الفصل الحادي عشر

التشغيل الذاتي لنظم الري بالرش
Automatic Schesuling for Sprinkle Irrigation Systems

(١١,١) مقدمة:

تعـــد عملية التشغيل الآلي من الأمور المعروفة لنظم الري الحديثة رغم أن استخدامها على نطاق واسع لا يزال محدود. وتتم آلية النظام بواسطة أجهزة تعتمد على الحاسب الآلي، ولا تـــتوقف وظيفـــتها على إقفال أو فتح الصمامات بل تتعدى ذلك لتؤدى وظـــائف تحكم كثيرة تشمل: تشغيل نظام الري عند ظروف مختلفة، حقن المخصبات والمواد الكيميائية، غسل المرشحات، تشغيل المضخات، وغيرها. كما تشمل وظائف التحكم الآلي إيقاف النظام عند حصول خلل طارئ أو عند الحاجة إلى الصيانة.

تطـــورت في السنوات الأخيرة طرق تشغيل نظم الري بالرش آلياً بدلاً من الطـــريقة التقلـــيدية التي تعتمد على الأيدي العاملة في تشغيل وإيقاف نظام الري يدوياً. حيث يوجد عدة طرق في تشغيل نظام الري حسب حاجة النباتات إلى مياه الري آلياً بحيث يمكن التحكم الآلي في كمية ووقت الري بواسطة أجهزة الحاسب الآلي وأجهـــزة قياس رطوبة التربة الموجودة بالحقل. وتختلف طرق التشغيل الذاتي حسب الأجهزة الموجودة فقد يوجد طرق تعتمد على قياس رطوبة التربة وحساب كمـــية ووقـــت الري ثم التشغيل يدوياً. وهناك بعض الطرق التي يتم فيها حساب جدولـــة الري ثم التشغيل والإيقاف آليا بدون تدخل الإنسان بواسطة دوائر مغلقة

يتم عن طريقها نقل المعلومات إلى الحاسب الآلي الذي بدوره يقوم بعملية التشغيل والإيقاف لنظام الري آلياً بواسطة برنامج موجود بالحاسب الآلي .

وتتضمن أنظمة التحكم الآلي الحديثة مميزات اختزان وتحليل المعلومات التي تتلقاها مباشرة من الحقل خلال عملية التشغيل مثل معدل التصرف، سرعة الرياح، ضـــغط التشغيل، حجم الماء، رطوبة التربة، درجة الحرارة، كمية الأمطار وغيرها، ويمكن استعمال هذه المعلومات للجدولة المثلى للري.

يوفـــر التشغيل الآلي، بصفة عامة، برنامج مرن للري فيزيد من دقة وكفاءة الري. ورغم أن تكلفة التشغيل الآلي الكامل تعد عالية نسبيا، إلا أن الفوائد المتمثلة في توفير الماء والطاقة والعمالة والتشغيل تبرر هذه التكلفة. وتفيد دراسات الجدوى الاقتصادية حول التشغيل الآلي للنظم الكبيرة أنه يمكن توفير ما بين ١٠٪ و ٣٠٪ مـــن المـــاء وبين ١٥٪ إلى ٣٥٪ من الطاقة. كما لوحظ أن الإنتاج يمكن أن يزيد بمقدار لا يقل عن ٥٪ باستخدام التشغيل الآلي.

(١١,٢) مميزات التشغيل الذاتي: Advantages of Automatic Schesuling

توفـــر أنظمة الري الآلية والنصف آلية احتمالات تشغيل متعددة، فهي قد تحـــتوي على أجهزة تحكم كثيرة تتراوح بين عدادات المياه التي تغلق بعد تصريف حجـــم معين من الماء إلى نظام آلي متكامل يتحكم في تشغيل الري في الحقل. كما توفر أنظمة التحكم الآلي المميزات التالية:

١. التحكم السليم في الكمية المحددة والوقت المناسب للري والتي تنعكس نتائجها على جودة ووفرة الإنتاج وتوفير المياه.
٢. توفير العمالة والنقل وجميع التكاليف التي تتعلق بفتح أو غلق أنابيب الري في الحقل.
٣. يوفـــر مرونة ويلائم التخطيط لبرامج العمل في المزرعة، فلا يحتاج المشغل أو العامل إلى الذهاب إلى الحقل في الليل أو أي وقت غير مناسب مثل نهاية الأسبوع.

٤. عند تصميم المزارع التي تستخدم التحكم الآلي يمكن توفير جزء من تكلفة المشروع حيث تستعمل أنابيب ذات أقطار أصغر ومحطات ضخ ذات قدرة أقل وعدد أقل من الصمامات.

(١١,٣) جدولة الري بالرش بالتحكم الآلي:

Automatic Sprinkler Irrigation Schesuling

تعتبر جدولة الري الآلية من الطرق الحديثة الإستعمال والتي يؤدي تطبيقها إلى توفير الكمية اللازمة من الرطوبة بمنطقة جذور النبات وبكفاءة عالية الأمر الذي يجعل استخدامها مفضلاً تحت ظروف المملكة، حيث يمكن بهذه الطريقة السيطرة على كمية مياه الري المضافة بما يتلائم مع حاجة المحصول لضمان إنتاجية عالية والحد من مقدار الفواقد المائية نتيجة للتبخر والتسرب العميق، فترشيد استخدام مياه الري في الأراضي الزراعية بواسطة الجدولة الآلية توفر المياه التي تفقد نتيجة الإسراف في عملية الري، ومياه الري المتوفرة يمكن إستغلالها لزيادة الرقعة الزراعية على أن يتم اختيار هذه المساحات على أساس مقدرتها الإنتاجية على المدى البعيد وتوصيل مياه الري إليها على أساس أقتصادي.

يعتمد تحديد موعد إضافة مياه الري إلى الحقل وكمية المياه المطلوبة على مدى حاجة النبات للماء. وللتحكم الآلي الدقيق في كمية ووقت الري توجد هناك طرق مختلفة ذات دوائر مغلقة وآلية استرجاع ولكن أكثر طريقتين استخداماً هما:

أ. طريقة مراقبة رطوبة التربة آلياً

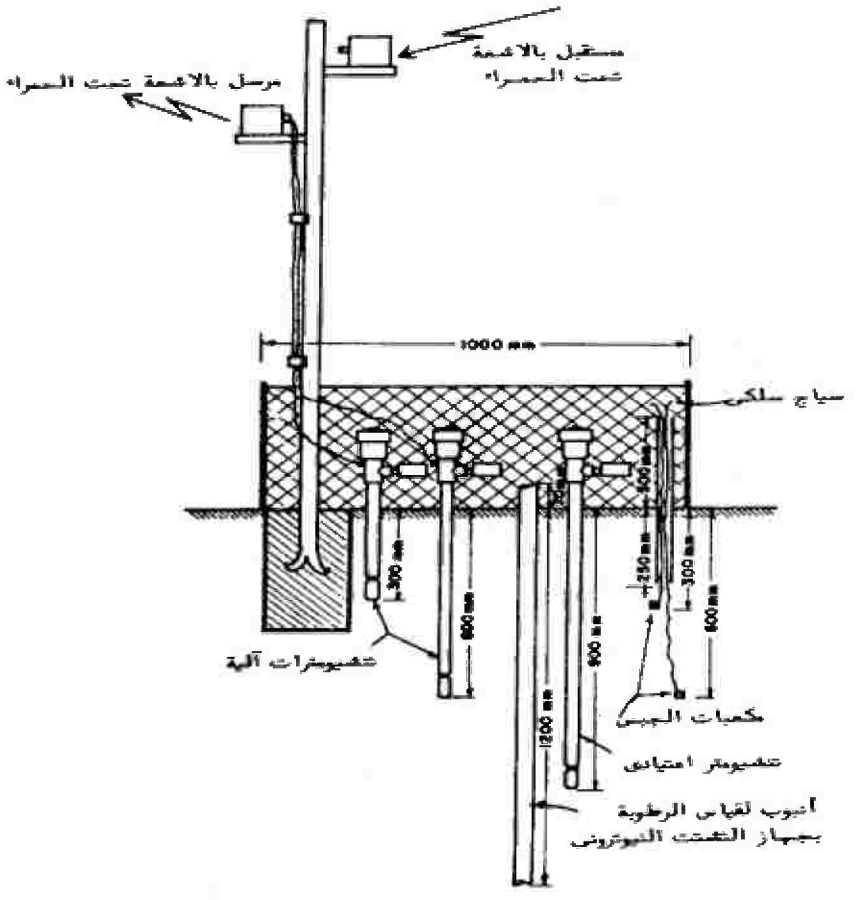
تعتمد هذه الطريقة على مراقبة رطوبة التربة بطريقة آلية مباشرة وعلى فترات مناسبة يتم تحديدها من قبل القائم بعملية الري حسب نوع التربة والنبات. وتستخدم أجهزة قياس أو مجسات مختلفة مثل جهاز تشتت النيوترونات أو التنشيومترات أو المجسات الإليكترونية المختلفة.

وتتكون جدولة الري بالرش بالتحكم الآلي من مجموعة من الأجهزة والبرامج التي تقـــوم بإجراء الجدولة الآلية بناء على الرطوبة الموجودة في التربة عند منطقة جذور النبات والتي تقيسها أجهزة القياس السابق ذكرها. ولبناء مثل هذا النظام فإنه لابد من توفر الآتي، الشكل رقم (١١,١):

١. مجسات الرطوبة.
٢. وحـــدات إرسال عن بعد لقراءات مجسات الرطوبة مثل استخدام الأشعة تحت الحمراء.
٣. وحدة تخزين ومعالجة المعلومات.
٤. البرامج الخاصة بتحليل المعلومات.
٥. وحدة التحكم الآلي.
٦. وحـــدات إســـتقبال عـــن بعد للأوامر التي ترسلها وحدة التحكم الآلي مثل استخدام الأشعة تحت الحمراء.
٧. نظام الري بالرش.

وتـــبدأ عملية الري في هذه الطريقة عندما ينخفض المحتوى الرطوبي في الأجهزة الحساسة للرطوبة عن مستوى محدد لجميع الحقل، ومن ناحية أخرى يمكـــن إيقـــاف الـــري عندما تصل الرطوبة في العمق الجذري من التربة إلى مستوى معين، كالسعة الحقلية. ولا تحتاج الجدولة في هذه الطريقة إلى حساب لتقدير عمق أو زمن الري.

وتعتـــبر مجسات الرطوبة المعروفة بالتنشيومترات أكثر الأجهزة استعمالاً للجدولة الآلية، وتتميز بوجود وحدة صغيرة مثبتة بالجهاز تسمى بمحول الطاقة، حيث تقوم هذه الوحدة بتحويل الشد الرطوبي إلى جهد كهربائي لتسهيل عملية نقل المعلومات من المجس الـــرطوبي إلى الحاسب الآلي أو جهاز التحكم أو إلى الصمام الآلي مباشرة. وتتميز هذه المجسات بالمتانة والسهولة في التركيب والتكلفة المناسبة.



الشكل رقم (١١,١) قطاع يبين أجهزة قياس الرطوبة الأرضية في الحقل.

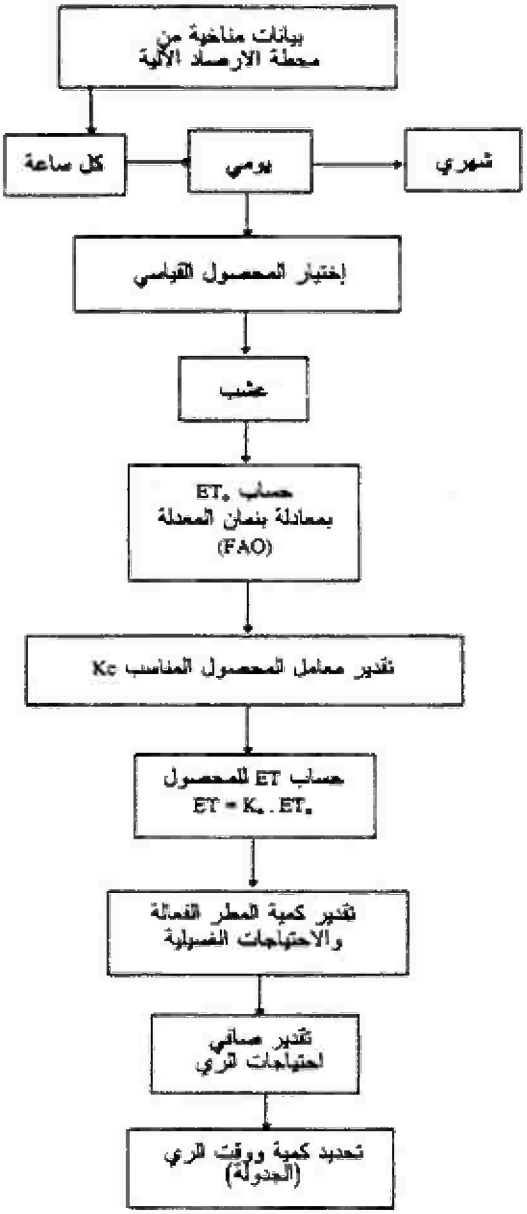
وفي كل الطرق، للتحكم الآلي الكامل يتم وضع الأجهزة الحساسة في التربة وتتصـــل بجهاز حاسب آلي لجمع المعلومات من الحقل وتحليلها، ويتصل الحاسب الآلي بجهاز تحكم يمكن من خلاله فتح أو غلق تيار كهربائي يفتح بدوره صمامات كهربائية تكون في بداية الخطوط الفرعية وتتحكم في كمية الماء أو وقته.

ب. طريقة استخدام محطة الأرصاد الآلية

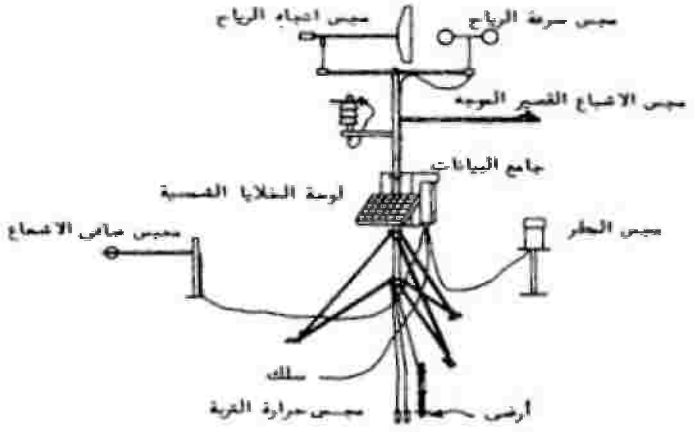
يعتمد هذا النظام على تقدير الأستهلاك المائي للمحصول عن طريق تحليل البيانات المناخية المحلية المسجلة بواسطة محطة أرصاد آلية ثم معالجتها بالحاسب الآلي من خلال برنامج معد خصيصاً لهذا الغرض بما يتلائم مع الظروف الحقلية، والشكل رقم (١١,٢) يبين رسم تخطيطي لخطوات جدولة الري بناءاً على المعلومات المناخية، وللعمل بمثل هذا النظام لابد من توفر الأجهزة التالية:

١. محطة الأرصاد الآلية.
٢. وحدة التخزين ومعالجة المعلومات.
٣. البرامج الخاصة بتحليل المعلومات.
٤. مجسات الرطوبة اليدوية.

تتكون محطة الأرصاد الآلية من مجموعة مجسات حساسة لقياس درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة واتجاه الرياح والإشعاع الشمسي وكمية المطر وجامع بيانات دقيق وموائم وجهاز حاسب آلي . تثبت المحطة في موقع مناسب يمثل طبيعة المنطقة السائدة وتحاط بسياج سلكي لا تقل أبعاده عن ٦ × ٦ متر، وتكون المحطة بعيدة عن أي مؤثرات مثل عملية الري والميكنة الزراعية ، وتتم عملية نقل البيانات عبر أسلاك كهربائية تصل بين جامع البيانات والحاسب الآلي في غرفة التحكم، الشكل رقم (١٣,٣). وتقوم مجسات محطة الأرصاد بقياس العوامل الجوية اللازمة في عملية تقدير البخر – نتح من معادلة بنمان.



الشكل رقم (١١,٢) رسم تخطيطي يوضح جدولة الري باستخدام محطة الأرصاد الآلية.

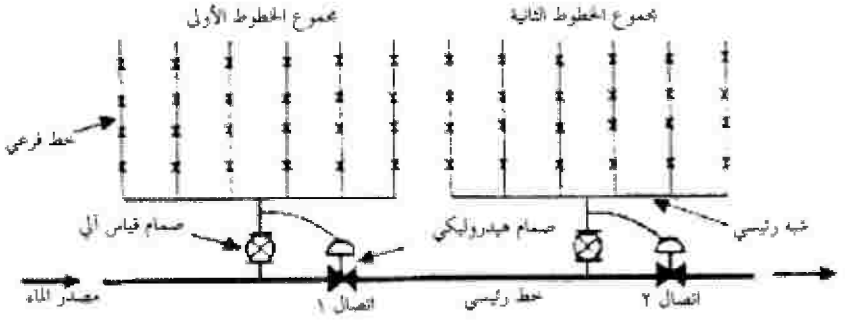


الشكل رقم (١١,٣) أجزاء محطة الأرصاد الآلية.

تقوم محطة الأرصاد الآلية بجمع البيانات باستمرار وتحسب المعدلات لكل ساعة ولكل يوم ثم تقوم بإرسالها يومياً إلى الحاسب الآلي الذي يقوم بدوره بحساب الإستهلاك المائي للمحصول خلال الأربعة والعشرون ساعة السابقة، ويقارن ذلك مع مخزون ماء التربة، فإذا كان مقدار الإستهلاك المائي يساوي أو أكبر من الحد الأدنى المسموح باستنفاذه من التربة فالحاسب الآلي عندئذ يصدر أمر لبدء عملية الري، أما إذا كان مقدار الإستهلاك المائي أقل من الحد الأدنى، فالحاسب الآلي يحتفظ بهذه المعلومات ليضيفها إلى مقدار الإستهلاك المائي لليوم التالي ثم يقارنها في حينه مع مقدار ما استنفذ من التربة مرة أخرى. وتحقق هذه العملية الهدف الأول من الجدولة وهو تحديد وقت الري. كذلك يقوم البرنامج بحساب مجموع ما أستنفذه المحصول من مياه التربة بين كل ريتين متعاقبتين لتقدير كمية المياه اللازم إضافتها للحقل لملء منطقة الجذور، ويقوم البرنامج ببيان المعلومات الخاصة بمقدار الإستهلاك المائي للمحصول والمعلومات المناخية، وبهذا يتحقق الهدف الثاني من الجدولة حيث يتم تحديد كمية مياه الري الواجب إضافتها للمحصول. يأخذ البرنامج بعين الإعتبار العديد من العوامل الحقلية أهمها نوع المحصول وطبيعة التربة وكفاءة نظام الري بالرش المستخدم.

مكونات نظم التحكم الآلي Components of Control Automatic Systems

هناك نظم تحكم نصف آلية وأخرى آلية كاملة وبالتالي تختلف عدد أجهزة التحكم في هذه النظم حسب درجة التشغيل الذاتي في الحقل. ومن أسهل نظم التحكم نصف الآلية هي التي تحتوي على صمامات آلية لقياس كميات المياه المضافة مركبة على الخطوط شبه الرئيسية ويتم التحكم فيها بواسطة صمامات هيدروليكية مركبة على الخط الرئيسي. الشكل الرقم (١١,٤) يوضح طريقة الري في كل مجموعة من الخطوط الفرعية بطريقة تعاقبية. حيث أن هناك صمام لقياس المياه آليًا لكل مجموعة من الخطوط الفرعية يتم توصيله إلى صمام هيدروليكي موجود على الخط الرئيسي بواسطة أنبوب صغير. عندما يتم تشغيل نظام الري ويتم إضافة كميات المياه المحسوبة مسبقًا إلى المجموعة الأولى من الخطوط الفرعية من خلال عداد صمام قياس المياه الأول. يتم غلق الصمام آليًا بعد ذلك يحدث تراكم وزيادة الضغط عند الصمام الهيدروليكي الأول وهذا يؤدي إلى فتح الصمام الهيدروليكي الأول وبالتالي مرور المياه إلى المجموعة الثانية من الخطوط الفرعية من خلال صمام قياس المياه الآلي الثاني، وهكذا تتكرر عملية الري بطريقة تعاقبية وعندما تنهي عملية الري يتم إعداد صمامات قياس المياه مره أخرى للرية القادمة. وبالتالي هذه النظم تحتاج إلى مشغل يتخذ قرارات تتعلق بزمن الري وكميته.



الشكل رقم (١١,٤) رسم تخطيطي لنظام تحكم نصف آلي.

أما بالنسبة لنظم التحكم الآلية الكاملة بعمل جدولة ري آلية ومعرفة متى يتم الري وما هي الكمية المضافة فهي لا تحتاج إلى مشغل ويمكن إنجاز القرارات وإجراء الحسابات بواسطة جهاز الحاسوب الذي يرتبط بمكونات نظام الري. تتم عملية التشغيل أو الإيقاف بإرسال إشارات من الحاسوب إلى المضخة بواسطة أسلاك أو الهاتف أو الأشعة تحت الحمراء أو غيرها. الشكل رقم (١١,٥) يوضح مكونات النظام التحكم الآلي الكامل. ويتكون هذا النظام من الوحدات الأساسية التالية:

١. الوحدات الحقلية:

وهي تشمل الصمامات والمضخات وأجهزة الحقن الكيماوي والعديد من المقاييس مثل عدادات المياه ومقاييس الضغط والرياح وكذلك مجسات الرطوبة. هذه الوحدات تتصل بوحدة التحكم المركزية وبالتالي يتم فتح النظام أو إغلاق أو الحصول على البيانات والمعلومات وخزنها باستمرار.

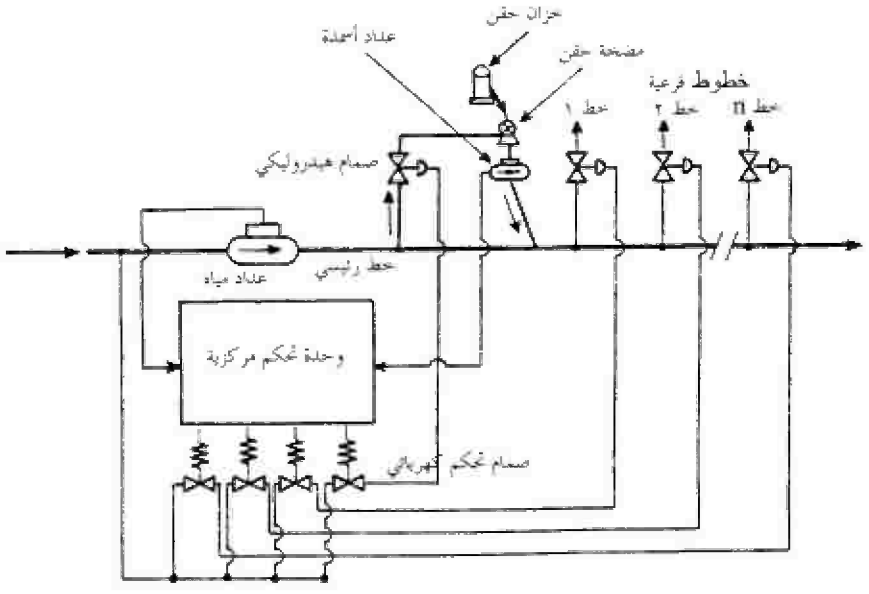
٢. وحدة التحكم المركزية:

وهي تشمل جهاز حاسوب مزود ببرامج حاسوبية تتعلق بجدولة الري وإضافة الكيماويات والمعلومات المناخية وغيرها. كما يمكن لهذه الوحدة طبع المعلومات والبيانات من خلال طابعة للمراجعة أو الخزن.

٣. وحدة الاتصال:

تقوم هذه الوحدة بعملية الاتصال بين الوحدات الحقلية ووحدة التحكم المركزية بواسطة أسلاك كهربائية أو الهاتف أو الراديو أو الأشعة تحت الحمراء.

وللمزيد من المعلومات عن أنواع نظم التحكم الآلي والأجزاء المطلوبة لذلك يمكن الرجوع إلى المرجع رقم (٢). ومن المعلوم أن تكاليف نظام الري بالرش سوف يزداد مع زيادة درجة التحكم في التشغيل ولكن لا يزال استخدام نظم التحكم الآلي محدودًا.



الشكل رقم (١١,٥) رسم تخطيطي لنظام تحكم آلي كامل.

References المراجع

أولاً: المراجع العربية

١) العمود ، أحمد ابراهيم . والفتياني ، فاروق عبد الله ١٩٩١م .
الـــري بالرش – الاجهزة والتطبيق (مترجم). دار المعارف ، جمهورية مصر العربية.

٢) العمود ، أحمد ابراهيم ، ١٤١٩هـ .
نظم الري بالتنقيط. النشر العلمي والمطابع – جامعة الملك سعود.

٣) اسماعيل ، ســـمير محمد. ١٩٨٧م.
تصميم نظم الري الحقلي . جامعة الاسكندرية – جمهورية مصر العربيـــه.

٤) اسماعيل ، ســـمير محمد. ٢٠٠٢م.
نظم الري الحقلي (الطبعة الأولى) - توزيع منشأة المعارف بالاسكندرية - جلال حزي وشركاه.

٥) الفتياني فاروق ، أبو رحيم محمد ، حسن عبد الله وجبران عاطف (١٩٩٩م).
شبكات الري والصرف – التخطيط والتصميم الهندسي. كلية الهندسة – جامعة الأسكندرية.

٦) الفتياني ، فاروق. ومحمد ، فوزي . والغباري ، حسين . ١٩٨٩م.
الري بالرش. مركز خدمة المجتمع والتعليم المستمر – كلية الزراعة – جامعة الملك سعود.

٧) ملفن كي، الغباري حسين محمد. ١٩٩٠م.
طـــريقة تصميم للتحكم في الجريان السطحي من نظام ري بالرش ذو معدل إضـــافة عـــالي. مجلة نظم الري والصرف، مجلد ٤:١٠٩-١١٦ ، هولندا. (باللغة الأنجليزية)

٨) العمود ، احمد ابراهيم . الغباري ، حسين محمد . ١٩٩١م.
الأداء الحقـــلي لإنظمـــة الري المحوري ذات الضغط المنخفض في الظروف الصـــحراوية. المجلة العلمية لكلية الزراعة - جامعة القاهرة ، ٤٢ (١): ١-١٤، (باللغة الأنجليزية).

٩) الغباري، حسين محمد . العمود ، احمد ابراهيم . ١٩٩٢م .
خصائص الأداء لإنواع متعددة من الرشاشات الدوارة المستخدمة محلياً. مجلة جامعة الملك سعود، مجلد ٤، العلوم الزراعية (٢): ١٧٥-١٨٧. (باللغة الأنجليزية).

١٠) الغباري، حسين محمد . ١٩٩٢م.
تـــأثير ارتفاع الرشاش على فواقد التبخر من نظم الري المحوري ذات الضغط المنخفض في المناخ الصحراوي تحت تأثير ارتفاع الرشاش من سطح الأرض. المجلة الزراعية لإدارة المياه ، مجلد ٢٣:٢١-٣٢، هولندا. (باللغة الأنجليزية)

١١) الغباري، حسين محمد . ١٩٩٣م.
فواقـــد التـــبخر وبعـــثرة الرياح من نظام الري بالرش تحت الظروف الحارة والجافة. مجلة جامعة الملك سعود ، مجلد ٥، العلوم الزراعية (٢):١٥٣-١٦٤ . (باللغة الأنجليزية).

١٢) الغباري، حسين محمد. العمود ، احمد ابراهيم. ١٩٩٣م.
إنـــتظام إضـــافة المياه من نظام الري المحوري بالنسبة للسرعة والإتجاه. مجلة الأسكندرية للبحوث الزراعية، جامعة الأسكندرية، مجلد ٣٨ (١):١-١٨، (باللغة الأنجليزية).

١٣) حـــتحوت، حـــلمي. الغباري، حسين محمد. العمود، احمد ابراهيم. ذيب، فوزي سعيد. ١٩٩٤م.
تحلـــيل وتصـــميم الخطوط الفرعية لنظام الري بالرش. مجلة الري والصرف الهندسية، الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين(*ASCE*)، مجلد ١٢٠ (٣): ٥٣٤-٥٤٩، (باللغة الأنجليزية).

١٤) الغباري، حسين محمد . ١٩٩٤م.
تـــأثير ارتفاع حامل وحجم الرشاش على فواقد التبخر وبعثرة الرياح تحت الظـــروف الجافـــة. مجلة جامعة الملك سعود ، مجلد ٦، العلوم الزراعية (٢): ١٩١-٢٠٢، (باللغة الأنجليزية) .

١٥) الغباري، حسين محمد. ١٩٩٤م.
دراســـة حقلـــية لتقييم اداء نظام الري المحوري بالمناطق الجافة. المجلة العلمية لكلـــية الـــزراعة- جامعة القاهرة ، مجلد ٤٥ (٤): ٧٦٥ -٧٨٣، (باللغة الأنجليزية) .

١٦) حـــتحوت، حـــلمي. الغباري، حسين محمد. العمود، أحمد ابراهيم. ذيب، فوزي سعيد. ١٩٩٥م.
تحليل وتصميم خط الرش لنظام الري المحوري. مجلة الإسكندرية الهندسية، كلية الهندسة-جامعة الإسكندرية ، مجلد ٣٤(١): ٤٣-٥٠، (باللغة الإنجليزية).

١٧) الغباري، حسين محمد. ١٩٩٥م.
معامل الإحتكاك لنظم الري بالرش المحوري. مجلة جامعة الملك سعود ، مجلد ٧ ، العلوم الهندسية (١):١٣٩-١٤٩ ، (باللغة الإنجليزية).

١٨) الغباري، حسين محمد. ذيب، فوزي سعيد. ١٤١٦هـ.
دراسة مسحية عن مشكلة التآكل في أنابيب نظام الري المحوري في مزارع المملكة العربـــية الســـعودية. جامعة الملك سعود، كلية الزراعة، مركز البحوث الزراعية، نشرة بحثية رقم (٥٤): ١-٢٥ .

١٩) حـــتحوت، حـــلمي. الغباري، حسين محمد. العمود، احمد ابراهيم. ذيب، فوزي سعيد. ١٩٩٦م.
التصـــميم الإقتصادي والتحليل لإنابيب الري بالرش ذات الأقطار المختلفة. مجلة الهيئة العالمية للري والصرف (*ICID*) كندا، مجلد ٤٥(٢):١٠٩-١٢٤، (باللغة الأنجليزية).
٢٠) العمود، احمد ابراهيم. الغباري، حسين محمد. ١٩٩٦م.
تـــأثير صـــيانة الرشاشـــات على أداء نظام الري المحوري في المملكة العربية الســـعودية. مجلـــة الإمارات للعلوم الزراعية، كلية العلوم الزراعية، جامعة الإمارات العربية المتحدة.
٢١) الغباري، حسين محمد. ١٩٩٦م.
تـــأثير سرعة دوران نظام الري المحوري على فواقد الري بالرش. مجلة جامعة الملك سعود، مجلد ٨، العلوم الزراعية (١):١١١-١٢٣.
٢٢) الغباري، حسين محمد. ١٩٩٩م.
تأثير المسافات بين الرشاشات والخطوط على تأدية نظام الرش التقليدي. مجلة جامعة الملك سعود، مجلد ١١، العلوم الزراعية (١):٤١-٥٦ .
٢٣) الغباري، حسين محمد. الراجحي، عبدالله عبدالمحسن. ١٤٢٢هـ.
تـــأثير خصائص فوهة وحامل الرشاش على توزيع المياه في المناخ الجاف في المملكة. جامعة الملك سعود، مـــركز بحوث كليـــة الزراعة، نشرة بحثية رقم (١٠٩): ٥-٢٥.
٢٤) الغباري، حسين محمد. ١٤٢٤هـ.
انتظامـــية توزيـــع مياه الري فوق وتحت سطح التربة تحت نظام الري بالرش المحـــوري. مجلة الجمعية السعودية للعلوم الزراعية، المجلد الثاني (العدد الثاني)، ٢٠٧-٢٢١.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1) Allen, R.G. 1992. "Sprinkler Irrigation Design". Utah State Univ. Dept. of Bio. and irrig. Eng. Course Notes.

2) Buttermore, G.W. and Eisenhauer, D.E. 1989. Calculation of Chemical Flushing Times in Center Pivot Irrigation Systems. Trans. of the ASAE, Vol. 32 (4): 1193-1196.

3) Churchill, S.W. (1977). Firction - factor equation Spans all fluid - flow regimes. Journal of Chemiceal Enginearing, 7 Nov ; 91- 92.

4) Chu, S.T. and Moe, D.L. (1972). Hydraulics of a Center Pivot System. Trans. of the ASAE, Vol. 15 (5): 894 - 896.

5) Cuenca, R.H. 1989. "Irrigation System Design - An Engeneering Approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. U. S. A.

6) FAO. (1982). " Mechanized Sprinkler Irrigation" .Irrigation and Drainage paper 35. FAO, Rome.

7) Hoffman, G.J. ; Howell, T.A. and Solomon, K.H. 1992. Management of farm Irrigation Systems. Amer. Soc. Agr. Eng.

8) Htohoot, H. ; Abo - Ghobar, H.M. ; Al-Amoud, A.I. and Fawzi, S.M. (1994). Analysis and Design of Sprinkler Irrigation Laterals. ASCE, J. Irrig. Eng. Vol. 120 (3): 534 - 549.

9) James, L.G. 1987. " Principles of Farm Irrigation System Design". John Wiley and Sons, New York . U.S.A.

10) Jensen, M.E. (ED.). 1983. "Design and Operation of Farm Irrigation Systems" . American Society of Agricultural Engineers . St. Joseph, Michigan, U.S.A.

11) Keller, J. and Bliesner, R.D. 1990. "Sprinkle and Trickle Irrigation". Van Nostrand Reinhold, New York NY. U.S.A.

12) Marriam, J.L. and Keller, J. 1978. " Farm Irrigation System Evaluation : A Guide For Management". utah State University, Logan, Utah. U.S.A.

13) Schwab, G.O; Frevert, R.K.; Fangmeier D.D. and W.J. 1993 . Soil and Water Conservation Engineering . Fourth Edition . John Wiley & Sons. U.S.A.

14) Soil Conservation Service (SCS). 1968. National Engineering Handbook. Section 15, chapter 11. Sprinkler irrigation. United States Dept. of Agriculture, U.S.A.

15) Triminer, W.L.; Glough, L.G. and Larson, D. 1992. Chemigation in the Pacific North west. Apacific Northwest Extension Publication, PNW 360.

16) Watkins, J.A. 1986 "Turf Irrigation Manual." chapter 1 . Telsco Publication, U.S.A.

17) Zimmatic Co. " Center Pivot System Design and Equipment Selection".

18) Camp, C. R., Sadler, E. I. and Yader, R. E. (editors) 1966. "Evapotranspiation and Irrigation Secheduling. Proceeding of International Conference", November 3-6, 1996, Texas, U.S.A

19) Keller, J. 1975. Economic Pipe Size Selection Chart, Proceeding of the ASAE, Irrigation and Droinage Div., Utoh, August 13-15, 1975, 109-122.

20) Motar, R. H., Bralts, V. F. and Shayya, W. H. 1991. A Finite Element Model For The Analysis and Optimization of Pipe Network. Trons. ASAE, vol. 34 (2): 393-401.

مسرد الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
Taw	الماء المتاح الكلي	مم
θ_{Fc}	المحتوى الرطوبي الوزني عند السعة الحقلية	٪
θ_{wp}	المحتوى الرطوبي الوزني عند نقطة الذبول الدائمة	٪
Drz	عمق منطقة الجذور	سم
ρ_s	الكثافة الظاهرية للتربة	جم/سم٣
ρ_w	كثافة الماء	جم/سم٣
Mad	نسبة الاستنفاذ المسموح بها	٪
Dn	عمق الماء الصافي الواصل لمنطقة المجموع الجذري بعد الري	مم
Dg	العمق الإجمالي لمياه الري المضافة بواسطة نظام الرش	مم
Ea ، Ei	كفاءة إضافة مياه الري	٪
T_i	زمن الري	ساعة
Q_s	التصرف الكلي لنظام الرش	لتر/ث
A_i	المساحة المروية	هكتار
II	الفترة بين الريات	يوم
ET_c	الاستهلاك المائي اليومي للمحصول	مم/يوم
K_c	معامل المحصول	—
ET_o	الاستهلاك المائي المرجعي	مم/يوم

الرمز	المعنى	الوحدة
I_P	معدل التسرب للتربة بطريقة الغمر عند استخدام الاسطوانة	مم/ساعة
D_p	عمق الماء المتسرب التراكمي بطريقة الغمر	مم
I_{sp}	معدل التسرب تحت نظم الري بالرش	مم/ساعة
D_{sp}	عمق التسرب التراكمي تحت نظم الري بالرش	مم
Q_{sp}	التصرف الخارج من فوهة الرشاش	لتر/دقيقة
Q_s	تصرف نظام الرش	لتر/ث
R_a	معدل الاضافة	مم/ساعة
S_L	المسافة بين الخطوط	متر
S_s	المسافة بين الرشاشات	متر
C_d	معامل التصرف لفوهة الرشاش	—
H_{sp}	الضاغط المائي عند فوهة الرشاش (ضاغط تشغيل الرشاش)	متر
D_w	قطر دائرة البلل	متر
Z_1	ضاغط الوضع عند النقطة ١	متر
$\frac{P_1}{\gamma}$	ضاغط الضغط عند النقطة ١	متر
$\frac{V_1^2}{29}$	ضاغط السرعة عند النقطة ١	متر
V	سرعة السريان للمياه داخل الأنبوب	متر/ث
F	معامل الفتحات	—
S	الميل المنتظم للأنبوب	—
H_f	الضاغط المفقود نتيجة للاحتكاك مع جدران الأنبوب	متر
SHL	خط الضاغط الاستاتيكي	—
EGL	خط انحدار الطاقـــة	—
HGL	خط الانحدار الهيدروليكي	—

الرمز	المعنى	الوحدة
C_{HW}	معامل هيزن ـــ ويليام للاحتكاك	—
F	معامل دارسي — ويسباخ للاحتكاك	—
L	طول الأنبوب	متر
G	عجلة الجاذبية الأرضية	م/ث٢
D	قطر الأنبوب الداخلي	مم
h_L	فاقد الضغط المسموح به في الأنبوب	متر
H_L	الضاغط في بداية الخط الفرعي	متر
H_e	ضاغط الرشاش الأخير في نهاية الخط الفرعي	متر
J_e	انحدار فاقد الاحتكاك لكل ١٠٠ م من طول الأنبوب	متر/١٠٠متر
TSH	الضاغط الاستاتيكي الكلى	متر
TDH	الضاغط الديناميكي الكلى	متر
H_s	ضاغط السحب الاستاتيكي	متر
H_d	ضاغط الطـــرد الاستاتيكي	متر
W_P	القدرة المائية للمضخة	ك.وات
B_P	القدرة الفرملية للمضخة	ك.وات
Ep	كفاءة المضخة	٪
S	أقصى جهد شد تصميمي لمادة الأنبـــوب دون انهيار	كيلو بسكال
PR	أقصى ضغط يمكن مقاومته بواسطة الأنبوب دون انهيار	كيلو بسكال
SDR	نسبة البعد القياسي	–
DR	نسبة البعد	–
T	سمك جدران الأنبوب	مم
d_o	قطر الأنبوب الخارجي	مم

الرمز	المعنى	الوحدة
d_i	قطر الأنبوب الداخلي	مم
PE	أنبوب من البولي ثلين (بلاستيك مرن)	–
PVC	أنبوب من البلاستيك (القاسي)	–
T_f	قوة الدفع الكلية الناتجة	كيلونيوتن
P_o	ضغط التشغيل في الأنبوب	كيلوبسكال
C_T	معامل قوة الدفع	–
S_b	قوة احتمال التربة المستخدمة	كيلوبسكال
A_r	مساحة تحمل الثقل	متر٢
CRF	معامل استرجاع رأس المال	–
T_c	التكاليف الكلية	ريال
F_c	التكاليف الثابتة	ريال
P_c	التكاليف المتغيرة	ريال

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي – إنجليزي

أ

الاحتياجات المائية للري	Water requirements for irrigation
اختيار الرشاشات	Selection of sprinklers
اختيار المضخة	Pump Selection
إدارة حقلية	Field management
أدنى جهد شد تصميمي	Hydrostatic Design Stress (S)
اساسيات في الري	Principles in irrigation
أقصى استهلاك مائي	Peak Consumptive Use
أقصى ضغط يتحمله الأنبوب دون انهيار	Pressure Rating (PR)
أمثلة محلولة	Examples
أنابيب ثابتة	permanent pipes
أنابيب صلبة ومتنقلة	Rigid and portable pipes
أنابيب مرنة ومتنقلة	Flexible and portable pipes

Distribution	انتظامية التوزيع
Radial uniformity	انتظامية على طول خط الرش
Circular uniformity	انتظامية مع اتجاه خط السير
Types of sprinkler	انواع الرشاشات
Types of sprinkler irrigation systems	انواع نظم الري بالرش

ب

Evapotranspiration	البخر نتح
Actual Crop Evapotranspiration	البخر نتح الفعلي للمحصول
Potential Crop Evapotranspiration	البخر نتح المثالي للمحصول
Reference Crop Evapotranspiration	البخر نتح المرجعي للمحصول

ت

Planning	تخطيط
Automatic operating	التشغيل الذاتي
Sprinkler discharge	تصرف الرشاش
Design	تصميم
Design of mainlines	تصميم الخطوط الرئيسية
Design of laterals	تصميم الخطوط الفرعية
Pressure variation	تغير الضغط
Evaluation of sprinkler systems	تقييم نظم الرش
Operating costs	تكاليف التشغيل
Escalation costs	تكاليف التضخم
Fixed costs	التكاليف الثابتة

Energy costs	تكاليف الطاقة
Variable Costs	التكاليف المتغيرة
Water distribution	توزيع المياه
ث	
Discharge constant	ثابت التصرف
Sprinkler constant	ثابت الرشاش
ج	
Economic feasibility	الجدوى الاقتصادية
Surface Run off	الجريان السطحي
ح	
Drop sizes	حجم القطرات
خ	
Hydraulic grade line	خط الانحدار الهيدروليكي
Static head line	خط الضاغط الاستاتيكي
Energy grade line	خط انحدار الطاقة
Mainline	خط رئيسي
Lateral	خط فرعي
ر	
Fertigation	الرسمدة
Sprinkler	رشاشات
Fixed spray nozzles	رشاشات ثابتة
Rotary impact Sprinklers	رشاشات دوارة
Raingun Sprinklers	رشاشات مدفعية

الري بإضافة الكيماويات	Chemigation
ز	
زاوية قطاع البلل	Wetted Sector angle
زمن الرى	Irrigation Time
س	
سريان المياه	Water flow
سريان طبقي	Laminar flow
سريان مضطرب	Turbulent flow
السعة الحقلية	Field Capacity
سماد صناعي	Fertilizer
ش	
الشد الرطوبي للتربة	Soil Moisture Tension
شكل الحقل	Fleid shape
ض	
الضاغط الديناميكي الكلي	Total dynamic head
ضاغط السرعة	Velocity head
ضاغط الضغط	Pressure head
ضغط تشغيل الرشاش	Sprinkler opereting pressure

ط

Water hammer	الطرق المائي

ع

Trench depth	عمق الحفر
Irrigation depth	عمق الري
Gross irrigation depth	عمق الري الأجمالي
Net irrigation depth	عمق الري الصافي

ف

Friction loss	فاقد الاحتكاك
Analysis period	فترة التحليل
Irrigation Interval	الفترة بين الريات
Evaporation losses	فواقد التبخر
Minor losses	الفواقد الثانوية
Miscellieneou losses	فواقد متنوعة

ق

Pump power	قدرة المضخة
Thrust blocks	قواعد خرسانية

ك

Design efficiencies	كفاءات التصميم

Application efficiency	كفاءة الإضافة
Combined efficiency	الكفاءة المركبة
Adequacy of irrigation	كفاية الري

م

Total available water	الماء المتاح الكلي
Readily available water	الماء المتاح بسهولة
Soil Moisture Content	المحتوى الرطوبي للتربة
Energy equation	معادلة الطاقة
Friction coefficient	معامل الاحتكاك
Coefficient efficiency	معامل الانتظامية
Crop coefficient	معامل المحصول
Hazen William coefficient	معامل هيزن – ويليام
Calibration	معايرة
Sprinkler selection criteria	معايير اختيار الرشاشات
Application rate	معدل الاضافة
Soil Infiltration Rate	معدل تسرب التربة
Flow regulator	منظم التصرف
Pressure regulator	منظم الضغط
Chemical materials	مواد كيماوية
ISO	مواصفات المنظمة الدولية

ن

Soil Erosion	نحر التربة
Dimension ratio	نسبة البعد
Standard Dimension Ratio	نسبة البعد القياسي
Lateral move System	نظام الحركة المستقيمة
Injection System	نظام الحقن
Permonent system	نظام ثابت
Center Pivot System	نظام محوري
Raingun System	نظام مدفعي
Hand move system	نظام منقول يدوياً
Conventinal sprinkler systems	نظم الرش التقليدية
Wilting Point	نقطة الذبول
Staggered Pattern	نموذج تعاقبي
Triangular Pattern	نموذج مثلث
Square Pattern	نموذج مربع
Rectangular Pattern	نموذج مستطيل

هـ

Hydraulics	هيدروليكا

ثانياً: إنجليزي – عربي

A

Actual Crop Evapotranspiration	البخر نتح الفعلي للمحصول
Adequacy of irrigation	كفاية الري
Analysis period	فترة التحليل
Application efficiency	كفاءة الإضافة
Application rate	معدل الاضافة
Automatic operating	التشغيل الذاتي

C

Calibration	معايرة
Center Pivot System	نظام محوري
Chemical materials	مواد كيماوية
Chemigation	الري بإضافة الكيماويات
Circular uniformity	انتظامية مع اتجاه خط السير
Coefficient efficiency	معامل الانتظامية
Combined efficiency	الكفاءة المركبة
Conventinal sprinkler systems	نظم الرش التقليدية
Crop coefficient	معامل المحصول

D

Design	تصميم

Design efficiencies	كفاءات التصميم
Design of laterals	تصميم الخطوط الفرعية
Design of mainlines	تصميم الخطوط الرئيسية
Dimension ratio	نسبة البعد
Discharge constant	ثابت التصرف
Distribution	انتظامية التوزيع
Drop sizes	حجم القطرات

E

Economic feasibility	الجدوى الاقتصادية
Energy costs	تكاليف الطاقة
Energy equation	معادلة الطاقة
Energy grade line	خط انحدار الطاقة
Escalation costs	تكاليف التضخم
Evaluation of sprinkler systems	تقييم نظم الرش
Evaporation losses	فواقد التبخر
Evapotranspiration	البخر نتح
Examples	أمثلة محلولة

F

Fertigation	الرسمدة
Fertilizer	سماد صناعي
Field Capacity	السعة الحقلية

Field management	إدارة حقلية
Fixed costs	التكاليف الثابتة
Fixed spray nozzles	رشاشات ثابتة
Fleid shape	شكل الحقل
Flexible and portable pipes	أنابيب مرنة ومتنقلة
Flow regulator	منظم التصرف
Friction coefficient	معامل الاحتكاك
Friction loss	فاقد الاحتكاك

G

Gross irrigation depth	عمق الري الأجمالي

H

Hand move system	نظام منقول يدوياً
Hazen William coefficient	معامل هيزن — ويليام
Hydraulic grade line	خط الانحدار الهيدروليكي
Hydraulics	هيدروليكا
Hydrostatic Design Stress (S)	أدنى جهد شد تصميمي

I

Injection System	نظام الحقن
Irrigation depth	عمق الري
Irrigation Interval	الفترة بين الريات
Irrigation Time	زمن الرى

ISO	مواصفات المنظمة الدولية
L	
Laminar flow	سريان طبقي
Lateral	خط فرعي
Lateral move System	نظام الحركة المستقيمة
M	
Mainline	خط رئيسي
Minor losses	القواقد الثانوية
Miscelleneou losses	فواقد متنوعة
N	
Net irrigation depth	عمق الري الصافي
O	
Operating costs	تكاليف التشغيل
P	
Peak Consumptive Use	أقصى استهلاك مائي
permanent pipes	أنابيب ثابتة
Permonent system	نظام ثابت
Planning	تخطيط
Potential Crop Evapotranspiration	البخر نتح المثالي للمحصول
Pressure head	ضاغط الضغط
Pressure Rating (PR)	أقصى ضغط يتحمله الأنبوب دون انهيار
Pressure regulator	منظم الضغط
Pressure variation	تغير الضغط

Principles in irrigation	اساسيات في الري
Pump power	قدرة المضخة
Pump Selection	اختيار المضخة

R

Radial uniformity	انتظامية على طول خط الرش
Raingun Sprinklers	رشاشات مدفعية
Raingun System	نظام مدفعي
Readily available water	الماء المتاح بسهولة
Rectangular Pattern	نموذج مستطيل
Reference Crop Evapotranspiration	البخر نتح المرجعي للمحصول
Rigid and portable pipes	أنابيب صلبة ومتنقلة
Rotary impact Sprinklers	رشاشات دوارة

S

Selection of sprinklers	اختيار الرشاشات
Soil Erosion	نحر التربة
Soil Infiltration Rate	معدل تسرب التربة
Soil Moisture Content	المحتوى الرطوبي للتربة
Soil Moisture Tension	الشد الرطوبي للتربة
Sprinkler	رشاشات
Sprinkler constant	ثابت الرشاش
Sprinkler discharge	تصرف الرشاش

Sprinkler opereting pressure	ضغط تشغيل الرشاش
Sprinkler selection criteria	معايير اختيار الرشاشات
Square Pattern	نموذج مربع
Staggered Pattern	نموذج تعاقبي
Standard Dimension Ratio	نسبة البعد القياسي
Static head line	خط الضاغط الاستاتيكي
Surface Run off	الجريان السطحي

T

Thrust blocks	قواعد خرسانية
Total available water	الماء المتاح الكلي
Total dynamic head	الضاغط الديناميكي الكلي
Trench depth	عمق الحفر
Triangular Pattern	نموذج مثلث
Turbulent flow	سريان مضطرب
Types of sprinkler	انواع الرشاشات
Types of sprinkler irrigation systems	انواع نظم الري بالرش

V

Variable Costs	التكاليف المتغيرة
Velocity head	ضاغط السرعة

W

Water distribution	توزيع المياه

Water flow	سريان المياه
Water hammer	الطرق المائي
Water requirements for irrigation	الاحتياجات المائية للري
Wetted Sector angle	زاوية قطاع البلل
Wilting Point	نقطة الذبول

كشاف الموضوعات

أ

الاحتياجات المائية الكلية ٢١

اختيار الأنبوب الاقتصادي ٤٦٥

اختيار الرشاش المدفعي ٨٣، ٣٩٦، ٤٠٢

اختيار الرشاشات ٦٧، ٧٣، ١٠٨، ٣١٢

اختيار الطاقة للمضخة ٢١٠، ٣٣٢

اختيار مضخة النظام المحوري ٣٢٤، ٣٣١

اختيار نظام الرش المناسب ٦٤

الإدارة الحقلية للكيماويات ٤٣٤

ارتفاع الرشاش عن سطح الأرض ١٠٨

الاستهلاك المائي للنبات ١٨، ٢١

أقصى معدلات اضافة ٧٣

آلية الدفع للنظام المحوري ٢٧٣

أنابيب الري بالرش ٤٥، ٤٤٥، ٤٦٠

انتظامية التوزيع ٢٣٢، ٣٣٤

انتظامية النظام ٢٣٥، ٢٤٥، ٣٣٤

أنواع الرشاشات ٧٣

أنواع أنابيب الري بالرش ٤٤٥

أنواع نظم الري بالرش ٤٦

أهمية التحليل الهيدروليكي ١١٨

ب

البخر نتح للمحصول ١٩، ٢١
البخر نتح الفعلي للمحصول ٢٢
البخر نتح المثالي للمحصول ٢٢
البخر نتح المرجعي للمحصول ٢٣

ت

تآكل فوهة الرشاش ١٠٥
تخطـــيط الخطوط الفرعية والرئيسية ١٧٠
تخطيط نظم الرش التقليدية ١٦٠
تدفق المياه في الأنابيب ١٢٠
ترتيب الرشاشات ٨٧، ٢٨١
تركيب أنابيب الري ٤٦٠
التشغيل الذاتي لنظم الري ٤٨٣
تصرف الرشاش ٦٨ ، ٢٣١، ٣٠٢
تصميم الخط الرئيسي ٢٠١
تصميم الخطوط الفرعية ١٧٣
تصميم خط فرعي بقطرين ١٩٢
تصميم نظام الحركة المستقيمة ٣٨١
تصـــميم نظام الري المحوري ٢٩٢-٣١٤
تصميم نظام الري المدفعية ٤٠٥
تصـــميم نظم الرش التقليدية ١٥٧، ١٦٢، ١٦٩
تغـــير الضغط على خط الرشاشات ١٠٣، ١٧٤
تغيير مواقع الخطوط الفرعية ١٠٦
تقييم أداء نظام الري المحوري ٣٣٤
تقييم توزيع المياه رياضياً ٢٤٠
تقييم نظم الرش التقليدية ٢٢٩
تكاليف الأنابيب ٤٦٤
تكاليف التضخم ٤٧٧
التكاليف الثابتة ٤٧٢
التكاليف المتغيرة ٤٧٥
تكاليف نظام الرش ٤٦٦
توزيـــع الضغط بخط الرش المحوري ٣٢٩
توزيع الضغط في أنابيب الرش ١٢٩

توزيـــع مـــياه الرشاشات ٧٦، ٨٠، ١٠١
توصيل الأنابيب ١٣٤

ث

ثابت الرشاش ٦٩ ، ٣١١

ج

جدولة الري ٢، ٤٨٥
الجـــدوى الاقتصـــادية لنظام الرش ٤٧٠
جهاز التنشيوميتر ٤
جهاز النيترونات ٥
جهاز نطاق الانعكاس الزمني ٦
جهد الشد التصميمي ٤٥٠

ح

الاحتـــياطات البيـــئة في حقن السماد ٤٤٠
الاحتـــياطات الشخصية في حقن السماد ٤٣٩
حجم القطرات ٧٩

خ

خصائص الرشاش ٩٥
الخصائص الفيزيائية للتربة ٩
خط الانحدار الهيدروليكي ١٣٠
خط الضاغط الاستاتيكي ١٣٠
خط انحدار الطاقة ١٣٠
خط رئيسي ٤٤
خط فرعي ٤٥
خطـــوات تصـــميم نظم الرش التقليدية ١٥٧

ر

الرسمدة ٤٢٩
الرشـــاش المدفعي بنهاية النظام المحوري ٣١٤
الرشاش ذو التربين المائي ٨٦
الرشاش ذو الذراع المتأرجح ٨٣
الرشاشات الثابتة ٧٩
الرشاشات الدوارة ٧٤
الرشاشات القفازة ٨٢
الرشاشـــات المدفعـــية ٨٣ ، ٣١٤ ، ٣٩٦

رطوبة التربة ٤، ٦
ري الأركـــان في نظـــام الري المحوري ٢٨٥
الـــري بإضـــافة الكيماويات ٤١٧، ٤٢٩

ز

زاوية القذف ٦٨ ، ٤٠٣
زاوية قطاع البلل ٣١٤
زمن الري ١٤، ٣٨٣

د

درجة تحمل الضغط ٤٥٠
الدعـــائم المســـاندة للأنابيب ٤٦١، ٤٦٤
دفن الأنابيب ٤٦٣
دوران الرشاش الدوار ٧٥
دوران خط الرش المحوري ٢٧٤

س

ســـرعة جهاز الري ٢٧٧، ٢٩٩، ٣٨٨، ٣٩٨
السعة الحقلية ٨
السماد الصناعي ٤٣٣

ش

الشد الرطوبي للتربة ٦
شكل البلل ٧٤، ٧٨، ٨٥، ٢٨٣

ص

صمامات شبكة الري ١٤٢، ٤٥٦
صيانة نظام الحقن ٤٣٧

ض

الضاغط الاستاتيكي الكلي ٢٠٨
الضاغط الديناميكي الكلي ٢٠٦
ضاغط السرعة ١٢٠ ، ١٢٣
ضاغط الضغط ١١٩ ، ١٢٣
ضاغط الوضع ١٢٣
ضغط تشغيل الرشاش ١٠١، ٢٣٠
ضـــغط تشـــغيل نظام الحركة المستقيمة ٣٩٠
ضـــغط تشـــغيل نظام الري المحوري ٣٢٤
الضغط في أنابيب الرش ١٢٤ ، ١٣٨
الضغط في بداية الخط الفرعي ١٨٤

ط

طاقة تشغيل النظام المحوري ٣٣٢
الطرق المائي ١٣٩
طرق إيجاد فاقد الاحتكاك ١٧٥
طريقة الدوران ٧٥، ٢٧٤

ع

عرض المسار للنظام المدفعي ٣٩٧
العلاقة بين الضغط والضاغط ١١٩
العمق الإجمالي لمياه الري ١٢
عمق الجذور ١٥
عمق الحفر ٤٦٠
عمق الري الصافي ١١
عمق الماء المضاف ٢٤٢
عناصـــر التشـــغيل للنظام المحوري ٢٧٦
عيوب الري بالرش ٤٢
عيوب نظام الري المحوري ٢٧٠

ف

فـــاقد الاحتكاك في الأنابيب ١٢٥، ١٣٢، ١٩٥
فـــاقد الاحـــتكاك في النظام المدفعي ٤٠٥
فـــاقد الاحتكاك في خط الرش المحوري ٣١٧
فاقد الميل ١٢٨
فترة التحليل ٤٧٣
الفترة بين الريات ١٥
فواقـــد الاحـــتكاك في الخط الرئيسي ١٣٦
فواقـــد الاحـــتكاك في الخط الفرعي ١٣٦، ١٧٥، ١٩٥
فواقد التبخر ٢٣٨ ، ٣٤٠
الفواقد الثانوية ١٢٧
فواقد الطاقة ١٢٤
فواقد متنوعة ٢٠٨

ق

قدرة المضخة ٢٠٩
قطر الخط الرئيسي ٢٠٤
قطر الخط الفرعي ١٩٠
قطر دائرة البلل ٦٣، ٣١٠، ٤٠٠
قواعد خرسانية ٤٦٠
قواعد عامة في التخطيط ١٦٠

ك

كفاءات التصميم ٢٤٨

كفـــاءة إضـــافة المياه ٢٣٧ ، ٢٤٥ ، ٣٣٨

الكفاءة المركبة ٢٥٦

كفاية الري ٢٤٥ ، ٢٥١

م

التقليدية ١٥٥

الماء الكلي المتاح ٩

الماء المتاح بسهولة ١١

المحتوى الرطوبي للتربة ٤، ٨

مراحل تخطيط وتصمي نظم الرش

المسافة بين الخطوط ٩٣، ١٠٠

المســـافة بين الرشاشات ٩٣، ١٠٠، ١٠٥

المســـافة بـــين المسارات للنظام المدفعي ٣٩٧

معادلة الاستمرارية ١٢٢

معادلة الطاقة ١٢٢

معادلة بلاني كريدل ٢٧

معادلة بنمان — مونتيث ٢٨

معادلة بنمان المعدلة ٢٧

معادلة حوض البحر ٢٧

معادلة دارسي وايسباخ ١٣٢

معادلة هيزن — ويليام ١٣٣

معامل الاحتكاك ١٣٢

معامل الانتظامية ٢٣٢، ٣٣٤

معامل التصرف ٦٩

معامل الفاقد ١٤٦

معامل الفتحات ١٣٦

معامل المحصول ٢٣

معامل المقاومة ٤٥٧

معامل قوة الدفع ٤٦٢

معايرة نظم حقن السماد ٤٢٢

معايير اختيار الرشاشات ٦٧، ٤٠٢

معـــدل الإضافة ٧١، ٢٣١، ٢٧٩، ٣١٧، ٣٨٧، ٤٠٣

معـــدل تســـرب التربة ٢٩ ، ٧١، ٢٨٨

معدل حقن الكيماويات ٤٢٥

مكونات نظام الري بالرش ٤٣

ملحقات الانابيب ٤٨، ٤٥٤

مميزات الري بالرش ٤١
منظم التصرف ١٤٤
منظم الضغط ١٤٤
المواد الكيماوية ٤١٩
مواصفات الرشاش ٧٠، ٩٦
مواصفات المنظمة الدولية ٤٤٨
مواصـــفات أنابيب الري بالرش ٤٤٥، ٤٤٨
مواصفات ملحقات الأنابيب ٤٥٥
مواقـــع الـــبداية والنهاية للنظام المدفعي ٤٠١
موقـــع أقـــل ضغط في الخط الفرعي ١٨٩

ن

نسبة الاستنفاذ ١١
نسبة البعد القياسي ٤٥١
النظام الثابت ٥٠
نظام الحركة المستقيمة ٦٢، ٣٧٩
نظام الحقن ٤٢٤
نظام الرش المحوري ٦٠ ، ٢٦٧
نظـــام الري المحمول على عجل ٥٢ ، ٥٤
نظـــام الري المحوري وأشجار الفاكهة ٣٤٣
نظـــام الـــري المحوري والري بالتنقيط ٣٥١
النظام المنقول يدوياً ٤٦
النظام نصف الثابت ٥١
نظم التحكم الآلي ٤٩١
نظم الرش التقليدية ٤٦
نظم الرش المدفعية ٥٥ ، ٣٩٦
نقطة الذبول ٩
نماذج ترتيب الرشاشات ٨٧
النموذج الانزلاقي ٩٢
النموذج التعاقبي ٩١
النموذج المثلث ٨٩
النموذج المربع ٨٧
النموذج المستطيل ٨٨

هـ

هيدروليـــكا نظام الحركة المستقيمة ٣٨٩
هيدروليكا نظم الرش التقليدية ١١٨

نبذة عن المؤلف

الأستاذ الدكتور حسين بن محمد الغباري

أستاذ هندسة نظم المياه والري - قسم هندسة النظم الحيوية ومياه الري

كلية علوم الأغذية والزراعة — جامعة الملك سعود، الرياض

- ولد عام ١٣٧٨هـ (١٩٥٩م) في منطقة نجران بالمملكة العربية السعودية.
- أكمل تعليمه الأبتدائي والمتوسط والثانوي في منطقة نجران.
- حصل على درجة البكالوريس في الهندسة الزراعية من كلية الزراعة- جامعة الملك سعود في عام ١٤٠٠هـ (١٩٨٠م).
- حصل على الماجستير في هندسة الري من جامعة كرانفيلد- سلسو بالمملكة المتحدة عام ١٤٠٥هـ (١٩٨٤م).
- حصل على الدكتوراة في هندسة الري من جامعة كرانفيلد- سلسو بالمملكة المتحدة عام ١٤٠٨هـ (١٩٨٨م).
- قام المؤلف بتدريس المناهج المتعلقة بهندسة نظم المياه والري لطلاب البكالوريس والماجستير لطلاب القسم مثل: أسس الري والصرف، تخطيط وتصميم شبكات الري، نظم الري بالرش والتنقيط، مصادر مياه الري الحقلي ونظم الري بالرش المتقدم. بالإضافة الى الأشراف على رسائل الماجستير لبعض طلبة الدراسات العليا بالقسم.

- له العديد من الخبرات في تصميم وتقييم وإدارة نظم الري بالرش والتنقيط، ترشـــيد وإدارة مـــياه الري، الاحتياجات المائية للمحاصيل، تطوير برامج حاســـوبية في جدولة وترشيد مياه الري، وتم نشر العديد من الأبحاث في هـــذه المجالات في أكثر من أربعين ورقة علمية محكمة من خلال المجلات العلمية المتخصصة.
- شـــارك في العديـــد من المؤتمرات والندوات والحلقات الدراسية في داخل وخارج المملكة
- عضو الجمعية السعودية للعلوم الزراعية وجمعية علوم وتقنية المياه.
- قـــام المؤلف بالإشراف كباحث رئيس أو باحث مشارك على مجموعة من الأبحاث العلمية الممولة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.
- شارك المؤلف في ترجمة كتاب تصميم نظم الري : المنظور الهندسي.
- للمؤلف العديد من المذكرات والتقارير والنشرات الإرشادية في مجال نظم الري بالرش وترشيد وإدارة مياه الري وغيرها.
- يقـــوم المؤلـــف حاليًا بتأليف كتاب " الدليل العملي لنظم الري بالرش " الذي سيصدر قريبًا بمشيئة الله.