الفصل العاشر

إدارة نظم الري

(١٠,١) أنواع نظم الري الحديثة

تطورت نظم الري الحديثة تطوراً مذهلاً نتيجة لندرة وشح المياه والحاجة إلى رفع كفاءة الري وانتظامية إضافة المياه فيها، فقد أخذت كل طريقة تبحث فيما تبحث عن رفع الكفاءة وزيادة الانتظامية للتوفير في المياه. فظهرت نظم الري بالرش ونظم الري بالتنقيط كنظم ري حديثة لكل منها فلسفته في إضافة المياه وزيادة الانتظامية، وينطوي العديد من الأشكال أو الأنواع المختلفة لكل نظام من النظاميين. فيعرف الري بالرش بأنه الطريقة التي يتم فيها إضافة المياه إلى الحقل أو النباتات على هيئة رذاذ أو قطرات ماء شبيهة بقطرات المطر ولذا يعتبر الري بالرش هو نظام محاكاة الري للمطر مع القدرة في التحكم في وقت وكمية الماء المضاف، ويتكون هذا الرذاذ نتيجة مرور المياه تحت ضغط من خلال فتحات أو فوهات صغيرة مختلفة الأحجام من الرشاشات. ويتراوح ضغوط تشغيل الرشاشات من ٢ إلى ٥ بار وتصرفاتها من ٥-٦٠ لتر/ دقيقة. أما نظام الري بالتنقيط يعرف بأنه الطريقة التي يتم فيها إضافة مياه الري بالكميات المطلوبة للنباتات بمعدلات بطيئة على شكل نقط منفصلة أو متواصلة من خلال أدوات ميكانيكية تعرف بالمنقطات توضع بالقرب من النباتات على امتداد طول خطوط التنقيط التي يمكن أن تكون فوق سطح التربة أو أسفلها، فيتم تبليل جزئي لحجم التربة الذي يحتوي على الجذور الفعالة للمحصول. ويتراوح معدل التصرف لتلك المنقطات بين ١-٢٤ لتر/ ساعة، وتتراوح ضغوط تشغيلها من ٠,٥ إلى ١,٥ بار.

إن نظام الري الجيد يجب أن يحقق الخصائص التالية:

١ - ملاءمة المحصول وطبوغرافية الأرض، نوع التربة وكمية المياه المتاحة.

٢ - توصيل المياه لكل جزء من المزرعة عند الاحتياج وخاصة لموسم أقصى احتياجات.

٣ - توزيع محكم للمياه.

٤ – تجانس توزيع المياه على سطح الأرض.

٥ – تقليل فاقد المياه سواء في النقل أو التوزيع.

٦ – عدم تعرية التربة أو زيادة ملوحتها أو قلويتها أو سوء تهوية منطقة الجذور.

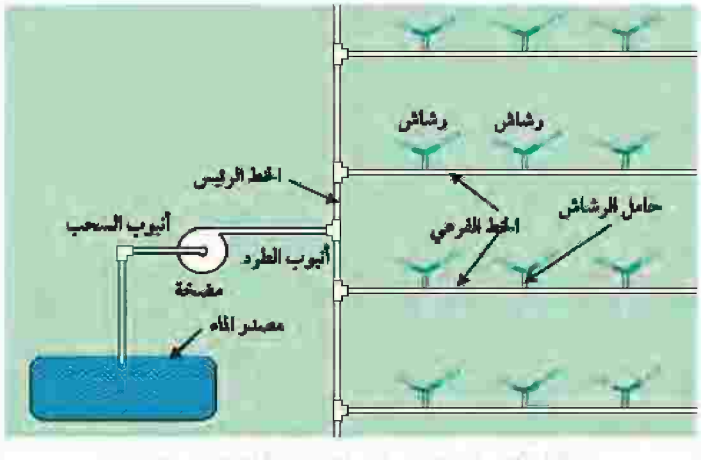
٧ – يجب أن تتوفر في نظام الري مرونة كافية لتغيير التصرف تبعا لنوع المحصول ومرحلة نموه.

٨ – يجب عند اختيار نظام الري أن يؤخذ بعين الاعتبار التكلفة الاقتصادية للمنشآت المطلوبة وإعداد الأرض والآلات المستخدمة والأيدي العاملة والصيانة وتكلفة المياه نفسها، ومقارنة تلك التكلفة مع العائد المتوقع من المحصول، ومن ثم الحكم على أفضلية نظام معين للري.

(١٠ , ٢) نظم الري بالرش

(١٠ , ٢ , ١) المكونات الأساسية لنظم الري بالرش

تختلف مكونات نظام الري بالرش تبعاً لنوع النظام، وبصفة عامة المكونات الأساسية لأي نظام من هذه النظم هي: المضخة، الخط الرئيس، الخط الفرعي، الرشاشات. كما أن هناك ملحقات أساسية لابد من وجودها في النظام حتى يكتمل تكون النظام مثل الوصلات بأنواعها المختلفة لتصل بين الخطوط المختلفة وبين أجزاء الخط الواحد، والصمامات ومقاييس الضغط والتصرف والمرشحات والسمادات كلها مكونات مكملة لنظام الري بالرش. يوضح الشكل رقم (١٠ , ١) المكونات الأساسية لنظام ري بالرش تقليدي ثابت.

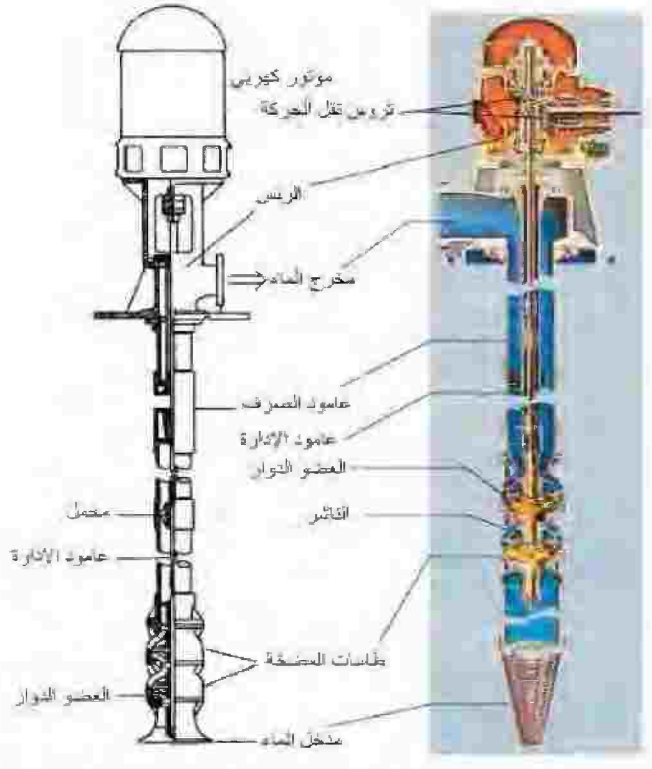


الشكل رقم (١٠ , ١). مكونات نظام الري بالرش.

(١ , ١ , ٢ , ١٠) المضخة Pump

تعتبر المضخة الآلة التي تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية والناتجة من آلة احتراق داخلي أو محرك كهربائي إلى طاقة مائية مفيدة، وتقوم المضخة بسحب المياه من المصدر المائي سواء خزان أو بئر أو مجرى مائي ثم تدفعها إلى شبكة الري. وتدار المضخة بواسطة وحدة قوى محركة مثل آلة احتراق داخلي أو محرك كهربائي. ويتطلب نظام الري بالرش مضخة ذات قدرة كافية للتغلب على فروق المناسيب بين مصدر المياه والمساحات المختلفة المطلوب ريها، وكذلك للتغلب على فواقد الضغط لاحتكاك المياه بجدران الأنابيب، بالإضافة إلى توفير الضغط اللازم لتوزيع المياه من الرشاشات المستخدمة أثناء عملية الري على المساحة المراد ريها حتى يمكن الحصول على انتظامية توزيع عالية وكفاءة ري جيدة. ويختلف نوع المضخة المطلوبة حسب التصرف والضغط وكذلك المسافة الرأسية بين المضخة ومصدر المياه. وكذلك يجب أن تكون قدرة المضخة كافية لبعض التوسعات، بالإضافة إلى الانخفاض المنتظر في كفاءة المضخة بمرور الزمن نتيجة إلى التآكل. وللمضخات أنواع كثيرة ولكن المضخات المستخدمة في الري لنظم الري الحديثة هي المضخات الطاردة المركزية لسحب الماء من أعماق لا تتجاوز ٦م (الشكل رقم ٢ , ١٠)؛ لأنها تناسب متطلبات الضغط والتصرف للرشاشات والمنقطات. كما تستخدم المضخات الترببينية متعددة المراحل لسحب المياه من الآبار، التي يمكن أن تعمل كمضخة لنظام الري بالإضافة لسحب الماء من أعماق أكثر من ٦ م أو من الآبار كحالات كثيرة في نظام الري المحوري (الشكل رقم ٣ , ١٠).

الشكل رقم (٢ , ١٠). المضخات الطاردة المركزية المستخدمة في نظم الري.



الشكل رقم (١٠,٣). المضخات التربينية المستخدمة لسحب المياه من الآبار وضخها لنظم الري.

(١٠,٢,٢,٢) الخط الرئيس Mainline

هو الأنبوب الذي ينقل المياه من المضخة إلى الخطوط الفرعية أو شبه الرئيسة. وقد يكون الخط الرئيس دائم الوضع، إما فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض، والأخير هو الأكثر شيوعاً، أو متنقل بعد كل موسم أو رية. وتصنع الخطوط دائمة الوضع (الثابتة) من الصلب المجلفن أو من البلاستيك، بينما تصنع الخطوط غير دائمة الوضع (المتنقلة) من الألمنيوم أو من البلاستيك بحيث يسهل نقلها من مكان لآخر.

(١٠,٢,٢,٣) الخط الفرعي Lateral

هو الأنبوب الذي ينقل المياه من الخط الرئيس أو شبه الرئيس إلى الرشاشات، ويكون هذا الأنبوب ثابت أو متنقل. ويصنع الخط الفرعي من مواد مشابهة لتلك المستخدمة في صناعة الخط الرئيس، ولكن بأقطار أصغر في الغالب. وتتكون شبكة الري من عدة خطوط فرعية تقسم إلى مجموعات كل مجموعة تسمى وحدة ري وهي تروى منفصلة عن باقي الوحدات.

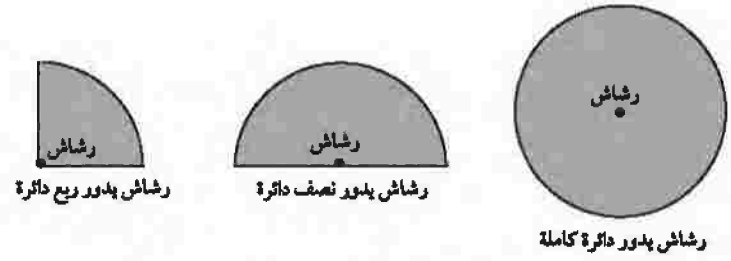
(٤ , ٢ , ٢ , ١٠) الرشاشات Sprinklers

الرشاش هو أهم جزء في مكونات نظام الري بالرش، والرشاشات تركب على أنبوب رأسي يسمى حامل الرشاش ويتصل بالخط الفرعي، وهذه الرشاشات تقوم بتوزيع المياه على المساحة المراد ريها. وهناك عدة أنواع من الرشاشات تستخدم مع نظم الري بالرش كل نوع يناسب نظام رش معين، وبناءا على هذا تقسم الرشاشات إلى ثلاثة أنواع وهي الرشاشات الدوارة Rotating Impact Sprinklers التي تستخدم مع النظم التقليدية، والرشاشات الثابتة Fixed Sprinklers التي تستخدم مع نظم الري المتحركة مثل المحوري وذو الحركة المستقيمة، والرشاشات العملاقة (المدفعية) Gun Sprinklers وهي من النوع الدوار وتستخدم مع نظم الري المدفعية. واختيار الرشاش المناسب يتطلب معرفة معلومات ومعايير خاصة بالرشاش.

١ – الرشاشات الدوارة

للرشاش الدوار فوهة واحدة أو فوهتين لخروج المياه، ويصنع من النحاس أو البلاستيك (الشكل رقم ٤ , ١٠)، ويدور هذا الرشاش أثناء الري حول نفسه ٣٦٠° في مستوى أفقي مما يجعل شكل البلل الناتج منه دائرياً، ويمكن ضبط الرشاش للدوران ١٨٠° أو ٩٠° عند وضع الرشاش على حدود الحقل أو أركانه على الترتيب، ويكون شكل البلل الناتج نصف دائرة أو ربع دائرة (الشكل رقم ١٠ , ٥). وضغط تشغيل هذا النوع من الرشاشات يتراوح بين منخفض إلى متوسط أي بين ٢٠٠–٤٠٠ كيلوبسكال (٢ – ٤ بار).

الشكل رقم (٤ , ١٠). الرشاشات الدوارة.



الشكل رقم (٥ , ١٠). أشكال البلل النمطية للرشاش الدوار.

٢- الرشاشات الثابتة

لا يدور هذا النوع من الرشاشات حول نفسه أثناء عملية الري (الشكل رقم ٦ , ١٠)، فهو يعتمد على خروج المياه من عدة نقاط على محيط الفوهة عند استخدامه لري الحدائق. أما الاستخدام الأكثر له مع نظم الري المتحركة مثل نظام المحوري أو ذو الحركة المستقيمة وفي هذه الحالة تخرج المياه من فوهة واحدة يقابلها حاجز يعمل على تفتيت المياه ويكون شكل البلل على هيئة دائرة. وتعمل هذه الرشاشات على ضغوط تشغيل منخفضة مقارنة بالرشاشات الدوارة تتراوح بين ٥٠ - ١٥٠ كيلوبسكال (٥ , ٠ - ١ , ٥ بار)، وتكون تصرفاتها منخفضة مقارنة بالرشاشات الدوارة وتعطي أقطار دوائر بلل أقل. وكذلك يتم إضافة الماء باتجاه سطح الأرض. ويسمى نظام الري الذي يستخدم هذه الرشاشات بنظام الري ذو الضغط المنخفض.

الشكل رقم (٦ , ١٠). الرشاشات الثابتة.

٣- الرشاشات المدفعية

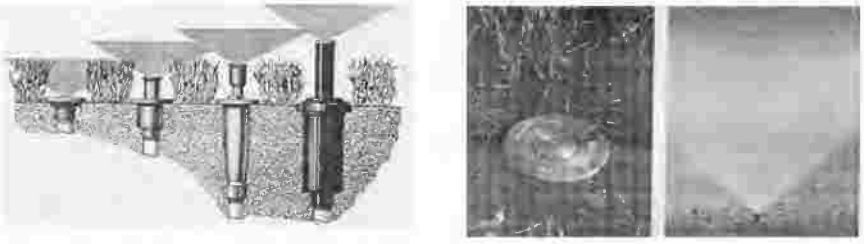
هي رشاشات دوارة كبيرة الحجم، تعمل تحت ضغوط تشغيل عالية وتعطي تصرفات عالية وقد يزيد قطر دائرة البلل لهذه الرشاشات عن ١٠٠م، وهي غالباً ذات فوهة واحدة يمكن أن يصل قطرها إلى ١ بوصة، وتركب هذه الرشاشات عادة على عربات لها عجلات وتتحرك هذه العجلات بسرعات محددة أثناء عملية الري في اتجاه معاكس للرش، ومن عيوب هذه الرشاشات أنها تنتج قطرات مائية كبيرة الحجم وكذلك تتأثر توزيع المياه بها بالرياح. ويبين الشكل رقم (٧, ١٠) أحدى أنواع الرشاشات المدفعية.

وهناك نوع من الرشاشات الدوارة أو الثابتة يستخدم لأغراض معينة مثل ري العشب الأخضر الموجود في الحدائق أو الملاعب الرياضية وكذلك لري الشجيرات الصغيرة تسمى بالرشاشات القفازة (الشكل رقم ٨, ١٠). هذه الرشاشات بعد تركيبها مع شبكة الأنابيب الموجودة تحت سطح الأرض تكون الرشاشات على مستوى سطح الأرض أثناء عدم تشغيل النظام، ولكن أثناء الري تبدأ هذه الرشاشات في الارتفاع إلى أعلى فوق سطح الأرض حسب ارتفاع النبات المطلوب ريه (يتراوح هذا الارتفاع بين ٢,٥ - ١٠ سم)، ولكن عند توقف النظام عن الري تبدأ الرشاشات في العودة مرة ثانية إلى الوضع الأصلي، كما يوضح ذلك الشكل رقم (٩, ١٠). وتتميز هذه الرشاشات بأنها تعطي تجانس منتظم ورذاذ خفيف. وهناك أنواع كثيرة من هذه الرشاشات ذات أشكال مختلفة في الشكل التصميم ولكنها تعمل بنفس الفكرة.

الشكل رقم (٧, ١٠). الرشاش المدفعي ذو الذراع المتأرجح.

(أ) الثابتة القفازة (ب) الدوارة القفازة

الشكل رقم (٨, ١٠) أنواع الرشاشات القفازة التي تستخدم في ري الحدائق والملاعب.

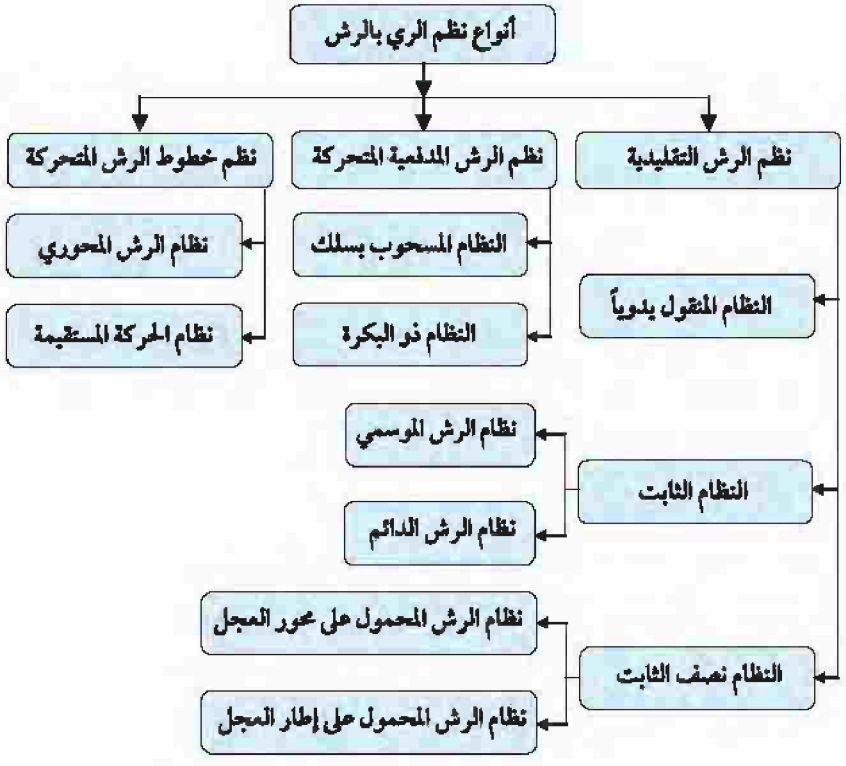


أثناء الري بعد الري ارتفاعات مختلفة للرشاشات القفازة

الشكل رقم (٩ , ١٠). وضع الرشاشات الثابتة القفازة أثناء وبعد الري، واختلاف ارتفاعها عن سطح الأرض أثناء الري.

(٣ , ٢ , ١٠) أنواع نظم الري بالرش

ويمكن تقسيم نظم الري بالرش من حيث الحركة أثناء الري والتركيب والتصميم إلى ثلاثة أنواع رئيسة، كما في الشكل رقم (١٠ , ١٠)، كالتالي:



الشكل رقم (١٠ , ١٠). أنواع نظم الرش.

(١٠,٣) نظم الري بالتنقيط Drip irrigation systems

الري بالتنقيط هو إضافة المياه في صورة قطرات بمعدل تصرف قليل بالقرب من النبات وعلى فترات زمانية متقاربة إلى التربة بغرض المحافظة على نمو النبات وذلك من خلال المنقطات Emitters التي توضع على خط التنقيط (الخط الفرعي) بناءاً على مسافات الزراعة للنباتات التي يتم ريها، سواء داخل الخطوط الفرعية أو خارجها. وتوضع معظم خطوط التنقيط على سطح التربة خصوصاً عند ري النباتات المتباعدة المسافات أو ري الأشجار، كما تستخدم لري النباتات الصفية متقاربة المسافات، ويتراوح عدد المنقطات لكل نبات من منقط واحد في حالة الخضروات التي تزرع على صفوف إلى حوالي ٨ منقطات أو أكثر للأشجار الكبيرة كالنخيل. كما يمكن وضع خطوط التنقيط مدفونة تحت سطح التربة على أعماق تتراوح من ٢٠ إلى ٣٠سم بغرض حمايتها، وتدخل المياه التربة من خلال المنقطات التي تكون داخل الخطوط ثم تتحرك لتبلل مساحة قطاع التربة بين المنقطات بواسطة الخاصية الشعرية تحت سطح التربة. ويعتمد حجم التربة المبللة على خواص التربة وتصرف المنقط وزمن الري وعدد المنقطات المستعملة. ولنظم الري بالتنقيط خصائص مميزة له، من أهمها:

١- إضافة المياه بمعدل منخفض.

٢- إضافة المياه على فترات متقاربة.

٣- إضافة المياه مباشرة بالقرب من منطقة الجذور.

٤- إضافة المياه تحت ضغط منخفض في نظام الري.

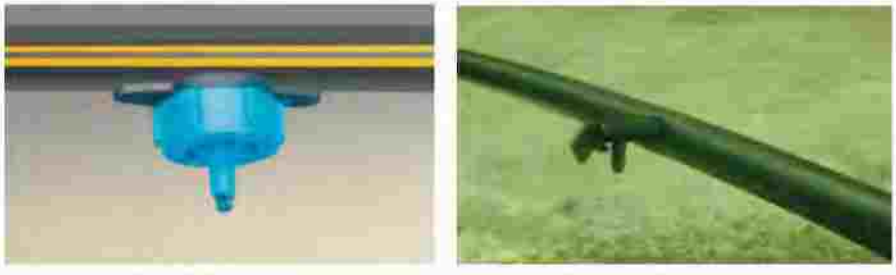
(١٠,٣,١) أنواع نظم الري بالتنقيط

تقسم نظم الري بالتنقيط حسب موضع خطوط التنقيط وما تحمله من منقطات بالنسبة لسطح التربة إلى نوعين أساسيين وهما نظام التنقيط السطحي ونظام التنقيط تحت سطحي.

(١٠,٣,١,١) نظم التنقيط السطحية

وهي النظم التي توضع فيها خطوط المنقطات فوق سطح التربة، سواء كانت المنقطات مركبة على تلك الخطوط من الخارج ويتم تركيبها على الخطوط بعد تمديدها في الحقل تبعاً للمسافة بين النباتات (الشكل رقم ١٠,١١)، أو من الداخل كجزء من خطوط المنقطات ذاتها ويتم ذلك أثناء تصنيع الخطوط لدى الشركات المنتجة لها (الشكل رقم ١٠,١٢). وتستخدم نظم التنقيط السطحية بدرجة شائعة لري المحاصيل الصفية والتي تكون

المسافات بينها متقاربة مثل الخضراوات (الشكل رقم ١٣ , ١٠). كما تستخدم أيضاً لري النباتات المتباعدة مثل الأشجار وقد يتطلب الأمر في هذا الحالة أن يوضع أكثر من منقط للشجرة الواحدة لتلبية الاحتياجات المائية المطلوبة (الشكل رقم ١٤ , ١٠). وتمتاز نظم التنقيط السطحية بسهولة التركيب والفحص والصيانة وتنظيف المنقطات بالإضافة إلى إمكانية قياس معدلات التصرف للمنقطات. ولكن يعيبها إمكانية تعارض الأنابيب الحاملة للمنقطات والموضوعة على سطح التربة مع بعض العمليات الزراعية مثل الحراثة والحصاد وغيرها. وبصفة عامة لا تتجاوز معدلات التصرف من منقطات الخطوط السطحية ٤ لتر/ ساعة لري النباتات الصفية المتقاربة، بينما تبلغ ٨ أو ١٢ لتر/ ساعة لري أشجار الفاكهة المتباعدة، ٢٤ لتر/ ساعة لري الأشجار ذات الاحتياجات المائية الكبيرة مثل النخيل.



الشكل رقم (١١ , ١٠). منقطات مركبة من الخارج على خطوط التنقيط.

الشكل رقم (١٢ , ١٠). منقطات داخل خطوط التنقيط.

الشكل رقم (١٣ , ١٠). نظم ري بالتنقيط لري الخضروات.

الشكل رقم (١٤ , ١٠). نظام ري بالتنقيط لري الأشجار ذات المسافات المتباعدة.

(٢ , ١ , ٣ , ١٠) نظم التنقيط تحت السطحي

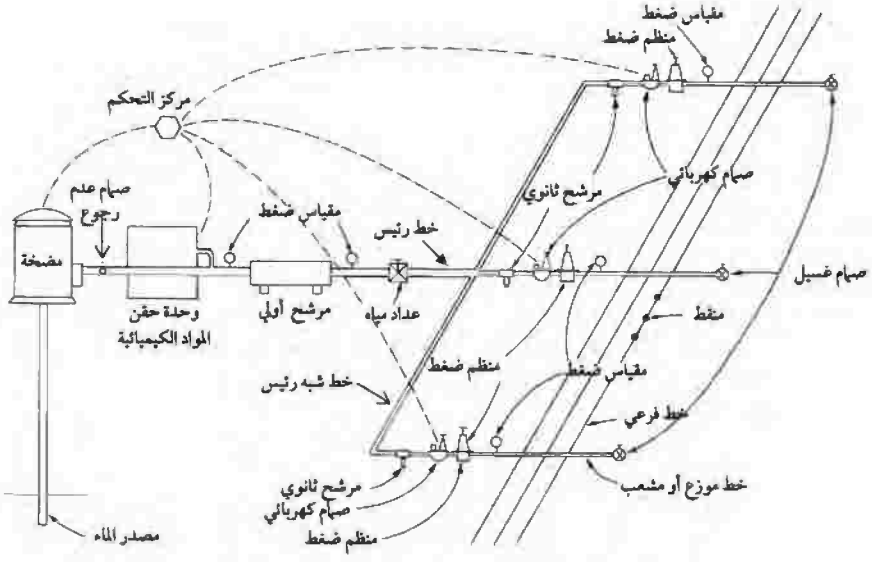
وهي النظم التي تكون فيها خطوط التنقيط والمنقطات مدفونة تحت سطح الأرض لإضافة الماء بشكل مباشر في موضع جذور النباتات. وفيه يتم وضع الأنابيب الفرعية على عمق كافي تحت سطح التربة لتجنب الأضرار المعتادة من عمليات الحراثة للتربة، ولكنه يكون عمق ضحل بحيث يعاد توزيع الماء في منطقة انتشار الجذور للمحصول بفعل الخاصية الشعرية، وبصفة عامة يمكن أن يتراوح العمق بين ٥ سم إلى أكثر من ٣٠ سم. ويتزايد استخدام نظم الري بالتنقيط تحت السطحي يوماً تلو الأخر ومن المتوقع أنه سيتواصل ازدياداً. وهذه النظم تحتاج إلى تصميم إدارة جيدة للنظام أكثر من نظام الري بالتنقيط السطحي لتجنب صيانة خطوط التنقيط المدفونة تحت سطح التربة والتي من الصعب الوصول إليها. ففي حالة الري بالتنقيط تحت السطحي يكون من الصعب والمكلف إصلاح أسباب ومشكلات توزيع الماء ولهذا يتطلب نظام الري بالتنقيط تحت السطحي تدابير وقائية، وإجراءات تشغيل خاصة لمنع الانسداد وتسهيل عمليات الصيانة. ورغم هذا فنظم الري بالتنقيط تحت السطحي تحظى بالعديد من المزايا.

(٢ , ٣ , ١٠) مكونات نظام الري بالتنقيط

إن المكونات المطلوبة لنظام الري بالتنقيط أكثر مقارنة بنظم الري الأخرى، نظراً للحاجة إلى تنقية جيدة للمياه لمنع الإنسداد عند فوهات المنقطات وبالتالي تحقيق انتظامية أعلى، وأيضاً لضمان توزيع ضغط محدد في جميع أنحاء النظام.

ويتكون نظام الري بالتنقيط من مصدر للماء، ووحدة الضخ التي غالباً تكون مضخة واحدة طاردة مركزية أو عدة مضخات متصلة على التوازي أو التوالي حسب حجم النظام ومتطلبات التشغيل، ثم صمام عدم رجوع يتصل بمخرج المضخة، ثم رأس التحكم وهو يتكون من حاقنة الكيماويات والأسمدة، حتى يمكن إضافة العناصر الغذائية إلى شبكة التوزيع بيسر وسهولة، والمرشحات الرملية والمنخلية، وتستخدم مقاييس ضغط رئيسة

على جانبي المرشح لمعرفة الانخفاض في الضغط عبر المرشح، حتى إذا بلغ قيمة عالية يتم غسل المرشح من الشوائب العالقة، وصمام تحكم في التصرف، ومقياس لحجم المياه، ومقياس ضغط المياه للتأكد من أن النظام يعمل عند ضغط التشغيل المناسب. وينتهي رأس التحكم بالاتصال مع الخط الرئيس الذي يتفرع إلى خطوط شبه رئيسة ثم إلى خطوط تغذية أو مشعبات ثم إلى خطوط فرعية أو خطوط تنقيط والتي تركب عليها أو بها المنقطات. ويحتاج النظام إلى وجود منظمات للضغط تركب على الخطوط لإبقاء النظام يعمل ضمن الحد المطلوب من التصرف والضروري لاتزان الماء. ويتم التحكم في مرور المياه في هذه الخطوط بواسطة صمامات تحكم يدوياً أو آليا. ويجب وجود صمامات غسيل عند نهاية الخط الرئيس أو شبه الرئيس لغسل الشوائب المتراكمة من الأنبوب بين حين وآخر. ويطلق على خط التغذية أو المشعب ومجموعة الخطوط الفرعية أو خطوط التنقيط الذي يغذيها هذا المشعب بوحدة التنقيط الفرعية وهي أقل وحدة يمكن ريها في النظام. ويتم توصيل المياه إلى وحدات التنقيط الفرعية عن طريق مركز تحكم أو بواسطة صمام عند مدخل الوحدة. حيث يتم تصريف الماء في الوحدة الفرعية في وقت محدد قد يتماثل أو يختلف عن الوقت للوحدات الفرعية الأخرى. وقد تكون مساحات الوحدات الفرعية متماثلة أو مختلفة، ولكن معدل التنقيط والتصرف والمسافات بين المنقطات وخطوطها يجب أن تكون متماثلة بجميع الوحدات الفرعية ليتم إضافة نفس عمق مياه الري وخلال نفس وقت الري لكل الوحدات الفرعية. ويوضح الشكل رقم (١٥ , ١٠) المكونات التفصيلية لنظام الري بالتنقيط.



الشكل رقم (١٥ , ١٠). المكونات التفصيلية لنظام الري بالتنقيط.

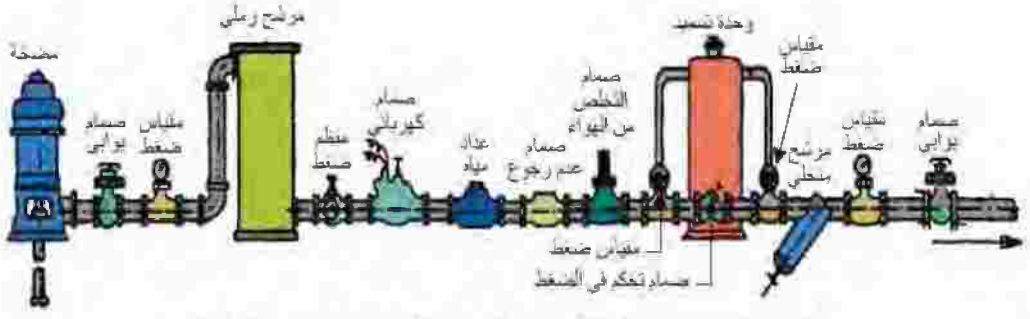
(١٠, ٣, ٢, ١) مصدر الماء ووحدة الضخ

يتطلب نظام التنقيط مصدر ماء ثابت سواء خزان أو بحيرة أو بئر. ويجب توفر الماء بصورة دائمة نظراً لإن إضافة الماء في نظم التنقيط يتم بصورة متكررة وعلى فترات متقاربة قد تكون يومياً حتى لا يحدث ضرر للنبات لانقطاع المياه.

كما يتطلب نظام الري بالتنقيط مضخة أو مجموعة مضخات طاردة مركزية للحصول على ضغط مناسب للمياه لتوفير الضغط التصميمي اللازم لتشغيل المنقطات وللتغلب على الفواقد أثناء السريان كفاقد الاحتكاك والفواقد الثانوية كفاقد الصمامات والوصلات والمرشحات وغيرها وللتغلب أيضاً على فروق المناسيب في الحقل.

(١٠, ٣, ٢, ٢) مركز التحكم

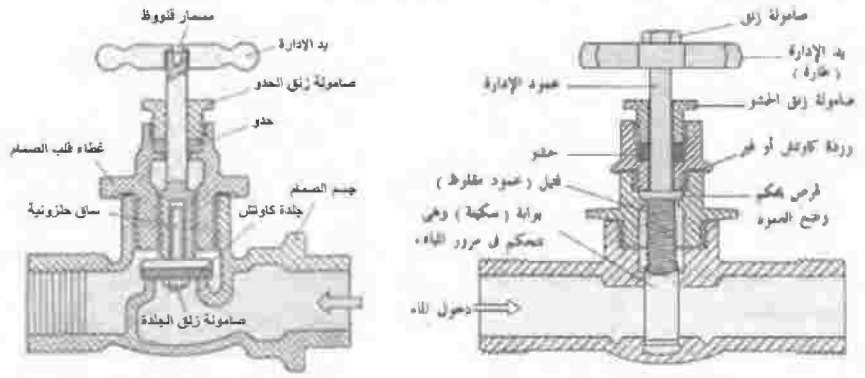
يتكون مركز التحكم لنظام الري بالتنقيط من العديد من الأجزاء أهمها: جهاز قياس الماء، وجهاز خلط وتخفيف وضخ الأسمدة الكيميائية، وأجهزة تحكم آلية، وأجهزة تنظيم الضغط وقياس الضغط وقياس التصرف، وأجهزة الترشيح والتنقية، وأخيراً أنواعاً من الصمامات، أهمها، صمام رئيس للتحكم في حجم المياه المتدفقة للحقل، وصمام عدم الرجوع. ويوضح الشكل رقم (١٠, ١٦) مجموعة من مكونات مركز التحكم بترتيبها من المضخة. وفيما يلي شرحا لهذه الأجهزة:



الشكل رقم (١٠, ١٦). مكونات رأس التحكم في نظام الري بالتنقيط.

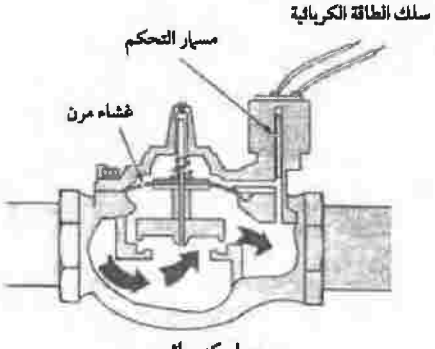
الصمام الرئيس

يوضع غالباً عند بداية الخط الرئيس ويتصل من الجهة الأخرى بوحدة الضخ وتكون مهمته الرئيسة فتح وغلق تدفق الماء، والتحكم في التصرف والضغط. ويكون إما من النوع البوابي أو الكروي اليدوي أو الكهربائي (الشكل رقم ١٠, ١٧).



صمام يدوي كروي

صمام يدوي بوابي

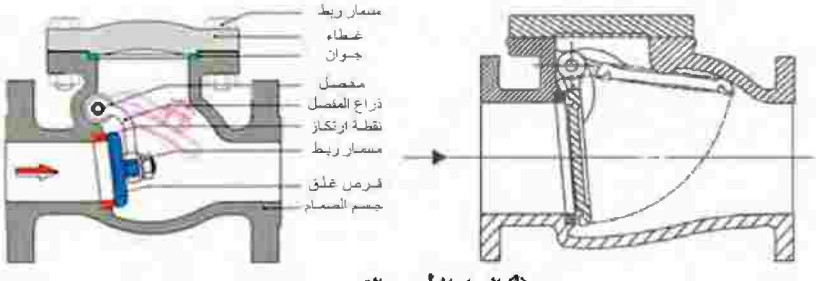


صمام كهربائي

الشكل رقم (١٧ , ١٠). الصمام الرئيس في مركز التحكم لنظام الري بالتنقيط.

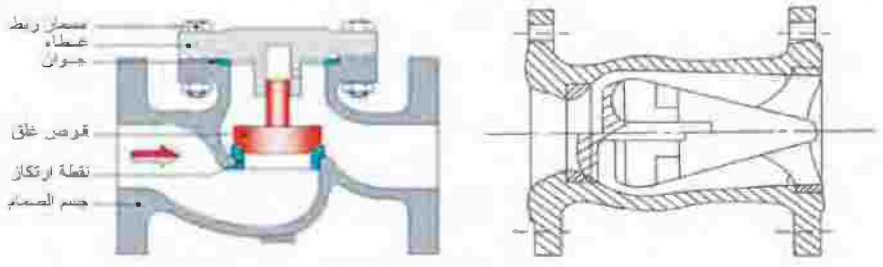
صمام عدم الإرتداد (الرجوع)

وهو صمام يسمح للماء بالسريان في إتجاه واحد فقط، ويعمل هذا الصمام عندما يتوقف الماء عن النظام ليمنع رجوع الماء إلى الخلف والذي قد يحتوي على أسمدة أو محاليل كيميائية فتسبب تآكلاً للمضخة وضرراً للإنسان والحيوان عند إختلاطها بمصدر الماء. وهناك أنواع عديدة من صمامات عدم الرجوع أهمها الرداد المتأرجح القرصي (الشكل رقم ١٨ , ١٠أ)، وذو المكبس وذو المخروط (الشكل رقم ١٨ , ١٠ب).



(أ) الرداد المتأرجح القرصي.

الشكل رقم (١٨ , ١٠). صمام عدم الارتداد.

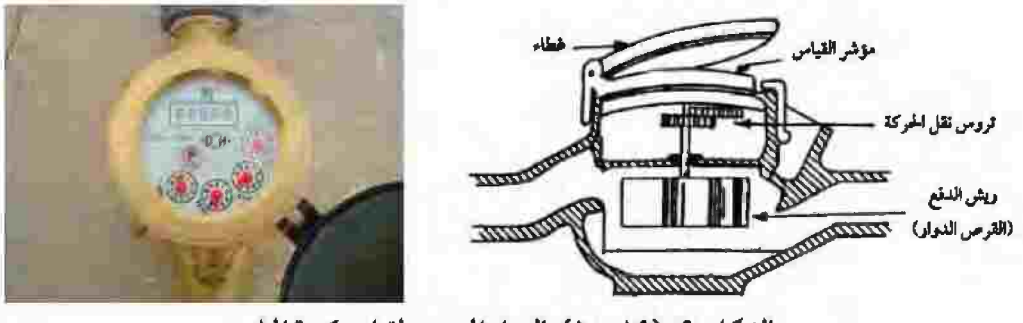


(ب) ذو المكبس وذو المخروط.

تابع الشكل رقم (١٨ , ١٠).

عدادات قياس كمية الماء

تستخدم عدادات المياه لإضافة المياه بالكمية التي يحتاجها النبات، وبالتالي هو مهم في إدارة وجدولة الري، كما يمكن أن يعطي مؤشر لتحديد الحاجة إلى الصيانة في النظام فالإنخفاض في معدل التصرف عن المعدل المعتاد قد يعني انسداد المرشحات أو المنقطات أو إنغلاق جزئي في بعض المحابس أو انخفاض في كفاءة المضخة أو انخفاض الضغط، أما زيادة التصرف عن المعدل المعتاد قد يدل على وجود تسرب في أحد الأنابيب أو بعض المنقطات في الشبكة. ويوضع العداد غالباً عند بداية مركز التحكم ويمكن تركيب عدادات منفصلة للوحدات الفرعية، ومن أهم أنواعها العدادات المروحية (الشكل رقم ١٩ , ١٠).

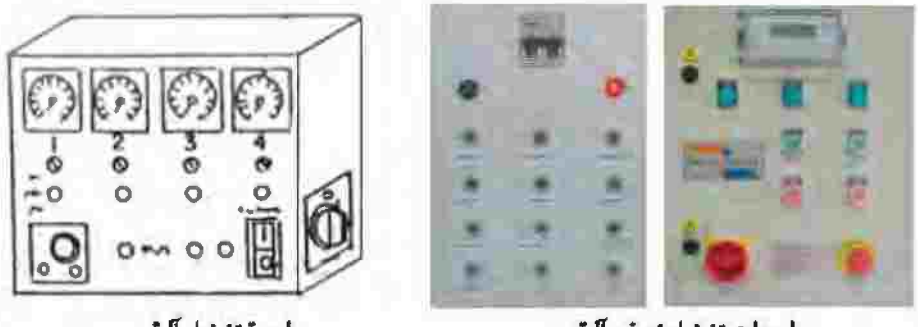


الشكل رقم (١٩ , ١٠). العداد المروحي لقياس كمية المياه.

أجهزة التحكم الآلي

وهي الأجهزة التي تقوم بالتحكم في فتح أو إغلاق الماء إلى حقل ما ولفترة الري، وتعمل على ترتيب ري الحقول المرتبطة بتلك الأجهزة. وتمثل أجهزة التحكم الآلي عملياً أجهزة توقيت تسمح للنظام بوحداته المختلفة أن يعمل عند أوقات محددة مسبقاً ولفترات معينة. وتعمل أجهزة التحكم بواسطة التيار الكهربائي الذي يرسل إشارة

من جهاز توقيت عند بدء عملية الري إلى المضخة أو الصمامات الكهربائية الموضوعة عند بداية الوحدات الحقلية، وتختلف حجم لوحة التحكم حسب مساحة الحقل وعدد وحدات الري التي تخدمها وعدد الأجهزة والمرفقات للنظام التي تعمل آلياً أو نصف آلي أي تعمل كهربائياً ولكن التشغيل يدوي من لوحة التحكم (الشكل رقم ٢٠, ١٠). ويمكن أن يتم التحكم بناءًا على مرور زمن معين أو حجم معين من الماء، كما يمكن أن يتم التحكم الآلي باستخدام أجهزة إستشعار رطوبة التربة أو المناخ أو النبات فتتصل تلك الأجهزة بدائرة كهربائية مغلقة مع الصمام الكهربائي حيث يتم فتحه أو غلقه بناء على الحاجة الفعلية للنبات.



لوحات تشغيل نصف آلية لوحة تشغيل آلية

الشكل رقم (٢٠, ١٠). لوحات تحكم آلي ونصف آلي.

أجهزة الترشيح

أجهزة الترشيح ضرورية لنظم الري بالتنقيط لإزالة الشوائب والأتربة والرواسب التي يمكن أن تدخل للنظام مع مياه الري وتسبب انسداد المنقطات الذي يؤدي إلى تقليل كفاءة الري وانخفاض انتظامية توزيع المياه. ومن الشوائب الطبيعية (الشعيرات الجذرية وحبيبات التربة وبقايا صدأ الأنابيب)، الشوائب الكيماوية (ترسيب بعض الأملاح مثل كربونات الكالسيوم وأملاح الحديد والأسمدة المضافة). ويعتمد حجم ونوع وعدد المرشحات المطلوبة على نوعية الماء والتصرف الكلي للنظام. وقد يتألف نظام الترشيح في بعض الأحيان من عدد من المرشحات تستخدم على التوازي أو على التوالي، إن أجهزة الترشيح تتركز غالباً في مركز التحكم، وتساعد هذه المرشحات في حل وتخفيف مشكلة انسداد نظام التنقيط، حيث من المتوقع انسداد نسبة من المنقطات جزئياً أو كلياً. ولهذا فنظام الترشيح الكفء يستطيع أن يخفف الانسداد بدرجة معقولة. وتوجد في الأسواق مجموعة كبيرة من

المرشحات المنخلية، والرملية، والدوامية الفاصلة للرمال، القرصية، ولكن أكثرها استخداماً المرشحات المنخلية. ومن المهم التوسع في صيانة هذه المرشحات قدر الإمكان.

المرشحات المنخلية

إن المرشحات المنخلية ويطلق عليها أحياناً المرشحات الشبكية (الشكل رقم ٢١, ١٠)، هي المرشحات الأكثر استعمالاً في نظم الري بالتنقيط، فهي تستخدم أحياناً كخطوة أولى في عملية الترشيح مع المرشحات الرملية. فالماء يدخل إلى وسط المرشح المنخلي ويجب أن يمر عبر المصفاة (المنخل) قبل أن يخرج من المرشح إلى خط التوزيع. ويستخدم هذا النوع مع مياه الآبار المحملة بالرمال وكذلك بعد حاقنات الكيماويات ولا يكون مؤثراً إذا كانت المياه محملة بحبيبات غروية دقيقة أو حبيبات الطين (مياه القنوات والأنهار).

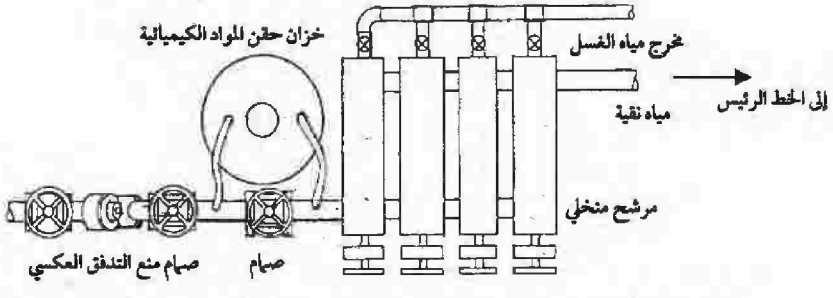
الشكل رقم (٢١, ١٠). المرشحات المنخلية في نظام الري بالتنقيط.

والمرشحات المنخلية هي أكثر المرشحات استخداماً لإزالة الجسيمات الدقيقة وجزيئات رمل ناعم جداً، ولا تستخدم المرشحات المنخلية مع ارتفاع كمية الطحالب في المياه؛ لأن الطحالب مواد لينة تميل إلى الالتصاق بفتحات الشبكة ويكون من الصعب إزالتها. وهي ليست فعالة في حجز الجسيمات الدقيقة من المواد العضوية، والكائنات المجهرية الدقيقة جداً مثل البكتيريا والفيروسات، وهي أيضاً غير فعالة مع الجسيمات الغروية.

ويجب أن تكون الشبكة المنخلية للمرشح مقاومة للتآكل، ومواد البلاستيك هي المواد الأكثر شيوعاً في تصنيع شبكة المنخل. ويجب القيام بفحص دوري للمصفاة لضمان سلامتها. وأن أي توسيع في ثقوب الشبكة يؤثر بشكل كبير على قدرة الشبكة على إزالة الجسيمات العالقة، حيث تمر الجسيمات العالقة مع الماء من خلال تلك

الفتحات الموسعة. وأن أجهزة قياس الضغط على جانبي المدخل والمخرج تعطي مؤشراً لحالة المصفاة، فحدوث انخفاض مفاجئ في الضغط يعني أن شبكة المصفاة تبدأ في الانسداد. وإذا لم يحدث تغيير في الضغط لفترات طويلة، فإن شبكة المصفاة إما مكسورة أو ذات حجم فتحات كبيرة جداً.

معظم أنظمة ري التنقيط تستخدم المرشحات المنخلية لحجز الشوائب الكبيرة نسبياً والتي يمكن أن تسد المرشحات الرملية. إن معظم نظم الري بالتنقيط تستخدم في مركز التحكم أكثر من مرشح منخلي متصلة على التوالي لضمان ترشيح أفضل (الشكل رقم ٢٢ , ١٠). وبالإضافة إلى المرشحات المنخلية التي توضع أساساً في رأس التحكم توضع أحياناً بعض المرشحات المنخلية في بداية الأنابيب شبه الرئيسة لحمايتها من جزيئات الأسمدة التي يمكن استخدامها في النظام، وقد توضع مرشحات منخلية صغيرة عند بداية كل خط منقطات أو عند بداية كل وحدة ري للحصول على ترشيح أعلى كفاءة. وللمحافظة على تلك المرشحات يجب أن تفحص وتنظف دوريا للتأكد من أن النظام يعمل بكفاءة جيدة.



الشكل رقم (٢٢ , ١٠). مجموعة مرشحات منخلية في رأس التحكم لنظام ري بالتنقيط.

المرشحات الرملية

تصنع المرشحات الرملية التي يطلق عليها أيضاً المرشحات الوسطية من حصى ناعم مدرج ورمل توضع في وعاء مضغوط، وتستطيع إزالة كميات كبيرة نسبياً من المواد الصلبة العالقة قبل أن تحتاج إلى عملية غسيل. ويوضح الشكل رقم (٢٣ , ١٠) مرشح رملي مزدوج مركب على نظام ري بالتنقيط. كما يستخدم أحياناً مع الرمال في المرشح الرملي مرشح الكربون المنشط لإزالة الكلور والرائحة غير المرغوب فيها، ومرشح إزالة الحديد لإزالة الحديد والمنجنيز بواسطة التأكسد والمرشحة من مياه الآبار. يحتاج المرشح الرملي كل فترة لعملية تنظيف بالغسيل العكسي لازالة الرواسب العالقة التي تم حجزها بواسطة الرمال للمحافظة على كفاءة المرشح.

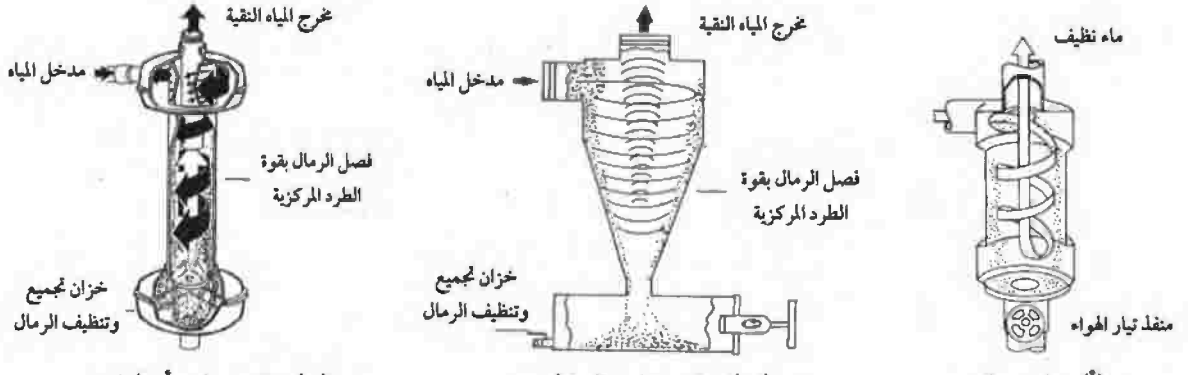
الشكل رقم (٢٣ , ١٠). مرشح رملي مزدوج مركب على نظام ري بالتنقيط.

مرشحات الطرد المركزي

تستخدم مرشحات الطرد المركزي التي تسمى المرشحات الدوامية، لإزالة الحبيبات الأثقل وزناً من الماء وأكبر حجماً من ٧٥ ميكرون ويمكن أن تترسب خلال فترة مرور الماء عبر المرشح وهذا النوع من المرشحات غير فعال في إزالة المركبات العضوية. وتوضع في بعض الأحيان مرشحات الطرد المركزي في جانب السحب للمضخات كنظام أولي لإزالة الرمل. ويوضح الشكل رقم (٢٤ , ١٠) بعض أنواع المرشح الدوامي.

المرشح القرصي

وهو مماثل للمرشح المنخلي ما عدا أن المصفاة الداخلية عبارة عن حلقات من البلاستيك مركبة على عمود داخلي وعند جمعها مع بعضها تكون المسافات بين الحلقات ملائمة لحجز الشوائب (الشكل رقم ٢٥ , ١٠).



(أ) مرشح دوامي (ب) مرشح دوامي مخروطي (ج) مرشح دوامي أسطواني

الشكل رقم (٢٤ , ١٠). المرشح الدوامي (الطارد المركزي).

الشكل رقم (٢٥ , ١٠). المرشح القرصي.

أحواض الترسيب

يمكن استخدام أحواض الترسيب أو برك الترسيب مع إضافة مسحوق الكربون المنشط لإزالة كميات كبيرة من الرمل والسلت. وينبغي تصميم الأحواض بحيث المياه الداخلة للحوض تأخذ على الأقل ربع ساعة من الحركة حتى تخرج إلى سحب النظام (الشكل رقم ٢٦ , ١٠). وخلال هذه المدة الزمنية تترسب في قاع الحوض معظم الجزيئات غير العضوية الأكبر من ٨٠ ميكرون. ويجب أن تكون أحواض الترسيب طويلة نسبياً وضيقة للقضاء على التيارات الدائرية القصيرة التي تحد من فعالية زمن الاحتجاز. وينبغي أن تكون جوانب وقاع الحوض مبطنة لتثبيط النمو الخضري، ويجب عدم ترك أحواض الترسيب مكشوفة حتى لا تتعرض للتلوث ونمو الطحالب مما يستلزم معاملتها بأحد مبيدات الطحالب وتغطى هذه الأحواض بشرائح أغشية بلاستيكية سوداء.

الشكل رقم (٢٦ , ١٠). حوض الترسيب.

أجهزة حقن المواد الكيميائية

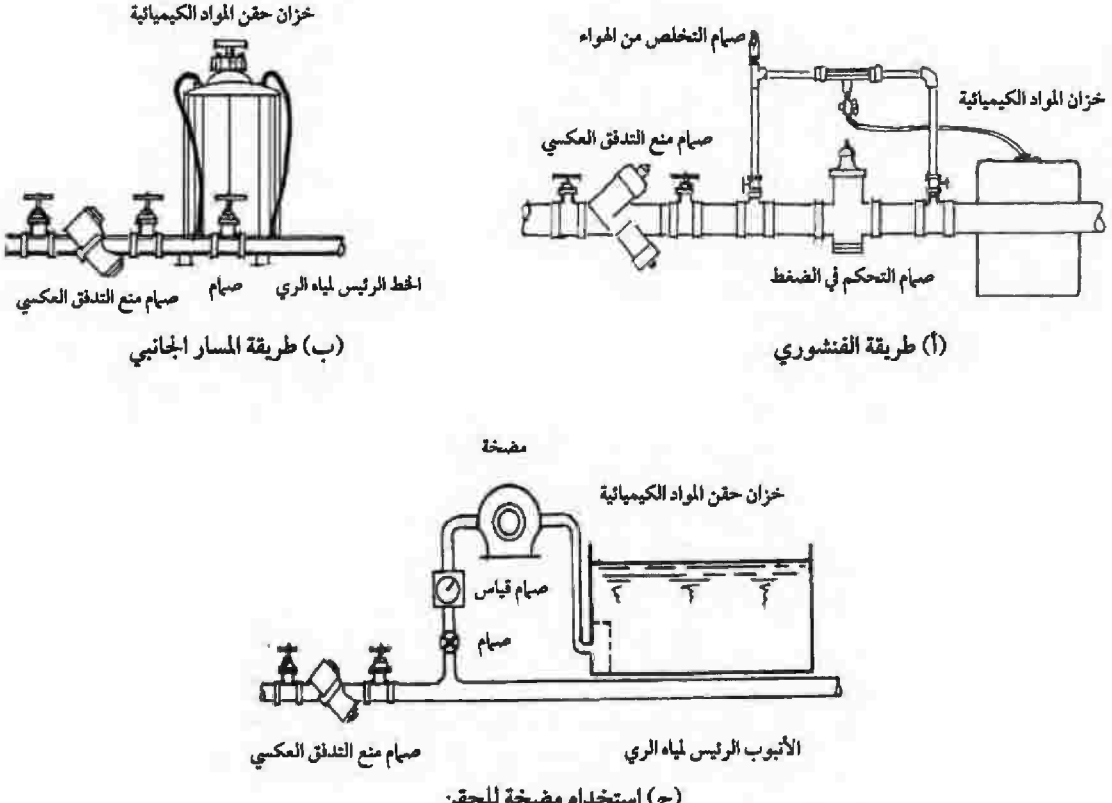
تعمل هذه الأجهزة على إضافة المواد الكيميائية كالأسمدة والمبيدات لماء الري وتعتبر جزءاً أساسياً من نظام ري التنقيط، ويجب اتخاذ احتياطات السلامة والأمان مع استخدامها في نظام التنقيط حتى لا تسبب خطر على صحة الإنسان، وأهم هذه الاحتياطات استخدام صمام عدم رجوع لمنع التدفق العكسي للمياه باتجاه مصدر الماء ووصول بعض تلك الكيماويات لمياه الشرب، ويجب أيضاً استخدام مواد غير قابلة للصدأ لأوعية المواد الكيماوية وملحقاتها، ويبين الشكل رقم (٢٧ , ١٠) وعاء حقن المواد الكيماوية تحت ضغط والخط الرئيس الذي يحقن المحلول الكيماوي به.

الشكل رقم (٢٧ , ١٠). وعاء مضغوط لحقن المواد الكيماوية في الخط الرئيس.

وهناك عدة طرق لحقن المواد الكيماوية لنظم الرش والتنقيط، منها طريقة أنبوب فنشوري، وطريقة المسار الجانبي، وتعمل كل منهما نتيجة فرق الضغط (الشكل رقم ٢٨ , ١٠ أ، ب)، ويعيب هاتين الطريقتين عدم ثبات تركيز

المواد الكيماوية أثناء زمن الإضافة، كما أن فاقد الضغط خلالهم كبير. أما الطريقة الأكثر استخداماً هي طريقة نظام الضخ الذي تعتمد على وجود مضخة مستقلة عن مضخة الري تعمل على ضخ المحلول الكيميائي من خزان مستقل يحتوي على تلك المواد الكيماوية وضخه في الأنبوب الرئيس (الشكل رقم ٢٨ , ١٠ ج). وتمتاز هذه الطريقة بثبات تركيز المواد الكيماوية أثناء زمن الإضافة. ويوجد العديد من المضخات التي يمكن استخدامها لحقن المواد الكيميائية، ومنها ما يعمل بمبدأ الإزاحة الموجبة مثل المضخات الغشائية والترسية والكامية أو ما يعمل بالكبس مثل المضخات المكبسية. ويركب مع هذه المضخات صمامات للتحكم في حجم المحلول المطلوب ضخه.

ولابد أن تكون مضخة الحقن دقيقة عند حقن وخلط المواد المضافة بالمعدل المطلوب حسب نوع المحصول وتصرف نظام الري والمساحة المروية، وسهولة المعايرة والتدريج للحصول على معدلات حقن مختلفة، بالإضافة إلى مقاومة التآكل وسهولة الصيانة وذات متانة جيدة. ويجب وضع جهاز الحقن قبل جهاز الترشيح حتى يمكن إزالة رواسب كربونات الكالسيوم وأي مواد أخرى تتكون عند إضافة المواد الكيميائية إلى ماء الري قبل دخولها للنظام.



الشكل رقم (٢٨ , ١٠). طرق حقن المواد الكيماوية في الخط الرئيس.

إضافة الأسمدة الكيماوية مع مياه الري (الرسمدة) Fertigation

يتم إضافة الأسمدة الكيماوية خلال نظم الري بالرش أو التنقيط لإمداد النبات بالعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات للنمو خاصة النتروجين. وقد تكون هذه الأسمدة جافة أو سائلة، ويتم إذابة الأسمدة الجافة قبل اضافتها لنظام الري بخلطها مع الماء في خزان مفتوح ومنفصل ثم يتم حقنها إلى نظام الري. وكذلك يمكن وضع هذه الأسمدة الجافة في خزان مضغوط مع تدفق كمية من مياه الري من الخط الرئيس باستمرار حيث يتم إذابة هذه الأسمدة وحقنها مباشرة إلى نظام الري.

مقاييس الضغط

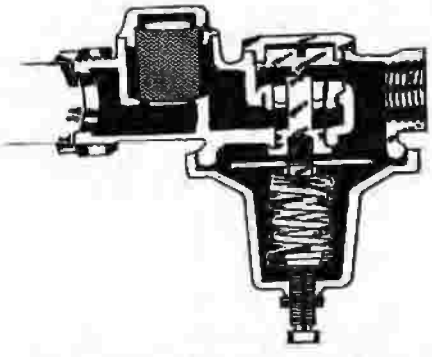
يتطلب نظام ري التنقيط والري بالرش عدة مقاييس للضغط منها ما يوضع عند نهاية مركز التحكم لمعرفة ضغط الماء المار إلى شبكة الأنابيب، كما يلزم وضع مقاييس للضغط قبل وبعد المرشحات أو أجهزة التسميد لمعرفة فرق الضغط والذي يدل على أي انسداد في المرشح وبالتالي تقليل التصرف، وعندها يتحتم عمل الصيانة اللازمة والقيام بغسيل أجزاء المرشحات أو أجهزة التسميد. ويعتبر مقياس بوردون من أهم المقاييس الميكانيكية شائعة الاستخدام لقياس الضغط (الشكل رقم ٢٩ , ١٠)، لسهولة القراءة به ودقته العالية وانخفاض سعره.

الشكل رقم (٢٩ , ١٠). مقياس بوردون لقياس الضغط.

منظمات الضغط

وهي أجهزة تستخدم للتحكم في ثبات الضاغط وذلك لضمان تدفق ثابت من خلال النظام، ويحتاج نظام الري غالباً إلى منظم واحد للضغط يوضع في مركز التحكم في حالة المساحات الصغيرة، وعندما يزيد عدد الحقول

والمساحة يمكن زيادة عدد المنظمات ووضعها في أماكن أخرى إضافة إلى مركز التحكم، وهي إما أن توضع عند بداية الأنابيب الفرعية أو بداية المشعبات أو الخطوط الحاملة للمنقطات (الشكل رقم ١٠,٣٠).

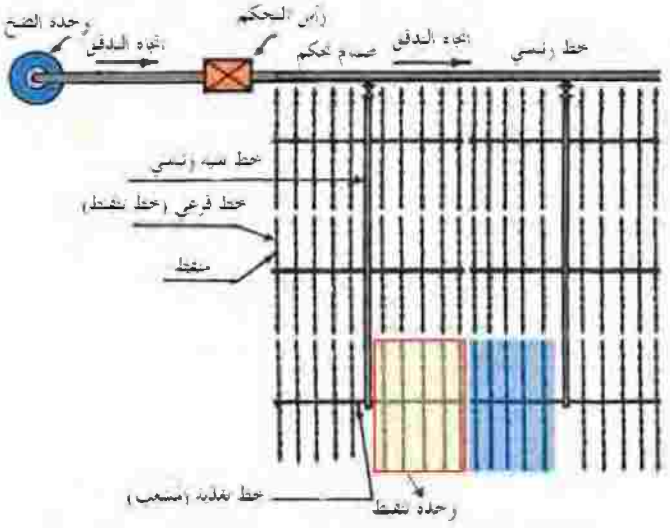


الشكل رقم (١٠,٣٠). منظم الضغط.

(١٠,٣,٣,٣) شبكة الأنابيب

نظام الري بالتنقيط يتكون من شبكة أنابيب تعمل على توصيل المياه من مصدر الري إلى المنقطات، وتتكون تلك الشبكة في صورتها العامة من أربع أنواع من الخطوط، وهي على الترتيب، الخط الرئيس، والخطوط شبه الرئيسة، والخطوط الموزعة أو المشعبة، والخطوط الفرعية أو الخطوط الحاملة للمنقطات. ويوضح الشكل رقم (١٠,٣١) تخطيط لنظام ري بالتنقيط تظهر فيه أنواع هذه الخطوط. فالخطوط الرئيسة تنقل المياه من وحدة الضخ أو مصدر الماء إلى الخطوط شبه الرئيسة والتي في الغالب تتعامد عليها وأحياناً توازيها، وهذا يعتمد ميل سطح التربة. والخطوط شبه الرئيسة تنقل الماء إلى الخطوط الموزعة أو المشعبة والتي تتعامد عليها أو توازيها أيضاً، وتقوم الخطوط الموزعة بتوصيل الماء إلى الخطوط الفرعية التي تحمل المنقطات والتي من خلالها يتم الري. وتصنع جميع الخطوط غالباً من البولي اثلين أي البلاستيك اللدن (المرن) PE، وأحيانا تصنع الخطوط الرئيسة وشبه الرئيسة من البلاستيك القاسي PVC، خاصة إن كانت هذه الخطوط مدفونة أسفل سطح التربة. ويعتبر الخط الموزع (المشعب) وما يتفرع منه من خطوط فرعية حاملة للمنقطات هي أصغر وحدة ري أساسية. وبالطبع لا تكون أنواع الخطوط الأربعة السابقة موجودة في جميع التخطيطات فهي تكون ضرورية في التخطيط للمساحات الكبيرة، أما في المساحات الصغيرة فيمكن أن تختفي الخطوط شبه الرئيسة، أو الخطوط شبه الرئيسة والخطوط الموزعة، ليتبقى الخط الرئيس والخطوط الفرعية.

وتتراوح أقطار الخطوط الفرعية بين ١١ إلى ٢٠ مم، وتعمل على ضغوط تتراوح بين ٥ , ٠ إلى ٢ بار حسب ضغط تشغيل المنقط. وتزداد الأقطار والضغوط تباعاً فيمكن أن يصل قطر الخط الرئيس ١٥٣ مم (٦ بوصة) وضغط تشغيل ٦ بار.



الشكل رقم (١٠,٣١). مكونات شبكة الري بالتنقيط.

(١٠,٣,٣,٤) المنقطات

المنقط هو أداة توصيل الماء من الخط الفرعي إلى التربة، والمجموعتان الرئيستان للمنقطات تمثل المنقطات المفردة والمنقطات الخطية. ويمكن تصنيفها على المنقطات الداخلية أو الخارجية. وتصمم المنقطات لتقوم بتخفيض ضغط الماء ليخرج منها بضغط يعادل الضغط الجوي. وتوجد العديد من الصفات التي يجب توفرها في المنقط المثالي، فيجب أن يتوفر في تصرفات صغيرة بدأ من ١ لتر/ ساعة ومضاعفتها، ويجب أن يكون ذو مساحة سريان كبيرة لمقاومة الانسداد داخله بالحبيبات التي تمر عبر أنظمة الترشيح أو بالبكتيريا الغروية، ويفضل أن يكون المنقط مصمم بحيث يتم غسيله ذاتياً للتقليل من مشكلة الانسداد، كما يجب أن لا تكون المنقطات غالية الثمن ويسهل صيانتها وتنظيفها وأن تكون صغيرة الحجم. وهناك العديد من المنقطات الخارجية التي تركب على خط التنقيط من الخارج مثل منقطات الفوهة أو المسار الطويل أو الدوامية أو ذاتية الغسيل أو الضغط المعادل ولكل منها خصائصه (الشكل رقم ١٠,٣٢). كما أن هناك العديد من المنقطات التي تركب داخل خطوط التنقيط أثناء تصنيعها وتكون على مسافات متساوية تتراوح بين ٢٠-٥٠ سم (الشكل رقم ١٠,٣٣).

منقط كي كليب (ذو مسار طويل)

منقط ذو مسار قصير

منقط معادل للضغط

منقط تربو كي

الشكل رقم (٣٢, ١٠). بعض أنواع المنقطات التي تركب على خطوط التنقيط.

خط تنقيط ريف

خط تنقيط رابن

نموذج توضيحي لمنقط خط تنقيط ترينون

خط تنقيط جي أر

الشكل رقم (٣٣, ١٠). بعض أنواع المنقطات التي تركب داخل خطوط التنقيط.

(١٠ , ٤) إدارة تخطيط واختيار نظام الري

لا تبدأ الإدارة الجيدة لنظام الري بتشغيل النظام وصيانته أثناء الموسم الزراعي بل إنها تبدأ قبل ذلك بكثير وبمجرد أن يكون نظام الري عبارة عن مقترح، فالإدارة الجيدة تبدأ باختيار نظام الري المناسب لكافة الظروف المحيطة وتظل الإدارة الجيدة مطلب ضروري عند التصميم ثم عند تركيب نظام الري وأخيراً أثناء تشغيل وصيانة النظام طوال فترة عمر النظام.

يتضمن اتخاذ قرار ما تحديد وتقييم البدائل، وطرق تطبيق القرارات ومعرفة المشاكل التي تواجه اتخاذ القرارات. ويتم معالجة وتحسين المشكلة الأولية من خلال العلاقة بين السبب والأثر، وتأثير هذه العلاقة على اتخاذ القرارات المستقبلية. وتتضمن عملية اختيار نظام الري المكونات الموضوعية وغير الموضوعية للمشاكل، والأهداف، والقيم، والزيادات المتاحة لوضع المشكلة. ويشمل نظام الري بمفهومه الموسع ليس فقط الأدوات، مثل المعدات، وتحسينات الأرض، ونقل المياه، ومباني المراقبة، وإنما أيضاً التقنيات والبنية التحتية الداعمة. وهذا يشمل تركيب المعدات، والتشغيل، والصيانة، وخطط إدارة المياه والري المرتبط بتجهيز المحصول، والتدريب، والإرشاد. ويجب أن يراعي التخطيط لنظام الري مدى واسعاً من العوامل الفيزيائية، والاقتصادية، والبشرية، والاجتماعية. واختيار نظام الري يجب أن يراعي إمكانيات، وتكاليف، وحدود طرق الري المحتملة.

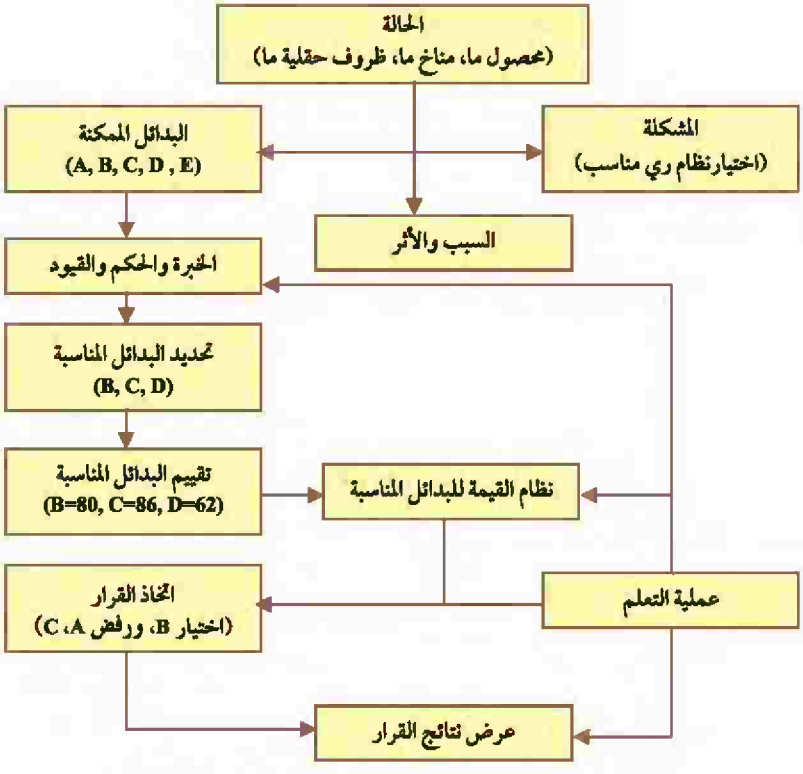
إن عملية تخطيط واختيار نظام الري يجب أن تعتمد على الأهداف التي يجب تحقيقها، ودراسة الموارد المتاحة، والتفكير التصوري في البدائل المحتملة، وتقييم هذه البدائل طبقاً للمعايير الإقتصادية وغيرها. والعوامل التي يجب الاهتمام بها أثناء تلك الأنشطة، والنماذج التصورية لعملية صناعة واتخاذ القرار واختيار نظام الري.

وكذلك يجب التفكير في مكونات نظام الري والأدوات المستخدمة، وأن تكون الموارد المائية وسعة النظام كافية لتلبية الاحتياجات. ويعتمد التقييم الإقتصادي لخيارات الري على رؤية المقيّم وأهداف وقيم هولاء القائمين بعملية الري، وإمكانيات وقيود وعوامل تقييم معظم أنواع نظم الري.

(١٠ , ٤ , ١) النموذج التصوري لاتخاذ القرار

إن عملية اتخاذ القرار تبدأ بوجود مشكلة ما يجب العمل على حلها أو تحسينها، وبالتالي يجب اتخاذ قرار ما. ويشمل الموقف الذي يتم التعامل معه ليس فقط فعالية المشكلة، وإنما وجود عدد من الاحتمالات للعمل على تحسين الموقف أو حل المشكلة. كما موضح في الشكل رقم (١٠ , ٣٤). وتعمل كل من الخبرة، والتصور الإبداعي

على زيادة القدرة على تحديد البدائل الموجودة لحل المشكلة، وجزء من هذه العملية يتمثل في معرفة القيود المحددة للموقف والتي يجب التعامل معها. ويوضح المثال في الشكل رقم (١٠,٣٤) هذه العملية، أولاً تم تحديد المشكلة وهي اختيار نظم ري مناسب لزراعة محصول ما في ظروف حقلية ومناخية معينة، ثم تحديد جميع البدائل الممكنة لنظم الري ولتكن خمسة نظم هي A نظام تنقيط، B نظام رش تقليدي ثابت، C نظام رش محوري، D نظام ري بالغمر، E نظام تحت سطحي. ولظروف المحصول المراد زراعته وهو القمح تم اعتماد البدائل المناسبة B، C، D فقط. واستبعاد البدائل A، E فهي في الواقع احتمالات غير مناسبة لري محصول كثيف مثل القمح.



الشكل رقم (١٠,٣٤). النموذج التصوري لعملية اتخاذ القرار.

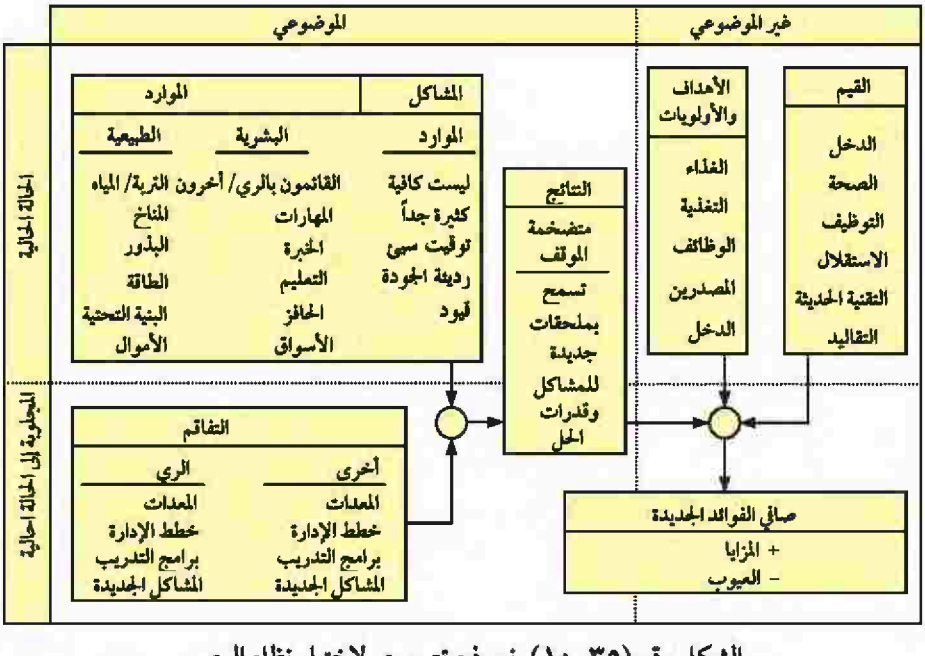
وبعد ذلك يتم إضافة نظام القيمة لتقييم البدائل التي تم تحديدها. ونظام القيمة يحتوي على عناصر يمكن قياسها وكذلك على عناصر غير مقاسة. وبالتالي فإن القرار النهائي يجب أن يأخذ في الحسبان الناتج المقاس لكل بديل والأحكام النوعية غير المقاسة. وفي المثال الموضح كان التقييم على أساس كفاءة النظام لكل نظام، فتم استبعاد نظام الري السطحي D فهو له قيمة منخفضة (٦٢٪)، وتم اختيار البديل B (نظام الرش التقليدي) بدلاً من البديل C

(نظام الرش المحوري) برغم أن البديل C له ناتج مقاس أعلى (٨٦٪) مقارنة بالبديل B (٨٠٪)، فمن الواضح العوامل غير الملموسة المتضمنة مثل الرغبة في عدم ترك مساحة غير مروية وتوفر العمالة، ترجح فارق الست نقاط في الدرجة.

(١٠,٤,٢) نموذج تصوري لاختيار نظام الري

إن عملية اختيار القرار بالري لمنطقة ما تقوم على فهم عملية الاختيار بشكل عام، فعملية الاختيار يمكن تقسيمها إلى أربعة أجزاء كما هو موضح في الشكل رقم (١٠,٣٥) وهي من اليسار إلى اليمين مقسمة إلى موضوعي وغير موضوعي، ومن أعلى إلى أسفل مقسمة إلى الحالة الحالية وإلى الاحتياجات المطلوبة من الخارج. والعناصر المذكورة تحت كل عنوان عام للمثال في الشكل رقم (١٠,٣٥) هي للتوضيح فقط، وليست شاملة، ومن جهة أخرى ليس من الضروري أن تكون كل المفرادات المذكورة قابلة للتطبيق في جميع الحالات.

ويشمل الجزء الموضوعي من الحالة الحالية الموارد والمشاكل، وتتفرع الموارد إلى موارد طبيعية وموارد بشرية، كما يمكن أن تكون المشاكل متعلقة بالموارد (الكمية، والتوقيت، والمكان، والجودة) أو متعلقة بقيود الأنواع العديدة والتي تمنع بعض الأعمال المرغوبة المشابهة. ويشمل الجزء غير الموضوعي للحالة الحالية الأهداف والأولويات التي نسعى لتحقيقها بقرار الري هذا، والقيم التي سوف يتم من خلالها الحكم على البدائل والنتائج.



الشكل رقم (١٠,٣٥). نموذج تصوري لاختيار نظام الري.

وللحالة الحالية نقوم بجلب العناصر التي نأمل أن تعمل على حل المشاكل الملحوظة، فيتفاقم الموقف الموجود. وهذا التفاقم يشمل دائماً مكونات عديدة، الأشياء الطبيعية مثل معدات الري، والأشياء البشرية مثل خطط الإدارة والتدريب، ومن المؤكد أن نواجه بعض المشاكل الجديدة التي يجب التعامل معها. فعلى سبيل المثال، قد يضيف الري متطلب الصرف، أو تضيف المعدات المتقدمة متطلب التدريب والصيانة. وتتشكل نتائج أفعالنا من خلط عناصر الحالة الحالية والعناصر التي يتم جلبها إلى الموقف عند تفاقمه، ويشمل الموقف المتفاقم القدرات الجديدة على حل المشكلة الأصلية، والمشاكل الجديدة أيضاً.

ومع هذا، فمربع النتائج في الشكل رقم (١٠,٣٥) غير كافي ويجب استعراض النتائج في ضوء الأهداف والأولويات، وقيم صانعي القرار لحساب الفوائد الصافية، ويحتل مربع الفوائد الصافية النصفين الموضوعي وغير الموضوعي مما يذكرنا أن ما نبحث عنه له جوانب كمية ونوعية. هذا هو إطار العمل الذي يجب أن تحدث ضمنه عملية اختيار نظام الري. وهذه النماذج تعمل كأداة تذكير بجميع الأشياء التي تتواجد فيما وراء التفاصيل الهندسية التي يجب أخذها في الاعتبار.

(١٠,٤,٣) المفهوم الشامل لنظام الري

إن نظام الري الشامل يشمل المعدات، وأبنية مراقبة ونقل المياه، وتحسينات التربة مثل التسوية، كما يشمل أيضاً الجوانب الإضافية من التقنية والبنية التحتية الداعمة. ولا تشمل التقنية الأدوات فقط وإنما مجموعة المعرفة الضرورية لإنجاز العمل المرغوب، وتشمل التقنية حقائق، وعلاقات، وأسس اتخاذ القرار. وحتى يقوم نظام الري بوظيفته يجب أن يشمل نظام الري المعدات وأنواعها والبرامج المتعلقة بها، فيجب أن تشمل حزمة تقنية الري كتيبات تصميم، وتركيب، وتشغيل، وصيانة المعدات، وخطط جدولة الري وإدارة المياه، وخطط ممارسات زراعة المحاصيل المتناوبة التي يتطلب ريها، وخطط التدريب، والبحث، والتطوير، والإرشاد المتعلق بالري.

وتتطلب المعدات المعرفة بطرق التشغيل فإنها تتطلب البنية التحتية الداعمة كذلك، وهذه البنية التحتية جزء منها فيزيائي وتشمل السدود، والقنوات، والمكاتب، ومباني البحث والإدارة. وجزء منها معاهدي وتشمل الحقوق المائية المقررة وهيئات التنفيذ، وهيئات الري، وتعاونيات المزارع، وأجهزة التصليح والصيانة، ومنظمات التوسعة. والبنية التحتية مطلوبة لجعل المياه متاحة، والمدخلات الزراعية الأخرى، والخدمات، والمعلومات التقنية اللازمة لنجاح الري.

إن اختيار نظام الري ليس مجرد اختيار المعدات، بدون اختيار مقابل لتمويل وتنفيذ مجموعة مناسبة من معلومات نظام الري، وخططه، والبنية التحتية الداعمة اللازمة.

(٥ , ١٠) التخطيط لنظام الري

يتكون التخطيط لنظام الري من تحديد وجمع المعلومات حول العوامل المتعلقة بالري، مصحوباً بصياغة وتقييم الخيارات الواقعية لنظم الري، والنظام هنا مأخوذ بمعناه الواسع، بما فيها عناصر المعدات، والمعلومات التقنية، والبنية التحتية. فإن مرحلة التخطيط الأولية تشمل معرفة الموارد، والمشاكل، والأهداف، والأولويات، وقيم صانعي القرار. ويحتوي الجدول رقم (١ , ١٠) على عدد من الاعتبارات التي يمكن أن يكون لها أثر على قرارات الري.

الجدول رقم (١ , ١٠). العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اتخاذ قرار الري.

عوامل فيزيائية	عوامل اقتصادية
المحاصيل: أنواع المحاصيل وتعاقبها، إنتاجية المحصول (الجودة والكمية بالنسبة لنظم الري المختلفة)، العمليات الزراعية، الآفات، المدخلات الزراعية.	قيمة المحصول (السعر)، رأس مال الاستثمار، التبادل الخارجي، العملة الصعبة، الائتمان، معدل الفائدة في حالة الدين طويل المدى وفي حالة القروض العاملة. مقتضيات السيولة النقدية.
التربة: القوام، العمق، الانتظامية، معدل التسرب، سعة الاحتفاظ بالمياه، احتمالية الانجراف، الصرف الداخلي، التضاريس، مستوى الماء الأرضي.	عمر المعدات والتكاليف والتضخم. تكاليف المياه والطاقة. الحوافز والإعانات. الضرائب. التأمين. الضمانات. الخدمات. العمالة، مستويات المهارة المختلفة. الإشراف. الإدارة. التشغيل والصيانة.
الماء: مصدر الماء، حقوق المياه، طرق التوصيل، الكمية المتاحة، الاعتماد، استخدامات المياه الحالية، جودة المياه، الملوحة، والمكونات الكيميائية الأخرى، المواد الصلبة العالقة.	الإصلاحات والاستبدال. تكاليف الفرصة البديلة في حالة انخفاض الكفاءة، الأسواق، الاستيراد/ التصدير، المدخلات الزراعية الأخرى.
المناخ: الرياح، الحرارة، الرطوبة، خطر الفيضان، أحداث الطقس الكارثية، توافر البيانات المناخية ودقتها.	**عوامل بشرية**
البنية التحتية المتاحة: قيمة الأرض، الطاقة المتاحة، والاعتمادية، والشكل، المقاييس الموجودة.	العمالة، الإتاحة، المهارات، الخبرة، التعليم، احتمال التخريب المتعمد أو السرقة، مستوى التحكم الآلي المطلوب.
المعدات: أداء المعدات، خدمة صيانة وتصليح المعدات، التصميم، التركيب، الممارسة الجيدة الشائعة	**عوامل اجتماعية**
	الأهداف والأولويات الموضوعية، القيود القانونية، القضايا السياسية، القضايا البيئية، مقاييس الجودة،
	التعاون والدعم المحلي، التوقعات المحلية والحكومية، القضايا الصحية، تاريخ خبرة الري، بيئة الحياة البرية، التحيزات والمحظورات.

(١ , ٥ , ١٠) الاحتياجات المائية وإمداداتها

من النقاط التي تؤخذ في الاعتبار في أي خطة ري هي ما إذا كانت المياه المتاحة تفي بالمتطلبات المائية لإنتاج المحصول، وتكون المقارنة من خلال الحجم الكلي للمياه المطلوبة والمياه المتاحة خلال السنة، ومن خلال أيضاً أقصى معدل استهلاك للمياه يتطلبه المحصول وإمداد المياه، ويجب أن تفي الموارد المائية أو تتجاوز الاحتياجات المائية مطروحاً منها التساقط الفعال وهو الجزء من التساقط الكلي الذي يصبح متاحاً للنبات. ويعد التساقط خلال موسم النمو غير فعال إذا حدث له جريان سطحي أو تسرب أسفل منطقة الجذور أو تبخر من سطح التربة، ويمكن أن يكون التساقط أو التسرب العميق الذي يسبق الموسم فعالاً في تلبية جزء من متطلبات الغسيل.

إن الحجم الكلي من المياه المطلوبة لإنتاج المحصول يشمل المياه المستهلكة أثناء نمو المحصول، والمياه المستخدمة للحفاظ على اتزان الأملاح في منطقة الجذور، والمياه المستخدمة لممارسات زراعية محددة مثل الإنبات، وضبط المناخ، والنمو الخضري النافع، والوقاية من الرياح. وإذا لم يكن مصدر المياه يلبي متطلبات حجم المياه المطلوب للنبات ناقصاً التساقط فعال، فإن خيارات الري تكون محدودة. ويجب العمل إما على زيادة مصدر الماء أو استبدال خطة الإنتاج، مثل زراعة محاصيل طول مواسمها أقصر، أو الحد من الممارسات الزراعية الثانوية التي تستهلك المياه، أو استخدام تقنية الري الناقص.

ويعتمد أقصى معدل استهلاك للمحصول من المياه على العوامل المناخية وعلى مراحل نمو المحصول، وحيث إن المناخ يتغير من سنة إلى أخرى، فإن أقصى معدل استهلاك سيتغير أيضاً، ولذا يجب دراسة المناخ خلال فترة زمنية سابقة من ٥ — ١٠ سنوات، واعتبار أقصى معدل استهلاك للمحصول عند تخطيط نظام الري هو أقصى معدل استهلاك تم حدوثه خلال هذه الفترة. ومن جهة أخرى تزيد تكاليف المصدر المائي وبالتالي نظم الري بزيادة أقصى معدل ضخ، ولذا فإنه غير اقتصادي القيام بالتصميم لأقصى معدلات استهلاك عالية بشكل غير طبيعي خلال تلك الفترة الزمنية والتي يندر تكرار حدوثها.

ويجب أن يكون للمصدر المائي ونظم الري في الحقل السعة التي تلبي تصميم أقصى معدل استهلاك، مع الأخذ في الاعتبار كفاءة إضافة المياه، فإن كفاءة إضافة المياه يمكن أن تتغير خلال السنة نتيجة تغير المناخ.

ويمكن أن تسمح استراتيجيات إدارة محددة بمزيد من التعديلات في سعة تصميم المورد المائي ونظم الري، ومن الاستراتيجيات الأكثر شيوعاً زيادة سعة التصميم لتوفير وقت لتوقف نظام الري، وهي الفترة التي لا يعمل

خلالها النظام وبالتالي فيمكن خدمته، أو إصلاحه، أو صيانته. وعلى سبيل المثال، فقد أوصت جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية ASAE (١٩٩٨م) أن سعة التصميم في حالة الري الدقيق يجب أن تكون كافية لتلبية أقصى معدل استخدام حتى حوالى ٩٠٪ من الزمن المتاح، أو عندما تعمل بها لا يقل عن ٢٢ ساعة في اليوم، وفي بعض الحالات سوف تؤثر جدولة معدلات الطاقة الكهربية على قرارات التوقف الزمني. وهناك إستراتيجية أخرى وهي التخطيط لاستخدام المياه المخزنة في التربة لتلبية احتياجات مياه المحصول خلال فترة أقصى استهلاك، ويتطلب لنجاح هذه الاستراتيجية أن يتم تشغيل نظام الري بحيث يكون خزان مياه التربة المتاح ممتلئاً قبل الدخول في فترة أقصى استخدام. ويمكن تلبية احتياجات مياه أقصى استهلاك من خلال إمدادات نظام الري وعن طريق الاستنزاف المخطط له من منطقة الجذور. وإن الكمية التي يمكن أن ينخفض بها معدل تدفق التصميم لنظام الري من خلال هذه الاستراتيجية تعتمد على كمية المياه المتاحة التي يمكن تخزينها في منطقة جذور المحصول، وعلى مدة فترة أقصى استهلاك، وتحمل هذه الإستراتيجية مخاطرة طول فترة أقصى استخدام بشكل غير طبيعي أو أعطال نظام غير متوقعة أثناء أو قبل فترة أقصى استخدام مباشرة، فيمكن أن تؤدي إلى إجهاد للمحصول نتيجة للمياه غير الكافية.

وفي المناطق المتوقع فيها أن يكون تساقط الأمطار أثناء فترة أقصى استهلاك، فإن الممارسات الزراعية لزيادة فاعلية التساقط يمكن أن تقلل من معدل التدفق المطلوب للري ولنظم الإمداد. وطرق الحرث الجيدة تزيد من التخزين السطحي المؤقت للمطر الساقط وبالتالي تزيد من التساقط الفعال للأمطار من خلال تقليل الجريان السطحي. وطرق جدولة الري التي لا تعيد ملء منطقة جذور المحصول بشكل كامل يمكن أن تعمل على زيادة التساقط الفعال بتقليل التسرب العميق.

وفي حالة أن يكون الإمداد المائي لا يفي بمتطلبات أقصى معدل استهلاك، فإن وجود بركة أو خزان يمكن أن تحل المشكلة، فهي لا تستخدم إذا كان حجم إمداد المياه كافياً لتلبية حجم المياه الكلي الذي يتطلبه المحصول، إن المياه الزائدة عن حاجة المحصول يمكن أن تحول إلى الخزان خلال مرحلة الاستهلاك المائي الأقل للنبات، أما خلال فترة الاستهلاك القصوى يزود إمداد المياه العادي من المياه المخزنة. وأي عمل يؤدي إلى زيادة كفاءة الإضافة الممكنة، يساعد في تلبية احتياجات تصميم أقصى استهلاك، مثل استخدام نظم تدفقات العودة لاحتجاز وإعادة استخدام مياه الجريان السطحي، وفي حالة معدل الإضافة الإجمالي فإن كفاءة الإضافة المرتفعة سوف تزيد

من صافي إضافة النظام. وأن اختيار إحدى الاستراتيجيات المتنوعة لإدارة المياه تتوقف دائماً على قيمة المحصول وحساسية إنتاج المحصول للمياه.

(١٠,٥,٢) الاحتياجات الغسيلية

تحتوي مياه الري بشكل عام على نسبة من الأملاح، وتتخلف هذه الأملاح عندما تأخذ النباتات المياه من منطقة الجذور للبخر-نتح، وتتراكم في منطقة الجذور وعلى سطح التربة ما لم يتم غسلها بعيداً عن منطقة الجذور بإضافة مياه زائدة للغسيل. ويتم هذا الغسيل في المناطق الرطبة عن طريق مياه الأمطار، لكن في المناطق الجافة يتطلب إضافة مياه الري بحيث تزيد عن الاستهلاك للمحصول من أجل الغسيل. وإذا لم يتم التخلص من المياه الزائدة أو مياه الغسيل، يؤدي هذا إلى ارتفاع منسوب الماء الأرضي فيؤدي هذا إلى تملح التربة بسب الحركة الرأسية للمياه والأملاح. ويكون من الضروري صرف هذه المياه، طبيعياً أو صناعياً، لحمل المياه الزائدة أو مياه الغسيل المضافة بعيداً للحفاظ على الاتزان الملحي المفضل في منطقة الجذور.

وعادة تقدر الاحتياجات الغسيلية Leaching Requirement كنسبة مئوية من احتياجات الري الكلية المضافة، كما تعتمد هذه النسبة على تركيز الأملاح في مياه الري المتاحة، وتركيز الأملاح الذي يتحمله النبات في منطقة الجذور، وكذلك على نظام الري المستعمل.

ويجب أن يشمل تخطيط الري التحقق من الاحتياج المحتمل للصرف الصناعي، والمعدات، والتقنيات، والبنية التحتية لنظام الصرف، إذا كان هناك حاجة له، يجب أن يؤخذ في الاعتبار في خيارات اقتصاد وتقييم الري.

(١٠,٥,٣) اقتصاديات الري

يتضمن تخطيط الري واختيار النظام جزء هام وهو التقييم الاقتصادي للبدائل، ومن المتبع اعتبار فقط التكاليف الأولية الأكثر وضوحاً، لكن هذا منهج مبسط جداً لاتخاذ قرار صحيح، فحساب تكلفة عمر النظام، التي تشمل تكاليف التشغيل والصيانة وكذلك التكاليف الأولية، هي المنهج المفضل.

وإن السعر الأولي للمعدات أو التحسينات مثل تسوية الأرض ليست هي فقط التكلفة الأولية، فيمكن أن يضاف لها الضرائب، ورسوم الاستيراد، وفوائد القرض الأولية إذا كان الشراء يتم تمويله بالقرض، ورسوم الشحن والتسليم في حالة أن تكون بعض معدات ومكونات النظام المستوردة. ويمكن أن تكون تكلفة تجميع وتركيب المعدات نفقات أولية إضافية.

ومن التكاليف الأولية المهمة التي يتم أحياناً إغفالها هي نفقات تخزين قطع الغيار ونفقات التدريب المبدئي. وبوجه خاص في المناطق النائية أو الأسواق النامية التي ليس فيها بنية تحتية كاملة للصيانة والتصليح، فإن مشتريات المعدات الأولية يجب أن تشتمل على بيان مفصل لقطع الغيار، وكما أن بذل جهد مبدئي لتدريب من يقومون بالري ومن يقومون بتشغيل المعدات يمكن أن يكون ضرورياً لتحقيق الفوائد المتوقعة لنظام الري المختار، ويمكن أن يقوم من يمد الطاقة بتقييم التكلفة الأولية لتنفيذ الخدمة (وخاصة خطوط الطاقة الكهربية) إلى موقع المزرعة.

أما التكاليف السنوية تشمل تشغيل وصيانة نظام الري، العمالة، المياه، الطاقة. ويجب كذلك اشتمال حصص الصيانة والاصلاحات الوقائية، وقطع التصليح، والضرائب، والتأمين، والتدريب المستمر ضمن التكاليف السنوية للتشغيل.

وتتضمن خيارات الري المختلفة غالباً عمل الموازنات بين تكاليف التشغيل الأولية والتكاليف السنوية، فعلى سبيل المثال يكون لأحجام الأنبوب الأكبر تكاليف أولية أعلى، لكنها تقلل من فواقد الاحتكاك وبالتالي يمكن أن تقلل من تكاليف التشغيل لضخ الطاقة. وكما أن النظم الأقل كثافة في المعدات يمكن أن تقلل من التكاليف الأولية ولكن يمكن أن يكون لها تكاليف تشغيل أعلى بالنسبة للعمالة. ولعمل المقارنة بين تكاليف اثناء عمر مكونات الري المتنوعة، فإن هناك حاجة لطريقة ما لوضع تكاليف الري الأولية والسنوية على نفس الأهمية.

وإن أحد المناهج الشائعة تحويل التكاليف الأولية إلى تكاليف سنوية مكافئة. ويتم عمل هذا عن طريق ضرب التكلفة الأولية في عامل يسمى غالباً بعامل استعادة رأس المال يعتمد على معدل الفائدة والعمر الاقتصادي المتوقع لوحدة التكلفة الأولية. وسيتم توضيح هذا بشيء من التفصيل في الفصل الثاني عشر "اقتصاديات نظم الري".

وتكون تكاليف المدخلات الأخرى للزراعة المروية معرضة لاعتبارات مماثلة، فبينما يمكن أن يقوم اتخاذ القرار الخاص على الأسعار المحلية، أو التكلفة الكلية، أو تكلفة السوق العالمي، أو حتى تكلفة الفرصة البديلة (صافي العائد المحتمل عن طريق تحويل هذا المدخل إلى استخدامات بديلة)، فإنه يجب اعتبار القيم في حالة اتخاذ قرار مشروع عام.

إن القيود المالية أو قيود المورد المتاحة يمكن أن تمنع اختيار نظام الري الأكثر اقتصاداً. وإن محدودية رأس المال، أو حدود الاعتماد، يمكن أن تحول دون بعض خيارات رأس المال المركزة، حتى لو كانت هذه هي أفضل

خيار اقتصادياً. ويمكن أن يكون للقيود على الموارد المتاحة، مثل الأرض والمياه، تأثيراً مشابهاً على عملية اتخاذ القرار. ومن هذه الأمثلة، يمكن أن يكون من المفيد الأخذ في الاعتبار المؤشرات مثل أقصى صافي عائد لكل وحدة من المورد المقيد (مثلاً، أقصى صافي عائد لكل وحدة أرض، أو لكل وحدة من حجم المياه، أو لكل وحدة من رأس المال المستثمر) بدلاً من أو بالإضافة إلى المؤشرات الاقتصادية المعتادة.

(١٠,٦) اختيار إحدى نظم الري الحديثة

للقيام باختيار إحدى نظم الري الحديثة بطريقة صحيحة، يجب إعطاء اعتبار لقدرات وحدود طرق الري المحتملة ولأنواع الأكثر شيوعاً. وكذلك العمالة، والإدارة، والطاقة، والعوامل الاقتصادية المتعلقة بكل نوع من هذه النظم.

(١٠,٦,١) الري بالرش

(١٠,٦,١,١) مقارنة بين أنواع الري بالرش

في الري بالرش يتم توصيل المياه من خلال شبكة أنابيب تحت ضغط إلى فوهات الرشاشات، التي تقوم برش المياه في الهواء، لتسقط على التربة على شكل "مطر" صناعي. وتعطي الرشاشات عندما تكون متباعدة بشكل سليم إضافة منتظمة نسبياً للمياه عبر المساحة المروية، ويتم تصميم نظم الرش عادةً لإضافة المياه بمعدل أقل من معدل تسرب التربة، وبهذا فإن كمية المياه المتسربة عند أي نقطة تعتمد على معدل وزمن الإضافة، ولكن ليس معدل تسرب التربة.

تتألف نظم الري المنقول يدوياً أو نظم الرش المحمولة من خطوط أنابيب فرعية ورشاشات مثبتة على مسافات متساوية، وتكون الأنابيب الفرعية غالباً مصنوعة من الألومنيوم، بأجزاء أطوالها من ٦، أو ٩، أو ١٢ م، ووصلات اتصال سريعة خاصة عند كل نقطة اتصال من الأنبوب، ويتم تركيب الرشاش على أنبوب صاعد لأعلى يسمى حامل الرشاش حتى يمكنها أن تعمل على ري المحاصيل حتى اكتمال النمو، يمكن أن يكون حامل الرشاش قصيراً فقط في بساتين الفاكهة حتى تعمل الرشاشات تحت الأشجار عالية الارتفاع. ويتم وصل حوامل الرشاشات مع الأنبوب الفرعي عند الوصلات، مع اختيار طول أجزاء الأنبوب ليناظر المسافات بين الرشاشات المرغوبة. ويتم وضع خط الرش الفرعي في موقع واحد ويتم تشغليه حتى يتم القيام بإضافة المياه المرغوبة، ثم يتم

فك الخط الفرعي وتحريكه إلى الموقع التالي ليتم ريه، وهذا النوع من نظام الرش له تكلفة أولية منخفضة، ولكن له متطلبات عمالة عالية. ويمكن استخدامها مع معظم المحاصيل إلا مع الذرة وقصب السكر حيث يصعب تحريك الخطوط الفرعية حين يصل المحصول لمرحلة النضج. وكما أن تحريك الخطوط الفرعية تكون صعبة في التربة اللزجة الجرداء، ويتم استخدام خط زائد (خط جاف) ليعطي التربة تحت خط "الترطيب" الوقت الكافي لتجف قبل أن يتحرك هذا الخط بالتحديد.

ونظم الوضع الثابت شبيهة في المفهوم بنظام الرش المنقول يدوياً، ما عدا أنه يتم وضع خطوط فرعية كافية في الحقل وبهذا لا تكون هناك ضرورة لتحريك الأنابيب خلال الموسم، ويتم التحكم في الخطوط الفرعية عن طريق صمامات تقوم بتوجيه المياه إلى الخطوط الفرعية التي تقوم بالري عند أي لحظة محددة. ويتم تحريك الخطوط الفرعية في حالة نظام ري الوضع الثابت داخل الحقل عند بداية الموسم (بعد الزراعة وربما الحرث الأولي)، ولا يتم إزالتها حتى نهاية موسم الري (قبل الحصاد). وتستخدم طريقة ري الوضع الثابت العمالة المتاحة عند بداية ونهاية موسم الري، لكنها تقلل الحاجة إلى العمالة أثناء موسم الري، فالنظام الدائم هو نظام ري الوضع الثابت حيث تكون خطوط الإمداد الرئيسة وأنابيب الرش الفرعية مدفونة ومتروكة في المكان بشكل دائم (يتم عمل هذا عادةً بأنابيب البلاستيك القاسي).

ويكون نظام الرش بالبكرة الجانبية مختلفاً عن خط الرش الفرعي في نظام تحريك الخطوط يدوياً. ويتم تركيب الخط الفرعي على عجلات، مع قيام الأنبوب بدور المحور (خاصة عند استخدام الأنابيب الممتدة والمتصلة بالوصلات). ويتم اختيار قطر العجلة بحيث يقوم المحور بتجاوز المحصول عند تحريك الأنبوب الفرعي، وتستخدم وحدة دفع تُدار عادةً عن طريق محرك مدار بالجازولين المبرد بالهواء وموضوع قرب مركز الأنبوب الجانبي، لتحريك النظام من موقع ري إلى آخر من خلال تدوير العجلات.

وتستخدم نظم الرش من النوع المدفعي سعة عالية للمياه، ورشاش ذو ضغط عالي (المدفع) مركب على مقطورة، مع إمداد المياه من خلال خرطوم مرن أو من قناة مفتوحة تمر المقطورة على امتدادها. ويمكن تشغيل المدفع في موضع ثابت لمدة مرغوبة من الزمن ثم يتم تحريكه إلى الموضع التالي، ومع هذا فالاستخدام الأكثر شيوعاً هو كما في نظام التحريك المستمر حيث يقوم المدفع بالرش أثناء حركته في نظام المدفع المتنقل، ويمكن تحريك المقطورة عبر الحقل عن طريق ونش وكابل، أو يمكن دفعها بشكل موازي حيث إن الخرطوم ملتف على بكرة عند

طرف الحقل. ويكون المدفع المستخدم عادةً رشاش دائري جزئياً، يعمل خلال ٨٠٪ إلى ٩٠٪ من الدائرة للحصول على أفضل انتظامية، ويسمح للمقطورة بالحركة للأمام على الأرض الجافة. ويمكن استخدام هذه النظم مع معظم المحاصيل، وبسبب حجم القطرات الكبيرة ومعدلات الإضافة العالية الناتجة، فهي أفضل ملائمة في التربة الخشنة التي لها معدلات تسرب عالية وللمحاصيل التي تعطي غطاء أرضي جيد.

وتتكون نظم الري المحوري من خط رش مفرد مدعم بسلسلة من الأبراج، وتكون هذه الأبراج مدفوعة ذاتياً وبهذا يدور خط الرش حول نقطة المحور في منتصف الأرض المروية. والوقت الذي يقتضيه النظام ليدور دورة واحدة يمكن أن يتراوح من نصف يوم إلى عدة أيام. وللحفاظ على خط الرش محاذياً عند تحركه على مدار الدائرة، فإن الأجزاء البعيدة من خط الرش يجب أن تتحرك أسرع، وتغطي مساحات أكبر في كل دورة أكثر من الأجزاء القريبة، وبالتالي فإن معدل الإضافة اللحظي للمياه يجب أن يزداد مع المسافة من المحور لتوصيل كمية إضافة متساوية. وإن معدل الإضافة العالي عند الطرف الخارجي من النظام يمكن أن يسبب جرياناً سطحياً لبعض أنواع التربة. وقد تم تطوير أنواع من منتجات الرش تحديداً للاستخدام مع هذه الآلات لملائمة أفضل لمتطلبات المياه، ومعدلات إضافة المياه، وخصائص التربة. وحيث إن نظام الري المحور يروي دائرة، فإنه يترك أركان الحقل غير مروية (ما لم يتم القيام بإضافة معدات خاصة للنظام)، والري المحوري قادر على ري معظم محاصيل الحقل، وقد تم استخدامه من حين لأخر على الأشجار ومحاصيل الكروم.

وتعد نظم الري بالحركة المستقيمة مشابهة لنظم الري المحوري في التصميم ما عدا أنه لا يتم تثبيت أي من طرفي خط الرش ويتحرك الخط بأكمله إلى أسفل الحقل في إتجاه عمودي على الخط، وإن توصيل المياه إلى خط الرش المتحرك باستمرار يكون عن طريق خرطوم مرن أو السحب من قناة مفتوحة. ولنظم الري بالحركة المستقيمة والري المحوري القدرة على إضافات المياه عالية التحكم جداً والفعالة، وتتطلب استثمارات رأس مال عالية بدرجة متوسطة، لكن لها متطلبات عمالة ري منخفضة.

إن نظم الإضافة الدقيقة منخفضة الطاقة (LEPA) هي نظم شبيهة بنظم الري المحوري ونظم الري بالحركة المستقيمة، ولكنها تختلف بدرجة تستحق أن تذكر بشكل منفصل. ويتم تجهيز الخط الفرعي بأنابيب متدلية، وفوهات ذات ضغط منخفض جداً تعطي تصرف مياه مقنن فوق سطح الأرض داخل أخاديد. ونظام التوزيع هذا يتم دمجه غالباً مع إعداد أرضية الحوض الصغير لمراقبة انسياب محسنة (وللاحتفاظ بالمطر الساقط الذي يحتمل

نزوله خلال الموسم). إن كفاءة الري العالية ممكنة، لكنها تتطلب إما معدلات تسرب تربة عالية جداً أو تخزين سطحي كافي في خطوط الأحواض الصغيرة لمنع الجريان السطحي أو عدم الانتظامية على طول الأخدود.

(٢, ١, ٦, ١٠) الموائمات والقيود

يمكن تقريباً ري كل المحاصيل عن طريق بعض أنواع الري بالرش، رغم أن خصائص المحصول، وخاصة الارتفاع، يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار النظام. ويتم استخدام الرشاشات أحياناً لإنبات البذور وعمل غطاء أرضي للمحاصيل كالخس، والبرسيم، والعشب، وتكون الريات المتكررة الخفيفة المطلوبة لهذا الغرض يمكن تحقيقها بسهولة عن طريق بعض نظم الري بالرش. ويمكن ري معظم أنواع التربة بطريقة الري بالرش، ولكن يصعب استخدام الري بالرش مع التربة ذات النفاذية المنخفضة مثل التربة الطينية حيث يتراوح معدل التسرب لها من ٠,٠١ إلى ٠,١ سم/ ساعة، ويمكن استخدام نظم الرش مع أنواع التربة الضحلة جداً والتي لا تسمح بالتدرج السطحي أو المتغيرة بدرجة كبيرة بحيث لا يمكن معها استخدام الري السطحي. وبشكل عام، يمكن استخدام نظم بالرش على أي طبيعة سطح يمكن زراعتها، ولا يكون من اللازم طبيعياً تسوية الأرض.

ويمكن باستخدام نظم الرش غسل الأملاح من التربة بغرض الاستصلاح عن طريق استخدام مياه أقل كثيراً من المطلوب مع طرق الري السطحي، برغم أنها تستغرق زمناً أطول للقيام بالاستصلاح. ويمكن أن يكون هذا مهماً في المناطق التي يكون فيها منسوب المياه عالياً. وأحد عيوب الري بالرش هو أن كثيراً من المحاصيل مثل الحمضيات تكون حساسة للتلف الورقي عند رشها بمياه مالحة. وفي المقابل، فإن محاصيل أخرى (التفاح، والبازلاء) يكون لها رد فعل مفضل للري بالرش عند الحصاد، منتجة محاصيل ذات جودة أعلى. ويوضح الجدول رقم (٢, ١٠) كفاءات الري الممكن تحقيقها في نظم الري بالرش المختلفة.

وتختلف متطلبات العمالة بناءً على درجة آلية وميكانيكية المعدات المستخدمة، وتتطلب نظم الري المنقولة يدوياً الدرجة الأقل من مهارة العمالة، لكنها تتطلب الكمية الأكبر من عدد العمالة. وعلى الجانب الأخر، فإن نظم الري المحوري، ونظم الري بالحركة المستقيمة، ونظم الإضافة الدقيقة منخفضة الطاقة تتطلب عمالة ذات مهارة كبيرة عند التشغيل والصيانة، ولكن عدد العمالة اللازمة يكون منخفضاً.

ويرتبط استهلاك الطاقة بمتطلبات ضغط التشغيل عند مدخل النظام، والتي تختلف بدرجة كبيرة بين نظم الري بالرش المختلفة. وعلى أقصى تقدير تتطلب نظم الإضافة الدقيقة منخفضة الطاقة ضغط ١٠٠ كيلوبسكال

فقط تقريباً، بينما يتطلب نظام الري المدفعي المتنقل ٧٠٠ كيلوبسكال أو أكثر. والنظم الأخرى يمكن أن تتطلب من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ كيلوبسكال، بناءً على تصميم نظم الري بالرش والفوهات المختارة، والمسافات البينية للرشاشات، والمحصول، والمناخ.

الجدول رقم (٢, ١٠). كفاءات الإضافة الممكنة للري بالرش.

نوع النظام	كفاءة الإضافة (٪)
النقل اليدوي أو المحمول	٦٥ – ٧٥
الوضع الثابت أو الدائم	٧٠ – ٨٠
البكرة الجانبية	٦٥ – ٧٥
المدفعي المتنقل	٦٠ – ٧٠
المحوري	٧٥ – ٩٠
الحركة المستقيمة	٧٥ – ٩٠
الإضافة الدقيقة منخفضة الطاقة	٨٠ – ٩٥

(٣, ١, ٦, ١٠) الاقتصاديات

تعتمد تكاليف رأس المال على نوع النظام وحجم المساحة المروية، وإن تكاليف رأس المال هذه تفترض أن المياه تكون متاحة عند المستوى الأرضي في جانب الحقل، وتشمل الخط الرئيس ومحطة الضخ. ويلخص الجدول رقم (٣, ١٠) عوامل الري بالرش بناءً على أسعار وظروف الولايات المتحدة، كما يلخص الجدول رقم (٤, ١٠) تكاليف نظم الري التي تعمل تحت ضغط في مصر.

وتتغير تكاليف الطاقة متغيرة كثيراً من مكان إلى مكان. ويمكن استخدام متطلبات الطاقة المذكورة في الجدول رقم (٣, ١٠) لتقدير التكاليف عن طريق تطبيق وحدة تكلفة الطاقة الملائمة محلياً، وقد تم افتراض كفاءة المضخة ٧٥٪. وأرقام الطاقة المستشهد بها بوحدات كيلووات ساعة لكل ١٠٠٠ م^3 (إجمالي) من المياه المضافة.

وتختلف تكاليف العمالة حسب نوع النظام والتكاليف المحلية للعمالة. ويوضح الجدول رقم (٤, ١٠) القيم المعتادة لساعات العمالة اللازمة لكل ١٠٠٠م^3 لمياه الري المضافة. ومن الصعب التنبؤ بتكاليف الصيانة لكن المعلومات في الجدول رقم (٤, ١٠) يمكن أن تستخدم كدليل تقريبي، ويتم تقدير تكلفة الصيانة السنوية عن طريق ضرب تكلفة رأس المال الأولية للنظام في عامل النسبة المئوية الموضح بالجدول رقم (٤, ١٠).

الجدول رقم (٣, ١٠). تكاليف وممارسات نظام الري بالرش بالولايات المتحدة لسنة ١٩٨٤م.

نوع النظام	حجم الحقل النمطي (هكتار)	تكلفة رأس المال (دولار/ هكتار)	استخدام الطاقة (كيلووات ساعة لكل ١٠٠٠ م٣)	العمالة المطلوبة (ساعة لكل ١٠٠٠ م٣)	معامل تكلفة الصيانة* (٪)
المنقول يدوياً أو المحمول	٦٥	٥٠٠-٧٥٠	٨٥-٢١٥	١,٦٥	٢
البكرة الجانبية	٦٥	١٣٠٠-١٥٠٠	٨٥-٢١٥	١,١٧	٢
المدفعي المتنقل	٣٢	٩٦٠-١٢٠٠	٣٥٠-٤٩٠	٠,٦٨	٦
المحوري:					
بدون نظام أركان	٥٥-٨٠	٨٠٠-١٢٥٠	٨٥-٢٣٥	٠,١٠	٣
بنظام أركان	٦٠	١٠٠٠-١٤٥٠	١٠٠-٢٤٥	٠,١٠	٦
الحركة المستقيمة (التي تغذى من ترعة)	١٣٠	١٣٧٥-٢٥٠٠	٨٥-٢٣٥	٠,١٩	٨
الحركة المستقيمة (التي تغذى من خرطوم)	١٣٠	١٦٢٥-٢٧٥٠	١٢٥-٢٦٥	٠,١٩	٧
ألمونيوم الوضع الثابت	٦٥	٣٢٥٠-٤٠٠٠	٨٥-٢١٥	٠,٩٧	٢
الثابت أو الدائم	٦٥	٢٥٠٠-٣٧٥٠	٨٥-٢١٥	٠,١٠	١

(أ) تكاليف الصيانة السنوية معبراً عنها بنسبة مئوية من تكلفة رأس مال النظام.

الجدول رقم (٤, ١٠). تكاليف وممارسات الري المصرية، بفرض حقل مساحته ٢٠ هكتار لسنة ١٩٨٢م.

نوع النظام	مصدر الماء المضاف	تكلفة رأس المال الأولية (دولار/ هكتار)	العمالة (دولار/ هكتار)	الطاقة والاستهلاكات (دولار/ هكتار)	الصيانة وقطع الغيار (دولار/ هكتار)
رشاشات الوضع الثابت	قناة	٣٥٧٠	٣٠	١٦٠	١١٥
	بئر	٤٨٦٠	٣٠	١٧٠	١٣٥
الرشاشات المنقولة يدوياً	قناة	٢٢٨٥	٦٠	١٦٠	٨٥
	بئر	٣٥٧٠	٦٠	١٧٠	١٣٠
المحوري، النوع منخفض الضغط	قناة	٢٢٣٥	٣٥	٣٥	٧٠
	بئر	٣٩٣٠	٣٥	٥٠	١١٧
الرشاشات الصغيرة	قناة	٣٥٧٠	٦٠	٨٥	١٠٠
	بئر	٥٠٠٠	٦٠	١٠٠	١٦٠
النبعي	قناة	٣٥٧٠	٦٠	٨٥	١٠٠
	بئر	٥٠٠٠	٦٠	١٠٠	١٦٠
التنقيط في بساتين الفاكهة	قناة	٢٢٣٥	٦٠	٨٥	٦٠
	بئر	٣٥٧٠	٦٠	١٠٠	١٠٠
التنقيط في الخضروات أو المحاصيل الصفية	قناة	٣٤٣٠	٧٠	١٣٠	١٠٠
	بئر	٤٨٦٠	٧٠	١٤٥	١٥٠

(٢, ٦, ١٠) الري بالتنقيط

(١, ٢, ٦, ١٠) مقارنة بين أنواع الري بالتنقيط

الري بالتنقيط وهو أحد أنواع الري الدقيق يضيف المياه من خلال منقطات صغيرة إلى سطح التربة موضوعة عادةً عند أو قريباً من النبات الذي يتم ريه، وأما الري بالتنقيط تحت السطحي فيضيف المياه أسفل سطح التربة. وتكون معدلات تصرف المنقطات في حالة الري بالتنقيط والري بالتنقيط تحت السطحي عادةً أقل من ٨ لتر/ ساعة في حالة المنقطات مفردة المخرج، ١٢ لتر/ ساعة لكل متر في حالة التنقيط من مصدر خطي. ونظام الري النبعي هو إضافة تيار صغير من المياه إلى سطح التربة، ويتجاوز معدل تصرف النابع أو البلرالذي يصل إلى ٢٥٠ لتر/ ساعة معدل تسرب التربة، وبذلك تتكون برك مياه على سطح التربة، ولذا يتم استخدام حوض صغير للتحكم في توزيع المياه. ويضيف الري الرذاذي الدقيق المياه إلى سطح التربة عن طريق رش أو ضباب صغير، وتكون معدلات التصرف له عادةً أقل من ١٧٥ لتر/ ساعة.

(٢, ٢, ٦, ١٠) الموائمات والقيود

نظام الري بالتنقيط يكون أفضل ملاءمة للأشجار، والكروم، والمحاصيل الصفية، ويعد القيد الرئيس هو تكلفة النظام التي يمكن أن تكون عالية تماماً للمحاصيل ذات المسافات المتقاربة، ولا يمكن ري محاصيل كثيفة الغطاء مثل الحبوب والأعلاف بنظم الري بالتنقيط. ويكون الري بالتنقيط مناسباً لمعظم أنواع الترب، وهناك حالات متطرفة فقط هي التي تسبب تخوفاً خاصاً. وفي أنواع الترب ذات القوام الناعم جداً يمكن أن تسبب معدلات الإضافة العالية تكوّن البرك، وحدوث جريان سطحي، وانجراف. وفي التربة ذات القوام الخشن جداً، فإن الحركة الجانبية للمياه سوف تكون محدودة، ويتطلب هذا عدة منقطات لكل نبات لتبليل حجم الجذور المرغوب. ومع التصميم السليم، فبواسطة استخدام منقطات معادلة الضغط ومنظمات الضغط عند الحاجة يمكن تكييف الري بالتنقيط فعلياً لأي طبيعة سطح، وفي بعض المناطق ذات الميول الشديدة يتم ممارسة الري بالتنقيط بنجاح حيث تصبح الزراعة هي العامل المقيد.

ويستخدم الري بالتنقيط معدل أكثر انخفاضاً لإضافة المياه عبر فترات أطول من الزمن مقارنة بطرق الري الأخرى، وسوف يجعل التصميم الأكثر اقتصاداً المياه تتدفق داخل مساحة المزرعة خلال كل الأوقات. وإذا لم تكن المياه متاحة باستمرار ، فإن تخزين المياه في المزرعة يكون أمراً ضرورياً. ويمكن استخدام الري بالتنقيط بنجاح مع

مياه بها بعض الأملاح، برغم الحاجة إلى بعض التحذيرات الخاصة، وسوف تميل الأملاح إلى التركيز عند حدود البلل لحجم التربة المبلل، وإذا مرت فترات زمنية طويلة جداً بين عمليات الري، فإن حركة مياه التربة يمكن أن تعكس نفسها، معيدة الأملاح مرة أخرى إلى منطقة الجذور. فالأملاح المتركزة على السطح حول حافة مساحة السطح المبلل والتي يمكن أن تشكل خطراً عند نزول أمطار خفيفة، ومثل هذا المطر يمكن أن ينقل الأملاح لأسفل منطقة الجذور، وبدون إضافة مياه كافية لغسيل الأملاح خلال وأسفل منطقة الجذور. وعند سقوط الأمطار بعد فترة من تراكم الأملاح، يجب أن يستمر الري طبيعياً حتى نزول حوالي ٥٠ مم من المطر، لمنع الضرر الذي تسببه الأملاح. وفي المناطق الجافة حيث يكون نزول المطر سنوياً غير كافي لغسيل الأملاح (أقل من ٣٠٠ إلى ٤٠٠ مم)، فيمكن أن يكون الغسيل الصناعي ضرورياً من وقت لأخر مقتضياً استخدام نظام ري تكميلي إما الري بالرش أو الري السطحي.

وبرغم أن الري بالتنقيط هو أحد أشكال الري التي تعمل بضغط، فإنه يعد طريقة ذو ضغط منخفض ومعدل تصرف منخفض. وهذه الأحوال تتطلب فتحات صغيرة في مجرى التدفق لأجهزة التنقيط، والتي يمكن أن تسبب الانسداد. وتختلف حساسية المنقطات للانسداد تبعاً للتصميم، ولكن فعلياً في التطبيقات الزراعية كل المنقطات سوف تتطلب بعض الدرجة من معالجة المياه. ويتم استخدام المرشحات المنخلية لإزالة الجزيئات غير العضوية من مياه الري، ويتم استخدام المرشحات الرملية لإزالة الملوثات العضوية من المياه. ويمكن أن تكون معالجة المياه كيميائياً مطلوبة كذلك لمراقبة النشاط البيولوجي في المياه، أو لضبط تركيز أيون الهيدروجين pH، أو لمنع الترسب الكيميائي الذي يمكن أن يسبب سدد المنقطات، وإن التصميم السليم والعناية بنظام معالجة المياه أمران ضروريان للاستخدام الناجح للري بالتنقيط.

إن نظم الري بالتنقيط التي تم تصميمها بشكل سليم والتي يتم صيانتها تكون لها القدرة على تحقيق كفاءات عالية، ويجب تصميم نظم الري بالتنقيط لتحقيق انتظامية توزيع من ٩٠٪ إلى ٩٥٪. ومع العناية والصيانة المعقولة، يمكن توقع كفاءات إضافة من ٨٠٪ إلى ٩٠٪. وحيثما يكون الانسداد مشكلة، أو عندما يكون أداء المنقطات عالي التغير (التغيرات الكبيرة في معدل تصرف المنقطات هو بسبب إما اختلافات الضغط في النظام أو عمليات التصنيع غير المتماثلة)، فإن كفاءة نظام الري بالتنقيط الحقلية يمكن أن تنخفض حتى ٦٠٪.

ونتيجة لخصائص تدفق نظم الري بالتنقيط المنخفضة، فإن لها عادة وحدات فرعية قليلة ويتم تصميمها لأوقات ري طويلة. ويتم تشغيل النظم يدوياً أو آلياً بسهولة، ويمكن جعلها آلية بالكامل، وفي هذه الحالة يكون متطلب العمالة الرئيس هو الصيانة وفحص النظام، ويكون حجم عمالة الصيانة المطلوبة مرتبطة بحساسية المنقطات للانسداد وجودة مياه الري. وتتضح حجم العمالة المنخفضة في المثال التالي، ففي أحد حقول الكروم يمكن للقائم بالري أن يقوم بفحص وصيانة حوالي ٢٠ هكتار في اليوم.

وتستخدم نظم الري بالتنقيط طاقة أقل من نظم الري الأخرى التي تعمل بضغط. وتعمل المنقطات عادةً عند ضغوط تتراوح من ٣٥ إلى ١٧٥ كيلوبسكال، ويكون هناك حاجة لضغط إضافي لتعويض الفاقد في الضغط في جزء التحكم (المرشحات وصمامات التحكم والسمادات) وفي شبكة الأنابيب. وتتراوح ضغوط النظام من حوالي ١٣٥كيلوبسكال للنظم الصغيرة على الأرض المستوية إلى ٤٠٠كيلوبسكال للنظم الكبيرة على الأرض غير المستوية.

(١٠,٦,٢,٣) الاقتصاديات

تختلف تكاليف الري بالتنقيط بدرجة كبيرة بناءاً على المحصول (المسافة بين النبات، وبالتالي بين المنقطات وبين خطوط التنقيط)، ونوع الخطوط المستخدمة (المرنة والتي يمكن إعادة استعمالها أو أنبوب رقيق الجدران يسمى شريط التنقيط والتي لا يمكن إعادة استعمالها). ويمكن أن تكون تكاليف الري بالتنقيط هي الأدنى لمحاصيل بساتين الفاكهة واسعة المسافات البينية، وعالية التكاليف في ري الكروم ذو المسافات البينية القريبة وفي ري محاصيل الخضروات المتقاربة بشكل كبير والمحاصيل الصفية، ويوجز الجدول رقم (١٠,٥) تكاليف نظام الري الدقيق في الولايات المتحدة الامريكية، وأرقام التكلفة المذكورة هي لنظم عالية الجودة وهي تشمل المضخات، والمرشحات، وأجهزة التحكم، والخطوط الرئيسة، وخطوط التوزيع، والمنقطات. وفي الحالات التي يكفي لها معدات ضخ وترشيح وتحكم أولية، يمكن أن تكون التكاليف أقل بمقدار من ٢٠٪ إلى ٢٥٪ عن الأرقام المذكورة.

وتختلف التكاليف النمطية لتشغيل وصيانة نظم الري بالتنقيط بشكل كبير بناءاً على الظروف المحلية وكفاءات الري المتحققة، وأحد طرق تقدير تكاليف التشغيل والصيانة (لكل هكتار لكل سنة) هو أخذها كنسبة مئوية من التكاليف الأولية، كما هو موضح في الجدول رقم (١٠,٦). وهناك طرق أخرى لتقدير تكاليف التشغيل تعتمد على تقديرات الطاقة ومتطلبات العمالة، فطاقة بحوالي من ٧٠ إلى ١٤٠كيلووات ساعة لكل ١٠٠٠م^3 من إجمالي مياه الري

المضافة يمكن أن تستخدم في نظم الري بالتنقيط، والتقدير المناظر للعمالة المطلوبة يكون ٠,٤ ساعة لكل ١٠٠٠م^3 من إجمالي مياه الري المضافة.

الجدول رقم (١٠,٥). تكاليف نظام الري الدقيق في الولايات المتحدة الامريكية لسنة ٢٠٠٠م.

المحصول	نوع الري الدقيق المستخدم	تكلفة رأس المال (دولار/ هكتار)
الأشجار	التنقيط	٢٢٥٠ - ٢٥٠٠
	الرش الصغير	٢٧٠٠ - ٣٢٠٠
	الرذاذ الدقيق	٢٥٠٠ - ٣٠٠٠
الكروم	التنقيط	٢٠٠٠ - ٣٠٠٠
	دمج الرش والتنقيط[أ]	٥٠٠٠ - ٦٠٠٠
المحاصيل الصفية	التنقيط، خطوط فرعية يمكن استعادتها	٣٠٠٠ - ٥٠٠٠
	التنقيط، خطوط فرعية يمكن التخلص منها[ب]	١٩٠٠ - ٣٠٠٠

(أ) مجموعة دائمة الدمج لنظام الرش والتنقيط للحماية من الصقيع والري على الكروم.

(ب) تكلف الأفرع التي يمكن التخلص منها ٥٠٠-٦٠٠ دولار/ هكتار سنوياً.

الجدول رقم (١٠,٦). تكلفة التشغيل السنوية لنظم الري الدقيق لسنة ٢٠٠٠م.

نوع النفقات	التكلفة السنوية للتشغيل والصيانة كنسبة مئوية من تكلفة رأس المال الأولية
العمالة	١,٥
القدرة[أ]	٣ - ٧
الصيانة	٣
الضرائب والتأمين	٢

(أ) تعتمد على كفاءة النظام.

(١٠,٦,٣) نظم الري بالرش والتنقيط مع مياه الصرف الصحي والمياه المعالجة

يمكن استخدام المياه المعالجة مع أي نوع من نظم الري بالرش أو الري الدقيق. فإستخدام المياه المعالجة لا يغير في تصميم تلك النظم شيئاً، فيما عدا ما يخص خصائص السلامة الإضافية التي يجب إضافتها لحماية مصادر المياه الصالحة للشرب. وفي حالة إستخدام المياه المعالجة في مناطق الأعشاب الخضراء، فإن النظم المناسبة هي نظم الري بالرش الثابتة، وخطوط الأنابيب الرئيسة والفرعية المدفونة تحت الأرض. وبالنسبة لري الأشجار، ومحاصيل

الأعلاف، فإن جودة المياه المعالجة تتجاوز جودة المياه السطحية أو الجوفية المجاورة كنتيجة لعمليتي الترشيح والتطهير. ومرة أخرى نجد أن تصميم النظام هو نفسه في مصادر المياه الأخرى.

خصائص السلامة الإضافية المتبعة مع نظم الري بالرش ونظم الري بالتنقيط عند إستخدامها في الري مياه الصرف الصحي أو المياه المعالجة:

• يتم تصميم النظام للتقليل إلى الحد الأدنى من تلامس العامل مع مياه الصرف الصحي، فهي تحتوي على مسببات الأمراض.

• يكون النظام آلي لتطبيق المياه للتقليل إلى الحد الأدنى من تعرض العامة إلى رذاذ الماء أو ماء الري.

• يكون النظام آلي لتسهيل وتبسيط إدارة عملية الري بواسطة القائمين على التشغيل الذين لا تعد مهمتهم الرئيسة هي الري أو إنتاج المحصول. ومن الأمثلة على ذلك نظم الري المحوري التي تستخدم مياه الصرف الصحي الآتية من عملية الإطعام المركزة لحيوانات مزارع الألبان، واستخدام نظم الري بالتنقيط تحت السطحي لإضافة مياه الصرف الصحي المحلي من التدفق تحت سطح الأرض الرطبة.

• تطبيقات الرشاشات لقتل المسببات المرضية في مياه الصرف الصحي هو أمر فعال في تشجيع القضاء عليها لاسيما من الفيروسات.

• الري بالرش سينتج عنه فقد في النيتروجين نتيجة لتطاير الأمونيا، مما سيخفض من حمولة النيتروجين واحتمالات تسرب النترات.

• في حالة الري الدقيق وبالتالي الري بالتنقيط، يتم تطبيق مياه الصرف الصحي والمياه المعالجة أسفل سطح الأرض لتقليل تلامس البشر معها، واحتمالات الجريان السطحي لمكونات التطبيق.

أما مساوئ إستخدام مياه الصرف الصحي ولكن ليس المياه المعالجة مع نظم الري بالرش ونظم الري الدقيق فهي:

• الجسيمات العالقة في الماء تتراكم في خطوط الأنابيب الرئيسة، والفرعية، وفي الفوهات، وفي المنقطات، وغيرها من مكونات نظام الري الأخرى. وقد ينجم عن ذلك ظروف لا هوائية، وظروف تآكل، وظهور الروائح، والتجمعات المشتركة للمواد المعدنية التي تقلل من قدرة الأنابيب وتسد الفوهات.

• إن رذاذ مياه الصرف الصحي في عملية الري بالرشاشات أو البخاخات تنقل الفيروسات والبكتريا مع اتجاه الرياح إلى مسافة بعيدة تبلغ مئات الأمتار ما لم يتم السيطرة عليها بواسطة ضغط التشغيل ووضع وتصميم الفوهات.

• تطهير مياه الصرف ليس خياراً متاحاً لمكافحة الطحالب وبكتريا الحديد.

• من المطلوب فترات تجفيف بين فترات الري والحصاد حين تتلامس مياه الصرف الصحي مع أسطح النباتات.

• ليست كل المحاصيل، لا سيما تلك المستخدمة كغذاء للبشر بدون طهي، يمكن ريها بواسطة مياه الصرف الصحي أو المياه المعالجة. والقيود في هذا تعتمد على طبيعة المحصول وجودة مياه الصرف الصحي أو المياه المعالجة المستخدمة.

• لابد من أن يتم الفصل بين خطوط أنابيب مياه الصرف الصحي، وخطوط أنابيب المياه الصالحة للشرب لتفادي تلوث المياه الصالحة للشرب. وهذا الأمر ينطبق كذلك على المياه المعالجة.

(١, ٣, ٦, ١٠) نظم الري المحورية

إن نظم الري المحورية تكتسب شهرة متزايدة في الري بمياه الصرف الصحي والمياه المعالجة، بشكل رئيس بسبب توافقها مع نظام الإدارة، خاصة للقائمين على الري الذين ليست لهم دراية تامة بإنتاج المحاصيل أو الري. فبالنسبة لمشغل وحدة المعالجة، فإن النظام المحوري هو أيسر في إدارته وتشغيله وصيانته من نظم الري بالرش الأخرى. فبالمقارنة مع نظم الري المدفوعة بالعجلات الجانبية، أو مع نظم الري المدفعية، نجد أن النظام المحوري يكون أقل اعتماداً على العمالة المدربة في جدولة الري، وحركة النظام. وسهولة حفظ السجلات. كما أن انتظامية إضافة الماء والعناصر المغذية هي أيضا أكبر في النظام المحوري من نظم الري المدفعية.

ويعتبر انسداد الفوهات وغيرها من مكونات النظام، والتآكل في الفوهات أحياناً هما المشكلتان الرئيستين الأكثر احتمالاً عند استخدام نظم الري المحوري في الري بمياه الصرف الصحي.

وهناك العديد من الطرق المتبعة في التصميم والتشغيل التي تقلل بشكل بارز من احتمالات انسداد الفوهات في النظم المحورية التي تستخدم مياه الصرف الصحي أوالمياه المعالجة، فمع المحاصيل الصفية، يمكن جعل الرشاشات يكون بينها مسافات تباعد أكبر، وتكون أقطار فتحاتها أكبر. فنجد تركيب الرشاشات على مسافات تبلغ ٤,٥ م، وبقطر فوهة أقل من ٧,١ مم وبضغط تشغيل تصميمي يتراوح بين ١٣٥ إلى ١٧٠ كيلوبسكال، وهو ما يعتبر أعلى من المعتاد في النظام المحوري المنخفض الضغط. وبهذه التوليفة بين أقطار الفوهات الكبيرة، والضغط الأعلى ينتج عنها نظاماً يطرد أغلب الشوائب الصلبة من الماء. ووجود رشاش مدفعي طرفي على الخط المحوري في يقلل نسبياً من الانسداد. فمع وجود الرشاش المدفعي الطرفي، نجد أن سرعة التدفق على امتداد طول الخط الفرعي تمنع الشوائب

الصلبة من الاستقرار أو التراكم أو التجمع. ومضخة التعزيز الخاصة بالرشاش المدفعي الطرفي أحياناً تلتقط بعض النفايات، ولكن معدلات التوقف عن العمل لم تكن متجاوزة. أما صمامات التصرف الذاتية، وهي واحدة لكل نطاق، فتعمل على توفير التصريف في نهاية دورة الري. وهذا التصريف والتجفيف يقللان من تراكم الشوائب الصلبة، وما ينشأ من تآكل الأنابيب وظهور الروائح، والنمو المتواصل للكائنات الحية الدقيقة.

ولابد لمياه الصرف الصحي الواردة من أنظمة معامل الألبان أن تكون هي المرحلة الثانية في نظام حوض الترسيب. ولا يجب أن يتم استعمال الحوض الأولي كمصدر للمياه لنظم الري المحورية بسبب ارتفاع مستويات الشوائب الصلبة العالقة، وازدياد احتمالات وجود الرائحة، وارتفاع مستويات العناصر المغذية. والمضخة ومدخل السحب، يتم تعليقهما على منصة عائمة على مسافة من الحافة، مع وضع المدخل على عمق حوالي ٠,٣ م. وهذا يتفادى الشوائب الصلبة العائمة والتي في القاع. وكنتيجة لارتفاع المحتوى المطلوب من الأوكسجين البيوكيميائي (BOD) في مياه الصرف الصحي، وعادة ما يكون الماء لا هوائي، لذلك فإن الطحالب لا تمثل مشكلة. وأنبوب الدخول يكون لها مصفاة حاجزة للنفايات، بفتحات يبلغ قطرها على الأقل ١٢,٥ مم. وفي نهاية دورة الري، يتم إجراء الغسيل العكسي بالدفق لأنبوب المدخل مع تصريف الماء من خط الأنابيب إلى الخزان. ومن الضروري إستخدام صمام تنفيس هواء عند أعلى نقطة في خط أنابيب الري، وهي في العادة قرب الخزان. وقدرة نظام الري المحوري عند التصميم عادة ما تعتمد على الاحتياجات اللازمة لري المحصول للمساحة المشمولة، بدلاً من إعتمادها على متوسط معدل تدفق مياه الصرف الصحي. وهذا التصميم المفرط لقدرة النظام ينتج عنه معدلات تدفق أعلى ومرونة أكبر في تشغيل النظام، خصوصاً مع خفض ضغط الهواء في الخزان بالضخ في أعقاب الجريان السطحي من المواضع المفتوحة نتيجة للأمطار الغزيرة.

(١٠,٦,٣,٢) نظم الري بالتنقيط

يتزايد استخدام الري بالتنقيط لمياه الصرف الصحي والمياه المعالجة على الرغم من مشاكل الانسداد نتيجة المكونات الفيزيائية، والبيولوجية، والكيميائية في مياه الصرف الصحي. ويعتبر الانسداد المحتمل للمنقطات نتيجة لتدني نوعية المياه هو مصدر القلق الرئيس في الري بالتنقيط باستخدام المياه المعالجة. ونوعية المياه المعالجة التي حظيت بمعالجة ثلاثية وتطهير، تتوافق للغاية مع نظم الري بالتنقيط. وعلى أي الأحوال، فإن كل مياه الصرف الزراعي من الناحية العملية، وأغلب مياه الصرف الصحي البلدية والتي حظيت فقط بمعالجة ثانوية تتسم بأن بها محتوى مرتفع

للغاية من المادة العضوية (أي محتوى مرتفع من الأوكسجين البيوكيميائي المطلوب BOD، ومن إجمالي الشوائب الصلبة العالقة TSS) بشكل لا يجعل لا الكلورة ولا أي تطهير آخر نافع عملياً. فعملية كلورة المادة العضوية عالية القوة في الماء من المعروف أنها تنتج مواد مسرطنة، ومن ثم لا تكون الجرعات العالية جداً من الكلور هي الحل العملي، ولذا فإن الري بالتنقيط يقتصر بوجه عام على المياه المعالجة، أو مياه الصرف الصحي منخفضة القوة ذات المعالجة الثانوية من مستودعات تخزين. ويمكن استخدام الرشاشات الدقيقة، أو المرشات الدقيقة، والنوابع، وغيرها من أشكال الري الدقيق ذات الفوهات الواسعة، وذلك إذا كانت المياه مرشحة بشكل مناسب. وأثبتت التجارب أن نظام التنقيط يكون ملائماً للاستخدام مع مياه الصرف الصحي ذو الترشيح الثانوي بعد الكلورة والترشيح بمرشح رمل ذو رقم ٢٠، ومرشح منخلي ذو مقاس ١٠٥ ميكرومتر عند كل أنبوب توزيع. والكلورة الدورية، بشكل مثالي مع مصدر مياه نظيفة وغسيل بالدفق، ستظل متطلب لمكافحة نمو الطبقات الرقيقة والأوحال البيولوجية.

(١٠, ٦, ٣, ٣) نظم الري بالتنقيط تحت السطحية

إن الري بالتنقيط تحت السطحي سيمثل خطراً أقل بالتلوث بمسببات الأمراض، ولكن يكون أكثر صعوبة في إدارته. ومن مميزات نظام الري بالتنقيط تحت السطحي باستخدام المياه المعالجة: تقليل المخاطر الصحية بدرجة كبيرة، وتقليل قابلية التعرض لمياه الصرف الصحي نتيجة للرش والرذاذ المتطاير وانجراف الرذاذ قرب المناطق السكنية، والقضاء على الرائحة، وتكون البرك، والجريان السطحي. ويجب تقليل ترسيب النترات للحد الأدنى.

(١٠, ٦, ٣, ٤) انسداد المنقطات

هناك منهجان يتم استخدامهما لتقليل الانسداد هما: تحسين تصميم المنقطات، والمعالجة الأولية للمياه المستخدمة في الري الدقيق. فأما التصميمات المطورة للمنقطات فتشمل المنقطات ذات المسار المتعرج المضطرب، أو الأنواع ذاتية الغسيل. وتتم معالجة المياه المعالجة بشكل أساسي بالترشيح، متبوعاً بالتطهير بواسطة الكلور أو أي عامل مؤكسد آخر، أو بالتعريض لأشعة الضوء فوق البنفسجية. وأن الترشيح المتبوع بالتطهير بالتعريض لأشعة الضوء فوق البنفسجية، والكلورة، يكون أمر ضروري لإنتاج مياه ذات محتوى بكتيري مقبول للري بالتنقيط لمحاصيل الخضروات والفواكه الطازجة. والترشيح وحده بدون تطهير لا يكفي للقضاء على احتمالات الانسداد. وبالإضافة إلى ذلك، فإن ترشيح مياه الصرف الصحي الآتية من خزانات التخزين ينتج عنه الحاجة إلى عمليات إجراء الغسيل العكسي بالدفق بشكل متكرر جداً، وهو ما يوقف عملية الري ويخلق مشكلة للتخلص من هذه المياه.

وقامت دراسة تاجرشي وآخرون (1994) Tajrishy *et al.* بفحص مياه الصرف الصحي بعد تصفية ثانوية في ولاية كاليفورنيا فيما يتعلق باحتمالات الانسداد في نظم الري بالتنقيط. وقد استخدمت مجموعة من المرشحات (رمال السيليكا رقم ٢٠ أو شبكة منخلية بها ١٥٠ فتحة بقطر فتحات يبلغ ١٠٠ ميكرومتر)، والتطهير، مع المنقطات ذات المسار المتعرّج المضطرب والمنقطات الخطية الداخلية ذاتية الغسيل. وقد خلص الباحثون إلى استنتاجات مجملها أن:

١- من الضروري استخدام الكلور (أو مطهر مماثل) للحيلولة دون نمو الأوحال الطينية والطحالب داخل نظم الري بالتنقيط التي تستخدم المياه المعالجة.

٢- الترشيح وحده سواء باستخدام مرشحات رملية أو منخلية لا يمنع الانسداد.

٣- الترشيح الملائم باستخدام المرشحات الرملية متوسطة الحبيبات سوف يقلل من الطلب على الكلورة وتكرارية غسيل خطوط الأنابيب بالدفق.

٤- الكلورة المتقطعة ذات الكلور الحر المتخلف بتركيز ٢ مجم/ لتر خلال الساعة الأخيرة في عملية الري هو أمر على نفس قدر فعالية الكلورة المتواصلة بتركيز ٠,٤ مجم/ لتر لمنع تكون الطبقات الفيلمية البيولوجية وانسداد المنقطات.

٥- التطهير بالتعريض لأشعة الضوء فوق البنفسجية وحده لا يحول دون انسداد المنقطات. فالمنقطات ذاتية الغسيل تشترط وجود ترشيح بمرشحات وسطية الحبيبات، وكلورة لتبقى على انتظامية عالية، ولكن مع المنقطات ذات المسار المتعرج المضطرب يكفي استخدام أي من الفلترة بالمرشحات المنخلية أو المرشحات الرملية مع الكلورة.

أسباب انسداد المنقطات في نظم الري بالتنقيط التي تستخدم مياه الصرف المرشحة:

١- انسداد المنقطات الخطية يسببه بشكل أساسي الشوائب الصلبة العالقة، ولكنها لا تبدأ بالضرورة عملية الانسداد ذاتها.

٢- تجمع الرواسب يبدأ بترسب طبقات رقيقة بيولوجية لا بلورية تلتصق بها الجسيمات الأخرى.

٣- الطحالب لا تسبب انسداد المنقطات إلا حين تلتصق بجسيمات أخرى.

٤- الترشيح يمنع الانسداد المباشر بواسطة الجسيمات الكبيرة الحجم أو غير المنتظمة الشكل.

٥- احتمالات الانسداد يتم خفضها من خلال المعالجة الكيميائية الأولية بالعناصر المؤكسدة وعناصر إندماج الرواسب، أو بواسطة تعديل التصميم الداخلي للمنقطات.

أما المنقطات ذات المسار الطويل المتداخل فقد كانت أكثر عرضة بكثير للانسداد من المنقطات ذاتية الغسيل، وفي دراسة لأدين والميليش Adin and Elimelech (1989) وجدا أن المرشحات المنخلية (بقطر فتحات من ٨٠ إلى ١٣٠ ميكرومتر) كان أداؤها رديئاً للغاية، حيث لم يتم إزالة سوى نسبة قليلة فقط من الجسيمات، من مياه الصرف من أحد خزانات التخزين. أما المرشحات الرملية ذات الحبيبات عميقة القاع (مع حجم فعال للحبيبات يبلغ ٠,٧، ٠,٩، ١,٢ مم) فقد أزالت ما بين ٣٠٪ إلى ٧٠٪ من الجسيمات العالقة.

وفي دراسة جانكو وآخرون Juanico *et al.* (1995) عن تأثير إضافة مياه الصرف الصحي الغير معالج إلى أحد خزانات المياه العذبة الضحلة في إسرائيل، فقد لاحظ الباحثون أن إضافة مياه المجاري بسرعة كبيرة (خلال أسبوعين أو أقل) وعلى نحو كبير جداً (بعامل ما بين ٢ إلى ٤) هو أمر زاد من قدرة الانسداد للماء على المرشح المنخلي ذو شبكة قطر فتحاتها ٨٠ ميكرومتر، ويرجع في المقام الأول إلى زيادة في أنواع العوالق الكبيرة. أما دراسة ساقي وآخرون Sagi *et al.* (1995) فقد رصدت الأوليات الاستعمارية وبكتريا الكبريت باعتبارهما المصادر الرئيسة لانسداد المنقطات في إسرائيل. فبالإضافة إلى تراكمها على كافة مكونات النظام، فإن هذه الكائنات تنتج طبقة رقيقة وحلية تساعد على تراكم جسيمات أخرى. فأما بكتريا الكبريت فتواجدت فقط في الماء المحتوي على الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين. وكليهما يتم التحكم فيهما بالكلورة، وليس بالترشيح.

(١٠ ,٦ ,٤) معايير اختيار نظام الري

هناك معايير كثيرة لاختيار نظم الري المناسبة والمفاضلة بين تلك النظم في حالة موائمة اكثر من نظام للحالة الموجودة، ويعتبر العامل الاقتصادي في أغلب الآحيان هوالمحدد فيتم اختيار النظام الأقل تكلفة والأكثر عائد. كما أن هناك قيود تمنع استخدام نظام ري معين للحالة الموجودة وبالتالي يتم استبعاد هذا النظام من ضمن الاختيارات المتاحة. ومن أهم المعايير التي تحكم اختيار نظم الري: الموارد المائية، المناخ، الظروف الحقلية، المحاصيل، العامل الاقتصادى، العمالة.

(١٠ ,٦ ,٤ ,١) الموارد المائية المتاحة

إن مصدر المياه المتوفر سواء كان بئر أو بركة أوخزان أو قناة مكشوفة، ومدى توفر هذا المصدر بصفة دائمة. وكذلك تصرف الماء المتاح من المصدر، ونوعية المياه به، كلها عوامل تحدد اختيار نظام الري. فإذا كان منسوب مياه المصدر المائي أقل من منسوب الحقل فهذا يحجب استخدام الري السطحي، وإذا كان مصدر الماء بعيد عن الحقل

ويتم توصيل المياه بقنوات للحقل فيكون الري السطحي مناسب أم إذا كان توصيل المياه يتم بالأنابيب فيكون نظام الرش أو التنقيط هوالمناسب.

وإذا كان تصرف المصدر قليل (أقل من ١٠٠م٣/ الساعة) يمكن استخدام الري بالتنقيط، والرش التقليدي، والمحوري والسيار ذات الأبراج القليلة، والري بالخطوط القصيرة. ولا يصلح في هذه الحالة الري بالرش المدفعي أو الري بالشرائح أو الأحواض. وإذا كان تصرف المصدر متوسط (من ١٠٠ إلى ٤٠٠ م٣/ الساعة) يمكن استخدام الري بالرش بكل أنواعه أو ري الأحواض وكذلك الري بالتنقيط مع التحفظ. أما إذا كان تصرف المصدر كبير (أكبر من ٤٠٠ م٣/ الساعة) يمكن استخدام الري بالرش المدفعي أو رى الشرائح.

وفي حالة ندرة المياه أو قلة المياه أو ارتفاع تكاليف المياه فيجب استخدام نظام ري ذو كفاءة عالية وبالتالي نستخدم الري بالتنقيط (يمكن أن تصل الكفاءة إلى ٩٠٪) أو الري بالرش (الكفاءة ٨٠٪). ويتجنب الري السطحي في هذه الحالات.

ونوعية مياه المصدر المائي تحدد أيضاً نظام الري، فمياه الصرف الصحي يصلح معها الري بالخطوط ولا يستخدم الري بالرش أوالتنقيط إلا بعد معالجة وتنقية هذه المياه ويفضل التنقيط عن الرش حتى مع المعالجة لتجنب الرذاذ. والمياه المحملة بكميات عالية من المواد الرسوبية مثل الطمى والطحالب فهي يصلح معها الري السطحي، ولا يستخدم الري بالرش والتنقيط إلا في ظل نظم ترشيح جيدة مع ضرورة وجود أكثر من مرشح رملي بالإضافة لمرشح منخلي. وفي حالة المياه عالية الملوحة لا يفضل استخدام نظام التنقيط أو الري بالخطوط ويمكن استخدام نظام الري بالرش.

(٢, ٤, ٦, ١٠) المناخ السائد بالمنطقة

أن وجود رياح شديدة تؤثر على انتظامية توزيع المياه في حالة الري بالرش وبالتالي تقل كفاءة النظام بسبب بعثرة قطرات مياه الرش، لذا يفضل استخدام الري بالتنقيط والري السطحى للتغلب على هذه المشكلة. ويمكن استخدام الري بالرش في حالةالرياح القليلة أو المتوسطة كما يمكن استخدامه في حالة الرياح الشديدة في حالات الضرورة مع عمل سياج حول الحقل تقلل من تأثير الرياح.

في المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة والرطوبة النسبية المنخفضة يفضل استخدام الري بالتنقيط ويصعب استخدام الري بالرش حيث تقل كفاءة الإضافة بدرجة كبيرة بسبب تبخر قطرات المياه أثناء الرش، وفي

حالات الضرورة لاتباع نظام الري بالرش يجب تجنب أوقات الظهيرة (من ١٠صباحاً إلى ٣ ظهراً). ويمكن استخدام نظم ري الأحواض أيضاً في ظل هذه الظروف.

وفي المناطق الممطرة وعندما تكون كمية المطر في موسم الزراعة كبيرة فإن الري يعتبر تكميلي، ويكون استخدام الري بالرش. ويمكن أيضاً استخدام الري بالتنقيط عند الضرورة.

(٣, ٤, ٦, ١٠) الظروف الحقلية

إذا كانت الأرض مستوية فيمكن استخدام كل نظم الري، أما إذا كانت الأرض ذات ميل قليل فإنه يمكن استخدام الري بالرش أو الري بالتنقيط أو رى الخطوط أو ري الشرائح، أما إذا كان الميل كبير فإنه يمكن استخدام الري بالتنقيط ويتم تجنب استخدام الري بالرش لتجنب الجريان السطحي.

وفي حالة ارتفاع مستوى الماء الأرضي يفضل استخدام نظام الري بالتنقيط أونظام الري بالرش، ولا تستخدم نظم الري السطحي إلا مع عمل شبكة صرف جيدة وهي مكلفة.

في حالة سوء عملية الصرف التي يحتاج إليها الري السطحي قد يسبب هذا ظهور بعض الأمراض مثل الملاريا ولتجنب هذا يجب اتباع نظام الري بالتنقيط أو الري بالرش لمنع مسببات تلك الأمراض.

في الحقول كبيرة المساحة يمكن استخدام معظم نظم الري ولكن في الحقول الصغيرة فإنه غالباً ما يستخدم نظام الري بالرش والري بالتنقيط.

في الحقول المنتظمة المساحة والتي على شكل مستطيل يمكن استخدام معظم نظم الري، ماعدا الري المحوري الذي يروي مساحة دائرية فقط وعند الاضطرار لهذا النظام يترك أجزاء من الأرض بدون زراعة عند الأركان. أما إذا كان الحقل ذو أبعاد غير منتظمة أوحدود ملتوية فيكون الري بالتنقيط هو الري المناسب لهذا الحقل.

في حالة التربة ذات السعة الكبيرة لخزن الرطوبة المتاحة يناسبها نظام الري بالرش خاصة الرش المدفعي، كما يناسبها الري بالأحواض حيث يمكن الري بكميات كبيرة وعلى فترات متباعدة، ولا يناسبها نظام الري بالتنقيط. أما في حالة التربة ذات السعة الصغيرة لخزن الرطوبة فهي تحتاج إلى الري بكميات صغيرة وعلى فترات متقاربه، وهي يناسبها نظام الري بالتنقيط ونظم الرش التقليدية أو المحوري. والتربة الضحلة أي ذات عمق قطاع صغير لقرب الطبقة الصماء من سطح الأرض فتعتبر ذات سعة صغيرة لخزن الرطوبة ويناسبها في النظم المذكورة سابقاً.

للتربة ذات القوام الرملية الخفيفة أو الطينية الثقيلة يفضل استخدام نظام الري بالرش أو الري بالتنقيط حيث المجال في كل منهما بين الحد الأعلى والحد الأدنى للرطوبة المتاحة صغير جداً، أما في التربة ذات القوام المتوسط بين ذلك فلها مجال أوسع للرطوبة المتاحة وبالتالي تناسب كل أنظمة الري.

عند استخدام طرق الري بالرش أو التنقيط يراعى أن لا يتجاوز معدل الإضافة من أجهزة الري معدل التسرب الأساسي للتربة حتى لا يحدث جريان سطحي.

في حالة التربة غير المتماسكة والقابلة للتعرية فإن نظم الري بالتنقيط والري بالرش التقليدية والمحورية هي المناسبة لها، والري بالرش المدفعي والري السطحي غير مناسبان إلا مع التسوية الجيدة لهذه الأراضي وقد يكون من الصعب تحقيق ذلك.

في حالة التربة ذات الملوحة العالية يكون الري بالرش أكثر ملائمة من الري بالتنقيط. ويجب تجنب ري الخطوط في الري السطحي ويكون ري الشرائح هو الأفضل.

يوفر الري بالرش والري بالتنقيط تهوية عالية للتربة وغالباً لا يحتاجوا لصرف، بينما الري السطحي يؤدي إلى تهوية سيئة عندما لايكون هناك صرف جيد.

(٤, ٤, ٦, ١٠) المحاصيل

للمحاصيل المزروعة في صفوف مثل الخضراوات يمكن استخدام الري بالرش والري بالتنقيط، وري الخطوط. بينما للمحاصيل الكثيفة مثل القمح والشعير والبرسيم يفضل استخدام نظام الري بالرش ولا يصلح نظام الري بالتنقيط، ويمكن استخدام نظام ري الشرائح. بينما لأشجار الفاكهة والبساتين يمكن استخدام الري بالرش والري بالتنقيط، وري الخطوط.

النباتات ذات الجذور العميقة يمكنها أن تحصل على حجم أكبر من الماء ولذلك يمكن استخدام فترات أطول للرى وبكميات أكبر، ويعتبر الري بالرش والري بالشرائح هو الأنسب، أما للنباتات ذات الجذور القصيرة فتكون فترات الري أقصر وبكميات أقل فيفضل الري بالتنقيط ثم الري بالرش.

في فترة الإنبات كثير من المحاصيل تحتاج إلى ريات صغيرة ومتكررة ويكون فيها ري الرش أو التنقيط هو الأنسب، وهو كذلك الأفضل للمحاصيل ذات البذور الصغيرة.

تتأثر أوراق بعض النباتات إذا بللت بالمياه نهاراً مثل العنب والتفاح والكمثرى، وتؤدي إلى حدوث مرض أنسجة النبات، ولذا لا يستخدم الري بالرش إلا إذا تم الرش ليلاً، كما يعيب الري بالرش أنه يغسل مواد المبيدات

من الأشجار لذا فالري السطحي يكون هو الأفضل. وتتأثر بعض الخضروات بالري السطحي عند مرحلة الإنبات كما أن الرطوبة تتسبب في نشؤ نوع من الفطر في الجذور بالاضافة إلى تهيئة مناخ مناسب لنمو الأعشاب والحشائش الضارة ، ويمكن تجنب ذلك باستخدام نظام الري بالرش.

يفضل ري النباتات العالية بنظام الري بالتنقيط وعند استخدام الري بالرش تكون هناك احتياطات يجب اتباعها لري الأشجار.

(٥ ,٤ ,٦ ,١٠) العامل الاقتصادي

للمحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية مثل زهور الزينة والفرولة يجب استخدام نظام يعمل بالتحكم الآلي ويكون الري بالتنقيط أكثر ملائمة من الري بالرش.

وسعر الطاقة قد يكون عاملاً محدداً فعندما يزيد سعر الطاقة يكون من الأجدى استخدام الري السطحي. وسعر المياه محدد أيضاً فعندما تزيد سعر المياه يجب استخدام نظم ري توفر من استهلاك المياه وتكون ذات كفاءة عالية مثل الري بالتنقيط والري بالرش.

التكاليف الأولية تكون هي الأعلى في نظام الري بالتنقيط ثم الري بالرش ثم الري بالتنقيط، بينما تكون التكاليف السنوية للري بالرش أعلى من الري بالتنقيط. وبالتالي اختيار نظام الري يعتمد على التكاليف الكلية للنظام.

(٦ ,٤ ,٦ ,١٠) العمالة

أن توفر العمالة أو المزارعين والمستوى التقنى لها ثم تكلفة تلك العمالة تعتبر عامل محدد للري. فتوفر العمالة يتيح للمزارع لزراعة مساحة أكبر من الأرض وبتكلفة أقل، كما أن العمالة الفنية ومستواها التقني تجعله أمام خيارات عديدة منها استخدام مضخة وشبكة أنابيب إلى أجزاء متعددة من الحقل وزراعة أنواع من المحاصيل ثم أختيار نظام ري حديث مثل الري بالرش المحمول والذي يحتاج إلى نقل الأنابيب الحاملة للرشاشات من موضع إلى آخر في الحقل بعد كل رية، إلا أن تكلفة تلك العمالة تكون من العوامل المقيدة في استخدام تلك العمالة ويمكن تحديد ذلك بأجراء دراسة اقتصادية يتم فيها النظر في الفوائد من المشروع ومقارنة ذلك بالتكلفة بما في ذلك أجور العمالة الفنية. وبصفة عامة يحتاج الري السطحى إلى عمالة أقل وساعات عمل أقل مقارنة بري الرش المحمول، يمكن تقليل العمالة وساعات العمل في نظام الري الرش بأستخدام الرش الثابت أو المحورى بدلاً من الرش المحمول.

(١٠,٧) إرشادات تشغيل وصيانة المكونات الأساسية لنظم الري الحديثة

يتكون أي نظام من نظم الري الحديثة سواء الري بالرش أو الري بالتنقيط من المكونات الأساسية التالية: مضخة، أنابيب وملحقاتها من وصلات وصمامات ومقاييس ضغط وغيرها من ملحقات، ومرشحات، ورشاشات أو منقطات. لذلك يجب العناية بهذه المكونات أثناء التشغيل ثم صيانتها بصورة منتظمة لكي تؤدي مهمتها بكفاءة عالية وتظل تعطي انتظامية عالية. وبالتالي فإن التشغيل السليم لجهاز نظام الري يقنن من استخدام المياه ويعطي كفاءة إضافة عالية وإنتظامية توزيع مناسبة، وبالتالي الحصول على محصول جيد مع المحافظة على سلامة نظام الري لفترة طويلة. كما أن الصيانة الدورية لجميع المكونات والآليات المستخدمة في عملية الري تعتبر ضرورية للحصول على خدمة فعالة وأداء يعتمد عليه، وتعتبر هذه العملية ذات أهمية خاصة نظراً لأن أي عطل لآليات الري وخصوصاً في بعض الفترات الحرجة للنبات قد يكون له نتائج سلبية على المحصول وإنتاجيته. ولذا فالتشغيل والصيانة لمكونات نظم الري تعتبر أحد الأساسيات الهامة في إدارة نظم الري الحديثة.

(١٠,٧,١) تشغيل وصيانة المضخة

لابد أن توفرالمضخة الضغط والتصرف اللازمين لتوزيع المياه خلال شبكة الري بانتظامية وكفاءة عالية. وإبقاء المضخة في حالة فنية جيدة يساعد في المحافظة على ضغط وتصرفها التصميمي، كما أن الصيانة الجيدة لها لا يعرضها للأعطال. ويلاحظ في الشكل رقم (١٠,٣٦) وجود مضخة لم تجرى لها الصيانة اللازمة.

الشكل رقم (١٠,٣٦). مضخة لنظم الري المحوري بدون صيانة مناسبة.

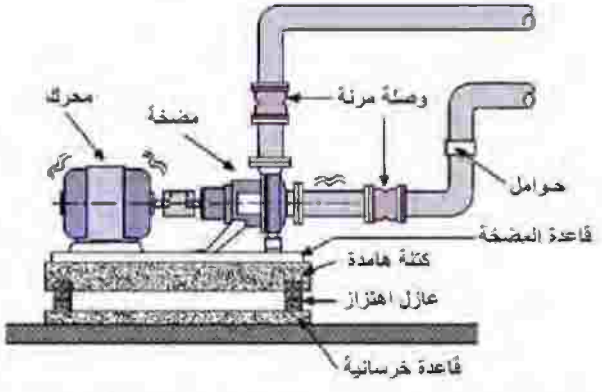
إرشادات عامة لتشغيل وصيانة مضخات الري

١- يجب تثبيت المضخة جيدا فوق قاعدة خرسانية مثبت بها مسامير قلاوظ لربط المضخة بصواميل في تلك المسامير، وذلك يجعل من السهولة فكها لعمل صيانة لها أو تغييرها. والتثبيت الجيد يمنع اهتزاز جسم المضخة أثناء عملها مما يزيد عمرها ويمنع حدوث تسريب من غلافها. كما يجب أن تكون القاعدة الخرسانية أفقية تماماً (الشكل رقم ٣٧, ١٠).

٢- يجب تغطية المضخة بغطاء واقي لحمايتها من الأتربة والعوامل الجوية وماء الري، كما يجب عزل كامل لمصدر الطاقة للمضخة خصوصاً أن كان محرك كهربائي أو مصدر كهرباء المزرعة. ويجب مراعاة أن يكون الغطاء غير عائق لعمل أي صيانة للمضخة في مكانها.

٣- يجب وضع الأنبوب الرئيس المتصل بجانب الطرد للمضخة في نفس مستوى الطرد لها بحيث يكون تركيبه بها بسهولة دون أي تحميل على المضخة أو شد للمضخة مما يؤثر على اتزانها، ولذا يجب تثبيت حوامل للأنبوب الرئيس بالقرب من المضخة تجعله متزن بذاته.

٤- في حالة أن يكون مستوى المضخة أعلى من مستوى مصدر الماء يجب أن لا يزيد هذا الارتفاع عن ٧ متر حتى نضمن السحب دون تفريغ، كما يجب وضع صمام عدم رجوع في بداية أنبوب السحب يجعل أنبوب السحب ممتلئ بالماء حتى في حالة توقف المضخة مما لا يحتاج معه إلى تحضير للمضخة قبل أي تشغيل. كما يجب أن يحتوي صمام عدم الرجوع على مصفاة شبكية تمنع من دخول الشوائب إلى النظام.



الشكل رقم (٣٧, ١٠). تثبيت المضخة فوق قاعدة خرسانية.

٥- يجب وضع مدخل أنبوب السحب أسفل منسوب سطح الماء بالمصدر بمسافة لا تقل عن ٦٠ سم، وذلك لمنع سحب الهواء داخل أنبوب السحب نتيجة الدوامات المتكونة عند المدخل. كما يجب أن يكون مدخل أنبوب السحب أعلى من قاع المجرى بمسافة كافية تمنع سحب الأتربة والشوائب الموجودة في القاع.

٦- تجنب عدم وجود أكواع أو انحناءات بالقرب من المضخة حتى لا يسبب هذا اضطراب التدفق وحدوث ضوضاء عند التشغيل وخفض كفاءة المضخة، وإذا لزم الأمر وجود تلك الانحناءات فيجب وضعها على مسافة كافية من المضخة.

٧- يجب وجود صمام تحكم ثم شد وصل قبل المضخة في جانب السحب، وذلك للتمكن من فك المضخة عن مصدر الماء في أي وقت.

٨- يجب أن يحتوي جانب الطرد للمضخة من مجموعة وصلات قبل توصيله بالأنبوب الرئيس (الشكل رقم ٣٨, ١٠)، وهي بالترتيب الآتي:

أ) صمام تحكم في التصرف يركب بمخرج المضخة مباشرة للتحكم في التصرف والضغط اللازم للتشغيل.

ب) مقياس ضغط يقيس ضغط التشغيل الذي يتم التحكم فيه عن طريق الصمام السابق.

ج) عداد مياه يقيس التصرف المار إلى نظام الري.

د) صمام عدم رجوع يمنع رجوع المياه من الخط الرئيس إلى المضخة.

هـ) شد وصل يسهل فك المضخة عن الأنبوب الرئيس.

٩- التأكد من عدم وجود أي تسريب للماء من خلال وصلات جانب الطرد أو السحب، كما يجب عدم وجود تسريب للهواء داخل جانب السحب.

الشكل رقم (٣٨, ١٠). مجموعة وصلات المضخة عند جانب الطرد.

١٠- عند تشغيل المضخة يجب أن يكون صمام الطرد مغلق ثم فتحة تدريجيا وليس بصورة مفاجئة حتى لا يحدث طرق مائي، ثم ضبط التصرف المطلوب وضغط التشغيل عن طريق صمام التصرف في جانب الطرد.

١١- عند إيقاف المضخة يجب إغلاق صمام التصرف ببطء ثم يتم إيقاف المضخة بأسرع ما يمكن بعد الغلق التام لصمام التصرف.

١٢- عند حدوث انخفاض في الضغط أثناء التشغيل يجب إيقاف المضخة والبحث عن السبب الذي قد يكون انسداد في أنبوب السحب نتيجة وجود شوائب به، أو انخفاض مستوى ماء المصدر مما يجعل المضخة معرضة لسحب هواء، أو وجود تسريب للهواء داخل وصلات جانب السحب، أو أن عوازل المضخة نفسها بها تلفيات وتسريب، أو حدوث تآكل في ريش المضخة مما يقلل سرعة دورانها فانخفاض سرعة الدوران بمقدار ١٠٪ يخفض التصرف بمقدار ١٠٪ والضغط بمقدار ١٨٪.

١٣- التأكد من أن جميع أجزاء المضخة قد تم تشحيمها كما توصى الشركة المنتجة، مع ملاحظة أن أغلب المضخات يتم تشحيم العوازل بها بالماء نفسه ولا تحتاج إلى تشحيم بالزيت.

١٤- يجب عدم تشغيل المضخة بحمل أكثر مما صممت عليه سواء في الضغط أو التصرف لأن هذا يؤدي إلى تآكل في أجزاء المضخة ويقلل من عمرها الافتراضي.

١٥- يجب التحقق بصفة دورية من مطابقة سرعة دوران المضخة وضغط تشغيلها وتصرفها مع القيم المعدة من قبل الشركة المنتجة.

١٦- في نهاية الموسم يجب تفريغ المضخة كلياً من الماء عن طريق سدادة صغيرة موجودة في قاع غلافها هذا يساعد على منع الصدأ وضرر الصقيع بالمضخة. ويجب ترك صمام التصرف مفتوح جزئياً لتجنب التصاق العوازل المطاطية بكراسيها أو قواعدها.

١٧- في بداية الموسم وقبل تشغيل المضخة وللتحقق من عدم وجود أي مشاكل في دوران ريش المضخة يجب أن تدور بسهولة عند تحريكها يدوياً.

(١٠.٧.٢) صيانة أنابيب وملحقات شبكة الري

أنابيب الري تشمل جميع الأنابيب التي تصل المياه من المضخة حتى توصيلها للرشاشات في نظم الري بالرش أو المنقطات في نظم الري بالتنقيط، وتشمل أنابيب الري الخط الرئيس والشبه رئيس والفرعي، وحوامل

الرشاشات في نظم الري بالرش، وكذلك أنبوب السحب من الآبار. إن الصيانة الجيدة لأنابيب نظم الري يحافظ عليها من الترسيبات أو الإنسداد الجزئي مما يخفض الضغوط التي تصل لوحدات الري وبالتالي تنخفض انتظامية التوزيع، كما أن الصيانة الجيدة تطيل من عمر الأنابيب.

إن الاختيار الجيد لنوعية الأنابيب في بداية التصميم واتباع الشروط الصحيحة في تركيب هذه الأنابيب ضمن منظومة النظام يساعد بدرجة عالية على تقليل الصيانة لتلك الأنابيب، فالأنابيب الثابتة والمدفونة لا تحتاج إلى صيانة بعد تثبيتها في موقعها بطريقة صحيحة أثناء عمرها الافتراضي إلا إذا حدث تسريب منها لأي سبب طارئ ككسر فيها عند استخدام محاريث خدمة التربة، وفي هذه الحالة يجب الحفر واستبدال الجزء الذي به كسر أو تسريب.

أهم الإرشادات العامة لصيانة الأنابيب

١- يجب أن تكون الأنابيب المدفونة على بعد مناسب من سطح الأرض لتجنب أي كسر فيها من آلات الخدمة المختلفة، كما يراعى أن تكون ذات متانة تتحمل ضغط التربة والآلات الزراعية.

٢- يجب أن تكون الأنابيب المصنوعة من الحديد مقاومة للصدأ مثل الحديد المجلفن، ويجب أن تكون الأنابيب المصنوعة من البلاستيك ذات سماكة مناسبة لتحمل ضغوط التشغيل وكذلك لمقاومة الانبعاج. ويجب أن تكون الأنابيب المصنوعة من الألمنيوم والمستخدمة في نظم الرش المتنقلة أو نصف المتنقلة متينة بدرجة كافية لتتحمل الفك والتركيب والنقل المتكرر لها.

٣- فحص الأنابيب في بداية الموسم والتأكد من عدم وجود: تسرب أثناء التشغيل، أو كسر في الأنابيب البلاستكية أو صدأ في الأنابيب المعدنية.

٤- يجب الحرص في نقل الأنابيب خاصة المصنوعة من البلاستيك أو الآلمنيوم وعدم إلقائها على الأرض لسهولة انبعاجها.

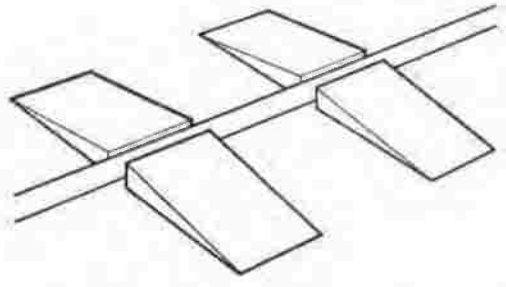
٥- تجنب مشي العمال فوق الأنابيب أو مرور الآلات عليها، ويمكن استخدام قنطرة خاصة لعبور الآلات، كما موضح بالشكل رقم (٣٩, ١٠).

٦- يجب عدم ملامسة الأنبوب بالمواد الكيمائية لكونها تسبب تآكل في الأنبوب.

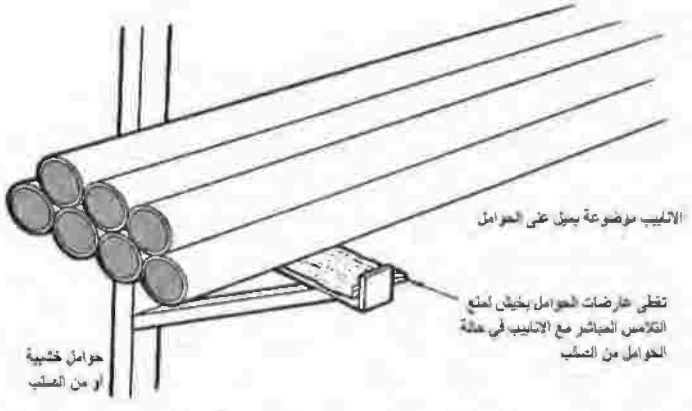
٧- في نهاية الموسم وقبل تخزين الأنابيب يجب غسلها من الداخل وتنظيف فوهات الرشاشات والمنقطات بالماء النظيف، ويمكن استخدام الكلورين بتركيز من ٠,٥-١,٠ جزء في المليون، وحمض الهيدروكلوريك بتركيز ٢٪ لمدة ١٥ دقيقة.

٨- في نهاية الموسم يجب تخزين الأنابيب تحت مظلة، على حوامل خشبية مرفوعة فوق الأرض بعيداً عن رطوبة التربة، وفي حالة استخدام حوامل من الصلب يجب وضع عازل بين الأنابيب والحوامل لمنع الصدأ. ويجب وضع دعامات كافية تحت الأنابيب لمنع اعوجاج الأنابيب في المنتصف. أما إذا لم تتوفر مظلة لتخزين الأنابيب فيجب جعل أحد الحوامل أعلى من الآخر حتى تكون الأنابيب موضوعة بميل قليل على الحوامل حتى يمكن تجنب تجمع المياه بفعل الأمطار فوق الأنابيب (الشكل رقم ٤٠,١٠).

٩- يجب وضع سدادات في بداية ونهاية الأنابيب عند تخزينها لمنع دخول القوارض أو بعض الطيور بها مما قد يؤدي إلى تآكل بها، أو دخول بها أي أتربة أو عوالق بفعل الرياح. كما في الشكل رقم (٤١,١٠).



الشكل رقم (٣٩,١٠). قناطر خشبية لمرور الآلات الزراعية.



الشكل رقم (٤٠,١٠). تخزين الأنابيب بميل فوق حوامل خشبية أو من الصلب.

١٠- يجب أصلاح الأنابيب من أي انبعاج أو أنعواج قبل التخزين، وذلك باستخدام مطرقة خفيفة ويفضل أن تكون خشبية، مع الحرص على انتظامية قطر الأنبوب (الشكل رقم ٤١ , ١٠).

١١- يجب اعتبار بداية زمن الري بعد عدة دقائق يمكن من خلالها تسريب جميع الهواء داخل الأنابيب وامتلاء الأنابيب كلياً بالماء، كما يجب وجود صمامات مخصصة لذلك، ولا ينتظم الضغط في الأنبوب إلا بعد تفريغ الهواء منه تماما.

١٢- يجب غسيل الخط الفرعي المتنقل بعد وضعه في مكانه الجديد قبل وضع السدادة الطرفية فيه لإزالة أي حبيبات تربة تكون دخلت به أثناء النقل والتركيب.

١٣- يجب العناية والاهتمام بمواسك الأنابيب سواء عند نقلها أو تخزينها في نهاية الموسم.

١٤- يجب فحص حلقات منع التسرب لمواسك الأنابيب المصنوعة من المطاط في نهاية الموسم والتأكد من عدم وجود تشققات أو تلف بها حيث يؤدي ذلك لتسرب المياه عند مواسك الأنابيب (الشكل رقم ٤٢ , ١٠).

١٥- عند تخزين مواسك الأنابيب في نهاية الموسم يجب فك الحلقات المطاطية وغسلها بماء نظيف وتركها تجف ثم تخزينها بنظام يمنع حدوث اعوجاج أو تشويه في شكلها داخل صناديق غير معرضة للشمس أو الضوء لمنع حدوث تشققات بها، مع رش مادة ماصة للرطوبة فوقها حتى تمتص أي رطوبة متبقية فوق الحلقات. يمكن الاستعاضة عن ذلك بوضع الحلقات المطاطية في أوعية كبيرة مملئة بالماء النقي بحيث تكون الحلقات مغطاة كلياً بالماء.

١٦- يجب عند إعادة الحلقات المطاطية إلى موضعها في مواسك الأنابيب في بداية الموسم التأكد من عدم وجود شوائب في تجويف المواسك حتى تستقر الحلقات المطاطية في تلك التجاويف بصورة طبيعية دون حدوث تسريب.

الشكل رقم (٤١ , ١٠). إصلاح الأنابيب من أي انبعاج قبل التخزين.

الشكل رقم (٤٢ , ١٠). فحص حلقات منع التسرب في مواسك الأنابيب.

أهم الإرشادات الهامة لصيانة ملحقات شبكة الأنابيب

١- يجب اتباع الترتيب التالي في ملحقات نظم الري بالرش والتنقيط التي يكون مصدر الماء بها خزان: وضع صمام تحكم عند فتحة التغذية من الخزان لشبكة الري، ثم وضع شد وصل بعد الصمام وقبل المضخة، يمكننا من خلاله فك المضخة إذا استدعى الأمر، ثم وضع مرشح منخلي بعد المضخة لتنقية المياه من الشوائب قبل دخولها شبكة الري وفي حالة الري بالتنقيط يجب وضع مرشح رملي قبل المرشح المنخلي، ثم وضع عداد أو مقياس تصرف يمكننا من قياس تصرف النظام، ثم وضع صمام تحكم يليه مباشرة مقياس ضغط وذلك لضبط ضغط التشغيل الذي يقرأه العداد بواسطة صمام التحكم، ثم يوصل الخط الرئيس بتلك المكونات. في حالة أن تكون المضخة أعلى من مستوى الماء بمصدر التغذية يجب وضع صمام عدم رجوع في بداية أنبوب السحب حتى يظل أنبوب السحب مملوءاً عند غلق المضخة وبالتالي لا نحتاج إلى تحضير للمضخة أو سحب الهواء من أنبوب السحب.

٢- يجب عدم فتح أو إغلاق الصمامات فجائياً بل ببطء وبتدريج لتجنب حدوث ضرر بشبكة الأنابيب أو المضخة نتيجة الطرق المائي.

٣- يجب التحقق بصفة مستمرة من عدم وجود تسريب من الصمامات أو عند نقطة اتصالها بالأنابيب، وإصلاح التسريب أن وجد أو تغيير الصمام إذا استلزم الأمر.

٤- في نهاية الموسم يجب عدم إغلاق الصمامات كلياً، بل تركها على غلق جزئي حتى لا تلتصق الأجزاء المطاطية بتجويفها المعدني الذي قد يؤدي إلى تلف في الصمام وصعوبة في فتحه وإغلاقه فيما بعد.

٥- فحص جميع الصمامات في بداية الموسم بفتحها والتأكد من نظافتها.

٦- يجب تنظيف فتحات المرشحات المنخلية بصفة دورية مرة كل أسبوع على الأقل من الشوائب المحجوزة على شبكته لتجنب حدوث انسداد فيها والذي يؤثر على ضغط التشغيل. ويستدل على حدوث سدد بالمرشحات حدوث انخفاض فجائي في قيمة الضغط بعد موضع المرشح وارتفاع في الضغط قبله.

٧- يجب استبدال المرشحات عند حدوث أي تلف أو تشوه في شكلها أو تآكل في مصفاة المرشح.

٨- يتم تنظيف المرشحات بعد فكها من موضعها بماء نظيف مع استعمال بعض المذيبات الكيميائية التي لا تحدث تآكل في المصفاة ثم يمرر تدفق من الماء تحت ضغط بعكس اتجاه حجز الشوائب في المرشح للتخلص من أي شوائب عالقة.

٩- يجب التأكد من دقة قراءة مقاييس الضغط بشبكة الري في نهاية كل موسم بعمل معايرة لها واستبدال المقاييس غير الدقيقة.

١٠- يجب ملاحظة مؤشر مقياس الضغط فثباته عند قيمة معينة دون اهتزاز أثناء الري دليل على ثبات الضغط ودقة المقياس وعدم وجود خلل به.

١١- عند اختيار مقاييس الضغط يجب اختيار المقياس ذو التدريج المناسب لضغط التشغيل التصميمي.

١٢- يجب وجود مقياس ضغط قبل وبعد المرشح المنخلي، ومتابعة فرق الضغط فهو مؤشر لمدى احتياج المرشح للصيانة (الشكل رقم ٤٣ , ١٠).

١٣- يجب استبدال مقياس الضغط عند حدوث تكثيف للماء داخله يؤدي إلى صعوبة قراءة الضغط المقاس.

الشكل رقم (٤٣ , ١٠). وجود مقياس ضغط قبل وبعد المرشح المنخلي.

(٨ , ١٠) إرشادات تشغيل وصيانة نظام الري بالرش التقليدي

الرشاشات هي أكثر المكونات أهمية في نظام الري بالرش لأن فعالية وكفاءة النظام تعتمد على درجة أداء هذه الرشاشات، ويصل أداء الرشاشات إلى أفضل ما يمكن عند قيمة معينة لضغط التشغيل وهذه القيمة يحددها عادة الشركة الصانعة. لذلك لابد من العناية اللازمة والمستمرة أثناء تشغيل الرشاشات وصيانتها عند الحاجة. وهذا يتطلب الخطوات التالية:

١- يجب التأكد أن الرشاشات تعمل على الضغط التصميمي لها من قبل الشركة المنتجة حيث أنه يعطي أفضل انتظامية وأداء. فإذا اختلف ضغط تشغيل الرشاشات عن الضغط التصميمي بدرجة ملموسة فإن توزيع المياه الناتج قد يصبح مختلفاً تماماً عما هو متوقع، فعند انخفاض الضغط لا يتفتت تيار الماء ولا يصل إلى المدى المرغوب مما يؤدى إلى توزيع غير متجانس للمياه ويكون حجم القطرات كبيراً مما يؤثر تأثير ضاراً على التربة والنبات، وإذا كان الضغط أعلى مما يجب فيزداد تشتت التيار وتتساقط معظم المياه بالقرب من الرشاش ويزداد الفاقد بالبخر وبعثرة الرياح في الهواء، وفي كلا الحالتين يقل قطر الابتلال.

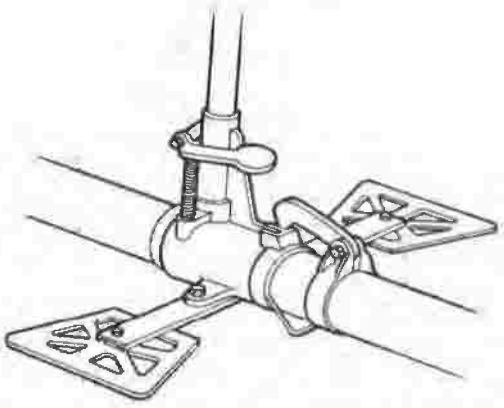
٢- التحقق من كفاءة التغطية Coverage efficiency (Ef) لقطر البلل من العلاقة Ef=R/H حيث أن R نصف قطر البلل، H ضاغط التشغيل. فكفاءة التغطية الجيدة تتراوح من ٧٠- ٨٠٪.

٣- يمكن ملاحظة حالة التشغيل تحت ضغط منخفض وهي من المشاكل الشائعة في كثير من شبكات الري بالرش من خلال شكل تيار الماء الخارج من فوهة الرشاش، فإذا كان التيار يأخذ شكل الخط المستقيم فإن ذلك يعني أن الرشاش يعمل تحت ضغط مناسب، أما إذا كان تيار الماء يأخذ شكل قوس فإن الضغط يكون أقل مما يجب ويجب زيادته.

٤- التحقق من انتظامية المياه الخارجة من الرشاشات كل فترة لا تزيد عن أسبوعين.

٥- يجب التأكد من وضع الرشاش بصورة رأسية تماماً، وأن حوامل الرشاشات ليست مائلة أو متأرجحة أثناء عملية الري، ويجب تثبيت الحوامل جيدا في حالة النظم المتنقلة بواسطة دعامات مخصصة لذلك (الشكل رقم ١٠, ٤٤).

٦- التأكد من ضبط دائرة البلل الناتجة من الرشاش بواسطة التحكم في أجزاء الضبط الموجودة عند قاعدة الرشاش وأنه يعمل بالطريقة التي وضع من أجلها في النظام، فهناك رشاشات تدور ربع دائرة موضوعة عند الأركان وأخرى تدور نصف دائرة موضوعة عند الحدود وأخرى تدور دورة كاملة موضوعة في داخل الحقل.



الشكل رقم (٤٤ , ١٠). تثبيت حوامل الرشاشات بدعامات.

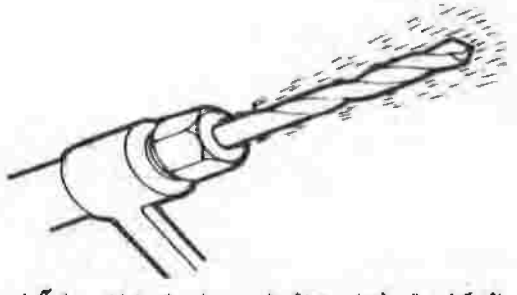
٧- التأكد من حرية حركة الذراع المتأرجح للرشاش الدوار، حتى يمكننا من الحصول على تفتيت جيد للمياه الخارجة من الرشاش.

٨- التأكد من أن سرعة دوران الرشاشات الصغيرة تتراوح من ٠,٦٧ – ١,٠٠ دورة /دقيقة، والكبير من ٠,٢٥ – ٠,٥ دورة/ دقيقة للحصول على تغطية جيدة.

٩- التأكد من عدم وجود أي عوائق أو شوائب في فوهة الرشاش، وعدم استخدام أدوات معدنية حادة لإزالة تلك الشوائب لأنها قد تؤثر على فوهة الرشاش. بل يمكن فك الرشاش وغسله بمياه نظيفة.

١٠- يجب التأكد من عدم وجود تسريب في المياه من قاعدة الرشاش.

١١- يجب التأكد من عدم وجود تآكل في فوهة الرشاش الذي يؤدي إلى زيادة قطرها وهذا يحدث نتيجة احتكاك حبيبات الرمل والطمي بالفوهة في حالة وجودها بمياه الري (الشكل رقم ٤٥ , ١٠).



الشكل رقم (٤٥ , ١٠). فحص فوهة رشاش بها تآكل.

(٩, ١٠) إرشادات تشغيل وصيانة نظام الري المحوري

أن نظام الري المحوري يتكون من خط الرش الذي يدور حول نقطة المحور ومركب عليه رشاشات ثابتة يتم بواسطتها إضافة مياه الري، وهذا الخط يحمل بواسطة الابراج التي تتحرك عن طريق محركات كهربائية صغيرة مركبة على كل برج. ولذا بعد تركيب جهاز الري المحوري في الحقل وتشغيله لأول مرة لابد من اتباع الآتي:

١- تأمين طريق يصل إلى نقطة المحور، وذلك للتحكم في تشغيل الجهاز من صندوق التحكم عند محور الجهاز، وللسماح بصيانة الخط المحوري بدون الإضرار بالمحصول عند الزراعة.

٢- يشغل الجهاز بعد التركيب مباشرة بدون ماء ليتحرك خط الرش دائرة كاملة إلى الأمام والخلف، هذه الحركة تعمل على مرونة أجزاء الحركة وعلب التروس، وتحدد مسارات الإطارات، والتأكد من عدم وجود أي عوائق لها في الحقل.

٣- التأكد من أن أجهزة الإيقاف والحركة والتحكم بلوحة التحكم تعمل بصورة جيدة.

٤- يجب مراقبة نظام الري المحوري أثناء التشغيل للتأكد من أن الجهاز قادر على إضافة الكمية المناسبة من مياه الري بانتظام وبكفاءة.

للحصول على أداء عالي لجهاز الري المحوري وللمحافظة على ذلك الجهاز لابد من مراعاة الآتي:

١- يفضل عند بداية الري تشغيل الجهاز على نسبة سرعة أقل من ١٠٪ حتى يمكن الوصول إلى التشغيل الكامل لمكونات الجهاز لتجنب بقع أو أماكن جافة في الحقل. وبعد ذلك يتم اختيار السرعة المناسبة لإضافة عمق ماء الري المطلوب.

٢- الاستمرار في مراقبة ضغط التشغيل، وإذا لم يتم الحصول على الضغط المطلوب فلابد من فحص المضخة أو خط الرش أو الرشاشات لعدم وجود تسرب للمياه أو انسداد أو وجود مشاكل أخرى.

٣- دائمًا يتم توقيف الجهاز في نفس المكان من الحقل ويفضل أن يكون بالقرب من طريق الخدمة حتى يسهل المراقبة والفحص وكذلك الصيانة.

٤- يجب زيادة سرعة الجهاز في حالة الترب ذات معدل التسرب المنخفض مثل التربة الطينية تجنباً لزيادة الجريان السطحي في بعض المواقع المنخفضة من الحقل، وبالتالي يمكن إضافة العمق المطلوب على عدد أكثر من الريات الخفيفة المتكررة، والخبرة في هذه الحالة تلعب دور جيد في اختيار السرعة المناسبة.

ويوضح الجدول رقم (٧, ١٠) وصف لحالة الجهاز المحوري والمشاكل المسببة لهذه الحالة.

الجدول رقم (٧, ١٠). المشاكل التي تواجه الجهاز المحوري أثناء تشغيله.

الحالة	الظواهر أو المشاكل الناجمة
الاختيار غير المناسب للرشاشات والترتيب الغير صحيح عند التركيب.	الجريان السطحي، بعثرة الرياح، تعرية التربة، انسداد الرشاشات، والتوزيع الغير متجانس للمياه.
حدوث تآكل في فوهة الرشاشات. الشكل رقم (١٠, ٤٦).	إضافة مياه أكثر في الجزء الداخلي من الدائرة أكثر من الطرف الخارجي، وكذلك إعطاء نمو أكثر داخل الدائرة أكثر من الجزء الخارجي. ويؤدي أيضا إلى حدوث جريان سطحي.
إنخفاض تصرف نظام الري المحوري عن التصرف التصميمي.	زيادة في دخول الهواء من المضخة إلى الجهاز المحوري، عدم تجانس توزيع مياه الري المضافة، تقليل ضغط التشغيل عند المحور بسبب تآكل المضخة مما يسبب انخفاض ضغط المضخة عن الضغط التصميمي.
انخفاض كفاءة المضخة	زيادة تكاليف التشغيل، انخفاض في الضغط والتصرف عن المطلوب في التصميم، ارتفاع حرارة المحركات، سحب للرمل وكذلك للهواء بواسطة المضخة.
زيادة الإضافة في مياه الري (الري الزائد)	سرعة نمو الحبوب مع ضعف السنبلة أو الثمار، اصفرار النبات الغير مرغوب، زيادة في تكاليف تشغيل الجهاز.
زيادة سرعة الرياح	نمو النباتات في داخل الدائرة أقل من خارجها، التربة تكون أكثر جفافاً في داخل الدائرة.
استبدال خط الرش المجلفن المركب من الشركة المنتجة بآخر من البولي اثلين من قبل المزارع بسبب أي مشكلة مثل كسر الخط الأساسي أو حدوث تآكل وتسريب كبير به. الشكل رقم (١٠, ٤٧).	عدم التحكم في أفقية الخط فيصبح متعوج ويصبح الأنبوب الساقط المركب عليه الرشاشات ليس رأسياً، عدم ضبط المسافات بين الرشاشات، عدم مرعاة الترتيب الصحيح للرشاشات، عدم انتظامية المياه على المساحة المروية.

الشكل رقم (٤٦ , ١٠). تآكل كبير في فوهة أحد الرشاشات.

الشكل رقم (٤٧ , ١٠). استبدال خط الرش المجلفن بخط بلاستيك ليس على استقامة واحدة والرشاشات موضوعة بطريقة عشوائية.

(١ , ٩ , ١٠) الصيانة الدورية لنظام الري المحوري

للحصول على نظام ري محوري ذو كفاءة ري عالية لابد من الصيانة الدورية المنتظمة وهذا يتطلب صيانة مستمرة مقارنة بنظم الرش التقليدية لوجود الأجزاء المتحركة في الجهاز ولوجود وصلات مرنة ومحركات كهربائية تعمل على حركة الجهاز، وتتم الصيانة لنظام الري المحوري خلال ثلاثة مراحل رئيسة أثناء الموسم الزراعي.

أولاً: الصيانة قبل بدء الموسم الزراعي

١- القيام بقراءة ومراجعة واتباع التعليمات المكتوبة في الكتالوج المرفق بجهاز الري المحوري من قبل الشركة المنتجة.

٢- فصل التيار الكهربائي عن المحرك قبل إجراء أي صيانة للجهاز.

٣- مراجعة الوصلات عند الأبراج وعند المحور، وعند اتصال المحور بالقاعدة، وعمل الصيانة اللازمة عند وجود أي تسريب في تلك الوصلات (الشكل رقم ٤٨ , ١٠).

٤- يجب التأكد من عدم وجود تسريب في المياه من قاعدة الرشاش أو الأنابيب الساقطة (الشكل رقم ٤٩ , ١٠). كما يجب التأكد من وجود الرشاش في نهاية الأنبوب الساقط (الشكل رقم ٥٠ , ١٠).

٥- التأكد من استقامة الوصلة بين الأنبوب الرأسي عند المحور وأنبوب توصيل المياه إليه، والتحقق من عمل ودقة أجهزة القياس المختلفة مثل العدادات ومقاييس الضغط.

٦- فحص الوصلات الكهربائية، والتأكد أنها معزولة تماماً، مع إزالة أماكن الصدأ، والرش بدهان واقي من الصداء على الأماكن المعرضة للصدأ.

٧- التأكد من سلامة جميع الأسلاك الكهربائية، وسلامة المضخة، وسيور الحركة للمضخات والمولدات التي تعمل بالديزل واستبدال التالف منها.

٨- تشحيم أجزاء الجهاز التي تتطلب ذلك مثل مفصل أنبوب المحور الدوار ومسامير الإطارات، مع التحقق من إحكام منع تسرب المياه في صناديق الحماية للأجهزة الكهربائية.

٩- التأكد من وجود أغطية الحماية فوق محركات عجل الأبراج ونقاط الاتصال الأخرى حتى لا يحدث ماس كهربائي ومشاكل في المحركات (الشكل رقم ٥١ , ١٠).

١٠- التأكد من أن علب تروس الإطارات ممتلئة بالزيت، وأن مسامير ربط الإطارات محكمة وفي أماكنها.

الشكل رقم (٤٨ , ١٠). تسريب في وصلة المحور بالقاعدة.

الشكل رقم (٤٩ , ١٠). تسريب في المياه من قاعدة الرشاش.

الشكل رقم (٥٠ , ١٠). عدم وجود رشاش في نهاية الأنبوب الساقط.

الشكل رقم (٥١ , ١٠). تغطية المياه للمحرك الموجود بين العجلات مما قد يسبب مشاكل للمحرك.

١١- التأكد من أن جميع الإطارات معبأة بالهواء وبالضغط المطلوب (في حدود ٢٢رطل/ بوصة٢ للعجلات الحديثة، ٣٥رطل/ بوصة٢ للعجلات المستخدمة) فهذا يحافظ على عمر تلك العجلات.

١٢- تشغيل الجهاز المحوري لنصف دورة أو دورة كاملة بدون ري لتليين جميع الأجزاء المتحركة في الجهاز وعلب التروس ولتحديد مسارات الإطارات لموسم الري التالي والتأكد من عدم وجود أي عوائق لمسارات الإطارات.

١٣- أعادة فحص الوصلات عند الأبراج، وكذلك عند المحور بعد التشغيل الابتدائي السابق.

١٤- فتح السدادة الطرفية في نهاية خط الرش المحوري ثم تشغيل الجهاز حتى تزول جميع الرواسب بداخل الأنبوب، ويجب تكرار هذه الخطوة عدة مرات خلال الموسم (الشكل رقم ٥٢, ١٠).

١٥- تشغيل النظام المحوري في مكانة دون تحريكه قبل بدء عملية الري لمدة حوالي عشر دقائق بالضغط التصميمي للتأكد من سلامة جميع الرشاشات والتحقق من عدم وجود تسرب للماء على طول الأنبوب وعند الوصلات. ويفضل أن يكون الجهاز في موقع أحدى الطرق لتجنب زيادة العمق المضاف من ماء الري للمحصول عند هذا الموقع.

١٦- الاستعانة بالأشخاص المؤهلين عند القيام بأي من أعمال الصيانة أو الإصلاح.

الشكل رقم (٥٢, ١٠). إزالة الرواسب من الخط المحوري.

ثانياً: الصيانة أثناء الموسم الزراعي

يحتاج نظام الري المحوري إلى مراقبة أثناء الموسم الزراعي، حيث تحتاج المضخة والمحركات والرشاشات إلى عناية دائمة لضمان الأداء السليم أثناء الموسم، ويمكن تلخيص أهم خطوات الصيانة أثناء الموسم الزراعي في الآتي:

١- ملاحظة جميع الرشاشات فقد تتسبب بعض الشوائب أو الأملاح في مياه الري في انسداد جزئي أو كلي للرشاشات مما يؤدي إلى سوء انتظام توزيع المياه، ولذا يجب تنظيف تلك الرشاشات أو استبدالها.

٢- التأكد من ضغط التشغيل عند بداية خط الرش وأنه يساوي الضغط التصميمي، حتى نضمن توزيع جيد للمياه، وفي حالة انخفاض الضغط يجب التأكد من سرعة دوران المضخة وعدم وجود تآكل في الريش بها والتأكد من عدم وجود تسريب قبل بداية خط الرش.

٣- التأكد من سلامة الأجزاء الكهربائية والميكانيكية، مثل عدم وجود أسلاك عارية أو وصالات بالية، أو سخونة في المحركات أثناء التشغيل.

٤- يجب غسل الجهاز المحوري بماء نظيف بعد كل مرة يتم فيها إضافة أسمدة أو مبيدات زراعية لمنع الصدأ أو التآكل في الأنبوب ومنع انسداد الرشاشات ببقايا تلك الأسمدة أو المبيدات.

٥- التحقق من مستوى الزيت في علبة التروس وإضافة أي نقص يحدث، وتغيير الزيت في حالات اختلاطه مع الماء، والتأكد من عدم وجود أي تهريب للزيت من الصوفات سواء في علبة تروس الإطارات أو المحرك وتغييرها إذا استدعى الأمر.

٦- التأكد من ضغط الهواء بالإطارات وسلامتها.

ثالثاً: الصيانة بعد نهاية الموسم الزراعي

بعد نهاية الموسم الزراعي لابد من اتباع الخطوات التالية حتى يمكن المحافظة على الجهاز المحوري في حالة جيدة للموسم التالي:

١- غسل الأنبوب جيداً وذلك بعد فتح السدادة الطرفية في نهايته حتى تزول جميع الرواسب أو الشوائب بداخل الأنبوب، ثم إعادة السدادة الطرفية إلى وضعها بعد تفريغ الماء تماماً من الجهاز المحوري.

٢- ترك الجهاز عند موضع الطريق، وذلك للقيام بالعمليات الزراعية المختلفة من تجهيز الأرض للموسم التالي.

٣- وضع المفتاح الكهربائي في وضع الإغلاق والتأكد من إغلاق جميع اللوحات الكهربائي بإحكام.

٤- حفظ جميع الأجزاء المتحركة من الصدأ والتآكل وذلك باستخدام الدهان المناسب أو تغطيتها بواقي محكم.

٥- تفريغ زيت علب تروس المحرك وتروس الإطارات وهو دافئ واستبداله بزيت جديد، وفي حالة وجود ماء بداخل الصندوق نتخلص منه أولاً والبحث عن سبب تسرب الماء إلى داخل الصندوق (الشكل رقم ٥٣ , ١٠).

٦- التأكد من ضغط الهواء بالإطارات، مع وضع عوائق تمنع حركة الإطارات والجهاز بتأثير الرياح وذلك في حالة عدم وجود كوابح للجهاز.

٧- يجب تسجيل أعمال الصيانة والتغيرات في سجلات خاصة، حتى تكون مرجع لأي مشكلة تحدث في تشغيل الجهاز.

الشكل رقم (٥٣ , ١٠). تفريغ زيت علب تروس المحرك وتروس الإطارات.

(٢ , ٩ , ١٠) إرشادات الأمن والسلامة أثناء تشغيل وصيانة النظام المحوري

١- فصل التيار الكهربائي تماماً قبل إجراء أي صيانة للجهاز.

٢- لابد من الاستعانة بالفنيين المختصين عند إصلاح أي عطل كهربائي.

٣- يجب اتباع الصيانة الأمنية وإرشادات الشركة المنتجة عند صيانة أي من أجزاء الجهاز المحوري. والاستعانة بالاستشاريين المتخصصين سواء من الشركة المنتجة أو من مراكز الصيانة للمشاكل التي يصعب حلها.

٤- ترشيد وشرح التشغيل السليم للجهاز عند بداية استخدام عمالة جديدة وكذلك في بداية كل موسم ري.

٥- دفن خطوط نقل الكهرباء من مصدرها بالمزرعة إلى المحور تحت سطح الأرض، مع وضع علامات تبين مكان تلك الخطوط، والاحتفاظ برسم مبسط ووصف لأماكن خطوط الكهرباء المدفونة تحت سطح الأرض حتى يمكن الرجوع إليها عند الحاجة.

٦- لا يسمح باللعب حول الجهاز أو التسلق عليه لتجنب أي كسر في أجزاء الجهاز.

٧- عدم محاولة تنظيف الجهاز من النباتات العالقة أو غيرها وهو في حالة تشغيل.

٨- عدم التعرض لرذاذ المياه أثناء إضافة المواد الكيماوية المذابة فيها.

٩- استعمال رافعة أو سلم بحيث يكون عازل للكهرباء عند القيام بأعمال صيانة أو إصلاح الأجزاء العلوية من الجهاز.

١٠- الابتعاد عن جهاز الري المحوري أثناء العواصف، حيث إن الجهاز موصل جيد للتيار الكهربائي. ولكونه أكبر جسم في الحقل فإنه مستقبل جيد للصواعق.

(١٠, ٩, ٣) إرشادات هامة عند إضافة المواد الكيماوية بواسطة الجهاز المحوري

١- يجب أن يكون الرش لمثل هذه الكيماويات في الأيام الهادئة حتى لا تؤثر الرياح على انتظام التوزيع.

٢- يجب خلط المادة الكيماوية مع ماء الري تبعا للنسب المحددة بواسطة الجهاز المخصص لذلك وبدقة.

٣- يجب غسل خط الرش جيداً بعد انتهاء عملية إضافة المواد الكيماوية، ويتم هذا والجهاز متوقف عن الحركة.

٤- يجب أن تكون التربة جافة عند رش مبيدات الحشائش حتى لا تتبخر في الهواء، يمكن استخدام الجهاز المحوري لرش المخصبات النيتروجينية والعناصر النادرة ولكنه لا يصلح لرش المواد التي يدخل فيها البوتاسيوم أو الفوسفات لأن هذه المواد تسبب احتراق أوراق النباتات. ويجب أن تتم إضافة العناصر النادرة قبل بذر الحبوب

٥- إن استخدام الجهاز المحوري لتوزيع المخصبات أو الكيماويات يتطلب خزان ومضخة للحقن عند المحور.

(١٠, ١٠) إرشادات تشغيل وصيانة نظام الرش ذو الحركة المستقيمة

يمكن تطبيق معظم أساليب التشغيل والصيانة المتبعة في النظام المحوري مع نظام الحركة المستقيمة مع مراعاة الفرق بين الجهازين حيث إن المحوري ذو حركة دائرية بينما الرش ذو الحركة المستقيمة يتحرك في خط مستقيم لري حقل مربع أو مستطيل وبالتالي يحتاج إلى أجهزة اليكترونية للمحافظة على استقامة الخط وكذلك وجود مضخة مركبة على بداية خط الرش.

(١٠,١١) إرشادات تشغيل وصيانة نظام الرش المدفعي

تعتبر نظم الرش المدفعية من نظم الري بالرش المتحركة والتي تستخدم رشاش مدفعي كبير مركب على عربة متحركة أثناء الري. وهذا يتطلب صيانة دورية للنظام المدفعي لرفع كفاءة النظام، ويمكن تلخيص خطوات صيانة النظام المدقعي في اتباع التالي:

١- يجب قراءة تعليمات الشركة المنتجة قبل تشغيل مدفع الرش أو عمل أي صيانة له.

٢- يجب عدم عمل أي صيانة للنظام أثناء تشغيل المدفع.

٣- يجب الابتعاد عن تيار الماء الخارج من فوهة الرشاش المدفعي حيث أنه ذو سرعة عالية، كما يجب الابتعاد عن الرشاش ذو الذراع المتأرجح حيث أنه يعكس الحركة بقوة قد تسبب في إصابة بالغة إذا اصطدم بعامل التشغيل.

٤- يجب تشحيم كراسي التحميل ومحددات الوقوف بصورة دورية.

٥- يجب التأكد من عدم وجود شوائب أو عوالق في فوهة الرشاش المدفعي أو الماسورة المغذية له حيث إن هذا يجعل التيار المائي الخارج من الفوهة مضطرب وتشتيت الماء غير منتظم.

٦- يجب التأكد من سرعة دوران الرشاش بحيث يعطي العمق المطلوب إضافته، فبطئه يزيد العمق المضاف وسرعته تقلل العمق المضاف.

٧- يجب ملاحظة لسان الحركة على الذراع المتأرجح وأنه يعمل بصورة طبيعية وإذا حدث بطء فيجب التأكد من ضغط التشغيل أو تلف كرسي تحميل الذراع أو وجود انسداد جزئي بالشوائب في فوهة الرشاش.

٨- في نهاية الموسم يجب تنظيف الرشاش المدفعي وفحصه جيدا وعمل أي تعديلات ضرورية واستبدال الأجزاء التالفة عند الحاجة وذلك باتباع تعليمات الشركة المنتجة من خلال الكتالوج الخاص به.

٩- يجب عدم سحب الأنبوب المطاطي عبر الطرق أو الأسطح الوعرة حتى لا يتسبب ذلك في تلف الأنبوب المطاطي وهو ذو تكلفة عالية.

١٠- في نهاية الموسم أو في فترات عدم تشغيل النظام يجب التأكد من لف الأنبوب المطاطي كليا فوق البكرة المخصصة لذلك دون لي أو فتل أو شد أكثر من اللازم.

١١- يجب التخلص من المياه من داخل الأنبوب المطاطي قبل التخزين في نهاية الموسم. والتأكد من عدم وجود أي تلفيات به.

١٢- يجب حفظ الجهاز في نهاية الموسم تحت مظلة، وتغطية كل الأسطح المعدنية المكشوفة بشحم، وفك جميع القطع المطاطية الخاصة بمنع التسرب وحفظها في مكان بارد مظلم.

١٣- يجب تدوير الأنبوب المطاطي أربعة مرات خلال موسم الري كل مرة ربع دورة في اتجاه عقرب الساعة وهذا يعني تعريض كل جزء من الأنبوب المطاطي للأرض وبالتالي يكون التآكل المتوقع في الجزء الملامس للأرض متساوي خصوصا إذا كانت التربة خشنة.

١٤- يجب أصلاح أي تشققات أو فتحات صغيرة على الأنبوب المطاطي عند ملاحظتها بإحدى الطرق التالية:

أ) تملأ الشقوق بمادة على شكل فطر عش الغراب وهي بها مادة لاصقة ثم يوضع غطاء واقي على الأنبوب وتثبيته فوق هذا الجزء. غالبا ما توفر الشركات المنتجة كل هذه الأغراض الخاصة بالإصلاح.

ب) قطع الجزء التالف أو المحتوي على ثقوب ثم لحام جزئي الأنبوب المطاطي معاً بتسخين نهايتهما وتثبيتهما بقوة. والشركات المنتجة توفر آلات خاصة للحام.

ج) يمكن تثبيت مسامير قلاوظ لها قطر مناسب للثقب بحيث تمنع التسريب.

١٥- يجب التأكد بصورة دورية من أن كراسي التحميل التي تحمل البكرة في مدفع الرش ذو البكرة تعمل بسهولة.

١٦- يجب التأكد من أن التروس مزيتـة، والبكرات أو السيور ذات شد مناسب.

١٧- يجب عدم تسلق بكرة الخراطيم أو عربة مدفع الرش لأجراء أي تعديلات أثناء عمل النظام.

(١٠, ١٢) إرشادات تشغيل وصيانة نظام الري بالتنقيط

يعتبر صيانة المنقط من أهم إجراءات الصيانة في نظم الري بالتنقيط بالاضافة لصيانة المرشحات المرتبطة أيضاً بالمحافظة على إداء المنقطات. إن انسداد المنقطات نتيجة الأملاح أو الشوائب في مياه الري تسبب انسداد بعض المنقطات مما يؤدي إلى سوء انتظامية التوزيع حيث ينخفض التصرف المار في المنقطات نتيجة هذا الانسداد، ولذا تعتبر مشكلة الانسداد والعمل على حلها هي من أهم إجراءات الصيانة في نظم الري بالتنقيط.

انسداد المنقطات

تعتبر مشكلة انسداد المنقطات من أكبر المشكلات التي تواجه تشغيل وصيانة نظم الري بالتنقيط، ففوهات المنقطات في نظام الري بالتنقيط تعتبر صغيرة جدًا مما يتسبب في انسدادها بسبب الحبيبات أو الرواسب الكيميائية

أو البكتيريا. وأن لانسداد المنقطات تأثير كبير على نمو النبات حيث لا تلبي المنقطات المسدودة الاحتياجات المائية المطلوبة للنبات عند تلك المنقطات.

أسباب إنسداد المنقطات

قد يعود انسداد المنقطات إلى عوامل مادية مثل الطين الصمغي المعلق، والطمي، وغيرها من المواد التي تمر عبر المرشحات، وتداخلات الجذور، وسحب جسيمات التربة إلى داخل فوهات المنقطات، أو عوامل كيميائية مثل ترسيب الكربونات وأكاسيد الحديد، والجسيمات المترسبة عن عمليات الحقن الكيميائي، أو عوامل عضوية وبيولوجية مثل الزيوت والطحالب والاعشاب الضارة، والملوثات البكتيرية، والفطريات، بالإضافة إلى كلا من الحشرات، والديدان. وضغوط النظام المنخفضة، ومعدلات التصرف المنخفضة للنظام تتسبب جميعاً في تفاقم مشاكل الانسداد.

أنواع الانسداد

١ - انسداد جزئي

يحدث نتيجة لعدم الحيطة أو أخذ التدابير اللازمة لمنع حدوثه مثل استخدام مياه ردئية في عملية الري أو عدم وجود مرشحات عالية الكفاءة لتنقية المياه. يصعب ملاحظته أو تحديد مدى انحسار تصرف المنقطات المتضررة، ويجب قياس التصرف لكل منقط لتحديد المنقطات المتأثرة بالانسداد الجزئي.

٢ - انسداد كلي أو تام

يحدث نتيجة لترسب المواد الصلبة أو بقايا المواد العضوية أو مواد أخرى، وهو يعني عدم خروج مياه من فوهة المنقط أثناء عمل النظام، لذا يمكن ملاحظته بسهولة وتحديد موقعه ثم معالجته.

إن الانسداد الجزئي أو الكلي للمنقطات هي مشكلة مزمنة، إلى جانب كونها المشكلة الأكثر خطورة التي تواجه التشغيل على المدى الطويل. فعدم الاهتمام بخصائص مياه الري المادية والبيولوجية والكيميائية سينتج عنه مشكلات انسداد خطيرة. وعوامل التصميم الأكثر أهمية والتي تؤثر في الانسداد تشمل تصميم المنقط، والترشيح، ونظام المعالجة الكيماوية للماء. وإن تشغيل وصيانة النظام، بما يشمل الغسيل غير الملاءم سيكون لها تأثيرات رئيسة على مشكلات الانسداد. وكذلك فإن سوء التركيب، مثل وضع فوهات المنقطات مواجهة للأسفل، هو أمر يسبب انسدادها.

حماية المنقطات من الانسداد

يمكن حماية المنقطات من الانسداد باتباع ما يلي:

١- الملاحظة الحقلية والفحص الدوري لنظام التنقيط لاكتشاف أي قصور في أداء المنقطات، فالصيانة الجيدة تقتضي تنظيف المرشحات يدوياً وآلياً ومعايتها مرة واحدة على الأقل أسبوعياً.

٢- تركيب المرشحات المناسبة حيث إن مياه الري تحتوي على كثير من الشوائب التي يجب إزالتها قبل أن تصل إلى المنقطات وتسد فوهاتها مسببة عدم انتظام توزيع المياه على النباتات.

٣- غسيل شبكة الأنابيب ويتم ذلك بفتح نهايات الأنابيب الرئيسة وشبه الرئيسة، وينصح بأن تغسل في بداية ونهاية كل موسم.

٤- المعالجة الكيماوية لماء الري، ويعتبر استخدام حوامض الكبريتيك والهيدروكلوريك من الطرق الشائعة لتقليل ترسبات الكيميائية، كما يمكن استخدام حامض الفوسفوريك لمعالجة الماء وكمصدر سماد وتعتبر المعالجة بالكلور إحدى طرق الرئيسة للتحكم في النشاط الجرثومي.

(١ , ١٢ , ١٠) صيانة المرشحات

إن المرشحات تعمل على حجز الشوائب التي تؤدى إلى انسداد فوهات الرشاشات أو المنقطات، ولكن قد يحدث انسداد للمرشحات ذاتها، ويستدل على انسداد المرشح من ملاحظة ضغط التشغيل قبل وبعد المرشح حيث إن الارتفاع المفاجئ في قيمة الضغط قبل المرشح أو حدوث انخفاض فجائي في الضغط بعد المرشح يدل على انسداد المرشح.

ويجب مراعاة النقاط التالية عند إجراء صيانة المرشحات

- قد يكون نظام الترشيح بسيط أو معقد ويتم الغسيل العكسي للمرشحات إما يدويا أو آليا ويتم غسيل المرشح المنخلي يدويا بإخراج المصفاة الشبكية وغسيلها بمياه نظيفة.
- في المرشح القرصي يتم غسيل المرشح يدوياً باستخدام مصدر ماء خارجي وبضغط مرتفع بعد أن يتم فك الحلقات لتكون حرة حول العمود المجمع لها ليسهل غسيل الحلقات.
- أما الغسيل اليدوي فيتم عند وصول فرق الضغط إلى مستوى محدد مسبقا أو على أساس فترات زمنية محددة بناءا على فترات التشغيل ونوعية مياه الري.

• في حالة المرشح الرملي، زيادة معدل التدفق يؤدي إلى خروج الوسط بالكامل من المرشح ويجب على المشغل ضبط معدل التدفق عند الغسيل العكسي.

• استخدام المرشحات المناسبة لنوعية مياه الري يزيد من إنتاجية وجودة المحصول لتأثيرها الإيجابي على انتظامية نظام الري بالتنقيط، ويزيد أيضاً من العمر التشغيلي للنظام.

• فاقد الضاغط داخل المرشح يعتمد على متغيرات عديدة منها نوعية المرشح وفتحات الترشيح وحجم المرشح ومدى الانسداد.

• يفضل استخدام أكثر من نوع من المرشحات لشبكة الري بالتنقيط وعدم الاكتفاء بالمرشحات المنخلية كاستخدام المرشحات الرملية والقرصية بالاضافة للمرشحات المنخلية.

• هناك بعض المناهج الأساسية لتقليل الانسداد في المنقطات، وهي: تحسين تصميم المنقطات، اختيار المنقطات المناسبة أثناء تصميم نظام الري، استخدام مياه ذات نوعية جيدة وعلى الأقل تكون ذات معالجة الأولية، الصيانة الجيدة لإجهزة الترشيح بالنظام، المراقبة وصيانة المنقطات وتنظيفها أو تغيرها عند أي انسداد.

الشروط التي يجب أن تتوفر في اختيار المرشح

١- أن يكون المرشح قادراً على ترشيح كميات كبيرة من المياه تتناسب مع معدلات الري.

٢- أن لا يسبب المرشح فقداً كبيراً في الضاغط أثناء عملية الترشيح.

٣- أن يحتاج إلى صيانة بسيطة غير معقدة وعلى فترات كبيرة من العمل.

٤- أن تكون تكاليفه معقولة.

الغسيل العكسي للمرشحات

الدورة العكسية للغسيل هي العملية التي يتم من خلالها تغيير اتجاه التدفق عكس الاتجاه الاعتيادي خلال المرشح لإزالة الشوائب المتجمعة من نظام الترشيح. وعندما يزيد الانخفاض في الضغط خلال المرشح عن ٧٠ كيلو باسكال فهذا يعني الحاجة إلى غسيل أو تنظيف المرشح. وتتراوح الفترة بين عمليات الغسيل من عدة ساعات إلى عدة أيام، متوقفة على:

• نوعية مياه الري المطلوب ترشيحها.

• نوعية الرمل والحصى المكونة للوسط المسامي للمرشح.

- التصرف المار داخل المرشح لوحدة المساحة السطحية للمرشح.
- سعة خزان المرشح.

الصيانة الوقائية لمعدات الترشيح

- يتم فحص الأجزاء الداخلية للمرشح لاكتشاف أي تلف أو صدأ أو أي علاقة تدل على تدهور في مكوناته المختلفة قد تغلق مسام المرشح نتيجة بقايا الأسمدة المترسبة.
- يجب إذابة السماد بشكل كامل قبل وضعه في خزان التسميد.
- يجب أن تستمر عملية الري بعد انتهاء التسميد بربع ساعة على الأقل لضمان حدوث عملية الغسيل لخزان التسميد والمرشح والأنابيب والمنقطات من أي أثر للسماد، وبذلك نطمئن دائما إلي نظافة شبكة الري من الأملاح أو أية مكونات أخرى قابلة للترسيب.
- يجب غسل خزان الري وتنظيفه بشكل دوري أو كلما دعت الضرورة حيث غالباً ما تتجمع الرواسب أو الشوائب والطحالب بشكل ملحوظ داخل الخزان مما يؤدي في حالة إهمال التنظيف إلى انسداد وحدة التحكم والشبكة.
- يجب غسيل مصفاة المرشح المنخلي من الأوحال البكترية التي تتعلق بها بمبيدات البكتيريا التي تحتوي على الكلور والمركبات الأخرى بوضعها في حوض مائي به كلور خالي من الشوائب بتركيز ١ مجم/ لتر لفترة زمنية من ١٠-٣٠ دقيقة. كما أن وضع كلور في خزان مياه الري يساعد في تقليل تراكم البكتريا على فتحات مصفاة المرشح المنخلي.

التوصيات التي يجب مراعتها لتشغيل وصيانة المرشحات

١- يجب إجراء اختبارات على المرشحات قبل اختيارها لنظام الري بالتنقيط.

٢- يجب اختيار المنقطات ذاتية الغسيل معادلة الضغط عند تصميم نظم الري بالتنقيط.

٣- يجب استخدام مياه ذات جودة عالية نظيفة بقدر الإمكان.

٤- يجب عمل تصفية أولية للمياه قبل استخدامها في نظام الري بالتنقيط.

٥- يجب استعمال المعالجة الكيميائية المناسبة وبحذر شديد.

٦- يجب وجود أكثر من نوع من المرشحات وخاصة الرملي والقرصي بالإضافة إلى المنخلي لضمان تنقية جيدة للمياه وبالتالي عدم انسداد المنقطات.

٧- يجب إجراء تقييم لنظام الري بالتنقيط كل فترة مناسبة للتأكد من مدى انتظامية توزيع المياه والبحث عن أسباب اختلالها إن وجدت.

٨- يجب غسيل وتنظيف المرشحات المنخلية بصفة دورية وفي وقت مناسب قبل انسدادها كلياً.

٩- يجب ملاحظة انسداد المنقطات كلياً واستبدالها إن تعذر تنظيفها.

١٠- يجب المحافظة على ضغوط التشغيل التي صمم النظام عليها.

١١- يجب تركيب مقاييس ضغوط عند أماكن متفرقة في النظام وقبل وبعد كل مرشح.