جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
League of Arab States
Arab Organization For Agricultural Development

دراسة
تعزيز استخدام الرى الآلى لتحسين كفاءة الرى الحقلى فى الدول العربية

الخرطوم
أغسطس / (آب) /2001

جمهورية السودان ـ الخرطوم ـ العمارات شارع (7) No. St ـ Al ـ Amarat ـ Khartoum ـ الرمز البريدي Postal Code:11111 ـ تلكس : Telex:22554 AOAD SD ـ البريد الكتروني : E.Mail: aoad @ sudanmail. net
برقياً : أواد الخرطوم ـ Cable: AOAD Khartoum ـ فاكس : Fax : (249ـ11ـ) 471402 ـ تلفونات : 472183 ـ 472176 ـ Telephones: (249ـ11ـ) ـ ص. ب : P.O. Box: 474

تقـــــديم

تقديم

لقد آلت المنظمة العربية للتنمية الزراعية على نفسها دعم التوجه العربي نحو ترشيد استخدام الموارد المائية في الزراعة العربية باعتبارها أكبر مستخدم للميله . وتعتبر الموارد المائية المحدد الرئيسي لإمكانية تطوير ودفع عجلة التنمية الزراعية الأفقية والرأسية نظراً لإعتماد الزراعة في كثير من الأقطار العربية على مياه الري بسبب تدني وتذبذب كميات هطول الأمطار. وقد سعت الدول العربية لتحقيق ذلك من خلال عدد من البرامج والأساليب التي يأتي في مقدمتها تطوير ورفع كفاءة نظم الري التقليدية وإدخال نظم الري الحديثة ذات الكفاءة العالية في استخدام المياه.وبالرغم من هذه الجهود المبذولة فإن التقييم الموضوعي لاستخدامات تقانات الري الحديثة تحت ظروف الزراعة العربية بين أن هناك تباعد بين الكفاءة النظرية لهذه التقانات والكفاءة الفعلية على أرض الواقع بسبب عدم التحكم في التفاعلات الفيزيائية والعلاقات المتداخلة بين المناخ والتربة والمحصول. واستشعاراً من المنظمة العربية للتنمية الزراعية بالأهمية البالغة لرفع كفاءة الاستخدام ومواكبة التطورات الحديثة في مجال الري ، فقد ارتأت أن تتضمن خطتها لعام 2001 مشروعاً متكاملاً حول تعزيز استخدام الري الآلي (المتحكم فيه) لتحسين كفاءة الري الحقلي في الدول العربية.

لقد أوضحت الدراسة أهداف ومبررات استخدام الري الآلي الذي ما زال في خطواته الأولى في الوطن العربي والذي من شأنه أن يرفع كفاءة الري الحقلي ما إن طبق بالكيفية العلمية الصحيحة وتوفير المتطلبات الفنية والاقتصادية والمؤسسية لتوطينه والتوسع فيه ما أمكن . ومن دون شك فإن هذه التقانات المتطورة تفي بهذه الأغراض للإرتقاء بالري في الدول العربية إلى المستوى المرجو، والتي عملت من أجله المنظمة عقب خطط عملها المتعاقبة من تحسين نظم الري التقليدية والدعوة للتوسع في تقانات الري الحديثة . فعملية الري عن طريق التحكم الآلي تمكن من إيجاد الموازنة المثلى للإستخدام من المتاح من المياه وتأكيد حصول النبات لاحتياجاته كماً وزماناً وموضعاً وتخفيض العمالة وترشيد استخدام المياه والمحافظة عليها إضافة إلى اطمئنان المزارع لحصوله على كافة احتياجاته من مياه الري تفادياً للنزاعات والاحتجاجات .

إن التجارب الرائدة في هذا المجال على المستوى العالمي وفي بعض الدول العربية أوضحت المشاكل والمعوقات التي تواجه التوسع وتوطين هذه التقانات ومن أبرزها تدني المعرفة الكافية بها في العالم العربي والتكاليف الإنشائية المرتفعة بالإضافة لعدم كفاية القاعدة الصناعية العربية للتجهيزات المتعلقة بهذه النظم . إن

من أهم متطلبات هذا التوجه يقتضي الإهتمام بتأهيل وتدريب الكوادر الفنية لمقابلة احتياجات هذه التقانات المتطورة ووضع سياسات مشجعة للإستثمار في الصناعات الخاصة بها من أجل تخفيض التكلفة الإنشائية وأهمية تطوير البحوث العربية المشتركة في هذا المجال من أجل الوصول إلى أفضل النتائج . وفي هذا الصدد فقد عمدت الدراسة إلى وضع خطة عمل مقترحة تشمل مشاريع بحوث إقليمية رائدة لتعزيز استخدام أساليب الري الآلي في الزراعة العربية وفق النظم السائدة في الأقاليم المختلفة ، وستعمل المنظمة بالتعاون مع الدول العربية لإيجاد تمويل لتنفيذ هذه الخطة.

والمنظمة العربية للتنمية الزراعية تقدم هذه الدراسة إلى مختلف المسؤولين ومتخذي القرارات والدارسين والمهتمين بقضايا الري في جميع أبعاده، آملة أن يتحقق من ورائها الفائدة المرجوة على المستوى العملي التطبيقي تطويراً لمشاريع الري في الوطن العربي وتحقيقاً لرفع كفاءة الري ومن ثم الحفاظ على أثمن مواردنا الطبيعية . كما تتقدم في ذات الوقت بالشكر والتقدير للخبراء المحليين الذين شاركوا في إعداد الدراسات القطرية التي تمت في إطار هذا المشروع وكذلك للخبرات العربية وخبراء المنظمة الذين قاموا بإنجاز هذه الدراسة القومية الشاملة وعلى ما بذلوه من جهود مخلصة وما قدموه من تحاليل ومقترحات بناءة .

والله ولي التوفيق ،،

الدكتور سالم اللوزي

المدير العام

المحتويات

المحتويات

تقديم	أ
المحتويات	ج
ملخص الدراسة	1
الباب الأول: السمات الأساسية للري الآلي	7
1-1 ماهية الري الآلي	7
1-2 أهداف ومبررات استخدام الري الآلي	7
1-2-1 موازنة الإستخدام مع المتاح من المياه	7
1-2-2 تأكيد حصول النبات لاحتياجاته كماً وزماناً وموضعاً	8
1-2-3 تخفيض العمالة	9
1-2-4 ترشيد استخدام المياه والمحافظة عليها	9
1-2-5 إطمئنان المزارع بحصوله على كامل احتياجاته من مياه الري	10
1-3 مجالات وأساليب استخدام الري الآلي	10
1-3-1 استخدام الحاسوب في برمجة الري	11
1-3-2 الأتمتة في المضخات	11
1-3-3 التحكم في مناسيب المياه في القنوات المفتوحة	14
1-3-4 الأتمتة في طرق الري الحديثة	16
1-3-5 سبل التحكم في الري الآلي حقلياً	17
1-4 الاعتبارات العامة لأتمتة شبكات الري السطحي	27
الباب الثاني: المتطلبات الفنية والاقتصادية والمؤسسية لتعزيز الري الآلي في الدول العربية	28
2-1 تمهيد	28
2-2 كفاية الموارد المائية المتاحة	29
2-2-1 هطول الأمطار	29
2-2-2 الموارد المائية السطحية العربية المتاحة	30
2-2-3 الموارد المائية الجوفية العربية المتاحة	31
2-2-4 الموارد المائية العربية غير التقليدية المتاحة	31
2-3 الإستخدام الراهن للموارد المائية العربية	32

2-3-1 نصيب الزراعة في الموارد المائية العربية 32
2-3-2 كفاءة استخدام الموارد المائية في الزراعة العربية 33
2-4 نظم الري بالمشروعات المروية في الوطن العربي 34
2-4-1 الري السطحي 34
2-4-2 طرق الري الحديثة 34
2-5 المتطلبات الفنية 36
2-5-1 المفهوم النظري لعملية الري 36
2-5-2 تحسين نوعية المياه 38
2-5-3 تقييم نظام الرش بالأذرع المتنقلة 41
2-5-4 تقييم نظام الري الموضعي 42
2-5-5 مفاهيم إدارة وإستغلال وصيانة الأجهزة 43
2-6 إختيار النظم وتكاليف الإستخدام 44
2-6-1 التغطية بالرذاذات 46
2-6-2 النظام المتدحرج 46
2-6-3 النظام المدفعي 53
2-6-4 المحور والري الخطي 53
2-6-5 الري الصغير 54
2-7 العوامل المؤثرة على كفاءة الري الحقلي 55
2-7-1 كفاءة الإضافة 55
2-7-2 كفاءة النقل 57
2-7-3 الكفاءة الكلية للري 57
2-7-4 كفاءة التخزين 57
2-7-5 تجانس التوزيع 57
2-7-6 مؤشرات قياسية أخرى 57
2-8 المعوقات والمشاكل الرئيسية التي تواجه تحسين كفاءة الري 59
2-8-1 المعوقات الفنية 60
2-8-2 أسباب مؤسسية 60
2-8-3 أسباب تتعلق بإدارة المياه 61
2-8-4 أسباب تقنية 61
2-8-5 أسباب هيدروليكية 62
2-8-6 أسباب إقتصادية 62

2-9 المشاكل التي تواجه استخدام طرق الري الحديثة في الوطن العربي 63
2-10 التوجهات العامة لتحسين وزيادة التوسع في استخدام تقانات الري الحديثة في الوطن العربي 64
2-10-1 الإهتمام بالتوعية الشعبية 64
2-10-2 الاهتمام بحصر وحماية وتنمية الموارد المائية 64
2-10-3 الاهتمام بالبحوث الخاصة باستخدام طرق الري الحديثة 66
2-10-4 الاهتمام بالتأهيل والتدريب 67
2-10-5 تشجيع الصناعات 67
2-10-6 توحيد المواصفات العربية في هذا المجال 67
2-10-7 الاهتمام بوضع السياسات الملائمة 67
الباب الثالث : تجارب الري الآلي السائدة في بعض الدول
3-1 التجربة الهنغارية 69
3-2 التجربة الإسبانية 69
3-3 التجربة الرومانية في تحكم الري الآلي 71
3-4 تجارب من الدول العربية 71
3-5 المشاكل والمعوقات التي تواجه تطوير استخدام الري الآلي في الدول العربية 86
3-5-1 المعوقات الفنية 86
3-5-2 المعوقات المؤسسية 87
3-5-3 المعوقات الإقتصادية 88
الباب الرابع : مشروع البحوث الرائدة في تعزيز استخدام أساليب الري الآلي في الزراعة العربية 89
4-1 خلفية 89
4-2 أهداف المشروع 90
4-3 مكونات المشروع 90
4-3-1 البحوث التطبيقية 90
4-3-2 الندوات العلمية 91
4-3-3 الزيارات العلمية 91
4-4 مواقع تنفيذ مكونات المشروع 92

4-4-1 الأنشطة البحثية 92
4-4-2 الندوات العلمية 93
4-4-3 الزيارات العلمية 93
4-5 منهجية تنفيذ الأنشطة 93
4-5-1 التنسيق القومي 93
4-5-2 منهجية تنفيذ الأنشطة البحثية 94
4-5-3 منهجية تنفيذ أنشطة الندوات واللقاءات والزيارات العلمية 94
4-6 النتائج المتوقعة من المشروع 94
4-6-1 النتائج طويلة المدى 94
4-6-2 النتائج المباشرة 95
4-7 الفترة الزمنية المقترحة للمشروع 96
4-8 الميزانية المقترحة للمشروع 96
4-9 خطة التمويل المقترحة 96
4-9-1 مساهمة دول مقر المشروع 96
4-9-2 مساهمات الجهات المانحة 96
ملخص الدراسة باللغة الإنجليزية 100
ملخص الدراسة باللغة الفرنسية 104
المراجع 109
فريق الدراسة 111

ملخص الدراسة

ملخص الدراسة

هذه الدراسة هي أحد مكونات مشروع تحت نفس الاسم ضمن البرنامج الفرعي لإدارة الري الحقلي في خطة المنظمة لعام 2001 .

تهدف هذه الدراسة إلى تقويم التجارب العربية في مجال استخدام الري الآلي ووضع برنامج قومي عربي لتعزيز استخدام هذه التقانات ودراسة مزاياها واقتصادياتها.

ومن أجل الإعداد الجيد الموثق كلفت المنظمة خبراء محليين في الدول العربية لإعداد دراسات قطرية حول وضع وتجارب الدول العربية في مجال استخدام الري الآلي وبناءاً على معطيات هذه الدراسات القطرية ومن واقع المعلومات والبيانات المتاحة ، قام فريق من خبراء المنظمة بإعداد هذه الدراسة القومية . ومن أجل إثراءها ومراجعة بياناتها وتحديث المعلومات التي تحتويها ، تمت مناقشة مسودتها في ندوة قومية دعيت لها كل الدول العربية.

تتكون الدراسة من أربعة أبواب . تناول الباب الأول السمات الرئيسية للري الآلي وبدأ بتعريف الري الآلي على أساس أن كل نظام ري يعمل على تزويد النبات بكميات المياه المطلوبة حسب توقيت معين بطريقة آلية دون تدخل بشري بأسلوب علمي يأخذ في الاعتبار احتياجات النبات حسب المعطيات المناخية ومستوى الرطوبة بالتربة ومرحلة نمو النبات. وانطلاقاً من هذا التعريف العام فإن أغلب طرق الري الحديثة يمكن اعتبارها ري آلي خاصة الري المحوري والري بالتنقيط.

وأوضح الباب أهداف ومبررات استخدام الري الآلي والتي تشمل موازنة الاستخدام لما هو متاح من مياه وتأكيد حصول النبات لاحتياجاته كماً وزماناً وموضعاً وتخفيض العمالة وترشيد استخدام المياه وإطمئنان المزارع على ري محصوله . أما مجالات وأساليب الري الآلي فهي تشمل استخدام الحاسوب وأتمتة المضخات والتحكم في مناسيب القنوات المفتوحة والأتمتة في طرق الري الحديثة بواسطة التحكم في الري من التوتر الرطوبي للتربة والتحكم من خلال أجهزة الري الموضعي وكذلك هناك التحكم في الري عن طريق معدل البخر نتح والتحكم من خلال التغيرات في أوراق النبات . كما تضمن الباب الأول الاعتبارات العامة

لأتمتة شبكات الري السطحي من خلال التحكم في الأنابيب أو المضخات وطـــرق التوازن في القنوات المفتوحة.

وهناك تحكم حسب حرارة الشمس يستخدم في البلاد الباردة لإيقاف الري عنـــد وصول درجة معينة تجنباً للتجمد.

اشتمل الباب الثاني على المتطلبات الفنية والاقتصاديـــة والمؤسســية لتعزيـز استخدام الري الآلي في الدول العربية فأوضح أن شح الموارد المائية العربية يعتبر المحدد الرئيسي لتطوير التنمية الزراعية العربية أفقياً ورأسياً ومن هنا تأتي أهميـة تعظيم ترشيد استخدام هذه الموارد ولذلك فإن استخدام الري الآلي يمثل أحد وسـائل هذا الترشيد.

تشمل المتطلبات لاستخدام الري الآلي تطبيق المفهوم النظري لعملية الري والتي تتمثل في العلاقة بين الماء والتربة والمحصول والتي تحدد مدى التفاعل بين هـــذه العناصر الثلاثة وعملية الري. كما أن من أهم المتطلبات الأساسية تحسين نوعيـــة المياه لتناسب الأجهزة الحساسة لتنظم الري الآلي . وأوضح الباب الطرق المختلفـة لتوفير هذه المتطلبات مثل استخدام نظام الرش بالأذرع المتنقلـــة وتحديـــد مفـــهوم تجانس الري بالرش وتقويم نظام الري الموضعي واستيعاب مفاهيم إدارة واستغلال وصيانة الأجهزة الحديثة للري الآلي واختيار النظم التي تتناســب مـــع الأوضـــاع السائدة مع مراعاة تكاليف الاستخدام مثل التغطية بـــالرذاذات والـــري المتدحـــرج والنظام المدفعي والمحوري والخطي وطرق الري الصغيرة . وقد تعرض البـــاب لتكلفة تشغيل بعض هذه النظم وأجرى مقارنة بين كفاءة الري الســـطحي والـــري بالتنقيط باستخدام الري الآلي في بعض الدول العربية . ومن المتطلبات الأخـــرى ضرورة دراسة العوامل المؤثرة على كفاءة الري الحقلي والتي تشمل كفاءة النقـــل والتوزيع وكفاءة الإضافة.

استعرض الباب الثاني أيضاً المعوقات والمشاكل الرئيسية التي تواجه رفع كفاءة الري والتي تشمل المعوقات وأهمها تدني مستوى الإرشاد المائي وهناك معوقـــات تتعلق بإدارة المياه وهناك مشاكل اقتصادية أهمها تدني تكلفة إتاحة الـــري وتدنـــي الإنتاجية الزراعية وارتفاع تكلفة البحوث وإنخفاض الاعتمـــاد المتـــاح للصيانـــة والتشغيل . أما المعوقات المؤسسية فتشمل تعدد المؤسسات التي تعنـــى بموضـــوع المياه على الوطن العربي وغياب دور تنظيمات المزارعين ومستخدمي المياه. كمـــا حدد الباب المشاكل التي تواجه استخدام طرق الري الحديثة والري الآلي في الوطن

العربي وأهمها قلة المعرفة بطرق الري الحديثة عامة والري الآلي خاصة بسبب تدني الإرشاد بالإضافة إلى ضعف البحوث في هذا المجال وعدم توفر الصناعات المتعلقة بطرق الري الحديثة وطرق الري الآلي بالدول العربية والمعوقات الاقتصادية التي تواجه تعزيز وتطوير الري الآلي تشمل ارتفاع التكاليف الإنشائية مع تدني قدرات المزارع العربي وهناك المعوقات الفنية المرتبطة بتقانة الري الآلي من حيث التخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة. أما المعوقات الاجتماعية فتشمل مستوى وعي المزارع العربي والنظرة التقليدية التي تسيطر على أغلب هؤلاء المزارعين العرب وهناك يكون للإرشاد دور هام في التوعية بأهمية وفوائد هذه الطرق الحديثة للري خاصة مع محدودية المياه وشحها .أما المشاكل المؤسسية فهي مرتبطة بضعف التشريعات الخاصة بتشجيع وتحفيز استخدام الري الآلي ووضع قوانين الاستثمار الملائمة لذلك مثل الإعفاءات الضريبية والجمركية وتوفير مجالات التمويل الميسر.

وقد خلص الباب الثاني إلى التوجهات العامة لتحسين وزيادة التوسع في استخدام تقانات الري الحديثة في الوطن العربي بإعتبار أنها مدخل مهم لتطوير وتعزيز استخدام الري الآلي وقد شملت التوجهات الاهتمام بالتوعية الشعبية والاهتمام بحصر وحماية وتنمية الموارد المائية والاهتمام بالبحوث الخاصة باستخدام طرق الري الحديثة والتدريب والتأهيل وبناء القدرات وتشجيع الصناعات العربية المتطورة في مجال مكونات الري الحديث والري الآلي مع ضرورة توحيد المواصفات العربية لتسهيل تداول هذه المكونات وأهمها وضع السياسات الواضحة الداعمة لهذا التوجه.

لقد شمل الباب الثالث سرد لتجارب بعض دول العالم شملت تجربة هنغارية في الري الآلي التي بدأت في تطبيق الري الآلي في نهاية الستينيات من القرن العشرين. وقد كانت مواعين نقل المياه قنوات مفتوحة ، وقد تم تطويرها وتحويل أغلبها لنقل عبر المواسير المطمورة وكانت هذه خطوة متقدمة لإدخال الري الآلي وقد استخدمت هنغارية مجسات الرطوبة للتحكم في الري الآلي حتى في المساحات التي تستخدم الري السطحي في القنوات المفتوحة والمنشآت المائية للتحكم في المناسيب . أما تجربة أسبانيا ذات الحضارة الواسعة والتي تعتبر من الدول الصناعية إلا أنها من أهم مصادر الإنتاج الزراعي في أوربا ولكن نسبة لعدم ملائمة طقسها لإنتاج المحاصيل في الصيف بسبب الجفاف اتجهت أسبانيا نحو تطوير سبل الري وإدخال الطرق الحديثة والري الآلي وقد بدأ في هذا التطوير مع بداية السبعينات في القرن العشرين . وقد طورت أسبانيا أساليب حصاد المياه

لمواجهة النقص في مواردها المائية ومن خلال تطبيقات الري الآلي توصلت أسبانيا إلى أفضل المقننات المائية للمحاصيل وتشمل الطرق التي تطبق فيها أسبانيا الري الآلي - الري تحت الضغط عبر شبكات الأنابيب وكذلك عبر القنوات المفتوحة نسبة لارتفاع تكلفة تغير هذه الشبكات القائمة . وقد استخدمت أسبانيا نظام التحكم الكهربائي في شبكات الري حيث تم وضع معدات التحكم عند مخارج خزانات المياه.

أما تجربة رومانيا في تحكم الري الآلي فقد بدأت ضمن خطة الدولة لتطوير الري خلال البرامج الخماسية للتنمية 66-1970 71-1975 ويشمل التحكم في شبكات الري عبر الأنابيب من خلال التحكم في محطات الضخ المرتبطة بهذه الأنابيب . كما لدى رومانيا تجارب في التحكم الآلي في شبكات الري المفتوح . وقد ظهرت العديد من المشاكل والمعوقات في هذا المجال تفوق تلك التي ظهرت في التحكم في الأنابيب . ويتم التحكم في القنوات المفتوحة ميكانيكياً أو كهربائياً . كما أن هنالك تحكم مركزي لضبط تدفقات المياه في القنوات المفتوحة

لقد اشتمل الباب أيضاً على تجارب بعض الدول العربية في تطبيق الري الآلي . وقد بدأ تطبيق الري الآلي في الأردن حديثاً ويوجد عدد محدود للغاية من المزارع الصغيرة التي تطبق هذا النظام. وتختلف الأساليب من مزرعة إلى مزرعة وهناك بعض التجارب بالأردن تستخدم النظام المعقد والذي يتضمن تحكم الحاسوب في فتح وإغلاق محابس المياه أتوماتيكياً حسب الدفق وكمية المياه اللازمة والمحددة مسبقاً في برنامج مرتبط بمجسات رطوبة التربة وتضم أهم المشاريع التي أقيمت في الأردن مشروع التشغيل الأتوماتيكي لقناة الملك عبر الله باستخدام كيبل الاتصالات المعقد على طول القناة (110 كيلومتر) من أجل التشغيل الاتوماتيكي بهدف رفع كفاءة استخدام المياه ومن أهم مميزات انتشار وتطوير تقانات الري الآلي بالأردن وضع نظام معلومات إدارة المياه في وادي الأردن حيث يتلقى النظام معلومات مباشرة مستمرة من شبكات قياس المياه ويعمل الجهاز على تحليل البيانات وتحضير الموازنات المائية وحساب كميات المياه المطلوبة والتعامل مع حالات العجز المائي . كما يضم النظام برنامج للتنبؤ باحتياجات الموسم الزراعي من المياه.

أما في الجزائر فإن نظم الري التقليدي تتمدد على حوالي 90% من الأراضي المروية بالدولة . أما نظم الري الحديثة فتتمثل أساساً في الري بالرش مع بعض نظام الري بالتنقيط والذي من خلاله تم إدخال الري الآلي بالجزائر. لقد أوضحت

التجربة الجزائرية بعض الاختلافات في تكلفة تشغيل الري المحوري حسب عدد الأبراج وكذلك اختلاف الإنتاجية.

يعتبر السودان من الدول العربية ذات المساحة المتسعة تحت الري السطحي وقد كانت هناك العديد من التجارب المنعزلة المنفردة لإدخال نظم الري الحديثة ولم تستمر هذه التجارب لأسباب عديدة ولكن حديثاً بدأ إدخال هذه النظم الحديثة وخاصة الري المحوري بصورة أكثر نظاماً. وهناك دلائل على نجاح التجربة وتحقيق مردود اقتصادي يقابل التكلفة الإنشائية المرتفعة وقد أوصت أغلب الدراسات الجارية بقيام مشاريع ري باستخدام طرق الري الحديثة وخاصة الري المحوري الآلي المتحكم فيه . هناك غياب لطريقة الري بالتنقيط بالسودان.

أما في العراق فإن تطبيق الري الآلي يتم من خلال طرق الري الحديثة . وقد اهتمت الدول بإدخال هذه النظم ولكن هناك نقص في المعلومات عن الجدوى الاقتصادية لهذه النظم . وقد أظهرت بعضها مؤشرات اقتصادية سالبة ولكن قد يعزى ذلك لأسباب عديدة منها ضعف التشغيل والصيانة.

يعمل جزء كبير من طرق الري الحديثة المستخدمة في الكويت من خلال برامج وجدول ري مسبقة تطبق آلياً وخاصة في الري بالتنقيط والري المحوري.

ينحصر تطبيق الري الآلي في لبنان في المزارع التي تستخدم طرق الري الحديثة.

تقدر المساحات التي تروى بطرق الري الحديثة في ليبيا بحوالي 95% من جملة المساحات المروية بالدولة ويتم استخدام الري الآلي من خلال الري المحوري.

أما في مصر فقد تم إصدار قانون يلزم المستثمر في الأراضي الرملية الخفيفة استخدام تقانات الري الحديثة وكثير من هذه النظم تعمل بطرق آلية، خاصة الري المحوري والري بالتنقيط.

يعمل المغرب على تطوير الري الآلي وتشمل الأجهزة المستخدمة في الري الآلي بالمغرب جهاز البرمجة في غسل وتنظيف المرشحات والإغلاق الحجمي والإغلاق الكهربائي وحاسوب الري.

أما المشاكل التي تواجه تطوير استخدام الري الآلي في الدول العربية فمنها المعوقات الفنية والمتمثلة في عدم تأهيل الكوادر وعدم وجود الطاقة الكهربائية اللازمة ونقص البرامج البحثية وضعف المقدرة على تطبيق هذه النظم والانتشار الواسع لطرق الري السطحي التقليدي وصعوبة أتمتة هذه النظم وتفتت الحيازات وشيوعية ملكيتها مما يجعل تطبيق الري الآلي صعباً فنياً.

أما المعوقات المؤسسية فهي تعدد الجهات التي تتولى مهمة تطوير هذه النظم ونقص التشريعات والقوانين وقلة الحوافز والبحوث ومحدودية الإرشاد والتوعية المائية وعدم وجود مشاريع رائدة وضعف القاعدة الصناعية لمكونات هذه الطرق.

أما المعوقات الاقتصادية فتشمل ارتفاع التكلفة الإنشائية وضعف مقدرة المزارع العربي وعزوف القطاع الخاص عن الإستثمار في الري الآلي لعدم التأكد من عائده الاقتصادي وعدم وجود مظلات تأمين ضد الكوارث.

وقد خلص الباب الرابع إلى مشروع البحوث الرائدة لتعزيز استخدام أساليب الري الآلي في الزراعة العربية ودعم البحوث والتجارب في هذا المجال وتقوية العمل العربي المشترك مع الإستفادة القصوى من الكفاءات العربية وتبادل المعارف والتجارب بين المختصين في الدول العربية.

ويتكون المشروع من ثلاث مكونات هي البحوث التطبيقية في المجالات المتعددة للري الآلي وعقد الندوات العلمية لمناقشة المواضيع ذات الاهتمام والمتعلقة بإيجاد حلول لمعوقات تطوير الري الآلي وتدارس سبل تخفيض التكلفة وزيادة العوائد الاقتصادية لمشاريع الري الآلي . والمكون الثالث عبارة عن تنظيم زيارات علمية لبعض التجارب العربية الرائدة في تطبيق الري الآلي على أن تكون منهجية تطبيق المشروع قومية المنحى ذات تنسيق قومي مركزي.

وتقدر ميزانية المشروع بحوالي 6.48 مليون دولار على مدى أربعة أعوام وأن تكون طريقة التمويل من خلال مساهمة الدول المقترحة كمقر للأنشطة . وتقدر هذه المساهمات بحوالي 0.78 مليون دولار على أن تتولى الجهات المانحة تغطية التكاليف الباقية والبالغة 5.70 مليون دولار على مدى أربع سنوات.

الباب الأول
السمات الأساسية للري الآلي

الباب الأول
السمات الأساسية للري الآلي

1-1 ماهية الري الآلي

يمكن تعريف الري الآلي على أنه كل نظام ري يهدف إلى تزويد النبات بمياه الري بطريقة أتوماتيكية (مع أقل تدخل للإنسان) بأسلوب علمي حسب برنامج معد مسبقاً يعتمد على احتياجات النبات في الأوقات المعلومة وبالكميات المحددة للحصول على أفضل النتائج من ناحية الإنتاج نوعاً وكماً مع مراعاة أفضل استخدامات المياه.

في ظل هذا التعريف العام للري الآلي فإن هذا النظام يتدرج من كامل التحكم الآلي أو جزئي التحكم وتتدرج النظم ذات التحكم الجزئي من 99% تحكم آلي إلى ما يشبه عدم التحكم الآلي نتيجة لتدخل الإنسان في اسلوب تشغيله وإيقافه وتدرج أداءه.

وعليه فإن أي نظام ري يعتمد على برامج معده مسبقة ويغيب عنه التدخل المباشر ولو لفترات محددة يعتبر نظام ري آلي ويدخل ضمن هذا التعريف.

من هذا المنطلق فإن محور الري الآلي هو التحكم الآلي في مسار الري زماناً وكمية وليس مجرد استخدام الآلات في الري. وبهذا التعريف العريض للوي الآلي يمكن استيعاب العديد من الأساليب المستخدمة في الري ابتداءاً من الري السطحي إلى الري الحديث المتطور.

1-2 أهداف ومبررات استخدام الري الآلي

1-2-1 موازنة الاستخدام مع المتاح من المياه

لقد أصبحت معلومة ندرة المياه من المعارف المتداولة عالمياً. حيث يتدنى نصيب الفرد من المياه سنوياً نسبة للزيادة السكانية المستمرة في مقابل موارد مائية محدودة وما يزيد الضغط على هذا الوضع ، الارتفاع المتصاعد لمعدل متطلبات الفرد من المياه نتيجة لارتفاع مستويات المعيشة والدعوة للأمن الغذائي والوعي العالمي بالصحة العامة وإصحاح البيئة وحماية الطفولة وكلها حملات عالمية تعتمد أساساً على توفير المزيد من المياه للفرد. وتواجه بعض المناطق في العالم ومنها المنطقة العربية وضعاً مائياً حرجاً خاصة ، حيث يقدر متوسط نصيب الفرد من المياه بأقل من 1000 متر مكعب سنوياً مقارناً بحوالي 7650 متر مكعب سنوياً

للفرد على نطاق العالم علماً بالإحتياجات المائية المرتفعة بالمنطقة نتيجة لارتفاع درجات الحرارة والتبخر والبخر نتح وشدة الرياح.

إن توفير المزيد من الموارد المائية لعمل الموازنة المطلوبة بين العرض والطلب قد تكون صعبة للغاية أن لم تكن غير ممكنة. رغم وجود وسائل لتطوير استخدامات المياه غير التقليدية والتي تعد أحد أهم طرق زيادة المتاح من الموارد المائية المتجددة لكن تشوب هذه الوسائل العديد من المحاذير منها التكاليف العالية وغير الملائمة اقتصادياً للحد من الاستخدامات وكذلك المتطلبات التقنية المتطورة غير المتوفرة في العديد من المناطق بالإضافة إلى المحاذير البيئية العديدة المرتبطة بهذا الاستخدام ولكن رغم ذلك فيعتبر هذا من أهم وسائل زيادة المتاح من الموارد المائية العذبة. هناك وسائل أخرى منها نقل المياه من مناطق الوفرة لمناطق الندرة ومنها تقليل الفواقد من المستنقعات الطبيعية على مسار بعض الأنهار الدولية . هذا من جانب العرض ، أما محاولات إيجاد الموازنة من جانب الطلب فيعتبر من الأساليب الحديثة المتطورة لمواجهة الوضع . إن الاستخدام الرشيد المتوازن بكفاءة عالية هو أهم أساليب الموازنة من جانب الطلب. الزراعة هي أكبر مستخدمي المياه على المستوى العالمي لذلك فإن ترشيد استخدام المياه في هذا المجال هو أول الطريق حول تحقيق الموازنة ، واستخدام الري الآلي يعتبر أحد الأساليب الفعالة لترشيد المياه وتحقيق الموازنة بين العرض والطلب وتخفيض الضغط على هذه الموارد الطبيعية الهامة .

1-2-2 تأكيد حصول النبات لاحتياجاته كماً وزماناً وموضعاً

إن استخدام الري الآلي يقلل من التدخل في مسار عملية الري ويقلل من مخاطر الأخطاء المتسببة في عدم حصول النبات على احتياجاته المائية كاملة وفي مواعيدها المحددة . حيث أن البرامج المعدة مسبقاً والتحكم في تطبيقها يضمن حصول النبات على هذه الاحتياجات كاملة في أوقاتها المعينة وهذا بالطبع يؤدي إلى ارتفاع الإنتاجية وتحسين نوعيتها مع تقليل الفواقد المائية التي تضيع هدراً لاسباب عديدة أهمها تدني كفاءة الري.

إن أهم سلبيات طرق الري غير الآلية هو إمكانية تعرض النبات لأوقات شدة (stress) بسبب نقص الري . لقد دلت البحوث العديدة التي أجريت على تطبيق الاحتياجات المائية بأن الإنتاجية والنوعية تتأثر بشكل كبير نتيجة لتعرض النبات لفترات نقص مياه أو الزيادة المفرطة فيها ولهذا فإنه قد أصبحت هناك أهمية لجدولة وبرمجة الري حسب احتياجات النبات بناء على المعطيات المؤثرة على الاحتياجات كالعوامل المناخية ونوعية التربة ومرحلة نمو النبات ومتطلبات العمليات الزراعية ونتائج البحوث الزراعية المرتبطة بذلك.

إن الاعتماد الكلي على تطبيق المقننات المائية حسب برمجة معينة على الطرق اليدوية تشوبه كثير من مخاطر عدم التطبيق الدقيق نسبة للأخطاء البشرية الواردة وبالتأكيد ان تطبيق هذه البرمجة للري عبر أنظمة أتوماتيكية آلية يرفع كثيراً من درجة كفاءة التطبيق حسب ما هو معتمد . ومن خلال الري الآلي يمكن برمجة وجدولة الري لفترات طويلة قد تمتد لأسبوع مما يسهل عملية الري كثيرا

1-2-3 تخفيض العمالة

يعتبر تخفيض العمالة من أهم سمات الري الآلي . إن مكون العمالة المرتفع خاصة في الري السطحي من أول أسباب تدني اقتصاديات الري ولذلك فإن تخفيض العمل يعد مؤشراً إيجابياً من ناحية اقتصاديات النظم. لقد أشارت بعض الدراسات القطرية في بعض الدول بأن عدد العمالة ينخفض إلى النصف عند استخدام مجسات الرطوبة في الري بالتنقيط وينخفض إلى الربع في حالة الري الآلي الكامل.

1-2-4 ترشيد استخدام المياه والمحافظة عليها

كما هو معلوم أن العالم سيواجه بكارثة نتيجة شح المياه ومحدوديتها مقابل متطلبات متزايدة من المياه نتيجة للزيادة المستمرة للسكان والارتفاع المتوالي لمستويات المعيشة والحملات العالمية المستمرة لإصحاح البيئة وتطوير الصحة العامة والمحافظة على صحة الطفل وكل هذه الحملات تتركز أساساً على توفير مزيد من مياه الشرب.

إن التقارير العالمية حول وضع المياه تشير إلى أن ربع سكان العالم غير متاح لهم مياه شرب نقية وان حوالي نصف سكان العالم تنقصهم المياه الصحية وأن نقص المياه هومن الأسباب الرئيسية للمرض والوفاة وأن شحها وبالتالي شح الغذاء بالإضافة إلى الجفاف والتصحر الذي بدأت موجاته تسود العالم وهي من التحديات الكبرى التي تواجه التنمية الاقتصادية والاجتماعية وتحقيق الأمن الغذائي والمحافظة على البيئة في مكافحة الفقر.

هناك قناعة عالمية على أن حل هذه المشاكل يتأتى من خلال تنمية وتطوير الإدارة القطرية والمحلية لاستخدام الموارد المائية بناءاً على النهج المتكامل للتنمية مع حماية النظام البيئي بمشاركة جميع المعنيين بموضوع المياه مع الاعتراف بالقيم الاجتماعية للمياه.

وحيث أن القطاع الزراعي هو المستخدم الأول للمياه فإن ابتداع الأساليب والطرق التي تؤدي إلى حسن استخدام المياه وترشيدها قد أصبح ضرورة

قصوى. تؤكد الدراسات العديدة أن تدني كفاءة الري الحقلي وعملية إضافة المياه للنبات هي من أول مشاكل المياه وأن اتباع الطرق الحديثة للتقليل من هذا الهدر للمياه قد أصبح ضرورة قصوى.

إن تطبيق تقنية اتمتة الري الحقلي هي أفضل طرق رفع كفاءة الري الحقلي عبر تزويد النبات بمتطلباته المائية في الوقت المناسب بالكمية المعينة دون زيادة أو نقصان مع تقليل الاعتماد على تقديرات غير مناسبة للري وجدولته.

1-2-5 اطمئنان المزارع بحصوله على كامل احتياجاته من مياه الري

يمثل توفير المياه للري والحصول عليها كاملاً هاجساً لدى الكثير من المزارعين الذين تتعرض مزارعهم لنقص في المياه قد تكون في أوقات حرجة مما يسبب لهم كثيراً من الفواقد في الإنتاج ونوعيته وقد تكون أسباب القصور في عدم كفاءة إدارة الري بمعايير وافضليات لدى المسؤول عن توزيع الميله أو عوامل أخرى.

إن هذا الوضع قد يؤدي في كثير من الأحيان إلى هلع المزارعين مما يقود إلى زيادتهم لمعدلات الري عند توفر المياه خوفاً من النقص.

أما في طريقة الري الآلي فإن المزارع يكون أكثر اطمئناناً بحصوله على مياه الري كاملة حسب البرامج الموضوعة والتي لا تتأثر كثيراً بالعوامل البشرية أو الأخطاء وتدني الكفاءة وعدم الاكتراث . كما أن طريقة الري الآلي تقلل كثيراً من الشكاوي حول نقص المياه والمجادلات حول هذا النقص وعلى من تقع المسؤولية. إن طريقة الري الآلي تخلق جو من الثقة بين المزارع وإدارة توفير المياه وهذا عامل مهم للغاية في الإنتاجية.

1-3 مجالات وأساليب استخدام الري الآلي

مع تطور العلوم فقد أصبح بالإمكان إيجاد وسيلة لإدخال الأتمتة في كل طرق الري بما فيها الري السطحي والقنوات المفتوحة والمضخات وخلافه. أما تطبيقات الري الآلي في طرق الري الحديثة فهي أسهل وأشمل وأكثر توفراً.

إن استخدام التقانات المتطورة لتحسين كفاءة الري الحقلي بما في ذلك الوي الآلي ومعرفة الطرق النظرية والعملية لاستخدام الأجهزة الآلية في تنظيم عملية الري وإيصال المياه للنباتات في الوقت المناسب وإعطاء الكمية اللازمة مع الأخذ بالإعتبار تعظيم العائد الاقتصادي لاستخدام هذه التقانات قد أصبحت من متطلبات التطوير . وهناك عدة طرق تستخدم التحكم بالري الآلي ومن أهمها طريقة التوتر الرطوبي ، طريقة الضغط الورقي واستخدام الحاسوب، وكلها تساهم في ترشيد استعمال مياه الري .

1-3-1 استخدام الحاسوب في برمجة الري

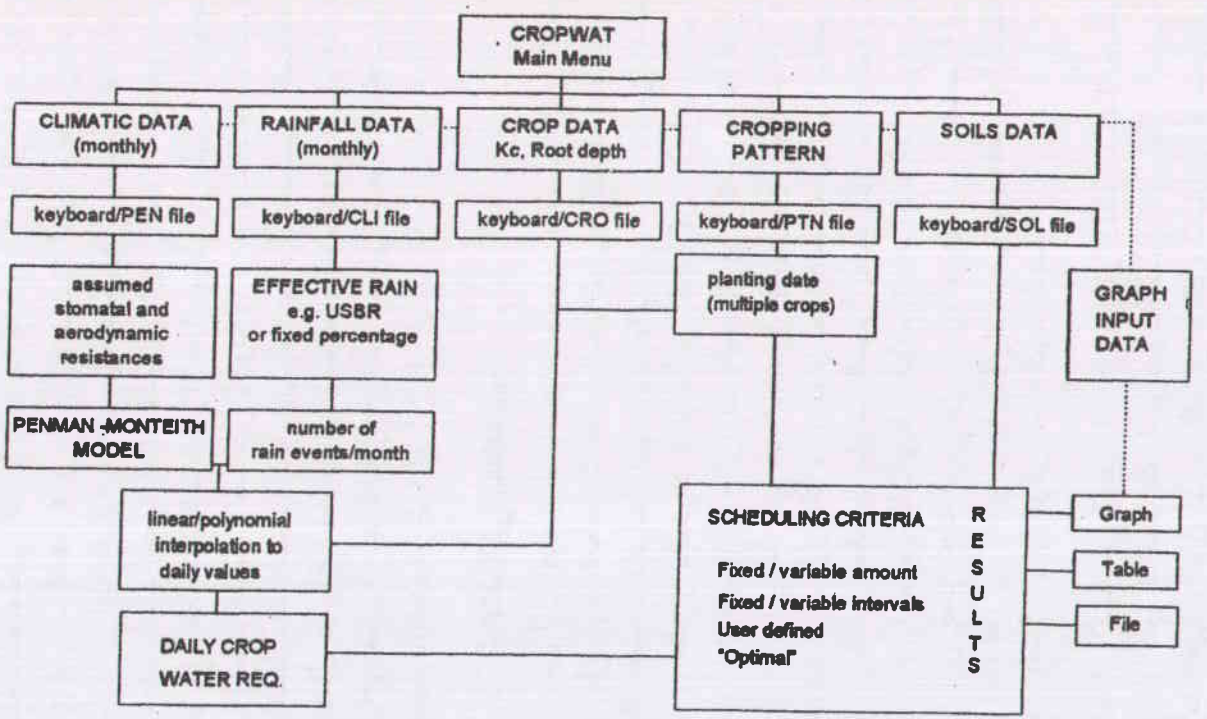
يوجد العديد من برامج الحاسوب التي تستخدم لحساب الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة بناءً على محطات الأرصاد الجوية وباستخدام المعلومات الخاصة بالمحاصيل والتربة لتتم عملية جدولة الري في الحقل . ومن أحدث البرامج التي تم إصدارها برنامج CROPWAT الذي تم تطويره من قبل منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) ، يستخدم فيها معادلة Penman Montieth لتقدير الاحتياجات المائية الصافية للمحصول (ETo) . يمتاز البرنامج بالمرونة العالية للتعامل مع المعلومات المناخية والأمطار والاظهار البياني لمعلومات استخدام المياه والتحكم الكامل بخصائص جدولة الري. ولاستخدام هذا البرنامج لابد من توفير المعلومات الخاصة بالعوامل المناخية والأمطار والمعلومات الخاصة بالمحاصيل الزراعية إضافة إلى معلومات التربة. وباستخدام هذه المعلومات يتم استخراج معلومات جدولة الري والكميات التي يتوجب إضافتها للتربة لري المحصول. ويبين الشكل رقم (1-2) الهيكل العام لبرنامج CROPWAT .

1-3-2 الاتمتة في المضخات

آن من أول أهداف الاتمتة في المضخات بالإضافة إلى التحكم في التدفقات هو حماية محرك المضخات الكهربائية ولتحقيق ذلك فقد تم تصميم جهاز لإيقاف المحرك عندما تزداد سعة التيار الكهربائي عن الحد الأقصى المسموح به دون إلحاق أي أضرار بالمحرك ، أما بالنسبة للمحركات الديزل فهناك أجهزة لإيقاف الاحتراق إذا نقصت كمية الزيوت بالمحرك أو ارتفعت درجة حرارته عن حد معين أو عندما يحدث خلل في الأجهزة الهيدروليكية منعاً لحدوث فجوات ضغط (cavitation) . أما في حالة وجود آبار جوفية مرتبط بعضها ببعض فيمكن بسهولة التحكم في الضخ المشترك بإيقاف البعض عندما تقل الحاجة وتشغيل العدد المناسب عند ارتفاع الطلب وهذا بالطبع يتم حسب حالة الخزان المائي وسعة كل مضخة. إن اتمتة شبكة الري من الآبار الجوفية تساعد كثيراً في الاستغلال الأمثل لهذه الموارد المائية وتؤدي إلى تخفيض كبير في استخدامات الطاقة باستخدام أفضل الآبار لتوفير كمية المياه المطلوبة .

يمكن التحكم في المضخات عن طريق الاتصالات اللاسلكية والإشارات الهوائية أو عبر التوصيلات الكهربائية من الشبكات العامة أو باستخدام البطاريات في المناطق النائية. كما أن هناك وسيلتين أساسيتين للتحكم في المضخات ، الأولى من خلال التحكم في تشغيل المضخة وفقاً لمنسوب المياه في خزان معلى Elevated tank حيث يمثل هذا الخزان الضغط المطلوب في الأنابيب التي تنقل المياه من المضخات. الخزان يتحكم من خلال عوامة أو آلة

الشكل رقم (1-2)
الهيكل العام لبرنامج CROPWAT



تحكم أكثر دقة تمثل الضغط الاستاتيكي (Hydrostatic Pressure) عند قاع الخزان أو عبر مقاومات كهربائية (Electrical Resistance) والتي تتغير مع كمية المياه. إن من أهم سمات هذه الوسيلة للتحكم في المضخات هي أنها يمكن الاعتماد عليها أكثر من غيرها من الوسائل ، كما أنها أكثر ملائمة للمضخات حيث أن تشغيل وإيقاف المضخات يتم خلال فترات زمنية معقولة وليس فجاءة مما يساعد على عدم رفع درجات حرارة المضخات التي تتأثر كثيراً بالتشغيل والإيقاف المفاجئ.

تتحسن كفاءة تشغيل المضخات تحت الاتمتة كثيراً بإدخال نظام للتحكم يشمل كل الوحدات العاملة كوحدة متكاملة وليس التحكم المفرد لكل مضخة على حده ، وهذا نظام متوفر ويخفض كثيراً من تكلفة التشغيل. إن تكلفة الخزان المعلى لا تتأثر كثيراً بحجم وعدد المضخات التي يخدمها لذلك فكلما زادت تغطيته لعدد أكبر من المضخات كلما قلت تكلفته للوحدة .

أما الوسيلة الأخرى لاتمتة المضخات الكهربائية هي عن طريق إيقاف وتشغيل المضخات أتوماتيكيا وفقاً للتدفقات وذلك عبر حاسب للتدفقات (flowmeter) فإذا زادت التدفقات عن البرنامج المتفق عليه يتم إيقاف المضخة أتوماتيكيا بانقطاع التيار الكهربائي عنها ويتم أعادته عندما ينخفض التدفق عن مستوى معين محدد مسبقاً حسب متطلبات الري. بهذه الطريقة يمكن إرسال إشارة لكل المضخات وفق البرنامج المحدد للتدفقات . إن هذه الطريقة لاتمتة المضخات تتطلب مضخات ذات مواصفات متطابقة ومتشابه حيث لا يمكن إدخال مضخات مختلفة في نظام واحد متكامل مع ضرورة أن يكون التدفق متوازن منها ولضمان خلق الضغط الأدنى المطلوب في الشبكة عند حدوث تسرب أو فقد للمياه من الشبكة يتم تركيب مضخة صغيرة إضافية تعمل عند انخفاض الضغط وتعمل على إرجاع الضغط للمستوى الأدنى وتعمل هذه المضخة بواسطة محبس هواء صغير يتحكم في تشغيلها .

إن أسلوب التحكم في المضخات بواسطة حاسب المياه هو أكثر اقتصاداً من الأسلوب الأولي المرتبط بالخزان المعلى إلا أنه يتطلب أجهزة كهربائية أكثر تعقيداً . تجدر الإشارة إلى أن الأوضاع التشغيلية التي تتعرض لها أجهزة التحكم الكهربائية الميكانيكية للمضخات قد تواجه بعض المشاكل نسبة للإيقاف والتشغيل المتكررخاصة في فترة أقصى الاحتياجات المائية للنبات أو في حالة هطول أمطار غير متوقعة ولذلك لابد من تصميم هذه الأجهزة لاحتمال هذه الأوضاع التشغيلية الصعبة.

1-3-3 التحكم في مناسيب المياه في القنوات المفتوحة

هناك بعض شبكات الري المفتوحة التي يمكن اتمتة بعض جوانبها. أولى وسائل التحكم في هذه الشبكات يمكن أن يكون من خلال التحكم في المضخات المغذية لهذه الشبكات وقد سبق التعرض لاتمتة المضخات في البند السابق.

أما القنوات التي تتغذى من خزانات مائية بواسطة الراحة (Gravity) أو الانسياب الطبيعي فيمكن التحكم في تدفقاته من خلال التحكم في منسوب المياه داخل الخزانات التي تغذي هذه القنوات ويتم ذلك عبر فتح أبواب مأخذ القنوات بإبقاء منسوب المياه في الخزان ثابت فكلما زاد التدفق من الأحباس العليا وارتفع منسوب المياه تنفتح ابواب مأخذ القنوات أتوماتيكياً للمحافظة على المنسوب في الخزان . يتم ذلك عبر عوامات واوزان ثقيلة لتحريك أبواب المأخذ. آن هذه الطريقة في التحكم لا تناسب طلبات المياه المتغيرة خلال فترات زمنية بسيطة ولكنها تعتبر جيدة وتناسب التدفقات الثابتة لفترات طويلة.

هناك وسيلة أخرى لاتمتة القنوات المفتوحة بواسطة تثبيت المنسوب الأمامي لمأخذ القناة (Downstream level) ويتم ذلك أيضاً عبر عوامات وأوزان ثقيلة (Floats & Weights) وبهذه الطريقة يمكن أتمتة تدفقات القناة ومقابلة كاملة المتطلبات المائية حتى المتغيرة منها في كل حبس في القناة وتعتبر هذه الطريقة تقليدية مقارنة بالطرق الأخرى المتطورة ولكن لها العديد من المزايا مقارنة بطريقة التحكم اليدوي للقنوات . كما أنها قد تكون أفضل من طريقة التحكم بواسطة المنسوب الخلفي للمياه (upstream level) . تعمل القنوات المفتوحة المتحكم فيها بهذه الطريقة، مثل شبكة الأنابيب المتحكم فيها بواسطة الضغط والتي سبق التعرض لها . ولهذا فهي يمكن أن تلبي طلبات مياه متغيرة ولكنها ليست مرنة التشغيل مثل شبكة الأنابيب . أن التحكم الآلي للتدفقات يتم كلما انخفض منسوب المياه في نقطة معينة أمام المأخذ وتمر موجة المياه عبر المأخذ وفقاً لسرعة انخفاض منسوب المياه في هذه النقطة المعينة. لهذا فقد يكون هناك تأخير في التدفق إذا تأخر وصول المياه للمأخذ مما يستوجب توسيع القنوات لاستيعاب هذه الحالات، عندما لا يكون هناك سحب للمياه تصبح القنوات سلسلة من الخزانات ذات مستوى ثابت ولهذا فلابد من مراعاة ذلك عند تصميم القنوات.

آن أبواب القنوات التي يتم فيها التحكم من خلال المنسوب الأمامي تسمح بتدفق المياه في قنوات جانبية بإستخدام نظام مناسب حيث أنها تعمل حسب منسوب ثابت يضمن تدفق الكميات المطلوبة من المياه في كل القنوات الجانبية دون أن يؤثر التدفق في أي قناة جانبية على التدفق في القنوات الأخرى.

هناك طريقة أخرى متطورة للتحكم في القنوات يتم التحكم فيها بواسطة أجهزة إرسال (Transmitters) كهربائية توضع في مناسيب مختلفة وتشغيل، هذا النظام يحتاج إلى أجهزة لإرسال البيانات المطلوبة عن المناسيب والبيانات الأخرى.

يتميز هذا النظام عن الأنظمة الأخرى للتحكم في القنوات المطلوبة في التدفق لارتباطها بالتوصيل الكهربائي لجهاز الإرسال. ولكن هذا النظام ليس بصلابة النظم الأخرى لحساسيته الشديدة وقابليته للتلف أكثر من الأجهزة الأخرى.

إن التطور المتسارع لأجهزة الكمبيوتر قد فتح الباب واسعاً لاتمتة أجهزة الري المختلفة. إن أول مميزات الحاسوب هو إمكانية حساب الاحتياجات المائية مقدماً بدقة شديدة وعمل برامج متكاملة لجدولة الري وتشغيل المعدات للإيفاء بهذه الجدولة وتأكيد التدفقات المطلوبة والمحافظة على مناسيب المياه المحددة وهذا يمكن تطبيقه في القنوات المفتوحة وشبكات الأنابيب ، كما أنه باستخدام هذه الأجهزة الحاسبة يمكن تحديد طريقة التشغيل الملائمة لمأخذ القنوات بسرعة هائلة وفي فترة زمنية قصيرة للغاية ، كما يمكن وضع برامج تقوم بموجبها أجهزة الحاسوب نفسها بعملية بدء تشغيله وإيقافه وتغير نمطه ، أي التحكم الكامل في عملية التشغيل أتوماتيكيا وهذا يعتبر تقدماً مهولاً في عملية أتمتة أجهزة الري في القنوات المفتوحة ويمكن اختيار الطريقة الملائمة حسب أهمية القناة واقتصاديات المشروع المعين.

إن مميزات استخدام الحاسوب في اتمتة القنوات المفتوحة مستقبلاً مهمة كثيراً ومتعددة منها إمكانية إرسال الإشارات إلى أجهزة القنوات وتشغيلها من البعد والتعرف على التدفق ومناسيب المياه في كل نقطة تحكم. كما يمكن الإعداد المسبق لبرنامج فتح وقفل أبواب مأخذ القنوات لضمان توفير المتطلبات المائية ، كما أنه باستخدام الحاسوب قد لا تكون هناك حاجة للمحافظة على مناسيب عالية في القنوات مما يقلل من مخاطر كسر جسور القنوات وعدم تعرض الأجهزة لحمولات زائدة والتعويض عن التسرب الذي قد يحدث في القنوات ، ولكن أهم مميزات استخدام الحاسوب للتحكم في القنوات المفتوحة هو إمكانية تشغيل الشبكة بناء على معطيات دقيقة عن مناسيب وتدفقات المياه في كل النقاط المعينة. كما أن استعمال هذه الأجهزة يقلل من الصيانة اللازمة للأبواب مقارنة بأساليب التحكم الكهربائية والميكانيكية .

إن إدخال أنظم التحكم الآلي في شبكات الري القديمة القائمة قد يكون معقداً بعض الشيء . هناك العديد من الدول في العالم ذات خبرة عريقة في نظم الري

التقليدية السطحية ولكنها تقوم حالياً بتطوير شبكات الري إذ لم يعد من الممكن أو المقبول الاستمرار في هذه النظم التقليدية والمعتمدة على الري المستمر ليل نهار طوال الأربعة والعشرين ساعة ، وقد أصبح من الضروري تبني طرق ري أخرى أكثر ملائمة مع المحافظة على المنشآت المائية القائمة.

إن إقامة بوابات للمنشآت القائمة تعمل أتوماتيكيا حسب مناسيب المياه خلف المنشآت يحسن من أداء المنشآت ويقلل من الحاجة للعمالة مع احتمال أن يؤدي وضع هذه الأبواب إلى فقد في فرق التوازن وهذا يتطلب بالضرورة إعادة النظر في المناسيب. إن إدخال الاتمتة في شبكات الري السطحي التقليدية القائمة عن طريق التحكم في المناسيب أمام المنشآت قد لا يكون سهلاً في كثير من الأحوال نسبة لضخامة الإنشاءات الهندسية الإضافية اللازمة لذلك وخاصة في جسور القنوات وضرورة رفع مناسيبها بالإضافة إلى أن انحدار القنوات قد لا يناسب تطبيق هذه التقانة ، كما أن رفع المناسيب قد يتعارض مع بعض المنشآت الأخرى على القناة من معايير وخلافه.

إن أهم المشاكل التي يجب الانتباه إليها عند إدخال نظم الري الآلي في الشبكات القديمة القائمة هي أن عدد ساعات التشغيل ستقل عن ساعات العمل التي بموجبها تم تصميم القنوات في الأساس مما قد يؤدي إلى عدم إمكانية إيفاءها للمتطلبات المائية وخاصة في ذروة الاحتياجات المائية وهذا بالطبع يتطلب زيادة سعة القنوات ولكن باستخدام الحاسوب ، كما سيرد لاحقاً قد يكون من الممكن تجاوز هذه المشكلة.

1-3-4 الأتمتة في طرق الري الحديثة

إن التعريف العام للري هو إضافة كمية من المياه للتربة في منطقة الحدود لاستخدامها في الإنتاج الزراعي النباتي . وتعتمد كفاءة الري علىتحديد الكمية المطلوب إضافتها حتى يمكن الحصول على أعلى فواقد اقتصادية . وهذا ليس بالضرورة أن يعنى إنتاج عالي دون مراعاة الاقتصاديات وكمية المياه المستغلة كما أنه لا يعني إضافة أقل قدر من الماء دون مراعاة للإنتاجية.

رغم أن المشاكل والمعوقات التي تواجه التطبيق الأمثل لهذا التعريف للري والذي يعتمد على العديد من العناصر المرتبطة بالموقع المعين لكن المبادئ العامة ذات طبيعة شمولية. لقد شهدت بعض مناطق العالم ومنها سهول الأنهر المشهورة في منطقة الشرق الأوسط حضارات منذ أزمنة بعيدة كانت فيها علوم الري مزدهرة وكانت هناك وسائل لتحديد برمجة الري بالاعتماد على العوامل المناخية والتربة ونوعية المحاصيل ولكن العلوم قد تقدمت خلال القرن العشرين

بصورة كبيرة . وقد واكب ذلك ارتفاع ملحوظ في تكلفة الطاقة وظهور مشاكل في توفير المياه مما استوجب العمل على إيجاد الوسائل العملية لرفع كفاءة الري بتخفيض معدلات استخدام الطاقة والمياه في الري

إن عملية رفع كفاءة استخدام المياه تبدأ من مصدر المياه وصيانته والمحافظة عليه ولكن تبقى عملية الري الحقلي أهم وأكثر المراحل تعقيداً وألصقها بعملية رفع الكفاءة الكلية للري ، وهذه المرحلة ما زالت تعتبر أكثر المراحل تدني في الكفاءة.

إن من أكثر الأمور صعوبة في إدارة الري هي التحديد الدقيق هو أين ومتى وكم من المياه يحتاج الزرع للوصول إلى أفضل النتائج الاقتصادية من الري ويعتمد هذا بالطبع على حالة التربة ومستوى رطوبتها ونوعية الزرع ومرحلة نموه والمناخ اللصيق بالزرع (microclimate) . وللوصول إلى حل لهذه العوامل المتداخلة المعقدة تم استخدام الحاسوب لإعداد برمجة الري آلياً عند استخدام طرق الري الحديثة .

يتم قياس حالة الماء في التربة بطريقتين ، الأولى ويتم فيها قياس المحتوى المائي للتربة إما باستخدام النيوترون بروب Neutron Probe وهذه التقنية تحتاج إلى أجهزة ذات كلفة عالية ولكن بكفاءة مرتفعة جداً ، والثانية هي قياس التوتر الرطوبي ويعرف بأنه القوة التي تربط بين الماء وحبيبات التربة. ويتم قياس التوتر الرطوبي بواسطة التنشيومترات أو جهاز waternark وتعتبر هذه الأجهزة ذات كلفة منخفضة.

1-3-5 سبل التحكم في الري الآلي حقلياً

1-3-5-1 التحكم في الري من خلال مراقبة التوتر الرطوبي للتربة

إن مراقبة رطوبة التربة لري الأرض هو ممارسة قديمة للغاية وكانت المراقبة تعتمد على لون وملمس ومظهر التربة لتحديد احتياجها للري. إن الطرق الحديثة أصبحت تعتمد على العوامل المناخية ونوعية المحصول إضافة إلى رطوبة التربة.

إن رطوبة التربة تؤثر على نمو النبات من جانبين ، الجانب الأول الخاص بتوفيرها لبعض متطلبات النبات المائية ، والجانب الآخر هو أثرها في تخفيض درجة حرارة التربة وتوفير التهوية اللازمة داخل التربة وزيادة المواد الغذائية بالتربة.

إن رطوبة التربة هي ذات طبيعة ديناميكية لذلك فإن سرعة تحرك المياه داخل التربة وليس كميتها هو المحدد لاحتياج التربة للري.

الوسيلة العملية لمراقبة التربة لتحديد برمجة الري تتمثل في اختيار مواقع محددة في الأرض لمراقبة رطوبة التربة وتركيب مجسات لقياس الرطوبة في هذه المواقع وتستخدم كذلك معدات التنشوميتر (Tensiometer) لمراقبة التوتر الرطوبي بالتربة. ومن أجل التحكم في الري تستخدم هذه المعلومات عند رطوبة التربة لزيادة التدفقات أو تخفيضها حسب الموازنات المطلوبة لهذه النوعية من التربة والمحصول ومراحل نموه ويتم ذلك من خلال الحاسوب.

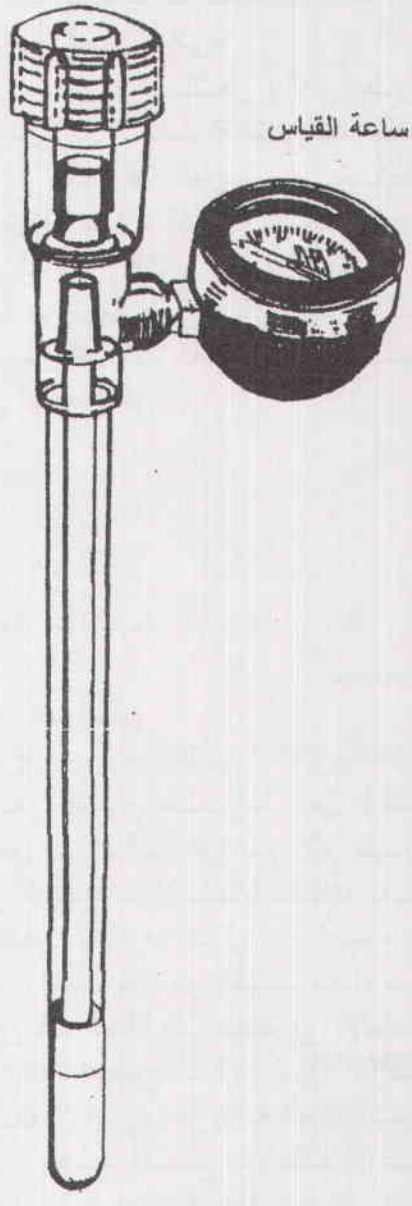
من المعروف أن هناك علاقة وثيقة بين توفر الماء في التربة ومقدار الشد الرطوبي الذي يبذله النبات. ففي حالة توفر الماء فإن النبات لا يبذل جهداً كبيراً في الحصول على الماء وكلما نقص محتوى التربة من المياه تزداد قوة مسك التربة له مما يؤدي بالنبات لبذل جهد كبير من أجل الحصول على الماء لتلبية احتياجاته إلى الحد الذي يبدأ المعاناة لذلك يتحتم إضافة مياه الري قبل الوصول إلى حالة الأجهاد الرطوبي. إن جهاز التينشيومتر يقيس بطريقة مباشرة مقدار الشد الذي يجب على النبات أن يبذله لاستخلاص المياه من التربة - تعتبر قراءة الجهاز دليلاً جيداً على توفر المياه للنبات ويمكن بالتالي معرفة المحتوى الرطوبي الذي يجب عنده البدء في عملية الري.

يتكون جهاز التينشيومتر من خزان للماء، مقياس التفريغ، جسم الجهاز ونهاية خزفية مسامية ويتألف جهاز التنشيومتر من أنبوب أسطواني قطره (25 ملم) وفي أحد طرفيه توجد ساعة تقيس مقدار الشد (Vacum gauge) وفي الطرف الآخر نهاية مسامية من الخزف (الشكل رقم(1-3) أما فيما يتعلق بالقراءات فوحدة القياس معبر عنها بالسنتيبار (cb) ويتراوح مدى قياس التينشيومتر ما بين الصفر و100 سنتيبار.

- فقراءة صفر تعني أن التربة مشبعة وأن الجذور تعاني من نقص في التهوية.
- والقراءة من 0 إلى 5 سنتيبار تمثل وجود رطوبة عالية في التربة.
- القراءات من 10 إلى 25 سنتيبار فإنها تشير إلى أن بعض النبات الحساس وذات الجذور السطحية تتعرض إلى نقص المياه وتشمل النباتات التي تنمو في ترب خفيفة . أما النباتات ذات الجذور العميقة فلا تتأثر بنقص المياه إلا عندما تصل قراءة التينشيومتر ما بين 40 إلى 50 سنتيبار.

يعتبر التينشيومتر أفضل أداة للكشف عن المياه الزائدة، كما أنه يمكن من تحديد بداية الري ومن ثم الجدولة، إلا أنه من المفيد دراية أن هذا الجهاز لا يقيس محتوى التربة من الماء ولكن يبين وضعها في التربة.

الشكل رقم (1-3)
جهاز التينشيومتر



- قياس التوتر الرطوبي بواسطة جهاز الواتر مارك (watermark) مثل التينشيومتر يستعمل هذا الجهاز لقياس الشد الرطوبي عن طريق المقاومة الكهربائية حيث أن مقاومة انتقال الكهرباء في وسط نفاذ يعتمد على المحتوى المائي والمقاومة تتناسب تناسباً عكسياً مع المحتوى الرطوبي للتربة وطردياً مع الجهد المائي.
- يتكون الجهاز من جزئين ، الأول حساس (المستشعر) الذي يغوس في التربة والثاني متنقل وهو عبارة عن شاشة للقراءة تعطي قراءات تتراوح ما بين (0 و 200) . يتألف هذا الجزء من مأخذين يوصلا بالحساس ومفتاح لضبط درجة حرارة التربة (وسط القياس) ومفتاح آخر لإظهار القراءة على الشاشة (الشكل رقم (1-4).

تختلف القراءات مع المحتويات الرطوبية من تربة لأخرى لكن بشكل عام يبين القيم الوصفية للمحتوى الرطوبي المعتمد من قبل الشركة المصنعة للجهاز وبشكل عام فإن تصنيف القراءات يكون على النحو التالي:

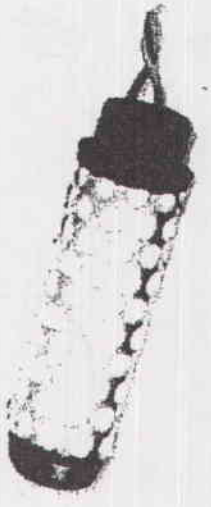
0-10 : تربة مشبعة.
10-20 : تربة رطبية .
30-60 : تربة قابلة للري .
60-100 : تربة ثقيلة تحتاج للري .
100-200 : التربة تبدأ بالمرور بمرحلة جفاف .

1-3-5-2 التحكم بواسطة أجهزة الري الموضعي

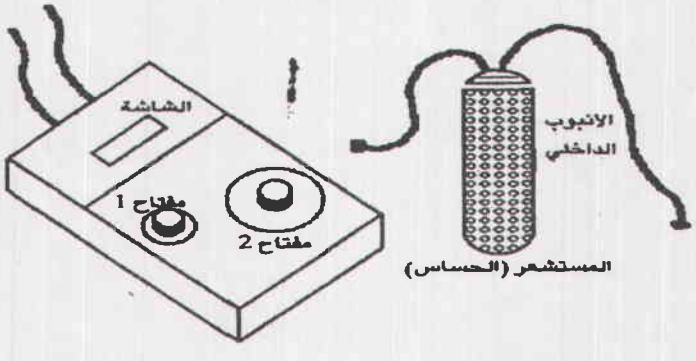
إن الهدف الأساسي في جميع أنظمة الري هو توفير الكميات اللازمة من المياه حسب الحاجة ولذلك فإن الري الموضعي ينطوي على تشغيل (فتح وإغلاق) الصمامات الموجودة في شبكة التوزيع . لذلك فالبرنامج الآلي للري في حالة الري الموضعي يقوم بفتح وإغلاق الصمامات أتوماتيكياً بالتتابع بعد مرور فترة زمنية محدده مسبقاً تمكن من التدفق المطلوب خلال هذه الصمامات، وفي هذا الشأن يتطلب الأمر تشغيل جزء من النظام فقط في وقت ما، مما يتطلب نظماً أكثر تعقيداً للتحكم عن بعد وفي هذه الحالة يتم التحكم في الأنظمة التتابعية إما بالطريقة الهيدروليكية أو الكهربائية. يوضح الشكل رقم (1-5) نظام تتابعي يعمل بالطريقة الهيدروليكية. تستعمل في الطريقة الهيدروليكية الصمامات ذات الكباس أو الصمامات الرقية، ويعتمد الفتح والإغلاق على فوارق الضغط. وتتطلب الصمامات الهيدروليكية ضغطاً خارجياً ثابتاً كي تبقى في وضع الإغلاق ، ويتم إمداد مصدر الضغط الخارجي بواسطة صمام منظم عبر أنبوبة صغيرة. كما يمكن فتح وإغلاق هذه الصمامات أتوماتيكياً على أساس غير تتابعي وفق برنامج يتم التحكم فيه بأجهزة الاستشعار من البعد . يوجد

الشكل رقم (1-4)
جهاز الواتر مارك (watermark)

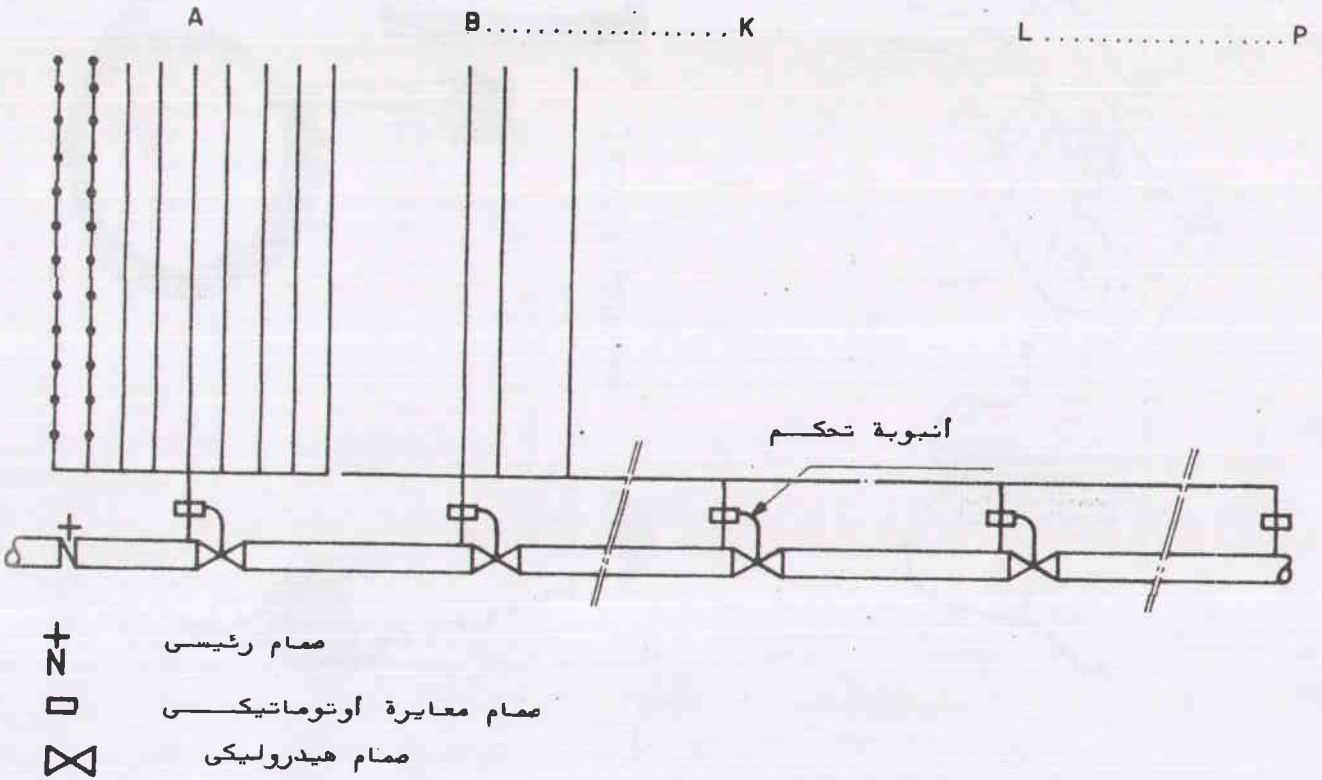
جهاز القراءة المتنقل



جهاز المجس



الشكل رقم (1-5)
نظام تتابعي يعمل بالطريقة الهيدروليكية



عنصران أساسيان في نظام التحكم الأتوماتيكي وهما صمامات وأجهزة التحكم والمعايرة والعنصر الثاني هو أجهزة صمامات وأجهزة التحكم من البعد.

تشمل أنظمة التحكم التتابعية الأتوماتيكية على أجهزة لضبط وتشغيل وإيقاف المضخات وأجهزة أخرى عبارة عن صمامات معايرة حجم التدفق وبعد وصول التدفق المحدد تغلق الصمامات أتوماتيكياً كلياً أو جزئياً حسب البرنامج الموضوع.

أما أنظمة التحكم الهيدروليكية فتحتوي على صمامات يمكن التحكم فيها عن طريق فوارق الضغط بين الضغط الداخلي في الأنابيب والضغط الخارجي وعليه يتم الفتح والإغلاق من خلال التحكم في فارق الضغط. من المشاكل التي تواجه هذه الطريقة التسرب الذي قد يحدث في الأنابيب مما يؤدي إلى الإخلال بفارق التوازن في الضغط.

يمكن التحكم في الري بالتنقيط كهربائياً في حالة تشغيل الشبكة بالكهرباء وذلك عن طريق مفتاح لولبي وهذه الطريقة تستخدم في التدفقات القليلة.

أما الأنظمة التي تعمل بطريقة غير تتابعية فيتم التحكم الآلي فيها من خلال الصمامات الكهربائية أو الهيدروليكية التي تعمل كل منها مستقلة عن الأخرى من حيث التوقيت وكمية المياه بحيث يستطيع كل صمام السماح لكمية مختلفة من المياه في وقت مختلف من الصمامات الأخرى وذلك وفق برنامج تشغيل معد مسبقاً أو باستخدام أجهزة الاستشعار عن بعد وتتضمن لوحة التحكم في هذه الحالة دوائر كهربائية لتشغيل المضخات والصمامات الرئيسية ومقاس رطوبة التربة ومحقن السماد. تعتبر هذه الأجهزة أكثر كلفة أو أكثر حاجة للدقة في تشغيلها وصيانتها لارتباطها بأجهزة حساسة لاستشعار رطوبة التربة وفاقد المياه بفعل التبخر ولكنه تعتبر أكثر كفاءة لارتباطها بأهم عوامل الاحتياجات المائية وهما رطوبة التربة ومعدلات البخر.

1-3-5-3 التحكم الآلي في الري عن طريق معدل التبخر

يعتبر معدل التبخر في أي منطقة من أكثر العوامل المؤثرة على حساب الاحتياجات المائية للنبات في تلك المنطقة ورغم أن طرق حساب الاحتياجات تدخل فيها عوامل عديدة أخرى إلا أن البخر يظل العامل الأكثر أهمية لذلك فهناك بعض الأساليب لربط التحكم في الري بمقاس البخر المكشوف وهو جهاز متواجد في أغلب محطات الرصد الجوي الزراعي. في هذه الطريقة يوضع مجسات كهربائية (Electrodes) في حوض صغير موصول بحوض تبخر نمطي عادي وتتحكم المسافة التي تفصل بين المجسين في مقدار التبخر ومن ثم

في الفترات الفاصلة بين الريات . فعندما يزيد التبخر ينخفض مستوى المياه في الحوض الصغير وبمقدار الانخفاض يكون الري بما يتناسب واحتياجات النبات حسب معدل التبخر . وبالطبع هذه الطريقة ليست دقيقة للغاية إذا أنها تعتمد على عامل واحد قد يكون الأهم ولكن هناك عوامل أخرى تؤثر في الاحتياجات المائية لا تغطيها هذه الطريقة في التحكم. يوضح الشكل رقم (1-6) الالكترود في النظام الاتوماتيكي .

1-3-5-4 التحكم الآلي في الري من خلال حالة أوراق النبات

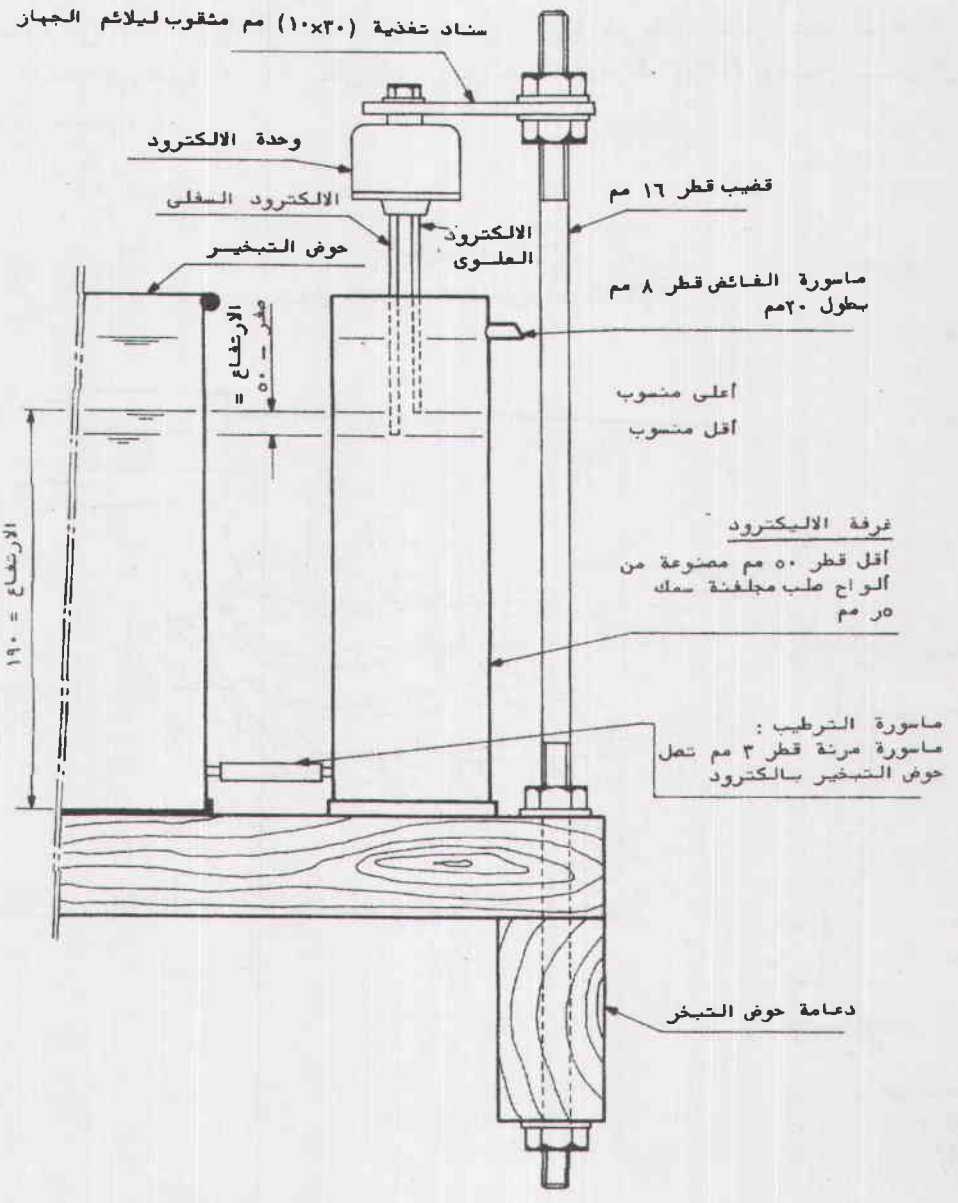
من السمات الهامة للنبات هو مقدرته على تقويم أوضاعه العامة الخاصة بالغذاء والمياه ومدى احتياجه لهذه العوامل ومدى تحمله للنقص والزيادة فيهما ومقدرته على التأقلم لمواجهة الوضع . ويعتبر تقويم النبات لاحتياجاته غاية في الدقة لهذا فقد برزت فكرة متابعة التحولات في النبات في حالة نقص المياه لتقدير الاحتياجات الفعلية بطريقة علمية مباشرة . لقد درج المزارعون على تقويم احتياج النبات من حالة أوراقه وهي فعلاً طريقة صحيحة حيث تنعكس احتياجات النبات للمياه في أوراقه ذبولاً أو اصفرارا . بدراسة الموضوع من خلال البحوث العلمية ، أتضح أن بعض خلايا الأوراق لديها القدرة على تجميع المعلومات عن أوضاع النبات المائية ومن ثم تقوم بالتفاعل مع هذه الأوضاع لمواجهتها وبدراسة دقيقة للأوراق أتضح أن التغير في سمك الورقة وحجمها هي من طرق تحكم النبات في أوضاعه المائية وحيث أن حجم الورقة هو محصلة سمك الورقة ومساحة سطحها فإن التغير في حجم الورقة يحدث أساساً في سمكها وليس في مساحة سطحها. لذلك بدأ مراقبة سمك الورقة لمعرفة رد فعلها نحو الأوضاع المائية للنبات وقد تم التوصل إلى علاقة قوية بين سمك الورقة وأوضاع النبات المائية حيث تزداد سماكة الورقة كلما تعرضت لنقص في المياه. وهذا هو السبب الأساسي في ضخامة سمك أوراق النباتات الصحراوية وقد توصلت الدراسات إلى الآتي :

أ- وجود علاقة طردية وثيقة بين زيادة سمك أوراق النبات ونقص المياه المتاحة له.

ب- هناك اختلاف في تغير سمك الورقة حسب موقع الورقة في النبات .

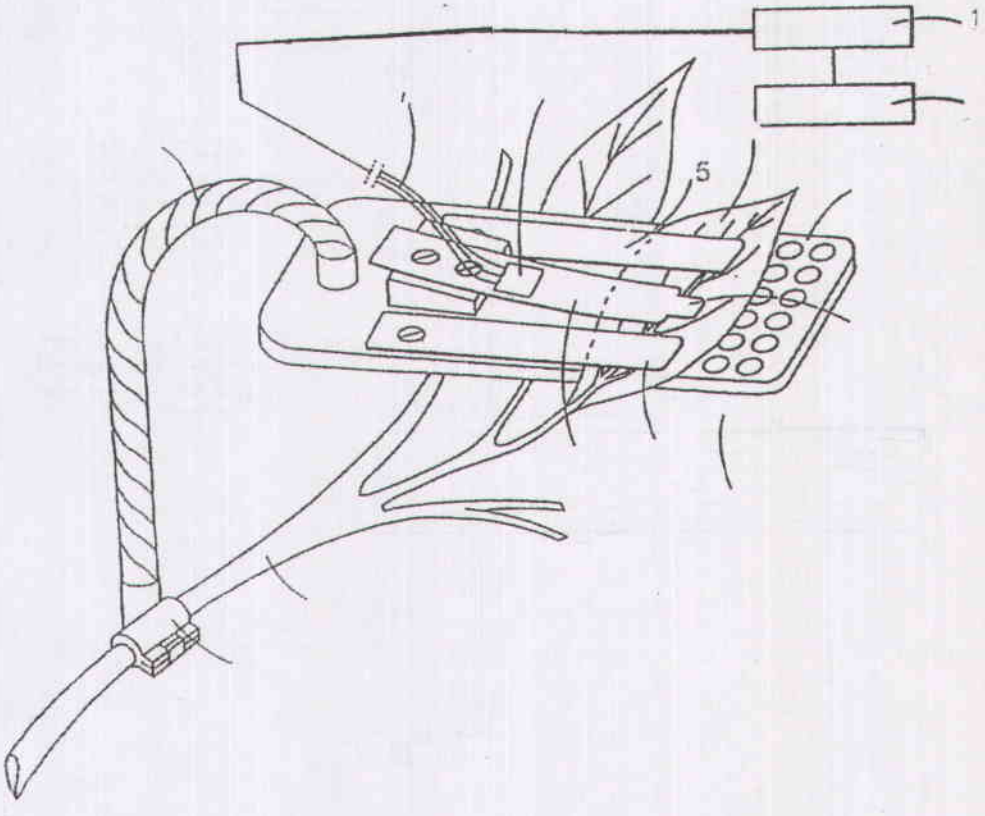
ج- الأوراق التي تقع في منتصف النبات قد تكون معبرة عن الوضع المائي العام للنبات وبالتالي عن المزرعة بالكامل.

الشكل رقم (1-6)
وضع الالكترود في النظام الاتوماتيكي



بناءاً على ذلك فقد تم تصميم أجهزة تقوم بقياس التغير في سمك الأوراق بمقدار أقل من واحد ميكرون (micron) وتم إيصال هذا الجهاز بمعدات تحكم دقيقة للغاية تتفاعل مع أي اختلاف في سمك الأوراق فتسمح بزيادة تدفقات المياه للنبات كلما زاد سمك الأوراق وبالعكس. ويمكن أن يتم من خلال هذا الجهاز التحكم في السماد والتحكم بهذا الجهاز يمكن أن يتم من خلال تغير حجم التدفقات أو التحكم في فترة الري إذا كان التدفق ثابت. الشكل رقم (1-7) يوضح الهيكل العام للجهاز.

الشكل رقم (1-7)
جهاز قياس سمك الورقة النباتية



4-1 الاعتبارات العامة لاتمتة شبكات الري السطحي

إن أهم عوامل الري هي متى يتم الري وما هي الكمية التي يتم إطلاقها في كل رية أي الزمن والكمية .

إن أول المؤثرات على زمن وكمية الري هو مستوى الرطوبة في التربة ولهذا فهي من العوامل التي يجب معرفتها قبل تحديد زمن وكمية الرية. هناك العديد من الطرق لتحديد هذه المعلومة . أدنى وأسهل الطرق هي عبر مقاسات البخر ومقاسات رطوبة التربة (Evaporimeter & Tensisometer) وكلا الجهازين يقوم بقياس المعلومة من التربة رأساً عبر مجسات خاصة كما سبق ذكره تفصيلاً. وانطلاقا من هذه المعلومات يتم تحديد وبرمجة الري وهذا ما يدعى الري حسب الطلب. (Irrigation on demand) . هناك طرق تقليدية مبنية على تجارب المزارعين ومن واقع البحوث لتحديد برامج للري حسب المواقيت الزمنية وهذه الطريقة تعرف بالطريقة المؤسسية (Reestablished) .

تستخدم طريقة الري حسب الطلب مع أبواب القنوات المتحكم فيها بالمناسيب الامامية الثابتة. وهناك أبواب يمكن التحكم فيها لتوفير كميات ثابتة من المياه.

أما التحكم في الري بالأنابيب تحت الضغط فيناسب الري حسب الطلب بشكل أفضل من القنوات المفتوحة نسبة لسرعة استجابة الطريقة للتغيرات في طلب المياه ولهذا فإن هناك تصور بأن الري حسب الطلب يرتبط فقط بطرق الري التي تستخدم الأنابيب مثل الري بالرش ، وهذا تصور غير صحيح إذ أنه يمكن استخدام القنوات المفتوحة في طريقة الري حسب الطلب كما سبق ذكره.

إن الفرق الأساسي بين الري حسب الطلب والري المؤسسي هو أن الأول الطلب للري من المزارعين قد يحدث في وقت واحد مما يستوجب أن تقوم شبكة الري بتحرير كميات من المياه تزيد عن التدفق المستمر في القنوات وفي حالة الري المؤسسي فهناك مجال لتعديل برنامج الري بما يتناسب وسعة القنوات.

هناك عامل آخر مرتبط بالري الآلي وهو درجة الحرارة . ففي البلاد الباردة قد يكون من الضروري إيقاف الري إذا تدنت درجة الحرارة عن حد معين لتجنب تجمد الرزاز المتساقط ، لهذا فإن الأجهزة في هذه الحالة تكون مرتبطة بمقياس للحرارة ويتم إيقاف جهاز الري آلياً إذا دنت درجة الحرارة عن الحد المعين.

وهناك جهاز آخر مرتبط بأشعة الشمس يقوم ببدء وتشغيل جهاز الري آلياً حسب درجات الحرارة.

الباب الثاني
المتطلبات الفنية والاقتصادية والمؤسسية لتعزيز الري الآلي في الدول العربية

2-1 تمهيد

تعتبر الموارد المائية المحدد الرئيسي لإمكانية تطوير ورفع عجلة التنمية الزراعية الأفقية والرأسية نظراً لاعتماد الزراعة في كثير من الدول العربية على مياه الري بسبب تدني وتذبذب كميات الهطول المطري . ومن هنا تجئ أهمية تعظيم الاستفادة من تلك الموارد. وقد سعت الدول العربية لتحقيق ذلك من خلال عدد من البرامج والأساليب التي يأتي في مقدمتها تطوير ورفع كفاءة نظم الري التقليدية وإدخال نظم الري الحديثة ذات الكفاءة العالية في استخدام المياه ، ويتبين أن الزراعة المروية تسهم مساهمة كبيرة في الإنتاج الزراعي للدول العربية. فبينما تبلغ المساحة المروية حوالي 18% فقط من المساحة المزروعة، إلا أنه يعول عليها كثيراً في الإنتاج نظراً لما يتسم به الإنتاج الزراعي المروي من الاستقرار مقارناً بالإنتاج الزراعي المطري . ويتضح أن معظم الأقطار العربية قد بذلت خلال العقود الأخيرة جهوداً كبيرة في مجال تنمية الزراعة المروية ، حيث قامت بتجهيز مشروعات إروائية في مساحات شاسعة لسد حاجياتها من الغذاء ، إلا أنه يلاحظ أن هناك تدهور في القدرة الإنتاجية لمعظم الأراضي المروية في الوطن العربي تأثراً بالعديد من الممارسات غير المرشدة لإدارة المشروعات الإروائية.
وبحكم الموقع الجغرافي للمنطقة العربية التي تقع في نطاقات جافة وشبه جافة فإن الإنتاج الزراعي يتعرض إلى معوقات حادة تتمثل فيما يلي :

- أمطار نادرة وغير منتظمة ، تهطل في أغلب الأحيان في الموسم المضاد.
- المياه المتاحة للري محدودة وفي غالب الأحيان ذات نوعية رديئة .
- درجة حرارة عالية في موسم الإنتاج ، وما يترتب عنها من بخر نتح كبير.
- تتسم الظروف المحلية برياح ذات سرعة عالية، مما يزيد في ارتفاع البخر نتح ويؤثر على اختيار نظم الري وطريقة التوزيع.
- ترب فقيرة وغير مهيكلة أو ثقيلة جداً وغير مصرفة بكيفية جيدة مع احتمال عالي للملوحة.

هذه المعوقات الخاصة تجبر المسؤولين عن التنمية الزراعية للبحث عن طرق ووسائل الإنتاج الأحسن ملائمة للظروف المحلية والتي تمكن من الاستغلال الأمثل والأقصى للموارد المائية والأرضية معاً ، مع العلم أن المياه والتربة موارد ثمينة وهشة في نفس الوقت ولابد من استغلالهما مع مراعاة الديمومة والمحافظة . ومن المعروف أن الظروف القاحلة للمنطقة العربية لا تمكن من الحصول على

إنتاج زراعي مستمر دون ري ماعدا في الشريط الساحلي للبحر الأبيض المتوسط ومنطقة السافنا.

2-2 كفاية الموارد المائية المتاحة

إن المحدد الأساسي للتنمية الزراعية هو شح الموارد المائية العربية المتاحة وتعتبر المنطقة العربية من أفقر مناطق العالم في مواردها المائية حيث يقدر نصيب الفرد حالياً من الموارد المائية المتاحة بأقل من 1000 متر مكعب في السنة مقارناً بأكثر من 7600 متر مكعب للفرد في السنة على نطاق العالم ككل في حين أن نصيب الفرد في آسيا يقدر بحوالي 5600 متر مكعب سنوياً ونصيب الفرد في أفريقيا يقدر بحوالي 3200 متر مكعب سنوياً وهما القارتان اللتان تضمان الدول العربية . بالإضافة إلى هطول الأمطار ، فإن جملة الموارد المائية المتاحة بالدول العربية تقدر بحوالي 247.5 مليار متر مكعب سنوياً منها حوالي 205 مليار متر مكعب سنوياً مياه سطحية وحوالي 35 مليار متر مكعب سنوياً مياه جوفية وحوالي 7.5 مليار متر مكعب سنوياً من الموارد المائية غير التقليدية المتمثلة في إعادة استخدام المياه العادمة من الزراعة والصناعة والصرف الصحي بالإضافة إلى تحلية المياه المالحة.

2-2-1 هطول الأمطار

إن الهطول المطري هو المصدر الرئيسي للموارد المائية العربية السطحية والجوفية بما فيها المياه المشتركة التي تبدأ من الدول غير العربية المتشاطئة على هذه الموارد المائية الدولية. يقدر جملة حجم الهطول المطري الذي يتساقط على الأرض العربية بحوالي 2282 مليار متر مكعب سنوياً في المتوسط العام. وبتحليل هذا السقوط نجد أن حوالي 15% من هذه المياه تسقط في حوالي 67% من الأراضي العربية وهي الأراضي التي لا تتلقى أكثر من 100 ملمتر سنوياً من المياه ، وعليه فهي غير مؤهلة لأي زراعات بعلية. وتتلقى حوالي 19% من الهطول أراضي تبلغ مساحتها 15% من الأراضي العربية، وبمعدلات هطول بين 100-300 ملمتر سنوياً. وتخص هذه الأراضي منطقة المراعي الطبيعية ومناطق الإنتاج الحيواني بالإضافة إلى زراعات محددة للمحاصيل بعلياً، وهي من المناطق التي تصلح لعمليات حصاد ونثر المياه لدعم الإنتاج الزراعي المطري من خلال الري التكميلي. كما أن عملية حصاد المياه تعتبر في كثير من المناطق العربية المصدر الأساسي للمياه للإنسان والحيوان. أما بقية الهطول المطري والذي يبلغ حوالي 66% فإنه يتساقط على 18% فقط من الأرض العربية وبمتوسط هطول يبلغ أكثر من 300 ملمتر سنوياً في العام. وتتمركز هذه

الأراضي أساساً في الإقليم الأوسط والمغرب العربي والمشرق العربي ، وهي تعتبر أكثر المناطق العربية استقراراً زراعياً ، وهي مصدر رئيسي للمحاصيل الإستراتيجية التي تشكل الغذاء الرئيسي للسكان. كما أن هذا الكم الكبير نسبياً من الهطول أدى إلى ارتفاع التغذية السنوية للمياه الجوفية في هذه المناطق، بالإضافة إلى الأنهر والوديان والمجاري المائية الموسمية والدائمة الجريان، وهي أكثر المناطق ملائمة للزراعات المطرية المستقرة والمدعومة بالري التكميلي، كما أنها أكثر ملائمة للري بسبب قلة الاحتياجات المائية للمحاصيل نسبة لارتفاع الهطول المطري السنوي.

من السمات الأخرى الهامة للهطول المطري في المنطقة العربية هو ظاهرة التذبذب والتغيرات الكبيرة في معدلات الهطول من سنة إلى أخرى وما يصاحب ذلك من فترات للجفاف ومشاكل زراعية وغذائية. كما أن التذبذب قد يعنى حدوث موجات من الفيضانات المدمرة ذات الآثار البيئية والاجتماعية غير المواتية.

2-2-2 الموارد المائية السطحية العربية المتاحة

إن جملة المياه السطحية العربية المتاحة تقدر بحوالي 205 مليار متر مكعب سنوياً في المتوسط العام وأهم سمات هذه الموارد المائية أن أكثر من 70% منها يأتي من خارج الدول العربية. تشمل الأنهر المشتركة، نهر النيل ونهري دجلة والفرات ونهري شبيلي وجوبا ونهر السنغال. تقدر نسبة المياه العربية الدولية المشتركة بحوالي 54% من نهر النيل وحوالي 39.8% من نهري دجلة والفرات وحوالي 6.5% من نهري شبيلي وجوبا وحوالي 0.7% من نهر السنغال. إن هذه الموارد المائية العربية المشتركة تشوبها كثير من المحاذير أهمها عدم التوصل إلى أي اتفاقيات مع دول المنبع لتحديد التوزيع المنصف والمعقول لهذه الموارد المائية حسب القواعد واللوائح والقوانين الدولية الخاصة بهذه المياه والتي كثرت حولها المؤتمرات والاجتماعات إلى أن تمخضت عنها اتفاقية قانون استخدام المجاري المائية الدولية للأغراض غير الملاحية التي وضعتها الجمعية العامة للأمم المتحدة في 21 مايو 1997 ، والتي تتوافق كثيراً مع المواقف والتوجهات العربية التي صاغها إعلان القاهرة حول مبادئ التعاون العربي والذي صدر من المؤتمر الوزاري العربي الأول لوزراء الزراعة والمياه في القاهرة عام 1997 ، مما يستوجب أن تهتم كل الدول العربية بالتصديق والانضمام إلى هذه الاتفاقية لإعطاءها الدعم الشرعي الدولي حيث أنه كلما زادت الدول التي صادقت عليها كلما أصبحت أكثر شرعية. ومن أهم مميزات هذه الإتفاقية وجوب تبادل المعلومات والبيانات المائية المتشاطئة وضرورة التشاور والإخطار المسبق من دول المنبع عند عزمها القيام بتنفيذ منشآت تسبب أضراراً ذات شأن لدول أخرى

الوضع يمكن تحسينه وأن أحد مجالات التحسين هو رفع كفاءة استخدام الموارد المائية.

2-3-2 كفاءة استخدام الموارد المائية في الزراعة العربية

تقدر جملة الاستخدامات المائية في الزراعة العربية بحوالي 169 مليار متر مكعب سنوياً ، منها حوالي 147 مليار متر مكعب تستخدم في الري السطحي الذي يتسم بكفاءة تبلغ حوالي 38% ، وبفواقد مائية تقدر بحوالي 91 مليار متر مكعب سنوياً. تقدر المساحة المروية بالري السطحي التقليدي في العالم العربي بحوالي 85% من جملة المساحة المروية .ونظراً لمحدودية المياه وسعياً لرفع كفاءة استخداماتها ، فقد تطورت واتسعت استخدامات طرق الري الحديثة نسبة لارتفاع كفاءة استخداماتها للمياه مقارنة بالري السطحي . فقد كانت المساحة التي تستخدم طرق الري الحديثة في العالم العربي بعض الهكتارات في الستينات وصلت حالياً إلى ما يقارب 2.5 مليون هكتار. ومن المفيد الإشارة أن هناك وسائل عديدة لرفع كفاءة استخدامات المياه في الزراعة بالإضافة إلى التوسع في تقانات الري الحديثة، منها الإدارة السليمة للطلب وتحديث البنية الأساسية لشبكات الري وتأهيل وبناء القدرات في مجال الموارد المائية والري وتوفير التمويل اللازم لعمليات الري والمشاركة الشعبية في إدارة المياه وأهمية سداد المزارعين لتكلفة إتاحة المياه والتوعية المائية. ومن المعروف أن نظام الري السطحي يرتكز على تقنيات توزيع وتطبيق لا تمكن من التقدير الأمثل لإيرادات المياه وبطبيعة الحال تكون النتيجة تبذير في المياه (فواقد) وفي المواد المغذية والطاقة، ويترتب عنها في أغلب الأحيان تدهور في التربة من خلال التغدق أو التملح. وفي النصف الثاني من القرن الماضي ، فقد تطورت تقنيات الري الحديثة، أساساً نظام الري بالرش والري الصغير Micro irrigation والتي مكنت من تحقيق التقديرات الأقرب من الاحتياجات الحقيقية والاستغلال الأمثل من تحقيق التقديرات الأقرب من الاحتياجات الحقيقية والاستغلال الأمثل (Optimization)لإيرادات المياه. ترتكز هذه النظم من جهة على استعمال الضغط وعلى التكرار العالي والمراقبة الدقيقة لإيرادات المياه، ومن جهة أخرى مكنت أيضاً من تطوير وميكنة الري من خلال تصنيع أجهزة ري وملحقات (Accessories) للمراقبة والتحكم (Control and Automation) أكثر لكميات مياه الري والتقليل من الأعمال الشاقة. وتتمثل المزايا الرئيسية لهذه التقنيات مقارنة بالأنظمة التقليدية فيما يلي :

- ملائمة أحسن للظروف الميدانية المحلية .
- إمكانية السقي بأكثر تكرار وبمقادير متحكم فيها.
- مرونة أكثر في التشغيل.
- إمكانية واسعة للمراقبة والأتمتة.

2-4 نظم الري بالمشروعات المروية في الوطن العربي

تقدر المساحات المروية في الوطن العربي بحوالي 15 مليون هكتار. وتتفاوت مساحة هذه المشروعات من قطر إلى قطر ، حيث تتميز دول مثل مصر، العراق، السودان، سوريا والمغرب بإمكانات إروائية عالية (تمثل المساحات المروية لهذه الدول 77% من جملة المساحة المروية بالوطن العربي).

وعلى العموم فإن الري في المنطقة العربية يتم إما عن طريق الري السطحي أو الري باستخدام الطرق الحديثة.

2-4-1 الري السطحي

يسود نظام الري السطحي معظم المشروعات المروية في المنطقة العربية ، حيث تمثل مساحة الأراضي التي يتم ريها عن طريق هذا النظام حوالي 85% من جملة الأراضي المروية. تتفاوت هذه النسبة من إقليم إلى آخر ومن قطر إلى قطر، حيث تبلغ حوالي 100% في كل من السودان وموريتانيا. وتصل إلى أكثر من 98% في كل من العراق واليمن، في حين نجد أنها منخفضة في أقطار الجزيرة العربية ودول الخليج التي تعتمد أكثر على طرق الري الحديثة.

2-4-2 طرق الري الحديثة

توضح إحصاءات المنظمة العربية للتنمية الزراعية أن الأراضي المروية عن طريق الري الحديث على مستوى الوطن العربي تقدر بحوالي 2.2 مليون هكتار وهي تعادل نحو 15% من جملة الأراضي المروية. ويهيمن نظام الري بالرش على النظم الحديثة الأخرى إذ يغطي حوالي 1.9 مليون هكتار وذلك بنسبة 88% من مجموع المساحة التي تروى بهذه النظم، بينما يغطي الري بالتنقيط مساحة 270 ألف هكتار وتتواضع المساحات التي تروى بنظم الري الحديثة الأخرى بدرجة يمكن إغفالها بالمقارنة مع نظامي الرش والتنقيط، يوضح الجدول رقم (2-1) توزيع المساحات المروية بالنظم الحديثة على الأقطار العربية المختلفة. وتأتي المملكة العربية السعودية ودول الخليج الأخرى في صدارة الدول العربية التي تستخدم نظم الري الحديثة، ويتبين من ذلك أن المساحة التي تروى بنظام الري بالرش في المملكة العربية السعودية تزيد قليلاً عن مليون هكتار وبالتالي فهي تمثل 50% من كل المساحة بنظم الري بالرش في الوطن العربي. ويعزي ذلك لأسباب عديدة منها :

- عدم توفر الأنهار الدائمة وشح الموارد المائية بصفة عامة.
- توفر مخزون جوفي من المياه تحت ضغط ضخ عالي.
- طبيعة الأرض الرملية ذات النفاذية العالية.

جدول رقم (2-1)
مساحات الأراضي المروية بالأقطار العربية
وفق نظم الري الحديثة (المساحة بالألف هكتار)

الدولة	المساحات المروية بالنظم الحديثة	
	الري بالرش	الري بالتنقيط
الأردن	0.53	38.3
الإمارات	3.7	37.5
البحرين	0.13	0.54
تونس	72.0	22.0
الجزائر	40.0	–
جيبوتي	–	–
السعودية	1029.0	32.0
السودان	–	–
سوريا	–	20.0
الصومال	–	–
العراق	60.0	8.0
عمان	1.6	2.1
فلسطين	4.1	11.7
قطر	2.0	0.04
الكويت	0.6	1.2
لبنان	21.0	13.0
ليبيا	470	0.40
مصر	117	83.0
المغرب	103.2	4.0
موريتانيا	–	–
اليمن	0.35	0.40
الجملة	1930.0	274.2

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية : دراسة حول زيادة وتحسين الاستفادة من نظم الري الحديثة **1998**.

- توفر الإمكانات المائية، وانتهاج سياسة اقتصادية داعمة للقطاع الزراعي.
- خلو المياه الجوفية من الشوائب والطمي مما يناسب نظم الري الحديثة.

لا يقتصر توفر هذه الظروف الموضوعية على دول الخليج العربي ولكنها تتوفر أيضاً وبدرجات متفاوتة في الأقطار العربية الأخرى، ولهذا فقد شرعت معظم الدول العربية في استخدام هذه النظم لتعظيم الفائدة من استخدام المياه وزيادة الإنتاج والإنتاجية.

إن الانتقال من الطرق التقليدية إلى الطرق الحديثة يكون مصحوباً دائماً بمتطلبات تخص الاستثمار ، تكلفة الطاقة، المهارة الفنية والصيانة. ومن المفيد أن توطين هذه التقانات الحديثة تشكل عوائق جديدة يمكن حصرها فيما يلي:

- مستوى عالي للاستثمارات، خاصة في الري المكثف (الري الخطي ، النظام المدفعي، المحوري) وفي الري الصغير(**Micro Irrigation**) ولكن هذا يعوض جزئياً بعدم وجود تكاليف استصلاح (تسوية الأراضي، تهيئة قنوات التوزيع وكل المرافق الموجودة .
- تكاليف الطاقة عالية (رش – مدفع) والذي يجبر على البحث لبدائل يستخدم فيها الضغط المنخفض.
- الحفاظ على أساليب التوزيع في حالة جيدة، والذي يترتب عنه وجود كوادر مؤهلة للقيام بعمليات التشغيل ، الصيانة والتصليح وكذلك إتاحة قطع الغيار بصفة منتظمة إلى جانب التزويد الدائم بالمياه.

2-5 المتطلبات الفنية

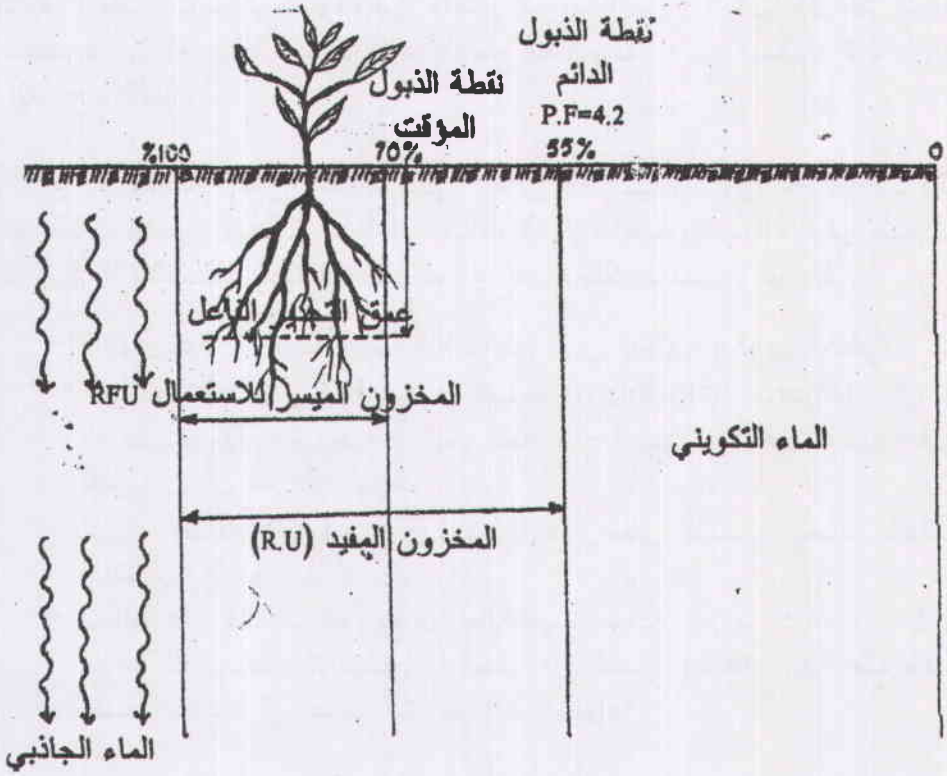
2-5-1 المفهوم النظري لعملية الري

من الواضح أن العلاقة بين الماء والتربة والمحصول هي التي تحدد مدى التفاعل بين هذه العناصر الثلاثة وعملية الري.

يبين الشكل رقم (2-1) أن التربة تشكل القدرة التخزينية القصوى (100%) بعد تسرب المياه الجانبية إلى العمق. وقد حددت السعة الكلية للتخزين نتائج الرطوبة المطابقة (Equivalent Humidity) والكثافة الظاهرية (Heq x da) . هذه السعة تبدأ في النقصان ما إن لم تسقط أمطار لتغذية التربة أو إضافة مياه الري. فإذا ما وصلت نسبة هذه السعة إلى 70% فمعظم النبات في التأثر لأن عند هذه النقطة نصل إلى ما يعرف بنقطة الذبول المؤقت . فإذا لم تتم عملية إضافة مياه الري وتستمر سعة التخزين إلى أن تصل إلى نسبة 55% من سعة التخزين الكلية ،

الشكل رقم (2-1)

عملية أتمتة الري بالتتبع الدقيق لمستوى رطوبة التربة



فتصل إلى نقطة الذبول الدائم (PF=4.2) ويستحيل في هذه الحالة للنبات أن يسترجع حيويته حتى وإن أضيفت كمية من المياه ، لذا فقد تحسب كمية جرعة الري (Dose) وفق المعادلة التالية:

$$A = Heq \times da \times C \times X$$

حيث أن

A : كمية الري المقدرة بالمليمتر (mm)

Heq : الرطوبة المطابقة المقاسة في المختبر (السعة الكلية للتخزين)

da : الكثافة الظاهرية

C : معامل تتراوح قيمته بين 0.2 – 0.3 والذي هو في الحقيقة يمكن من استرجاع السعة التخزينية من نقطة الذبول المؤقت إلى حدها الأقصى.

X : عمق التجذير الفاعل بالميليمتر ووفق الشكل رقم (2-1) تتم عملية أتمتة الري بالتتبع الدقيق لمستوى رطوبة التربة.

2-5-2 تحسين نوعية المياه

تعتبر نسبة الملوحة لمياه الري من العوائق التي تحد من إنتاجية المحاصيل وتشكل بذلك زيادة تملح التربة بتراكم الصوديوم في الطبقة المستغلة من النبات. ومن الطرق العديدة لتحديد مستوى ملوحة مياه الري تلك التي تعطي نسبة الأملاح مقدرة بغرام في اللتر أو عن طريق الناقلية الكهربائية (EC). وهناك اعتبار مهم لإصلاح ملوحة مياه الري والذي يكمن في مدى سعة وانتشار القلوية وهي معبر عنها بنسبة امتصاص الصوديوم (SAR) والذى يعطى وفق المعادلة التالية :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

وللتغلب على هذه المشاكل ،هناك طرق مختلفة لمحاربتها، فبالنسبة للترسبات

الكيمائية يمكن حقن شبكة الري بمحلول حامض النيتريك أو الكلوريدريك لإذابة كاربونات الكالسيوم المترسبة وذلك بتركيز 0.2 إلى 0.5%.إلا أنه ومنذ فترة وجيزة فقد تمكن البحث من وضع بعض الحوامض العضوية التي تمكن من إصلاح الترب المالحة وأيضا تحسين نوعية مياه الري المالحة . تحتوي هذه الحوامض على أيونات كاربوكلسية (O=C=O=H) التي تكون حاملة للكالسيوم. التفاعل الكيمائي لهذه الحوامض مع كربونات الكالسيوم يعطي مركب ما إن تم إدخاله للتربة عن طريق مياه الري يمكن استبدال كاتيونات الصوديوم بكاتيونات الكالسيوم ، ومن خلال هذا التبادل يبقى الصوديوم في محلول التربة بحيث يمكن غسيله بعيداً عن منطقة الجذور.
ومن هذا المنطلق فقد جاءت فكرة تصنيع هذا الحامض العضوي المسمى (صوديال) الذي له التركيبة الكيميائية التالية:

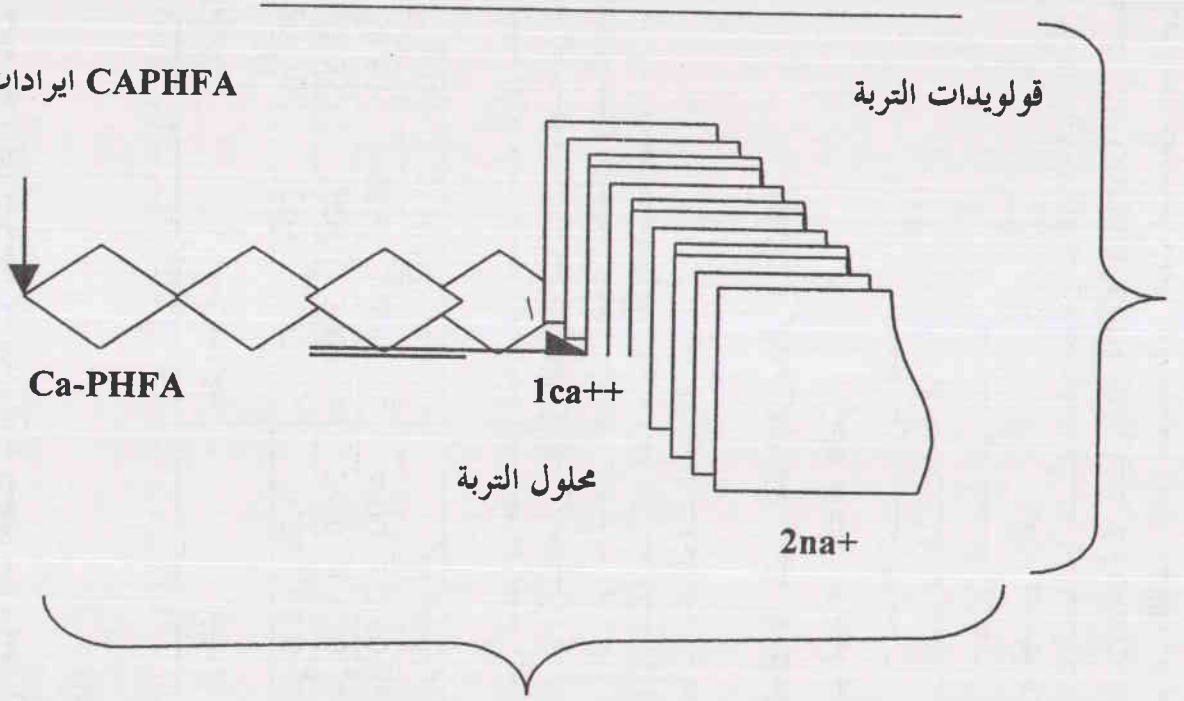
-Polyhydrophenilcarboxilique (PHFA):40%
- Calcium :7%

وقد أعطت التجارب أن لتر واحد من الصوديال تطابق :
10 لتر من البوليسلفور.
7 لتر من حامض الكبريت
4 كلغ من الكبريت
22 كلغ من الجبس
يوضح الشكل رقم (2-2) كيفية تعامل محلول صوديال.

ومن مزايا هذا الحامض أنه يمكن من وضع غرونيات التربة (المركب الصلصالي الدبالي) في مكانها بإمكانية التجمع (floculation) وبذلك يتم من جديد التبادل الايوني مع محلول التربة.
ومثل ما تقدم ذكره فإن قيمة كمية الصوديال اللازمة وفق نوعية مياه الري تكون كالآتي:

كمية الصوديال (لتر / هكتار) = (SAR الحالي – SAR المرغوب) + 1.1×A
A ارتفاع كمية مياه الري في التربة بـ سم .
ومن خلال تحديد كمية الصوديال فيمكن تفادي ما يلي :
- كل التراكمات الجديدة للصوديوم في منطقة التجدير.
- انتشار عرونيات التربة.

الشكل رقم (2-2)
كيفية تعامل محلول صوديال



- التدهور الهيكلي للتربة.
- الخلل في التبادل الأيوني.
- الاختلافات في تغذية النباتات.

وعلى العموم فقد أعطت نتائج البحوث الكميات التوجيهية للصوديال بمياه الـــري كالآتي:

نسبة الصوديوم غرام/لتر	الناقلية الكهربائية ميكروموز/سم	كمية الصوديال مليمتر/م3 من مياه الري
من 0.6 إلى 1.30	من 938 إلى 2031	20-10
من 1.30 إلى 2.50	من 3031 إلى 3906	35-25
من 2.50 إلى 4.00	من 3906 إلى 6250	35-55
من 4 إلى أكثر	زيادة على 6250	زيادة الكمية نسبياً

ولكن من المفيد أن هذا الحل الجديد في معالجة مياه الري يتطلب المزيد من البحث والتجارب ووضعه في متناول الفنيين والمزارعين خاصة في تحسين نوعية ميـــاه الري ، لأن في ما يخص التربة فإن مجال تحسينها وإصلاحها يتطلـــب إمكانـــات كبيرة وواسعة جداً كمراعاة صرف المياه بصفة محكمة وإتاحة مياه غير مالحـــة إلى جانب المصلحات المعروفة.

2-5-3 تقييم نظام الرش بالأذرع المتنقلة.

يتم تقييم هذا النظام كالتالي:

- معرفة تجانس توزيع الماء.
- معرفة الصبب.
- فقدان الضغط عبر القنوات.

مفهوم تجانس الرش

هناك العديد من الصيغ لتحديد معامل تجانس الرش ، إلا أن الصيغـــة الأكـــثر تداولاً هي صيغة كريستيان سين (Christiansen) التي تعتمد علـــى متوســـط الإنحراف بالنسبة لمعدل جميع مقادير المياه المحصل عليها في الأوعيـــة والتـــي تستعمل متوسط 25% من أضعف مقادير المياه المحصل عليها فى الأوعية . هذا الأخير يسمى أيضاً معامل تجانس التوزيع .

- **معامل التوزيع (C.U)**

100 x (1- Σhi-hm/nxhm) حيث

hi = التساقط المحصل عليه بكل وعاء.

hm = متوسط التساقطات المحصل عليها في الأوعية.

n = عدد الأوعية

والخلاصة أنه إذا كان :

معامل التجانس أصغر من 50% فإن التوزيع ضعيف.

معامل التجانس ما بين 50 و 75% فإن التوزيع متوسط.

معامل التجانس أكبر من 75% فالتوزيع جيد.

- **معامل تجانس التوزيع (CUD).**

CUD = { Σhimin/n x hm} × 100 حيث

himin = أضعف التساقطات المحصل عليها.

n = العدد الإجمالي للأوعية.

- تفسير لمعاملي التوزيع عند كريستان سين كالآتي:

لكي تحصل على معامل تجانس جيد يجب تقليص التباعد بين المرشات إلا أنه يطرح مشكلة ارتفاع التكلفة الإنشائية.

- فبالنسبة للزراعات ذات الجذور القصيرة فإن نظام الري المناسب هو الذي يعطي معامل تجانس أكبر من 87% أو معامل تجانس التوزيع أكبر من 80%.
- أما في ما يخص الزراعات ذات العمق المتوسط فالنظام المناسب هو :

81% > معامل التجانس > 83%.

55% > معامل تجانس التوزيع > 75%

2-5-4 تقييم نظام الري الموضعي

للتأكد من جودة تجانس توزيع المياه على الحقل، سواء عند بدء تشغيل شبكة الري الموضعي أو بعد تنقية الموزعات ، لابد من اللجوء إلى قياس صبيب بعض الموزعات واستعمال معادلة كيلير (Kaller) لحساب معامل تجانس صبيب هذه الموزعات وتتم هذه العملية كالتالي:

اختيار أربعة أنابيب توزيع بالحقل ، يتم اختيار أربع نقط على كل أنبوب توزيع، نقطتان عند بداية ونهاية أنبوب التوزيع ونقطتان وسطهما على مساحات متساوية ثم قياس صبيب كل نقطة. ومن ثم تطبق معادلة كيلير كالآتي:

معامل تجانس توزيع المياه (CUA) = $\frac{q'}{q}$ × 100 حيث

جدول رقم (2-2)
مزايا ومساوئ نظم الري الحديثة

نظم الري	تقليدية (ري سطحي)	الرش	الري الصغير Micro irrigation
المزايا			
تكلفة الاستصلاح	xxx	x	x
القابلية للتربة الرملية أو الحجرية	0	xx	xxx
القابلية للأراضي المائلة غير مسطحة	0	xx	xxx
الاستخدام للمياه المالحة	0	xx	xxx
الحساسية للرياح	0	xx (xxx)	0
الفواقد عن طريق التبخير	xx	xxx	0
الفواقد عن طريق التسرب	xxx	x	0
التكرار العالي للإيرادات	0	xx	xxx
المراقبة الدقيقة للكميات	0	xx	xxx
انتظامية الري (UNIFORMITY)	0	xx (xxx)	xxx
توفير المياه	0	xx	xxx
احتياجات مياه الغسيل	xx xxx	xx	x
احتياجات التصريف	xx	x (xx)	0
الاقتصاد في السماد	0	xx	xxx
الاقتصاد في المبيدات	x	0 (x)	xxx
توفير العمالة	0	xx (x)	xxx
إمكانية الأتمتة	0	xx (x)	xxx
المساوئ			
الاستثمار الأولي في الحقل	0	xxx	xxx
استعمال الطاقة	x (xx)	xxx	xxx
تكلفة الصيانة	x	xx	xxx
المتطلبات الفنية	0	xx (xxx)	xxx

0: صفر x : ضعيف xx : عالي xxx : عالي جداً

بسبب التكلفة. ويتم الاستخدام بتوافق تقنيات الري مع هذا العائق) يتم الري في الليل لتجنب حرق الأوراق . وتوضح الجداول (2-3) - (2-4) العوامل المختلفة لاختيار أساليب الري حسب العوائق الموجودة محلياً. إلا أنها تؤخذ كبيان نظري. الإستناد إليه وايجاد التوافق بموضوعية خاصة مع العوائق الاقتصادية . وفي ما يلي عرض الطرق المختلفة مع العوائق الخاصة ومعدل التكاليف .

2-6-1التغطية بالرذاذات

تكمن مزايا هذه النظم أساساً في المرونة العالية وسهولة في الاستعمال وكذلك انخفاض التكلفة مقارنة بالأنظمة الأخرى ماعدا التغطية الكلية أو النظم الثابتة تحت الأوراق. ويمكن الاستثمار مبدئياً بحد أدنى من العتاد المتحرك ، وبعد فترة وعلى مراحل يتم استكمال النظام لجعله تغطية مزدوجة أو تغطية كلية. إن اختيار نوع الأنابيب (الألمنيوم أو الفولاذ) يبنى على تكرار تحريك الأجهزة وتوفر العمالة. وفي الغالب يتم اختيار الحل المزدوج، بمعنى أن تكون القنوات الرئيسية وقنوات التوزيع من الفولاذ والقنوات الحاملة للرذاذات من الألمنيوم أو البلاستيك، وتوضح الأشكال (2-3) ، (2-4) ، (2-5) ، (2-6) المتطلبات الفنية من حيث التصميم الجيد لهذا النوع من التغطية . إلا أن هذا النظام له عائقان أساسيان :

- الحساسية للرياح : والتي تؤثر بشكل كبير على انتظام السقي (Uniformity) ومن ثم الريات .
- الحساسية للملوحة : مع احتمال حرق الأوراق، والري أثناء الليل يمكن التقليل من أثر الأملاح .

تكلفة الاستثمار تتغير حسب ونوع العتاد(ألمونيوم - فولاذ – بلاستيك) معدل الأسعار لهذا النظام يتراوح على العموم بين 5000 فرنك فرنسي للهكتار للتغطية المتحركة إلى 12000 فرنك فرنسي للهكتار بالنسبة للتغطية الكلية .

تكلفة الاستخدام تتغير أيضاً حسب درجة تحرك العتاد. كمثال يقدر احتياج العمالة إلى 3 أشخاص للهكتار للرية الكاملة للتغطية المتحركة، بينما لا تكون إلا بمقدار نصف شخص / الهكتار بالنسبة للتغطية الكلية.

2-6-2 النظام المتدحرج Roll line

مثل التغطية بالرذاذات ، هذا النظام له مرونة استخدام عالية واقتصاد في العمالة والطاقة وباستثمار أولى منخفضاً والصالح أكثر للحيازات الصغيرة (من 5 إلى 12 هكتار) وله نفس المعوقات ، الحساسية للملوحة والرياح، زيادة على أن لا يتعدى طول النبات 1.20 متر.

جدول رقم (2-3)
العوائق لإختيار نظام ري

العوائق المناخية	درجة الخرونة المرتفعة	تحصول ETP التبخر	نعم الري السطحي ، الرش المحور ، LEPA	لا ري سطحي ، المدع محور أو المنطقية بزاحات
←	سرعة الرياح 10 ، كلم/ساعة 3 متر /ثانية	التبخر ، الانظام ↘	نعم ري سطحي ، ري صغير محور + LEPA	لا الرش / نظام جاني المدحرج محور ، النظام المدفني الرذاذات

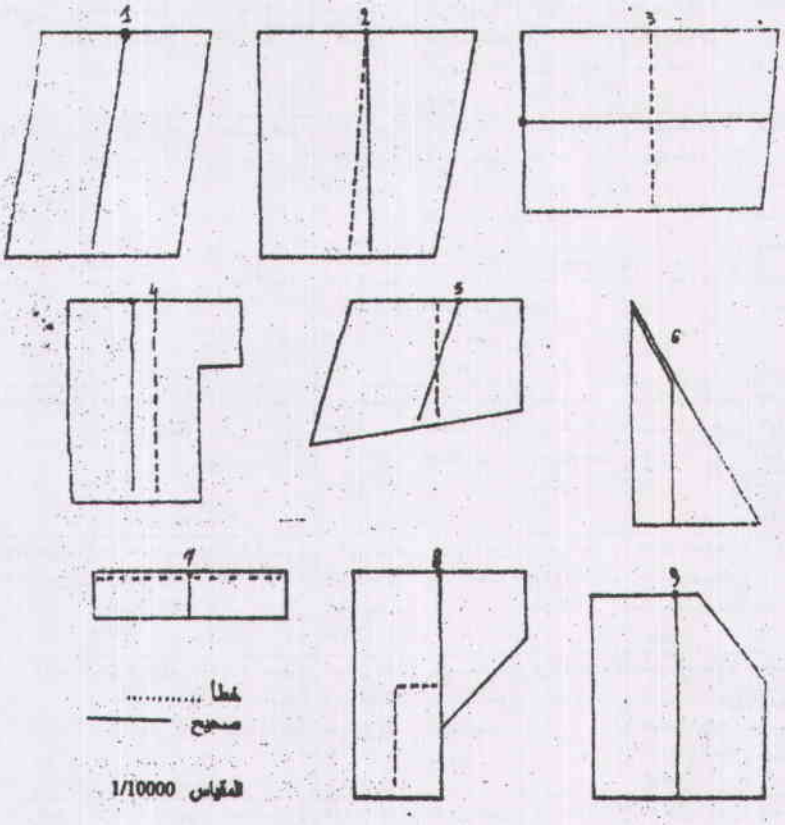
عوائق التربة	تركيبة حبيبة كبرى تربة رملية	الوالد عن طريق التسرب Percolation	نعم الري الصغير ، الرش نظام جاني المدحرج النظام المدفني المحور	لا الري السطحي
←	تركيبة حبيبة كبيرة جداً	تسرب كبير صعوبة في التحديد	نعم الري الصغير (المقاطيط بتكوار أكبر)	لا سطحي ، رش نظام جاني المدحرج محور ، النظام المدفني

عوائق طوبوغرافية	ميل بين 4% و 15%	احتمال الجريان	نعم الري الصغير نظام جاني المدحرج ، رش مدفني ، محور خطي (4%)	لا سطحي نظام خطي
←	ميل أكبر من 15%	جريان عالي احتمال الانجراف – النظام رشيه	نعم الري الصغير نظام جاني المدحرج ، رش مدفني ، محور خطي (4%)	لا سطحي رش – نظام جاني المدحرج ، محور – نظام خطي

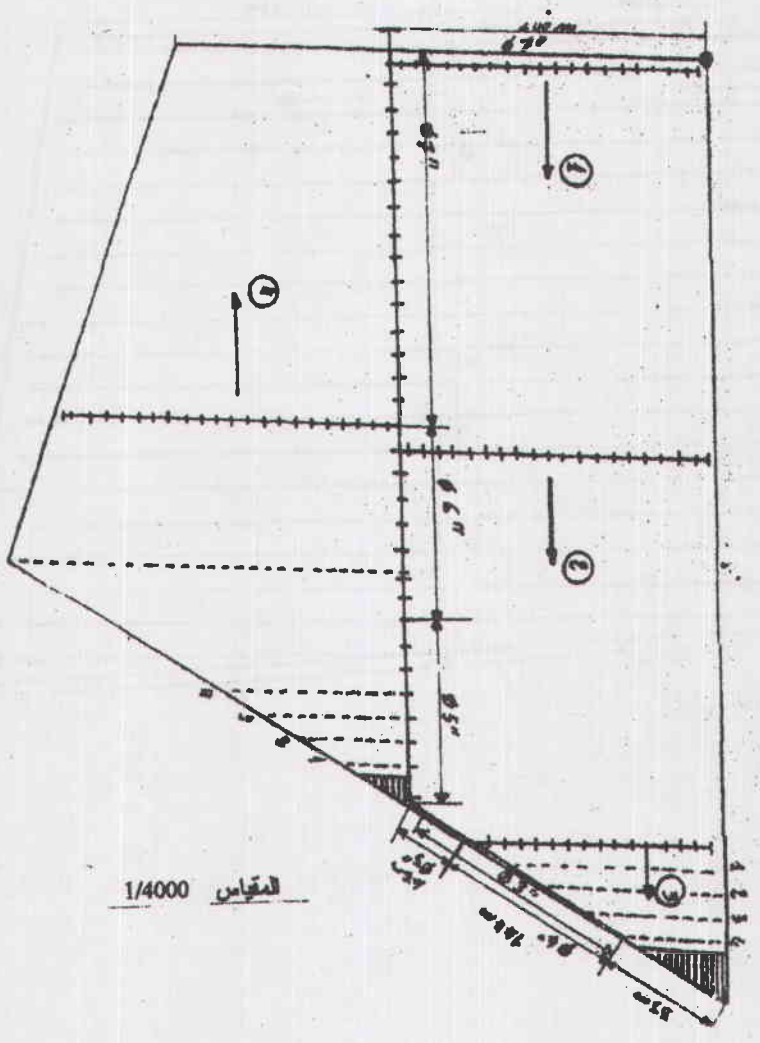
جدول رقم (2-4)

نظام الري	عوامل الاختيار						
	الأرض	التربة	طوبوغرافية المياه	المحاصيل	المناخ	العوامل الإنمائية	العوامل المالية
الري السطحي	مساحة مسطحة أو شبه مسطحة وميل خفيف	لا تصلح للتربة النفوذة جداً	مقبولة ولكن يفضل بعض أشكال الغمر	كل المحاصيل ما عدا المحاصيل التي تكون فيها مشكلة الأعشاب الضارة في الشهور الأولى	كل المناخات ما عدا الرياح التي تؤثر على توزيع المياه	تكلفة خفيفة وسهل الاستعمال	استعمال زيادة المياه واحتمالات التلوث عن طريق الصرف
المحطية بالرذاذات	يصلح لكل الأراضي الميل لا يتعدى 15%	يصلح لكل أنواع التربة	محايدة من حيث إمكانية استعمال الأوراق	لكل المحاصيل إلا المحاصيل الحساسة للأمراض	حساس للرياح إلا تحت الأوراق (البساتين)	مرافق جيدة للآليات سهولة وصيانة	التكاليف متوسطة إلى عالية تحتاج عمال وعمالة
النظام سطحي المتحرك	ميل أقل 15%	كل أنواع التربة	محايدة من حيث إمكانية استعمال الأوراق	كل أنواع المحاصيل التي لا يتعدى علوها 1.20م	حساسة جداً للرياح	مرونة كبيرة صعوبة محدودة	تحديد قرطاع المحصول
النظام الثابتي	أراضي تحتاج ميل أقل من 20%	كل أنواع التربة	لا يتحسن استعماله	لكل المحاصيل ما عدا البساتين (أشجار مثمرة)	حساسة جداً للرياح ما عدا المناخ ذو ضغط منخفض	حرية كبرى لتطابق جيد للمحاصيل الكبرى	الاستثمار الأولي عالي جداً تحتاج عمالة عالي بالمقارنة بطرائق الري
النظام المحوري النظام المحلي	أراضي تحتاج الميل الأقصى المقبول 15% 4% Rampe Frontale	كل أنواع التربة	استعمال استعمال الأوراق إلا في حالة تطبيق LEPA	كل المحاصيل ولكن متحاسة	حساس جداً للرياح إلا LEPA	عمالة منخفضة جداً تحتاج الاستثمار على المساحة منخفض .	
التنقيط	يطابق كل الأراضي بما فيها الأراضي ذات الميول الكبيرة	كل أنواع التربة ما عدا الرملية والمتحررة	مقبولة في حالة تماثل الخاصات على نفس الخط	يستثنى المحاصيل المتطلبة (بساتين وكروم)	كل المناخات لا تأثير للرياح	تكلفة وترشيد الري Optimization الماء في المياه والطاقة	الاستثمار الأولي مرتفع حساس جداً للانسداد
الري المحلي	لكل الأراضي بما فيها الأراضي ذات الميول الكبرى	كل أنواع التربة بما فيها التربة الرملية والمتحررة	محايدة في حالة وجود رياح	المحاصيل حساسي المتوسط والبساتين	كل المناخات حساس للرياح وجوب وضع المصدات	تكلفة الري – أقل حساسية للانسداد	استثمار متوسط عالي

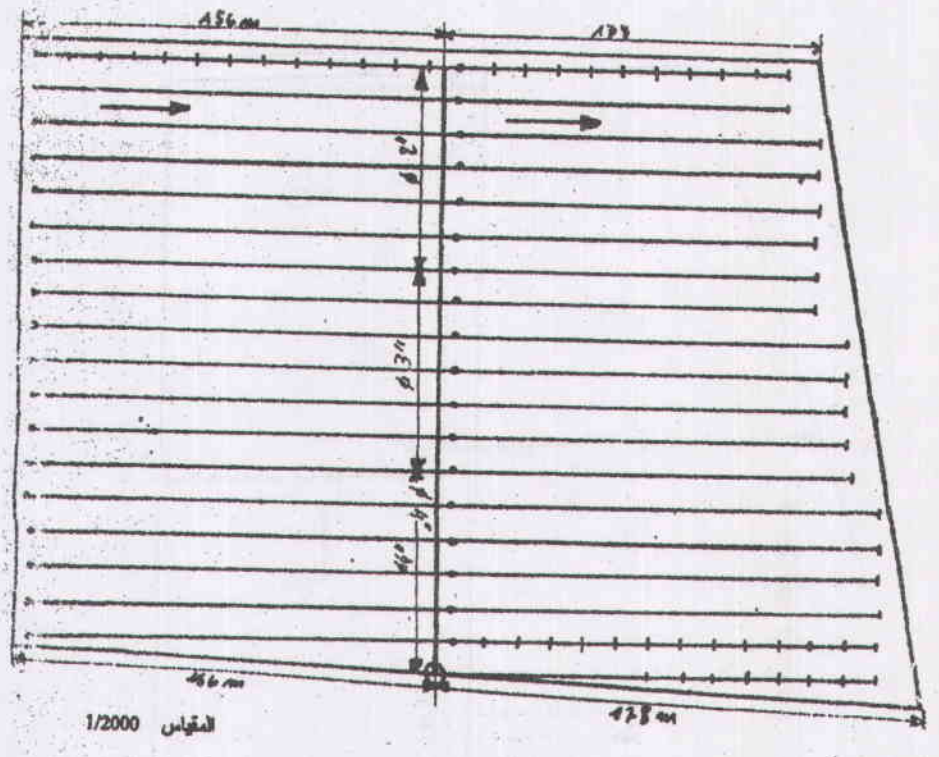
شكل رقم (2-3)
وضع القناة الرئيسية



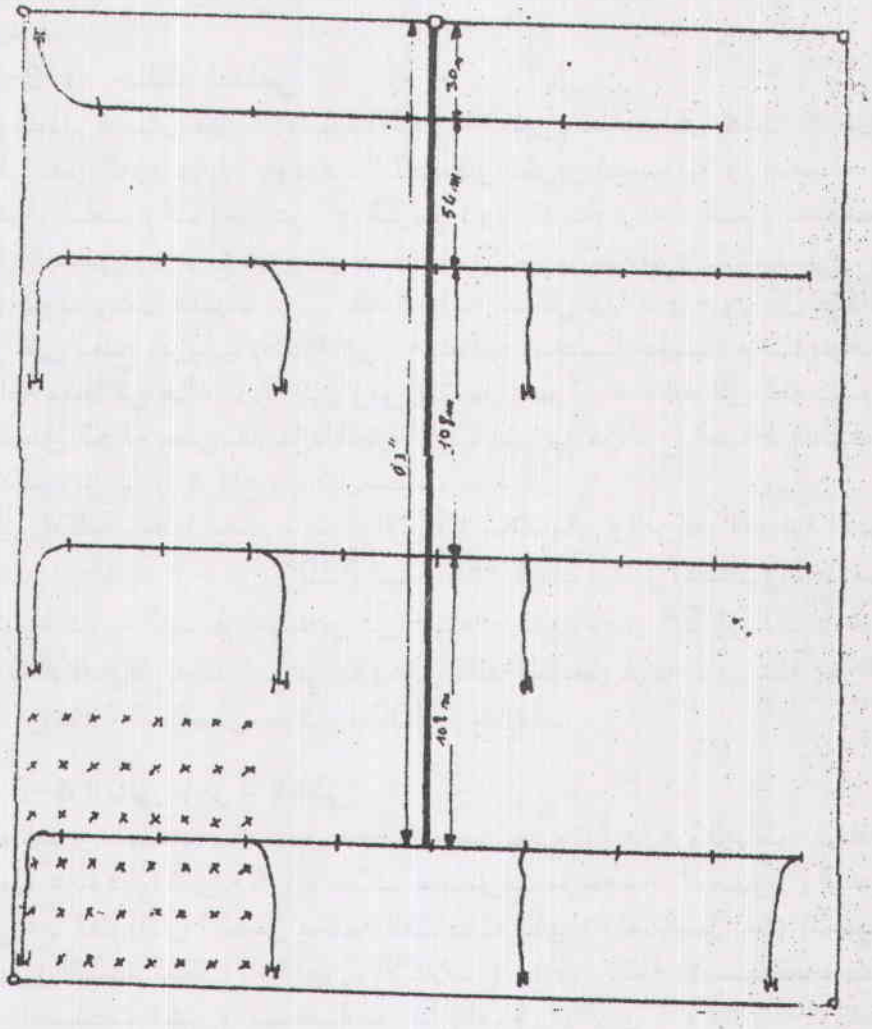
شكل رقم (2-4)
تجهيز وحدة زراعية بالتغطية الكلاسيكية



شكل رقم (2-5)
مخطط تجهيز وحدة زراعية بالتغطية الكلية



شكل رقم (2-6)
التغطية بالنظام نصف المتحرك الزلاج المستعمل في البساتين



المقياس 1/2000

تقدر التكلفة بحوالي 7000 إلى 8000 فرنك فرنسي للهكتار شاملة الأنابيب الرئيسية وأنابيب الرذاذات ، وجهاز التحرك الآلي وكل الملحقات. وتعتبر التكلفة الإجمالية منخفضة مقارنة مع التغطية بالرذاذات نسبة للاقتصاد في الطاقة والعمالة.

2-6-3 النظام المدفعي

هذا النظام الممكنن ميزته الأساسية التحرك الكبير وتطابقه لكل المحاصيل . يمكن في نفس المزرعة أن يقوم هذا الجهاز بري الحبوب أو المحاصيل الصناعية، الخضروات المراعي أو الكروم . وقد تم تطوير هذا النظام لتمكينه من ري البساتين ومزارع الموز. وهو النظام الأكثر ملائمة للري التكميلي. إلا أن من عيوبه وككل أساليب الرش بالمدافع فإنه حساس جداً للرياح ويشكل طبقات صماء على سطح التربة بالإضافة إلى أنه يتطلب ضغطاً عالياً، مما يجعل استخدامه مكلفاً في حالة ما إذا كان زمن التشغيل كبيراً. هذه العوائق الموجودة في المناطق الجافة يمكن تفاديها باختيار أنبوب التوزيع من نوع الضغط المنخفض الذي تقلص من تأثير الرياح ويشتغل تحت ضغط أقل.

تتغير التكلفة حسب الحجم ، طول الأنبوب البلاستيكي والمرافق المركبة على الآلة.سعر الآلة يتراوح بين 3200 إلى 3500 فرنك فرنسي/هكتار وإذا ما أضيف لها أنبوب الضغط المنخفض فإن التكلفة ترتفع بمقدار 25 إلى 30% بما يعادل 4000 فرنك/هكتار . وفي ما يخص تكلفة التشغيل فإنها تقدر عادة بحوالي 30% من تكلفة الشراء أي حوالي 1000 فرنك/هكتار.

2-6-4 المحور والري الخطي

هذه الطرق الممكننة مكنت من استصلاح مساحات شاسعة في المناطق الجافة. وتستعمل عادة في مشاريع كبيرة تتطلب استثمارات مرتفعة. المحور والري الخطي هما الطريقتان الأحسن ملائمة للمساحات الكبيرة ولمحاصيل مثل (الحبوب ، البنجر والقصب السكري ، القطن والأعلاف) . تعتبر تكلفة الاستثمار في الهكتار للمساحات الكبيرة منخفضة مقارنة بالطرق الأخرى ، والصيانة مرتفعة لأنها تتطلب عمالة فنية عالية التأهل وضرورة وجود مخزون دائم من قطع الغيار، شأنها شأن الطرق الأخرى للري بالرش ، فإن المحور والري الخطي المجهزين برذاذات تكون حساسة جداً للرياح والفواقد عن طريق البخر إلى جانب احتمال حرق الأوراق في حالة التركيز المرتفع لمياه الري بالأملاح . هذه المساوئ يمكن تفاديها وتصليحها واستعمال فوهات الضغط المنخفض، وعصى هبوط للرذاذات واستعمال تقنيات L EPA(Low Energy Precision Application) والتي تم تطويرها في الثمانينات وتشتغل تحت ضغط منخفض جداً (0.4 إلى 1 بار).

تتغير تكلفة الاستثمار بالهكتار حسب المساحة المسقية والرية اليومية، فعلى سبيل المثال يوضح الجدول (2-5) بعض القيم للتكلفة / هكتار حسب طول المحور والريات المختلفة.

جدول رقم (2-5)
مقارنة التكلفة / هكتار (السعر بالفرنك الفرنسي لسنة 1994)

طول المحور	300 متر	400 متر	500 متر	600 متر
الرية (مم/اليوم)				
3 مم / اليوم	5700	4100	4400	3200
6.5 مم/اليوم	5700	5300	4500	5300

بالنسبة للري الخطي ، وبمساحة مطابقة، فإن التكلفة ترتفع بمقدار 30 إلى 50% مقارنة بتكلفة الاستثمار للمحور.

2-6-5 الري الصغير (micro-irrigation)

إن مزايا الري الصغير متعددة خاصة في المنطقة العربية المتسمة بالجفاف والندرة في المياه ومنها على الخصوص:

- اقتصاد في المياه مقارنة مع كل الأنظمة التقليدية (ري سطحي) أو تحت الضغط (الرش أو الممكنن) . وتكمن الميزة الأساسية في ري جزء من المساحة، مما يقلل إلى حد كبير من فواقد البخر نتح. وتقدر نسبة توفير المياه بحوالي 30% بالنسبة للري بالرش وحوالي 50% بالنسبة للري السطحي.
- عدم التأثير بالرياح مما يحمي الانتظام في التوزيع ويقلل من فواقد البخر.
- الملائمة للترب الصعبة التي لا يمكن ريها بالنظم التقليدية أو نظم الري بالرش.(انحدار كبير أو أرض محدبة، ترب رملية أو حجرية ذات سعة تخزين ضعيفة)
- زيادة في الإنتاجية (المردودية) بريات متكررة مما يحسن تهوية التربة وتطور التجدير.
- التقليل من آثار الملوحة للمياه وللتربة خاصة للتنقيط.
- التقليل من آثار الأعشاب الطفيلية.
- اقتصاد في الطاقة.
- انخفاض نسبة الأمراض.
- كفاءة أحسن لعمليات التسميد.

وقد أعطت بعض التجارب في الأقطار العربية عن مدى ملاءمة هذه النظم. يوضح الجدول رقم (2-6) الاستهلاك المائي وكفاءة استعمالات المياه المختلفة بين الري السطحي والري بالتنقيط في دولة قطر. والمحدد الرئيسي لاستخدام هذا النظام يكمن في نوعية مياه الري (المواد العالقة الصلبة والتي يترتب عنها زيادة في تكلفة عتاد الفلترة) .

تقدر التكلفة الإنشائية للهكتار بالنسبة للري بالتنقيط وفق الجدول رقم(2-7).

أما تكاليف التشغيل فتبقى مرتفعة نسبياً (حوالي 25 إلى 30% من التكلفة الإنشائية، خاصة للعمالة ومراقبة الشبكة .

2-7 العوامل المؤثرة على كفاءة الري الحقلي

تقاس فعالية أي عملية بنسبة ما تم تحقيقه فعلياً إلى المراد إنجازه أصلاً . الهدف الأساسي من عملية الري هو إضافة المياه إلى التربة بغرض تعويضها عما فقدته من رطوبة أساسية لنمو النبات ويتطلب ذلك ما يلي :

- متابعة نمو النبات فوق وتحت سطح التربة.
- معرفة خواص التربة الفيزيائية من قوام ومن مسامية وعمق بالإضافة إلى خواصها الهيدروليكية.
- قياس العوامل المناخية التي تسبب استنزاف الماء مثل (الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، سرعة الرياح والرطوبة النسبية) أو إضافته (مثل الهطول المطري) إلى مخزون التربة من الرطوبة.
- مراقبة مستوى سطح الماء الجوفي والذي يدخل وضعه في الاعتبار عندما يقترب من منطقة الجذور.

يمكن حساب كمية المياه التي ينبغي إضافتها للتربة وذلك بإعتبار العوامل المذكورة أنفاً . وفي سبيل إضافة هذه الكمية لكل الحقل بانتظام فإنه يتم عادة استخدام كمية أكبر من حاجة النبات، وهذه تعتبر كمية مهدرة من المياه.

كفاءات الري المختلفة وتشتمل على الآتي :

2-7-1 كفاءة الإضافة (Application Efficiency)

يمكن تعريفها بأنها نسبة كمية المياه في منطقة جذور النبات إلى الكمية الكلية التي إضيفت إلى الحقل. وهذه النسبة منخفضة في حالة الري السطحي حالياً ومرتفعة للري الموضعي وبينهما تقع النسبة الخاصة بالري بالرش. في الوقت الراهن لا تزيد نسبة كفاءة الإضافة للري السطحي عن 50% في أفضل أحوالها في الوطن العربي (الأردن ، سوريا).

جدول رقم (2-6)
مقارنة الاستهلاك المائي وكفاءة استعمالات المياه المختلفة بين الري السطحي والري بالتنقيط في دولة قطر

حاصيل	استهلاك المائي م3/هـ		المئوية لتوفر المياه%	إنتاج طن/هكتار		كفاءة استعمال المياه		الكمية النسبية لاستعمال المياه مطور/التقليدي (%)
	ري سطحي	ري بالتنقيط		ري سطحي	ري بالتنقيط	ري سطحي	ري بالتنقيط	
خيار	22130.8	5238.7	76.32	12.84	14.56	0.58	2.78	479.3
بندوره/طماطم	54637.6	12238.5	77.60	58.95	84.35	1.10	6.89	626.4
بطاطا	44107.9	9695.4	78.0	26.66	18.53	0.60	1.91	318.3

المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية : دراسة السياسات العامة لاستخدام الموارد المائية في الزراعة العربية

جدول رقم (2-7)
تكلفة معدات الري بالتنقيط لمساحة هكتار واحد (قطر)

الرقم	البند	الوحدة	الكمية	سعر الوحدة	وحدة التكلفة بالدولار
1	أنبوب P.V.C قطر 4، طول 6 متر الدرجة ج	عدد	20	70.00	1400.00
2	بلف بوابة (Gate Valve) قطر 4،	عدد	3	320.00	960.00
3	بلف هواء قطر 2	عدد	1	200.00	200.00
4	مرشح مقياس ضغط وبلف قطر4،	عدد	1	1800.00	1800.00
5	خزان سعاد سعة 150 لتر	عدد	1	2500.00	2500.00
6	أنبوب بلاستيك قطر 13 مليمتر	متر	8000	0.50	4000.00
7	نقاط 4 لتر ساعة	عدد	1800	0.75	9750.00
8	نقاط 13 مليمتر	عدد	200	3.00	600.00
9	رباطاط بلاستيك 13 مليمتر	عدد	200	0.50	100.00
10	قفل P.V.C قطر 4،	عدد	2	15.00	30.00
11	بلف تفتيش قطر 4،	عدد	1	400.00	400.00
12	أنبوب حديد مجلفز قطر 4،	عدد	1	160.00	160.00
13	ملحقات حديد مجلفز	بند		500.00	500.00
الجملة					22.400.00

المصدر : التقرير القطري لدولة قطر حول زيادة وتحسين كفاءة نظم الري الحديثة 1998.

استخدام الأرض تغييراً كبيراً كما لا تتستطيع القنوات حمل كميات المياه المطلوبة للتركيبة المحصولية الأصلية عندما تهمل صيانتها الدورية.

2-7-6-2 الإعتمادية (Dependability)

وهي عبارة عن مقياس يتعلق بالحصول على الماء في الوقت المناسب وبالكمية المطلوبة إذا اعتبر أن كميات المياه تكفي الطلبيات فإن الاعتمادية لا تختل إلا بسوء التوزيع في حالة مصدر المياه الدائم (مثل الخزان). أما في حالة المياه الجوفية التي تحتاج للطاقة لرفعها فإن كميات المياه الجوفية يمكن أن تكفي حاجة النبات إلا أن معوقات الحصول على مصدر الطاقة اللازمة البترولية أو الطاقة الكهربائية أو تعطل المضخة لأي أسباب أخرى يمكن أن تخفض من الاعتمادية كثيراً.

2-7-6-3 المساواة (Equality)

وهي مقياس للتوزيع العادل للمتوفر من المياه بين مستخدمي المياه على منظومة الري الموحدة دون اعتبار لمقام أو وضع اجتماعي أو موقع على المجرى المائي لأي منهم، عندما يكون الطلب على الماء عند أقصى حد غالباً ما يختل هذا المقياس خاصة بين المزارعين عند بداية القناة الحقلية وأولئك اللذين على نهايتها.

عندما يكون أي من هذه المقاييس منخفضاً فإن المزارع يغرق حقله بالماء متى ما وجد سانحة لذلك ودون التقيد بجدولة للري أو احتياجات مائية محددة. إن المزارع يعتقد أنه بفعله هذا قد وفر لمحاصيله مياه تكفيها لفترة طويلة. إن المزارع في أغلب الأحوال لا يعلم أن سعة التربة التخزينية محدودة وأن أي كمية زائدة عنها تعتبر هدراً لا فائدة منها. وبالرغم من خبرة المزارع التي أكتسبها إلا أنه كذلك لا يعلم أن الري عبارة عن تعويض للتربة عما فقدته من رطوبة وإعادة مستوى الرطوبة فيها إلى سعتها التخزينية وأن هذه الكمية تعتمد على معدلات استنزاف رطوبة التربة بعمليتي البخر والنتح وأن هذه الكمية تتناسب طردياً مع الفترة بين الريات.

2-8 المعوقات والمشاكل الرئيسية التي تواجه تحسين كفاءة الري

إن تدني كفاءة الري الحقلي التي أصبحت سمة من سمات قطاع الزراعة المروية في العالم العربي تتطلب حصر المعوقات الرئيسية حتى يمكن التطرق لمعالجتها وعليه يمكن وضع المعوقات الرئيسية في أطر محددة كما يلي :

2-8-1 المعوقات الفنية

ويمكن حصر هذه المعوقات في :

- ضعف الإرشاد المائي : أصبح الماء وقضايا الماء موضوعاً في جلسات ومؤتمرات العلماء إلا أن ندرة الماء ونتائج البحوث المتعلقة بمعالجة مشاكل المياه في القطاع المروي لا يتم توصيلها لمستخدمي المياه بالدرجة الكافية وذلك لضعف قنوات التوصيل مؤسسياً وفنياً مما خلق فجوة في الوعي المائي لدى المستخدم الأول للمياه.
- ضعف تأهيل المزارع : يعتبر المزارع المحور الأساسي في تحسين كفاءة الري لأن معظم هدر المياه يحدث في الحقل . اتخذت بعض الدول العربية سبيل التشريع للحد من إسراف المزارع للماء إلا أن ذلك لم يكن كافياً خاصة لأن من الإسراف مالا يرى بالعين (صرف عميق وبخر) . ينبغي تنمية الوازع الداخلي لكل مزارع بالتأهيل والتدريب واستعمال الحقول الإرشادية حبذا في أراضي المزارعين المتعاونين.
- ملاءمة منظومة الري : تكلفة وضع ري حقلي سطحي اقل من تكلفة وضع أي منظومة ري أخرى كما أن الري السطحي تنخفض فيه التقنيات المتطورة، لذلك يتم اختياره تلقائياً دون اللجوء إلى عناصر أساسية أخرى يستوجب وضعها في الاعتبار عند اختيار نظام الري الحقلي (نوعية التربة ، الطبوغرافية ..الخ).
- ندرة المؤسسات التعليمية المتخصصة : إن التأهيل المطلوب لقضايا الماء يتطلب الإلمام بمجالات عديدة مثل الري ،التربة، الاقتصاد، علم الاجتماع، المناخ..الخ.
- ندرة مراكز البحوث المائية: بالرغم من الأهمية المطلقة للمياه إلا أن المراكز المتخصصة في بحوث المياه قليلة العدد وشحيحة العتاد.
- عدم الأخذ بالتطورات الحديثة في تصميم وإدارة نظم الري السطحي.

درجت إدارات تنفيذ المشاريع المروية على نقل نمط وتخطيط أقدم المشاريع المروية إلى كل منطقة يستحدث فيها مشروع جديد وذلك دون اعتبار لخصوصية المنطقة الجديدة من تربة وطبوغرافية ودون الأخذ بأساليب التصميم الحديثة.

2-8-2 أسباب مؤسسية

- المؤسسات الحكومية :تتعدد المؤسسات الحكومية التي يرتبط عملها بالماء على مستوى الأقطار العربية مما يتطلب التنسيق الدائم بينها.

- المؤسسات البحثيـــة : مراكـــز البحـــوث الزراعيـــة ، مراكـــز البحـــوث الهايدروليكية والجامعات والمعاهد العليا ينقصها التنســـيق والتكـــامل فيمـــا يختص بالبحوث المائية.
- غياب تنظيمات المزارعين وتعطيل دورها في إدارة المياه.

2-8-3 أسباب تتعلق بإدارة المياه

- عدم إلتزام المزارع بالمقننات المائية للمحاصيل المختلفة.
- إهمال الصيانة الدورية لقنوات الري ومنشآت التحكم في المياه.
- عدم الالتزام بنمط التخصيص (Allocation) والـــذي صـــممت علـــى أساس قنوات الري . فمثلاً إذا صممت قنوات الري على أساس أن يـــروي المزارعون ليلاً ونهاراً واكتفى المزارعون بالري نهاراً فقط فإن نصيب كل فرد من المياه سوف يكون ضئيلاً بالنهار كما أن القنوات تتعرض للكســـر أثناء الليل نتيجة لعدم مقدرة تحملها لكميات المياه الواردة فيها.
- عدم الإلتزام بفروق المناسيب (Head) المقررة لقنوات الـــري للحصـــول على تدفقات معينة في جداول الحقل. التدفقات التي تقل عن تدفق التصميـــم تحتاج لوقت طويل حتى يكتمل ري الحقل مما يتسبب في هدر كميات كبيرة من المياه عن طريق التسرب العميق والبخر.
- عدم الإلتزام بالنمط المحصولي الذي وضعت على أساسه قنـــوات الـــري. التركيبة المحصولية تحدد سعة قنوات الري فإن تغـــيرت هـــذه التركيبـــة المحصولية لا يمكن لقنوات الري استيعاب التركيبة المحصولية الجديدة مالم تكن الأخيرة قد بنيت على السعة القصوى لقنوات الري.
- التمسك بتقاليد إروائية مهدرة للمياه مثل فرض دورة توزيع جـــامدة لميـــاه الينابيع والأفلاج دون اعتبار لاحتياجات المحاصيل.
- غياب البيانات التفصيلية فيما يختص بالتصريفـــات ، الاســـتهلاك المـــائي للمحاصيل المختلفة وإدارة المياه على مستوى الحقل.
- غياب المتابعة والتغذية الراجعة والتقويم المستمر.
- اعتماد المزارع على بعض الدلائل مثل تشقق التربـــة أو ذبـــول منتصـــف النهار أو تغير لون أوراق النبات إلـــى الأخضـــر الداكـــن وذلـــك لـــري المحصول.
- عدم التقيد باللوائح والقوانين التي تحكم إدارة المياه.

2-8-4 أسباب تقنية

- ضعف تقنية الري في العالم العربي: معظم متطلبات الري من أجهزة تحكـم وقياسات وأنابيب تستورد من خارج الوطن العربي . توجد بعض التقنيـــات

التي تختص بالري بالتنقيط في بعض البلاد العربية وهي تحتاج للرعاية الدائمة . أما فيما يختص بالري بالرش فإن التقنية الخاصة به تكاد تكون معدومة في بعض من أجزاء الوطن العربي.

- عدم الاهتمام بالتكنولوجيا الحديثة كتكنولوجيا الرصد والتقدير والتنبؤ بالموارد المائية وكذلك بعض التكنولوجيا الأخرى والتي قد تكون مفيدة في بعض الحالات لأحداث الهطول بطريقة استمطار السحب.

2-8-5 أسباب هيدروليكية

تتمثل العناصر الهيدروليكية الأساسية في الري السطحي بالميل والخشونة موضحة كالآتي:

- يتطلب الري السطحي تسوية أو ميل الأرض المنتظم في اتجاه حركة المياه وأي منخفضات أو مناطق مرتفعة تعوق حركة المياه المنتظمة مما يتسبب في تدني كفاءة الري الحقلي.
- خشونة السطح الذي تتحرك عليه المياه سواء كان مجاري مائية أو حقل تؤثر على معدلات التدفق . تزداد الخشونة بنمو الحشائش في المجاري المائية والأخاديد مما يعيق حركة الماء.

2-8-6 أسباب اقتصادية

- إنخفاض تكلفة الماء مقارنة بأي مدخل انتاج آخر بالرغم من أنه المدخل الأهم الذي يتوقف عليه المحصول كماً، ونوعاً مما أدى إلى الإسراف في استخدامة.
- تدني معدلات الإنتاج لوحدة المساحة أو لوحدة الماء أدى إلى عدم الحرص على المياه.
- انخفاض عائدات المنتجات الزراعية مع ارتفاع تكلفة الإنتاج واضمحلال دعم الخزانة العامة أدى إلى هجر المزارعين لمباشرة الري واستئجارهم لغير الملمين بعملية الري وذلك نظير أجر معلوم أو نسبة من المحصول.
- صغر مساحة الحيازات لا يساعد على استرداد تكلفة أي تحسينات رئيسية.
- عزوف رأس المال الخاص عن الاستثمار في الزراعة المروية وبحثه عن مشروعات ذات عائد سريع.
- ارتفاع تكلفة البحوث الزراعية فيما يختص بوسائل النقل ، العمالة والأجهزة.
- وضع البحث العلمي في مؤخرة أسبقيات التمويل.

- انخفاض أو دعم سعر الطاقة في بعض البلاد العربية أدى إلى لجوء المزارعين إلى ضخ كميات من المياه أكبر من حاجة المحصول.
- غياب الصيانة الدورية لبنيات الري التحتية.
- ارتفاع تكاليف إنشاء شبكات الري الحديثة يشكل عائقاً كبيراً في التوسع باستعمالها.
- ارتفاع تكلفة تبطين قنوات الري المكشوفة.

2-9 المشاكل التي تواجه استخدام طرق الري الحديثة في الوطن العربي

تأتي في طليعة المشاكل تلك الخاصة بالجانب الفني والمتعلق بضعف خدمات الإرشاد والبحوث. وترتبط الخدمات الخاصة بالإرشاد ارتباطاً عضوياً بخدمات البحوث، ليس فقط لتوضيح كيفية استخدام نظم الري الحديثة وسبل صيانتها وتحسين كفاءتها، ولكن أيضاً الإرشاد والتوعية حول المخاطر المترتبة عن ندرة المياه وأهمية الحفاظ عليها ورفع كفاءة استخدامها وكل المعلومات التي تشجع المزارعين على التحول من نظم الري التقليدية إلى نظم الري الحديثة.

من المعروف أن النظم الحديثة مستوردة، وقد صممت في البلدان الأجنبية وفق نوعية مياه ونوعية تربة معينة، وقد تكون بحاجة لبعض التعديلات لتستجيب وتقدم خدماتها بالكفاءة المطلوبة.

وتأتي في صدارة المشاكل الاقتصادية التي تواجه التوسع في تقانات الري الحديثة ارتفاع التكلفة الإنشائية، بحيث يرتبط استخدام نظم الري الحديثة بقيام منشآت محددة لضخ المياه ولتوصيلها. وبالنظر لعدم وجود صناعة محلية لهذه النظم في معظم الأقطار العربية ، فإن الأنظمة تستورد وبالعملة الصعبة ،إلى جانب توفر بصفة مستمرة قطع الغيار لضمان الإصلاح والتجديد وتشغيل الأجهزة. ولعل من أكبر التحديات التي تجابه توطين هذه التقانات يكمن في ضعف الاستثمار في مجال التصنيع لهذه النظم.

وتأتي المشاكل الاجتماعية ضمن أوليات العوائق التي تحد من التوسع في نظم الري الحديثة ، إذ تعتبر الأغلبية العظمى من المزارعين العرب في الريف العربي مزارعين تقليديين، وقد يصعب تحول معظم هؤلاء لاستخدام طرق الري الحديثة. إن عملية التحول تتطلب بالضرورة جهداً كبيراً لتوعية هؤلاء المزارعين من خلال الإرشاد والإقناع المرتبط بنماذج حية وواقعية للفوائد العديدة لهذه التقانات . من جهة أخرى يتطلب استخدام نظم الري الحديثة الإتقان في العمل والأداء وبخاصة لدى تشغيل وصيانة الأجهزة والمعدات.

أما المشاكل المؤسسية فهي مرتبطة بضعف نسبي في التشريعات الخاصة باستخدام مياه الري ،بالرغم من العلم بالهدر الكبير للمياه الذي يصاحب طرق الري التقليدية . ومن جهة أخرى فإن قوانين تشجيع الاستثمار لا تشتمل على

حوافز وتسهيلات إضافية ومتميزة للزراع والمنتجين الذين يستثمرون في نظم الري الحديثة ، مثل الإعفاءات الجمركية ومن الضرائب والرسوم. كما أن تعدد مصادر استيراد الأجهزة والمعدات من الدول الصناعية وبعض الدول النامية يترتب عنه التعدد والتباين في النظم في الدولة الواحدة ، وتتعقد نتيجة لذلك مشاكل الصيانة وقطع الغيار وبالتالي لا يهئ ذلك مناخاً مناسباً لتصنيع قطع الغيار محلياً.

2-10 التوجيهات العامة لتحسين وزيادة التوسع في استخدام تقانات الري الحديثة في الوطن العربي

2-10-1 الاهتمام بالتوعية الشعبية

رغم أن طرق الري الحديثة والمتمثلة في الري بالرش والتنقيط قد دخلت المنطقة العربية بعد الحرب العالمية الثانية فهي ما زالت محدودة الاستخدام رغم المميزات العديدة لهذه التقانات مقارنة بطريقة الري السطحي غير المتطور الذي يشغل حالياً حوالي 85% من الأراضي المروية بالوطن العربي. ومثل ما تقدم ذكره فإن المشاكل التي حالت دون التوسع في هذه الطرق تكمن في قلة المعرفة بهذه التقانات بين المزارعين المستفيد الأول والمحور الأساسي في هذا الموضوع.

إن أول التوجهات نحو التوسع في طرق الري الحديثة هو نشر المعرفة والتعريف بالميزات المتعددة لهذه التقانات في مجال رفع كفاءة استخدام المياه الشحيحة بالدول العربية بالإضافة إلى المزايا الأخرى . كما يجب العمل على تعريف المزارعين بكل ما يتعلق بطرق الري الحديثة تطبيقياً من خلال مشاهدات فعلية من خلال زيارات لمشاريع قائمة أو إقامة مشاريع رائدة أو خلال أفلام وثائقية أوخلافه ،حيث أن المشاهدات الفعلية وتلمس الواقع له الأثر الأكبر في توجيه تفكير المزارعين نحو هذه التقانات والعمل على تطبيقها .يجب أن تكون التوعية ونشر المعرفة عملاً متكاملاً يغطي كل الجوانب وموجهاً لكل القطاعات المعنية بالأساليب المختلفة للإرشاد والتوعية من سمعية وبصرية وخلافه.

2-10-2 الاهتمام بحصر وحماية وتنمية الموارد المائية

من التحديات التي تواجه التوسع في تقانات الري الحديثة كمية ونوعية المياه أن التعايش مع الواقع والخاص بشح الموارد المائية يتطلب تدابير معينة تقوم الدول العربية جاهدة للإيفاء بها ولكن هناك عقبة أخرى تواجه استخدام تقانات الري الحديثة للمياه ذات نوعية معينة من حيث احتوائها على نسب عالية من الطمي والذي يتسبب في انسداد مجاري ومنافذ المياه في شبكات وأجهزة الري الحديثة. كما أن بعض المياه متدنية النوعية من ناحية احتوائها على نسب عالية

من الأملاح التي تؤثر في المواد التي تصنع منها أجهزة الري الحديثة وتؤدي إلى تآكلها واستهلاكها بصورة سريعة كما أن إعادة استخدام المياه العادمة وما تحتويه على مواد صلبة وذائبة تؤثر سلبا على أداء أجهزة الري الحديثة.

من هذا يتضح أن من التوجهات المطلوبة للتوسع في طرق الري الحديثة هو العمل على حصر الموارد المائية كما ونوعا والعمل على معالجة بعض سلبيات النوعية لتناسب متطلبات طرق الري الحديثة. وتشمل التوجهات في هذا المنحنى العمل على دراسة وتقويم الموارد المائية الجوفية التي قد تكون أكثر مناسبة للإيفاء بمتطلبات تقانات الري الحديثة.

لقد أصبحت حقيقة ماثلة بأن أي عمل وبرامج يراد لها النجاح لابد أن تكون مبنية ومدعمة بالمعلومات والبيانات الدقيقة الموثقة التي يعتمد عليها حتى يمكن تحليلها، وللوصول إلى أفضل النتائج وهذا من الضروري ينطبق على العمل الجاري الآن في الدول العربية الهادف نحو التوسع في تقانات الري الحديثة والذي كثيرا ما يواجه بنقص أو غياب جزئيات عديدة من المعلومات المطلوبة للقيام بالبحوث والدراسات والتحاليل ثم القرارات المناسبة ، ولذلك فإن توفر المعلومة هو من التوجهات الأساسية في هذا الأمر وتشمل المعلومات المطلوبة في هذا المجال ما يلي :

أ – موقف الموارد المائية بالقطر من ناحية الكمية والنوعية في كل المصادر السطحية والجوفية وغير التقليدية وتوزيعها زمنيا على مدار السنة، على أن يكون مدى المعلومات طويل لإجراء التحاليل والتنبؤات والتقديرات بشكل علمي.

ب– موقف البنيات الأساسية لتوزيع ونقل وتعبئة المياه بالقطر للإيفاء بمتطلبات المشاريع المروية للمياه.

ج– موقف الطاقة المتاحة للتنمية الزراعية بالقطر من ناحية الكميات والتعريفة والتوزيع الجغرافي لها وبرامج وخطط تطويرها ودراسات توقعات والتنبؤ بالطلب على الموارد المائية.

د– مساحات ونوعيات الترب الزراعية الصالحة للري وتصنيفها وتحليل محتوياتها وخصائصها الطبيعية والكيماوية ومحتوياتها من الغذاء وارتباطها بالتوزيع الجغرافي بالمتاح من الموارد المائية.

هـ- العوامل المناخية المتعددة المؤثرة على تطبيق طرق الري الحديثة والمحاصيل الزراعية والتي تشمل الحرارة والرياح والأمطار والرطوبة النسبية ومعدلات التبخر والنتح بخر.

و– نوعية المحاصيل المفضلة اجتماعيا واقتصاديا وأهمها متطلبات المزارعين الأساسية في الغذاء وأهمها الغذاء الأساسي (stable food) حيث أن من

طبيعة المزارع العربي إنتاج غذاءه الأساسي في حقله مهما كانت الأسباب الداعية بعد ذلك.

ز- أثر تقانات الري الحديثة في رفع كفاءة استخدام المياه مع تحديد المتطلبات المائية للمحاصيل تحت هذه النظم.

ح-الوضع الحالي بالقطر من ناحية إنتاج الغذاء والمتطلبات الأساسية للإيفاء بالأمن الغذائي بالدولة وكميات وقيمة السلعة الزراعية المستوردة ومتابعتها.

ط- العوامل الاقتصادية المؤثرة على تطبيق هذه التقانات الحديثة والتي تشمل:

- التكاليف الاستثمارية لتركيب هذه النظم الحديثة.
- السياسات التشجيعية المتاحة والدعم الذي يقدم لتطبيق هذه التقانات.
- الصناعة المتاحة لأجهزة تقانات الري الحديثة بالدولة.
- تكاليف مدخلات الإنتاج من طاقة وأسمدة ومعدات زراعية وعمالة بالنسبة لطرق الري الحديثة.
- معدلات الإنتاج الزراعية من وحدة الأرض والمياه من المحاصيل والمزروعات تحت تقانات الري الحديثة مقارنة بالطرق التقليدية.
- العوائد المالية والاقتصادية بالنسبة للمزارع والدولة من تطبيق تقانات الري الحديثة، علماً بأن العوائد المالية والعوائد التي يجنيها المزارع هي أهم العوامل والمعلومات المطلوبة والتي تؤثر على قرارات تطبيق هذه التقانات الحديثة للري.
- المعلومات ونتائج البحوث التي تم القيام بها محلياً وإقليمياً ودولياً عن الفوائد والعوائد الناتجة من تطبيق هذه التقانات الحديثة للري، بالإضافة إلى الإرشادات والمحاذير حول هذا الموضوع وسبل تخطيها.

2-10-3 الاهتمام بالبحوث الخاصة باستخدام طرق الري الحديثة

قد يكون من المفيد أن تركز البحوث في هذا المجال على ما يلي :

- تحديد طرق الري الحديثة الملائمة للمناطق المختلفة من ناحية المناخ والتربة وتوفر الموارد المائية والمحاصيل والمقدرات المالية ومستوى المزارعين.
- تحديد التركيبات المحصولية المناسبة لطرق الري الحديثة المقترحة.
- مجالات تخفيض التكلفة الاستثمارية لطرق الري مع زيادة الإنتاجية والعائد الاقتصادي من استخدام هذه التقانات الحديثة للري.
- مجالات تحسين تصاميم شبكات تقانات الري الحديثة من نوعية المواد المستخدمة ونظام إيصال الماء ونوعية الفلاتر المطلوبة.
- طرق معالجة المياه العادمة لتناسب الاستخدام في تقانات الري الحديثة.

- إمكانية وفائدة وجدوى قيام برامج للإنذار المبكر للري والذي يحدد إحتياجات النبات للري.
- الجدوى الفنية والاقتصادية للري عند الحاجة وهو الطريقة الحديثة لبرمجة الري من خلال مقياس احتياجات النبات الفعلية بواسطة مجسات معينة توضع في أوراق النباتات والتي تعطي إشارات لاحتياج النبات للمياه.

2-10-4 الاهتمام بالتأهيل والتدريب

إن تأهيل الكوادر الفنية في متطلبات الري الحديثة من دراسات وتخطيط وتصميم وتركيب وتشغيل هي من أوليات متطلبات التوسع في هذه الطرق والتقانات،حيث هناك قصور في عديد من الدول العربية في الكوادر المدربة على هذه الطرق الحديثة للري، وعليه يصبح ذلك من التوجهات الأساسية اللازمة للتوسع في تطوير تقانات الري الحديثة بالدول العربية.

2-10-5 تشجيع الصناعات

تشجيع أيجاد صناعة متطورة لتجهيزات تقانات الري الحديثة باختلاف أنواعها ومواصفاتها، ويشمل هذا التوجه وضع السياسات والتشريعات الداعمة لإقامة هذه الصناعات وخلق المناخ الاقتصادي المناسب من خلال وضع حوافز استثمارية وتشجيعية لقيام هذه الصناعات.

2-10-6 توحيد المواصفات العربية في هذا المجال

العمل على توحيد المواصفات العربية لتجهيزات تقانات الري الحديثة وخلق التنسيق الملائم بين الدول العربية في هذا المجال مما يتيح الاستفادة من الإمكانات المتاحة في بعض الدول العربية من ناحية التصنيع والكوادر المؤهلة والشركات الاستثمارية مع أهمية إنشاء مراكز عربية لاختيار الجودة والتحقق من المواصفات .

2-10-7 الاهتمام بوضع السياسات الملائمة

إن من التوجهات المطلوبة لدعم التوسع في تقانات الري الحديثة هو وضع السياسات الرامية نحو هذا الهدف والتي تشمل تشجيع هذا التوسع. كما أنه لابد من تتبع هذه السياسات ووضع التشريعات الملائمة لهذا الاتجاه. إن أهداف السياسات والتشريعات الرامية لتشجيع التوسع في تقانات الري الحديثة تشمل :

- رفع كفاءة استخدام الموارد المائية.
- زيادة الإنتاجية من وحدة المساحة والماء.
- تنوع المحاصيل

- التوجه نحو محاصيل ذات عوائد مالية عالية بالتوجه نحو محاصيل للصـــادر بخلق ظروف مواتية منها استخدام تقانات الري الحديثة.
- التوسع في الزراعة المروية أفقيا من المياه التي يمكن توفيرها عند اســـتخدام طرق الري الحديثة .
- الحماية للبيئة بالبعد عن الطرق التقليدية وما يصاحب ذلك من تلوث للبيئة.
- تمديد المواسم الزراعية بخلق أجواء ، ومناخات اصطناعية باستخدام طـــرق الري الحديثة.

الباب الثالث

تجارب الري الآلي السائدة في بعض الدول

الباب الثالث

تجارب الري الآلي السائدة في بعض الدول

3-1 التجربة الهنغارية

منذ نهاية الستينات وبداية السبعينات في القرن العشرين بدأت هنغاريا في إدخال نظام الري الآلي . فقد كانت مواعين نقل مياه الري أساساً قنوات مفتوحة وجداول حقل. ثم طورت إلى ري بالسراب الطويل ثم بدأ إدخال نظام نقل المياه بواسطة الأنابيب المطمورة.

تتسم الأراضي الزراعية في هنغاريا بانبساطها مما يجعل صعوبة الاعتماد على الري بالراحة وخاصة عند تطوير أساليب الري واستخدام الري بالرش .
المزارع في هنغاريا ذات مساحات كبيرة نسبياً تتراوح بين 3000 إلى 20000 هكتار إلى 100 هكتار ولهذا فإن نظام الري الآلي لم ينتشر انتشاراً واسعاً حيث اعتبر زيادة الميكنة والاعتماد على التحكم من بعد أفضل اقتصادياً .

لقد شملت الدراسات التي جرت في هنغاريا لأتمتة الري استخدام مجسات الرطوبة . وقد تم استخدام هذه التقنية في الري السطحي بالراحة والري تحت الضغط وفي شبكات القنوات المفتوحة وفي أجهزة التحكم الهيدروليكي بالمنشآت المائية وفي مجال قياس تصرفات المياه والتحكم الكلي في شبكات الري .

3-2 التجربة الإسبانية

أسبانيا من الدول العريقة ذات حضارة واسعة وتعتبر من الدول الصناعية المتقدمة رغم أنها أساساً هي دولة زراعية ولكن نسبة لعدم ملائمة طقسها لإنتاج المحاصيل في الصيف بسبب موجات الجفاف أصبح الري من المعوقات الأساسية للزراعة في أسبانيا .

لقد كانت طرق الري التقليدية هي السائدة في أسبانيا حيث تسود الأعراف والتقاليد بإتاحة الري بالتناوب للمزارعين بنظام دقيق للاستخدام الأمثل للمياه وبعدالة توزيع يحترمها كل المزارعين.

ثم ظهر في أواخر القرن العشرين نظام إدارة الري الكبرى التي تقوم بنقل وتوزيع المياه ، ولكن واجهت هذه النظم بعض المشاكل والمعوقات بسبب رفض المزارعين استلام المياه والري ليلاً.

تواجه الزراعة المروية في أسبانيا بعض المشاكل الخاصة بتوفير مياه الري للإيفاء بالمتطلبات المائية للمساحات المروية الشاسعة . أول هذه المشاكل الحاجة

إلى إصلاح نظم الري التقليدية لتتناسب مع التطورات التي تمت والإنشاءات المائية الجوفية التي تم القيام بها منذ بداية السبعينات في القرن العشرين . كما أن التصاميم القديمة لشبكات الري شكلت مشاكل لتطوير النظم التقليدية. قامت وتقوم أسبانيا بمجهودات كبيرة لحصاد مياه الأمطار والاستفادة منها في مواجهة مشاكل الري من خلال الخزانات والسدود المنتشرة في المناطق المروية. لقد قامت أسبانيا بدراسة مستفيضة للوصول إلى أفضل المقننات المائية للمحاصيل ، وقد توصلت إلى أن 7000 متر مكعب / للهكتار / السنة كافية للري . إن المساحات المروية التي تدار على أساس قطاع خاص أفضل من تلك التي تدار على أساس تعاوني ومشترك.

ويعتبر الري الآلي المتحكم فيه أحد أساليب مواجهة المشاكل في قطاع الري في أسبانيا وتطبق العديد من أساليب الري الآلي وفي مجالات متعددة وتشمل :

- **الري تحت الضغط**

من المؤكد بأن نقل المياه عبر أنابيب تحت الضغط هي أفضل بكثير من نقلها بقنوات مفتوحة . تشمل مزايا نقل المياه بالأنابيب ، التحكم في الطلب وتخفيض نسبة فواقد النقل .

إن التحكم الآلي في توزيع المياه بالأنابيب قد مكن من التوزيع الملائم للمياه حسب الطلب والتحكم في تصرفات المزارعين حيال ريهم للأراضي. يتم التحكم في سرعة فترات تشغيل المضخات التي تزود هذه الأنابيب بالمياه. نسبة لأتساع طريقة الري السطحي فقد قامت أسبانيا أيضاً بالعمل على التحكم الآلي في القنوات المفتوحة القائمة بغرض تحسين كفاءة الري الحقلي وتقليل الفواقد. تشمل الطرق التي استخدمت في أسبانيا للتحكم الآلي في القنوات المفتوحة هي عبر التحكم في أبواب القناطر والهدارات والمنشآت المائية بصفة عامة للتأكد من المحافظة على منسوب المياه أمام المنشآت ثابتاً وعليه فيمكن لآي مستخدم للمياه من اخذ ما يحتاجه للمياه وهذا يتطلب انحدار بسيط في القنوات ونسبة لعدم إمكانية تغير انحدار القنوات الفرعية الثالثة الحقلية ستكون أكثر مما هو مطلوب. أسبانيا بدأت منذ الستينات في إنشاء شبكات الري السطحي وفق متطلبات التحكم الآلي في القنوات المفتوحة نسبة لارتفاع تكلفة التغيير في الشبكات القائمة منذ عام 1959 .

العديد من شبكات الري قد تم إنشاءها في أسبانيا بهذه السمات المناسبة للتحكم الآلي .

لقد ادخل نظام التحكم الكهربائي في شبكات الري مع بداية السبعينات ، وقد تم وضع معدات التحكم في مخارج خزانات المياه.

3-3 التجربة الرومانية في تحكم الري الآلي

لقد بدأت تجارب رومانيا في التحكم الكامل في الري ضمن خطة الدولة لتطوير الري ضمن برنامج التنمية الخماسي للفترات 1966-1970 و 1971-1975.

يشمل الري الآلي في رومانيا التحكم في شبكات الري عبر الأنابيب وذلك من خلال التحكم في محطات الضخ المرتبطة بهذه الشبكات.

لدى رومانيا تجارب حول التحكم الآلي في شبكات الري المفتوحة ، وقد وجد أن المشاكل والمعوقات التي تواجه التحكم في هذا المجال عديدة تفوق كثيراً التحكم الآلي في الأنابيب . إن التحكم في القنوات المفتوحة يمكن أن يتم كهربائياً أو ميكانيكياً حيث يتم التحكم الكهربائي من خلال مناسيب المياه وضبطها حسب متطلبات الري ، وهذا ما يسمى بالتحكم المحلي .

أما التحكم المركزي الميكانيكي فيتم بضبط التدفق في القنوات حيث يتم نقل المعلومات إلى الحاسوب الذي يحدد فتحات المنشآت لتمرير التدفق المطلوب . وقد تم إنشاء عتبات بارشال Parshell flumes على العديد من القنوات للتحكم في التدفق.

3-4 تجارب من الدول العربية

إن نظام الري الآلي هو في بدايته في الأردن ويوجد عدد محدود للغاية من المزارع التي تطبق هذا النظام والتي لا تتعدى 15 مزرعة تتبع للقطاع الخاص . تختلف الأساليب المتبعة من مزرعة إلى مزرعة فمنها مزارع تطبق النظام عبر الري بالتنقيط باستخدام مجسات هذه التقانات المتقدمة في زراعة البيوت البلاستيكية المحمية ويزرع فيها الخيار والطماطم والفراولة.

أما النوع الأكثر تعقيداً وتطوراً فهو أنظمة الري التي يستخدم فيها الحاسوب لفتح وإغلاق محابس المياه أتوماتيكيا بعد تحديد الوقت وكمية المياه اللازمة مسبقاً مع البيانات التي ترد للحاسوب من مجسات الرطوبة بالتربة ويستخدم الحاسوب كل هذه المعلومات لفتح المحابس بالقدر المطلوب وتتم عملية الري آلياً. يستخدم هذا النظام في إنتاج المحاصيل ذات العائد الاقتصادي الكبير مثل العنب والورد.

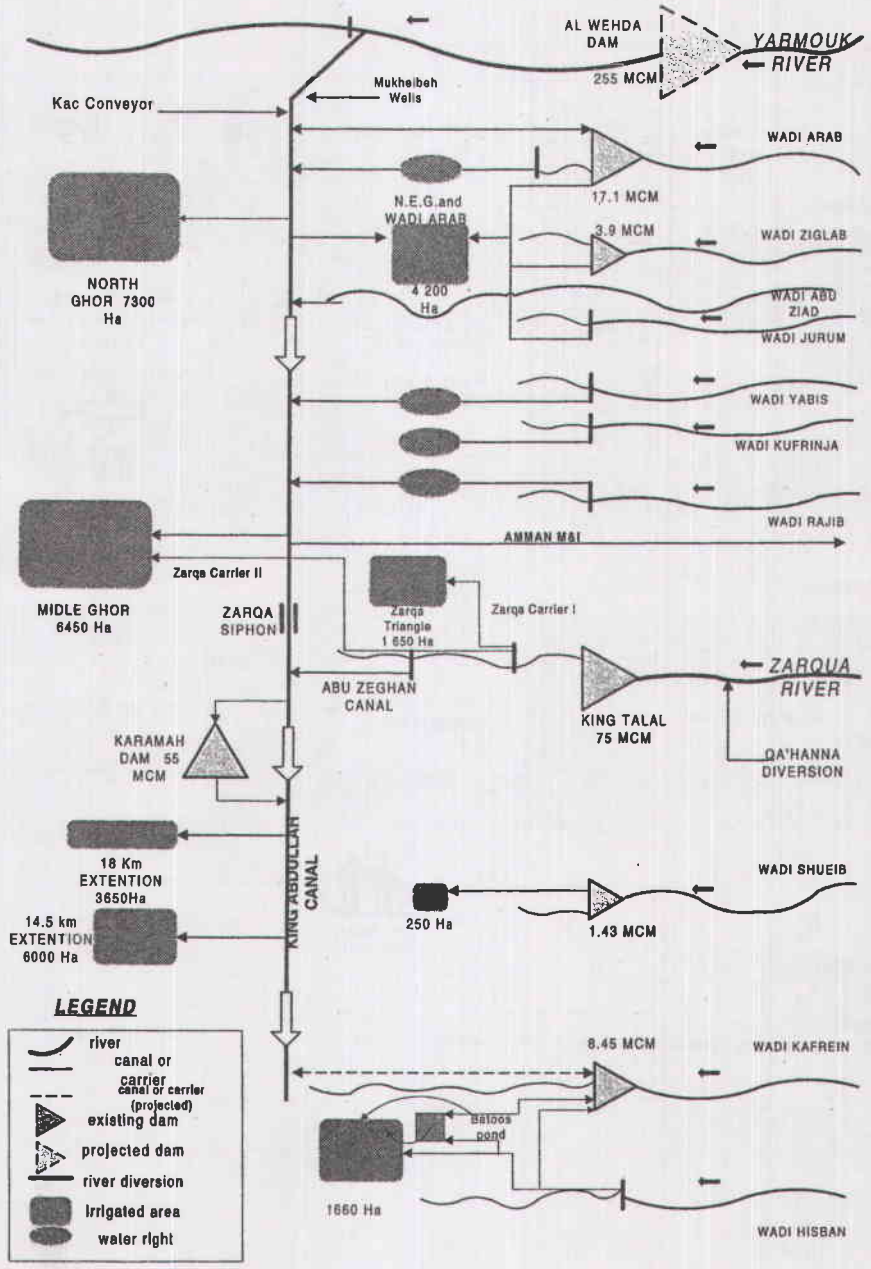
وهناك طرق للري عبر الحاسوب دون استخدام مجسات الرطوبة حيث يعد برنامج الري وجدولته مسبقاً ويغذى الحاسوب بهذا البرنامج وبعد ذلك يتولى الحاسوب عملية الري المطلوبة وفق البرنامج . يستخدم هذا النوع في مزارع الموز.

ولعل من أهم المشاريع التي اقيمت في الأردن مشروع التشغيل الأوتوماتيكي لقناة الملك عبد الله . ويهدف هذا المشروع إلى توسيع شبكة القياسات المائية والمراقبة والتحكم على القناة باستخدام كيبل الاتصالات المعقد على طول القناة (110 كلم) من أجل التشغيل الأتوماتيكي بهدف الاستخدام الأمثل للمياه والاستجابة الفورية لأية مستجدات وضبط الاستهلاك المائي ورفع كفاءة إدارة المياه . ويعمل هذا النظام الأتوماتيكي بأجهزة للقياس والمراقبة والتحكم والتشغيل الأتوماتيكي بواسطة 28 حاجز تحكم و3 أبواب تحكم على قناة الملك عبد الله . كما أن هناك تحكم بواسطة (5) أجهزة لقياس التدفق على خطوط الري الرئيسية و (5) أجهزة لقياس التدفق الخارج من السدود و (4) مجسات لقياس مناسيب السدود ويشمل التحكم نظام اتصال هاتفي . يوضح الشكل رقم (3-1) المخطط الهيدروليكي لسلطة وادي الأردن.

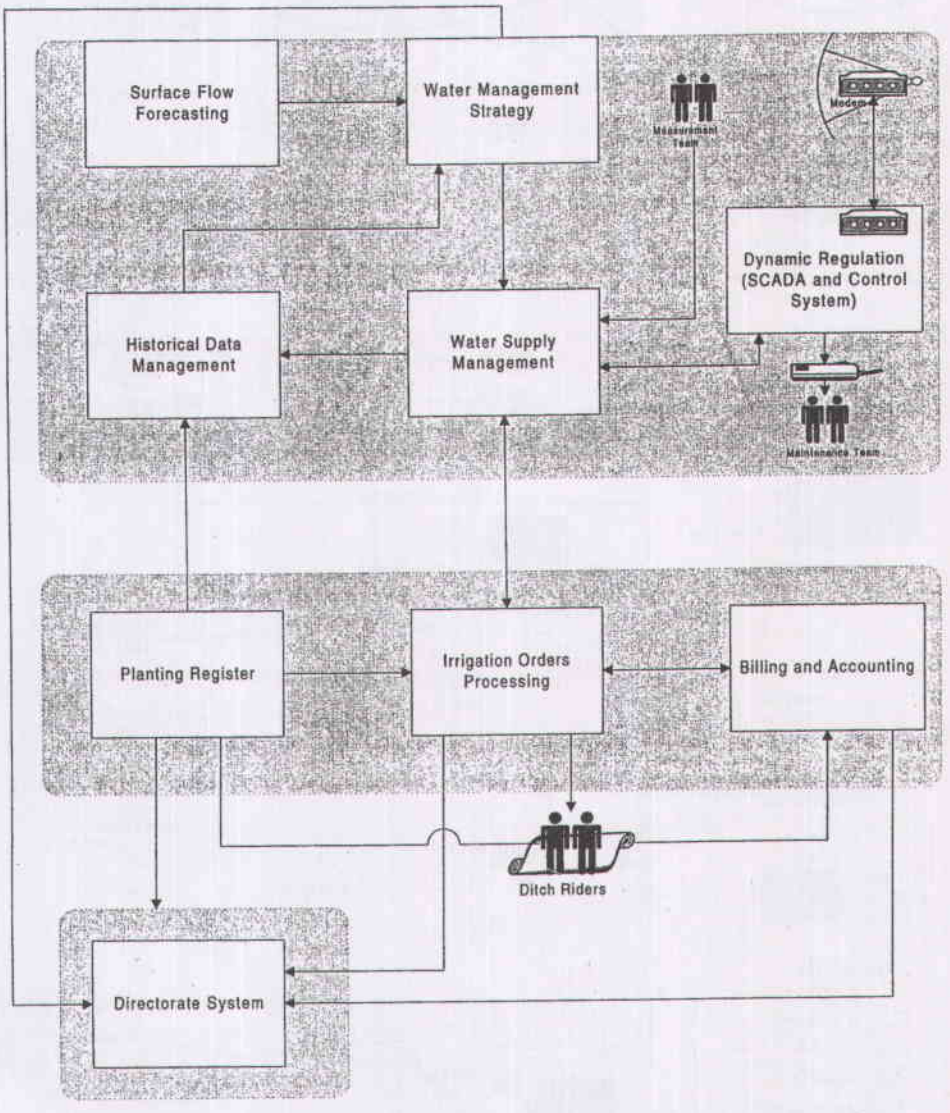
ومن أهم ميزات انتشار وتطوير تقنيات الري الآلي بالأردن وضع نظام معلومات إدارة المياه في وادي الأردن المعرف باسم (Water Management Information System WMIS) الذي يهدف إلى التحكم الأمثل بموارد المياه في وادي الأردن بغية تلبية الاحتياجات المائية المطلوبة للري والشرب بأفضل كفاءة ممكنة. ويقوم النظام على مجموعة من برامج الحاسوب العاملة في مركز لتحكم وإدارة المياه في وادي الأردن وفي مراحل توزيع المياه على امتداد الوادي.

يتلقى النظام بشكل مستمر معلومات من شبكة القياسات المائية على قناة الملك عبد الله من حيث الكميات الداخلة إلى القناة من نهر اليرموك وسد الملك طلال إضافة إلى معلومات عن مناسيب المياه وفتحات بوابات التحكم . يعمل النظام على تحليل كل المعلومات وتحضير الموازنة المائية وحساب كميات المياه المطلوب أخذها من السدود والتعامل مع حالات العجز إن كان هناك عجز لتلبية المتطلبات . كما يقوم النظام يومياً بإصدار برنامج للتحكم بفتحات بوابات التحكم على طول امتداد قناة الملك عبد الله ، ويقوم البرنامج بالتحكم عن بعد ببوابات القناة من مركز التحكم الرئيسي (مركز ضرار) . بالإضافة للأعمال اليومية وهناك أعمال شهرية تنحصر في تبادل المعلومات مع المراحل بخصوص النمط الزراعي والاستهلاكات المائية الشهرية للوحدات الزراعية وكذلك المخصصات المائية للمحاصيل وللمراحل حسب نوع المحصول والمساحات المزروعة وتراخيص الزراعة . ويضم النظام المعلومات أيضاً برنامجاً للتخطيط والتنبؤ الموسمي من أجل توزيع المياه المخزنة في السدود على مدار الموسم. يوضح الشكلين (رقم 3-2) و (3-3) ميكانيزمات عمل نظام معلومات إدارة المياه في

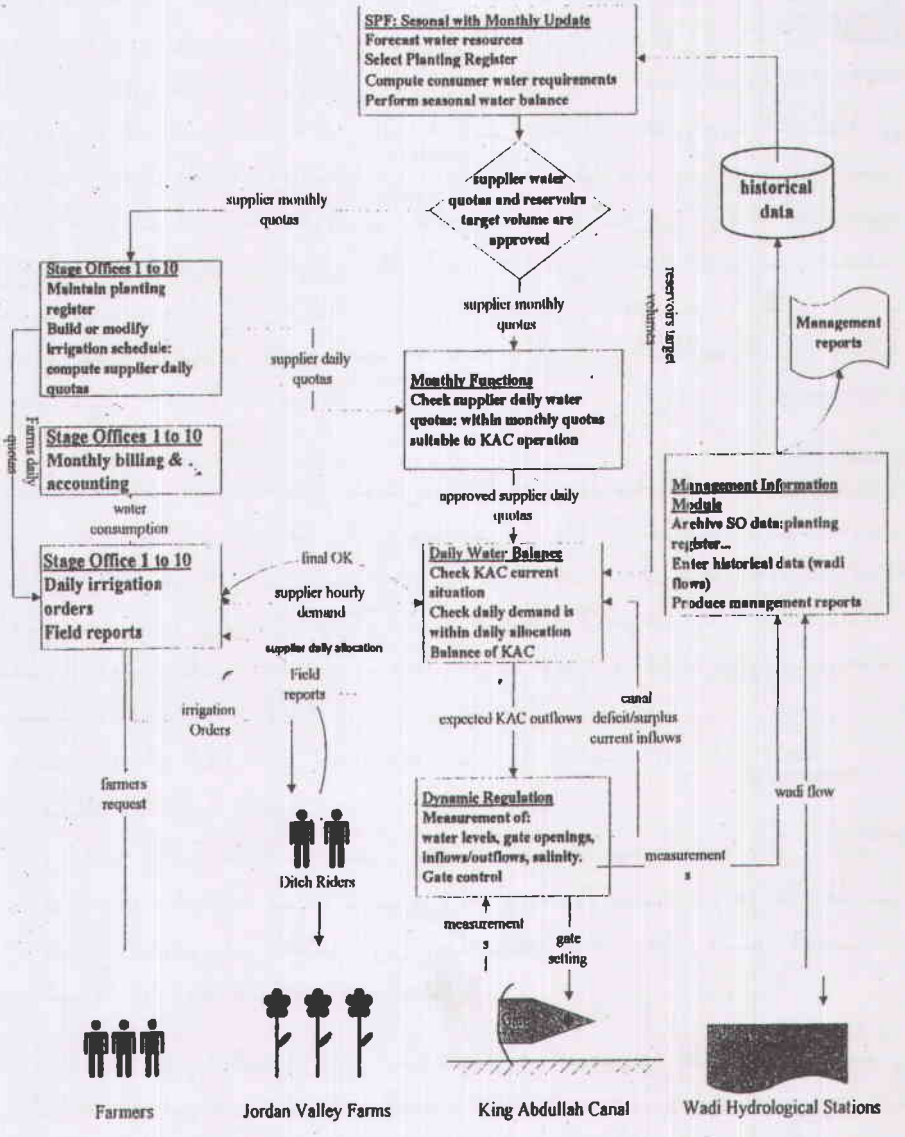
الشكل رقم (3-1)
يوضح المخطط الهيدروليكي لسلطة وادي الأردن



الشكل رقم (3-2)
المخطط لنظام المعلومات لسلطة نهر الأردن



الشكل رقم (3-3)
نظام المعلومات لسلطة وادي الأردن
WMIS Schematic



وادي الأردن. على مستوى الحقل قامت سلطة وادي الأردن بوضع مشاريع نموذجية بالتعاون مع الوكالة الأمريكية للتنمية والسوق الأوربية المشتركة والبعثة الإقليمية للمياه والزراعة في السفارة الفرنسية تتمثل في إنشاء مساحات من البيوت الزجاجية التي زودت بنظام تدفئة وتبريد وتظليل وتهوية وري أتوماتيكي بواسطة لوحة تحكم مثبتة على مدخل البيت الزجاجي. كما تم تزويد البيوت بنظام ري حديث يعرف ب (Gantry system) . يتكون نظام الري من ذراع متحرك أفقياً على عرض البيت ومزود برشاشات تعطي ري على شكل رذاذ (Mist Irrigation) ، حيث يتم توزيع المياه من البداية إلى النهاية بشكل متماثل ومنظم ويتم التحكم في درجات الحرارة والرطوبة أتوماتيكياً ، كما يتم التحكم في يوم وساعة الري على مدار الأسبوع بواسطة ساعة توقيت موصولة بنظام الري . وهناك ايضاً المشروع الريادي لإدارة مياه الري داخل المزرعة التي تمت فيه تجارب اعتمدت على مقارنة كميات مياه الري والنتائج الزراعية لبعض المحاصيل . وقد تمت التجارب بواسطة التنشيومترات والمجسات لجدولة الري. وقد كانت النتائج جد مشجعة من حيث الإدارة السليمة للري.

تتمدد نظم الري التقليدية على حوالي 90% من جملة المساحة المروية بالجزائر . أما نظم الري الحديثة والتي تمثل حوالي 10% تستخدم فيها أساساً الري بالرش بالإضافة إلى الري بالتنقيط. من خلال هذه النظم الحديثة تم تجربة الري الآلي بالجزائر. رغم أن الجزائر قد عرفت هذه النظم من بداية الثمانينات حين أدخل المعهد الوطني للخضروات نظام الري الآلي إلا أنه لم يعمم وبالعكس فقد تم التخلي كلياً للأسباب الآتية :

- عدم إيصال التقنية إلى المزارعين بطريقة تقنعهم بإتباع هذه النظم.
- التكلفة الإنشائية العالية.
- ارتباطه بتقنية عالية مع نقص الخبرة والمعرفة بها.
- عدم وجود تجارب سابقة تثبت جدواه الفنية والاقتصادية وهو ما يعني القطاع الخاص في المقام الأول حيث يمكن التغلب على كل الأسباب السابقة إذا اتضحت جدواه الاقتصادية.

لقد أوضحت تجربة الجزائر في استخدام الري المحوري على سبيل المثال بعض الاختلالات من حيث الجدوى الفنية والاقتصادية لهذا النظام. حيث أوضحت نتائج قياس انتظام مياه الري تحت المحور أنها أقل بكثير من المستوى الذي حدده الصانع. وقد تمت مقارنة للقياسات بالنسبة للمحور الأمريكي في منطقة حاسي مسعود وكذلك بالنسبة للمحور الجزائري (ANABIB) في منطقة غرداية أن الكميات المقاسة تحت سبعة أبراج تتغير من الوحدة إلى الضعف وأحياناً أكثر

(من 8 إلى 19 ملم/ للتربة في المتوسط) . ومن الأكيد أن توزيع المياه غير المنتظم يترتب عنه إنخفاض في الإنتاجية من برج إلى آخر . يوضح الجدول التالي الإنتاجية وفق شعاع فعالية المحور.

يوضح الشكل (رقم 3-4) و(3- 5) أن المساحات المستصلحة وعدد المحاور تضاعفت منذ 1987 لتصل إلى 105 محور سنة 1997 لمساحة إجمالية تقدر ب 4600 هكتار . إلا أنه ومنذ 1994 تقلص عدد المحاور العاملة ومن ثم فقد تقلصت نسبة المساحة المجهزة بالنظام المحوري إلى حوالي 37% عام 1997 بمعنى أن أكثر من نصف المحاور (65%) هي معطلة . فإذا كانت كلفة استغلال الهكتار تعادل 100 ألف دينار فإن الأجهزة المعطلة منذ 1997 تعادل خسارة تقدر ب 30 مليون دينار جزائري.

الأبراج	1	2	3	4	5	6	7
الإنتاجية قنطار/هكتار	9.5	20.0	25.0	34.0	22.5	30.0	18.0
عدد السنابل في متر مربع	180	243	243	240	295	245	230

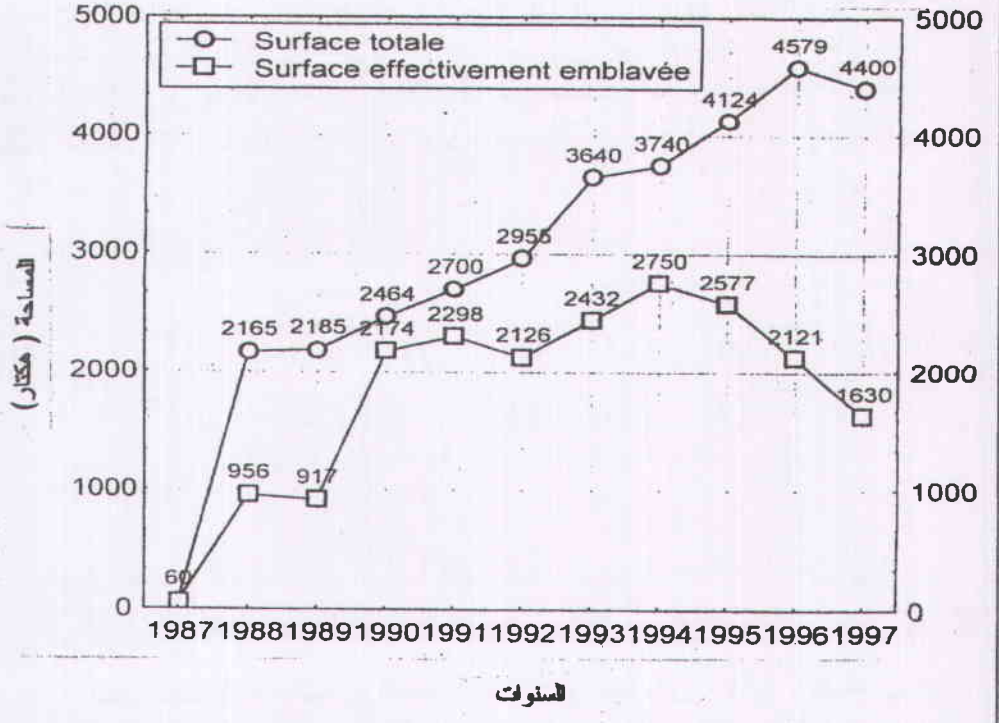
ويمكن حصر الملاحظات السلبية فيما يخص استخدام النظام المحوري في الجزائر في ثلاث نقاط رئيسية.

- المساحات المستصلحة والمعمرة أقل بكثير مما كان متوقع ، حيث أن من بين 315 ألف هكتار مقدرة لآفاق 2010، 50 ألف هكتار فقط تم تجهيزها وإعمارها.

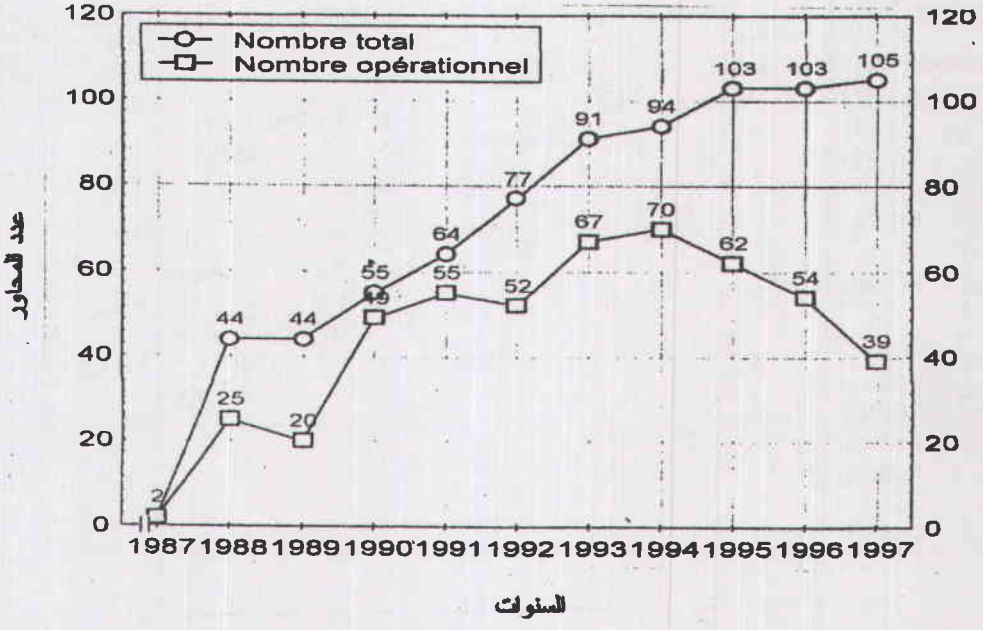
- تعبئة الموارد المائية والمنشآت الهايدروليكية تبنى ضعيفة وتشكل عوامل محددة لزراعة مطرية ودائمة.

- المردودية الاقتصادية لبعض الأنشطة الزراعية تبقى أحياناً صعبة المنال نسبة لضعف الإنتاجية وتكاليف الاستغلال العالية. يوضح الشكل (3-6) بأن الإنتاجية تتغير تحت النظام المحوري من 18 قنطار / هكتار إلى حوالي 25 قنطار /هكتار وهذا يبقى أقل من عتبة الإنتاجية المقدرة ب 30 قنطار/هكتار.

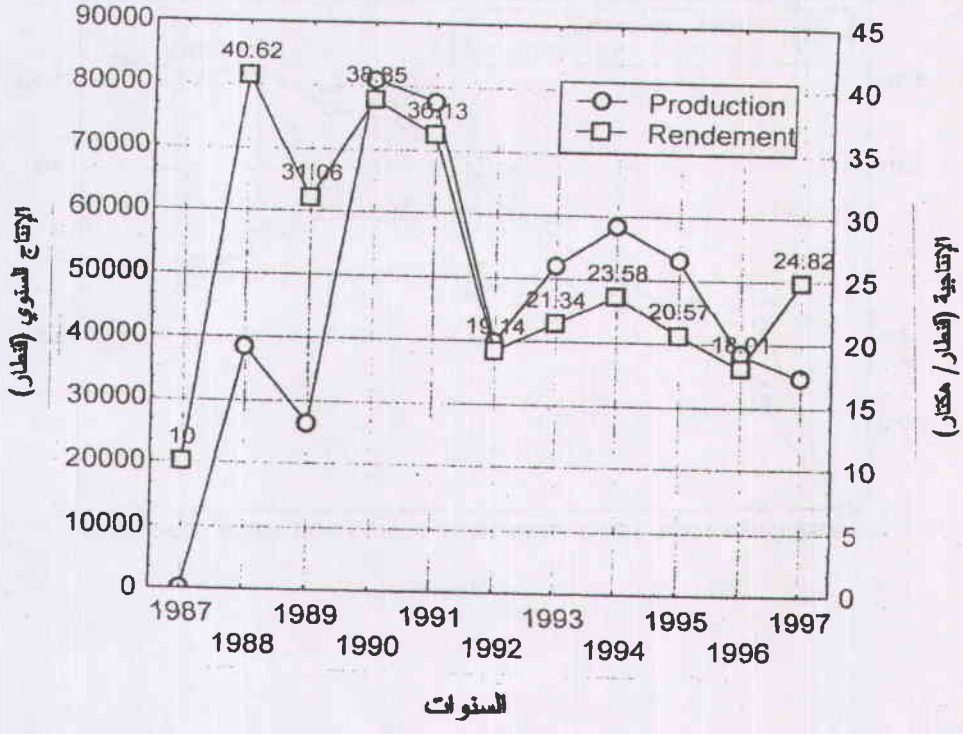
الشكل رقم (3-4)
تطور المساحات المستصلحة والمزروعة في الجزائر
خلال 1987 - 1997



الشكل رقم (3-5)
تطورعدد المحاور في الجزائر
خلال 1994 - 1997



الشكل رقم (3-6)
تطور الإنتاجية تحت النظام المحوري في الجزائر



- فواقد عالية في مياه الري نتيجة عدم التحكم في عملية الري . لقد أوضحت بعض الدراسات بأن الكميات المستعملة في ري القمح تتمحور بين 140 و 440% بالنسبة للاحتياجات القصوى للمحصول (ETN) . يوضح الشكل (3-7) الفوارق بين كميات مياه الري والفواقد والاحتياجات القصوى ، لمحصول القمح تحت نظام الري المحوري.

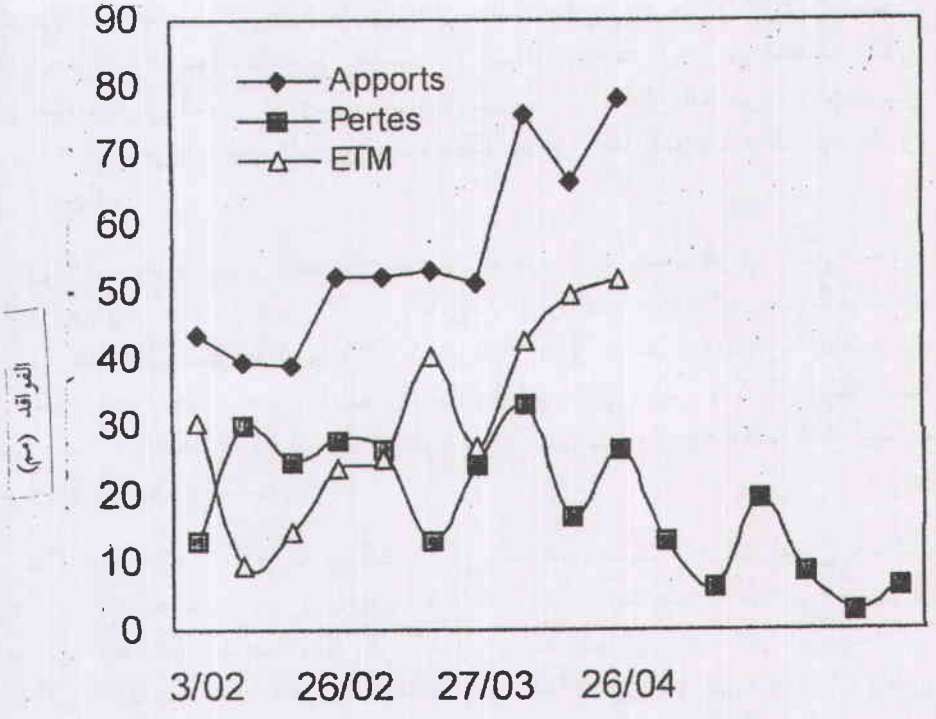
السودان من الدول العربية ذات المساحات المروية المتسعة حيث تقدر مساحة الأراضي المروية بحوالي 1.9 مليون فدان يستخدم في ريها طرق الري السطحي ماعدا محاولات محدودة للقطاع الخاص تم فيها تجربة طرق الري الحديثة والتي تشمل أساساً الري المحوري ولكن هناك دلائل بأن الاستثمار الخاص والأجنبي على وجه الخصوص قد بدأ يطرق بشدة مشاريع الزراعة المروية باستخدام طرق الري الحديثة.

من خلال طرق الري الحديثة وخاصة المحوري بدأ نظام الري الآلي الدخول في السودان ولم يستخدم حتى الآن في طريقة الري السطحي رغم إمكانية ذلك فنياً . ورغم حداثة تجربة الري الآلي بالسودان إلا أن هناك العديد من المؤشرات التي تبشر بنجاح هذه التجارب وتحقيق مردود اقتصادي من خلال الإنتاجية العالية والنوعية الجيدة للمحاصيل مع توازنها وانسقاقها وإيفاءها لمتطلبات الأسواق الخارجية والتصدير.

لقد بدأت تجربة طرق الري الحديثة في السودان عام 1984 من خلال استثمارات شركة تنكو الأمريكية في شمال السودان . وتوقف العمل بها وجرى العديد من التجارب الخاصة ولكن لم تتبلور في تطبيقها في مجال استثمارات كبيرة إلى أن بدأت الهيئة العربية للاستثمار والإنماء الزراعي في تنفيذ مشروعين لتطبيق الري المحوري في السودان على مساحة كلية تبلغ 3500 فدان وتقوم بدراسة مشاريع كبيرة أخرى في مناطق متعددة في السودان . يلاحظ غياب طريقة الري بالتنقيط في السودان.

في سوريا تقدر المساحة التي تستخدم الري التقليدي بحوالي 91% من إجمالي المساحات المروية بالقطر في حين تستخدم طريقة الري بالرش والري الموضعي في بقية المساحات وهناك توجه عام في سوريا نحو استخدام طرق الري الحديثة في كل المشاريع الجديدة وتحويل ما يمكن تحويله من المشاريع القائمة على نظم ري تقليدية إلى نظم ري حديثة . وقد قامت الدول بتحديد الاحتياجات الأساسية لتطوير نظم الري الحديثة واستخدام الري الآلي وذلك من خلال تأمين الكادر الفني وتأهيله وتحسين سبل التنسيق بين الإدارات المعنية

الشكل رقم (3-7)
الفوارق بين كميات مياه الري والفواقد
والإحتياجات القصوى لمحصول القمح تحت نظام الري المحوري



وتطوير سبل التشغيل والصيانة وزيادة الدعم للبحوث وتأكيد استخدام طرق الري الحديثة في المشاريع الجديدة ودعم الصناعات المتعلقة بالري الحديث وتكثيف الإرشاد والتوعية ووضع الخطط التنموية المناسبة واستخدام الموارد المائية غير التقليدية لزيادة موارد المياه وتخصيص مكافآت تشجيعية للعاملين في منظومات الري والصرف.

لقد تمثل تطبيق الري الآلي في العراق أيضاً من خلال طرق الري الحديثة والتي تشمل الري بالرش والتنقيط. وقد تم الحصول على العديد من البيانات والنتائج من التجارب الأولية لنظام الري الآلي بالعراق ، وقد اهتمت الدول بإدخال هذا النظام باعتباره من نظم الري الكفوءة في رفع كفاءة الإرواء. وقد بلغت المساحة التي تم فيها تطبيق هذه النظم حوالي 62 ألف هكتار من جملة 3.6 مليون هكتار مروي بالعراق . ولكن ينقص المعلومات المتاحة بيانات عن الجدوى الاقتصادية لهذه النظم بمقارنة التكلفة الاستثمارية والتشغيلية مع الفوائد الإضافية من هذه النظم. هناك بعض الحالات التي فشلت وأعطيت مؤشرات سالبة ولكن هذا لا يعني عدم جدوى هذا النظام حيث أن معظم أسباب الفشل تعزى إلى ضعف الصيانة وصعوبة توفير قطع الغيار وعدم كفاية الخبرة في التشغيل.

لم تستخدم حتى الآن نظم الري الآلي في فلسطين رغم استخدامها لبعض طرق الري الحديثة من رشاشات وتنفيذ بالطرق التقليدية والتحكم اليدوي بواسطة المزارع وهذا راجع أساساً للأوضاع الاقتصادية الصعبة بفلسطين نتيجة الاحتلال الإسرائيلي.

نظراً لمحدودية المياه في الكويت وارتفاع كلفة إنتاج المياه غير التقليدية من تحلية وخلافه فإن جميع مشاريع الري بالدول تستخدم طرق الري الحديثة عند استخدام المياه العذبة المحلاة من البحر أو تلك المخلوطة مع المياه الحديثة المالحة وعند استخدام المياه العادمة المعالجة وتستخدم في هذه الطرق ، الأنابيب لنقل المياه.

ويعمل جزء كبير من هذه الطرق المستخدمة في الكويت آلياً ببرامج وجدولة ري مسبقة وخاصة الري بالتنقيط والري المحوري.

لم تعرف لبنان حتى أواخر الستينات طريقة ري إلا الري السطحي، إلا أنه في عام 1986 بدأت التجارب على نظم الري الحديثة حتى أصبحت نسبة الري السطحي حوالي 60% والري بطرق الري الحديثة 40% منها 25% ري بالرش وحوالي 15% ري موضعي وحيث أنه من السهل على المزارع اتباع نظام الري

التقليدي بالجاذبية في الري السطحي فإن الري الآلي انحصر في طرق الري الحديثة في لبنان.

تقدر المساحات التي تطبق نظم الري الحديثة في ليبيا بحوالي 95% من جملة المساحات المروية وهناك انحسار لطرق الري التقليدية وهي في طريقها للزوال . تغلب طريقة الري بالرش على طريقة الري الموضعي الذي بدء في الانتشار بليبيا خلال العقدين الماضيين وخاصة داخل الصوبات . وقد ساعد على انتشار وجود مصانع بليبيا لبعض ملحقاته ويستخدم أساسا في حقول الفاكهة . أما بالنسبة للري بالرش فإن ليبيا تستخدم الري المحوري في المشاريع الإنتاجية الضخمة كري آلي لتخفيض العمالة والذي يبرمج حسب نوعية المحاصيل وموسمها.

لقد بدأت مصر من زمن بعيد في استخدام تقانات الري الحديثة وخاصة في المشاريع الجديدة حيث كانت هي البديل الوحيد المتاح لمواجهة الموقف المائي الصعب الذي تواجهه مصر بصفة عامة وفي تلك المناطق بصفة خاصة حتى وصلت جملة الأراضي التي تستخدم فيها طرق الري الحديثة حوالي 20% من إجمالي المساحة المحصولية بمصر . وقد أصدرت الدول بعض القوانين التي تلزم المستثمر في الأراضي الجديدة ذات التربة بقوام ضعيف رملي بضرورة استخدام تقانات الري الحديثة. كما عملت الأجهزة البحثية في مصر على تطوير هذا الاستخدام من ناحية ترشيد استخدام المياه وتحسين نوعية الإنتاج ورفع قيمته الاقتصادية . وقد شملت الطرق المستخدمة الرش والتنقيط ، وكما هو معلوم فإن نسبة مقدرة من هذه الطرق الحديثة تعتمد على الري الآلي المبرمج وخاصة الري المحوري والري بالتنقيط.

تعمل المغرب على تطوير الري الآلي من أجل تخفيض التكلفة والعمالة ، كما تعمل المغرب على الاعتماد بنسبة عالية على المعدات التي تنتج محلياً.

الري الآلي في المغرب يعتمد على تطوير نظامي الرش والتنقيط والمشاريع التي يتم فيها تطبيق هذه التقانات هي في الأساس تستخدم الري بالتنقيط وخاصة في المشاريع التي تزيد مساحتها عن 50 هكتار عندما تزداد الحاجة الماسة للعمالة.

تستخدم المغرب الأجهزة الآتية في الري الآلي :

ا- جهاز البرمجة في غسل وتنظيف المرشحات

ويعمل هذا الجهاز بأخذ الضغط بعد وقبل المرشح وإذا ما تعدى فرق الضغط بينهما 0.7 بار (عادة) يأمر جهاز البرمجة بغسل المرشح . وتعدد

هذه العملية في اليوم يختلف على حسب كميات المياه التي تمر بالمرشح وكذلك على مدى حمولة هذه المياه بالمواد العالقة.

ب - الإغلاق الحجمي

يستعمل هذا الجهاز بكثرة وذلك لسهولة استعماله ، وقلة تكلفته وكذلك لأنه متعدد الاستعمال (تقنيات الري بالرش وبالتنقيط والسطحي) زيادة على هذا فإن هذا الجهاز لا يحتاج إلى طاقة لاستعماله ، كما يمتاز بسهولة في صيانته.

ج - الإغلاق الهيدروليكي

يستعمل هذا الجهاز كثيراً في حالات الغسل الأوتوماتيكي للمرشحات وكذلك في أوتوماتيكية التحكم في سقي وحدات الري.

يمكن استعمال هذا الجهاز الحجمي والهيدروليكي معاً لأوتوماتيكية الري وبهذا يمكن سقي عدد من وحدات الري بدون تدخل الإنسان.

د- الإغلاق الأليكتريكي

يعتبر هذا الجهاز متطوراً بالمقارنة مع سابقيه ويمتاز بحساسية جيدة. ويتم التحكم في حركته بواسطة التيار الكهربائي ولهذا فيقتصر استعماله على الأماكن المزودة بالكهرباء ويكون في أغلب الحالات مرتبطاً بجهاز البرمجة أو حاسوب الري الذي يتحكم في حركته.

يستعمل هذا الجهاز لري وحدات الري ويكون الجهاز على رأس كل وحدة، وبواسطة جهاز البرمجة الذي يكون مبرمجاً حسب الوقت ، يعطي أوامره إلى الجهاز الأول أن يشتغل مثلاً من الساعة الواحدة إلى الواحدة والنصف وبعده يشتغل الجهاز الموالي من الواحدة والنصف إلى الثانية وغيرها . وهذا الجهاز يعوض عمل الجهاز الهيدروليكي والحجمي معاً .

لا يستعمل هذا الجهاز بكثرة لأنه يصلح فقط في الأماكن المجهزة بالتيار الكهربائي.

هـ - حاسوب الري

لا يستعمل هذا الجهاز إلا قليلاً حيث يوجد فقط في الضيعات الكبيرة والمتطورة والتي عادة ما تحتوي على النباتات والغلات المتوجهة إلى التصدير والتي توجد بكثرة في منطقة سوس ماسة في الضيعات التي تقل مساحتها على 50 هكتاراً .

وبصفة عامة لا توجد هذه التقانات إلا عند الخواص ، فالتعاونيات عادة ما تحتاج إلى توظيف أكثر عدداً من العمالة . ولهذا فلا يصلح لها استعمال الآلات المتطورة الأوتوماتيكية .

في إطار استراتيجية التنمية الريفية للأفق 2010 بموريتانيا ، تم وضع برنامج خاص يستهدف تطوير أساليب الري المتبعة عن طريق فتح الباب للقروض الميسرة وتسهيل اقتناء الأجهزة والمعدات الملائمة . كما تم في إطار برنامج مركز البحوث الزراعية إجراء دراسات حول إدخال نظم الري الحديثة في القطاع المروي . وعليه فرغم أن نظم الري الآلي لم تستخدم في موريتانيا ولكن هناك توجهات جدية للسير في طريق إدخال نظم الري الحديثة ومن خلالها قد يتم إدخال نظم الري الآلي.

تميزت فترة الربع الأخير من القرن العشرين بانتشار تطبيقات الهندسة الحديثة في اليمن ومنها نقل مياه الري بالأنابيب بدلاً عن القنوات المفتوحة التي كانت سائدة وذلك من أجل رفع كفاءة الري ، وقد صاحب ذلك التوسع في طرق الري الحديثة بالدولة ولرفع كفاءة الري الحقلي لابد من إدخال التكنولوجيا المتطورة ومنها الري الآلي.

3-5 المشاكل والمعوقات التي تواجه تطوير استخدام الري الآلي في الدول العربية

3-5-1 المعوقات الفنية

أ- تتطلب هذه الأنظمة كوادر مؤهلة علمياً وذات خبرة واسعة وتخصص للقيام بالدراسات التخطيطية والتنفيذية والتشغيل ولا سيما برامج جدول الري واستخدام الحاسوب لتطبيق العمل كما ان مرحلة الصيانة بدورها تحتاج لكوادر مؤهلة وتعاني الدول العربية بصفة عامة قلة في هذه الكوادر المؤهلة.

ب - تحتاج أنظمة الري الآلي إلى طاقة كهربائية يعتمد عليها ونسبة البنية التحتية الخاصة بالتوليد الكهربائية في بعض الدول العربية ضعيفة للغاية . وهذا يعتبر معوقاً أساسياً لانتشار هذه التقانة.

ج - نقص برامج البحوث العلمية في هذا المجال تحت ظروف الزراعة العربية إذ أن أغلب البحوث المتوفرة تمت في ظروف مغايرة وتحت بنيات مختلفة عن الأوضاع في الدول العربية.

د - ضعف المقدرة التطبيقية لهذه المعدات بالدول العربية وهو معوقاً أساسياً لانتشار وتعزيز استخدام هذه التقانات حيث تتطلب توريد المعدات وقطع غيارها من خارج المنطقة .

هـ- الانتشار الواسع لطرق الري التقليدية في المنطقة العربية ورغم إمكانية استخدام بعض نظم الري الآلي في الري السطحي إلا أن وجود منشآت قائمة تحد كثيراً من هذا الانتشار.

و- يعتبر الري بالتنقيط هو من أسهل وأكثر طرق الري التي يمكن أن تستخدم فيها ولكن نوعية المياه في بعض الدول العربية تقف عائقاً أمام انتشار طريقة الري بالتنقيط حيث تتسم بعض المياه بارتفاع ملوحتها ونسبة الطمي والمواد الصلبة العالقة بها مما يؤدي إلى ترسبات كلسية داخل أنابيب نقل المياه ومعدات الري بسبب ارتفاع الملوحة أو انسداد االنقاطات بسبب ارتفاع نسبة الطمي.

ز- صغر وتفتت الحيازات الزراعية وشيوعية ملكيتها في العديد من الدول العربية مما يجعل تطبيق تقانات الري الآلي صعبة فنياً.

3-5-2 المعوقات المؤسسية

أ- من أهم المعوقات التي تواجه تطوير سبل الري ومنها الري الآلي تعدد الجهات المسؤولة عن برامج التطوير في كثير من الدول العربية تتوزع هذه المسؤولية بين الإدارات المسؤولة عن الموارد المائية وتوفير مياه الري وبين السلطات الزراعية المسؤولة عن تطوير الري الحقلي، وهذا الوضع يجعل من الصعب تحديد المسؤولين والمسألة حول الإخفاق في تطوير هذه التقانات وهذا بالطبع ينطبق على القطاع العام وهو القطاع المسيطر على المشاريع المروية في أغلب الدول ذات الكثافة المروية العالية لذلك نجد أن برامج الري الآلي تنحصر وبدرجة عالية في المشاريع المروية الخاصة حيث تتوحد المسؤولية.

ب- والقوانين والتشريعات الخاصة بالموارد المائية السائدة في الدول العربية لا تغطي بقدر كاف موضوع حسن استخدام المياه وترشيدها ورفع كفاءة الري والتي يمثل الري الحديث والآلي أهم مجالات تطبيقها للتقليل من هدر المياه .

ج- نقص قوانين الاستثمار التي تحفز على تعزيز وتطوير الري الآلي وجذب المستثمرين لإدخال هذه الأنظمة.

د- نقص البحوث في مجال الري الآلي من أجل تطويره وإيجاد حلول للمشاكل ومعوقاته وتوضيح مدى ملاءمته للأوضاع المحلية والعمل على البدائل التي تناسب هذه الأوضاع لتوطيتها مع العمل والتوفيق في اقتصادياتها.

هـ- محدودية الإرشاد والتوعية المائية لتوضيح موقف الموارد المائية وضرورة العمل على استخدام البدائل التي تساعد على تخطي هذا الوضع وكيف أن الري الآلي قد يكون هو أحد الوسائل لبلوغ هذه الغاية.

و- عدم وجود مشاريع رائدة سباقة لإدخال هذه النظم وتأسيس فعاليتها وتأكيد محاسنها حيث أن رأس المال عامة والعربي خاصة يحتاج لمثل هذه المشاريع الرائدة لتحفيزه للدخول في هذا المجال حيث أن هناك عدم رغبة لدى رأس المال في المخاطر غير معروفة العواقب.

ز- ضيق القاعدة الصناعية الخاصة بأجهزة الري الحديثة المستخدمة للري الآلي ويعتبر ذلك من أهم المعوقات حيث أن وجود قاعدة صناعية محلية تساعد كثيراً في انتشار التقانة

3-5-3 المعوقات الاقتصادية

أ- ارتفاع التكلفة الإنشائية والتشغيلية لأجهزة الاتمتة مقارنة بنوعية المحاصيل الزراعية السائدة في الدول العربية ذات القيمة الاقتصادية غير المرتفعة.

ب- عدم وجود حوافز اقتصادية مثل الإعفاءات الجمركية والإعفاء من الضرائب عند استخدام هذه التقانات من أجل تعزيز استخدامها.

ج- الارتفاع النسبي لتكلفة الطاقة بالدول العربية وخاصة غير المنتجة للبترول وحيث أن الطاقة تمثل عنصراً أساسياً في تشغيل أجهزة الري الآلي فقد أصبحت من المعوقات الأساسية لتعزيز استخدام هذه التقانة.

د- ضعف المقدرات المالية للمزارع العربي البسيط على تحمل تكاليف تمويل شراء هذه الأجهزة.

هـ - عزوف القطاع الخاص عن الاستثمار في مجال الري الآلي نسبة لعدم التأكد من العائد المالي المقابل للتكاليف الاستثمارية الاقتصادية العالية.

و- قلة التمويل في مجالات الري الآلي .

ز- عدم وجود مظلات تأمين وأسس تعويض للمزارع ضد الكوارث الطبيعية وكوارث تذبذب السوق.

الباب الرابع
مشروع البحوث الرائدة في تعزيز استخدام أساليب الري الآلي في الزراعة العربية

الباب الرابع

مشروع البحوث الرائدة في تعزيز استخدام أساليب الري الآلي في الزراعة العربية

4-1 خلفية

ثمة قناعة تسود العالم العربي بأن المخرج الأفضل والحل الأمثل لمواجهة الكارثة المائية وشيكة الحدوث في المنطقة وتحسين الأوضاع الاقتصادية للقطاع الزراعي هو السير على طريق التقانات الحديثة والمتطورة والتي تهدف نحو ترشيد استخدام المياه وتحسين اقتصاديات الزراعة المروية لتمكينها من المنافسة في مجال جذب الاستثمارات التي بدأت تتجه نحو قطاعات أخرى مثل الصناعة والخدمات.

من المعروف أن الزراعة هي المستخدم الأكبر للموارد المائية العربية حيث يقدر نسبة استخدامها بحوالي 89% من جملة استخدامات المياه في العالم العربي وأن هناك فواقد مائية كبيرة خاصة في الري السطحي الذي يسود حوالي 85% من جملة المساحة المروية بالعالم العربي ، حيث تقدر كفاءة الري السطحي على مستوى العالم العربي بحوالي 32% بفواقد قد تصل إلى 91 مليار متر مكعب سنوياً وكثير من هذه الفواقد ناتجة عن سوء التحكم في أساليب الري والأخطاء البشرية. وعليه فإن عالم اليوم والتقانات الحديثة قد بدأت تعتمد أكثر فأكثر على الاتمتة لرفع الكفاءة وتقليل الاعتماد على العمالة وما يصاحبها من أخطاء . لقد تطورت هذه الأساليب في العديد من مناحي الحياة وخاصة في الصناعة والاتصالات ولكنها ما زالت تتحسس خطاها في مجال الزراعة عامة وإدارة الري خاصة رغم أن هناك العديد من الأجهزة والآلات التي تناسب كل مجالات وطرق الري المستخدمة في العالم العربي بما فيها الري السطحي وطرق الري الحديثة.

أما وضع الري الآلي في المنطقة العربية فما زال في بداية المشوار رغم تطور الحياة في مجالات أخرى عديدة ويعزى ذلك للأسباب الآتية:

- قلة المعرفة بأجهزة وأنظمة الأتمتة في شبكات الري .
- عدم إنتشار هذه الأجهزة والنظم .
- تمسك المزارع العربي بالتقاليد الموروثة لطريقة إدارة الري.
- ضعف البحوث والتجارب في مجال أتمتة الري.

- ارتفاع تكلفة أجهزة الأتمتة مع عدم وضوح تام للفوائد.

قد يكون أحد أساليب تخطي هذه المعوقات التي تواجه تعزيز استخدام الري الآلي هو التوسع في مجال البحوث والتجارب الرائدة لهذا الاستخدام ومن هذا المنطلق تم بلورة **مشروع البحوث الرائدة لتعزيز استخدام أساليب الري الآلي في الزراعة العربية .**

4-2 أهداف المشروع

تشمل أهداف المشروع ما يلي :

- تعزيز إنتشار أساليب الري الآلي في الزراعة العربية.
- دعم البحوث والتجارب في مجال تطوير استخدام الري الآلي في المنطقة العربية.
- تقوية العمل العربي المشترك في مجال إدارة الري.
- الاستفادة القصوى من المهارات والكفاءات العربية القطرية في المشاريع القومية.
- تبادل المعرفة والتجربة بين المختصين العرب في مجال أتمتة الري.

4-3 مكونات المشروع

يتكون هذا المشروع من ثلاث مكونات أساسية على النحو التالي :

4-3-1 البحوث التطبيقية

يعتبر هذا هو المحور الأساسي ويتضمن بحوث تطبيقية في أساليب وأجهزة اتمتة الري في المجالات المختلفة والتي تناسب طرق الري السائدة في العالم العربي ويقترح أن تكون أربعة بحوث رائدة تشمل ما يلي :

4-3-1-1 بحوث حول أجهزة وتطبيقات الأتمتة في الري السطحي في المجالات الآتية:

- التحكم من خلال المناسيب الأمامية في القنوات المفتوحة.
- التحكم من خلال المناسيب الخلفية في القنوات المفتوحة.
- التحكم في تشغيل المضخات من خلال حجم التدفق أو ساعات التشغيل أو عدد المضخات.
- التحكم في التدفقات في القنوات من خلال سرعة المياه أو وقف التدفق.

4-3-1-2 الأتمتة في طرق الري الحديثة

تعتبر هذه الطريقة هي أكثر طرق الأتمتة تقدماً ويقترح أن تتضمن المجالات الأتية:

- استخدام الحاسوب للتحكم في جدولة الري.
- طرق تحضير برامج جدولة الري.
- التحكم من خلال التدفقات أو ساعات التشغيل .
- التحكم في المضخات والمنافذ في الشبكة.

4-3-1-3 الأتمتة من خلال قياس التوتر الرطوبي للتربة وتشمل المجالات الآتية :

- طرق قياس الرطوبة في التربة.
- المجسات المناسبة للتربة المختلفة.
- أجهزة التحكم في الري حسب التوتر الرطوبي للتربة.

4-3-1-4 الأتمتة من خلال التغيرات في أوراق النباتات

- الأجهزة المستخدمة.
- المحاصيل المناسبة لهذا النوع من الأتمتة .
- المواقع المناسبة لوضع الأجهزة في الأوراق.

4-3-2 الندوات العلمية

يقترح أن يكون المكون الثاني في هذا المشروع هو عقد أربعة ندوات قومية على أساس ندوة كل سنة يتم فيها استعراض ومناقشة نتائج البحوث التطبيقية وإبداء الرأي حولها من أجل تحديدها وتشمل التقارير عن البحوث العناصر الآتية:

- وصف دقيق للأجهزة المعنية والمستخدمة في البحث المعني من ناحية التركيب ومكونات الأجهزة والنظرية العلمية التي يعتمد عليها.
- مساوئ ومحاسن الأجهزة المعنية.
- المعوقات والمشاكل التي تواجه استخدام وتطبيق هذه الأجهزة على المستوى الحقلي الواسع.
- تقويم العوائد الاقتصادية من خلال التكلفة الاستثمارية والتشغيل مع العوائد ومقارنة ذلك بطرق الري التقليدية.

4-3-3 الزيارات العلمية

من أجل تعميم الفائدة من هذه البحوث يقترح أن تتضمن مكونات المشروع زيارات علمية للمعاينة والوقوف ميدانياً على هذه البحوث والتعرف على نتائجها على النحو التالي :

- زيارة علمية إقليمية تضم العلماء والباحثين والفنيين والمزارعين من داخل الإقليم الذي تقام فيه البحوث لمعاينة البحوث في الإقليم المعني.
- زيارات علمية قومية تضم العلماء والباحثين من الدول العربية كافة لمعاينة البحوث المختلفة المنتشرة على الوطن العربي.
- زيارات علمية ضمن فعاليات الندوات العلمية أعلاه لكل المشاركين في هذه الندوة من الخبراء العاملين في مختلف الأنشطة البحثية في هذا المشروع بالدول والأقاليم المختلفة وتهدف هذه الزيارات العلمية إلى الآتي:
- التعرف على البحوث المختلفة.
- مناقشة نتائج البحوث ميدانياً.
- الوقوف ومعاينة المشاكل التي تواجه التطبيقات على مستوى الحقل فعلياً.
- تبادل الخبرة والمعرفة والتعرف على التجارب الجارية في الدول المختلفة.
- نشر المعرفة والتجربة العربية على النطاق القومي.

4-4 مواقع تنفيذ مكونات المشروع

يقترح أن يتم تنفيذ مكونات المشروع وأنشطته المختلفة على النحو التالي:

4-4-1 الأنشطة البحثية

يتم توزيع تنفيذ البحوث المقترحة على الأقاليم العربية الأربعة بواقع مجال بحثي في كل إقليم حسب الأهمية والخبرة النسبية للإقليم في هذا المجال وذلك على النحو التالي:

- البحوث حول أجهزة وتطبيقات الأتمتة في الري السطحي التي يتم تنفيذها في أحد دول الإقليم العربي الأوسط والذي يشمل مصر والسودان وجيبوتي والصومال نسبة للأهمية النسبية للري السطحي خاصة في مصر والسودان والمعرفة والخبرة الطويلة في هذا المجال واحتياج الإقليم لتطوير هذه الطرق التقليدية بإدخال بعض التطور ، وقد يكون الري الآلي هو أحد مجالات التطوير.
- يتم تنفيذ البحوث في مجال الأتمتة في طرق الري الحديثة بإقليم الجزيرة العربية نسبة للانتشار النسبي لهذه الطرق وحسب البيانات المتاحة فإن المملكة العربية السعودية بها حوالي 50% من مساحة الري بالرش بالدول العربية مجتمعة وأن هناك معرفة وخبرة طويلة في هذه النظم.
- يتم تنفيذ البحوث في مجال الأتمتة من خلال قياس التوتر الرطوبي للتربة في إقليم المشرق العربي . يعتبر هذا المجال البحثي هو علمي ويعتمد على العوامل المؤثرة على احتياجات التربة للري. وبما أن هذا الإقليم لديه خبرة علمية واسعة فقد يكون من الأفضل القيام بهذه البحوث.

- يتم تنفيذ البحوث في مجال الأتمتة من خلال قياس التحولات في أوراق النبات في إقليم المغرب العربي وهذا المجال الآخر هو مجال علمي بحثي ويعتبر هذا الإقليم هو الأفضل لإجراء هذه البحوث لما يتمتع به من ذخيرة علمية وتجارب ثرة في مجال الري الآلي.

4-4-2 الندوات العلمية

يقترح عقد ندوات علمية خلال عمر المشروع على أساس ندوة كل سنة في أحد الأقاليم العربية في دولة مقر البحوث الخاصة بذلك الإقليم.

4-4-3 الزيارات العلمية

أ- الزيارات العلمية الإقليمية ستتم في دول مقر البحوث الخاصة بالإقليم ويحضرها علماء وباحثون ومزارعون من الإقليم المعني.

ب- زيارات قومية لبعض العلماء والباحثين من كافة الدول العربية إلى مواقع البحوث المختلفة في الأقاليم العربية الأربعة.

ج- زيارات علمية قومية تصاحب الندوات القومية الأربعة المشار إليها سابقاً يحضرها كل المشاركون في هذه الندوات من العلماء المعنيين بالبحوث في الأقاليم المختلفة بالإضافة إلى الشخصيات العامة المدعوة للمشاركة في الندوات.

4-5 منهجية تنفيذ الأنشطة

يقترح أن يتم تنفيذ أنشطة ومكونات المشروع على النحو التالي :

4-5-1 التنسيق القومي

يقترح أن يتولى الإشراف الفني والإداري والمالي للمشروع منسق قومي متفرغاً تحت مظلة المنظمة العربية للتنمية الزراعية تكون صلاحياته على النحو التالي :

- متابعة وتقويم وتنسيق الأداء العام للمشروع في كل مكوناته.
- التنسيق مع الجهات التي سيوكل لها تنفيذ الأنشطة ويتم وضع البرامج والخطط طويلة المدى والسنوية والمرحلية لتنفيذ الأنشطة .
- الإعداد والتنظيم للأنشطة القومية التي يتم تنفيذها مركزياً مثل الندوات والزيارات القومية.
- الإشراف على كل الجوانب الإدارية والمالية وحفظ سجلاته.
- إعداد تقارير الآداء العام للمشروع والتقارير المالية التي تقدم للجهات المانحة والدول .

4-5-2 منهجية تنفيذ الأنشطة البحثية

يقترح أن تسند مهمة إجراء البحوث إلى جهات بحثية قائمة في الدول التي يقع عليها الاختيار لتكون مقر للمجال البحثي المعني بالإقليم على أن يتكفل المشروع بكل التكلفة أو أن يتم عن طريق تعاقدي مع هذه الجهات المانحة ، ولهذا فإن المواصفات التي تؤخذ في الاعتبار عن اختيار دول المقر ووجود الجهات البحثية المناسبة المقتدرة على القيام بالبحوث في المجال المحدد ويستوجب أن تحدد كل من هذه الجهات منسقاً إقليمياً معيناً يكون مشرفاً على هذه البحوث ويكون صلة الوصل بالمنسق القومي ويتولى المهام الآتية على أن لا يكون متفرغاً بل من الكادر البحثي في الجهة التي أنيط بها العمل:

- تحديد الخبراء الذين سيتولون القيام بالبحوث .
- متابعة أداء الخبراء والحصول على تقاريرهم الدورية وإعداد التقارير العامة عن البحوث المعنية وقد تضم قائمة الباحثين خبراء من كل دول الإقليم المعني وليست حكراً على خبراء دولة المقر رغم أنهم سيكونون الأكثر ثقلاً.
- الإشراف الفني والإداري والمالي على جوانب البحوث التي تقع في نطاقه.
- الإعداد ، بالتنسيق مع المنسق القومي لعقد الندوة القومية التي تقام في نطاق صلاحيته.
- الإعداد والإشراف على الزيارات الإقليمية في نطاق الإقليم المعني.
- الإشراف على إعداد الدراسات والتقارير السنوية التي تقدم الندوات القومية لمناقشة نتائج البحوث المعنية في إقليمه.

4-5-3 منهجية تنفيذ أنشطة الندوات واللقاءات والزيارات العلمية

سيتولى المنسق القومي مسؤولية تنظيم وإعداد وعقد الندوات واللقاءات والزيارات القومية من ناحية مخاطبة الدول وإعداد المحاور وتنظيم السفر والإقامة وخلافه وإعداد جدول الأعمال والبرامج في حين يتولى المنسقون الإقليميون بالتنسيق مع المنسق القومي مسؤولية تنظيم وإعداد وعقد وإقامة الندوات واللقاءات والزيارات الإقليمية.

4-6 النتائج المتوقعة من المشروع

تنقسم النتائج المتوقعة من المشروع إلى قسمين أساسيين هما:

4-6-1 النتائج طويلة المدى

تشمل النتائج طويلة المدى المتوقعة من المشروع ما يلي:

أ- تعزيز ودعم وتشجيع استخدام الري الآلي في الزراعة العربية.
ب- تحسين الموقف الاقتصادي للزراعة العربية على المدى الطويل باستخدام التقانات الحديثة.
ج- تقليل الاعتماد على العمالة في جدول الري.
د- ترشيد استخدام الموارد المائية بالعمل على رفع كفاءة الري وتقليل الفواقد المائية حيث تقوم هذه الأجهزة بجدولة الري وفق المتطلبات الفعلية للنبات وبدقة أكثر من الطرق غير الأتوماتيكية .
هـ- تأكيد أهمية البحوث في تطوير الحياة .
و - دعم العمل العربي المشترك في المجالات الأكثر أهمية في حياة الشعوب.

4-6-2 النتائج المباشرة

تشمل النتائج المباشرة للمشروع ما يلي:

أ- إشراك الكادر البحثي العربي في البحوث الجديدة المتطورة مما يفتح الآفاق العلمية الجديدة في وجه الكوادر العربية البحثية الصاعدة للاحتكاك بهذه التجارب الحديثة.
ب- تحديد المشاكل والمعوقات التي تواجه تعزيز استخدام هذه التقانات في الزراعة العربية والعمل على إيجاد الحلول المناسبة لها من أجل توطينها في المنطقة العربية بالطريقة التي تناسب الأوضاع السائدة في هذه المنطقة.
ج- إتاحة الفرصة للمزارعين وكل العاملين في القطاع الزراعي المروي للتعرف على هذه الأساليب الحديثة المتطورة في الري والتأكد من صلاحيتها لأوضاعهم.
د- تطمين المستثمرين والاستثمارات على سلامة الجدوى الفنية والاقتصادية لتطبيق هذه السبل الحديثة للري والعمل على الدخول في الصناعات الخاصة بمستلزماتها.
هـ- تبادل الخبرة والمعرفة والتجارب بين العلماء والباحثين العرب وإتاحة الفرصة لهم للتعرف على التجارب الفعلية في الدول المختلفة التي تغطيها برامج الزيارات.
و- ترقية وإثراء البحوث ونتائجها عبر عرضها ومناقشتها على قطاع عريض من الخبراء الباحثين المهتمين بموضوع الري الآلي في الدول العربية.
ز- تأكيد الاستفادة المشتركة من الخبرات العربية المتاحة وإمكانية إتاحتها لكافة الدول العربية عبر هذا المشروع.

4-7 الفترة الزمنية المقترحة للمشروع

إن التسلسل الزمني لأنشطة المشروع المختلفة وأهمية وضرورة إتاحة الفرص أمام الباحثين للوصول إلى أفضل النتائج وأهمية تعريض البحوث في هذا المجال إلى العديد من المواسم الزراعية والدورات الهيدرلوجية يقترح أن تمتد فترة المشروع إلى أربعة سنوات.

4-8 الميزانية المقترحة للمشروع

تقدر الميزانية المقترحة للمشروع بحوالي 6.480.000 دولار أمريكي على مدى الأربعة سنوات المقترحة لتنفيذ المشروع وهي مفصلة وموزعة على السنوات الأربعة كما هو موضح بالجداول (4-1) ، (4-2) ،(4-3) ، (4-4).

4-9 خطة التمويل المقترحة

يقترح أن تقسم خطة التمويل إلى جزئين أساسيين على النحو التالي:

4-9-1 مساهمة دول مقر المشروع

يقترح أن تساهم عينياً كل دولة اختيرت لتكون دولة مقر للبحوث الخاصة بالإقليم الذي تنتمي إليه وذلك على النحو التالي :

أ- تسمية المنسق القومي بعد التشاور مع المنظمة العربية للتنمية الزراعية على أن يكون من كادرها البحثي العامل.

ب- تحمل المرتب الأساسي للمنسق الإقليمي ومخصصاته القائمة.

ج- تحديد الجهة التي ستتولى تنفيذ الأنشطة البحثية الخاصة بالإقليم وتوفير الأجهزة والمواقع البحثية اللازمة مما هو متوفر لديها على أن يقوم المشروع بتكملة العجز وتوفير الأجهزة الدقيقة الخاصة بالمشروع مباشرة. وتقدر هذه المساهمة العينية لكل دولة بحوالي 192000 دولار وهذا يعني أنها تقدر بحوالي 768000 دولار على مستوى المشروع وتعتبر حوالي 12% من جملة تكلفة المشروع.

4-9-2 مساهمات الجهات المانحة

يشمل الجزء الثاني من خطة التمويل مساهمة الجهات المانحة والتي سيتم الإتفاق عليها بين المنظمة العربية للتنمية الزراعية والدول العربية ، وقد تشمل الجهات المانحة المنظمات الدولية التابعة للأمم المتحدة المعنية بالتنمية الزراعية والصحة والبيئة ، بالإضافة إلى صناديق التمويل العربية والمنظمات العربية المتخصصة. ويترك لكل من هذه الجهات المانحة تحديد مساهمتها والتي يمكن أن تكون متوازية (Parallel) ، أي أنها تتولى مكون معين بكامله أو مشتركة (Pool) بأن تحدد المساهمة بنسبة معينة من التكاليف .

(جدول 4-1)
تكاليف التنسيق القومي

البند	التكاليف السنوية (دولار أمريكي
1- المنسق القومي	
* المكافأة	48000
* السفر	6000
* فوائد ما بعد الخدمة	8000
2- الكوادر المساعدة	
* المكافاءات	24000
* تكاليف أخرى	3000
* فوائد ما بعد الخدمة	4000
3- الأجهزة والمعدات المكتبية	20000
4- التكاليف الجارية	6000
التكاليف السنوية	119000
التكاليف لأربعة سنوات	476000

(جدول 4-2)
تكاليف التنسيق الإقليمي بكل دول مقر

البند	التكاليف السنوية التي تقدمها دولة المقر (دولار أمريكي)	التكاليف السنوية من الجهات المانحة (دولار أمريكي)	التكاليف لأربعة سنوات
1- المنسق الإقليمي			
• المرتب والمخصصات	24000	–	24000
• بدلات			
• السفر	–	3000	3000
• فوائد ما بعد الخدمة	–	3000	3000
	2000	–	2000
2- الكوادر المساعدة			
• المكافاءات	–	12000	12000
• البدلات	–	2000	2000
• فوائد ما بعد الخدمة	2000	2000	2000
• تكاليف أخرى	–	3000	3000
3- تكاليف تشغيلية	–	6000	6000
4- أجهزة ومعدات (مقسمة على عمر المشروع)	77000		308000
التكاليف السنوية	48000	33000	81000
التكاليف لأربعة سنوات		132000	324000
التكاليف لأربعة سنوات لأربعة دول	768000	528000	1296000

(جدول 4-3)
تكاليف تنفيذ الأنشطة

البند	التكاليف السنوية (دولار أمريكي
1- الأنشطة البحثية للأربعة أقاليم (بما فيها الأجهزة المطلوبة)	800000 (4×200000
2- الندوات واللقاءات العلمية	100000
3- الزيارات	100000
التكاليف السنوية للأنشطة	1100000
التكاليف لأربعة سنوات	4400000

(جدول 4-4)
مجمل تكاليف المشروع

البند	التكاليف السنوية (دولار أمريكي	التكاليف لأربعة سنوات
1- تكاليف التنسيق القومي (جدول 4-1)	119000	476000
2- تكاليف التنسيق الإقليمي	324000	1296000
3- تكاليف الأنشطة	1100000	4400000
4- تكاليف غير منظورة 5%	77000	308000
الجملة	1620000	6480000

ملخص الدراسة باللغة الإنجليزية

Summary

The Study of Fostering the Use of Automated Irrigation to Improve on-farm irrigation in the Arab Countries is a component of a sub-program under the same name in the work plan of AOAD in 2001.

The main objectives of the study include the evaluation of the Arab experience in the use of the technology and drawing an Arab regional program to promote this technology in the region. For the proper, accurate, preparation of the study AOAD requested country reports on the subject, from all Arab countries to show the individual country experiences of the application of automated irrigation. Based on these country reports and the available literature in AOAD's Documentation Centre, the study was prepared by AOAD technical staff. The draft of the study was send to all Arab Countries for comments and it has been discussed in a special workshop organized by AOAD for that purpose. This final version of the text of the study includes all the feed back on the draft.

The study is composed of four chapters, chapter one discussed the basic characteristics of the automated irrigation and its definition.

Automated irrigation includes all types of irrigation where the system or part of the system works without human interference and supply the plant with the exact amount of irrigation water in the right time and the exact place, according to climate, soil and plant conditions. According to this definition most of the modern irrigation system can be classified as automated irrigation, such as central pivot and drip irrigation systems.

The chapter also explains the reasons behind using automated irrigation, balance in the use of the available water , granting full irrigation in time and quantity, reduction in labor, and farmer's rest of mind regarding the irrigation of this land. The ways of automated irrigation vary, including high technology using computer and computer programming , control of pumps, control of water levels in open canals, control in the modern irrigation systems, control through soil moisture, control through changing potential evapotranspiration, control through the changes in thickness of the leaves of the plants. Automation can also be used in old surface irrigation system through the control of the levels of water or the pressure in the pipes

or in the pumping systems. In certain cold places control could be through the temperature to avoid freezing of water in the system.

Chapter two contains the main technical and economic and institutional requirements to promote the use of automated irrigation in the Arab Countries. Water shortage is the main constraint facing irrigation development in the region, both vertically and horizontally. Automated irrigation is one of the obvious solutions.

The technical requirements for the use of automated irrigation include the proper understanding of the relation between, the water, soil and the plant. Technical requirements may also include water transport and distribution in addition to on-farm irrigation systems. The chapter explains the ways and means to comply with these requirements, this may include the use of the most suitable systems of automation, the use of moving arm systems, determination of uniformity of sprinkle irrigation, evaluation of drip irrigation, use of integrated management.

The chapter discussed the comparative analysis of the automated irrigation, surface irrigation and other systems of irrigation.

The chapter identified the different constraints facing automated irrigation. Technical constraints include, lack of water extension services, bad water management, low water cost recovery, low productivity, high cost of research, lack of adequate provision for maintenance. The institutional constraints include excessive number of agencies dealing with water, lack of farmers associations role, lack of the know-how, lack of relevant industry. The economic constraints include, the high cost of installation of the systems, coupled with low financial ability of the farmers, the lack of assurance about its viability and lack of investment grantee.

The chapter identified certain directives for promoting these systems in the Arab countries, which include, public awareness, data and information systems, research, capacity building, common Arab specification, relevant laws, rules and policies.

Chapter three included the experiences of certain countries of the world including some Arab countries. In Hungary automated irrigation started late sixties of the last century. Water conveyance system was open canals, which was later converted to pipe network, and this was considered an advanced

step towards modernization of the systems and made the introduction of automated irrigation much easier. Hungary used soil moisture control even in the system using open canals. In Spain, which is one of the main source of agriculture products in Europe, automated irrigation was used to produce summer crops when the rainfall is low. In early seventies of the last century Spain started using automated irrigation expensively. It also promoted water harvesting methods to meet water shortages. In Spain pipe pressure control system are used for automated irrigation, in addition to electrical circuits, in the gates of dams.

Romania experience in automated irrigation started as part of the country development plans for the periods 1966-1970 & 1971-1975. It included control through the water pipe systems and pumping stations and in open canal systems. Romania faced many constraints and problems in its automated irrigation systems.

The chapter also included the experiences of some Arab countries . In Jordan automated irrigation was relatively new. It is used in limited number of private farmers. The systems differ from one farm to the other. In certain farm very advanced complicated systems are used where the computer controls all steps according to a preprepared irrigation schedule. There is also automate control in the operation of King Abdella canal through telecommunication cable system. The advance information system in Jordan valley was one of the reasons behind the expanding use of automated irrigation in Jordan. In Algeria traditional surface irrigation covers about 90% of the irrigated land. Modern irrigation systems use mainly sprinkling irrigation with some drip systems. Through these modern irrigation system Algeria introduced automated irrigation.

Sudan irrigation is almost surface irrigation with some isolated trials of modern irrigation system. It was not very successful. But there is now more serious experiments of using central pivot system with automatic control, with some indications of success and good economic return. Drip irrigation is not used in Sudan yet.

In Iraq automated irrigation is part of modern irrigation systems. Iraq is working hard to promote the use of automated irrigation but it faces lack of the information and data and there are certain indications of negative economic return, which may be due to many reasons, like lack of maintenance.

In Kuwait a large part of the irrigation system uses modern irrigation methods with automated devices. In Lebanon automated irrigation is used only in farms with modern irrigation systems.

The area irrigated by modern irrigation system in Libya is about 95% of the total irrigated land. It uses mainly central pivot automated systems.

In Egypt there is a new law to use modern irrigation systems in all light sandy soils, where automated systems are used specially central pivot and drip irrigation.

Morocco is promoting the use of automated irrigation, this includes the use of automated water quantity control, electrical control and use of computers

The constraints that face the promotion of automated irrigation in the Arab countries is almost similar to the constraints facing all other countries in addition to lack of capacity building, lack of infrastructure specially electrical energy, low research programs, low abilities to cooperate with the requirement of automated irrigation, extensive use of surface irrigation, small land holdings and common ownership of the land which make automated irrigation difficult. The economic constraints include high cost of installation, low farmer income, reluctance of private capital., to invest in this field Institutional constraints include the large number of agencies dealing with water and its uses, lack of adequate laws, lack of incentives, lack of research, lack of extension and public awareness, lack of pioneer projects using automated irrigations.

Chapter four includes an Arab pioneer research project in the use of automated irrigation as part of the common Arab work. The project components include applied research in all automated irrigation systems, organizing technical work shops and meeting to discuss the problems and find the solutions, specially in reducing the cost and increasing the returns. The third component is technical visits to pioneer Arab experiences of automated irrigation . It is a project with central coordination . The total cost estimate of the project is about 6.48 million dollars for a period of four years. Country contributions is about 0.78 million dollars and the remaining to be financed by funding agencies.

ملخص الدراسة باللغة الفرنسية

Résumé

Etude pour le Renforcement de l'Utilisation de l'Irrigation Automatisée pour l'Amélioration de l'Efficience de l'Irrigation à la Parcelle dans les Pays Arabes

Cette étude est une des composantes du projet portant le même nom du programme sectoriel gestion de l'irrigation à la parcelle, inscrit dans le cadre du plan d'action de l'Organisation pour l'année 2001.

Elle a pour objectif l'évaluation des expériences arabes dans le domaine de l'utilisation de l'irrigation automatisée et la mise en évidence d'un programme régional arabe pour le renforcement de l'utilisation de ces techniques, leurs avantages et leurs viabilités économiques.

Afin de préparer cette étude, dans les meilleures conditions, l'OADA a confié à des experts locaux la préparation de rapports nationaux portant sur la situation et les expériences des pays arabes dans le domaine l'irrigation automatisée. Sur la base de ces rapports et des références du Centre de Documentation, les experts de l'organisation ont préparé l'étude régionale globale qui a été enrichie lors de la session de perfectionnement dont tous les représentants des pays arabes étaient présents.

Constituée de quatre chapitres, l'étude retrace dans le premier les caractéristiques principales de l'irrigation automatisée, définie comme étant tout système d'irrigation qui assure à la plante les quantités d'eau nécessaires au moment voulu, d'une manière automatique sans l'intervention humaine, avec une approche scientifique, tenant compte des données climatiques, l'humidité dans le sol et les phases de croissance des plantes. A partir de cette définition, il est possible de considérer toutes les techniques modernes avec des systèmes de commande automatique comme étant des techniques automatisées.

Le chapitre a clarifié les objectifs et les justifications de l'utilisation de l'irrigation automatisée et se résument à l'équilibre entre l'offre et la demande, la satisfaction des besoins des plantes dans le temps et dans l'espace. Les domaines et les mécanismes de l'irrigation automatisée englobent la programmation par ordinateur, l'automatisation des pompes, la commande automatique des niveaux d'eau dans les canaux ouverts et l'automatisation de toutes les techniques modernes à travers la tension

d'humidité dans le sol, l'évaporation et la pression. foliaire. Certaines considérations générales d'automatisation de l'irrigation gravitaire ont été développées à travers des systèmes de commande des canaux sous-pression et des pompes tout comme la commande suivant la température ambiante dans les pays froids où l'irrigation est arrêtée à un certain degré de température pour éviter la solidification de l'eau dans les canaux.

Le deuxième chapitre développe les conditions techniques, économiques et institutionnels préalables assurant le renforcement de ces techniques développées. La rareté de la ressource, considérée comme le facteur limitant pour le développement horizontal et vertical agricole arabe, implique la nécessité de rationaliser l'utilisation des ressources en eau, et les techniques modernes automatisées constituent un moyen sûr et efficace pour atteindre cet objectif.

L'introduction de cette technique nécessite la compréhension et l'application du concept théorique de l'irrigation dans le cadre de la relation"Eau-Sol-Plante" et les interactions entre ces trois éléments et l'opération de l'irrigation proprement dite, en plus de la qualité de l'eau d'irrigation qui est un facteur prépondérant. La bonne conception des systèmes d'irrigation comme l'aspersion, le pivot, le système linéaire et l'irrigation localisée est une première considération à prendre en compte, car elle permet une meilleure distribution et une meilleure uniformité tant elle est liée souvent avec les conditions climatiques locales. Le choix d'un système d'irrigation en fonction de critères techniques et économiques permet, en outre, l'adaptation de ces systèmes conçus dans des environnements différents, dans la région arabe caractérisée par une aridité très marquée.

Le chapitre disserte sur les entraves et les problèmes essentiels qui empêchent l'élévation de l'efficience de l'irrigation et qui se rapportent principalement à la sensibilisation et la vulgarisation et la gestion de l'eau d'une manière générale.

Les problèmes d'ordre économique concernent, particulièrement, les coûts relativement bas de la mise à la disponibilité de l'eau d'irrigation aux usagers, la faiblesse de la productivité agricole, les coûts élevés de la recherche et la faiblesse des financements alloués au fonctionnement et à la maintenance. Les entraves et problèmes d'ordre institutionnels concernent la diversification d'une multitude d'organismes s'occupant et gérant l'eau au

niveau des pays arabes et l'absence du rôle positif qui doit être assuré par les organisations des usagers de l'eau. D'autre part, les problèmes qui empêchent la maîtrise des techniques modernes automatisées dans le monde arabe peuvent se résumer au manque de connaissance de base sur ces systèmes, la faiblesse de la recherche et l'absence d'industrie arabe dans ce domaine, en plus du coût d'investissement initial très élevé et que l'agriculteur arabe ne peut pas supporter dans l'ensemble.

Les problèmes d'ordre social trouvent leur importance dans le niveau de conscientisation relativement bas de l'agriculteur arabe, conjugué à sa vision traditionaliste. La solution préconisée suppose la réadaptation des lois et des réglements permettant ainsi, l'encouragement et l'appui aux agriculteurs pour l'introduction de ces techniques développées à travers une série de mesures incitatives comme l'exonération d'impôts et les facilités de financement et de crédit.

Enfin, le chapitre a conclu par les orientations générales pour améliorer et augmenter l'extension d'utilisation des techniques développées dans le monde arabe comme la sensibilisation populaire, le recensement, la protection et la promotion des ressources en eau, l'importance de la recherche, le perfectionnement et le recyclage des cadres et l'encouragement pour l'industrialisation des techniques avec l'obligation d'uniformiser les normes de fabrication dans le cadre d'une politique claire appuyant ces orientations.

Le troisième chapitre relate les expériences de certains pays dans le monde. La Hongrie a commencé l'application de l'irrigation automatisée à la fin des années soixante du vingtième siècle à travers le passage d'un système d'irrigation gravitaire par canaux ouverts à un système par tuyauterie enterrée. Ce changement a été le premier pas vers l'automatisation de l'irrigation par l'introduction des tensiomètres. L'expérience espagnole a commencé d'abord par l'introduction des techniques modernes connues au début des années soixante dix du siècle dernier. L'Espagne a développé les techniques de mobilisation des eaux pour pallier le déficit en contre saison, et à travers l'irrigation automatisée, l'Espagne est arrivée à définir avec plus de précision les besoins en eau des cultures sur les systèmes gravitaires et sous pression en utilisant le système de commande électrique dans les réseaux d'irrigation où les instruments ont été placés à la sortie des ouvrages hydrauliques. Le développement de l'irrigation automatisée en Roumanie a commencé durant les plans quinquennaux de 1966 – 1970 et 1971 – 1975 à

travers l'introduction de système de commande des station de pompage dans les réseaux sous pression, bien qu'elle ait pratiqué la commande mécanique ou électrique dans les réseaux gravitaires.

Le chapitre a mis en évidence quelques expériences de certains pays arabes dans ce domaine. La Jordanie a commencé récemment l'application de ces techniques développées dans certaines exploitations agricoles de taille réduite. Certaines expériences menées garce à des systèmes de commande complexes par ordinateur pour l'ouverture et la fermeture des vannes d'une manière automatique suivant le débit et la quantité préalablement estimés par l'utilisation des tensiomètres. Parmi les projets importants, citons le fonctionnement automatique du canal du Roi Abdallah par l'intermédiaire d'un câble de communication sur toute la longueur du canal (110km). Au vu de la rareté de la ressource dans ce pays, et pour assurer une utilisation rationnelle, un système de données pour la gestion des eaux dans la vallée Wadi El-Ourdan a été mis en place. Ce système reçoit directement, et en permanence, les données provenant des instruments de mesure des niveaux d'eau. Le système analyse les données, détermine les bilans d'eau correspondants, calcule la quantité d'eau nécessaire et prévoit les besoins en eau pour toute la saison agricole.

En Algérie, le système d'irrigation gravitaire prédomine dans des proportions avoisinant les 90% des terres irriguées. Les systèmes d'irrigation modernes concernent l'aspersion et le système goutte à goutte à travers lequel l'irrigation automatisée a été appliquée. L'expérience du Pivot au Sahara a démontré quelques difficultés liées au coût de fonctionnement et à la faiblesse des rendements.

Le Soudan est considéré comme le pays arabe le plus étendu au point de vue superficie agricole, et l'irrigation gravitaire prédomine dans de larges proportions. L'introduction des techniques modernes est récente et certains indicateurs prouvent la réussite des expériences en égard à la viabilité économique comparée au coût initial d'investissement. Les études en cours recommendent l'extension du système Pivot à commande automatique.

En Irak, l'automatisation de l'irrigation a été initiée à travers l'introduction des techniques modernes, mais il semble qu'il manque des données sur la faisabilité économique de ces systèmes dûes probablement à des carences de fonctionnement et de maintenance. Au Koweït la plus grande partie des systèmes d'irrigation fonctionne à travers des programmes et des pilotages

automatiques, particulièrement pour les systèmes pivots et goutte à goutte. Au Liban, l'application de l'irrigation automatisée est réduite et s'applique uniquement sur les systèmes modernes. Près de 95% des superficies irriguée en Libye appliquent les techniques modernes. L'automatisation se rencontre uniquement dans le système Pivot. En Egypte, une loi a été promulguée pour obliger les investisseurs dans la mise en valeur des terres légères (Sablonneuse) à utiliser les techniques modernes d'irrigation dont plusieurs fonctionnent automatiquement. Le Maroc a fait des efforts pour développer l'irrigation automatisée surtout , à travers l'utilisation de la programmation pour le lavage et le nettoyage des goutteurs et la fermeture volumétrique et électrique et le pilotage des irrigations par ordinateur.

D'une manière générale, les problèmes qui empêchent la promotion de l'irrigation automatisée dans les pays arabes peuvent se résumer en 3 catégories, la première est d'ordre technique et concerne l'absence de cadres compétents, le coût élevé de l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement, la réduction des programmes de recherche et l'incapacité d'application de ces techniques développées sur le terrain en plus de l'absence de remembrement dans la plupart des pays arabes qui est lié au morcellement des terres. La deuxième catégorie d'ordre institutionnel concerne la diversification des institutions et organisme ayant la charge de promouvoir et développer ces techniques, l'absence de projets pilotes en la matière et la couverture insuffisante des textes législatifs incitatifs à l'investissement dans ce domaine en plus, des carences dûes à la sensibilisation et la vulgarisation de ces techniques. Enfin, la troisième catégorie, d'ordre économique, bien connue et ayant trait à l'investissement initial de départ très élevé et l'absence du secteur privé qui ne veut pas parier dans un domaine dont il n'est pas sûr de son rendement et sa viabilité économique.

Le quatrième chapitre propose un projet de recherche intégré pour renforcer la promotion et le développement de l'irrigation automatisée dans l'agriculture arabe. Le projet est constitué de 3 composantes principales : les recherches appliquées, les colloques scientifiques et les visites scientifiques pour certains projets pilotes existants dans certains pays arabes. Le coût global du projet avoisine les 6,48 millions de dollars, étendu sur 4 ans. Le mode de financement est de l'ordre de 0,768 millions de dollars pour les pays proposés comme sites potentiels du projet et près de 5,71 millions de dollars pour les bailleurs de fond.

المراجع

المراجع

1- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في الأردن- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

2- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في الجزائر- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

3- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في السودان- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

4- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في سوريا- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

5- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في العراق- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

6- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في فلسطين- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

7- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في الكويت- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

8- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في لبنان- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

9- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في ليبيا- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

10- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في مصر- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

11- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في المغرب- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

12- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في موريتانيا - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

13- الدراسة القطرية حول تعزيز إستخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي في اليمن- المنظمة العربية للتنمية الزراعية - 2001.

14- موحوش إبراهيم - مستقبل الزراعة الصحراوية وإرتباطها بالتحكم في الملوحة وتعظيم مياه الري - السمنار الوطني حول إشكالية الزراعة في المناطق القاحلة- سيدي بلعباس - الجزائر - 22-24 يناير 2001.

15- موحوش إبراهيم - وآخرون . الإستغلال الرشيد لمياه الري تحت الري المحوري - حالة الجنوب الجزائري - السمنار المغاربي الأول حول المياه 1996.

16- الورقة المحورية حول التجربة الأردنية - الدورة التدريبية القومية حول استخدام الري الآلي لتحسين كفاءة الري الحقلي - عمان 4-9/يونيو (حزيران) 2001.

فريق الدراسة

فريق الدراسة

الدكتور/ عبد الوهاب بلوم مدير إدارة الموارد المائية والزرعية - رئيساً

المهندس / عصام مصطفى خبير بإدارة الموارد المائية والزراعية – عضواً