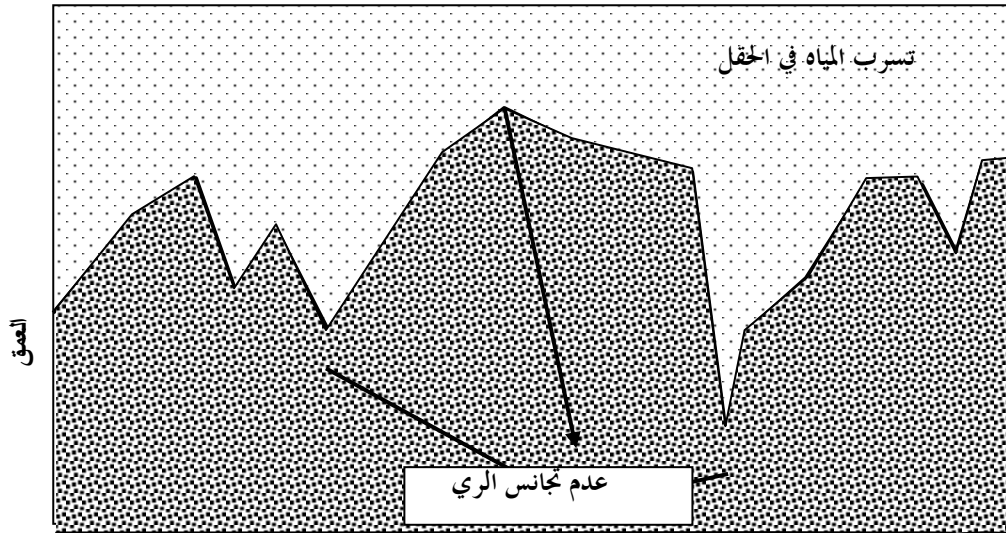
$$Du = \frac{2.72}{3.59} \times 100 = 75.8\%$$

إنّ مفهوم عدم تجانس الري يعني وجود تفاوت في كمية مياه الري الواصلة إلى بقع مختلفة من الحقل وبالتالي الراشحة إلى منطقة الجذور. إنّ عدم تجانس الري يمكن ملاحظته تحت جميع طرق الري والري السطحي بشكل خاص إذ يُلاحظ أيضاً تحت ظروف الري بالرش أو التنقيط نتيجة انسداد المرشات أو النقاطات مما يؤدي إلى ازدياد الضغط في أماكن معينة في شبكة الري بالرش

أو بالتنقيط وبالتالي زيادة كمية المياه المُضافة في هذه المنطقة، وبالنتيجة وكتحصيل حاصل انخفاض كمية المياه المُضافة في مناطق أخرى حيث النقاطات أو المرشات مغلقة جزئياً أو كلياً وهذا يؤدي بالطبع إلى عدم تجانس الري وبالتالي يؤدي إلى تفاوت تفاوتاً في النمو.

أيضاً عند الري بالخطوط فإنّ عدم تجانس الري ينجم غالباً نتيجة مكوث المياه فترة أطول عند بداية الخط مقارنة بنهاية الخط، وبالتالي فإنّ كمية المياه الراشحة عند بداية الخط تكون أعلى من مثيلاتها في نهاية الخط، مما يؤدي إلى عدم تجانس في رشح مياه الري إلى منطقة انتشار الجذور وعدم تجانس في توزيع مياه الري. نفس العملية تحدث أيضاً عند الري بالأحواض أو بالغمر. والشكل رقم (١) يُظهر مقطعاً عرضياً في قطاع التربة مظهرأ فيه عدم تجانس توزيع مياه الري.

مقطع عرضي في الحقل



الشكل رقم (١)
مفهوم عدم تجانس الري

كفاءة الري (Irrigation Efficiency (IE):

كفاءة الري عبارة عن إجراء لوصف أداء أي نظام ري تمّ تصميمه وتركيبه لإيصال مياه الري من المصدر المائي إلى الحقل المُراد ريه.

وعادةً فإنّ تقييم كفاءة الري يبدأ من المصدر المائي مروراً بأنابيب نقل المياه، إذا كان النظام مغلقاً، أو أفنية الري إذا كان مفتوحاً، وانتهاءً بنقطة إضافة مياه الري إلى المحصول المُراد ريه.

لذلك تُعرّف كفاءة الري لنظام ري ما على أنه نسبة مياه الري التي تمت الاستفادة منها إلى الكمية الكلية لمياه الري المُضافة.

هذا الاصطلاح في الواقع يضم في طياته جملة من المكونات يجب معرفتها وتقييمها بشكل منفرد أولاً ومن ثمّ فإنّ تكامل هذه المكونات يعطي فكرة عن كفاءة مياه الري، وتتضمن مكونات كفاءة مياه الري ما يلي:

١ - كفاءة تخزين المياه Water-storage efficiency.

٢ - كفاءة نقل المياه Water-conveyance efficiency.

٣ - كفاءة إضافة المياه Water-application efficiency.

٤ - كفاءة توزيع المياه ضمن الحقل Water-distribution efficiency.

رياضياً يمكن تعريف كفاءة الري على أنها:

$$IE = \left(\frac{I + L}{S} \right) \times 100 = \text{كفاءة الري}$$

حيث:

IE: كفاءة الري.

I : الاحتياجات المائية للمحصول المروي.

L : احتياجات الغسيل.

S : كمية مياه الري الكلية الواصلة للحقل.

وفي حالات معينة وعند وجود رشح إلى ما بعد منطقة الجذور أو جريان سطحي أو رشح من الأفنية والوصلات ما بين الأنابيب فإنّ كفاءة الري يمكن تعريفها على الشكل التالي:

$$IE = \frac{S - (DP + RO + O)}{S} \times 100$$

حيث:

DP : الكمية الكلية الراشحة إلى ما بعد منطقة انتشار الجذور.

RO : الكمية الكلية لمياه الجريان السطحي.

O : الكمية الكلية الفاقد نتيجة الري (وصلات - أفنية مفتوحة أو تسرب خارج الأفنية..).
والمثال التالي يبين كيفية حساب كفاءة ماء الري لمشروع ما.

مثال:

احسب كفاءة الري لمشروع ري ذرة صفراء وقطن، علماً أن التدفق المائي من المصدر ٢٠٠٠ لتر/دقيقة.

مساحة الذرة الصفراء ٠,٥ هكتار والقطن ٠,٧ هكتار.

الماء المتاح للذرة: RAW = ٩ cm.

الماء المتاح للقطن: RAW = ١٢ cm.

تجانس إضافة الري:

تمت إضافة ٩ سم لكامل المساحة المزروعة بالذرة الصفراء.

تجانس إضافة الري:

تمت إضافة ١٢ سم لكامل المساحة المزروعة بالقطن.

احتياجات الغسيل O =

ما هي كفاءة الري للحقلين؟

الحل:

$$IE = \frac{I + L}{S}$$

$$S = 2000 \text{ L/min} \left[\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \right] (24 \text{ h}) \left[\frac{m^3}{1000 \text{ L}} \right]$$

$$S = 2880 \text{ m}^3$$

$$I = [(9 \text{ cm}) (0.5 \text{ ha}) + (12 \text{ cm}) (0.7 \text{ ha})] \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \left[\frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} \right]$$

$$= \frac{4.5 + 8.4}{100} (10000) = 1290 \text{ m}^3$$

$$IE = \left[\frac{1290m^3}{2880m^3} \right] 100 = 44.8\%$$

إذن ٤٤,٨٪ من الماء المُستجر من المصدر المائي وصل إلى الحقل واستفاد منه النبات لتعويض ET في حين فقد من الماء المستجر ٥٥,٢٪ على شكل رشح عميق أو جريان سطحي أو تبخر من الأقبية أو نتيجة الفواقد في الوصلات وأقبية الجر.

الاستخدام المفيد لمياه الري:

يُعرّف الاستخدام المفيد لمياه الري بأنه الماء الذي يؤثر على الإنتاج الزراعي المروي بشكل مباشر، كما هو موضح أدناه.

الاستخدامات المفيدة لمياه الري: التبخر - نتح. إزالة الأملاح. السيطرة على المناخ السائد مثل تبريد سطح التربة أو النبات. تجهيز التربة مثلاً لتسهيل الفلاحة.
الاستخدامات غير المفيدة لمياه الري: الرشح العميق. الريان السطحي خارج الحقل.

يتضمن الاستخدام المفيد لمياه الري الماء المستجر لتعويض الفاقد عن طريق المحصول المزروع بالبخر - نتح (ET)، تبريد سطح التربة، الماء المضاف للحماية من الصقيع، غسيل الأملاح إلى ما بعد منطقة انتشار الجذور، الماء المستخدم لإنبات بذور الأعشاب البرية، الماء المضاف لتهيئة التربة للعمليات الزراعية وبخاصة الفلاحة وتحضير مراقد البذور، وأخيراً إضافة الماء من أجل تخزينه في التربة للمحاصيل اللاحقة.

أمّا الاستخدام غير المفيد لمياه الري فيتضمن الريان السطحي لمياه الري، الرشح العميق إلى ما بعد منطقة انتشار الجذور، إضافة كميات زائدة من مياه الري للحفاظ على نوعية مياه معينة أو

محددة في قنوات الصرف الزراعي، الرشح العميق غير المنتظم بسبب عدم تجانس الري، الفقد بسبب التسربات من الأنابيب والأقنية والوصلات، التبخر من أقنية الري المكشوفة.

إنَّ معرفة الفرق ما بين الاستخدام المفيد وغير المفيد لمياه الري يساعد كثيراً على تقييم نظم الري وإجراء دراسة دقيقة لكفاءة الري وبخاصة إذا حُسبت المكونات الرئيسية لكفاءة الري كلاً على حدة ومن ثمَّ تمَّ تقييم الكفاءة الكلية للري من خلالها، لذلك ومن أجل تقييم أفضل لأداء نظام ري ما فإنه دائماً يفضل إذا توفرت المعطيات اللازمة الأخذ بعين الاعتبار جميع المكونات الأساسية لكفاءة الري مما يسمح للمشرف الفني تفصي أسباب التقصير في المكان المناسب أو الموقع المحدد من نظام الري. كذلك فإنَّ ذلك يساعد على تقييم أداء جميع أجزاء نظام الري كلاً على حدة ومعرفة مصادر الخلل والعمل على تلافي الأخطاء وإصلاح الأعطال.

ومن أهم المكونات الرئيسية لكفاءة الري نذكر كفاءة تخزين الخزان المائي عند المصدر، Reservoir storage efficacy (Er)، كفاءة نقل المياه، Conveyance efficiency (Ec)، وكفاءة إضافة مياه الري، Application efficiency (Ea):

$$IE = \left(\frac{Er}{100}\right)\left(\frac{Ec}{100}\right)\left(\frac{Ea}{100}\right)100$$

IE : الكفاءة الكلية للري %.

Er : كفاءة التخزين %.

Ec : كفاءة النقل %.

Ea : كفاءة الإضافة %.

ويمكن حساب كفاءة كل مكون على حدة كما ذكرنا على الشكل التالي:

كفاءة تخزين الخزان المائي (Er) Reservoir storage efficacy: وتعرّف على أنها كمية الفقد الكلي من المياه المخزنة في الخزان بسبب التسرب العميق والرشح والتبخر من المسطح المائي منسوبة إليه كامل كمية المياه الواصلة إلى الخزان خلال فترة زمنية معينة تسمى بـ زمن التخزين.

$$Er = 100\left(1 - \frac{Vs + Ve}{Vi}\right) = 100\left(1 - \frac{Vo + \Delta s}{Vi}\right)$$

Vs : حجم الماء المفقود بسبب التسرب العميق (م³).

V_e : حجم الماء المفقود بسبب التبخر (م^٣).

V_i : حجم الماء الكلي الواصل إلى الخزان أثناء فترة التخزين (م^٣).

V_o : حجم الاسترجار المائي من الخزان خلال فترة زمنية معينة (م^٣).

Δs : التغير في مستوى الماء المخزون في الخزان المائي خلال فترة محددة نسبة إلى بداية التخزين الأساسية، قيمتها سلبية عند تعويض النقص (م^٣) وإيجابية عند استرجار الماء من الخزان (م^٣).

مثال:

تم تحويل كمية من المياه إلى الخزان المائي بمعدل ٤٠٠٠ ل/دقيقة، والتغير في مستوى الماء المخزون في الخزان ٩٥٠ م^٣.

$$\Delta s = 950 \text{ m}^3$$

بما أن قيمة Δs إيجابية أي يجب ضخ هذه الكمية للعودة إلى الحالة الأساسية للتخزين في الخزان المائي. ما هي كفاءة التخزين في الخزان المائي خلال فترة ٢٤ ساعة إذا كان معدل الضخ من الخزان إلى الحقل بمعدل ٢٩٠٠ لتر/دقيقة.

$$V_i = \left(\frac{4000L}{\text{min}}\right)\left(\frac{24hr}{1}\right)\left(\frac{60\text{min}}{1hr}\right)\left(\frac{1m^3}{1000L}\right)$$

الكمية الكلية للمياه الواردة إلى الخزان:

$$V_i = 5760 \text{ m}^3 / \text{day}$$

$$V_o = \left(\frac{2900L}{\text{min}}\right)\left(\frac{24hr}{1}\right)\left(\frac{60\text{min}}{1hr}\right)\left(\frac{1m^3}{1000L}\right)$$

الكمية الكلية المستجرة من الخزان:

$$V_o = 4176 \text{ m}^3 / \text{day}$$

$$Er = \left(\frac{4176 + 950}{5700}\right) \times 100$$

كفاءة التخزين:

$$Er = 89\%$$

أي أن هناك فقداً مقداره ١١% من كامل المياه الواردة إلى الخزان هذا الفقد مردّه إلى:

١ - التبخر من السطح المائي للخزان المائي وبخاصة إذا كان مكشوفاً.

٢ - الرش من جوانب الخزان وبخاصة إذا كان ترابياً.

٣ - التسرب العميق من أرض الخزان نتيجة وجود التشققات أو إذا كان الخزان ترابياً.

كفاءة نقل المياه (Ec): Conveyance efficiency

تعرف كفاءة نقل المياه على أنها نسبة حجم الماء الواصل إلى الحقل عبر الأنابيب المغطاة أو

الأقنية المكشوفة إلى حجم الماء المحوّل من الخزان المائي إلى نظام نقل المياه (أقنية مكشوفة أو أنابيب مغلقة).

ومن الممكن حساب كفاءة النقل على الشكل التالي:

$$Ec = \left(\frac{Vf}{Vr} \right) 100$$

حيث:

Vf : حجم الماء الواصل إلى الحقل عبر نظام النقل المعتمد (التصريف في الحقل م^٣).

Vr : حجم الماء المحوّل من الخزان المائي (التصريف من الخزان م^٣).

مثال:

تمّ تزويد نظام ري بالتنقيط بكمية من مياه الري من خزان مائي عبر أنابيب ري مغلقة بمعدل ١٣٥٠ لتر/دقيقة. وذلك لتغذية ٢٠٠ خط ري جانبي كل خط بطول ٥٠ م. المسافة بين النقاطات ٥٠ سم وتدفق النقطة ٤ لترات/ساعة. مدة الري ١ ساعة. ما هي كفاءة نقل المياه؟

الحل:

$$2000 = \frac{50 \times 200}{0.5}$$

١ - العدد الكلي للنقاطات في الحقل: نقطة

٢ - تدفق النقاطات: $80000 = 20000 \times 4$ لتر/ساعة.

٣ - حجم الماء الواصل إلى الحقل/ساعة: $81000 = 60 \times 1350$ لتر/ساعة.

= ٨١ م^٣/ساعة.

$$\text{كفاءة النقل} = \frac{80}{81} \times 100 = 98,8\%$$

أي أن هناك فقداً بالماء مقداره ١,٢% وغالباً ما يكون سببه تسربات من الوصلات ما بين الأنابيب نفسها أو الأنابيب مع خزان المياه.

كفاءة إضافة ماء الري (Ea) Application efficiency

يعتبر هذا العنصر من أهم مكونات كفاءة الري إذا لم يكن هناك مشاكل كبيرة في تخزين المياه ونقلها إلى الحقل. وتعرّف كفاءة إضافة ماء الري على أنها كمية المياه التي استفاد منها النبات بجميع صور وأشكال الماء المستفاد منه والمعرّف سابقاً إلى الكلية الكمية للمياه الواصلة إلى الحقل. وتحسب هذه الكفاءة على الشكل التالي:

$$Ea = \frac{Vb}{Vd} \times 100$$

حيث:

Vb : كمية المياه المستفاد منها (م^٣).

Vd : الكمية الكلية للمياه الواصلة للحقل (م^٣).

$$Vb = I + L + C + SP$$

I : الاحتياج المائي للمحصول.

L : احتياجات الغسيل للأرض المروية.

C : الماء المستخدم للسيطرة على العوامل المناخية (تأخير تفتح البراعم - الحماية من الصقيع).

SP : الماء اللازم لإجراء عمليات تحضير الأرض والفلاحة اللازمة.

ولتوضيح ذلك نورد المثال التالي:

مثال:

لري ١ هكتار من القطن تمّ إيصال كمية ٥٢٠ م^٣/يوم علماً أن الماء المتاح = ٤ سم (RAW) كما أن احتياجات الغسيل وتحضير التربة والماء اللازم للسيطرة على العوامل المناخية = ٠ ، ما هي كفاءة إضافة ماء الري؟

الحل:

$$Vb = \left(\frac{1ha \times 4.0cm \times 1m}{100cm} \right) \left(\frac{10000m^2}{1ha} \right) = 400 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$Vd = 520 \text{ م}^3/\text{يوم}$$

$$Ea = \frac{400}{520} = 76.9\%$$

أي أن كفاءة إضافة الماء تساوي ٧٦,٩٪ وهناك فقد يعادل ٣٣,١٪ قد يعزى معظمه إلى الرش العميق أو الجريان السطحي أو البخر من الأفنية المكشوفة ضمن الحقل.

الكفاءة الكلية للري: من الأمثلة السابقة:

$$IE = (Er) (Ec) (Ea) \times 100$$

$$= (0.89) (0.988) (0.769) \times 100$$

$$= 67.6\%$$

أساليب تقليل الفواقد المائية على مستوى المزرعة الوسائل الحديثة في تطوير الري الحقل

إعداد

أ.د. سري البربري

رئيس بحوث

معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة

جمهورية مصر العربية

مقدمة:

يعتبر الوطن العربي من المناطق قليلة الموارد المائية والتي أهمها الأمطار والأنهار والمياه الجوفية، ويبدو هذا الوضع المائي العربي أكثر صعوبة وخطورة عاماً بعد عام بسبب زيادة الطلب على الماء التي تحول دون استثمار الموارد المائية المتاحة بالشكل الأمثل.

والحقيقة التي يقف أمامها الجميع بدهشة في حالة النقص في الموارد المائية التي سنعيشها نحن العرب خلال الفترة القادمة التي تتراوح مابين عقدين إلى ثلاثة عقود، فالزيادة السكانية في الوطن العربي يجب أن تقابلها زيادة في مساحات الأراضي المستصلحة وهذه تتطلب مزيداً من مياه الري لإنتاج الغذاء المناسب الكافي لسد احتياجات هذه الزيادة.

وإذا أخذنا في الاعتبار جمهورية مصر العربية كإحدى البلاد العربية فإننا نجد أن إحدى المشاكل التي تواجهها هي الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك وتزداد هذه الفجوة بزيادة تعداد السكان عاماً بعد عام. وأن معدل الزيادة السكانية يفوق كثيراً معدلات التنمية الزراعية والمائية في مصر مما دعا الدولة للتركيز على التنمية الزراعية رأسياً وأفقياً وفي هذا المجال تقوم الدولة بوضع الخطط الاستراتيجية لضمان الاستخدام الأمثل للموارد المائية المتاحة عن طريق تنفيذ مشروعات كفاءة إدارة الموارد المائية وإحكام نظم التوزيع وتنفيذ مشروعات رفع كفاءة الري الحقل وزيادة كفاءة الاستخدام للمحاصيل المختلفة وتحسين الصرف وإعادة استخدام مياه الصرف والمياه العادمة بعد خلطها بمياه الري والتوسع في أنظمة الري المتطور (الرش - التنقيط) للعمل على زيادة الموارد المتاحة ولم تغفل هذه الخطط والاستراتيجيات استغلال كميات الأمطار التي تسقط على منطقة الساحل الشمالي الغربي وشبه جزيرة سيناء.

وصوت العقل ينادي بأنه لا بد من أن تستخدم جميع الموارد المائية الحالية المتاحة الاستخدام الأمثل للوصول إلى العائد الأعظم من وحدة المياه وهذا لن يتأتى إلا باستخدام التكنولوجيا الحديثة سواء في الزراعة أو الري.

ولقد أجمعت الآراء على أنه لتطوير الوضع القائم حالياً لا بد أن تكون هناك استراتيجية واضحة أساسها الإبقاء على نظام الري الحالي (الري السطحي) في الأراضي الزراعية القديمة مع العمل على رفع كفاءته إلى الحد الأقصى.

أما بالنسبة للأراضي المستصلحة حديثاً أو التي سيتم استصلاحها مستقبلاً فيكون التطوير باستخدام أنسب نظم وطرق الري الحديثة التي تؤدي إلى الإقلال من الفواقد المائية وعدم السماح بالري بطرق الغمر في هذه الأراضي ولو أدى الأمر إلى أن يراعى في اختيار الأراضي ما يلائم منها هذه الطرق الحديثة حيث يؤدي استخدامها إلى وفر كبير في كميات مياه الري.

الفواقد المائية:

عند انطلاق المياه على سطح الأرض سواء داخل المجاري المائية أو خارجها بهدف النقل أو التوزيع أو الري فإن جزءاً من المياه المنطلقة يتبخر وفي نفس الوقت يتسرب جزء آخر منها خلال مسام التربة إلى أسفل فإذا كان الجزء المتسرب إلى داخل التربة بعيداً عن متناول جذور النباتات اعتبر من الفواقد المائية ويسمى بالتسرب العميق وباستمرار حركة المياه في المجرى أو على سطح الأرض فإن جزءاً منها يجري بعيداً عن المنطقة المقصود توصيل المياه إليه ويسمى بفقد الجريان السطحي وعلى ذلك يمكن تلخيص فواقد مياه الري فيما يلي:

أ- الفواقد المائية أثناء النقل:

تتضمن فواقد المياه أثناء نقلها في المجاري المائية كالنيل والترع الرئيسية والفرعية وترع التوزيع وشبكة المصارف، وشبكة القنوات الحقلية مثل المساقى والمراوي فيما يلي :

١ - البخر من سطح المياه المنقولة:

ويختلف هذا النوع من الفقد في المياه باختلاف المجرى المائي الحامل للمياه فيزداد البخر من سطح الماء في النيل والترع عنه في حالة القنوات الحقلية حيث إن مساحة السطح المعرض للبخر يكون كبيراً. ويتأثر مقدار الفقد بالبخر بالظروف الجوية التي تؤثر في عملية البخر (حرارة/رطوبة/سرعة الرياح) وقدرت نسبة الفاقد بحوالي ٥% من كمية المياه المنقولة في المجاري المائية.

٢ - الفقد بالجريان السطحي أثناء النقل:

يعتبر الجزء المتبقي من المياه في نهاية الترعر والمساقي بعد ري الأراضي التي تقع في زمامها هو فاقد المياه بالجريان السطحي. حيث يفقد إما في المصارف أو يظل معرضاً للظروف الجوية فيتبخر جزء كبير منه والباقي يتسرب إلى باطن الأرض حتى يصل إلى المياه الجوفية.

٣- استهلاك المياه بالحشائش والأعشاب:

تمثل كمية المياه التي تستهلكها الحشائش والأعشاب التي تنمو وتتواجد على ضفاف المجاري المائية أو التي تطفو على سطح الماء خسارة كبيرة من المياه المنقولة بالإضافة إلى أنها تسبب إعاقة جريان المياه بالمجرى .

٤- الفقد بالتسرب العميق أثناء النقل :

أثناء فترة انتقال المياه من المصدر (نهر أو خزان) إلى الحقول المراد ريها خلال شبكة الترعر والمساقي والقنوات. فإن جزءاً كبيراً من هذه المياه يفقد بالتسرب من جوانب وقاع المجاري المائية غير المبطنة وذلك إلى باطن الأرض. ويعتبر هذا الجزء أحد المصادر الرئيسية في الفواقد.

ب- الفواقد المائية أثناء التوزيع والري:

تتصدر الفواقد في مياه الري أثناء توزيعها بالمرابي أو المساقي وبالقنوات الحقلية الصغيرة أثناء الري في الأقسام الثلاثة الرئيسية وهي التبخر من سطح الماء والجريان السطحي والتسرب العميق، وتكون بمعدلات صغيرة إذا ما قورنت بالفاقد أثناء النقل في الشبكة الرئيسية، وكذلك فإن فواقد المياه بمسمياتها الثلاثة الرئيسية تحدث أثناء عملية الري كما هو موضح من الاستعراض التالي:

١- التبخر من سطح التربة:

تتوقف ميكانيكية التبخر من سطح مسامي رطب على مقدار المسامية ونسبة الرطوبة على السطح كما يتوقف على انتقال الحرارة في الجو إلى المياه مما يجعل عوامل الرطوبة الجوية ودرجة حرارة الجو وسرعة الرياح عوامل مؤثرة. وفي أبسط حالات التبخر يكون سطح التربة مشبعاً بالمياه ويكون الهواء المحيط بـ سطح التربة ساكناً وفي هذه الحالة يسري قانون فيكس التالي: معدل الفاقد بالتبخر لوحدة المساحة والزمن = معامل الانتقال (ضغط التشبع عند سطح التربة- الضغط الجزئي لبخار الماء في الجو المحيط).

٢- الفقد بالجريان السطحي:

ويختلف الفاقد بالجريان السطحي من المياه أثناء الري باختلاف الأسلوب والطريقة التي تتم بها عملية الري، ونشير هنا إلى أنه في حالة عدم انتظام توزيع المياه على سطح الأرض المروية وحركة المياه وجريانها مع الأسطح المائية مما يتسبب في إغراق مساحة من الأرض على حساب مساحة أخرى يحكم عليها بزيادة الفاقد بالجريان السطحي ويمكن تدارك ذلك وتقليله بضبط عملية التسوية.

٣- التسرب في عمق التربة أثناء الري:

عند إضافة ماء الري على سطح التربة، فإن جزءاً منه يخترق سطح التربة أو يدخل في الفراغات البينية بين حبيبات التربة ويبدأ في التحرك إلى أسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية، إلى أنه أثناء مروره في الطبقات السطحية المتتالية للتربة تعمل الخواص الهيجروسكوبية للحبيبات وكذلك قوى الشد السطحية على الاحتفاظ ببعض المياه الهابطة في حركتها إلى أسفل، وعند استمرار إضافة المياه إلى السطح فإن الطبقات العليا من التربة تصل في وقت معين إلى حالة التشبع، وعند هذا الحد تصبح إضافة المزيد من المياه في الحقيقة بمثابة فاقد إضافي إلى الطبقات السفلى التي يستمر اضطراد المياه إليها:

كمية الفقد = كمية المياه المضافة - الحد الأقصى لكمية المياه التي يمكن الاحتفاظ بها في التربة

وكما تقاس قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بوحدة ملم/متر عمق من قطاع التربة فإن الفقد بالتسرب العميق يقاس أيضاً كنسبة مئوية من عمق الماء المضاف في الري. كما يمكن تقدير كل من كمية الماء المضاف والمحتفظ به في التربة والمفقود بالتسرب العميق بوحدة حجم لوحدة المساحة م^٣/فدان. ويفيد هذا الفقد في تحديد كمية المياه التي خزنت في قطاع منطقة الجذور ليكون في متناول النباتات .

٤- فواقد مائية عن طريق النتح :

يمكن اعتبار الماء الذي ينتحه النبات ويتبخر من أسطح الأوراق بمثابة فاقد مائي حيث لا يدخل في بناء أنسجة النبات وأجزائه، ويحتاج الجرام الواحد من الماء ليتحول إلى بخار من خلال ثغور النبات إلى حوالي ٥٤٠ سعر حراري لذلك يزداد معدل النتح مع زيادة درجة حرارة الجو، وعندئذ يقوم النبات بتعويض مقدار النتح عن طريق امتصاص مياه أخرى بواسطة الجذور ثم تسري خلال النبات.

في مجال إضافة المياه على مستوى الحقل (المزرعة):

لقد أوضحت الدراسات المختلفة أن هناك كثيراً من العوامل التي تؤدي إلى سوء استخدام

المياه على مستوى الحقول وبالتالي نقص كفاءة العائد من الوحدة المائية والتي يمكن إيجازها فيما يلي:

- نقص كفاءة إضافة المياه على مستوى الحقل.
 - نقص كفاءة التخزين للمياه في منطقة مجال الجذور للمحاصيل المختلفة للأطوار الفسيولوجية المختلفة وعلى طول موسم النمو.
 - نقص كفاءة الانتظام والتجانس على مستوى الحقل.
 - رفع مستوى الماء الأرضي والذي يؤدي إلى نقص التهوية لجذور النباتات وبالتالي تدهور الانتاج ونقص العائد من الوحدة المائية.
 - زيادة الملوحة في مجال منطقة الجذور مما يؤدي إلى تدهور الانتاجية للمحاصيل المختلفة ونقص العائد من الوحدة المائية.
- إن نقص كفاءة الري الحقلية الكلية على مستوى الحقل أدى إلى سوء استخدام مياه الري، ولقد كان من نتائج هذه الدراسات ومن خلال التعرف على المشاكل القائمة أنه أمكن وضع حلول لهذه المشاكل أمكن تطبيقها في بعض المناطق الرائدة والتي يمكن إيجازها فيما يلي:
- أولاً- في مجال تقليل الفواقد المائية ورفع كفاءات الري الحقلية وبالتالي زيادة العائد من الوحدة المائية:-

١- جدولة الري Irrigation scheduling:

عملية جدولة الري ببساطة هي تحديد متى تتم عملية الري وكمية المياه المطلوب إضافتها Determining when and how much water to apply. وهي من أهم العناصر في تحسين كفاءة استعمال المياه water use efficiency ولاتخاذ القرار في جدولة الري نحتاج إلى ثلاثة أنواع من البيانات هي:

- ١- مستوى الرطوبة الأرضية الحالي والتغير المتوقع فيه.
- ٢- التقدير الحالي لميعاد الري القادم لتجنب تأثير الإجهاد على المحصول.
- ٣- كمية المياه المطلوب إضافتها للحقل والتي تحقق أعلى كفاءة ري.

: Soil-plant-water Relationships علاقة الماء بالتربة والنبات

في عملية الري نقوم بإضافة المياه للتربة وتقوم التربة بتزويد النبات بهذا الماء ولهذا تعتبر التربة هي المستودع أو المخزن لمياه الري التي يستهلكها النبات وعلي ذلك يتضح أهمية دراسة

خواص التربة الطبيعية المتعلقة بتخزين المياه وتسربها داخل التربة. ويمكن تلخيص العوامل الهامة التي تؤثر في تخطيط وإدارة نظام الري بكفاءة فيما يلي:

- ١- السعة التخزينية للتربة Water holding capacity.
 - ٢- معدل تسرب (نفذية) المياه في التربة Water intake or infiltration.
 - ٣- المجموع الجذري للمحصول Root systems of crop.
 - ٤- الاستهلاك المائي للمحصول Amount of water that crop uses.
- رطوبة التربة Soil moisture :**
- خزان التربة Soil Reservoir :**

هو نسبة محدودة من الفراغات (المسام) الموجودة في الطبقة السطحية من التربة والتي يستمد منها النبات احتياجاته المائية والغذائية بواسطة الجذور، أي أن سعة هذا الخزان تتناسب مع عمق جذور النبات والتي تختلف من نبات لآخر. وفي عملية الري يتم تعويض خزان التربة بالمياه التي تكفي لملئه إلى أقصى سعة له وذلك عندما تتناقص رطوبة التربة عن حد معين وكلما قلت سعة خزان التربة يلزم تقليل عمق المياه المطلوب في الري الواحدة والفترة بين الريات والعكس صحيح.

فبعد انتهاء الري تبدأ المياه في الفراغات الكبيرة بالتربة في النزوح لأسفل بالجاذبية، ويعرف الماء الذي يتحرك لأسفل بالجاذبية بالماء الحر ويستمر في النزوح إلى أن يصل الشد الرطوبي في التربة إلى ٠,٣ ضغط جوي في التربة الطينية إلى ٠,١ ضغط جوي في التربة الرملية كما يوضح الشكل رقم (١) (١ ضغط جوي = ١ كجم/سم = ١ بار = ١٠ متر ماء = ٠,١ ميجا باسكال = ١٤,٧ باوند/البوصة المربعة = ٧٦ سم زئبق).

معدل التسرب (تخلل) المياه للتربة : Infiltration Rate

تعتبر عملية تخلل المياه لسطح التربة من أهم العوامل المؤثرة في اختيار الطريقة المناسبة للري السطحي ورفع كفاءة الري الحقلية، إذ أنها تحدد معدل انسياب المياه فوق سطح التربة إضافة إلى معدل تخللها للسطح وبالتالي العمق الصافي لمياه الري الواصل إلى خزان التربة وهو عمق الماء الذي يتخلل سطح التربة في وحدة الزمن (لم/ساعة) والعمق الكلي للتخلل هو عمق الماء الذي يتخلل السطح من البداية وحتى الزمن (t). ويلاحظ أن معدل الخلل (النفذية) يكون كبيراً في بداية الري ثم يتناقص بسرعة حتى يصل إلى قيمة ثابتة تعرف بمعدل التخلل الأساس للتربة وتظهر أهمية التقدير المناسب لمعدل التخلل عند حساب الوقت اللازم لملء خزان التربة

وأيضاً في تصميم نظم الري بالرش، فجب ألا يزيد معدل الرش عن المعدل الأساسي للتخلل وذلك لتقليل الفاقد نتيجة التدفق السطحي الزائد.

العلاقة بين زمن تقدم موجة المياه ومعدل التسرب والتسرب العميق:

في عملية الري السطحي تتم إضافة المياه عند بداية الحقل وبذلك تبدأ المياه في التسرب والنفاذية خلال التربة إلى أن تصل موجة المياه لنهاية الحقل وبذلك يكون قد تسرب للتربة عمق مياه يصل إلى أقصاه عند بداية الحقل بينما يصل إلى الصفر عند نهاية الحقل وبعد ذلك تبدأ المياه في التسرب خلال التربة عند نهاية الحقل إلى أن تبدأ المياه في الاختفاء عند بداية الحقل ويكون قد تسرب للتربة عمق مياه قدره Du بينما يكون قد وصل عند اختفاء المياه عند نهاية الحقل DL وحيث أن Du أكبر من DL بسبب زيادة زمن فرصة تسرب المياه عند بداية الحقل عنها عند نهاية الحقل بمقدار زمن تقدم موجة المياه من بداية الحقل إلى نهايته.

ولإيجاد عمق الماء المتسرب سواء عند بداية الحقل أو نهايته تستخدم معادلة التسرب في التربة والمتحصل عليها من تجربة الأسطوانة المزدوجة وهي:

$$d = Ktn$$

حيث:

d : عمق ماء التسرب التراكمي.

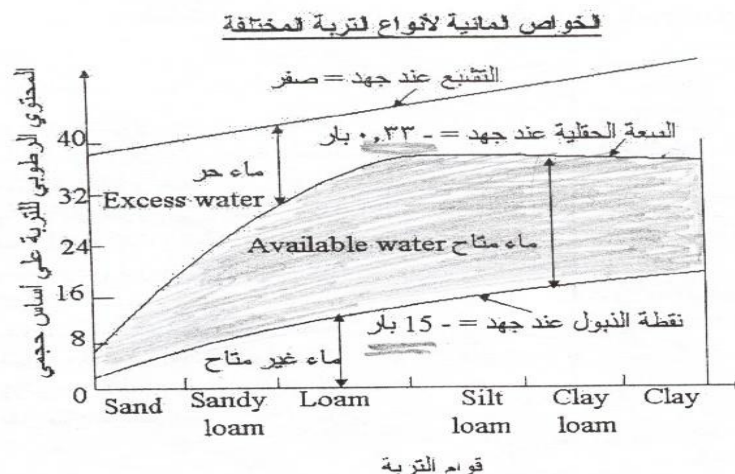
t : زمن التسرب.

Kn : ثوابت.

ومنها يمكن إيجاد النسبة المئوية للفواقد المائية بالتسرب العميق من المعادلة:

$$\text{Percent deep percolation loss} = \frac{Du - DL}{Du + DL} \times 100$$

الشكل رقم (١) الخواص المائية لأنواع التربة المختلفة



$$V_w = \theta_m \cdot \gamma_b \cdot V_b$$

ويمكن استنتاج الآتي:

أي أن حجم الماء الموجود في قطاع التربة = المحتوى الرطوبي على أساس الوزن × الكثافة × الحجم الظاهري للتربة.

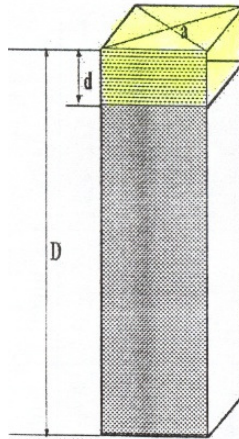
ويمكن تجسيد هذه العلاقة بالرسم التخطيطي في الشكل رقم (٢)

$$V_b = a \cdot D \quad V_w = a \cdot d$$

حيث a مساحة المقطع وبالتعويض في المعادلة السابقة

$$a \cdot d = \theta_m \cdot \gamma_b \cdot a \cdot D \quad d = \theta_m \cdot \gamma_b \cdot D$$

الشكل رقم (٢)
رسم تخطيطي لحجم التربة



عمق الماء في قطاع التربة = المحتوى الرطوبي على أساس وزني × الكثافة النسبية × عمق القطاع

عمق الماء المتاح AW : Available water

يعرف عمق الماء المتاح في قطاع التربة بأنه الجزء من الرطوبة الأرضية الواقعة بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم وقد يعبر عنه كنسبة مئوية للحجم من المعادلة.

$$AW = \frac{d}{D} = \theta_m \cdot \gamma_b = (\theta_{f.c} - \theta_{p.w.p}) \gamma_b$$

حيث $\frac{d}{D}$: نسبة عمق الماء المتاح في التربة إلى عمق قطاع التربة.

: المحتوى الرطوبي للتربة على أساس وزني عند السعة الحقلية كنسبة. $\theta_{f.c}$

: المحتوى الرطوبي للتربة على أساس وزني عند نقطة الذبول الدائم كنسبة. $\theta_{p.w.p}$

وقد يعبر عن عمق الماء المتاح بعمق الماء بالملم الموجود في عمق واحد متر من التربة

ويمكن الحصول على ذلك بالتعويض عن قيمة $D = 1000 \text{ mm}$

$$AW = d = (\theta_{f.c} - \theta_{p.w.p}) \gamma_b \times 1000 \text{ mm} / m$$

عمق ماء الري الصافي $Net \text{ application depth}$:

هو كمية الري الصافية المطلوب إضافتها للتربة للوصول بعمق منطقة الجذور إلى الرطوبة عند السعة الحقلية أو بمعنى آخر تعويض الرطوبة المستنفذة في منطقة الجذور خلال الفترة بين الريات

$$d_n = AW \times D \times P$$

حيث dn : عمق ماء الري الصافي بالملم. AW : عمق الماء المتاح بالملم/متر.

P : نسبة استنفاد الرطوبة المسموح بها Allowable depletion وهي عادة تقع بين ٠,٤

إلى ٠,٦ حيث رقم ٠,٤ يؤخذ للمحاصيل الحساسة ذات الجذور السطحية ورقم ٠,٦

يؤخذ للمحاصيل ذات الجذور العميقة.

الفترة بين الريات (F) Irrigation Frequency

$$F = \frac{d_n}{ET_c} = \frac{P \cdot AW \cdot D}{ET_c}$$

تحسب الفترة بين الريات كما يلي

وحيث إن عمق الجذور (D) والاستهلاك المائي (Etc) تتغير على مدار موسم النمو

للمحصول فإن كل من عمق ماء الري الصافي (Dn) وكذلك الفترة بين الريات (F) تتغير دائماً.

عمق ماء الري الإجمالي أو المضاف Gross application depth:

ويشمل عمق ماء الري الإجمالي احتياجات الري أو المقنن المائي الفعلي (V) ويحسب من عمق ماء الري الصافي وفواقد المياه والتي تتضمنها كفاءة نظام الري Ei

$$d_g = \frac{d_n}{E_i}$$

زمن الري (t) Irrigation Time :

يعتمد زمن الري على مقدار التصريف (q) والمساحة المطلوب ريها (A) ويمكن كتابة المعادلة الحجمية الأساسية في الري على النحو التالي $q.t = d_g.A$ وبالتعويض عن قيمة d_g تنتج المعادلة التالية:

$$q \cdot t = \frac{d_n \cdot A}{E_i}$$

حيث t: زمن الري بالساعة

dn : عمق ماء الري الصافي بالملم

q: عمق ماء الري الصافي بالملم

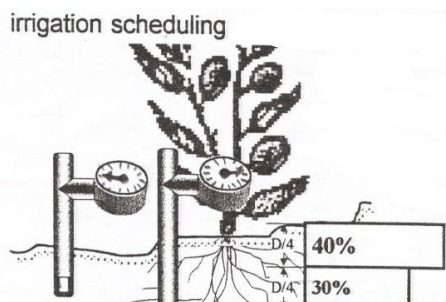
Ei : كفاءة نظام الري كنسبة كسرية

A : المساحة بالمتري المربع

جدولة الري باستخدام التنسيوميتر:

يستخدم التنسيوميتر في جدولة الري على نطاق واسع للمحاصيل والأشجار وكذلك النباتات داخل الصوب فعندما تصل قراءة الشد الرطوبي في التنسيوميتر الذي يوضع عند عمق مناسب عند قيمة معينة تبدأ عملية الري وتحتوي التربة الرملية الخشنة على نسبة كبيرة من المياه المتاحة للنبات عند شد رطوبي أقل من ٨٠ كيلو باسكالاً (٨٠ سنتي باراً) بينما العكس في التربة الثقيلة القوام ولهذا فإن استخدام التنسيوميتر في جدولة الري للتربة الرملية يحقق نجاحاً كبيراً وذلك على عكس التربة الطينية الثقيلة، وعند اختيار موقع التنسيوميتر في الحقل يجب أن يكون ممثلاً لنوع التربة وتوزيع المياه في الحقل. فغالباً ما يوضع عدد ٢ تنسيوميتر في نفس الموقع، يوضع إصبع السيراميك لأحدهما على عمق يساوي ربع عمق الجذور الفعال ويوضع الآخر عند أسفل منطقة الجذور. ويستخدم التنسيوميتر الأول في جدولة الري بينما يستخدم التنسيوميتر الآخر (العميق) كمؤشر تسرب المياه تحت الجذور وإذا قل عمق الجذور عن ٥٠ سم فإنه يكفي باستعمال تنسيوميتر واحد (الشكل رقم ٣).

الشكل رقم (٣)
جدولة الري باستخدام التنسيوميتر

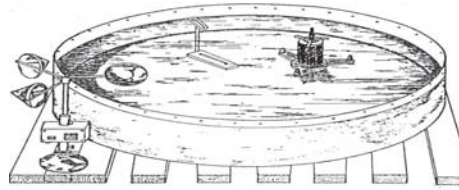


وعاء البخر القياسي Evaporation Pan:

القياس المباشر للبخر من حوض مائي يشمل ضمناً تأثير طاقة الإشعاع الشمسي والحرارة والرياح والرطوبة النسبية (الشكل رقم (٤))، ولكن البخر المقاس بهذه الطريقة يكون غالباً أكبر من قيمة البخر نتج المرجعي للعشب في نفس الظروف المناخية نتيجة عوامل متعددة وعلى ذلك يلزم استخدام معامل إضافي يسمى معامل الحوض (Kp) pan coefficient للحصول على البخر نتج المرجعي من المعادلة:

$$E_{to} \text{ (mm/day)} = K_p \cdot E_p$$

الشكل رقم (٤)
وعاء البخر القياسي



ويمكن استخدام وعاء البخر القياسي في جدولة الري للمحاصيل باستخدام النسبة من كميات المياه المضافة (Iw) وقيمة البخر التجميعي للوعاء (CPE) وذلك بتجميع قيمة البخر اليومي حتى يصل إلى تحقيق نسبة بينه وبين كمية مياه الري المضافة، والنسبة لمختلف المحاصيل تقدر

تجريبياً بحساب البخر نتح قي السنتمرات فمثلاً للقمح $0.9 \text{ cm} = 5.55 \text{ cm}$ $0.9 \text{ cm} = 5.55 \text{ cm}$ ويكون الري عندما يصل قيمة البخر التجميعي للوعاء عند 55.5 cm ويبدأ تقدير CPE من يوم الري إلى الري التالية:

تعمل جدولة الري على تقليل المياه المستعملة في الري عن طريق:

- تقليل الجريان السطحي runoff سواء الناتج عن الري أو الأمطار.
- تقليل التسرب العميق تحت منطقة الجذور والذي يزيد على الاحتياجات الغسيلية المطلوبة للمحافظة على مستوى ملحي معين في منطقة الجذور ومنع تراكم الأملاح.
- تقليل البخر من سطح التربة بعد الري أو التحكم في نسبة استنفاد رطوبة التربة soil water depletion بطريقة تقلل الاستهلاك المائي للمحصول خلال مراحل النمو غير الحرجة أو غير الحساسة للمياه non-sensitive crop growth stages وعلى النقيض قد تزيد جدولة الري من المياه المستعملة في بعض الحالات مع زيادة مقابلة لإنتاج المحصول وذلك بتجنب نقص المياه في المراحل الحرجة للنمو والتي تسبب نقصاً في المحصول.

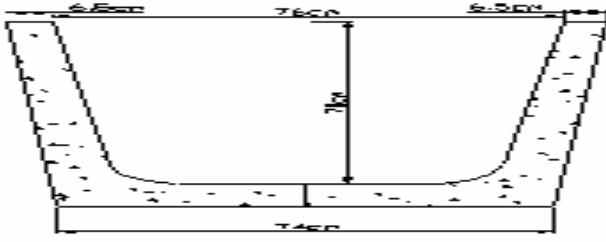
٢- في مجال نقل المياه:

تم استخدام تكنولوجيا المساقى المرفوعة المبطنة يتم فيها رفع المياه من نقطة واحدة، وتوزيع هذه المياه على المزارع من خلال فتحات يحكم قفلها وتعطي تصرفاً يلائم الاحتياج النباتي اللازم خلال مراحل نموه المختلفة ومركب عليها المراوي الحقلية المبطنة بنماذج مختلفة:

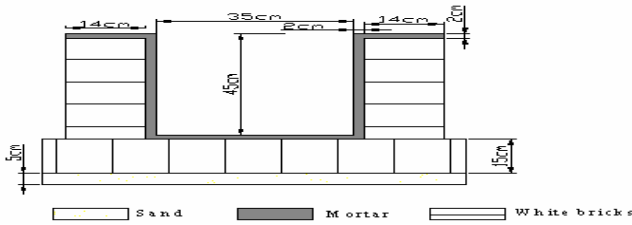
- مروي على شكل حرف J من خرسانة سابقة التجهيز (الشكل رقم (٥)).
- مروي بالطوب الأبيض ذات قاعدة من الطوب الأبيض (الشكل رقم (٦)).
- مروي بالطوب الأبيض ذات قاعدة خرسانية (الشكل رقم (٧)).
- مروي نصف طوبة قاعدة من الطوب الطفلي (الشكل رقم (٨)).
- مروي أنابيب مدفونة PVC تحت سطحية ذات مخارج سطحية ببوابات (الشكل رقم (٩)).

الشكل رقم (٥)

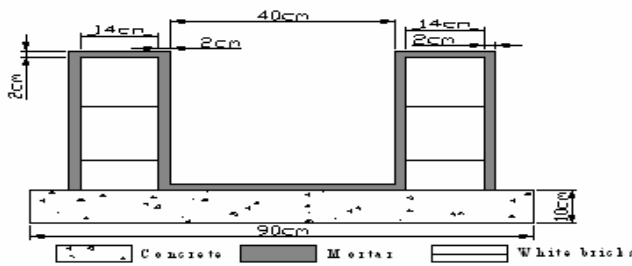
مروي على شكل حرف J من خرسانة
عادية سابقة التجهيز



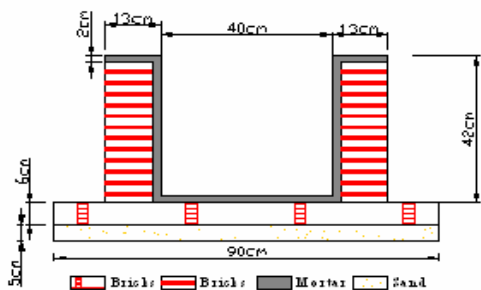
الشكل رقم (٦)
مروى من الطوب الأبيض - مع وجود الطوب الأبيض
في القاعدة على طبقة من الرمل



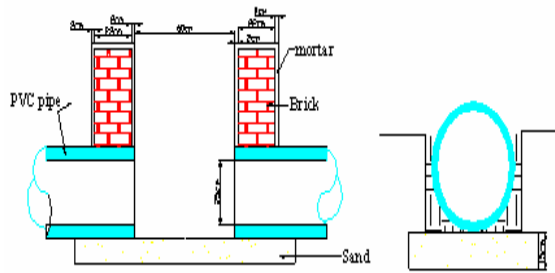
الشكل رقم (٧)
مروى من الطوب الأبيض ذو قاعدة خرسانية عادية



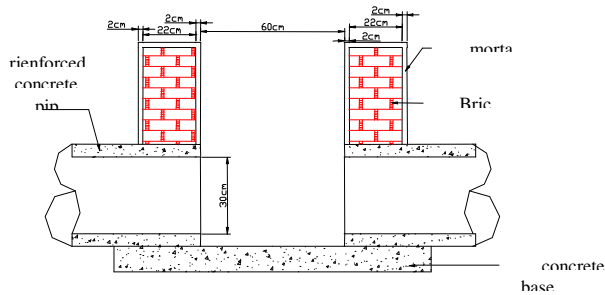
الشكل رقم (٨)
مروى نصف طوبة على قاعدة مبنية بالطوب على طبقة رملية



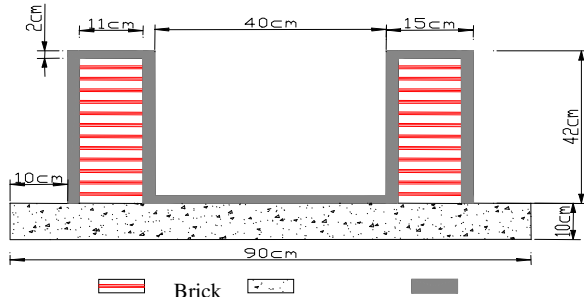
الشكل رقم (٩)
أنابيب PVC تحت سطحية



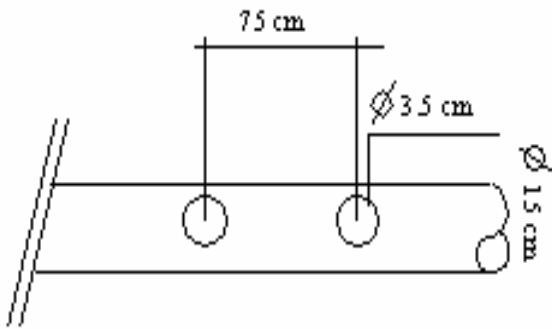
الشكل رقم (١٠)
أنابيب خرسانية مسلحة سطحية



الشكل رقم (١١)
مروى نصف طوبة ذات قاعدة خرساني



الشكل رقم (١٢)
أنابيب مدفونة ذات ضغط منخفض
(٨٠ سم تحت سطح التربة)



٣- تم استخدام تكنولوجيا مساقى الأنابيب المدفونة تحت ضغط منخفض لنقل المياه ويتم توزيع المياه فيها عن طريق صمامات الالفا التي يمكن بواسطتها توفير المياه حسب جداول المطارفة بين المزارعين كل نقطة مياه وتوزيعه بالطريقة المثلى ومركب عليها الوسائل الحديثة لتوزيع المياه للحقل).

- مروي أنابيب خرسانية مسلحة (الشكل رقم (١٠)).
- مروي نصف طوبة ذات قاعدة خرسانية (الشكل رقم (١١)).
- مروي أنابيب ذات مخارج توزيع (الأنابيب المبوبة - بوابات - محابس - خرطوم) (الشكل رقم (١٢)).

- مروي مركب عليها أنابيب السيفون.

الري بالأنابيب Gated pipe:

هي خطوط أنابيب ألومونيوم أو بلاستيك يمكن نقلها وتوضع المخارج outlets على مسافات منتظمة وتستخدم في إطلاق ماء الري إلى الخطوط حيث تتصل الأنابيب بمصدر الري (الطلمبة) مباشرة وتعتبر من طرق الري الملائمة للمحاصيل الحقلية والخضار والزينة والسريان داخل الأنابيب يكون دالاً للضغط.. أدى استخدام الأنابيب المبوبة لتوزيع مياه الري لمحصول قصب السكر مع استخدام التسوية الدقيقة إلى توفير حوالي ٤٠% من مياه الري (المقنن القديم ١٥٠٠٠ م^٣/فدان/عام - والمقنن بعد التطوير ٨٦٠٠ م^٣/فدان/عام) مع زيادة في الإنتاج.

أنابيب السيفون Siphons:

عبارة عن أنابيب بلاستيك أو ألومنيوم وتوضع فوق جسر قناة الري لتوصيل المياه في خطوط الشكل رقم (١٣)، وتسري المياه داخل الأنابيب عندما يكون عمق التشغيل كافياً وعندما يكون نهاية المخرج للأنبوبة مغموراً فإن عمق التشغيل يكون عبارة عن الفرق بين منسوب سطح الماء عند الدخول وعند مخرج الأنبوبة. وفي حالة السريان الحر free flow فإن عمق التشغيل يكون الفرق بين منسوب سطح الماء عند الدخول ومركز مخرج الأنبوبة.

الشكل رقم (١٣)
نموذج لأنابيب السيفون



٤ - استخدام تكنولوجيا التسوية الدقيقة باستخدام أشعة الليزر (الشكل رقم (١٤)) حيث أدت إلى:

- انخفاض الزمن اللازم للري الواحدة بنسبة ٤٠% مما يعتبر وفراً في المياه والطاقة.
- انخفاض عدد الريات اللازمة للفدان نظراً لانتظام توزيع المياه داخل الحقل.
- انتظام توزيع مياه الري أدى إلى انتظام نمو النباتات وبالتالي زيادة الإنتاجية من ٣٠ -

٤٠ %.

الشكل رقم (١٤)
التسوية بالليزر



الشكل رقم (١٥)
استخدام الخطوط الطويلة



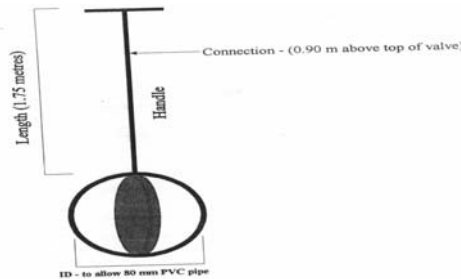
٥- استخدام الخطوط الطويلة والأحواض الكبيرة المستوية والشرائح ذات الميول التي تتناسب مع نوع التربة (الشكل رقم (١٥)) ولقد أظهرت هذه الوسائل ارتفاعاً ملحوظاً في كفاءات الري الحقلية المختلفة.

٦- استخدام تكنولوجيا الري النبضي (Surge flow) . وفي أسلوب الري النبضي تعطى المياه على دفعات أي ري متقطع مع أزمنة مختلفة للدورة cycle ratio وهي عبارة عن النسبة بين زمن فتح المياه وزمن غلق المياه on / off تحت أطوال مختلفة ومع تصرفات مختلفة.

٧- تحفيز المزارعين على إعادة استخدام المياه المالحة ومياه الصرف الزراعي في الري باستخدام الري التبادلي والخلط..

- ٨- أدى الري التبادلي للخطوط (أي ري خط وترك خط ثم يتم التبادل في الريّة التالية) إلى توفير في مياه الري وبدون زيادة الإنتاج.
- ٩- تحديث دليل لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل من خلال بيانات الأرصاد الجوية.
- ١٠- تقليل فواقد البخر من الأسطح المائية: (صفائح البولسترين - المطاط - المنفوخ- شمع البرافين - كرات البينج بونج - العلب الفارغة - غطاء من البلاستيك)
- ١١- تقليل فواقد البخر من سطح التربة: لزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء من خلال (استخدام بقايا المحاصيل - التغطية بالبلاستيك، البتومين) مع استخدام الري بالتنقيط تحت التربة للمحاصيل التي تزرع على صفوف.
- ١٢- تقليل الماء المستهلك بواسطة النباتات غير المرغوبة بالقضاء على الحشائش والنباتات المائية.
- ١٣- تحفيز المزارعين على الري الليلي للحد من ضياع المياه إلى المصارف..
- ١٤- استخدام تكنولوجيا غلق محابس الصرف المغطى في زراعات الأرز (الشكل رقم (١٦)).
- ١٥- زراعة البرسيم بالطريقة الجافة بدلاً من اللعنة أدى إلى خفض الاحتياجات المائية.
- ١٦- الالتزام الكامل بالمواعيد المقررة لزراعة المحاصيل.
- ١٧- رفع كفاءة استخدام المياه بالزراعة على المصاطب العريضة (١٢٠ - ١٣٠) والزراعة المزدوجة على الخطوط العريضة (الشكل رقم (١٧)).
- ١٨- استخدام الري بالرش.

الشكل رقم (١٦) محبس غلق حقليات الأرز



الشكل رقم (١٧)
نماذج الزراعة على مصاطب عريضة



ويستخدم فيه الضغط لتوصيل مياه الري إلى سطح التربة على هيئة رذاذ ينشر في الجو ليسقط على سطح التربة مشابه بذلك المطر الطبيعي. ويصلح الري بالرّش لمعظم النباتات وتقريباً معظم الأراضي لإمكانية توصيل المياه بالكميات والمعدلات المطلوبة لأي حقل بدرجة كبيرة من التحكم وبكفاءة استخدام توزيع لمياه الري في منطقة الجذور. ويعتبر الري بالرّش بجميع أنظمتها أكثر النظم ملائمة للمحاصيل الحقلية ولا ينصح به لري محاصيل البساتين (فاكهة - خضر - زينة) نظراً لمشاكله العديدة مع تلك المحاصيل الأمر الذي يسبب انخفاضاً في الإنتاج إذا ما قورن بنظم الري السطحي بالتنقيط أو الري السطحي المطور (الشكل رقم (١٨)).

نظم الري بالرّش المستخدمة بمصر في ري المحاصيل الحقلية:

- النقل يدوي النقل Head Move system
- الثابت Stationary system
- المتدرج Side-role system
- المحوري Center-pivot system
- المدفع المتنقل Traveller gun system

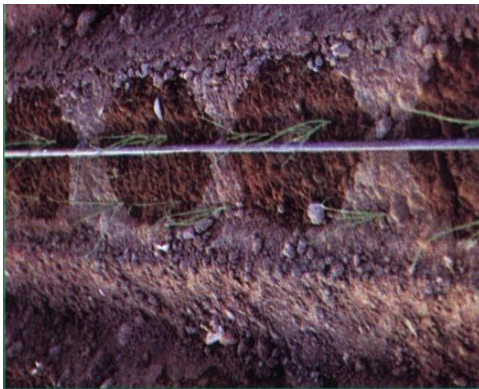
الشكل رقم (١٨)
نماذج للري بالرّش



١٩- استخدام الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي ذات الضغوط المنخفضة لري محاصيل الخضر والمحاصيل الحقلية والفاكهة (الشكل رقم (١٩)).

أكثر طرق الري ملائمة لمحاصيل البساتين (فاكهة - خضار - زينة) وقد زادت المساحة المروية بهذا النظام حتى عام ١٩٩٣ إلى حوالي ٣٠٠ ألف فدان ويحقق الري الموضعي فائدة بعيدة المدى في الاقتصاد في الموارد النادرة للمياه وكذلك الاقتصاد في عمليات استصلاح الأراضي فهو يستخدم مع الأراضي المنحدرة أو المتدرجة وحيث تكون العمالة نادرة ومكلفة والمياه ذات النوعية غير المناسبة للري بالطرق التقليدية. والري بالتنقيط السطحي يكون مصدر توزيع المياه (النقاطات) فوق سطح التربة بجوار النباتات. أما الري بالتنقيط تحت سطح التربة يكون مصدر توزيع المياه (النقاطات) تحت سطح التربة تحت جذور النباتات.

الشكل رقم (١٩)
نماذج للري بالتنقيط



ثانياً- في مجال تقليل الاستهلاك المائي للمحاصيل:

- ١- تقليل ماء الري المضاف عن أقصى استهلاك مائي limited irrigation.
- ٢- تخطيط ميعاد زراعة المحصول بحيث تتزامن فترة أقصى استهلاك مائي للمحصول مع الفترة المتوقعة لسقوط الأمطار وتخزينها في التربة.
- ٣- تقليل رطوبة التربة إلى أقل مستوى ممكن لها قبل إضافة مياه الري.
- ٤- اختيار المحاصيل والأصناف ذات العائد المرتفع التي تتحمل الجفاف وقصيرة العمر.
- ٥- تقييم استخدام ورش بعض المركبات الكيماوية (مضادات النتح) والتي تثبط من عملية النتح في النباتات.
- ٦- استخدام الأغشية البلاستيكية والتي تسمح برفع درجة الرطوبة النسبية وبالتالي تقلل عملية النتح.
- ٧- تقليل حركة الهواء فوق المحاصيل باستخدام مصدات الرياح.
- ٨- التوسع في الزراعات المحمية.
- ٩- الاستفادة من مساهمة الماء الأرضي في توفير كميات من مياه الري المضافة.

أساليب الري الحديثة

إعداد

د. سامي يونس
أستاذ الهندسة الزراعية
كلية الزراعة - جامعة القاهرة
جمهورية مصر العربية

مقدمة:

يبلغ الحجم الكلي لجميع أنواع المياه في العالم ١٤٠٠ مليون كيلومتر مكعب يتضمن المياه المالحة في البحار والمحيطات والمياه العذبة الموجودة فوق وتحت سطح الأرض.

هذه الكمية من المياه توزع على المياه المالحة في البحار والمحيطات بنسبة ٩٧% والباقي وهو حوالي ٣% هو المياه العذبة فقط هذه المياه العذبة تتواجد في البحيرات والأنهار وممسوكة في البناء الأرضي.

والأمطار تلعب دور رئيسي في إتاحة المياه للاستخدامات المختلفة ولكنها لا تتوفر لكثير من دول العالم حسب المناخ الحيوي السائد في كل منطقة. والمناخ الحيوي هو العلاقة بين معدل المطر الساقط في منطقة ما ومقدار البخر - نتح لنفس المنطقة:

معدل المطر الساقط (P) البخرنتح (ET)

فإذا كانت قيمة $\frac{P}{ET} < ٠,٠٣$ فالمنطقة شديدة الجفاف.

$\frac{P}{ET} < ٠,٢٠$ $٠,٠٣ < \frac{P}{ET}$ فالمنطقة جافة.

$\frac{P}{ET} < ٠,٥$ $٠,٢ < \frac{P}{ET}$ فالمنطقة شبه جافة.

$$P$$

$$0,75 < \frac{P}{ET} < 0,5 \text{ فالمنطقة تحت رطوبة.}$$

وإذا نظرنا إلى دول العالم لوجدنا أن المياه المتاحة هي المحرك الأساسي للتنمية لذلك كانت المياه هي محط أنظار اهتمام المخططين والمنشغلين بالتنمية الشاملة والمستدامة. والجدول رقم (١) يوضح كميات المياه المتوفرة من مختلف المصادر في بعض دول أفريقيا وآسيا.

في تونس تمثل مياه الري ما يزيد على ٨٠% من حجم المياه المستخدمة على المستوى الوطني، وعلى الرغم من الجهود الجارية لتوفير المياه إلا أن المنافسة تزداد حدة بين موردو مياه الشرب والمسؤولين عن الوفاء باحتياجات الأنشطة السياحية، وأن أكثر من ٩٠% من حجم المياه التي يمكن تدبيرها يجري استغلالها بالفعل الآن، وتقل الكميات المتاحة عن حد الإجهاد المائي وهو ٥٠٠ متر مكعب للفرد في السنة.

الجدول رقم (١)

يوضح كميات المياه المتوفرة من
مختلف المصادر في بعض دول أفريقيا وآسيا

القطر	الموارد المائية السطحية	الموارد المائية الجوفية	مياه التحلية	مياه مالحه	الإجمالي مليار متر مكعب
المملكة الأردنية الهاشمية	٢٣٠	٤٨٢	--	--	٧١٢
دولة الامارات العربية المتحدة	--	٩٠٠	٢٣٢	٦٢,٣٨	١١٩٤
دولة البحرين	--	١٥٣	١٦	١٠	١٧٠
الجمهورية التونسية	١٤٢٢	١٢٣١	--	٥٥	٢٧٠٨
الديمقراطية الشعبية	٦٠٠	٢٩٠٠	--	--	٣٥٠٠
جمهورية جيبوتي	--	--	--	--	--
المملكة العربية السعودية	٤٥٠	٣٠٠٠	٩٠٣	٢١٧	٤٥٧٠
جمهورية السودان	١٦٢٠٠	١٦٦	--	--	١٦٢٦٦
الجمهورية العربية السورية	٤٧٣٤	١٦٦٦	--	--	٦٤٠٠
جمهورية الصومال	٤٠٠٠	--	--	--	٤٠٠٠
الجمهورية العراقية	٤٥٠٠٠	١٢٠٠	--	--	٤٦٢٠٠
جمهورية الصومال	٤٠٠٠	--	--	--	٤٠٠٠
الجمهورية العراقية	٤٥٠٠٠	١٢٠٠	--	--	٤٦٢٠٠
سلطنة عمان	--	٤٠٠	١٥	٩	٤٢٤
فلسطين	١١٠٠	٩٥٠	--	--	٢٠٥٠
دولة قطر	--	١١٢	٦٧	٢٠	٩٩
دولة الكويت	٢١٧	٣٥٧	٨٠	٦٥٤	

١٢٠٠	--	--	٥٠٠	٧٠٠	الجمهورية اللبنانية
٢٢٥٢	١٤٠	٥٠	١٩٧٥	٨٧	الجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية
٦٤٥٠٠	٧٥٠٠	--	١٥٠٠	٥٥٥٠٠	جمهورية مصر العربية
١٠٥٠٠	--	--	٣٠٠٠	٧٥٠٠	المملكة المغربية
١٨٨٠	--	--	١٠٠٠	٨٨٠	الجمهورية الإسلامية الموريتانية
١٦٥٠	--	--	٩٠٠	٧٥٠	الجمهورية العربية اليمنية
١٠٠٠	--	--	٣٠٠	٧٠٠	جمهورية اليمن الديمقراطية الشعبية
١٧٢١٢٩	٨٠٨١	١٦٤٠	١١٥٥١	١٢٦٨٥٣	المجموع العام بالتقريب

ومصر أيضاً قريبة من حدود مواردها فبالإضافة إلى مورد مياه النيل والمشروعات مع دول أعالي النيل التي تتوخى إرضاء جميع الأطراف إلى حد ما تحاول البلاد تنمية استخدام الآبار الجوفية خصوصاً في الأراضي الجديدة وإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي ومياه الصرف الصناعي والصرف الصحي بعد معالجتها ولكن مع كل تلك الجهود ومع معدل النمو السكاني الذي يصل إلى ٢ % في السنة ومع زيادة الاتجاه إلى الإقامة في المدن وزيادة التصنيع أصبحت موارد المياه المتاحة الآن أقل من ١٠٠٠ متر مكعب للفرد في السنة. وأصبحت البلاد تتحرك بسرعة صوب العجز المائي. والجدول رقم (٢) يوضح الموارد المائية الإجمالية واحتياجات القطاعات المستخدمة لها عام ٢٠٠٠.

الجدول رقم (٢)
الموارد المائية الإجمالية واحتياجات القطاعات
المستخدمة لها في مصر، عام ٢٠٠٠

الاحتياجات		الموارد	
الكمية مليار م ^٣	القطاع المستخدم	الكمية مليار م ^٣	المصدر
٦٠	الزراعة	٥٥,٥	مياه النيل
٨	الصناعة	٤,٥	إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي
٣,٨	الشرب	٠,٢	مياه الصرف المعالجة
٠,٢	الملاحة	٦,٣	المياه الجوفية

الإجمالي	٦٦,٥	الإجمالي	٧٢,٠
----------	------	----------	------

وبخلاف ما سبق هناك ٢٦ دولة في العالم تعدت حدود الفقر المائي (والذي تقل فيه حصة الفرد عن ١٠٠٠م^٣/سنوياً) ومن المتوقع أن يتزايد هذا العدد إلى ٦٠ دولة عام ٢٠٢٥. وهو مؤشر يؤكد أن الصراع سيدوم مستقبلاً حول المياه وكثير من الدول قادرة على استشعار هذا الخطر ومن ثم يجب وضع الخطط لمجابهته، ومن أهم هذه الخطط تغيير سلوكنا نحو استخدام مواردنا المائية بحيث تصبح المحافظة على المياه عنصراً أصيلاً من عناصر ثقافتنا نلزم به الأجيال الجديدة صوناً لهذه الموارد وتحقيقاً لأقصى استفادة منه.

والزراعة في معظم دول العالم هي المستهلك الرئيسي للمياه في ري المحاصيل المختلفة ولذلك يلزم تطوير أساليب الري التقليدية وإتباع أساليب ري حديثة تهدف بالدرجة الأولى إلى ترشيد المياه المستخدمة وتحقيق أقصى استفادة منها.

طرق ري المزرعة:

أياً كانت طريقة الري المطلوب اختيارها، فيجب أن تتوفر فيها العديد من النقاط الآتية:

- ١- أن تكون طريقة الري قادرة على تخزين الكمية المطلوبة من المياه في منطقة الجذور في الوقت الذي يحتاجه النبات، وكذا توفير الكميات المستخدمة بواسطة النبات في فترة الري والصرف بما يغطي احتياجات الغسيل Leaching Requirements.
- ٢- أن توفر استخدام منتظم وميسر للمياه في كل المساحة المطلوب ريها.
- ٣- أن تقلل من انجراف التربة Soil Erosion.
- ٤- أن تقلل من جريان المياه وفقدانها Water Losses.
- ٥- أن ترفع كفاءة الاستخدام المائي Water Application Efficiency.
- ٦- أن تقلل من حجم العمل المطلوب.
- ٧- أن ترفع من كفاءة استخدام الأرض لإعطاء أعلى محصول.
- ٨- أن تلائم شكل وأبعاد حدود الأرض.
- ٩- أن تلائم طبيعة الأرض وطبوغرافيتها.
- ١٠- أن تسهل من إتباع نظم الميكنة السائدة واللازمة للنبات المنزوع.

١١- أن توفر التحكم في حرارة الجو والأرض الموجود بها النبات.

١٢- أن تسهل من عملية غسيل الأملاح الزائدة.

١٣- أن تكون داخل الإطار الاقتصادي.

اختيار طريقة الري المناسبة:

هناك العديد من العوامل التي تلعب الدور الرئيسي في تحديد واختيار طريقة الري المناسبة. وهذه العوامل هي:

١- الموارد المائية المتاحة بالمزرعة Water Source

موقع المصدر المائي، تصرفه، نوعية المياه، مدى توفر المياه طول السنة.

٢- نوع التربة Soil Type

٣- نوع النبات أو المحصول المنزرع Crop or Plant type

٤- رأس المال المستثمر Capital Investment

٥- العمالة المتوفرة Labors Available

٦- الطاقة المتاحة Energy Available

أساليب ري المزرعة (Farm Irrigation Methods):

الري الضغطي Pressurized Irrigation	الري السطحي Surface Irrigation
" Modern Irrigation Systems "	
Sprinkler Irrigation	١- الري بالرش Partially Flooding
Drip or Trickle Irrigation	٢- الري بالتنقيط Corrugation
Sub-surface Irrigation	٣- الري الباطني Irrigation
	٤- الري بالخطوط Furrow Irrigation
	٥- الري بالغمر الكلي Flooding Irrigation
	٦- الغمر الكنتوري الحر Free or wild flooding.
	٧- الغمر بالحواجز الكنتورية Contour Ditches
	٨- الري بالشرائح Border Irrigation
	٩- الري بالأحواض Basin Irrigation .

الأسس الهندسية الخاصة بحسابات الري والصرف:

التصرف: Discharge

حجم المياه (كمية المياه) التي تتدفق من مقطع معين في زمن معين. ويرمز له بالرمز Q في حالة التدفقات الكبيرة " مجرى مائي، ترعة أو مصرف " أو بالرمز q في حالة التدفقات الصغيرة " قناة ري، رشاش، منقط ".

ويتم حساب التصريف كما يلي:

- التصريف = مساحة المقطع (A) $\times$ السرعة المتوسطة للمياه (V)

$Q = A \cdot V$	$\frac{m^3}{s}$	$\frac{m^2}{s}$	$\frac{m}{s}$
	$\frac{m^3}{s}$	$\frac{m^2}{s}$	$\frac{m}{s}$

- تصريف الترعة (المجرى) $m^3/يوم$ = مقنن الترعة (المجرى) $m^3/فدان \cdot يوم$ $\times$ زمام المجرى "فدان"

- الضغط (P) Pressure، الضاغط المائي Hydraulic Head (H).

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

ρ g specific weight

"الوزن النوعي"

1 Kg/cm^2 or $1 \text{ bar} = 10 \text{ m head}$
P H

١ ض. جـ (١ كغم/سم^٢) أو ١ بار = ١٠ أمتار ضاغط مائي.

- معادلة الاستمرار: Continuity Equation

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = \text{Constant}$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_3 V_3 = \dots = \text{Constant}$$

- العلاقة بين التصريف، وزمن الري، والمساحة المروية، وعمق مياه الري:

$$Q \cdot T = A \cdot D$$

حيث:

Q	تصرف مصدر الري	$\frac{m^3}{\text{ساعة}}$
T	زمن الري	ساعة
A	المساحة المروية	m^2

D عمق مياه الري م

الطلبّات: Pumps

وللحصول على المياه اللازمة لأغراض الإنتاج الزراعي لا يكفي توفر مصدر المياه فقط يجب تهيئة الحالة التي تتواجد عليها المياه سواء كانت على مستوى منخفض أو على مستوى مرتفع أو مطلوب الحصول عليها على ضغط معين وهكذا.

وكان الإنسان يقوم بكل احتياجاته في توفير المياه اللازمة لأغراضه وبالهيئة التي يريدّها بالاعتماد على مجهوده الفعلي ثم تطور الحال فاستعان بالحيوان ومن بعد ذلك بالآلات والمعدات غير المتطورة.

وبمرور السنين وبتطور الميكنة الزراعية أمكن استخدام معدات رفع المياه في توفير المياه اللازمة لأغراض الإنتاج الزراعي عامة وأغراض الري خاصة بالضغط والتصرف والاستمرار اللازم لتحقيق اكتمال العمليات المتتابعة في إنتاج المحاصيل وأوجه الإنتاج الزراعي الأخرى.

والطلبّات هي معدات تستخدم في ميكنة رفع المياه فهي تقوم برفع المياه من:

- من مستوى منخفض إلى مستوى آخر مرتفع.
- أو من مستوى منخفض إلى مستوى آخر منخفض ولكن تحت ضغط زائد.
- أو من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع وتحت ضغط زائد.

وهذه المعدات تعمل بمحركات خاصة بها إما أن تكون محركات احتراق داخلي أو محركات كهربائية أو تعمل بمصدر قدرة خارجي يكون في غالبية الأحوال الجرار عن طريق عمود الإدارة الخلفي له أو عن طريق طارة الإدارة.

أو تستعمل بحيث يكون مصدر القدرة طبيعي مثل الرياح وفي المستقبل قد تستخدم الطاقة الشمسية كمصدر لتشغيل هذه الطلبّات وغيرها من معدات الميكنة الزراعية.

وهناك أنواع عديدة من الطلبّات نخص منها الأنواع التالية الشائعة الاستعمال في المزارع

وهي:

الطلبّات الترددية:

* الطلبّات ذات الكباس.

* الطلبّات ذات المكابس.

الطلّـمبات الدورانية:

* الطلمبة الطاردة المركزية.

* الطلمبة البريمية.

* الطلمبة التربينية.

وقبل الدخول في تفاصيل مكونات ومؤشرات الأداء لكل طلمبة نستعرض بعض المصطلحات الفنية الخاصة بالطلمبة بصفة عامة.

مستوى الطلمبة: الارتفاع الموجودة عليه الطلمبة.

مستوى السحب: المستوى الموجود به الماء.

مستوى الطرد : المستوى الذي سيتم تصريف الماء عنده.

عمود السحب الاستاتيكي: المسافة الرأسية بين مستوى الطلمبة ومستوى الماء.

عمود الطرد الاستاتيكي : المسافة الرأسية بين مستوى الطلمبة ومستوى الطرد.

العمود الاستاتيكي الكلي: المسافة الرأسية بين مستوى سحب الماء ومستوى طرد الماء.

وأثناء حركة الماء عند تشغيل الطلمبة تتقابل المياه بمواقع تقلل من سرعة حركتها ورفعها فيكون من الضروري أخذ ذلك في الاعتبار لتحديد العمود الكلي الفعلي (العمود الديناميكي الكلي) ويتم ذلك بتحويل الفوائد في سرعة المياه خلال ماسورتي السحب والطرد وأيضاً خلال الانحناءات التي يمر خلالها الماء خلال المواسير إلى ارتفاع إضافي يضاف على العمود الاستاتيكي الكلي ويكون بناءً على ذلك:

العمود الديناميكي الكلي = العمود الاستاتيكي الكلي + العمود الكلي للفقد بالاحتكاك.

عمود السحب الديناميكي = عمود السحب الاستاتيكي + الفقد في مواسير السحب.

عمود الطرد الديناميكي = عمود الطرد الاستاتيكي + الفقد في مواسير الطرد.

الطلّـمبة ذات الكباس:

من الطلمبات الواسعة الانتشار في رفع المياه من الآبار العميقة حيث توضع في البئر وتقوم بعملها من خلال مجموعة من الأذرع على عمود مرفقي يستمد قدرته من مروحة هوائية أو محرك احتراق داخلي أو محرك كهربائي.

الطلّـمبة نفسها يمكن أن تغمر في الماء أو توضع على سطح الماء. الأسطوانة تزود بصمامين

صمام لدخول الماء يفتح أثناء شوط السحب وصمام آخر للتصريف يفتح أثناء شوط الضغط. الكباس يعمل بمعدل ٢٥ - ٩٠ شوطاً في الدقيقة ويصل العمود الديناميكي الكلي لهذا النوع إلى ١٢٠ - ١٥٠ متر ويمكنها أن تعطي تصرف حتى ١٢٠٠ لتر/ساعة.

الطلّمة الطاردة المركزية:

تعتمد هذه الطلّمات في تشغيلها على التفريغ الحادث من دوران ريش مروحة تدار داخل جسم متدرج القطر بوجود هذا التفريغ يندفع الماء داخل الجسم ويصعد بفعل طاقة الحركة التي تكسبها ريش المروحة وتندفع من فتحة الطرد وهكذا.

وبهذه الطريقة لأبد للطلّمات أن تحضر قبل بداية التشغيل والمقصود بالتحضير هو ملء جسم الطلمبة بالماء حتى يحدث اتصال بين عمود السائل المراد رفعه والسائل الموجود فعلاً في جسم الطلمبة ويستمر بعد ذلك اندفاع الماء بين فتحة السحب إلى فتحة الطرد.

وفي الأنواع الحديثة من الطلّمات تكون الريش من النوع المنحني ومركبة في الجانب الداخلي لجسم الطلمبة أما الريش الدوّارة فتكون مستقيمة وقطرية وتكون فتحتا السحب والطرد متجاورتان وفي أعلى جسم الطلمبة وبذلك لا تفرغ الجسم من الماء - تكون ذاتية التحضير وهو النوع المتطور من الطلّمات الطاردة المركزية يوجد منها المتعدد المراحل حيث يزود بأثنين أو أكثر من الرؤوس الدوّارة والمركبة على نفس العمود ولكن في أغلفة منفصلة ويصل الماء من فتحة السحب إلى الوحدة الأولى وتدفعه إلى الوحدة التالية لها وهكذا يزداد ضغط الماء في كل مرحلة بها يسمح بتشغيل مثل هذا النوع من الطلّمات ضد رفع ديناميكي كلي يصل إلى ٣٠٠ متر.

وعندما تتوفر الطاقة الكهربائية يمكن استعمال نوع من الطلّمات الطاردة المركزية لرفع المياه من الآبار العميقة حيث يوجد موتور كهربائي وطلّمة تغمر في الماء وتقوم برفع المياه وتتميز بسهولة تركيبها.

وهناك الطلّمات الطاردة المركزية المحمولة وهي تتميز بخفة وزنها ٢٥ كجم واحتوائها على محركها الخاص بها ومناسبتها للمياه التي تحتوي حتى ٢٥% من المواد الصلبة ويمكنها إعطاء تصرف حتى ١٣٠٠ لتر/ساعة ضد رفع ديناميكي كلي قدره ٩ أمتار ومن عمق ٤,٥ متر.

الطلّمات المروحية:

وهي طلّمات يمكن تشغيلها بواسطة الجرار إذا أنها ذات رفع بسيط ولكن تعطي تصرفات عالية وتصلح لأغراض الري بالغمر أو لملء خزانات المياه. والنوع الشائع من هذه الطلّمات

يدور بسرعة ١٣٥٠-١٧٥٠ لفة/دقيقة يتصل به خرطوم كبير (قطر ٢٤ سم) يغمر طرفه السفلي بالماء.

وفي هذا النوع يجب تجهيز مجموعة من الطارات الكافية لزيادة السرعة للدوران التي يوفرها عمود الإدارة الخلفي للجرار من ٥٤٠ لفة/دقيقة وحتى السرعة السابق ذكرها.

المضخات البريمية:

فتعتمد على اندفاع المياه المطلوب رفعها في اتجاه عمودي على اتجاه دوران ريش المروحة التي تستمد حركتها من مصدر خارجي عن طريق طارة الإدارة.

تندفع المياه نتيجة سرعة دوران المروحة وتصدر خلال غلاف مخروطي يحيط بالمروحة دون ان تكتسب الطاقة الحركية الكبيرة التي تسبب حركة شديدة للماء نفسه وتكون المروحة مغمورة كلها تحت سطح الماء.

التصرفات الممكن الحصول عليها عالية ولكن تحت رفع ديناميكي كلي لا يزيد على ٣,٥ متر.

الري الضغطي Pressurized Irrigation:

تشمل طرق الري الضغطي كلا من الري بالرش (Sprinkler Irrigation) والري الموضعي (Localized Irrigation) والتي يفضل تسميتها بطرق الري الضغطي لخضوعها لأسس هيدروليكية لحركة المياه في المواسير وتصريف المياه من الفتحات وحسابات فواقد السريان الرئيسية والثانوية نتيجة لضخ (ضغط) ماء الري من مصدره باستخدام وسيلة ضغط (مضخة أو خزان مياه على منسوب مرتفع) إلى شبكة من المواسير تتدرج في أقطارها ولتنتهي بأقل خطوط المواسير قطراً والمثبت عليها موزعات المياه. فإذا كانت الموزعات من الرشاشات سميت بطريقة الري بالرش أما إذا كانت الموزعات نقاطات أو رشاشات صغيرة أو نافورات سمي بطريقة الري الموضعي وهناك تشابه كبير بين الطريقتين من حيث مسميات مكونات شبكة الري مع الاختلاف في نوع الموزع ووحدة التحكم المركزي.

وتعتبر شبكة التوزيع هي الجزء الفعال في شبكات نظم الري الضغطي والتي تتكون أساساً من مجموعة من خطوط المواسير المتدرجة في أقطارها كما سبق الذكر ويطلق على هذه النظم أحياناً ري المواسير حيث إنها أكبر مستهلك للمواسير بالمقارنة بنظام الري السطحي.

من ناحية أخرى تنقسم طرق الري الضغطي طبقاً لدرجة ابلاها لسطح التربة ومنطقة

الجذور كما يلي:

- أ- ابتلال كامل كما في الري بالرش (متشابهة مع طرق الري بالشرائح والأحواض).
- ب- ابتلال جزئي كما في نظم الري الموضعي (متشابهة مع الري بالخطوط والري تحت السطحي).

الري بالرش Sprinkler Irrigation:

هو أحد طرق الري الضغطي المستخدم للضغط لتوصيل مياه الري إلى سطح التربة على هيئة رذاذ ينتشر في الجو ليتساقط على سطح التربة مشابهاً بذلك المطر الطبيعي وأوصت كثير من البحوث المهمة بالري بإمكانية استخدام طريقة الري بالرش في جميع أنواع الأراضي وخاصة في الأراضي ذات معدلات التشرب العالية وتحت ظروف واسعة الاختلاف في الطبوغرافية والميول ومع معظم أنواع النباتات ويعتبر من أنسب الطرق لري المحاصيل الحقلية وخاصة محاصيل الأعلاف عندما تستخدم مياه ذات جودة عالية.

وقد بدأت فكرة الري بالرش منذ أوائل القرن الحالي إلا أنها كانت باهظة التكاليف من ناحية التشغيل لذلك ظل استخدامه محدوداً حتى عام ١٩٣٠ ومع انتشار صناعة المواسير من الصلب الخفيف والألومنيوم والتطور في صناعة الطلمبات ذات الكفاءة العالية وانتشار شبكات الكهرباء في كل مكان اتسع نطاق استخدام نظم الري بالرش. تقدر مساحة الأراضي المنزرعة تحت هذا النظام على مستوى العالم بحوالي ٧ ملايين فدان.

وقد اتجه التفكير إلى تطبيق طريقة الري بالرش بمصرفي بعض أراضي التوسع الأفقي ذات الطبيعة الرملية والنفاذية العالية والتضاريس غير المنتظمة لتعظيم الاستفادة بمياه السد العالي مع اختيار المحاصيل ذات الإنتاجية العالية لتحقيق أكبر عائد زراعي لتغطية التكاليف الإنشائية الأساسية وتكاليف التشغيل.

مميزات الري بالرش Advantages of Sprinkler Irrigation :

- ١- يمتاز بكفاءة عالية لاستخدام مياه الري بما يحقق توفيراً للمياه التي تهدر عند استخدام طريق الري السطحي كما أنه يوفر المبالغ الكبيرة التي تنفق في إنشاء شبكات الصرف.
- ٢- يمتاز بدرجة عالية من التحكم في كميات مياه الري وسهولة قياس التصرفات.
- ٣- يستخدم في حالة الريات الخفيفة والمتكررة والتي تناسب جميع مراحل نمو النباتات.
- ٤- توفير مساحة الأرض المنزرعة لعدم استخدام المساقى والبتون والمصارف كما هو الحال في الري السطحي والمقدرة بحوالي ١٠-١٢% تقابلها زيادة المحصول بنفس

النسبة.

- ٥- يستخدم في حالة مصادر المياه المحدودة.
- ٦- يمكن استخدامه في الأراضي الرملية والعالية والنفاذية بأقل فقد ممكن نتيجة للرشح العميق مع تكيفه مع معدلات الرشح للأراضي المختلفة.
- ٧- يمكن استخدامه تحت ظروف الطبوغرافية غير المنتظمة والانحدارات الشديدة بدون إحداث أي انهيار أو جرف لسطح التربة مما يوفر من تكاليف عمليات التسوية كما في الري السطحي.
- ٨- سهولة استخدام المخصبات وإضافتها مع مياه الري.
- ٩- توفير في الأيدي العاملة.
- ١٠- عدم إعاقة عمليات الميكنة الزراعية.
- ١١- ترطيب وتبريد الجو في المناطق الجافة والحارة ومقاومة الصقيع في المناطق الباردة وذلك بتدفئة النباتات.

عيوب الري بالرش Sprinkler Irrigation Disadvantages:

- ١- ارتفاع التكاليف الثابتة وتكاليف التشغيل.
 - ٢- احتياج الخبرة الفنية والعناية في التشغيل والصيانة.
 - ٣- إحداث انضغاط (كبس) لحبيبات التربة السطحية نتيجة تساقط قطرات الماء على السطح وبخاصة في حالة استخدام الرشاشات الكبيرة (Guns).
 - ٤- إصابة بعض أوراق النباتات بالأمراض نتيجة لابتلالها كما يسبب حرقاً للأوراق في حالة استخدام مياه عالية الملوحة نتيجة لتراكم الأملاح عليها.
 - ٥- تأثره بالعوامل الجوية وبخاصة الرياح ودرجة الحرارة العالية.
- ويعتبر الري بالرش بجميع أنظمتها أكثر النظم ملائمة للمحاصيل الحقلية ولا ينصح به لري محاصيل البساتين (فاكهة + خضر + زينة) نظراً لمشاكله العديدة مع تلك المحاصيل الأمر الذي يسبب انخفاضاً في الإنتاج إذا ما قورن بنظم الري السطحي أو بطريقة الري الموضعي.

أنواع شبكات الري بالرش Type of Sprinkler Irrigation Systems:

تتكون جميع أنظمة الري بالرش من مكونات مشتركة أساسية وهي مصدر الطاقة والضخ عند مصدر الماء وخط رئيسي Main Line ومجموعة خطوط شبه رئيسية أو ثانوية Sub-

Main Lines (يتوقف عددها على المساحة الكلية المروية) ثم مجموعة الخطوط الفرعية) Laterals or Sprinkler Lines) مركب عليها مجموعة الرشاشات المناسبة بالإضافة إلى أجهزة التحكم المحابس وأجهزة القياس وأجهزة التسميد وسوف يتم شرحها بالتفصيل فيها بعد.

وتختلف نظم الري بالرش في المواصفات الفنية لخطوط الرشاشات (الموزعات) فقط وطريقة تحريكها أو نقلها من وضع لآخر حيث تنقسم أنواع نظم الري بالرش تبعاً لنوع الحركة والنقل إلى:

١ - شبكات الري بالرش الثابتة Permanent Sprinkler Systems :

تتكون من محطة ضخ وخطوط رئيسية وفرعية ثابتة وهي شبكات مرتفعة التكاليف تستخدم عادة في ري المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة حيث يمكن تركيب الرشاش على قائم (riser) مرتفع ليتناسب مع الأشجار العالية وتمتاز هذه الشبكات بتوفير الأيدي العاملة إلى أدنى حد بالمقارنة بأنواع الري بالرش الأخرى.

٢ - شبكات الري بالرش نصف متحركة Semi Portable Sprinkler Systems :

تتكون من خطوط رئيسية ومحطات طلمبات ثابتة في حين تكون الخطوط الفرعية متحركة وإذا كان النقل موسمي (مرة كل موسم نمو) سمي Solid System ويستخدم فيها المواسير الألومنيوم الخفيفة وذات الوصلات السريعة التركيب.

٣ - شبكات الري بالرش المتحركة Fully Portable Sprinkler Systems :

وتتكون من طلمبات أما ثابتة أو متحركة وتكون الخطوط الرئيسية والفرعية متحركة. ويمكن تقسيم شبكات الري المتحركة ونصف المتحركة حسب نوع الحركة والنقل للخطوط الفرعية إلى:

أولاً- أنظمة الري الثابتة أثناء عملية الري:

- ١- نظام النقل اليدوي Hand Moved System
- ٢- النظام المجرور Pull- Type System
- ٣- النظام جانبي الحركة Side - roll System (المتدحرج)
- ٤- النظام ذو الفوهات (البرجي) Boom - Type System
- ٥- النظام الري المدفعي Gun System

ثانياً: أنظمة الري بالرش المتحركة أثناء عملية الري:

(ذاتية الحركة Self Propelled)

Center Pivot System

١- نظام الري المحوري

(Linear) Lateral Move System

٢- النظام ذو الحركة المستقيمة

Traveler gun

٣- النظام المدفعي المتنقل

الري الموضعي (Localized Irrigation (Micro – Irrigation

أحد طرق الري الضغطي Pressurized Systems وفيه يتم توصيل المياه من المصدر داخل خطوط الأنابيب حتى جذور النبات بجرعات صغيرة فوق أو تحت سطح التربة وذلك عن طريق مخارج (موزعات) مثل (نقاطات - رش رذاذي - نافورات) وبصفة عامة فهو نظام يمد النبات بالماء بتصرفات منخفضة مستمرة أو على دفعات وفي صورة نقط متقطعة أو مستمرة أو في صورة رذاذ أو نافورات.

أهمية ومميزات الري الموضعي:

- ١- توفير والاقتصاد في كميات المياه المستخدمة.
- ٢- زيادة الإنتاج وتحسين نوعية المحاصيل.
- ٣- توفير العمالة والطاقة وتكاليف التشغيل.
- ٤- توفير في استخدام الأسمدة.
- ٥- مقاومة الحشائش والأمراض.
- ٦- استخدام المياه ذات الملوحة العالية مثل مياه المصارف الحقلية والصرف الصحي ومياه البحار.
- ٧- حل مشاكل الأراضي الثقيلة والخفيفة.
- ٨- الحد من مشاكل الصرف.

مشاكل الري الموضعي:

- وللري بالتنقيط بعض السلبيات التي قد تقابل من استخدامه الا أنها مشاكل يمكن التغلب عليها والوقاية منها ومن أهم هذه المشاكل:
- ١- انسداد المنقطات (الموزعات).
 - ٢- تراكم الأملاح.

٣- سطحية نمو الجذور.

نظم الري الموضعي Localized Irrigation Systems:

تشارك جميع شبكات أنظمة الري الموضعي في مكوناتها الرئيسية وهي مصدر الطاقة (وحدة الضخ). وحدة التحكم (أجهزة الترشيح والتسميد والتحكم) وخط رئيسي وخطوط تحت رئيسية يختلف عددها طبقاً للمساحة الكلية ثم خطوط التغذية ولكنها فيما بينها في خطوط توزيع المياه وأنواع الموزعات وطريقة تركيبها وأهم هذه الأنظمة ما يلي:

١- الري بالتنقيط السطحي Surface Drip System ويتم فيه وضع وتركيب الخرطوم بالنقاطات والمصنعة من مادة البولي إيثيلين المعامل ضد الأشعة فوق البنفسجية (أشعة الشمس) بجوار النباتات أو الأشجار المكشوفة فوق سطح الأرض.

٢- الري بالتنقيط تحت السطحي Sub-surface Drip System وهو لا يختلف عن النظام السابق إلا أن خرطوم التنقيط توضع على أعماق مختلفة تصل إلى ٤٠ سم طبقاً لنوع الأرض وعمق الجذور.

٣- الري النافوري Bubbler System ويختلف هذا النظام عن نظام التنقيط بالتصرفات العالية جداً تصل إلى ٣٠٠ لتر/ساعة ويعتبر من أنظمة الري السطحي المحكم والمقنن وقد يطلق عليه الري الفوار ويستخدم في ري الأشجار القديمة (المكتملة النمو) والمروية بنظام الغمر ويراد تحويلها إلى نظام حديث.

٤- الري بالرشاشات الصغيرة Mini-Sprinklers أو Micro-jet Spitters يستخدم في ري الأشجار وخاصة ذات المسافات البينية ويمتاز هذا النظام بزيادة المساحة المبتلة والانتشار العرضي للرطوبة وبخاصة في الأراضي الرملية حيث يتم توزيع المياه على هيئة رذاذ تحت الأشجار ويعتبر هذا النوع بديل للري بالرش العادي - بالنسبة للأشجار ويتراوح تصرف الرشاش من ٣٠-١٢٠ لتر/ساعة.

مكونات شبكات الري الضغطي ومواصفاتها الفنية:

Components of pressurized irrigation systems network and their technical specification

تتكون شبكات الري الضغطي أساساً من مركز الضخ ومركز للتحكم وخطوط رئيسية وشبه رئيسية وخطوط فرعية تنتهي بالموزعات (أو الرشاشات) وفيما يلي أهم هذه المكونات ومواصفاتها الفنية:

مركز الضخ Pumping Centre :

يشمل المركز المضخات اللازمة لإمداد النظام بالمياه بالضغط المطلوبة لتشغيله بالإضافة إلى الملحقات الضرورية مثل القاعدة والحواجز والصمامات والمحركات وتعتبر المضخات مصدراً للطاقة في شبكات الري الضغطي والتي تعمل على رفع المياه من مستوى منخفض إلى مستوى أعلى أو لزيادة الضغط في خطوط الأنابيب وأهم الأنواع المستخدمة في شبكات الري المضخات الطاردة المركزية للمياه السطحية والضحلة والتربينية المستخدمة في رفع المياه من الآبار والأعماق الكبيرة ويتم اختيار نوع المضخات المناسبة والطاقة المحركة لها لتلائم التصميم واحتياجاته من تصرف وضغط ديناميكي كلي ولذلك يجب فهم نظرية أداء المضخات وتقدير تصرفاتها وتحديد القدرة المطلوبة للتشغيل لتقدير التكاليف الكلية.

منطقة التحكم (رأس الجهاز) Assembly Header :

تعتبر منطقة التحكم أهم مكونات الجهاز ومن خلالها يمكن السيطرة والتحكم في عمليات التشغيل المختلفة مثل تثبيت الضغوط وتزويد النباتات بالمخصبات الزراعية والكيماوية وترشيح مياه الري قبل وصولها إلى المنقطات وقياس كميات المياه والضغوط، ويتكون هذا الرأس من صمامات تحكم مقاييس للضغوط ومعدلات التصرف كما يتصل جهاز التغذية بالمخصبات والكيماويات وبمرشح المياه، ويجب اختيار مكان تركيب رأس الجهاز بعناية بحيث يكون في أعلى نقطة من الحقل إذا سمحت بذلك العوامل الأخرى المحددة مثل طبوغرافية الأرض ومصدر المياه وشكل الحقل.

المرشحات Filters :

تحتوي مياه الري على كثير من الشوائب التي يجب إزالتها قبل أن تصل إلى أنابيب التوزيع حتى لا تعوق السريان أو تسد المخارج مسببة عدم انتظام توزيع المياه على النباتات - وتعتبر هذه المشكلة من أهم التحديات التي واجهت نظام الري بالتنقيط وما زالت تلعب دوراً أساسياً في تحديد كفاءة الجهاز من حيث التغيير المتكرر لبعض الأجزاء.

ويعرقل سريان الماء في أنابيب التوزيع كما تسد فتحات المخارج نتيجة للعديد من العوامل - فقد يكون السبب خارجياً مثل نفاذ بعض الشعيرات الجذرية أو حبيبات الطين من التربة إلى بعض المنقطات بحيث تتوقف عن التغذية ويحدث هذا غالباً في أجهزة التنقيط المدفونة تحت سطح التربة أما الأسباب الداخلية فقد تكون نتيجة لعدم إمكانية مرور حبيبات الرمل الكبيرة وبقياء صداً الأنابيب من فتحات المخارج الضيقة، وقد تتجمع الحبيبات الصغيرة جداً والمعلقة في ماء الري مثل المواد الغروية وخلايا الأحياء الدقيقة مكونة حبيبات كبيرة تتسبب أيضاً في سد

الفتحات. كذلك فإن ترسيب بعض الأملاح التي قد تتبلور عند فوهات المنقّطات يسبب وقف أو تعويق السريان. أهم المركبات التي تميل إلى الترسيب هي كربونات الكالسيوم وأملاح الحديد والالومنيوم كما تساعد المخصبات الزراعية التي تضاف إلى مياه الري في عمليات الترسيب حيث يتحد أيون الفوسفات مع أيونات الكالسيوم أو المغنسيوم في الماء مكونة أملاح غير ذائبة كذلك فإن حقن سائل الأمونيا في ماء الري يزيد درجة الـ pH مما يساعد عمليات الترسيب ويمكن من خلال عمليات التنظيف المستمر للأنابيب والمنقّطات خصوصاً إذا كانت من الأنواع السهلة الفك والتركيب أن نحد من خطورة تعويق السريان ولكن في ذلك كثير من التعب وإضاعة الوقت مما يحبذ اتخاذ كل ما يلزم من الإجراءات التي تحجز الشوائب والمواد المعلقة في ماء الري قبل وصولها إلى أنابيب التوزيع، وبالطبع على حسب نظافة ماء الري فإن هذه الإجراءات سواء كانت ترسيباً للحبيبات المحمولة Settling أو تجميعاً للحبيبات العالقة Flocculation أو الترشيح Filtration تتخذ كلها لتصفية ماء الري قبل وصوله للمنقّطات. وتعتبر عملية الترسيب الكبيرة المحمولة مع ماء الري أساسية إذا كان مصدر الماء من الآبار الجوفية أو مياه الأنهار المحملة بالسلت ويتم ذلك من خلال مرور المياه قبل ضخها إلى جهاز الري على حوض كبير للترسيب Settling Tank.

أنواع المرشحات Types of Filters:

تقسم المرشحات طبقاً لطريقة فصل الشوائب إلى ما يلي:

١- حات الضغط (حاجز للمواد ومرشحات الطرد المركزي).

٢- حات الوزن النوعي (أحواض الترسيب والترويق).

وحدات التسميد وحافنات الكيماويات:

Fertilizers Units and Chemicals Injector (Chemigation Systems)

تقلل إضافة الكيماويات (أسمدة أو كيماويات مبيدات إبادة الحشائش أو أحماض) باستخدام الحافنات خلال شبكة الري الضغطي (الموضعي والرش) من الفقد فيها نظراً لانتشارها في منطقة الجذور الفعالة.

ويتوقف اختيار الطريقة المناسبة على عديد من العوامل الخاصة بنوع النبات ونوع التربة ونوع السماد والعوامل الجوية السائدة أثناء الإضافة ونوعية مياه الري وتعتبر طرق إضافة الأسمدة والكيماويات خلال الري أكثر الطرق استخداماً تحت نظم الزراعة الحديثة لتمييزها بإمكانية إضافة الأسمدة بالكمية الملائمة وفي الوقت المناسب لاحتياجات النبات مما يساعد على توفير جزء كبير من الأسمدة والكيماويات والتي قد تفقد بالغسيل بعيداً عن منطقة انتشار الجذور

كما أن تكلفة إضافة الأسمدة والكيماويات خلال مياه الري تكون أقل من الطرق العادية.

ويتوقف حقن الكيماويات في مياه الري على:

- درجة ذوبان المواد في الماء.
- التصرف المار خلال الشبكة.
- نوعية مياه الري.
- التأثيرات المتبادلة بين الأسمدة والكيماويات المختلفة وبين معدات شبكة الري أيضاً.

أجهزة الحقن Injection Equipment:

يراعي عند اختيار جهاز حقن الأسمدة والكيماويات درجة تركيز المواد المطلوبة والدقة المرغوبة للتركيز، وكذلك إمكانية نقل الجهاز وتكلفة وطريقة تشغيله.

أ- أنظمة فوارق الضغط Differential Pressure Systems :

وتشمل الأجهزة التي تعتمد في حقن الكيماويات والأسمدة على توليد فرق في الضغط بين دخول الماء إلى الجهاز وبين مخلوط الماء والكيماويات وذلك بواسطة صمام لتخفيض الضغط يوضع بالتوازي بين خط التدفق الداخلي وخط التدفق الخارجي مما يؤدي إلى تدفق المياه خلال الجهاز وتعد الأجهزة المستخدمة في نظام فوارق الضغط من النوع البسيط ولا تشتمل على أي أجزاء متحركة وكثيراً ما تكون هذه هي الطريقة الوحيدة لحقن الكيماويات عندما لا تتوفر محركات كهربائية.

ومن أهم الأجهزة لأنظمة فوارق الضغط:

أ- خزان الضغط Pressure Tank.

ب- مضخات الحقن Injection Pumps.

أجهزة التحكم والقياس والحماية لشبكات الري:

Control Measurement and Protection Devices of Irrigation Network

وتشمل الأجهزة المركبة على خطوط طرد المضخات ومراكز التحكم للتشغيل والتحكم والقياس والحماية كذلك الأجهزة والمعدات اللازمة للتشغيل والحماية لشبكة الأنابيب الرئيسية والفرعية وتشمل:

المحابس (الصمامات) Valves :

وتشمل محابس القفل والفتح ومحابس تخفيف الضغط والتفريغ ومحابس عدم الرجوع (اتجاه واحد).

- محابس القفل والفتح On-Off Valves
- محابس الكرة Ball Valves
- محابس الفراشة Butterfly Valves
- المحابس الأتوماتيكية Automatic Valves
- صمام عد الرجوع Non Return Valves

أجهزة الحماية Protection Equipment :

وهي أجهزة ضرورية وهامة لحماية جميع مكونات شبكات الري ابتداءً من المضخات وحتى خطوط التوزيع والتغذية وبخاصة من مشكلة المطرقة المائية Water Hammer في أنابيب شبكات الري الضغطي والناتج من التغير المفاجئ للضغط داخل الخطوط، والذي يسببه التغير المفاجئ لسرعة المياه عند التشغيل المفاجئ، وسرعة الهواء داخل الأنابيب نفسها (جيوب هوائية) لهذه الموجة المفاجئة تحطيم الأنابيب والمضخات أيضاً.

ومن أهم أجهزة الحماية:

- صمام (محبس) تخفيف الضغط Pressure Relief Valve
- محابس الهواء Air Vent (AV)
- خزانات الهواء Air Chamber Surge Tanks

المنظمات Regulators:

- منظمات الضغط Pressure Regulators
- منظمات التصريف Flow Regulators

أجهزة القياس Measuring Devices:

- ١- أجهزة قياس الضغط Pressure Gauges
- ٢- أجهزة قياس التصريفات Water and Flow Meters

شبكة الأنابيب Piping Network:

تقوم بنقل المياه من مركز التحكم حتى الموزعات وتتكون من:

١- الخطوط الرئيسية Main Line شبه الرئيسية Sub-Main لتوصيل الماء من مركز التحكم إلى الموصلات والفرعيات وتصنع هذه الخطوط من البلاستيك P.V.C. أو من الأسبستوس وتبدأ بأقطار ٥ سم (٢ بوصة) وبوصلات بأطوال ٤-٦ أمتار توصل ببعضها بواسطة مرابط أو تكون هذه الأنابيب ذات انتفاخات في إحدى نهايتها وتوصل بالأخرى باستخدام جوان كاوتش أو باستعمال مواد لاصقة مناسبة ويمكن استخدام مواسير الألومنيوم في حالة شبكات الري النقالى وتركب الخطوط البلاستيكية والأسمنتية تحت سطح الأرض وعلى أعماق مناسبة (لا تقل عن ٥٠ سم) تتناسب مع قدرة تحملها للضغوط الواقعة عليها نتيجة لحركات آلات فوق السطح مع انشاء غرف التفريش لأعمال المتابعة والصيانة وبخاصة في حالة الخطوط الطويلة وتتراوح سرعة المياه داخل تلك الخطوط ١,٥-٢ م/ث.

٢- خطوط التغذية (الموصلات) Manifold لنقل وتوصيل المياه من الخط الرئيسي أو شبه الرئيسي إلى الخطوط الفرعية (الموزعات) (نقاطات - رشاشات) ويضبط الضغط المطلوب للتشغيل عند مدخل هذه الموصلات باستعمال محابس أو منظمات ضغط عند اتصالها بالخط الرئيسي أو شبه الرئيسي وتركب هذه الخطوط تحت سطح الأرض إذا كانت من P.V.C. أو تترك على السطح في حالة استخدام أنابيب الـ P.E. لمقاومته للأشعة فوق بنفسجية. ويمكن أيضا تركيبه تحت سطح الأرض لإطالة عمره.

٣- الخطوط الفرعية (خطوط البث - الموزعات) Emission Lines لنقل وتوصيل المياه للموزعات في الري الموضعي وتعتبر من الأجزاء المهمة في الشبكة وتصنع من مادة البولي إيثيلين الأسود المحتوي على نسبة كربون لا تقل عن ٢% لمقاومة الأشعة فوق البنفسجية والتغيرات الجوية حيث تتركب مكشوفة على سطح الأرض ويتراوح قطر هذه الخطوط من ١٠-٢٥ مم وأكثرها شيوعاً ١٢,٥ - ١٦ - ١٨ مم بسمك جدار مقداره ٢-١ مم. ويمكن تركيبها على أعماق تحت سطح التربة وطبقاً لنوعية التربة.

٤- الخطوط الفرعية Laterals للري بالرش وتمد الرشاشات بالماء وهي مصنعة من P.V.C. أو P.E. في حالة الشبكات الثابتة أو من الألومنيوم في حالة الشبكات المتحركة.

٥- الوصلات الخاصة بالخطوط Fittings وتشمل الوصلات المستقيمة (الجلب) وحرف T وحرف Y والنبل والأكواع وكلها تصنع من P.V.C. المصنوع بطرق الحقن أو البولي إيثيلين أو الألومنيوم حسب نوع الخطوط. وتستخدم في ربط وصلات المواسير.

موزعات مياه الري Irrigation Water Distributors:

أولاً- موزعات شبكات الري بالرش:

Sprinkler Irrigation Systems Distributors (Sprinkler Heads)

تعتبر الرشاشات أهم جزء في أنظمة الري بالرش سواء الثابت منها أو المتحرك حيث يتم توزيع المياه على السطح من خلالها لإتمام عملية الري وتؤثر إدارة تشغيلها تحت الضغوط المائية والظروف الجوية وخاصة سرعة الرياح على كفاءة النظام كله وتركيب الرشاشات على الخطوط الفرعية أما على حامل من الحديد (Riser) يتحدد ارتفاعه تبعاً للمحاصيل المنزرعة وفي حالة الارتفاعات الكبيرة (قصب السكر- الذرة) يمكن أن تستخدم وصلات سريعة التركيب تتم زيادة ارتفاعها على الخطوط الفرعية في الأجهزة المتحركة مثل النظام المجرور وجانبي الحركة وذوي الأجنحة والمحوري والمستقيم الحركة.

أ- أنواع الرشاشات Sprinkler Heads Types:

ونقسم الرشاشات إلى ثلاثة أنواع الأول الرشاشات اللفافة التي تدور على محورها أثناء الرش والثاني رشاشات ثابتة والثالث عبارة عن فتحات صغيرة على جوانب أنابيب التوزيع. وتشارك الأنواع الثلاثة في أن الماء يندفع منها تحت ضغط وبسرعات تختلف باختلاف نوع الرشاشات ومقدار الضغط عند فوهته.

١- الرشاشات الدوارة (اللفافة) Rotating Impact Heads:

وأكثر الرشاشات الدوارة شيوعاً هي:

أ- الرشاشات الصغيرة والمتوسطة Small and Medium Size Sprinklers:

وعادة تكون تصرفاتها ما بين ٠,٥ - ٤,٥ م^٣/ساعة وتعمل تحت ضغط يتراوح ما بين ١,٥ - ٤ بارات وتغطي مساحة بقطر من ١٠-٤٠ متراً.

ب- الرشاشات المدفعية Gun Sprinklers:

ذات تصرفات عالية تصل إلى ٥٠ م^٣/ساعة وتصل أقطار دوائر الابتلال لها إلى ١٦٠ م تحت ضغوط في حدود ٧ بارات وهي تصلح للمراعي ولا تصلح للأراضي شديدة الانحدار لتجنب نحر الأراضي كما تسبب انضغاطاً لسطح التربة وإهلاكاً لبعض المحاصيل.

٢- الرشاشات الثابتة Fixed Heads:

تستعمل هذه الأنواع في ري المساحات الصغيرة كالنخيل في الحدائق وتختلف في التصميم

حسب الغرض منها وتعتمد على قوة اندفاع الماء من فتحات الرشاش الثابتة لتحديد دائرة الري ويستخدم هذا النوع في أجهزة الري بالرش المحوري وتعمل تحت ضغط منخفض.

٣- الأنابيب المثقبة Perforated Pipes:

عرف هذا النوع في أوائل فترات استعمال نظام الري بالرش وتعتمد على اندفاع الماء من الفتحات على جانبي أنبوبة التوزيع لتروي مساحة مستطيلة بطول الأنبوبة وبعرض يتراوح ما بين ١٠-١٣ متراً.

الحسابات الهيدروليكية للرشاشات :

Hydraulics Calculation of Sprinkler Heads

١- تصرف الرشاش Sprinkler Discharge

$$q = a.c\sqrt{2gh.10^{-3}}$$

حيث إن :

q معدل تصرف الرشاش (لتر/ثانية).

a مساحة مقطع فوهة الرشاش (مم^٢).

g عجلة الجاذبية الأرضية ٩,٨١ متر/ث^٢.

ثانياً- موزعات شبكة أنظمة الري الموضعي:

:Localized Irrigation System Distributors (Emission Devices)

وتمثل الموزعات الجزء الهام والدقيق في الشبكة حيث يتم عنها توزيع أو بث المياه إلى النباتات أما في صورة نقط أو رذاذ أو نافورة وتتراوح تصرفات هذه الموزعات من ٢ - ٣٠٠ لتر/ساعة عند ضغوط تشغيل من ٠,٥ - ٢ بار ويجب ان يكون للموزع تصرف ثابت ومنتظم وتصنع معظم الموزعات من مواد بلاستيكية P.V.C. أو P.E. ومن أهم أنواع هذه الموزعات وأساليب تركيبها حول النباتات:

المنقطات Emitters (Drippers)

الرشاشات الدقيقة (رذاذية) Micro - Spray (Mist)

Bubblers

الفوارات (الببلر)

د- المواصفات الهيدروليكية :Hydraulic Specification

يتوقف مقدار التصريف المار خلال المنقطات المختلفة على مقدار ضاغط التشغيل وعلى نوع نمط السريان وكذلك على المواصفات الفنية للمنقط من حيث قطر مجاري السريان ونوع تصنيعه وجودته وتوضح المعادلة الآتية العلاقة بين تصرف المنقط وضاغط تشغيله.

$$Q = Cd \ h^x$$

حيث أن :

Q تصرف المنقط (لتر/ساعة) . Lph

h ضاغط التشغيل (متر).

Cd ثابت خاص بنوع المنقط .

x ثابت خاص بنوع نمط السريان.

المنقطات : Tricklers

تختلف أجهزة التنقيط من حيث الشكل والتصميم والتشغيل ولكنها جميعاً تتكون من رأس الجهاز Assembly Header الذي يشمل أجهزة التحكم المختلفة ويصل بين مصدر المياه أو الخط الرئيسي للماء وبين أنابيب التوزيع التي تمتد بالقرب من صفوف النباتات وتوجد عليها الفتحات أو المخارج التي تغذي التربة والنباتات بالماء بتصرفات بسيطة وببطء وتحت ضغط منخفض جداً عند مخارج الفتحات وتتحكم الفتحات في معدلات الري نتيجة لمقدار الفاقد في الضاغط أثناء مرور الماء من خلالها ولذلك فتبعاً لهذه الخاصية الهيدروليكية يمكن تقسيم المنقطات الشائعة الاستعمال إلى الأنواع الآتية:

١- المنقطات طويلة المسار :Long Patel Tricklers

ويعتمد هذا النوع من المنقطات على طول مجرى السريان وضيقه في تقليل الضاغط نتيجة للاحتكاك مع جدران أنبوب المنقط الذي يتراوح قطره بين ١ - ٣ مم ويتبع هذا القسم عديد من المنقطات مثل المنقط اللولبي.

٢- المنقطات مزبومة الفتحات :Constricted orifice Tricklers

ويعتمد هذا النوع على المخارج ذات المجرى القصير والمقطع الصغير جداً أو المزموم أو المنضغط في نهايته حيث يتراوح قطر الفتحة ما بين ٠,٥ - ١,٥ مم، ومن ثم يعمل على تقليل الضاغط إلى حد كبير ويندرج تحت هذا النوع الأسماء التجارية التالية: Buttons Nozzles

.Holes , Slits ... etc.

٣- المنقطات الدوامية Vortes Trickler:

والأنواع التي تقع تحت هذا القسم يقل فيها الضاغط تحت تأثير دفع المياه في مسار دائري دوامي لتحتك بجدار المنقط - ويمكن التحكم في مقدار الضاغط المفقود في هذه الأنواع رغم كبر المقطع الهندسي في فتحة المنقط نسبياً.

٤- المنقطات النزازة Water oozing Trickler:

وهذه عبارة عن فتحات أو ثقوب على جانبي أنابيب التوزيع التي قد تكون أنبوباً واحداً Single Chamber أو أنبوبين Dual Chamber . ويتميز النوع الثاني D. Chamber بالقدرة على التحكم في الضاغط وبالتالي انتظام توزيع الماء حيث يقوم أحد الأنبوبين (الأنبوب الداخلي) بتوصيل الماء إلى الأنبوب الثاني (الأنبوب الخارجي) الذي يقوم بدوره بتوزيع الماء على النباتات وبالطبع فاقد الضاغط يتم على مرحلتين - المرحلة الأولى أثناء سريانه في الأنبوب الأول إلى الأنبوب الثاني والمرحلة الثانية عند سريان الماء من خلال الفتحات الجانبية أما نظام الـ Single Chamber فمن الصعب التحكم في الضاغط على طول الأنبوب. وتحت هذا النوع يمكن استعمال أنواع رخيصة من الأنابيب البلاستيكية التي تستمر لفصل زراعي واحد. ويقع تحت هذا القسم الأنابيب المعروفة باسم Bi-wall tubes.

تبسيط لبعض حسابات الري الضغطي

١- الاحتياج المائي للشجرة الواحدة:

$$ح = \frac{مسح \times بن \times م \times ك \times ١ \times ك \times ٢ \times ك \times ٣}{ك \times ٤}$$

حيث :

ح الاحتياج المائي للشجرة كاملة النمو لتر/يوم.

مسح: المساحة التي تشغلها الشجرة متر مربع.

المسافة بين خطوط الأشجار × المسافة بين الأشجار داخل الخط

بن: أقصى كمية للبخر من سطح الأرض والنتح من النبات - (حسب المنطقة)

وحسب شهور السنة ٨ ملليمترات/يوم (ملليمتر/يوم).

م: معامل المحصول رقم بدون وحدات يتراوح ما بين ٠,٥٠ - ١,٢٥

ك١: نسبة التغطية الخضرية للمساحة المخصصة للشجرة الواحدة ٠,٧ - ٠,٩ للفاكهة، ١,٠ للخضار.

ك٢: نسبة البخرنتج للمنطقة بالمقارنة إلى ٨ ملليمترات/يوم.

ك٣: معامل الغسيل حسب نسبة ملوحة التربة (يؤخذ اذا كانت ملوحة التربة والمياه أقل من ٦٠٠ جزئ في المليون ويزداد مع الملوحة إلى ١,٢٥.

ك٤: كفاءة نظام الري (أكبر من ٨٥%).

٢- عدد النقاطات للشجرة الواحدة (ن):

$$ن = \frac{ح}{تصرف النقاط \times عدد ساعات الري}$$

٣- الاحتياج المائي للمزرعة:

الاحتياج المائي للفدان في اليوم =

الاحتياج المائي للشجرة $\times$ عدد الأشجار بالفدان متر مكعب/فدان. يوم

الاحتياج المائي للمزرعة = الاحتياج المائي للفدان $\times$ عدد الأفدنة

$$= \frac{\text{متر مكعب/اليوم}}{\text{متر مكعب اليوم}} = \frac{\text{اليوم} \times \text{عدد ساعات الري}}{\text{متر مكعب/ساعة}}$$

٤- أقطار المواسير والأنابيب :

أ- يختار قطر الماسورة المناسب حسب التصرف المار بها بحيث لا تزيد سرعة المياه داخل الماسورة على ١,٥ متر/ثانية [وتوجد جداول خاصة تساعد في هذا الاختيار] وبحيث لا يزيد ضغط التشغيل داخل الماسورة على ٠,٧ من مقدار تحمل الماسورة للضغط .

ب- أنابيب النقاطات ذات قطر خارجي:

- ١٦ ملم وداخلي ١٣ ملم.

- ١٨ ملم وداخلي ١٦ ملم وتتحمل ضغط ٢,٥ - ٤ جوي.

الكفاءة الاقتصادية لاستخدام مياه الري

إعداد

د. محمد عيسى مجذلاوي
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
جمهورية مصر العربية

مقدمة:

تمثل المياه تحدياً كبيراً يواجه البشرية فالمياه النظيفة أصبحت نادرة بشكل متزايد في عدد من البلدان واضطر مختلف مستخدميها سواء في المجال الزراعي أو المنزلي أو الصناعي أو السياحي إلى التنافس في سبيلها، ومن المرجح أنه سوف تعاني الكثير من الدول العربية في المستقبل القريب من مشاكل ندرة المياه مما سيتطلب تأمين الاستدامة إلى إدارة الموارد المائية استناداً إلى المياه المتاحة والطلب عليها. ومن هذا المنطلق فإن قضايا الطلب على المياه والندرة الفعلية أو المحتملة للمياه تعتبر وثيقة الصلة بإدارة الموارد المائية بخاصة للاستخدام الزراعي.

تعد الزراعة من أقدم الأنشطة الاقتصادية التي عرفت البشرية، ومن أكثر الأنشطة أهمية،

وذلك؛ لأنها تشكل مصدراً لإشباع الحاجات الأساسية للمجتمع (الغذاء والكساء والمأوى)، وتستوعب قسماً كبيراً من الموارد البشرية. هذه الأهمية الخاصة للإنتاج الزراعي تجعل من الضروري استغلال الموارد الطبيعية أفضل استغلال، وذلك للحصول على أعلى مردود اقتصادي ممكن مع الحفاظ على الموارد الطبيعية المحدودة لتنمية مستقبلية مستدامة. فزيادة استغلال مساحات زراعية لا يعني مردود اقتصادي أعلى، وكذلك الحال عند استخدام المياه للري فالمحاصيل ذات الاحتياج المائي الأعلى ليست بالضرورة هي المحاصيل ذات المردود الاقتصادي الأعلى، وإن زيادة استخدام كمية المياه لنفس المحصول لا تزيد دائماً الإنتاجية وبالتالي العائد الاقتصادي للمحصول. لذلك فإنه في ظل محدودية الموارد المائية المتاحة للزراعة وازدياد الطلب المستقبلي عليها هناك ضرورة لإجراء تعديل جذري في طرق وتقنيات ونظم الري الحالية ذات الكفاءة المنخفضة، وانتهاج كافة السبل والوسائل التي تمكن من استخدام المياه في الزراعة بالمقادير اللازمة وذلك لتوفير المياه وزيادة كفاءة استخدامها.

تخطيط استغلال الموارد الطبيعية على مستوى المزرعة:

إن تخطيط استغلال الموارد على مستوى المشروعات الزراعية وبخاصة المروية منها، وما يترتب عليه من تعديل للأنماط المزرعية، يتطلب التخطيط الصحيح والشامل للمزرعة في استغلال الموارد المتاحة، لتعظيم الربح إن كان هو الهدف من النشاط المزرعي والحفاظ على الموارد واستغلالها استغلالاً أمثل. إن خطة المزرعة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عامل الزمن والظروف المناخية، وبالتالي يتم تحديد الحجم الاقتصادي لكمية المورد الأكثر ندرة-والذي هو هنا المياه- لكل محصول أو نشاط قبل عمل الخطة، مما يعني توفير أي كمية من هذا المورد ستكون لصالح زراعة جديدة أو مساحة إضافية أو لفترة زمنية قادمة.

يتطلب التخطيط لاستغلال الموارد الموافقة ما بين محدودية المورد وعائده الاقتصادي، وهذا يتطلب توفير البيانات الكافية عن كمية هذه الموارد وخصائصها، أما البيانات التي يجب توفيرها فيمكن تلخيصها فيما يلي:

* بيانات الموارد الأرضية والتي تشمل بيانات عن المساحة الإجمالية للمزرعة والمساحة القابلة للزراعة، والخصائص الطبوغرافية للمزرعة، ونوعية التربة والمشاكل التي يمكن مواجهتها مثل الملوحة والانجراف.

* بيانات الموارد المائية فإذا كانت المزرعة تعتمد على الأمطار كمصدر للموارد المائية فيجب توفير بيانات عن المستوى العام للأمطار في المنطقة التي تقع فيها المزرعة، أما إذا كانت المصادر المائية مياه الري فإن الأمر يتطلب تحديد كمية هذه المياه التي يمكن أن يحصل عليها ومصادرها، فقد تكون مصادر هذه المياه إما أنهار وسيول أو آبار ارتوازية.

* بيانات عن العمل المزرعي سواء كان عمل عائلي أو عمل مستأجر فيجب تحديد حجم العمل العائلي وحجم العمل الممكن استئجاره سواء لفترات دائمة أو لفترات مؤقتة خلال الموسم الزراعي.

* بيانات الموارد المالية سواء التشغيلية أو الاستثمارية طبقاً للنشاطات التي تتضمنها الخطة المزرعية، وطريقة توفيرها؛ من موارد ذاتية من المزرعة أو عن طريق الحصول على قرض وفي هذه الحالة يجب تحديد تكلفة القرض وقيمة الفائدة المترتبة عليه.

بعد أن يتم جمع البيانات اللازمة يتم تحديد النشاطات الإنتاجية التي تتناسب مع الظروف الطبيعية والمناخية ونوعية التربة. ومن ثم يتم تقدير أرباحية الوحدة للأنشطة الإنتاجية المقترحة والتي هي عبارة عن إجمالي العائدات مطروحاً منها التكاليف المتغيرة.

ولتخطيط سليم يجب تقدير احتياجات الأنشطة الإنتاجية المقترحة من الموارد الطبيعية سواء كانت الأرض أو المياه أو العمل أو رأس المال وبالتالي التخطيط استناداً إلى محدودية هذه الموارد. ومن خلال هذا التخطيط يتم تحديد نوع وحجم النشاط والعائد الكلي المتوقع وذلك إما بأسلوب التجربة والخطأ أو باستخدام أسلوب البرمجة الخطية.

أسلوب التجربة والخطأ: يعتمد هذا الأسلوب على تحليل الكميات المتوفرة من الموارد المختلفة والعائد للوحدة من المورد المحدد، ومن ثم يتم وضع خطة تمهيدية ويتم اختبارها ومدى توفر الموارد لتنفيذها، فإذا استنفذت كافة الموارد المتوفرة دون زيادة أو نقصان يتم قبولها وغير ذلك يتم إيجاد خطة جديدة.

وسيتم توضيح أسلوب التجربة والخطأ من خلال المثال التالي والذي سيتم فيه اعتبار المياه والأرض ورأس المال هي موارد محدودة.

مثال: مساحة أرض زراعية ٥٠ دونماً، تصلح لزراعة X_1 أو X_2 أو X_3 ، فإذا كان رأس المال المتوفر ١٠٠٠٠ دينار، وكمية المياه المتاحة خلال فترة الزراعة ١٠٠٠٠ م^٣، ما هي المساحة المقترحة لكل محصول إذا علم أن المتطلبات من الموارد وصافي العائد لوحدة الدونم من كل نشاط مبينة في الجدول رقم (١) والمطلوب وضع خطة للمزرعة تتضمن أفضل استغلال للموارد المتاحة وبأعلى مردود ممكن؟

الحل: بالرجوع إلى المعطيات السابقة نجد أن أعلى عائد هو عند زراعة X_3 ، وهذا يعني زراعة الأرض بالكامل X_3 إن كانت الموارد تكفي لذلك، فالخطة الأولى زراعة ٥٠ دونماً X_3 وهذا يتطلب $١٢٥٠٠ = ٥٠ \times ٢٥٠$ دينار و $٢٠٠٠٠ = ٥٠ \times ٤٠٠$ م^٣ من الماء، لكن المتوفر من رأس المال ١٠٠٠٠ دينار ومن المياه ١٠٠٠٠ م^٣ أي أن هناك نقصاً من المياه بمقدار ١٠٠٠ م^٣ ومن

المال بمقدار ٢٥٠٠ دينار، فيجب أن نعمل خطة بديلة، لكن على ماذا سنعتمد على مورد المياه أم على مورد رأس المال في هذه الخطة؟ للإجابة على هذا السؤال نحدد المورد الأكثر ندرة وذلك بحساب المساحة التي لا يمكن زراعتها بسبب نقص المورد:

المساحة التي لا يمكن زراعتها بسبب نقص المياه: $25 = 400 / 10000$ دونماً.

المساحة التي لا يمكن زراعتها بسبب نقص المال: $10 = 2500 / 250$ دونمات.

الجدول رقم (١) المتطلبات من الموارد وصافي العائد لوحة الدونم لكل نشاط

المتطلبات من الموارد لوحدة الدونم لكل محصول			
X ^٣	X ^٢	X ^١	
١	١	١	أرض (دونم)
٤٠٠	٢٠٠	٢٠٠	مياه (م ^٣)
٢٥٠	٢٠٠	٢٥٠	رأسمال (دينار)
١٢٠	١٠٠	١١٠	صافي العائد (دينار/دونم)

أي أن المياه هي الأكثر ندرة وبالتالي تكون المياه هي المحدد لإحلال نشاط آخر ذي استهلاك أقل من المياه مع الأخذ بعين الاعتبار الوفرة من المياه والمال لكل دونم للنشاط البديل، لذلك الإحلال يعتمد على التجريب وليس مطلقاً.

لتحديد أي الأنشطة أعلى كفاءة في استغلال المياه يتم حساب العائد على كمية المياه التي تحتاجها وحدة المساحة للأنشطة البديلة:

$$X^1: 200/110 = 0,55 \text{ دينار/م}^3$$

$$X^2: 200/100 = 0,50 \text{ دينار/م}^3$$

الخطة البديلة الأولى:

بما أن العائد على المياه X^١ أعلى من العائد على المياه في حالة X^٢، لذلك يعتبر X^١ هو النشاط المرشح لإحلاله بدل X^٣، ولتحديد مستوى هذا النشاط يحسب الأثر الإجمالي لكمية المياه في الخطة نتيجة لإدخال كل وحدة مساحة من X^١ بدل كل وحدة مساحة من X^٣، أي أن كمية المياه التي يمكن توفيرها عند إحلال كل دونم واحد من X^١ بدل دونم واحد من X^٣ = ٢٠٠ - ٤٠٠ = ٢٠٠ م^٣.

وبما أن كمية المياه التي يجب توفيرها هي 10000 م^3 (الفرق بين المتاح والمطلوب في الخطة الأولى)، إذن مساحة X_1 التي يجب أن تحل محل $X_3 = 200/10000 = 0.02$ دونماً.

أي أن الخطة البديلة هي إحلال X_1 بالكامل بدل X_3 إن كانت الموارد تكفي لذلك، وهذا يتطلب $12500 = 50 \times 250$ دينار و $10000 = 50 \times 200$ م³ من الماء، لكن المتوفر من رأس المال 10000 دينار أي ما زال هناك نقص من المال بمقدار 2500 دينار وذلك بسبب أن إحلال X_1 بدل X_3 لا يوفر في رأس المال؛ لأن المال اللازم لزراعة X_1 هو نفس التكلفة لزراعة X_3 ، فيجب أن نعمل خطة بديلة أخرى، وهنا سنعتمد على مورد المال؛ لأنه المورد المحدد في حالة X_1 لإحلال نشاط آخر ذي كلفة أقل. لتحديد أي الأنشطة ذات العائد المالي الأعلى لوحدة المال المستثمرة يتم حساب العائد على رأس المال المستثمر في وحدة المساحة للأنشطة البديلة:

$X_2: 0.5 = 200/1000$ دينار/دينار مستثمر ولا يلزم حساب ذلك لـ X_3 لأن X_1 حل بالكامل محل X_3 .

الخطة البديلة الثانية:

يعتبر X_2 هو النشاط المرشح لإحلاله بدل محصول X_1 ، ولتحديد مستوى هذا النشاط يحسب الأثر الإجمالي بالنسبة لرأس المال في الخطة نتيجة لإدخال كل وحدة مساحة من X_2 بدل كل وحدة مساحة من X_1 ، أي أن مقدار رأس المال الذي يمكن توفيره عند إحلال كل دونم واحد من X_2 بدل دونم واحد من $X_1 = 250 - 200 = 50$ ديناراً.

وبما أن مقدار رأس المال الذي يجب توفيره هو 2500 دينار (الفرق بين المتاح والمطلوب في الخطة البديلة الأولى)، إذن مساحة X_2 التي يجب أن تحل محل $X_1 = 50/2500 = 0.02$ دونماً.

أي أن الخطة البديلة الثانية هي إحلال X_2 بالكامل بدل X_1 إن كانت الموارد تكفي لذلك، وهذا يتطلب $10000 = 50 \times 200$ دينار و $10000 = 50 \times 200$ م³ من الماء، أي أن الموارد تكفي لزراعة كامل المساحة X_2 . والجدول رقم (٢) يوضح مقدار الأنشطة في الخطط المختلفة.

وبالتحقق من الخطة تبين أن الاحتياجات المطلوبة من الموارد لا تزيد على الموارد المتاحة وقد استخدمت الأرض والمياه ورأس المال بالكامل.

الجدول رقم (٢) الأنشطة المقترحة في الخطط المختلفة لاستغلال مساحة من الأرض

الخطة المقترحة	الأنشطة	أرض (دونم)	مياه (م ^٣)	رأسمال (دينار)	عائد (دينار)
الخطة التمهيديّة	X ^٣	٥٠	٢٠٠٠٠	١٢٥٠٠	٦٠٠٠
الخطة البديلة الأولى	X ^١	٥٠	١٠٠٠٠	١٢٥٠٠	٥٥٠٠
الخطة البديلة الثانية	X ^٢	٥٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠٠

أسلوب البرمجة الخطية Linear Programming:

تستخدم البرمجة الخطية في التخطيط المزرعي، حيث تهدف الخطة المزرعية إلى تحقيق أعلى عائد من خلال استغلال الموارد المتاحة في المزرعة، ويوجد أسلوبان في البرمجة الخطية هما أسلوب الرسم البياني (Graphical approach) وأسلوب السمبلكس (Simplex method). وتتضمن وضع الخطة في صورة برمجة خطية دالة لهدف ومحددات، والصورة العامة للبرمجة الخطية:

$$\text{Max : } P_1X_1 + P_2X_2 + P_3X_3$$

Subject to :

$$A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + A_{13}X_3 < B_1$$

$$A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + A_{23}X_3 < B_2$$

$$A_{31}X_1 + A_{32}X_2 + A_{33}X_3 < B_3$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

حيث X_1, X_2, X_3 : هي الأنشطة التي يمكن إنتاجها في المزرعة.

P_1, P_2, P_3 : هي عبارة عن صافي عائد وحدة النشاط لكل من X_1, X_2, X_3 على الترتيب،

P_1 صافي عائد الدونم من X_1 .

P_2 صافي عائد الدونم من X_2 .

P_3 صافي عائد الدونم من X_3 .

وصافي عائد وحدة النشاط = إجمالي العائد مطروحاً منه التكاليف المتغيرة.

أما المعاملات a_{ij} وهي تمثل احتياجات وحدة النشاط المعني من المحدد، فمثلاً:

A11 عبارة عن احتياجات وحدة من X_1 من المحدد b1.

A12 عبارة عن احتياجات وحدة من X_2 من المحدد b1.

A13 عبارة عن احتياجات وحدة من X_3 من المحدد b1.

A21 عبارة عن احتياجات الوحدة من x_1 من المحدد b2، وهكذا بالنسبة لبقية المحددات.

أسلوب الرسم البياني:

يقتصر استخدام هذا الأسلوب على إيجاد الخطة المزرعية المثلى إذا كان عدد الأنشطة المقترحة نشاطين فقط، وقد تكون الخطة المثلى نشاطاً واحداً أو نشاطين، وذلك اعتماداً على العلاقة السعرية بين النشاطين المقترحين Price ratio، وسيتم توضيح هذه الطريقة من خلال المثال التالي:

مثال: مزرعة مواردها المتاحة عبارة عن ٥٠ دونماً، ١٣٠٠٠ م^٣ من المياه و ١٠٠٠٠ دينار، والأنشطة المقترحة إنتاجها في هذه المزرعة هي X_1 أو X_2 ويبلغ صافي عائد الدونم ١٢٠ ديناراً من X_1 ، ١٥٠ ديناراً من X_2 ، والمطلوب إيجاد الخطة المثلى لهذه المزرعة مع العلم أن الاحتياجات من كل مورد للأنشطة المقترحة موضحة في الجدول رقم (٣).

الجدول رقم (٣)
الاحتياجات من كل مورد للأنشطة المقترحة

الأنشطة	الموارد	X_1	X_2
أرض (دونم)	١	١	١
مياه (م ^٣)	٢٠٠	٣٠٠	
رأسمال (دينار)	٢٥٠	١٥٠	

توضع المسألة في صورة برمجة خطية:

$$\text{Max } Z = 120 \cdot X_1 + 150 \cdot X_2$$

المحددات:

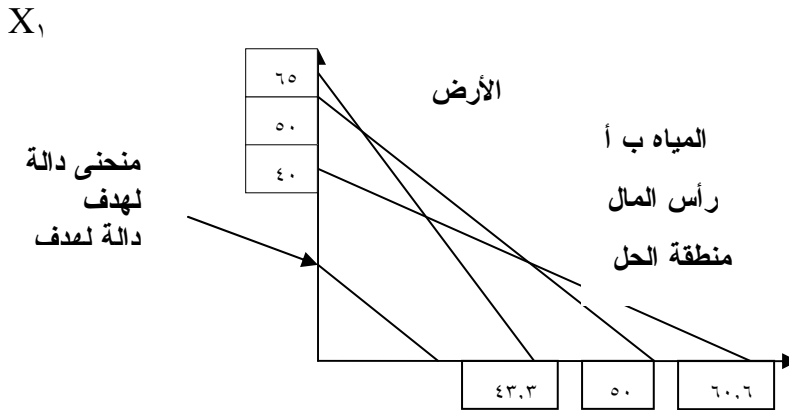
$$X_1 + X_2 \leq 50 \text{ الأرض}$$

$$200X_1 + 300X_2 \leq 13000 \text{ المياه}$$

$$250X_1 + 150X_2 \leq 10000 \text{ رأس المال}$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

والرسم البياني رقم (١) يمثل أسلوب حل هذه المسألة حيث تم تمثيل النشاط X_1 على المحور الرأسي والنشاط الثاني X_2 على المحور الأفقي، وبعد ذلك ترسم المحددات السابقة (الأرض، ورأس المال) وذلك بتحديد المساحات التي يمكن زراعتها من الأنشطة المختلفة بناءً على توفر هذه الموارد، وبعد الانتهاء من رسم المحددات يتم تحديد منطقة الحل (Feasible Region) وهي المنطقة أ ب ج وذلك؛ لأن الموارد لا تسمح بالإنتاج في المنطقة الواقعة إلى يمين المنحنى أ ب ج، وبعد أن يتم تحديد منطقة إمكانية الإنتاج يرسم منحنى دالة الهدف ويسمى هذا المنحنى العائد المتماثل أي أن أي نقطة على هذا الخط تمثل نفس العائد لكن بتوليفات مختلفة من X_1, X_2 .



ويمكن زيادة دالة الهدف وبالتالي العائد بتحريك هذا المنحنى إلى أعلى حتى يمس منطقة إمكانية الإنتاج في أبعد نقطة على المنحنى أ ب ج، ونقطة التماس في هذه الحالة هي نقطة (ب)، ومن نقطة التماس (ب) نسقط عمود على المحور الأفقي وآخر على المحور الرأسي لتحديد المساحة التي تجب زراعتها من المحصولين. وبعد تحديد مستوى المحصولين يتم حساب قيمة دالة الهدف

والاحتياجات من الموارد المتاحة، وذلك بالتعويض في دالة الهدف والمحددات. وفي هذا المثال تكون قيمة $X_1 = 20$ دونماً و $X_2 = 30$ دونماً.

$$\text{دالة الهدف} = 20(120) + 30(150) = 6900 \text{ دينار.}$$

$$\text{المساحة المستغلة من الأرض} = 20(1) + 30(1) = 50 \text{ دونماً.}$$

$$\text{كمية المياه} = 20(200) + 30(300) = 13000 \text{ م}^3.$$

$$\text{رأس المال المستغل} = 20(250) + 30(150) = 9500.$$

يلاحظ أن المساحة المتاحة وكمية المياه المتاحة قد استغلنا بالكامل في حين بقي جزء من رأس المال غير مستغل ويقدر بـ 500 دينار.

أسلوب السمبلكس (Simplex method): في هذا الأسلوب يتم عمل جدول بكل المعطيات المتوفرة وذلك بعد أن يتم تكوين دالة الهدف والمحددات ومن ثم يتم حل المسألة من خلال التوصل إلى جداول أخرى اعتماداً على الجدول الأصلي وذلك بإحلال كميات الأنشطة بما يحقق أعلى عائد ضمن المحددات المتوفرة، ولا يتسع المجال هنا لشرحها بالتفصيل لذلك سنكتفي بتكوين الجدول الأولي من المعطيات المتوفرة ومن ثم من الممكن الاعتماد على برامج محددة في الكمبيوتر لحل هذه المسائل. فمثلاً في المثال السابق:

دالة الهدف:

$$\text{دالة الهدف } \text{Max } Z = 120 X_1 + 150 X_2$$

المحددات:

$$\text{الأرض } 1 X_1 + 1 X_2 \leq 50$$

$$\text{المياه } 200 X_1 + 300 X_2 \leq 13000$$

$$\text{رأس المال } 250 X_1 + 150 X_2 \leq 10000$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

يتم تحويل هذه المعادلات إلى جدول هو جدول السمبلكس (Simplex table) كما هو مبين في الجدول رقم (٤).

الجدول رقم (٤)

تمثيل البيانات في جدول السمبلكس تمهيداً لتحليلها

Cj		١٢٠	١٥٠	٠	٠	٠	المحددات
	Bi	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	
٠	الأرض	١	١	١	٠	٠	٥٠
٠	المياه	٢٠٠	٣٠٠	٠	١	٠	١٣٠٠٠
٠	رأس المال	٢٥٠	١٥٠	٠	٠	١	١٠٠٠٠
Zj		٠	٠	٠	٠	٠	
Cj-Zj		١٢٠	١٥٠	٠	٠		

حيث Zj العائد الكلي من الأنشطة المستخدمة في الخطة (والتي هنا في الخطة التمهيدية صفراً) Cj-Zj، والتي تعكس تكلفة الفرصة البديلة لكل نشاط مقارنة مع الخطة التمهيدية، وتمثل S₁, S₂, S₃ المتوفر أو غير المستخدم من الموارد في كل خطة. بالاعتماد على هذا الجدول يتم إدخال أكثر الأنشطة أرباحية ويتم حساب تأثير هذا التغيير على المحددات والعائد الكلي، ويبقى تكرار عملية إحلال الأنشطة وتكوين جداول جديدة حتى يتم الحصول على أعلى عائد والذي يمثل الحل المثالي. يمكن حل المسألة يدوياً ونظراً لتعقيد تحليل المسائل الخاصة بالأنشطة الزراعية بسبب تعدد الخيارات وكثرة المحددات يمكن الإستعانة ببرامج كمبيوتر خاصة.

تحديد الكمية الاقتصادية للمياه:

تم فيما سبق تحديد كيفية اختيار الأنشطة عند الزراعة لتعظيم الربح ضمن الموارد المائية المحددة، وسيتم في هذا الجزء تحديد كمية المياه الاقتصادية لنفس النشاط، فالكفاءة الاقتصادية للمورد تعتمد على قيمة مدخلات الإنتاج وقيمة الإنتاج نفسه، فيعتبر الاستغلال الأمثل للمورد عندما تتساوى قيمة الوحدة المضافة من المورد مع القيمة الحدية للمنتج نتيجة لإضافة هذه الوحدة، لتطبيق هذه القاعدة على المياه ستعتبر كمية المياه التي تحتاجها النباتات هي مدخلات الإنتاج وإنتاج وحدة المساحة هي مخرجات الإنتاج، ولتحديد المستوى الأمثل من المورد سيتم حساب قيمة الإنتاج الحدي لوحدة المساحة مع افتراض ثبات تأثير العوامل الأخرى على الإنتاج، وسيتم لأغراض التحليل افتراض كمية الإنتاج لوحدة المساحة وسعر لمدخل الإنتاج وآخر للإنتاج كما هو موضح في الجدول رقم (٥).

الجدول رقم (٥)
الإنتاج والإنتاج الحدي من وحدة المساحة
لأحد الأنشطة الزراعية

المدخل س	المنتج ص	الإنتاج الحدي	قيمة الإنتاج
----------	----------	---------------	--------------

(وحدة من المياه)	(وحدة)	Δ ص/ Δ س	الحدّي (دينار)
٠	٠		
١	٥	٥	١
٢	٩	٤	٠,٨
٣	١٢	٣	٠,٦
٤	١٥	٣	٠,٦
٥	١٧	٢	٠,٤
٦	١٨	١	٠,٢
٧	١٦	٢-	

سعر وحدة المنتج = ٠,٢ دينار سعر وحدة المياه = ٠,٤ دينار

من الجدول السابق يتبين أن الحجم الأمثل للمدخل هو ٥ وحدات من المياه حيث إن زيادة استهلاك المياه عن هذا الحد سيخفض قيمة العائد الصافي، ومن هنا يتبين أنه كلما انخفض سعر مدخلات الإنتاج فهذا يعني زيادة الحجم الأمثل لوحدات المدخلات، وبما أن تكلفة وحدة المياه عادة تكون منخفضة جداً إن لم تكن تساوي صفراً فهذا يعني أن الحجم الاقتصادي الأمثل لكمية المياه هو استخدام كميات كبيرة منها وهذا يعني أهمية وجود سعر للمياه لتوفير استهلاكها وبخاصة أن كمية المياه التي يتم توفيرها في فترة زمنية معينة يمكن الاستفادة منها لفترة أخرى مما يضمن ديمومة الإنتاج وبالتالي سيكون العائد على مدار الزمن أفضل.

المراجع

- ١- الأشرم، محمود - اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، آب /أغسطس ٢٠٠١.
- ٢- القاضي، عبد الفتاح، دورة إدارة المزرعة، الجامعة الأردنية، ١٩٩٥
- ٣- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة، ١٩٩٤.
- ٤- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة تعزيز دور تنظيمات مستخدمي المياه في الزراعة العربية، ١٩٩٩.

٥- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة أساليب وسياسات استرداد تكلفة إتاحة مياه الري في الدول العربية، ١٩٩٩.

٦- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة تعزيز استخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقل في الدول العربية، ٢٠٠١.

٧- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة سبل تطوير الري والصرف في الدول العربية، ٢٠٠٢.

8- Majdalawi, Mohammad. 2003, Socio-economic Impacts of the Re-Use of Water in Agriculture in Jordan. Stuttgart Germany

جدولة الري Irrigation Scheduling

إعداد

د. مصدق جانات

هيئة الطاقة الذرية السورية- قسم الزراعة

دائرة الري والمقننات المائية

الجمهورية العربية السورية

المقدمة:

يتطلب الحصول على كفاءة ري عالية أن تكون طريقة وجدولة الري مدروستين بشكل جيد. تُعرّف جدولة الري بأنها عملية إجرائية تشتمل على تحديد موعد الري وكمية المياه الواجب إضافتها لإعادة رطوبة التربة المستنفذة في منطقة الجذور بشكل كلي أو جزئي إلى حدّ معين تمّ تحديده مسبقاً وفقاً للتبخر - نتح (ET). تستند عملية جدولة الري على عوامل: المناخ، مواصفات المحصول، خصائص التربة، رطوبة التربة المسموح استنفادها، عمق الجذور، وطرق الري.

كذلك يعتمد التبخر-نتح للمحصول على العوامل المناخية لمنطقة الزراعة والمتضمنة

مواصفات المحصول (نوع المحصول، مرحلة النمو، فصل النمو)، إن هذه البيانات تعطي جواباً للسؤال متى نروي. في حين إنّ الإجابة على السؤال الآخر ما كمية الماء الواجب إضافته فإنها تعتمد على الفترات الزمنية بين الريات وكذلك على كفاءة الري .

إنّ الجدولة المناسبة للري توازن بين حجم الماء المضاف للحقل وحجم الماء المستهلك من قبل المحصول مع الأخذ بعين الاعتبار الزيادات لتعويض الفواقد الناتجة عن انخفاض كفاءة طريقة الري أو عن الري غير المفيد للنبات (non-beneficial).

توجد عدة طرق حديثة العهد لجدولة الري، بعضها يعتمد على فترات منتظمة بين الريات (تواتر ثابت)، هذه الطريقة جيدة وملائمة للمزارع ولمديري أنظمة الري، كونها لا تأخذ بعين الاعتبار العلاقات المتبادلة بين النبات-الماء-التربة، وكذلك تغيير البخر مع الزمن أي أنّ هذه الطريقة تعتبر أن عملية التبخر من سطح التربة ثابت.

وهناك طريقة التقويم (الروزنامة) التي مازالت تستعمل حتى يومنا هذا. أيضاً هذه الطريقة تتجاهل العلاقات المتبادلة بين النبات-الماء-التربة مما يؤدي أيضاً بالنتيجة إلى هدر ولو كان قليلاً في مياه الري.

النمط الثالث من طرق جدولة الري يعتمد على نظام الاتصال الهاتفي Call system وفيها يطلب المزارعون مياه الري من مدير مصدر الماء water master محددين له الكمية المطلوبة خلال وقت محدد، في هذا النظام يتعين على المزارع امتلاك المهارة على تقدير حالات حقولهم بشكل صحيح من حيث الاحتياجات المائية ومواصفات التربة والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة لإجراء تحديد دقيق قدر الإمكان لكمية المياه اللازمة. حديثاً تمّ تطوير طريقتين لجدولة الري وتمّ اعتمادهم بعد أن أجريت الاختبارات اللازمة التي قادت في النهاية إلى اعتماد هاتين الطريقتين المبنيتين على أسس علمية متينة، وهما:

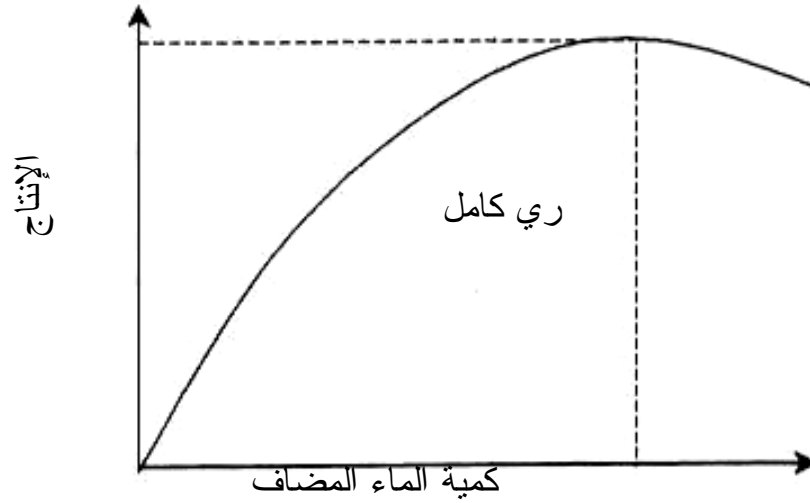
* الطريقة الأولى: تعتمد على المراقبة المباشرة لماء التربة.

* الطريقة الثانية: تعتمد على التنبؤات المناخية لتقدير التبخر-نتح، وبالتالي الاحتياجات المائية.

قبل التحدث عن هاتين الطريقتين لا بدّ من المرور على بعض المصطلحات الضرورية:

الري الكامل Full Irrigation:

هو الري الذي يؤمن كامل متطلبات الري ويعطي أعظم غلة للمحصول، ويعتبر الري الكامل مبرراً في حالة توفر ماء الري بشكل كامل ورخيص وعندما يكون المحصول ريه حساساً للاجهادات المائية أو أن المطلوب الحصول على إنتاج أعظم (الشكل ١).



الشكل (١): العلاقة بين الري الكامل والإنتاج.

إن أي كمية مياه زائدة عن الري الكامل ستؤدي إلى تأخر نمو المحصول وخفض الإنتاج نتيجة لخفض معدل التبادلات الغازية (الهوائية) ما بين التربة والجو. من جهة أخرى إن تعريض النبات لإجهادات مائية نتيجة تأخير الري يؤدي أيضاً إلى خفض في الإنتاج أو أن الماء الموجود في التربة سيكون مربوطاً إلى سطوح جزيئات التربة بقوة شديدة مما يضطر النبات إلى صرف طاقة زائدة للحصول على الماء مما يؤدي أيضاً إلى خفض الإنتاج.

التبخر - نتح للمحصول ET_c Crop evapotranspiration

هو كمية الماء المنقول إلى الجو عن طريق التبخر المباشر من سطح التربة والنتح من الأنسجة النباتية. يمكن استعمال ET_c كمؤشر لتحديد موعد الري وتحديد الفواصل الزمنية بين الريات. هذا ويمكن تحديد ET_c عن طريق القياس المباشر أو بواسطة الحساب انطلاقاً من معلومات عن المحصول ومن معلومات مناخية متوفرة.

أهمية تحديد التبخر - نتح:

إن معرفة التبخر - نتح لمحصول ما تساهم كثيراً في تحديد:

١ - كمية المياه اللازمة لبناء الأنسجة النباتية (ضغط الامتلاء - المكون المائي للأنسجة النباتية).

٢ - سعة نظام الري عن طريق تحديد التبخر - نتح الأعظم.

٣ - إدارة مصادر مياه مشروع الري.

٤ - تصميم نظام الري ليكون أكثر كفاءة وجدوى اقتصادية.

العوامل المؤثرة في ET :

أ- **العوامل المناخية:** تتأثر قيمة ET الكامن (potential) بشكل فعلي بعوامل المناخ كون هذه الأخيرة هي المصدر الرئيسي للطاقة المطلوبة لتحويل الماء من طور السائل إلى طور البخار ومن ثم إلى الجو وهذه العوامل هي:

- الهطول المطري.
- سرعة الرياح.
- درجة الحرارة.
- الرطوبة النسبية.
- الإشعاع الشمسي.

ب- **معامل المحصول (Kc):** الذي يؤثر على قيمة ET الفعلية (Actual) خلال موسم النمو، وتعتبر المعطيات الرئيسية التالية:

- مساحة سطح التربة المظلل بأوراق النبات.
- نوع المحصول.
- عمق الجذور وشكل توزيعها.
- مرحلة النمو.
- صحة النبات .

من العوامل الأساسية الهامة الواجب أخذها بعين الاعتبار عند القيام بعملية حساب معامل التبخر - نتح.

ج- **عامل الماء:** يتأثر التبخر - نتح بشكل غير مباشر بعامل الماء، وكذلك تكرارية الري، فتواتر الري (الفترة الزمنية بين الريات) يؤثر في معدل التبخر وفي الرشح العميق للمياه، بينما تؤثر نوعية المياه في متطلبات الغسيل الضرورية للمحافظة على مستوى مقبول لملوحة التربة في منطقة الجذور. ويندرج تحت عامل الماء العوامل التالية:

* نوعية الماء (الملوحة - درجة الحرارة - العناصر السمية، درجة نقاوة الماء وكمية المواد الصلبة المحمولة مع مياه الري).

* عمق المائدة المائية.

* طرق الري وتكراريتها .

د- **عوامل التربة:** تؤثر هذه العوامل بشكل غير مباشر على قيمة ET كون التربة هي الوعاء الرئيسي لتخزين الماء لتأمين احتياجات التبخر - نتح المطلوب لذلك، ينبغي أخذ عوامل التربة بعين الاعتبار عند جدولة الري وهذه العوامل هي:

١- بناء التربة وقوامها.

٢- المسامية.

٣- المادة العضوية.

٤- سعة الاحتفاظ بالماء للتربة.

٥- عمق التربة وملوحتها.

٦- معدل الرش.

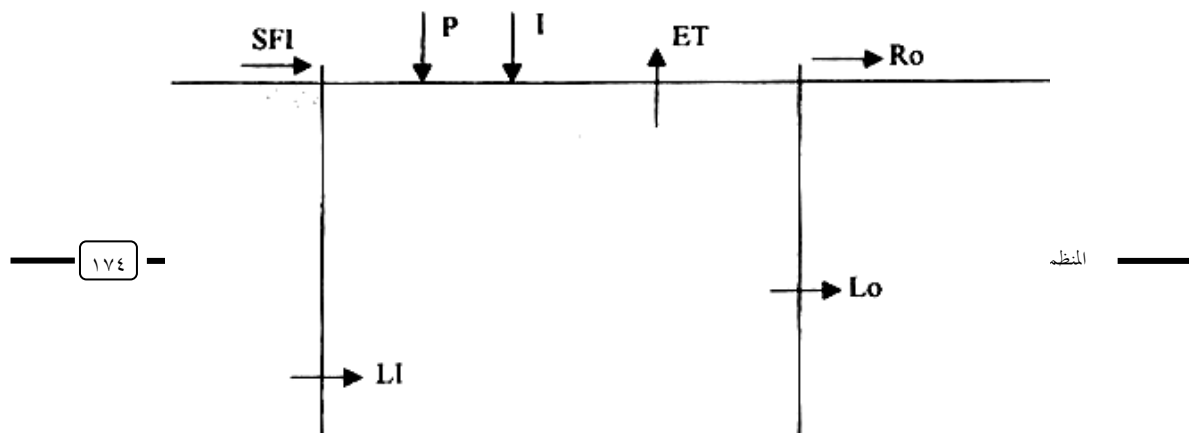
الآن بعد التعرف على بعض العوامل والمصطلحات الهامة لا بدّ من التعرف على الطرق المباشرة وغير المباشرة في تحديد معدل التبخر - نتح وذلك لجدولة الري بشكل دقيق.

الطرق المباشرة:

تشتمل هذه التقنيات على عزل قسم من المحصول عن محيطه وتحديد قيمة التبخر - نتح بطريقة القياس المباشر. ولقد تطورت معادلات رياضية نظرية وتجريبية لحساب التبخر - نتح لمحصول ما.

تعتمد أكثر الطرق المباشرة استخداماً لحساب التبخر - نتح على مبدأ مصونية الكتلة، الشكل (٢).

الشكل (٢): مبدأ مصونية الكتلة



$$Inflow - Outflow = \Delta S$$

$$\Delta S = (\theta_{v_2} - \theta_{v_1}) Dr$$

حيث:

θ_{v_2} : المحتوى الحجمي لرطوبة التربة في نهاية القياس (الزمن الثاني).

θ_{v_1} : المحتوى الحجمي لرطوبة التربة في بداية القياس (الزمن الأول).

Dr : عمق منطقة الجذور.

ΔS : التغير في حالة رطوبة التربة ضمن حجم التحكم المدروس خلال فاصلين زمنيين (cm).

الماء الداخل إلى حجم التحكم المدروس Inflow :

يمكن تمييز مصادر مختلفة للماء الداخل إلى المنطقة المدروسة لكن ليس من الضروري أخذها كلها في وقت الدراسة أو تواجدها أثناء فترة القياس، وهذه المصادر هي، الشكل (٢) :

I : الري (cm)،

P: الهطول المطري (cm)،

SFI: الجريان السطحي الداخل إلى حجم التحكم المدروس (cm)،

LI: الجريان الجانبي تحت السطحي الداخل إلى حجم التحكم المدروس (cm)،

Gw: الماء الجوفي الداخل إلى حجم التحكم المدروس من الأسفل (cm)،

الماء الخارج من حجم التحكم المدروس Outflow :

ET : التبخر-نتح (cm)،

Ro: الجريان السطحي الخارج من حجم التحكم المدروس (cm).

L_o : الجريان الجانبي تحت السطحي والخارج من حجم التحكم المدروس (cm).

D_P : الرش العميق (cm).

L : متطلبات الغسيل (cm).

وبتطبيق معادلة تغير رطوبة التربة ما بين فترتين زمنيتين ضمن حجم التحكم نجد أنّ:

$$\Delta S = (I + P + SFI + LI + GW) - (ET + R_o + L_o + L + D_P)$$

وبما أنّ:

$$\Delta S = (\theta_{v_r} - \theta_{v_1}) \cdot Dr$$

$$ET = I + P + SFI + LI + GW - R_o - L_o - L - D_P - Dr (\theta_{v_2} - \theta_{v_1})$$

إذا عُرّلت المنطقة المدروسة عن التربة المحيطة فإنه يمكن استبعاد كل من LI , SFI ,

L_o , GW , L , D_P

$$ET = I + P - Dr. (\theta_{v_r} - \theta_{v_1})$$

بذلك تصبح المعادلة:

$$ET = I + P - \Delta S$$

أي أنّ التبخر - نتح يساوي الماء المضاف مطروحاً منه التغير في رطوبة التربة.

كذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار أنّ التبخر - نتح ليس ثابت خلال موسم النمو لكن يمكن أن يتغير وبشكل كبير خلال فصل النمو نتيجة التغير في توزيع الجذور ومساحة الأوراق والغطاء النباتي للمحصول.

الليزيمتر Lysimeter :

الليزيمتر عبارة عن حوض يوضع (يُدفن) داخل التربة و يُملأ بها بحيث يكون تتابع طبقات التربة في الحوض كمتابعتها في التربة المجاورة، يزرع المحصول المدروس ضمن هذا الحوض وبما أنّ التربة داخل هذه الأحواض معزولة هيدروليكيًا (مائيًا) عن التربة المحيطة فإن هذا يعطي إمكانية أفضل للضبط والتحكم بالجريان السطحي الداخل والخارج، الصرف، الجريان الجانبي تحت السطحي الداخل والخارج وبالرش العميق. يستعمل الليزيمتر لقياس ET عندما تكون كل من كمية الري والهطول المطري وعمق الجذور والمحتوى الحجمي للرطوبة البدائية والنهائية معروفة أو مقاسة.

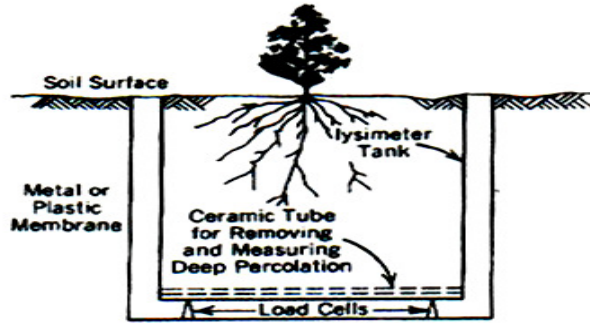
تختلف الليزيمترات عن بعضها البعض بطريقة تقدير محتوى الماء بين فترتين زمنيتين

(ΔS)، لذلك هناك أكثر من نوع لهذه الأحواض أهمها:

١ - الليزيمتر الوزني:

يتألف هذا النمط من حوضين، الحوض الأول يُدفن في التربة المحيطة ويوضع الحوض الثاني (الداخلي) على ميزان سفلي كما يظهر في الشكل (٣) لذلك يمكن تسجيل وزن الليزيمتر. إن الاختلاف في الوزن بين فترتين زمنيتين هو حجم الماء المستهلك من قبل المحصول، أيضاً يملك هذا النمط وسائل لإزالة وقياس ماء الرشح العميق ومتطلبات الغسيل. يعتبر الليزيمتر الوزني دقيق لكنه غالٍ ومكلف كثيراً ويستعمل غالباً في محطات الأبحاث.

الشكل (٣) الليزيمتر الوزني



٢ - الليزيمتر غير الوزني:

في هذا النوع من الليزومترات يُسمح للماء المضاف بأن يُصرف خارج جسم الليزومتر، وتقاس الاختلافات بين حجم الماء المضاف وحجم ماء الصرف بحيث يكون الماء المتبقي حجم ماء التبخر-نتح المستهلك من قبل النبات في الليزيمتر وذلك من أجل فترة زمنية معينة. قد لا يتوفر في هذا النوع من الليزومترات وسيلة لقياس متطلبات الغسيل.

تعتمد وثوقية بيانات الـ ET المعتمدة على هذه الأنواع من الليزيمترات على مدى التقارب بين الشروط داخل الليزيمتر والشروط المحيطة به. تستعمل الليزيمترات بشكل رئيسي كأدوات أبحاث لفحص دقة الطرق الأخرى المستعملة في حساب الـ ET.

القياسات الحقلية للتبخر - نتح الفعلي (الطريقة المباشرة):

يمكن قياس المحتوى الرطوبي للتربة بعد الري وتاماً قبل الري التالية بطرق مختلفة، إلا أن الطريقة الأكثر انتشاراً واستعمالاً هي تقنية التشبت النيتروني. إذ أنه عن طريق قياس رطوبة التربة عند عمق معين بعد الري وقبل الري التالية فإنه بإمكاننا حساب قيمة وسطية للتبخر-نتح

في وحدة الزمن. تعتمد دقة تقنية التشتت النثروني في تقدير التبخر - نتح على تواتر (تكرارية) القياسات، وتعطى قيمة ET بالعلاقة التالية:

$$ET = \frac{\sum D (\theta_{vi} - \theta_{vf})}{days}$$

حيث : D : عمق طبقة التربة (mm) (مم).

ET : التبخر-نتح الوسطي للمحصول المدروس (mm/day) (مم / يوم).

θ_{vi} : المحتوى الحجمي لرتوبة التربة بعد الري.

θ_{vf} : المحتوى الحجمي لرتوبة التربة قبل الريّة التالية.

$Days$: الفاصل الزمني بين ريتين متتاليتين.

ولإيضاح الطريقة المباشرة باستخدام جهاز التشتت النثروني نورد المثال التالي:

مثال:

قيست المحتويات الحجمية لرتوبة تربة عند أعماق مختلفة بين ريتين لمحصول القطن وباستخدام طريقة التشتت النثروني فكانت النتائج التالية:

عمق التربة سم	θ_{vi}	θ_{vf}	$\Delta\theta_v$	D_w mm
١٥ - ٠	٠,٣٩	٠,٢٦	٠,١٣	(0.13 × 150) ١٩,٥
15 - 30	٠,٤٠	٠,٣٠	٠,١٠	١٥,٠
30 - 45	٠,٤٣	٠,٣٢	٠,١١	١٠,٥
45 - 60	٠,٤٤	٠,٣٤	٠,١٠	١٥,٠
				66 mm

$$ET = \sum \frac{D (\theta_{vi} - \theta_{vf})}{days}$$

$$= \frac{150 (0.13) + 150 (0.10) + 150 (0.11) + 150 (0.10)}{8} = \frac{66}{8} = 8.25$$

$$= 8.25 \text{ (Average ET / DAY)}$$

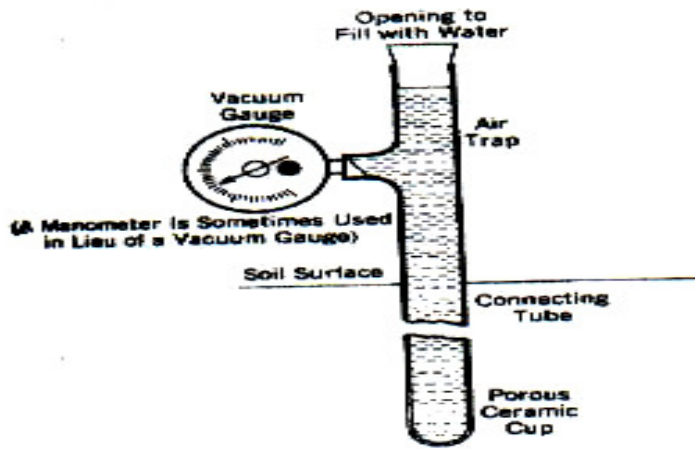
طريقة الشد الرطوبي (التنشيومتر):

توجد عدة أنواع من أجهزة الشد الرطوبي التجارية متوفرة في الأسواق والتي قد استعملت

كلها لفترة طويلة في قياس الجهد الرطوبي للتربة، ومن خلال هذه الأجهزة نستطيع تحديد موعد الري فقط، أي لا يمكن تحديد كمية الماء الواجب إضافتها. يتألف التنشيومتر من كأس سيراميكي مليء بالماء ومتصل من خلال أنبوب مملوء بالماء بمقياس الضغط أو المانومتر الزئبقي. يخرج ويدخل الماء من الكأس السيراميكي استجابة لتغير المحتوى الرطوبي للتربة.

تعمل أجهزة الشد الرطوبي ضمن مدى محدود نسبياً (٠-٠,٨ bar)، انظر الشكل ٤.

الشكل (٤): جهاز التنشيومتر



حساب التبخر-نتح للمحصول ET_C :

يحسب التبخر - نتح للمحصول عن طريق استخدام التبخر - نتح للمحصول المرجعي ET_0 إضافة إلى معامل المحصول K_c ، أي:

$$ET_C = K_c * ET_0$$

حيث :

ET_C : التبخر-نتح للمحصول المدروس.

ET_0 : التبخر-نتح الكامن أو التبخر - نتح للمحصول المرجعي.

K_c : معامل المحصول.

يُعرّف التبخر - نتح (الكامن أو الأعظمي) ET_0 على أنه المعدل الأعظمي لاسترجار الماء في حال توفره - من سطح التربة ومن سطح النبات. يعتمد التبخر - نتح المرجعي على كمية الطاقة المتوفرة من أجل عملية التبخر والتي تختلف من يوم لآخر.

يُعرّف التبخر - نتح للمحصول المرجعي على أنه ET_0 الأعظمي لمحصول معين (العشب

أو الفصّة) ومجموعة محددة من الشروط البيئية المحيطة، أي التبخر - نتح المرجعي هو التبخر - نتح من مسطح واسع مغطى بعشب أخضر بطول من ٨-١٥ سم منتظم الارتفاع، نشط النمو، يظل التربة بشكل كامل ومروي بشكل جيد وغير معرض لأيّة إجهادات مائيّة.

وهناك تعريف آخر للتبخر - نتح المرجعي وهو أنه مساوٍ للتبخر - نتح اليومي لنبات الفصّة عندما يشغل هذا النبات مساحة واسعة وينمو بشكل جيد وهو منتصب بطول لا يقل عن ٢٠ سم ومروي جيداً لدرجة السعة الحقلية بحيث إن رطوبة التربة المتاحة لا تحد من إتاحة كاملة لاحتياجات التبخر - نتح.

وعادةً يُفضل التبخر - نتح المرجعي على التبخر - نتح الكامن كون هذا الأخير يمكن أن يتغير من محصول إلى آخر نتيجة للاختلافات في الشروط الديناميكية للهواء aerodynamic roughness وفي آلية الانعكاس السطحي للحرارة (Albedo) وكذلك من مكان لآخر نتيجة للاختلافات في كمية الحرارة الكامنة (الدفيئة) المنقولة والمحمولة إلى المنطقة. في حين فإنّ ET للمحصول المرجعي يعتبر ثابتاً من أجل محصول معين وبشروط نقل وحمل حراري معينة.

تطورت العديد من الطرق لحساب الـ ET_0 المرجعي معتمدةً على بيانات مختلفة بمستويات مختلفة من التعقيد، فبعض هذه الطرق يتطلب معرفة بيانات الرطوبة النسبية اليومية والإشعاع الشمسي وسرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء بينما البعض الآخر يحتاج فقط لمعرفة درجات الحرارة الشهرية المتوسطة.

بعض هذه الطرق يعتمد على القواعد الرياضية، في حين أن البعض الآخر يُحدد تجريبياً.

ويمكن تصنيف هذه الطرق كما يلي:

الطرق المتعلقة بالعلاقة الديناميكية للحرارة Aerodynamic method.

طرق ميزانية الطاقة Energy balance methods.

الطرق المشتركة (المركبة) Combined method.

الطرق التجريبية (كطريقة حوض التبخر والطرق المعتمدة على درجة الحرارة، أو الإشعاع الشمسي).

كذلك بينت الأبحاث والتجارب الحقلية إمكانية استخدام الـ ET التاريخي لمحصول مرجعي معين في عملية جدولة الري. ولكن بشكل عام فإن الخطأ الناجم عن استخدام ET التاريخي عوضاً عن ET الفعلي أو الحقيقي أقل من ١٥% خلال فصل الصيف، ويمكن أن يزداد هذا الخطأ

إلى ٢٠% خلال فصلي الربيع والخريف، وبالتالي ينعكس هذا الخطأ على جدولة الري.

معامل المحصول K_c :

يعرف معامل المحصول K_c بأنه العامل الذي يربط ما بين التبخر - نتح الفعلي لهذا المحصول مع التبخر - نتح المرجعي ET_0 .

ويُحدد هذا المعامل تجريبياً ويعكس العوامل التالية:

مرحلة نمو المحصول.

درجة تغطية أوراق النبات لسطح التربة (الغطاء النباتي).

الموقع حيث جمعت البيانات.

الطريقة المستخدمة في حساب ET_0 .

وتتخفض الفروقات أو التباين في قيم معامل المحصول نتيجة الموقع عندما تكون قيمة التبخر - نتح المستخدمة هي المرجعة بدلاً من الكامنة.

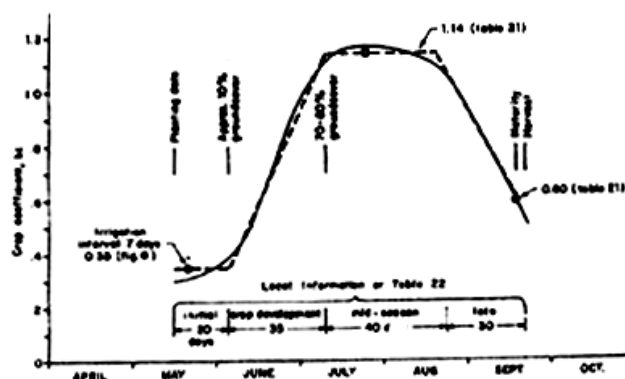
بشكل عام فإن قيم K_c للمحاصيل الحقلية والخضراوات تزداد انطلاقاً من العتبة الأولى إلى عتبة الذروة ومن ثم تنخفض، وذلك بشكل مشابه لنمو النبات و تطوره خلال مراحل نموه، الشكل (٥).

وبناءً على ذلك فإن قيم K_c للمحاصيل الحقلية والخضراوات تم نشرها ضمن جداول أعدت لهذا الغرض (الجدول رقم ١). نظراً لصعوبة حسابها. وهناك طريقة بديلة لحساب هذا المعامل لبعض المحاصيل الحقلية والمزروعة على خطوط. تعتمد هذه الطريقة على استعمال مساحة تغطية أوراق النبات لسطح التربة وكتابع للمسافة بين خطوط الزراعة (عرض خط الزراعة). وقد أظهرت الدراسات الحقلية أن هذه العلاقة تعطي تقديراً جيداً لمعامل المحصول:

$$K_c = \text{مساحة التظليل} \div \text{المسافة بين الخطوط.}$$

الشكل رقم (٥)

منحني تغير معامل المحصول K_c وفقاً لمراحل النمو.



ولكن لم تثبت صحة هذه الطريقة من أجل الأشجار بسبب أنّ نسبة التبخر-نتح للمحصول (ETc)، وكذلك التبخر-نتح المرجعي (ET_o) تكون أكبر من مساحة تظليل الأوراق، وذلك حتى نسبة تغطية ٦٠% في حين أنّ التبخر - نتح للمحصول يبقى ثابتاً عندما تتجاوز نسبة التغطية ٦٠% أيضاً يمكن حساب Kc باستخدام ET_o المرجعي و ETc للمحصول وفقاً للعلاقة:

$$Kc = ETc / ET_o$$

أي أن معامل المحصول Kc هي نسبة ETc إلى ET_o هو نسبة التبخر - نتح للمحصول إلى التبخر - نتح المرجعي.

حساب التبخر - نتح المرجعي ET_o:

١ - الطريقة المتعلقة بالعلاقة الديناميكية للهواء:

في هذه الطريقة، تؤخذ الاختلافات في انتشار بخار الماء ضمن طبقة الهواء الرقيقة المجاورة لسطح الورقة (الطبقة المحيطة) خارج هذه الطبقة. وبما أنّ تدفق بخار الماء يتناسب مع متوسط سرعة الرياح و مع الفرق في ضغط البخار بين سطح التبخر والهواء المحيط بالورقة فقد استخدمت معادلة دالتون كأول صيغة لتقدير التبخر من سطح الماء:

$$ET_o = (e_s - e) f_u$$

حيث:

e : ضغط البخار عند ارتفاع محدد فوق النبات.

es : ضغط البخار عند سطح النبات (ضمن طبقة الهواء المحيطة بالورقة).

f_u :تابع متعلق بسرعة الرياح الأفقية.

هذه المعادلة لم تشهد انتشاراً واسعاً نتيجة للصعوبة في تحديد ضغط بخار الماء عند سطح النبات es ضمن طبقة الهواء المحيطة بالنبات. ونتيجة لهذه الصعوبة تم تعديل هذه المعادلة بحيث أخذت الاختلاف في سرعة الرياح والاختلاف في ضغط بخار الماء بين ارتفاعين ضمن المنطقة المضطربة قرب النبات ولكن خارج طبقة الهواء المحيطة بالنبات، ومع ذلك فإنّ هذه الطريقة

تعتبر مناسبة لمراكز الأبحاث فقط.

٢ - طريقة ميزان الطاقة:

تعتبر الطاقة العامل الأساسي المطلوب توفره لتحويل الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ومن ثم تبخيره من سطح التربة ومن سطوح النبات. وبناءً على ذلك فإنه عند توفر فرق في ضغط البخار وتوفر الماء فإن التبخر - نتج يكون محكوماً بمدى توفر الطاقة اللازمة لتبخير الماء.

وبالتالي فإن المعادلة التالية يمكن استخدامها لحساب ET اعتماداً على مفهوم الطاقة:

$$ET_0 = Q_n + AD - S - A - C - P$$

حيث:

Q_n : الإشعاع الصافي (كمية الإشعاع الصافية الواصلة لسطح الأرض).

AD : Advection تيارات الحمل الحراري المنقول إلى المنطقة المدروسة من منطقة مجاورة.

S : التدفق الحراري للتربة.

A : التدفق الحراري للهواء.

C : كمية الحرارة المختزنة في المحصول.

P : التمثيل الضوئي.

الجدول رقم (١)

معامل المحصول (K_c) لبعض المحاصيل الحقلية والخضراوات
عند مراحل نمو مختلفة وبعض الشروط المناخية السائدة

Crop	Humidity Wind m/sec	RHmin 0 - 5	> 70% 5 - 8	RHmin 0 - 5	< 20 % 5 - 8
All field crops	Crop stage				
	Initial 1				
Artichokes (perennial- clean cultivated)	Crop dev 2				
	Mid- season at harvest 3	0.95	0.95	1.0	1.05
Barley	Or maturity 4	0.9	0.9	0.95	1.0
	3	1.05	1.1	1.15	1.2
Beans (green)	4	0.25	0.25	0.2	0.2
	3	0.95	0.95	1.0	1.05
Beans (dry)	4	0.85	0.85	0.9	0.9
	3	1.05	1.1	1.15	1.2
Pulses	4	0.3	0.3	0.25	0.25
	3	1.0	1.0	1.05	1.1
Beets (table)	4	0.9	0.9	0.95	1.0
	3	1.05	1.1	1.15	1.2
Corn (sweet) (maize)	4	0.95	1.0	1.05	1.1
	3	1.05	1.1	1.15	1.2
Corn (grain) (maize)	4	0.55	0.55	0.6	0.6
	3	1.05	1.15	1.2	1.25
Cotton	4	0.65	0.65	0.65	0.7
	3	0.95	1.0	1.05	1.1
Crucifers	3	0.95	1.0	1.05	1.1

يشكل استهلاك كل من C&P كميات أقل من ٢% من الإشعاع الصافي الواصل إلى سطح التربة (Q_n) خلال فصل النمو، لذلك يمكن إهمالها من أجل فترة طويلة نسبياً. وعلى الرغم من أن التدفق الحراري للتربة (S) قد تصل إلى ١٥% من قيمة Q_n لكنها بشكل عام تهمل.

وتعرف تيارات الحمل الحراري بأنها عملية انتقال الحرارة من مناطق قريبة إلى المنطقة المدروسة. على الرغم من أن AD قد تساوي Q_n في المناطق الجافة إلا أنها أيضاً تهمل نتيجة للصعوبة في تخمينها وتقديرها، لذلك فإن هذه الطريقة صحيحة غالباً عندما AD صغيرة جداً، أي في المناطق الباردة والمعتدلة.

$$ET_o = Q_n - A$$

٣- الطريقة المركبة:

اقترح العالم بنمان هذه الطريقة والتي دمج فيها كلا من طريقة ديناميكية الهواء وطريقة ميزان الطاقة لحساب ET_0 . هذه الطريقة والتي تعتمد على أسلوب رياضي تعتبر الأكثر صحة ودقة بين الطرق الأخرى، لكنها تحتاج إلى العديد من المعطيات:

$$ET_0 = \frac{\Delta Q_n + \delta E_a}{\Delta + \delta}$$

حيث:

Δ : ميل ضغط البخار المشبع مقابل منحنى درجات الحرارة عند درجة حرارة الهواء T_a (ميلي بار / درجة حرارة).

Q_n : الإشعاع الصافي (mm/day) (مم/يوم).

δ : معامل ربط ما بين الفرق في ضغط بخار الماء ومنحنى انخفاض الرطوبة في البصلة المائية الرطبة.

E_a : مصطلح ديناميكية الهواء (mm/day) (مم/يوم)، حيث:

$$E_a = f(e_{sa}, e_a, u_1)$$

e_{sa} : ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء T_a (ميلي بار).

e_a : ضغط البخار الفعلي عند درجة حرارة الهواء (ميلي بار).

u_1 : سرعة الرياح (m/s) (م/ثانية).

$$\Delta = \frac{4098 e_{sa}}{(T_a + 237.3)^2}$$

$$e_{sa} = EXP \left(\frac{19.08 T_a + 429.4}{T_a + 237.3} \right)$$

$$\delta = \frac{1615 P_a}{2.49 (10)^6 - 2.13 (10)^3 T_a}$$

$$P_a = 1013 - 0.1152 h + 5.44 (10)^{-6} h^2$$

P_a : ضغط الهواء (ميلي بار).

h : الارتفاع فوق سطح البحر (m).

تم إجراء بعض التعديلات على معادلة بنمان لتصبح أكثر انتشاراً لتقدير ET_0 . الاختلاف الرئيسي بين معادلات بنمان المعدلة والأساسية هو آلية تقدير كل من Q_n , E_a .

يمكن استخدام معادلة بنمان لجدولة الري اعتماداً على معطيات يومية. على الرغم من أنها تحتاج للكثير من البيانات والحسابات المعقدة من أجل حساب ETo ومن أجل تقدير بعض المؤشرات في حال عدم توفرها. فإن استخدام الحاسبات لحل هذه المعادلة اعتماداً على قاعدة بيانات متوفرة يجعل هذه الطريقة أكثر شيوعاً وانتشاراً بسبب دقتها وإمكانية استخدامها في مناطق مناخية مختلفة. وينصح باستخدام معادلة بنمان في المناطق التي تتوفر فيها بيانات عن : درجة الحرارة، الرطوبة، سرعة الرياح، الإشعاع والسطوع الشمسي.

مثال: حساب ETo اعتماداً على معادلة بنمان.

المعطيات: تعطى البيانات المناخية للمحطة Prosser في الجدول (رقم ٢)،
(الموقع=٤٦,٢٥٠ شمالاً، الارتفاع=٢٧٥ م).

الجدول رقم ٢: المعلومات المناخية للمحطة

Date	Day from Jan. 1	Mean Temp (°C)	Mean RH (%)	Solar Rad (cal/cm ²)	Mean Wind Speed (m/s)
7/1	182	21.5	39.5	701	2.10
7/2	183	18.0	52.5	713	3.00
7/3	184	14.5	55.0	762	0.75
7/4	185	16.5	56.0	796	0.30
7/5	186	18.0	58.0	510	2.37
7/6	187	14.0	60.0	815	2.01
7/7	188	14.5	61.0	773	1.30
7/8	189	16.5	48.5	536	0.78
7/9	190	22.0	46.0	733	1.08
7/10	191	23.5	44.0	796	0.71
10 day average		17.9	52.1	714	1.44

تعطى هذه صيغ بحساب RH، الإشعاع الشمسي اعتماداً على بنمان.

$Q_e = 0.77 R_s - 1.00(10)^{-9} \left((T_{\max} + 273.16)^6 + (T_{\min} + 273.16)^6 \right) (a_1 - 0.044 \sqrt{e_a}) \left(-0.18 + 1.22 \frac{R_s}{R_{s0}} \right)$ $a_1 = 0.325 + 0.045 \sin(0.01745J - 0.26175)$	Wright and Jensen (1978)
$Q_e = 0.75 R_s - 2.00(10)^{-9} (T_s + 273.16)^6 (0.34 - 0.044 \sqrt{e_a}) \left(-0.35 + 1.8 \frac{R_s}{R_{s0}} \right)$	Doorenbos and Pruitt (1977)
$Q_e = 0.75 R_s - 2.00(10)^{-9} (T_s + 273.16)^6 (0.31 - 0.044 \sqrt{e_a}) \left(-0.35 + 1.35 \frac{R_s}{R_{s0}} \right)$	Pair et al. (1983)
$Q_e = 0.80 R_s (0.18 + 0.55n/N) - 2.01(10)^{-9} (T_s + 273.16)^6 (0.56 - 0.092 \sqrt{E_{s0}}) (0.10 + 0.90n/N)$	Bruat (1944, 1952) (used by Penman)

Note: R_s = extraterrestrial solar radiation (mm/day) (see Appendix A); R_e = observed solar radiation in evaporation equivalents (mm/day) (see Eq. 1.19) when R_e is not available, $R_s = (0.25 + 0.50n/N)R_{s0}$; R_{s0} = solar radiation on a clear day (for the same day as R_e except under cloudless conditions) (mm/day) (R_{s0} is evaluated using several years of daily R_e data, R_s is plotted versus date and a curve fit through the larger R_e values. Values of R_{s0} for each day are estimated from this curve); T_s = average air temperature (°C); $T_{\max}$ = maximum air temperature (°C); $T_{\min}$ = minimum air temperature (°C); e_a = vapor pressure of air (mbar), $e_s = e_a(RH/100)$; RH = relative humidity (%); e_{s0} = saturation vapor pressure at dew point temperature in °C (T_d) of air (mbar), $T_d = \frac{429.4 - 237.3 \ln(e_a)}{\ln(e_s) - 19.08}$; n/N = ratio between actual and possible hours of sunshine; J = day of the year.

المطلوب:

حساب ET_0 اليومي لمحصول العشب المرجعي باستخدام صيغة Doorenbos and Pruitt

:Pruitt

الحل:

Day	e_{sa} (mbar)	e_a (mbar)	Δ (mbar/°C)	γ (mbar/°C)	R_a (mm/day)	Q_n (mm/day)	E_a (mm/day)	ET_0 (mm/day)
182	25.6	10.1	1.57	0.65	17.2	6.3	11.8	7.9
183	20.6	10.8	1.30	0.65	17.2	6.5	9.5	7.5
184	16.5	9.1	1.07	0.64	17.1	6.9	3.3	5.5
185	18.8	10.5	1.19	0.65	17.1	7.2	2.8	5.7
186	20.6	12.0	1.30	0.65	17.1	5.0	7.1	5.7
187	16.0	9.6	1.04	0.64	17.1	7.3	4.7	6.3
188	16.5	10.1	1.07	0.64	17.0	7.0	3.7	5.8
189	18.8	9.1	1.19	0.65	17.0	5.1	4.4	4.8
190	26.4	12.2	1.61	0.65	17.0	6.6	7.4	6.9
191	29.0	12.7	-1.74	0.65	16.9	7.1	7.1	7.1
Total $ET_0 = 63.2$ mm								

Sample calculations for day 182

$$P_a = 1013 - 0.1152(275) + 5.44(10)^{-6}(275)^2 = 981.7 \text{ mbar}$$

$$e_{sa} = \exp\left(\frac{19.08(21.5) + 429.4}{21.5 + 237.3}\right) = 25.6 \text{ mbar}$$

$$\Delta = \frac{(4098)(25.6)}{(21.5 + 237.3)^2} = 1.57$$

$$\gamma = \frac{1615(981.7)}{2.49(10)^6 - 2.13(10)^3(2.15)} = 0.65$$

Computing extraterrestrial radiation using Appendix A

$$\theta = 0.986(182 - 1) = 178.5^\circ$$

$$\delta = \frac{180}{\pi} (0.006918 - 0.399912 \cos(178.5^\circ) + 0.070257 \sin(178.5^\circ) - 0.06758 \cos(356.9^\circ) + 0.000907 \sin(356.9^\circ) - 0.002697 \cos(535.4^\circ) + 0.001480 \sin(535.4^\circ)) = 23.2^\circ$$

$$h_s = \cos^{-1}(-\tan(46.25^\circ)\tan(23.2^\circ)) = 116.6^\circ$$

$$r_{\infty} = 0.98387 - 1.11403(10)^{-4}(182) + 5.27747(10)^{-6}(182)^2 - 2.68285(10)^{-8}(182)^3 + 3.61634(10)^{-11}(182)^4 = 1$$

$$h_{s0} = 12.126 - 1.85191(10)^{-3}ABS(46.25^\circ) + 7.61048(10)^{-5}(46.25^\circ)^2 = 12.20^\circ$$

$$R_a = 1.26714 \frac{12.20}{(1.02)^2} \left[\left(116.6 \frac{\pi}{180} \sin(46.25^\circ) \sin(23.2^\circ) \right) + \cos(46.25^\circ) \cos(23.2^\circ) \sin(116.6^\circ) \right] = 17.2 \text{ mm/day}$$

$$R_s = \frac{701}{58.48} = 12.0 \text{ mm/day}$$

$$e_a = 25.6 \left(\frac{39.5}{100} \right) = 10.1 \text{ mbar}$$

$$Q_n = 0.75(12.0) - 2.00(10)^{-3}(21.5 + 273.16)^4(0.34 - 0.044\sqrt{10.1}) \times \left[-0.35 + 1.8 \left(\frac{12.0}{17.2} \right) \right] = 6.3 \text{ mm/day}$$

$$E_a = (0.27 + 0.2333(2.10))(25.6 - 10.1) = 11.8 \text{ mm/day}$$

$$ET_0 = \frac{(1.57)(6.3) + (0.65)(11.8)}{1.57 + 0.65} = 7.9 \text{ mm/day}$$

٤- الطرق التجريبية:

تعتمد الطرق التجريبية على واحد أو أكثر من المؤشرات الأساسية التي تؤثر على التبخر - نتح المرجعي مثل درجة حرارة الهواء، الإشعاع الشمسي وحوض البحر. تعتبر هذه الطرق بسيطة وذات وثوقية مقبولة لكنها أقل دقة من معادلة بنمان خاصة عند حساب التبخر - نتح المرجعي لفترات قصيرة. ومن هذه الطرق نذكر:

١ - طريقة Jensen-Haise (الإشعاع الشمسي): تعتمد هذه الطريقة على معادلة ميزانية الطاقة وحوالي ١٠٠٠ قياس للتبخر-نتح ET أجريت خلال ما يزيد على ٣٥ سنة.

تتضمن البيانات المطلوبة لإجراء هذه الطريقة:

- الإشعاع الشمسي (مم/يوم) (mm/day).
- متوسط درجة الحرارة اليومية (Co).
- متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى للشهر ذي المتوسط الأعلى لدرجة الحرارة.
- الارتفاع عن سطح البحر (m).

$$ET_s = C_T (T - T_x) R_s$$

حيث:

ET_o: التبخر-نتح المرجعي (مم).

CT: معامل درجة حرارة الهواء المنطقة المدروسة، وتحسب كما يلي:

$$C_T = \frac{1}{k_1 - (h/k_2) + [k_3 / (e_{s \max} - e_{s \min})]}$$

T_x: ثابت المنطقة المدروسة.

$$T_x = K_4 - K_5 (e_{s \max} - e_{s \min}) - \frac{h}{K_6}$$

$e_{s \max}$, $e_{s \min}$: ضغط بخار الماء المشبع عند متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى

خلال الأشهر الأعلى حرارة من السنة (mbar) (ميلي بار).

RS: الإشعاع الشمسي الكلي من أجل فترة معينة (mm) (مم).

T: متوسط درجة الحرارة اليومية (Co).

$$e_{si} = EXP \left(\frac{K_7 T_i + K_8}{K_9 T_i + K_{10}} \right)$$

Ti: متوسط درجة الحرارة اليومية من أجل الفترة i (Co) يمكن لها أن تأخذ قيمة Tmax

أو قيمة Tmin لتقابل عندئذ es max أو es min على الترتيب.

إن واحدة ET المحسوبة أعلاه هي نفس واحدة RS. وبما أن الإشعاع الشمسي اليومي يقدر بـ سعر حراري/سم² (cal/cm²). لذلك يمكن تحويلها إلى مكافئ عمق التبخر على فرض أن الحرارة اللازمة للتبخر هي ٥٨٥ سعر حراري/جرام (cal/g) وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$R_s = \frac{R'_s}{K}$$

حيث:

Rs: الإشعاع الشمسي بأعماق مكافئة للتبخر (mm) (مم).

Rs': الإشعاع الشمسي (cal/cm²) (سعر حراري/سم²).

K: ثابت، = ٥٨,٤٨ عندما تقدر RS بـ (مم)

= ١٤٨٦ عندما تقدر RS بـ (إنش)

(K₁ to K₁₀): ثوابت تحويل تعتمد على وحدات كل من TI , h , والمحصول

المرجعي (الجدول رقم ٣).

h: الارتفاع عن سطح البحر (m).

الجدول رقم (٣)

قيم الثوابت (K₁ to K₁₀) من أجل وحدات مختلفة لـ TI , h , والمحاصيل المرجعية - الفصة والعشب

Units of T _i Units of h Reference Crop	°C m Alfalfa	°F ft Alfalfa	°C m Grass	°F ft Grass
K ₁	38	68	45	81
K ₂	152	278	137	250
K ₃	365	650	365	650
K ₄	-2.5	27.5	-2.5	27.5
K ₅	0.14	0.44	0.14	0.44
K ₆	550	1000	500	1000
K ₇	19.08	10.60	19.08	10.60
K ₈	429.41	90.20	429.41	90.20
K ₉	1.00	0.56	1.00	0.56

مثال: حساب ET_0 اعتماداً على معادلة Jensen-Haise.

المعطيات:

تعطى البيانات كما في المثال السابق.

يعتبر شهر تموز الشهر الأدفأ في السنة.

متوسط درجة الحرارة اليومية العظمى خلال شهر تموز $31,30^{\circ}\text{C}$.

متوسط درجة الحرارة اليومية الصغرى خلال شهر تموز $11,80^{\circ}\text{C}$.

المطلوب:

حساب ET_0 اليومي لمحصول العشب المرجعي باستخدام معادلة Jensen-Haise لمدة ١٠

أيام .

الحل:

متوسط درجة الحرارة خلال هذه المدة $17,90^{\circ}\text{C}$.

الإشعاع الشمسي خلال هذه المدة 7135 cal/cm^2 (سعر حراري/سم^٢).

$$e_{s \min} = \exp \left(\frac{19.08 (11.8) + 429.41}{(1.0) (11.8) + 237.3} \right) = 13.8 \text{ mbar}$$

$$e_{s \max} = \exp \left(\frac{19.08 (31.3) + 429.41}{(1.0) (31.3) + 237.3} \right) = 45.7 \text{ mbar}$$

$$T_x = -2.5 - 0.14 (45.7 - 13.8) - \frac{275}{550} = 7.47$$

$$C_T = \left(\frac{1}{45 - (275/137) + 365/(45.7 - 13.8)} \right) = 0.0184$$

$$R_s = \frac{7135}{58.48} = 122.0 \text{ mm}$$

$$Et_0 = 0.0184 (17.9 + 7.47) (122.0) = 61.9 \text{ mm}$$

٤-١ طريقة بلاني كريدل Blaney-Criddle :

تستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في المناطق التي لا تتوفر فيها سوى درجة حرارة الهواء كبيانات مناخية.

$$ET = K_{scs} K_t NP \left(\frac{T}{K_1} + K_2 \right)$$

حيث:

N: عدد أيام المدة الزمنية، يجب ألا تقل عن ١٠ أيام و لا تزيد على ٣٠ يوماً.

P: المعدل اليومي لساعات شروق الشمس خلال السنة من أجل المدة المعتبرة (الجدول رقم ٣).

الجدول رقم (٣)
قيم P، بالشهر من أجل مواقع مختلفة

Latitude												
North South*	Jan. July	Feb. Aug.	Mar. Sept.	Apr. Oct.	May Nov.	June Dec.	July Jan.	Aug. Feb.	Sept. Mar.	Oct. Apr.	Nov. May	Dec. June
60°	0.15	0.20	0.26	0.32	0.38	0.41	0.40	0.34	0.28	0.22	0.17	0.13
58°	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.40	0.39	0.34	0.28	0.23	0.18	0.15
56°	0.17	0.21	0.26	0.32	0.36	0.39	0.38	0.33	0.28	0.23	0.18	0.16
54°	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.38	0.37	0.33	0.28	0.23	0.19	0.17
52°	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18
50°	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19
48°	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19
46°	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.35	0.34	0.32	0.28	0.24	0.21	0.20
44°	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.35	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20
42°	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
40°	0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
35°	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22
30°	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
25°	0.24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24
20°	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25
15°	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25
10°	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
5°	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
0°	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

Note: Appendix B details methodology and equations for computing daytime hours and P to facilitate computer application of this table.

* Southern latitudes: apply 6 month difference as shown.

ET: التبخر - نتح لمحصول معين (mm) (مم).

Kscs: معامل المحصول (الملحق C).

(K١ to K٥): ثوابت.

مثال: تعطى بيانات التبخر اليومي من حوض البخر نموذج Class A pan وللحالة A في الجدول رقم (٤).

الجدول رقم (٤)

بيانات التبخر اليومي من حوض البخر نموذج Class A pan

Day	Ep (mm)
1	10.5
2	10.0
3	10.5
4	10.0
5	9.5
6	8.5

المطلوب:

حساب ET_o اليومي لمحصول العشب المرجعي لمدة ١٠ أيام.

الحل: $K_p = ٠,٨$ من الجدول ٧. حيث RH متوسطة، والرياح خفيفة.

$$ET_o = ٠,٨ * (٨٥,٥) = ٦٨,٤ \text{ mm}$$

$$ET_o = ٦٨,٤ / ١٠ = ٦,٨٤ \text{ mm/day}$$

الجدول رقم (٥)

قيم K_1 to K_5 المستخدمة في معادلة بلاني-كريدل

Unit of	$ET \text{ (mm)}$ $T \text{ (C}^\circ\text{)}$
K_1	2.19
K_2	8.13
K_3	$3.11 (10)^{-2}$
K_4	$2.40 (10)^{-1}$
K_5	1

T: متوسط درجة الحرارة اليومية خلال المدة الزمنية المعتبرة (Co).

مثال: حساب ET_0 اعتماداً على معادلة بلاني كريدل Blaney-Criddle .

المعطيات:

تعطى البيانات كما في مثال طريقة بنمان.

متوسط قيم RH الصغرى لشهر تموز ٢٥%.

النسبة ما بين معدل ساعات شروق الشمس الفعلي إلى معدل ساعات شروق الشمس الممكن

(n/N) خلال شهر تموز = ٠,٨٦.

المطلوب:

حساب ET_0 اليومي لمحصول العشب المرجعي لمدة ١٠ أيام.

الحل:

متوسط درجة الحرارة خلال هذه المدة $T = 17,9^{\circ}\text{C}$ من مثال Jensen-Haise.

$P = 0,34$ معطى من الجدول رقم (٢).

$U_{day} = 1,4 \text{ m/s}$ من مثال Jensen-Haise .

SCS method K_{SCS} method K_{SCS} (from Appendix C for July) = 0.92

$Kt = 0.0311(17.9) + 0.24 = 0.80$

$ET_0 = (0.92) (0.80) (10) (0.34) (17.9 / 2.019) + (8.13) = 40.8 \text{ mm}$

٤-٢ طريقة حوض البخر:

إن قياس فقد الماء من حوض مفتوح ومملوء بالماء طريقة بسيطة وغير مكلفة من أجل تقدير معدل التبخر من الجو المحيط للحوض. وبقياس التغير في مستوى الماء في الحوض وإجراء التصحيح اللازم في حال الهطول المطري، فإن كمية الماء المتبخرة من السطح الحر للماء تكون محددة ومرتبطة بمقدرة التبخر من الجو المحيط. إنّ هذه الطريقة تأخذ بعين الاعتبار التأثيرات المتكاملة لكل من الرياح والإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة والحمل الحراري المنقول من مسطح مائي. هنالك افتراض أنه و أثناء قياس التغير في منسوب ماء الحوض فإن فواقد الماء الناتجة عن الطيور والحشرات يمكن إهمالها أو السيطرة عليها عن طريق تغطية الحوض بحاجز شبكي يمنع الطيور والحشرات من استهلاك الماء. تمتد عادةً الفواصل الزمنية في أخذ قياسات

التبخر من عدة ساعات إلى أسبوع مع ضرورة المراقبة اليومية. وعادة الطريقة الشائعة هي أخذ قراءات يومية هناك أنواع مختلفة من أحواض التبخر مثل:

نموذج U.S. class A pan ، ونموذج Colorado sunken pan و نماذج أخرى بسيطة، كلها تستعمل لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل. يبين الجدول (٦) وصفاً للنموذجين U.S. class A pan و Colorado sunken pan.

Table 6 Description of U.S. Class A and Colorado Sunken Evaporation Pans.

Pan	Dimensions	Situation
U.S. Class A	121 cm diameter 255 mm deep	Made of 22 gauge galvanized iron; mounted level on an open wooden frame with its bottom 15 cm above ground; water level maintained between 5 and 7.5 cm below rim; water is changed as needed to eliminate extreme turbidity; is painted annually with aluminum paint
Sunken Colorado	92 cm square 56 cm deep	Made of galvanized iron; is set in the ground with the rim 5 cm above ground level; water level inside the pan is maintained at or slightly below ground level

ويتم الربط ما بين التبخر-نتح المرجعي للعشب ETo مع التبخر من الحوض Epan عن طريق العلاقة التالية:

$$ETo = Kp \cdot Epan$$

حيث:

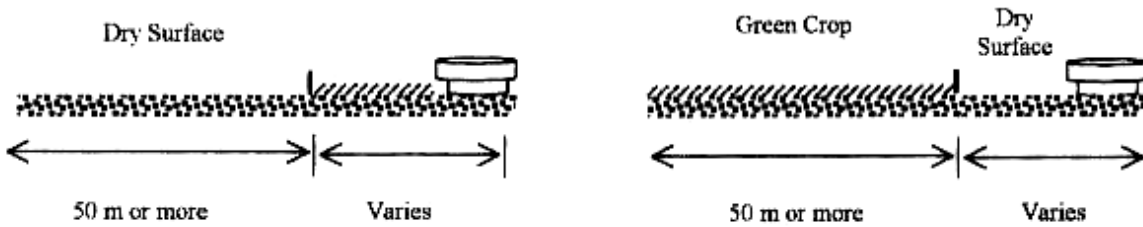
Epan: التبخر اليومي من الحوض (mm/day)(مم/يوم).

Kp: معامل الحوض، و يتعلق بنموذج الحوض المستخدم ووضعه، جريان الرياح، البيئة المحيطة بالحوض، متوسط الرطوبة النسبية، والتباينات بين حوض التبخر وسلوك النباتات. كذلك فإن قيمة Kp تتأثر بشكل ولون وتوضع فوق حوض التبخر. إن وضع شبكة فوق الحوض لمنع الطيور والحشرات والحيوانات من أن تشرب منه، يعمل على تخفيض التبخر من الحوض بنسبة تقدر بحوالي ١٠%، لذلك يجب أخذها بعين الاعتبار.

يبين الجدول (٧) قيم مختلفة لـ Kp تبعاً لسرعات الرياح مختلفة والرطوبة النسبية وشروط الغطاء النباتي في جهة هبوب الرياح كل ذلك من أجل النموذج U.S. class A pan.

Table 7 K_p for Class A Pan for Different Groundcover and Levels of Mean Relative Humidity and 24-hour wind.

Class A Pan	Case A ^a Pan Surrounded by Short Green Crop			Case B ^b Pan Surrounded by Dry-Fallow Land		
	Low < 40	Medium 40-70	High > 70	Low < 40	Medium 40-70	High > 70
Average Daily	Upwind Distance of			Upwind Distance of		



الشكل رقم (٥) رسم توضيحي للحالات A,B المعروضة في الجدول (٧)

بشكل عام، تزداد قيمة K_p بازدياد الرطوبة النسبية وانخفاض سرعة الرياح.

توجد عدة تباينات بين سلوك النباتات وأحواض البخر والتي تسبب اختلافاً بين قيمة ET_o المقدرة وقيمة التبخر-نتح من السطح المزروع بالمحصول، من هذه التباينات :

١- إنَّ انعكاس الإشعاع الشمسي عن سطح الماء يُقدر بحوالي ٥-٨% (Albedo) في حين أنَّ انعكاس الإشعاع الشمسي عن سطح النبات يُقدر بحوالي ٢٠-٢٥%.

٢- يمكن للحرارة المخزنة في ماء الحوض أن تكون لها أهمية كبيرة في تقدير التبخر وقد يصل إلى حالة مساواة التبخر خلال الليل والنهار من الحوض. وبما أنَّ معظم النباتات

تقوم بعملية النتح فقط خلال النهار مما يؤدي إلى زيادة القيمة الحقيقية للتبخر - نتح المرجعي المتحصل عليه من خلال هذه الطريقة.

٣- يختلف شكل وتوزيع الرياح فوق سطح النبات عما هو عليه فوق حوض البخر. ففي المحاصيل التي تسمح لأشعة الشمس بالتغلغل ضمنها وليس فقط المرور فوقها فإنه يمكن للاستهلاك المائي أن يتجاوز التبخر من الحوض بسبب أن الأوراق السفلية يمكن لها أن تنتج كميات أكبر من الماء بسبب دخول الرياح وتغلغلها.

٤ - لا يبدي حوض التبخر أي مقاومة لفقدان الماء كتلك التي تبديها مسامات النبات.

تعتبر طريقة حوض البخر جيدة للتنبؤ بالبخر-نتح خلال مدة متوسطة نسبياً ، حوالي ١٠ أيام.

جدولة الري Irrigation Scheduling:

إن جدولة الري خطة مدروسة هدفها تحديد أمرين هامين هما موعد الري وكمية الري الواجب إضافتها. وتختلف آلية تحديد هذين المكونين مع اختلاف طرق الري. فعندما تكون طريقة الري المتبعة في مشروع هي الري السطحي أو الري بالرش فإن جدولة الري تعتمد اعتماداً كلياً على التربة. إذ يتم تحديد موعد الري عند استنزاف جزء محدد من الماء المتاح ويتم قياسه من خلال رطوبة التربة، وعملية الري تبدأ بعد تحديد كمية مياه الري الواجب إضافتها من خلال عملية المعايرة للتربة وزنية كانت أم من خلال الطرق التي ذكرناها سابقاً. كذلك يتم أيضاً تحديد تكرارية الري من خلال تقسيم كمية المياه المتاحة المستنزفة على معدل التبخر-نتح اليومي المقدر بالطرق السابقة أيضاً.

في حين وتحت ظروف الري بالتنقيط فإن جدولة الري تعتمد على عكس الطرق السابقة كلياً إذ تعتمد بشكل مباشر على معدل التبخر-نتح وليس التربة. والسبب في عدم ملائمة جدولة الري اعتماداً على معطيات التربة هو أن توزيع مياه الري ضمن قطاع التربة وتوزيع المجموع الجذري والكثافة النباتية للمحصول المزروع تختلف اختلافاً كلياً إذ ينحصر توزيع مياه الري على المنطقة الرطبة وغالباً ما تكون الكثافة النباتية منتظمة وعلى خطوط الري و ما بين الخطوط تبقى المنطقة أو الجزء من التربة جافة وخالية من النباتات.

إن جدولة الري تحت ظروف الري بالتنقيط إجراء يعتمد على التبخر - نتح للمحصول كما ذكرنا أعلاه ومن ثم تعويض الفاقد عن طريق حساب ما استخدمه النبات من الماء الكلي المتاح. كذلك فإنه تحت ظروف الري بالتنقيط يجب الأخذ بعين الاعتبار أن تكرارية الري (عالية) والفترة بين ريّتين متتاليتين قصيرة مقارنة بالري السطحي.

وهناك حالة واحدة يمكن استثناءها عن القاعدة المذكورة أعلاه عند جدولة الري تحت ظروف

الري بالتنقيط ويمكن الاعتماد فيها على التربة كمؤشر لجدولة الري، في هذه الحالة الخاصة يكون الجزء المسموح استنزافه من الماء محسوباً على أساس محتوى المنطقة الرطبة من الماء فقط وليس كامل قطاع التربة، أي ضمن البصلة الرطبة تحت النقاطات فقط مع الأخذ بعين الاعتبار العمق الفعال للمجموع الجذري والغطاء النباتي (نسبة التغطية النباتية). وهذا يعني أنه يمكن العودة إلى التربة لجدولة الري تحت ظروف الري بالتنقيط.

كمية الماء الواجب إضافتها:

عندما يتم تحديد موعد الري ضمن خطة جدولة الري لا بد من الإجابة على الجزء الثاني من السؤال وهو ماهي كمية مياه الري الواجب إضافتها لإعادة رطوبة التربة ضمن منطقة انتشار الجذور إلى السعة الحقلية إذا كانت خطة الري الكامل، أو جزء من السعة الحقلية مثلاً (٨٠%) إذا كانت خطة الري رياً جزئياً.

إن كمية مياه الري الواجب إضافتها للري الكامل تعتمد على عمق الجذور الفعال ومحتوى التربة من الرطوبة وكفاءة الري ويمكن أن تعطى بالعلاقة التالية:

$$\frac{Dr (\theta_f - \theta_i)}{E_i} = \text{كمية مياه الري/ريّة}$$

حيث:

Dr: عمق المجموع الجذري.

θ_f : الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية.

θ_i : الرطوبة الحجمية قبل الري.

EI: كفاءة الري.

مثال:

لتحديد كمية مياه الري الواجب إضافتها في ريّة واحدة:

$$\square f = 27\%, \square V = 16\%, Dr = 60 \text{ cm } Ei = 85\%$$

احتياجات الري:

$$= \frac{60(27-16)}{85} = \frac{60 \times 11}{85} = 7.76 \text{ cm}$$

$$= 77,6 \text{ mm}$$

الري الصافي:

$$NR = ETC - P_i$$

$$P_i = \text{الأمطار الفعالة.}$$

الأمطار الفعالة هي كمية الهطول المطري التي تزود المحصول بجزء أو كامل الاحتياجات المائية (Etc) عند فترة محددة ولمحصول محدد.

الملحق A

Appendix A

Extraterrestrial Radiation

Monthly values of extraterrestrial radiation (R_e) for the northern and southern hemispheres are given in Table A1. Equations A1 through A6 can be used to estimate daily values of R_e for computer application.

$$R_e = 1.26714(h_{e0}/r_{ee}^2) \left[h_e \frac{\pi}{180} \sin(\Phi) \sin(\delta) + \cos(\Phi) \cos(\delta) \sin(h_e) \right] \quad (A1)$$

$$h_{e0} = 12.126 - 1.85191(10)^{-3} \text{ABS}(\Phi) + 7.61048(10)^{-5} (\Phi)^2 \quad (A2)$$

$$r_{ee} = 0.98387 - 1.11403(10)^{-4} (J) + 5.2774(10)^{-6} (J)^2 - 2.68285(10)^{-8} (J)^3$$

الملحق B

Net Evaporation in mm/day											
Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
17.6	14.9	11.2	7.3	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

الملحق C

Appendix 3 (I & II)

I- K_{SCS} values for SCS-modified Blaney criddle equation.

Crop	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Earliest Growth Date (spring)	Latest Growth Date (fall)
Alfalfa	0.63	0.73	0.86	0.99	1.08	1.13	1.11	1.06	0.99	0.91	0.78	0.64	50"	28" Frost
Avacados	0.27	0.42	0.58	0.70	0.78	0.81	0.77	0.71	0.63	0.54	0.43	0.30	—	—
Citrus	0.63	0.66	0.68	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67	0.64	—	—
Grapes	0.20	0.24	0.33	0.50	0.71	0.80	0.80	0.76	0.61	0.50	0.35	0.23	55"	50"
Deciduous orchards with cover crop	0.63	0.73	0.86	0.98	1.09	1.13	1.11	1.06	0.99	0.90	0.78	0.66	50"	45"
Deciduous orchards without cover crop	0.17	0.25	0.40	0.63	0.88	0.96	0.95	0.82	0.54	0.30	0.19	0.15	50"	45"
Pasture grass	0.49	0.57	0.73	0.85	0.90	0.92	0.92	0.91	0.87	0.79	0.67	0.55	45"	45"
Walnuts	0.09	0.13	0.23	0.44	0.69	0.92	0.98	0.88	0.69	0.49	0.31	0.15	—	—

Source: Soil Conservation Service (SCS), "Irrigation Water Requirements," Tech. Release 21, USDA-SCS (1970), 88 pp.

الملحق D

Table 5 Mean Daily Percentage of Annual Daytime Hours, P, by Month for Different Northern and Southern Latitudes

<i>Latitude</i>												
North South°	Jan. July	Feb. Aug.	Mar. Sept.	Apr. Oct.	May Nov.	June Dec.	July Jan.	Aug. Feb.	Sept. Mar.	Oct. Apr.	Nov. May	Dec. June
60°	0.15	0.20	0.26	0.32	0.38	0.41	0.40	0.34	0.28	0.22	0.17	0.13
58°	0.16	0.21	0.26	0.32	0.37	0.40	0.39	0.34	0.28	0.23	0.18	0.15
56°	0.17	0.21	0.26	0.32	0.36	0.39	0.38	0.33	0.28	0.23	0.18	0.16
54°	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.38	0.37	0.33	0.28	0.23	0.19	0.17
52°	0.19	0.22	0.27	0.31	0.35	0.37	0.36	0.33	0.28	0.24	0.20	0.17
50°	0.19	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18
48°	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.36	0.35	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19
46°	0.20	0.23	0.27	0.30	0.34	0.35	0.34	0.32	0.28	0.24	0.21	0.20
44°	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.35	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.20
42°	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
40°	0.22	0.24	0.27	0.30	0.32	0.34	0.33	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21
35°	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22
30°	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
25°	0.24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24
20°	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25
15°	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25
10°	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26

**استعمال نظم التحكم
البوابات الأوتوماتيكية - قناطر الحجز**

إعداد

م. عبد الله دومة
مركز البحوث الزراعية - معهد الأراضي و المياه
جمهورية مصر العربية

التحكم في الترعة المطورة (التصميم الهيدروليكي وأسس التحكم والتشغيل للترع الفرعية

في ظل التيار المستمر):

المقصود بتشغيل التربة هو جدولة أو توزيع كمية المياه المارة خلالها، وهذا يعني تحديد كل من العناصر الثلاثة التالية:

١- معدل التصريف Rate

٢- فترة سريان هذا التصريف Duration

٣- معدل موعد إطلاقها لتلك الفترة Frequency

والمقصود بالتحكم هو كيفية توظيف المنشآت (الأداة المتاحة) لتحقيق متطلبات التشغيل، ويجب أن يراعي التصميم الهيدروليكي كلاً من أهداف التشغيل وإمكانيات أدوات التحكم في ظل الظروف السائدة أمام وخلف الترع.

أنواع التشغيل أو طرق التوزيع (الجدولة) :Water Delivery Scheduling

عموماً يوجد مدى واسع لطرق توزيع المياه يتراوح ما بين المناوبات والتوزيع وفقاً للاحتياجات (الطلب).

المناوبات (Rotation Schedules): وتقسّم إلى:

- مناوبات حادة Rigid or Restrictive Schedules
- مناوبات ذات معدل متغير أو مرّن Varied amount schedules
- مناوبات ذات توقيت متغير أو مرّن Varied frequency Schedules

التوزيع وفقاً للاحتياجات Demand Schedules :

- وفيه يتمتع مستخدمو المياه بمرونة عالية. والطرق العملية للتوزيع وفقاً للاحتياج هي:
- التوزيع حسب الاحتياج في حدود المسموح به (limited demand) وفيه يقوم مستخدمو المياه بتحديد المعدل والفترة الزمنية (الحجم الكلي) اللازمة وفقاً لظروفه في أي موعد ولكن بشرط ألا يستهلك أكثر من الكمية المسموح له بها.
- التوزيع وفقاً للتوقيت المناسب للمزارع بمواعيد محددة مسبقاً (arranged demand) مع الالتزام بحد أقصى لكمية المياه المستخدمة.

وعموماً لا توجد طريقة مثلى للتشغيل يمكن تطبيقها دائماً - أو بمعنى آخر لا توجد طريقة تكون هي الأفضل دائماً في جميع الأحوال. فمثلاً المناوبات ذات الجداول الصارمة (Rigid Schedules) أسهل بالنسبة للمهندس المسؤول كتعليمات يتم إصدارها، ولكنها عادة لا تتوافق مع

الاحتياجات سواء من جهة الكمية المطلوبة أو التوقيت، وينتج عنها مشاكل كثيرة قد يكون من أهمها انخفاض كفاءة استغلال المياه.

أما التوزيع وفقاً للاحتياجات فيتميز بالمرونة العالية التي تمكن من رفع كفاءة استغلال المياه. حيث تنتهى الظروف التي تمكن من توافق الجداول مع الاحتياجات المائية، ولكنها تحتاج لمجهود كبير إذا لم تتم بطريقة أوتوماتيكية نظراً لتعدد العناصر المؤثرة كالمعدل والتوقيت وعدد المستخدمين.

توزيع المياه في نظام الري حالياً في مصر:

يمكن وصف نظام توزيع المياه في مصر على أنه نظام مناورات متغيرة في المعدل وأحياناً في التوقيت، فهو يعتمد على تحديد جداول للإمداد بالمياه، وهذا يتم من الأمام أي أن الكميات المحددة يتم صرفها حسب أدوار المناوبات (توقيت وكمية). بينما يتم استهلاك المياه من الترع (خلف وأمام قناطر الترع الفرعية) بالطللمات للوفاء بالاحتياجات الفعلية - وعادة لا يتوافق الطلب مع المياه المنصرفة سواء بالعجز أو الزيادة (لأسباب كثيرة) (شكل رقم (١)).

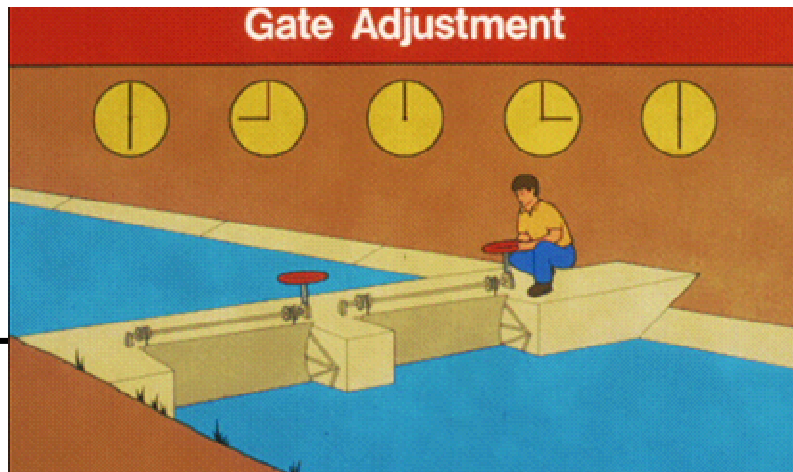
وعموماً فإن نظام التيار المستمر يساعد في التغلب على بعض أسباب هذا التناقض بين الإمدادات المحددة من جهة الأمام والاستهلاك غير المحدود من جهة الخلف.

وبذلك يمكن تصنيف نظام توزيع المياه في ظل التيار المستمر كالتوزيع وفقاً للاحتياجات في حدود الكميات المتاحة. أي أنه سيساعد على إزالة القيود المفروضة على الجدولة من جهة التوقيت الزمني - مع عدم زيادة كميات المياه المستعملة.

نظام التيار المستمر المطبق في الترع المطورة يعني تواجد المياه باستمرار في الترع الفرعية حيث يتم رفع المياه بطللمات المساقى ويتم التناوب بين المراوي الموجودة بكل مسقى (زمام أغلب المساقى يتراوح بين ٣٠-١٠٠ فدان).

شكل رقم (١)

رسم يوضح صعوبة التحكم اليدوي في البوابات لتحقيق التوافق بين التصرفات والاحتياجات نظراً للتغير المستمر في المناسيب بالخلف والأمام (طوال ساعات اليوم)



التحكم في مياه الترعر Control:

من الممكن تعريف التحكم في مياه الترعر هو التحكم بالمياه وفقاً للمعلومات المتوفرة بالنسبة لمنشآت التحكم، ويمكن أن يكون التحكم: يدوياً- أوتوماتيكياً، ومحلياً -عن بعد- مركزياً، أو منسوباً - تصرف وغيرها).

* مثال لذلك التحكم: التحكم من الخلف Down-Stream Control :

يتم في هذا النظام ضبط حركة البوابات على أساس المعلومات المتوفرة من جهة الخلف (غالباً التصرفات التي يحتاجها مستخدمي المياه). ويتم إبلاغ أو توصيل هذه المعلومات من خلال Sensor أو عوامة أو أي وسيلة أخرى. ونظام التحكم في مناسيب الخلف يتوافق مع التشغيل وفقاً للاحتياجات. ويتميز هذا النظام بسهولة إجراءات التشغيل وتناقص مشاكل المستخدمين.

* مثال آخر: نظم التحكم من الأمام Up-Stream Control :

- فالمعلومات المطلوبة يتم وصولها من جهة الأمام بالنسبة للمنشأة وهي غالباً ما تكون جداول ومناسيب المياه بالأمام. ومن خلال هذا التحكم يتم تمرير التصرفات أو ضبط المناسيب من خلال نقاط أو منشآت التوزيع لتحقيق هذه المتطلبات في الأمام. ويتطلب هذا النظام خبرة عالية في التشغيل نظراً لكثرة العوامل المؤثرة على الطلب من جهة وعدم توفر المرونة الكافية في كميات المياه المتاحة من جهة أخرى.

يعتبر التشغيل وفقاً للاحتياجات مرادفاً للتحكم من الخلف بينما يعتبر التوزيع أو التشغيل طبقاً للمناوبات مرادفاً للتحكم من الأمام.

ويجب مراعاة أن تتوافق طريقة التشغيل مع طريقة التحكم. مثلاً عند توزيع المياه من ترعة رئيسية على مجموعة من الترعر الفرعية، فإذا كانت كمية المياه المقررة للترعة الرئيسية محددة مسبقاً فإنه لا يصح تشغيل الترعر الفرعية الأخذ منها على أساس أن يكون التحكم فيها وفقاً للطلب من جهة الخلف (حيث يجب أن يتساوى حجم المياه الذي تم تحديده مسبقاً من الأمام في الترعة الرئيسية مع حجم المياه المنصرف من الترعر الفرعية)؛ لأن ذلك قد يؤدي لحدوث خلل في الميزان المائي إذا تمكنت مجموعة الترعر الفرعية الموجودة في الجزء الأمامي من الحصول على

كمية أكبر من متطلباتها على حساب الحصة المقررة لباقي الترع الفرعية. وللتغلب على ذلك فيجب أن يكون هناك تحديد لأقصى كمية يمكن أن تأخذها كل ترعة فرعية مع السماح بمرونة في التوقيتات والمعدلات. ولتحقيق ذلك يلزم وجود منشآت للتحكم في التصرفات عند أفهام الترع الفرعية.

أهداف نظام التحكم من الخلف في الري المطور:

تتلخص أهم أهداف التحكم من الخلف بنظام الري المطور:

- التحكم الأوتوماتيكي في المناسيب والتصرفات (سهولة وبساطة في التشغيل).
- التوزيع طبقاً للاحتياجات - في حدود كمية المياه المتاحة (مرونة في توزيع المياه).
- توزيع المياه بين الترع الفرعية بالتصرفات وليس بالمناسيب (عدالة في التوزيع).

أهم مكونات طريقة التحكم في نظام الري المطور:

- بوابات الفم.
- * بوابات للتحكم في منسوب الخلف أوتوماتيكياً.
- * بوابات للتحكم في التصرف (الموزعات).
- * البوابات الرأسية الموجودة أصلاً (للطوارئ والتحكم في التصرف في حالة عدم وجود الموزعات).
- بوابات الحجز.
- طلمبات المساقى: تجميع نقاط الرفع وتنظيم تشغيل المساقى.
- مصبات النهاية.

اعتبارات وأهداف التشغيل والتحكم في الترع الفرعية المطورة:

- ١- المرونة والتجاوب مع كميات المياه المطلوبة حيث يساعد توافر المياه بصفة مستمرة في تحقيق المرونة المتناسبة مع التغيرات في مواعيد ومعدلات استهلاك المياه. الشكل رقم (٢) يوضح كيفية تعويض الزيادة في الاحتياج من المياه المتوفرة بالحبس الأمامي، حيث تتجاوب البوابات مباشرة مع التصرفات وانخفاض المناسيب بالخلف، وبذلك تتحقق البساطة في إجراءات التشغيل وتقليل الاعتماد على التدخل اليدوي بصفة مستمرة.
- ٢- التوزيع بالتصرفات وفقاً للحصص المقررة.

٣- منع إهدار المياه بالمصارف وقت أقل الاحتياجات، والاستفادة منها في التخزين الليلي داخل قطاعات الترعة الفرعية.

٤- البساطة والسهولة في إجراءات التشغيل وتقليل الاعتماد على التدخل اليدوي بصفة مستمرة.

توزيع المياه بالتصرفات على مستوى الترعة الفرعية:

يتم حالياً توزيع المياه بين الإدارات المختلفة على مستوى المحافظات وفقاً لكمية المياه المقررة لزمام المحافظة وطبقاً للتركيب المحصولي. ويتم ذلك من خلال موازنات ومعايرة لكمية المياه الداخلة والخارجة للترعة الرئيسية المغذية لكل زمام. ويتم هذا بدقة مقبولة نظراً لطبيعة السريان المنتظم -إلى حد ما- في الترعة الرئيسية الناقلة للمياه.

أما على مستوى الترعة الفرعية (داخل زمام كل ترعة رئيسية) فلا توجد وسائل أو أدوات عملية تمكن من توزيع المياه بعدالة طبقاً للحجم المطلوب (حاصل ضرب الزمام والمقنن) وخاصة عندما يكون السريان غير منتظم بسبب التغير السريع في مناسيب معدلات السريان على مدى ساعات اليوم. ولذلك توجد معاناة وصعوبة في توزيع المياه (سواء مع نظام المناوبات أو مع التيار المستمر) وينتج عنها نقص واضح في تصرفات ومناسيب المياه عند النهايات.

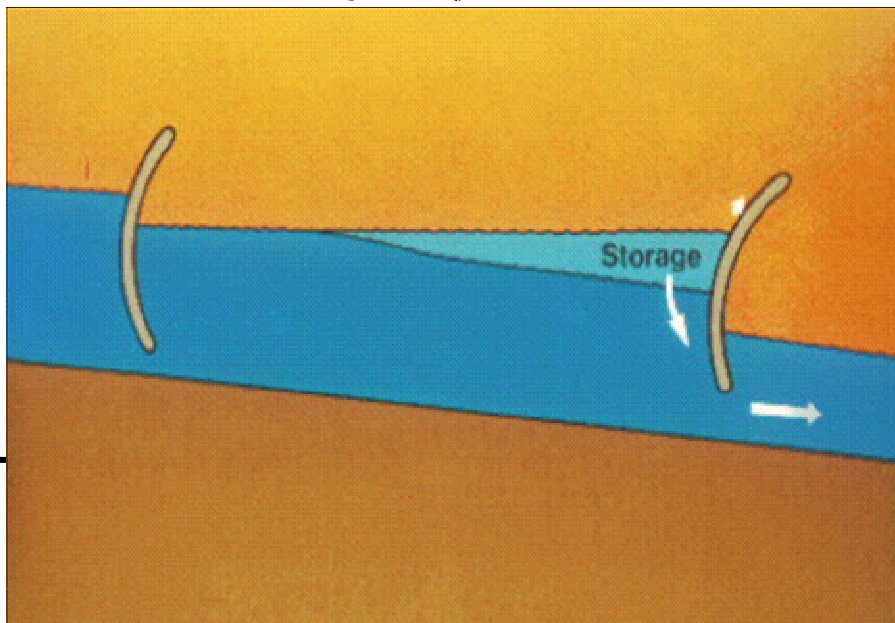
ويلاحظ أن السبب الرئيسي للتغيرات السريعة في التصرفات والمناسيب هو ضخ المياه من طلمبات المزارعين بطريقة عشوائية على طول الترعة مما أوجد خللاً في الميزان المائي للترعة عندما يزيد الطلب على الإمداد بالمياه وقت الذروة أو العكس وقت أقل احتياجات.

ولذلك فإنه من الضروري تنظيم توزيع التصرفات الداخلة إلى والمسحوبة من الترعة الفرعية. ولتحقيق انتظام توزيع المياه المنصرفة لكل ترعة تم وضع الموزعات لتحقيق التحكم الهيدروليكي في كميات المياه المقررة لكل ترعة.

الشكل رقم (٢) تعويض الزيادة في الاحتياج من المياه

المتوفرة
الأمامي

بالحبس

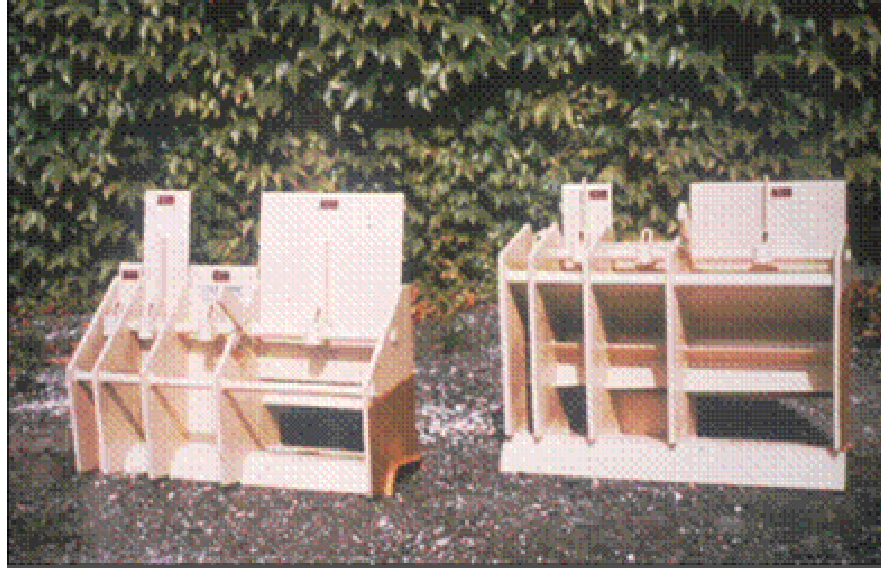


يؤدي التوزيع بالتصرفات وفقاً للحصص المقررة إلى:

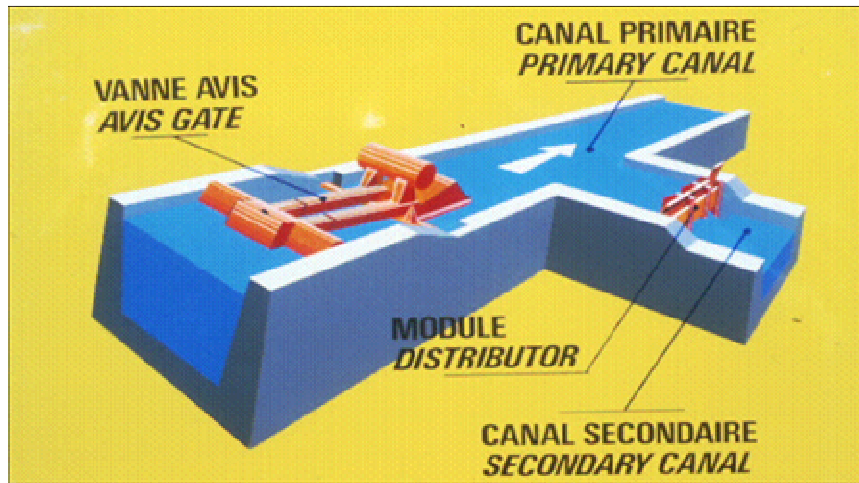
- التوافق بين حصة المياه المحددة من الأمام مع متطلبات المياه المخصصة لكل فرع مما يحقق التوازن المائي للترعة الرئيسية المغذية، وبالتالي ستقل حدة اختلاف المناسيب في الترعة الرئيسية بسبب تذبذب الاحتياجات خلال ساعات اليوم.
 - ضرورة تنسيق أو تنظيم تشغيل طلمبات المساقى على الترعة الفرعية حتى نتفادى مشاكل عدالة التوزيع بين بدايات ونهايات الترعة الفرعية. (ويعتبر ذلك نوع من إدارة الطلب على المياه يستهدف عدم الإخلال بالمحددات الهيدروليكية للترعة).
 - اختيار منشآت التحكم في التصرف عند أقدام الترعة الفرعية كمواقع مناسبة وعملية حيث يمكن لمجالس مياه الترعة الفرعية أن تتولى مسؤولية إدارة المياه بدءاً من هذه المواقع.
- الشكل رقم (٣) يبين بعض أشكال الموزعات كأداة للتحكم الهيدروليكي في كمية المياه المنصرفة للترعة الفرعية والشكل رقم (٤) يبين موقع الموزع بالنسبة للبوابة في حالة التحكم في منسوب الخلف.

الشكل رقم (٣)

بعض أشكال الموزعات كأداة للتحكم الهيدروليكي
في كمية المياه المنصرفة للترعة الفرعية



الشكل رقم (٤)
موقع الموزع بالنسبة للبوابة في حالة
التحكم في منسوب الخلف



اعتبارات التصميم الهيدروليكي للترع الفرعية المطورة:
أولاً- خصائص النظام الحالي System Characteristics:

* السريان غير مستقر (Unsteady)، وغير منتظم (Non-Uniform).

* الشبكة متشعبة ومتداخلة.

* نظام التحكم أوتوماتيكي.

ثانياً- عناصر التصميم Design Parameters:

* القطاعات العرضية والطولية.

* المنشآت (النوع والسعة والمناسيب).

ثالثاً- التخزين الليلي Night storage:

عندما يتم توزيع المياه بالتصريفات من خلال الموزعات فإن كميات المياه الداخلة لكل ترعة فرعية تكون ثابتة طوال اليوم (٢٤ ساعة). لذلك فإن منسوب المياه بالترعة الفرعية ينخفض أثناء النهار في وقت أقصى الاحتياجات، عندما يكون تصرف المياه المستهلكة أكبر من تصرف المياه الداخلة. وكذلك فإن منسوب المياه بالترعة الفرعية يرتفع ليلاً في وقت أقل الاحتياجات عندما يكون تصرف المياه المستهلكة أقل من تصرف المياه الداخلة.

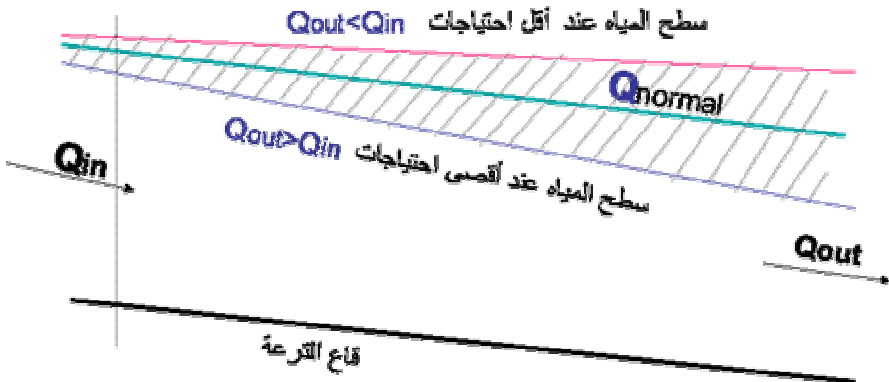
يراعى التصميم الاستفادة من حجم المياه الممكن تخزينها ليلاً في قطاع التربة حتى يمكن استهلاكه وقت أقصى احتياج بدون سحب حصة إضافية من التربة الرئيسية. وقد يلزم تعويض الفارق بين حجم التخزين المتاح في قطاع التربة والمطلوب حسب عدد ساعات التشغيل من خلال زيادة سعة بوابة الفم. ولذلك فإنه يلزم اختبار تأثير ذلك الفارق على التربة الرئيسية، وهل يستوعب قطاعها فارق المناسب المتوقع؟ الشكل رقم (٥) يبين حجم التخزين المتاح بالقطاع وهو الحجم المحصور بين أقل وأعلى مناسب.

حجم التخزين الليلي (وقت أقل احتياجات):

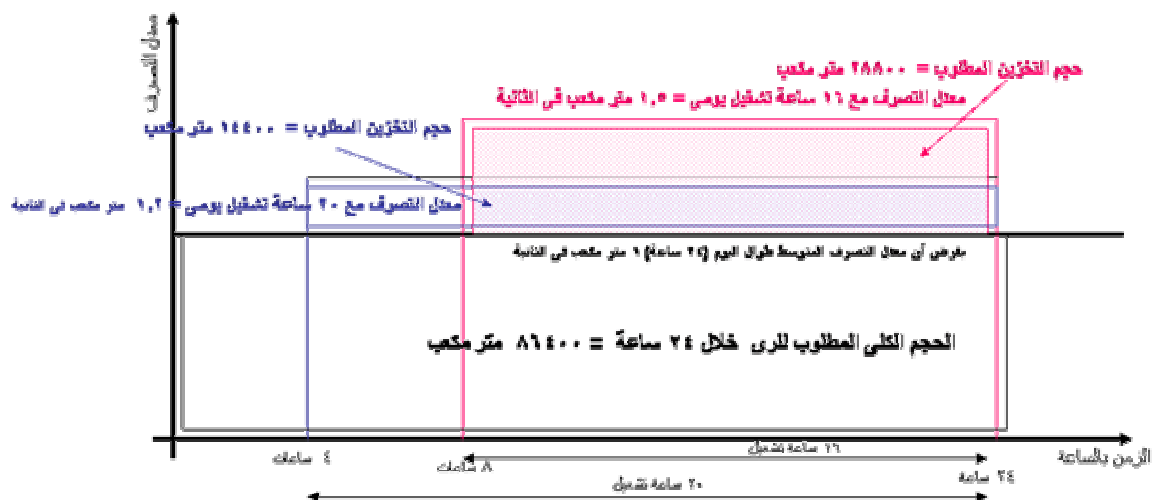
إذا كان حجم التخزين المتاح بقطاع التربة أقل من الحجم المطلوب فسيتم تخزين الفارق في التربة الرئيسية. سيلزم زيادة عدد ساعات التشغيل إذا كانت التربة الرئيسية لا تستوعب هذا الفارق (من جميع الترع الفرعية)، زيادة عدد ساعات التشغيل عادة لن ينتج عنه مشكلة (حيث يحدث ذلك في الصيف فقط ولفترة قصيرة أثناء فترة زراعة الأرز حيث تغمر الحقول بالمياه). البديل الآخر هو تكبير سعة الموزعات لتعويض الفارق وقت الذروة (سينتج عنه إمكانية سحب مياه أكثر من المقرر) (الشكل رقم (٦)).

الشكل رقم (٥)

حجم التخزين المتاح بالقطاع (الحجم المحصور بين أقل وأعلى مناسب).



الشكل رقم (٦)
حجم التخزين المطلوب حسب معدل التصريف وساعات التشغيل



رابعاً- معايير التصميم :Design Criteria

- الاحتياجات المائية والتصرفات المطلوبة.
- مناسيب المياه في الترعر الرئيسية (أقصى وأدنى).
- أقصى مناسيب مسموح بها في الترعر الفرعية.
- أقل مناسيب مسموح بها في الترعر الفرعية.
- معدلات استهلاك المياه خلال ساعات اليوم.

- القطاعات الحالية للترع.
- نوع التحكم المطلوب.
- مراعاة المنشآت الموجودة فعلاً ومناسبيها.

أثر أعمال التطوير على الترع الرئيسية:

قد لا تستوعب قطاعات بعض الترع الفرعية حجم التخزين المطلوب منها وبالتالي سوف يكون ذلك عبئاً على الترعة الرئيسية المغذية، لذلك يجب اختبار قدرة استيعاب الترعة الرئيسية لأي زيادات متوقعة. والتصميم الهيدروليكي للترع الفرعية يتطلب تحقيق مناسيب معينة عند مواقع أفمام هذه الترع (يتم أخذ ذلك في اعتبارات التصميم). كما أن هناك ضرورة لتأمين الترع الرئيسية بمفيضات إضافية لتفادي احتمال إغلاق البوابات الأوتوماتيكية في فترات متزامنة.

جمع مياه الأمطار
(الحصاد المائي) والري التكميلي

إعداد

م. محمد عايش
نقابة المهندسين الزراعيين
المملكة الأردنية الهاشمية

مفهوم حصاد المياه:

يطلق مصطلح الحصاد المائي على أية عملية مورفولوجية أو كيميائية أو فيزيائية تنفذ على الأرض من أجل الاستفادة من مياه الأمطار، سواء بطريقة مباشرة عن طريق تمكين التربة من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار الساقطة عليها وتخفيف سرعة جريان المياه عليها. وهذا من شأنه تقليل انجراف التربة، أو بطريقة غير مباشرة بجمع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف واستخدامها لأغراض الري التكميلي للمحاصيل الزراعية أو للشرب أو سقاية الحيوان أو تغذية المياه الجوفية. والحصاد المائي من الوسائل التراثية التي اعتمد عليها أجدادنا في تخزين المياه في فصل الشتاء للاستفادة منها وقت الحاجة أو الجفاف.

إن العنصر الرئيسي لتقنيات حصاد مياه الأمطار هو النسبة ما بين مساحة جريان المياه ومساحة تجمع المياه، حيث تكون مساحة جريان المياه مثالية إذا كان لها معامل جريان سطحي كافٍ ومساحة لتجميع المياه. وتقوم فلسفة حصاد مياه الأمطار على التقليل من انجراف التربة الزراعية، وفي ذلك إيجاد حلول عملية لاستصلاح الأراضي المنجرفة عن طريق الحد من تدهور خواصها الطبيعية وتقليل جريان المياه السطحية وزيادة مخزون المحتوى المائي للتربة في المناطق المزروعة بالإضافة إلى تجميع مياه الأمطار بوسائل علمية وإعادة استعمالها في ري المحاصيل عند الضرورة.

ومن الجدير ذكره أن تقنيات حصاد مياه الأمطار وحفظ رطوبة التربة متعددة وتختلف من موقع لآخر حسب صفات التربة الطبيعية ومعدل كثافة هطل الأمطار والاستعمال الأفضل للأراضي، وهي تعتمد اعتماداً مباشراً على الخطوط الكنتورية (ميل الأرض)، وعمق ونوعية التربة في تحديد نوع التقنية المراد إنشاؤها.

وبالتالي فإن أهم العوامل التي يجب مراعاتها عند تصميم أنظمة الحصاد المائي ما يلي:

- ١- توزيع الأمطار على مدار الموسم الزراعي.
- ٢- شدة الهطول المطري.
- ٣- خصائص الجريان السطحي للتربة السطحية ونفاذية التربة.

٤- قدرة التربة على تخزين الماء (عمق التربة وقوامها).

٥- تضاريس المنطقة المعنية.

٦- نوع وحجم الاستخدام.

موسمية الهطل المطري:

إن التذبذب المناخي وخاصة في الهطل المطري يعتبر من أهم المشاكل والمعوقات الطبيعية في مجال الحصاد المائي، حيث أن مواسم الجفاف المتتالية من شأنها إفشال عمل معظم أنظمة الحصاد المائي نظراً لاعتماد هذه التصاميم مباشرة على الهطل المطري السنوي. وفي المقابل أيضاً فإن الأمطار الغزيرة غير المحسوبة في تصاميم الإنشاء من شأنها أيضاً تدمير منشآت الحصاد المائي كالسدود الترابية الصخرية في حال تعرضها لفيضانات قوية غير محسوبة في تصاميم الإنشاء. كما أن عدم توفر المعلومات الدقيقة للتصميم مثل كميات وكثافة الهطل المطري السنوي من شأنه التقليل من دقة وحسن تنفيذ أنظمة الحصاد المائي.

تتميز الأمطار في الوطن العربي بالتذبذب من حيث الكمية والكثافة ومدة الهطول، كما أن توزيعها الموسمي يتسم بعامل كبير يؤثر مباشرة على الموارد السطحية والجوفية. ويقدر الهطل المطري السنوي في الوطن العربي بحدود ٢١٨٠ مليار متر مكعب. وتتلقى ٦٧% من مساحة العالم العربي معدلات مطرية أقل من ١٠٠ ملم في السنة وفي هذه المناطق لا يمكن بأي حال من الأحوال نجاح أي إنتاج زراعي بها دون اللجوء إلى تقنيات الري التكميلي أو إقامة مشاريع الحصاد المائي.

على مستوى الدول العربية وبخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة هناك إمكانية هائلة لجمع مياه الأمطار حيث إنها يمكن أن توفر المياه للمناطق البعيدة عن مصادر المياه الأخرى؛ أو التي يكون فيها توفير المياه باهظ التكلفة. ويمكن استخدام بعض هذه التقنيات في تنمية المراعي لزيادة إنتاج العلف. وتشمل مزايا جمع المياه ما يلي:

- سهولة نشر المياه وقلة تكاليف التشييد.
- سهولة تشغيل الأنظمة وصيانتها.
- إمكانية اختيار التقنية الملائمة للظروف السائدة في المنطقة المعنية.
- الحد إلى أقصى درجة من تدهور التربة بفعل تدفق المياه.
- غسل التربة المالحة، ومن ثم جعلها أكثر ملائمة لزراعة المحاصيل.

تاريخ استخدام تقانات حصاد المياه في المنطقة العربية:

تعتبر تقانات حصاد المياه من التقانات التي تم استخدامها منذ القدم في المنطقة العربية. فقد

استخدمها سكان المناطق المرتفعة على سفوح الجبال، وكان ذلك يتم عن طريق حفر قنوات تحول إليها مياه الجريان السطحي الناتج عن الهطل المطري، ومن ثم تحفظ هذه المياه في حفر كبيرة أو خزانات أرضية لتستخدم لأغراض الشرب أو الري في فترات الجفاف، واستخدمت هذه التقانات قديماً أيضاً للأغراض الزراعية في مساحات صغيرة ومحدودة.

تاريخياً فإن أقدم أنظمة حصاد المياه (مياه الأمطار) قد عرفت قبل ٤٠٠٠ عام في جنوب الأردن وصحراء النقب. فقد وجد علماء الآثار في هذه المناطق أن المزارعين قد استطاعوا ممارسة الزراعة تحت ظروف هطل مطري يقدر بحوالي ١٠٠ ملم، وذلك من خلال توجيه مسار الوديان وإنشاء القنوات الموجهة للمياه من مناطق الوديان إلى مناطق ذات ترب عميقة ومستوية وصالحة للزراعة. وتحديداً فإن العرب الأنباط (٥٠٠ ق.م) هم أول من برع في تعميم وتطوير تقنيات الحصاد المائي لتغطي استخداماتها متطلبات الحياة الزراعية والتجارية والأمنية في نفس الوقت. كما بلغت تقنيات حصاد المياه أوج ازدهارها في الأردن خلال الحكم الروماني في الفترة الممتدة من ٦٣ ق.م وحتى عام ٦٣٦ م، وبذلك فإن استخدامها قد عم أرجاء الأردن وعلى وجه الخصوص البادية الأردنية. وقد أثبتت الدراسات كفاءة الأنظمة المستخدمة، والدقة البالغة في تصميمها من حيث اختيار الموقع والتصميم الهندسي لها.

نظم الحصاد المائي:

يمكن تقسيم طرق أو نظم حصاد المياه على النحو التالي:

- طرائق أو نظم المستجمعات الصغيرة.
 - طرق أو نظم المستجمعات الكبيرة ومياه السيول:
- والتي تشتمل نظم بطون الوديان ونظم خارج الوديان.

نظم بطون الوديان والتي من أهمها:

- نظم الخزانات الصغيرة.
- نظم زراعة بطن الوادي عن طريق الحواجز.

طرق أو نظم المستجمعات المائية الصغيرة:

إن نظم المستجمعات المائية الصغيرة هي تلك التي تجمع فيها المياه السطحية الجارية من منطقة مستجمع صغيرة تنساب منها المياه إلى مسافة قصيرة وعادة ما تضاف المياه الجارية إلى منطقة زراعية مجاورة، حيث يصار إلى تخزينها، إما في منطقة الجذور فيستخدمها النبات بشكل مباشر أو يتم تخزينها في حوض صغير لتستخدم فيما بعد. ويمكن زراعة المنطقة المستهدفة إما

بالأشجار أو بالشجيرات أو بالمحاصيل الحولية، ويتراوح حجم المستجمع من بضعة أمتار مربعة إلى ما يقارب آلاف الأمتار السريعة.

وقد تكون أسطح المستجمع الأرضي أسطحاً طبيعية مع غطائها النباتي أو قد تنظف وتعالج بطريقة ما لتحريض الجريان، لا سيما عندما تكون التربة خفيفة، أما أسطح المستجمعات المائية غير الأرضية فتشمل سطوح الأبنية وفناء الدار.

تعد نظم المستجمعات المائية الصغيرة على مستوى المزرعة نظاماً بسيطة في تصميمها، ويمكن إنشاؤها بتكاليف منخفضة، مما يجعل تكرارها والقدرة على التحكم بها أمراً يسيراً. وتتسم هذه النظم بكفاءة جريان أكبر مقارنة بنظم المستجمعات الكبيرة، ولا تحتاج عادة إلى وسيلة لنقل المياه، كما تسمح بالتحكم بانجراف التربة وتوجيه الرواسب للاستقرار في المنطقة المزروعة. تعتبر تقنيات المستجمعات الصغيرة المعتمدة على الأرض ملائمة مع أي منحدر أو أي محصول غير أن هذه النظم تتطلب صيانة دورية.

وخلافاً لنظم المستجمعات المائية الكبيرة، فإن المزارع يتمتع بالسيطرة ضمن مزرعته على المستجمع والمناطق المستهدفة على حد سواء، حيث يتم إنشاء كافة مكونات النظام ضمن حدود المزرعة. وتعتبر هذه المسألة من النقاط الإيجابية من ناحية الصيانة والإدارة غير أنه ونتيجة لخسارة جزء من الأرض المنتجة فإن هذه النظم تقتصر على البيئات الأكثر جفافاً، حيث تواجه زراعة المحاصيل خطر الإخفاق، الأمر الذي يستدعي من المزارعين تخصيص جزء من المزرعة لعمل المستجمع.

فيما يلي وصف لأهم نظم مستجمعات المياه الصغيرة المعتمدة على الأرض أو نظم حصاد المياه على مستوى الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة:

* نظام الحراثة الكنتورية:

ويتم تطبيق هذا النظام في الأراضي قليلة الانحدار والتي يتراوح انحدارها من ٣-٨% وذات تربة عميقة وغالباً ما تزرع هذه الأراضي بالمحاصيل الحقلية على طول الحراثة والأكتاف التي تساعد في خزن الماء في التربة.

* نظم تنقيير التربة أو الحفر الصغيرة Small pits:

يعود تاريخ عمل الحفر إلى زمن بعيد جداً ويقصد به إقامة مجموعة أو سلسلة من الحفر الصغيرة بغرض تجميع جزء من الجريان والأمطار فيها لزيادة استفادة النباتات منها، وتعتبر هذه التقنية ممتازة من أجل إعادة إحياء الأراضي الزراعية المتدهورة. ويمكن إنشاؤها بالحراثة باتجاهين متعامدين أو بالحفر بواسطة آلة. وتتراوح قطر الحفرة من ٣,٠-٢م وبعمق يتراوح بين

٥-١٥ سم، يمكن معالجة الحفرة بإضافة المغذيات والبذور الحولية أو بذور النباتات الرعوية وأيضاً يمكن زراعة المحاصيل داخل الحفر ويفضل أن تكون الأرض منبسطة أو قليلة الميل. ويمكن تحويل محراث قرصي خاص من أجل عمل حفر صغيرة لإعادة إحياء المراعي الطبيعية.

* نظام الحواجز الكنتورية (Contour ridges):

وهي حواجز ترابية يتم إنشاؤها على طول خطوط الكنتور، تبعد الواحدة عن الأخرى عادة مسافة تتراوح ما بين ٥-٢٠ م. وتتركز الزراعة على مسافة ١-٢ م من الحاجز. أما ما تبقى من المسافة فيشكل المستجمع، ويختلف ارتفاع كل حاجز تبعاً لدرجة ميل الأرض. وتحتجز مياه الجريان المتوقعة مقدم هذا الحاجز وقد تدعم بالحجارة إذا لزم الأمر. وتعتبر عملية إنشاء الحواجز تقنية بسيطة يمكن تنفيذها إما يدوياً بواسطة آلة يجرها حيوان، أو بواسطة جرار مزود بالتجهيزات المناسبة. ويمكن إنشاؤها على نطاق واسع على المنحدرات من ١% حتى ٥٠%.

ويكمن مفتاح نجاح هذه النظم بوضع الحاجز بأكثر دقة ممكنة على طول خط الكنتور وإلا انسابت المياه على امتداد الحاجز وتجمعت عند أدنى نقطة، ثم اخترقته ودمرت كامل النظام الموجود في أسفل المنحدر. ويمكن استخدام أدوات المسح، أو معدات يدوية لتحديد الحواجز. غير أن هذه الأساليب بالغة التعقيد وتعتبر مضيعة للوقت بالنسبة لمعظم صغار المزارعين. أما أبسط الأساليب فيتمثل في استخدام الخرطوم الشفاف المرن بطول يتراوح ما بين ١٠-٢٠ م مثبتاً على عمودين مدرجين يملأ الخرطوم بالماء حيث يظهر مستوى الماء عند طرفيه بوضوح على المقياس ويمكن لشخصين تتبع خط الكنتور من خلال تعديل موقع أحد العمودين بحيث يصبح مستوى الماء عند الطرفين متساوياً.

إذا لم يكن تحديد خط الكنتور بدقة أمراً مجدياً فإنه يمكن إضافة سدود عرضية صغيرة (وصلات) على مسافات مناسبة على طول الحاجز لوقف تدفق المياه، وتعتبر الحواجز الكنتورية إحدى أكثر التقنيات أهمية في دعم تجدد الأعلاف والمراعي والأشجار المقاومة للجفاف وإيجاد مزارع خاصة بها على المنحدرات البسيطة والشديدة في البادية. كما تستخدم في المناطق المدارية شبه القاحلة.

ويمكن إنشاء شكل خاص من الحواجز الكنتورية لاستخدامها مع سدود (حواجز) حجرية فوق المنحدرات البسيطة. فالحواجز الحجرية تعمل لإبطاء حركة جريان المياه وزيادة عملية التسرب أو الرش فقط. عند تصميم الحواجز الكنتورية. يتوجب حساب النسبة بين مساحة التقاط الماء (C)، والمساحة المخصصة للزراعة (CA)، فإذا كانت النسبة $C/CA=2$ فيجب أن يكون التباعد بين أي حاجزين ٣ م أي تأخذ النسبة ٣:١ لتحقيق نجاح هذه الطريقة.

نظام الحواجز الهلالية وشبه المنحرفة:

(Semi- circular and Trapezoidal Bunds)

هي حواجز ترابية على شكل نصف دائرة، أو هلال أو شبه منحرف تكون مواجهة لأعلى المنحدر بشكل مباشر، ويتم إنشاؤها على مسافات تتيج لمستجمع كافٍ للقيام بتجهيز مياه الجريان المطلوبة فتتجمع أمام الحاجز وهو المكان الذي تزرع فيه النباتات. وعادة ما يتم إنشاء هذه الحواجز على شكل صفوف متفاوتة.

يتراوح قطر الدائرة أو المسافة ما بين نهايتي الحاجز من ١-٨ م، بينما يبلغ ارتفاع الحاجز ما بين ٣٠-٥٠ سم. إن حفر التربة في الجانب العلوي لخط الحاجز عند إنشائه يسبب انخفاضاً ضئيلاً في مستوى التربة، حيث تتوقف المياه عن الجريان وتتجمع عند المنخفض وتخزن في منطقة جذور النبات. كذلك فإن درجة الانحدار ستزداد مما يرفع من معامل الجريان السطحي. وبهذه الحالة يمكن استخدام هذه التقنية فوق الأرض المنبسطة مع إمكانية استخدامها أيضاً فوق المنحدرات التي لا تزيد على ١٥%. وتستخدم هذه الحواجز بشكل رئيسي من أجل إعادة إحياء المراعي الطبيعية أو من أجل إنتاج الأعلاف، إلا أنه يمكن استخدامها أيضاً من أجل زراعة الأشجار، والشجيرات، وأحياناً من أجل زراعة المحاصيل الحقلية والخضروات.

* شرائط الجريان السطحي (Run off strips):

تعد تقنية شرائط الجريان السطحي مناسبة لمناطق قليلة الانحدار، حيث تستخدم الشرائط لدعم محاصيل حقلية وعلفية في البيئات الأشد جفافاً، حيث يكون الإنتاج مجازفة والغلال متدنية. ويتم تقسيم الأرض إلى شرائط على امتداد خطوط الكنتور، يستخدم الجزء العلوي منها كمستجمع للمياه، بينما يزرع الجزء السفلي للشريط بالمحاصيل، ويجب ألا يكون الشريط المزروع بالمحاصيل عريضاً بحيث يتراوح بين (١-٣م) في حين يحدد عرض شريط المستجمع بما يتوافق والكمية المطلوبة من مياه الجريان. يمكن أن تتم زراعة المحاصيل باستخدام خطوط الجريان بشكل آلي تماماً ولا تتطلب سوى اليسير نسبياً من اليد العاملة وتتم حراثة الأشرطة المزروعة ذاتها كل عام. وقد يكون تنظيف أشرطة المستجمع ورصها أمراً مطلوباً لتحسين الجريان السطحي.

تستخدم المدخلات الزراعية كالأسمدة ومبيدات الآفات للمساحة المزروعة إلى جانب استخدام المياه. وإذا ما توافرت الإدارة الجيدة فإنه يمكن للحراثة المتواصلة للشريط المزروع بالمحاصيل أن تزيد من خصوبة التربة وتحسين بنيتها، الأمر الذي يكسب الأرض المزيد من القدرة الإنتاجية. ويوصي بهذه التقنية بشكل كبير لزراعة الشعير والقمح ومحاصيل علفية أخرى على مساحة

واسعة المناطق الجافة وشبه الجافة، فقد تخفف من حدة المجازفة وتحسين الإنتاج بشكل ملموس.

يواجه المزارع مشكلة عدم تساوي في توزيع المياه فوق الشريط المزروع، وذلك عندما يكون الانحدار ضعيفاً والشريط المزروع عريضاً إذا ما تشكلت حافة صغيرة أثناء الحراثة على طول الطرف العلوي للشريط المزروع، وللتغلب على هذه المشكلة يوصي بأن لا يتجاوز عرض الشريط المزروع من مترين إضافة إلى تسهيل توزيع المياه وذلك بتحضير سطح الشريط بشكل جيد.

يمكن زيادة توزيع المياه بشكل متساوي فوق الشريط المزروع بالحراثة العمودية على الانحدار، حيث تشكل أخاديد صغيرة والتي تزيد من تدفق الجريان السطحي داخل المساحة المزروعة بالمحصول، ولزيادة واستقرار الإنتاج بهذه التقنية يجب أن تحدد النسبة بين مساحة الالتقاط والمساحة المزروعة وفق هذه التقنية، فمثلاً إذا كانت النسبة $C/CA=4$ ، فإن عرض الشريط المزروع يساوي مترين وعرض شريط المستجمع ثمانى أمتار.

* نظم ما بين الصفوف (Inter-row system):

قد تكون نظم جمع المياه ما بين الصفوف، التي يطلق عليها أيضاً اسم المستجمعات الطرقية، أفضل تقنية يمكن استخدامها فوق الأراضي المنبسطة. ويتم إنشاء سدات أو حواجز عرضية مثبثة الشكل على طول المنحدر الرئيسي للأرض. وعند زراعة محاصيل مرتفعة القيمة مثل الأشجار المثمرة والخضروات يمكن إحكام عمل السدات وربما تغطيتها بصفائح بلاستيكية أو مواد أخرى لحد الجريان السطحي. ويتم بناء الحواجز أو السدات بارتفاع يتراوح ما بين ٤٠ إلى ١٠٠ سم على مسافات من ٢-١٠ م. عندئذ يتم توجيهها نحو خزان موجود في نهاية القناة أو نحو محصول مزروع ما بين الحواجز. ويجب تعشيب منطقة المستجمع ورصها بصورة منتظمة لضمان الحصول على جريان سطحي مرتفع.

* نظم أحواض الجريان السطحي الصغيرة:

تسمى أحياناً اسم نجاريم (negarim) وهي أحواض جريان صغيرة تتألف من بنى صغيرة تتخذ شكل المعين والمستطيل وتحيط بها أكتاف وحواجز ترابية قليلة الارتفاع. ويتم توجيه الأحواض بحيث يكون انحدار الأرض الأعظم موازياً للقطر الطولي المعين مما يؤدي إلى جريان المياه إلى خفض ركن وهو المكان الذي يزرع فيه النبات. إن استخدام الأحواض الصغيرة ملائم فوق الأرض المنبسطة وتتراوح الأبعاد المعتادة لهذه الأحواض من ٥-١٠ م عرضاً ومن ١٠-

٢٥م طولا، ويمكن إنشاء الأحواض مهما كانت درجة الميل بما في ذلك السهول ذات الانحدار ١-٢%، غير أنه قد يحدث انجراف للتربة فوق المنحدرات والتي تزيد على ٥%، الأمر الذي يتطلب زيادة ارتفاع الكتف أو الحاجز.

كما تعتبر هذه الأحواض الأكثر ملائمة لزراعة الأشجار المثمرة مثل الفستق الحلبي والشمش والزيتون واللوز والرمان والتين ... الخ. ويمكن استخدامها أيضاً للمحاصيل، وعندما يتم استخدامها للأشجار فإنه يتوجب أن يكون عمق التربة كافياً لتحفظ بكمية كافية من المياه على امتداد فترة الجفاف.

وإذا ما أجريت صيانة جيدة للحوض فإنه يمكن حصاد ٣٠-٨٠% من مياه الأمطار واستخدامها من قبل المحصول. ويعتبر حفظ التربة من التأثيرات الجانبية الايجابية للأحواض، وهذا النظام يدوم سنوات ولا يتطلب سوى قدر يسير من الصيانة.

* نظام المسقاة (miskat):

المسقاة نظام محلي لحصاد المياه في تونس. ويقوم هذا النظام بدعم أشجار الزيتون والتين وأشجار مثمرة أخرى بشكل رئيسي بالمياه، ويتألف هذا النظام من مستجمع (miskat) أو كما يعرف بمسقاة. شغل المنحدر الذي يعلو أرض مزرعة مستوية تدعى المنقع (manga). وقد يحيط بمناطق المستجمعات أحياناً حواجز أو أكتاف ترابية صغيرة قد تزود بمفيضات لجعل الجريان يتدفق بين قطع الأراضي المزروعة دون أن يتسبب في حدوث الانجراف ويتلخص دور المساقى في تقديم ري تكميلي فعال للزيتون من الأمطار والحماية من الفيضانات.

يتوجب ان تصمم المسقاة حسب نسبة مساحة المسقاة بالنسبة للمنقع (K) وذلك حسب العلاقة:

$$K = \frac{CWR = P}{Rc \times p}$$

حيث :

CWR : الاحتياج المائي للنبات (mm) السنوي

P : الهطل المتوسط السنوي

Rc : معامل الجريان السطحي

بشكل عام فإن نسبة مساحة المسقاة إلى المنقع (K) تساوي المتوسط (٢). أي أن مساحة المسقاة أكبر بمرتين من المنقع (المساحة المزروعة).

المدرجات أو المصاطب (Terraces):

تسمى أيضاً المصاطب وهي إحدى التقانات المعروفة لحصاد مياه الأمطار في مناطق سفوح الجبال وتعتبر المدرجات من أكفأ التقانات المستخدمة في أعمال صيانة التربة، خاصة في الانحدارات التي تتراوح بين ١٠-٣٥% وهي تشمل أفضل الطرق لتحويل الأراضي الزراعية ضعيفة الإنتاج بالمنحدرات إلى أراضي عالية المردود شريطة توفر الظروف التالية:

١- أن لا يقل عمق التربة بعد إنشاء المدرج عن ٤٠ سم في الطرف العلوي له.

٢- تركيب تربة المنحدرات من النوع المتوسط - رملية لومية.

٣- اهتمام جاد ومستمر لمتابعة صيانتها فور اكتشاف أي خلل فيها وتنفيذ المدرجات بحيث يكون حجم الأتربة المدرجة مساوياً للأتربة المردومة في الطرف الأسفل من المدرج.

ويفضل أن يكون طرفها السفلي عالياً بحوالي ١٠-١٥ سم لمنع حدوث انجراف التربة إذا ما زادت كمية المياه الواردة للمدرج من الأمطار أو المياه من المدرج الذي يعلوه. عادة يكسي الجدار الترابي للمدرجات بالركام أو الأعشاب أو تبنى بالحجارة والتي تسمى المدرجات الحجرية لتقلل من انجراف التربة، وتهيئ تصريفاً هادئاً لمياه الأمطار الجارية من المدرج الأعلى للأسفل الذي يليه. يتم تحديد الأبعاد الهندسية (الارتفاع، العرض المقطع، التباعد بينها، الميل...الخ) اعتماداً على ميل الأرض الطبيعية والهطل المطري ومعامل الجريان السطحي ونوع التربة. وتعتبر المدرجات الجبلية العظيمة في اليمن مثلاً جيداً على هذا النظام، تزرع المدرجات بأشجار الزيتون والتين والكرمة والأشجار الحراجية والمحاصيل الحقلية والخضروات وعادة ما يتم عمل المدرجات المخصصة للزراعة بشكل مستوي، وتزود هذه المدرجات بمياه جارية إضافية تأتي من مناطق أشد انحداراً غير مزروعة تقع ما بين المدرجات وعادة ما تزود المدرجات بمصارف للتخلص من المياه الفائضة بشكل آمن.

تعتبر تقنية المدرجات ذات كفاءة عالية في حفظ التربة والماء. ومن أهم سلبياتها، تكلفتها العالية بسبب حجم الأعمال الترابية الكبيرة، كما أن هذه التقنية بحاجة لمتابعة مستمرة وصيانة دورية. يمكن إنشاء المدرجات إما بالتركتور والمزود بشفرة أو بواسطة القريدر، أو البلدوزر أو بواسطة الأيدي.

* نظم الأسطح (Roof top systems):

تقوم نظم الأسطح بجمع مياه الأمطار وتخزينها من أسطح المنازل أو المباني الكبيرة والبيوت البلاستيكية وما شابه ذلك، مما يمكن من جمع وتخزين معظم مياه الأمطار. وتعتمد كيفية استخدام المياه بعد حصادها على نوع السطح المستخدم في جمعها ودرجة نظافته، إضافة إلى احتياجات

المستخدمين لهذه المياه. فعلى سبيل المثال تسمح المواد الحديثة المستخدمة في صناعة الأسطح من ناحية والأنابيب المثبتة على السقوف التي تنقل الماء من ناحية أخرى بجمع مياه نظيفة صالحة للشرب واستخدامات منزلية أخرى ولا سيما في مناطق ريفية لم تصلها شبكة المياه العامة بعد، إلا أن المزارعين عادة ما يتجنبون تخزين مياه الجريان الناتجة عن أول هطل مطري بسبب احتوائه على شوائب تجعله غير صالح للشرب. وإذا ما تم جمع المياه من أحد السقوف التي قد تحتوي على تربة أو بقايا نباتات، فإن المياه الجارية يجب أن تمر عبر حوض ترسيب قبل تخزينها. إن نظاماً كهذا يزود الإنسان والحيوان بالمياه في المناطق النائية بتكاليف منخفضة، ورغم أن هذه التقنية تستخدم لأغراض منزلية بشكل أساسي إلا أن لها استخدامات زراعية أيضاً إذ يمكن أن تستخدم المياه غير الصالحة للشرب لري حدائق المنزل.

عند تصميم الخزانات على سطح التربة أو داخل سطح التربة والتي ستخزن المياه المحصودة في الأسقف يجب أن يكون حجم الخزان متطابق مع كمية المياه المحصودة. فمثلاً إذا كانت مساحة السقف ٢٠٠م^٢ وكان متوسط الهطل المطري ٥٠٠ ملم/سنوياً فإن حجم الخزان (١٠٠م^٣). ولقد حققت هذه الطريقة فعاليتها في المناطق التي يتراوح الهطل المطري فيها بين ٣٥٠-٥٠٠ ملم/السنة وهي منتشرة في معظم الدول العربية.

طرق نظم المستجمعات المائية الكبيرة ونظم مياه السيول:

توجد المستجمعات التابعة لهذين النظامين خارج حدود المزرعة حيث يكون تحكم المزارعين فيها ضئيلاً أو معدوماً. ويشار إلى نظم المستجمعات الكبيرة أحياناً بعبارة حصاد المياه من المنحدرات الطويلة أو بعبارة الحصاد من مستجمع خارجي. وتختلف سعة الجريان المضطرب والتدفق الجدولي لمياه المستجمع الكبير عن التدفق الصفيحي الذي يميز المستجمعات المائية الصغيرة.

وعموماً تكون المياه التي يتم جمعها من الجريان السطحي أدنى من تلك التي هي جارية في نظم المستجمعات الصغيرة. وتتراوح من نسبة ضئيلة وحتى ٥٠% من الهطل المطري السنوي. وغالباً ما تخزن المياه في خزانات سطحية أو تحت السطح لكن قد تخزن أيضاً في التربة ويتم استخدامها مباشرة من قبل المحاصيل، كما تخزن المياه أحياناً في الطبقات الحاملة للماء كنظام لتغذية المياه الجوفية المرتبطة بهذه النظم.

وتعتبر حقوق المياه التي تؤثر في توزيع المياه ما بين المستجمع والمناطق المزروعة ومختلف المستخدمين في المناطق التي تقع في أعلى وأسفل مجرى المياه من بين أكثر المشكلات في وضع خطط للتدخل باستخدام نهج متكامل لتنمية مساقط المياه يشارك فيه المسؤولون كافة.

وغالباً ما يطلق على نظم المستجمعات المائية الكبيرة في مناطق البوادي أو المناطق الجافة اسم نظم حصاد مياه السيول. وتبعاً لواقع المنطقة المستهدفة ثمة نمطان للمستجمعات الكبيرة ونظم مياه السيول هما نظم بطن الوادي ونظم خارج الوادي.

نظم جمع المياه في بطن الوادي:

يستخدم بطن الوادي في هذا النظام لتخزين المياه إما على السطح وذلك بوقف تدفق المياه، أو في التربة وذلك بإبطاء التدفق لتمكين المياه من الرشح إلى داخل التربة ووجد أن نظم بطن الوادي التالية هي الأكثر مواءمة للمناطق الجافة وشبه الجافة.

* الخزانات الصغيرة:

يمكن للمزارعين الذين يمر وادٍ في أرضهم أن يقيموا سداً صغيراً، إذا ما كان الموقع ملائماً لتخزين بعض أو كل المياه الجارية التي تتدفق إلى أسفل الوادي لتستخدم هذه المياه لري المحاصيل أو استهلاكها من قبل الأسرة أو الحيوانات، وهذه الخزانات هي في العادة صغيرة الحجم، لكن قد يتفاوت حجمها من ١٠٠٠ إلى ٥٠٠,٠٠٠ م^٣ وهي بحاجة لمساعدة المهندسين لتخطيط وتصميم وتنفيذ هذه المنشآت.

وتعتبر الخزانات الصغيرة على قدر كبير من الفاعلية في البيئات الجافة وشبه الجافة وذلك؛ لأنها تزود المحاصيل بالمياه وتزيد من القدرة الإنتاجية واستقرارها. وينصح بفتح المياه التي تم جمعها بأسرع ما يمكن ثم تخزينها في منطقة جذور النبات مع الاحتفاظ ببعض منها للشرب وسقاية الحيوان، وذلك لزيادة كفاءة استخدام المياه المحصودة، والتقليل من التبخر والتسرب إلى الحد الأدنى. ولتحقيق مزيد من الكفاءة، فإن هذه العملية تتطوي على وجوب استخدام المياه لري المحاصيل الشتوية بشكل تكميلي خلال فترة الهطل المطري الشتوي، بدلاً من الاحتفاظ بها لري المحاصيل الصيفية بشكل دائم.

* زراعة بطن الوادي عن طريق الحواجز:

تعتبر هذه التقنية كثيرة الشبوع في بطون الأودية ذات الانحدار القليل، وكنتيجة للسرعة البطيئة للمياه فإن الرواسب المنجرفة غالباً ما تستقر في بطن الوادي وتخلق أرضاً زراعية جيدة النوعية. وقد يحدث ذلك بصورة طبيعية أو يمكن الوصول إليه بإنشاء سد صغير أو حاجز عبر الوادي للتخفيف من سرعة التدفق والسماح للرواسب بالاستقرار. ومن المفضل عادة أن تكون الجدران العرضية في الوادي ولا يزيد ارتفاعها عن المترين إذا كانت من حجارة. ويجب أن يكون أعلى الجدار في مستوى واحد حتى يشكل أرضاً متساقطة أمامه. ويسمح للمياه الزائدة بالتدفق على طولها بشكل كامل وتحدد المسافات ما بين الجدران على طول الوادي تبعاً لانحدار

الوادي وارتفاع الجدار. وتعتبر هذه التقنية شائعة جداً لزراعة الأشجار المثمرة كالتين، والزيتون، والنخيل، ومحاصيل أخرى مرتفعة القيمة على اعتبار أن التربة في الوادي عادة ما تكون خصبة. وتزيد هذه الجدران من مجال اختيار المحاصيل التي يمكن زراعتها في هذه المناطق الهامشية.

أما المشكلات الرئيسية المرتبطة بهذه التقنية فتتمثل في ارتفاع تكاليف صيانة الجدران. وثمة مشكلة أخرى ظهرت مؤخراً في مناطق مختلفة يتم فيها تطوير المستجمعات من أجل المساكن الأمر الذي يؤدي إلى وصول كمية أقل من مياه الجريان إلى بطون الأودية مما يسبب إصابة المحاصيل المزروعة في أسفل المجرى بإجهاد ونقص المياه على نحو متزايد. وفي ظروف كهذه ثمة حاجة إلى نهج متكامل لتطوير مساقط المياه بغية تحقيق العدالة في تزويد المياه.

إن تصميم الحواجز يتطلب تحديد ميل الوادي وعمقه مما يقود إلى تحديد ارتفاع الحاجز والتباعد بين الحواجز.

* النظم التي تقع خارج الوادي:

تستخدم مياه الأمطار التي يتم حصادها في هذه النظم لري مناطق تقع خارج بطن نظم الوادي. وقد تستخدم منشآت لإجبار مياه الوادي على الانحراف عن مجراها الطبيعي والتدفق إلى مناطق قريبة ملائمة للزراعة خارج الوادي. وقد تستخدم منشآت مشابهة لجمع مياه الأمطار من مستجمع يقع خارج بطن الوادي. وفيما يلي أكثر التقنيات المستخدمة خارج الوادي أهمية:

* نظم نشر المياه (Water spreading):

يتم في هذه التقنية التي يطلق عليها أيضاً اسم تحويل مياه السيول، إجبار جزء من مياه الوادي المتدفقة على التحول عن مجراها الطبيعي إلى مناطق قريبة ويتم استخدامها لري المحاصيل المزروعة. تخزن هذه المياه في منطقة جذور المحاصيل أي أنها تكمل الهطل المطري، وعادة ما يتم إنجاز تحويل المياه بواسطة حاجز يرفع من مستوى المياه في بطن الوادي، مما يسمح للجريان بالتوزع بفعل الجاذبية على أحد طرفي الوادي أو كليهما معاً. ويتم توجيه الجريان خارج الوادي بواسطة حواجز منحرفة قليلاً دون خطوط الكنتور ومبتعدة عن خط الوادي.

تتطلب عملية توزيع المياه أرضاً متجانسة نسبياً ذات انحدار قليل. وقد تدرج الأراضي الزراعية وتقسّم إلى أحواض بإنشاء سدود للسماح بتخزين كمية كافية من المياه من أجل الموسم، كما يجب أن تكون التربة عميقة تتسم بمقدرة كافية على الاحتفاظ بالمياه.

وبما أن نظاماً كهذا يتطلب اختيار الموقع المناسب وجودة في تصميم المنشآت والقناة الناقلة وتنفيذها فقد يستعان بخبرة المهندسين، ويجب أن تكون المنشآت متينة بالشكل الكافي لمقاومة قوى

الجريان وتكون على ارتفاع كاف لتحويل القدر المطلوب من مياه السيول المتدفقة في الوادي. وقد استخدمت مواد مختلفة لبناء منشآت تحويل بما في ذلك الحجارة والأسمنت، وتعتبر أكثر المنشآت صموداً تلك المصنوعة من الكبيونات (gabion) (حجارة موضوعة بشبك).

ومن بين النقاط المهمة التي يجب أخذها بعين الاعتبار هي بأن تسمح درجة انحدار قناة النقل بسرعة جريان كافية لمنع تراكم الرسوبيات بالقرب من المنشآت والا ستعمل هذه الرسوبيات على إغلاق التدفق، الأمر الذي يستلزم تكبد نفقات مرتفعة من أجل الصيانة.

عند تصميم حواجز ترابية لنشر المياه في الوادي ، فإنه بالإمكان استخدام نوعين من الحواجز، أفقية ومائلة، على أن لا يزيد ميل الأرض الطبيعية عن ١%، والجدول رقم (٣-٤) يساعد على معرفة حجم الأعمال الترابية وعدد الحواجز في الهكتار.

* تقنية السدود الصغيرة لتحويل مياه الفيضانات:

ينتشر تطبيق هذه التقانات في السهول الفيضية للأودية الداخلية وقرب مصبات الأودية في مناطق مختلفة وخصوصاً اليمن وتونس والمغرب. وتشكل سدود تحويل ونشر المياه إحدى المنشآت الهامة لاستغلال الموارد المائية بالأودية الموسمية في المناطق الجافة وشبه الجافة لأغراض التنمية الزراعية وتحسين المراعي الطبيعية بشكل خاص. تهدف هذه المنشأة إلى تنظيم استثمار مياه الأنهار والأودية الموسمية ذات الإيرادات العالية في المشروعات الزراعية وذلك بتحويل مياه الفيضانات ونشرها لري المزارع المجاورة. كما أنها تهدف أيضاً للحد من الخسارة والكوارث والحد من كميات المياه الجارية في الوديان بإنجاز العديد من السدود على مجاري الأنهار. وقد ساعد في ازدهارها الضرورة الملحة لزيادة الإنتاج الزراعي لمواجهة الاحتياجات المتزايدة للموارد الغذائية، وتشكل السدود التحويلية إحدى القواعد الأساسية لتحقيق هذا الهدف.

إن تقنية الري عن طريق تحويل الفيض تتطلب من السكان مجهودات كثيرة ومتكررة ودائمة إذ أنه كل مرة وبعد مرور مياه الفيض بالقنوات يجب على المزارعين القيام بتنفيذ القنوات واستصلاح الأراضي الزراعية من جديد من أجل الاستعداد لاستقبال كمية كبيرة من المياه في وقت وجيز.

يتكون السد التحويلي عادة من المكونات التالية:

- جسم السد: ويكون ترابياً أو ركامياً أو خرسانياً وهو يعترض مجرى النهر أو الوادي لرفع مستوى مياهه إلى منسوب معين.
- بحيرة التخزين.
- المفيض: وهو منشأ رئيسية في السد لتأمين تصريف فائض المياه.

- قناة التحويل: وهي قناة محفورة وقد تكون مبنية، وهي تأخذ المياه من السد وتنقلها إلى شبكة من قنوات الري بالمنطقة المراد زراعتها المجاورة للسد التحويلي.

أما أنواع السدود التحويلية للري فهي نوعان حسب توافر الموارد المائية وهي كالتالي:

- السدود التحويلية الدائمة: تشيّد غالباً لخدمة المشاريع الزراعية الكبرى وتوفر لها مياه الري والشرب طوال العام.

- السدود التحويلية الموسمية: تشيّد على الأنهار الصغيرة والأودية الموسمية التي تفيض بضعة أشهر في العام حيث تخزن مياهها ومن ثم تؤمن المياه لمشاريع الري لفترة محدودة خلال العام.

ولإيجاز هذه السدود التحويلية تستلزم المسوحات التالية:

- توفير المعلومات المناخية ومسوحات هيدرولوجية.

- مسوحات جيولوجية لموقع السد والبحيرة.

- مسوحات التربة.

- مسوحات طبوغرافية لموقع السد والبحيرة.

تختلف أساليب التنفيذ للسدود التحويلية حسب ظروف كل موقع فهي قد تكون مبسطة للغاية في بعض الحالات أو معقدة في حالات أخرى وتحتاج لأعمال الصيانة من وقت لآخر لضمان بقائها.

ومزايا السدود التحويلية هي:

- الاستفادة من الموارد المائية للأودية الموسمية لتحسين رطوبة التربة لرفع إنتاجية الزراعات البعلية وزراعة الخضروات المحدودة في بعض الحالات.

- المساعدة في تقليص آثار مشاكل الترسيب والانجراف وعلى توزيع المواد المترسبة على مساحات واسعة.

- المساعدة في بعض الحالات على تحسين التغذية الطبيعية للطبقات المائية الجوفية، وبالتالي تعتبر كوسيلة ترشيد لاستخدامات الموارد المائية السطحية بتخزينها في باطن الأرض.

- المساعدة على الاستقرار الاجتماعي في الأرياف.

- عائدها الاقتصادي كبير على المدى البعيد بالمقارنة بتكلفتها الإنشائية.

أما العيوب فهي كالتالي:

- تتعرض السدود للانزهار في بعض الحالات.
 - تحتاج لمعرفة كاملة بالخصوصيات الهيدرولوجية للأحواض المائية.
- * نظم الحواجز الكبيرة والطايبات والجسور:**

يطلق على هذه الحواجز في تونس والمغرب ما يعرف باسم طابية ويتألف هذا النظام من سدود ترابية أو حواجز ترابية تأخذ شكلاً نصف دائري أو شبه منحرف أو شكل الحرف V ويصل طولها (المسافة ما بين نهايتي كل حاجز أو سد) حوالي ١٠-١٠٠م بارتفاع يتراوح ما بين ١-٢م. وغالباً ما يتم عملها بشكل خطوط طويلة ومتعرجة ومواجهة للجهة العلوية للمنحدر. ويجب حماية نهايتي الحاجز من الانجراف فغالباً ما تكون سرعة جريان المياه كبيرة حولها. ويتم إنشاء الحواجز الكبيرة عادة بواسطة الآليات، ونادراً ما يتم عملها يدوياً. وتستخدم هذه الحواجز لدعم الأشجار والشجيرات والمحاصيل الحولية. كما تستخدم لدعم الذرة الرفيعة والدخن في منطقة جنوب الصحراء الأفريقية.

وتستطيع الحواجز الكبيرة ذات الشكل نصف الدائري تخزين كميات كبيرة من المياه غير أنها قد تتعرض للتهدم إذا ما تعرضت إلى عواصف مطرية شديدة. الأمر الذي يتطلب التخطيط الجيد للسيطرة على المياه الفائضة.

تمثل الطايبات أو الجسور إحدى التقانات الملائمة التي تهدف إلى المحافظة على مياه الأمطار في التربة وحمايتها من الانجراف وتغذية الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وينتشر تطبيقها في المنحدرات والمرتفعات الجبلية. تسمح هذه التقنية بزراعة الزيتون والأشجار المثمرة وتنتشر في تونس والمغرب.

تتمثل الجسور في إقامة سدود صغيرة من التراب أو الأحجار في مجاري الأودية الموسمية في المرتفعات بهدف حجز الطمي والرسوبيات المنقولة بالمياه. بالإضافة إلى تهدئة الجريان السطحي الناشئ عن هطل الأمطار على المنحدرات وسفوح الجبال وإتاحة وقت أطول للمياه المتجمعة في الجسر للتسرب داخل التربة المحجوزة التي يسمح بزراعتها.

وصف الطابية ومكوناتها:

- تتكون الطابية من الوحدات الرئيسية التالية:

*** السد:** ويسمى أيضاً بالطابية، وهو الحاجز الرئيسي المشيد على الوادي ولا يتجاوز ارتفاعه ٣ أمتار.

* **الجسر:** وهو السطح المراد تكوينه أمام الطابية.

* **الشعبة:** وهي مساحة الأراضي المنحدرة التي تغذي الجسر بالمياه والتربة.

* **تقانات حصاد المياه بواسطة التغذية الصناعية للمياه الجوفية:**

تتم عملية التغذية الاصطناعية لطبقات المياه الجوفية بإحدى الطرق التالية:

- شحن المياه السطحية في باطن الأرض بواسطة آبار.
 - إقامة سدود وحواجز في مجاري الأودية ثم تحول المياه المخزونة عبر قناة إلى مناطق منخفضة مجاورة ومعروف مسبقاً خصائصها الجيولوجية المناسبة التي تسمح بتغذية الطبقات المائية فيها.
 - إقامة سدود لنشر المياه في المناطق الرسوبية الفيضية بهدف تحسين نسبة الرطوبة وتغذية طبقات المياه الجوفية.
 - تحويل جزء من مياه السيول إلى برك صناعية موزعة في مناطق بها طبقة مائية وذلك بهدف تخزين مياه السيول مؤقتاً.
 - تحويل جزء من مياه السيول إلى الطبقة المائية الجوفية مباشرة مثل الكثبان الشاطئية.
- يتوقف اختيار أي من طرق التغذية المشار إليها أعلاه المعرفة المسبقة للمعلومات التالية:

- توفر المياه السطحية المستخدمة في عملية التغذية.
- نوع التربة وتركيبها وحالة تماسكها في الطبقات العليا ونفاذيتها.
- معرفة جيدة بخصوصيات الطبقة الحاملة للمياه الجوفية من الناحية الجيولوجية والهيدروجيولوجية.
- معرفة جيدة بالخصائص الهيدرولوجية وخصائص الرسوبيات.
- معرفة جيدة لنوعية مياه التغذية.

* **تقنية الخطارات (الأفلاج):**

ترتكز التقنية على حفر نفق صغير تحت سطح الأرض من أجل صرف واستخراج المياه الجوفية المتواجدة تحت السهول والهضاب وعلى طول الأودية ويتم توجيهها نحو المناطق الزراعية والواحات لريها.

إن إنجاز النفق يتطلب حفر عدد كبير من الآبار حيث تتراوح المسافة بينها ما بين ١٥ إلى ٣٠ متراً حسب نوعية التربة. ويبلغ طول هذه الخطارات في بعض الأحيان أكثر من ٢٠ كم وعمقها إلى ٣٠ متراً في البداية. هذه المنشآت التي ما تزال تحتاج في بعض الحالات إلى التغليف والبناء وتتطلب أشغالا كبيرة للإصلاح والصيانة مع الزيادة في حجمها سنة بعد سنة حتى تلبي طلب المستفيدين مما يجعل تدخل الدولة أمراً ضرورياً.

إن نقل الماء عبر هذه الأنفاق الباطنية له مزايا كبيرة من حيث تقليل تبخر الماء وأيضاً الوقاية من تجمع الطمي والمواد الصلبة الأخرى والتي يمكن أن تسببها الزوابع الرملية.

تتكون الخطارة من ثلاثة أجزاء رئيسية:

الجزء الأول ويتواجد بالعالية وهو عبارة عن الطرف الذي يقوم بعملية صرف المياه من الطبقة الحاملة للماء ويطلق عليه اسم الذراع المطعم للخطارة أو المغذي للخطارة.

والجزء الثاني الذي يقوم بعملية نقل ماء الصرف إلى الدائرة المروية.

أما الجزء الثالث فهي قنوات التوزيع، تكون على وجه الأرض والتي تزود القرى الفلاحية بماء الري وكذا لأغراض أخرى مختلفة كالتزويد بالماء الصالح للشرب. يكون الجزء الأول والثاني باطنين ويتراوح طول الخطارة من حوالي مئات الأمتار وحتى الكيلومترات.

إن تقسيم المياه المحملة عبر الخطارة يخضع لقوانين عرفية تسمى بحق الماء وهو ما يعادل حجم الأشغال التي ساهم بها مالك الحق أثناء بناء الخطارة وهذا هو أساس الملكية لهذا المورد. فحجم المساهمة في الأشغال يحول إلى حق وحدة قياسية تسمى بالفردية والتي تعني الاستفادة من صبيب الخطارة كاملاً لمدة ١٢ ساعة، وهذه القوانين التي تدار بها خدمات الإصلاح والصيانة. ويدير شؤون الخطارة شخص يسمى بشيخ الخطارة يختار من طرف ذوي الحقوق.

إن إصلاح وإعداد الخطارة يركز على عدة عمليات أهمها:

- التنقية أو التنظيف.
- تصحيح الانحدار.
- تغليف أو تبطين الأجزاء التي تتسبب في تسرب الماء أو تكون معرضة للانهييار.
- بناء الآبار للوقاية من الانهييار وكذا من تسرب الرمال داخل الخطارة.
- صيانة المنشآت التي تمكن من تزويد الخطارة وانتعاشها (سدود تحويلية).

وأخيراً يمكن القول بأن الخطارة مورد مائي معروف منذ مئات السنين، لكن اليوم يحرق به خطر استغلال المياه الجوفية عبر المضخات بشكل جائر.

* تقنية المصارف:

إن المصارف تشبه إلى حد كبير الخطارات إلا أنها تصمم وتبنى بالطريقة العصرية وتتجزأ على الخصوص في مضيق الأودية لجلب الجريان الجوفي للأودية وتوجيه المياه إلى المزارع. ويكون صبيب هذه المصارف عادة كبيراً ومهماً جداً نظراً لمواقعها الملائمة.

وفي بعض الأحيان تطعم هذه المنشآت من طرف سدود التحويل لمياه الفيض مما يمكن الفلاحين من الحصول على موارد مائية تتمثل في:

- المياه الدائمة التي تمكن من ري الأشجار والخضروات.

- مياه الفيض الفصلية التي تمكن من ري الحبوب.

* السدود التلية:

لوحظ أن هذه الطريقة من جمع المياه قد مكنت المزارعين من تكثيف إنتاجهم الزراعي مما يؤدي إلى رفع إنتاجهم وبالتالي مستوى معيشتهم.

ومن النتائج المستخلصة من هذه التجربة هو أنه:

أ- في المناطق الجبلية:

- كمية الموارد المائية أكبر من سعة السدود التلية بشكل عام.

- كثرة انجراف التربة وخطر الإطماء في بحيرات السدود.

- قلة مساحة الأراضي الزراعية المروية.

- قلة المتطلبات المائية للنباتات الزراعية.

ب- في المناطق السفلى:

- مساحات الأراضي الزراعية كبيرة بالنسبة لحجم السد.

- ارتفاع الاحتياجات المائية للنبات.

- بعد المسافة التي تفصل بين السد والأراضي الزراعية.

مما سبق يمكن استنتاج أنه من الأفضل إنجاز السدود من الحجم الكبير رغم أن تكلفة إنجازها مرتفعة وتكون هذه السدود ذات مردودية اجتماعية واقتصادية على المدى المتوسط والبعيد.

* الخزانات الأرضية Cisterns أو الصهاريج والمطفيات:

هذا النوع من الخزانات هو أحواض محلية يتم إنشاؤها تحت الأرض، وهي ذات طاقة استيعابية تتراوح من ١٠-٥٠٠ متر مكعب. ويتم فيها تخزين المياه ليتم استهلاكها من قبل الإنسان والحيوان وفي كثير من المناطق كما هو الحال في الأردن وسوريا وتونس والمغرب واليمن، حيث يتم حفر هذه الخزانات في الصخور. وفي هذه الحالة تكون طاقتها الاستيعابية صغيرة في العادة. يقوم المزارع بحفر خزانات كبيرة (٢٠٠-٣٠٠ م^٣) في رسوبيات التراب تحت طبقة من الصخر القاسي، إذ تشكل الطبقة الصخرية سقف الخزان. بينما تغطي الجدران بطبقة جبسية كثيفة. أما الخزانات الأسمنتية الحديثة فيتم إنشاؤها في مناطق لا توجد فيها طبقة صخرية.

تجمع مياه الجريان من مستجمع مجاور أو تأتي عبر قناة من مستجمع بعيد. وعادة ما يحول أول جريان لمياه الهطل المطري في الموسم بعيداً عن الخزان للتقليل من احتمال حدوث التلوث، وفي بعض الأحيان، يتم إنشاء أحواض للترسيب بهدف التقليل من كمية الرواسب، غير أن المزارعين ينظفونه عادة مرة في السنة أو مرة كل سنتين وأما الطريقة النموذجية لرفع المياه فتعتمد على استخدام الدلو والحبل.

ولا تزال الخزانات تمثل المصدر الوحيد لمياه الشرب بالنسبة للإنسان والحيوان في كثير من المناطق الجافة في معظم الدول العربية. كما أن لها دوراً حيوياً في الحفاظ على وجود السكان الريفيين في هذه المناطق، واليوم غالباً ما تستخدم هذه الخزانات لدعم حدائق البيوت، إضافة إلى تلبية المتطلبات المنزلية. أما المشكلات المرتبطة بهذا النوع من الخزانات فتشمل تكلفة إنشائها وطاقاتها المحدودة والرواسب والمواد الملوثة التي تأتي من المستجمع.

* الخزانات والحفائر:

تتألف الخزانات عادة من أحواض ترابية يتم حفرها في الأراضي في مناطق قليلة الانحدار تستقبل مياه الجريان القادمة إما من الوادي أو من منطقة مستجمع مائي كبير، وتعرف هذه الخزانات في بعض الدول بالبرك الرومانية، ويتم بناؤها عادة بعمل جدران حجرية، وتتراوح الطاقة التخزينية لهذه البرك من بضع مئات من الأمتار المكعبة.

تسمى هذه الحفائر بالخزانات أيضاً وهي ذات انتشار واسع في معظم الدول العربية، لكن التسمية تختلف من بلد إلى آخر، فهي تنتشر في حوض البادية السورية، ولكن انتشارها الواسع في السودان وخبرة السودان كبيرة في هذا المجال، وقد عرفت الحفائر منذ زمن بعيد وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئات الجافة وشبه الجافة.

تعتبر الحفائر خزانات أرضية اصطناعية، ودائماً ما يتم حفرها تحت سطح الأرض في تربة تكون في معظم الحالات كثيمة أو يتم معالجتها لتصبح كثيمة (Impervious). في الماضي، كان يتم حفر الحفائر باليد، بينما الآن يتم حفرها بالآليات الثقيلة.

أ- أنواع الحفائر:

- حفير التجميع الذاتي
- حفير التجميع الجبلي.
- حفير مغذى من خور.
- حفير مغذى من النهر (النيل في السودان).
- حفير مبطن.
- حفير تخزين فوق الأرض.

* السدود الصغيرة والمتوسطة:

تشكل السدود إحدى التقانات القديمة نسبياً التي تستخدم أيضاً في حصاد مياه الأمطار الناتجة عن مياه السيول التي تجري في الأودية خلال فصل الأمطار، حيث يمكن حجز كل أو جزء من هذه المياه في المواقع المناسبة ضمن مسار هذه الأودية وتكوين بحيرات صناعية صغيرة أو متوسطة. تبني من مواد ترابية أو ركامية (مع نواة غضارية كثيمة) أو بيتونية على المجاري المائية (أنهار، وديان، مجاري سيول) لحجز المياه أمامها، ويتم تصريف المياه الزائد عن حجم التخزين عن طريق مفيض يبني عادة على جانب السد. يجهز السد بمأخذ مائي يمر من تحت جسم السد مزود بباب تحكم. ويتم تحديد موقع السد وأبعاده اعتماداً على دراسات هيدرولوجية وطبوغرافية وجيولوجية وجيومورفولوجية وجيوتكنيكية. إن هذه الطريقة لحصاد مياه الأمطار هي الأكثر انتشاراً في العالم العربي. وتستخدم مياهها لأغراض الشرب وسقاية المواشي وري المحاصيل الزراعية.

* السدود الترشيحية:

وهي سدود تبني في مناطق معينة، بحيث يرشح الماء من بحيرة السد خلال التربة لتغذية المياه الجوفية، ومما يميز هذه السدود قدرتها الكبيرة على رفع منسوب المياه بشكل ملحوظ في الآبار والمجاري لمنطقة السد. أما طريقة التصميم والتنفيذ فتتوافق مع السدود السطحية.

* نظام جريان المياه على طرف المنحدر Hillside-run off Systems:

يتم توجيه مياه الجريان بهذا النظام من خلال أقنية صغيرة إلى حقول منبسطة تقع عند سفح المنحدر. وتتم تسوية الحقول وإحاطتها بسدود صغيرة مع مفيض لتصريف فائض المياه إلى حقل آخر أسفل المجرى، وعندما تملأ الحقول التي تقع على سلسلة واحدة بالمياه يسمح للمياه الزائدة بالتدفق إلى الوادي. وعندما يتم التخطيط لعمل أقنية عديدة رافدة فإن أحواض التوزيع تكون على قدر من الفائدة، ويعتبر هذا النظام مثالياً لاستخدام مياه الجريان القادمة من المناطق الهضبية أو الجبلية الجرداء أو ذات النباتات المتناثرة.

ويتطلب عمل نظم أقنية جانب الهضبة تصميماً ملائماً من ذوي خبرة. وربما قد يتطلب ذلك المساعدة من أحد المهندسين ويجب أن يكون انحدار القنوات كافياً لمنع حدوث الترسيب وإلا فإن تنظيفها عقب كل عاصفة مطرية شديدة يعد أمراً واجباً. كما يجب تسوية الحقول وإنشاء المفيضات عند ارتفاع ملائم لضمان توزيع متجانس للمياه، ويمكن استخدام هذه التقنية لري أي محصول تقريباً.

أهمية حصاد المياه في تنمية الموارد المائية:

بصورة عامة يعتبر الحصاد المائي هو من الوسائل المثلى للحصول على المياه عندما لا تكون مصادر المياه الأخرى متوفرة وبخاصة في المناطق الجافة التي لا تتوفر بها مصادر المياه الدائمة الجريان، وحتى لو توفرت هذه المياه تكون على شكل مياه جوفية غير متجددة ويكون من الأفضل عدم استخدامها بدون دراسات وأسس علمية.

أما فيما يتعلق بغرض الحصاد المائي كعملية تجميع للجريان السطحي وإيجاد نظم ري تكميلي داعمة للإنتاج الزراعي، فإن أهميته وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة تعتمد على الأسس التالية:

١- ضرورة أن يكون الحصاد المائي مصدراً مكماً (ري تكميلي) للنقص في الموارد المائية وليس المصدر الوحيد للمحاصيل ذات الاحتياجات المائية العالية.

٢- تحقيق فرص إضافية لتوفير المياه بغرض زيادة الإنتاج والإنتاجية لمحاصيل الزراعة المطرية (البعلية).

٣- تحقيق زيادة كفاءة استخدام الموارد الأرضية غير المستغلة.

ومن الحقائق التي يجب أخذها بعين الاعتبار في مجال الحصاد المائي أنه وفي المناطق الهامشية التي تقل فيها معدلات الأمطار عن ٢٥٠ ملم في العام لا يمكن الاستمرار في الإنتاج وضمان قدر مقبول من الإنتاجية إلا في ظل نظام ري مكمل للاحتياجات المائية بحيث يتم توفير

هذه الكمية من المياه من خلال الحصاد المائي.

وقد اعتمد معدل هطول ١٠٠ ملم في الشتاء، أو ١٥٠ ملم في الصيف كحد أدنى لإقامة مشاريع الحصاد المائي والري التكميلي وفقاً للاعتبارات التالية:

- ١- الاختيار للمواقع الصحيحة لتطبيق الحصاد المائي.
- ٢- الاختيار السليم لتقانة الحصاد المائي التي يمكن الاعتماد عليها بحيث تكون سهلة التطبيق وقليلة التكاليف مع إمكانية صيانتها بشكل دوري.
- ٣- التطبيق السليم لتقنية الإنتاج الزراعي الملائمة لزراعة المحصول المناسب في حالة الاستخدام الزراعي.
- ٤- ضرورة وجود وعي وسط المنتفعين يشير إلى تقديرهم لأهمية المشاركة في كل مراحل الإنشاء والتشغيل والصيانة.
- ٥- أهمية توفير المعلومات حول الهيدرولوجيا وخواص الأراضي وإمكانية الاستثمار حتى تتاح فرص التطبيق السليم لتقانات حصاد المياه.
- ٦- التأكيد على النواحي الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي يركز عليها اختيار التقانة الملائمة.

وبالتالي فإن أهمية الحصاد المائي تكمن في محاسنه الاقتصادية والبيئية في التأثير على زيادة وتحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية بتوفير مياه إضافية بكلفة قليلة تستخدم كري تكميلي. كما أن هذه المياه قد تكون المصدر الأساسي أو الوحيد لكثير من التجمعات السكانية في بعض المناطق التي تتميز بالجفاف لفترات طويلة من السنة لسد حاجة الإنسان والحيوان من المياه.

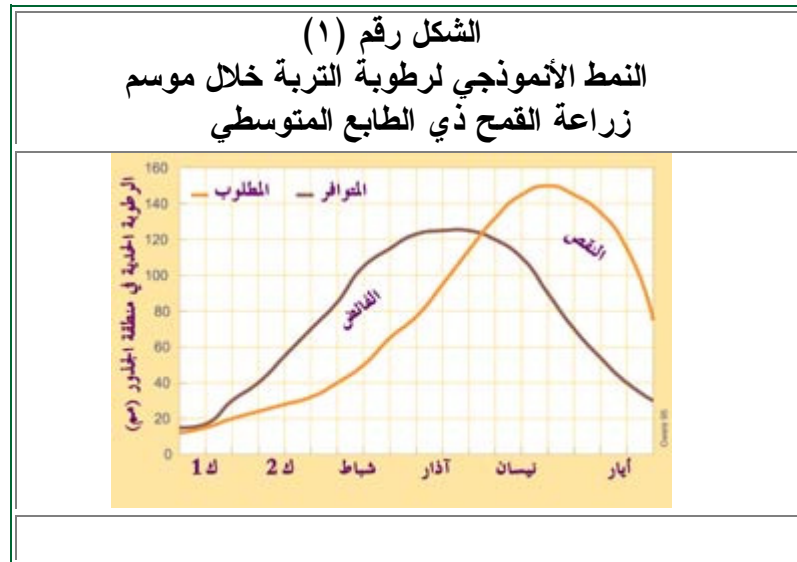
الجزء الثاني: الري التكميلي وتطبيقاته:

تجربة المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)-سوريا والمركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا-الأردن.

مقدمة:

تتميز الأمطار في المناطق البعلية الجافة، بتدني كميتها على مدار العام، وسوء توزيعها خلال موسم النمو، وتباينها الكبير ما بين عام وآخر. نجد أن كمية الهطل المطري في المناطق الجافة تقل بشكل كبير عما تحتاجه المحاصيل من المياه من أجل الإنتاج الاقتصادي. وهذا التباين الكبير في توزيع الهطل المطري ضمن الموسم الواحد إلى جانب التباين من عام إلى آخر يضع نسبة من المخاطرة في نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية.

و غالباً ما تخفق رطوبة التربة في تلبية احتياجات المحاصيل خلال الموسم نتيجة لنمط الهطل المطري غير المناسب. ففي الأشهر الرطبة (من كانون الأول/ديسمبر وحتى شباط/فبراير) تكون كمية الأمطار المخزنة في التربة وفيرة، وتكون نباتات المحاصيل المزروعة مع مطلع الموسم في مراحل النمو المبكرة، ومعدل استخلاص المياه من منطقة الجذور منخفض، وغالباً ما يكون الإجهاد الرطوبي خلال هذه الفترة متدنياً أو معدوماً (الشكل ١). ومع مطلع الربيع، تزداد سرعة نمو النباتات مع معدلات مرتفعة من التبخر-النتح واستنفاد سريع لرطوبة التربة. وفي هذه الفترة، تقل فرص هطل الأمطار، وتنخفض رطوبة التربة أدنى من المستويات الحدية لها، وهكذا تبدأ مرحلة من الإجهاد الرطوبي المتفاقم وتستمر حتى نهاية الموسم. ويعتبر الإجهاد الرطوبي هذا شائعاً في كافة المناطق البعلية ذات نمط المناخ المتوسطي دون استثناء، إلا أنه يختلف في موعد بدئه وشدته.



الري التكميلي في الزراعة المطرية:

تغطي الزراعة المطرية حوالي ٦٢ في المائة من المساحة المزروعة في المنطقة العربية. وتزرع بعض محاصيل الحبوب التي تمثل الغذاء الرئيسي لسكان المنطقة في مناطق الزراعة المطرية. وأوضحت الأبحاث مؤخراً بشأن الري التكميلي في مناطق تجريبية في بعض بلدان المنطقة مثل السودان، بأنه يمكن زيادة الغلة من الصمغ في مساحات تتراوح أمطارها بين ٢٥٠ و ٤٠٠ ملم/السنة عن معدلها الذي يبلغ في الوقت الحاضر حوالي ٠,٤ طن/هكتار إلى ٤ أطنان/هكتار باستخدام الري التكميلي. ويعني ذلك أن إنتاجية الوحدة المائية المضافة نتيجة لاستخدام الري التكميلي تبلغ حوالي ١٠ أمثال من إنتاجية مياه الأمطار. وجمع المياه هو إحدى التقنيات التي يمكن استخدامها في الري التكميلي. ويمكن إيجاز العوامل التي تحدد استخدام الري

التكميلي فيما يلي:

- نوع التربة وقدرتها على تخزين المياه.

- تضاريس الأرض، ولا سيما انحدارها واتجاهها.

- الرياح ودرجات الحرارة.

- أعلى معدل لسقوط الأمطار وغازاتها.

- الغطاء النباتي وكثافته.

وعادة ما يكون من الصعب، في المناطق الهامشية التي يقل معدل سقوط الأمطار فيها عن ٢٥٠ ملم/السنة الحصول، إنتاج على نحو مستدام إلا باستخدام الري التكميلي. وإذا كان معدل هطول المطر في الشتاء يزيد على ١٠٠ ملم/السنة ويقارب ٥٠ ملم/السنة في الصيف، فإنه يمكن استخدام الري التكميلي.

ويلاحظ حدوث تدني في رطوبة تربة المناطق البعلية في العادة خلال أكثر مراحل نمو المحصول حساسية. ففي المناخ المتوسطي، يحدث هذا التدني عادة خلال فصل الربيع، وقد يحدث أحياناً في مراحل أخرى. ونتيجة للإجهاد، يكون نمو المحاصيل البعلية رديئاً، الأمر الذي يتسبب في انخفاض الغلال (الشكل ٢). ويبلغ متوسط الإنتاج البعلي للقمح في منطقة WANA حوالي ١ طن في الهكتار، لكنه يتراوح من ٠،٥ إلى أكثر من ٢،٠ طن/هـ اعتماداً على كمية الهطل المطري وتوزيعه، وكذلك على العوامل الزراعية كخصوبة التربة وأصناف المحاصيل. وهذه المستويات هي أدنى بكثير من الكفاءة الإنتاجية للقمح التي تصل إلى مايزيد على ٥ أو ٦ أطنان/هـ. ولا تعتبر الغلال متدنية فحسب، بل تتباين بشكل كبير من عام إلى آخر مع تباين كميات الهطل المطري وتوزعه، الأمر الذي يخلق حالة من عدم الاستقرار في دخل الزراع.

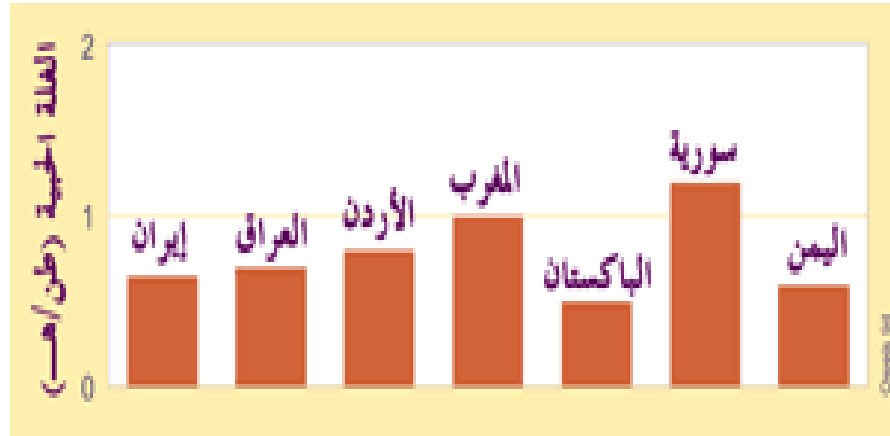
الري التكميلي:

يمكن تعريف الري التكميلي بأنه إضافة كميات قليلة من المياه إلى محاصيل بعلية خلال أوقات لا يوفر فيها الهطل المطري رطوبة كافية من أجل نمو طبيعي للنبات، بهدف تحسين غلة المحصول واستقرارها. وتبعاً لذلك، يستند مفهوم الري التكميلي في مناطق ذات مصادر مائية محدودة على الجوانب التالية:

أولاً- تستخدم المياه لري المحصول البعلي الذي غالباً ما ينتج كمية (محدودة) من الغلة

سنوياً (بدون ري).

الشكل رقم (٢)
متوسط الغلة الحبية للقمح البعلّي في
بعض من بلدان WANA



ثانياً- على اعتبار أن الهطولات تشكل المصدر الرئيس للرطوبة اللازمة لنمو المحاصيل البعلية، فإن الري التكميلي لا يمارس إلا عندما تخفق الهطولات في توفير الرطوبة اللازمة لإنتاج عالٍ ومستقر.

ثالثاً- لا يبرمج الري التكميلي لضمان ظروف خالية من الإجهاد الرطوبي على امتداد موسم النمو، بل يستخدم لضمان توفير حد أدنى من رطوبة التربة خلال المراحل الحرجة لنمو المحصول من أجل إنتاج أمثل من وحدة المساحة وليس إنتاج أقصى. ويُنظر إلى إدارة الري التكميلي على أنها مسألة تختلف عن الري الكامل أو التقليدي. فتبعاً لهذا الأخير، تعد مياه الري التي يتم التحكم بها بصورة كاملة المصدر الرئيس للرطوبة، بينما يعد الهطل (المتباين والمحدود بشكل كبير) ثانوياً (تكميلياً). وخلافاً للري التقليدي، تعتمد إدارة الري التكميلي على الهطل كونه المصدر الأساس للمياه من أجل ري المحاصيل.

إن المصدر الأساس للمياه المستخدمة للري التكميلي سطحية، إلا أن استخدام مكامن المياه الجوفية الضحلة أخذ في التزايد على نحو مطرد. ويشكل حصاد المياه مصدراً مهماً من مصادر المياه غير التقليدية إضافة إلى مياه الصرف المعالجة، التي تتسم بإمكانية كبيرة لتأمين متطلبات

الري التكميلي في المستقبل.

تحسين الإنتاج باستخدام الري التكميلي:

تظهر نتائج بحوث إيكاردا ومؤسسات أخرى في المناطق الجافة، وكذلك بيانات تم الحصول عليها من حقول المزارعين تحقيق زيادات جوهريّة في غلال المحاصيل استجابة لإضافة كميات ضئيلة من مياه الري التكميلي. ويمكن إحراز هذه الزيادة في ظروف الهطل المطري المتدني والمرتفع على حد سواء. وقد بلغ متوسط الزيادات في الغلة الحبيّة للقمح في ظل ظروف هطل مطري سنوي متدنٍ، ومتوسط، ومرتفع في ثل حدياً ٤٠٠% و ١٥٠%، و ٣٠% باستخدام كميات ري تكميلي بلغت حوالي ١٨٠، ١٢٥، و ٧٥ مم على التوالي، الشكل رقم (٣). وبصورة عامة، تتراوح الكمية المثلى للري التكميلي من ٧٥ مم في مناطق ذات هطل مطري سنوي يصل إلى ٥٠٠ مم إلى ٢٥٠ مم في مناطق تحظى بـ ٢٥٠ مم من مياه الأمطار.

عندما يكون الهطل المطري متدنياً تكون الحاجة أكبر إلى المياه، التي يعطي توفيرها استجابة المحصول للري التكميلي بصورة أفضل. في حين تكون الزيادات في الغلة ملحوظة حتى عندما يرتفع الهطل المطري إلى حدود ٥٠٠ مم. كما تكون الاستجابة أعظم عندما يكون توزيع مياه الهطل المطري رديئاً.

لا يقتصر الري التكميلي على زيادة الغلة فحسب، بل يعمل أيضاً على استقرارها. وقد انخفض معامل التباين في الإنتاج بسورية من ١٠٠% في المحاصيل البعلية إلى ١٠% عند تطبيق الري التكميلي. ويُمثل هذا الاستقرار أهمية بالغة على اعتبار أنه مصدر الدخل للمزارعين.

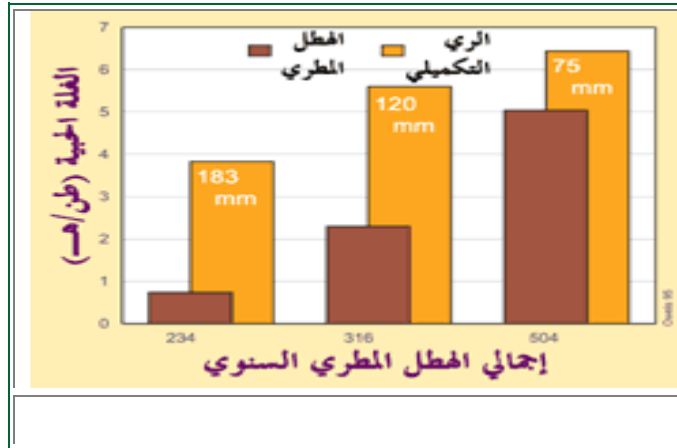
كفاءة عالية لاستخدام المياه:

يقصد بكفاءة استخدام المياه (WUE) قياس إنتاجية المياه التي يستهلكها المحصول. تعد كفاءة استخدام المياه المعيار الرئيس لتقييم إنتاجية نظم الإنتاج الزراعي في المناطق التي تتسم بمحدودية مصادر المياه حيث تشكل المياه العائق الأكبر أمام الإنتاج. ولم يعد الهدف الرئيس في الوقت الراهن تعظيم الإنتاج لوحدة المساحة؛ لأن الأرض ليست محدّدة للإنتاج بالدرجة نفسها التي تسببها المياه.

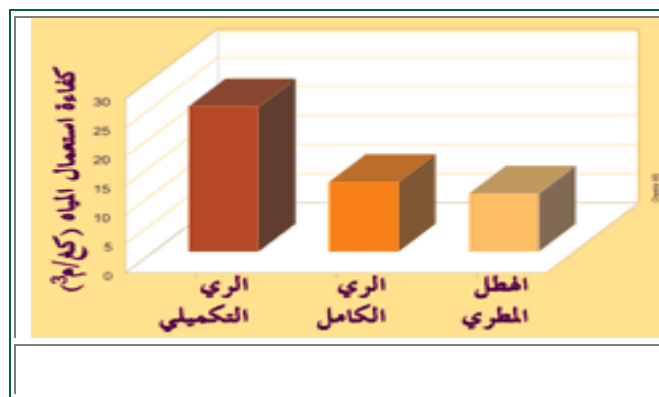
أظهرت البحوث في إيكاردا أن استخدام متر مكعب واحد من المياه في الوقت المناسب (عندما يعاني المحصول من إجهاد رطوبي) إلى جانب الإدارة الجيدة لعناصر الإنتاج الأخرى يمكن أن يعطي ما ينوف على ٢,٥ كغم من الحبوب مقارنة مع الإنتاج البعلّي، الشكل رقم (٤). وتعزى الكفاءة العالية لاستعمال المياه بشكل رئيس إلى فعالية كميات ضئيلة من المياه في التخفيف من الإجهاد الرطوبي الشديد خلال أكثر المراحل حرجاً لنمو المحصول وخاصة أثناء امتلاء

الحبوب. وإذا ما استخدم الري التكميلي قبل حدوث هذا الإجهاد، عندها يمكن للنبات أن يصل إلى أعلى كفاءة إنتاجية له.

الشكل رقم (٣) تأثير الري التكميلي في القمح البعلّي



الشكل رقم (٤) كفاءة استخدام المياه للري التكميلي، والهطل المطري والمياه المستخدمة في المناطق المروية بشكل كامل ضمن سورية



وبالمقارنة مع إنتاجية المياه في الأراضي المروية بشكل كامل (عندما يكون تأثير الهطل المطري قليلاً)، نجد أن كفاءة استخدام الري التكميلي تكون أعلى. ففي الأراضي المروية بشكل كامل وذات الإدارة الجيدة، تصل الغلة الحبية للقمح إلى حوالي ٦ أطنان/هـ باستخدام ٨٠٠ مم من المياه. وهكذا، فإن كفاءة استخدام المياه تبلغ حوالي ٠,٧٥ كغ/م^٣، وهي تمثل ثلث إنتاجية المياه في حالة الري التكميلي مع إدارة مماثلة، الأمر الذي يشير إلى أنه قد يكون من الأفضل تخصيص مصادر المياه للري التكميلي إذا كانت الظروف الطبيعية والاقتصادية الأخرى مواتية.

إدارة الري التكميلي:

إن الاعتبارين الأكثر أهمية في الإدارة الجيدة للري التكميلي يتمثلان في موعد الري وكمية المياه الواجب استخدامها. ومع ذلك، نجد أن الكثير من الزراع وربما السواد الأعظم منهم يلجأ إلى استخدام كميات كبيرة من مياه الري كلما استطاع إلى ذلك سبيلاً. وثمة أدلة واضحة على الاستعمال المفرط لمياه الري في كثير من الأراضي الجافة، ولا يستثنى من ذلك الري التكميلي، حيث يلجأ الزراع إلى الاستخدام المفرط للمياه بسبب التكلفة المتدنية للمياه والري. ويجب أن يهدف أي برنامج لإدارة الري التكميلي إلى توفير مياه كافية للمحاصيل في الوقت الصحيح وعدم تشجيع الزراع على اللجوء إلى الري المفرط.

موعد الري:

خلافًا للري التقليدي، لا يمكن تحديد موعد مسبق للري التكميلي بسبب صعوبة التنبؤ بالهطل المطري الذي يشكل مصدر المياه الرئيس للمحاصيل البعلية، والذي يتباين من حيث الكمية والتوزيع. وعلى اعتبار أن أفضل فترة لتزويد الحقل بمياه الري التكميلي تكون عند انخفاض رطوبة التربة إلى المستوى الحرج، فإنه يمكن تحديد الوقت الأفضل للري من خلال قياس رطوبة التربة على فترات وبشكل منتظم. لكن لا يوجد جهاز بسيط يمكن للمزارع العادي استخدامه لهذا الغرض. أما جهاز المشداد (Tensiometer) المعروف فهو غير مناسب في هذه الحالة، على اعتبار أن الري التكميلي يسمح برطوبة تربة أدنى مما يستطيع جهاز الـ Tensiometer قراءته بشكل صحيح، فضلاً عن أن الطرائق الأخرى الأكثر تعقيداً غير مناسبة أيضاً. وبدل من ذلك، يعتمد المزارعون في المنطقة على الخبرة الشخصية ذات الصلة بكمية الهطل المطري ومظهر المحصول. وبصورة عامة، يقوم هؤلاء الزراع بالري في موعد أبكر مما هو مطلوب مع تكرار الري أكثر من الحاجة عند توفر المياه.

وقد أظهرت البحوث في منطقة شرقي المتوسط أن كمية الأمطار الهاطلة قبل نهاية آذار/مارس تُعد مؤشراً جيداً عما سيحدث فيما بعد في معظم السنوات. وغالباً قد يكفي ري محصول القمح تكملياً من مرة واحدة إلى ثلاث مرات سنوياً اعتماداً على كمية الهطل المطري وتوزيعه. ويكون أفضل أوقات الري ما بين أواخر آذار/مارس ومطلع أيار/مايو.

كمية المياه الواجب استخدامها:

ليس ضرورياً أن يوفر الري التكميلي كامل متطلبات المحاصيل من المياه أو أن يحقق إنتاج غلة عظمى في وحدة المساحة في مناطق تتسم بشح المياه، بل عليها أن تلبي العديد من المعايير التي تشكل كفاءة استخدام المياه المعيار الأكثر أهمية.

١ - كفاءة استخدام المياه:

وجدت إيكاردا أن استخدام الري التكميلي لتزويد ٥٠% فقط من متطلبات المحاصيل البعلية من مياه الري في سوريا يخفض الغلة الحبية من ١٠-٢٠% فقط مقارنة مع إضافة ١٠٠% من احتياجات الري. وعند استخدام الـ ٥٠% التي تم توفيرها لري مساحة مماثلة تعطي عائداً (الإنتاج الكلي) أكبر بكثير من حالة ضمان كامل المتطلبات المائية. وفي بعض المناطق تستغل مصادر المياه الجوفية على نحو جائر في عملية الري الكامل، وقد أخذت نوعيتها في التدهور. ومع تزايد الضغط على مصادر المياه المتوافرة، لا يمكن ضمان استخدامها بصورة مستدامة سوى من خلال إنتاج أكبر من المحاصيل بكمية أقل من المياه، أي من خلال تحسين كفاءة استخدام المياه.

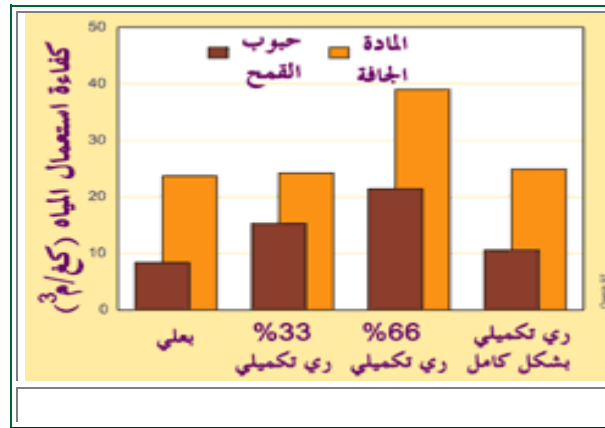
كفاءة استخدام المياه في الري التكميلي دالة تعتمد على كمية مياه الري المضافة. وقد وجد أنه يمكن الوصول إلى أقصى كفاءة لاستخدام المياه عند إضافة من ثلث إلى ثلثي كمية مياه الري الكامل، الشكل رقم (٥). إن كثيراً من المزارعين يعتمدون إلى الري الجائر، وعليه فإنه يمكن توفير ثلث متطلبات الري الكامل كحد أدنى دون انخفاض ملحوظ في الإنتاجية.

٢ - الفوائد التي يجنيها المزارع:

على اعتبار أنه لا يمكن التحكم بمياه الهطل المطري، فإن الفائدة التي يمكن أن يجنيها المزارع هنا تكمن في إيجاد الحد الأمثل لكمية مياه الري التكميلي، حيث يتم ذلك من خلال تحديد كمية المياه المستخدمة لوصول المزارع إلى أقصى فائدة اقتصادية. وبمعرفة تكلفة وحدة مياه الري والسعر المتوقع لوحدة الإنتاج، يتم الحصول على الربح الأعظم عندما يساوي الإنتاج الهامشي للمياه نسبة سعر المياه إلى سعر المنتج. واعتماداً على ذلك، يمكن وضع أشكال تبين

كيفية الحصول على الربح الأعظم بهدف مساعدة المزارع على تحديد كمية المياه التي سيستخدمها.

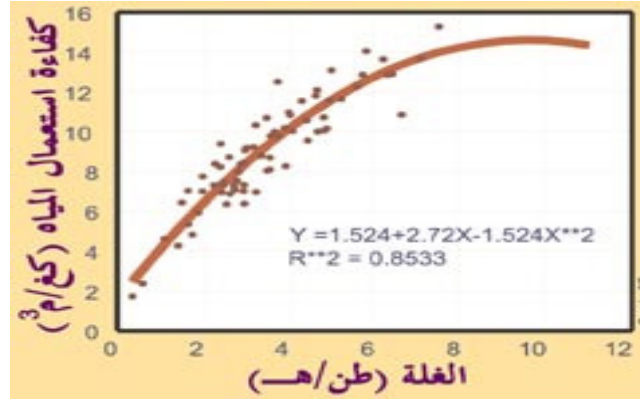
الشكل رقم (٥)
كفاءة استخدام المياه للري التكميلي في
إنتاج حبوب القمح والمادة الجافة



٣- الغلة، وكفاءة استعمال المياه، والربح:

قد لا يؤدي ازدياد ربح المزارع بالضرورة إلى تعظيم كفاءة استخدام المياه، كما لا تؤدي الكفاءة العظمى لاستخدام المياه إلى الربح الأقصى. فعندما تكون تكاليف الري منخفضة، فإن المزارعين سيفتقرون إلى الحافز لمحاولة زيادة كفاءة استخدام المياه إلى الحد الأعظم (فيما يتعلق بالربح). فهم يميلون إلى توفير كامل متطلبات المحاصيل من المياه للحصول على غلة قريبة من الحد الأعظم. غير أنه عندما تكون تكاليف المياه باهظة، أو يكون الحصول على المياه محدوداً، فإن الغلة القصوى لا تعطي ربحاً كبيراً. وتوضح العلاقة ما بين الغلة الحبية للقمح وكفاءة استخدام المياه ضمن نظم الري التكميلي زيادة غير خطية في كفاءة استخدام المياه، حيث تبلغ زيادة الغلة ذروتها بالوصول إلى ٨ أطنان/هـ، الشكل رقم (٦). غير أن الزيادة في كفاءة استخدام المياه تتباطأ بعد الوصول إلى ٥٠% من هذه الغلة. وتأخذ الإدارة المناسبة، في ظل هذه الظروف بعين الاعتبار ما يلي: (أ) مصالح المزارعين مع الاستدامة طويلة الأجل للموارد. (ب) قيمة المياه على المستوى الوطني ومستوى المزارع.

الشكل رقم (٦)
علاقة الغلة بكفاءة استخدام المياه في الري
التكميلي لحبوب القمح في شمالي سوريا



الممارسات المزرعية المساعدة:

١ - خصوبة التربة:

لا يمكن للري التكميلي بمفرده أن يضمن الوصول إلى الغلة المرجوة في النظام الزراعي البعلّي على الرغم من تخفيفه من وطأة الإجهاد الرطوبي، حيث يجب أن يردف بممارسات زراعية أخرى. وأهم هذه الممارسات هي تحسين خصوبة التربة، لاسيما وأن الآزوت يشكل عادة العوز الرئيس في منطقة حوض البحر المتوسط. ويحسن توافر العناصر الغذائية من الغلة وكفاءة استخدام المياه بشكل كبير. وفي الظروف البعلية لا يكون معدل السماد الآزوتي المطلوب مرتفعاً، حيث إن المعدلات المرتفعة قد تكون ضارة مع قليل من إجهاد المياه. وفي الظروف البعلية في سوريا، كانت كمية ٥٠ كغم آزوت/هـ كافية. غير أنه مع استخدام كمية أكبر من المياه، يستجيب المحصول إلى الآزوت حتى ١٠٠ كغم آزوت/هـ كحد أقصى، ولا تجنى زيادة هذه الكمية أية فائدة. إن معدل الآزوت هذا يحسن بشكل كبير من كفاءة استخدام المياه. كما أنه من المهم أيضاً توافر كمية كافية من الفوسفور في التربة حتى لا يكون ثمة إعاقة للاستجابة للآزوت والري المستخدم. ولكن قد تعاني مناطق أخرى من عجز في عناصر أخرى، حيث يجدر دائماً تعويض هذا العجز لزيادة الغلة وكفاءة استخدام المياه.

٢ - أصناف المحاصيل:

إن اختيار أصناف محاصيل مناسبة تعطي نتائج مختلفة في كل من الظروف البعلية والمعتمدة على الري التكميلي على حد سواء. ففي المناطق البعلية، تهدف تربية المحاصيل إلى إنتاج أصناف مقاومة للجفاف، تعطي غلال جيدة في الظروف البعلية، لكن حيث إنها لم تستتبط لتلائم ظروف الري التكميلي، فإن استجابتها إلى إمدادات مائية متاحة بصورة أكبر لن تكون استجابة مرتفعة، الشكل رقم (٧). ويمثل الصنف المناسب للري التكميلي ذلك الصنف الذي يتسم باستجابة جيدة للري بكميات محدودة من المياه مع الحفاظ على مستوى مناسب من مقاومة الجفاف.

٣- موعد الزراعة:

إن أبكر موعد لزراعة القمح في النظم الزراعية البعلية يكون عادة في تشرين الثاني/نوفمبر بعد هطول كمية أمطار كافية للإنبات. ويعد منتصف تشرين الثاني/نوفمبر الموعد الأمثل للحصول على أعلى غلة تحت الظروف البعلية في منطقة شرقي المتوسط. وقد يؤثر تأخير الزراعة إلى ما بعد هذا الموعد في الغلة بصورة سلبية. أما في الري التكميلي، فإن الزراعة المبكرة (الأول من تشرين الثاني/نوفمبر) تؤدي إلى زيادة في الغلة وكفاءة استخدام المياه على السواء، الشكل رقم (٨). ومع المستويات الموصى بها من الري التكميلي والآزوت، انخفضت غلة القمح بشكل كبير مع تأخير الزراعة من كانون الأول/ديسمبر إلى كانون الثاني/يناير. أما بالنسبة لكفاءة استعمال المياه، فقد حدث الانخفاض في الغلة بشكل رئيس من خلال التأخير من تشرين الثاني/نوفمبر إلى كانون الأول/ديسمبر مع تسجيل قليل من الانخفاض بعد هذه الفترة. وتعتبر الزراعة المبكرة باستخدام الري التكميلي ميزة على عكس الظروف البعلية التي يتعين على الزراع انتظار هطول كمية كافية من الأمطار.

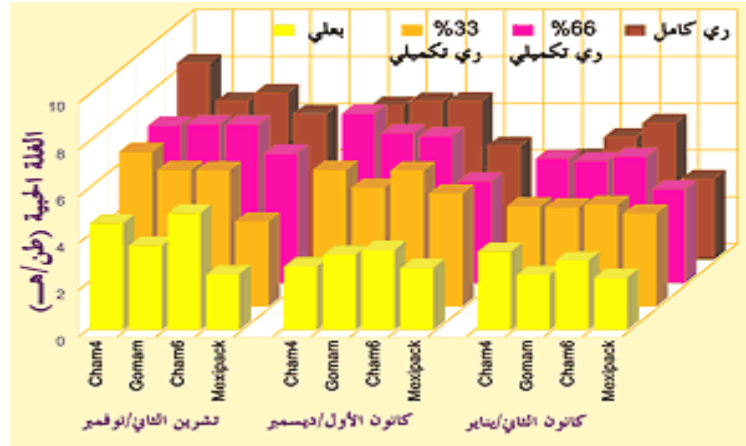
غير أن تأخير موعد الزراعة ليس سلبياً دائماً عند استخدام الري التكميلي. فقد أسفرت الزراعة في منتصف كانون الأول/ديسمبر ومنتصف كانون الثاني/يناير عن تأخير الإزهار لفترة أسبوع وامتلاء الحب لفترة أسبوعين مقارنة مع المحاصيل المزروعة في مطلع تشرين الثاني/نوفمبر. إن هذا التغيير في موعد الزراعة يؤدي إلى تأخير الحاجة إلى الري التكميلي، وإمكانية استخدام نظام للزراعة على مواعيد متعاقبة ومتباعدة نسبياً وذلك لخفض ذروة احتياجات المحصول للمياه خلال فصل الربيع، الأمر الذي سيخفض من معدل الحاجة الآنية إلى الاستهلاك والطلب المرتفع على المياه وبالتالي يؤدي إلى تقليص حجم نظام الري المستخدم. وبمعرفة أن تكلفة الري التكميلي تعد جانباً جوهرياً، فإن هذا المفهوم يمكن أن يساعد على جعلها أكثر اقتصادية.

٤- نظم الري:

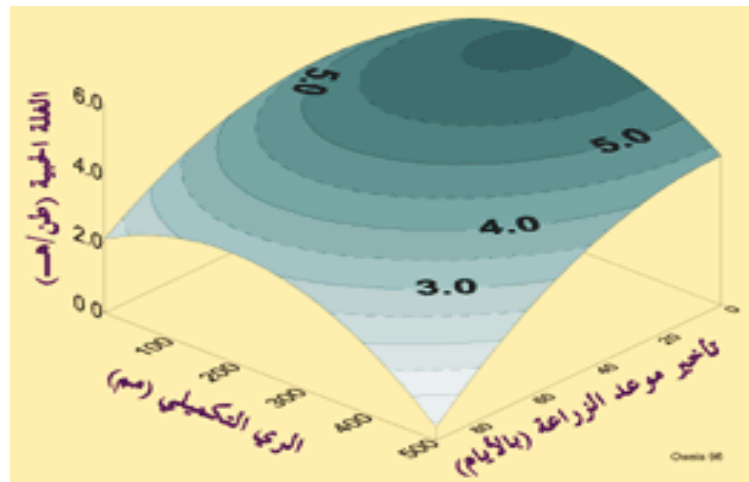
يتمثل الفرق بين الري التكميلي والري التقليدي في طريقة الإدارة وليس في النظام وعدته.

فمنظومة الري المناسبة للري التقليدي تناسب أيضاً الري التكميلي من الناحية الفنية. ولكن ثمة اعتبارات اقتصادية، إذ يقتصر استخدام منظومة الري التكميلي فقط بين حين وآخر، حيث أن

الشكل رقم (٧)
استجابة أربعة أصناف من القمح الطري
للري التكميلي وموعد الزراعة



الشكل رقم (٨)
سطح استجابة الغلة الحبية للقمح الطري بحسب
تأثره بالري التكميلي وموعد الزراعة



الحاجة إلى الري في معظم المناطق البعلية لا تزيد عن مرة إلى ثلاث مرات في السنة، وإن استخدام المنظومة من حين إلى آخر نادراً ما يبرر الاستثمار المكلف له. لذلك فإن معظم نظم الري التكميلي هي من النوع السطحي، على الرغم من أن كفاءة وتناسق الإرواء فيها بصورة عامة أقل من نظم الري الأخرى. أما النظم الأعلى تكلفة كالري بالرداذ والري بالتقيط، فيتم اعتمادها من أجل الري الكامل خلال فصل الصيف بصورة رئيسة، إلا أنها تستخدم أيضاً للري التكميلي خلال الشتاء. وعندما ترتفع تكاليف اليد العاملة والمياه، ويكون الحقل غير مناسب للنظم السطحية أو عند عدم توافر نظم الري التقليدية، عندئذ تستخدم نظم الري بالرداذ بشكل عام. إذ يتمثل الهدف من ذلك في تخفيض التكلفة إلى الحد الأدنى من خلال الانتقاء المناسب لنوع النظام وحجمه. إلا أن المشكلة تكمن في أن الحاجة إلى الإرواء تحصل لكامل المساحة المزروعة في آن واحد. إذ يجب توفير الري لمساحة كبيرة خلال وقت قصير. عندئذ يتطلب تدفقات مرتفعة من المياه إلى جانب نظم ضخمة للري، وهذا ما يتعارض والهدف المتمثل بخفض التكاليف إلى الحد الأدنى. وللتغلب على هذه المشكلة، يمكن اعتماد الاستراتيجيات التالية:

١- استخدام نظم رذاذ (رش) متنقلة يمكن تحريكها بسهولة ضمن الحقل إما آلياً أو يدوياً عندما تكون اليد العاملة رخيصة، حيث تكون النظم القابلة للتحريك يدوياً مناسبة إذا كانت أجور اليد العاملة غير مرتفعة. كما تعمل منظومات الرش المتدرجة ومرشات المدفع على توفير الكثير من المال.

٢- يمكن التخفيف بشكل جوهري من مشكلة الطلب على معدلات ري وحجم نظام كبيرين خلال فترة الذروة من خلال مد (توزيع) الاحتياجات المائية القصوى على فترة زمنية أطول في أواخر الربيع. ويتم ذلك من خلال اعتماد مواعيد مختلفة للزراعة في مواقع مختلفة من الحقل، وتتراوح بدءاً من مطلع تشرين الثاني/نوفمبر وحتى أواخر كانون الثاني/يناير، وانتقاء محاصيل وأصناف مختلفة تتطلب المياه في أوقات مختلفة. ورغم أن ذلك قد يؤثر نوعاً ما في الغلة والإنتاج، إلا أنه يخفض من تكاليف الري.

٣- يمكن تقسيم كمية المياه المطلوبة خلال ذروة فترة الري إلى مرتين (ريتين) أو أكثر. وتُعطى كمية أقل من المياه لكنها تغطي الحقل بشكل أسرع وبالتالي يمكن تجنب حدوث الإجهاد الشديد.

٤- يمكن تخزين مياه الري في التربة قبل تحقق موعد الري. وفي مطلع الربيع، تتزايد معدلات استهلاك المحصول واستنزاف المياه، مما يخلق حيزاً في التربة يمكن الاستفادة

منه لتخزين المياه قبل الوصول إلى المرحلة الحرجة. وخلال هذه الفترة، يمكن للمزارعين البدء بالري باكراً وملء جزء من هذا الحيز الذي بدوره سيؤخر الموعد التالي للري المطلوب، مما يخفض من ذروة الحاجة إلى المياه. وفي الواقع، يلجأ بعض المزارعين الذين يملكون نظاماً صغيراً للري (نظاماً واحداً ينقل باليد) إلى إتباع هذه الطريقة.

٥- عندما يكون في المزرعة محاصيل صيفية مروية، فإنه يجب تخصيص النظام ليناسب كلا من الري الكامل (صيفاً) والتكميلي (شتاءً) على السواء.

٦- وعندما يكون النظام من أجل الري التكميلي فقط، فإنه يمكن خفض حجمه وتكلفته من خلال الأخذ بعين الاعتبار احتياجات الجدولة الزمنية المثلى للمياه، وليس متطلبات المحصول الكاملة منها. وإن التزويد بـ ٥٠% من متطلبات الري الكامل لا يزيد كفاءة استخدام المياه والإيرادات الصافية فحسب، بل يخفض أيضاً الحاجة إلى المياه، ويقلل من حجم نظم الري، ويخفض من تكاليفه.

تجارب المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا-الأردن في مجال الري التكميلي:

أثر الري التكميلي على إنتاجية الأشجار المثمرة:

الأهداف:

معرفة تأثير مستويات مختلفة من كميات مياه الري المضافة إلى إنتاجية أشجار الزيتون والدراق والعنب تحت ظروف الري التكميلي.

الملخص:

أجريت ثلاث تجارب في محطة المشقر الزراعية في الأردن للموسم ٩٦/٩٧، لدراسة تأثير أربعة مستويات من الري على إنتاجية الزيتون والدراق والعنب والمستويات هي صفر، ٥٠%، ٧٥%، و ١٠٠%، من قراءات حوض التبخر، وقد استخدم نظام القطع العشوائية الكاملة بأربعة مكررات في هذه التجارب. وكذلك تم تطبيق جميع العمليات الزراعية الموصى بها على أشجار الفاكهة من تقليم وتسميد ورش مبيدات ومكافحة للأمراض. وتم أخذ القياسات اللازمة (طول الأشجار والنمو السنوي للأفرع، محيط المجموع الخضري ومحيط الساق) وذلك في بداية ونهاية موسم النمو. بالإضافة إلى أنه تم قياس الإنتاج الثمري، وفي هذا الموسم تم إعطاء الأشجار رية واحدة فقط. ولقد تبين من النتائج أن جميع الصفات التي تم قياسها تزداد بزيادة المياه المضافة، بالنسبة للزيتون فقط كانت أعلى نسبة زيادة لمعاملة ١٠٠% على الشاهد في النمو السنوي للأفرع

ومحيط المجموع الخضري ومعدل محيط الساق وطول الأشجار. وبالنسبة للدراق كان أعلى إنتاج لمعاملة ١٠٠% حيث تفوقت على الشاهد في معدل وزن الثمار للشجرة، ومعدل وزن الثمرة الواحدة ومعدل حجم الثمرة ومعدل عرض وطول الثمرة وفي العنب تفوق المعاملة ١٠٠%، و ٧٥% و ٥٠% على معاملة الشاهد في معدل طول الأفرع وكانت أعلى نسبة زيادة لمعاملة ١٠٠%. بالإضافة إلى أنه تم قياس معدل وزن إنتاج الشجرة الواحدة وإن الإنتاج ازداد بزيادة المياه المضافة حيث كان أعلى إنتاج للشجرة الواحدة لمعاملة ١٠٠%.

تأثير الري التكميلي والتسميد النيتروجيني على إنتاجية الشعير باستخدام خط الري الرذاذي:

الأهداف:

١- تأثير مدى استجابة محصول الشعير للري التكميلي والتسميد النيتروجيني باستخدام خط الري الرذاذي.

٢- تحديد الاستهلاك المائي للشعير.

٣- معرفة تأثير التسميد النيتروجيني على إنتاجية الشعير.

الملخص:

أجريت هذه الدراسة في محطة الرمثا الزراعية في الأردن خلال موسمين زراعيين (٩٦/٩٧ و ٩٧/٩٨) وذلك لبيان فعالية الري التكميلي والتسميد النيتروجيني على إنتاجية الشعير بالإضافة إلى تحديد الاستهلاك المائي الفعلي للشعير صنف أكساد ١٧٦. نفذت التجربة باستخدام خط الري الرذاذي الذي يسمح بإعطاء كميات مياه متفاوتة ضمن مساحة محدودة حيث تم تحديد خمسة مستويات ري على جانب خط الري وذلك بوضع علب النقاط على مسافات ١,٥ ، ٤,٥ ، ٧,٥ ، ١٠,٥ ، ١٣,٥ م باتجاه عمودي على خط الري وقد استخدمت خمسة مستويات تسميد نيتروجينية مختلفة موزعة عشوائياً على جانبي خط الري وهي ٠ ، ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ، ٨٠ كغم نيتروجين/هكتار بأربعة مكررات.

خلال الموسم ١٩٩٦ / ١٩٩٧ تمت إضافة ريتين مساندتين (تكميليتين) خلال مرحلتي الاستطالة والإزهار حيث قدرت كمية المياه المضافة خلالهما صفر، ٩، ٢٣، ٤٠ ملم. وفي الموسم الثاني ١٩٩٧/١٩٩٨ بلغت كميات المياه المضافة والتي تم جمعها من خلال علب الانقاط صفر، ١، ١٤، ١٩ ملم من خلال رية واحدة فقط .

وأظهرت نتائج الموسم الأول إن هناك استجابة واضحة لإنتاج الشعير من الحب نتيجة لزيادة كميات المياه المضافة بلغت نسبتها ٥٧% للمعاملة التي تم ريها بأربعين ملم مقارنة

بالشاهد. بالنسبة للتسميد النيتروجيني لم تلاحظ أية استجابة لإنتاجية الشعير من الحب حيث أعطى الشاهد أعلى إنتاج.

وفي الموسم الثاني ١٩٩٧/١٩٩٨ كان هناك تشابه في النتائج بالنسبة للتسميد النيتروجيني على إنتاجية الشعير من الحب. وبالنسبة للري لوحظ تذبذب الإنتاج حيث تساوت تقريباً المعاملتان اللتان تم ريها ١ و ١٩ ملم في حين أعطت المعاملة التي تم ريها ب ١٤ ملم أعلى إنتاج وهذا التذبذب في الإنتاج ربما يعود لعدم كفاية كميات الري المضافة واستفادة النبات من الرطوبة المخزونة في قطاع التربة من الموسم الماضي.

أما تأثير الري التكميلي والتسميد النيتروجيني على الإنتاج الكلي للشعير فقد بينت نتائج الموسم الأول استجابة الشعير للري التكميلي فقد زاد الإنتاج بزيادة كميات المياه المضافة حيث بلغت الزيادة للمعاملة التي تم ريها بأربعين ملم ٤٧% مقارنة بالشاهد، وبالنسبة للموسم الثاني فقد تذبذب الإنتاج الكلي للشعير نتيجة إعطائه كميات مختلفة من الري التكميلي، حيث أعطت المعاملة التي تم ريها بأربعة ملمترات أعلى إنتاج، ويرجع السبب في ذلك إلى عدم استفادة محصول الشعير من الري التكميلي واعتماده على الرطوبة المخزونة في قطاع التربة من الموسم السابق. أما بالنسبة للتسميد النيتروجيني فلم يظهر أي تأثير معنوي أو زيادة في الإنتاج بين المعاملات المختلفة مقارنة بالشاهد الذي أعطى أعلى إنتاج.

بلغت كفاءة استخدام المياه لموسمين ١٩٩٦/١٩٩٧، ١٩٩٨/١٩٩٧ ١,١٥ كغم/م^٣ و ٣,٤٥ كغم/م^٣ للمعاملات التي تم ريها ثمانية وأربعين ملمتراً على التوالي.

تأثير الري التكميلي والتسميد النيتروجيني على إنتاجية الشعير باستخدام الري السطحي:

الأهداف:

معرفة تأثير الري التكميلي والتسميد النيتروجيني على إنتاجية الشعير باستخدام الري السطحي.

الملخص:

أجريت هذه الدراسة في محطة الرمثا للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا في الأردن للموسمين الزراعيين ١٩٩٦/٩٧ و ١٩٩٨/٩٧ لتحديد الاستهلاك الأمثل من المياه والسماد بالإضافة إلى تقدير الاستهلاك المائي الفعلي للشعير.

نفذت التجربة بإتباع تصميم الشرائح المنشقة بأربعة مكررات لخمس معاملات تسميد نيتروجينية وهي صفر، ٢٠، ٤٠، ٦٠، ٨٠ كغم نيتروجين/هكتار كمعاملات رئيسية وخمس معاملات ري تحت رئيسية هي صفر، ٢٥، ٥٠، ٧٥، ١٠٠% من كمية المياه اللازم إضافتها

للتربة لرفع محتواها المائي من الرطوبة الحالية إلى السعة الحقلية.

أظهرت نتائج الموسم الأول ١٩٩٧/٩٦ بأن هناك تأثيراً معنوياً للتسميد النيتروجيني وللري التكميلي على إنتاج الشعير من الحب إلا أن المعاملتين اللتين تم ريتهما ب ٧٥ و ١٠٠ ملم قد تساوتا في الإنتاج وزاد إنتاجهما ٤٩% مقارنة بالشاهد. أما بالنسبة لتأثير التسميد النيتروجيني فلم يكن هناك تأثير معنوي لزيادة السماد حيث تشير نتائج المعاملات التي تم تسميدها بـ ٢٠ و ٤٠ كغم نيتروجين/هكتار تساوي الإنتاج مقارنة بالمعاملة التي تم تسميدها بـ ٨٠ كغم نيتروجين/هكتار والتي أعطت أقل إنتاج.

أما بالنسبة للموسم الثاني ١٩٩٨/٩٧ فلم يكن هناك أي تأثير معنوي لكميات المياه أو السماد المضاف على إنتاج الشعير من الحب.

أما بالنسبة للإنتاج الكلي للشعير فقد أظهرت نتائج الموسم الأول وجود فروق معنوية نتيجة إضافة المياه والسماد، حيث تزايد الإنتاج نتيجة لإضافة مياه الري المساندة لمياه الأمطار وأعطت المعاملة التي تم ريها ٧٥ ملمتراً زيادة في الإنتاج مقارنة بالشاهد بلغت قيمتها ٣٠%. أما بالنسبة لتأثير التسميد النيتروجيني فقد أعطت المعاملة التي تم تسميدها بـ ٤٠ كغم نيتروجين زيادة في الإنتاج مقارنة بالشاهد بلغت قيمتها ٢٠%.

أما بالنسبة للموسم الثاني ٩٨/٩٧ أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية في الإنتاج الكلي نتيجة للري التكميلي والتسميد بل أظهرت النتائج استجابة سلبية في الإنتاج نتيجة زيادة مياه الري وتساوت بعض المعاملات في الإنتاج. وقد يعود ذلك إلى الرطوبة الأرضية من الموسم السابق وعدم كفاية مياه الري التكميلي المضافة خلال المراحل الحرجة لموسم النمو.

أما كفاءة استخدام مياه الري المضافة فقد بلغت أعلى قيمة لها خلال الموسمين ١٩٩٧/٩٦ و ١٩٩٨/٩٧ ١,١٥، ٠,٨٢ كغم/م^٣ على التوالي. ويتضح من النتائج المشار إليها بأن يتم ري وتسميد الشعير ب/٢٢,٣ ملم و ٦٠ كغم نيتروجين/هكتار ويوصي بأن يتم ري الشعير بثلاث ريات تكميلية خلال موسم النمو تعتمد كمياتها على معدلات الأمطار وتوزيعها خصوصاً خلال فترات النمو الحرجة.

وأخيراً فقد سبب عدم استجابة الشعير للتسميد النيتروجيني إلى خصوبة التربة في محطات المركز الوطني وذلك نتيجة لإضافة الأسمدة المركبة باستمرار خلال مواسم الزراعة.

المراجع

- ١- الري التكميلي، المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، د. ذيب عويس، ٢٠٠٥.
- ٢- التقارير السنوية للمركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا، الأردن، ٢٠٠٢.
- ٣- تعزيز استخدام تقانات الحصاد المائي في الدول العربية. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٠٢.
- ٤- أفضل الممارسات لمنع الجفاف وتخفيف آثاره وإدارة المياه من أجل تعزيز الأمن الغذائي في شمال أفريقيا. الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لأفريقيا. المركز الإنمائي دون الإقليمي لشمال أفريقيا الاجتماع السادس عشر للجنة الخبراء الحكومية الدولية. طنجة، المغرب، ١٣-١٦ آذار/مارس ٢٠٠١، دراسة من إعداد د. أحمد صديق، مستشار - نائب المدير، محطة أبحاث المياه - واد مدني، السودان.
- ٥- دراسة من إعداد مركز التميز للمنظمات غير الحكومية، مشاريع صغيرة تجعل المواطن الأردني شريكاً في عملية التنمية.

الزراعة الملحية

إعداد

د. مصدق جانات

هيئة الطاقة الذرية السورية- قسم الزراعة

دائرة الري والمقننات المائية

الجمهورية العربية السورية

مقدمة:

الاستفادة المستدامة من المياه الجوفية المالحة والأراضي القاحلة لإنتاج النبات:

الزراعة الملحية: تعرف الزراعة الملحية على أنها عملية استثمار للأراضي المتأثرة بالأملاح والتي خرجت عن نطاق الاستثمار الزراعي، بسبب تملحها أو نقص المياه الصالحة للري أو أنها لم تستثمر بعد بسبب كونها متملحة أصلاً أو لضرورة الاستفادة من المياه الجوفية المالحة والمتوفرة في منطقة ما في ري المحاصيل أو كلاهما، وذلك بزراعة محاصيل ذات قيمة غذائية أو علفية أو كليهما متحملة للملوحة أو قادرة على التأقلم معها دون استعمال طرق الاستصلاح التقليدية المعروفة. أي أن الهدف هو استثمار ما هو متاح بأرخص التكاليف تمهيداً لإعادة تأهيل هذه الأراضي إذا كان ذلك ممكناً على شكل استصلاح حيوي وذلك في المناطق التي تعاني من نقص في مواردها المائية.

لقد أصبح استثمار الأراضي المالحة، بوضعها الراهن، حاجة ملحة لمعظم الدول التي تعاني من مشكلة الملوحة، بهدف توفير الطعام والألياف في مثل هذه المناطق والتي تعاني من مشكلة نقص في مواردها المائية ومشكلة تأمين الحاجات الغذائية والألياف للسكان. كما أنه نتيجة لشح وندرة مصادر المياه العذبة للإيفاء بحاجات الإنسان الزراعية والصناعية في العالم، أصبح من الضروري الاستفادة من المياه الجوفية المالحة في المناطق التي يتعذر تأمين المياه العذبة فيها، لزراعة الأنواع النباتية المختلفة (محاصيل اقتصادية، غذائية، علفية، صناعية وغيرها)، بحيث تتم زراعة الأنواع النباتية القادرة على التأقلم مع ظروف الزراعة الملحية.

وتعتبر ملوحة التربة ظاهرة عالمية واسعة الانتشار ولكنها أشد خطراً في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث شح المياه السطحية العذبة وكون المياه الجوفية ذات طبيعة مالحة في معظم الأحيان، هذه الظاهرة ناجمة عن عوامل جيولوجية وأخرى جغرافية إضافة إلى سوء إدارة عمليات الري، وارتفاع درجة البخر من سطح التربة، وقلة الأمطار الهائلة. كما أن تدهور وإزالة الغطاء

النباتي من سطح التربة يؤدي إلى تفاقم مشكلة الملوحة في العديد من المناطق في العالم.

وقد لخص كوفدا (١٩٦١) مناطق انتشار هذه الأراضي في العالم وأجزها على النحو التالي:

١- تتواجد الأراضي المالحة تحت جميع الأجواء باردة كانت أم معتدلة أو حارة وذلك ابتداءً من المنطقة الشمالية الباردة حتى خط الاستواء.

٢ - تنتشر في أراضي البحيرات والأنهار والوديان الرسوبية الحديثة والقديمة والأراضي المنقولة وفي الوديان العميقة بين الجبال وقد توجد أيضاً في الهضاب العالية.

٣ - توجد في المناطق ذات المناخات القارية أو حيث يسود الجفاف ويزداد التبخر مما يؤدي إلى تجمع الأملاح على سطح التربة.

تكتسب هذه الأراضي أهميتها من هذا الانتشار الواسع في العالم ومن انخفاض قدرتها الإنتاجية بما تحتويه من أملاح كما ونوعاً.

أما الماء فهو عصب الحياة، وأساس لا يستغنى عنه في النشاط الزراعي، ويستخدم الجزء الأعظم من المياه المتاحة للإنسان في القطاع الزراعي، ولا زال نمط الاستخدام التقليدي في الري يساهم بشكل كبير في تراكم الأملاح في الترب مؤدياً في النهاية إلى تملحها وخروجها من العملية الإنتاجية.

ورغم ضخامة كمية المياه على كوكبنا، فإن ٩٧% منها توجد في المحيطات و ٢% محتجزة في القطبين الثلجيين، ولا يتبقى على سطح اليابسة إلا ١%، أي ما يعادل ٤٠٠٠٠ كم^٣، بينما يتدفق ثلثا الكمية الأخيرة إلى البحر مرة ثانية ويتبقى حوالي ١٤٠٠٠ كم^٣ من المياه القابلة للاستخدام، والتي تستهلك معظمها في الزراعة. ومع الزيادة المتسارعة في عدد سكان العالم وبخاصة في دول العالم الثالث، ازداد الطلب على المياه لزيادة مساحة الرقعة المزروعة لتلبية حاجة السكان وتطور وتنمية القطاع الزراعي، وأصبح شح المياه أحد العوامل الخطيرة التي تكبح عجلة التطور، ونتيجة للنقص المتزايد في المياه العذبة في العالم، فإن الاتجاه الحالي ينصب نحو استخدام المياه المالحة المتاحة لتعويض هذا النقص وسد الفجوة الغذائية. فإذا نظرنا إلى المنطقة العربية، التي تقع ضمن المنطقة الجافة، نلاحظ أن مصادر المياه هي: الأنهار مثل النيل ودجلة والفرات والسنگال وأنهار أخرى صغيرة ومياه الأمطار والمياه الجوفية ومياه الصرف الزراعي والصحي.

تكاد مياه الأنهار أن تكون مستغلة تماماً في المساحات الممتدة على ضفافها، وأن التوسع خارج نطاق أحواض هذه الأنهار، يعتمد إما على الأمطار، أو على المياه الجوفية، أو مياه الصرف الزراعي والصحي. فإذا اعتبرنا أن الحزام المطري ضيق عموماً، فإن العبء الأكبر للتوسع

الزراعي في المناطق الجافة يكون على عائق المياه غير التقليدية وبخاصة المياه المالحة. لذلك كان لابد من التفكير بموضوع الزراعة الملحية لتغطية جزء من الاحتياجات الغذائية للإنسان وتوفير إمكانية استخدام الأعلاف المروية بالمياه المالحة كجزء من العملية الزراعية المستدامة في المناطق المتأثرة بالأملاح والأراضي والمراعي الهامشية بما يساهم في تحسين مستوى معيشة المزارعين القاطنين في تلك المناطق.

ولضمان نجاح الزراعة الملحية في منطقة ما من العالم يجب الأخذ بعين الاعتبار العوامل التي تساهم في معرفة مدى وأين يمكن استخدام المياه المالحة لتكملة موارد المياه الأخرى وآلية مساهمة هذه المياه المالحة في تحسين مستوى المعيشة ؟ وأهم هذه العوامل مايلي:

- ١- محدودية موارد المياه العذبة.
 - ٢- تحديد كميات المياه الجوفية والسطحية المالحة ومياه الصرف الزراعي المتاحة ومدى توفرها لتغطية حاجة المشاريع الزراعية الملحية المطلوبة.
 - ٣- التقييم الاقتصادي لاستثمار هذه المصادر ويستثنى من ذلك في حال كون هذا المصدر المائي المصدر الوحيد متاح في المنطقة.
 - ٤- الأفراد ذوو الدخل المنخفض المتواجدون في تلك المنطقة أو الراغبون بالعيش فيها.
 - ٥- المزارعون الراغبون باكتساب خبرات جديدة في هذا المجال.
 - ٦- مدى توفر الأراضي المتدنية في نوعيتها أو الهامشية والتي يمكن استخدامها حصراً لأغراض الزراعة الملحية.
 - ٧- المزارع الصغيرة للماشية أو ذات الأهداف المشتركة التي تستخدم الأعلاف في إطعام الماشية.
 - ٨- توفر البنية التحتية من آبار وأنظمة الري والصرف الزراعي من أجل الاستخدام الفاعل للمياه.
 - ٩- إمكانية الإنتاج البديل لمنتجات ذات مردود عالٍ سواء باستخدام المياه الجوفية مباشرة للثروة السمكية أو بتحلية المياه لري المحاصيل الزراعية.
- وكمثال على الزراعة الملحية في العالم العربي سوف نتطرق إلى مشكلة الملوحة والزراعة الملحية في سوريا لتوضيح أهمية هذا النظام الزراعي في المناطق الجافة والمتأثرة بالأملاح.
- مشكلة الملوحة في سوريا:**

تبلغ مساحة سوريا ١٨٥١٠٠ كم^٢ والتي تقع في منطقة جنوب غرب آسيا بين خطي عرض ٣٢,١٩ - ٣٧,٢ شمال خط الاستواء، وخطي طول ٣٥,٤٣ - ٤٢,٢٥ شرق خط غرينتش، ويحدها من الشرق العراق، وتركيا من الشمال، والبحر الأبيض المتوسط ولبنان وفلسطين من الغرب، والأردن والعراق من الجنوب، ويبلغ عدد سكانها حوالي ١٧ مليون نسمة.

الهطول المطري في سوريا متباين بشكل كبير، حيث تبلغ معدلات الهطول السنوية حوالي ١٠٠٠ مم على الجبال الساحلية، وتتناقص إلى أقل من ١٠٠ مم في المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية من سوريا، كما تتفاوت درجات الحرارة كثيراً بين المناطق الداخلية والمناطق الساحلية من القطر. ويتصف مناخ المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية من سوريا بأنه مناخ نصف صحراوي، يتميز بشتاء بارد وصيف شديد الحرارة مع ارتفاع التبخر والتبخر نتح وانخفاض الرطوبة الجوية.

ووفقاً لكتاب المرجع المناخي الزراعي لسوريا (١٩٧٣) يمكن تقسيم سوريا إلى ثلاث مناطق مناخية:

١ - المنطقة الساحلية: تتميز بشتاء ماطر لطيف وصيف حار غير ماطر ورطوبة جوية عالية.

٢ - المنطقة الصحراوية: تغطي ٣/٢ من مساحة القطر حيث الرطوبة الجوية منخفضة وتتميز بشتاء بارد وصيف حار جداً.

٣ - المنطقة المتوسطة، حيث تتميز برطوبة جوية متوسطة وتقع بين المنطقتين السابقتين (١ و ٢) وعلى شكل شريط بعرض ٤٠-٥٠ كم على طول الحدود الشمالية المحاذية لتركيا.

ونتيجة لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية فإن التبخر يكون في أغلب المناطق السورية خلال فترة الصيف. تبلغ أعلى قيمة للتبخر حوالي ٣٣٢٠ مم/سنة في محطتي منطقة الزلف وجبل التنف في جنوب و جنوب شرق سوريا وفي بقية مناطق القطر بما فيها دير الزور فإن قيم التبخر تتراوح ما بين ١١٠٠ - ٢٩٠٠ مم/سنة. إذ تزداد قيم التبخر ابتداءً من كانون الثاني من ١,٥ مم/يوم لتصل إلى أقصاها خلال شهر تموز ١٧,٢ مم/يوم ثم تبدأ بالتناقص من شهر آب من ١٤,٩ مم/يوم لتصل إلى ١,٧ مم/يوم في شهر كانون الأول.

أما متوسط الفترة السنوية للسطوع الشمسي الذي يرتبط بالإشعاع الشمسي والذي يعتبر مصدر الحرارة للطبقة السطحية للأرض، علاوة على أن الضوء أساسي لعمليات التمثيل الضوئي في النبات، فيتراوح في سوريا ما بين ٢٩٠٠ - ٣٣٠٠ ساعة/سنة.

وتحدث الرياح نتيجة لاختلاف درجات الحرارة والتدرج في قيم الضغط حيث

تزداد سرعة الرياح عموماً في الصيف، وتتراوح متوسطات سرعة الرياح في سوريا ما بين ١,٦ - ٥,٤ م/ثانية.

وتعتبر سوريا بلداً زراعياً يعتمد اقتصادها على الإنتاج الزراعي الذي يتذبذب من سنة إلى أخرى، وفقاً لكمية الأمطار الهائلة وتوزعها، والأحوال الجوية الأخرى السائدة. والموارد الطبيعية مثل المياه والتربة تعتبر من أهم عناصر الثروة الوطنية في سوريا لأهميتها في توفير مقومات بقاء سكانها من أغذية ومواد أولية، فتدهور التربة الزراعية وضعف قدرتها على العطاء والإنتاج لا يؤثر على الزراعة فقط بل يؤثر على قطاعات الاقتصاد الأخرى وعلى الأمن الغذائي.

ونتيجة لشح أو ندرة المياه العذبة ذات المواصفات الجيدة وكذلك ندرة وشح الأمطار الهائلة وسوء توزعها فإن مساحات الأراضي المتأثرة بالأملاح تزداد سنة بعد أخرى. إذ أن أغلب الأراضي الزراعية في سوريا تقع ضمن المنطقة نصف الجافة وهناك حوالي مليون وثلاثمائة ألف هكتار من الأراضي المروية منها ٤٠-٥٠% متأثرة بالأملاح (٦٠٠٠٠٠-٥٣٩٢٠٠٠ هـ) ويخرج من الاستثمار الزراعي من هذه الأراضي سنوياً بحدود ٤٠٠٠ - ٥٠٠٠ هكتار بسبب الملوحة.

لم تكن مشكلة الملوحة معروفة في سوريا قبل عام ١٩٥٠، ولكنها بدأت تظهر بشكل متسارع نتيجة بناء السدود وإدخال زراعة القطن في الخمسينيات وبداية الستينيات من القرن الماضي، وبسبب عدم الأخذ بعين الاعتبار إنشاء شبكات الري والصرف بشكل مدروس، وعدم ترشيد استخدام المياه للري بشكل عقلاني، وعدم استخدام طرق الري الحديثة، وسوء إدارة عمليات الري؛ مما أدى إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي و ساهم ارتفاع درجات الحرارة وبالتالي ارتفاع نسبة البخر في زيادة حدة المشكلة مما أدى إلى تدهور قسم كبير من هذه الأراضي وتحولت إلى أراض مالحة. يوجد الآن أكثر من ٦٠٠٠٠ هـ كانت من أخصب الأراضي الزراعية استبعدت كلياً من العملية الزراعية بسبب ارتفاع تركيز الأملاح فيها بشكل كبير وحوالي ١٠٠,٠٠٠ هـ تعطي حوالي ٥٠% من طاقتها الإنتاجية في وادي الفرات حيث المنطقة جافة جداً ودرجات الحرارة عالية جداً (٣٥ - ٤٥ م) في الصيف وشديدة البرودة شتاءً حيث تنخفض درجات الحرارة إلى ما دون الصفر في بعض أيام الشتاء.

أدخلت الزراعة الملحية إلى سوريا على شكل مشروع وطني يهدف إلى الاستفادة المستدامة من المياه الجوفية المالحة والأراضي القاحلة لإنتاج الغذاء للإنسان والحيوانات.

تقع منطقة المشروع ضمن المنطقة الصحراوية في محافظة دير الزور بين خطي عرض ٣٥,٢ شمال خط الاستواء وطول ٤٠,٩ شرق خط غرينتش وعلى ارتفاع ٢١٤ م فوق سطح

البحر. تتميز المنطقة بارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانخفاضها شتاءً كما تتميز بانخفاض معدل الأمطار (١٤٠ مم) وارتفاع معدل التبخر (٧,٥ مم/يوم/سنة).

تتناقص نسبة الرطوبة النسبية بدءاً من كانون الثاني (٧٥%) لتصل إلى أدناها خلال شهر آب (٢٧%) ثم تزداد بدءاً من أيلول لتصل إلى أقصاها في شهر كانون الأول (٧٤%).

نتيجة لتدهور الغطاء النباتي في البادية المحيطة بدير الزور بسبب الفلاحات والرعي الجائر خلال السنوات الماضية ولانحباس الأمطار في عدد من السنوات برزت ظاهرة الأيام المغبرة (العواصف الغبارية - العجاج) بخاصة في وادي الفرات من دير الزور وحتى منطقة أبو كمال على الحدود العراقية ومنطقة البادية وتحمل هذه الرياح الغبار والرمال وقد تكون هذه الظاهرة محلية أو ذات منشأ من خارج القطر. وتصل عدد أيام العجاج في المحافظة إلى ٩٠ يوماً/سنة وبدرجات مختلفة من الشدة حسب شدة الرياح وحسب كمية الأمطار الهائلة. أما في الصحراء فيصل عدد هذه الأيام إلى ١٥-٤٠ يوماً/سنة وأقل من ١٠ أيام في السنة في المناطق الشمالية.

تتصف منطقة حوض الفرات الأسفل (المنطقة المدروسة) بشتاء جاف بارد وصيف حار، ومتوسط درجة الحرارة الدنيا في الشتاء تصل إلى ١,٨ م في كانون الثاني بينما يزداد متوسط الحرارة العظمى إلى ٣٩,٦ م خلال حزيران ودرجة الحرارة المطلقة تصل إلى ٥٠ م بينما درجة الحرارة الصغرى المطلقة تصل إلى -١٠ م. تصنف المنطقة ضمن منطقة الاستقرار الخامسة وفقاً لمعدل الأمطار السنوي (تقسيم سوري) حيث معدل الأمطار ١٤٤ - ١٦٠ مم/سنة ومعظم الأمطار تهطل ما بين تشرين الثاني وآذار، وبشكل عام تعتبر الرطوبة النسبية منخفضة في الصيف، وتصل إلى ٧٥% في كانون الثاني. كما تتميز المنطقة برياح شديدة خلال الانتقال الفصلي (الخريف والربيع) حيث تحمل معها الرمال والغبار مسببة التعرية الريحية لمناطق واسعة من الصحراء.

أما معدل البخر فيصل إلى ٢١٤١ مم/سنة و ١٦,٤ مم/يوم خلال شهر حزيران بينما تتناقص إلى ١,٥ مم/يوم في كانون الثاني. إضافة إلى ما ذكر فإن منطقة الدراسة تتميز بأنها ملحية حيث تتشكل قشرة من الأملاح على سطح التربة وبمستوى ماء أرضي مرتفع يصل أحياناً إلى السطح بتأثير الأنابيب الشعرية للتربة وبسبب البخر الشديد تتراكم الأملاح على سطح التربة كما أن المائدة المائية قريبة جداً من سطح التربة (٤٠-١٥٠ سم) وتتميز مياه هذه المائدة المائية بكونها عالية الملوحة تصل حتى ٢٧ m\ds.

إن مجموعة العناصر المناخية السائدة في منطقة الدراسة مثل وجود سد الفرات، الحرارة المرتفعة، الجفاف الطويل، شح الأمطار، الرطوبة النسبية المنخفضة، طول مدة السطوع الشمسي، هبوب الرياح الجافة، البخر الشديد، ارتفاع مستوى الماء الأرضي، سوء إدارة الري وإتباع طرق

الري السطحي التقليدي، عدم وجود شبكات صرف إضافة إلى عوامل أخرى أدت إلى وجود مشكلة الملوحة في وادي الفرات الأسفل.

الأسباب العامة لتملح الأراضي:

الأراضي المالحة هي الأراضي التي تحتوي على كمية من الأملاح الذائبة ذات التأثير السلبي على نمو المحاصيل الحقلية التي تؤدي إلى توقف نمو النباتات أو بطئها نتيجة لارتفاع الضغط الأسموزي لمحلول التربة وبالتالي عجز النباتات عن امتصاص حاجتها من المياه والعناصر الغذائية الضرورية من التربة إضافة إلى التأثير السام للأملاح واضطراب عمليات تغذية النبات بسبب عدم الاتزان بين نسب العناصر الغذائية، كل هذا يؤدي إلى ضعف نمو النبات وبالتالي نقص المردود والذي يزداد بتزايد تركيز الأملاح إلى أن يصل تركيزها في التربة إلى الحد الذي لا تستطيع معه النباتات النمو على الإطلاق. وفيما يلي أهم أسباب تملح الأراضي الزراعية:

١- وجود المناطق المرتفعة المحيطة بالمنطقة مما يسبب تسرب المياه إليها وارتفاع منسوب المائدة المائية.

٢ - استعمال كميات كبيرة من ماء الري وسوء إدارة عمليات الري.

٢ - سوء مواصفات مياه الري كاستعمال المياه الشديدة الملوحة لري المحاصيل.

٣ - رشح المياه من القنوات الترابية التي تجر مياه الري من المصدر إلى الحقول المزروعة.

٤ - عدم وجود نظام صرف صناعي أو طبيعي جيد في الأراضي المزروعة.

٥ - ارتفاع مستوى الماء الأرضي.

٦ - ارتفاع نسبة البخر من سطح التربة.

٧ - سوء المواصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة المزروعة أحياناً.

٨ - الاحتياجات المائية الكبيرة لبعض المحاصيل مثل القطن وسوء الصرف.

أخطار ظاهرة الملوحة والحلول المقترحة للحد منها:

يعتبر تفاقم مشكلة الملوحة وانتشارها السريع في الأراضي الزراعية ذات المواصفات الخصوبية الجيدة من أهم المخاطر التي يواجهها الفلاح وكذلك الدولة، حيث تتحول مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية الخصبة إلى أراضي مملحة منخفضة الإنتاج أو تخرج نهائياً من الاستثمار الزراعي، ويتسبب عن ذلك هجرة أصحاب هذه الأراضي إما إلى المدن أو إلى مناطق أخرى ولتصبح هذه الأراضي مهملة تزداد سوءاً عاماً بعد عام نتيجة لعدم استثمارها.

خيارات معالجة مشكلة الملوحة:

عندما تكون ملوحة التربة ناجمة عن سوء إدارة الري، يأخذ الاستصلاح منحاً محدداً بشكل عام يتمثل بتطبيق نظام صرف للمياه الجوفية ومحاولة غسل الأملاح السطحية نحو الأسفل لتضاف إلى المياه الجوفية آفة الذكر.

يشمل التصحيح العملي للملوحة والقلوية طرقاً فيزيائية وكيميائية تتمثل فيما يلي:

- ١ - إنشاء شبكات الصرف الملائمة لتصريف المياه الزائدة والمحملة بالأملاح.
 - ٢ - زيادة كفاءة استعمال مياه الري في الأراضي المالحة.
 - ٣ - تحسين طرق الري المتبعة وحسن إدارتها في ري الأراضي وبخاصة المالحة.
 - ٤ - استخدام بعض المصلحات لهذه الأراضي كالجبس والمادة العضوية بأشكالها المختلفة.
 - ٥ - غسل الأملاح وتحسين عمليات الصرف.
 - ٦ - كشط الأملاح عن سطح التربة ونقلها إلى مناطق بعيدة عن المناطق الزراعية.
 - ٧ - تكرار عمليات الري بمياه عذبة إذا توفر هذا المصدر.
 - ٨ - الفلاحات العميقة إذا أمكن ذلك.
 - ٩ - الدورات الزراعية وإدخال النباتات المتحملة للملوحة.
 - ١٠ - الإستصلاح الحيوي للتربة عن طريق زراعة النباتات المتحملة للأملاح في التربة.
- ويعد أسلوب الاستصلاح هذا عملية باهظة التكاليف ورغم الجهود الكبيرة التي تبذل فإنها لا تغطي سوى جزء يسير من الأراضي التي تأثرت بالملوحة.
- وفي حال عدم توفر الإمكانيات المادية والتقنية اللازمة لمواكبة عمليات الاستصلاح فإن اللجوء إلى الاستصلاح الحيوي بزراعة نباتات متحملة للملوحة وقادرة على التأقلم مع مثل هذه الظروف وريها بمياه مالحة نسبياً يصبح خياراً استراتيجياً وهذا يندرج تحت مظلة الزراعة الملحية.
- وعادةً تكون المياه العذبة في مناطق الأراضي المالحة المروية أو غير المروية شحيحة ونادرة، بينما تتوفر فيها المياه المالحة أو قليلة الملوحة. وبالإمكان استخدام النوع الأخير من المياه في زراعة النباتات المتحملة للملوحة، إذ تمتلك النباتات تبايناً وراثياً واسعاً حيث تبدي أنواعاً كثيرة منها درجات مختلفة في مدى تحملها للملوحة والتي يمكن الاستفادة من هذه الخاصية واستخدام أو بعض من هذه النباتات كغذاء للإنسان أو كعلف للحيوانات أو لإنتاج الخشب أو الوقود في الأرياف أو كسماد أخضر لتحسين خصوبة التربة أو تصنيعها إلى منتجات غذائية أو صناعية.

تختلف النباتات في مدى تحملها للملوحة في التربة بشكل واسع، ويقاس مدى تحمل النباتات للأملاح على أساس نقص الإنتاج بمقارنة إنتاج أراضي متأثرة بالأملاح مع إنتاج الأراضي المماثلة التي لا تعاني من مشكلة الملوحة ولنفس النبات. يعتبر التأثير الرئيس للأملاح الذائبة على النبات هو الضغط الإسموزي الأمر الذي يسبب صعوبة في استعمال المياه اللازمة للنمو على الرغم من إتاحته يتصف عدد كبير من النباتات بتحمل جيد للملوحة وتتلخص آليات التحمل على النحو الآتي:

١ - التحكم في الضغط المحلولي:

تتصف جذور بعض النباتات بقدرة على تشكيل مذيبيات في السيتوبلازما حيث ترفع من الضغط المحلولي للخلايا وبالتالي يصبح النبات بمقدوره امتصاص الماء.

٢ - طرح الأملاح خارجاً:

تمتص بعض النباتات أملاح التربة لتترسب بعد ذلك على سطح الأوراق وغالباً ما تتواجد الأملاح في غدد على السطح السفلي لها كما هو الحال في الرغل والإثل.

٣ - المفاضلة بين امتصاص K^+ و Na^+ :

لبعض النباتات القدرة على التمييز بين أيونات البوتاسيوم والصوديوم وبالتالي فهي تمتص الأولى وتدع الثانية.

أهداف المشروع:

يعتبر استثمار الأراضي المتملحة والمستبعدة من الزراعة بوضعها الراهن أحد أرخص الطرق وأنجعها اقتصادياً على المدى القريب، وذلك عن طريق زراعتها بنباتات متحملة للملوحة ذات فوائد اقتصادية وبيئية واجتماعية هامة، وريها بالمياه الجوفية المالحة المتاحة، هذه الطريقة تدعى "الزراعة الحيوية- الملحية" (Bio-Saline Agriculture).

لذلك هدف هذا المشروع إلى استثمار طريقة "الزراعة الحيوية- الملحية" لتحقيق بعض أو كل من الفوائد التالية:

أولاً- من الناحية الاقتصادية:

١ - إعادة استثمار الأراضي المتأثرة بالأملاح ومحاولة تأهيلها للعودة إلى خط الإنتاج الزراعي.

٢ - توظيف المياه الجوفية المالحة المتاحة في عمليات الري للمحاصيل المتحملة للملوحة.

٣ - تحسين الوضع الاقتصادي للمزارعين عن طريق استثمار الأراضي المالحة من خلال:

- تأمين الأعلاف الخضراء للثروة الحيوانية (عشبة الكلار، السيسبان، الأكاسيا...الخ).
- استخدام أخشاب بعض الأشجار المتحملة للملوحة في صناعة الأثاث المنزلي.
- إمكانية الاستفادة من بعض النباتات المتحملة للملوحة في صناعة الورق وإنتاج الغاز الحيوي.
- استخدام أخشاب بعض الأشجار المتأقلمة مع الظروف المالحة كوقود في الأرياف مثل الطرفاء.
- تحسين خصوبة الترب المتأثرة بالأملاح بزراعتها ببعض النباتات المثبتة للأزوت الجوي مثل السيزبانيا والأكاسيا وعشبة الكلار واللوكاينا...الخ.
- زيادة إنتاج عسل النحل عن طريق تأمين مصادر رعي جيدة من الرحيق وحبوب الطلع مثل الكينا والأكاسيا والفصة...الخ.
- زراعة بعض الطرز الوراثية لبعض المحاصيل الحقلية المتحملة للملوحة مثل الشعير، عباد الشمس، اللفت الزيتي، الشوندر السكري...الخ.

ثانياً- من الناحية الاجتماعية:

١ - تأمين فرص عمل لأبناء الريف.

٢ - الحد من هجرة سكان الريف إلى المدينة.

٣ - تحقيق الأمن الغذائي.

ثالثاً: من الناحية البيئية:

١ - زيادة خصوبة التربة ورفع نسبة المادة العضوية فيها بزراعتها بأنواع نباتية مثبتة للأزوت الجوي مثل السيزبانيا والأكاسيا والفصة...الخ.

٢ - خفض ملوحة التربة بزراعتها بأنواع نباتية قادرة على امتصاص الأملاح من التربة مثل عشبة الكلار وأنواع أخرى متأقلمة مع الظروف المالحة.

٣ - خفض معدل البخر بسبب التظليل وبالتالي الحد من التملح.

٤ - إعادة الحياة البرية إلى هذه المناطق (الطيور، الزواحف، الأرانب، ابن آوى) وبالتالي المحافظة على التوازن و التنوع الحيوي.

٥ - الحد من تعرية التربة بسبب الرياح أو السيول الجارفة.

٦ - إضفاء مظهر جمالي لتلك المناطق.

بدأ تنفيذ هذه المشروع عام ١٩٩٧ على مساحة قدرها ١٥ هكتاراً في مزرعة السابع من نيسان التابعة لوزارة الري (مركز البحوث المائية) في محافظة دير الزور شرق سوريا في حوض الفرات الأسفل على المسطبة الأولى من سرير نهر الفرات، وتمثل تربة موقع المشروع مواصفات الترب المتأثرة بالأملاح في حوض الفرات وتتصف بأنها تربة رسوبية خارجة عن الاستثمار الزراعي منذ ما يزيد على ٣٠ عاماً بسبب تراكم الأملاح بتركيز عالية وارتفاع منسوب المياه الجوفية، وتختلف درجة ملوحة التربة من مكان إلى آخر ضمن الموقع وتراوح درجة التوصيل الكهربائي للتربة عند البدء بالمشروع عام ١٩٩٧ ما بين ٥٠-٧ m\ds في الطبقة السطحية وملوحة الماء الأرضي تتراوح ما بين ٢٢-٣٢ m\ds في موقع المشروع.

الأملاح السائدة في تربة الموقع هي الكلوريدات، الكبريتات، مع ارتفاع في نسبة الصوديوم المتبادل وتتراوح قيم تفاعل التربة pH ما بين ٧,٢ إلى ٨,٤.

يقع حوض الفرات الأسفل في شرق سوريا ضمن المنطقة نصف الجافة والجافة (الصحراوية) ولا تصلها المؤثرات البحرية بسبب الحاجز الطبيعي الذي يسد كل المنافذ على الرياح البحرية الرطبة وهي سلسلة الجبال الساحلية الموازية للبحر والمتعامدة مع الرياح الرطبة، ويتميز الحوض بقلة الأمطار وأحياناً ندرتها (١٦٠ ملم أو أقل سنوياً) يسقط معظمها خلال فصل الشتاء كما تتميز بصيف جاف وحار وشتاء بارد بسبب تمركز المرتفع السيبيري شمالاً.

يتصف موقع المشروع بارتفاع مستوى الماء الأرضي (٤٠ سم - ١٥٠ سم في سنة البدء ١٩٩٧) وبارتفاع ملوحة المياه الجوفية والتي وصلت درجة ناقليتها الكهربائية في بداية عام ١٩٩٧ إلى ٣٢ ملموز/سم (حوالي ٢٠ غ/لتر).

تبرز الأهمية الاقتصادية للمنطقة بما تملكه من مساحات زراعية مروية كون الزراعة لا تزال في سوريا تعتمد في غالبيتها على الزراعة المطرية بخاصة محاصيل الحبوب التي يتوقف إنتاجها على كمية الأمطار الهائلة وتوزعها على مدار أشهر السنة.

منسوب المياه الجوفية:

يتراوح عمق المياه الجوفية في وادي الفرات ما بين ٠,٥ - ٢,٥ م وتتراوح ملوحة هذه المياه ما بين ٥ إلى ٥٠ غراماً /لتر. تبلغ مساحة الأراضي التي يقل عمق مستوى الماء الأرضي فيها في حوض الفرات الأسفل عن مترين حوالي ٧٥٠٠٠ هـ وتتراوح قيمة الـ pH ما بين ٧ - ٧,٩١ وقيم SAR ما بين ٢ إلى ٣٢.

يعتبر أيونا الكلور والكبريتات هما السائدان كما أن كاتيونات الـ Mg , Na , Ca هي السائدة عندما تكون الملوحة أقل من ١٠ غ/لتر وتعتبر المياه الجوفية مورد مهم للغاية لتنمية قاعدة زراعية سليمة.

خطوات تنفيذ المشروع:

١ - اختيار موقع المشروع:

اختيرت مزرعة السابع من نيسان في القطاع الثالث من حوض الفرات الأسفل شرق دير الزور على بعد ٢٣ كم على طريق عام دير الزور - الميادين كونها تمثل معظم مشاكل الملوحة في حوض الفرات وتتصف بخروجها من الاستثمار الزراعي بسبب تملحها. تتميز تربة الموقع بأنها مالحة ومستوى الماء الأرضي في الموقع يتراوح ما بين ٠,٧٥ إلى ١,٥ م، ودرجة التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة التربة ٧ إلى ٥٥ $m\text{ds}$ في بداية المشروع في عام (١٩٧٧) والمياه الجوفية من ١٣-٣٢ $m\text{ds}$ ، كما يتميز الموقع بارتفاع درجة الحرارة وارتفاع كمية البحر صيفاً وقلة الأمطار وانخفاض الرطوبة الجوية كونه يقع في المنطقة الجافة، قسّم موقع المشروع البالغ مساحته ١٥ هكتاراً إلى مجموعة من الحقول زرعت بمختلف أنواع النباتات ورويت خلال السنة الأولى والثانية من مياه الصرف الزراعي التي تتراوح ملوحتها ما بين ٣-٤ ملموزات/سم. بعد ذلك تم حفر بئر بعمق ٩ أمتار واستعملت مياهه في ري حقول الموقع المختلفة في السنوات اللاحقة، ونظراً لارتفاع ملوحة مياه البئر في بداية استعماله (٣٣ ملموزات/سم) فقد تم خلطها بمياه عذبة من نهر الفرات لخفض درجة التوصيل الكهربائي إلى ١٥-١٣ $m\text{ds}$ وذلك لضمان عدم تعرض النباتات المزروعة للصدمة الناجمة عن ارتفاع ملوحة مياه البئر واستمرار النمو. بعد استنزاف كميات كبيرة من المياه انخفضت درجة الناقلية الكهربائية إلى حوالي ١٤-١٧ $m\text{ds}$ ومنذ عام ١٩٩٩ أصبح الري بمياه البئر مباشرة دون خلطها بمياه الفرات العذبة. مددت أنابيب بلاستيكية بقطر ٤ إنشات في مختلف حقول الموقع لتوصيل مياه الري مباشرة من البئر إلى الحقل دون استعمال القنوات الترابية الرئيسية لتوصيل المياه إلى الحقول.

٢ - النباتات المختبرة:

اختبر في موقع المشروع عدد من النباتات المحلية والمستوردة لمعرفة مدى درجة تحملها للظروف المالحة وهي:

الأنواع النباتية التي تأقلمت مع الظروف المالحة في موقع المشروع:

١- الشجيرات الرعوية Shrubs:

كافة أنواع الرغل Atriplex وكذلك الروثة Salsola Vermiculata.

٢- الأشجار الحراجية والثرمية Forest and Fruit Trees:

الطرفاء، الاثل، الكازورينا، ، الاكاسيا، البروسوبس، الرمان ونسبيا اللوكاينا والزيتون
الحبوب والمحاصيل العلفية Grain and forage crops

المحاصيل الحبية:

- الشعير (عربي، أبيض، عربي أسود، الأصناف الباكستانية , PK-30046, PK-30163, PK-30109 وحبوب القمح نسبياً.
- الشوندر، عباد الشمس، والذرة البيضاء نسبياً.

المحاصيل العلفية:

السيبسان S.aculeata، الفصة M. sativa، عشبة الكلار Kallar grass ، الكوخيا
Kochia indica and Kochia scoparia وقد استبعدت الأنواع النباتية التي لم تتأقلم مع
الظروف المالحة المحلية منها والمستوردة وبقي على الأنواع التي تأقلمت واستمرت في النمو تحت
هذه الظروف.

٣- التحاليل الكيميائية والفيزيائية للعينات الترابية والمائية:

جمعت عينات ترابية من حقول الموقع المختلفة بشكل دوري وبمعدل مرة كل عام على الأقل
حيث قدرت فيها بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية مثل : الكاتيونات الذائبة
والمبادلة (Ca, Mg, K, Na) والأيونات (Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻) وكذلك
التحليل الميكانيكي للتربة وقيم الناقلية الكهربائية EC وحموضة التربة pH والكربونات الكلية
ونسبة المادة العضوية وذلك في الأعماق المختلفة للتربة.

إضافة إلى ذلك تم جمع عينات مائية من المصادر التالية:

١ - مياه البئر المستعمل للري.

٢- مياه قنوات الري الجاهزة.

٣- مياه النهر.

٤- مياه الأمطار.

حيث قدرت في هذه العينات بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية لمصادر المياه المذكورة
أعلاه في مخابر الهيئة. إضافة إلى إجراء بعض التحاليل النظائرية لهذه المياه مثل الـ ²H, ³H,

١٨٠ في مخابر بنسنتك في الباكستان لمعرفة مصدر وتوزع الأملاح وديمومة المياه الجوفية وزمن تجددتها وقد استخدمت الطرق التحليلية المعتمدة في الهيئة والوكالة الدولية للطاقة الذرية لإجراء التحاليل السابقة.

تم قياس الرطوبة الأرضية بواسطة جهاز التشنت النيوتروني Neutron probe لتحديد موعد بدء الري وجدولة الري بالطريقة المباشرة، كما تم قياس مؤشرات نمو النباتات المختلفة وإنتاجها وأحجام الأشجار (قطرها، ارتفاعها، عدد الأفرع، المسافة بين العقد، الإنتاج).

تم قياس معدل الرش للحقول المختلفة في الموقع بواسطة الحلقة المزدوجة double ring. كما تم عمل قطاعات مراقبة في حقول الموقع المختلفة لقياس الناقلية الكهربائية للتربة (على أعماق صفر إلى ١٣٥ سم) بفاصل ١٥ سم بين الطبقة والأخرى بالطريقة التقليدية (التوصيل الكهربائي) وبطريقة الامواج الكهرومغناطيسية (EM-٣٨). كذلك تم قياس مستوى الماء الأرضي ودرجة ملوحته وإجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية لهذه المياه والتربة بشكل دوري لتتبع تطور ظاهرة الملوحة.

تم إنشاء خريطة توزع الملوحة في حقول الموقع المختلفة باستخدام جهاز قياس ملوحة التربة المغناطيسي EM-٣٨ ولمدة عامين متتاليين. وذلك بتقسيم كل حقل إلى مربعات ٢٥ × ٢٥ م حيث أخذ قراءات الملوحة عند كل تقاطع ليتم في النهاية رسم خطوط كونتورية لتركيز الملوحة في الموقع.

٤- تحديد القيمة الغذائية لبعض النباتات المحتملة للملوحة وتأثيرها على بعض المؤشرات التناسلية للمجترات الصغيرة:

جرى تحديد القيمة الغذائية لكل من السيسبان وعشبة الكلار (البروتين الخام، الدهن الخام، الألياف الخام)، إضافة إلى تقدير القيم الطاقية (الطاقة الاستقلابية، الطاقة الكلية، الطاقة الصافية لإنتاج الحليب). كما جرى تحديد إنتاجية كل من السيسبان وعشبة الكلار في وحدة المساحة.

جمعت عينات الدم من الوريد الوداجي للمجترات الصغيرة (أغنام عواس سوري وماعز شامي) وفق برامج معينة تغطي مراحل تناسلية مختلفة ومراحل تغذية متعددة. حضر المصل، وقدر تركيز ومنحى هرمون البروجستيرون فيها باستخدام تقانة المقايسة المناعية الإشعاعية.

جرى تحديد بعض المعايير التناسلية والإنتاجية عند المجترات الصغيرة التي غذيت على السيسبان وعشبة الكلار مثل معدل التلقيح، معدل الحمل، طول فترة الحمل، وزن المواليد، معدل المواليد، وزن الفطام، الحالة الصحية للأمهات والمواليد.

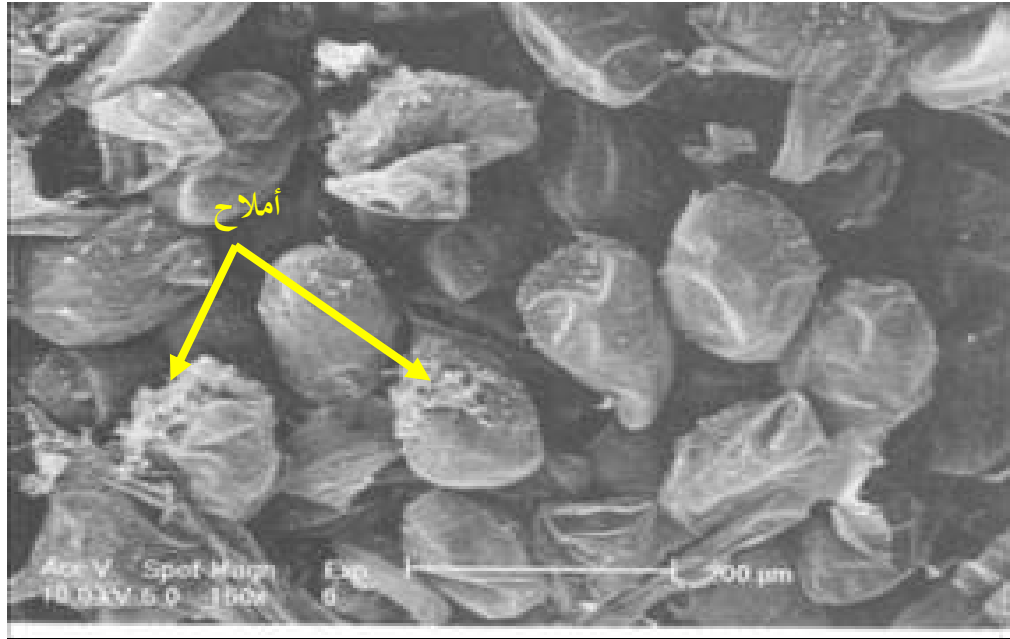
بعض مواصفات النباتات الهامة التي أبدت تأقلاً جيداً مع ظروف الموقع:

-الرغل الملحي (*A.halimus*) (Mediterranean saltbush):

يعد هذا النوع من أهم الأنواع انتشاراً في العالم، وتبلغ المساحة المزروعة منه في سوريا ومصر والأردن والسعودية وليبيا وتونس ٨٠٠٠٠ هكتار. يعتبر هذا النوع ذا تحمل جيد للملوحة وللجفاف. ويتراوح ارتفاعه من ١ وحتى ٣ م، وقطر التاج حتى ٣ م. يستخدم كمادة غذائية إضافية للحيوانات وبخاصة في فصل الخريف ويبيد استساغة جيدة للأغنام والماعز وللجمال. وقد أبدى هذا النوع تحملاً ونمواً جيداً في الظروف الملحية في سوريا.

تتصف أوراق الرغل عموماً بلون أخضر رمادي، ويعود اللون الرمادي بشكل رئيسي إلى وجود غدد يتم تخزين الأملاح فيها، وهي الآلية التي يتم من خلالها تحمل الرغل للظروف المالحة. ويبين الشكل رقم (١) صورة مجهرية للغدد الورقية للرغل الملحي.

الشكل رقم (١)
صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للغدد الورقية لنبات الرغل.
عن Qureshi and Barrett-Lennard. ١٩٩٨



-الرغل الاسترالي (*A.nummularia*) (Oldman saltbush):

ينمو هذا النوع جيداً في الظروف الجافة والتربة المالحة، ويصل ارتفاعه إلى أكثر من ٢ متر. يزرع هذا النوع عادة لإنتاج الوقود وكمصد للرياح وكعلف للحيوانات. وقد أبدى هذا النوع تأقلاً جيداً في التربة الملحية في أرض المشروع في سوريا.

- الرغل الأمريكي *A.canescence* (Fourwing saltbush):

ينتشر هذا النوع طبيعياً في شمال أمريكا، يصل ارتفاعه إلى ١٣٠ سم. ينمو بشكل جيد في المناطق الجافة ويتحمل الترب المالحة والقلوية ذو استساغة جيدة من قبل الحيوانات التي يمكن أن ترعاه خلال السنة. تتراوح نسبة البروتين الخام من ١٨-٢٢% في الأوراق ومن ٧-٨% في الساق وقد أبدى هذا النوع أيضاً تأقلاً جيداً في الترب الملحية في أرض المشروع في سوريا.

- الرغل الزاحف *A.semibacat* (Creeping saltbush):

تعتبر أستراليا الموطن الأصلي لهذا النوع، وينتشر طبيعياً في شمال أفريقيا وينمو بشكل جيد في حوض المتوسط. يعد هذا النوع من أهم أنواع الأترلكس في الحد من تعرية التربة وتثبيتها، وقد أبدى نجاحاً جيداً في إعادة الغطاء النباتي إلى الترب الملحية مع تحمل واضح للمياه المالحة.

- الرغل السوري *A.leucoclada*:

تعتبر مناطق غرب آسيا الموطن الرئيس لهذا النوع وينتشر طبيعياً في مصر وأبدى نجاحاً جيداً في ليبيا. يصل ارتفاعه إلى ١٠٠ سم، ترعاه الحيوانات عبر فصول الجفاف وهو غني بالبروتين. وقد أبدى هذا النوع تأقلاً جيداً في الترب الملحية والمياه المالحة في أرض المشروع في سوريا.

- الرغل التونسي *A.molles*:

ينتشر هذا النوع بشكل رئيس في تونس والجزائر وليبيا، ويسمى في سوريا الرغل التونسي وقد أبدى نجاحاً جيداً في إعادة الغطاء النباتي إلى الترب الملحية مع تحمل واضح للمياه المالحة، بحيث وصل ارتفاعه إلى حوالي ٢ م بعد ثلاث سنوات من الزراعة.

الرغل القلوي *A.vesicaria* و الرغل الكاليفورني *A. polycarpa*:

من أنواع الرغل الأخرى الهامة التي أبدت تأقلاً جيداً في الظروف الملحية في سوريا.

الروثا *Salsola vermiculata*:

يعتبر نبات الروثا نباتاً علفياً مهماً واسع الانتشار في المناطق الجافة من سوريا، يصل ارتفاعه إلى ١١٠ سم وقد أبدى تحملاً جيداً للظروف المالحة، وهو ذو استساغة جيدة من قبل الحيوانات.

وبين الجدول التالي بعض البيانات المتعلقة بارتفاع نباتات الرغل والروثا وأفطار تاجها

الخضري ووزنها الحيوي.

الجدول رقم (١)
ارتفاع بعض الأنواع النباتية، وأقطار التاج الخضري ووزنها الحيوي
(متوسط ثلاثة نباتات) خلال ٢٠٠١ و ٢٠٠٢:

النوع النباتي	السنة	2001		2002		الوزن الحيوي (kg/plan)
		الارتفاع (cm)	قطر التاج (cm)	الارتفاع (cm)	قطر التاج (cm)	
<i>Atriplex leucoclada</i>		70	140	170	180	3.5
<i>Atriplex vesicaria</i>		40	85	54	100	1.5
<i>Atriplex numularia</i>		210	450	390	600	50.0
<i>Atriplex mollis</i>		210	450	330	500	48.5
<i>Atriplex canescence</i>		120	200	130	240	4.5
<i>Atriplex halimus</i>		240	480	300	510	48.0
<i>Atriplex sumibaccata</i>		25	200	40	250	2.0
<i>Salsola vermiculata</i>		80	130	100	135	10.0

عشبة كلار (Kallar grass) *Leptochloa fusca*:

يتبع هذا النوع الفصيلة Poaceae وهو محصول عشبي معمر صيفي، يزرع عادة بمساحات شاسعة في الهند والباكستان، يمكن أن يصل ارتفاع النباتات إلى حدود متر واحد وذلك في المواسم المطرية، ويتراوح ارتفاع النباتات في فصل الشتاء بين ٤٠ و ٨٠ سم.

يتكاثر نبات الكلار عن طريق الفسائل الجذرية، كما يمكن أن يتكاثر بذرياً إلا أن نسبة إنبات بذوره ضعيفة. تتم زراعته عادة بأخذ عقل جذرية بطول ١٥-٣٠ سم وذلك من نباتات بعمر ٣-٤ أشهر وتزرع بالتربة بوجود الماء. يتصف هذا النبات باحتياجاته العالية من الماء ويستطيع النمو في ظروف مختلفة وهو من أهم النباتات المستعملة لإعادة استثمار الأراضي المالحة والمياه الجوفية المالحة نظراً لقدرته على امتصاص الأملاح من التربة. كما يتميز بإنتاجه الخضري المرتفع إذ يمكن أن يصل إنتاجه من المادة الخضراء إلى ٥٠ طن/هكتار سنوياً في حال تكرار عدد الحشات. وقد أبدى هذا النوع النباتي تأقلاً جيداً في الظروف المالحة (تربة ومياه مالحة) في سوريا، وكان متوسط إنتاجه ٣٥ طن/هكتار لدى زراعته بتربة مالحة (١٣ ميلليموز/سم).

استعمالاته:

- ١- علف للحيوانات الزراعية.
- ٢- استصلاح الترب المالحة حيويًا بسبب قدرته على امتصاص الأملاح من التربة.
- ٣- استثمار الأراضي المالحة والمياه المالحة نظراً لقدرته على النمو في ترب ذات مستوى مرتفع من الماء الأرضي وبظروف مالحة.
- ٤- مثبت للأزوت الجوي إذ يحقق جزءاً من متطلباته من عنصر الأزوت عن طريق تثبيت الحيوي اللاتكافلي للأزوت الجوي.

الفصة:

نبات بقولي له القدرة على تحسين مواصفات التربة، ويعتبر علفاً جيداً للحيوانات الزراعية، وأبدى تحملاً جيداً للظروف المالحة وصل إنتاجه الخضري إلى ١٩ طن/هكتار في تربة ملوحتها ١٢ ميلليموز/سم.

عباد الشمس *Helianthus annus*:

يعد محصول عباد الشمس من المحاصيل الزيتية الاقتصادية الهامة، غير أنه قليل التحمل للملوحة إلا أنه تم اختبار أحد الطرز الوراثية منه (G-٣٤٢) حيث تم الحصول عليه من المعهد النووي للزراعة والبيولوجيا NIAB في باكستان وذلك في موقع المشروع حيث أبدى تأقلاً جيداً مع الظروف المالحة، ولكن إنتاجه كان منخفضاً جداً وتراوح إنتاجه من البذور بين ٥٠ و ٧٥ كغ/هكتار.

اللفت الزيتي *Brassica napus*:

اللفت الزيتي من المحاصيل الاقتصادية المهمة لإنتاج الزيت، متحمل جيد للظروف المالحة ووصل إنتاجه من البذور إلى ٥٠٠ كغ/هكتار في العام.

الشعير:

تم اختبار عدد من أصناف الشعير المحلية والمدخلة من باكستان في موقع المشروع بدير الزور. ومن الأصناف المختبرة: PK٣٠١٣٠، PK٣٠٠٤٦، PK٣٠٠٤٧ و Barley (M) من باكستان، إضافة إلى الشعير العربي الأبيض والأسود المحليين، ووصل إنتاج بعضها إلى ٢ طن بالهكتار/ في ترب تراوحت ملوحتها بين ١٤ و ١٨ ميلليموزاً.

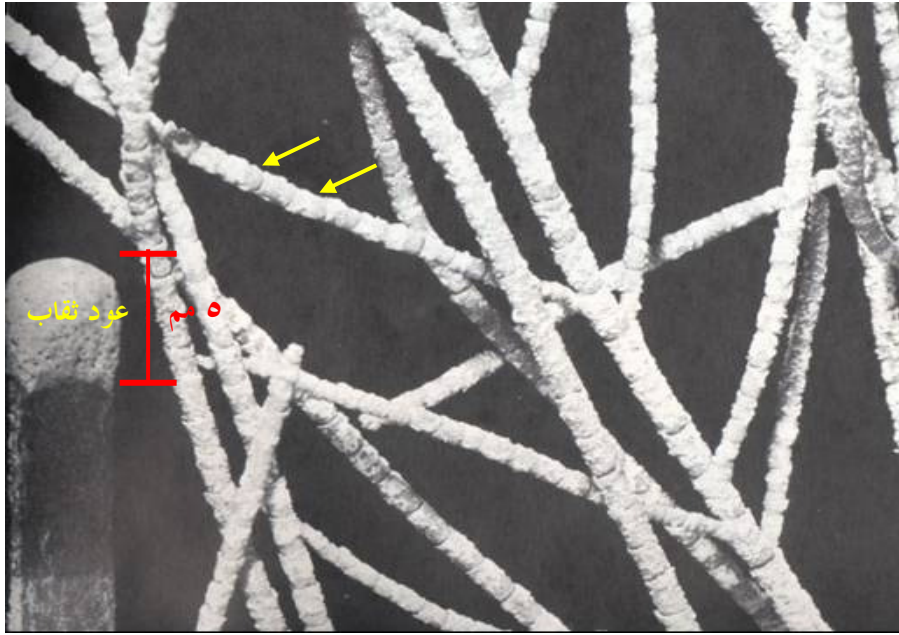
الطرفاء *Tamarex aphella*:

تتميز شجيرات الطرفاء بشدة تحملها للملوحة فهي تنمو طبيعياً في السبخات الملحية، وأوضحت نتائج زراعته في الترب المالحة نمواً سريعاً فاق نمو الأنواع الأخرى.

الإثل *Tamarex articulate*:

تعتبر أشجار الإثل من النباتات المحبة للملوحة فهي تنمو بشكل جيد في الترب الملحية وعلى شواطئ البحار بحيث تكون لها القدرة على تحمل الرطوبة الجوية المالحة. ويتميز هذا النبات بالقدرة على امتصاص الأملاح من التربة، وطرحها خارجاً عن طريق الأوراق، مما يجعله من النباتات المتميزة في استصلاح التربة المتملحة حيويًا.

ويوضح الشكل التالي وجود الأملاح على سطح أوراق نبات *Tamarex pentadra* حيث يتم إفرازه خارج النبات الأمر الذي يساعد في الحفاظ على تركيز الأملاح داخل النسج النباتية (Salisbury and Ross, ١٩٧٨).

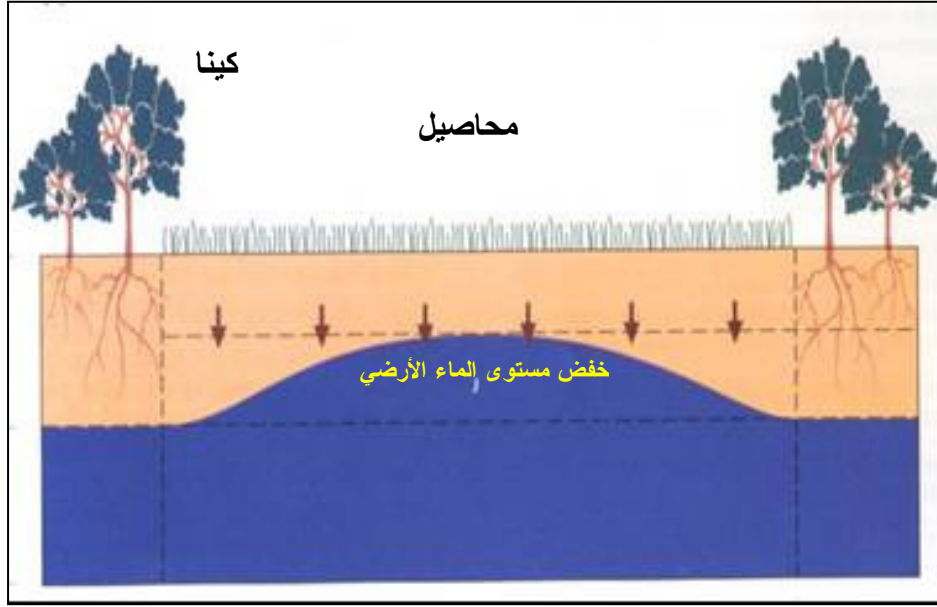


توضع الأملاح على سطح أوراق نبات *Tamarex pentadra*

الكينا *Eucalyptus camaldulenses*:

الكينا من الأشجار الحراجية الهامة التي تتبع الفصيلة *Myrtaceae*، يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٣٠ متراً، ذات الاستخدامات المتعددة (صناعة الورق، مواد صيدلانية، تربية النحل... الخ)، وقد أبدى هذا النوع نمواً جيداً في موقع المشروع .

ومن الميزات الهامة لأشجار الكينا في الظروف المالحة هو تمتعها بقدرة على خفض مستوى الماء الأرضي الذي يفيد في استزراع نباتات أخرى أقل تحملاً للملوحة وذلك بين أشجار الكينا.



مخطط توضيحي يبين دور الكينا في خفض مستوى الماء الأرضي

الكازوارينا *Casuarina equisetifolia*:

الكازوارينا من الأشجار دائمة الخضرة، تتبع الفصيلة الكازوارينية، يصل ارتفاعها إلى أكثر من ١٠ أمتار، تزهر في شهر آذار، تتواجد البذور في أكواز صغيرة الحجم تنضج في شهر حزيران وتموز. تتكاثر بالبذور وعادة تنخفض حيوية البذور إلى ٣٠% بعد ثلاث سنوات.

تنمو أشجار الكازوارينا على شواطئ البحار وهي من النباتات المثبتة لآلآت الجوي بالتعايش مع بكتريا فرانكيا، لها القدرة على تثبيت الرمال، وذات تحمل جيد للجفاف وأبدى هذا النوع تأقلاً جيداً في الترب المتملحة والري بمياه مالحة.

الأكاسيا *Acacia ampliceps* Maslin:

نبات بقولي شجري من الفصيلة Fabaceae سريع النمو، يتراوح ارتفاعه بين ٢ و ٨ أمتار، ذو ساق أحادية أو متفرعة، أوراقه متطاولة تخينة وأزهاره بيضاء مائلة إلى اللون الكريمي. يتراوح عدد البذور بين ٣٠ و ٤٠ بذرة في واحد جرام، وهي توضع داخل قرون. يتكاثر هذا النوع رئيسياً بالبذور وذلك بعد نقعها بالماء الساخن لمدة دقيقة قبل زراعتها في أكياس.

يتصف هذا النوع من الأكاسيا بأهمية علفية كبيرة، وذو مصدر جيد للرحيق، جيد التحمل للظروف المالحة في سوريا، ولكنه شديد التأثر بالصقيع، إلا أنه قادر على تشكيل نموات جيدة بعد جفاف المجموع الخضري.

البروسوبيس :Prosopis juliflora (Swartz) D. C.

تعد البروسوبيس من الشجيرات البقولية الواسعة الانتشار في الباكستان، شديدة التحمل للملوحة، وقد أبدت نمواً جيداً في الظروف المالحة في سوريا ولكنه أيضاً شديد التأثر بالصقيع. تتكاثر رئيسياً بالبذور إما بنقعها بالماء العادي لمدة ٤٨ ساعة أو بغمرها بالماء الساخن لمدة ٥-٧ دقائق أو باستعمال حمض الكبريت.

استعمالاته:

- ١- خفض مستوى الماء الأرضي.
- ٢- متحمل جيد لملوحة التربة و لملوحة مياه الري ولقلوية التربة.
- ٣- إمكانية استعمال خشبة في بعض الصناعات الخفيفة.
- ٤- تعتبر أزهاره مصدراً جيداً للرحيق اللازم لتربية النحل.

الجدول رقم (٢)

ارتفاع بعض الأنواع النباتية، وأقطار الساق خلال ٢٠٠١ و ٢٠٠٢:

السنة	٢٠٠١		٢٠٠٢	
النوع النباتي	الارتفاع (cm)	قطر الساق (cm)	الارتفاع (cm)	قطر التاج (cm)
Acacia ampliceps	١٨٠	٣,٧	١٩٣	٤,٢
Tamarex articulate	٣٦٠	٦,٤	٥٣٠	٨,٠
Tamarex aphylla	١٧٥	٤,٦	٣٠٠	٤,٧
Eucaliptus camaldeulensis	٤٨٠	٥,٦	٥٢٠	٦,٣
Prosopis juliflora	١٩٠	٥,٩	١٣٠	٦,٢
Casuarina gluca	-	-	٢٣٠	٤,٤

الباركانسونيا :Parkansonia aculeata L.

يتبع هذا النوع الفصيلة Fabaceae، وتعتبر أمريكا الموطن الأصلي لهذا النوع النباتي. يتصف نبات الباركانسونيا بأوراقه الدائمة الخضرة، وهو نبات شجري يتراوح ارتفاعه من ٥-٩ أمتار وقطر جذعه بحدود ٣٠ سم، ويحمل أشوكاً صغيرة حادة. وقد وصلت إرتفاعات النباتات

النامية في موقع المشروع بدير الزور إلى ١٥٠ سم خلال عامين. ينتج نبات الباركانسونيا أزهاراً صفراء اللون وذلك في شهر أيار، وتتضج قرونها خلال شهر تموز. أوراقه مركبة متطاولة ومديبة.

يتصف نبات الباركانسونيا بتحمل جيد للملوحة والجفاف ولكنه حساس للظروف الغدقة. يتكاثر نبات الباركانسونيا رئيسياً بالبذور التي يفضل نقعها بالماء لمدة ٣-٤ أيام لكسر طور السكون.

يستعمل نبات الباركانسونيا لاستثمار الأراضي المتأثرة بالأملاح وتستخدم بذوره وقرونها الغضة في تغذية الأغنام والماعز في بعض دول أمريكا الجنوبية، كما يعد نباتاً عطرياً.

الكوخيا *Kochia indica*:

تعتبر الكوخيا من المحاصيل العلفية الغنية بالبروتين وذات استساغة عالية من قبل الحيوانات الزراعية. يمكن زراعة البذور في نهاية فصل الشتاء وأوائل فصل الربيع حيث يمكن رعيها خضراء أو مفرومة أو مجففة على شكل بالات. تقاوم الكوخيا الجفاف وتحمل الملوحة وتعد محصولاً علفياً جيداً في المناطق الجافة، وقد أبدى هذا النوع تأقلاً جيداً في موقع المشروع.

الرمان *Punica granatum*:

يعد الرمان من أشجار الفاكهة المهمة في حوض البحر الأبيض المتوسط. ومن المعروف أن للرمان استعمالات عديدة حيث تستعمل ثماره (بشكل طازج أو عصائر) في تغذية الإنسان، كما أن لقشور الثمار العديد من الإستعمالات الطبية والصناعية. لقد أختبر نبات الرمان في موقع المشروع وقد أبدى نمواً جيداً ولكن نوعية الإنتاج كانت متدنية.

اللوكاينا *Leucaena leucocephala*:

يعد نبات اللوكاينا *Leucaena leucocephala* من الأنواع النباتية البقولية المهمة التي تتصف بقدرة مرتفعة في تثبيت الأزوت الجوي. وتعتبر المكسيك وأمريكا الوسطى الموطن الأصلي له ويتميز بانتشاره الواسع في العديد من المناطق في العالم. أدخل هذا النوع النباتي إلى سوريا ضمن إطار المشروع الحالي والذي اتصف بنمو جيد في ضمن الظروف المختلفة، وقد أبدى نجاحاً مقبولاً في الترب المالحة. لقد بينت العديد من الدراسات أهمية نبات اللوكاينا في تغذية الحيوان وكسماد أخضر ونبات مظلّل للمحاصيل الأخرى في المناطق الحارة ونجاحه في المنحدرات وكمصدر للخشب.

تتبع أنواع اللوكاينا الفصيلة البقولية Leguminosae وهي شجيرة صغيرة عموماً وقد يصل

ارتفاع بعض الأشجار أحياناً إلى ٢٠ متراً. أوراقها مركبة وموزعة بشكل ثنائي يتراوح طولها بين ١٥ و ٢٠ سم. أزهارها بيضاء ذاتية التلقيح. ويتكاثر بالبذور وذلك بعد نفعها بالماء الساخن لمدة دقيقة.

يحتوي القرن الواحد على حوالي ١٥ بذرة. ويبلغ عدد البذور ١٠٠٠٠-٢٠٠٠٠ بذرة في كل ١ كغ. ونظراً للانتشار الواسع للوكاينا فهناك تسميات عديدة له نذكر منها:

الإسم الشائع: Leucaena .

الإسم الأسباني: Guaje.

الإسم الأمريكي الأصلي: Huaxin.

الإسم الهندي: Subabul.

الإسم الأندلسي: Lamtoro.

الإسم الصيني: Yin hue whan.

الإسم الفلبيني: Ipilpil.

جزيرة الباسيفيك: Tangantangan.

الإسم اللاتيني: Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit

ويعد هذا النوع من الأنواع النباتية الشائعة الاستعمال في أنظمة الزراعة المختلطة نظراً لأهميتها في تحسين إنتاج بعض المحاصيل الزراعية كالذرة. يتميز هذا النوع بتثبيت كميات مرتفعة من الآزوت الجوي والتي تتراوح بين ١٠٠ وحتى ٥٠٠ كغ N/هـ. وتتصف أوراقه بتحلل سريع لذلك تعتبر ذات أهمية جيدة في استعماله كسماد أخضر لتحقيق متطلبات المحاصيل الأخرى من الآزوت ومن العناصر الأخرى.

السيببان *Sesbania aculeata*:

يتبع السيببان العائلة البقولية Leguminosae وهو نبات حولي يتميز بنموه السريع يصل ارتفاعه إلى ٣,٥ أمتار خلال موسم الصيف، أوراقه مركبة يشكل قرون بطول ١٥-٢٥ سم وبقطر ٢-٣ ميليمترات ويحتوي ٣٥-٤٠ بذرة. البذور ذات لون بني مخضر داكن بطول حوالي ٤ ميليمترات.

لنبات السيببان *Sesbania aculeata* قدرة على استصلاح الأراضي المالحة نظراً لمساهمته في تحسين خصوبة التربة من خلال تزويد التربة بالمادة العضوية وزيادة إتاحة العناصر

الغذائية في التربة وإزاحة بعض الأملاح المعدنية إضافة إلى تثبيت الآزوت الجوي، وتتجلى هذه الفائدة في نمو المحاصيل اللاحقة. تعتبر الباكستان والهند الموطن الأصلي لنبات *Sesbania aculeata*، وقد أبدت نتائج زراعة هذا النبات في سوريا نجاحاً باهراً حيث اتصف بقدرة جيدة على تحمل الظروف المالحة في سوريا حيث وصلت ارتفاعات النباتات إلى ثلاثة أمتار في غضون ثلاثة أشهر من النمو.

استعمالاته:

- ١- استثمار واستصلاح الترب المالحة.
- ٢- استعمال السيسبان كعلف أخضر لتغذية الحيوانات الزراعية.
- ٣- تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية إذ يمكن أن يضيف ٥٠٠٠-٧٠٠٠ كغ / هـ من المادة العضوية إضافة إلى قدرته على تثبيت كميات مرتفعة من الآزوت الجوي (٦٠-١٠٠ كغ N/هـ).
- ٤- رفع كفاءة استعمال الأراضي الزراعية بإتباع نظم الزراعة المختلطة مع النباتات النجيلية.

استخدام المياه غير التقليدية كمصدر بديل للري

إعداد

م. محمد عايش
جمعية البيئة الأردنية
المملكة الأردنية الهاشمية

تمهيد:

معظم الوطن العربي هو ضمن الحزام الجاف وشبه الجاف حيث معدلات الهطول المطري منخفضة ومعامل التغير المطري مرتفع وتتعاقب عليه سنوات الجفاف. ويتبخر أغلب الهطول المطري المتدني مع حرارة الجو وجفافه أو يأتي متدفقاً على فترات متباعدة وقصيرة المدى يصعب معها التحكم والاستفادة المثلى منه. ومع التزايد السكاني السنوي، الذي يفوق الـ ٣% في كثير من الدول العربية، وزيادة الطلب على استهلاك المياه والهدر الذي يمارس في بعض المواقع حتى تحت ظروف الندرة تعاني العديد من الدول العربية من شح كبير في المصادر المائية المتاحة للاستعمالات المختلفة.

تعاادل مساحة الوطن العربي حوالي عشر مساحة اليابسة في العالم لكنه يتلقى نحو ٢% فقط من إجمالي أمطار اليابسة، فالصحاري بمناخها الجاف والحر تشغل ثلاثة أرباع المساحة الكلية للوطن العربي، وقد انعكس ذلك في شح الهطول المطري وارتفاع معامل تغيرها ونتج عن ذلك مياه سطحية هي دون الواحد بالمائة من الجريان السطحي في العالم. من جانب آخر فإن معظم الموارد المائية السطحية بالوطن العربي هي مياه مشتركة بين أقطاره أو أقطار خارجه. من ناحية أخرى تتدهور نوعية مياه الأحواض المشتركة نتيجة لمصادر التلوث المختلفة التي تتعرض لها هذه المياه في مصادرها في الدول المشاركة في حوض النهر، فمثلاً في سنة ١٩٩٢-١٩٩٣ ارتفعت ملوحة مياه نهر الفرات من ٠.٥-٢,١١ م/دسم في قنوات الري نظراً لانخفاض مستوى المياه في النهر في تلك السنة.

وقد بدأت تظهر آثار تلوث للمياه الجوفية في بعض المواقع بخاصة في المناطق التي تسحب من الأحواض الجوفية الضحلة، ويتطلب هذا تكاليف إضافية لرفع مستوى نوعية المياه ورغم ذلك

ظهرت بعض الأمراض لصعوبة معالجة المياه الجوفية للحد المطلوب.

يضاف للمصادر المائية مصادر المياه غير التقليدية كتحتلية مياه البحر وإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة أو مياه الصرف الصحي المستصلحة ومياه الصرف الزراعي والصناعي بعد معالجتها للحد المطلوب. وتقدر هذه المصادر غير التقليدية بحوالي ١٤ مليار متر مكعب في العالم العربي. ويغلب إنتاج مياه البحر المحلاة في الجزيرة العربية (منطقة الخليج العربي)، وتقود مصر والأردن زمام إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي والصحي والصناعي.

ونتيجة لزيادة الطلب على المصادر المائية لتوفير الحاجات الأساسية المتزايدة للسكان من شرب وغذاء فإن الأنظار تتجه إلى استعمال مصادر المياه غير التقليدية في الزراعة. وبالتالي فقد اتجهت العديد من الدول العربية إلى إجراء الدراسات والبحوث في مجال استعمال المياه متوسطة الملوحة والمالحة والمياه العادمة ومياه الصرف الزراعي والمياه الرمادية في الزراعة حيث تم الحصول على نتائج جيدة جداً وتطوير تقنيات حديثة لاستعمال هذه المياه بما لا يؤثر على إنتاجية الأراضي وعدم تدهورها وكذلك المحافظة على البيئة.

فقد أمكن تحديد الحدود الحرجة الملحية للعديد من المحاصيل الزراعية في الحقل وفي حقول المزارعين وأمكن الحصول على إنتاج زراعي يتراوح بين ٨٥% إلى ٩٥% من إنتاج المياه العذبة باستخدام مياه عذبة بنسبة ٥٠% من الاحتياجات المائية والـ ٥٠% الباقية هي مياه متوسطة الملوحة أو مالحة. كما تم تطوير تقنيات استعمال هذه المياه بعدة طرق مثل الري بواسطة الخزافات الراشحة لري المحاصيل البستانية والأشجار الحراجية.

مصادر المياه غير التقليدية

تشمل مصادر المياه غير التقليدية:

* المياه العادمة المعالجة.

* المياه المالحة وتحلية المياه المالحة ومياه البحر.

* مياه الصرف الزراعي.

* المياه الرمادية.

* المياه العادمة المعالجة:

أدى التطور الذي شهدته معظم دول العالم وزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة إلى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المياه من كافة المصادر التقليدية وغير التقليدية وتعد إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة من طرق استغلال المياه التي تلاقي قبولا ملحوظا في الآونة

الأخيرة.

إن الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو المحافظة على البيئة وحماية المصادر المائية ومنع التلوث، ومن الأسباب الهامة لتطوير طرق معالجتها تأثيرها على الصحة العامة والبيئة، حيث كانت المعالجة تنحصر في إزالة المواد العالقة والطافية والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض. ومع تقدم العلم وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة إضافة إلى التقدم الصناعي وإنتاج مواد جديدة جعل من الضروري تطوير طرق معالجة لتلك المياه تكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرق المستعملة قديماً.

* مياه الصرف الصحي وملوثاتها:

يتم تجميع مياه الصرف الصحي من عدة مصادر تشمل:

- ١- مياه استعمالات الأغراض المنزلية والتجارية وغيرها كالمدارس والفنادق والمطاعم.
 - ٢- مياه الاستعمالات الصناعية.
 - ٣- مياه الأمطار في حالة دمج شبكة المجاري بشبكة تصريف السيول.
- تحتوي هذه المياه على عدة عناصر صلبة وذائبة، يمثل الماء فيها نسبة ٩٩,٩% والبقية عبارة عن ملوثات أهمها:

- ١- مواد عالقة.
- ٢- مواد عضوية قابلة للتحلل.
- ٣- كائنات حية مسببة للأمراض.
- ٤- مواد مغذية للنبات (نيتروجين، فوسفور، بوتاسيوم).
- ٥- مواد عضوية مقاومة للتحلل.
- ٦- معادن ثقيلة.
- ٧- أملاح معدنية ذائبة.

الأمراض التي تسببها المياه العادمة:

١- الأمراض المتسببة عن البكتيريا Bacteria Caused Diseases:

* حمى التيفوئيد Typhoid Fever.

* حمى باراد تيفوئيد Paratyphoid Fever.

* كوليرا Cholera.

* دوسنتاريا باسيللية Bacillary Dysentery.

٢ - الأمراض المتسببة عن الفيروسات Viruses Caused Diseases.

* شلل الأطفال Poliomyelitis.

* التهاب الكبد Infectious Hepatitis.

٣ - الأمراض المتسببة عن الطفيليات المعوية Intestinal Parasitic Diseases.

* الزحار الأميبي Amoebic Dysentery.

* مرض الإسكارس Ascaris.

* البلهارسيا Balharziasis.

* الجارديا (إسهالات) Gardiasis.

ولهذا فإن إحدى المهمات الأساسية لمحطات التنقية هو العمل على إزالة وقتل أكبر عدد ممكن من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وذلك لضمان حماية البيئة من التلوث سواء حماية مناطق التصريف النهائي للمياه المعالجة أو سلامة مياه الشرب وحمايتها من التلوث.

وقد قامت معظم الدول العربية بوضع مواصفة قياسية لاستعمال المياه العادمة المعالجة للري. على سبيل المثال وضعت الحكومة الأردنية مواصفة قياسية أردنية للسيطرة على عمليات إعادة استعمال المياه المعالجة عام ٢٠٠٢ تحت رقم ٨٩٣ حيث غطت المواصفة معظم الجوانب الخاصة باستعمال المياه العادمة المعالجة (مياه الصرف الصحي المستصلحة) ونوعية المياه المسموح بتصريفها إلى السيول أو الأودية، نوعية المياه المسموح باستخدامها لأغراض تغذية أحواض المياه الجوفية الاصطناعية، نوعية المياه المستصلحة لأغراض الري.

معالجة مياه الصرف الصحي:

تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي تتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيز المرتفع في تلك المياه مثل الفوسفور والنيتروجين ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات تمهيدية وأولية وثانوية ومتقدمة، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة وتتضمن هذه المراحل مايلي:

١ - المعالجة التمهيدية:

تستخدم في هذه المرحلة وسائل لفصل وتقطيع الأجزاء الكبيرة الموجودة في المياه لحماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب، وتتكون هذه الوسائل من منخل متسع الفتحات وأجهزة سحق وتحتوي هذه المرحلة أحياناً على أحواض أولية للتشبييع بالأكسجين، ومن خلال هذه العملية فإنه يمكن إزالة ٥ - ١٠ % من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى ٢ - ٢٠ % من المواد العالقة. ولا تعد هذه النسب من الإزالة كافية لغرض إعادة استعمال المياه في أي نشاط.

٢ - المعالجة الأولية:

الغرض من هذه المرحلة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة غير العضوية القابلة للفصل من خلال عملية الترسيب. ويمكن في هذه المرحلة من المعالجة إزالة ٣٥ - ٥٠ % من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى ٥٠ - ٧٠ % من المواد العالقة وحتى هذه الدرجة من المعالجة فإن الماء لا يزال غير صالح للاستعمال. وتحتوي الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أحواض للترسيب بالإضافة إلى المرافق الموجودة في وحدة المعالجة التمهيدية وربما تحتوي أيضاً على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه.

٣ - المعالجة الثانوية:

هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل بيولوجي للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب في حوض الترسيب الثانوي، وهناك عدة أنواع من المعالجة الثانوية يمكن تقسيمها حسب سرعة تحليل المواد العضوية إلى:

- عمليات عالية المعدل: ومن أمثلتها عملية الحمأة المحفزة Activated sludge process والترشيح بالتقطيط Trickling filter والتلامس الحيوي دائري الحركة Rotating biological contactors.

- عمليات منخفضة المعدل: ومن أمثلتها البحيرات الضحلة ذات التهوية Aerated Lagoons وبرك الاستقرار Stabilization Ponds. ويمكن من خلال المعالجة الثانوية إزالة ما يقرب ٩٠ % من المواد القابلة للتحلل إضافة إلى ٨٥ % من المواد العالقة.

٤ - المعالجة المتقدمة:

يتم تطبيق هذه المعالجة عندما تكون هناك حاجة إلى درجة عالية من المعالجة حيث تحتوي هذه المرحلة على عمليات مختلفة لإزالة الملوثات التي لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية السابقة مثل: النتروجين والفوسفور والمواد العضوية والمواد العالقة الصلبة الزائدة إضافة إلى المواد التي يصعب تحليلها بسهولة والمواد السامة وتتضمن هذه العمليات ما يلي:

١ - التخثر الكيميائي والترسيب sedimentation & Chemical coagulation:

التخثر الكيميائي عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائي للجسيمات ينتج عنه تلاحقها مع بعضها وبالتالي تجمعها ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لزيادة حجمها. وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمنيوم والكالسيوم والبوليمر.

٢ - الترشيح الرملي Sand Filtration:

عبارة عن عملية تسمح بنفاذ الماء خلال وسط رملي بسماكة لا تقل عن ٥٠ سم ويتم من خلال هذه العملية إزالة معظم الجسيمات العالقة والتي لم يتم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لصغر حجمها، إضافة إلى إزالة المواد الصلبة المتبقية بعد عملية التخثر الكيميائي، كما أن هذه العملية ضرورية لتنقية المياه قبل معالجتها في عمليات لاحقة مثل الامتصاص الكربوني والتبادل الأيوني والتناضح العكسي.

٣ - الامتصاص الكربوني Carbon Adsorption:

ويتم في هذه العملية استخدام كربون منشط لإزالة المواد العضوية الذائبة حيث يتم تمرير المياه من خلال خزانات تحتوي على الوسط الكربوني ويتم من خلال الكربون المنشط امتصاص المواد العضوية الذائبة الموجودة في مياه الفضلات. وبعد تشبع الوسط الكربوني تتم إعادة تنشيطه بواسطة الحرق أو استخدام مواد كيميائية.

٤ - التبادل الأيوني Ion Exchange:

من خلال هذه العملية يتم إحلال أيونات معينة في الماء من مادة تبادل غير قابلة للذوبان بأيونات أخرى. وعملية التبادل الأيوني مشابهة لعملية الامتصاص الكربوني إلا أن الأولى تستعمل لأغراض إزالة المواد غير العضوية.

٥ - التناضح العكسي Reverse Osmosis:

يتم في هذه العملية ضخ الماء تحت ضغط عالٍ من خلال غشاء رقيق ذي فتحات صغيرة جداً يسمح بمرور جزيئات الماء فقط ويمنع مرور جزيئات الأملاح.

ويوضح الجدول رقم (١) نسب إزالة بعض الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي من خلال طرق المعالجة المختلفة الأولية والثانوية والمتقدمة.

٦ - عملية التطهير:

تتم عملية التطهير من خلال حقن محلول الكلور إلى حوض التطهير حيث تتراوح الجرعة ما بين ٥ - ١٠ ملليجرامات للتر الواحد، وعادة ما تكون فترة التطهير لمدة ١٥ دقيقة كحد أدنى في

حالة عدم استخدامها وفي حالات استخدام المياه في الأغراض الزراعية فإن مدة التطهير تصل إلى ١٢٠ دقيقة.

مواصفات ومكونات المياه العادمة المعالجة:

يعتمد تركيب المياه العادمة المعالجة على مصدر هذه المياه سواء كان منزلياً أو صناعياً أو غيره. كما يحدد نوع المصدر نوع نظام المعالجة اللازم لمعالجة المياه العادمة لتكون مطابقة لمواصفات التصريف أو استعمال الري أو لتغذية المياه الجوفية.

جدول رقم (١)

نسب إزالة بعض الملوثات الموجودة في مياه
الصرف الصحي من خلال طرق المعالجة المختلفة
الأولية والثانوية والمتقدمة

معالجة متقدمة باستخدام			معالجة ثانوية عملية الحمأة المحفزة %	معالجة أولية %	الطريقة عنصر الإزالة
أكسدة كيميائية وتناضح عكسي %	امتصاص كربوني بعد التبادل الأيوني %	المرشحات الرمليّة %			
١٠٠	١٠٠	٩٦	٩٤	٤٢	الأكسجين الكيموحيوي
١٠٠	٩٨	٨٨	٨٣	٣٨	الأكسجين الكيميائي
١٠٠	١٠٠	٩٩	٩١	٦٣	المواد العالقة الصلبة
١٠٠	١٠٠	٨٠	٧٠	١٨	نتروجين الأمونيا
١٠٠	١٠٠	٨٣	٦٠	٢٧	الفوسفور
١٠٠	١٠٠	٩٠	٨٩	٣٤	الكربون العضوي
١٠٠	٩٧	٩٤	٩٤	٦٥	الزيوت والدهون
١٠٠	١٠٠	٩٧	٩٠	٣١	العكر
لا تغير	لا تغير	٨٩	٣٨	تزداد	القلوية
٩٣	٩٣	٧٠	٥٦	١٥	اللون
٩٢	٩٢	٧٩	٧٩	٢٧	المواد المسببة للزبد

الخواص الكيميائية:

- تحتوي على العناصر الكيميائية المختلفة الموجودة في المياه والتي تشمل:

(Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃, NO₂, TN, Organic-N, PO₄)

- درجة الحموضة: والتي تتغير حسب مكونات المياه العادمة ولكن تكون منخفضة في مراحل

التخمر اللاهوائي.

- عناصر صغرى وثقيلة مثل (Cd, Pb, Ni, Fe, Mn, Cu, etc.).

- وينبعث من المياه العادمة غازات مختلفة (O_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S , and CH_4).

وتحتوي مياه الصرف الصحي على مركبات سامة قلوية على شكل كربونات الكالسيوم ونشادر وكلوريد الصوديوم ومواد صلبة ذائبة وغير ذائبة ونيتروجين على شكل نترات ونيترت. وبشكل عام لا ضرر من استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة (معالجة ثنائية على الأقل ويفضل أن تكون المعالجة ثلاثية) في ري نباتات الزينة وأنها آمنة في محتواها الكيماوي والميكروبي. أما مياه الصرف الصحي المعالجة أولية فلا ينصح باستعمالها، لأنها تحتوي على بقايا الفضلات وبعض المواد السامة بالإضافة لبقاء الرائحة الكريهة جداً.

الخواص البيولوجية:

* **BOD**: يعبر عن نسبة الأكسجين الممتص حيويًا واللازم لعملية تحلل الكربون العضوي.

* **COD**: يعبر عن نسبة الأوكسجين الممتص كيميائيًا واللازم لعملية تحلل الكربون العضوي وغير العضوي.

ويمكن تصنيف الكائنات البيولوجية الدقيقة الممرضة والتي توجد في المياه العادمة حسب الآتي:

١- البكتيريا Bacteria.

٢- الفيروسات Viruses.

٣- الطفيليات Parasites.

٤- الفطريات Fungi.

الخواص الفيزيائية:

تحتوي المياه العادمة المعالجة على نسب متفاوتة من المواد الصلبة وتشمل:

(TS, TSS and TDS. (TDS= TS-TSS)).

الرائحة: ينبعث من المياه العادمة المعالجة روائح كريهة تنتج عن معالجة المياه وبخاصة غازات الكبريت والأمونيا وغيرها.

الكثافة: للمياه العادمة المعالجة كثافة تعتمد على محتوى المياه وقوامها.

مجالات استعمال المياه العادمة المعالجة:

- * ري الأشجار الحرجية ونباتات الزينة.
- * ري المحاصيل التصنيعية وذات الفوائد الاقتصادية مثل الكينا، الليف وغيرها.
- * ري المسطحات الخضراء.
- * إنتاج الأعلاف الخضراء.
- * أغراض صناعية.
- * إعادة حقنها للمياه الجوفية.

إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة لأغراض الري:

يتطلب استخدام المياه المعالجة لأغراض الري إجراءات خاصة لحماية الصحة العامة ولمنع التملح وحالات التسمم. لا ينصح باستعمال المياه العادمة المعالجة لري بعض المحاصيل مثل الخضروات والمحاصيل التي تؤكل نيئة والتي تحتاج إلى نوعية مياه جيدة وغير معرضة للمخاطر الصحية. أما بالنسبة للمحاصيل التي تؤكل بعد طبخها أو عند حالات التعرض غير المباشرة فإنها تحتاج إلى مياه ذات نوعية أقل. أهم المعايير هي تلك التي تحمي صحة المزارعين عمال الزراعة والمستهلكين. المعيار الأولي لمدى الخطورة على الصحة هو عدد العصيات البرازية وبيضوس الديدان.

مميزات استعمال المياه العادمة المعالجة في الري:

- * توفير مصادر المياه العذبة لاستخدامها في مجالات أكثر أهمية مثل الشرب وإنتاج الخضروات وغيرها.
- * زيادة كفاءة استخدام المياه باعتبارها طريقة سليمة لتصريف المياه وعدم هدرها.
- * تقليل تكلفة مدخلات الإنتاج الزراعي من خلال:
 - السعر المنخفض للمياه المستصلحة مقارنة بسعر المياه العذبة.
 - تقليل استخدام الأسمدة الكيماوية لاحتوائها على الكثير من العناصر الغذائية للنبات.
- * تحسين خواص التربة بزيادة مستويات المادة العضوية.
- * زيادة الإنتاج الزراعي.

* تقليل الأثر البيئي المترتب على التخلص العشوائي للمياه العادمة المعالجة في الأودية والحفر الامتصاصية.

السلبات والمخاطر المتوقعة:

- ١- تدهور خواص التربة الزراعية بسبب ارتفاع ملوحتها واحتمال زيادة تركيز بعض العناصر إلى حد السمية مثل الكلور والصوديوم.
- ٢- احتمال تراكم بعض العناصر الثقيلة مما يسبب سمية للنبات والإنسان.
- ٣- الأثر السلبي على الصحة العامة نتيجة المسببات المرضية التي قد تحملها هذه المياه إلى التربة.
- ٤- تحتوي على مواد صلبة عالقة تسبب انسداد شبكة الري والفراغات الشعرية في التربة الجدول رقم (٢).
- ٥- قد تحتوي على بذور بعض الأعشاب الضارة والتي يستوجب معالجتها والتخلص منها. ويمكن التخلص من بذور الأعشاب في مياه الصرف الصحي المعالجة عن طريق استعمالها بعد معالجتها معالجة ثلاثية. حيث إن المعالجة الابتدائية أو الأحادية (الفيزيائية) تقتل حوالي ٣٠-٤٠ % فقط من بذور الأعشاب.

جدول رقم (٢)
تأثير نوعية مياه الري على احتمالية انسداد
النقاطات في نظام الري بالتنقيط

المشكلة المحتملة	الوحدات	لا يوجد	قليلة إلى متوسطة	شديدة
فيزيائية				
المواد الصلبة العالقة	ملغم/لتر	أقل من ٥٠	٥٠-١٠٠	أكبر من ١٠٠
كيميائية				
pH		أقل من ٧	٧-٨	أكبر من ٨
الأملاح الذائبة	ملغم/لتر	أقل من ٥٠٠	٥٠٠-٢٠٠٠	أكبر من ٢٠٠٠
المنغنيز	ملغم/لتر	أقل من ٠,١	٠,١-١,٥	أكبر من ١,٥
الحديد	ملغم/لتر	أقل من ٠,١	٠,١-١,٥	أكبر من ١,٥
كبريتيد الهيدروجين	ملغم/لتر	أقل من ٠,٥	٠,٥-٢	أكبر من ٢
بيولوجية				

عدد الجراثيم	الحد الأعلى عدد/مل	أقل من ١٠٠٠٠	-١٠٠٠٠ ٥٠٠٠٠	أكبر من ٥٠٠٠٠
--------------	-----------------------	--------------	-----------------	---------------

المصدر: ١١٩٨٥, Ayers and westcot.

دلائل إرشادية لاستخدام المياه العادمة المعالجة للري:

تمثل نوعية مياه الري أهم العوامل المؤثرة على صلاحية المياه للري. وفي حالة مصادر المياه غير التقليدية فإن نوعية المياه هي من أهم المعايير المؤثرة على صلاحية هذه المصادر لاستعمالها للأغراض الزراعية.

وتعتمد صلاحية أي نوعية مياه للري على العوامل التالية (بشكل عام):

١- تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية والتي يعبر عنها بوحدة التوصيل الكهربائي (EC) والتي تؤثر بشكل كبير على إنتاجية المحاصيل (الجدول رقم (٣)). وكلما ارتفعت قيمة التوصيل الكهربائي كلما ارتفعت ملوحة المياه وزاد أثرها على النبات والتربة كما هو موضح في الجدول رقم (٤). ويتم قياس ملوحة مياه الري بواسطة أجهزة خاصة تقيس التوصيل الكهربائي للمياه. ويعبر عن التوصيل الكهربائي بوحدة ديسيمنز/م (dS/m) وهذه القيمة يمكن تحويلها إلى كمية الأملاح الذائبة من خلال المعادلة التالية:

$$\text{كمية الأملاح الذائبة (ملغم/لتر)} = \text{التوصيل الكهربائي (EC)} \times ٦٤٠$$

وهذه بعض العلاقات المفيدة:

$$\text{TDS (meq/L)} = \text{EC (dS/m)} \times ١٠$$

$$\text{TDS (mg/L)} = \text{EC (dS/m)} \times ٦٤٠, \text{ EC} < ٥ \text{ dS/m}$$

$$\text{TDS (mg/L)} = \text{EC (dS/m)} \times ٨٠٠, \text{ EC} > ٥ \text{ dS/m}$$

كيفية الحكم على صحة التحليل الكيماوي:

$$\text{TDS (meq/L)} = \text{Total Anions (meq/L)} = \text{Total Cations (meq/L)}$$

$$\text{EC (dS/m)} \times 10 = \text{Total Anions (meq/L)} = \text{Total Cations (meq/L)}$$

* إذا كان رقم الحموضة أكبر أو يساوي ٨ فإن ذلك غالباً ما يكون مصاحباً لتركيز ملموس للبايكربونات.

وهناك أجهزة خاصة بسيطة يمكن استعمالها لقياس ملوحة المياه في الحقل ومتوفرة في السوق المحلي.

جدول (٣) تقسيم ملوحة المياه

منخفضة (C١) من ١٠٠ - ٢٥٠ ميكروموز/سم. تستخدم في ري كل المحاصيل لكل أنواع الأراضي.	
متوسطة (C٢) من ٢٥٠ - ٧٥٠ ميكروموز/سم. تستخدم مع نسبة غسيل بسيطة.	
مرتفعة (C٣) من ٧٥٠ - ٢٢٥٠ ميكروموز/سم. تستخدم مع نسبة غسيل ووجود صرف جيد.	
مرتفعة جداً (C٤) أعلى من ٢٢٥٠ ميكروموز/سم. تستخدم للمحاصيل التي تتحمل الملوحة فقط.	

جدول (٤) مخاطر تملح التربة من مياه الري

تركيز الأملاح في مياه الري	مخاطر تملح التربة	محددات الاستعمال
أقل من ٠,٤٥ غم/لتر (٠,٧ ديسيسيمنز/م).	لا يوجد.	لا توجد محددات للاستخدام.
٠,٤٥ - ٢ غم/لتر (٠,٧ - ٣ ديسيسيمنز/م).	طفيفة إلى متوسطة.	استخدام الممارسات الإدارية المناسبة.
أكثر من ٢ غم/لتر (أكثر من ٣ ديسيسيمنز/م).	عالية.	لا ينصح باستخدامها إلا تحت إشراف المختصين.

٢- تركيز بعض الأيونات التي يمكن أن تكون سامة للنبات أو ذات تأثيرات غير مرغوبة على المحاصيل والتربة والصحة العامة مثل البورون، النترات، الكاديوم، الرصاص. فالبورون والنترات من العناصر الهامة لنمو النبات إلا أن زيادة تركيز البورون في مياه الري يسبب سمية للنبات في حين أن زيادة نسبة النترات في مياه الري تسبب سمية للإنسان.

٣- تركيز الأيونات الموجبة التي تؤثر على قوام التربة ونفاذيتها لمياه الري وتشمل الصوديوم بشكل رئيسي (نسبة الصوديوم إلى عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم) ويتم حسابها من خلال معادلة رياضية خاصة. ويعكس هذا المعيار تأثير الصوديوم الأيوني الأحادي (Na^+) على

بناء التربة حيث يقوم بالتأثير على بناء التربة وتحطيمها وتقليل نفاذيتها لمياه الري الجدول رقم (٥).

جدول رقم (٥) تقسيم صودية المياه

منخفضة (S١) من صفر - ١٠	تستخدم لري كل المحاصيل لكل أنواع الأراضي.
متوسطة (S٢) من ١٠ - ١٨	تستخدم في التربة الخفيفة ذات النفاذية العالية.
مرتفعة (S٣) من ١٨ - ٢٦	يلزم لاستخدامها وجود نظام صرف جيد ونسبة غسيل مرتفعة واستخدام محسنات التربة مثل الجبس.
مرتفعة جداً (S٤) أكبر من ٢٦	من الصعب استخدامها في أغراض الري.

٤- المسببات المرضية الموجودة في مياه الري والتي من الممكن أن تؤثر على صحة الانسان والحيوان عند ملامسته المياه الملوثة أو استهلاكها من قبل النبات.

ملاحظات عامة:

- * زيادة تركيز الأملاح يرفع الضغط الأسموزي لمحلول التربة والذي بدوره يؤثر على قدرة النبات على امتصاص المياه من خلال الجذور.
- * توجد مشاكل انسداد نقاطات إذا زاد تركيز البايكربونات عن ٢ مل مكافئ/لتر وزاد رقم الحموضة عن ٧,٥ يتسبب ذلك في ترسيب كربونات الكالسيوم.
- * إذا زاد تركيز الكالسيوم عن ٢-٣ مل مكافئ/لتر يتسبب في ترسيبات أثناء حقن الأسمدة الفوسفاتية.
- * نسبة امتصاص الصوديوم (SAR)
- * الصوديوم يفرق حبيبات التربة.
- * الكالسيوم والمغنيسيوم يجمع حبيبات التربة.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

ويعبر عن الأيونات بوحدات مل مكافئ/لتر.

جدول رقم (٦)
مدى تحمل بعض المحاصيل للملوحة

نوع المحصول	تحمل عال	تحمل متوسط	حساسية متوسطة	حساس
الألياف، الحبوب، المحاصيل السكرية	شعير، القطن، الشوندر السكري	الشوفان، الجاودار السرغوم، فول الصويا، الحنطة	الفول، الذرة البيضاء، الكتان، الدخن، الفستق قصب السكر، دوار الشمس	السهم
الأعشاب والمحاصيل العلفية	أعشاب برمدا الأعشاب المالحة	أعشاب كناري، العكرش، الفت، أعشاب السودان	الفصة، البرسيم الأعشاب الحلقية	
الخضار	الهلين	الأرض شوكي شوندر، القرع	بروكلي، الملفوف، الزهرة، الذرة الحلوة، الخيار-الباذنجان، الخس، الفليفلة، البطاطا، اليقطين، الفجل، السبانخ، البندورة، البطيخ	الجزر، الباميا، البصل، الجزر الأبيض
الفواكه والمكسرات	التمر	التين، الزيتون، الباميا، الرمان، الأناناس.	العنب	لوز، التفاح، المشمش، الفوكادور، الكرز، الكريب فروت، الليمون، المانغو، البرتقال، الدراق، الخوخ، الفريز

* الأملاح المنحلة والشوارد السامة الموجودة في المياه المعالجة تؤخر نمو النباتات وتؤثر على النوعية. وقد تسبب الأملاح تملح للتربة هذا ما يؤدي إلى انخفاض في خصوبة الأرض. هذا مع العلم أن ليس جميع النباتات تتأثر بشكل متساو؛ تبدي أنواع معينة من المحاصيل مقاومة جيدة للملوحة والسمية لذلك فإن الاختيار المناسب للنوع يسمح باستعمال أكبر للمياه المعالجة في الري مما يؤدي إلى إمكانية تخصيص مصادر المياه العذبة لاستعمالات مياه الشرب والاستعمالات الحرجة الأخرى فقط.

يوجد كم هائل من المعلومات حول مقاومة بعض المحاصيل للملوحة، توضح الجداول ٦ و ٧ مدى تحمل بعض الأنواع للملوحة وعتبة التأثير لبعض أنواع العناصر النادرة.

جدول (٧)
عتبة التأثير لإنتاج المحاصيل تجاه بعض العناصر النادرة

العنصر	التركيز الأعظم الموصى به ملغم/ل ^١	ملاحظات
الألمنيوم	٥,٠	تتعدم الانتاجية في الترب الحامضية ($PH < ٥,٥$) ولكن في الترب القلوية ($PH > ٧$) يترسب الألمنيوم ويزيل السمية.
الزرنخ	٠,١٠	تتراوح السمية بين ١٢ ملغم/ل بالنسبة لأعشاب السودان إلى أقل من ٠,٠٥ ملغم/ل للرز.
البروم	٠,١٠	تتراوح السمية بين ٥ ملغم/ل بالنسبة الكرنب و ٠,٥ ملغم/ل الفول.
الكادميوم	٠,٠١	سام بالنسبة لـ الفول، شوندر، اللفت عند حدود تركيز أقل من ٠,١ ملغم/ل وله أثر تراكمي في النباتات والتربة، يمكن أن يكون ضار للإنسان.
الكوبلت	٠,٠٥	سام بالنسبة للبندورة عند تركيز ٠,١ ملغم/ل ينزع إلى أن يكون غير فعال في الترب القلوية والمتعادلة
الكروم	٠,١٠	عنصر غير ضروري لنمو النباتات — يوصى بالأخذ بالحدود الدنيا لوجود نقص بالمعلومات حول مدى سميته.
النحاس	٠,٢٠	سام للنباتات عند حدود ٠,١-١,٠ ملغم / ل.
الفلور	١,٠	غير فعال في الترب المتعادلة والقلوية.
الحديد	٥,٠	غير سام للنباتات في الترب المهيوة، لكن يمكن أن يساهم في رفع حموضة التربة مما يؤدي إلى ضياع الفسفور والملوبيديم.
الليثيوم	٢,٥	تستطيع معظم النباتات تحمله حتى تركيز ٥ ملغم/ل، سام للحمضيات عند تركيز أقل من ٠,٠٧٥ ملغم/ل يعمل بشكل مشابه البورون.
المنغنيز	٠,٢٠	سام بالنسبة للنباتات التي تنمو في الترب الحامضية.
المليبيديم	٠,٠١	غير سام للنباتات في حدود التراكيز الطبيعية — يمكن أن يكون سام للحيوانات التي تتغذى على المحاصيل الرعوية التي تنمو في ترب يكون تركيز المبيديوم فيها عالياً.
النيكل	٠,٢٠	سام عند حدود تركيز ١-٠,٥ ملغم/ل، تتخفف السمية في الترب القلوية والمتعادلة.
الرصاص	٥,٠	يكبح نمو النباتات عندما يكون تركيزه عالياً.
سيلينيوم	٠,٠٢	سام عند تركيز أقل من ٠,٠٢٥ ملغم/ل، ضروري للحيوانات بتراكيز صغيرة ولكن سام إذا رعت الحيوانات من محاصيل مزروعة في ترب مضاف إليها بنسب عالية.
الفناديوم	٠,١	سام للنباتات عند التراكيز الصغيرة.
الزنك	٢,٠	سام للنباتات عند تراكيز مختلفة — تتخفف سميته في الترب ذات الـ $pH > ٦,٠$ وفي الترب الناعمة والعضوية.

- ١- التركيز الأعظم الموصى به وذلك إعتماًداً على معدل استخدام ١٠٠٠٠ م^٣/هكتار/سنة وإذا تجاوز الاستخدام هذا المعدل يجب تخفيض القيم الموصى بها والعكس غير صحيح.
- الأكاديمية الوطنية للعلوم والأكاديمية الوطنية للهندسة، ١٩٧٢، معايير نوعية المياه، الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، واشنطن، التقرير رقم EPA-R-٣٧٣-٠٣٣ ص ٥٩٣.

الأثر الصحي لإعادة استعمال المياه العادمة المعالجة:

تتكون المياه العادمة المنزلية بشكل أساسي من المياه والتي تشكل حوالي ٩٩,٩% أما الباقي وهو ٠,١% فيشكل مقدار الملوثات الموجودة في المياه والتي تتكون من ملوثات عضوية ٧٠%، وغير عضوية ٣٠%، وقد تزداد هذه النسبة قليلاً بسبب نقص في كميات المياه المتاحة للاستهلاك المنزلي.

تشكل مسببات المرضية التي تحملها المياه العادمة أخطر أنواع الملوثات التي يجب أن تتوجه عمليات المعالجة لإزالتها تماماً أو التخفيف منها إلى أكبر قدر مستطاع. وفي الحالات التي تصرف فيها المياه العادمة الصناعية مع المياه العادمة المنزلية فإنه يصبح من الضروري مراقبة الملوثات الكيماوية في المياه المعالجة .

هذا وقد قدرت منظمة الصحة العالمية أن ٨٠% من إجمالي الأمراض والأوبئة سببها تلوث المياه، وأن حوالي ٢٥ مليون طفل تحت سن الخامسة يموتون نتيجة للأمراض ذات العلاقة بالمياه، وإن ثلث هذه الوفيات ناتج عن الإسهالات فقط.

يعتبر قطاع الزراعة من أهم القطاعات التي تستخدم فيها المياه المعالجة وبخاصة في المناطق التي تعاني من شح في مصادر المياه لما تحتويه هذه المياه من مواد عضوية ذات قيمة كبيرة للنبات والتربة.

كما وتستهلك المياه المعالجة في ري المسطحات الخضراء كالحدايق والمنتزهات والملاعب وعليه لابد من العناية لحماية الجمهور من الأخطار الصحية الناجمة عن استعمال المياه في هذا المجال إذ تشكل المياه العادمة غير المعالجة أو المعالجة جزئياً المصدر الأكثر خطورة على الصحة العامة بسبب ما تحمله هذه المخلفات من مسببات مرضية خطيرة على صحة الإنسان مصدرها الإنسان نفسه والحيوان.

أما المصدر الإنساني للمسببات المرضية فهي الفضلات الآدمية الخارجة من أجسام المرضى أو حاملي الجراثيم (carriers) من غير المرضى والتي قد تصل إلى طعام أو شراب الإنسان أو جلده فتسبب له المرض.

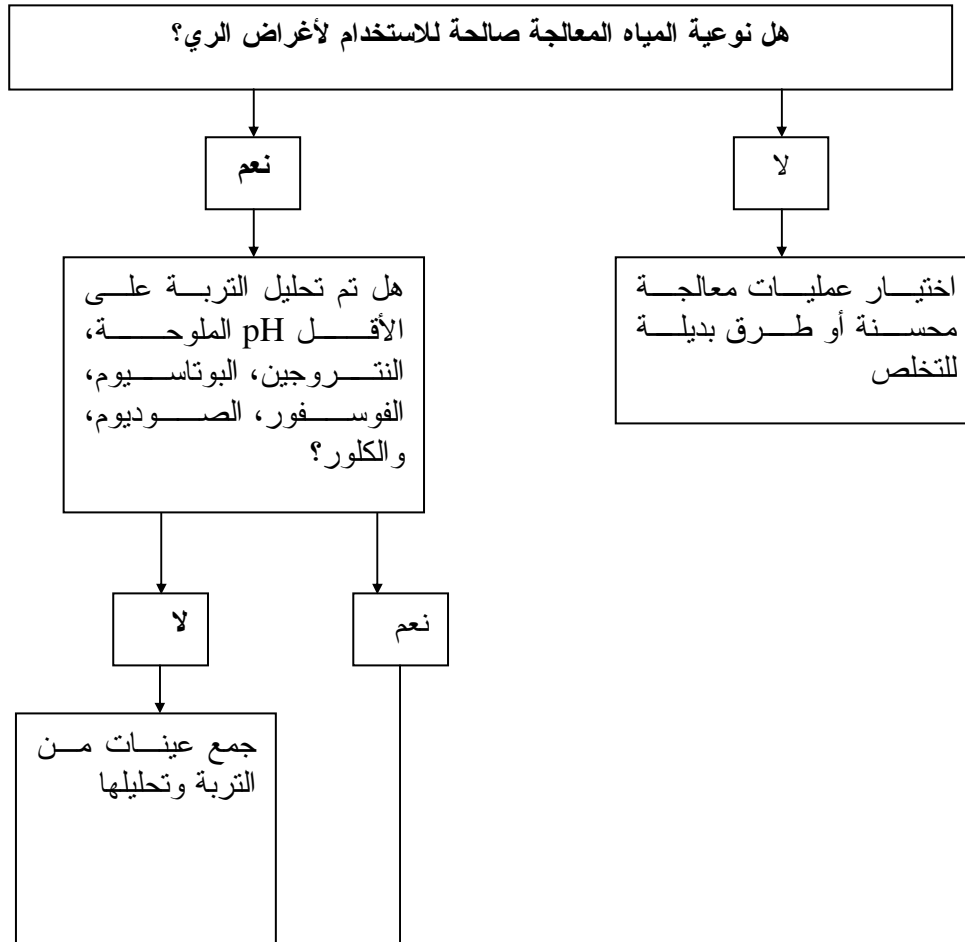
الإرشادات الصحية لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة:

- * الغسل الجيد بالماء العذب والصابون عند ملامسة المياه العادمة المعالجة أو العمل بها.

- * تجنب ملامسة المياه العادمة المعالجة للقدم والعيون.
- * تجنب تعريض الجروح المفتوحة للمياه العادمة المعالجة، والتأكد من حماية ووقاية هذه الجروح.
- * لبس الأحذية المطاطية (الجزمات) عند العمل في الحديقة المنزلية مما يضمن عدم ملامسة الأقدام بشكل مباشر للمياه العادمة المعالجة بالإضافة إلى لبس الكفوف المطاطية.
- * لا تستعمل المذيبات العادمة المعالجة للأعمال المنزلية مثل شطف المنزل، النظافة وغيرها.
- * لا تسمح للأطفال باللعب بها أو بالطين الناتج عن الري بها.
- * لا تسمح لحيواناتك أن تشرب منها.
- * لا ترش بالمياه العادمة المعالجة؛ لأنه يمكن أن تستنشق الحيوانات الرذاذ الناتج عنها من خلال الأنف أو الفم. الشكل رقم (١) يوضح شجرة القرار لإعادة استخدام المياه المعالجة.

الشكل رقم (١)

شجرة القرار لإعادة استخدام المياه المعالجة والحماة في الزراعة



استشارة مهندس زراعي أو خبير ري بالمياه المعالجة

(إدارة الري) جدولة الري باستخدام المياه المالحة:

وهي من الأنشطة المهمة جداً في حالة التعامل مع مصادر المياه غير التقليدية. وتشمل العوامل الرئيسية للتحكم بالملوحة، توقيت الري، غسيل التربة من الأملاح والصرف الكافي. ينصح عند استعمال المياه المالحة في الري تقليل فترات الري بمعنى تقليل الفترة بين الريّة والثانية لعدم تعريض النبات إلى إجهاد نتيجة تراكم الأملاح في التربة. وفي وادي الأردن يقوم المزارعون بالري بمعدل ١,٥ مرة في الأسبوع وفي منطقة الشونة الجنوبية يقوم المزارعون بتكرار الري أكثر من ذلك لتخفيف أثر الملوحة على النبات. هناك ثلاثة أنماط لاستعمال المياه المالحة في الري:

النمط الأول: الري باستخدام المياه المالحة:

في هذه الحالة يجب إضافة كميات أكبر من حاجة النبات لإتاحة المجال لغسل جزء من الأملاح المتراكمة في قطاع التربة للحصول على إنتاج مقبول. إلا أن هذا الأسلوب محفوف بالمخاطر لاحتمال تراكم الأملاح موسم بعد موسم.

النمط الثاني: الري باستخدام مياه مالحة مخلوطة مع مياه عذبة:

وهذا نمط غير مفضل؛ لأنه غير عملي. على سبيل المثال لخفض ملوحة مياه بئر تبلغ ٧ ديسيسيمنزات إلى مستوى ٣ ديسيسيمنزات/م يمكن خلطها مع مياه قناة الملك عبد الله (ملوحتها ٢ ديسيسيمنز/م) ولكن يلزم إضافة ٨٠% من مياه القناة مع ٢٠% من المياه المالحة وهذا غير عملي.

النمط الثالث: مبادلة الري بين المياه المالحة والعذبة:

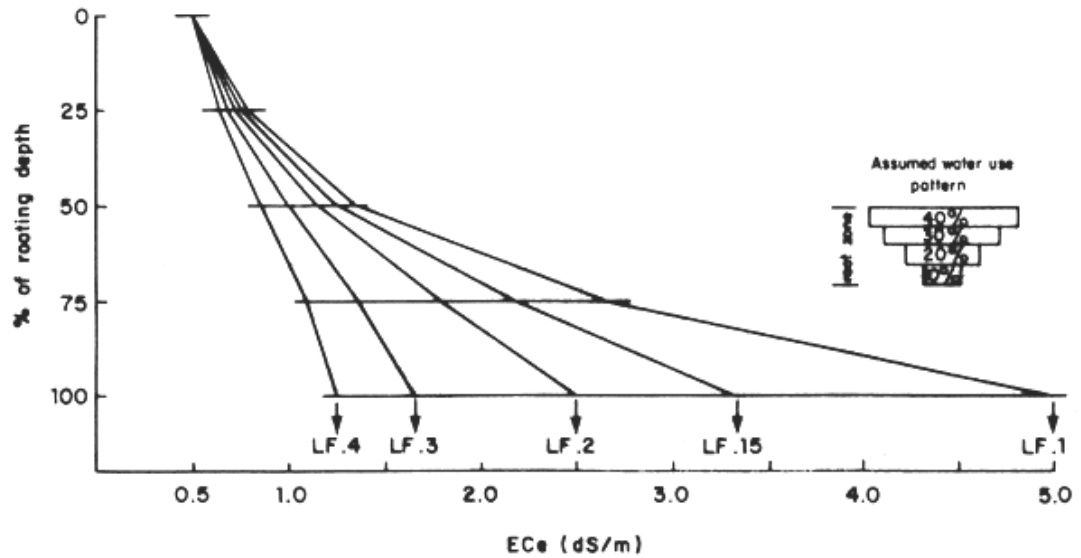
وتعتبر طريقة جيدة وعملية حيث يمكن إضافة المياه العذبة خلال المراحل الحساسة من عمر النبات مثل الإنبات وبداية النمو حتى يصبح النبات أكثر تحملاً وبالتالي يمكن استعمال المياه المالحة بالتبادل مع المياه العذبة.

الشكل رقم (٢) يوضح ملوحة قطاع التربة بعد عدة سنوات من إضافة الماء من نفس المصدر وتحت مستويات معامل غسيل ثابتة.

ويبين الشكل رقم (٣) مقدار الجهد المبذول من قبل النبات لاستخلاص الماء من محلول تربة

Clay Laom تحت مستويات مختلفة من ملوحة ماء التربة.

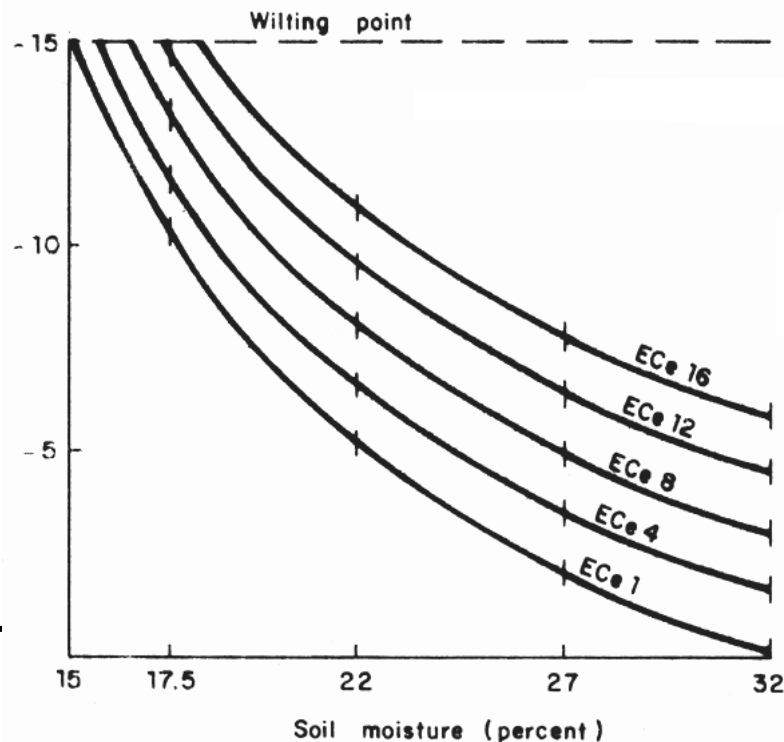
الشكل رقم (٢)
يوضح ملوحة قطاع التربة بعد عدة سنوات من إضافة
الماء من نفس المصدر وتحت مستويات معامل غسيل ثابتة



الشكل رقم (٣)

مقدار الجهد المبذول من قبل النبات لاستخلاص الماء من محلول تربة Clay Laom
تحت مستويات مختلفة من ملوحة ماء التربة.

Soil moisture retention curves for a clay-loam Soil
at varying degrees of soil salinity (ECe)



استعمال المياه الرمادية في الزراعة المنزلية:

المياه الرمادية هي المياه الناتجة عن الاستخدامات المنزلية المختلفة ولا تشمل المياه التي تحوي فضلات الإنسان وتسمى بالمياه السوداء. وتشكل المياه الرمادية نسبة كبيرة من المياه المستهلكة داخل المنزل. وقد عمل العديد من الدول على إعادة استخدام المياه الرمادية للزراعة. من ميزات استخدام المياه الرمادية أنها لا تحتاج لمعالجة متقدمة ويمكن استعمالها في موقع الإنتاج مثل الحديقة المنزلية بالإضافة إلى احتوائها على العديد من العناصر الغذائية للنبات وبخاصة النيتروجين والفسفور. ويمكن استعمال المياه الرمادية لري نباتات الزينة، الأشجار الحرجية، الأشجار المثمرة وغيرها من المحاصيل بالإضافة إلى إعادة استخدامها لنياجرا الحمام وغيرها من الأغراض.

تحتوي المياه الرمادية على المواد الناجمة عن استخدام المياه في العمليات المختلفة داخل المنزل ومن ميزات ارتفاع نسبة الأوكسجين الممتص حيويًا وكيميائيًا وارتفاع نسبة ملوحتها وتراكيز بعض العناصر الكيميائية فيها، حيث تعمل هذه الخواص على تقييد استعمال المياه الرمادية في الزراعة لعدد من الأشجار والمحاصيل الزراعية.

هناك عدد من الاشتراطات لاستعمال المياه الرمادية في الزراعة بعد معالجتها وبخاصة عدم استعمالها لري محاصيل الخضروات والمحاصيل الورقية واستعمالها ضمن نظام الري بالتنقيط وغيرها من الاشتراطات. من العوامل التي تعمل على تحسين نوعية المياه الرمادية استخدام مواد تنظيف رفيقة بالبيئة وعدم استعمال مواد التنظيف الضارة بالبيئة وبخاصة التي تحتوي على الكلور وعدم التخلص من الدهون والشحوم مع المياه الرمادية المستعملة للري.

من الآفاق المستقبلية لاستعمال المياه الرمادية في الزراعة استخدامها ضمن المجتمعات الريفية الصغيرة ومن خلال الجمعيات التعاونية، ويمكن في هذه الحالة استغلالها في مشاريع زراعية متوسطة لري عدد من النباتات ذات القيمة الاقتصادية مثل: الزيتون والصبر المثمر وغيرها من المحاصيل التصنيعية عالية القيمة. وتعمل هذه المشاريع على تحسين دخل المجتمعات الريفية الفقيرة من خلال الحصول على عائد اقتصادي إضافي للعائلة إضافة للتوفير في فاتورة المياه بشكل عام.

هناك عدد من التجارب المحلية في مجال استعمال المياه الرمادية في الزراعة، فقد قامت جمعية البيئة الأردنية بتنفيذ عدد من المشاريع في مجال إعادة استخدام مياه الوضوء والمياه الناتجة عن النظافة في الري، كما قامت الشبكة الإسلامية لتنمية وإدارة مصادر المياه بتنفيذ عدد كبير من

المشاريع في مجال استعمال المياه الرمادية في الزراعة على نطاق واسع في مختلف مناطق المملكة الأردنية الهاشمية.

إن استعمال المياه الرمادية على نطاق واسع بحاجة إلى تنفيذ برنامج مراقبة دوري طويل الأمد لنظام التربة والنبات والمياه. كما أن استعمال المياه الرمادية في الزراعة بشكل مستدام يتطلب القيام بعدد من الممارسات الزراعية التي تخفف من أثر المياه الرمادية على نظام التربة والنبات وكذلك تحسن من نوعية المنتج الزراعي، وتشمل الممارسات استخدام أنظمة الحصاد المائي على المستوى الصغير واستخدام الملش الطبيعي واستخدام أنظمة الزراعة العضوية والأصيلة وغيرها.

إن إعداد مواصفة فنية لاستعمال المياه الرمادية قضية ملحة نظراً للتوسع المتوقع في استعمال المياه الرمادية على المستوى الوطني. هناك حاجة لتنفيذ المزيد من الأبحاث حول مجالات وآفاق استعمال المياه الرمادية في الزراعة وبخاصة حول أثر المياه الرمادية على البيئة، وحول النمط الزراعي الملائم لاستخدام المياه الرمادية وغيرها من القضايا.

تجربة أوزباكستان في مجال الري باستعمال مياه الصرف:

يولّد سكان المدن كميات هائلة من مياه الصرف المحلية والصناعية، والتي يمكن أن تُستعمل لأغراض الري في المناطق الجافة. وفي كازاخستان، تتم معالجة مياه الصرف في ألماتي العاصمة بوسائل ميكانيكية وبيولوجية، ثم تُضخ بالأنابيب إلى مجمع سُرّبلاق، وهو منخفض طبيعي مغلق بجانب المدينة، ويحتوي هذا الخزان الاحتياطي، الذي أنشئ خصيصاً لتخزين مياه الصرف، على ١,٠٢٢ مليون م^٣ مشكلاً بحيرة تبلغ مساحتها السطحية ٦٢ كم^٢ وتشير البحوث التي يجريها باحثون من إيكاردا، بالتعاون مع مؤسسة البحوث الكازاخية لإدارة المياه، إلى أنّ هذه المياه ستكون كافية لري ما يقارب ٤٥,٠٠٠ هكتار من الأرض. وبالرغم من أنّه قد تمّت معالجتها فقد لا تزال المياه تحتوي على ملوثات، لذا يجب حصر استعمالها في ري المحاصيل الصناعية والحرارية والعلفية. ويجب الحصول على غلات جيدة بإضافة كميات قليلة من المخصبات الكيماوية، طالما أنّ المياه تحتوي مسبقاً على مستوى معقول من العناصر الغذائية.



إنتاج العلف بالاستفادة من مياه الصرف المعالجة في أوزبكستان

وفي عام ٢٠٠٠ بدأت إيكاردا تجربة دورة زراعية ضمت خمسة أصناف لتقييم إمكانية زراعة محاصيل علفية تحت الري بمياه الصرف. وتم الحصول على غلات جيدة من الكتلة الحيوية لكل من أرضي شوكي القدس وحشيشة السودان والذرة السكرية والذرة وحُصِدَت محاصيل التبن من حشيشة السودان والذرة مرتين أو ثلاث في العام، وقد أشارت البيانات الأولية للتربة إلى أنه لم يكن هناك تراكم يُذكر من الملوحة أو تجمع للمعادن الثقيلة في التربة. ويتم التخطيط لإجراء مزيد من البحوث لتقييم إمكانية استغلال المصادر البيولوجية لبحيرة سربلاق، بما فيها استعمال الأسماك لتأمين وجبة مكملية من البروتين للمواشي. وسيستمر المشروع في رصد تأثيرات استعمال مياه الصرف على وضع التربة وجودة المحاصيل والمنتجات النهائية (الحليب واللحم)، وكذلك أية تأثيرات على البيئة.

ويتمتع هذا المشروع بإمكانية هائلة لوضع ما هو في الوقت الحاضر بمثابة مصدر مهدور موضع الاستعمال الجيد. وإن استخدام مياه الصرف لن يخفف من الضغط على نظام التجميع الحالي فحسب، بل إنه سيُسهم كذلك في الإنتاج المُستدام للمواشي والأعلاف، وسيتمكن من إنتاج أخشاب الوقود ومواد البناء محلياً، وسيزيد من فرص العمل. وإذا ما أثبت نهج هذا المشروع نجاحه، دون التأثير بشكل سلبي على البيئة المحلية، يمكن تكراره في أماكن جافة أخرى مناسبة من منطقة CWANA.

تجربة الأردن-المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا:

* مشروع استخدام نظام أحواض الأراضي الرطبة في تحسين نوعية المياه العادمة المعالجة

الهدف العام:

تشجيع استخدام نظام أحواض الأراضي الرطبة في التحسين من نوعية المياه العادمة المعالجة ومعالجة المياه الرمادية كنظام طبيعي يقلل من الآثار البيئية السلبية المترتبة عن استعمال المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

يعرف نظام أحواض الأراضي الرطبة (C.W.L) "Constructed Wet Land" "استخدام الأحواض الضحلة نسبياً والتي تسري فيها المياه بانسياب بسيط وتبقى هذه الأحواض بصورة التشبع الدائم من المياه، يزرع في هذه الأحواض نباتات ملائمة لنوعية المياه وذات فعالية في تحسين نوعيتها" مثل نباتي القصب والتيل.

تشير المراجع العلمية وتجربة المركز الوطني على أن هذا النظام يحسن على الأغلب من

نوعية المياه العادمة المعالجة وذلك بفعل قدرة النظام على تنقية المياه وتحسين نوعيتها من الناحيتين الكيميائية والبيولوجية.

ومن المعلوم بأن معظم القرى في المملكة ذات التجمعات السكانية القليلة تعاني من عدم توفر شبكات الصرف الصحي ويتم نقل المياه العادمة إلى مكبات بعيدة مما ينتج عنه ضرر بيئي وتكلفة مالية وهدر المصدر المائي، من هنا تأتي فكرة إنشاء أحواض الأراضي الرطبة (Constructed Wet Land (C.W.L)) في مناطق التجمعات السكانية القليلة حيث تقوم بدورها بالتحسين من نوعية المياه العادمة وبالتالي توفير مصدر بديل للمياه العذبة يتم استخدامه في ري المحاصيل العلفية والأشجار الحرجية والتخفيف من الآثار البيئية المترتبة على الطريقة الحالية في التخلص من المياه العادمة المعالجة، كما ويمكن استخدام هذه الطريقة في المصانع والجامعات لتحسين نوعية المياه الخارجة منها.

تمت تجربة فعالية نظام أحواض الأراضي الرطبة بالمركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا بمحطة تنقية خربة السمرا. وتشير النتائج إلى كفاءة عالية للأحواض الرطبة بالتحسين من نوعية المياه العادمة المعالجة مما يؤثر بالتالي:

* التخفيف من الآثار البيئية السلبية الناتجة عن استعمال المياه العادمة المعالجة مثل تلوث التربة والمياه الجوفية والسطحية.

* تقليل خطر الإصابة بالأمراض نتيجة استعمال هذه المياه.

* مع زيادة مستوى تنقية المياه العادمة المعالجة يزيد عدد المحاصيل التي يمكن أن تروى بهذه المياه ضمن شروط خاصة تحددها المواصفة الأردنية لاستعمال المياه العادمة المعالجة في الزراعة.

* مع شح المياه المتزايد في المملكة فإن المياه العادمة المعالجة تعتبر مصدراً مائياً لا يمكن تجاهله ويجب التحضير لاستعماله بشكل اقتصادي مع عدم الأضرار بالعناصر البيئية الأخرى وعلى رأسها صحة الإنسان.

أهم النتائج:

- بينت النتائج أن نظام الأحواض الرطبة له مقدرة عالية على خفض نسبة الأوكسجين الممتص حيويًا وكيميائيًا والبكتيريا الممرضة بنسبة تصل إلى حوالي ٧٠% (الكفاءة أعلى في الظروف الحارة مقارنة بظروف البرد).

- لوحظ انخفاض نسبة الأملاح الذائبة.

- لم يلاحظ تأثير واضح لهذا النظام في خفض نسبة العناصر الثقيلة.

استخدام المياه العادمة المعالجة لإنتاج الأعلاف:

من نتائج المشروع:

* أظهرت النتائج أن الإنتاج الكلي لحشيشة السودان قد ازداد بشكل ملحوظ مع زيادة كمية المياه العادمة المعالجة المضافة في حين لم تظهر البيقيا زيادة في الإنتاج مع زيادة كمية المياه العادمة المعالجة.

* لوحظت زيادة في ملوحة التربة نتيجة الري بالمياه العادمة المعالجة على الأعماق ٥-٠ سم و ٢٥-٥٠ سم بعد موسم حشيشة السودان. ومع ذلك لوحظ أن توازن الأملاح للتربة بقي ثابتاً قبل وبعد زراعة البيقيا بعد فصل الشتاء نتيجة غسيل الأملاح بواسطة الأمطار (بلغ معدل الأمطار ٥٧٠ ملم/سنة).

* ازدادت نسبة الميكروبات الممرضة في أوراق حشيشة السودان مع زيادة كمية المياه العادمة المعالجة المضافة وبخاصة في الأوراق السفلى.

* لم تلاحظ هذه الميكروبات في النباتات التي تم تجفيفها بالهواء.

* لم تلاحظ أي زيادة في زيادة تركيز العناصر الثقيلة في أنسجة النبات والتربة في الموسم الأول.

استعمال المياه العادمة المعالجة لإنتاج الزيوت المتطايرة:

تمت تجربة زراعة عدد من النباتات العطرية لإنتاج الزيوت الطيارة مثل: المليسة، العطرية واللافندر حيث أعطت نتائج أولية مشجعة جداً. ولا زال الموضوع تحت البحث.

* مشروع تحسين استخدام المياه العادمة وإدارتها باستخدام تقنية الري التكميلي في المنطقة الشمالية من الأردن:

أجريت تجربة تحسين استخدام المياه العادمة وإدارتها باستخدام تقنية الري التكميلي في المنطقة الشمالية من الأردن (الرمثا). نفذت التجربة في موسم ١٩٩٧/١٩٩٨. تم استخدام نظام الري بالتقطيط، واشتملت التجربة على أربع معاملات للري وهي (T١= مياه الأمطار فقط، T٢= مياه الأمطار + ٧٥% من حوض التبخر، T٣= مياه الأمطار + ١٠٠% من حوض التبخر، T٤= مياه الأمطار + ١٢٥% من حوض التبخر). حيث نفذت هذه المعاملات باستخدام التصميم العشوائي المتكامل (Randomize Complete Block Design) أربعة مكررات.

كما تم أخذ عينات النبات في مرحلتين لقياس تركيز العناصر: المرحلة الأولى كانت مرحلة الأزهار لكل من البيقيا والكرسنة، والأستطالة للقمح والشعير، وعلى ارتفاع ١٠٠ سم لمحصول الذرة. الهدف من أخذ العينات في هذه المرحلة لتقدير القيمة الغذائية عند أقصى نمو خضري للمحاصيل بحيث تكون هناك إمكانية لتقديمه كأعلاف خضراء للحيوانات. بينما كانت المرحلة الثانية مرحلة النضج حيث تم تحليل البذور لتقدير القيمة الغذائية لها.

تم قياس الإنتاج وتركيز العناصر الثقيلة والنادرة (Fe, Cu, Mn, Ca, Zn, N, P, K, Cr, Co, Ni, Cd, Pb) في عينات النباتات المأخوذة من المحاصيل (قمح، شعير، بيقيا، كرسنة، ذرة) بعد معاملتها بكميات مختلفة من المياه العادمة المعالجة الخارجة من محطة التنقية، حيث كانت المعاملات كما يلي: تفوقت جميع المعاملات التي تم ريها بالمياه العادمة المعالجة على المعاملة التي اعتمدت على مياه الأمطار فقط لجميع المحاصيل (القمح، شعير، بيقيا، كرسنة، ذرة) ولم تكن هناك فروق معنوية بين المعاملات التي تم ريها بالمياه العادمة المعالجة للصفات الإنتاجية للنباتات التي تمت دراستها.

إن استخدام مستويات مختلفة من المياه العادمة المعالجة لم يؤثر على تركيز العناصر النادرة والثقيلة في المحاصيل المزروعة، هذا ولم تتم ملاحظة وجود فروق معنوية تذكر بين المحاصيل المروية بالمياه العادمة المعالجة وتلك التي تم ريها بمياه الأمطار فقط. كما تمت ملاحظة وجود فروق في تركيز العناصر وقابليتها لامتصاص من قبل النباتات المختلفة. حيث وجد بأن النباتات التي تمت دراستها تختلف فيما بينها من حيث درجة امتصاصها للعناصر المختلفة.

وجد بأن المحاصيل تتفاوت فيما بينها بدرجة امتصاص العناصر الثقيلة، حيث تمت ملاحظة قدرة المحاصيل البقولية (البيقيا والكرسنة) على امتصاص العناصر الثقيلة مثل النيكل، والرصاص أكبر من قدرة المحاصيل الحقلية (القمح والشعير)، وتساوت تقريباً قدرتها على امتصاص الكروم والكوبلت والكاديوم.

ملحق رقم (١) دليل لاستخدام المياه المعالجة في الزراعة^(١)

التصنيف	مجال إعادة الاستخدام	المجموعة المعرضة للخطر	الديدان المعوية ^ب بيضة / لتر ^ج	العصيات الكولونية عدد العصيات / لتر	نوع المعالجة الموصى بها
A	ري غير مقيد — محاصيل يمكن أن تؤكل غير مطبوخة — ري بالرش — فواكه — — ري الملاعب — ري الحدائق العامة ^د	عمال مستهلكون العامة	≤ 1	$\leq 10^3$	سلسلة من أحواض التحلل أو أي نوع آخر من المعالجة تصمم المعالجة لتحقيق النوعية المطلوبة أو معالجة تماثلها
B	ري مقيد — حبوب، محاصيل صناعية — خضروات لا تؤكل نية مثل البطاطا — المراعي والأشجار ^{هـ}	العمال	≤ 1	لا توجد مواصفات	فترة مكوث في أحواض التثبيت مدة ٨ — ١٠ أيام أو أية معالجة أخرى تؤدي نفس الغرض وهو إزالة العصيات الكولونية والديدان
C	ري موضعي للمحاصيل الواردة في التصنيف B بدون تعريض العمال والعامة لهذه المياه		غير قابلة للتطبيق	غير قابلة للتطبيق	معالجة ابتدائية حسب ما تتطلبه طريقة الري ولكن لا تقل عن الترسيب الأولي

أ- في بعض الحالات الخاصة يجب أن نأخذ بعين الاعتبار العوامل المحلية والوبائية والاجتماعية الثقافية والبيئية وتعديل الدلائل الإرشادية بناءً عليها.

ب- الاسكاريس، الترشيح والديدان الخطافية.

ج- ضمن فترة الري الزراعي.

د- يجب اعتماد دلائل إرشادية أكثر تحفظاً (عدد العصيات الكولونية أقل أو يساوي ٢٠٠٠ / ١٠٠ مل) عند استعمال هذه المياه لري الحدائق العامة التي يسمح للعامة بالدخول إليها بدون قيود.

هـ- في حال ري الفواكه يجب إيقاف الري قبل أسبوعين من القطف وعدم جمع الثمار المتساقطة على الأرض. يجب استعمال طريقة الري بالرش.

المصدر:

الدليل الصحي لاستخدام مياه الصرف لأغراض الزراعة وتربية الأسماك الصادر عن منظمة الصحة العالمية التقرير التقني رقم ٧٧٨ جنيف ص ٧٤.

ملحق رقم (٢)

مميزات ومساوئ أساليب الري المختلفة باستعمال المياه العادمة المعالجة فيما يتعلق بنقل الأمراض وكفاءة استخدام المياه والتكلفة

أسلوب الري	المميزات	المساوئ
الري السطحي	تكلفة منخفضة.	مخاطر صحية عالية على العاملين في الحقل ومتدولي المحاصيل والمستهلكين وهناك ضرورة لتقيد المحاصيل، كفاءة استخدام المياه منخفضة.
الري بالرش والرش الدقيق	كفاءة استخدام المياه متوسطة.	تكلفة عالية للمعالجة، مخاطر صحية محتملة للعمال المزارعين والسكان ومتدولي المحاصيل عند أكل المحاصيل دون طبخ. مخاطر احتراق أوراق النبات.
الري الموضعي بالتنقيط	مخاطر صحية قليلة، كفاءة استخدام المياه مرتفعة.	تكلفة عالية لمعالجة المياه لغايات الري بالتنقيط.

ملحق رقم (٣)

معالجة المياه العادمة المعالجة ومعايير الجودة للري (ولاية كاليفورنيا، ١٩٧٨)

مستوى المعالجة	حدود القولونيات	نوع الاستخدام
الأولية	غير محدد	الري السطحي لبساتين الفاكهة ومساحات الكروم (العنب) والأعلاف ومحاصيل الألياف والحبوب
الأكسدة والتطهير	تساوي أو أقل من ١٠٠/٢٣ مل	مراعي الحيوانات الحلابة، تجميل بالمسطحات المائية، الري التجميلي (ملاعب جولف، مقابر، ... الخ)
	تساوي أو أقل ١٠٠/٢,٢ مل	الري السطحي للمحاصيل الغذائية (لا تلامس بين الجزء الذي يؤكل من المحصول مع المياه)
الأكسدة	تساوي أو أقل من ١٠٠/٢,٢ مل	الري بالرش للمحاصيل الغذائية
التخثر	الحد الأعلى ١٠٠/٢٣ مل	الري التجميلي (الحدائق، ساحات الملاعب، ... الخ)
إزالة العكورة		
الترشيع والتطهير		

المصدر: Pettygrove and Asano ١٩٨٥.

إن نسبة العكورة للمياه العادمة المعالجة المرشحة يجب أن ألا تزيد عن وحدتي عكورة خلال أي ٢٤ ساعة.

ملحق رقم (٤) دليل تفسير نوعية المياه لغايات الري

درجة التقيد على الاستخدام		مشكلة الري المحتملة	
الوحدات	لا يوجد	خفيفة الى متوسطة	حادّة
الملوحة (تؤثر على تيسير المياه للمحصول)			
EC _w	dS/M	أقل من ٠.٧	أكبر من ٣
OR TDS	Mg/L	أقل من ٤٥٠	أكبر من ٢٠٠٠
النفاذية (تؤثر على معدل رشح الماء إلى داخل التربة مقيم باستخدام EC _w و SAR معا)			
SAR ٠-٣	dS/M	اكبر من ٠.٧	أقل من ٠.٢
SAR ٣-٦	dS/M	اكبر من ١,٢	أقل من ٠,٣
SAR ٦-١٢	dS/M	أكبر من ١,٩	أقل من ٠.٥
SAR ١٢-٢٠	dS/M	اكبر من ٢,٩	أقل من ١,٣
SAR ٢٠-٤٠	dS/M	أكبر من ٥	أقل من ٢,٩
سمية الأيون المحدد (تؤثر على المحاصيل الحساسة)			
الصوديوم			
الرش السطحي	SAR	أقل من ٣	أكبر من ٩
الري بالرش	Me/L	أقل من ٣	اكبر من ٣
الري السطحي/الكلور	Me/L	أقل من ٤	أكبر من ١٠
الري بالرش/الكلور	Me/L	أقل من ٣	اكبر من ٣
البورون	Mg/L	أقل من ٠.٧	أكبر من ٣
العناصر النزرة (النادرة)			
التأثيرات المتفرقة(تؤثر على المحاصيل الحساسة)			
نيتروجين ن-٣	Mg/L	أقل من ٥	أكبر من ٣٠
بيكربونات يدك ٣ (الرش العالي فقط)		أقل من ١,٥	أكبر من ٨,٥
pH المدى الطبيعي		٨,٤-٦,٥	

^١ EC_w means electrical conductivity in deciSiemens per metre at ٢٥°C.

^٢ SAR means sodium adsorption ratio.

^٣ NO₃-N means nitrate nitrogen reported in terms of elemental nitrogen.

Source: FAO(١٩٨٥).

ملحق رقم (٥)
القيم المحددة لتركيز المعادن
الثقيلة في التربة

المعيار	القيم المحددة (Limit value) جزء في المليون
كاديوم	٣-١
نحاس	١٤٠-٥٠
نيكل	٧٥-٣٠
رصاص	٣٠٠-٥٠
زنك	٣٠٠-١٥٠
زئبق	١,٥-١
كروم	-

ملحق رقم (٦)
ECw ، ECe وأثرها على إنتاجية محاصيل مختارة

CROP TOLERANCE AND YIELD POTENTIAL OF SELECTED CROPS AS INFLUENCED BY IRRIGATION WATER SALINITY (EC _w) OR SOIL SALINITY (EC _e)										
FIELD CROPS	100%		90%		75%		50%		0%	
	EC ^e	EC ^w	EC ^e	EC ^w	EC ^e	EC ^w	EC ^e	EC ^w	EC ^e	EC ^w
Barley (<i>Hordeum vulgare</i>)	٨,٠	٥,٣	١٠	٦,٧	١٣	٨,٧	١٨	١٢	٢٨	١٩
Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i>)	٧,٧	٥,١	٩,٦	٦,٤	١٣	٨,٤	١٧	١٢	٢٧	١٨
Sugarbeet (<i>Beta vulgaris</i>)	٧,٠	٤,٧	٨,٧	٥,٨	١١	٧,٥	١٥	١٠	٢٤	١٦
Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>)	٦,٨	٤,٥	٧,٤	٥,٠	٨,٤	٥,٦	٩,٩	٦,٧	١٣	٨,٧
Wheat (<i>Triticum aestivum</i>)	٦,٠	٤,٠	٧,٤	٤,٩	٩,٥	٦,٣	١٣	٨,٧	٢٠	١٣
Wheat, durum (<i>Triticum turgidum</i>)	٥,٧	٣,٨	٧,٦	٥,٠	١٠	٦,٩	١٥	١٠	٢٤	١٦
Soybean (<i>Glycine max</i>)	٥,٠	٣,٣	٥,٥	٣,٧	٦,٣	٤,٢	٧,٥	٥,٠	١٠	٦,٧
Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i>)	٤,٩	٣,٣	٥,٧	٣,٨	٧,٠	٤,٧	٩,١	٦,٠	١٣	٨,٨
Groundnut (Peanut) (<i>Arachis hypogaea</i>)	٣,٢	٢,١	٣,٥	٢,٤	٤,١	٢,٧	٤,٩	٣,٣	٦,٦	٤,٤
Rice (paddy) (<i>Oriza sativa</i>)	٣,٠	٢,٠	٣,٨	٢,٦	٥,١	٣,٤	٧,٢	٤,٨	١١	٧,٦
Sugar cane (<i>Saccharum officinarum</i>)	١,٧	١,١	٣,٤	٢,٣	٥,٩	٤,٠	١٠	٦,٨	١٩	١٢
Corn (maize) (<i>Zea mays</i>)	١,٧	١,١	٢,٥	١,٧	٣,٨	٢,٥	٥,٩	٣,٩	١٠	٦,٧

Flax (<i>Linum usitatissimu</i>)	١,٧	١,١	٢,٥	١,٧	٣,٨	٢,٥	٥,٩	٣,٩	١٠	٦,٧
Broadbean (<i>Vicia faba</i>)	١,٥	١,١	٢,٦	١,٨	٤,٢	٢,٠	٦,٨	٤,٥	١٢	٨,٠
Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	١,٠	٠,٧	١,٥	١,٠	٢,٣	١,٥	٣,٦	٢,٤	٦,٣	٤,٢
VEGETABLE CROPS										
Squash, zucchini (courgette) (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	٤,٧	٣,١	٥,٨	٣,٨	٧,٤	٤,٩	١٠	٦,٧	١٥	١٠
Beet, red (<i>Beta vulgaris</i>)	٤,٠	٢,٧	٥,١	٣,٤	٦,٨	٤,٥	٩,٦	٦,٤	١٥	١٠
Squash, scallop (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	٣,٢	٢,١	٣,٨	٢,٦	٤,٨	٣,٢	٦,٣	٤,٢	٩,٤	٦,٣
Broccoli (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	٢,٨	١,٩	٣,٩	٢,٦	٥,٥	٣,٧	٨,٢	٥,٥	١٤	٩,١

¹ Adapted from Maas and Hoffman (١٩٧٧) and Maas (١٩٨٤). These data should only serve as a guide to relative tolerances among crops. Absolute tolerances vary depending upon climate, soil conditions and cultural practices. In gypsiferous soils, plants will tolerate about ٢ dS/m higher soil salinity (ECe) than indicated but the water salinity (ECw) will remain the same as shown in this table.

- ² ECe means average root zone salinity as measured by electrical conductivity of the saturation extract of the soil, reported in deciSiemens per metre (dS/m) at 25°C. ECw means electrical conductivity of the irrigation water in deciSiemens per metre (dS/m). The relationship between soil salinity and water salinity (ECe = 1.5 ECw) assumes a 15–20 percent leaching fraction and a 40-30-20-10 percent water use pattern for the upper to lower quarters of the root zone.
- ³ The zero yield potential or maximum ECe indicates the theoretical soil salinity (ECe) at which crop growth ceases.
- ⁴ Barley and wheat are less tolerant during germination and seeding stage; ECe should not exceed 4–5 dS/m in the upper soil during this period.
- ⁵ Beets are more sensitive during germination; ECe should not exceed 3 dS/m in the seeding area for garden beets and sugar beets.
- ⁶ Semi-dwarf, short cultivars may be less tolerant.
- ⁷ Tolerance given is an average of several varieties; Suwannee and Coastal Bermuda grass are about 20 percent more tolerant, while Common and Greenfield Bermuda grass are about 20 percent less tolerant.
- ⁸ Broadleaf Birdsfoot Trefoil seems less tolerant than Narrowleaf Birdsfoot Trefoil.
- ⁹ Tolerance given is an average for Boer, Wilman, Sand and Weeping Lovegrass; Lehman Lovegrass seems about 50 percent more tolerant.
- ¹⁰ These data are applicable when rootstocks are used that do not accumulate Na⁺ and Cl⁻ rapidly or when these ions do not predominate in the soil.

المراجع

- إعادة استعمال مياه الفضلات في الزراعة. دليل إرشادي للمخططين. منظمة الصحة العالمية. المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة.
- تقارير مشروع إقامة مواقع تجريبية لتحسين نوعية مياه الصرف الصحي. المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا.
- تقرير حول تحلية المياه المالحة في وادي الأردن. مشروع كفاءة لاستدامة استخدام مياه الري.
- م. محمد عايش. الدورة التدريبية للمزارعين. ٢٠٠٥. الصندوق الأردني الهاشمي للتنمية البشرية.
- دليل استخدام المياه المالحة للري في وادي الأردن. مشروع المياه المسوس. وزارة المياه والري. ٢٠٠٣.
- م. محمد عايش. مشروع إعادة استخدام المياه الرمادية في الأردن لمكافحة الفقر. المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا والشبكة الإسلامية للتنمية وإدارة مصادر المياه. ٢٠٠٥.
- Wastewater Treatment and reuse in Agriculture. FAO paper 47. 1992.
- Water Quality for Agriculture. FAO paper. 1985.

أساليب وسياسات استرداد تكلفة إتاحة مياه الري في الدول العربية

إعداد

د. محمد عيسى مجدلاوي
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
جمهورية السودان

المقدمة:

إن المنطقة العربية تصنف في غالبيتها العظمى ضمن إقليم الصحراء إذا ما استثنيت بعض المناطق المحدودة على الشريط الساحلي للبحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي ووسط وجنوب السودان. ومن ثم فإنها من بين مناطق العالم الجافة والأكثر ندرة في مواردها المائية. حيث يقدر متوسط نصيب الفرد في الوطن العربي من الموارد المائية ما يعادل نحو ١١% فقط من المتوسط العالمي.

ومع استمرار تزايد السكان عاماً بعد آخر تزداد حدة المشكلة المائية العربية، حيث يزداد الطلب على المياه لكافة الاستخدامات دون زيادة جوهريّة في مواردها المتاحة، الأمر الذي أصبحت معه قضية المياه في الوطن العربي تدخل ضمن إطار القضايا الإستراتيجية الرئيسية، وتحتل مرتبة متقدمة في أولويات الاهتمام القومي والقطري من المنظور السياسي والاقتصادي، ولذلك تقوم الدول العربية بتكثيف الجهود من أجل مواجهة هذه المشكلة والعمل على معالجتها بمختلف الوسائل الممكنة، بما فيها الوسائل والأساليب الفنية والتكنولوجية، أو السياسات الاقتصادية، أو الإجراءات والتدابير التنظيمية والتشريعية، أو الإصلاحات والتعديلات المؤسسية. ومع ديناميكية المشكلة وزيادة حدتها تبرز أهمية أن تتصف أساليب المواجهة والحلول بالديناميكية والتطور. فما لم يكن مبرراً أو غير ذي جدوى من تلك الأساليب أو الحلول فيما سبق ربما أصبح مهماً وأساسياً وله مبرراته وجدواه في الظروف الحاضرة والمستقبلية.

وهكذا، فإنه برغم ما يجري إتباعه من تدابير فنية وتطوير تقني ومشاريع استثمارية تستهدف مواجهة المشكلة المائية في الدول العربية وبرغم مختلف السياسات والإجراءات التنظيمية والتشريعية في هذا المجال، فستظل سياسة استرداد تكلفة إتاحة مياه الري من بين السياسات والأساليب الهامة التي تفرض نفسها بقوة وإلحاح ضمن منظومة السياسات والأساليب الفنية والتنظيمية والاقتصادية المتكاملة لمواجهة مشكلة الموارد المائية في الاستخدامات الزراعية في

مختلف الأقطار العربية.

الآليات لتقاضي تكاليف إتاحة مياه الري في الوطن العربي:

تم استخدام عدد من الآليات لتقاضي تكاليف الإتاحة في الوطن العربي وعلى المستوى العالمي. وتنقسم هذه الآليات في عمومها إلى آلية مباشرة وغير مباشرة، وتتنوع الآليات المباشرة إلى عدد من الأنواع، منها آلية التقاضي المعتمدة على المساحة المروية وهي ثابتة بغض النظر عن المحصولات ونوعيتها واستهلاكها من المياه وهي آلية بسيطة لا تحتاج إلى معينات فنية وإدارية. وهناك أيضاً آلية التقاضي المبنية على كميات المياه المستخدمة والتي تتطلب قياسات لكميات المياه المستهلكة لكل المساحة المزروعة مما يستدعي توفير الأجهزة الفنية والإدارية المعقدة لشبكة الري وارتفاع التكلفة المصاحبة وتفاوت المبالغ التي تم تحصيلها من موسم لآخر ومن محصول لآخر، وتعتبر هذه الصيغة صالحة للاستعمال في الدول ذات الندرة المائية.

وفي الجانب الآخر فإن الآلية غير المباشرة لتحصيل تكاليف إتاحة خدمات مياه الري تتضمن الضرائب المتنوعة على الأرض، وعلى المدخلات الزراعية، والتسليم الإداري للمحاصيل للدولة بأسعار رسمية، وهي تتميز بالبساطة وانخفاض تكاليف التحصيل، إلا أنها غير مرتبطة بإعادة تخصيص المبالغ المتحصل عليها إلى مرفق مياه الري مرة أخرى، وبذلك فهي لا تقدم أية حوافز مباشرة للمزارعين لترشيد استخدامات مياه الري وزيادة كفاءة الإنتاج الزراعي في القطاع المروي.

مبررات استرداد تكلفة إتاحة مياه الري:

دلت التجارب العالمية أن تعويض تكلفة إتاحة مياه الري التي يتم إنفاقها من الموازنات العامة للدول هو الهدف الرئيس وراء وضع رسوم لهذه الخدمة. ففي العقود القليلة الماضية، كانت تنمية القطاع المروي هي السمة الرئيسية للتنمية الزراعية والريفية في معظم بلدان العالم الثالث. وكانت الحكومات تقوم بتحمل التكلفة الرأسمالية للمشروعات، وكذلك تكلفة تشغيل وصيانة هذه المشروعات إما بالكامل أو بفرض رسوم رمزية. وقد أثمرت هذه السياسة عن توسع كبير في المساحات المروية، فعلى سبيل المثال زادت الرقعة المروية في المغرب من نحو ٢١٨ ألف هكتار إلى ٩٤٤ ألف هكتار خلال الفترة ١٩٦٧ و ١٩٩٧.

وبمرور الوقت ومع سياسة التوسع في المشروعات المروية وما يترتب على ذلك من أعباء ونفقات متزايدة، فقد أدت هذه السياسة إلى عدد من النتائج التي من أهمها:

- عدم قدرة الحكومات على الاستمرار في مقابلة التكلفة المتصاعدة للتشغيل والتأهيل لمرافق ومنشآت الري.

- تدني الإنتاج والإنتاجية ومن ثم العائد من المزروعات المروية نتيجة لتدهور عمليات

الصيانة والتشغيل، مما أدى لتدهور دخول المزارعين وتراجع الموارد التي كانت تجنيها الحكومة من الضرائب المباشرة على الزراعة.

- الإسراف وسوء الاستخدام لمورد المياه لغياب العامل الاقتصادي المباشر الذي يدفع المزارعين لترشيد وتحسين استخدام مياه الري.

- اختلال التوازن الطبيعي والتدهور البيئي، مما أدى لانتشار وتفشي الأمراض المنقولة بواسطة المياه، وتفاقم حدة الغرق والملوحة في الأراضي المروية، الأمر الذي قلل من إنتاجيتها بل وجعلها في بعض الأحيان غير منتجة.

إن فشل الحكومات في انتهاج سياسات مناسبة لتوفير وتخصيص موارد كافية لمقابلة التكاليف المتصاعدة لتطوير وتشغيل وصيانة مشروعات الري، أدى إلى نتيجة حتمية في كثير من الدول، وهي أن الفائدة المرجوة من هذه المشروعات لم تتحقق، وأن العمر الافتراضي بأصول المرافق والمنشآت والمعدات الذي تستمر فيه في العطاء قد تناقص كثيراً، وتمثلت المحصلة النهائية لكل ذلك في تدني الفائدة وزيادة التكلفة لهذه المشروعات، مما جعل الاستثمار في القطاع المروي يتراجع بشكل ملحوظ في معظم الدول، وقد أدى ذلك إلى تباطؤ وتيرة زيادة الرقعة المروية في معظم البلدان. هذا وقد أدركت معظم الدول المعنية بهذه المسألة خطورة الوضع، لذا فقد بدأ التفكير الجاد منذ حقبة الثمانينات في استكشاف وانتهاج سياسات بديلة تساعد في إيجاد الموارد الكافية لإتاحة عمليات الري. ومن بين هذه السياسات البديلة استحداث رسم أو زيادة الرسوم الموجودة أصلاً لمقابلة عمليات التشغيل والصيانة لمشروعات الري.

ومن أهم ملامح السياسة التي تم تبنيها من قبل معظم الدول العربية في هذا الشأن ما يلي:

- **عدم الربحية**، حيث تشترك في ذلك كل الدول العربية التي تطبق هذه السياسة.

- استرداد التكلفة الفعلية للتشغيل والصيانة، إما جزئياً أو بالكامل، والحالة الأخيرة تكاد لا تنطبق على أي من الدول العربية التي تطبق هذه السياسة، وذلك نسبة لأوجه الدعم المختلفة التي تقدمها الحكومات.

- **عدم استرداد التكلفة الرأسمالية**، تشترك معظم الدول العربية - كما هو الحال في معظم دول العالم التي لها نظم للري في عدم تحميل المزارعين التكلفة الرأسمالية لمرافق الري الكبرى، مثل السدود ومحطات الضخ والمنشآت المائية الكبيرة. أما في بعض الدول العربية التي تسترد التكلفة الرأسمالية لمشروعات الري، فغالباً ما يكون الاسترداد جزئياً وبشروط ميسرة.

وبجانب الهدف الرئيس بوضع رسوم لإتاحة مياه الري هو استرداد تكلفة الإتاحة، فهناك

أهداف أخرى لوضع هذه الرسوم منها:

* **تحصيل موارد إضافية للدولة:** إن مشروعات الري - خاصة الكبرى منها غالباً ما تتحمل الحكومات تكلفتها الرأسمالية، فإذا ما قامت الدولة بتحصيل قيمة مقابل إتاحة مياه الري، فقد تسعى وراء ذلك لتحقيق أهداف محددة من بينها تحصيل موارد إضافية للخرينة العامة بهدف استخدامها من أجل تنمية هذه المشروعات، ولتحقيق بعض الفائدة العامة من هذه المشروعات ككل، وذلك لاعتبارات العدالة الاجتماعية والتوازن بين المناطق، إذ أن المناطق التي بها مشروعات للري تعتبر هي المستفيدة من استثمارات الدولة في هذه المشروعات، وتكلف الميزانية العامة بتحويلات مالية مهمة على حساب تنمية مناطق أخرى في أمس الحاجة إليها.

* **تقديم خدمة أفضل:** إن مستوى ونوعية أي خدمة يعتمدان على مدى تكلفتها، كما أن تحقيق خدمة أفضل غالباً ما يتطلب تكلفة أكبر، ولا بد من توفير موارد مالية أكبر لمقابلة التكلفة المتوقعة، أي أن الخدمة الأفضل قد تكلف متلقيها تكاليف أكبر. وفي مجال إتاحة مياه الري، فإن الخدمة الأفضل تعني جملة أشياء أهمها:

* **الاعتمادية:** وتعني توفير مياه الري في مواقيت محددة ومعلومة للمزارع.

* **الكفاية:** وتعني أن تكون كميات مياه الري بالقدر الكافي.

* **العدالة:** وهي أن توزع مياه الري من حيث الكمية والمواقيت بعدالة بين المزارعين.

* **التجاوب:** ويقصد به أن يكون هنالك قدر كافٍ للإصغاء والإلتفات لمطالب وشكاوى المزارعين والعمل على حلها في أقرب سانحة ممكنة.

* **الشفافية:** وتعني أن يتم إطلاع المزارعين على كل ما يهمهم فيما يتعلق بإدارة إتاحة مياه الري.

فإن كان المزارعون يطمعون في خدمة أفضل، فلا بد في المقابل أن يدفعوا ما يوازي ذلك من موارد مالية، إذ أن تقديم خدمة أفضل يمكن المزارع من تحقيق إنتاجية أكبر، وبالتالي أرباح أكبر حتى بعد إضافة مقابل إتاحة مياه الري.

وفي معظم دول العالم - بما فيها الدول العربية - فإن هدف ربط الخدمة بتكلفتها غالباً ما يكون ضمناً وغير معلن، رغم أهمية علم المزارعين بذلك مما يجعلهم أكثر قبولاً لمبدأ دفع رسوم لمقابلة تكلفة إتاحة مياه الري. وهذا يستدعي قيام حملات توعية وسط المزارعين.

* **الارتقاء بمستوى الكفاءة في إدارة إتاحة مياه الري:** عندما يدفع المزارعون التكلفة المقررة عليهم لإتاحة مياه الري، فهذا يعطيهم الحق في مساهلة الجهة التي تقوم بتقديم

الخدمة عن جملة أشياء من بينها الكيفية التي يتم بموجبها تقدير التكلفة، وكيفية إدارة إتاحة المياه، ومستوى الخدمة المقدمة، وأوجه أولويات إنفاق الموارد المتحصلة وغيرها.

وبذلك يتاح للمزارعين قدرٌ كبيرٌ من المشاركة في إدارة إتاحة مياه الري، ومن الواضح أن الربط بين وضع رسوم مقابل إتاحة مياه الري وإعطاء الفرصة للمزارعين للمشاركة في إدارة الخدمة المقدمة لهم والارتقاء بها يعد ضعيفاً للغاية في معظم الدول العربية، وهذا يستدعي القيام بحملات توعية للتبصير بهذا الهدف المهم الذي يعد من أهم أهداف وضع رسوم نظير إتاحة خدمات مياه الري.

* **ترشيد استخدام المياه:** إن الحاجة لترشيد المياه وتخصيصها للاستخدامات ذات القيمة الأعلى قد لا تكون دوماً ظاهرة للعيان، فبعض المجتمعات العربية ولأزمان طويلة تعي ندرة وقيمة المياه ولكن في معظم المجتمعات العربية الأخرى فإن المياه ينظر إليها باعتبارها مصدراً طبيعياً غير محدود، وأن إمدادات المياه يجب أن تقدم للمستهلكين إما بالمجان أو بأسعار رمزية. انعكست هذه النظرة سلباً على سياسات إتاحة المياه في الوطن العربي. فمعظم الدول العربية تتبنى وبصورة تلقائية ما يعرف بسياسة إدارة العرض Supply management، وتعني مقابلة الطلب المتزايد للمياه بتنمية واستغلال المزيد من مصادرها المائية وإتاحتها للمستهلكين إما بأسعار رمزية أو مدعومة. غير أن هذا الأسلوب يتصف بضعف قدرته على الاستمرارية لاعتبارات طبيعية وبيئية واقتصادية.

أما الاعتبارات الطبيعية فتتمثل في محدودية المصادر المائية المستغلة أو تلك التي لم تستغل بعد، مما يضع سقفاً طبيعياً لكمية المياه التي يمكن استغلالها. وفي حالة شح أو ندرة المياه وتزايد الطلب عليها تحدد المنافسة بين استخداماتها المختلفة (في الشرب والاستخدامات المنزلية والصناعة والزراعة وإنتاج الطاقة الكهربائية والملاحة وغيرها)، مما يخلق تناقضات سياسية واجتماعية، وفي هذه الحالة فإن الخاسر الأول بين الاستخدامات المختلفة للمياه عادة ما يكون قطاع الزراعة. ففي الأردن - وهو أحد الأقطار العربية التي تعاني من ندرة في المياه، تراجعت نسبة استخدام المياه في الزراعة من ٧٥% إلى ٦٩% من إجمالي المياه المستخدمة بين عامي ١٩٩٤ و ١٩٩٧، بينما قفزت نسبة استخدام المياه في الصناعة من ٢,٧% إلى ٤,٢% لنفس الفترة.

ويمكن اعتبار هذا المثال من الأردن نموذجاً نمطياً لأوضاع تخصيص الموارد (Resources Allocation) على أسس اقتصادية. حيث تظل قدرة الزراعة على منافسة الاستخدامات الأخرى للمياه محدودة للغاية. وهذا يعني أن قيمة المياه في استخدامات بديلة غالباً ما تكون أكبر من استخدامها في الزراعة، ولذا فإن عدم قدرة القطاع الزراعي للمنافسة على استخدام المياه في حالة الندرة أو الشح ناتج عن اعتبارات الكفاءة الاقتصادية.

ولتمكين القطاع الزراعي من تحسين وضعه في هذه المنافسة لابد من تبني سياسات تشجع على ترشيد وحسن استغلال المياه في القطاع الزراعي ومن بينها:

١- **وضع تعريف تصاعدي لتكلفة إتاحة المياه، بهدف الحد من الإستهلاك الزائد وغير المبرر:** في هذه السياسة تزداد تكلفة المياه عندما يزيد الاستهلاك على حد معين محدد سلفاً وعادة ما تحدد القيمة وفق ما يعرف بنظام الشرائح، حيث تقسم الكميات المستهلكة من المياه إلى إستهلاك أدنى ومتوسط وعالٍ، وغالباً ما تزداد القيمة من شريحة لأخرى بمتواليات هندسية. إن هذه السياسة تتبعها بعض الدول التي تعاني من شح أو ندرة في المياه. هذا وقد دلت التجارب أن سياسة وضع تعريف تصاعدي للمياه تشجع المزارعين للاستثمار في تقنيات الري الحديث ذات الكفاءة العالية في استخدام المياه، حتى يظل المزارعون عند حدود الأسعار المنخفضة نسبياً للشرائح الدنيا من قيمة المياه ولا يضطروا لاستهلاك مياه الشرائح العليا ذات التعريف الأعلى.

٢- **فرض رسوم لمنع استنزاف موارد المياه المحدودة أو المياه غير المتجددة:** وهو ما يعرف اصطلاحاً بتقيب المياه (Water mining). وهذه الظاهرة شائعة أكثر بالنسبة للمياه الجوفية عنها في المياه السطحية، ويتم في معظم الدول اللجوء لتبني سياسات إدارية وتشريعية ورقابية لمنع الاستنزاف. ويبدو أن فرض رسوم استنزاف تحديداً يعد أحد الآليات التي يمكن بها الحد من تفاقم هذه المشكلة.

٣- **تشجيع تطبيق تقانات ترشيد استخدام المياه:** من الطبيعي أن لا يلجأ المزارعون للاستثمار في تقنيات ترشيد المياه بدون وجود حافز اقتصادي لذلك.

عناصر تكلفة إتاحة مياه الري:

لأغراض تقدير تكلفة إتاحة مياه الري، فإن من الأهمية البالغة أن يتم العمل على دراسة وتحليل العناصر المختلفة المكونة لهذه التكلفة وتوزيع هذه العناصر بين عناصر للتكلفة الثابتة كالتكاليف الرأسمالية، وأخرى متغيرة كالتشغيل والصيانة.

ويعرض الجزء التالي كلاً من العناصر المختلفة لتكلفة إتاحة مياه الري:

التكلفة الرأسمالية:

تتفاوت وتتباين طرق إتاحة مياه الري بحسب طبيعة وخصائص المصدر المائي، وقربه وبعده من المنطقة التي يراد ريها. ففي الحالات البسيطة يمكن تحويل الماء من مصدره (بئر أو مياه سطحية) ونقله مباشرة للحقل إما عن طريق استخدام مضخة أو عن الطريق الانسيابي. في بعض

الحالات لا يمكن استغلال المصدر المائي إلا بعد إنشاء بنية أساسية بسيطة أو ضخمة مثل السدود أو محطات الضخ، كما أن المصدر المائي قد يكون بعيداً من المناطق التي يراد ريها، مما يستدعي وجود بنية أساسية لنقل المياه والتحكم فيها وتوزيعها. وتعتبر تكلفة هذه البنية تكلفة رأسمالية لإتاحة المياه. ومن البنية الأساسية الشائعة في مجال إتاحة مياه الري ما يلي:

* في مجال تحويل المياه من المصدر مثل السدود، المضخات، حفر آبار.

* في مجال نقل المياه: قنوات (أقنية) طبيعية أو مبطنة، أنابيب.

* في مجال توزيع المياه والتحكم فيها: منشآت مائية، صمامات (Valves)، تجهيزات ومعدات أخرى.

إن معظم الدول العربية - على غرار معظم دول العالم - لا تسترد التكلفة الرأسمالية لمشروعات الري، وحتى تلك التي تفعل ذلك تسترد جزءاً منها وبشروط ميسرة بالنسبة للمنتفعين (المزارعين). وفي واقع الأمر، فإن سياسة عدم استرداد التكلفة الرأسمالية لمشروعات الري، يتعذر لها أن تستمر لأسباب عدة أهمها:

- عدم قدرة الحكومات على تحمل التكلفة الرأسمالية لهذه المشروعات بصفة متواصلة، ولا سيما لما يستحدث منها مستقبلاً.

- التصاعد المستمر في التكلفة الرأسمالية لهذه المشروعات؛ لأن المشروعات السهلة والرخيصة غالباً ما تكون قد طورت بالفعل من المنتفعين.

- إن عدم استرداد التكلفة الرأسمالية من المنتفعين يعوق إعادة استثمار الأموال في مشروعات الري المستقبلية.

هذا وقد أدركت معظم الدول ومؤسسات التمويل ضرورة تغيير هذه السياسة. إن لسياسة استرداد التكاليف الرأسمالية مزايا أخرى بجانب هدفها الرئيس في استرداد التكلفة الرأسمالية لإعادة استثمارها في مشروعات ري جديدة، أو تأهيل وتحديث القائم منها، ومن أهم هذه المزايا الأخرى ما يلي:

- إشراك المزارعين في المشروعات الجديدة وأخذ رأيهم منذ البداية في مراحل تصميم وتنفيذ المشروع، بحيث يلبي احتياجاتهم وتطلعاتهم، مما يجعلهم أكثر قبولاً لدفع التكلفة الرأسمالية للمشروع.

- توفير الشفافية التي تمكن من السيطرة على التكلفة الرأسمالية وخفض الإنفاق، وذلك بتعديل بعض التصميمات بناءً على رغبة المزارعين، أو استخدام مواد محلية بدلاً عن المواد

المستوردة أو إسهام المزارعين في توفير الأيدي العاملة، إلى غير ذلك. وقد طبقت هذه السياسة في بعض دول العالم من بينها الفلبين وكوريا والبرازيل.

* تكلفة التشغيل والصيانة:

تعتبر هذه التكلفة الهدف الرئيس الذي تتركز حوله اهتمامات السياسة التي تستهدف استرداد تكلفة إتاحة مياه الري وتتفاوت هذه التكلفة ومكوناتها تفاوتاً بيناً من مشروع لآخر، حتى في القطر الواحد حسب خصائص كل مشروع ووسائل الري المستخدمة فيه.

وتتمثل مكونات تكلفة التشغيل والصيانة في ثلاثة مكونات رئيسية هي:

أ- **التشغيل:** يشمل تكلفة تشغيل الآليات والمعدات والتجهيزات الأخرى الثابتة والمتحركة التي تستخدم في تحويل (استخراج) المياه من مصدرها، ومن ثم نقلها وتوزيعها والتحكم فيها. وتتمثل تكلفة التشغيل في استهلاك الطاقة والوقود والشحوم والخدمات المصاحبة مثل الحركة والاتصالات، كما تشمل أيضاً تكلفة إحلال المعدات ومنشآت الري.

ب- **الصيانة:** وتشمل تكلفة الصيانة الدورية والطارئة لمعدات وآليات ووسائل الري بما فيها القنوات والأنابيب ومنشآت الضبط والتحكم.

ج- **التكلفة الإدارية:** وهذه تشمل المرتبات والأجور والمنصرفات الإدارية الأخرى، مثل المنازل والمكاتب وتجهيزاتها والهواتف وغيرها.

هذا ومن الصعب إجراء مقارنة بين عناصر تكلفة التشغيل والصيانة المختلفة ومدى نسبتها في التكلفة الإجمالية. ولكن عموماً تكلفة التشغيل والصيانة تعتمد إلى حدٍ ما على نظام الري المتبع والتقنية المستخدمة فيه.

* تكلفة إعادة التأهيل:

تعتبر مشروعات الري من المشروعات طويلة الأجل، إذ قد يستمر عطاؤها لعشرات السنين ولكن كأي مشروع فهي معرضة لعوامل الإهلاك، ومن ثم التدهور ما لم يعاد تأهيلها من حين لآخر. وتعتمد الفترة مابين إعادة التأهيل والآخر على طبيعة وسائل الري بالمشروع ومدى كفاءة تشغيلها وصيانتها.

وإذا كانت كفاءة التشغيل والصيانة تتوقف على عدة عوامل، أهمها الكفاءة الإدارية ومدى توفر الأموال اللازمة للقيام بأعمال الصيانة والتشغيل التي تضمن استمرارية المشروع ولو إلى حين. فإنه حتى في وجود إدارة كفوءة فقد لا تتوفر المبالغ الضرورية للصيانة، مما يعني أحد أمرين إما

القيام بأعمال صيانة جزئية، أو تأجيلها لحين توفر مبالغ كافية. وفي كلتا الحالتين فالمحصلة واحدة وهي تدهور مرافق ومشروعات الري، ومن ثم تدني نوعية خدمة إتاحة مياه الري. لذا لا بد من إعادة التأهيل للارتفاع بمستوى الأداء وضمان استمرارية المشروع.

وفي الجانب الآخر ونتيجة للتقدم التقني، فقد لا تكون التقنية التي استخدمت لمشروع ما للري في الماضي تناسب الأوضاع الحالية، أو أن بدائل جديدة أكثر كفاءة أصبحت متيسرة، مما يخفض تكلفة التشغيل والصيانة أو يرفع من مستوى الأداء أو يخفض استهلاك المياه وإلى غير ذلك. وهذا ما يعرف بالتحديث.

هذا وتختلف تكلفة إعادة التأهيل والتحديث عن التكلفة الرأسمالية الإنشائية في أن تكلفة إعادة التأهيل والتحديث قد تتكرر عدة مرات على مدى العمر الافتراضي للمشروع، في حين أن التكلفة الرأسمالية الإنشائية هي تكلفة لمرة واحدة وذلك في بداية عمر المشروع، وإن كلاً منها يندرج ضمن الاستثمارات الرأسمالية في تحليل المشروعات.

إن تكلفة إعادة تأهيل وتحديث مشروعات الري غالباً ما تتحملها الحكومات، كما هو الحال في التكلفة الرأسمالية الإنشائية. ويمكن القول أن سياسة معظم الدول العربية فيما يخص تكلفة إعادة التأهيل والتحديث ربما كانت شبيهة بتلك التي تتعلق بالتكلفة الرأسمالية.

التكلفة البيئية:

من المعروف أن مشروعات الري لها آثارها وانعكاساتها على التوازن الطبيعي للبيئة، وذلك بسبب استخدام موارد طبيعية مثل الماء والأرض وصناعية مثل الأسمدة والمبيدات بدرجة أو أخرى، مما يقود للمشاكل البيئية المعروفة مثل الأمراض المنقولة بواسطة المياه، تلوث المياه، زيادة الملوحة في التربة، والترسبات في مجاري الجداول والأنهار والخزانات، وغيرها.

هذا وقد أوضحت الدراسات العديدة التي أجريت في مجالات التقويم البيئي للمشروعات الزراعية المروية أن التكلفة البيئية قد تصغر أو تكبر لأي مشروع للري بحسب نوع المشكلة البيئية التي يواجهها المشروع المعني. ففي السودان مثلاً، فإن تكلفة إزالة الحشائش المائية وترسبات الطمي من شبكات الري - وهي تكلفة بيئية - تعادل تقريباً نصف مجمل تكلفة التشغيل والصيانة. وفي الغالب والأعم يتم تضمين هذه التكلفة ضمن تكلفة التشغيل والصيانة العادية ولا تعامل كتكلفة مستقلة لإبراز البعد الاقتصادي لمشاكل البيئة في المشروعات المروية. ونفس الحال ينطبق على معظم مشروعات الري التي تواجه مشاكل بيئية في الوطن العربي.

إن إظهار التكلفة البيئية على نحو مستقل، وعدم تضمينها في تكلفة التشغيل والصيانة يخدم عدة أهداف أهمها:

- توعية المزارع بالمشاكل البيئية ومدى تكلفتها.
- تحري الدقة والموضوعات عند تقدير تكلفة إتاحة المياه، إذ أن الأمر ليس مجرد إتاحة المياه، إنما إتاحتها وفي نفس الوقت السيطرة على أثارها البيئية السالبة.
- إمكانية توجيه عوائد التكلفة البيئية لمشروعات خاصة بمعالجة الآثار البيئية السلبية الناجمة عن مشروع الري.

تكلفة استخدام موارد المياه:

يعد الماء من الموارد الطبيعية المعرضة للاستنزاف والتلوث، وتشتد الحاجة إليه في العديد من الاستخدامات وفي مقدمتها الاستخدامات المنزلية، مروراً باستخداماته في الزراعة والصناعة، ووصولاً إلى استعمالاته الترفيهية مثل السباحة ورياضة الزوارق وغيرها من ألعاب الترويح المائية.

هذا وتختلف القيمة الاقتصادية للمياه بحسب نوع الاستخدام. وربما أن الزراعة تعتبر أكبر مستخدم للمياه وبأسعار منخفضة نسبياً مقارنة مع الاستخدامات الأخرى، فإن هذا الوضع لا يعد في صالح الزراعة المروية وإستمراريتها؛ لأن هنالك فرصاً بديلة لاستخدامات المياه لأغراض أخرى ذات قيمة اقتصادية كبرى.

وللمحافظة على المياه وفق القيمة الاقتصادية البديلة لها، يقتضي الأمر وجود تكلفة باستعمال المورد حد ذاته كرسوم سحب مياه من مصادرها.

* مناهج تقدير تكلفة إتاحة مياه الري:

تتحمل عملية إتاحة مياه الري للاستخدام الزراعي بقدر أو آخر التكلفة التي ترتفع أو تنخفض تبعاً للمرافق والخدمات والأعمال التي تشملها منظومة الري موضع الاعتبار ويتم تقدير تكلفة الري لأغراض مختلفة لعل من أهمها ما يتعلق بتوزيع أعباء هذه التكلفة على الأطراف المعنية سواء على المجتمع ممثلاً في الدولة، أو على المستفيدين من مستخدمي المياه لأغراض الري، حيث أصبح استرداد بعض أو كل تكاليف الإتاحة توجهاً عاماً في العديد من مشروعات الري في غالبية دول العالم، وبخاصة تلك المشروعات التي تدعمها الحكومات لأغراض اجتماعية أو استراتيجية محددة.

وفي ظروف الدول العربية حيث الندرة المائية الراهنة أو الوشيك، فقد تزايدت الاهتمامات بالعمل على ترشيد استخدام الموارد المائية وتحقيق أقصى كفاءة ممكنة في استخداماتها الزراعية، وفي تخصيصها وتوزيعها الأمثل بين مختلف الاستخدامات البديلة، ومن ثم فقد أخذت العديد من الدول العربية - بدرجات متفاوتة وبأساليب مختلفة - في تطبيق سياسات استرداد تكلفة إتاحة

مياه الري، الأمر الذي يستوجب الاعتماد على منهج مناسب لتقدير تلك التكلفة. وفي واقع الأمر تعدد المناهج المستخدمة في تقدير تكلفة إتاحة مياه الري، ولعل من أهم المناهج أو أكثرها استخداماً ما يلي:

* منهج التكلفة الحدية Marginal Cost Approach:

ويقوم هذا المنهج على أساس تكلفة الإتاحة للمياه استناداً إلى التكلفة المصاحبة لتوفير أو إتاحة وحدة إضافية من هذا المورد. ويعتبر هذا المنهج أكثر اهتماماً بإعتبارات الكفاءة الاقتصادية في استخدام المورد، حيث يركز على أحد المعايير الاقتصادية الأساسية للكفاءة وهو المتمثل في مساواة التكلفة الحدية مع العائد الحدي، ووفقاً لذلك تتحقق كفاءة استخدام المورد طالما كانت كل وحدة إضافية منه يتولد عنها عائداً (حدياً) يزيد على تكلفتها الحدية، ومن ثم يمكن التوسع في إمدادات المياه في ذلك الاستخدام حتى الوحدة التي تصبح عندها التكلفة الحدية لإتاحتها مساوية لما تحققه من عائد حدي.

وبرغم أهمية هذا المنهج من المنظور الاقتصادي البحت، إلا أنه لا يعتبر منهجاً عملياً، كما أنه لا يتناسب مع الظروف والأوضاع العامة للزراعة المروية في الدول العربية كما في معظم الدول النامية، حيث يسفر هذا المنهج عادة عن تقديرات عالية لتكلفة الإتاحة، تفوق كثيراً تلك المقدرة، وفق المناهج الأخرى، هذا فضلاً عن أن التكلفة المقدرة وفق منهج التكلفة الحدية تتغير فيما بين المناطق المختلفة والمشروعات المختلفة تبعاً لتغير طبيعة منشآت الري وغيرها من العوامل.

* منهج تكلفة الفرصة البديلة Opportunity Cost Approach:

لما كانت الموارد المائية لها العديد من الاستخدامات المختلفة أو البديلة، وأن كل من هذه الاستخدامات يختلف فيما يتولد عنه من قيمة أو عائد من استخدام المياه، لذا فإن هذا المورد في استخدام ما يقل العائد منه عن أحد أو بعض الاستخدامات البديلة يعني تحمل المجتمع لكل تكلفة ناجمة عن عدم توظيف المورد في الاستخدام البديل الأفضل.

في هذا الإطار الذي يوضح فكرة تكلفة الفرصة البديلة، فإن تقدير التكلفة لإتاحة المياه وفق هذا المنهج تقوم على تقدير هذه التكلفة بما يعادل التكلفة التي يتحملها المجتمع نتيجة توجيهه - أو استنزافه - المورد المائي في استخدام أقل كفاءة.

وفي واقع الأمر فإن تكلفة الفرصة البديلة تضمن أكثر من عنصر، منها التكلفة البديلة المباشرة والتي تتمثل في الفرق في العائد الصافي الضائع من عدم توجيه المورد لأفضل الاستخدامات البديلة، ومنها أيضاً التكلفة الناشئة عن الآثار السلبية المحتملة على الموارد الطبيعية الأخرى أو المحيط الخارجي (التكلفة الخارجية) حيث يؤثر الاستخدام المفرط لمياه الري سلباً على الصرف

الزراعي وعلى الإنتاج الزراعي وعلى الاستخدامات المنزلية والصناعية للمياه، الأمر الذي يمثل تكلفة مادية سواء تحققت في الحال أو في المستقبل، وهذه الأخيرة تقدر قيمتها زمنياً. وبالإضافة لهذين النوعين، فهناك نوع ثالث من عناصر تكلفة الفرصة البديلة تزداد أهمية في ظروف الموارد المائية القابلة للنضوب مثل خزانات المياه الجوفية غير المتجددة، ويعكس هذا العنصر التكلفة التي يلزم أن يتحملها الاستخدام المعين للمورد بغرض الحد من الإسراف في استخدامه والعمل على استدامته زمنياً لأقصى قدر ممكن.

ويكتنف الاستناد إلى منهج تكلفة الفرصة البديلة بعض العوامل التي تقلل من أهمية العملية، حيث يتطلب التقدير وفق هذا المنهج قاعدة واسعة ودقيقة من المعلومات والبيانات الكمية التي يتعذر إتاحتها في معظم الأحوال. هذا بالإضافة إلى ما يتطلبه هذا المنهج من ضرورة إجراء العديد من الدراسات التفصيلية قبل تطبيق التقديرات التي تحدد بموجبها هذه التكلفة، فعلى سبيل المثال فإن تقدير عنصر التكلفة الخارجية يتطلب تقديرات لجوانب وآثار قد يتعذر حصرها أو تقديرها على وجه صحيح بل قد يصعب الحصول عليها أصلاً، وإذا ما تم تقديرها فإن دقتها تكون موضع شك وتساؤل.

* منهج تكلفة الإسترداد (الاسترجاع) Cost Recovery Approach:

ويقوم هذا المنهج بصفة أساسية على فكرة تقدير التكلفة بمقدار ما يحقق إسترداد تكلفة إتاحة المياه للري، والأصل في ذلك أن تتضمن هذه التكلفة كلاً من التكلفة الإستثمارية لأعمال ومنشآت الري، والتكلفة الجارية لتشغيلها وصيانتها وإدارتها، غير أنه في رأي الكثيرين، وما تأخذ به الكثير من الدول هو ألا تتضمن تكاليف الإسترداد التكلفة الرأسمالية جميعها، أو تكلفة المنشآت المائية الكبيرة، وإنما تقتصر على التكاليف الجارية، ومرافق ومنشآت الري على المستوى المحلي.

ويعتبر منهج تكلفة الإسترداد أكثر المناهج إتباعاً في الواقع العملي، كما يمكن النظر إليه باعتباره الأنسب في ظل الظروف والأوضاع السائدة والراهنة للقطاعات الزراعية العربية، حيث يعتمد التقدير وفقاً لهذا المنهج على قاعدة من المعلومات والإحصاءات التي تسهل إتاحتها في كافة الدول، كما ينطوي على قدر كبير من المرونة وفق حدود الإسترداد التي تقرها كل دولة، فضلاً عن بساطة وسهولة تطبيقه عملياً. وبتطبيق منهج تكلفة الإسترداد في تقدير تكلفة إتاحة مياه الري تحقق معظم الأهداف المتوخاة من وراء سياسة تكلفة إتاحة مياه الري.

محددات تطبيق أساليب تكلفة إتاحة خدمات مياه الري والآثار المترتبة عليها:

إن مسألة تطبيق استعادة تكلفة إتاحة مياه الري في الوطن العربي تواجهها العديد من التحديات الاجتماعية والسياسية والاقتصادية والمؤسسية، أهمها اعتبار الماء سلعة اجتماعية على الدولة

تقدمها دون أعباء مالية على المستفيدين، وغياب التشريعات التي تنص على فرض الضرائب والرسوم على استخدام المياه للري، هذا إلى جانب ضعف المؤسسات والأجهزة العاملة في مجال تقديم خدمات الري وتشابك اختصاصاتها وتدني مقدرتها الإدارية والفنية في تحصيل الرسوم مقابل تكاليف التشغيل والصيانة والإحلال لمرافق الري ومنشأتها من المنبع حتى مستوى الحقل.

ويساهم في ذلك، القصور في مجال الأبحاث الخاصة بتقدير المقننات المائية للمحاصيل الزراعية، والتي بموجبها يمكن تقدير التكلفة بالإضافة إلى غياب الإرشاد المائي لبث الوعي الجماهيري ومدى أهمية المياه وأساليب ترشيدها وحماية منشأتها، ومن بين المحددات أيضاً تدني قدرة صغار المزارعين وهم يمثلون قطاعاً عريضاً في الزراعة العربية على تحمل أعباء تلك التكاليف بخاصة في ظل انخفاض مستويات دخولهم الزراعية.

هذا ويصعب تقويم الآثار المترتبة على تطبيق سياسة استرداد تكلفة إتاحة خدمات مياه الري في الوطن العربي لحداثتها وتداخل عناصر سياسات الزراعة الأخرى وفق المستجدات الدولية وسياسات الإصلاح الاقتصادي، والتي يتم تطبيقها بتفاوت من دولة لأخرى غير أن هنالك بعض الدراسات قد أجريت في بعض الدول العربية والتي يمكن بها استقراء بعض الآثار المترتبة عليها.

فيما يتعلق بالآثار على دخول المزارعين، فتتمثل الآثار الإيجابية المتوقعة في زيادة استجابة المزارعين بخاصة كبار المزارعين لارتفاع تكلفة الإنتاج، بإدخال تكاليف إتاحة خدمات مياه الري وانعكاسات ذلك في ترشيد استخدامات مياه الري والعمل على تنوع التركيبة المحصولية واستعمال التقانات المتطورة ذات الإنتاجية العالية.

وفي جانب آخر، انعكست تلك الآثار سلباً على صغار المزارعين لتقليل الطلب على المياه وتدني الإنتاجية والدخول مما يستلزم تدخل الدولة لمساعدتهم على تجاوز تلك الآثار على المدى القصير.

وبالنسبة للآثار على العوامل الإنتاجية والتركيبية المحصولية والتجارة العالمية، تدل الدراسات في بعض الدول العربية إلى اتجاه التركيب المحصولي نحو المحاصيل ذات الميزة التنافسية والتحول عن المحاصيل ذات الاستهلاك المائي العالي كقصب السكر والأرز في مصر.

وبالرغم من ضرورة إجراء الدراسات المتعمقة لمعرفة آثار تضمين تكلفة إتاحة خدمات مياه الري على الزراعة والتجارة الزراعية العربية، إلا أن بعض الدراسات تدل على احتمال تضرر الصادرات البستانية نظراً لارتفاع احتياجاتها المائية، واحتمال فقد القدرة التنافسية لبعض المحاصيل الغذائية في أسواقها الوطنية بعد تحرير التجارة الزراعية.

وعليه لا بد من مواكبة التحولات المتوقعة من تطبيق سياسات استرداد تكلفة إتاحة خدمات مياه

الري، بإعادة النظر في مواقع الإنتاج من حيث ملائمتها المناخية وتطوير التقانات المستخدمة في الإنتاج وترشيد استخدامات المدخلات الزراعية، ومن بينها مياه الري لزيادة الميزة التنافسية لتلك المحاصيل داخلياً وخارجياً.

تعتبر المنظمة العربية للتنمية الزراعية - وفقاً لإعلان القاهرة لمبادئ التعاون العربي في استخدام وتنمية وحماية الموارد المائية العربية - الماء مورداً طبيعياً وحرراً لا يجوز بيعه وتؤكد على أن تتركز سياسات ومناهج تحديد تلك التكلفة على أساس استرداد النفقات الجزئية أو الكلية لخدمات إيصال الماء الحقلية وفقاً لخصوصية كل دولة، وبما يضمن عدم زيادة تكلفة الإنتاج إلى مستوى يقلل من عنصر المنافسة.

مقترحات لتحقيق أهداف ترشيد استخدامات المياه عند تطبيق سياسة تكلفة استرداد مياه الري في الوطن العربي:

١ - تكوين ونشر تنظيمات مستخدمي المياه: ويهدف ذلك على تقليص الدور الحكومي وتحقيق

المرونة المطلوبة لتحسين إدارة مرافق مياه الري وإدارة المشروعات وتخفيض تكاليف التشغيل والصيانة، وجمع رسوم خدمات المياه من المستفيدين، مع رفع مقترحات التدريب والعمل على ترقية كفاءة السيطرة والمراقبة على الوحدات الزراعية وتوزيع المياه على أسس من المساواة وتقليل الفوائد المائية.

٢ - تأهيل شبكات الري: نظراً للتقدم النسبي لمرافق الري وشبكاتها في معظم الدول العربية،

فإن تطبيق سياسات استرداد التكلفة تتطلب إجراء التعديلات والتأهيل لتلك المرافق والمنشآت مسبقاً لضمان فاعلية التطبيق لتلك السياسات. ويتوقع أن يؤدي تأهيل شبكات الري ونشر تنظيمات وروابط مستخدمي المياه لدعم أهداف تخصيص عائد أعلى واستدامة الموارد المائية للأجيال القادمة.

٣ - إعادة الهيكلة: تتمثل مشكلة التنظيم الهيكلي للري في العديد من الدول العربية في تعدد

وتنوع الأجهزة العاملة في مجال الري وتداخل اختصاصاتها من إدارة وصيانة واستثمار، ونقص الكوادر وغياب الرؤية المحددة لمعالجة القضايا المطروحة، من حيث معايير التقويم والإصلاح، وعليه لا بد من إعادة هيكلة الأجهزة المسؤولة عن مياه الري في الدول العربية وتحديد الاختصاصات والصلاحيات والعلاقات التنظيمية الرأسية والأفقية وإصدار القوانين واللوائح المنظمة للعمل وتقنين دور المنظمات الأهلية والتعاونيات ضمن الإطار العام لهيكل قطاع الري.

٤ - تدريب الكوادر: لتحقيق التغيير المستهدف في الأنماط السلوكية للمزارعين لا بد من توافر

الكوادر الفنية والإرشادية المؤهلة لزيادة الوعي المائي لدى المنتفعين وللمتمكين من تقبل المزارعين لتطبيق سياسات استرداد التكلفة تدريجياً.

٥- مراجعة وتطوير التشريعات والقوانين: هناك ضرورة لإحداث مجموعة من التغيرات الضرورية لتقوية وترقية القوانين والتشريعات القائمة حول ملكية مورد المياه وكيفية استخداماتها في الري، بما يتوافق مع أهداف المجتمع في ظل الإصلاح الاقتصادي والمستجدات الدولية وانعكاساتها على القطاع المروي في الدول العربية.

وهناك اقتراحات عند اختيار المنهج الملائم للاسترداد وأهمها:

١- تحديد الرسوم بناءً على التجارب الحقلية ومعطياتها من نظم الري والبيئة وطبيعة التربة والظروف المناخية.

٢- تقدير التكلفة الكلية لوحدة الماء المستخدمة وتحديد الجزء الذي يتحمله المزارع.

٣- إدخال نظم المحاسبة لتحديد التكاليف المترتبة على استخدامات مياه الري وتقدير التعويضات في حالة عدم الوفاء بالتزامات إمدادات مياه الري للمزارعين.

٤- التدرج في التطبيق لإتاحة الفرص للمزارعين لاستيعاب المتغيرات والاستجابة لها.

٥- توفير التسهيلات الائتمانية المناسبة لتشجيع المزارعين على الاستثمار في تقانات الري المتطورة.

٦- إعفاء صغار المزارعين مؤقتاً من دفع تكلفة إتاحة خدمات المياه وإعطائهم الفرصة لتأهيلهم للتوافق مع مقتضيات تطبيق رسوم تكلفة الإتاحة مراعاة لظروفهم الاجتماعية والاقتصادية.

التوجهات العامة للسياسات المستقبلية لإتاحة مياه الري:

تهتم الحكومات، ومنظمات التنمية الإقليمية، والمنظمات غير الحكومية، وبدرجات متفاوتة بتطوير وتحسين السياسات والجوانب الفنية والاقتصادية الخاصة بإتاحة مياه الري، وذلك في إطار السعي نحو تقديم خدمات أفضل لري المشاريع الزراعية، كما تعمل على تشجيع نقل مسؤوليات التشغيل والصيانة بمشاريع الري إلى المزارعين، ووراء هذا الأمر توجد دوافع قوية لتشجيع هذه المبادرات خاصة فيما يتعلق بالفوائد المرجوة لكل من المزارعين والحكومات.

وتختلف أسباب ومبررات نقل وتحديد المسؤوليات الخاصة بتشغيل وصيانة مشاريع الري من قطر لآخر ومن مشروع إلى آخر أيضاً، لكن يبقى الهدف النهائي للهيكل والتنظيمات الإدارية لإتاحة مياه الري هو العمل على تقديم خدمة جيدة ومستدامة وبكفاءة عالية تساعد المستفيدين من

المزارعين من تحقيق أهدافهم الإنتاجية.

وإذا كان من المعروف أن خدمات إتاحة المياه تتمثل في الري والصرف والتحكم المحدود في الفيضانات، فإنه نتيجة للتغيرات الديموغرافية والاقتصادية والبيئية، التي أثرت في تركيبة وتشغيل مشاريع الري، فمن المتوقع اختلاف تركيبة وطبيعة خدمات إتاحة مياه الري المستقبلية ويستدعي ذلك أن يقترن تغيير نظام توفير خدمات المياه، بإجراء تقويم متأن للظروف الاقتصادية والديمغرافية والبيئية لأي مشروع زراعي مروي.

ففي معظم الأقطار العربية تم تصميم مشروعات الري الحالية وتشغيلها لمقابلة المتطلبات المائية للمحاصيل فقط، كما يدل على ذلك أسماء المؤسسات والهيئات أو المصالح الحكومية القائمة على إدارة هذه المشروعات، بينما لا تمارس أي من تلك المؤسسات تقديم خدماتها لمستفيدين آخرين أو تضمين مشاريع كهرومائية صغيرة ببعض مشاريع الري الخاصة بها وتقديم خدمات هذه المشاريع للسكان في منطقة المشروع. لذا فإنه من المتوقع في المستقبل أن يكون لنظم الري بعض الوظائف الإضافية إلى جانب الوظيفة التقليدية مثل إمداد بعض مستخدمي المياه خارج نطاق المشروع بالمياه أو إمداد المنطقة أو بعض السكان بالطاقة الكهربائية في حالة إقامة مشروعات كهرومائية.

وتتولى وظيفة الإمداد العام للمياه تغييرات جوهرية في تشغيل خزانات المياه وشبكة الري الرئيسية، بينما لن يطرأ تغيير يذكر في تشغيل نظام التوزيع، وستزداد تبعاً لذلك تكلفة التشغيل والصيانة، وذلك بسبب مرونة هذا النظام وتلبيته لكل الاحتياجات على مدار عام بما فيها بالطبع الاحتياجات المائية للقرى والأرياف ومناطق الحضر. ويتطلب ذلك مستوى عالياً من الإدارة وقيام مؤسسات واعية تضمن توصيل خدمات المياه في الزمان والمكان المحددين وبالكميات المطلوبة.

وعلى المستوى الإداري تتولى الجهات الحكومية في معظم الدول العربية تشغيل شبكات الري في الغالب دون مشاركة من المزارعين سواء بالتنظيم أو بالري، مما ينعكس على كفاءة إدارة الري، حيث ثبت أن الكثير من المشاكل الحقلية تعزى إلى سوء تشغيل وصيانة شبكة النقل والتوزيع لمياه الري، وعدم وصول المناسب فيها للحد المطلوب لدخول المياه للقنوات الحقلية، مما يقلل من فرص مرونة نظام الري في توزيع المياه، خاصة فيما يتعلق بكمية مياه الري، ومدة الري، والفترة بين الريات. ويساعد في ذلك ازدواجية المسؤولية بين المؤسسات التي تقوم بتنظيم عملية الري، والجهات المستخدمة لمياه الري.

ولتحسين فرص إتاحة مياه الري بالمشاريع المروية مستقبلاً فهناك ضرورة تستدعي أخذ النقاط التالية في الاعتبار:

- * تحقيق اللامركزية على مستوى المشروع، بحيث تتمتع إدارة كل مشروع بوضعها المستقل.
- * النقل التدريجي لبعض عمليات الصيانة والتشغيل إلى جماعات المستفيدين ومستخدمي المياه لتحسين مردودية هذه العمليات، مع توفير الدعم الفني لهذه الشريحة من خلال الإرشاد.
- * تشجيع المزارعين لتنظيم أنفسهم في جمعيات أو تنظيمات متكاملة للقيام ببعض الأعمال الضرورية، مثل أعمال التشغيل والصيانة على مستوى الحقل، أو توزيع المياه مع إصدار التشريعات المنظمة لذلك.
- * تبني أو توسيع نطاق استرداد تكلفة إتاحة مياه الري وإيجاد الآلية أو الآليات المناسبة لتفعيل هذه السياسات، وذلك من أجل استخدام أفضل ومستدام للموارد المائية.

المراجع

- ١- الأشرم، محمود (٢٠٠١) - اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، آب /أغسطس ٢٠٠١.
- ٢- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة، ١٩٩٤.
- ٣- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة تعزيز دور تنظيمات مستخدمي المياه في الزراعة العربية، ١٩٩٩.
- ٤- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة أساليب وسياسات استرداد تكلفة إتاحة مياه الري في الدول العربية، ١٩٩٩.
- ٥- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة سبل تطوير الري والصرف في الدول العربية، ٢٠٠٢.

الاتجاهات السلوكية والعمل الزراعي

إعداد

د.عباس فرح

المنظمة العربية للتنمية الزراعية

جمهورية السودان

تقديم:

في كثير من الأحيان ينصب إهتمام المعنيين بتطوير العمل الزراعي بشكل أساسي على معالجة المشاكل الفنية المتصلة برفع الإنتاجية وتحسين وضبط جودة المنتجات مثل إجراء العمليات الزراعية بالطرق الصحيحة واستخدام المدخلات بالكميات والطرق الموصى بها، وهذا أمر لا خلاف عليه وعلى أهميته، ولاشك في فعاليته لتطوير العمل الزراعي، ولكن يأتي قبل ذلك كيفية التعامل مع المزارع نفسه خاصة فيما يتصل من جذبه لتبني أفكار وأساليب جديدة تغير من الأنماط التقليدية في عمله الزراعي، كما أن تقبله للوسائل الإرشادية لا يكون آلياً ومطلقاً؛ لأنه يملك تفكيراً وإرادة ذاتية لا تنقاد لمجرد سماع أمر جديد وإنما يكون التغيير حسب إقتناعه وقبوله لما يعرض عليه. بهذا يكون من المهم جداً أن يستطيع المرشد أن يلم بكيفية التعامل مع المزارع بحيث يفهم طرق تفكيره وإتجاهاته السلوكية إذا لزم. بالرغم من أنه من المهم هنا أن ندرس نظرية التعلم وسايكولوجية المزارع ، لكن هذا أمر يحتاج لدراسة منظمة ويمكننا أن نقصر هنا على إلقاء الضوء على الإتجاهات السلوكية مباشرة.

يفيد العلم الحديث أن الإتجاهات النفسية وكذلك المعتقدات مكتسبة أي متعلمة من الثقافة والبيئة عن طريق التنشئة الاجتماعية، تلك العملية التي تهدف إلى إعداد الفرد للحياة في مجتمعه، وهذه الاتجاهات والأخلاقيات تكون التوقعات التي تجعل عملية التفاعل والتعامل بين الأفراد عملية سهلة الإتجاهات النفسية والقيم هما عبارة عن التمثيل النفسي في داخل الفرد لآثار المجتمع والثقافة .

ويعرف روكيتش Rokeach (١٩٦٨) الاتجاه النفسي " بأنه تنظيم مكتسب، له صفة الاستمرار النسبي للمعتقدات التي يعتقدها الفرد نحو موضوع أو موقف وبهيئته للاستجابة، باستجابة تكون لها الأفضلية عنده " ويعرفه كاتز وستولند Katz & Stotland (١٩٥٩) بأنه " نزعة الفرد أو إستعداده المسبق إلى تقويم موضوع أو رمز لهذا الموضوع بطريقة معينة " .

وإذا درسنا التعريفين السابقين وأردنا أن نخرج بتعريف أسهل للفهم وللتعامل نجد أننا يمكن أن نعرف الاتجاه السلوكي " بأنه الإستعداد الذهني والنفسي المكتسب من خلال المعاشة والتجارب والتعليم وله نفوذ قوي على تصرفات الفرد واستجابته للمؤثرات الخارجية والحالات المختلفة التي يجد الفرد نفسه في مواجهتها ومطلوب منه الرد أو التصرف تجاهها ".

تكوين الاتجاهات السلوكية:

يولد الإنسان وهو مؤهل بوسيلتين مهمتين وهما الغريزة والتي تحكم كثير من تصرفاته خاصة في سنواته الأولى وإن كانت تؤثر عليه طوال حياته، وملكة التعلم والاستعداد الذهني والنفسي. ملكة التعلم تعتمد على الإستعداد الذهني وتكوين الجهاز العصبي وصفاته ووسائل إتصاله بالعالم الخارجي.

الاتجاهات السلوكية:

الحواس تستقبل المؤثرات الخارجية ومنها تمر بمراحل مختلفة ثم تصل إلى المخ أو الجهاز العصبي المركزي ليفهمها ويفسرهما وإعطاء رد الفعل المناسب. قد يعكس المؤثر الخارجي أثراً ينقل بوحدة من الحواس أو قد يعطي أثراً تنتقل بالعديد من الحواس. كل هذه المسائل تنقل للمخ ثم ينقل معها الأثر على المستقبل ورد الفعل وتسجل جميعها للاستفادة منها مستقبلاً في الحالات المشابهة بحيث لا يحتاج الإنسان لتعلم ثان لمعرفة المؤثر والأثر والإحساس ورد الفعل في كل حالة. الإنسان لا يتقبل هذه الآثار من المؤثر في محيط محايد بل تصل أولاً في محيط أسرته، في محيط مجتمعه الصغير ورفاقه، ثم في المجتمع الكبير. هذا المحيط وبحكم ما تعلمه سابقاً بحكم ثقافته المحلية يحدد سلوكاً معيناً إستجابة لأثر معين، هذا المحيط يؤثر في الإنسان لإعطاء رد الفعل حسب المتعارف عليه والمقبول لدى نظام المحيط . تنشئة الأطفال تشمل تعليمهم إعطاء الردود المقبولة حسب ثقافتهم ومثلهم. يفيد علم النفس أن السنوات الخمس الأولى من عمر الإنسان هي أهم فترة بالنسبة لإكتساب الاتجاهات السلوكية حيث يتعلم الطفل طرق السلوك والتعامل من أفراد أسرته بصورة مباشرة بالتوجيه أو بالمعاشة وإتباع طرق تعاملهم وسلوكهم وقيمهم. ما يتكون من استعداد ذهني ونفسي في هذه المرحلة يسمى " نمط الاستعداد الذهني والنفسي المكتسب من التربية والمحيط الاجتماعي والثقافي "cognitive set". تتميز الصفات المكتسبة بهذه الطريقة وفي هذه الفترة بقوة ثباتها وتسمى الصفات أو الميزات الأساسية للشخصية " Nuclear personality traits ". ويكون تغييرها صعباً ولا يسهل التخلص منها. يلاحظ أن أثر الثقافة والحياة الاجتماعية في هذه الفترة يكون عبر أفراد الأسرة والمجتمع الصغير من حول الطفل.

في المراحل اللاحقة وبعد تجاوز سن الخامسة وبداية التعامل مع الأقران والمجتمع الخارجي تبدأ إضافة سلوكيات اعتماداً على التعلم من خلال هذه المرحلة ومن هذه المصادر. يبدأ الطفل

بالانتماء إلى مجموعات مرجعية من الأطفال حوله وأكثرهم تعاملًا وتعايشًا معه وحتى الكبار. ففي هذه المرحلة يتعامل الطفل أو الصبي مع عدد وإن كان محدوداً من الكبار ويتعلم عنهم بعض السلوكيات وهم ينقلون إليه ما أعتادوا عليه حسب ثقافتهم ومعتقداتهم وقيمهم المحلية. وهنا يكون الأثر لهذه الثقافة والقيم مأخوذاً عبرهم وليست بصورة مباشرة " Mediated social and cultural influence " وتسمى الصفات الشخصية المكتسبة في هذه المرحلة بالصفات الثانوية " Peripheral personality traits " .

بعد تجاوز الطفولة يبدأ التعامل الاجتماعي بشكل أوسع ويبدأ الشخص يأخذ مباشرة عن مجتمعه العادات والتقاليد والقيم وأساليب التعامل ، وهنا يعتبر الأثر مباشرة من الحياة الاجتماعية والثقافية المحلية " Direct social & cultural influence " . ويبدأ الإنسان في الانتماء إلى مجموعات محددة وقبولة بداخلها يعتمد إلتزامه بسلوكيات ومعايير تلك المجموعات، والإنسان ينتمي لعدد كبير من المجموعات مثلاً أصدقاء المدرسة - فريق الرياضة - أصدقاء الحي - مجموعة الأقرباء وهكذا. هذه المجموعات تمثل مجموعات مرجعية للشخص وعن طريقها يكون مجموعة من السلوكيات. وإذا وضعنا في الإعتبار أنها جميعها تنتمي إلى مجتمع واحد وثقافة واحدة فإن ذلك يعني أن الأخذ من هذه المصادر عمل مشترك ينتج عنه قبول. وهذه ليست عملية إختيارية إنما للمجتمعات وسائلها التي تخضع بها الفرد إلى سلوكياتها ونظمها وتطلب منه الانسجام معها ليقبل عضواً نافعاً.

ربما تنشأ عن الشخص إتجاهات سلوكية نتيجة التعرض لتجارب متميزة وربما معزولة "سلباً وإيجاباً" أو متكررة خلال الحياة الشخصية للفرد، وعلى هذا الإفتراض تقوم نظريات المكافأة والعقاب في الحياة العادية. وعلى سبيل المثال إذا اشترى الإنسان نوعاً معيناً من المعروضات التجارية لشركة معينة ووجده مضرراً لا يتوقع أن يعود لشرائه وربما إبتعد عن كل منتجات هذه الشركة والعكس صحيح. أي أن التجربة الفريدة نتج عنها اتجاه سلوكي معين قد تكرر التجربة ويتكرر رد الفعل وينتج عن ذلك الاتجاه السلوكي المعين " .

هذا التبسيط لكيفية تكوين الاتجاهات السلوكية يخدم فقط إمكانية دراستها لكن واقع الأمر أن كل هذه المؤثرات وغيرها مما لا حصر له من مواقف يتعرض لها الإنسان في حياته منذ بدايتها لا تؤثر كمواقف مفردة وإنما تعمل كعوامل متفاعلة متداخلة التأثير .

ومن الناحية الأخرى نجد أن للإنسان " قيم Values " ويجب أن نميز بين القيم وبين الاتجاهات السلوكية. يرجع التمييز بين القيم والاتجاهات السلوكية من ناحية الصلة بالثقافة. إذ أن الثقافة عادة تكون لها قيم معينة ولا يقال أن لها إتجاهات نفسية أو سلوكية. القيم تمثل النواة التي تتجمع حولها هذه الاتجاهات لتوجيه السلوك على مدى طويل لبلوغ أي هدف له جاذبيته.

ولما كانت الاتجاهات والقيم عرضة للتغيير نتيجة التوصل لمعلومات جديدة، إلا أنه يبدو أن الاتجاهات أكثر عرضة للتغيير بينما القيم الأساسية أكثر ثباتاً واستقراراً واستمراراً.

تغيير الاتجاهات السلوكية:

إذا تعارضت الاتجاهات السلوكية مع إدخال التقانات الزراعية الجديدة وتطوير العمل الزراعي، وهو متوقع في كل المجتمعات، فلا بد من العمل لتغيير هذه الاتجاهات بحيث تمهد الطريق لتطوير العمل الزراعي. في كل المجتمعات لا يتوقع أن يتبنى جمهور المزارعين كل المبتكرات ومعطيات العلم والتقنية الزراعية لمجرد ظهورها وإنما لا بد من فترة لاختبار فائدة المبتكر الجديد ولا بد من إقناع المزارعين بمزاياه وتفضيله على الاستمرار في الطرق التقليدية.

من ناحية ثانية يمكن إحداث التغيير في الإتجاهات السلوكية عن طريق التأثير المباشر والتدخل المنظم لتحريك العوامل المؤثرة في عملية التغيير بالنسبة للسلوك المستهدف بحيث توجه إلى السلوك المرغوب فيه ويمكن أن يتم عليه التغيير بأسلوبين:

• الطريقة الطوعية، عن طريق التعلم والإقناع (الاختيار) Voluntary.

• الطريقة الجبرية، عن طريق القرض والإجبار Compulsory.

لكل نوع من هذين الأسلوبين أداة أو وسيلة مناسبة لإحداثه. فنجد أن التغيير الطوعي مرتبط بالإقناع والحجة والبراهين التي تقود الإنسان لقناعة ذاتية تقوده للتغيير ومن البديهي أن تكون المناقشة عن طريق الإتصال والإرشاد وهناك تغيير طوعي آخر، يرجع لدوافع خارجية تمثل حافزاً يدفع الفرد للتغيير مثل الحوافز المادية أو العينية أو عن طريق تهيئة البيئة الاجتماعية أو الإقتصادية المحيطة بالفرد.

أما التغيير الجبري فيعتمد على القوة المادية أو القانونية. الإرشاد الزراعي لا شك يستخدم الطرق الطوعية في حالة إذا تعارضت الاتجاهات السلوكية مع إدخال التقانات الجديدة.

قد يرجع عدم تبني الأفكار والتقانات الجديدة للإتجاهات السلوكية، وقد يكون السبب غير ذلك من تكلفة التقانات الجديدة وعدم تناسبها مع الأوضاع المحلية للمزارعين. يأتي دور البحث العلمي والإرشاد الزراعي في تبني الجديد الذي اختير وثبتت جدواه وتناسبه للمزارعين ومن ثم الترويج له بين المزارعين لإدخاله في عملهم الزراعي. في حالة عدم القبول من المزارعين لابد للإرشاد أن يحل الموقف ويحدد أسباب الرفض للتقانة أو الفكرة الجديدة ويعالج سبب الرفض. في حالة أن يكون السبب راجعاً للإتجاهات السلوكية وما تعودته المجتمع المحلي يلزم فهم ذلك وتحديد كيفية التعامل معه لتغييره.

عند العمل على تغيير الإتجاهات السلوكية يجب أولاً أن يحدد أي نوع ينتمي إليه الإتجاه السلوكي. وعلى سبيل المثال إذا كان يرجع الاتجاه السلوكي إلى الميزات الأساسية للشخصية "Nuclear Personality Traits" فإن تغيير ذلك يكون صعباً لتشابك الإتجاهات وربما تتصل بالتقاليد والقيم المقبولة اجتماعياً والمعتمدة على الثقافة والعرف المحلي. وقد تكون الموانع من الإتجاهات السلوكية الثانوية "Peripheral attitudes" وهذه ترجع في الغالب إلى التجانس والاندماج مع المجموعة المحلية وعلاجها يفضل أن يكون العمل على تغيير الجماعة أكثر من العمل مع الفرد مباشرة. فالأمر المقبول لدى الجماعة يكون تقبله للفرد سهلاً وميسوراً. والعمل على تغيير السلوك لا يكون بالهجوم عليه وانتقاده؛ لأن ذلك يولد موقفاً دفاعياً لدى الفرد أو المجموعة ويشعرهم بأنهم على خطأ، وهذا الموقف في نفسه يكون عائقاً.

قد يكون من المفيد عند العمل لتغيير الإتجاهات السلوكية المرتبطة بالميزات الأساسية للشخصية والمتصلة بالعادات والتقاليد والنظم الثقافية أن يوجه العمل للمجموعات وليس للأفراد. عند توجيه العمل للمجموعات من الأفضل أن يبدأ بدعوة المجموعات المعنية لنشاط جماعي يناقش المشاكل بشكل عام وأن يحاول المرشد أن لا يأخذ دوراً أكثر من المشارك ولكن يعمل بحصافة ليوجه النقاش لتحديد الموانع التي تعترض إدخال التقانات الحديثة أو التغييرات المطلوبة في العمل الزراعي، بحيث ينتهي الأمر إلى قناعة المجموعة بتحديد المشكلة وعلاجها بقرار منها مما يجعل قبول التغيير أيسر من العمل مع الأفراد. انتماء الأفراد للمجموعات يجعل قبولهم لما ارتضت به المجموعة سهلاً ولا يجدون ضغطاً عليهم إلا في اتجاه تبني المستجدات التي قبلتها المجموعة بينما لو كان العمل موجهاً للفرد حتى ولو اقتنع بالمستجدات لكنه سيجد معارضة وضغطاً من المجموعة طالما لم تقتنع بذلك التغيير ولم تناقشه. في كل مجتمع نجد أن للمزارعين مجموعات مرجعية يعتبر المزارع نفسه عضواً فيها ويحاول أن يتصف بكل صفاتها ويكون في توافق تام أو شبه تام مع سلوكياتها ليقبل عضواً بها. في هذه الحالات يستوجب على المرشد أن يعرف المجموعات المرجعية للمزارع ثم يعمل مع المجموعة المرجعية؛ لأن إقناعها وتبنيها للمستجدات يجعل إتباع الأفراد من المزارعين سهلاً وميسوراً ومقبولاً بحكم انتمائهم لهذه المجموعات. تسمى هذه الطريقة الامتثال أو الانسجام مع المجموعة "Conformity".

في حالة العمل مع المزارع المفرد لدفعه لتبني أفكار وتقانات جديدة يلزم المرشد أن يدفع المزارع للإحساس بإنتمائه لمجموعة متطورة متقبلة ومطبقة لهذه الأفكار والتقانات الجديدة ويجعله يتمثل سلوكياتها وإقناعه بأنه نموذج لها، بل عليه العمل لجذب المزارعين في هذا الإتجاه وأن يتوقع الانتقاد وربما رفض قبوله لهذه التغييرات في المراحل الأولى. إذا ثبت المزارع ووجد الدعم الكافي من المرشد بحيث يكون فضل الأساليب والأفكار الجديدة والتقانات الجديدة مقبولا

لديه عالماً بمحاسنه مقارنة بالتقليدية منها، فإنه لا شك يخلق المثال الذي سوف يجذب المزارعين حسب تفاوتهم في المقدرة على المبادرة. هذه الطريقة يسميها علماء النفس بالانتساب أو التمثّل بالأفضل "Identification".

أحياناً قد يكون من الأفضل تعريض مجموعة من المزارعين المنتمين إلى مجموعة مرجعية معينة لتجربة جديدة خارج منطقتهم للوقوف على نتيجة التغيير المطلوب، ومن ثم مساعدتهم لإدخال ذلك في نظامهم الزراعي لإقامة النموذج العملي داخل منطقتهم لإقناع بقية المزارعين. يكون ذلك في إقامة زيارات للمناطق الخارجية أو حضور أيام حقل في المناطق الأخرى ظهرت فيها النتائج الإيجابية للتغيير المطلوب.

أحياناً بعض التغيير يمكن أن يتم بطريقة ما يسمى بأسلوب الإيحاء أو الاقتراح "suggestion" وهو اقتراح بديل لسلوك معين وإظهار فوائد البديل وإعطاء الحرية للفرد أن يغير بمحض إرادته واقتناعه، أوضح مثال لهذا الأسلوب الدعاية التجارية، والعمل الإرشادي الزراعي يستغل هذا الأسلوب أيضاً.

في حالة الاتجاهات السلوكية قوية الثبات قد يكون من الأفضل عند العمل على تغييرها إشراك جهات أخرى ذات موضع وقبول اجتماعي للمشاركة في النشاطات الجماعية الهادفة لإحداث هذه التغييرات، على سبيل المثال شيخ القبيلة أو كبار أفراد المجتمع المحلي أو القيادات الدينية أو الاجتماعية. على المدى البعيد يكون التغيير من خلال إحداث تغييرات في التكوين الاجتماعي والثقافي بواسطة مناهج التعليم وتربية النشء

أمثله عملية لأثر الاتجاهات السلوكية والقيم على العمل الزراعي:

١- مشكلة تكلفة عمليات الحصاد في محصول الذرة الرفيعة في السودان وحلها عن طريق استنباط عينة صالحة للحصاد الآلي وما قابلته من مشاكل.

مشكلة إدخال أصناف جديدة من الليمون في سلطنة عمان بعد أن أصاب أشجار الليمون المحلي مرض فيروسى أدى إلى إزالة بالكامل في بعض المناطق.

عند إدخال أصناف جديدة من الخضروات في وسط السودان قوبلت بفتور في المراحل الأولى وبعد فترة من إدخال ووضوح الفروقات في كمية الإنتاج ونوعيته تم التحول إليها تدريجياً أي حلت محل الأصناف التقليدية.

أثر القيم يتضح في زراعة محصول التبغ في اثنتين من الأقطار العربية، وموقف المسلمين من الخنزير وتربيته، وموقف الهندوس من الاستفادة القصوى من الأبقار.

تطبيق:

اختيار حالات ولو افتراضية لمواقف معينة من تقانات لتحديد سبب الرفض هل يرجع إلى الاتجاهات السلوكية - القيم - أسباب اقتصادية أو أسباب متعلقة بالتقانات أم غيرها.

المراجع

المراجع العربية:

- ١- الفت محمد حقي، علم النفس المعاصر منشأة المعارف بالإسكندرية ١٩٨٣.
- ٢- سعد جلال - علم النفس الاجتماعي - منشأة المعارف بالإسكندرية ١٩٨٤.
- 3- Brown. G.A.C. technique of persuasion from propaganda to Brain washing penguin Books LTP, hormondsworth middlesex, England 1975.
- 4- Katz, D., & Stotland, E.A preliminary statement to a theory of attitude structure and change, In S. Koch (Ed.) psycho- logy: a study of a science. Vol. 3 New York : Mc Graw- Hill, 1959. pp. 423-475.
- 5- Rokeach, M. Beliefs, attitudes, and values. San Francisco : Jos sey Bass 1968.

العمل الإرشادي بمشاركة المسترشدين

إعداد

د. عباس فرح

المنظمة العربية للتنمية الزراعية

جمهورية السودان

تقديم :

إذا نظرنا للعمل الإرشادي على أنه نقل خبرة أو معرفة أو مهارة من مالك لها إلى محتاج إليها، فتلك تجربة عرفها الإنسان منذ أن بدأ يمارس العمل الزراعي، أما العمل الإرشادي بالمفهوم العصري فترجع أصوله إلى جامعة كمبريدج بانجلترا، حيث استخدمت كلمة Extension لتعبر عن امتداد الجامعة وما يتوفر فيها من علوم ومعارف إلى الجمهور، لتكون الفائدة من العلم الجامعي أشمل وأكبر من أن تقتصر على الطلاب النظاميين الذي ينتمون إلى الجامعة بشكل منظم حتى التخرج بعد سنوات تحدد وفق متطلبات الجهة أو القسم المعنى بالجامعة الذي يلتحقون به، وأن المجتمع لا يستفيد من الجامعات وما يتوفر فيها من علوم ومعارف بالصورة الكاملة إذا اقتصر الأمر على الطلاب النظاميين، وإنما هنالك حد أدنى من كل العلوم لا بد من توصيله لعامة الناس، والمجتمع بشكل أوسع، دخل مفهوم الإرشاد (Extension) إلى الولايات المتحدة وتحول في بادئ الأمر إلى عمل تجاري أي إحداث ثورة في العمل الزراعي وكان التركيز على توصيل العلوم والتقانات الزراعية ومن هنا أتى اسم الإرشاد الزراعي (Agricultural Extension).

ترابط الحياة كمنظومة:

يمدنا التقدم العلمي يوماً بعد يوم بمعلومات جديدة تؤكد ترابط وتداخل أوجه الحياة المختلفة بصورة أو أكثر تعقيداً مما يتصوره الناس بكثير مما كان يتصوره الناس حتى العلماء منهم.

مفهوم الحياة على كوكب الأرض بدأ بأخذ شكل المنظومة المترابطة والمتداخلة بحيث إن أي تأثير في جانب من جوانبها لا بد أن يؤثر في الجوانب الأخرى ثم أن تفاعل هذه المتغيرات يؤدي إلى تغييرات أعمق وأكثر تعقيداً وتؤثر في المنظومة بشكل أكبر ومعقد.

تبسيط الحياة وتوزيع الأدوار اقتضى التخصص، إلا أن ذلك أدى إلى نشأة الاعتقاد بالاستقلالية والتي باتت غير واقعية ومتناقضة مع المفهوم المتكامل للمياه، فمثلاً كان التقسيم الفني يحدد مجالات الزراعة ومجالات للصناعة ولغيرها من مجالات الحياة وكأنما كل مجال يقوم بنفسه

وتأثير المجالات الأخرى فيه إما معدوم أو محدود أو تزيد وتضعف قوته حسب علاقته المباشرة بالمجال الفني المعني، أنضح أن الأمر غير ذلك وأكثر تعقيداً عن ذلك بكثير، أوضح مثال لذلك هو الترابط القوي الذي ظهر بين ازدياد السكان، وقطع الأشجار وإزالة الغابات للزراعة أو لغيرها، وتوسع الصناعات، وارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون، وتآكل طبقة الأوزون، وارتفاع درجة حرارة الأرض، وتغيير الرياح، وتعديل منسوب الأمطار، وأجهزة التبريد والغازات المستعملة في ذلك، والمبيدات والعطور الغازية. بل أن علاقة التنوع البيئي والأحياء المختلفة واستقرار منظومة الحياة أصبح من الأمور المؤكدة ولكن غير الجلية بصورة كاملة، وإذا أردنا أن نبسط الأمور واخترنا مفهوماً واحداً وأردنا أن ننظر إليه نجد أن الترابط والتداخل بينه وبين مجالات أخرى متشعب وقوي، مثال مفهوم الأمن الغذائي، والذي تقيد تعريفاته المعتمدة على إتاحة الفرصة لجميع السكان وفي جميع الأوقات للحصول على أغذية مأمونة ومغذية تساعد في التمتع بحياة نشطة وسليمة من الناحية الصحية، يحتوي هذا التعريف على ثلاثة أبعاد.

توفر الأغذية - فرص الحصول عليها - استقرار واستمرار إمدادها، إذ يعتمد ذلك على ظروف اجتماعية وسياسية واقتصادية وليست في قطر واحد، وإنما في مجموعة أقطار متعاملة، ومن ناحية أخرى بالتعامل على مستوى العالم الأوسع، التغييرات في كل من هذه العوامل تؤثر على توفر الأمن الغذائي.

مع هذه المفاهيم ومع مفاهيم كثيرة غيرها نشأت فكرة أن تطوير العمل الزراعي لم يعد ينظر إليه كشيء مستقل ومنفرد، إنما هو جزء من كل تعتمد تنميته على تداخل عوامل كثيرة، ومن هنا برز مفهوم جديد للعمل الإرشادي الزراعي، ويفضل أن يسمى الإرشاد الريفي، وأول صفة لهذا العمل الركيزة الأولى التي يقوم عليها وهي مشاركة المجتمع المستهدف بالعمل الإرشادي في العملية الإرشادية في حد ذاتها وذلك؛ لأن العمل الإرشادي يرتبط بـ:

- إدخال أفكار جديدة على النظام الاجتماعي لزيادة دخل الفرد وتحسين مستواه المعيشي وتحديث أساليب الإنتاج وتحسين النظم الاجتماعية.

- التحول من الأنماط التقليدية إلى النمط التكنولوجي وما يرتبط به من تأثير في التنظيمات الاجتماعية.

- تنمية الطاقات البشرية والقدرة على اتخاذ القرار والحرية في اتخاذه مع معرفة نتائجه وتوابعها وأخذها في الاعتبار.

- بهذا المفهوم لا يمكن أن يقوم العمل الإرشادي على جهود جهة مفردة - مثل الأجهزة

- الفنية، وإنما لابد أن يقوم على مبادئ التعاون والتكامل وأهمها:
- أن يشمل كافة أهل الريف أو المجتمع المستهدف بالعمل الإرشادي.
 - أن يتضمن إشراك المتسهدفين بالعمل الإرشادي في مختلف مراحل العمل التنموي وتقبل أفكارهم واعتبار ما يريدونه وما يناسبهم.
 - أن تكون طبيعة العمل الاستمرارية والمؤسسية والمقدرة للاستجابة للظروف المتغيرة.
 - احترام مفاهيم واستقلال أهل الريف أو المجتمع المستهدف بذاتهم وتنمية قدراتهم لمتابعة تطوير حياتهم في جوانبها المختلفة.
- لابد أن يتسع العمل بهذا الشكل ليشمل اتصال العمل الإرشادي بالمؤسسات والجهات الأخرى العاملة في المجتمع المستهدف وأن يقوم هذا الاتصال على دعائم أهمها:
- ١- التأسيس - التنظيم وخلق كيانات أساساً متكاملة.
 - ٢- تنسيق الفلسفة والسياسات والبرامج "الوضع الأمثل، توحيدها وهذا ما تهدف إليه الخطط القومية للتنمية".
 - ٣- تحديد الروابط ومؤسسياتها وبعدها عن العامل الشخصي والاجتهاد الفردي.
 - ٤- إيجاد آلية التنسيق المستمر.
 - ٥- التشريع والتقنين للعلاقات.
 - ٦- توصيف المهام لكل جهة وتحديد نقاط تعاملها مع الجهات الأخرى - توصيف مهام العاملين بهذه المؤسسات.
 - ٧- موازنة التمويل لهذه الجهات لضمان عملها في انساق نسبي.
 - ٨- الرقابة والإشراف والتقييم للصلات والعمل المشترك.
 - ٩- التأهيل والتدريب.
- تعني هذه الدعائم اللازمة للعمل الإرشادي بمشاركة الآخرين وأن يكون التنسيق دائماً على اعتبارات أهمها:
- التعاون.
 - الحفاظ على كيان كل وحدة.
 - فهم الأدوار.

- التنسيق عند وضع البرامج والخطط.

- خلق روح الفريق والعمل الجماعي.

- استمرارية التنسيق.

- خلق ظروف وصلة عمل طيبة مع كافة الجهات.

كيفية تنظيم مشاركة الجمهور أو المسترشدين في العمل الإرشادي حتى تكون هذه المشاركة عملية تعليمية يستفيد منها المستهدفون بالعمل الإرشادي وان يبدأ العمل بالمشاركة من اللحظات الأولى للعمل الإرشادي مروراً بكل مراحلها، ويمكن أن نمثل لذلك بالتالي:

١- عند بداية أي عمل إرشادي، لابد من أن تكون المرحلة الأولى فيه، جمع المعلومات الشاملة والكافية عن الوضع الراهن للأنشطة الزراعية، والاجتماعية، والاقتصادية، للمجتمع المستهدف بالعمل الإرشادي، إشراك الجمهور منذ البداية في جمع هذه المعلومات مع تبيان الهدف منها، لمساعدتهم لتحقيق أوضاع أفضل في زراعتهم وحياتهم بكافة توجهاتها، الزراعية، والاقتصادية، والاجتماعية، يوفر حصيلة معلومات أفضل، ويقرب العمل المستهدف بصورة أكثر لأذهان المستهدفين بالعمل الإرشادي، كما ان مشاركتهم في هذه المرحلة توفر فهماً أعمق للإرث الثقافي، والاجتماعي، المرتبط بالعمل الزراعي، وتحديد أوجه القصور، وامكانيات التطوير، وإدخال المعارف والمهارات اللازمة، وتمهيد الطريق لما يريد أن يحدثه الإرشاد الزراعي، من تغيرات مرغوبة في معارف ومهارات المجتمع المعني بالخدمة الإرشادية.

٢- طبيعة العمل الإرشادي هي أن تكون استشارية، بمعنى توفير المشورة لمن يحتاج إليها، وتقوم هذه الفرضية على أن هنالك من يحتاج إلى مشورة الإرشاد وهو يعلم ما يريد ويعلم أن الإرشاد يملك ما يريد من معارف وتتوفر قنوات الاتصال بينهما وتتم العملية بالمشاركة بين الجهتين، هنا تكون المشورة الإرشادية مساعدة لرفع كفاءة العمل الزراعي واتخاذ القرارات اللازمة وتوصيل المعلومات المفيدة عن مستحدثات التكنولوجيا الزراعية والأسواق والإسكان ومدخلات الإنتاج وطرق توفيرها والائتمان ومصادره. إلى كافة المعلومات اللازمة للعمل الزراعي والتي يحتاج إليها الجمهور المستهدف وان تناسب ظروفه وإمكانياته وبيئته من كل نواحيها.

٣- تنظيم المزارعين وتنمية قدراتهم وتغيير اتجاهاتهم السلوكية: التغيير الإيجابي لا يأتي إلا بتنمية الموارد البشرية، وزيادة مقدرة أهل الريف أو المستهدفين على معالجة مشاكلهم بقدراتهم وامكانياتهم الذاتية، ولا يتأتى هذا بنشر الحلول الجاهزة للمشاكل الحالية بين

سكان الريف، وإنما يكون بإحداث متغيرات سلوكية ومعرفية ومهارية لديهم لكسب المقدرة على تغيير نمط التفكير الفردي والاجتماعي، بالإقتناع بأن الأوضاع السائدة وما فيها من مشاكل وسلبات يمكن أن تعالج، وتوجد حلول ممكنة لها، ويمكن السعي لمعرفة تلك الحلول واختيار المناسب منها ويمكن طلب المساعدة في ذلك من الجهات التي لديها الرغبة في تقديم تلك المساعدة، مثل الأجهزة الإرشادية المختلفة والمؤسسات الأخرى من تمويلية وغيرها.

٤- تحفيز وتشجيع المزارعين وزيادة ثقتهم بأنفسهم، وإزالة الشعور بالعزلة والضعف وعدم المقدرة على تغيير الأوضاع ومعالجة المشاكل والعمل على تحقيق نجاح مبكر في حل المشاكل، اعتماداً على النفس، وبدخل محدود من الأجهزة الإرشادية، يحفز طاقاتهم ويزيدهم ثقة بأنفسهم ويبصرهم بإمكانياتهم الذاتية في معالجة أمورهم.

٥- آلية مشاركة الجمهور بمفهوم أن تكون قناة تعليمية: على الرغم من أن كل وسائل الإتصال لها نفع وفائدة في توصيل المعلومات للجمهور وإن كان يختلف تناسبها باختلاف المعلومة أو الرسالة الإرشادية المراد توصيلها للجمهور، إلا أن آلية مشاركة الجمهور إذا استهدف أن يكون نفس عملية الاتصال أداة تعليمية لها دور كبير في الارتقاء بمقدرات الجمهور المستهدف منها.

إذا نظرنا للعمل الإرشادي نجده يبدأ بجمع المعلومات عن الحالة الراهنة ثم تحليل المعلومات - تحديد الأهداف - تحديد المشاكل التي تعترض الوصول للأهداف - اختيار الحلول المناسبة للمشاكل - اختيار الوسائل المناسبة لتطبيق الحلول - التنفيذ - المتابعة والتقييم لكافة هذه المراحل.

حتى يكون العمل الإرشادي ليس مطبقاً للحلول فقط وموصلاً للمعلومات المناسبة وإنما عملية تعليمية تستهدف أن يخرج منها الجمهور المشارك بمقدرة تسيير أموره مستقبلاً بذاته مع أقل قدر من الاعتماد على المساعدة الخارجية، فيكون من اللازم أن يشارك الجمهور في كل هذه العمليات، وفي كل مرحلة تختار الوسائل المناسبة لهذه المشاركة.

مثلاً في مرحلة جمع المعلومات قد تفيد فيها مشاركة الجمهور من خلال:

- الاجتماعات الموسعة والندوات وحلقات النقاش.
- المقابلات للمجموعات والأفراد بخاصة القادة منهم وفي هذه الحالة يجب الحذر - بحيث يكون الاختيار للقائد الطبيعي الذي يمثل مجتمعه ويعيش نفس ظروفهم والابتعاد بقدر الإمكان من الأفراد الذين يملكون وسائل ومصادر أكبر من غيرهم.

- أن تشمل الاجتماعات والمقابلات والندوات من تهمهم بشكل جماعي الموضوعات والمشاكل التي يبحث عن حلها، وأن يكونوا جميعاً ممن سوف يشملهم العمل الإرشادي بشكل أو آخر.

- الاستبيانات والمقابلات التليفونية أو غيرها من الوسائل الفردية.

في مرحلة تحليل المعلومات:

- يمكن أيضاً إتباع وسائل الندوات والاجتماعات المصغرة التي تشمل القادة الطبيعيين والمبادرين من المجتمع (innovators).

- الاتصالات الفردية.

- الاجتماعات الموسعة لمناقشة نتائج التحليل وبقية الوسائل من إذاعة وتلفزيون وصحف ونشرات يمكن استخدامها في كافة المراحل في حالة استهداف توصيل معلومة محددة لأكبر عدد وفي فترة وجيزة.

- عند التنفيذ تفضل - الإيضاحات العملية - أيام الحقل - الزيارات الحقلية وعرض النتائج والاجتماعات والندوات وشرح العمليات المختلفة وما وصلت إليه من نتائج.

وعند تقييم أي مرحلة أو بعد إنهاء المشروع (البرنامج) يجب أن تتاح فرصة المشاركة أيضاً للمستفيد حتى يأتي التقييم معبراً عن الواقع المعاش لدى جمهور المستهدفين.

المشاركة في هذه الطريقة تحقق فوائد كبيرة وتعتبر تنمية بشرية حقيقية حيث إن:

- البرامج والخطط الإرشادية تعد بمشاركة السكان على اعتبار أن هذه العملية في حد ذاتها تعليمية تزيد من ثقة المزارعين بأنفسهم وتزيد درجة قبولهم للقرارات التي يشاركون في الوصول إليها ومن ثم تسهل عليهم تنفيذها.

- هذا مع المحافظة على أن يكون العمل الإرشادي وفق السياسات والخطط التي تضعها الدولة والتي يكون الجهاز الإرشادي مسئولاً لديها بنفس قدر مسئوليته تجاه أهل الريف ومراعاة احتياجاتهم وظروفهم المحلية.

- العلاقة المتبادلة بين المرشد وجمهور المزارعين تفيد المعرفة الدقيقة بالأحوال المحلية وتحديد المشاكل التي تصلح لنقلها إلى جهات البحث العلمي للعمل على حلها.

- العمل الزراعي جزء من كل، وبهذه المشاركة ومشاركة الأجهزة الأخرى العاملة في الريف يتفق التنسيق وتستغل الإمكانيات بصورة أمثل.

- المجموعات المستهدفة من المزارعين تختلف في إمكانياتها وظروفها بحجم حيازاتها ومشاكلها مما يجعل البرامج المبنية على التصميم أقل مقدرة ونفعاً من البرامج التي يشارك فيها المستهدفون أو المعنيون من المزارعين.
- في المجتمع الريفي الفرد محكوم بالحياة الاجتماعية والعادات والتقاليد والخلفية الثقافية والدينية والهيكل الاجتماعي والتقسيمات الاجتماعية مثل: السن، والجنس، والسكن، والمصالح المشتركة، وصلة القرابة، وغيرها وفي مشاركة المجتمع المحلي في وضع وتخطيط وتنفيذ البرامج يسهل على المزارع إتباع ما قبله مجتمعه بكل سهولة.
- التفاعل المستمر بين المرشدين والمجتمع الريفي يقوي الصلات بينهم والثقة المتبادلة بينهم مما يزيد في فاعلية العمل الإرشادي، وقبوله مما يقدم من أفكار وطرق أساليب وتقنيات زراعية جديدة.

المراجع

- ١- إيفانس (١٩٩٠) تخطيط الحملات الإرشادية في الإرشاد الزراعي - دليل مرجعي - منظمة الزراعة والأغذية العالمية - روما.
- ٢- محمد حمدي سالم، سليمان سيد أحمد (١٩٨٥) "دور الإرشاد الزراعي في تحقيق الأمن الغذائي" في الندوة القومية حول الإرشاد الزراعي في الوطن العربي - جامعة الدول العربية - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - صنعاء.
- ٣- نعميم جمعة (١٩٨٢) "دور التعاونيات الزراعية في نقل التكنولوجيا" في: الندوة القومية عن دور التعاون في التنمية الاقتصادية في الوطن العربي - دمشق ١٣ - ١٧ ديسمبر ١٩٨٢ .
- 4- Bradfield, D.J. (1966) . Guide to extension training . F.A.O, Rome.
- 5- Chambers, R. (1983). Rural development: putting the last first. Harlow, Longman scientific and technical ltd.
- 6- (12) Jones G.E. (1969)"Agricultural Innovations and Decision Making" Decision Making in Britain Milton Keynes The Open University.
- 7- (14) Mohamed A.F. (1990) implications of Social Factors For Agricultural production in White Nile scheme (PhD thesis)
- 8- (16) Roling, N, (1990) "the Agricultural Research Technology Transfer Interface. A knowledge system perspective" Making The link edi. David Kaimowitz The international Service for National Agricultural Research (ISNAR).

إنشاء منظمات مستخدمي المياه لتحسين إدارة المياه

إعداد

م. عصام مصطفى
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
جمهورية السودان

١ - مقدمة:

خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين طرحت العديد من الأفكار الأساسية لإدارة المياه في العالم وبخاصة إدارة مياه الري باعتبارها صاحبة الاستخدام الأكثر والذي يبلغ حوالي ٧١% من جملة الاستخدامات العالمية للمياه. ما زال القطاع العام وبخاصة في الدول النامية هو المسيطر على إدارة مياه الري ابتداءً من التخطيط إلى التنفيذ ثم الإدارة، ولكن اجتاحت العالم فكرة التوجه نحو المشاركة الجماهيرية والخصخصة، وتمت محاولات عديدة لإعادة هيكلة القطاع العام وإشراك القطاع الخاص في إدارة المياه. وهكذا سادت فكرة المشاركة الجماهيرية في هذا الموضوع.

لقد أصبحت فكرة نقل إدارة وخدمات المياه وبخاصة في الري من القطاع العام حركة عالمية يقودها البنك الدولي وقد شجع على تطبيقها في العديد من الدول النامية وبخاصة في المشاريع التي يقوم بتمويل مكونات منها. ويمكن تعريف فكرة نقل إدارة المياه بأنها تقليص لدور القطاع العام في هذا الموضوع وبالمقابل توسيع دور مستخدمي المياه والمؤسسات الخاصة والمحلية في إدارة مرافق المياه في مشاريع الري.

إن المشاركة الجماهيرية الحقيقة تبدأ منذ انطلاق المشروع في مراحل تعريفه وإعداده واختيار موقعه وإعداد الدراسات الأولية والدراسات التنفيذية والتنفيذ ثم الإشراف وإدارة المرفق. ولكن بالنسبة للمشاريع القائمة والتي غالباً ما تديرها الدولة فإن المشاركة الشعبية ستكون في تولي أعباء إستلام المرفق وإدارة وتوزيع المياه وصيانة وتشغيل البنيات الأساسية للمشروع وتعمير وتحديث هذه البنيات وتخصيص حقوق المياه حسب التخطيط الزراعي وأخيراً استرداد تكلفة إتاحة هذه المياه، كل الخدمات التي تقدمها للمزارعين والمستفيدين الحقيقيين للمشروع هو ما يعرف بنقل إدارة المياه.

إن نقل إدارة المياه للمستفيدين الحقيقيين تعني في المقام الأول أنهم أصبحوا الذين يديرون هذا المرفق الخاص بهم وإنهم أصبحوا المسؤولين عنه تماماً وبالطبع هذا يأتي بالتدرج حسب النموذج الذي يتم الاتفاق عليه فهناك العديد من النماذج لنقل إدارة المياه.

٢ - التوجهات العامة للدول العربية في نقل إدارة المياه:

تهتم الحكومات والمنظمات التنموية والتمويلية الإقليمية والدولية والمنظمات الجماهيرية غير الحكومية مثل النقابات واتحادات المزارعين والفلاحين وبدرجات متفاوتة بموضوع إدارة المياه وكل من وجهة نظره ولخدمة أغراضه، لكن الهدف العام هو تحسين نوعية الخدمات التي تقدم للمزارعين، كما أنها جميعاً تشجع مساهمة المزارعين في تولي جزء من مسؤولية تشغيل وصيانة مشاريع الري.

توجد دوافع قوية لدى كل من هذه الفئات إلى تشجيع هذه المبادرات خاصة فيما يتعلق بتعظيم الفوائد المرجوة للمزارعين وللحكومة على السواء، وتختلف الأساليب من قطر لآخر ومن مشروع لآخر ولكن يبقى الهدف النهائي المتفق عليه هو ضرورة تقديم خدمة مستدامة وبكفاءة عالية وبأقل التكاليف. حالياً في أغلب المشاريع المروية بالدول العربية تتولى الجهات الحكومية مهمة تحديد المشاريع وتخطيطها وتنفيذها وتشغيلها دون أي مشاركة من المزارعين والمستفيدين الأساسيين من هذه المشاريع، ولقد خلق هذا الوضع العديد من المشاكل لاحقاً عند التشغيل أهمها عدم شعور المزارع بالتزام نحو هذه المشاريع وخلق شعور متأصل لديه بأن إدارة هذه المشاريع هي التزامات الدولة نحوه كمواطن، وأدى هذا الفهم إلى العديد من المشاكل التي واجهت هذه المشاريع وانعكست سلباً على كفاءة إدارة الري فيها مما أدى إلى سوء التشغيل والصيانة وبالتالي إلى عدم الإيفاء بالمتطلبات المائية من حيث الكمية والزمان والمكان.

لقد كان موقف المزارع سلباً في هذا الحال، ولم يكن سوى شاكٍ على هذه الأوضاع دون أن يكون له مساهمة في إصلاحها، شعوراً بأنها ليست من مسؤولياته وإن هذا مشروع حكومي وعلى الدول توفير هذه الخدمة، وهذا بالطبع موقف سلبي أدى إلى العديد من المشاكل والمواجهات بين المزارعين والجهات الحكومية. نتيجة لتعدد مسؤولية الدولة فقد لا يكون لديها التركيز اللازم نحو المشاريع التي تحتاج إلى عناية ومجهودات كبيرة، في حين أن المزارع المتضرر الأول من أي إخفاقات، وقد يكون لديه الرغبة في تصليح الأوضاع ولكن ليس لديه القدرة على تحمل هذه المسؤولية ولا الشعور بها، وقد ينتج عن هذا عدم رغبة المزارعين في دفع ما عليهم من تكاليف نحو توفير هذه المياه لعدم توفير الخدمات بصورة جيدة ولاعتبار أن الدولة أقدر على تحملها عنهم وحتى لو كانت لديهم القدرة المالية على ذلك.

ينتج عن ذلك في أغلب الأحيان عدم مقدرة الدولة على توفير التمويل اللازم لتشغيل وصيانة

هذه المنشآت بالصورة المطلوبة مما يؤدي إلى مزيد من التدهور في حالة البنيات الأساسية لمشاريع الري. ويبقى المزارع هو المتضرر الأول من هذا الوضع ويبقى المثل العربي "ما حك ظهرك مثل ظفرك" ومن هنا تتبع أهمية تولي المزارعين إدارة ما يهمهم من مرافق لمياه الري ولا بد أن يتم ذلك عبر منظمات وجمعيات لها مؤسسية وأطر معلومة متفق عليها.

٣- أطر قيام تنظيمات مستخدمي مياه الري:

٣-١ تمهيد:

لقد أكدت التجارب العالمية والتوجهات الحديثة للإدارة بأن إشراك المزارعين والمستفيدين الحقيقيين ومستخدمي المياه في إدارة جزء أو كل أنظمة الري يؤدي إلى استخدام رشيد للمياه برفع كفاءة إدارتها، ولكن يجب أن تكون هذه المشاركة باقتناع تام ورغبة كبيرة من المزارعين دون أن تفرض عليهم، ويجب أن يكون في إطار قانوني مؤسسي وفق لوائح وقوانين تجمع هؤلاء المزارعين وكل مستخدمي المياه في هذه التنظيمات أو الهيئات أو الجمعيات.

٣-٢ تعريف اصطلاح تنظيمات مستخدمي المياه:

يشير اصطلاح تنظيمات مستخدمي المياه بصفة عامة إلى أي تجمعات قانونية ذات كيان مستقل للمزارعين والمستفيدين الأساسيين من المياه ضمن وحدة معينة يمكن أن تكون مشروعاً متكاملأً أو وحدة هيدرولوجية محددة أو حتى في قناة مائية، ويمكن أن تكون جزءاً من مشروعاً زراعي كبير أو حول بئر محدد، المهم أن تكون محددة ومستقلة إلى حد ما وذات طبيعة معروفة لا لبس حولها، إذا أن أي تداخل مع وحدة أخرى يؤدي إلى مشاكل عديدة في الحقوق والاختصاصات. إن استغلال الوحدة التي ينشأ عنها التنظيم مهم للغاية ويعتبر أحد أهم مكونات نجاحه.

فالكيونة المستغلة تكون السبب الأساسي حول إلتفاف المزارعين حول هذا التنظيم وتأكيد انتمائهم إليه وخلق الشعور الأهم أن هذه الوحدة هي لهم ولفائدتهم هم أولاً.

هناك العديد من الأسماء والتعابير المختلفة لهذا النوع من التجمعات في الدول العربية منها:

- اتحاد مستخدمي المياه.

- اتحاد المزارعين.

- تنظيم مستخدمي المياه.

- مجالس المزارعين.

إن هذه الأسماء قد تعني نفس الشيء إذا كان الأهداف والمرامي وأسس تكوينها هي المشاركة الفعلية والكاملة للمستفيدين من خدمات المياه في هذه الوحدة المحددة المعروفة المعالم والحدود،

ولذلك ستقتصر هذه الورقة على اسم تنظيمات مستخدمي المياه وهو المصطلح الذي تم الاتفاق عليه عالمياً وخاصة البنك الدولي.

إن الأهداف الأساسية المتوقعة من قيام هذه التنظيمات قد تشمل:

- تحقيق الاستفادة القصوى من الموارد المائية المتاحة.
 - رفع كفاءة استخدام البنيات الأساسية المتاحة بالوحدة المعنية.
 - استدامة العطاء لتغطية متطلبات المجتمعات المعنية.
 - تعظيم العوائد المالية والاقتصادية والاجتماعية لقاعدة المستفيدين من هذه الخدمات.
- ويعتقد أن هذه الفوائد يمكن تحقيقها من المشاركة الفعالة لهؤلاء المستفيدين ومنحهم الدور الرئيسي في قرارات إدارة هذا المرفق الخاص بهم.

رغم أن الزراعة هي المستخدم الأول والأكبر للمياه في الدول العربية وسائر دول العالم ورغم أن هذه التنظيمات يسهل أكثر تكوينها بين المزارعين بسبب وحدة تكامل أهدافهم إلا أن هذا التنظيم يمكن أن يسري على أي مجموعة مستفيدين آخرين مثل وحدة توفير مياه الشرب للري أو القرية أو أي تجمع آخر.

٣-٣ الخطوات الأساسية لتأسيس تنظيمات مستخدمي المياه:

٣-٣-١ تحديد الوحدة المعنية:

لابد أن يبدأ التنظيم بتحديد دقيق لمجال عمل التنظيم فيمكن أن يكون مشروعاً زراعياً كاملاً أو مساحة معينة فيه أو من قناة محددة من بدايتها حتى نهايتها ولا بد أن تكون معالم هذه الوحدة ظاهرة لا لبس فيها والأفضل أن ترفق بخرائط معتمدة إذ أن هناك تداخلاً مع وحدات أخرى ووضع وصف دقيق لمنطقة مسؤولية الوحدة ضمن الإطار العام الذي قد تخضع له الوحدة.

٣-٣-٢ تحديد نوعية السلطة:

يجب تحديد نوعية السلطة التي ستوكل للتنظيم هل هي ملكية كامل الأرض ونظام الري أم ملكية محددة لزمين معين أو إيجار أو خلافه أم أن مسؤولية التنظيم هي التشغيل والصيانة؟ وهذا هو النظام الذي يتوقع أن يكون أكثر شيوعاً في الدول العربية التي تكون الأرض والموارد الطبيعية ملكاً عاماً للدولة يمكن تخصيصها لمنفعة معينة لفترة زمنية محددة يمكن تجديدها حسب قانون كل دولة.

٣-٣-٣ الإطار القانوني:

تختلف طرق تأسيس تنظيمات مستخدمي المياه باختلاف الدول وما بها من تقاليد وتكوينات

اجتماعية وقبلية وعشائرية بخاصة في الدول العربية، كما قد يكون هنالك تقاليد وأعراف ومواثيق وراث متداول بينها منذ زمن بعيد حول كيفية استخدام هذه المياه، وكذلك هناك قوانين ودساتير وتحفظات حول قيام أو عدم قيام مثل هذه التجمعات والتنظيمات وأن العالم العربي لديه العديد من هذا الإرث حول إدارة المياه تحكمها أعراف لا موثقة ولا مكتوبة ولكن معترف بها ومحترمة من الجميع وترعاها العشائر والقبائل وتحفظ بها حقوق المياه لكل فئة وهي مقبولة لدى الجميع رغم ما بها من تجاوز للأعراف الدولية المتداولة حالياً، ومن أجل نجاح تجربة هذه التنظيمات لابد من العمل على احترام هذا الإرث القديم والعمل بموجبه بقدر الإمكان في حدود منفعة الجميع والمنفعة العامة والمساواة وأن يكون أي تغيير ضروري في حدود ضيقة للغاية. أما الوسائل الحديثة التي يجب إتباعها في غياب التقاليد والأعراف فتحكمها أطر يجب إتباعها للوصول للغايات المطلوبة لمصلحة الجميع.

لابد أن يكون هناك قانون أو تشريع ينظم قيام هذه التنظيمات ويحول لها الصلاحيات والسلطات المطلوبة وفق دستور وثوابت كل دولة. يمكن أن يكون هذا القانون جزءاً من قانون عام حول المياه وإدارة مشاريع الري أو حول حريات قيام التنظيمات المدنية أو أن يكون قانون خاص بتكوين تنظيمات مستخدمي المياه. إن القانون العام حول المياه عادة يغطي كافة الجوانب المتعلقة بالموارد المائية بصفة عامة، أما القانون الخاص بالتنظيمات فيكون أكثر تحديداً وأكثر محدودية وقد يكون في شكل مرسوم لتحديد صلاحيات وسلطات هذه الجمعيات وطرق تكوينها.

إن إصدار قانون شامل للموارد المائية قد يعكس اهتمام الدولة بالموارد المائية ووضعها في أولياتها كما أن إصدار قانون خاص بالتنظيمات لمستخدمي المياه يشير بجلاء باهتمام الدولة لحل مشكلة إدارة المياه وموضوع المشاركة الشعبية في هذا المجال. تقوم بعض الدول بإصدار قوانين لإنشاء جمعيات تعاونية في مجالات عديدة كجزء من حركة المشاركة الشعبية وقد شهدت العديد من الدول العربية مثل هذه الحركة التعاونية في مجالات عديدة أهمها التجارة لتوفير المتطلبات والمستلزمات الأساسية لأعضائها. يمكن تطويع هذا القانون ليشمل إنشاء تنظيمات مستخدمي المياه على أساس تعاوني وهو نفس أهداف هذه التنظيمات.

إن أهم المتطلبات القانونية لإنشاء تنظيمات مستخدمي المياه هي أن يشير القانون إلى استقلال هذه التنظيمات وإلى كيانها القانوني المستقل وشخصيتها الاعتبارية التي بموجبها يمكن أن تقاضي وتقاضى وتتعاقد وتشتري وفق مسؤوليات محددة حسب ما يشير إليه نظامها الأساسي الذي سيأتي ذكره لاحقاً.

٣-٤ النظام الأساسي:

لابد لأي تكوين خاصة ذي الصبغة العامة من نظام أساسي دقيق واضح شفاف يحدد كل الواجبات والحقوق والسلطات والصلاحيات ويعتبر دستوراً لهذا التنظيم وحكماً له وعليه لابد أن يشمل النظام الأساسي ما يلي:

أ- المعلومات الأساسية:

وهي متطلبات أساسية لابد من ذكرها في أي تنظيم أو شركة أو أي تكوين ذي شخصية اعتبارية وتشمل:

* اسم التنظيم بالدقة ولابد أن يتم الحصول على الاسم من الجهات المسؤولة حتى لا يتعارض مع اسم آخر قد يكون مطابقاً وفي هذه الحالة لابد من تغيير الاسم.

* القانون الذي استند إليه في تأسيسه.

* شهادة التسجيل من السلطات المسؤولة وهذا التسجيل هو الذي يعطيه الصفة الاعتبارية القانونية.

* العنوان الثابت للتنظيم وكيفية الوصول إليه.

* تحديد واضح للمجال الذي سيعمل وفقه التنظيم والخدمات المسموح له بتقديمها والوسائل التي يمكن امتلاكها لتقديم هذه الخدمات.

* تحديد منطقة عمله بحيث لا تتداخل مع تنظيمات أخرى، وكما ذكر سابقاً يمكن أن تكون مشروعاً متكاملأ أو جزءاً من مشروع أو قناة واحدة أو بئر مياه أو سد مائي معين أو خلافه.

* تحديد الأهداف الأساسية لقيام هذا التنظيم.

ب- معايير الانضمام للتنظيم:

يجب أن تحدد هذه المعايير بدقة مسبقاً لتفادي المشاكل العديدة التي عادة ما تنشأ عند طلب العضوية، والتي تشمل ما يلي:

* من يجوز له أن يكون عضواً وهنا لابد من الإشارة أن العضوية لابد أن تضم كل المستفيدين من مجال التنظيم في منطقة عمله وعدم استثناء أي منهم وهنا لابد من ذكر تحديد هل الانضمام لهذا التنظيم إجباري لكل المستفيدين أم اختياري؟

* كيفية الانضمام - يجب تحديد ذلك بدقة وأن تكون الإجراءات سهلة حيث إن التعامل عادة في هذه التنظيمات مع مزارعين قد لا تكون له المقدرة على فهم أمور قانونية

معقدة.

* كيفية إسقاط العضوية ويجب هنا أن تكون الأسباب المطلوبة لإسقاط العضوية قوية ومقنعة ولا لبس فيها لأهمية مشاركة الجميع بالتراضي في هذا العمل.

ج- العدد المطلوب لقيام التنظيم:

قد لا يكون مفيداً أن يقوم تنظيم لإدارة مرفق مائي من عدد محدود من المستفيدين الذين يمكن الاتفاق بينهم دون تنظيم، فمثلاً إذا كان هناك مصدر مائي بئر أو سد صغير يستفيد منه عدد محدود من الناس قد لا يكون من المنطقي إنشاء تنظيم لإدارة هذا المصدر. قد تم الاتفاق على أن عدد أعضاء أي تنظيم لابد أن يكون في حدود ١٠٠ عضو وهذا يعتبر أدنى عدد ممكن يتطلب قيام تنظيم للعمل فيما بينهم في مجال المياه وهنا تجدر الإشارة إلى أن هؤلاء الأعضاء لابد أن يشكلوا على الأقل ٥١% من جملة المستفيدين.

د- الكينونة الاعتبارية:

رغم أن التنظيم يجب أن يقوم وفق قانون أو تشريع من الدولة لكن يجب أن يتضمن النظام الأساسي تفاصيل هذه الكينونة القانونية وما لها وما عليها قانونياً.

هـ- التنظيم الإداري:

يجب أن يشمل النظام الأساسي للتنظيم أسس التنظيم الإداري والمالي كما يلي:

* هيكل إدارة التنظيم.

* سبل اختيار العاملين في جميع السلم الهيكلي للتنظيم من إدارة وموظفين وعمال وخلافه.

* السلطات والمسؤوليات الإدارية والمالية والتعاقدية لكل أعضاء الهيكل التنظيمي.

و- حقوق وواجبات الأعضاء:

يجب أن يحدد النظام الأساسي بوضوح حقوق وواجبات أعضاء التنظيم.

ز- تفسير النظام الأساسي:

يجب أن يحدد النظام الأساسي الجهة التي يلجأ إليها لتفسير أي من النظام الأساسي الخاص في حالة حدوث خلاف بين الأعضاء في تفسير أي بند من بنود النظام الأساسي.

ح- إفراز وتعديل النظام الأساسي:

يجب توضيح كيفية إقرار وتعديل أي بند من بنود النظام الأساسي.

ط- تصفية التنظيم:

لابد أن يحدد النظام الأساسي كيفية وأسباب تصفية التنظيم مع العمل بعدم الإخلال بحقوق الأعضاء بقدر الإمكان وعادة يُصَفَّى التنظيم بإحدى الطرق الآتية:

* بقرار بنسبة معينة من الأعضاء (٧٥%).

* بقرار من محكمة.

* بقرار من مسجل التنظيمات عند الإخلال بشروط التسجيل.

٤ - المتطلبات الفنية لقيام التنظيم:

٤-١ رفع الوعي بأهمية إنشاء التنظيم:

هناك نفور من العمل الجماعي وخاصة فيما يتعلق بسبل كسب العيش وذلك لفقدان الثقة بين الناس عامة والمتنافسين في مورد واحد خاصة كما أن هناك عدم إدراك بين صناع القرار في الدول بأهمية مثل هذه التنظيمات.

لذلك فإن من أهم المتطلبات الفنية رفع الوعي بأهمية هذه التنظيمات لرفع كفاءة إدارة المرفق المعني وهذا يتطلب جهداً مكثفاً في العديد من المجالات على النحو التالي:

٤-١-١ مجال المستفيدين:

هذا مجال واسع يحتاج إلى جهد في عدة اتجاهات وحيث إن معظم المزارعين العرب ليسوا من ذوي الثقافات العليا لذلك فإن العمل في وسطهم لابد أن يكون بطرق متعددة تشمل ما يلي:

* برامج تثقيفية أولية سهلة المضمون وبلغة يسهل فهمها واستيعابها وإتاحة الفرصة لهم لمناقشتها وإبداء الرأي بحرية، وأن يتم ذلك من خلال أجهزة الإعلام الواسعة الانتشار مثل الراديو والتلفزيون.

* إقامة حلقات للنقاش المباشر معهم والاتصال الجماهيري بهم ويعتبر هذا من أفضل سبل التوعية، حيث إن لدى المزارعين المقدرة على الفهم من التخاطب المباشر والاستيضاحات والأسئلة الفورية دون تعقيد، لذلك يعتقد أن حلقات النقاش تسمح لهم بطرح كل الأسئلة التي تدور بخاطرهم وتقلقهم، كما أن التخاطب المباشر معهم يظهر مدى تفهمهم واستيعابهم ويوضح الحاجة إلى مزيد من الجهد في هذا الطريق كما أنه يعطي المزارعين الشعور بأن الموضوع مطروح للأخذ والرد وليس مفروضاً بالقوة والقانون.

* إن إصدار ملصقات عن هذه التنظيمات بلغة وطريقة وإخراج جذاب وتكون في متناول

المزارعين قد يكون لها أثر أكثر استدامة من الوسائل اللحظية الأخرى رغم أنها لا تجيب على أسئلتهم المحيرة، ولا بد أن يصاحب هذه الكتيبات والملصقات رسومات معبرة عن المطلوب لمخاطبة القطاع العريض من المزارعين في الدول العربية الذين لا يجيدون القراءة.

٤-١-٢ مجال الفنيين والإداريين:

إن القطاع الفني الإداري الحكومي الذي يسيطر حالياً على تشغيل وإدارة مرافق المياه بالمشروعات المروية وكل مشاريع المياه يحتاج إلى فهم لأهمية قيام هذه التنظيمات من أجل تعظيم الفائدة على مستوى الدولة، حيث إن هذا القطاع قد يكون الأكثر تضرراً لفقدان بعض صلاحياته وسلطاته وبالتالي بعض صلاحية وظيفته أو فقدان وظيفته بالكامل، فيتوقع أن يكون الأكثر رفضاً لقيام هذه التنظيمات ما لم تتضح الصورة أمامه كاملة، وتوضيح الفوائد الاقتصادية والإدارية لقيام هذه التنظيمات وضمان استدامة العطاء.

إن معالجة هذا القطاع تحتاج إلى برامج خاصة علمية وفنية مدعمة بالمعلومات والبيانات عن فوائد قيام هذه التنظيمات ولا يتم ذلك إلا بتقديم دراسات موثقة ونماذج من دول أخرى توضح نجاح التجربة.

٤-١-٣ مجال صناع القرار:

يشمل قطاع صناع القرار كل مراكز اتخاذ القرارات حول قيام هذه التنظيمات وتشمل الجهات السياسية والتنفيذية والتشريعية والقانونية.

يحتاج هذا القطاع إلى دراسات فنية دقيقة تشمل الجوانب الاقتصادية والإدارية والاجتماعية والبيئية والمعوقات والمشاكل المتوقعة وطرق حلها وأثر ذلك على القطاعات الأخرى وعلى الإنتاجية والعمالة والدخل القومي وكل الجوانب الأخرى التي تؤثر في حياة الناس وأداء الدولة، حيث إن الاقتصاد هو محرك كل القطاعات الأخرى وأي تغييرات غير مدروسة دراسة معمقة قد تؤدي إلى عواقب سلبية من جوانب أخرى.

٤-٢ التدريب:

يحتاج أداء هذه التنظيمات إلى تدريب خاص لكل الفئات المعنية والتي تشمل:

٤-٢-١ تدريب قيادة المزارعين:

حسب الأوضاع والهياكل التي ستكون عليها تنظيمات المستخدمين، والتي سيتم عرضها لاحقاً، فإن قيادات المزارعين أو المستفيدين ستقع عليها مسؤوليات كبيرة من النواحي الإدارية والمالية

والاجتماعية، والتي بالضرورة تحتاج إلى مقدرات لا تتوفر حالياً لهؤلاء المزارعين ولهذا فإن أول فئة تحتاج إلى تدريب مكثف لضمان نجاح هذه التجربة هي فئة قيادات المستفيدين. لابد أن يشمل التدريب المجالات الآتية:

* إدارة اجتماعات القواعد مثل المزارعين والذين بدورهم تنقصهم الدراسة الكاملة بأسس وضوابط وطرق وقواعد الاجتماعات المنظمة المدونة.

* إدارة التنظيم كمؤسسة اعتبارية تقاضي وتقاضي وتحاسب وتحاسب وعليها مسؤوليات نحو قواعد من المزارعين، ترعى مصالحهم دون المساس بمصالح الأطراف الأخرى التي تتعامل وتتعاقد معها من القطاع الخاص والقطاع العام والجهاز الفني الذي يقوم بالمهام الفنية تحت إشراف هذه القيادات.

كل هذا يحتاج إلى مقدرات إدارية منضبطة قد لا تكون متوفرة لدى المزارع البسيط حيث لم يكن يحتاج إليها في تسيير أحواله العادية وهنا تكمن أهمية تدريب القيادات للقيام بهذا العمل المهم بالشكل الصحيح.

* إدارة الحسابات وقد يكون هذا أهم أنواع التدريب المطلوب، قد لا يكون من مهمة القيادات القيام بحفظ سجلات الحسابات الدقيقة، فهذه مهمة سيقوم بها محاسبون مختصون لكن تحت إشراف القيادات، ولهذا من المهم أن تكون القيادات ملمة بأصول هذه الحسابات للقيام بالمراجعة والمتابعة اللازمة حيث إن المسؤولية النهائية ستقع عليهم في حالة أي تجاوزات مالية. وتعتبر النواحي المالية من أولويات اهتمام القواعد حيث إنها الحصيلة النهائية التي تهم القواعد والتي تعنى أساساً بموضوع الربح والخسارة والفوائد المالية من قيام هذه التنظيمات، وإدارة الحسابات إدارة دقيقة وشفافة وبمصادقية ترضي القواعد وتعتبر مفتاح نجاح وقبول هذه التنظيمات، حيث إن كسب ثقة القواعد شيء لابد منه لاستدامة هذه التنظيمات.

* التعامل المؤسسي مع الجهات الأخرى من مقاولين ومتعهدين ومقدمي خدمات زراعية وخلافه مهم للغاية، فإن التعامل المقتدر مع هذه الفئات مهم لحفظ حقوق المزارعين وحسم المواضع العالقة بكل أمانة ودقة لإيفاء كل طرف بتعهداته مع التأكد من جودة الخدمات حسب المواصفات المتفق عليها. كل ذلك قد يكون عادي لعديد من الفئات التي تتعامل به، ولكنه يحتاج إلى تدريب بالنسبة لقيادات المزارعين بسبب عدم التعامل السابق بهذه الكيفية حيث كانت إدارة المشاريع تقوم بكل هذه التعاملات.

٤-٢-٢ تدريب قواعد المزارعين:

قد يكون هذا الأقل أهمية ولكنه ضروري لتوفير الفهم الصحيح لسير هذه التنظيمات كما أن تدريب القواعد يساعد القيادات في تسيير الأعمال ومجالات تدريب القواعد تشمل:

- طرق التحديث في الاجتماعات والانضباط في ذلك.
- طرق رفع الشكاوى والتنظيم.
- معرفة حقوقهم وكيفية الحصول عليها بالطرق السليمة.
- معرفة واجباتهم والتي عليهم الالتزام بها.

٤-٢-٣ تدريب الفنيين:

إن الإدارة الحالية للمشاريع المروية تتطلب سيطرة القطاع العام عليها، وعادة يكون الفنيون الذين يديرون هذه المشاريع منتسبين للقطاع العام وطريقة إدارتهم ومراجعتهم ومحاسبتهم تتم عبر سلم وظيفي معروف ومحدد وجاري العرف به، ولذلك فهو مقبول لديهم، ولكن بقيام تنظيمات مستخدمى المياه وسيطرتها على إدارة مرافق المياه سيكون المستخدم للفنيين بهذا القطاع قد اختلف اختلافاً جوهرياً من حيث طريقة التعامل ومن تفهمه لمبادئ تشغيل وإدارة هذه المرافق، ولهذا فإن الفنيين الذين سيعملون تحت إشراف هذا التنظيم سيحتاجون بالضرورة إلى تدريب كيفية إعادة أوضاعهم مع المستخدم الجديد وطريقة التعامل معه بطريقة لا تؤثر على سير العمل. وهذا يشمل ما يلي:

- تقبل المستخدم الجديد بكل ما عليه من مأخذ وحسنات.
- طريقة تقديم التقارير باللغة والطريقة التي تناسب المستخدم الجديد.
- المقدرة على توضيح الأمور والمشورة بصورة مبسطة حسب مقدرتهم على تفهم المسائل الفنية الدقيقة.

٥- الهيكل التنظيمي:

لضمان حسن أداء التنظيم ومن أجل المتابعة الشفافة لمجريات الأمور لابد أن تكون القواعد على علم بكل مجريات الأوضاع من خلال هيكل إداري بسيط يتكون أساساً من الآتي:

٥-١ الجمعية العمومية:

وهي تضم كل الأعضاء المنتسبين للتنظيم المعين حسب قواعد العضوية المتفق عليها ويجب أن تضم الجمعية العمومية ممثلين لبعض الجهات الحكومية المعنية بالمياه حسب وضعية كل تنظيم.

تكون الجمعية العمومية مسؤولة عن الآتي:

* اختيار مجلس لإدارة المشروع ومتابعته ومحاسبته.

* وضع الميزانية العامة للتنظيم.

* إقرار اللوائح والنظام الأساسي وتعديله.

* الإشراف على التنظيم.

٢-٥ مجلس الإدارة:

تقوم الجمعية العمومية (كما ذكر سابقاً) بتعيين مجلس الإدارة من المزارعين، أما الممثلون لبعض الوحدات الحكومية المعنية فتقوم وحداتهم بتعيينهم. يكون المجلس مسؤولاً أمام الجمعية العمومية من كل مهام تشغيل وصيانة التنظيم والإشراف على الكادر الفني والإداري والمالي والمحاسبي.

٣-٥ الكادر الفني:

يقوم مجلس الإدارة بتعيين كادر فني وإداري ومحاسبي كفاء لتولي مهمة التشغيل والصيانة للبيئات الأساسية الخاصة بالتنظيم والقيام بالأعمال الإدارية والمحاسبية لكل أنشطة التنظيم.

والشكل رقم (١) يوضح بصورة عامة وليست ملزمة لما يمكن أن يكون عليه الهيكل العام الإداري للتنظيم.

٦- المعوقات والمشاكل المتوقعة:

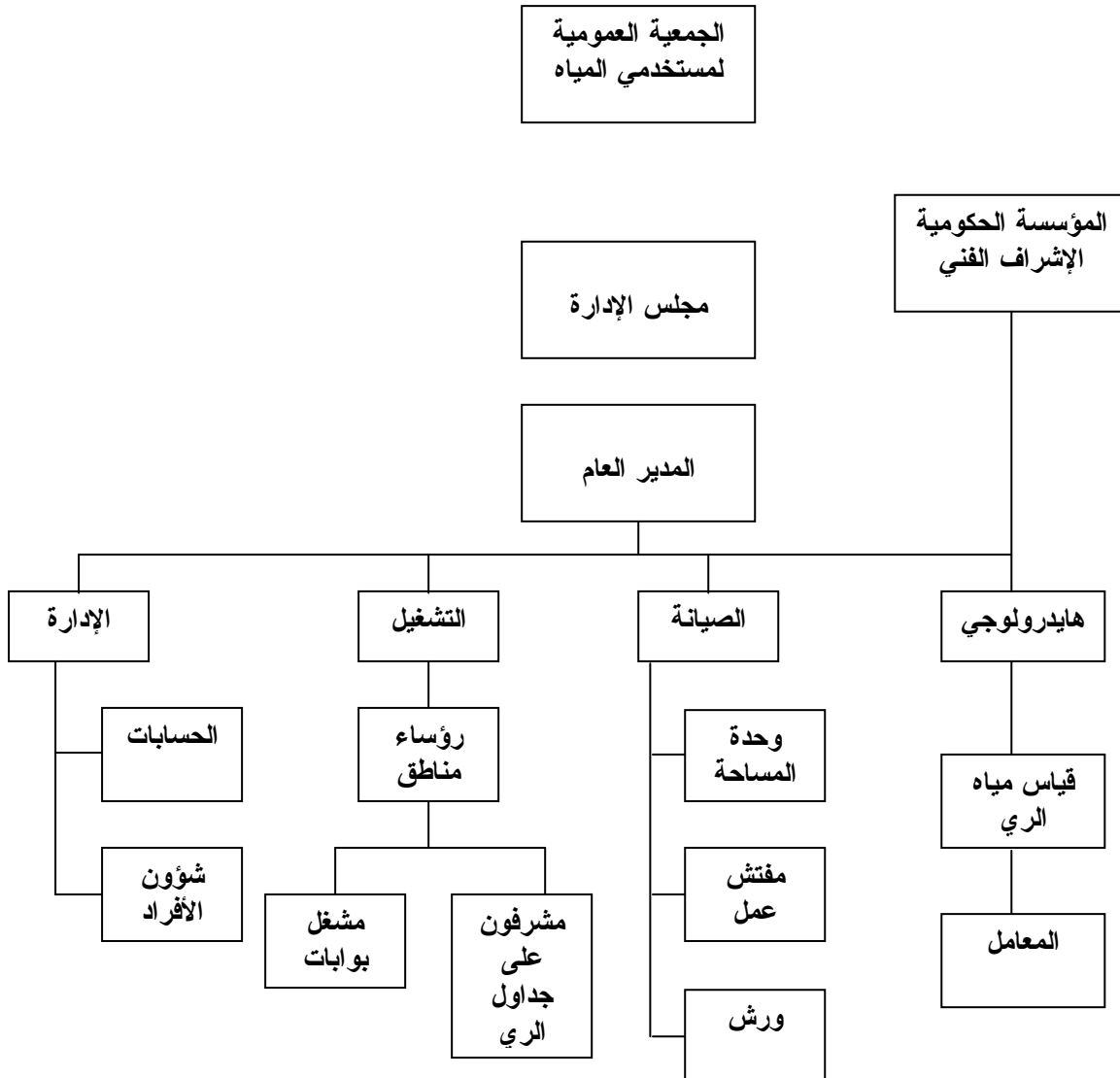
إن أنظمة الري القائمة حالياً بالدول العربية تسودها العديد من التقاليد القديمة، ورغم أنها أثبتت مصداقيتها من خلال استدامتها إلا أنها تواجه العديد من المشاكل التي يتوقع أن تحل بإشراك المزارعين والمستفيدين في إدارتها، علماً بأنه كان هناك تجاهل تام للمزارعين في مراحل إعداد المشاريع والتخطيط لها وتنفيذها إلى مراحل التشغيل والصيانة، مما خلق روح لدى المزارع بأن هذه المشاريع ليست لهم إنما هي مشاريع حكومية وهي ملزمة بتقديم الخدمات لهم. إن الإشكالية المطروحة هي كيفية تخلي القطاع العام عن إدارة هذه المشاريع ونقل الإدارة للمزارعين.

يتوقع أن تواجه تنظيمات مستخدمي المياه المشاكل والمعوقات التي يواجهها قطاع المياه حالياً بالإضافة إلى المشاكل والمعوقات الخاصة بنوعية هذه الإدارة ومنها:

- مدى تحكم المزارعين في تقانات الري الحديثة.
- مدى تمكن المزارعين من تنظيم أنفسهم والتقيّد بالأسس الحديثة للإدارة والجمعيات العامة.
- مقدرتهم على مراجعة ومتابعة ومحاسبة المزارعين وتحصيل ما عليهم من ديون.

شكل رقم (١)

الهيكل التنظيمي لمستخدمي المياه



هذا بالإضافة إلى المعوقات العامة والتي تشمل:

٦-١ المعوقات الاجتماعية:

يتطلب التعامل مع النسيج الاجتماعي المتعدد الجوانب للمزارعين دراية ومعرفة دقيقة بأعراف وتقاليد هذا النسيج وتركيبته الاجتماعية العشائرية والقبلية التي قد تكون معقدة في بعض الأحيان وذلك؛ لأنه وبالرغم من تداخل الظروف ومشاكل المزارعين وشكاواهم من الإدارة الحالية وتحملهم كل المسؤولية إلا أن تقبلهم للعمل الجماعي ليس بالأمر الهين أو البسيط. يتوقع أن تثير الدعوة إلى تكوين تنظيمات تعاونية جماعية شعبية نقاشاً حاداً ورفضاً لدى قطاعات بعض المزارعين لأسباب منها عدم الثقة في بعضهم ومنها حسابات شخصية بينهم، ولهذا فإن قيام هذه الجمعيات والتنظيمات يتطلب جهوداً حثيثة من جانب الجهات الحكومية المسؤولة مع التريث لاستيعاب الفكرة لدى الجماهير المعنية، كما أن قوة بعض العائلات الكبيرة في الريف العربي تدعو إلى تخوف الآخرين من سيطرة هذه العائلات على هذه الجمعيات وتوجيهها لصالحهم وفرض حلولهم على الآخرين.

٦-٢ المعوقات الفنية:

من المعوقات الفنية التي يتوقع أن تواجه التنظيمات:

* عدم وجود الكوادر الفنية المؤهلة الراغبة في العمل تحت هذه التنظيمات، إن معظم المشاريع المروية بالدول العربية تديرها الدولة والكادر الفني بها يتبع لها، وهؤلاء قد لا تكون لديهم الرغبة في العمل تحت التنظيمات أو أن هذه التنظيمات قد لا ترضي غرورهم في الترقى إلى المراتب العليا بجهاز الدولة العريض أو الخوف من فقد العديد من المزايا الجانبية التي يحصل عليها من الدولة والتي قد لا تستطيع هذه التنظيمات تلبيتها.

* مشكلة التوزيع العادل للمياه بين المزارعين بخاصة في حالة عدم توفر المياه الكافية اللازمة للري بالكامل وما ينشأ عن ذلك من مشاكل بين المزارعين، وقد كانت الإدارة الحكومية تفرض النظام المناسب الذي تراه وتفرض ذلك بقوة الدولة والقانون وهذا قد ينقص هذه التنظيمات.

* مشكلة المواجهة مع المزارعين في أي اعتداءات غير مبررة على المنشآت المائية لأي سبب من الأسباب.

- * قصور البحث العلمي والإرشاد المائي في المشاريع الزراعية الحالية.
- * تدني كفاءة شبكات ونظم الري الحالية.
- * انتشار الحيازات الصغيرة داخل المشروعات المائية وما يسبب ذلك من مشاكل في توزيع المياه والحصص والعوائد.

٦-٣ المعوقات الاقتصادية:

- أهم هذه المعوقات هو انخفاض دخل المزارع بحيث لا تمكن الحصيد النهائية من الدخل من دفع استحقاقاته على التنظيم من رسوم إتاحة مياه ومدخلات زراعية واشتراكات.
- * إن الاختلافات السعرية في أسواق المدخلات والمنتجات الزراعية والخدمات قد تشكل إحدى أهم المشكلات التي ستواجه هذه التنظيمات.
 - * إن مشكلة توفر الطاقة اللازمة للتشغيل من المشكلات والمعوقات التي يتوقع أن تواجه هذه التنظيمات الجماهيرية.
 - * أما أهم المعوقات الاقتصادية وأكبرها أثراً على أداء التنظيمات الجماهيرية هو توفير التمويل اللازم للتشغيل والصيانة إلى حين سداد المزارعين لرسوم المياه.

٦-٤ المعوقات القانونية والتشريعية:

- ما لم تكن هناك تشريعات وقوانين مائية ملائمة وكاملة فيتوقع أن تواجه التنظيمات المشاكل والمعوقات الآتية:
- * ملكية المياه.
 - * أولويات استخدامات المياه.
 - * حماية وصيانة الموارد المائية الطبيعية.
 - * مركزية إدارة الموارد المائية.
 - * التراخيص والتصديقات اللازمة لاستخدام المياه.
 - * حرم المصادر المائية.
 - * الحقوق المائية المكتسبة.

٧- الفوائد المتوقعة لقيام تنظيمات مستخدمي المياه:

تشمل الفوائد المتوقعة ما يلي:

٧-١ رفع كفاءة استخدام مياه الري:

إن الهدف الأساسي من إنشاء هذه التنظيمات هو تحقيق الاستفادة القصوى من موارد المياه المتاحة في إطار الوحدة التابعة للتنظيم المعني، ويتوقع أن يكون إنشاء تنظيمات مستخدمي المياه حافزاً للمزارعين للحد من الممارسات الخاطئة التي تقود إلى الاستخدام غير الرشيد للمياه بعد أن أصبحوا أهم الملاك الحقيقيين لهذه المياه.

٧-٢ تفعيل المشاركة الشعبية:

لقد أصبحت المشاركة الشعبية من أهم متطلبات الإدارة المتكاملة كل المجالات وبخاصة في المشاريع ذات الاهتمام الشعبي والجهامي مثل المشاريع المروية التي تمثل بالنسبة للجهامير عصب حياتهم وتعتبر هذه التنظيمات أحد أفضل سبل تفعيل هذه المشاركة.

٧-٣ الحد من مركزية الإدارة:

لقد فشلت العديد من المشاريع بسبب بعدها عن مركز القرار وسوء وسائل الاتصال بين المشروع ومركز القرار، ولهذا فقد أصبحت القاعدة السائدة حالياً تعمل على تقصير الظل الإداري المركزي عن طريق وسائل لإدارة المشاريع المركزية، وتعتبر هذه التنظيمات إحدى الحلول لهذه المشكلة.

٧-٤ رفع المقدرة على تحصيل تكلفة إتاحة المياه:

لقد كان عدم مقدرة الإدارات الحكومية المركزية على تحصيل تكلفة إتاحة المياه أحد المعوقات الأساسية للتشغيل، وحيث إن تمويل التشغيل والصيانة يعتمد أساساً على رسوم المياه بسبب عدم مقدرة أو رغبة الدولة في تمويل هذا الجانب لتشعب أولوياتها الأخرى. لقد كانت هذه العملية بمثابة مواجهة دائمة تدور بين إدارات المشاريع والمزارعين والمستفيدين بسبب الاعتقاد الراسخ الخاطيء بأن توفير المياه هو من مسؤولية الدولة للمزارعين، ويرجع ذلك إلى عهد الاشتراكية التي مرت على العديد من الدول العربية والتي لم تعد سارية الآن. إن تولي المزارعين للمسؤولية والشعور الذي قد يسود بامتلاك المزارعين لمشروعهم قد يخلف شعوراً بالانتماء أكبر وبالتالي بالمسؤولية لتمويل المشروع وسداد ما عليهم من استحقاقات مالية، لذلك سيقوموا بمراجعة أوجه صرفها إذا كان للمزارعين تحفظات على هذه الرسوم وشك في احتوائها على مصاريف مبالغ فيها من جانب الإدارة لتوفير مخصصات مالية عالية للكوادر الإدارية العاملة بالمشروع، ولكن بقيام هذه التنظيمات أصبحت الحسابات والمنصرفات تحت رقابتهم وبكل شفافية، و متاح لهم المراجعة والاعتراض والمساءلة التي لم تكن متاحة بدون هذه التنظيمات.

٧-٥ ترابط المجتمع وتماسكه:

يتوقع أن يؤدي قيام هذه التنظيمات إلى ترابط وتماسك أكثر للمجتمعات التي يتكون منها أعضاء التنظيم وذلك من خلال المشاركة في الاجتماعات والتلاقي في إدارة المرفق ومن خلال العمل الجماعي المشترك.

٦-٧ زيادة دخل المزارع:

يتوقع أن يقلل إنشاء تنظيمات مستخدمي المياه من تكاليف إدارة المشاريع وبالتالي زيادة دخل المزارع وتقليل رسوم المياه والخدمات والمدخلات الزراعية.

٧-٧ الاستدامة:

تشير التجارب بأن تولي تنظيمات مستخدمي المياه لبعض المسؤوليات في إدارة التشغيل والصيانة يعزز من استمرار واستدامة هذه المشروعات من خلال توفير التمويل بدفع رسوم تكلفة المياه والمدخلات والخدمات الزراعية ومن خلال المحافظة على المنشآت المائية بعد الشعور بأنهم مالكون لها.

٨- تقييم أداء تنظيمات مستخدمي المياه في بعض الدول العربية:

لقد جرت خلال العقد الأخير من القرن الماضي محاولات عديدة لإعادة هيكلة القطاع العام في الدول العربية والدول النامية بغرض تحسين أدائها واتضح أن تقليص دور هذا القطاع يؤدي إلى نتائج ايجابية فظهرت الخصخصة والمشاركة الجماهيرية بالقطاعات المختلفة.

على سبيل المثال في السودان ظلت وزارة الري والموارد المائية المسؤولة الأولى عن قطاع المياه وبخاصة في المشاريع المروية، إلا أنه في ظل سياسات الإصلاح الاقتصادي اتجهت الدولة نحو تحجيم دور القطاع العام ومن هذا المنطلق وبدعم من البنك الدولي تم إدخال تنظيمات مستخدمي المياه في مشروع الجزيرة الذي يعتبر من أكبر المشاريع المروية في العالم كوحدة تحت إدارة واحدة حيث تبلغ مساحته ٨٠٠ ٠٠٠ هكتار. وقد تم إنشاء أول تنظيم في جزء محدد من المشروع وقد تولى المزارعون إدارة المياه في القنوات على أن توفر المياه وزارة الري والمياه في القنوات الرئيسية الموصلة من المصادر مثل السدود.

وقد نجحت التجربة نجاحاً باهراً مما أدى إلى التوجه نحو نشرها تدريجياً في مواقع أخرى بالمشروع. كما أن الصندوق الدولي للتنمية الزراعية (إيفاد) قد قدم تمويل لإعادة تأهيل بعض المشاريع على ضفاف النيل الأزرق والأبيض ولكن كان من الشروط الملزمة أن يتولى المزارعون إدارة هذه المشاريع من خلال جمعيات تعاونية وهي شبيهة بالتنظيمات التي نتحدث عنها.

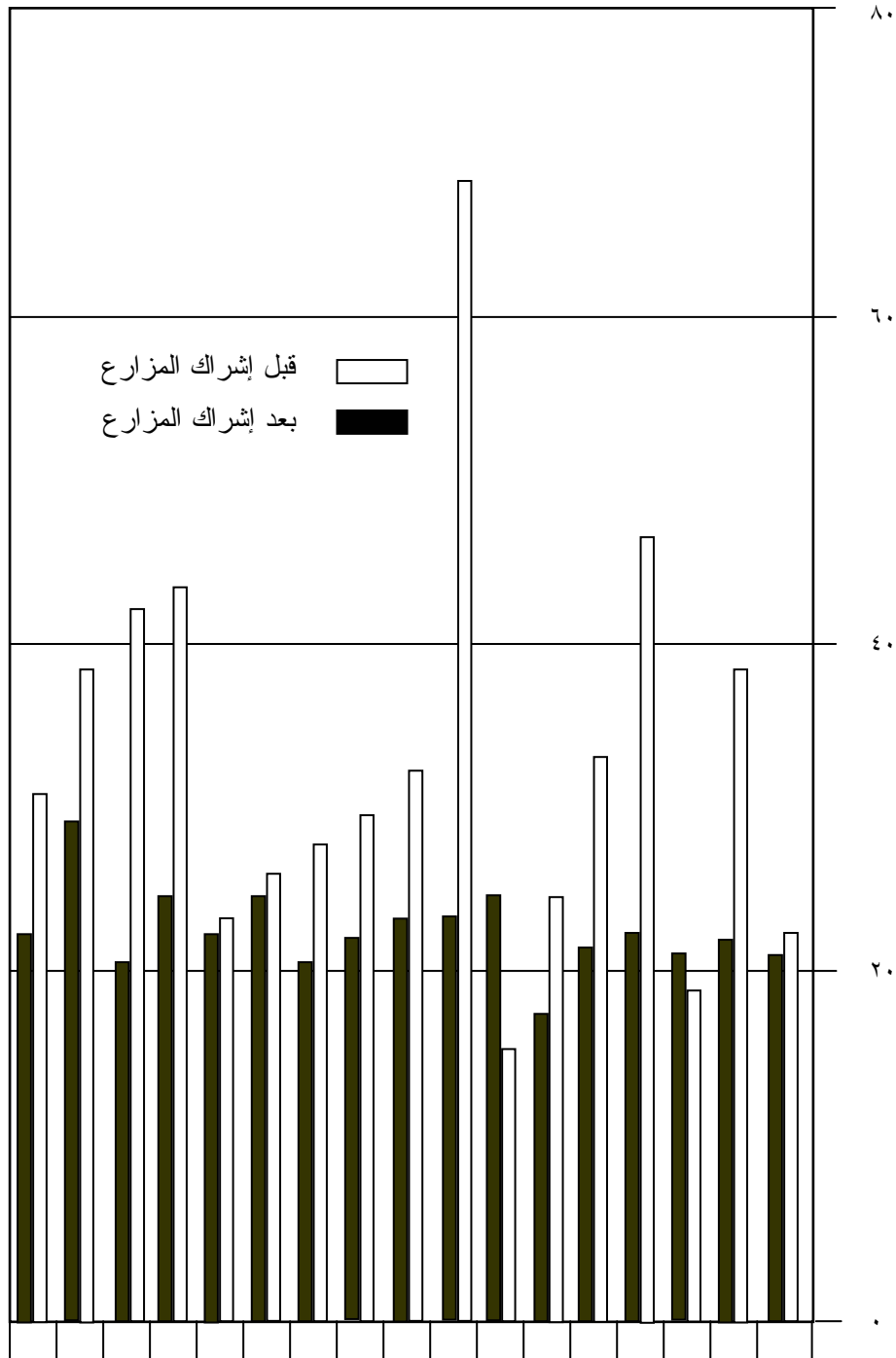
تعتبر المغرب من أول الدول التي قامت بتجربة تنظيم مستخدمي المياه في العالم العربي حيث صدر عام ١٩٩٠ قانون لتنظيم هذه الجمعيات التي تعنى بإدارة الري ومنذ ذلك التاريخ انتشر هذا

النمط من الجمعيات لما حققه من نجاحات، ويعتبر الآن من أكثر الأنماط ملائمة لإقامة شراكة حقيقية بين الفلاحين والجهات المسؤولة عن توفير المياه وقد أنشئت في الفترة ١٩٩٥-١٩٩٠ حوالي ٢٠٠ جمعية من هذا النوع مما يدل على نجاح التجربة.

ترجع تجربة موريتانيا في مجال المشاركة الشعبية في مجال إدارة مياه الري إلى عام ١٩٦٣ حيث قامت العديد من الجمعيات التعاونية وحتى صدور قانون عام ١٩٦٧ لتنظيم هذه العملية. رغم أن القانون ليس خاصاً بتنظيمات مستخدمي المياه بل بالتعاونيات عامة لكن كان له أثر كبير في خلق جمعيات تعنى بإدارة مياه الري وقد ثبت نجاحها بدليل انتشارها حيث بلغت حوالي ٤٠٥ جمعية صغيرة.

أخذ البرنامج القومي لتطوير الري بمصر بتجربة إنشاء اتحادات مستخدمي المياه من أجل تحسين كفاءة إدارة استخدام المياه وقد نجحت التجربة. وصدر عام ١٩٩٤ قانون لتنظيم وتسجيل اتحادات مستخدمي المياه وقد تم إنشاء تنظيمات لحوالي ١١٠٠ مسقى، وقد تولت وزارة الري عملية الاستفادة من هذه التنظيمات والتدريب اللازم لكوادرها، وتعد الآن هذه الاتحادات ذات شرعية قانونية وشخصيات اعتبارية ومن النجاحات الموثقة ما هو مبين بالشكل رقم (٢) الذي يوضح كفاءة توزيع المياه في منطقة الفيوم بمصر قبل وبعد إشراك المزارعين.

شكل رقم (٢)
توزيع المياه بين الفتحات لقناة الربع الشرقي بمنطقة الفيوم
قبل وبعد إشراك المزارع في إدارة الري



كيفية تخطيط البرنامج الإرشادي وكيفية التقييم

إعداد

د.عباس فرح

المنظمة العربية للتنمية الزراعية

جمهورية السودان

تقديم:

إذا كان الإرشاد الزراعي هو عامل تغيير للأفضل يلزم ذلك ان يكون متبعاً لما هو أفضل في كيفية تخطيط وإعداد عمله. النتائج الجيدة لا تأتي من الصدفة أو العمل غير المنظم ولكن تحتاج إلى عمل منظم ومرتب ومعد بصورة علمية سليمة.

العمل الإرشادي يشمل نشاطات تأثيرها موقوتاً وأخرى تأثيرها يراود منه تحقيق أهداف تحتاج إلى فترة طويلة. لذلك لا بد من تنظيم العمل بحيث يشمل العمل الموقوت والعمل المتصل على فترات زمنية مختلفة. وبهذا نجد أن تخطيط البرنامج يشمل اتخاذ قرارات على شكل برنامج تنبثق منه خطة عمل للتنفيذ.

يحتاج العمل الإرشادي للاعتماد على المعرفة والمعلومات الصحيحة ولهذا لا بد من جمع المعلومات اللازمة لاتخاذ القرارات اللازمة لوضع البرنامج وهذا يتطلب التعامل مع جهات أخرى كثيرة.

ونلاحظ ان هناك صعوبتين تواجه وضع البرنامج هما:

١- أن العوامل المتشابكة التي تؤثر على العمل الزراعي كثيرة ومتداخلة مع كل العوامل الأخرى التي تؤثر على حياة الريفيين في نواحيها الاجتماعية والاقتصادية وهذه العوامل تؤثر على بعضها البعض وأي تغيير في إحداها يؤثر على الجوانب الأخرى.

٢- كثير من الأهداف الإرشادية المراد تحقيقها تعتمد لا على المرشد فقط وإنما على المزارع وربما بشكل أكبر.

وأمر آخر مهم وهو يجب ان لا يكتفِ العمل الإرشادي بالرد أو الاستجابة لطلبات المزارعين لأن لهذا الأسلوب خطورة كبيرة حيث يؤدي إلى عدم تنظيم العمل وصعوبة تحديد أهدافه وربما

لا يمكن متابعة أثره ولهذا لابد من تنظيم العمل في شكل برنامج إرشادي يسير على هدى السياسات الزراعية العامة ولتحقيق أهداف محددة ومعلومة. وضع البرنامج الإرشادي يشمل مراحل عدة لكل مرحلة أهمية خاصة ودور هام في إعداد البرنامج.

١- مرحلة جمع المعلومات:

لابد من معرفة الوضع الراهن بصورة دقيقة وجمع المعلومات عن هذا الوضع، يؤثر على كل الخطوات اللاحقة من مراحل ووضع وتنفيذ البرنامج. كلما جمعت المعلومات الكافية عن كل أوجه الحياة الريفية كلما كان ذلك أفضل ويمكن أن نمثل للمجالات التي تجمع عنها المعلومات بالآتي:

- المجموعات المستهدفة والتي سوف يوجه إليها البرنامج الإرشادي.
- العمل الزراعي- الممارس فعلاً - المعارف، الخبرات الزراعية الموروثة ومهارات المزارعين واتجاهاتهم السلوكية نحو عملهم والقوى التي تعمل مع التغير والقوى المعاكسة- الاتجاهات السلوكية وكيفية تعديلها.
- الذين يتخذون القرارات ومن هم أهل التأثير؟ نظم القيادة المحلية وأنواعها.
- الحياة الاجتماعية عموماً - العادات والتقاليد وصلة ذلك بالعمل الزراعي.
- بالنسبة للمجموعات المستهدفة حسب تجربتهم مع العمل الإرشادي السابق واستجابتهم له. التنوع داخل المجموعة المستهدفة ودرجة الاختلاف بين كل نوع وكيفية إمكانية توجيه عمل خاص لكل نوع وصلة كل نوع بالموارد والإمكانيات المتاحة لهم للعمل الزراعي.
- التغيرات المطلوبة - مهارات، معارف، سلوكية الوضع الحالي والوضع المرغوب فيه برؤيا المرشدين أو بالتعاون مع المعنيين - رغبات وتوقعات المزارعين وأهميتها. الاتجاهات السلوكية خلف الأداء الحالي وكيفية تعديلها.
- درجة قبول العمل الإرشادي والمرشد الزراعي والثقة فيه كمصدر للمعلومات الفنية والخبرة العلمية.
- المتغيرات مثل التعليم، الأعمار، الجنس، المهام الاقتصادية والاجتماعية للأفراد، مصادر الدخل غير الزراعية.
- البيئة المحلية والموارد الطبيعية المتاحة.
- وسائل الاتصال التي يمكن استعمالها مع الجمهور المعني وكيفية وصولها إليهم - لغة المخاطبة المحلية - البرامج السابقة وأثرها.

- المحيط الاقتصادي والتجاري والتسويق وأثره على المنتجات الزراعية "ويمكن لهذه القائمة أن تطول ولكن نكتفي بهذه الأمثلة ذات الأهمية القصوى".

كيفية جمع المعلومات:

- ١- تجمع مباشرة من المجموعات المستهدفة أم عن طريق عينة مختارة وكيفية اختيار العينة لضمان تمثيلها للواقع المعاش. من أهم المصادر والمقابلات ومتابعة الاستبيان.
- ٢- التقارير والمطبوعات الخاصة بالمجموعات المستهدفة، وسابق العمل معهم، والعمل الزراعي بشكل عام والدراسات الخاصة.
- ٣- الإحصاء والمعلومات الإحصائية المسجلة.
- ٤- المصادر والوثائق الرسمية للجهات العاملة بالمنطقة المعنية مثل: الشئون الاجتماعية، الإسكان، الحكم المحلي... الخ.

عند جمع المعلومات مباشرة من المزارعين يجب اتخاذ الحيلة للحصول على المعلومات الصحيحة حيث إن بعض المزارعين يفضل أن يعطى الإجابة المتوقعة التي ترضي المرشد أو قد يحرص لإعطاء انطباع على أنه مزارع جيد - تفادي الأسئلة المباشرة، المعرفة الحقيقة لظروف المزارعين، الوضع الأفضل الذي يشعر فيه المزارع بأن الأمر عادي وهو مناقشة مشاكله مع المرشد. اشترك المزارعين بهذه الصورة يزيد من مقدرتهم في تحليل مشاكلهم وتحديد حلولها ويساعد في قبولهم للبرنامج الإرشادي.

٢- تحليل المعلومات وتحديد الأهداف:

لابد من التأكد من أن:

- ١-٢ المعلومات تصف الحالة الراهنة بدقة ووضوح.
- ٢-٢ من الممكن تحديد المشاكل وهي تمثل الفجوة بين الحالة الراهنة والوضع الأمثل المرغوب فيه. الأفضل وضع ذلك في شكل رقمي.
- ٢-٣ التأكد من أن المزارعين ومجتمعهم المحلي يهتمان بحلول المشاكل.
- ٢-٤ إمكانية تحديد لماذا لم يتحقق الوضع الأمثل؟.
- ٢-٥ هل معالجة المشاكل في مستطاع الإرشاد الزراعي أم هناك أدوار لجهات أخرى؟
- ٢-٦ مناقشة المشاكل مع المختصين وذوي الخبرة وممثلي المجموعات المستهدفة.
- ٢-٧ هل الحلول ممكنة بالإمكانات المتوفرة (مادية وبشرية).

تحديد الأهداف:

عند تحديد الأهداف لابد من التأكد من:

- ١- تصورنا للحالة الراهنة مطابق للواقع.
 - ٢- تصورنا للحالة المرغوب فيها واقعياً، هل من الممكن تحقيقه؟
 - ٣- وضوح التصور في الفرق بين الحالتين.
 - ٤- إمكانيات إحداث التغييرات اللازمة بالإمكانيات المتوفرة (بشرية ومادية).
- ولابد من الأخذ في الاعتبار لماذا لم تحقق الحالة المرغوب فيها، هل تنقص المعلومات أو المهارات؟ وإذا كانت الإجابة نعم فما هي هذه المعلومات أو المهارات الناقصة؟ مثلاً هل توجد عادات غير مرغوب فيها؟

هل التحكم الاجتماعي يمنع وصول الحالة المرغوب فيها؟ وهل توجد قوانين تعيق ذلك؟

ويجب تحديد هدف الإرشاد الزراعي من العمل المقصود هل هو:

- تقديم حل لمشكلة المزارع؟

- مساعدته لإيجاد حلول؟

- تعليمه ليعالج مشاكله؟

ترتيب الأهداف:

أولاً الترتيب حسب الشكل الهرمي الذي يبدأ بالأهداف الأساسية ثم العامة ثم التنفيذية ويمكن تقسيمها أيضاً إلى أهداف قصيرة المدى وأخرى بعيدة المدى. والمطلوب أن تعمل الأهداف العامة والتنفيذية لتحقيق الأهداف الأساسية وأن تتطابق مع حل مشاكل المزارعين وفق أهميتها من وجهة نظر المجموعات المستهدفة وأن يحدد فيها التنفيذ المطلوب والذي يمكن أن يحقق بتوفير المعارف والمهارات والتقنيات المناسبة حسب الإمكانيات المتاحة. وأهم صفة يجب أن تراعى، التقارب في وجهات نظر المرشدين والمجموعات المستهدفة حول تصور التغييرات المطلوبة والحلول اللازمة.

٣- تحديد المشاكل واستنباط الحلول:

المعوقات التي تعيق تحقيق تلك الأهداف وتحدد الحلول المناسبة لها والتي يمكن أن تطبق من حيث تناسبها مع الإمكانيات المتاحة بشرياً ومادياً.

بما أنه من غير المتوقع أن يعمل الإرشاد الزراعي مع كل جمهور المزارعين يلزم أن تختار

المجموعات المستهدفة وأن يراعى في اختيارها الآتي:

- ١- إن المشاكل المحددة تعنيهم بصورة مباشرة.
- ٢- يمثلون أكبر فرصة لتحقيق الأهداف المحددة.
- ٣- قدوة لغيرهم ويمكن اتخاذ مزارعهم كمراكز للتدريب لبقية المزارعين.
- ٤- تظهر مدى قدرتهم على التأثير وصفاتهم الشخصية.
- ٥- تظهر مدى تعاونهم وتقبلهم للعمل الإرشادي.
- ٦- تظهر تحديد مجموعات متجانسة من بينهم للعمل معها حسب المرحلة والظروف.

٤- تحديد محتوى الرسائل الإرشادية لحلول المشاكل:

محتوى الرسائل الإرشادية يعتمد كثيراً على الأهداف المحددة والمجموعات المستهدفة وسياسة الإرشاد الزراعي، يتناسب محتوى الرسائل مع المجموعات المستهدفة والبنية الاقتصادية والاجتماعية والطبيعية، مراعاة المعارف والخبرات والتجربة المحلية، أن نستفيد من كل توصيات ونتائج البحث العلمي، تناسبها زمانياً ومعرفياً وربطها مع سابق معارف وخبرات المزارعين.

٥- تحديد الوسائل الإرشادية التي تتبع في توصيل الرسائل:

قد يكون من الأفضل لتوصيل رسالة إرشادية معينة أو لخدمة هدف معين أن نتبع ونوظف عدة وسائل إرشادية، أو مجموعة وسائل إرشادية، المهم أن تكون الوسيلة أو الوسائل هي الأفضل والأنسب لتوصيل الرسالة الإرشادية، مراعاة محتوى الرسالة، والجمهور الموجهة إليه وإمكانيات توفير استخدام أو استقبال الوسيلة المعنية. وأن تراعى نواحي التكلفة والعائد من الرسالة الإرشادية والمستوى التعليمي للجمهور المستهدف. ويراعى أيضاً التغير المطلوب هل هو في المعارف أو الخبرات أو المهارات أو الأداء أو الاتجاهات السلوكية أو بعضها أو كلها؟ ويجب أن يحدد النشاط التعليمي بصورة تمكن المزارع من المشاهدة أو السماع أو المناقشة أو التنفيذ. المطلوب إحداث الوسائل للأثر التعليمي المطلوب، ويراعى توزيع الزمن والتوقيت وتناسب الرسالة معه، وهل اعتبرت احتياجات ومهارات ومعينات المجموعات المستهدفة في الاعتبار عند اختيار الوسائل.

٦- تنظيم العمل وتنسيق النشاط التعليمي - خطة العمل:

بالرغم من أن خطة العمل يجب أن توضع بمرونة كافية تسمح بالاستجابة للطوارئ لكن لا بد أن تكون شاملة ويلاحظ فيها الآتي:

- ١- تحديد الأدوار والمسؤوليات للجهات المشاركة في التنفيذ وفق جدول زمني محدد وأن تخطر كل جهة بالمطلوب منها وتوقيته.
- ٢- تنسيق النشاطات وتقادي تضاربها.
- ٣- أن يسبق وقت كافٍ للإعداد والتحضير.
- ٤- أن يكون الزمن المحدد كافياً لتنفيذ النشاط المطلوب وأن يكون مرناً.
- ٥- توفير المعينات المطلوبة في الزمن المحدد للاستفادة منها.
- ٦- تحديد المسئول عن تنظيم مشاركة أي جهات أخرى تخصصية لها دور في النشاط المراد تنفيذه.
- ٧- التنسيق مع برامج الجهات الأخرى.
- ٨- هل تمت الاستفادة من مشاركة القيادات الرسمية والمحلية في وضع وتنفيذ الخطة؟

صفة خاصة لاشتراك المزارعين:

- هل إشراكهم لتنفيذ ما يريده المرشد، أم إشراكهم لزيادة مقدرتهم في معالجة مشاكلهم وزيادة قابليتهم لتولي الأمر بأنفسهم؟
 - التأكد من أن لديهم معلومات مفيدة للنشاط.
 - إشراكهم في التخطيط يحفزهم للمشاركة في التنفيذ وتقبل البرامج الإرشادية.
 - من الأفضل إشراكهم في كافة المراحل وقد يكون من حقهم ذلك.
 - كيفية اشتراكهم - مقابلات - اجتماعات من خلال الرسائل.
 - كذلك مشاركة المنظمات والهيئات الأخرى العاملة في التنمية الريفية.
- الشكل رقم (١) يمثل مراحل وضع برنامج إرشادي.

مثال: التخطيط لبرنامج إرشادي فرعي:

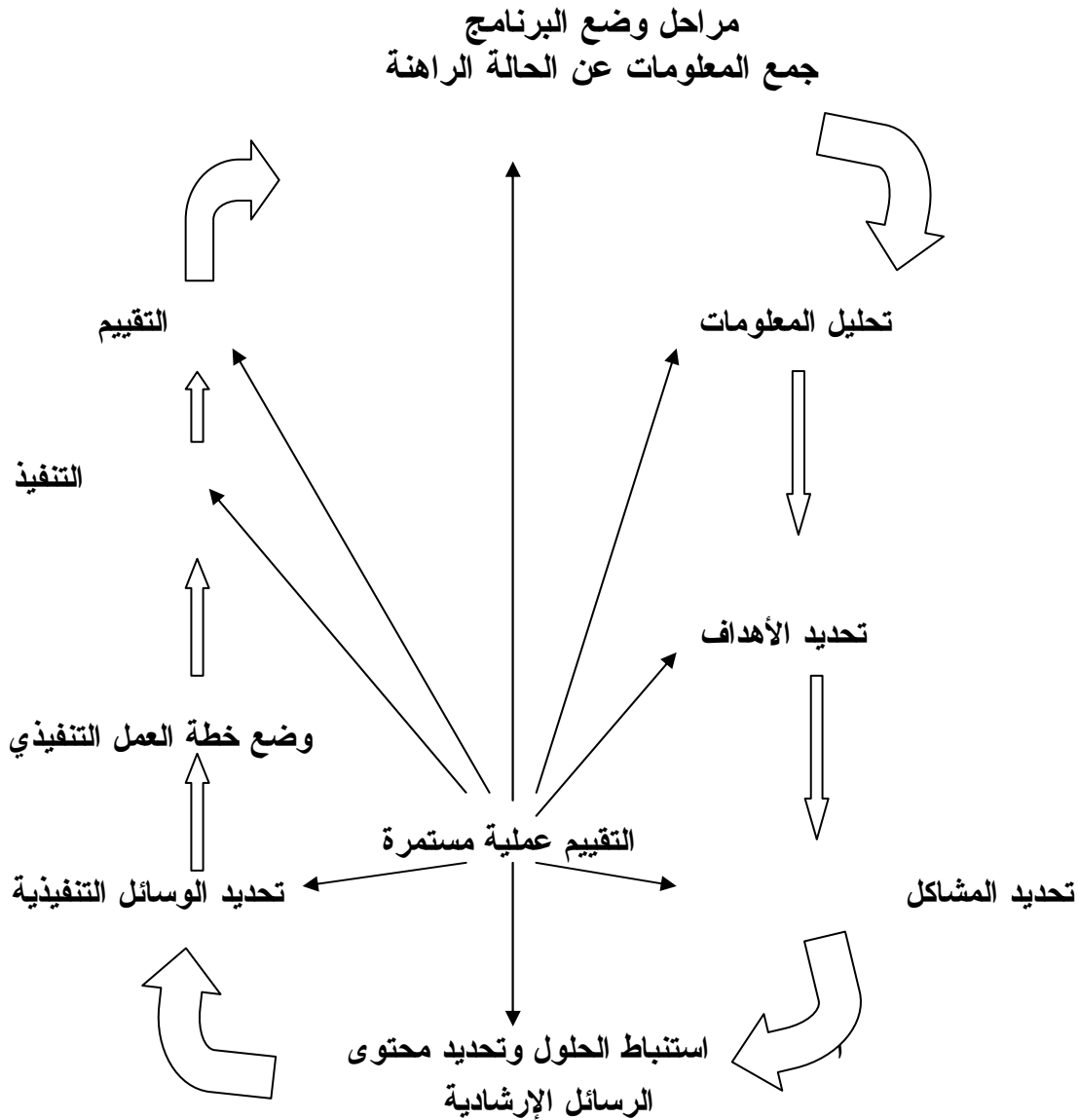
على افتراض أننا جمعنا معلومات وافية عن منطقة إنتاجية وتبين أن من أهم مشاكلها المياه، وتقرر إعداد برنامج إرشادي فرعي لمعالجة مشكلة المياه.

أولاً- إعادة ترتيب المعلومات الواردة عن المياه:

- مصادر المياه نهر، نبع، مياه جوفية، مياه سطحية، مياه معالجة، مياه محلية...الخ.
- كمية المياه المتوفرة للري - دائمة أو متغيرة.

- الوضع الجغرافي للمنطقة من حيث الفصول وعلاقة كل فصل بتوفر المياه ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة واتجاهات وسرعة الرياح وأثرها على كمية المياه المتوفرة وأثرها على طوال فترات الري وكثافتها.

الشكل رقم (١) مراحل وضع برنامج إرشادي



- المحاصيل التي يمكن أن تزرع في المنطقة حسب حدود الموارد الطبيعية.
- المقننات المائية لكل محصول.
- التحليل الاقتصادي لإنتاج كل من هذه المحاصيل.
- إختيار المحصول أو المحاصيل المناسبة حسب معطيات المياه والمعلومات الاقتصادية ومقننات المياه.
- تحديد الحلول الممكنة لمعالجة هذه المشاكل.
- إختيار الحل أو الحلول المناسبة لظروف المنطقة وامكاناتها الطبيعية والمادية وظروف المزارعين المعنيين.
- تحديد الوسائل التي تستخدم لتحقيق وتطبيق الحلول.
- تنفيذ الحلول على أرض الواقع وتوفير ما يتطلبه من امكانات وتدريب وخلافه.
- تقييم التنفيذ ونتائجه.

مفهوم التقييم وكيفيته:

مفهوم التقييم:

دائماً يعرف الإرشاد الزراعي على أنه عملية تعليمية تستهدف إحداث تغييرات مرغوب فيها في معلومات ومهارات الناس واتجاهاتهم السلوكية. تهدف هذه التغييرات إلى إتباع خبرات مزرعية ومنزلية أفضل وبالتالي حياة ريفية أفضل. التقييم الإرشادي هو عملية تحديد مدى ما تم تحقيقه من تلك التغييرات المرغوب فيها في طرق التفكير والشعور والعمل والمهارات وانعكاس ذلك على كيفية أداء العمل وحياة أهل الريف.

يعني ذلك أن نعرف فعالية البرنامج وتوضيح ما يجري عمله وكيف يتم إجراء هذا العمل، وإذا درب المرشد بصورة سليمة سوف يستطيع الحكم على تخطيط البرنامج وإعداده إن كان سليماً أولاً ومدى نجاح تنفيذه.

* مفاهيم التقييم Concepts of evaluation :

- ١- عملية تحديد قيمة شئ أو إعطاء قيمة شئ معين أو تحديد الفئة أو المجموعة التي يتبع

لها الشئ مثلاً جيد أو غير جيد، كبير أو صغير... الخ.

أو مجموعة مثل - جيد جداً ، جيد ، متوسط ، رديء، رديء جداً.

أو درجته ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ... ١٠ -

٢- عملية تحديد درجة التقدم في تحقيق الأهداف وهذا يتطلب أولاً تحديد المعايير المناسبة لقياس النجاح وتوضيح درجته، يعني إعطاء قيمة لهدف ما تم تحديد درجة النجاح في تحقيقه.

٣- عملية قياس التغييرات التي أحدثها البرنامج الإرشادي في المعرفة والمهارات والاتجاهات السلوكية.

٤- عملية قياس النتائج المرغوبة وغير المرغوبة لعمل تم تنفيذه لتحقيق أهداف محددة لها قيمة من وجهة نظرنا. ويتضمن هذا عنصرين:

الأول : موضوع التقييم لنشاط معين.

الثاني: لهذا النشاط آثار مرغوبة وأخرى غير مرغوبة.

٥- عملية تحديد النتائج المحققة لنشاط معين صمم لتحقيق هدف ذي قيمة. وهذا يتضمن:

• عملية - تحديد.

• معايير - نتائج.

• مؤثر - النشاط.

• القيمة - الهدف.

٦- التقييم يبدأ بوضع قيمة (شئ حسن) ثم وضع هدف من هذه القيمة مثلاً الربح وزيادة الدخل.

من هذا الوصف نجد أن هناك علاقة متداخلة بين تخطيط البرنامج وتنفيذه وتلعب القيم الاجتماعية دورها في تحديد القيم التي تحكم الأهداف والغايات المرغوب في تحقيقها (الشكل رقم ٢).

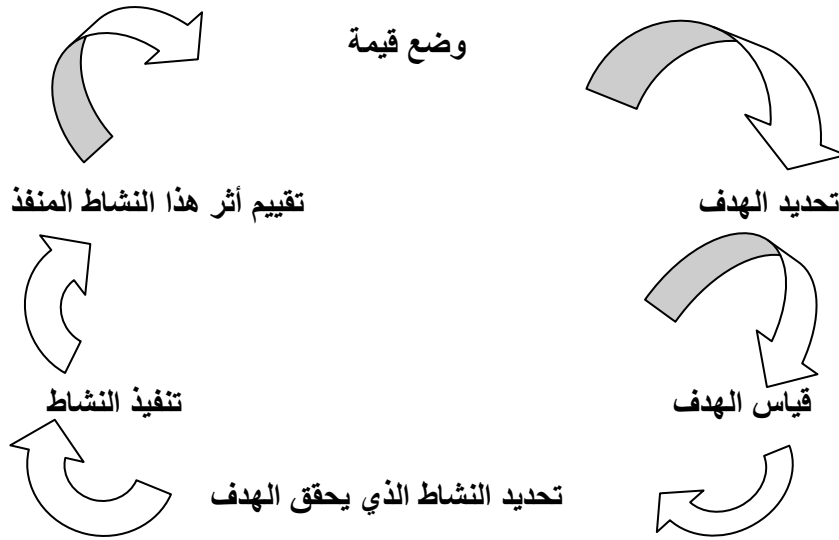
* مستويات أو أنواع القياس:

١- تقدير الفرد أو الجماعة لنجاح أو فشل البرنامج.

٢- تقييم النشاط بواسطة خبراء كما يسبق تحديدها.

٣- قياس فعالية النشاط - إتباع قواعد المنهج العلمي واستخدام الأساليب العلمية لتحديد الثقة والصلاحية في النتائج.

الشكل رقم (٢) تقييم نشاط معين



* أغراض وفوائد التقييم:

١- تحديد الأهداف بوضوح وتخطيط البرنامج بعناية.

٢- تحسين البرنامج.

٣- التعرف على الإنجازات.

٤- تحديد نقاط القوة والضعف.

٥- زيادة الثقة بالنفس.

٦- دليل على التقدم ويبرر الدعم المالي.

٧- زيادة تحسين الجهاز الإرشادي والطرق التعليمية.

٨- معرفة درجة تحقق النتائج المتوقعة.

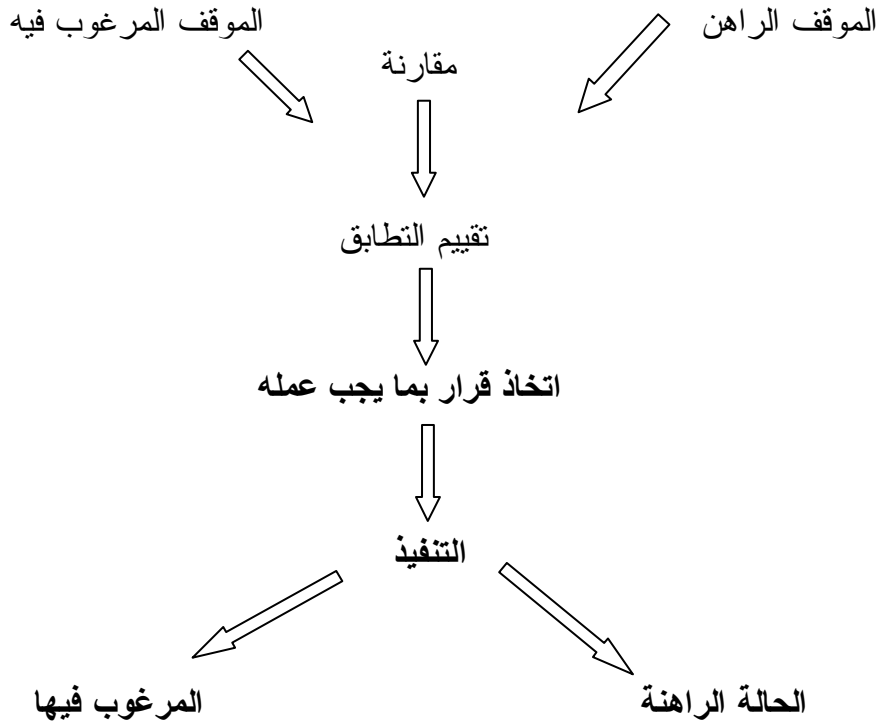
٩- بيان فعالية البرامج الإرشادية التعليمية.

١٠- تسهيل مهمة عملية اتخاذ القرارات القادمة.

* درجات التقييم:

- ١- الملاحظة اليومية - ملاحظة الاستجابة اليومية للعمل الإرشادي.
 - ٢- الملاحظة المنتظمة - تسجيل الملاحظات بصورة منظمة وتفسيرها وتحديد أسبابها.
 - ٣- الدراسات الإرشادية - قياس التغيير في سلوك أو أداء مجموعة محددة من الأفراد وجه لهم البرنامج عن طريق الاستبيان المباشر - ممكن عينة فقط.
 - ٤- البحوث العلمية الإرشادية بالطريقة العلمية المعروفة (ملاحظة، تحديد المشكلة، الأهداف، جمع البيانات وتصنيفها وتحليلها، استخلاص النتائج، محاولة التعميم).
- التقييم عملية مستمرة ويهتم الجميع بالنتائج ويشارك فيها. الشكل رقم (٣) يوضح كيفية تحليل نتائج موقف معين مقارنة مع الحالة المرغوب الوصول إليها.

الشكل رقم (٣) تحليل نتائج تقييم نشاط



* مجالات التقييم:

١- الجهاز الإرشادي وأهدافه.

٢- العاملون.

٣- تخطيط البرنامج.

٤- تنفيذ البرنامج.

٥- الطرق والوسائل.

٦- النتائج.

الجهاز الإرشادي:

الهيكل والعلاقات بين الأقسام إشراف، تعاون، تنافس وغيره من الأجهزة العاملة بالقطاع الزراعي. حجم العمل وتناسبه مع كل قسم، حجم العمل على المستويات المختلفة (مركزي وإقليمي ومحلي)، طرق الاتصال داخل الجهاز، ملائمة الهيكل للظروف الاجتماعية والاقتصادية والسياسية، والالتزام بالعمل الإرشادي الصحيح.

* العاملون:

حجم العمل المطلوب من كل مرشد، كفاءته للقيام به، تحديد الأهداف الفعلية بوضوح، فهم طبيعية العمل، المقدرة الشخصية.

* تخطيط البرنامج:

مدى إتباع الخطوات الصحيحة وتقييم كيفية أداء كل مرحلة. من جمع المعلومات إلى نهاية تنفيذ التخطيط.

* تقييم التنفيذ:

مدى التنفيذ ملائمة ذلك، صحة التنفيذ ودقته، درجة التناسب مع الظروف القائمة.

* تقييم الطرق والوسائل التعليمية:

أفضليتها للظروف، معرفة الرسائل الإرشادية، معرفة الجمهور، معرفة من وصلت إليهم الرسالة ومن طبقوها. تكاليف الطريقة، والطرق والوسائل تحدد بما يناسبها مع:

نوع المعلومات، التكاليف، توفر الأدوات اللازمة، المستوى التعليمي للجمهور، مستوى الجمهور بالنسبة للفكرة الجديدة، عدد الأفراد المستهدفين، الوقت اللازم للتنفيذ، عدد الاتصالات المطلوبة بالبرنامج.

* التقييم النهائي:

قياس ما كان عليه الحال قبل تنفيذ البرنامج وما وصل إليه بعد تطبيق البرنامج.
قياس التقديرات في: المعرفة، الاتجاهات السلوكية، المهارات، وقياس التغيرات الاقتصادية والاجتماعية، ويكون تقييم النشاط الإرشادي شاملاً:

* الجمهور (مدى التقيد).

* الأثر (النتائج).

* الكفاءة (كفاءة أداء العمل).

مثلاً للتقييم البسيط:

ما هي الأهداف التي حددت؟ مدى تحقيقها؟ هل فهم الجمهور المراد من تلك الأهداف؟ وما هي التغيرات التي حدثت في الجمهور بعد تطبيق البرنامج وتنفيذه؟ وما هي الطرق الإرشادية التي أثبتت أنها أكثر فعالية؟

التغيرات والظروف الجديدة أو المشاكل التي نشأت بعد تنفيذ البرنامج.

درجة تدريب قيادات جمهور المزارعين.

تنظيم حملات التوعية المائية

إعداد

م. محمد عايش
جمعية البيئة الأردنية
المملكة الأردنية الهاشمية

مقدمة:

تعتبر حملات التوعية هي الوسيلة لإيصال الأهداف والرسائل الإرشادية لجمهور معين لإحداث تغيير محدد في الاتجاهات والممارسات والسلوكيات. ويتم تنظيم حملات التوعية بناءً على وجود مشكلة أو مشكلات معينة تخص أحد المجتمعات، وبالتالي يتطلب دراسة المشكلة من كافة جوانبها وتحديد الحلول المقترحة والاحتياجات المطلوبة للمجتمع وتحديد مكونات ووسائل وآليات حملات التوعية.

وفي مجال المياه، يتم تصميم حملات التوعية بحيث توصل الرسالة المائية الإعلامية لأكبر عدد ممكن من فئات المجتمع أو الجمهور المستهدف. كما تعد حملات التوعية المائية الوسيلة الرئيسة لإيصال التكنولوجيا والتقنيات الحديثة ووسائل الترشيد إلى الفئات المستهدفة. فالإدارة السليمة للمصادر المائية وإدارة استعمالها في القطاعات المختلفة لا يمكن أن تنجح دون توعية الفئات المستهلكة ومحاولة تغيير السلوكيات السلبية وإكسابهم السلوكيات الإيجابية المطلوبة في التعامل مع المصادر المائية. إن من أهم وسائل نجاح حملات التوعية المائية هو تصميم حملات توعية تلائم الجمهور المستهدف (المزارع) وتعتمد على وسائل الاتصال المباشر وغير المباشر التي تصل لمستهلكي المياه وبخاصة المزارعين حيثما يكونوا. وفي مجال الإرشاد الزراعي فإن حملات التوعية المائية هي إحدى المكونات الهامة لإكساب المزارع المهارات والسلوكيات الجديدة في مجال الاستعمال المستدام للمصادر المائية وترشيد استخدامه، ولإحداث التغيير المطلوب لا بد من مراعاة المستوى التعليمي والاجتماعي للمزارع وغيره من الفئات المستهلكة. ولا بد أيضاً من تصميم الحملة الإعلامية والوسائل المختلفة لتحقيق أهدافها بما يتلاءم مع المستوى التعليمي والثقافي لمستهلكي المياه وبخاصة المزارعين. ومن المعروف أن مجتمع المزارع تسود فيه عادات وسلوكيات معينة يجب أخذها بالاعتبار لإنجاح حملات التوعية المائية. كما يجب مراعاة طبيعة

العمل الذي يقوم به المزارع واختيار التوقيت المناسب حتى يتسنى للمزارع المشاركة في النشاطات المطلوبة ويتم إيصال الرسالة الإعلامية له بسلاسة وبكفاءة عالية.

من ناحية أخرى، فقد شهد العالم تطوراً ملحوظاً في التقنيات الخاصة بالإدارة الرشيدة للمصادر المائية وبخاصة مياه الري كما شهد تطوراً في مجال توعية المزارع وفي الوسائل الخاصة بحملات التوعية المائية والتي اعتمدت على المعلومات الفنية والتطبيقات الحقلية، مما يعمل على إيصال رسالة مقنعة للمزارع. كما عملت بعض الدول على استخدام التقنيات المحوسبة في إيصال المعلومة والرسائل المطلوبة للفئات المستهدفة. وبالتالي حتى تتجح حملات التوعية في تحقيق أهدافها، فلا بد من تطوير وسائلها ودراسة احتياج المزارع العربي بشكل حقيقي لتطوير وسائل فعالة تلائم حاجاته وتحقق أهداف التوعية المطلوبة.

واقع ومعوقات التوعية المائية:

ساهمت النشاطات الإنسانية بشكل كبير في التأثير على المصادر الطبيعية بما فيها المصادر المائية. حيث أثرت هذه النشاطات على الاستفادة من المصادر الطبيعية من قبل الأفراد مما جعل الجهات المسؤولة تقوم بتطبيق برامج لتوعية المجتمع حول أطر التعامل السليم مع المصادر الطبيعية. وبالتالي فقد برزت التوعية مع ظهور المشاكل البيئية والمائية في المجتمعات الإنسانية. وساهمت المؤسسات الدولية في إطلاق العديد من برامج التوعية التي ركزت على توعية المجتمعات المحلية لإكسابهم السلوكيات والممارسات الإيجابية. وقد كانت الدول النامية ودول العالم العربي في مقدمة الدول التي نفذ فيها برامج التوعية المختلفة وبخاصة في مجال المياه نظراً لظروف شح المصادر المائية التي تواجه معظم هذه الدول. كما لوحظ أن مختلف البرامج الممولة من الخارج والخاصة بالمياه اشتملت على مكون للتوعية المائية.

على سبيل المثال، نفذ في الأردن العديد من برامج التوعية من قبل عدد من المؤسسات الحكومية والجمعيات غير الحكومية والجهات الأهلية في مجال المياه. ومن المؤسسات التي عملت في مجال التوعية المائية جمعية البيئة الأردنية، الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، الصندوق الأردني الهاشمي للتنمية البشرية، وزارة المياه والري، المنظمات والمشاريع الدولية وغيرها. وقد انتشرت برامج التوعية لتغطي معظم مناطق البلاد وتصل لمختلف الفئات المستهدفة. وقد واجه هذه البرامج العديد من التحديات كونها تمثل نمطاً وأسلوباً جديداً في التعامل مع المجتمعات المحلية وبخاصة في المناطق الريفية. فالمواطن تعود على نمط معين في استهلاك المياه في المنزل والمزرعة ولم يتقبل فكرة شح الموارد المائية وضرورة تطبيق ممارسات الترشيد المختلفة.

ولم تكن التوعية المائية تحظى بالاهتمام المطلوب وبخاصة من المؤسسات الحكومية والأكاديمية. وتواجه التوعية المائية عقبات فنية وإدارية مختلفة حيث تعاني من نقص الكوادر

البشرية المتخصصة والمدرّبة حيث إن موضوع التوعية المائية من المواضيع المتخصصة والتي تتطلب مختصين بالمياه والسلوكيات ووسائل الاتصال وغيرها. ويلاحظ عدم شمول برامج التوعية المائية بشكل خاص في القوانين المختصة إلا أن الكثير من الدول حاولت وضع التوعية المائية ضمن السياسات والاستراتيجيات المائية. من ناحية أخرى، تعاني الكثير من المؤسسات الوطنية في العالم العربي من نقص التمويل المتوفر لتنفيذ برامج التوعية البيئية. وهذا يستدعي ضرورة أن تأخذ برامج التوعية بشكل عام والتوعية المائية بشكل خاص مكاناً مهماً في التشريعات وخطط العمل للمؤسسات الحكومية وغير الحكومية العاملة في مجال البيئة وحماية الموارد الطبيعية للمساهمة في نشر الوعي البيئي لدى أكبر عدد من فئات المجتمع.

من ناحية أخرى، فقد كان للجمعيات غير الحكومية دور مميز ورائد في رفع الوعي البيئي على الصعيد الوطني. كما ساهمت في إبراز المشاكل البيئية على الصعيد الوطني وتعتبر جهود جمعية البيئة الأردنية والجمعية الملكية لحماية الطبيعة من الجهات التي نفذت برامج على المستوى الوطني في الأردن. من ناحية أخرى، قامت وزارة المياه والري في الأردن وبعد نجاح برامج التوعية المائية بتبني برامج التوعية المائية وإدراجها في الخطط والاستراتيجيات الخاصة. كما عملت على إطلاق العديد من حملات التوعية المائية ورعاية ودعم حملات التوعية للجمعيات غير الحكومية.

ومع اهتمام المؤسسات الدولية في هذا الموضوع، ازداد اهتمام المؤسسات المحلية والبحثية والجامعات في إجراء الأبحاث والدراسات في هذا المجال. حيث ساهمت هذه المؤسسات بدور كبير في زيادة الاهتمام بالتوعية المائية بالنسبة للمؤسسات الحكومية نظراً لتوجهاتها في تطبيق برامج التوعية البيئية وتعزيز المشاركة الشعبية في تنفيذ المشاريع التنموية وبخاصة البيئية. أما الجمعيات غير الحكومية والمؤسسات الأهلية فقد تنبّهت لذلك منذ فترة طويلة ونفذت العديد من برامج التوعية بتمويل من المؤسسات والهيئات الدولية.

وفي بعض الحالات، لوحظ غياب التنسيق بين برامج التوعية التي انتشرت وتعددت في مختلف أنحاء البلاد وهذه من القضايا التي تشترك فيها معظم الدول العربية. ويجب أن نأخذ في الاعتبار أن مقدرة الجمعيات غير الحكومية على تنفيذ برامج التوعية هي أفضل وبكفاءة أعلى من المؤسسات الحكومية.

ولقد نفذ في الوطن العربي عدد من المشاريع في مجال الإرشاد الزراعي وتحديداً الإرشاد المائي، والتي عملت على نشر التقنيات وتنفيذ برامج التوعية المائية لإيصال الرسالة الإعلامية للمزارعين. وتسارعت هذه البرامج وبخاصة مع زيادة المشاكل المتعلقة بالمياه وزيادة الطلب على المصادر المائية في الدول المختلفة. وقد واجهت هذه البرامج معوقات كان من أهمها عدم تقبل

المزارع للتكنولوجيا الحديثة نظراً لارتفاع هذه التكنولوجيا وطبيعة المجتمع الزراعي الذي غالباً ما يقاوم الأفكار والممارسات الجديدة. من ناحية أخرى، يواجه المزارع العديد من المشاكل الزراعية مثل التسويق، توفر المستلزمات وارتفاع أسعارها وشح مياه الري مما يكون عائقاً، في كثير من الأحوال لتقبل المزارعين لحملات التوعية المائية الذين لا يجدون ما يفهمهم من مياه لري مزارعهم.

ومن الوسائل التي نجحت مع المزارعين تنفيذ المشاريع النموذجية والمشاهدات الحقلية التي عملت على توعية المزارعين المحليين في مشاهدة التكنولوجيا الحديثة في مجال ترشيد استعمال المياه. وقد نفذ في الأردن تجارب مميزة في هذا المجال وبخاصة ضمن منطقة وادي الأردن. كما نجحت مبادرات جمعيات مستخدمي المياه في إيصال رسالة إعلامية حول المياه وفي نفس الوقت في توعية المزارع حول كثير من القضايا التنموية. وقد عملت العديد من دول الوطن العربي على تشكيل هذه الجمعيات.

*** حملات التوعية:** برامج وأنشطة موجهة لفئة معينة من الجمهور تسعى للتأثير على الآراء أو الأفعال.

- تحاول حل المشاكل المتعلقة بقطاع معين (المياه).
 - التأثير على الاتجاهات والسلوك.
 - تحسين خدمات معينة.
 - إقناع الناس بفكرة أو رسالة معينة.
- ويلاحظ أن عملية تغيير السلوك من الأنشطة البطيئة والتي تستغرق وقتاً طويلاً.

النقاط الرئيسية في التخطيط لحملات التوعية المائية:

- ١- تحديد المشكلة.
- ٢- تحديد الحلول المقترحة للمشكلة.
- ٣- تحديد الاحتياجات.
- ٤- تحليل الجمهور المستهدف.
- ٥- تحليل سلوكيات الجمهور المستهدف.
- ٦- تحديد أهداف حملة التوعية المائية لإحداث التغيير المطلوب.
- ٧- تحديد وسائل الاتصال المتاحة.

٨- تحديد مجموعات الاتصال الشخصي.

٩- وضع استراتيجية وخطة الحملة.

١٠- تحديد نشاطات الحملة ووسائل التوعية.

١١- تحديد الجهات المشاركة في حملة التوعية والأدوار المختلفة.

١٢- تحديد خطة المتابعة والتقييم.

تحديد المشكلة:

* من المهم في البداية تحديد المشكلة الخاصة بالمياه، هل هي شح الموارد؟ أو سوء التوزيع؟ أو خلل في الشبكة، أو نوعية المياه؟ الخ.

* تحديد المشكلة مهم لمعرفة الحلول الممكنة.

* يجب أيضاً تحديد أسباب المشكلة الخاصة بالمياه.

* تحديد الفئات المتأثرة بالمشكلة والإجراءات الممكن عملها لمعالجة المشكلة.

تحديد الحلول المقترحة للمشكلة:

بعد دراسة المشكلة وتحديد أبعادها والمتأثرين بها يتم اقتراح الحلول الممكنة للمشكلة. على سبيل المثال، مشكلة سوء توزيع مياه الري في الشبكات للمزارع، ربما يكون الحل تحسين وسائل التوزيع ورفع كفاءتها مما يعمل على إعطاء كل مزرعة حصتها من مياه الري. ويتم عادة وضع أكثر من حل للمشكلة المائية حيث يرافقها تنفيذ برنامج للتوعية المائية. بالطبع تركز حملات التوعية على الحلول التي تتعامل مع سلوكيات المزارع وزيادة معرفته ورفع وعيه. من ناحية أخرى تسعى حملة التوعية لإكساب المزارع الوعي حول البدائل والحلول المقترحة لمشكلته المائية.

تحديد الاحتياجات:

أهمية تحديد الاحتياجات تتلخص فيما يلي:

* تحديد الأهداف والاستراتيجيات.

* التركيز على تحديد الأهداف بأقصر الطرق.

* تحديد الفئات المستهدفة.

* تحديد البرامج والأنشطة.

ويساعد تحديد الاحتياجات لبرنامج التوعية على ما يلي:

- * أن يكون البرنامج أكثر تأثيراً (التركيز على القضايا ذات الأولوية، فحص الافتراضات، التركيز على الفئات المستهدفة الهامة، يحدد العقبات ويطرح الحلول).
- * أن يكون برنامج التوعية أكثر فاعلية (يركز على المصادر المحدودة وعلى القضايا الهامة، يكمل ما تم إنجازه من الآخرين ويحدد الشراكة).

طرق تحديد الاحتياجات لبرامج التوعية المائية:

- * التقارير وقواعد البيانات.
- * الخرائط ونظام المعلومات الجغرافي.
- * البرامج المشابهة المنفذة في المنطقة المستهدفة.
- * الزيارات الميدانية.
- * الصور والمعلومات.
- * الدراسة الميدانية وجمع العينات والتحليل.
- * المسح الميداني.
- * جماعات التركيز.
- * المقابلات.
- * الاجتماعات وورش العمل.
- * البحث السريع بالمشاركة (PRA).

تحليل الجمهور المستهدف وتحليل سلوكياته:

لا بد قبل تخطيط أي حملة للتوعية تحليل الجمهور المستهدف وجمع المعلومات المختلفة عنه وعن طبيعة ظروفه. ولا بد من التعرف على خواص المجتمع المحيط في الفئة المستهدفة والعوامل التي تؤثر على سلوكياته وبخاصة في التعامل مع مشكلة المياه. وتختلف صفات المجتمعات تبعاً لعوامل عديدة مما يؤثر بالتالي على صفات الفئات المستهدفة وطبيعتها وسلوكياتها (الجدول موضحة بالأرقام ١، ٢ و ٣).

جدول رقم (١)
تحليل الجمهور المستهدف

تجزئة الجمهور	الفئة ١ المستهدفة	الفئة ٢ المستهدفة	الفئة ٣ المستهدفة	الفئة ٤ المستهدفة
العامل				
العمر				
الجنس				
التعليم				
مكان السكن				
الوضع الاقتصادي				
الوضع الاجتماعي				
درجة توفر وسائل الإعلام				
درجة أثر المشكلة				
القدرة على التجاوب				
العامل المميز				

الجدول رقم (٢)
تحليل سلوكيات الجمهور المستهدف

الجمهور المستهدف	السلوك الحالي	السلوك المطلوب أو المحبذ

الجدول رقم (٣)
العوامل المؤثرة على الجمهور المستهدف

الجمهور المستهدف	العوامل التي تؤدي إلى تحفيز الجمهور المستهدف وتغيير سلوكه	العوامل التي تؤدي إلى إعاقة الجمهور المستهدف وتغيير سلوكه

--	--	--

تحديد أهداف حملة التوعية المائية:

- * يتم تحديد أهداف حملة التوعية المائية بحيث تراعي تحقيق التغيير المطلوب.
- * وضع أهداف محددة لبرنامج أو حملة التوعية.
- * يجب أن تكون الأهداف قابلة للقياس (كمًا ونوعًا).
- * يجب أن تكون الأهداف واقعية وضمن الإمكانيات المتاحة.
- * يمكن تحديد الفئات المستهدفة والتغيرات المرغوبة في السلوك.

الفوائد من تحديد الأهداف:

- * الأهداف المحددة تساعد الكادر والمصادر في التركيز على الأولويات.
- * تساعد على اختيار أدق للفئات المستهدفة، الرسائل والأنشطة.
- * تزود المنظم بعوامل المراقبة والتقييم.
- * تعمل على ربط غايات المشروع مع نتائج التوعية والمشاركين.
- * تعطي صورة أفضل عن كادر المشروع.

تحديد وسائل الاتصال المتاحة:

يمكن تلخيص وسائل الاتصال المتاحة في الجدول رقم (٤) ومن هذه الوسائل يجب تحديد الوسيلة الأفضل التي تؤدي الغرض المطلوب.

جدول رقم (٤) وسائل الاتصال المتاحة

وسائل الاتصال الشخصية	الوسائل الإعلامية
المقابلات الشخصية	الراديو
الزيارات الميدانية	التلفزيون
الندوات	أفلام الفيديو المتخصصة
ورش العمل	المطبوعات والنشرات
المحاضرات	الإنترنت

المعارض الزراعية والعلمية	
الهاتف	

أما وسائل نقل المعلومة الإرشادية فيمكن تلخيصها فيما يلي:

* وسائل إيضاح التقنيات الزراعية/المائية.

* المشاهدات الحقلية النموذجية.

* المعارض الزراعية.

ويمكن تقسيم أساليب الاتصال إلى:

* العاطفي/العقلاني.

* الايجابي/السلبى.

* الفردي/الجماعي.

* المباشر/غير المباشر.

* التكرار/عدم التكرار.

* المرح/الجدي.

خصائص وسائل الإعلام:

* الوصول إلى أكبر عدد من الجمهور بتكلفة قليلة.

* إلقاء الضوء على الحملة وموضوعها.

* تحتاج إلى رسائل إعلامية مبسطة.

* استخدام الوسائل الإعلامية المختلفة يعطي نتيجة أفضل من استخدام وسيلة واحدة فقط.

* تحفز المشاركة الشعبية في نشاطات الاتصال الشخصي.

خصائص وسائل الاتصال الشخصي:

* تميز بأثر فاعل على الجمهور المستهدف في الحملة.

* تساند وسائل الإعلام للوصول إلى السلوكيات المستحبة.

* ذات أثر أكبر من وسائل الإعلام في تغيير أنماط السلوك الإنساني.

* تتعامل مع المجتمعات المحلية والمجموعات الصغيرة والأفراد.

عوامل يجب مراعاتها في الاتصال الشخصي:

* تحديد الأشخاص المؤثرين في سلوك المجموعات المستهدفة وكيفية الحصول على دعمهم لإنجاح الحملة.

* تحديد المجموعات التي لديها اهتمام في الحلول المقترحة.

* هل هناك قدوة أو مثل أعلى للمجموعة المستهدفة؟ وما هي إمكانية إشراكه في العملية؟.

تحديد مجموعات الاتصال الشخصي (ضباط الارتباط) بهدف:

* معرفة تصورات وحاجات الجمهور المستهدف.

* تشكيل حلقة وصل بين الجمهور المستهدف والقائمين على الحملة.

* توفير مجال للمناقشة وتبادل المعلومات والآراء حول موضوع معين.

* الاستجابة للأفكار الجديدة والتوصيات المطروحة من قبل المجموعات المستهدفة.

* الوصول إلى القيادات المحلية.

* وضع البرامج لنشاطات الحملة.

تحديد الخبرات المطلوبة لإنجاح الحملة:

يلزم لإنجاح الحملة الاستعانة بكافة الخبرات الضرورية مثل خبراء في المياه، الزراعة، علم النفس، وسائل الاتصال، علم الاجتماع وغيرها.

كتابة الرسالة الإعلامية:

تتطلب كتابة الرسالة الإعلامية درجة عالية من المهارة حتى نقوم بإيصال الرسالة المطلوبة وإيصال هدف الحملة للمزارع. ويجب في البداية تحديد موضوع الرسالة بدقة ووضوح وتحديد وسيلة نقل الرسالة الإعلامية ومن ثم كتابة العناصر الأساسية (الإطار العام، الفقرات والجمال). ومن المهم أن تكون الرسالة في قالب ومظهر جميل لافت للانتباه، حتى تكون فعالة في إيصال الرسالة الإعلامية للفئة المستهدفة (المزارع). ومن الوسائل الاعتيادية البروشورات، البوسترات، النشرات الإرشادية، المطويات، وسائل إرشادية وغيرها. وتختلف الرسائل الإعلامية التي تتضمن الوسائل المختلفة حيث يوضع في البوستر رسالة مختصرة في حين يوضع في البروشور رسالة مفصلة أكثر. ومن المهم أن يتم فحص الرسالة الإعلامية من قبل المختصين وإجراء التعديلات المطلوبة عليها ثم عرضها على عينة من الجمهور المستهدف وإجراء التعديلات المطلوبة وذلك بناءً على قدرتها في إيصال الرسالة والهدف قبل اعتمادها بشكل نهائي لطباعتها.

وضع استراتيجية و خطة الحملة:

يتم وضع استراتيجية الحملة بناءً على معرفة الهدف العام للبرنامج والذي يتم وضعه بناءً على مشكلة مائية معينة، ومن ثم يتم وضع الأهداف الفرعية المحددة وتحديد الجمهور المستهدف ووسائل تحقيق الأهداف الخاصة بالحملة وبالتالي تتم معرفة النشاطات المختلفة والجدول الزمني والموارد المطلوبة والكوادر والمعدات اللازمة وغيرها.

تحديد نشاطات الحملة والوسائل المناسبة:

يتم تحديد النشاطات بناءً على نوع موضوع الحملة والفئات المستهدفة والأهداف الخاصة بالحملة. وفي مجال التوعية المائية للمزارعين يجب اختيار النشاطات بعناية بما يتلاءم مع الفئات المستهدفة وموضوع الحملة والنتائج المرجوة، مثل حملة للتوعية بجدولة الري والتسميد بالري.

تحديد الجهات المشاركة في حملة التوعية والأدوار المختلفة:

من المهم معرفة كافة الأطراف ذات العلاقة بالحملة (مؤسسات حكومية، مجتمع محلي، مزارعين، القيادات المحلية، ضباط الارتباط، جمعيات غير حكومية، جمعيات مستخدمي المياه، مؤسسات أمنية وغيرها) والتنسيق معهم لإنجاح الحملة. كما يجب تحديد الجهات ذات العلاقة المباشرة بأنشطة الحملة وبخاصة التي تزود المعلومات الفنية والاجتماعية والإحصاءات والخرائط اللازمة لتصميم أنشطة الحملة.

تحديد خطة المتابعة والتقييم:

يتم وضع خطة للتقييم والمتابعة لمتابعة سير الأداء للحملة. ويجب أن تشمل خطة المتابعة والتقييم على أنشطة تعمل على متابعة وتقييم أنشطة الحملة بشكل مستمر. وبالتالي يجب أن تشمل خطة المتابعة والتقييم على:

- * وضع أسس ما قبل النشاط وهذا من خلال الأهداف المحددة للحملة والتي يمكن قياسها.
- * تقييم الأثر المباشر لأنشطة الحملة ويمكن أن يتم ذلك بعدة أساليب مثل تعبئة استمارة بعد الانتهاء من النشاط.
- * تقييم الآثار في فترات لاحقة وذلك من خلال أنشطة تصمم لفحص الأثر المتحقق والنتائج المتحققة نتيجة الأنشطة.
- وبناءً على الأنشطة التقييمية التي تنفذ خلال الحملة يتم تعديل خطة الحملة وأنشطتها وكذلك وضع توصيات للحملات المستقبلية.

بالإضافة لما ذكر يتم وضع مقاييس النجاح والمخرجات التي تحققت من الحملة والتي من المناسب أن يتم استعراضها في إحدى المناسبات الخاصة مثل يوم المياه العالمي، يوم الزراعة

العربية، عيد الشجرة وغيرها الشكل رقم (١) يوضح كيفية عمل برنامج توعية مائية والجدول رقم (٥) ٧ يتضمن بعض الرسائل الإعلامية للمزارع.

الشكل رقم (١) برنامج توعية مائية

مراقبة وتقييم وتعديل

تقييم الاحتياجات

التنفيذ

مشكلة مائية

تعريف الأهداف، الفئات
المستهدفة والرسائل الإعلامية

اختيار الأنشطة الملائمة

الجدول رقم (٥) رسائل إعلامية للمزارع

الموضوع/المشكلة	الرسالة التي يجب إيصالها للمزارع	الوسيلة
شح مياه الري	- الجفاف مشكلة عالمية أم يشمل معظم دول المنطقة؟ - التوفير في استهلاك المياه يبقّي كميات أكبر للأجيال القادمة. - المياه حق عام للمجتمع يجب المحافظة عليها.	وسائل الإعلام (تلفزيون، راديو، بوسترات).
الاستخدام المفرط لمياه الري	- زيادة استهلاك المياه لا تزيد الإنتاجية بعد حد معين، أو قد تتخفض الإنتاجية. - الاستخدام المفرط لمياه الري يفقد السماد. - ينجم عنه استخدام إضافي للسماد	اللقاءات الزيارات الندوات

	(تكلفة اقتصادية). • الأمراض الفطرية والبكتيرية.	
--	--	--

الموضوع/المشكلة	الرسالة التي يجب إيصالها للمزارع	الوسيلة
عدم صيانة نظام الري	• يسبب ذلك فقد في مياه الري مما يقلل من حصة مياه المزرعة. • يسبب قصر عمر نظام الري. • فقد جزء من السماد نتيجة عمليات التفاعل في شبكة الري وحدوث انغلاق في النقاطات.	
الاستخدام المفرط للأسمدة الكيماوية	• تكلفة اقتصادية عالية. • زيادة الأسمدة تزيد من محتوى بعض العناصر في النبات مما ينجم عنها تأثيرات صحية. • التأثير على المياه الجوفية والينابيع.	
الفاقد خلال نقل المياه ومن خلال شبكة الري	• فقد المياه يقلل من حصة المياه للمزرعة.	
الإدارة غير السليمة لأنظمة الري	• الإدارة السليمة لأنظمة الري تزيد من حصة المياه للمزرعة. • الإدارة السليمة لأنظمة الري تطيل من عمر نظام الري. • الإدارة غير السليمة تسبب عدم انتظام نمو النبات.	

المراجع:

- ١- م. محمد عايش. دليل تنظيم حملات التوعية المائية، جمعية البيئة الأردنية/مشروع التوعية المائي، ١٩٩٦.
- ٢- الدورة التدريبية حول تصميم حملات التوعية المائية، تقديم خبير التوعية بوب كيرن، وكالة الولايات المتحدة للإنماء الدولي، ١٩٩٤.
- ٣- ورشة تدريب الرائدات الريفيات ومنسقات البرامج لفروع الصندوق الأردني الهاشمي للتنمية

البشرية، ٤-٦/٨/٢٠٠٣، مشروع الغاز الحيوي، جمعية البيئة الأردنية.

نقل التقانات الحديثة ورفع إنتاجية الحاصلات الزراعية

إعداد

د.عباس فرح

المنظمة العربية للتنمية الزراعية

جمهورية السودان

دور الإرشاد في توصيل المعلومات الفنية:

من المعلوم ان التكنولوجيا الزراعية المتوفرة تفتح فرصاً كبيرة لمعالجة كثير من المشاكل الزراعية وتمكن المزارعين من تطوير أدائهم والارتفاع بكيفية أداء عملهم الزراعي لرفع الإنتاجية وتحسين نوعية المنتجات الزراعية. لذا كان من الضروري أن يلعب الإرشاد الزراعي دوراً أساسياً في نقل المعلومات الفنية عن هذه التكنولوجيا وكيفية تطبيقها والتعامل معها والاستفادة منها.

قد يكون من المناسب أن نبدأ بتعريف هذه التكنولوجيا ثم أهمية نقلها وتوصيلها للزراع ومن ثم دور الإرشاد في توصيل المعلومات الفنية المرتبطة بها والارتفاع بإنتاجية الحاصلات الزراعية.

١-١ تعريف التكنولوجيا:

عرف الدكتور (نعيم جمعه، ١٩٨٣) التكنولوجيا بأنها "المعرفة النسبية بالوسائل المستخدمة لتحقيق أهداف يتوخاها النشاط الاقتصادي، وأنها معرفة التقنيات المادية بمختلف أنواعها"، ونجد في المعجم الحديث لعلم الاجتماع أن (Theodorson ١٩٦٩) قد عرف التكنولوجيا بأنها (ترجمة القوانين العلمية إلى آلات وأدوات ومعدات ميكانيكية وأجهزة، ومبتكرات وإجراءات وأساليب من أجل تحقيق غايات ملموسة أو الحصول على حاجات معينة أو التأثير في البيئة من أجل تحقيق أغراض معينة) خلاصة القول أن التكنولوجيا هي ناتج العلم واستخدامه في معالجة مشاكل الحياة بطرق ووسائل تخفف عن الإنسان جهده وتختصر الوقت المطلوب لأداء المهمة وتؤدي لناتج أفضل من إتباع الطرق التقليدية الأخرى. ما يهمنا هنا من أمر التكنولوجيا هي التكنولوجيا الزراعية أو تلك التكنولوجيا التي إذا وظفناها في زراعتنا تحصلنا على ناتج أفضل كما ونوعاً.

٢-١ لماذا التكنولوجيا؟

قد يقول قائل وربما عدد لا يستهان به من المزارعين لماذا هذا الجهد وهذا الإصرار

لاستعمال التكنولوجيا؟ وهل فعلاً يوجد مبرر لبذل المال والجهد لإدخال التكنولوجيا في زراعتنا؟ حتى نستطيع الإجابة عن هذا التساؤل فيمكن استعمال معيار واحد كمثال ليوضح حجم المشكلة والحاجة الملحة لاستعمال التكنولوجيا في العمل الزراعي، ذلك المعيار هو حجم الإنتاج الزراعي ومتوسط إنتاجية وحدة الأرض.

١-٣ فجوات الإنتاج:

لا نحتاج إلى أدلة وبراهين لتوضيح فجوات الإنتاج بين ما يحصل عليه المزارعون من إنتاجية وما تحصلت عليه مراكز البحوث الزراعية بإتباع المتاح من معارف وخبرات وتكنولوجيا. في واقع الأمر إذا أردنا أن ننظر جيداً لإمكانيات الإنتاج وما هو واقع على مجرى الزراعة لوجدنا أن هنالك فجوات عدة في مراحل ومستويات الإنتاج الزراعي في مواقفه المختلفة. هنالك لاشك جهود مبذولة ومحاولات وإجراءات مستمرة لسد هذه الفجوات وللارتفاع بالإنتاج لأقصى ما يمكن.

إذا اخترنا فجوات الإنتاج نجد أنها تحدث على مختلف المواقع وتختلف في أسبابها وفي طبيعتها وقطعاً تختلف ظروف وإمكانيات المنوط بهم لسد تلك الفجوة، ويتطلب سد كل فجوة مجهودات وإمكانيات ذات صلة بطبيعة هذه الفجوة وظروفها المعينة. هذه الفجوات وسدها تمثل العامل الأساسي المبرر لوجود نظم البحث العلمي ونظم نقل التكنولوجيا والمعلومات إلى جمهور المزارعين.

دائماً ينظر الفنيون إلى بعض هذه الفجوات، وأظهرها على العموم الفجوة الكبيرة بين إنتاج المحاصيل في مزارع جمهور المزارعين وإنتاج نفس المحاصيل لدى مراكز البحوث العلمية، إذا أمعنا النظر وتساءلنا أكثر من ذلك وأردنا للبحث العلمي أن يكون مدفوعاً ومتطوراً وحتى نحدد مدى ما وصل عليه العلم هل هو آخر ما تجود به المحاصيل أم أن هنالك إمكانيات أوسع لزيادة الإنتاجية بأكبر مما توصلت إليه البحوث، لوجدنا أن هنالك فجوات أخرى هامة. قياس ما توصلت إليه البحوث الزراعية أصبح الآن يرجع فيه إلى ما يسمى بالإنتاج النظري للمحصول (Theoretical yield)، وهو أقصى ما يتصور عقلياً أن ينتجه المحصول المعني، سمي بالإنتاج النظري للمحصول؛ لأنه مفترض فقط ويحسب حساباً عقلياً معقداً وهو إنتاج المحصول تحت أفضل الظروف المحتاج إليها من جميع نواحي إحتياجاته ويفترض أن تكون جميع العوامل التي تؤثر على إنتاج المحصول متوفرة على أحسن ما يكون الحال ولا يوجد عامل واحد يحد من تحقيق إنتاجه (No strain yield)، والعامل الوحيد المتحكم في الإنتاج في هذه الحالة هو كمية ما يحصل عليه المحصول وما يمتصه من طاقة أشعة الشمس في فترة نموه، على هذا الافتراض يحقق المحصول أقصى ما يمكن تخيله من نموه الخضري وأقصى ما يتصور من مادة جافة، وبما أن الإنتاج يكون جزءاً من هذا النمو يكون تبعاً لذلك في أعلى ما يمكن تصوره. هذا الإنتاج

النظري يمكن حسابه بمعادلات معقدة تعتمد على موقع المكان من الكرة الأرضية وارتفاعه عن سطح البحر ومدة نموه من الزراعة حتى الحصاد وقراءات الأحوال الجوية خلال تلك الفترة وعموماً هو ممارسة عقلية. هذا الإنتاج مهم؛ لأنه يوضح الفجوة بين ما توصلت إليه جهات البحث العلمي وما يمكن نظرياً، وبذلك تكون هنالك فرصة واسعة وكبيرة لتطوير أساليب البحث العلمي الأساسي والتطبيقي ومن ثم تطوير تكنولوجيا الإنتاج الزراعي وذلك لسد هذه الفجوة وإن كان ذلك لا يحصل في واقع الحال (Harris, ١٩٨٣).

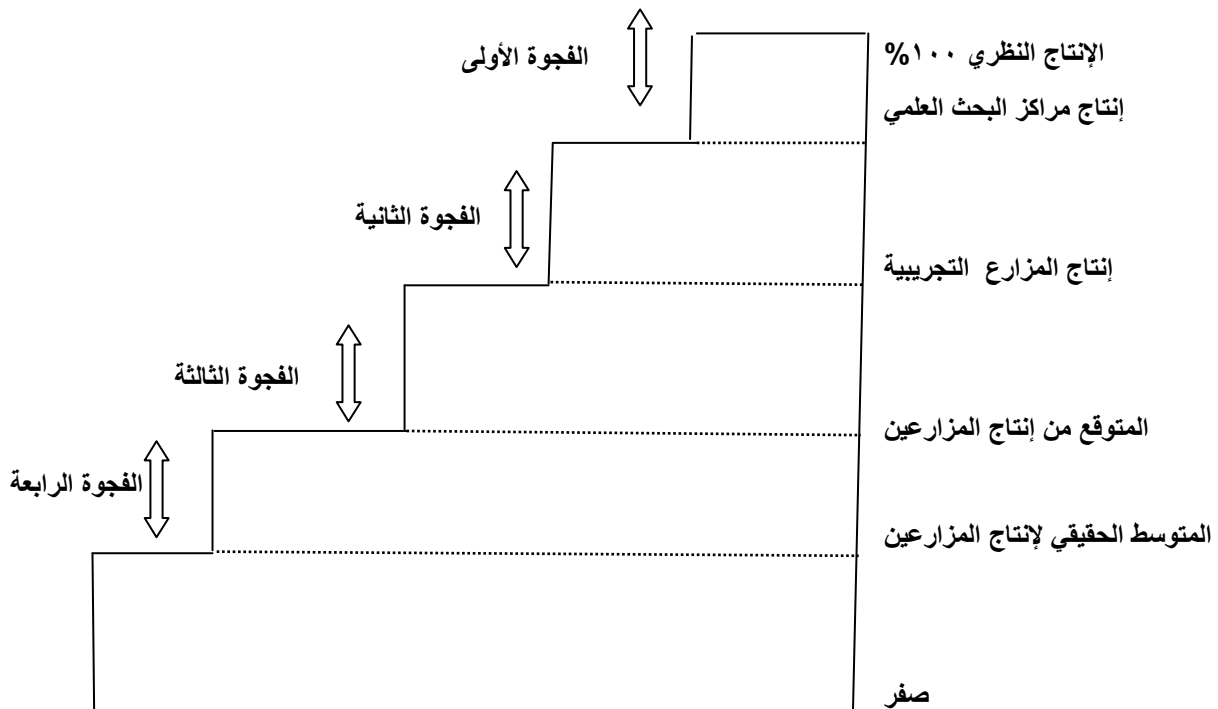
الفجوة الثانية بين ما تحصل عليه مراكز البحث العلمي من إنتاجية وما تحصل عليه المزارع التجريبية (on Farm trials) وينتج هذا الفارق وتلك الفجوة من الاختلاف في الظروف الطبيعية والجانب الذي يصعب نقله من التكنولوجيا المتوفرة لدى البحث العلمي والمزارع التجريبية.

الفجوة الثالثة بين ما يتوقع من إنتاجية المزارعين وبين إنتاج المزارع التجريبية ويعزى ذلك الفارق بين المعارف والخبرات والظروف الطبيعية، وقد قدره الأستاذان/حسن إسحاق وعجيب ١٩٨٦م أن لا يزيد على ٢٥% إذا استعملت نفس المدخلات الزراعية.

الفجوة الرابعة هي الفجوة بين ما يتوقع من إنتاجية للمزارعين ومتوسط ما يحققونه من إنتاج. وتعزى هذه الفجوة لأسباب كثيرة تكون في مجملها المشاكل التي يبنى عليها العمل الإرشادي الزراعي في كل منطقة وتبرر العمل البحثي والإرشادي. انظر الشكل رقم (١).

وعلى هذا الأساس يمكن أن تحدد الفلسفة التي يركز عليها العمل الإرشادي الزراعي.

الشكل رقم (١): يجمل هذه الفجوات



(المصدر: عباس فرح محمد - رسالة دكتوراة ١٩٩٠)

الفلسفة التي يقوم عليها العمل الإرشادي:

- أهمها افتراض وجود طرق أفضل للعمل - توفر معارف وخبرات ومهارات وأساليب علمية أفضل من الممارس.
- من الممكن نقل تلك المعلومات والمعارف والخبرات والمهارات لمن يمارسون غيرها لتطوير أدائهم وممارساتهم وعملهم الزراعي.
- بالتخطيط والتنظيم وتحديد الهدف يحدث التطوير ولا يكون بالصدفة أو الإرتجال.
- الإرشاد ينقل المعلومات والحقائق العلمية التي جربت وثبتت نتائج تطبيقها وفائدة ذلك وفق بحث علمي صحيح.

إن الدور الأساسي للإرشاد الزراعي هو نقل المعلومات الفنية من مصادرها إلى الجمهور المستفيد منها أي خلق صلة وربط بين مصدر المعلومات وأماكن تطبيقها.

هذا النقل يقتضي ويفترض المقدرة على فهم المعلومات الفنية في صورتها التي تصل بها من مصادرها العلمية المختلفة ثم المقدرة على تبسيطها ووضعها في قوالب تناسب فهم وإدراك الجمهور المستهدف.

إن يلزم من الجانب الآخر المقدرة على فهم الطرف الثاني وكيفية تفكيره ووضع المعلومات بصورة تناسب ذلك ثم استعمال الوسائل الملائمة لتوصيل هذه المعلومات في شكل رسالة إرشادية.

هذا يحتم أيضاً فهم كيفية استعمال الوسائل التي تستعمل لتوصيل الرسالة الإرشادية. معنى ذلك لابد للمرشد من المقدرة العلمية لفهم المعلومات الفنية ولفهم كيفية تبسيطها لتناسب فهم الجمهور المستهدف وفهم معرفة كيفية استعمال الوسائل التي تستعمل لتوصيل تلك المعلومات.

ما هي المعلومات الفنية التي يريد المرشد أن ينقلها للجمهور المستهدف؟

هي المعلومات التي تعالج مشكلة حقيقية يعيشها الجمهور المستهدف - تعريف مشكلة من وجهة نظر العلم - الفرق بين وضعين يكون الثاني أفضل من الأول.

إذا نظرنا في جانب المستفيد من المعلومات نجد أن المعلومات الفنية التي تناسب وضعهم تعتمد على عدة عوامل أهمها الموضوع المعني ومرحلة اتخاذ القرار التي يحتاجها المستهدف.

على سبيل المثال:

مراحل اتخاذ القرار:

- لا يشعر بمشكلة ولم يسمع بالجديد.
- سمع به ولم يحس بالمشكلة.
- سمع وأحس بمشكلة أو فائدة.
- سمع بالحل ولا يملك معلومات عنه.
- يبحث عن معلومات.
- يجرب المعلومات.
- اقتنع بالمعلومات.
- يريد تطبيق المعلومات.
- وصل إلى تبني المعلومات.

في كل مرحلة تتناسب معلومات معينة تساعد لفهم المرحلة وإعداد نفسه للمرحلة التي بعدها. مشكلة أخرى تحكم وتؤثر في هذه العملية من جانب المستفيد وهي فهم اتجاهاته السلوكية؛ لأن تقبله للمعلومات ليس أمراً آلياً وإنما له موقفه من هذه المعلومات، ويعتمد ذلك أيضاً على عدة عوامل أهمها اتجاهاته السلوكية ومفاهيمه وتقييمه للموقف المعين ومعلوماته عنه وأهميته له وأثره على عمله الزراعي وعائده من وجهة نظره هو.

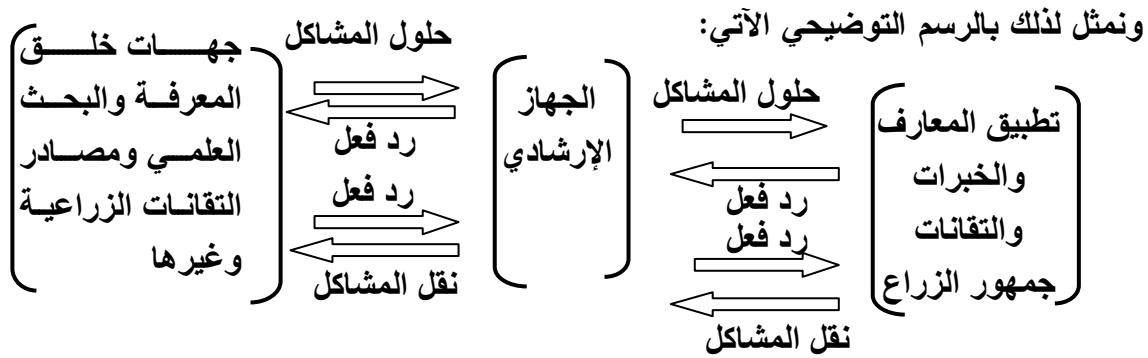
هنا أيضاً دور للمرشد أن يفهم كل هذه المواقف ويكون في استطاعته فهمها وفهم كيفية التعامل معها.

إذا أخذنا الاتجاهات السلوكية لابد أن يعرف ما هي الاتجاهات السلوكية كيفية تكوينها وكيفية تغييرها؟!

بالنسبة للمعلومات نفسها التحقق من :

- ١- فهم المعلومات.
- ٢- مصدر المعلومات وصحتها.
- ٣- النتيجة التي تؤدي إليها تتناسب مع الوضع المستهدف الوصول إليه.
- ٤- تبسيطها بدون الإخلال بها.
- ٥- اختيار الوسيلة التي تناسبها.
- ٦- توصيلها.

- ٧- التأكد من فهمها بالصورة الصحيحة.
 - ٨- إذا كانت للتطبيق معرفة كيفية تطبيقها.
 - ٩- متابعتها.
 - ١٠- تقييم أثرها.
 - ١١- استعمالها في تخطيط البرامج المستقبلية.
- أيضاً ينقل الإرشاد المعلومات الفنية من الحقل إلى جهات البحث العلمي، وهذا يتطلب:
- ١- تحديد المشاكل بدقة.
 - ٢- فهم المشكلة بشكل قاطع.
 - وضع المعلومات بشكل قاطع في صورة علمية.
 - تصميم المشكلة لتناسب البحث العلمي ثم نقلها لجهات البحوث الزراعية.
 - إذا يمكن أن ننظر للإرشاد من منظور نقل المعلومات الفنية كجهاز وسيط بين جهتين.



رفع إنتاجية الحاصلات الزراعية:

بمراجعة متوسط الإنتاج ونوعيات المنتجات الزراعية وجودتها يلاحظ أن هناك فرصاً واسعة لتطوير هذه المنتجات لرفع الإنتاجية من وحدة الأرض وكمية المدخلات كما أن الفرصة واسعة أيضاً لتحسين جودتها والارتفاع بها.

إن تطوير العمل الزراعي من صورته الحالية للصورة الأفضل يفترض المعرفة والإلمام بالصورة الحالية والمعرفة والإلمام بصورة أفضل منها وكيفية التوصل إليها والمطلوب من خطوات للوصول إلى تلك الصورة.

هذا من جانب، ومن الجانب الآخر، يلاحظ أن العمل الزراعي والتقانات الزراعية والعلوم الزراعية متطورة ومتغيرة، وما يصلح اليوم سوف لا يناسب متغيرات ما بعده، ووسائل اليوم تختلف عن وسائل الأمس، وما يكون من وسائل غد. لهذا ولأن التطور الزراعي مستمر وفي كافة أوجه العمل يكون من الضروري متابعة هذا التطور ونقله وتوصيله للمزارعين. عملية متابعة ونقل التطور الزراعي التقني والعملي ليست مسألة سهلة وإنما تتطلب تأهيلاً وامكانات للمتابعة واختيار الأفضل والمناسب من الكم الهائل من مستجدات العلم والتقانة الزراعية. لهذا فإن دور الإرشاد الزراعي في تطوير العمل الزراعي يتعاظم يوماً بعد يوم.

تطوير الحاصلات الزراعية:

إذا أردنا تحديد دور الإرشاد في عملية تطوير الحاصلات الزراعية وحددنا مقياساً لذلك التطور ليعكس ارتفاعاً في الإنتاجية من وحدة الأرض والمدخلات الزراعية أو تحسناً في النوعية والجودة، فيكون الإرشاد وباختصار شديد مطالب بتحديد العوامل التي تؤثر في إحداث ذلك التطور ومن ثم العمل على إحداث التغير المطلوب للوصول إلى النتائج المتوقعة.

من خلال مناقشة العوامل التي تؤثر في تطوير الحاصلات الزراعية يمكن تحديد دور الإرشاد في ذلك. معلوم أن العوامل التي تؤثر في العمل الزراعي كثيرة ومتنوعة ولذلك سوف نناقش فقط أهم تلك العوامل .

١ - الظروف الطبيعية:

أولاً- نجد أن المناخ يمثل الحدود الطبيعية التي تحكم أنواع المزروعات التي يمكن إنتاجها في الموقع المعين في ظروف الزراعة المفتوحة أو الزراعة التقليدية. نمو المحاصيل المناسبة لتلك الظروف الطبيعية يكون جيداً إذا روعي فيه توقيت أطوار المحاصيل وتناسب الظروف الطبيعية مع كل طور. للحصول على التناسب بين الظروف الطبيعية وأطوار المحاصيل المختلفة لابد من مراعاة فصول السنة والتوقيت المناسب لزراعة كل محصول بحيث يصل إلى التطور المناسب للظروف الطبيعية السائدة وهذا يعرف بالوقت المناسب لزراعة المحصول المعين وعليه يكون دور الإرشاد الزراعي أن يبصر المزارعين بالتوقيت المناسب لخدمة المحاصيل المختلفة منذ توقيت إعداد وتحضير الأرض والزراعة ومروراً بكل العمليات الزراعية.

ثانياً- نجد أنه توجد أصناف من المزروعات المناسبة للمناخ لها مقدرة أكبر للتعامل والإنتاج تحت التغيرات الممكنة للظروف الطبيعية، وهنا أيضاً يكون دور الإرشاد توصيل المعلومات اللازمة عن هذه الأصناف ومدى قدرتها على تحمل التغيرات المتوقعة

للظروف الطبيعية.

ثالثاً- هنالك بعض التقانات التي إذا استخدمت تساعد في تخفيف الآثار السلبية لتغيرات العوامل الطبيعية على الحاصلات الزراعية، وهنا يكون دور الإرشاد في نقل تلك التقانات لجمهور الزراع وتدريبهم على كيفية استخدامها مثل معاملات الأراضي المالحة واستعمال البيوت المحمية.

رابعاً- الاستغلال الأمثل للظروف الطبيعية يقتضي الاستفادة من كل الحاصلات الزراعية المناسبة لها، على سبيل المثال منطقة معينة تسمح بتنوع في المزروعات التي لا توجد في مناطق أخرى من نفس القطر، يكون دور الإرشاد إدخال كل الحاصلات التي تسمح لها هذه الظروف نقل التقانات اللازمة لإنتاجها خاصة تلك الحاصلات غير التقليدية والتي لم يتعود الزراع على خدمتها أو التعامل معها.

خامساً- تقلبات بعض العوامل والظروف الطبيعية مثل الرياح وارتفاع وانخفاض درجات الرطوبة النسبية والحرارة تحتاج لبعض التحولات والإجراءات لتفادي أضرارها على الحاصلات الزراعية وهذا يتطلب من الإرشاد تدريب الزراع في هذا المجال لتطوير عملهم الزراعي لمقابلة تلك الحاصلات.

٢ - المدخلات الزراعية:

المدخلات تعتبر عصب العملية الإنتاجية ولكل محصول قدر محدود يناسبه وبتوقيت محدد أيضاً ليتمكن المحصول من النمو بصورة سليمة ولتحصيل الإنتاجية المناسبة. أحياناً حتى نوعية الأرض تعتبر أهم مدخل لتأثيرها على كميات ونوعيات المدخلات الأخرى من أسمدة ومياه ري وربما أيضاً نوعيات وكميات المبيدات لمقاومة الآفات والأمراض. وكما ذكر سابقاً التقاوي والبذور المحسنة تمثل الركيزة الأولى التي يقوم عليها الإنتاج كمّاً ونوعاً. أيضاً توفر الآلات والمعدات لإجراء العمليات الزراعية بالصورة السليمة وبالتوقيت المناسب لها أهمية كبرى، ولإرشاد الزراعي أدوار هامة في كل هذه المجالات لتبصير المزارعين بها وبما يستجد فيها وكيفية التعامل معها وتنظيم استخدامها وتوقيت ذلك بحيث تؤدي إلى أعلى إنتاجية ممكنة. إن لكل محصول حزمة من المدخلات والمعاملات وعلى الإرشاد شرح وتبصير المزارعين به وترشيد استخدام هذه المدخلات واستخدامها بالصورة السليمة وبالكمية المناسبة وفي التوقيت الصحيح الذي يختلف من محصول لآخر، ولا بد للإرشاد من تحديد ذلك ونقله للمزارعين وتدريبهم على كيفية تطبيقه.

٣ - كيفية أداء العمليات الزراعية:

الإنتاج النهائي للمحصول هو خلاصة الجهد المبذول خلال فترة نموه ومعاملاته وتفاعلاته مع الظروف الطبيعية وما وفر له من مدخلات وكيفية خدمته. ورغم أن مناقشة وتوضيح كافة العمليات الزراعية ولكل المحاصيل أمراً يتطلب وقتاً وجهداً أكبر لكن يكفي أن نشير إلى بعض ملامح العمل الإرشادي فيها على سبيل المثال:

٣-١ تحضير الأرض - ربط ذلك بعمليات إعداد المهد المناسب لكل محصول - مقاومة الآفات والأمراض - الري.

٣-٢ مواعيد الزراعة - توفير الاحتياجات المناخية لكل محصول وتجديد التاريخ المناسب للزراعة.

٣-٣ كيفية الزراعة وكميات البذور، المسافات بين البذور، العدد المناسب من النباتات لكل فدان.

٣-٤ الري كميته، توقيته، فتراته وربط ذلك بأطوار نمو المحصول.

٣-٥ إزالة الحشائش، المنافسة على الماء والغذاء، الضوء، الهواء، إيواء الآفات والأمراض - خلط البذور ... الخ.

٣-٦ التسميد : أنواع الأسمدة وكمياتها توقيت استخدامها وعدد الدفعات من كل نوع لكل محصول.

٣-٧ مقاومة الآفات والأمراض: أثر ذلك على المحصول، الوقاية ومقاومة المبيدات - كيفية استخدامها وحماية المحصول - حماية المستعمل، حماية المستهلك للمحصول.

٣-٨ الرعاية والمتابعة: متابعة نمو المحصول وتنظيم خدمته وملاحظة تطوره وأي مشاكل تعترض ذلك.

٣-٩ الحصاد: أطوار النضوج وعلاماته، الجمع التدريج والتعبئة.

٣-١٠ الحفظ والتحويل: احتياجات كل محصول ومعاملات ما بعد الحصاد.

٣-١١ التسويق.

٣-١٢ الإدارة المزرعية.

٤ - المزارع:

المزارع هو المتحكم في كل هذه العوامل والنشاطات - معارفه وخبراته ومهاراته واتجاهاته السلوكية ومقدرته على الإدارة المزرعية لها تأثير مباشر على كيفية أداء العمل الزراعي وعلى

الإنتاج كماً وكيفاً. تنمية قدرات المزارع في أداء عمله وتحديد مشاكله واختيار الحلول المناسبة من أهم المجالات التي يعتمد عليها تطوير الحاصلات الزراعية وهذا يمثل أهم محور للعمل الإرشادي.

٥- المقدرة على متابعة التطوير الزراعي:

التطور الزراعي لا يتوقف، ونتائج البحوث تتجدد، ومعطيات العلم والتقانات الزراعية من المصادر المختلفة متجددة، ومتنوعة، وتطوير العمل الزراعي يعتمد على المقدرة على متابعة ذلك وهذه مسئولية الإرشاد الزراعي في المقام الأول، وهو ما يجعل البرامج الإرشادية تحتوي على كل المستجدات أمراً ضرورياً ولازماً للعمل الإرشادي.

٦- نقل المشاكل الحقلية للبحوث الزراعية:

من أهم الأعمال التي تساعد في تطوير العمل الزراعي إيجاد حلول جديدة للمشاكل الزراعية ونقل المعلومات من الحقل للبحوث في كافة المجالات المتصلة بالعمل الزراعي وأهمها:

١- كيفية أداء العمليات الزراعية.

٢- رد فعل المزارعين تجاه توصيات البحوث ونتائج ذلك.

٣- المشاكل الجديدة والتي لا توجد لها حلول.

٤- الظواهر الجديدة في العمل الزراعي الحقل.

٧- التعاون الدولي والإقليمي:

الاستفادة من تجارب الآخرين في تطوير العمل الزراعي وتبادل الخبرات والمعارف والمهارات من خلال التدريب والاتصال المباشر في أشكاله المختلفة.

الوضع المائي في جمهورية جيبوتي

إعداد

المهندس سعيد خيره يوسف

لمحة موجزة:

- العاصمة هي جيبوتي، تقع غرب أفريقيا ما بين ارتيريا والصومال، وتقع على خليج عدن والبحر الأحمر، المساحة الكلية ٢٣٢٠٠ كم^٢، وعدد السكان ٨٠٠٠٠٠ نسمة.
- تقدر الأراضي الصالحة للزراعة ب ١٠٠٠٠ هكتار (أي ٠,٤% من مجمل المساحة الكلية).
- مساحة الأراضي المزروعة ١٠٠٠ هكتار، والمحاصيل الرئيسة هي الفواكه والخضروات.

الوضع المائي:

- معدل سقوط الأمطار ١٥٠ ملم/سنة.
- لا يوجد فيها انهار دائمة أو بحيرات.
- معدل التبخر ٨٣% من مياه الأمطار.
- مقدار التبخر-النتح ٢٠٠٠ ملم/السنة.
- المشكلة الرئيسة في المياه هي التملح والتي تصل إلى ($3200 \mu\text{S/cm}$) لمياه الشرب.
- تشكل المياه الجوفية حوالي ٩٠% من مجمل المياه المتاحة.
- يتم الاعتماد بشكل رئيسي في مياه الري على مياه الآبار والعيون.

المشاريع التنموية:

* مشروع توسيع المساحة المزروعة:

أهداف المشروع:

- إنشاء مزارع جديدة في المساحات القابلة للزراعة.

- توسيع مساحة المزارع المزروعة.
- تدريب وإعداد المزارعين وتشجيع دور المرأة في التنمية القروية.

* برنامج التنمية الزراعية في دولة جيبوتي

• الهدف من البرنامج :

هو مكافحة الفقر القروي وزيادة الإنتاج الزراعي في القرى وتقليل الهجرة إلى المدن المزدحمة.

• الأهداف الخاصة:

- ١- تنمية الإنتاج الغذائي.
- ٢- توسيع المساحات (المجاورة للوادي) القابلة للزراعة.
- ٣- تحسين استخدام مياه الري (التقليدي).

• الأنشطة:

- ١- تدريب المزارعين على تقليل المياه المستهلكة في الزراعة لترشيد استخدام مياه الري.
- ٢- زيادة المساحة المزروعة من ١٠٠٠ هكتار إلى ١٢٥٠ هكتار.
- ٣- زراعة نخل التمر من النخل الصغير (التقاوي) المستوردة من السعودية وتتم الزراعة في خمس مناطق مخصصة للتجربة.

• النتيجة المتوقعة للمشروع :

توسيع المساحة المزروعة :

١٠٠٠ هكتار ← ١٢٥٠ هكتار.

الموارد المائية في جمهورية السودان

إعداد

م. كاروري الحاج حمد
خبير الاتصال
وزارة الري والموارد المائية

الجزء الأول:

الموارد المائية بالسودان:

مقدمة:

الموقع:

يقع السودان بين خطي عرض ٣,٥ درجة و ٢٣,٦١ درجة شمال خط الاستواء، وخطي طول ٢١,٨٣ و ٣٨,٦ درجة شرقاً، وتبلغ مساحته حوالي ٢,٥ مليون كيلو متر مربع.

السكان:

عدد سكانه حالياً ٣٣,٩ مليون نسمة بدرجة نمو سكاني ٢,٨% سنوياً. والسودان من دول حوض النيل العشر المتشاطئة وهي بورندي، الكونغو، مصر، إريتريا، أثيوبيا، كينيا، رواندا، السودان، تنزانيا، يوغندا والتي يفوق تعداد سكانها ٣٠٠ مليون نسمة.

المناخ:

يوصف المناخ في السودان بالمناخ المداري ويعتبر السودان من الدول ذات الحرارة العالية حيث أن متوسط درجات الحرارة السنوية يتراوح بين ٢٥-٣٠ درجة مئوية باستثناء المناطق المرتفعة جبل مرة والولايات الجنوبية والبحر الأحمر حيث يتراوح متوسط درجات الحرارة فيها بين ١٨ و ٢٨ درجة مئوية. وتوجد بالسودان تسع مناطق مناخية.

مصادر المياه:

الأمطار:

يتدرج المناخ في السودان من مناخ صحراوي جاف وقاحل في الشمال يليه جنوباً مناخ شبه صحراوي ثم مناخ السافانا بالوسط ثم إقليم الغابات المدارية والمستنقعات بأواسط الجنوب. وترتفع معدلات الأمطار من حوالي ٢٥ ملم عند وادي حلفا في أقصى شمال البلاد على الحدود السودانية المصرية إلى حوالي ٢٠٠ ملم في منطقة الخرطوم. وتواصل ارتفاعها جنوباً حتى الإقليم الاستوائي بمنطقة الحزام الأخضر المتاخمة للحدود الجنوبية حيث تتراوح معدلات الأمطار من ١٢٠٠ إلى ١٦٦٦ ملم. وغالباً ما تسقط في وسط البلاد في شكل هطول سريع ولفترات قصيرة، كما تتباعد بين هطول وآخر وتتنحصر في مدة لا تتجاوز الأربع شهور في السنة، في حين يستمر موسم الأمطار في أقصى الجنوب بين ٦-٩ أشهر من كل عام. وتعتبر مياه الأمطار أهم مصدر يعتمد عليه في التوسع في الزراعة المطرية والزراعة التقليدية والمراعي الطبيعية. وتشكل الأمطار المصدر الأساسي لتغذية المياه الجوفية والمياه السطحية المستقلة عن النيل والتي تنساب غالباً في فصل الخريف في شكل أودية وسيول.

يقدر مجموع المياه المتاحة في السودان سنوياً بحوالي ٣١,٥ مليار م^٣ منها حوالي ٢٠,٥ مليار م^٣ (٦٥%) تمثل حصة السودان من مياه النيل وروافده وفقاً لإتفاقية النيل لعام ١٩٥٩م الموقعة بين مصر والسودان، وحوالي ٦,٧ مليار م^٣ (٢١%) من المياه غير النيلية، وحوالي ٤,٣ مليار م^٣ (١٤%) من المياه الجوفية المتجددة.

المياه السطحية:

مياه النيل:

يشاطيء النيل عشر دول أفريقية تمثل منابعه ومعبره ومصبه هي: إثيوبيا، إريتريا، بورندي، تنزانيا، رواندا، زائير، كينيا، يوغندا، السودان ومصر.

يبدأ النيل الأبيض باللقاء رافديه بحر الجبل (الذي يعرف بنيل البرت في يوغندا) وبحر الغزال على بعد حوالي ٨٠ كلم جنوب ملكال. ينبع بحر الجبل من البحيرات الإستوائية في يوغندا وتنزانيا ورواندا وبورندي (بحيرات فيكتوريا وكيوجا والبرت) ويمر في مستنقعات السد الشاسعة (٦٠٠٠ كلم^٢) حيث يلتقي مع بحر الغزال الذي يجمع مياه وديان وأنهار صغيرة من مرتفعات السودان المحاذية للكنغو الديمقراطي وجمهورية أفريقيا الوسطى. وعند ملكال يلتقي النيل الأبيض برافده نهر السوبات الذي يجري من مرتفعات جنوب غرب إثيوبيا. يدخل مستنقعات السد من بحر الجبل وبحر الغزال حوالي ٤٦,٤ مليار م^٣/السنة يضيع منها بالتبخر حوالي ٣١,٤ مليار م^٣/السنة ليخرج النيل الأبيض بحوالي ١٥ مليار م^٣/السنة فقط، ويرفده نهر سوبات بحوالي ١٣,٥ مليار م^٣/السنة ليبلغ إيراد النيل الأبيض عند ملكال حوالي ٢٨,٥ مليار م^٣/السنة. وعند الخرطوم يلتقي النيل الأبيض بالنيل الأزرق ليكونا نهر النيل الرئيسي. يبدأ النيل الأزرق من بحيرة تانا في إثيوبيا

ويجمع مياهه من الهضبة الإثيوبية حيث يبلغ إيراده حوالي ٥٠ مليار م^٣/السنة عند الروصيرص قبل التقائه برافدية الرئيسيين وادي الرهد ووادي دندر اللذين ينبعان من الهضبة الإثيوبية كذلك ويضيفان حوالي ٤ مليارات م^٣/السنة لإيرادات نهر النيل الأزرق قبل التقائه بالنيل الأبيض عند الخرطوم. ويرفد النيل شمال الخرطوم نهر عطبرة الذي ينبع من إثيوبيا ويضيف حوالي ١٢ مليار م^٣/السنة لمياه النيل. وتقدر خسارة هذه المنظومة خلال مسيرة المياه إلى أسوان بحوالي ١٠,٥ مليار م^٣/السنة ويبقى معدل إيراد النيل عند أسوان في حدود ٨٤ مليار م^٣/السنة. وبموجب اتفاقية مياه النيل لعام ١٩٥٩ بين مصر والسودان قسمت هذه المياه بحيث تبلغ حصة مصر عند أسوان ٥٥,٥ مليار م^٣/السنة وحصة السودان ١٨,٥ مليار م^٣/السنة مقاسة عند أسوان (تكافيء حوالي ٢٠,٥ مليار م^٣/السنة في وسط السودان) ويتبخر من بحيرة السد العالي حوالي ١٠ مليارات م^٣/السنة. ويمثل تقليل الفاقد من التبخر في منطقة مستنقعات السد وفي حوض بحر الغزال وفي المسطحات المائية لنهر السوبات بعد نزوله من الهضبة الإثيوبية مخزوناً مائياً يمكن أن يوفر كميات كبيرة من المياه إذا ما تم تقليل الفاقد. وقد نصت اتفاقية ١٩٥٩ لمياه النيل على التخطيط له وتنفيذ المشروعات اللازمة لذلك وتوزيع العائد المائي مناصفة بين مصر والسودان. ويقدر أن يكون نصيب السودان من هذه المشروعات إذا ما نفذت حوالي ٦ مليارات م^٣ سنوياً يتم إضافتها لحصتها من مياه النيل.

المياه السطحية المستقلة عن نهر النيل:

يقدر مجموع كميات الجريان السطحي المستقل عن النيل حوالي ٦-١٥ مليار م^٣ في السنة، جدول رقم (١). وينحصر في عدد قليل من الأنهار الصغيرة وبعض الوديان والخيران التي يتكون منها خارج السودان والبعض الآخر في الهضاب الداخلية. ومن أهم الأنهار الواردة من خارج السودان نهر القاش الذي يروي دلتا القاش ونهر بركة الذي يروي دلتا طوكر وينبعان كلاهما من الهضبة الإثيوبية والأرتيرية. ويتواجد في المناطق الداخلية حوالي ٤٤ وادياً وخوراً في سهول السودان الوسطى تتناسب في شكل سيول في موسم الخريف ومعظمها في مناطق دارفور وكردفان والبحر الأحمر، ويستغل بعض هذه الأودية والخيران إستغلالاً كبيراً مثل خور القاش في ولاية كسلا، ووادي نيالا في ولاية جنوب دارفور وخور أربعاء في ولاية البحر الأحمر. ولكن يتطلب البعض الآخر المزيد من الدراسات لتبرير جدوى إقامة مشاريع تهدف لتعبئة المياه التي تتناسب فيها. خاصة وأن الأمطار غالباً ما تأتي في دفعات معزولة ومتباعدة ولفترات قصيرة.

المياه الجوفية:

يقدر إجمالي كميات المياه الجوفية المتجددة في السودان سنوياً بحوالي ٤,٣ مليار م^٣ تتوزع

على مختلف المناطق، وتتكون الطبقات الجوفية في السودان من:

- طبقات المياه الجوفية في الحوض النيلي، وحوضي شقرة والنعام، وحوض الخرطوم، وحوض أم كدادة، وحوض النهود، وحوض الصحراء.

الجدول رقم (١) ملخص الموارد المائية بالسودان

المحددات	الكمية مليار متر مكعب	المورد المائي
موسمية مع قلة السعة التخزينية	٢٠,٥	نصيب السودان من مياه النيل
متذبذبة وتجري في فترات قصيرة وبعضها مشترك	١٥-٦	مياه الوديان والخيران
بعيدة الأعماق في مناطق بعيدة ولا توجد بيانات تحتية	٤,٣	المياه الجوفية المتحدة
	٣١,٥	الجملة الحالية

والمتوقع من المرحلة الأولى من قناة جونقلي ٢ مليار م^٣ بعد استكمال الدراسات.

- طبقة أم روابة وتشمل أحواض المياه الجوفية الواقعة في مناطق المستنقعات، وحوض شرق كردفان، وحوض البقارة، وحوض النيل الأزرق.

- طبقة الحجر النوبي التي تمتد في الصحراء المشتركة بين السودان ومصر وليبيا وتشاد وتحتوي في أعماقها على مخزون كبير للمياه وتغطي الصخور الأساسية حوالي ٤٢% من مساحة السودان وهي غير حاملة للمياه.

السعات التخزينية بالخزانات وتناقصها:

* خزان الروصيرص:

وتبلغ السعة التخزينية الآن حوالي ٢,١ مليار م^٣ بعد أن تناقصت سعته من ٣,٠٢٤ مليار م^٣.

* خزان سنار:

وتبلغ سعته التخزينية الآن ٠,٤٦ مليار م^٣ بعد أن تناقصت سعته من ٠,٩٣ مليار م^٣.

* خزان خشم القربة:

وتبلغ سعته التخزينية الآن ٠,٦٦ مليار م^٣ بعد أن تناقصت سعته من ١,٣ مليار م^٣.

* خزان جبل أولياء:

تبلغ سعته التخزينية الآن حوالي ٣,٠ مليار م^٣ ولم يفقد شيئاً من سعته.

يصبح مجموع السعات التخزينية للخزانات الأربعة حوالي ٦,٢ مليار م^٣.

هذا وسوف يزداد نصيب السودان من مياه النيل حسب الاتفاقية في حالة تنفيذ مشروعات زيادة الإيراد حيث يتوقع أن تكون فائدة المرحلة الأولى من قناة جونقلي للسودان ٢ مليار م^٣ وتجدد الفائدة من أحواض بحر الغزال والسوبات ومشار طبقاً للدراسات التي سوف تستكمل.

ومما تم سرده سابقاً يتضح موسمية الموارد المائية وأن معظم الإيراد المائي يأتي من الهضبة الإثيوبية والنيل الأزرق تحديداً وفروعه وأن أكثر من ٨٠% من التصريفات المائية تأتي في الفترة من أغسطس حتى سبتمبر. الجدول رقم (٢) يوضح النسبة المئوية لمساهمة الأنهار في نهر النيل.

كفاءة الاستخدامات الحالية للموارد المائية:

من المعلوم أن حوالي ٨٦% من جملة الاستهلاك للموارد المائية من نصيب الزراعة بينما ينحصر نصيب الشرب والصناعة في حدود ١٣ و ١% على التوالي وفي هذا مؤشر واضح إلى أن الزراعة هي المستهلك الأول للموارد المائية وأن جميع سياسات ترشيد استخدامات المياه ورفع الوعي والإرشاد المائي يجب أن تتجه نحو الزراعة.

تجدر الإشارة إلى أن السياسات الخاصة بالإنتاج الزراعي قد أحرزت سلبيات واضحة على الوضع المائي وكفاءة أداء المشاريع المروية تشمل هذه السلبيات موروثات اجتماعية ومشاكل إدارية نذكر منها:

* اعتقاد المستفيدين الخاطيء بوفرة المياه وإمكانية توفرها لهم متى ما طلبوها، وإحساسهم بحرية الاستفادة من هذه المياه كيفما شاءوا.

* تبخيس قيمة مستلزم الماء أو إهماله تماماً وعدم أخذه ضمن المعايير المقيدة في تقسيم المشاريع المروية وعدم وجود مصطلح كفاءة استخدام المياه في قاموس الإنتاج الزراعي.

* الضغط المتواصل على قنوات الري إذا أصبحت تحمل التصريفات القصوى لفترات أطول مما يهدد جسورها بالكسور.

* امتداد المواسم الزراعية مما يقلل من فترات تجفيف الترع في نهاية العروة الشتوية ويزيد من نمو الحشائش بدرجة مزعجة أعلى من مقدرة الآليات على إزالتها أول بأول.

* الانفراط في إدارة المياه في الحقل للتنافس الشديد على مياه القناة الواحدة، وزيادة فتح

القنوات الفرعية نهراً واستمرار فتحها ليلاً مما جعل المحافظة على المناسيب في القنوات الصغرى أمراً في غاية الصعوبة.

* إضافة مساحات كبيرة خارج الدورة لم تكن مضمنة في السعة التصميمية للقنوات مما يؤدي إلى العطش وسوء الاستخدام.

الجدول رقم (٢) النسبة المئوية لمساهمة الأنهار في نهر النيل

النهر	نسبة المساهمة %	
	المتوسط	أثناء الفيضان
النيل الأزرق	٥٩	٦٨
نهر عطبرة	١٤	٢٢
نهر سوبات	١٣	٥
بحر الجبل	١٣	٥

وقد أثرت السلبات أعلاه وقصر الوعي المائي والإرشادي بصورة أو أخرى على استخدام المياه من حيث الكميات المستخدمة. أو العائد الاقتصادي لوحد المياه المستخدمة. لذا لزم الإشادة إلى ضرورة رفع الوعي المائي والالتفات إلى كفاءة استخدام مياه الري، إذ أي تحسين في كفاءة استخدام مياه الري سيعود بتوفير كميات مقدرة من المياه المتاحة يمكن الاستفادة منها في زراعة مساحات إضافية أو استخدامات في مجالات أخرى.

مقترحات الحلول لرفع التوعية المائية:

- الكفاءة التي تعمل بها معدات الرصد والقياسات المائية لا تواكب التطور الحديث لعملية الرصد لذا لا بد من استجلاء معدات رصد حديثة ذات تكنولوجيا عالية وأجهزة حديثة لقياس الإطماء.
- وقف تلوث المياه.
- تحسين نظم الري ورفع كفاءة الاستخدام.
- إنشاء روابط مستخدمي المياه وتدريب المستخدمين بأهمية ترشيد واستهلاك المياه وذلك باستخدام نماذج علم إدارة المياه.
- تقيد المشاريع الزراعية المروية بالمساحات المقررة حسب الدورات الزراعية والتي لا تتجاوز احتياجاتها في أي فترة من فترات الموسم الزراعي طاقة القنوات الرئيسية الناقلة

- مع الرصد التام بنظم وأسس إدارة قنوات التوزيع.
- التقيد بالزراعة في المواعيد المحددة لتفادي ما يسمى بالفترة الحرجة، هي تأخير خروج المحاصيل الصيفية وتداخلها مع المحاصيل الشتوية مما يؤدي لارتفاع الطلبات المائية فوق طاقة القنوات الرئيسية.
- بناء القدرات والمهارات للكوادر الفنية العاملة في هذا المجال ويشمل ذلك التدريب النظري والميداني والتوعية المائية من خلال نشرات وبرامج إذاعية وإعلامية مقروءة ومسموعة ومرئية للمستفيدين والعاملين في هذا المجال.
- تضمين التعاليم الإسلامية حول المحافظة على المياه في خطب المساجد وفي التعليم والإعلام حتى يساعد في تعزيز الوعي العام لأهمية معالجة قضية ندرة المياه ويتطلب تكثيف التعاون والتنسيق بين جميع ذوي المصلحة وأن يدخل ضمن الإدارة المتكاملة للموارد المائية.
- وضع استراتيجية شاملة ومتفاعلة في ميدان الاقتصاد في استخدام المياه، تشمل جميع المستهلكين وكل الفاعليات ذات العلاقة كالدين والسياسة والفاعلين المحليين.
- تشجيع مشاركة المجتمع المدني في تدبير الموارد المائية وتنفيذ الاستراتيجيات والبرامج الخاصة به، وإحداث منظمات المجتمع المدني ووضع التشريعات التي تعزز مشاركتها.
- تنظيم دورات تدريبية لمؤطري برنامج محاربة الأمية لإدماج البعد الاستراتيجي للموارد المائية في برنامج محو الأمية وأهمية الاقتصاد فيها.
- تنظيم حملات إعلامية لتحسين سلوك المواطنين إزاء الموارد المائية والصحة وتوظيف التعاليم الإسلامية في هذا المجال.
- الاهتمام بالإعلام الإسلامي حول قضايا المرأة والماء وهذا يعد قضية أساسية وعاجلة على أن يتم التركيز فيه على برامج ومواد إعلامية موجهة إلى المرأة للرفع من مستواها وحث الوعي الاجتماعي للمياه.

المبادئ الأساسية للسياسات المائية:

- ١- الماء مورد قيم ونادر يجب أن يرشد ويستخدم بعدالة وتكافؤ لكل الأغراض وبصورة فعالة واقتصادية تراعي حاجيات المجتمع.
- ٢- أن يعامل الماء كعنصر نادر وينظر للموارد المائية كمسألة استراتيجية بحجمها الصحيح في كل وسائلنا العلمية والتربوية والإعلامية.

٣- أن يبلور إحساس بأهمية المياه ويبني الإنتاج الزراعي على النظرة الاقتصادية للمتر المكعب من المياه وأن يكون تحديد المكان والزمان المناسبين لكل محصول بمعيار الاحتياجات المائية بجانب المناخ والتربة.

٤- الحصول على المياه لاحتياجات الإنسان الأساسية له أولية قصوى في خدمات وتنمية الموارد المائية ترقى لأن تكون حقاً أساسياً.

٥- تنمية وإدارة الموارد المائية وتشغيل وصيانة مرافق المياه يجب أن تكون ذات ديمومة اقتصادية من خلال استعادة التكلفة من المستفيدين (Cost Recovery) مع مراعاة دعم الطبقات الفقيرة (الضعيفة).

٦- كل المياه السطحية فيها والجوفية هي جزء من الدورة المائية الواحدة ويجب إدارتها بصورة متكاملة على كل المستويات سواء بين الدول المشتركة في المياه أو بين المركز والولايات.

٧- تؤثر إدارة موارد المياه على الجميع وعليه يجب مشاركة كل ذوي الشأن في إدارتها.

٨- الناس هم المستفيدون من استخدام المياه، والحكومة المركزية هي المسؤولة من المياه في السودان بإدارة قومية واحدة لضمان عدالة الفائدة لمصلحة الشعب وتقديراً للتنوع.

٩- إن جمع وإدارة المعلومات الدقيقة الصحيحة لرصد ومراقبة الموارد المائية هي ضرورة تتطلبها تنمية وإدارة وحماية الموارد المائية.

١٠- يجب حماية البيئة لضمان استدامة استغلال المياه للأجيال الحالية والمستقبلية.

١١- تنمي الموارد المائية على أساس تعظيم الفائدة لمصلحة الشعب بأقل الآثار السالبة على البيئة.

١٢- تنظم المؤسسات العامة للمياه على المستوى الاتحادي والولائي على أساس تكاملها وكفاءتها وشفافيتها مع تحديد واضح للأدوار والمهام تقديراً لتداخل أو إهمال الاختصاصات والمستويات.

١٣- المياه والمسائل المتعلقة بها هي جزء أصيل في الاقتصاد الكلي ولها تأثير مباشر على قطاعات أخرى عديدة تتطلب تقوية التعاون والاتصال بين تلك القطاعات داخل وخارج البلاد.

تحديات تنمية الموارد المائية:

– التحديات الطبيعية:

- ١ – التنافس السكاني ومحدودية المياه.
- ٢ – موسمية وتذبذب الأمطار.
- ٣ – البعد الإقليمي للموارد المائية في السودان.

– المحددات الفنية:

- * محدودية التخزين المتاح.
- * الاستخدام غير المرشد للأراضي.
- * ضعف خدمات مياه الشرب.
- * التنمية غير المتوازنة.
- * عدم الانتظام في المعلومات.
- * ضعف كفاءة استخدام المياه.

– المحددات المؤسسية:

- * ضعف أداء مرافق المياه.
- * المحافظة على أحكام التنسيق.
- * حفز مشاركة المجتمع.
- * مراجعة وتفعيل التشريعات.
- * هجرة الكوادر المؤهلة.

المحددات الاقتصادية:

- * محدودية التمويل.
- * عدم توفير ميزانيات التشغيل الكافية.

أوضاع الإرشاد والإرشاد المائي في جمهورية السودان أساليبه والمقترحات لتحسينه

إعداد

م.ز. عمر عبده حسن
هيئة حلفا الجديدة الزراعية

مقدمة:

من المعروف أن السودان يعتبر أكبر قطر في القارة الأفريقية إذ تبلغ مساحته ٢٣٧,٦ مليون هكتار تمتد بين خطى عرض ٣-٢٢ درجة شمال وخطى طول ٣٢ - ٣٨ درجة شرق وتقدر المساحة القابلة للزراعة فيه بحوالى ٨٤ مليون هكتار يستغل منها حالياً حوالى ١٥ - ٢٠% فقط من الزراعة ومن هذه المساحة تزرع سنوياً حوالى ١,٩ مليون هكتار تزرع بواسطة الري الانسيابي (السطحي) ويزرع الباقي بواسطة الأمطار مما يؤدي إلى تذبذب هذه المساحات رهنًا بمعدلات الأمطار ومناطق هطولها.

إن أهم المحاصيل في السودان هي القطن، الذرة، القمح، الفول السوداني، السمسم وعباد الشمس وأنواع شتى من الخضروات هذا بالإضافة للغابات وأشجار الصمغ العربي. إلا أنه من المسلم به أن هنالك عدداً لا يحصى من المحاصيل والمنتجات البستانية من خضر وفاكهة يمكن أن تزرع بنجاح في السودان إذ أن التنوع البيئي الذي يحظى به السودان من أقصى شماله لأقصى جنوبه يتيح الفرصة للعديد من النباتات ذات الاحتياجات البيئية المختلفة أن تنمو وتُعطى.

إن هذا يعني أن للسودان مستقبل مشرق في الإنتاج الزراعي وإنتاج الغذاء على وجه التحديد من أجل التصدير لذا فإن البحوث الزراعية وإدارة نقل التقنية (الإرشاد) أمامها تحدى أمام هذه الحقائق وما تفرضه من توجه إذ أن البحوث الزراعية وإدارة نقل التقنية عليها أن تركز الجهد لتضع السودان في مركز تنافسي مريح من حيث تجويد الإنتاجية والنوعية من خلال تكلفة إنتاج منخفضة.

حاضر ومستقبل الإرشاد الزراعي في السودان:

لا بد في البداية من استعراض مختصر لتطور العمل الإرشادي في السودان حيث يمكن القول أن الإرشاد الزراعي مر بثلاث مراحل في تطوره:

١- مرحلة دخول الإرشاد إلى السودان وانتشاره خلال الفترة من ١٩٥٨ - ١٩٨٠م.

٢- مرحلة دخول المشاريع الأجنبية ذات المكون الإرشادي ١٩٨٠ - ١٩٩٢م.

٣- مرحلة تطبيق النظام الاتحادي وتبني الاقتصاد الحر.

يعتبر عام ١٩٥٨ م بداية دخول الإرشاد الزراعي للسودان وذلك في إطار البرنامج الذي اتفق عليه بين حكومة السودان وهيئة المعونة الأمريكية، حيث استوعب عدد قليل من الخريجين وأعتبر نواة للإرشاد الزراعي، ثم شهدت الفترة من ١٩٥٩ - ١٩٧٦م افتتاح (١٩) تسع عشرة وحدة إرشادية في شتى أقاليم السودان، وسار التوسع في إنشاء الوحدات الإرشادية بخطى سريعة في فترة ما قبل الحكم الإقليمي وبدرجة أكبر في ظل الحكم الإقليمي حتى وصل عدد الوحدات الإرشادية الرئيسية والفرعية إلى (٧٤) أربع وسبعين وحدة معظمها على مستوى القرية.

كانت فلسفة العمل الإرشادي خلال تلك الفترة تقوم على ربط العمل الحقل بالبحث العلمي. تلي ذلك مرحلة المشاريع ذات المكون الإرشادي خلال الفترة من ١٩٨٠ - ١٩٩٢م والتي اتسمت بدخول مجموعة من مشاريع التنمية ذات المكون الإرشادي مثل مشروع تنمية غرب السافانا - مشروع تنمية جبل مرة - مشروع تنمية جنوب كردفان - مشروع البحوث الزراعية والتدريب - مشروع البحوث الحقلية - مشاريع تنمية المرأة الريفية ومشروع مكافحة المتكاملة مع بداية مرحلته الثالثة.

في هذه الفترة شهد الإرشاد طفرة واسعة وذلك بإنشاء (٥٤) أربعة وخمسين مجمعا ريفيا بواسطة مشروع السمار كما ظهر الإرشاد الزراعي كمهنة متخصصة لها أجهزة إدارية موحدة.

ثم جاءت مرحلة تطبيق النظام الاتحادي والاقتصاد الحر وهما من أهم الأحداث التي أثرت وستؤثر على العمل الإرشادي من حيث الشكل والمنهج.

منهج العمل الإرشادي:

تتبع في البلاد العديد من مناهج العمل الإرشادي على رأسها المنهج التقليدي ثم الخدمات المتكاملة - التدريب والزيارة والمنهج السلعي ومنهج المشروع.

الطرق الإرشادية المستخدمة:

تستخدم العديد من طرق الاتصال الفردي وطرق الاتصال بالجماعات وطرق الاتصال الجماهيري والتي من أهمها الزيارات الميدانية والمكتبية والمنزلية وطرق الإيضاح العملي وأيام

الحقل والرسائل الإذاعية والتلفزيونية إضافة للنشرات والملصقات.

الوضع المستقبلي للإرشاد في السودان:

مرت بالسودان أحداث سياسية واقتصادية بعد قيام ثورة الإنقاذ الوطني أثرت وتؤثر على مستقبل العمل الإرشادي من ناحية الشكل والمنهج. هذه الأحداث هي تطبيق النظام الاتحادي والمنهج الحر في الاقتصاد حيث انتقلت بموجب تطبيق النظام الاتحادي كل صلاحيات ومهام الإرشاد الزراعي إلى حكومات الولايات حيث أدى ذلك وسيؤدي بالضرورة إلى تحجيم النظام المركزي شكلاً ومنهجاً. أيضاً وبالمثل فإن القاعدة أصبحت هي منطلق العمل الإرشادي ويعتبر ذلك من الإيجابيات الكبيرة لانطلاقة العمل الإرشادي.

أما أمر الاقتصاد الحر فبموجبه تحولت السلطة مثلاً في القطاع المروي من الدولة ممثلة في إدارة المشروع إلى المزارع فأصبح صاحب القرار وصاحب الإنتاج وصاحب السوق، وفي ذات الوقت رفعت الدولة دعمها عن كثير من مدخلات الإنتاج. ولقد ظهرت الآثار الإيجابية لهذا النظام وذلك بظهور حركات الاعتماد على الذات.

وما يهمنا هو افرازات هذه التعبيرات والتي تمثلت في:

١- وضوح سياسة وزارة الزراعة تجاه عملية الإنتاج الأمر الذي سيجتنب للإرشاد والبحوث الزراعية وضعاً أمثلاً للتفاعل والحركة في مثل هذه الظروف.

٢- حرية المزارع في اتخاذ قراره فيما يتعلق بالإنتاج. وإذا أردنا أن نطور إرشاداً زراعياً فعالاً ومتجاوباً لا بد له أن يعمل في ظل المرتكزات التالية:

أولاً- السياسة الزراعية والتي من شأنها أن تشجع المزارع الفلاح الذي يملك أرضه وقراره، وهذا هو مفتاح وسر نجاح العمل الإرشادي، وذلك لأن العمل عمل تعليمي، لا بد من أن تتوفر في المزارع (وهو هدف الإرشاد) الرغبة الأكيدة في العمل الزراعي وهذا ما لا يمكن الحصول عليه بدون أن يكون المزارع سيد نفسه، والدولة في هذا الحال هي التي تساعد على السياسات الزراعية الصحيحة والمشجعة والأسعار التركزية والتسهيلات التسويقية بل والتعاقد مع المزارعين إن تتطلب ذلك، هذا وإضافة إلى البنيات الأساسية اللازمة لتسهيل العمل الزراعي، وبذلك نكون قد وصلنا إلى الخطوة الأولى والحاسمة لجذب المزارع للعمل الإرشادي التعليمي.

ثانياً- توفير المدخلات الزراعية (خاصة التمويل)؛ من المعروف أن المزارع لا يصغي للإرشاد مهما كان إذا كانت تشغله مياه الري أو أي مدخل آخر، فلكي يصغي للإرشاد الزراعي لا بد أن تتوفر له مقومات العمل الزراعي الأساسية بخاصة الري ومدخلات

الزراعة الأخرى كالبذور المحسنة والأسمدة وغيرها. فإذا ما توفر ذلك سنكون قد توصلنا إلى الخطوة الثانية وهي الإصغاء والاستماع إلى المرشد في التجارب الإرشادية الكثيرة.

أوضاع الإرشاد المائي في السودان:

لكي نتضح لنا الرؤية عن الوضع الزراعي المائي الراهن في السودان لا بد لنا من ذكر المعلومات التالية:

أ- نصيب السودان من المياه الكلية:

- إيراد النيل الأزرق ٥١ مليار متر مكعب.
- إيراد النيل الأبيض ٣٦ مليار متر مكعب.
- إيراد نهر عطبرة ١٤,٥ مليار متر مكعب.
- جملة الإستلام عند أسوان ٨٤ مليار متر مكعب.
- نصيب مصر منها ٥٥ مليار متر مكعب.
- نصيب السودان منها ١٨ مليار متر مكعب.
- (تم استخدام ٧٥ % من المياه مقابل زراعة ٢٥ % من الأراضي الخصبة).
- إيراد المياه الجوفية حسب الدراسات تقدر بـ ١٠ مليارات متر مكعب.
- تقدر مياه الأمطار بحوالى ١٠٠ مليار متر مكعب.

ب نظم الري السائدة في السودان:

تروى المشاريع الكبرى في السودان بنظام الري السطحي معتمدة على السدود في الأنهار لري الأراضي المتاخمة. وتتراوح كفاءة الري السطحي بين ٥٠% - ٦٠% وقد تزيد في ظروف أراضي السودان.

ج- الوضع الزراعي المائي الراهن في السودان:

- ١- وجود أراضي خصبة بعيدة عن ضفاف الأنهار.
- ٢- المتبقي من المياه العذبة المتاحة للسودان قليل.
- ٣- المخزون الجوفي يحتاج إلى ضخ.

٤- حصاد مياه الأمطار في شكل سدود وخزانات.

من جميع ما ذكر سابقاً تتضح أهمية الإرشاد المائي وترشيد مياه الري بكفاءة عالية وأيضاً تتضح أهمية ظهور نظام ري كفاء كالري المحوري.

وضع الإرشاد المائي:

لقد أصبحت قضايا الماء موضوعاً متداولاً في جلسات مؤتمرات العلماء عالمياً ومحلياً إلى أن حقيقة ندرة الماء ونتائج الدراسات والبحوث وقرارات المؤتمرات المتعلقة بالمعالجات لمشاكل المياه وقدرتها وأثرها على الري الحقلي لا يتم توصيلها لقواعد مستخدمي المياه والعاملين في الحقل، وذلك لضعف سبل الاتصال مؤسسياً وفنياً مما خلق فجوة في الوعي المائي لدى المستخدم الأول للمياه وسيستمر هذا كأحد أسباب الفواقد ومعوقات التطور ما لم يتم معالجة الوضع بالاهتمام بالإرشاد المائي وتكثيف الجهود في هذا المنحى، وخلق شعور مائي قومي لدى قواعد مستخدمي المياه والعاملين في مستوى الحقل، والتبصير بندرة المياه وأهمية الترشيد في استخدامها مع توضيح كامل للفوائد الاقتصادية العائدة على المزارع عند تطبيق المقننات المائية المناسبة دون إسراف وتوضيح مضار الإسراف في استخدام المياه فوق الحاجة.

وهنا عدم تأهيل المزارع (وهو المحور الأساسي في خطوات تحسين كفاءة الري وتطويره) قد يكون أحد أسباب عدم القبول للإرشاد المائي والزراعي، حيث الاعتقاد الراسخ عند المزارعين جيل عن جيل بأنهم أقدر وأدرى بالزراعة والري من غيرهم من العلماء، لذلك لا بد من جهد متواصل لتأهيل المزارعين لتطوير إدارة الري الحقلي، وفي السودان تتبع عدة وسائل لتأهيل المزارع وهي:

١- استعمال الحقول الإرشادية الرائدة لتطبيق الوسائل العلمية.

٢- مدارس المزارعين (تم تطبيقه في جميع المشاريع المروية).

٣- روابط مستخدمي المياه حيث تم تطبيقها في مشروع الجزيرة وسوف تعمم هذه الوسيلة في جميع المشاريع المروية ابتداءً من هذا العام.

٤- المشاريع الزراعية الرائدة، حيث تم تكوين إدارة متخصصة في وزارة الزراعة الاتحادية لتطبيق هذه الوسيلة، وبالفعل تم تطبيقها على مشاريع الطلمبات بالنيل الأزرق والأبيض ونهر النيل.

وبالطبع هنالك وسائل إرشادية معروفة لدى متخصص الإرشاد لإيصال هذه المعلومات ولكن ما يهم هنا هو التأكيد على تأهيل المزارع لقبول الإرشادات.

ولكي نرتقي بكفاءة الري الحقلي لا بد من جهد إرشادي كبير لرفع مستوى الوعي المائي ويهدف إلى:

أ- رفع مستوى الوعي المائي للعاملين في أوجه الاستغلال المائي وتعريفهم بالموقف المتدني للموارد المائية بالبلد وتوضيح أهمية وفوائد الاستغلال المتوازن لهذا المورد المحدد.

ب- استقطاب المزارعين وقياداتهم لتتصدر عملية نشر الوعي المائي.

- خلق شعور وطني بضرورة الترشيح في استهلاك المياه وغرس هذا الشعور لدى الجميع وبالأخص الأجيال الناشئة منهم وخلق شعور معادي للإسراف في استخدام المياه.
- خلق عادات وتوجهات جديدة في استهلاك المياه يجب أن تكون أنشطة الإرشاد ذات محاور متعددة لزيادة الوعي بالمخاطر التي يمكن أن تترتب على الاستخدامات غير الرشيدة للمياه ويتم ذلك بواسطة وسائل الإرشاد التقليدية وهي على النحو التالي:

١- الوسائل السمعية والبصرية.

٢- المحاضرات والندوات.

٣- الكتيبات والنشرات والملصقات.

٤- التدريب (تدريب المزارعين والمرشدين).

ج- الاستخدام الأمثل والترشيح لمياه الري عند استخدامه وذلك بإتباع الآتي :

١- أتباع أفضل السبل العلمية والبحثية من تحديد دقيق لكفاءة الاستخدام وتحديد الاحتياجات والمقننات المائية الصحيحة على أسس علمية واقتصادية واضحة لكل المحاصيل والمزروعات وهذا يتطلب دراسة وتحديد التبخر نتج وعناصر الطقس المؤثرة فيه من سطوع الشمس ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وذلك لمختلف مناطق الإنتاج الزراعي وهذا يتطلب محطات رصد في مختلف مواقع الإنتاج الزراعي.

٢- الاهتمام بتخطيط وتسوية الحقل وكذلك الحراثة المناسبة والمثلى بحيث يتم توزيع مياه الري بصورة متماثلة وموزونة سواء كانت سرابات أو أحواض أو شرائح أو ري فيضي (وسائل الري السطحي المتبعة في السودان) مع أخذ طبيعة التربة في الحسبان وهذا يتطلب آليات حديثة في مجال تسوية الأرض وقد أثبتت دراستان بحثيتان أجريتا في مشروع الجزيرة والرهدة أهمية تسوية الأرض في رفع كفاءة الري.

أهمية المياه وترشيدها، وعدم إسرافها في جمهورية الصومال

إعداد

الأستاذ/ محمد عبد الله مؤمن

الموارد المائية في الصومال:

مقدمة:

الماء من الموارد الطبيعية التي مَنَّ الله بها على الإنسان، وهو عنصر الحضارة والنهضة الاقتصادية والاجتماعية، وهو عصب الحياة للإنسان، والحيوانات، والنباتات. الماء بضاعة غير قابلة للتجارة كالنفط ولا تقدم كمعونات كالمواد الغذائية والأدوية.

صحيحاً، فإن الماء من العناصر التي لا يمكن أن يعيش الإنسان من دونها، ويقدر معدل المياه في جسم الإنسان بنحو ٦٢% من وزنه، وهو العنصر الضروري لتوازن درجة حرارة الجسم وإخراج الفضلات منه، ويقدر حوالي ٨٠% من أمراض الإنسان ناتجة عن استخدام المياه الملوثة. كما وتقدر عدد الوفيات من تلك الأمراض بما يتراوح بين ٥-٧ ملايين شخص في العام.

ولقد تفاقمّت مشكلة المياه في الآونة الأخيرة خاصة في الدول التي تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم كالصومال وأغلب الدول العربية، نسبة لدرجة الحرارة المرتفعة التي تسبب تبخر المياه بصورة عالية. ويقدر عدد الناس الذين يعانون من ندرة المياه في العالم بنحو ٢ مليار شخص وبصورة متزايدة.

بالرغم من أن المياه مفيدة للإنسان إلا أنها تسبب خسائر فادحة ناتجة عن الفيضانات التي تضرب البلاد. ولذا يجب العمل من أجل تأمين حاجة الإنسان من هذا المورد الثمين بكمية كافية ونوعية جيدة.

وفق ما نشرت جريدة Metro السويدية في عام ١٩٩٨، سيصاب نحو مليون شخص من سكان تنزانيا بالعمى خلال ٢٠-٤٠ عام المقبلة نسبة لاستخدامهم المياه الملوثة.

فيما يلي بعض الآيات القرآنية التي تدل على أهمية الماء للكائن الحي:

(وجعلنا من الماء كل شيء حي).

(والله خلق كل دابة من ماء).

(وكلوا واشربوا ولا تسرفوا إنه لا يحب المسرفين).

(وترى الأرض هامدة فإذا أنزلنا عليها الماء اهتزت وربت وأنبتت من كل زوج بهيج).

تعتبر الصومال من مجموعة الدول الفقيرة في العالم، يحصل كل شخص في كل عام حوالي \$٣٠٠ تقريباً، وهذا الشيء لا يمكن أن يعيش الإنسان به تماماً.

تبلغ ماشية الصومال ما بين ١٩٩٥م - ٢٠٠٥م ٤,٣ مليون رأس من البقر، ٦,٢ مليون رأس من الإبل، ١٨,٣ مليون رأس من الماعز، ١١,٨ رأس من الغنم (ضأن).

الأراضي التي ترتع فيها المواشي ٤٥%، الأراضي الملائمة للزراعة ٣٠٠٠٠٠٠ هكتار، ولكن المقدار الذي يزرع الآن ٩٨٠٠٠٠ هكتار، ولا توجد دولة قوية لتطوير الزراعة أو تساعد الضعفاء الزراعيين.

حسب التعاريف الدولية، تعتبر الصومال من الدول شحيحة المياه Water Scarcity إذ بلغ معدل نصيب الفرد من المياه لمواطنيها نحو ١٧٠٠ متر مكعب في العام، وعندما يصل هذا المعدل إلى ١٠٠٠ متر مكعب في العام تعتبر هذه الدولة من الدول التي تعاني من Chronic water scarcity، وفي بعض الدول ينخفض هذا المعدل إلى ٥٠٠ متر مكعب وهي دولة تعاني من Absolute water scarcity. وتشمل هذه الكمية كل ما يحتاج إليه الإنسان من المياه لاستخدامه للطبخ والشرب والغسل وغيرها.

أما أهم المحاصيل في الصومال فهي:

- الذرة الصومالية: في محافظة باي، وبكول، وشبيلي الوسطى، وشبيلي السفلى.
- الذرة الشامية: جنبي نهري شبيلي وجوبا.
- الفول السوداني ويزرع في أكثر المناطق.
- العدس.
- الأرز في مدينة جوهر جنبي نهري شبيلي.
- السمسم: يزرع في جنوب الصومال.
- الخضروات في جميع المناطق.

نقص الموارد المائية:

تعانى دول عديدة في العالم من ندرة المياه، وترجع أسباب هذه المشكلة إلى عاملين رئيسيين هما: العامل الطبيعي، والعامل الإداري.

العامل الطبيعي:

تعانى الدول التي تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم من نقص في المياه. تشمل تلك الدول أغلب الدول الإفريقية ودول الشرق الأوسط وبعض الدول الآسيوية. من أسباب تلك المشكلة درجة الحرارة المرتفعة التي تؤدي إلى تبخر المياه في الجو والذي يفوق معدل الأمطار في تلك المناطق، إضافة إلى ذلك، ظهرت في الآونة الأخيرة حادثة "النينو" التي تؤدي إلى حدوث خلل في توزيع الأمطار في المناطق مما يجعل بعض المناطق جافة وأخرى مضروبة بالفيضانات، كما أن هطول الأمطار يسبق أو يتأخر عن المواعيد المعهودة.

العامل الإداري:

- زيادة عدد السكان.
- سوء استخدام المياه أو الإفراط في استخدامها.
- الهجرة للمدن ترفع معدل طلب المياه في المدن.
- القطع الجائر للأشجار والنباتات الرعوية.
- سوء استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية مما يلوث المياه السطحية وغيرها من العوامل.

الموارد المائية في الصومال:

المياه السطحية والجوفية:

تقدر كمية المياه المتوفرة في العام بنحو ١٣,٥ مليار متر مكعب حيث تنخفض تلك الكمية بصورة مستمرة من عام لآخر لأسباب عديدة. إضافة إلى ذلك، فإن ٥٦% من تلك الكمية مصدرها إثيوبيا ولها خطورتها الإستراتيجية والاقتصادية والاجتماعية أي نحو ٦ مليارات متر مكعب فقط مصدرها من داخل البلاد.

تنقسم المياه إلى سطحية وجوفية، حسب التقديرات المتاحة، فإن كمية المياه الجوفية في الصومال أكبر من كمية المياه السطحية. ولا يوجد ما يمكّن من استخراجها نسبة لعدم توفر الموارد المالية والتقنية.

يجري في الصومال نهرا جوبا (٥٨٠ كلم) وشبيلي (٦٣٠ كلم) داخل البلاد. يرتفع مستوى منسوب المياه أو ينخفض حسب جودة أمطار الموسمين، وتقدر كمية المياه في الثانية بالمتوسط العام بنحو ٢٠٣ متر مكعب لجوبا ونحو ٧٣ متراً مكعباً لشبيلي.

كلا النهرين ينبعان من مرتفعات جبال إثيوبيا (الحبشة)، حيث إن نهر جوبا يشق جمهورية الصومال من الغرب إلى جنوب الشرق ويصب في المحيط الهندي، ولا يستفيد من مائه إلا قليل من الناس، وفي بعض الأحيان يتحطم جداره مسبباً فيضانات ويفسد ما زرعه المزارعون ويشردهم من بيوتهم ومن قراهم إلى القرى المجاورة لهم. فالخسارة كبيرة في النفس والمال، والبيئة، فلا توجد إدارة تدير المياه وتوجهها قبل فيضاناتها.

طول نهر جوبا يقدر ٨٠٠ كم، الأماكن التي تستفيد من مياهه من منطقة (بارطيري) إلى منطقة مدينة (كسمايو). نهر جوبا له مخزان مائتان هما:

١- فانولى.

٢- مغانبو.

يستفاد من الماء في هذين المخزنين لمشروع السكر والموز في مريرى، حيث يوجد في الصومال أفضل موز في العالم، وعدد المزارع التي بدأت في هذا المشروع يبلغ ٨٠٠ مزرعة إلى ٩٠٠ مزرعة.

أما نهر شبيلي فإنه يشق جمهورية الصومال من الشمال الغربي إلى الجنوب الغربي، وهو أطول من نهر جوبا، وأكبر الأراضي الزراعية تقع في منطقة نهر شبيلي، وهو أيضاً أكثر فيضاناً من نهر جوبا، ولا يستفيد من مائه إلا القليل.

من جانب آخر، يوجد في الصومال أودية كثيرة تجرى فيها مياه المطر، والعيون التي تتبع من رؤوس الجبال وخلال شقوقها، ولا يستفاد من مياهها أيضاً لعدم الاستعداد وقلة الإمكانيات، مثل وادي (حلن)، وادي (نجال) ووادي (درور)، ووادي (تفطير) الذي يجري من شمال الصومال إلى شرق شمال الصومال، من برعة إلى أيل وهو مجرى مائي مدته شهران أو شهر ولا تستفيد هذه الأودية من مائه شيء في الزراعة والادخار للشرب، مع أن هذه الأماكن أكثر أماكن الصومال التي تموت فيها البهائم والناس بسبب العطش، وليس فيه أماكن لحفظ المياه، فمن المفروض أن تُبنى منشآت مائية للحفاظ على الماء.

من المصادر المائية الصومالية العيون ومنها:

١- عين بيطبا.

١- عين أفين قرب بوصاصو.

نهر شبيلي يمر في عدة مدن منها: هيران، جوهر، ومركة، من محافظتي شبيلي السفلى والوسطى. ويخرج من النهر عدة ترع، فتسقى بها الأراضي الزراعية المزروعة بمختلف

المحاصيل من الخضروات والفواكه والحبوب والذرة السودانية والذرة الصومالية والقصب السكري. وهناك أيضاً عدة قنوات تجري فيها المياه مثل القناة الكبرى التي تسمى (قناة طويلة) وهي التي تخرج من نهر شبيلي الوسطى بموازاة قرية (بناني) القريبة من مدينة جوهري، وهذه القناة تسقي ٣١٣ بستاناً، بمعنى أنها تسقي أكثر من ٣١٣ أسرة ومزارعها، وتقدر هذه المساحة بحوالي ٦٨٤ هكتاراً. وتتفرع من النهر ثلاث ترع واسعة، ويتفرع من هذه الفروع فروع صغرى تسقى بها الزروع والبساتين، ولها ثلاثة أبواب مما يعني التحكم في مياه الفيضان عندما يمتلئ النهر بالماء، ولها أيضاً محركات مائية كبرى تخرج الماء من النهر حينما يقل ماء النهر، وهذا يحتاج إلى الإمكانيات كالأليات والجرافات، والحافرات التي تستخدم بتصفية الترع، والقنوات المائية.

وفق تقديرات عام ١٩٨٧، يستغل الصومال نحو ٧% من المياه المتاحة وأن ٩٧% من تلك الكمية يستخدم للأغراض الزراعية ونحو ٣% يستخدم للاستهلاك المنزلي.

أما المياه المستخدمة في المدن، بعد أن توقف عمل شبكة المياه فيها بسبب الحرب، فمعظمها تقريباً من الآبار السطحية مما يعرضها للتلوث بالملوثات البيئية. حسب تقديرات (ICRC) في عام ١٩٩٧ بلغ عدد الآبار في العاصمة بنحو ٦٥٠ بئراً وقدر ما سحب في اليوم من الماء بنحو ٤٥ ألف برميل.

الأمطار:

يعتبر المطر من أهم المظاهر التي يتحول إليها بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة في طبقات الجو العليا.

وللمطر أهمية عظيمة فمنه نستمد المياه العذبة لحياتنا، فمائه إما أن يكون على سطح الأرض فيكون منه الأنهار والأودية وإما يتسرب في القشرة الأرضية فيكون مياه جوفية في هيئة عيون وآبار.

الأمطار في الصومال لها موسمان وهما:

١- فصل الربيع وهو الموسم الرئيسي ويسمى جو (Gu')، تهب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية وتسبب في سقوط الأمطار في معظم أجزاء البلاد، وذلك في شهور أبريل، ومايو، ويونيو، كما تسقط أمطار صيفية (Xagaa) خفيفة، في شهور يونيو، ويوليو، وأغسطس، في السواحل الجنوبية المطلة على المحيط الهندي.

٢- فصل الخريف ويسمى دير (Dayr)، ويبدأ من شهر سبتمبر، وينتهي في شهر نوفمبر، وفيه تسقط كمية كبيرة من الأمطار على جبال (جولس) في شمال البلاد، وهذه الأمطار أفضل

للزراعة ولماشية الصومال، والتي هي غالباً الأغنام، والأبقار، والإبل.

ويقدر المتوسط العام للأمطار البلاد بنحو ٢٥٠ ملم، مع وجود تباين كبير في توزيعها بين أقاليم البلاد، إذ يبلغ أعلاها ٧٠٠ ملم، ومعدل أغلب المناطق يبلغ ٢٠٠ ملم. وبصورة عامة تعتبر مياه الأمطار في الصومال بسيطة جداً، ويقدر معدل التبخر في العام بنحو ٢٠٠٠ ملم. الجدول رقم (١) يبين بيانات حول كمية مياه الأمطار السنوية ومعدل تبخرها في المدن الرئيسية في الصومال.

الجدول رقم (١)
كمية مياه الأمطار السنوية ومعدل تبخرها في
المدن الرئيسية في الصومال

المدن	كمية مياه الأمطار في العام (ملم)	كمية تبخر المياه في العام (ملم)
مقديشو	٥١٨	١٨١٨
هرجيسا	٤٢٣	٢٠٠٠
كسمايو	٣٧٩	٢٠٠٠
برعو	٢١١	٢٢٥٠
بيضاوي	٥٣٥	١٨٠٠
جالكعيو	١٤٨	٢٠٩٠
بوصاصو	١٤	٢٧٠٠
بلدوين	٢٦٦	٢٠٣٠

وفق البيانات المتاحة، تضرب البلاد موجات الجفاف نحو ١٧ مرة في كل ٥٠ عاماً، أي معدل مرة واحدة في كل ٣ سنوات، كما تضرب الفيضانات البلاد مرة واحدة في كل ١٥-٢٠ عاماً. على سبيل المثال؛ ضربت الفيضانات البلاد في عام ١٩٦٤، ١٩٨٤ و ١٩٩٧ مما سبب المجاعة والأمراض الفتاكة للمواطنين.

ماء البحر:

من نعم الله على عباده أن يجعل البحار، والمحيطات يعيش فيها ما لا يعمله إلا الله مما ينفع الإنسان من لؤلؤ وأسماك، وجواهر متنوعة والركوب عليها بقوله تعالى: (وعليها وعلى الفلك تحملون) إلى البلاد النائية.

فللبلاد الصومالية: ساحل طوله حوالي ٣٣٣٣ كلم، فهي من أطول الدول الإفريقية ساحلاً،

ومع هذا لم نستطع أن نستفيد استفادة كاملة، لأن الصومال بعد أن أخذت استقلالها عام ١٩٦٠م، بدأت الحكومات التي تعاقبت على الحكم لم تساهم بالاستفادة من المياه وبخاصة من ماء البحار. وبعد سقوط الحكومة عام ١٩٩١م عمت الفوضى في البلاد وتأخرت عما كانت عليه قبل الحرب.

ترشيد المياه في جميع الدول عامة وفي الصومال خاصة:

من الممكن أن تساهم النقاط التالية في حل مشكلة المياه وإسرافه وهي:

- ١- أن يوجد أناس أهل علم يعرفون بأهمية الماء وكيفية ترشيده.
- ٢- أن تقوم الدولة بدورها بالحفاظ على الماء وإيجاد أماكن مخصصة توفر فيها كميات كبيرة من الماء مثل البحيرات الصناعية والسدود.
- ٣- ترشيد استخدام المياه واستغلاله الاستغلال الأمثل.
- ٤- أن تراقب الدولة كيفية استفادة جميع أفراد المجتمع من المياه.

الخلاصة:

بصورة عامة، المياه نادرة في بعض الأماكن في كثير من البلدان، لذا يتوجب أن نحافظ عليها بقدر الإمكان، وهذه مسئولية فردية وعامة في آن واحد، إذ لا حياة بدون ماء لقوله تعالى: (وجعلنا من الماء كل شيء حي).

فعلى المستوى العام أن تقوم الدولة ببناء السدود لحجز مياه الأمطار، والأنهار المتدفقة في الأودية وتخزينها. وعلى المستوى الفردي، فيجب عدم الإسراف في استخدام الماء أو هدره. فمسئولية المحافظة على المياه مسئولية خاصة وعامة من الفرد إلى الأسرة وإلى المجتمع وإلى الحكومة، ولا غنى لأحد عنها، لذلك يجب الترشيد في استعمال المياه في جميع المجالات سواء للشرب والغسل والري في الزراعة وما إلى ذلك. واجب على جميع دول العالم أن تقوم بدورها الهام لترشيد المياه وحفظها، والله سبحانه وتعالى أرشدنا في كتابه العزيز إلى أهمية المياه، إذ لا يمكن أن يوجد حياة أي كائن حي بدون ماء. وكذلك الإسراف في الماء حرام ولو بماء البحر كما في قوله تعالى: (وكلوا واشربوا ولا تسرفوا انه لا يحب المسرفين).

المياه في الصومال متوفرة سواء من الأنهار، أو الأمطار أو البحر أو المياه الجوفية، ولكن لضعف الإمكانيات الاقتصادية من ناحية، والحروب التي سادت على جميع البلاد من ناحية أخرى لا يمكن الاستفادة الكاملة منها، لذلك نرجو من الدول المجاورة وغيرها أن تتعاون بما لم نستطع أن نقوم به. قال تعالى: (وتعاونوا على البر والتقوى).

الأوضاع المائية في جمهورية مصر العربية "الوضع الراهن - المشاكل والمعوقات - الحلول"

إعداد

"د. محمد سمير أبو سليمان"

مدير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة

مقدمة

ولما كانت الزراعة هي عماد الاقتصاد القومي لذلك فقد عمدت الدولة متمثلة في وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي وهيئاتها إلى العمل على زيادة الرقعة الزراعية لمقابلة الزيادة المطردة في عدد السكان وتحقيق الاكتفاء الذاتي من الغذاء. حيث يتضاءل نصيب المواطن المصري من الأراضي حتى وصل إلى ٢ قيراط^١، ٢٢ سهماً على مستوى الدولة وكذلك قد تضاءل نصيب الفرد فيها من المياه ليصل إلى ما يقل عن ألف متر مكعب سنوياً وهو الحد الذي يطلق عليه حد الفقر المائي بعد أن كان نصيب الفرد من المياه في مصر منذ ما لا يزيد على مائتي عام يصل إلى حوالي عشرين ألف متر مكعب سنوياً.

ويعتبر نهر النيل المصدر الرئيسي والأكبر من المصادر المائية للبلاد؛ لأنه يزودها بما يزيد على ٩٥% من اجمالي ميزانيتها المائية. وتشترك تسع دول أخرى مع مصر في مياه نهر النيل، وتطل كل منها على حوضه، ست من هذه الدول تقع في هضبة البحيرات الاستوائية هي بوروندي ورواندا وزائير وكينيا وتنزانيا وأوغندا واثنان على هضبة ومرتفعات الحبشة هما اثيوبيا واريتريا ودولة تشترك مع مصر في كونها إحدى دولتي المصب وهي السودان. وتمتاز مصر بخاصيتين أساسيتين للوضع المائي بها وهما:

١- إنها الدولة الوحيدة في العالم والتي تخضع كل مساحتها الزراعية لنظام الري.

٢- نهر النيل هو المصدر الرئيسي للمياه والتي تتعرض منابعه في أفريقيا إلى فترات جفاف طويلة مما يؤثر على إيراده وبالتالي نقص كمية المياه المتاحة للاستخدام والتي تتعاطم كميتها يوماً بعد يوم. والجدول رقم (١) يوضح الموارد المائية المتاحة واستخداماتها في مصر.

الجدول رقم (١)
الموارد المائية المتاحة واستخداماتها في مصر

المورد	مليار متر مكعب في السنة
أ- نهر النيل	٥٥,٥
ب- المياه الجوفية (الدلتا والوادي)	٧,٤
ج- مياه الصرف الزراعي	٧,٠
د - مياه الصرف الصحي المعالج	١,١
هـ- مياه الأمطار	١,٠
و- من ترشيد استخدام مياه الري	١,٠
إجمالي	٧٣,٠
الاستخدامات المائية:	
للزراعة	٦٠,٧
للشرب	٥,٨
للصناعة وأغراض أخرى	٦,٥
إجمالي	٧٣,٠

أ- مياه نهر النيل:

هي المصدر الرئيسي لمياه الري في مصر إذ تبلغ حصة مصر ٥٥,٥ مليار متر مكعب سنوياً يستخدم منها ٤٩,٥ مليار متر مكعب/سنة للري والشرب والصناعة ويخزن الباقي في بحيرة ناصر. وبعد انتهاء مشروع قناة جونجلي بجنوب السودان ستزيد حصة مصر ٢ مليار متر مكعب/سنة. ويعتبر نهر النيل أكبر مصدر لمياه الري وأكثرها صلاحية حيث يتراوح تركيز الأملاح بها بين ٢٠٠ - ٣٠٠ جزء في المليون.

ب- المياه الجوفية:

تعتبر مصدراً مهماً لمياه الري في مصر ويمكن استخدامها خاصة في المناطق الصحراوية. ويمكن سحب المياه من الطبقة الرملية الجيدة النفاذية والتي قد تصل إلى عمق ٢٠ متراً في منطقة الدلتا. ومصدر المياه الجوفية هو نهر النيل نفسه والأمطار. والمستهدف هو استخدام حوالي ٧,٤ مليار متر مكعب سنوياً. وفي الساحل الشمالي توجد المياه العذبة طافية فوق المياه المالحة لذا يجب الحرص عند سحب المياه العذبة. وتتفاوت صلاحية مياه الآبار للري تفاوتاً كبيراً حسب المنطقة وكمية الأمطار وبعدها عن البحار والبحيرات والمجاري المائية العذبة. ويتراوح تركيز الأملاح في المياه الجوفية من أقل من ١٠٠٠ إلى عدة آلاف جزء في المليون.

ج- مياه المصارف الزراعية:

تعتبر مياه الصرف الزراعي في مصر من أهم موارد المياه غير التقليدية والتي تعتمد عليها الدولة في خططها وسياساتها للتوسعات الزراعية. وإعادة استخدام مياه الصرف أخذت مكاناً لها في السياسات المائية ابتداءً من عام ١٩٧٥م.

وترجع أهمية إعادة استخدام مياه الصرف إلى استقطاب الفوائد المائية وبالتالي رفع كفاءة شبكة الري. ويصل حجم ما يعاد استخداماً حالياً من مياه الصرف حوالي ٤,٥ مليار متر مكعب سنوياً من خلال ٢٣ موقعاً للخلط أطلق عليها المستوى الرئيسي لإعادة الاستخدام ويدار بواسطة المستوى المركزي لتوزيع المياه بوزارة الموارد المائية والري، وتتوي الدولة التوسع في إعادة الاستخدام لزيادة هذه الكمية حتى ٧ مليارات متر مكعب من خلال ثلاثة مشروعات كبيرة تم تنفيذ البنية الأساسية لها وبعضها لم يعمل بسبب ارتفاع مستوى التلوث بمياه المصارف.

ويوضح الجدول رقم (٢) تطور إعادة استخدام مياه الصرف خلال الفترة من ١٩٨٤/٢٠٠٤م.

د- مياه الصرف الصحي المعالج :

يتم استخدام مياه الصرف الصحي في مصر منذ عام ١٩١٥ وذلك في منطقة الجبل الأصفر شمال شرق القاهرة، وذلك لزراعة ١٠٥٠ هكتار بعد المعالجة الابتدائية. وحالياً فإنه يتم التوسع في استخدام الصرف الصحي المعالج أولياً وثانوياً وتقدر حالياً مياه الصرف المعالج سنوياً بحوالي ١,١ مليار متر مكعب ومن المتوقع أن يصل في عام ٢٠٢٧ إلى ٢,٤ مليار متر مكعب.

هـ) مياه الأمطار:

كمياتها قليلة نسبياً ولا تزيد على ٨ بوصات سنوياً (١ مليار متر مكعب). ولا يمكن الاعتماد عليها وحدها في الزراعة وتعتبر قل المياه الطبيعية احتواءً على الأملاح حيث يتراوح التركيز من

٤٠-٥ جزءاً في المليون.

و- البرنامج القومي لتطوير الري (ترشيد استخدام مياه الري):

ينقسم برنامج تطوير الري إلى شقين:

١- تحديث وتطوير شبكات الري العامة.

٢- تحديث وتطوير شبكة المساقى والري الحقلى حيث تتضمن أعمال التحديث التالية:

جدول رقم (٢)

كميات (مليون متر مكعب) ودرجة ملوحة (جزء في المليون)

مياه الصرف المعاد استخدامها خلال الفترة ١٩٨٤/٢٠٠٤م

السنة	شرق الدلتا		وسط الدلتا		غرب الدلتا		الإجمالي	
	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة	الكمية	الملوحة
متوسط الفترة ١٩٨٤- ١٩٩٠م	١٣٥ ٣	٨٨٠	٧٣٥	٨٤٦	٧١٩	١٠٢٣	٢٨٠٦	٩١٣
متوسط الفترة ١٩٩٠- ١٩٩٣م	١٤٩ ٩	٩٦٥	١٨٥١	١١٨٩	٦١١	٩٢٨	٣٩٦٠	١٠٥٩
متوسط الفترة ١٩٩٣- ١٩٩٥م	١٤١ ٩	١٠٩٠	١٧٨٣	١١٥٤	٦٧٠	٧٥٩	٣٨٧٢	١٠٦٥
متوسط الفترة ١٩٩٥- ٢٠٠٤م	١٦٦ ٢	١٠٤٦	١٨٩١	١٠٦٧	١١٨٤	١٣٣١	٤٧٣٧	١١٢٦

أ- تزويد قناطر الحجز وأمام الترعى الفرعية ببوابات حديثة يتم من خلالها ضبط التصريفات والمناسيب.

ب- تزويد نهايات الترعى بالهدارات للتحكم في المياه المنصرفة.

ج- تزويد شبكات الري بوسائل القياس للتصريفات والمناسيب لإجراء المعايرة المستمرة.

د- الحد من الفواقد المائية وشبكات الري من خلال عملية تبطين المجاري المائية مع توحيد رفع المياه عند نقطة واحدة.

هـ- خلق روابط مستخدمي المياه لتوزيع المياه بالكم والكيف بهم مع جدولة الري على مستوى الحقل واتباع التوصيات الفنية لرفع كفاءة الري الحقلية.

المحاور الرئيسية لاستراتيجية الموارد المائية والري:

إن السياسة المائية والري في مصر تعتمد على الاستخدام الأمثل لحماية كل الموارد المائية المتاحة (كمّاً ونوعاً) لكافة الأنشطة حتى يمكن دعم كافة جوانب التنمية الاقتصادية والاجتماعية وذلك في إطار التنمية المتكاملة وحماية البيئة المائية.

ولتحقيق السياسة المائية والري لابد من تنفيذ الآتي:

- أ- تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية.
 - ب- تطبيق فكرة اللامركزية والتطوير المؤسسي.
 - ج- مشاركة المنتفعين في الإدارة.
- الإجراءات المتبعة لتفعيل استراتيجية الموارد المائية والري:

١- مياه النيل:

دعم التعاون مع دول حوض النيل من خلال مبادرة حوض النيل.

٢- تحسين كفاءة الري:

* استمرار مشروعات تنظيم الري لإعادة تأهيل نظم توزيع المياه في المناطق ذات الأولوية (المناطق التي تفقد فيها مياه الصرف إلى خارج نظام النيل أو المناطق التي لا يفضل فيها إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي لما قد يكون لذلك من تأثير سلبي على نوعية المياه).

* توفير خدمات التوعية اللازمة لطرق الري متضمنة جميع الأراضي الجديدة.

* تبطين الترع في الأحباس التي تعاني من فقد كميات كبيرة من المياه نتيجة التسرب.

* تسوية الأراضي بالليزر لزيادة كفاءة الري الحقلية.

* التحكم في مياه الصرف أثناء فترات زراعة الأرز.

* تطبيق طرق الري الحديثة في كافة الأراضي الجديدة ذات التربة الرملية الخفيفة.

* تطبيق طرق الري الحديثة تدريجياً في الواحات لتحل محل طرق الري التقليدية وتقليل زراعات الأرز بها تدريجياً.

* التحكم في تصرفات الآبار في المناطق الصحراوية.

* تحسين التشغيل والصيانة لنظم الري عن طريق مشاركة المستخدمين (مجالس المياه وروابط مستخدمي المياه).

٣- رفع كفاءة إدارة المياه من خلال:

* تطوير الإجراءات المؤسسية وتشمل:

- استكمال آلية التوافق بين الموارد والاحتياجات.
- إنشاء مجالس المياه على مستوى مراكز الري.
- تحقيق اللامركزية في إدارة المياه.
- مواصلة إنشاء روابط مستخدمي المياه على مستوى المساقى والترع الفرعية.

* تخصيص المياه وتشمل:

- تخصيص المياه لكل منطقة يتم بناءً على إعطاء فرص متساوية للمزارعين.
- تخصيص المياه داخل كل منطقة يتم بناءً على حصة محددة سنوياً للفدان وهذا يتطلب تطوير البنية الأساسية حتى تسمح بذلك.
- توفير الاحتياجات من المياه لكل موسم للزراعة من خلال اتفاقيات يتم عقدها بين وزارة الموارد المائية والري ومجالس المياه.

٤- تطوير البنية الأساسية لتوزيع المياه:

- إعادة تأهيل نظم الري ووضع أجهزة قياس التصريفات عند المواقع الرئيسية.
- إنشاء بوابات قياس معايرة عند مأخذ الترعة الفرعية.
- إنشاء بوابات ووسائل تحكم وقياس عند منتصف أو نهايات الترعة الفرعية.
- عمل هدارات وبوابات إضافية في المناطق التي تتطلب ذلك على شبكة الترعة.
- رفع كفاءة شبكات الري حتى يتسنى التحول من الإدارة بالمناسيب إلى الإدارة بالتصريفات.

٥- المياه الجوفية:

- الاستفادة من المياه الجوفية العميقة في الصحراء الغربية مع عمل متابعة ومراقبة لضمان الاستدامة.
- تحديد إمكانية كميات السحب من المياه الجوفية العميقة في سيناء والصحراء الشرقية.

- دراسة الاستفادة من المياه الجوفية متوسطة الملوحة في الزراعة والمزارع السمكية من خلال مشروعات تجريبية.

- الإدارة الجيدة لخزان المياه الجوفية السطحي للنيل والدلتا (المراقبة - عمل التراخيص تحديد أولويات الاستخدام، حماية الخزان من التلوث).

٦- إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي:

- * تطبيق إعادة الاستخدام الوسيط لمياه الصرف الزراعي على مستوى الترع والمصارف الفرعية في بعض المناطق المحددة.

- * عمل أولويات لإعادة الاستخدام في المناطق:

أ- التي تفقد فيه مياه الصرف إلى خارج نظام النيل.

ب- التي لا ينتج عنها تأثير ضار على الاستخدامات الأخرى "مياه الشرب".

ج- التي تكون عندها المياه الجوفية أقل عرضة للتلوث.

٧- مياه الأمطار والسيول:

- تعظيم الاستفادة من المشروعات الصغيرة لتجميع مياه الأمطار على الساحل الشمالي للبحر المتوسط .

- التقليل من مياه الري أثناء وبعد موسم الأمطار في شمال الدلتا. (تحقيق التوافق بين التصرفات والاحتياجات).

- عمل دراسات الجدوى لتجميع وحصاد مياه السيول في سيناء.

لتحسين نظم حصد المياه فإنه يجب أن تتخذ الإجراءات التالية:

- إدخال نظام المعلومات الجغرافية لحصر المساحات الصالحة لتطبيق طرق حصد مياه الأمطار المختلفة حسب طبيعة كل مساحة.

- اختبار طرق حديثه لتخزين مياه الأمطار (خزانات بلاستيك - تخزين المياه في المناطق الصخرية بعد معالجتها).

- تطبيق طرق حصد المياه الدقيق والمزارع المطرية المصغرة.

- تحسين تخزين مياه الأمطار في الأراضي الرملية مثل الساحل الشمالي وغرب الساحل الشمالي الغربي (برانى - السلوم) وذلك باختيار مواد معاملة التربة بالتغطية أو المعاملات الكيماوية لزيادة معدل الجريان السطحي.

- إقامة نظم حصد مياه معدلة لبعض المناطق مثل: رأس الحكمة التي يمكن إقامة نظم الري بمياه الأمطار الجارية Runoff irrigation.
- تحليل بيانات الأرصاد الجوية ودراسة طوبوغرافية الأرض وتركيب التربة لوضع النماذج المناسبة لحصد مياه الأمطار.
- إقامة مزارع إرشادية للأنشطة الزراعية المتكاملة تحت الظروف المطرية.
- تحديد السحب الآمن من الآبار السطحية والمتوسطة العمق خاصة في الساحل الشمالي الشرقي لمنع تدهور المياه حيث وصلت الملوحة إلى قيم عالية (٣٠٠٠ جزء في المليون) في معظم الآبار.
- تحديد مساحات التساقط لكل خزان أراضي مع إقامة السدود المناسبة لتوجيه مياه الجريان السطحي وفي نفس الوقت معاملة سطح التربة في منطقة التساقط.
- تنظيف وصيانة الخنادق المكشوفة وتحديد أنقى مساحة يمكن ريها عند كل خندق.
- رفع كفاءة وسائل قياس كل من الجريان السطحي، المطر الساقط، محتوى رطوبة التربة المجموع الجذري.
- إدخال الطاقة الجديدة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لرفع المياه لإمكان إقامة المزارع تحت الظروف المطرية وحصد مياه الأمطار في عمق الصحراء.
- التوسع في تطبيق الري التكميلي من المصادر المختلفة وأهمها:
- المياه المنقولة خلال قنوات الري.
- المياه الجوفية جيدة الصلاحية.
- المياه المخزنة بطرق حصاد مياه الأمطار.
- المياه المحلاة سواء من ماء البحر أو من المياه الجوفية.
- استخدام الميكنة الزراعية الملائمة للمناطق المطرية بداية من تجهيز الأرض حتى الحصاد وكذلك في إقامة الأعمال الهندسية لنظم حصد مياه الأمطار.
- رفع كفاءة استخدام وحدة المياه باستخدام محسنات التربة - تغطيه التربة - تطبيق نظم الزراعة بدون تربة.

٨- إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة:

تتكلف الدولة حوالي ٦٠٠ مليون جنيه سنوياً للمعالجة الجزئية لمياه الصرف الصحي ومن

ناحية أخرى فإن ٩٠٪ من أراضي مصر تعتبر أراضي صحراوية وتفتقر إلى الغطاء الأخضر بصورة ملحوظة وكذلك تفتقر إلى غابات الأشجار في صحاريها ومناطقها الساحلية. والحاجة ماسة إلى الغطاء الأخضر من منظور بيئي (تغير المناخ، التصحر.....الخ) كما أن الحاجة إلى الغابات ماسة من منظور اقتصادي (تستورد مصر الآن أخشاب للصناعة تبلغ قيمتها ٩٠٠ مليون دولار أمريكي سنوياً).

وهناك اختياراتان للتعامل مع مشكلة مياه الصرف الصحي وهما:

١- صرف مياه الصرف الصحي المعالج في الأراضي الصحراوية حيث تزداد خطورة تلوث الأراضي والمياه الجوفية.

٢- صرف مياه الصرف المعالجة إلى البحر والبحيرات الشاطئية مباشرة أو عن طريق غير مباشر من خلال المجاري المائية والمصارف حيث تزداد أيضاً الخطورة على صحة الإنسان وعلى البيئة البحرية.

ومع ذلك فإن مصر تستخدم الآن أسلوباً حديثاً للاستفادة من هذه الكمية الكبيرة من مياه الصرف الصحي المعالج وذلك عن طريق ري غابات خشبية وبذلك يتم زيادة الغطاء الأخضر والاستفادة من الأخشاب.

ولذلك فإن الحكومة منذ أوائل التسعينات أصدرت خططها القومية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالج وتم تطوير ممارسات جديدة عن طريق إنشاء غابات من صنع الإنسان تروى بمياه الصرف الصحي المعالج في مناطق صحراوية مختلفة بجوار مدن عالية أو متوسطة التجمع السكاني.

وحالياً تم إنشاء ١٣ غابة في مناطق مختلفة من محافظات الإسماعيلية - المنوفية - الجيزة - الإسكندرية - الدقهلية في الوجه البحري (مصر السفلى) وكذلك في الأقصر وقنا وأسوان في صعيد مصر (مصر العليا) وكذلك في الوادي الجديد في الصحراء الغربية وجنوب سيناء وفيما يلي خريطة تبين مواقع هذه الغابات .



وتبلغ المساحة الإجمالية المنزرعة حوالي ٦,٠٠٠ آلاف فدان تساوي تقريباً ٢٧٠٠ هكتار ويمكن وصف هذا الأسلوب الجديد والذي تم شرحه سابقاً في الصيغة التالية:

ماء عادم + أرض عادمة ← أشجار خضراء
(ماء صرف صحي معالج) (أراضي رملية صحراوية) (غابات شجرية)

وتتفّذ هذا المدخل الجديد في إعادة استخدام مياه الصرف المعالج يعتبر عامل أمان ضد المشكلات الصحية وتلوث البيئة التي تحدث عن طريق الأسلوب التقليدي بصرف مياه الصرف الصحي إما في الأراضي أو في قنوات الصرف أو البحر.

٩- تحلية المياه في المناطق الساحلية.

زيادة معدلات تحلية المياه خصوصاً في مناطق التجمعات السياحية الساحلية.

١٠- الصيانة:

- توفير أماكن ووسائل لتجميع المخلفات والنفايات في المناطق الريفية.
- مقاومة الحشائش في المجاري المائية ميكانيكياً أو بتربية الأسماك التي تتغذى عليها.

١١- الإجراءات الخاصة بالثروة السمكية والملاحة:

- * مراجعة السياسات الحالية تجاه عدم السماح بالأقفاص السمكية في نهر النيل والترع.
- * إزالة العوائق في نهر النيل في الأماكن الضحلة عن طريق تعميق المجرى لتحقيق

السيولة للنقل النهري.

١٢ - الإجراءات الخاصة بمياه الشرب والصناعة:

* إدارة الاحتياجات وتشمل:

- تركيب وإصلاح عدادات لقياس الاستهلاك الفعلي وزيادة تعريف الاستهلاك في صورة شرائح تصاعدية.
- زيادة الوعي العام لتقليل الفواقد من المياه.
- تشجيع استخدام تكنولوجيا حديثة أكثر توفيراً للمياه في الصناعة من خلال حوافز تشجيعية.

* التقليل من الفواقد وتشمل:

- التقليل من فواقد التسرب بإصلاح واستبدال الشبكات القديمة ووضع أولويات للمناطق ذات المشكلات الأكبر.
- التقليل من الفواقد الأخرى بإصلاح وتركيب عدادات قياس ومنع الوصلات غير القانونية.

١٣ - برامج مكافحة التدهور في الأراضي الخصبة لوادي النيل والدلتا والحفاظ على بيئتها واستعادة إنتاجيتها العالية قامت الدولة بتنفيذ ما يلي:

- أ- إدخال نظام الصرف المغطى في مساحة ٥,١ مليون فدان حتى عام ٢٠٠٢ و جار الآن استكمال الصرف المغطى في مساحة ٦٥٠ ألف فدان حتى عام ٢٠٠٧.
- ب- وضع برنامج تحسين الأراضي المتدهورة من خلال التسوية بأشعة الليزر وإضافة الجبس الزراعي ومحسنات التربة الأخرى والحرث العميق وغيرها من الأنشطة لعلاج ومقاومة تدهور التربة .
- ج- استنباط سلالات وأصناف نباتية عالية الإنتاج لمقاومة الجفاف والملوحة لكثير مثل المحاصيل الحقلية مثل الأرز والقمح والذرة وبعض الخضروات مع تطوير بعض أصناف الفاكهة مثل العنب والموز وتطوير واستنباط نباتات محاصيل غير تقليدية مثل النباتات المحبة للأملاح والطبية والعطرية وزراعتها في الأراضي المملحة.
- د- إتباع أسلوب المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية (والحشائش بإتباع بعض الوسائل

الحديثة بهدف حماية التربة والمجاري المائية من التلوث والحد من استخدام المبيدات الكيماوية.

١٤ - تنمية القدرات والمهارات:

أصبح من المؤكد أن عملية التنمية الزراعية الشاملة لا يمكن أن تقوم وتعطي نتائجها المستهدفة إلا بالاعتماد على الدعائم الثلاث الرئيسية التالية:

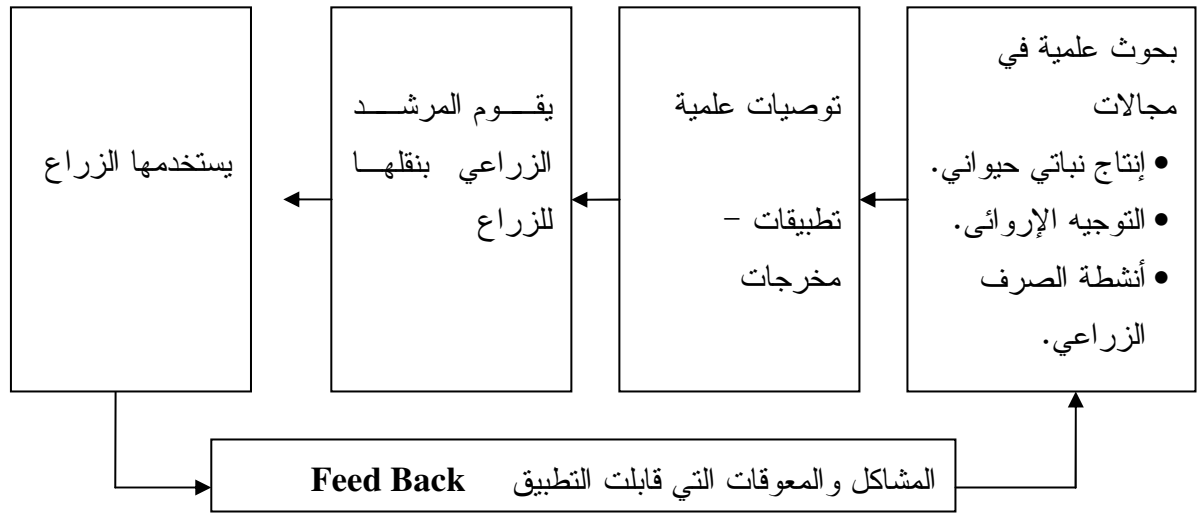
١- البحوث الزراعية.

٢- الإرشاد الزراعي.

٣- جماهير الزراعيين المسترشدين.

ولا يمكن أن يتحقق هذا الهدف إلا بالتعاون الكامل والتوثيق بين المسؤولين عن هذه الدعائم الثلاث فتهاون أحدهما وقصوره عن القيام بمسؤولياته سيؤثر ويضعف جهود الآخرين.

ومن ثم فلا بد من وجود علاقة دائمة ومستمرة ومتصلة لا تنتهي إلا بتطبيق الزراع لحزم التوصيات العلمية وإنما تبدأ منه حلقة أخرى بارتداد ما ينجم عن مشاكل التطبيق إلى البحث مرة أخرى بالتغذية المرتدة والذي يقوم مرة أخرى بالبحث عن حلول لتلك المشكلات المستجدة. وهكذا تستمر منظومة الإرشاد الزراعي ويمثل هذا النشاط الشكل التالي:



وقد أصبحت المهمة الأساسية للإرشاد الزراعي هي المساهمة الفعالة في تحقيق أهداف التنمية الريفية عن طريق دوره الأساسي في التنمية الزراعية والتي تمثل الركيزة الرئيسية في عملية التنمية الريفية.

وفيما يختص بطرق **الاتصال الجماهيري** فقد كان لها نصيب وافر في العمل الإرشادي المصري فزاد عدد المؤتمرات الإرشادية لمختلف الأنشطة الزراعية كما زادت الجهود والمشاركة الفعالة في البرامج الإذاعية والتلفزيونية خاصة مع زيادة عدد هذه المحطات على المستوى القومي والمحلي.

كما تساهم وزارة الزراعة في برنامج إدارة المياه وتحفيز مشاركة المزارعين ويظهر ذلك جلياً من خلال الأنشطة والبرامج التالية:

١- ترشيد استخدام مياه الري:

- تقدير الاحتياجات المائية وجدولة الري لمحاصيل الحقل والتراكيب المحصولية المختلفة.
- تقنيات الري الحقلية الحديثة (رش، تنقيط، ري سطحي مطور).
- تراكيب محصولية جديدة أقل استهلاكاً للمياه.
- خطوط استرشادية لإعادة استخدام مياه الصرف الزراعي ومياه الصرف الصحي المعالجة.
- تعظيم استخدام التربة والمياه (التقنيات الملائمة).

٢- تحفيز مشاركة المزارعين من خلال البرامج التدريبية المتخصصة، توفير القروض الميسرة للمزارعين ودعم المزارعين من خلال الإرشادات الموجهة وبخاصة في مجال الإدارة المتكاملة للري والصرف والتربة الزراعية وزيادة الوعي المائي لدعم المزارعين وزيادة قدراتهم على التعرف على أهم مشاكل الري الحقلية والحلول المناسبة لرفع كفاءة استخدام المياه.

٣- تدعيم المؤسسات الإرشادية وخدمات إدارة التربة والمياه ومخلفات المزرعة على مستوى الحقل:

- التحديد والتعرف على احتياجات الكادر الإرشادي من التدريب في مجالات تطبيقات إدارة التربة والمياه ومخلفات المزرعة على مستوى الحقل وإعداد البرامج التدريبية لإدارة الري الحقلية.
- تدريب وخلق الكوادر الفنية المختصة (اختصاصي إرشاد التربة والمياه والري الحقلية) من الرجال والنساء.
- توفير الموارد الإرشادية لنشر المعلومات ونتائج البحوث والدراسات وتطوير

آليات نقل البيانات والتوصيات من المعمل إلى الحقل.

- تنفيذ الحقول الإرشادية ومشاركة المزارعين بهدف توعية المزارعين بأهمية تطوير الري الحقلية وتحسين وصيانة المراوي وقنوات الحقل.

٤- تطوير خطوط استرشادية للتطبيقات وتحسين إدارة المياه على مستوى الحقل لتشمل:

- إدارة التربة الزراعية (التوصيات السمدية، إضافة محسنات التربة، تطبيقات المكافحة المتكاملة، تحسين المادة العضوية وخواص التربة الطبيعية والكيميائية).
- إدارة الري الحقلية (تطوير وتحسين المراوي المساقية الخاصة، جدولة الري الحقلية، التسوية الدقيقة بالليزر لرفع كفاءة الري الحقلية).
- تحسين وتطوير الصرف الحقلية والصرف المغطى (صيانة وتشغيل شبكة الصرف الحقلية، تقنيات تحسين الصرف الزراعي، ومحابس التحكم في مياه الصرف).
- حماية الموارد الأرضية والمائية (البيئة) وتشمل معالجة مخلفات المزرعة والاستفادة منها، تقليل استخدام الأسمدة الكيماوية وترشيد استخدام المبيدات، وتعظيم استخدام التربة والماء.

- تدريب المزارعين والمرشدين الزراعيين واحتياجات التدريب والتوعية.

٥- تشكيل وتدعيم لجان المراوي ودورها في برامج إدارة التربة والمياه ومخلفات المزرعة (تنظيمات مستخدمي المياه على مستوى المروى والحقل):

تعتبر برامج إدارة التربة الحقلية من البرامج الرائدة والتي بدأ في تنفيذها وعلى نطاق واسع منذ عام ١٩٩٧ وتهدف هذه البرامج إلى تحسين إدارة المياه والتربة الحقلية وتنمية الطاقة البشرية وزيادة مشاركة أفراد المجتمع الريفي رجالاً ونساءً، والإدارة الجيدة للنفايات والمخلفات الحقلية بطريقة اقتصادية والحفاظ على البيئة من التلوث ورفع زيادة إنتاجية المحاصيل المختلفة وترشيد استخدام الكيماويات الزراعية.

٦- تفعيل دور روابط مستخدمي المياه:

هي منظمات غير حكومية (خاصة) وتدار بمعرفة أعضائها من المنتفعين على المجرى المائي من أجل فائدتهم وتعمل في مجال توزيع المياه واستخداماتها وجميع الأنشطة التنظيمية الخاصة بهم في مجال الري وذلك من أجل رفع الإنتاجية الزراعية "

أهم الأدوار التي تقوم بها روابط مستخدمي المياه:

- المشاركة في تخطيط وتصميم وتنفيذ المساقى المطورة.
- تشغيل وصيانة ومتابعة المساقى المطورة.
- وضع وتنفيذ خطط لممارسة عمليات الري وصيانة المساقى والطلّمبات.
- تحسين أداء عمليات استخدام المياه على المستوى الحقلى.
- وضع وتحديد الأدوار والمسؤوليات لقادة المساقى ووضع أسس لحل المنازعات.
- فتح قنوات اتصال وتنسيق مع الجهات الأخرى المعنية بمجال الزراعة والري مثل الإرشاد الزراعى وبنوك القرى والجمعيات الزراعية ومراكز البحوث وخلافهما.
- فتح قنوات اتصال وتنسيق مع روابط مستخدمي المياه الأخرى ومع إدارات الري والتطوير.
- تنمية الموارد الخاصة بالرابطة لتحسين الأداء والصيانة.
- المشاركة مع المستويات الأعلى تنظيمياً على مستوى الفروع والتعاون الوثيق مع مهندس ري المركز.

ولذلك فإن من أهم أهداف البرنامج القومى للتوعية المائية:

- رفع مستوى الوعي المائى بأساليب وممارسات ترشيد استخدام المياه وترسيخ وتأهيل مفاهيم الاستغلال الرشيد والمتوازن لهذا المورد الشحيح.
- تأكيد دور أهمية المشاركة الشعبية ودور القيادات الريفية في نشر الوعي المائى وتبني الممارسات المائية المرغوبة.
 - المساهمة في نشر الوعي بالحفاظ على المياه خاصة لدى فئة المزارعين.
 - تدعيم وتطوير العمل الإرشادي المائى الزراعى وصولاً إلى خدمات إرشادية مائية أفضل.
 - نشر المعارف المؤكدة عن ندوة المياه في مصر ونشر الثقافة المائية لحسن التعامل مع هذه الثروة القومية النادرة في جميع أوجه الاستعمال بمسؤولية ودراية في المجال الزراعى.
 - التوضيح الكامل للموقف المائى في البلد وأبعاد الشح في المروء الهام.
 - التوضيح العلمى الموضح للفوائد التى تجنى من الاستهلاك المتوازن للمياه والأضرار المتوقعة من الإسراف في المجال الزراعى.

- تقريب المعلومات المصورة لمستوى فهم المزارعين بالأرقام والإحصاءات.
- خلق الوعي لدى المزارعين حول موضوع المياه من حيث ندرتها وكونها مورداً استراتيجياً للمستقبل مع مراعاة الأهمية لتطوير وسائل ومهارات أفضل للاستخدام الرشيد للمياه.

١٥- تضافر الجهود الإعلامية والمنظمات الأهلية ومؤسسات المجتمع المدني (رجال ونساء وشباب) في منظومة عمل متكاملة لإنجاز ما يلي:

- أ- المشاركة في إعداد الحملات الإعلامية لمخاطبة وجدان طوائف الشعب المختلفة بأساليب ملائمة لإيضاح خطورة عوامل التدهور عن المنظومة الإنتاجية البيئية للأراضي المنتجة في مصر.
- ب- المشاركة الفعالة في رقابة مصادر التلوث والتدهور والممارسات الخاطئة التي تؤدي إلى تدهور الأراضي في مصر والعمل كإحدى مجالات مقاومة هذه الممارسات.
- ج- إنشاء قواعد البيانات الخاصة بالموارد الأرضية والمائية وكذلك الأنشطة المتعلقة بهما مع استخدام الأساليب الحديثة لتقنية الاستشعار عن بعد ومتابعة التطورات واتخاذ القرارات الملائمة للحفاظ على هذه المكاسب.
- د- تطوير البرامج والأساليب التدريبية والأجهزة الإرشادية على أسس علمية حديثة لاستصلاح وإدارة الموارد الطبيعية في أراضي المناطق الصحراوية والمستصلحة والقديمة.
- هـ - تحسين الظروف الاجتماعية والاقتصادية لسكان المناطق الرعوية والصحراوية وخاصة البدو وتوفير المساعدات المالية لهم للحد من هجرتهم إلى المناطق الحضرية ورفع مستواهم الاقتصادي والاجتماعي.

الإرشاد الزراعي وترشيد مياه الري في جمهورية مصر العربية

إعداد

م. رضوان على رخا
م. أسامه محمد المغاوري
م. محمد فتحي العطار

مقدمة:

شهدت السياسة الاقتصادية في مصر تحولاً كبيراً من الاقتصاد المركزي إلى الاقتصاد الحر، والقطاع الزراعي هو أحد القطاعات في جمهورية مصر العربية التي ظهرت فيها هذا التحول بقوة.

وبعد أن كانت الدولة هي التي تقوم بتنفيذ الدورة الزراعية وتحدد سعر بيع المحاصيل بل وتحدد القيمة الأيجارية للأرض الزراعية تغير هذا كله وأصبح للمزارع الحق في تحديد الدورة الزراعية المناسبة له وإمكانياته التي تحقق أكبر قدر من الربحية.

وعليه فإن الإرشاد الزراعي يقوم بترجمة إستراتيجية الدولة وأهدافها.

مفهوم الإرشاد الزراعي:

للإرشاد الزراعي تعاريف كثيرة تختلف في صياغتها و تتفاوت في التركيز على إظهار جوانب معينة في مفهوم العمل الإرشادي إلا أن كل هذه التعاريف تشترك في جوهرها ومضمونها

الأساسي .

فالإرشاد في أبسط معانيه ما هو إلا (تعليم) وتميز عن التعليم الرسمي الذي يتم داخل المدارس والمعاهد التعليمية و الجامعات فإنه يعتبر غير رسمي أي يتم خارج المدرسة.

" فهو عملية تعليمية غير رسمية تهدف إلى تعليم الريفيين كيفية تحسين أوضاعهم المعيشية والاقتصادية باستخدام جهودهم الذاتية عن طريق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة من أجل أسرهم ووطنهم".

فلسفة الإرشاد الزراعي مشتقة من مفهوم مساعدة الناس لمساعدة أنفسهم.

أهداف الإرشاد الزراعي:

- ١- زيادة الإنتاج و خفض التكاليف وبالتالي زيادة دخل المزارع.
- ٢- تبصير الزراع بمشاكلهم والاهتمام بها ومساعدتهم في تنظيم أنفسهم حتى يمكنهم معالجة هذه المشاكل.
- ٣- توعية الزراع وتنقيفهم وإكسابهم المعارف والمهارات بهدف تغيير أنماط السلوك والاتجاهات.
- ٤ - تنمية موارد المجتمع الزراعية والمحافظة عليها من خلال تطبيق أنشطة وبرامج إرشادية.
- ٦ - الاستخدام السليم للموارد الطبيعية والبشرية والمالية واستغلالها لصالح الفرد والمجتمع.
- ٧ - تنمية القيادات الريفية المحلية.
- ٨ - تشجيع المبادرة الفردية والعمل التعاوني والجماعي.
- ٩ - الاهتمام بالأسرة والمرأة الريفية.
- ١٠ - العناية بالشباب الريفي باعتبارهم زراع المستقبل.

مبادئ الإرشاد الزراعي:

- مشاركة الريفيين في تخطيط البرامج وتنفيذها ومتابعتها وتقويمها.
- تطوير إمكانيات الفرد في اتخاذ القرارات وتحمل مسؤولية تنفيذها.
- بث روح التعاون بين الريفيين.

- تطبيق مبدأ اللامركزية والديمقراطية وتعميقها.
- التعليم بالممارسة.
- التنسيق مع الجهات الأخرى.
- احترام خبرات الريفيين وتجاربهم.
- مراعاة سياسة الدولة والتقاليد والعادات السائدة.
- استخدام طرق ومعينات مختلفة للاتصال بالريفيين.

رسالة أو منهج الإرشاد الزراعي:

يقوم الإرشاد الزراعي بتعليم الريفيين أحدث التوصيات أو نتائج البحوث الزراعية التطبيقية المفيدة والتي تشمل أي فكرة زراعية نافعة أو مهارة محسنة أو اتجاهات وأساليب زراعية مطورة فلا تقتصر رسالة الإرشاد الزراعي على مادة علمية محددة أو منهج معين يفرض على الريفيين بل رسالته يمكن أن تكون أي معرفة أو ممارسة نافعة تتبع أساساً من أنشطة المجتمع الريفي نفسه وتعالج اهتماماتهم واحتياجاتهم الملحة وتقدم حلولاً فعلية لمشاكل يعاني منها المجتمع.

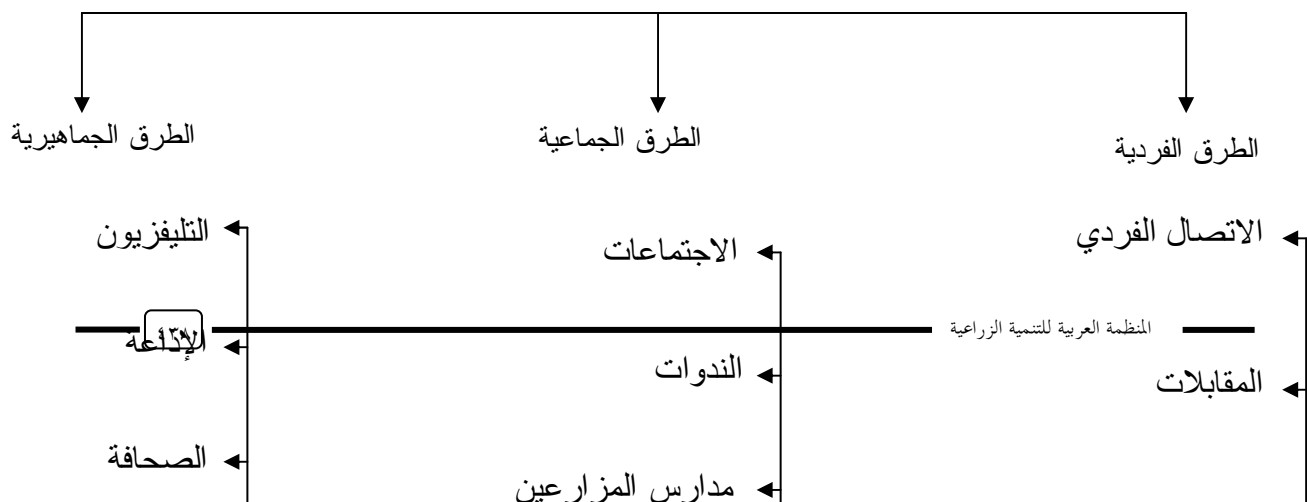
كيف يتمكن الإرشاد من تحقيق هدفه:

لتوصيل الرسالة الإرشادية إلى جمهور المسترشدين (الريفيين) وتبنيها يستخدم الإرشاد الزراعي طرق (قنوات) تعليمية (اتصال) متعددة ومتنوعة لتغيير معارف ومهارات وسلوك الزراع (الشكل رقم (١)).

الشكل رقم (١)

طرق الإرشاد الزراعي

الطرق الإرشادية



مجالات عمل الإرشاد الزراعي:

يعالج الإرشاد الزراعي كافة المجالات الزراعية مثل الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني - الاقتصاد المنزلي - الإدارة المزرعية - تخزين ونقل وتسويق المحاصيل - حماية البيئة الريفية من التلوث - تحسين المستوى والوعي الغذائي والصحي - محو الأمية للأفراد - صيانة وتحسين التربة وكل ما يهم المجتمع الريفي وخاصة حاجاتهم المحسوسة ومشاكلهم الملحة.

الإرشاد الزراعي وترشيد المياه:

من المشاكل الملحة التي يتعامل معها الإرشاد الزراعي مع الريفيين وهي الموارد المائية المحدودة حيث إن نصيب الزراعة من المياه المتاحة لكل الاستخدامات يتناقص لصالح الزيادة في استهلاك المياه بواسطة قطاعات أخرى لذا إن تطوير استخدام وإدارة الري أصبح مطلباً ملحاً والقضية هنا كيفية التعايش مع نقص المياه وخاصة بعد إلغاء التدخل الحكومي في التركيب المحصولي مما أدى إلى زيادة استهلاك مياه الري.

وفي حدود حصة مصر من مياه نهر النيل والبالغة ٥٥,٥ مليار متر مكعب يتضمن الوفاء بالطلب على مياه الري للأراضي القديمة والجديدة والاستخدامات المنزلية والصناعية.

دور الإرشاد الزراعي في ترشيد مياه الري:

- مشروع تطوير وتقوية النظم المزرعية لصغار الزراع في (ج.م.ع) حيث تم التعاون مع المنظمة العربية في تنفيذ برامج إرشادية في عدد أربع محافظات هي (المنيا - الفيوم - المنوفية - كفر الشيخ) وتم استخدام التقنيات الحديثة وحزم التوصيات الفنية التي استهدفت مساعدة الزراع على ترشيد مياه الري.

- مشروع تطوير الري، حيث يقوم الإرشاد الزراعي بالتعاون مع وزارة الري والموارد

المائية ومعهد بحوث الأراضي والمياه بوضع البرامج الإرشادية لمحافظة البحيرة وكفر الشيخ على النحو التالي:

- * إعداد الاختصاصيين والمرشدين (بأهم حزم التوصيات الفنية وطرق تطوير الري والاتصال).
- * إعداد القادة الريفيين (بمناطق المشروع) لتزويدهم بالمعلومات عن طرق تطوير الري.
- * التوعية باستخدام المحاصيل البديلة التي تحتاج إلى كمية أقل من المياه مثال (استبدال محصول بنجر السكر بمحصول قصب السكر).
- * التعاون مع معهد بحوث المحاصيل الحقلية لاستنباط أصناف مبكرة النضج قصيرة المكث في الأرض خاصة في محصول الأرز.
- * تخطيط برامج تشجع الزراعة على استخدام التسوية بالليزر كخدمة إرشادية تساعد على ترشيد استخدام مياه الري ورفع كفاءة الري الحقلية.
- * إعداد برامج تشجع الزراعة على الزراعة ميكانيكياً والحصاد ميكانيكياً مما يؤدي إلى وفرة ملموسة في مياه الري.
- * إعداد برامج لنشر استخدام تقاوي معتمدة وعالية الجودة مما لها الأثر الإيجابي في وفرة مياه الري.
- * إعداد برامج للتوعية باستخدام طرق الري الحديثة كالتنقيط والرش بالأراضي الجديدة وتبطين المراوى والأنابيب المبنية بالأراضي القديمة وذلك بالتعاون مع وزارة الري والموارد المائية ومعهد بحوث الأراضي والمياه.
- * إعداد مرشد مائي مختص.
- * إعداد المرشد المائي بكافة المعلومات (المحاصيل المختلفة - المقننات المائية - التركيب المحصولي - طرق تطوير الري).
- * إعداد القادة الريفيين.
- * حث القادة الريفيين على عمل روابط لكل منطقة لمناقشة احتياجاتهم وحل مشاكلهم.
- * إصدار نشرة إرشادية في مجال المحاصيل المختلفة ومقنناتها المائية وطرق تطوير الري.
- * إصدار ملصقات إرشادية.
- * عقد أيام حقل يدعى فيها زراع المنطقة لنشر الممارسة الجديدة.

هيكلية الإرشاد الزراعي:

ويحقق الإرشاد الزراعي أهدافه ويطبق إستراتيجية الدولة بهيكلة الآتي:

رئيس الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي

- إدارة المكتب الفني.
- إدارة البرامج الإرشادية.
- إدارة المتابعة والتوجيه.
- إدارة الوسائل الإرشادية.
- إدارة الشؤون المالية والإدارية.
- إدارة المراكز الإرشادية.
- إدارة النهوض بالقطن.
- إدارة الإرشاد البستاني.
- إدارة الإرشاد التسويقي.
- إدارة النهوض بالمحاصيل وبالأراضي الجديدة.
- إدارة التنمية الريفية.
- إدارة المجالس الزراعية.
- إدارة الوحدات الزراعية.
- إدارة الإرشاد الحيواني.
- إدارة النهوض بالمحاصيل السكرية.
- إدارة النهوض بالمحاصيل البقولية الزيتية.

بالإضافة لـ ٩ مناطق إرشادية زراعية موزعة بمحافظات مصر بالوجه البحري والقبلي.

كلمة

معالي الدكتور سالم اللوزي
مدير عام المنظمة العربية للتنمية الزراعية

- الأستاذ الدكتور محمد سمير أبو سليمان المحترم
- ممثل معالي الأستاذ أمين أباطة المحترم - وزير الزراعة واستصلاح الأراضي
- السادة الخبراء المحاضرون في تنفيذ برنامج الدورة
- السادة ممثلو الدول العربية
- السيدات والسادة الحضور الكرام

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،،

نيابة عن معالي الدكتور/ سالم اللوزي المدير العام للمنظمة العربية للتنمية الزراعية والذي حالت ارتباطات سابقة دون حضوره هذا اللقاء الهام، يسرني أن أقف أمامكم في هذا الصباح لنفتتح أعمال الدورة التدريبية القومية لتدريب مدربين في مجال التوعية المائية لإقليم المنطقة الوسطى. وأن أنقل لكم تحيات معاليه الخالصة وتمنياته بنجاح أعمال هذه الدورة.

إنه لمن دواعي سروري في هذا اليوم أن نفتتح أعمال الدورة التدريبية في مجال التوعية المائية لإقليم المنطقة الوسطى والتي تعقد في أرض مصر، هذا البلد العربي الأصيل ذو التاريخ العريق وصاحب الخطوات الكبيرة والجهد المرموق لبناء صرح العمل العربي المشترك، وباسم

المنظمة العربية للتنمية الزراعية يسعدني أن أرحب بكافة المشاركين والضيوف الكرام وأن أشكر وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي على رعايتها الكريمة لأعمال هذه الدورة الهامة.

السيدات والسادة،،

يمثل التزايد المستمر في ندرة المياه تحدياً كبيراً يواجه البشرية جمعاء ويظهر هذا التحدي بجلاء في وطننا العربي والذي يعتبر من أكثر مناطق العالم جفافاً فحوالي ٦٧% من الأراضي العربية تقل فيها الأمطار عن ١٠٠ ملم في السنة. ونسبة كبيرة من أراضيها تقع في الصحراء الكبرى حيث تتعدم الأمطار تماماً، ولقد أملت عليه الظروف الطبيعية معدلات استخدام مرتفعة للموارد المائية العربية مقارنة بالوضع العالمي، فتقدر نسبة استخدام الموارد المائية من جملة الموارد المائية المتاحة بالدول العربية بحوالي ٧٧% في حين تبلغ ٨% على نطاق العالم. وإن أكثر من ٧٠% من الدول العربية تقع تحت مستوى حد الفقر المائي والذي يقدر ب ١٠٠٠ م^٣/فرد، ويتوقع كنتيجة للتزايد السكاني في المنطقة العربية أن تقع غالبية دول الوطن العربي -إن لم نقل كلها- تحت مستوى حد الفقر المائي قبل نهاية الربع الأول من القرن الحادي والعشرين.

تعتبر دول إقليم المنطقة الوسطى الأكثر حظاً من حيث وفرة المياه واستهلاكها في المنطقة العربية، فنصيبها من الموارد المائية العربية حوالي ٤١% وهذه النسبة هي الأعلى مقارنة مع باقي أقاليم الوطن العربي، ومتوسط نصيب الفرد السنوي من المياه المتاحة حوالي ٨٨٠ متراً مكعباً وهذا يزيد على المتوسط العام للدول العربية والذي يصل إلى ٨٠٧ متراً مكعباً. لكن تبقى ندرة الموارد المائية العربية والإفراط في استخدامها هي العامل المشترك بين كافة الدول العربية، حيث أثرت سلباً على جهود وبرامج التنمية الرامية للوصول إلى أهداف الأمة سواء في مجال تحسين توعية الحياة للعاملين في القطاعات الزراعية، أو في مجال الحد من حالات الانكشاف الغذائي الذي تعاني منه معظم دول المنطقة. فالمقدر إتاحتها من موارد المياه للأغراض الزراعية يتصف بالثبات أو الجمود النسبي، إذ يقدر أن تتزايد الكميات المتاحة للزراعة من المياه من نحو ١٦٩ مليار متر مكعب سنوياً لتصل إلى نحو ١٧١ مليار متر مكعب وذلك مع حلول عام ٢٠٢٥. هذا في الوقت الذي يكون فيه عدد السكان العرب قد زاد ليتجاوز نصف مليار نسمة، أو ما يعادل نحو ١٨٠% من عدد السكان في عام ٢٠٠٣.

كل هذه التحديات تدعو إلى ضرورة بذل الجهود وتعبئة الطاقات ومراجعة كافة السياسات المتعلقة باستخدام هذا المورد بهدف الارتقاء بكفاءة استخدامه ومواجهة زيادة الطلب المستقبلية المتوقعة عليه بما يتفق مع متطلبات تحقيق الاستقرار للمجتمعات العربية التي ما زالت تعاني من تدني الوعي وبالأخص بين مستخدمي المياه، وهذا من أبرز التحديات التي تواجه مستقبل الموارد المائية العربية.

السيدات والسادة،،

إن المنظمة العربية للتنمية الزراعية قد أخذت على عاتقها مسؤولية تحقيق التنمية الزراعية المستدامة في المنطقة العربية، وقد وظفت في سبيل تحقيق تلك الغاية كل ما أتيح لها من موارد بشرية ومالية، فأعدت الدراسات والمسوحات الميدانية لتقييم الموارد الطبيعية والإمكانات المتوفرة في المنطقة للإنتاج الغذائي الآمن. وتقديراً من المنظمة العربية للتنمية الزراعية لما تمثلته ندرة المياه من آثار سلبية على الأداء التنموي الزراعي، فقد أولت قضايا المياه اهتماماً خاصاً محاولة منها لتشخيص مواطن الضعف في الأداء الزراعي العربي، وبلورة الحلول المناسبة لها، ولقد رأت أهمية وضرورة إعداد مشروع قومي للتوعية المائية يشمل كل الدول العربية. وبدأت بالفعل بتنفيذ مشروع في هذا المجال بتمويل من صندوق الأوبك للتنمية الدولية OPEC والصندوق الدولي للتنمية الزراعية IFAD بالتعاون مع المركز الدولي لأبحاث التنمية IDRC، وتأتي هذه الدورة تنفيذاً لأول بنود هذا المشروع في إقليم المنطقة الوسطى، والتي تهدف إلى تدعيم وتطوير العمل الإرشادي المائي الزراعي في الدول العربية وصولاً إلى خدمات إرشادية مائية أفضل وذلك بتأهيل كوادر من القيادات الإرشادية من الدول العربية في مجال التوعية والإرشاد المائي. ويتضمن برنامج الدورة جلسات نظرية تنويرية عامة، وزيارات حقلية، وجلسات مناقشة، والتي ستحقق من خلالها أهداف الدورة.

والمنظمة العربية للتنمية الزراعية إذ تشكر لكم حضوركم للاستفادة من برنامج هذه الدورة، فإنها تعول عليكم كثيراً كحماة لهذا المورد الاقتصادي المهم وتضع على عاتقكم مسؤولية التدريب في دولكم كمدرّبين في مجال التوعية المائية، لذلك نرجو قيامكم باستخلاص أقصى ما تستطيعون من معلومات من الخبراء الذين ينفذون برنامج هذه الدورة، وأدعو الجميع إلى التوسع في مناقشة الأوراق والتقارير القطرية واستخلاص الدروس المستفادة من التجارب المطروحة حتى تتحقق الأهداف المتوخاة من هذه الدورة في تأهيل مدرّبين.

وفي الختام أكرر شكري وتقديري لحكومة جمهورية مصر العربية قيادة وحكومة وشعباً على استضافتها هذا اللقاء وعلى حسن الاستقبال وكريم الضيافة وأخص بالتقدير معالي الأستاذ أمين أباطة وزير الزراعة واستصلاح الأراضي على رعايته الكريمة لهذه الدورة، أكرر الترحيب بكم جميعاً ولكم منا كل التقدير على حرصكم للحضور والمشاركة في هذه الدورة.

وفقنا الله لما فيه الخير لأمتنا العربية

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

كلمة

د. محمد سمير أبو سليمان
مدير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة
وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضي
جمهورية مصر العربية

- الأستاذ الدكتور/ محمد عيسى مجدلاوي
ممثل الدكتور سالم اللوزي - المدير العام للمنظمة العربية للتنمية الزراعية
- الأستاذ الدكتور/ صلاح أبو رية
رئيس مكتب المنظمة العربية للتنمية الزراعية بجمهورية مصر العربية
- الأخوة الأشقاء الحضور من السودان والصومال وجيبوتي أهلاً ومرحباً بكم في بلدكم الثاني
جمهورية مصر العربية.

كما تعلمون حضراتكم تقع الموارد المائية العذبة في العالم تحت ضغوط متزايدة وقد أدى النمو السكاني وزيادة في النشاط الاقتصادي وتحسين مستوى المعيشة إلى زيادة المنافسة والصراع حول الموارد المائية العذبة الشحيحة وغير القابلة للزيادة وفق المتطلبات.

ولما كانت الزراعة هي عصب الاقتصاد القومي فقد قامت جمهورية مصر العربية متمثلة في وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي وهيئاتها إلى العمل على زيادة الرقعة الزراعية لمقابلة الزيادة المضطردة في عدد السكان وتحقيق الاكتفاء الذاتي من الغذاء حيث تضاعل نصيب المواطن المصري من الأرض الزراعية وهو الذي يطلق عليه حد الفقر المائي ويعتبر نهر النيل

هو المصدر الرئيسي للمياه إذ تبلغ حصته ٥,٥٥ مليار متر مكعب سنوياً بالإضافة إلى بعض المصادر الأخرى. التي يتم استخدامها كمكملات لعمليات الري وهي المياه الجوفية ومياه المصارف الزراعية ومياه الصرف الصحي المعالج ومياه الأمطار بخاصة في الساحل الشمالي وسيناء.

وإن إستراتيجية السياسة المائية في جمهورية مصر العربية تستند إلى الاستخدام الأمثل لكل الموارد المائية المتاحة (العذبة - غير التقليدية) ولكافة الأنشطة حتى يمكن دعم كافة جوانب التنمية الزراعية والاقتصادية والاجتماعية وذلك في إطار التنمية المتكاملة وحماية البيئة.

ومن هذا المنطلق تقوم الوزارة بإعداد وتدريب الكوادر الإرشادية اللازمة في جميع مجالات أنشطة وزارة الزراعة وحالياً يتم بالتعاون مع الوكالة الدولية الألمانية للتعاون الفني (gtz) لإعداد مرشد مائي متخصص لتشجيع تبني ومشاركة الزراع في الإدارة الجيدة للموارد المائية ولتعظيم العائد من وحدة المياه كما قامت الوزارة بإنشاء مركز تدريب وإرشاد للري الحقلية بمحطة بحوث سخا لإعداد الكوادر الفنية من الباحثين والمرشدين والقادة الريفيين للتدريب على نظم الري السطحي المتطور وكمثال لتبني المزارعين في تطوير المراوي الخاصة بهم بإجراء عملية التبطين وذلك في ١٤ محافظة بنظام المشاركة حيث يساهم المزارع بأكثر من ٧٥% من التكاليف الكلية وتحمل الوزارة ٢٥% تقريباً كدعم لموارد البناء العراوي بالإضافة إلى تدريب المرشدين والقادة الريفيين على تنفيذ عملية التبطين.

وحالياً تتعاون وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي ووزارة الموارد المائية والري بتطبيق نموذج جديد من الري السطحي المتطور وهي تكنولوجيا المواسير المدفونة تحت ضغط منخفض بدلاً من المراوي الترابية كمحافظة كفر الشيخ من خلال مشاركة روابط مستخدمي المياه في التنفيذ.

ومن هذا المنطلق وقعت الحكومة المصرية ممثلة في وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي مذكرة تفاهم مع المنظمة العربية للتنمية الزراعية لتمويل من صندوق الأوبك لنشر التوعية المائية في الوطن العربي من خلال:

أ- تدريب مدرّبين في مجالات التوعية المائية.

ب- تبادل زيارات حقلية بين قيادات الزراع في الوطن العربي.

وأن هذه الدورة هي باقورة العمل لهذه الاتفاقية.

في الختام أكرر شكري وتقديري للمنظمة العربية للتنمية الزراعية على رعايتها الكريمة لهذه الدورة وأكرر الترحيب بكم جميعاً ولكم منا كل التقدير على الحضور والمشاركة في هذه الدورة.

أسماء المشاركين

الاسم	الدولة	الوظيفة	العنوان/الهاتف/ الفاكس/ E-mail
السيد/ محمد أبوبكر محمد	جمهورية جيبوتي	مهندس المياه الأرضية Hydrogeologist	المصلحة القومية للمياه في جيبوتي - شارع الجمهورية - جيبوتي فاكس : ٣٥٠٤٤٠٢٣ هاتف : ٣٥٠٦٤٠٣٨ - ٣٥٧٤٢٨ ص.ب : ١٩١٤ موبايل : ٩٣-٤٨-٨١ (٠٠٢٥٣) E-mail: m_aboubaker@yahoo.fr
السيد/ عبد الله محمد عبد الله	جمهورية جيبوتي	مهندس المياه السطحية Hydrologist	Department of water (ministry of agriculture and hydraulic) Tel: 35.68.70 or 35.12.97 B.OP : 453 Mobile : 86.83.32 E-mail : abd_watta@yahoo.fr
السيد/ سعيد خير يوسف (مندوب منسق مشروع التوعية المائية في جيبوتي)	جمهورية جيبوتي	مهندس المياه الأرضية Hydrogeologist	Department of water (ministry of agriculture and hydraulic) Tel: 35.68.70 or 35.12.97 B.OP : 453 Mobile : 837269 E-mail : Sakayou@yahoo.fr
م. ز ابراهيم ميرغني محمد	جمهورية السودان	مهندس زراعي مؤسسة السوكي الزراعية	تليفون: ٨٦٢٤٨٨ / ٥٦١ السودان - سنار موبايل : ٠٩١٢٦٧٨٠٦٦
م. ز عثمان السمتي كوكو	جمهورية السودان	مهندس زراعي - مشروع الجزيرة	تليفون: ٥١٦٨٨٠٧٧٦ موبايل: ٠٩١٢٩٨٣٢٦٤

م.ز. عمر عيده حسن محمد	جمهورية السودان	مهندس زراعي - مشروع حلفا الجديدة	تليفون: ٠٤٢١٨٢٢١٠٦ موبايل: ٠٩١٢٦٩٩٤٣٧ فاكس: ٤٢١٨٢٣١٤٩
م. كاروري الحاج حمد (منسق مشروع التوعية المائية في السودان)	جمهورية السودان	مدير عام التخطيط للموارد المائية - مهندس مدني - وزارة الري	وزارة الري والموارد المائية - الخرطوم - السودان ص.ب ٨٧٨ ت/فاكس: ٠٠٢٤٩٨٣/٧٨٣١١٢ موبايل: ٠٩١٢١٤٠٤٨٥ E-mail: karori_hamad@hotmail.com
م.ز. العوض الحاج وقيع الله	جمهورية السودان	مهندس زراعي - مشروع الرهد الزراعي	ت: ٠٥٢١٨٢١١١٦ فاكس: ٠٥٢١٨٢١١١٨ موبايل: ٠٩١٢٦٩٥٠٢٥ موبايل: ٠٩١٢١٤٠٥٧١

تابع أسماء المشاركين

الاسم	الدولة	الوظيفة	العنوان/الهاتف/ الفاكس/ E-mail
د. محمد سمير أبو سليمان (منسق مشروع التوعية المائية في مصر)	جمهورية مصر العربية	مدير معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة	
م. رضوان علي رخا	جمهورية مصر العربية	مخطط برامج إرشادية ومدرّب رئيسي (M.T)	تليفون: ٠٥٠٢٩٧٠١٧٨ موبايل: ٠١٢٤٥٦٤٩٥٢
م. أسامة محمد المغاوري	جمهورية مصر العربية	مخطط برامج إرشادية ومدرّب رئيسي (M.T)	الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي - الدقي - شارع نادي الصيد تليفون مكتب: ٠٢٧٦١٥٧١٧ تليفون منزل: ٠٤٥٣٣٢١٥٥٨ محمول: ٠١٠٥٧٩٧٧٣٠
م. محمد فتحي العطار	جمهورية مصر العربية	أخصائي ومخطط برامج إرشادية ومدرّب رئيسي (M.T)	الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي - الدقي - شارع نادي الصيد تليفون: ٠٢٣٣٦٩٠١٣ ٠٢٣٣٧٤٧٢٠ منزل: ٠٤٠٣٢٩٠٥٨٢
السيد/ محمد عبدالله مؤمن (منسق مشروع التوعية المائية في الصومال)	جمهورية الصومال	تنمية زراعية	Tel : 002521260393 Mol : 002521548349 E-mail : mumin82@hotmail.com

mol : 548341	خبير زراعي	جمهورية الصومال	السيد/ عبد الرزاق سعيد اسماعيل
E- mail: abuhafsa5@hotmail.com Mobile : 2521515269	مهندس زراعي	جمهورية الصومال	السيد/ عبد الواحد ابراهيم أحمد
Tel : 532995	خبير زراعي	جمهورية الصومال	السيد/ علي عبد الله عثمان

تابع أسماء المشاركين

المحاضرون:

الاسم	الدولة	الوظيفة	العنوان/الهاتف/ الفاكس/ E-mail
د. محمد عيسى مجدلوي (مشرف الدورة ومحاضر)	المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان - الخرطوم	خبير اقتصاد زراعي وبيئة/موارد مائية	المنظمة العربية للتنمية الزراعية تليفون : ٤٧٢١٧٦/٢١٩ (٢٤٩-١٨٣) موبايل: ٩١١٣١٥٦٥٤ (٢٤٩) E-mail : majdalawi@aoad.org E-mail: mahammadmj@yahoo.com
د. عباس فرح (محاضر)	المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جمهورية السودان - الخرطوم	رئيس قسم المتابعة	المنظمة العربية للتنمية الزراعية تليفون : ٤٧٢١٧٦/٢١٩ (٢٤٩-١٨٣) البريد الالكتروني: info@aoad.org
د. مصدق جانات (محاضر)	الجمهورية العربية السورية	رئيس دائرة الري والمقننات المائية - قسم الزراعة	ت : ٠٩٣٣٩٢٤٦٨ تليفون مكتب: +٩٦٣,١١,٥٤٢٦٥٠٢/٣/٤ تليفون منزل: +٩٦٣,١١,٥٤٢٠٦٤٨ E-mail : mmjanat@aec-org.sy E-mail : janat@acs-net.org
م. عصام مصطفى عبد الحليم (محاضر)	جمهورية السودان	خبير موارد مائية - ري	E-mail : Isammustafe@hotmail.com (٢٤٩)٩١٢٨٤١٣١٣
م. عبد الله دومة (محاضر)	جمهورية مصر العربية	مركز البحوث الزراعية - معهد الأراضي والمياه	-

د. عبد الله الأمين بدر	جمهورية مصر العربية	أستاذ الري ورئيس قسم الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة	-
د. عامر السيد جازية (محاضر)	جمهورية مصر العربية	رئيس بحوث بقسم تحسين وصيانة الأراضي	-
أ.د. سري البربري (محاضر)	جمهورية مصر العربية	رئيس بحوث معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة	-
د. سامي يونس (محاضر)	جمهورية مصر العربية	أستاذ الهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة	-