الفصل الثاني عشر

اقتصاديات نظم الري

(١٢,١) مقدمة

دراسة اقتصاديات نظم الري تعني دراسة الجدوى الاقتصادية للنظام، ويتأتى ذلك بحساب التكاليف الكلية للنظام ومقارنتها بالعائد الكلي من النظام. وتتم المفاضلة بين أي نظام للري بالرش أو التنقيط حيث ملائمة النظام ومدى كفاءته والانتظامية التي يحققها بالإضافة إلى التكلفة الكلية للنظام وهي تشمل التكاليف الأولية للإنشاء وتسمى التكاليف الثابتة وتكاليف التشغيل والصيانة خلال عمر المشروع وتسمى التكاليف المتغيرة. ويجب ملاحظة أن التكاليف الثابتة (تكاليف الشراء والإنشاء) غالباً ما تقل عن ثلث التكاليف الكلية لنظام الري.

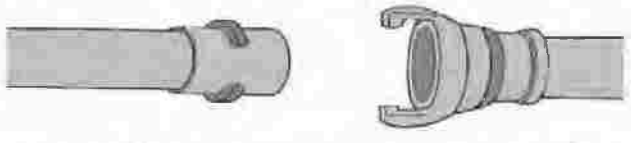
(١٢,٢) مواصفات الأنابيب

وضعت مواصفات قياسية ثابتة لمواد الأنابيب لكي يستطيع المهندسين اختيار المادة المناسبة للتطبيق المطلوب والوثوق في مقدرة الأنبوب بأن يحقق الغرض المتوقع منه. وضعت هـذه المواصفات بحيث تتناسب أبعاد الأنابيب ونوع المادة مع قوتها ومقدرتها في مقاومة الأثقال. إن مواد أنابيب اللدائن البلاستيكية الشائعة هي بولي فنيل كلوريد (PVC) وهي من البلاستيك القاسي، والبولي ايثلين (PE) وهي من البلاستيك المرن أو اللين. وتستخدم هذه المواد في مجموعة واسعة من التطبيقات في نظم الري في جميع أنحاء العالم بسبب سهولة تصنيع الأنابيب منها. والمواصفات المذكـورة في هذا الجزء تطبق خاصة على أنابيب اللدائن البلاستيكية. بينما الأنواع الأخـرى من مواد الأنابيب مثل الحديد الصلب أو الألمنيوم لها مواصفات مشابهة يمكن الحصول عليها من مراجع أخرى مثل مواصفات جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية.

(١ , ٢ , ١٢) أنواع أنابيب الري بالرش والتنقيط

هناك أنواع كثيرة من الأنابيب تستخدم في شبكات الري بالرش والري بالتنقيط سواء كأنابيب رئيسة أو شبه رئيسة أو فرعية، ولكن هناك ثلاثة أنواع رئيسة تستخدم في نظم الري بالرش (الشكل رقم ١ , ١٢) هي:

أنبوب مرن من البولي اثلين ويستخدم مع نظم الري بالتنقيط



أنبوب قاسي من الألمنيوم ويستخدم مع نظم الري بالرش المتنقلة

أنبوب قاسي من البلاستيك أو الصلب أو الاسبستوس ويستخدم مع نظم الري بالرش والتنقيط

الشكل رقم (١ , ١٢). أنواع أنابيب الري.

١- أنابيب مرنة ثابتة

هذه الأنابيب تصنع من البلاستيك المرن (البولي اثلين) وتتميز بخفة وزنها وإمكانية ثنيها أو لفها، وكذلك يمكن دفنها تحت سطح الأرض مما جعلها الآن تستخدم بكثرة في نظم الري خاصة مع نظم الري بالتنقيط.

ويمكن الحصول على أنابيب البلاستيك المرن لمدى واسع من ضغوط التشغيل القصوى وكذلك أقطار مختلفة. وليس هناك أدوات لتوصيل هذه الأنابيب كما هو الحال مع أنابيب الألمنيوم، لذلك لا تستخدم مع نظام الرش المتنقل ولكن يمكن أن تستخدم مع النظام الثابت. ويتم إتصال الأنابيب عن طريق تركيبات داخلية مما يؤدي إلى انخفاض القطر عند نقاط الاتصال وبالتالي لا تستخدم بكثرة مع النظام المتنقل.

ويراعى عند دفن هذه الأنابيب تحت سطح الأرض أن تكون على عمق يتراوح من ٤٦-٧٦ سم وذلك لحماية الأنابيب من تأثير مرور المركبات والآليات الزراعية عليها، ولكن ليس بالعمق الذي يضيف ثقل زائد من التربة على الأنابيب.

٢- أنابيب صلبة ومتنقلة

تتميز هذه الأنابيب بأنها صلبة غير قابلة للانثناء وكذلك خفيفة الوزن حتى يمكن نقلها من مكان إلى آخر. أكثر الأنواع استخداما هي الأنابيب المصنوعة من الألمنيوم وتستخدم بكثرة في نظام الري بالرش المتنقل. وتوضع هذه الأنابيب فوق سطح الأرض وتوجد بأقطار مختلفة تتراوح من ٥١-٢٥٤ مم (٢-١٠ بوصة) وبأطوال مختلفة. وتصنع نهايات هذه الأنابيب بحيث يمكن وصلها ببعضها بسهولة بواسطة حلقات وشبكات ميكانيكية ذات خطاف بعمل وصلة قوية كما هو موضح بالشكل رقم (١ , ١٢). وأقصى ضغط تشغيل مسموح به لأنابيب الألمنيوم حوالي ١٠٠٠ كيلوبسكال (١٥٠ رطل/ بوصة٢).

٣- أنابيب صلبة ثابتة

الأنابيب الثابتة تستخدم فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض، هذه الأنابيب قد تكون من البلاستيك القاسي (PVC) أو الصلب المجلفن (Galvanized Steel) أو من النحاس (Copper) أو من أسمنت الأسبستوس (Asbestos Cement).

ومن مميزات هذه الأنابيب تحملها للضغوط المختلفة. ولكن من عيوبها هو تعرضها للتآكل والصدأ وخاصة الصلب المجلفن. وكذلك ثقل وزنها وعدم نقلها بسهولة.

ومن الأخطاء الشائعة في نظم الري استعمال أنابيب ذات أقطار أصغر من المطلوب، وهذا لمجرد رخص ثمنها عن الأنابيب ذات الأقطار الأكبر، ولا يوجد اهتمام كاف لتقدير الفواقد الكبيرة التي تحدث في الضغط. وتظهر نتائج مثل هذا الخطأ عندما لا يتوفر الضغط اللازم لتشغيل الرشاشات أو المنقطات بكفاءة. علاوة على ذلك فإن استخدام أنابيب صغيرة القطر لا يترك مجالا في المستقبل لزيادة سعة النظام المستعمل وقد تحدث مشاكل إضافية نتيجة تزايد خشونة جدران الأنبوب مع الزمن.

وللوصول إلى الضغط المطلوب في مثل الحالات السابقة لابد من استخدام مضخات أكبر لتناسب الزيادة الكبيرة في الفواقد، ولايقتصر الأمر على تكلفة شراء مضخات جديدة فقط بل ستكون هناك أيضا تكلفة زائدة للوقود المطلوب للحصول على ضغط مرتفع عند المضخة.

كذلك لابد أن تكون أنابيب الري المستخدمة ذات قوة كافية لتتحمل ضغوط التشغيل والطرق المائي المتوقعة أثناء تشغيل نظام الري. كذلك تكون ذات عمر أو مدة استخدام تساوي أو تزيد عن أعمار أجزاء شبكة الري الأخرى. فمثلاً الأنابيب المدفونة لابد أن تقاوم الأوزان الزائدة مثل وجود الآت زراعية أثناء خدمة المزرعة، بينما الأنابيب المتنقلة يجب أن تكون خفيفة الوزن ومقاومة للتآكل وعوامل التعرية. لذلك لابد من اعتبار العامل الاقتصادي عند اختيار نوع مادة الأنبوب والقطر ونوع نظام الري.

(١٢ , ٢ , ٢) مواصفات الأنابيب القياسية

هناك مواصفات قياسية سعودية والتي تعتمد على المواصفات القياسية العالمية (ISO). هذه المواصفات معروفة دولياً يتم اتباعها من قِبل المهندسين عند اختيار الأنابيب المستخدمة في نظم الري. وتعتمد هذه المواصفات على نوع مادة الأنبوب وقدرتها على تحمل الضغوط الناتجة من سريان المياه أثناء تشغيل نظام الري وكذلك أبعاد الأنبوب (مثل قطر الأنبوب وسمك جدرانه). أكثر هذه المواصفات القياسية استخداماً هي مواصفات جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية (ASAE) ومواصفات المنظمة الدولية (ISO).

وتختلف هذه المواصفات حسب نوع مادة الأنبوب، فمثلاً هناك مواصفات الأنابيب البلاستيكية المستخدمة مع نظم الري والتي انتشر استخدامها في السنوات الأخيرة، بالإضافة إلى مواصفات أنابيب الصلب والأنواع الأخرى من الأنابيب.

ونظراً لأهمية الأنابيب البلاستيكية وزيادة استخداماتها مع نظم الري المختلفة سوف نذكر النقاط الأساسية لهذه المواصفات التي قد تساعد المهندس الزراعي عند اختيار الأنبوب أثناء تصميم نظام الري.

مواصفات الأنابيب البلاستيكية

انتشر استخدام هذا النوع من الأنابيب وذلك لخفة وزنها وإمكانية دفنها تحت سطح الأرض، بالإضافة إلى أن تكاليف الشراء أقل بالمقارنة بأنابيب الصلب. والمواد التي تصنع منها هذه الأنابيب هي PVC، PE، ABS. إن معظم أنابيب البلاستيك مقاومة للتآكل بسبب الأملاح والمواد المضافة مع مياه الري. وهناك عيب رئيس لهذا النوع من الأنابيب هو التمدد والانكماش بسبب تغيرات درجة الحرارة وكذلك انخفاض القوة الميكانيكية لهذه الأنابيب. ويمكن تقسيم هذه الأنابيب حسب الضغط المسموح به لمادة الأنبوب ومقدرتها على مقاومة الضغط الناتج من سريان المياه إلى الآتي:

• أنابيب ذات ضغط منخفض: أقطارها تتراوح من ١١٤ مم إلى ٦٣٠ مم (٤ إلى ٢٤ بوصة)، بينما الضغط المسموح به على جدران الأنبوب لايتجاوز ٥٤٥ كيلوبسكال (٧٩ رطل/ بوصة٢).

• أنابيب ذات ضغط عالي: أقطارها تتراوح من ١٣ مم إلى ٧١٠ مم (٥ , ٠ إلى ٢٨ بوصة)، بينما الضغط الداخلي المسموح به على جدران الأنبوب من ٥٥٠ إلى ٢١٧٠ كيلوبسكال (٨٠ – ٣١٥ رطل/ بوصة٢) شاملاً الطرق المائي. والطرق المائي يحدث بسبب التغيرات الفجائية في سرعة السريان مما ينتج عنه تغيرات فجائية وسريعة في الضغط.

والأنابيب البلاستيكية ذات الضغط العالي هي الأكثر استخداماً مع نظم الري بالرش ولابد من وجود المعايير التالية لهذه الأنابيب عند اختيار الأنبوب المناسب وهي كالتالي:

١- أن يكون الأنبوب ذو ضغط تشغيل وسرعة سريان يفي باحتياجات التصميم بدون حدوث انهيار للأنبوب. وكعامل أمان مقابل ضغط الاندفاع أو الطرق المائي. وكذلك يجب أن لا يتجاوز ضغط التشغيل ٧٢٪ من الضغط المصنف للأنبوب، كما يجب أن لا تتعدى سرعة السريان التصميمية عند سعة النظام ٥ , ١ م/ ث.

٢- يجب أن تكون سعة الأنبوب كافية لإيصال حجم الماء المطلوب.

٣- أن تكون فواقد الاحتكاك لاتقل عن تلك المحسوبة بمعادلة هيزن – ويليام.

٤- أن تكون المخارج على الأنبوب لها سعة كافية لإعطاء السريان المطلوب لجميع الرشاشات أو الأنابيب الفرعية عند ضغط التشغيل التصميمي.

إن من أهم أنواع الأنابيب التي تستخدم في نظم الري بالرش أو الري بالتنقيط هي الأنابيب المصنوعة من البلاستيك القاسي (PVC)، والبلاستيك المرن وهو ما يسمى البولي اثلين (PE)، والاسبستوس (ABS)، والحديد الصلب والألمنيوم. والأقطار المستخدمة في نظم الري بالرش تتراوح من ١٣-٣٠٠ مم (٥ , ٠ إلى ١٢ بوصة) ويجب اختيارها بحيث تتحمل ضغوط عالية تبدءا من ٥٥٠ إلى ٢١٧٠ كيلوبسكال. فلابد أن تكون أنابيب الري ذات قوة كافية لتتحمل ضغوط التشغيل العالية والطرق المائي المتوقعة أثناء تشغيل نظام الري. ويجب أن تكون ذات عمر أو مدة استخدام تساوي أو تزيد عن أعمار أجزاء شبكة الري الأخرى. والأنابيب المدفونة لابد أن تقاوم الأوزان الزائدة مثل وجود الآت زراعية أثناء خدمة المزرعة، بينما الأنابيب المتنقلة يجب أن تكون خفيفة الوزن ومقاومة للتآكل وعوامل التعرية. لذلك لابد من اعتبار العامل الاقتصادي عند اختيار نوع مادة الأنبوب والقطر ونوع نظام الري.

(١٢ , ٣) تكاليف الأنابيب Pipeline Costs

تعتمد تكاليف الأنابيب بشكل أساسي على نوع مادة الأنبوب وسعر شرائه وعلى طريقة تركيبه إن كان على سطح الأرض أو مدفوناً، وكذلك على قطر الأنبوب. وهناك تكاليف أخرى يجب إضافتها لسعر الأنبوب كالنقل والتخزين والصيانة وغيرها. ويفضل التعبير عن جميع هذه التكاليف بالريال لكل واحد متر أو لكل ١٠٠ متر من طول الأنبوب المستخدم.

فإذا كان الأنبوب موضوع على سطح الأرض فإن مجموع التكاليف تشمل سعر الأنبوب، وتكاليف النقل، والتركيب، والصيانة، والتخزين (إن وجد). أما إذا كان الأنبوب مدفوناً تحت السطح فإن مجموع التكاليف تشمل سعر الأنبوب، وتكاليف النقل، والحفر، وفرشة الأنبوب في الحفرة، والتركيب، والردم، والصيانة، والتخزين (إن وجد).

وهناك كثير من الإرشادات والشروط والمواصفات الفنية التي تحدد وتصف كل عملية من هذه العمليات. وعلى المهندس المصمم والمنفذ أن يكون على إطلاع ومعرفة بهذه المواصفات. ومن أشهر هذه المواصفات وأكثرها شيوعاً في مثل هذه الأعمال مواصفات المواد والفحص الأمريكية ASTM والمواصفات البريطانية BS وكذلك المواصفات العالمية ISO .

ولغرض تحويل تكاليف الأنابيب الأولية إلى ما يعادلها من تكاليف سنوية منتظمة أو ثابتة تضرب التكاليف الأولية للأنابيب بمعامل اقتصادي يسمى معامل استرداد رأس المال Capital Recovery Factor. ويعتمد هذا المعامل (CRF) على عمر استخدام الأنبوب ونسبة الربح السنوية، ويعتمد عمر الاستخدام الاقتصادي للأنبوب على نوع مادة الأنبوب وكذلك إذا كان مدفوناً أو على السطح. ويتضمن الجدول رقم (١ , ١٢) قيماً تقريبية لعمر الاستفادة المتوقع لمختلف أنواع الأنابيب.

الجدول رقم (١ , ١٢) دليل إرشادي عن العمر الافتراضي لبعض أنواع الأنابيب.

نوع الأنبوب	العمر الافتراضي
الأسبستوس المدفون	١٥ – ٤٠
الألومنيوم	١٠ – ١٢
البلاستيك المدفونة	١٥ – ٤٠
الصلب المدهون المدفون	١٥ – ٢٥
الصلب المدهون غير المدفون	٨ – ١٢
المواسير الخرسانية	١٥ – ٢٥
الصلب المجلفن غير المدفون	١٠ – ٢٠

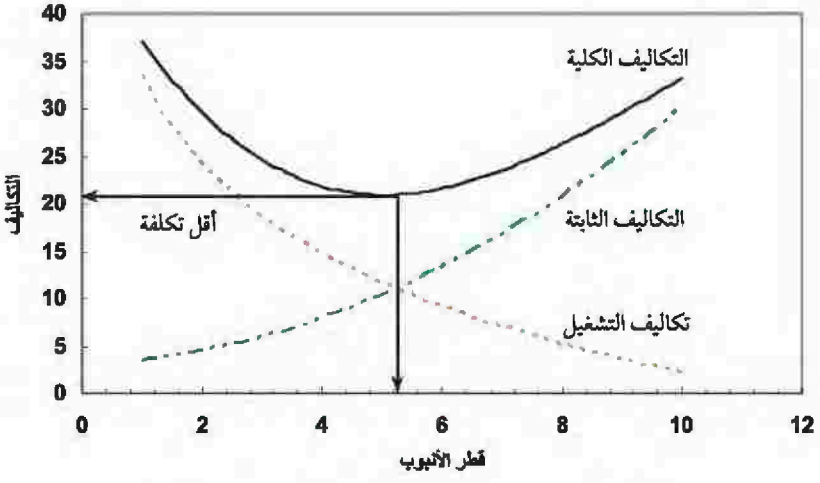
(١٢ , ٤) تكاليف نظام الري

إن تقليل التكاليف السنوية وزيادة الأرباح هدف عام يسعى إليه جميع المنتجين، وبناءاً على هذا الهدف يختار المزارعون نظام الري المناسب من بين البدائل المتاحة، وعندما يقرر أنشاء شبكة ري حديثة سواء ري بالرش أو بالتنقيط بعد دراسة واقتناع بالجدوى الاقتصادية لهذا الخيار، فإن على المصمم أيضاً أن يبني قراراته المتعلقة بالتصميم لمختلف مكونات الشبكة على أسس اقتصادية وهيدروليكية. ومن أهم تلك المكونات الأنابيب الفرعية والرئيسة التي يجب أن يراعى في تحديد أقطارها الاعتبارات الاقتصادية والهيدروليكية على السواء.

فعند حساب التكاليف الكلية لكل مكونات نظم الري نجد أن الأنابيب سواء للخط الرئيس والشبه رئيس والخطوط الفرعية وملحقات كل منها من صمامات تحكم ووصلات تعتبر هي أكثر مكونات النظام تكلفة بالمقارنة بتكلفة المضخة والرشاشات أو المنقطات أو المكونات الأخرى للنظام من مرشحات أو سمادات وغيرها من مكونات ولذا سيتم شرح كيفية اختيار الأنابيب بشئ من التفصيل. فعند اختيار أنابيب نظم الري يجب تحديد موصفاتها بكل دقة من حيث اختيار القطر المناسب هيدروليكيا للتصميم دون مغالاة فيؤدي إلى ارتفاع التكلفة أو تفريط فيؤدي إلى سؤ توزيع للمياه وزيادة فاقد الاحتكاك في الأنابيب وبالتالي زيادة قدرة المضخة وبالتالي سعرها. ويجب تحديد أيضاً نوع المادة المصنوع منها الأنبوب وقوتها وقدرتها على مقاومة الأحمال الخارجية والضغوط الداخلية للمياه المنقولة خلالها.

(١٢ , ٥) اختيار الأنبوب الاقتصادي

يعتبر اختيار القطر المناسب لأنبوب الري من أهم القرارات الهندسية عند تصميم نظام الري. غالباً لا يُعطى هذا القرار الأهمية المطلوبة خاصة في نظم الري ذات التصميم السهل. والسبب في ذلك أن معظم المصممين يلجأوون إلى طريقة سهلة وسريعة عند اختيار قطر الأنبوب مثل طريقة فرض سرعة السريان أو طريقة فاقد الاحتكاك لوحدة الطول، وذلك لاعتقادهم أن الطريقة الاقتصادية لاختيار القطر المناسب تحتاج إلى جهد ووقت. وتعتمد هذه الطريقة الاقتصادية على اختيار القطر الذي يسبب أقل تكاليف كلية (تكاليف ثابتة + تشغيل) مع الأخذ في الاعتبار فواقد الاحتكاك واقتصاديات المشروع، وبالتالي يكون القطر أو مجموعة الأقطار الاقتصادية المناسبة لشبكة أنابيب نظام الري هي التي تسبب أقل تكاليف كلية. والشكل رقم (١٢ , ٢) يوضح القطر الاقتصادي الذي يتساوى عنده التكاليف الثابتة مع تكاليف التشغيل.



الشكل رقم (٢, ١٢). اختيار قطر الأنبوب الاقتصادي.

عند اختيار القطر المناسب لابد من اعتبار العوامل التالية:

١- قطر الأنبوب.

٢- سمك جدار الأنبوب.

٣- كمية الطاقة المفقودة بسبب فواقد الاحتكاك.

٤- حجم ونوع المضخة.

٥- سعر وحدة الطاقة المستخدمة ومعدل التضخم السنوي المتوقع.

٦- ساعات التشغيل السنوية.

٧- أسعار الأنابيب.

٨- معدل سعر الفائدة السنوي (إن وجد).

وعند اختيار الأنبوب الاقتصادي الأمثل الذي يحقق أقل مجموع لكل من التكاليف الثابتة والمتغيرة فإنه لابد من اتباع طريقة تأخذ في الاعتبار التكاليف وعدد سنوات الخدمة المتوقعة لهذه الأنابيب وعدد السنوات المتوقعة لتشغيل وحدات الضخ ذات الأحجام المختلفة وتكاليف طاقة الضخ، والمعدل المرغوب لاسترداد رأس المال المنفق في المشروع، والطريقة التي تأخذ جميع هذه العوامل في الاعتبار تعرف بتكاليف دورة الحياة (Life-Cycle Costing). ويمكن أجراء تحليل لتكاليف دورة الحياة بناءاً على القيمة الحالية (Present Worth) أو السنوية،

وفي كلتا الحالتين فإنه ينبغي الأخذ في الاعتبار العمر الافتراضي للوحدة، وكذلك المعدل السنوي المتوقع لزيادة تكاليف الطاقة (معدل التضخم).

(١ , ٥ , ١٢) القطر الاقتصادي للخط الفرعي

القطر الاقتصادي للأنابيب الفرعية في نظام الري بالرش هو الذي يحقق أقل تكاليف ابتدائية ممكنة ويفي بالاعتبارات الهيدروليكية. فإذا كانت الأنابيب الفرعية تصمم بقطر مفرد (لا يتناقص) فإن القطر الاقتصادي هو أصغر قطر متاح يفي بالاعتبارات الهيدروليكية. ومن جهة أخرى عندما يكون متاحاً أكثر من قطر على امتداد الخط الفرعي الواحد (قطري ن غالباً) فإن تحديد القطر المناسب لكل جزء والمسافة التي يتغير عندها قطر الأنبوب ينبغي أن تؤدي إلى أقل تكلفة مع المحافظة على بقاء اختلافات الضغط على امتداد كامل الأنبوب ضمن النسبة المسموح بها (٢٠٪) لضمان الحد الأدنى من الانتظامية. وفي نظم الري بالتنقيط تكون مقاسات أقطار الخط الفرعي الحامل للمنقطات ثابتة عند التصميم وهي ١٣، ١٦، ٢٠ مم ونادراً ٢٥ مم.

(٢ , ٥ , ١٢) القطر الاقتصادي للخط الرئيس

إن الوظيفة الرئيسة للأنابيب الرئيسة هي نقل الكميات اللازمة من المياه تحت ضغوط معينة لتلبية الاحتياجات القصوى للأنابيب الفرعية، وهذا يستلزم تحليل النظام الكامل لمعرفة الاحتياجات القصوى من الضغط والتصرف لكل أنبوب فرعي على حدة، وقد استخدم المصممون العديد من الطرق المختلفة لتصميم الأنابيب الرئيسة لشبكات الري بالرش أبسطها التالي:

- طريقة تحديد فاقد الضاغط لوحدة الطول (٢ م/ ١٠٠ م مثلاً).
- طريقة حدود السرعة المسموح بها (٢- ٣ م/ ث مثلاً).
- طريقة تحديد نسبة فاقد الضغط على امتداد الخط الرئيس من ضغط التشغيل (١٠-٢٠٪ مثلاً).

أما الطريقة الاقتصادية لاختيار الأنبوب الاقتصادي فيتم اختيار الأنبوب الذي يحقق أقل مجموع لكل من التكاليف الثابتة وتكاليف التشغيل (الطاقة).

ومن المعلوم أنه عند اختيار قطر صغير لأنبوب خط رئيس أو فرعي فإن التكاليف الثابتة تنخفض، إلا أن التكاليف التشغيلية اللازمة للتغلب على فواقد الاحتكاك تزداد. ومن جهة أخرى فعند استخدام قطر كبير فإن التكاليف الثابتة ستزداد بينما تنخفض التكاليف التشغيلية. ويمكن القول أنه إذا تم اختيار قطر أصغر من القطر الاقتصادي الأمثل فإن تكاليف التشغيل المفقودة في الاحتكاك تكون أكبر من التوفير في تكلفة القطر الأقل. أما إذا

تم اختيار قطر أكبر من القطر الاقتصادي الأمثل فإن الفرق في تكلفة القطر الأكبر تكون أكبر من التوفير في تكاليف التشغيل المفقودة بالاحتكاك. لذلك يتم اختيار القطر الاقتصادي الأمثل الذي يتساوى عنده التكاليف الثابتة للأنابيب مع تكاليف التشغيل الناتجة عن ضخ المياه في الأنابيب.

وقد تختلف الأنابيب الفرعية عن الرئيسة في أن الضغط المطلوب توفيره عند مدخل الأنبوب الفرعي يعتمد على الضغوط المطلوبة عند جميع المخارج (الرشاشات أو المنقطات) الموجودة على طول الخط الفرعي أكثر من اعتماده على فاقد الاحتكاك خلاله، ولذلك فإنه رغم أهمية تكاليف الطاقة عند تحديد قطر الخط الرئيس إلا أنه ليس له أهمية خاصة في تحديد أقطار الخطوط الفرعية الذي يبنى عادة على الاعتبارات الهيدروليكية. وأهم هذه الاعتبارات المحافظة على فارق ضغط لا يتعدى الفاقد المسموح به على طول الخط الفرعي (٢٠٪). وبالتالي يكون القطر الاقتصادي للخطوط الفرعية هو الذي يحقق أقل تكاليف ابتدائية ممكنة ويفي بالاعتبارات الهيدروليكية. أما عند تحديد قطر الخط الرئيس فلابد من اختيار القطر الذي يحقق أقل مجموع لكل من التكاليف الثابتة وتكاليف الطاقة بدون تجاوز حدود سرعة السريان المسموح بها، مع الأخذ في الاعتبار عدد سنوات التشغيل والعمر الافتراضي للأنبوب والمعدل المرغوب لاسترداد رأس المال المنفق في المشروع.

وعند اختيار نظام الري لابد من اتباع طريقة التحليل الاقتصادي التي تعتمد على المبدأ الداعي بأن يكون تحديد أقطار الأنابيب على الأساس الذي يجعل من مجموع تكاليف أنابيب الشبكة وتكاليف الطاقة اللازمة للضخ أقل ما يمكن.

ومن الضروري قبل شرح خطوات هذه الطريقة معرفة جميع تكاليف الأنابيب التي تُدفع عادة مرة واحدة في بداية عمر المشروع وإضافة ذلك إلى تكاليف الطاقة والتشغيل التي تُدفع غالباً سنوياً. وبالتالي يمكن حساب التكاليف الكلية (التكاليف الأولية + تكاليف الطاقة والتشغيل) أثناء دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام الري لفترة التحليل الاقتصادية، أو حساب التكاليف الكلية مع عدد سنوات فترة التحليل وذلك بتحويل التكاليف الأولية للنظام إلى ما يعادلها من تكاليف سنوية بالإضافة إلى تكاليف الطاقة والتشغيل السنوية. وبالتالي يمكن معرفة التكلفة السنوية لمشروع نظام الري.

واختيار القطر الاقتصادي الأمثل لكل خط في نظام الري يتطلب إجراء حسابات وتنظيم جدول مماثل للجدول رقم (١٢,٢) حيث إن الحسابات في العمود الرابع والخامس والسادس والسابع تعتمد على تصرف

الأنبوب المستخدم. وفي هذا الجدول تم إيجاد الفاقد بالاحتكاك (العمود الرابع) والذي يؤثر بالتالي في تكاليف الطاقة اللازمة للضخ. ومن هذا يمكن اعتماد تكاليف الطاقة اللازمة لمقاومة فاقد الاحتكاك (العمود الخامس) فقط في التحليل الاقتصادي (أي استخدام Hf بدلاً من TDH عند إيجاد BP) وبالتالي يمكن تنظيم التحليل الاقتصادي على شكل الجدول رقم (٢, ١٢). وحيث إن تكاليف الأنبوب وتكاليف طاقة الضخ اللازمة للتغلب على الاحتكاك يتغيران خطياً مع طول الأنبوب فيمكن إجراء الحسابات اللازمة لإيجاد القطر الاقتصادي للأنبوب باعتماد طول معين ومناسب (مثل ١٠٠ م) من الأنبوب وبغض النظر عن الطول الفعلي لذلك الأنبوب. ومن هذا الجدول يمكن مقارنة التكاليف السنوية (العمود السابع) لكل قطر وبالتالي يتم اختيار الأنبوب الاقتصادي المناسب.

الجدول رقم (٢, ١٢). حسابات إيجاد القطر الاقتصادي لأنبوب الري الفرعي الحامل للرشاشات/ للمنقطات (الحسابات لكل ١٠٠م من طول الأنبوب).

قطر الأنبوب (مم)	التكاليف الأولية (ريال/ ١٠٠م)	التكاليف السنوية (ريال/ ١٠٠م)	الفاقد بالاحتكاك في الأنبوب (م)	قدرة المضخة المقاومة للاحتكاك (كيلووات)	التكاليف السنوية لطاقة الضخ (ريال)	مجموع التكاليف السنوية (ريال)
(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)
d_1 d_2 d_3 d_4	من قائمة أسعار الأنابيب	بضرب عمود (٢) × معامل استرداد رأس المال (CRF)	من معادلة فاقد الاحتكاك	من معادلة قدرة المضخة لإيجاد BP	من معادلة التكاليف السنوية لطاقة الضخ لإيجاد EC	مجموع العمودين (٣) + (٦)

(٦, ١٢) الجدوى الاقتصادية لنظم الري

عند التخطيط لأي نظام ري فإنه يجب إجراء تقييم مالي واقتصادي للمشروع. فالدراسة الاقتصادية تساعد في اختيار نظام الري المناسب من ضمن الاختيارات المختلفة بينما الدراسة المالية تساعد في تحديد الظروف المالية المطلوبة لتطوير وتشغيل نظام الري بالمزرعة. ويتم اختيار نوع نظام الري المناسب عن طريق التقييم الاقتصادي والمالي لنظم الري المختلفة من حيث مقارنة تكاليف الامتلاك أو الإيجار والتشغيل والصيانة لمختلف هذه النظم.

التقييم الاقتصادي لنظام الري يتطلب تقدير كل التكاليف وكذلك العائد المتوقع من المشروع. وهذه الدراسات الاقتصادية لابد أن تتضمن دراسة مقارنة للتكاليف والعائد المتوقع لمختلف نظم الري وتركيب محصولي

مختلف. ونتائج الدراسة الاقتصادية سوف تزود المزارع بالمعلومات الضرورية والتي تجعله يختار نظام الري والتركيب المحصولي المناسب.

ولإجراء الدراسة الاقتصادية يجب تقدير التكاليف السنوية وكذلك العائد السنوي للمشروع. عند تقدير التكاليف السنوية للمشروع يجب معرفة العمر الافتراضي لاستهلاك مكونات نظام الري وكذلك تكاليف فائدة رأس المال المستثمر في هذه المكونات. وفي بعض المناطق فإن معدات الري تؤجر ولذلك فإن رأس المال المستثمر في هذه الحالة سوف يقل لهذه المكونات التي يمكن تأجيرها. وبالتالي فإن تكاليف تأجير هذه المكونات سوف تصبح جزء من التكاليف السنوية.

وتكاليف نظام الري السنوية يجب أن تشمل كل التكاليف المترتبة على امتلاك أو إيجار المكونات وكذلك تكاليف تشغيل وصيانة نظام الري. كذلك بالإضافة إلى تكاليف نظام الري يجب إضافة التكاليف المترتبة على إنتاج المحاصيل التي سوف يتم ريها وذلك حتى يمكننا معرفة الميزانية المطلوبة أو التكاليف الكلية اللازمة لإنتاج كل محصول.

والعناصر التي يجب أخذها في الاعتبار عند تقدير التكاليف السنوية لأي مشروع ري:

١- تكاليف المياه والتي تشمل تكاليف الحصول على المياه من حفر للآبار بالإضافة إلى أنه في بعض البلدان يكون الحصول على المياه بمقابل مادي.

٢- التكاليف السنوية الثابتة للامتلاك أو التأجير لنظام الري وهي تشمل تكاليف استهلاك المكونات وتكاليف فائدة رأس المال.

٣- تكاليف الطاقة اللازمة لتشغيل نظام الري.

٤- تكاليف الإصلاح والصيانة والعمالة اللازمة لنظام الري.

٥- الضرائب والتأمين.

٦- تكاليف إنتاج المحاصيل المزروعة تحت نظام الري.

أن المعلومات الأساسية اللازمة لدراسة الجدوى الاقتصادية لنظام الري هي:

١- التكاليف السنوية للأنابيب بمختلف الأقطار المستخدمة (السعر بالريال لكل متر أو لكل ١٠٠ متر من طول الأنبوب).

٢- عدد ساعات التشغيل السنوية للنظام.

٣- سعر وحدة الطاقة المستهلكة (ريال لكل كيلووات.ساعة بالنسبة للطاقة الكهربائية).

٤- الكفاءة الإجمالية لوحدة الضخ.

٥- نوع مادة الأنبوب ومعامل الخشونة التصميمي.

(١٢,٧) حساب وتحليل التكاليف

(١٢,٧,١) التكاليف الكلية

تشمل التكاليف الكلية كل من التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة. والتكاليف الثابتة تشمل جميع بنود الإنشاء والمعدات وحفر الآبار وتركيب خطوط الأنابيب. أما التكاليف المتغيرة فهي تشمل تكاليف العمالة والوقود والصيانة. ويمكن إيجاد التكاليف الكلية عند دراسة الجدوى الاقتصادية لمشروع نظام الري من المعادلة التالية:

$$T_C = F_C + P_C \qquad (١٢,١)$$

حيث إن:

T_C = التكاليف الكلية.

F_C = التكاليف الثابتة.

P_C = التكاليف المتغيرة.

ويمكن حساب التكاليف الكلية سنوياً أو لعدد معين من السنوات لمشروع نظام ري معين. ولكن يفضل إيجاد هذه التكاليف سنوياً. ويمكن تقسيم التكاليف الكلية إلى نوعين رئيسين هما:

(١٢,٧,١,١) التكاليف الثابتة Fixed Costs

وهي تشمل تكاليف شراء مكونات نظام الري كل من حفر البئر، ومضخة الحقن، والأنابيب، وملحقات الأنابيب، والرشاشات أو المنقطات المطلوبة. وتكاليف نقل وتركيب المكونات في مواضعها المحددة في التصميم. ولحساب التكاليف الكلية الثابتة السنوية لأي نظام ري يجب معرفة ما يلي:

أ) الاستهلاك Depreciation

هو الفقد السنوي في قيمة المكون بسبب التشغيل أو الاستخدام، ويمكن إيجاده كالتالي:

$$FC = \frac{PW - PE}{n} \qquad (١٢,٢)$$

حيث إن:

FC = الاستهلاك السنوي أو التكاليف الثابتة سنوياً.

PW = القيمة الحالية لتكلفة المكون (سعر الشراء).

PE = قيمة المكون في نهاية العمر الافتراضي.

n = العمر الافتراضي للمكون أو عدد السنوات الافتراضية للمشروع.

ب) فترة التحليل Analysis Period

فترة تحليل المشروع يجب اختيارها لإجراء الدراسة الاقتصادية للمشروع. وحيث إن فترة تحليل مشروع نظم الري بالمكونات الداخلية للمشروع تتراوح عادة بين ٢٠ - ٣٠ سنة، وللمشاريع الكبيرة بين ٤٠ - ١٠٠ سنة. وخلال هذه الفترة يتم فيها المقارنة بين فوائد المشروع وتكاليفه.

ج) القيمة الحاضرة (الحالية) للاستبدال Present Worth Value

لتقدير التكاليف السنوية لمشروع نظام ري وحيث إن بعض المكونات داخل المشروع تستهلك في فترة أقل من فترة تحليل المشروع مما يتطلب تقدير تكاليف استبدال هذه المكونات وكذلك تقدير زمن الاستبدال وما يتبعه من حساب القيمة الحالية المطلوبة لإحداث الاستبدال لهذه المكونات ويمكن حساب القيمة الحالية للاستبدال في حالة عدم وجود تضخم في الأسعار كالتالي:

$$PW = S \times PWF \qquad (١٢,٣)$$

$$PWF = (1 + i)^{-n} \qquad (١٢,٤)$$

حيث إن:

PW = القيمة الحالية المطلوبة في وقت الاستبدال.

PWF = معامل القيمة الحالية للاستبدال.

i = فائدة رأس المال.

n = العمر الافتراضي للمكون أو عدد السنوات التي سيتم بعدها استبدال المكون.

S = تكاليف الاستبدال.

وهذه القيمة (PW) لابد أن تضاف لقيمة رأس المال المطلوب للمشروع (التكاليف الأولية). وبالمثل فإن هناك مكونات أخرى لها عمر افتراضي أكبر من فترة تحليل المشروع، فإن قيمة هذا المكون عند نهاية فترة التحليل تعرف بقيمة المخالصة Salvage Value والتي سوف تبقى بعد نهاية فترة تحليل المشروع لذا يجب أن تحسب وتخصم من رأس المال المطلوب للمشروع وتكاليف القيمة الحالية Present Worth Costs .

وقد تكون قيمة المخالصة Salvage Value للمكون موجبة، أو صفر، أو سالبة. فإذا كانت موجبة تخصم من التكاليف الأولية للمشروع. أما إذا كانت سالبة تحسب قيمة إصلاحها حتى يتم إعادة استخدامها مرة أخرى بعد انقضاء فترة التحليل وتضاف إلى التكاليف الأولية.

حساب التكاليف السنوية الثابتة

يمكن تقدير التكاليف السنوية لرأس المال المستثمر في مشروع نظام ري من القيمة الحالية لرأس المال المستثمر بالإضافة إلى فائدة رأس المال المستثمر خلال فترة التحليل. والأسلوب الشائع الاستخدام لتقدير التكاليف السنوية لرأس المال المستثمر هو حساب القيمة السنوية للاستهلاك على اعتبار أن قيمته متساوية على طول فترة التحليل وكذلك فائدة رأس المال. ويمكن تقدير هذه القيمة للتكاليف السنوية باستخدام معامل استرداد رأس المال The Capital Recovery Factor (CRF) ويمكن حسابه كما يلي:

$$CRF = \frac{i\,(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \qquad (١٢,٥)$$

حيث إن:

CRF = معامل استرداد رأس المال.

i = فائدة رأس المال.

n = عدد السنوات الافتراضية للمشروع أو العمر الافتراضي للمكون.

التكاليف السنوية الثابتة (FC) هي تكاليف متساوية مقسمة على عدد السنوات المقترحة وقد تكون فترة التحليل الاقتصادي (n) وبالتالي التكاليف السنوية للمشروع أخذة في الاعتبار سعر الفائدة على رأس المال (i) هي:

$$FC = PW \cdot CRF \qquad (١٢,٦)$$

ومعامل استرداد رأس المال CRF هو معامل لتوزيع القيمة الحالية للتكاليف الثابتة على سنوات المشروع لتحديد التكاليف السنوية لها. وهو يجمع بين الاستهلاك للمكون المستخدم من نظام الري والعائد على رأس المال في رقم واحد. ويعتمد المعامل CRF على عمر استخدام المكون ونسبة الربح السنوية. ويمكن إيجاد قيمة معامل استرداد رأس المال CRF من المعادلة رقم (١٢,٥) أو من الجدول رقم (١٢,٣).

الجدول رقم (١٢,٣). قيم معامل استرداد رأس المال CRF لعدد من سنوات العمر الافتراضي وسعر فائدة سنوية مختلفة.

سنوات العمر الافتراضي	سعر الفائدة السنوية على رأس المال i (٪)										
	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٤	٠,٢٦٩	٠,٢٧٥	٠,٢٨٢	٠,٢٨٩	٠,٢٩٥	٠,٣٠٢	٠,٣٠٩	٠,٣١٦	٠,٣٢٢	٠,٣٢٩
٥	٠,٢١٨	٠,٢٢٥	٠,٢٣١	٠,٢٣٧	٠,٢٤٤	٠,٢٥١	٠,٢٥٧	٠,٢٦٤	٠,٢٧١	٠,٢٧٧
٦	٠,١٨٥	٠,١٩١	٠,١٩٧	٠,٢٠٣	٠,٢١٠	٠,٢١٦	٠,٢٢٣	٠,٢٣٠	٠,٢٣٦	٠,٢٤٣
٧	٠,١٦١	٠,١٦٧	٠,١٧٣	٠,١٧٩	٠,١٨٦	٠,١٩٢	٠,١٩٩	٠,٢٠٥	٠,٢١٢	٠,٢١٩
٨	٠,١٤٣	٠,١٤٩	٠,١٥٥	٠,١٦١	٠,١٦٨	٠,١٧٤	٠,١٨١	٠,١٨٧	٠,١٩٤	٠,٢٠١
٩	٠,١٢٨	٠,١٣٤	٠,١٤١	٠,١٤٧	٠,١٥٤	٠,١٦٠	٠,١٦٧	٠,١٧٤	٠,١٨١	٠,١٨٨
١٠	٠,١١٧	٠,١٢٣	٠,١٣٠	٠,١٣٦	٠,١٤٢	٠,٤٩	٠,١٥٦	٠,١٦٣	٠,١٧٠	٠,١٧٧
١٥	٠,٠٨٤	٠,٠٩٠	٠,٩٦٣	٠,١٠٣	٠,١١٠	٠,١١٧	٠,١٢٤	٠,١٣٢	٠,١٣٩	٠,١٤٧
٢٠	٠,٠٦٧	٠,٠٧٤	٠,٠٨٠	٠,٠٨٧	٠,٠٩٤	٠,١٠٢	٠,١١٠	٠,١١٨	٠,١٢٦	٠,١٣٤
٢٥	٠,٠٥٧	٠,٠٦٤	٠,٠٧١	٠,٠٧٨	٠,٠٨٦	٠,٠٩٤	٠,١٠٢	٠,١١٠	٠,١١٩	٠,١٢٨
٣٠	٠,٠٥١	٠,٠٥٨	٠,٠٦٥	٠,٠٧٣	٠,٠٨١	٠,٠٨٩	٠,٠٩٧	٠,١٠٦	٠,١١٥	٠,١٢٤
٣٥	٠,٠٤٧	٠,٠٥٤	٠,٠٦١	٠,٠٦٩	٠,٠٧٧	٠,٠٨٦	٠,٠٩٥	٠,١٠٤	٠,١١٣	٠,١٢٢
٤٠	٠,٠٤٣	٠,٠٥١	٠,٠٥٨	٠,٠٦٧	٠,٠٧٥	٠,٠٨٤	٠,٠٩٣	٠,١٠٢	٠,١١٢	٠,١٢١

وفي حالة وجود أحد مكونات نظام الري سيتم استبداله خلال فترة زمنية أقل من عمر المشروع فلابد من حساب هذا الاستبدال المتوقع وقيمته الحالية أثناء حساب التكاليف في بداية المشروع من خلال المعادلة التالية:

$$PW = S \cdot PWF = S \cdot \frac{1}{(1+i)^n} \qquad (١٢,٧)$$

حيث إن:

PW = القيمة الحالية للاستبدال.

S = سعر الاستبدال وقت الاستبدال.

PWF = معامل القيمة الحالية للاستبدال.

i = فائدة رأس المال.

n = العمر الافتراضي للمكون أو عدد السنوات التي يتم بعدها استبدال المكون.

وفي حالة وجود قيمة للمكون في نهاية عمره الافتراضي وبيعها كخردة بسعر Sv يمكن استخدام المعادلة السابقة رقم (١٢,٧) لحساب القيمة الحالية للمكون نتيجة بيعه في نهاية عمره الافتراضي كالتالي:

$$PW = Sv \cdot PWF = Sv \cdot \frac{1}{(1+i)^n} \qquad (١٢,٨)$$

حيث إن:

PW = القيمة الحالية لبيع المكون في نهاية عمره.

Sv = سعر البيع للمكون في نهاية العمر الافتراضي.

ويكون إجمالي القيمة الحالية للمكون عبارة عن سعر شراء المكون مطروحاً منه القيمة الحالية للمكون نتيجة بيعه في نهاية عمره الافتراضي.

إن استهلاك مكونات نظام الري تعتمد على العمر الافتراضي لهذه المكونات. والجدول رقم (١٣,٤) يوضح العمر الافتراضي لبعض مكونات نظم الري. والاختلاف في العمر الافتراضي للمكون يتوقف على درجة الصيانة والإصلاح وطبيعة التشغيل وطول فترة الاستعمال خلال سنة. ويجب أن يكون معلوماً أن العمر الافتراضي للمكون (المذكور بالجدول بعدد السنوات) يعتمد على أساس أن عدد ساعات التشغيل السنوية هي ٢٠٠٠ ساعة. فمثلا العمر الافتراضي للأنبوب يتوقف على نوع مادة الأنبوب وكذلك إذا كان مدفوناً أو على السطح.

الجدول رقم (٤ , ١٢). دليل إرشادي عن العمر الافتراضي لبعض مكونات نظم الري.

مكونات نظم الري	العمر الافتراضي		تكاليف الصيانة
	ساعة	سنة	السنوية ٪
١- الآبار وأنابيبها		٢٥ - ١٥	١,٥ - ٠,٥
٢- المضخات			
أ) الطاردة المركزية	٣٢٠٠٠	٢٠ - ١٠	٥,٠ - ٣,٠
ب) التربينية	٣٢٠٠٠	٢٠ - ٦	٥,٠ - ٣,٠
• الأعمدة وخلافه	٣٢٠٠٠	٢٠ - ٦	٥,٠ - ٣,٠
ج) الإنشاءات		٢٥ - ١٥	١,٥ - ٠,٥
د) وحدات نقل القدرة			
• سيور على شكل حرف v	٦٠٠٠	٤ - ٢	٧,٠ - ٥,٠
• سيور مستوية من المطاط	١٠٠٠٠	٦ - ٤	٧,٠ - ٥,٠
• سيور مستوية من النسيج	١٠٠٠٠	٥ - ٣	٧,٠ - ٥,٠
• سيور مستوية من الجلد	٣٠٠٠٠	١٢ - ٨	٧,٠ - ٥,٠
٣- المحركات			
أ) محرك ديزل	٢٨٠٠٠	٢٠ - ١٠	٨,٠ - ٥,٠
ب) محرك كهربائي	٥٠٠٠٠	٣٠ - ٢٠	٢,٥ - ١,٥
ج) محرك جازولين تبريد مياه	١٨٠٠٠	١٠ - ٨	٨,٠ - ٥,٠
د) محرك جازولين تبريد هواء	٨٠٠٠	٥ - ٣	٩,٠ - ٦,٠
هـ) محرك بروبان	٢٨٠٠٠	١٥ - ١٢	٧,٠ - ٤,٠
٤- الخزانات			
أ) الخزانات الأرضية الطمبية		٣٥ - ١٥	٢,٥ - ١,٥
ب) الخزانات الصناعية		٤٠ - ٢٠	٢,٠ - ١,٠
٥- نقل المياه			
أ) القنوات الحقلية المكشوفة الدائمة		٢٥ - ١٥	٢,٠ - ١,٠
ب) الإنشاءات الخرسانية		٢٥ - ١٥	١,٠ - ٠,٥

تابع الجدول رقم (٤ , ١٢).

مكونات نظم الري	العمر الافتراضي		تكاليف الصيانة
	ساعة	سنة	السنوية ٪
ج) الأنابيب:			
• الأسبستوس المدفون		١٥ – ٤٠	٠,٢٥ – ٠,٧٥
• الألمونيوم		١٠ – ١٢	١,٥ – ٢,٥
• البلاستيك المدفونة		١٥ – ٤٠	٠,٢٥ – ٠,٧٥
• الصلب المدهون المدفون		١٥ – ٢٥	٠,٥ – ٠,٧٥
• الصلب المدهون الغير مدفون		٨ – ١٢	١,٥ – ٢,٥
• الأنابيب الخرسانية		١٥ – ٢٥	
• الصلب المجلفن الغير مدفون		١٠ – ٢٠	١,٠ – ٢,٠
٦- نظام الري بالرش			
أ) نظام الري بالرش المنقول ميكانيكياً		١٢ – ١٦	٦,٠ – ٩,٠
ب) نظام الرش دائم الحركة		١٥ – ٢٠	٥,٠ – ٨,٠
ج) نظام الرش التقليدي الثابت		١٢ – ١٦	٥,٠ – ٨,٠
د) نظام الرش التقليدي المتنقل		١٠ – ١٥	٥,٠ – ٨,٠
هـ) الرشاشات		٨ – ١٠	٥,٠ – ٨,٠
و) خطوط الرش من الألمونيوم		١٠ – ١٥	٥,٠ – ٨,٠
٧- نظم الري بالتنقيط			
أ) نظام التنقيط السطحي		١٠ – ١٥	
ب) نظام التنقيط تحت سطحي		٨ – ١٠	
ج) المرشحات		١٢ – ١٥	٥,٠ – ٨,٠
د) المنقطات		٢ – ٤	٥,٠ – ٨,٠
هـ) شريط رقيق الجدار		١	
و) خطوط التنقيط (دائم)		٢ – ٤	١,٥ – ٢,٥
ز) طلمبة حقن السماد		٣ – ٥	
ح) خزان السماد		٥ – ١٠	
٨- نظم الري السطحي وتسوية الأرض		٢٠ – ٢٥	١,٠ – ٢,٠

(١٢,٧,١,٢) التكاليف المتغيرة Variable Costs

هي التكاليف المستمرة طوال فترة المشروع، وهي تشمل التكاليف التالية:

١- تكاليف الطاقة Energy Costs

تقدر تكاليف الطاقة بحساب كمية الطاقة السنوية (كهرباء أو وقود) المطلوبة لمشروع نظام الري وكذلك تكاليف وحدة الطاقة.

وكمية الطاقة السنوية المطلوبة يمكن تقديرها من احتياجات الري السنوية وكفاءة الري وكفاءة وحدة الضخ الكلية والضاغط الديناميكي الكلي المطلوب كما بالمعادلة التالية:

$$PE = \frac{23.42 \times A \times D_n \times TDH}{E_{Pa} \times Ep} \qquad (١٢,٩)$$

حيث إن :

PE = الطاقة السنوية المطلوبة (كيلو كالوري).

A = المساحة المروية (هكتار).

D_n = عمق مياه الري المطلوب تخزينها في منطقة المجموع الجذري (مم).

TDH = الضاغط الديناميكي الكلي المطلوب (م).

E_{Pa} = كفاءة الإضافة التصميمية (٪).

Ep = كفاءة وحدة الضخ (٪).

ويمكن إيجاد تكاليف الطاقة لتشغيل المضخة من المعادلة التالية:

$$C_{op} = BHP \times F_c \times C_F \qquad (١٢,١٠)$$

حيث إن:

C_{op} = تكاليف تشغيل المضخة، (ريال/ ساعة).

BHP = القدرة الفرملية للمضخة ، (ك.وات).

F_c = معدل استهلاك الوقود، (لتر/ ك.وات ساعة).

C_F = تكاليف الوقود، (ريال/ لتر).

والقيمة الناتجة للطاقة من المعادلة السابقة بوحدات كيلو كالوري يمكن تحويلها إلى وحدات الطاقة الأخرى المستعملة كمقياس للشراء. والجدول رقم (٥ , ١٢) يوضح التحويلات المختلفة لهذه الوحدات لمختلف مصادر الطاقة.

ويجب عند اختيار وتقييم نظام للري أن يؤخذ في الاعتبار اختلاف سعر وحدة الطاقة على طول فترة التحليل حيث إن هناك اتجاه ادائم لزيادة تكاليف وحدة الطاقة.

الجدول رقم (٥ , ١٢). التحويلات المختلفة لوحدات مصادر الطاقة.

مصدر الطاقة	وحدات القياس	الطاقة الحرارية (كيلو كالوري)
الكهرباء	كيلووات.ساعة	٨٦٠
الديزل	لتر	٩٠١٧ - ٩٢٥٠
الجازولين	لتر	٨٢٧٤
البيوتان	لتر	٦٨١٤
البروبان	لتر	٦١٤٣
الغاز الطبيعي	$م^3$	٨٨٩٦

٢- تكاليف التشغيل Operating Costs

وهذه التكاليف تشمل تكاليف العمالة وكذلك باقي التكاليف التي يتطلبها تشغيل النظام مثل النقل وباقي الخدمات الأخرى التي يتطلبها مشروع الري. وتتوقف هذه التكاليف على طبيعة النظام المستخدم ونوع المحصول المزروع والفترة بين الريات وعدد الريات اللازمة للمحصول وفترة الري للرية الواحدة.

٣- تكاليف الصيانة والإصلاح Maintenance and Repair Costs

تتوقف تكاليف الصيانة والإصلاح لأي نظام للري على عدد ساعات التشغيل السنوية للنظام ومكونات نظام الري وأسلوب تشغيل النظام. ولتقدير التكاليف السنوية للصيانة والإصلاح فأنه من المعتاد أن تؤخذ كنسبة مئوية من قيمة رأس المال المستثمر لمختلف مكونات النظام. والجدول رقم (٤ , ١٢) يوضح

التكاليف السنوية للصيانة والإصلاح لمختلف المكونات. كذلك فان تكاليف التزييت Lubrication لمحركات الديزل تتراوح من ٥-١٥٪ من تكاليف الوقود.

٤- الضرائب والتأمين Taxes and Insurance

التكاليف السنوية للضرائب تختلف من دولة لأخرى طبقاً للقواعد المتبعة في الدولة وكذلك التأمين. إلا أنه بصفة عامة تتراوح تكاليف الضرائب والتأمين من ١,٥ - ٢,٥٪ من قيمة رأس المال المستثمر للنظام.

(١٢,٧,٢) تكاليف التضخم Escalation Costs

كما أتضح سابقاً أن التكاليف الثابتة والمتغيرة هي تكاليف امتلاك وتشغيل نظام الري تخضع لزيادة الأسعار بمرور السنين وهذه الزيادة ستستمر في المستقبل. وإذا كان تكاليف كل البنود اللازمة لامتلاك وتشغيل النظام سوف تزداد بصفة منتظمة مع الزمن إلا انه من سوء الحظ أن تكاليف الطاقة والعمالة من الممكن أن تزيد بمعدل أسرع من باقي البنود الأخرى وهو ما يمكن أن يؤثر في تصميم نظام الري مثل أقطار المواسير الرئيسة والفرعية ووحدة الضخ.

ولحساب التكاليف مع الأخذ في الاعتبار التضخم المتوقع في الأسعار على مدار فترة التحليل للمشروع فانه يستخدم تعبير قيمة التضخم الحالية PWF (r) ويمكن حسابه كما يلي:

$$PWF(r)=\left(\frac{1+r}{1+i}\right)^{n} \qquad (١٢,١١)$$

حيث إن :

PWF (r) = معامل أو قيمة التضخم الحالية.

r = معدل التضخم السنوي.

i = نسبة الفائدة السنوية لرأس المال.

n = العمر الافتراضي للمكون (سنة).

ومن معامل أو قيمة التضخم الحالية PWF (r) يمكن حساب التكاليف السنوية في حالة وجود تضخم للأسعار كما يلي:

$$EAC(r) = S \cdot EAF(r) \qquad (١٢,١٢)$$

EAC (r) = التكاليف السنوية في حالة تضخم منتظم للأسعار طوال فترة التحليل للمشروع.

وعندما يكون r = صفر (أي لايوجد تضخم أو زيادة في الأسعار) فإن: EAF (r) = 1

ويجب ملاحظة أن EAF (r) ، EAC (r) هي تكاليف خاصة بالتشغيل السنوي لنظام الري.

وقيمة التضخم الحالية PWF (r) يمكن استعمالها لتقدير اثر التضخم في الأسعار على التكاليف الثابتة للمكونات المختلفة حيث إنه يمكن استعمالها لتقدير تكاليف الاستبدال للمكونات المختلفة لنظام الري. كذلك يمكن استعمال قيمة التضخم الحالية لتقدير قيمة البيع كخردة Salvage value للمكونات المختلفة.

$$PW = S_v \cdot PWF(r) = S_v \cdot \frac{(1+r)^n}{(1+i)^n} \qquad (١٢,١٣)$$

حيث إن:

PW = القيمة الحالية لبيع المكون في نهاية عمره.

Sv = سعر البيع كخردة للمكون في نهاية العمر الافتراضي.

ويمكن حساب معامل تكاليف التشغيل السنوية على أساس تضخم الأسعار بصفة منتظمة على مدار فترة التحليل من المعادلة التالية حيث إن ذلك يأخذ في الاعتبار تكاليف الطاقة، الماء، الصيانة، الإصلاح، العمالة، ... الخ:

$$EAF(r) = \left[\frac{(1+r)^n - (1+i)^n}{(r-i)}\right] \times \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right] \qquad \text{For} \quad r \neq i \qquad (١٢,١٤)$$

حيث إن:

PW (r) = معامل القيمة الحالية لتكاليف الطاقة المتصاعدة عند وجود تضخم.

EAF (r) = معامل التكاليف السنوية المكافئ للطاقة عند وجود تضخم.

i = معدل الفائدة السنوية لرأس المال (كسر عشري).

r = معدل التضخم أي معدل الزيادة السنوي لأسعار الطاقة (كسر عشري).

ويمكن إيجاد إجمالي التكاليف المتغيرة P_c سنوياً من المعادلة:

$$P_c = P_E + P_L + P_M + P_T \qquad (١٢,١٥)$$

حيث إن:

P_o = إجمالي التكاليف المتغيرة.

P_E = تكاليف الطاقة.

P_L = تكاليف العمالة.

P_M = تكاليف الصيانة والإصلاح.

P_T = تكاليف الضرائب والتأمين.

(١٢,٧,٣) التكاليف الكلية باعتبار تكاليف التضخم المتوقعة

لحساب التكاليف مع الأخذ في الاعتبار التضخم المتوقع في الأسعار على مدار فترة التحليل للمشروع أو العمر الافتراضي فيمكن حساب معامل القيمة الحالية PW (r) للطاقة المتصاعدة وكذلك معامل التكاليف السنوية المكافئ EAE (r) للطاقة المتصاعدة نتيجة لتضخم الأسعار بصفة منتظمة على مدار العمر الافتراضي من المعادلات التالية (بشرط أن $r \neq i$):

$$PW(r) = \left[\frac{(1+r)^n - (1+i)^n}{(r-i)}\right] \times \left[\frac{1}{(1+i)^n}\right] \qquad (١٢,١٦)$$

$$EAF(r) = \left[\frac{(1+r)^n - (1+i)^n}{(r-i)}\right] \times \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right] \quad \text{For} \quad r \neq i \qquad (١٢,١٧)$$

حيث إن :

PW (r) = معامل القيمة الحالية لتكاليف الطاقة المتصاعدة عند وجود تضخم.

EAF (r) = معامل التكاليف السنوية المكافئ للطاقة عند وجود تضخم.

i = معدل الفائدة السنوية لرأس المال (كسر عشري).

r = معدل التضخم أي معدل الزيادة السنوي لأسعار الطاقة (كسر عشري).

وباستخدام المعادلات السابقة يمكن حساب معاملات القيمة الحالية والتكاليف السنوية المكافئة لكل من مكونات نظام الري مثل الأنابيب وملحقاتها والطاقة. ويمكن الاستعانة بالجدول رقم (١٢,٦) للحصول على قيمة معامل القيمة الحالية PW (r) ، والجدول رقم (١٢,٧) للحصول على قيمة معامل التكاليف السنوية المكافئة EAE (r)، عند نسب مختلفة لسعر الفائدة ومعدل التضخم لمكونات نظام الرش مختلفة العمر الافتراضي.

الجدول رقم (٦ , ١٢). قيم معامل القيمة الحالية (r) PW عند وجود تضخم.

نسبة التضخم	سعر الفائدة	العمر الافتراضي (سنة)						
r (٪)	i (٪)	٥	٧	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠
٤	٣	٤,٩٥٠	٦,٩٩٧	١٠,١٤٤	١٥,٥٩٦	٢١,٣١٧	٢٧,٣٢٢	٣٣,٦٢٤	٤٧,١٧٩
	٥	٤,٦٧٢	٦,٤٧٩	٩,١٢٦	١٣,٣٧٢	١٧,٤١٩	٢١,٢٧٧	٢٤,٩٥٥	٣١,٨٠٤
	٦	٤,٥٤٢	٦,٢٤٢	٨,٦٧٢	١٢,٤٢٦	١٥,٨٤٠	١٨,٩٤٣	٢١,٧٦٥	٢٦,٦٦٢
	٧	٤,٤١٨	٦,٠١٧	٨,٢٥١	١١,٥٧٥	١٤,٤٥٩	١٦,٩٦١	١٩,١٣١	٢٢,٦٤٦
	٨	٤,٢٩٩	٥,٨٠٤	٧,٨٥٩	١٠,٨٠٧	١٣,٢٤٧	١٥,٢٦٩	١٦,٩٤٢	١٩,٤٧٥
	٩	٤,١٨٥	٥,٦٠٣	٧,٤٩٥	١٠,١١١	١٢,١٨١	١٣,٨١٧	١٥,١١١	١٦,٩٤٣
	١٠	٤,٠٧٦	٥,٤١٢	٧,١٥٥	٩,٤٨١	١١,٢٣٨	١٢,٥٦٦	١٣,٥٦٩	١٤,٨٩٩
	١١	٣,٩٧١	٥,٢٣١	٦,٨٣٨	٨,٩٠٨	١٠,٤٠٣	١١,٤٨٢	١٢,٢٦٢	١٣,٢٣١
	١٢	٣,٨٧٠	٥,٠٥٩	٦,٥٤٣	٨,٣٨٧	٩,٦٦١	١٠,٥٤٠	١١,١٤٧	١١,٨٥٥
٦	٣	٥,١٤٦	٧,٤٢٠	١١,٠٨٥	١٧,٩٤٢	٢٥,٨٥٧	٣٤,٩٩٤	٤٥,٥٤١	٧١,٧٧٢
	٤	٤,٩٩٦	٧,١٣٢	١٠,٤٩٢	١٦,٥٣٦	٢٣,١٨٥	٣٠,٤٩٨	٣٨,٥٤١	٥٧,١٢٠
	٥	٤,٨٥٣	٦,٨٦٠	٩,٩٤٣	١٥,٢٧٩	٢٠,٨٧٤	٢٦,٧٤٠	٣٢,٨٩١	٤٦,١٠٤
	٧	٤,٥٨٦	٦,٣٦١	٨,٩٦٢	١٣,١٣٨	١٧,١٢٢	٢٠,٩٢٣	٢٤,٥٤٩	٣١,٣١٢
	٨	٤,٤٦١	٦,١٣٢	٨,٥٢٥	١٢,٢٢٥	١٥,٥٩٦	١٨,٦٦٦	٢١,٤٦١	٢٦,٣٢٧
	٩	٤,٣٤٢	٥,٩١٥	٨,١١٨	١١,٤٠٢	١٤,٢٥٨	١٦,٧٤٣	١٨,٩٠٤	٢٢,٤١٨
	١٠	٤,٢٢٧	٥,٧١٠	٧,٧٣٩	١٠,٦٥٧	١٣,٠٨٢	١٥,٠٩٧	١٦,٧٧١	١٩,٣١٨
	١١	٤,١١٧	٥,٥١٥	٧,٣٨٦	٩,٩٨٢	١٢,٠٤٤	١٣,٦٨٢	١٤,٩٨٢	١٦,٨٣٥
	١٢	٤,٠١١	٥,٣٣١	٧,٠٥٧	٩,٣٦٩	١١,١٢٥	١٢,٤٥٩	١٣,٤٧٢	١٤,٨٢٤
٨	٣	٥,٣٤٩	٧,٨٧٠	١٢,١٢٩	٢٠,٧٢٢	٣١,٦١٣	٤٥,٤١٧	٦٢,٩١٤	١١٣,١٩٦
	٤	٥,١٩٢	٧,٥٥٩	١١,٤٦٢	١٩,٠٣٥	٢٨,١٨٠	٣٩,٢٢٤	٥٢,٥٦٣	٨٨,١٢٤
	٥	٥,٠٤٢	٧,٢٦٦	١٠,٨٤٨	١٧,٥٢٩	٢٥,٢٢٢	٣٤,٠٧٩	٤٤,٢٧٦	٦٩,٥٢٩
	٦	٤,٨٩٨	٦,٩٩٠	١٠,٢٧٧	١٦,١٨٢	٢٢,٦٦٥	٢٩,٧٨٤	٣٧,٦٠١	٥٥,٦٠٥
	٧	٤,٧٦١	٦,٧٢٨	٩,٧٤٩	١٤,٩٧٤	٢٠,٤٤٨	٢٦,١٨٣	٣٢,١٩٠	٤٥,٠٧٧

تابع الجدول رقم (٦, ١٢).

نسبة التضخم	سعر الفائدة	العمر الافتراضي (سنة)						
r (٪)	i (٪)	٥	٧	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠
	٩	٤,٥٠٤	٦,٢٤٨	٨,٨٠٥	١٢,٩١٢	١٦,٨٣٤	٢٠,٥٨٠	٢٤,١٥٧	٣٠,٨٣٤
	١٠	٤,٣٨٣	٦,٠٢٧	٨,٣٨٢	١٢,٠٣٠	١٥,٣٥٩	١٨,٣٩٦	٢١,١٦٦	٢٦,٠٠٠
	١١	٤,٢٦٨	٥,٨١٧	٧,٩٨٩	١١,٢٣٣	١٤,٠٦٣	١٦,٥٣٠	١٨,٦٨١	٢٢,١٩٣
	١٢	٤,١٥٧	٥,٦١٩	٧,٦٢٢	١٠,٥١١	١٢,٩٢٠	١٤,٩٢٩	١٦,٦٠٣	١٩,١٦٣
١٠	٣	٥,٥٦١	٨,٣٥٠	١٣,٢٨٦	٢٤,٠١٧	٣٨,٩٢٦	٥٩,٦٣٩	٨٨,٤١٣	١٨٣,٩٢٢
	٤	٥,٣٩٥	٨,٠١٤	١٢,٥٣٧	٢١,٩٩١	٣٤,٥٠٦	٥١,٠٧١	٧٣,٠٠٠	١٤٠,٤٥٠
	٥	٥,٢٣٨	٧,٦٩٨	١١,٨٤٧	٢٠,١٨٧	٣٠,٧١٠	٤٣,٩٩٠	٦٠,٧٤٨	١٠٨,٥٧٨
	٦	٥,٠٨٧	٧,٤٠٠	١١,٢٠٨	١٨,٥٧٥	٢٧,٤٤٢	٣٨,١١٢	٥٠,٩٥٣	٨٥,٠٠٥
	٧	٤,٩٤٢	٧,١١٩	١٠,٦١٨	١٧,١٣٤	٢٤,٦١٧	٣٣,٢١٠	٤٣,٠٧٦	٦٧,٤١٤
	٨	٤,٨٠٤	٦,٨٥٣	١٠,٠٧٠	١٥,٨٤٢	٢٢,١٦٩	٢٩,١٠٣	٣٦,٧٠٤	٥٤,١٦٦
	٩	٤,٦٧٢	٦,٦٠١	٩,٥٦٢	١٤,٦٨١	٢٠,٠٣٩	٢٥,٦٤٨	٣١,٥١٨	٤٤,٠٩٥
	١١	٤,٤٢٤	٦,١٣٨	٨,٦٥٢	١٢,٦٩٤	١٦,٥٥٦	٢٠,٢٤٨	٢٣,٧٧٦	٣٠,٣٧١
	١٢	٤,٣٠٨	٥,٩٢٥	٨,٢٤٤	١١,٨٤٢	١٥,١٢٩	١٨,١٣٣	٢٠,٨٧٩	٢٥,٦٨٠
١٢	٣	٥,٧٨٠	٨,٨٦١	١٤,٥٦٧	٢٧,٩٢٥	٤٨,٢٣٢	٧٩,١٠٤	١٢٦,٠٣٤	٣٠٥,٨٣٨
	٤	٥,٦٠٦	٨,٤٩٩	١٣,٧٢٧	٢٥,٤٩١	٤٢,٥٣١	٦٧,٢١٣	١٠٢,٩٦٥	٢٢٩,٧٦٩
	٥	٥,٤٤١	٨,١٥٨	١٢,٩٥٣	٢٣,٣٢٧	٣٧,٦٥١	٥٧,٤٣١	٨٤,٧٤٤	١٧٤,٥٣٦
	٦	٥,٢٨٢	٧,٨٣٧	١٢,٢٣٨	٢١,٣٩٩	٣٣,٤٦٣	٤٩,٣٥٠	٧٠,٢٧٢	١٣٤,١١٠
	٧	٥,١٣١	٧,٥٣٤	١١,٥٧٧	١٩,٦٧٧	٢٩,٨٥٦	٤٢,٦٤٥	٥٨,٧١٥	١٠٤,٢٨٠
	٨	٤,٩٨٦	٧,٢٤٨	١٠,٩٦٥	١٨,١٣٧	٢٦,٧٤٠	٣٧,٠٥٨	٤٩,٤٣٣	٨٢,٠٨١
	٩	٤,٨٤٧	٦,٩٧٧	١٠,٣٩٨	١٦,٧٥٧	٢٤,٠٤٠	٣٢,٣٨٢	٤١,٩٣٤	٦٥,٤١٧
	١٠	٤,٧١٤	٦,٧٢١	٩,٨٧٢	١٥,٥١٦	٢١,٦٩٣	٢٨,٤٥٢	٣٥,٨٤٨	٥٢,٧٩٨
	١١	٤,٥٨٦	٦,٤٧٩	٩,٣٨٣	١٤,٤٠٠	١٩,٦٤٧	٢٥,١٣٤	٣٠,٨٧٣	٤٣,١٥٣

الجدول رقم (٧, ١٢). قيم معامل التكاليف السنوية المكافئة EAE (r) عند وجود تضخم.

نسبة التضخم	سعر الفائدة	العمر الافتراضي (سنة)						
r (٪)	i (٪)	٥	٧	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠
٤	٣	١,٠٨١	١,١٢٣	١,١٨٩	١,٣٠٦	١,٤٣٣	١,٥٦٩	١,٧١٥	٢,٠٤١
	٥	١,٠٧٩	١,١٢٠	١,١٨٢	١,٢٨٨	١,٣٩٨	١,٥١٠	١,٦٢٣	١,٨٥٣
	٦	١,٠٧٨	١,١١٨	١,١٧٨	١,٢٧٩	١,٣٨١	١,٤٨٢	١,٥٨١	١,٧٧٢
	٧	١,٠٧٨	١,١١٦	١,١٦٥	١,٢٧١	١,٣٦٥	١,٤٥٥	١,٥٤٢	١,٦٩٩
	٨	١,٠٧٧	١,١١٥	١,١٧١	١,٢٦٣	١,٣٤٩	١,٤٣٠	١,٥٠٥	١,٦٣٣
	٩	١,٠٧٦	١,١١٣	١,١٦٨	١,٢٥٤	١,٣٣٤	١,٤٠٧	١,٤٧١	١,٥٧٥
	١٠	١,٠٧٥	١,١١٢	١,١٦٤	١,٢٤٧	١,٣٢٠	١,٣٨٤	١,٤٣٩	١,٥٢٤
	١١	١,٠٧٤	١,١١٠	١,١٦١	١,٢٣٩	١,٣٠٦	١,٣٦٣	١,٤١٠	١,٤٧٨
	١٢	١,٠٧٤	١,١٠٩	١,١٥٨	١,٢٣١	١,٢٩٣	١,٣٤٤	١,٣٨٣	١,٤٣٨
٦	٣	١,١٢٤	١,١٩١	١,٣٠٠	١,٥٠٣	١,٧٣٨	٢,٠١٠	٢,٣٢٣	٣,١٠٥
	٤	١,١٢٢	١,١٨٨	١,٢٩٤	١,٤٨٧	١,٧٠٦	١,٩٥٢	٢,٢٢٩	٢,٨٨٦
	٥	١,١٢١	١,١٨٦	١,٢٨٨	١,٤٧٢	١,٦٧٥	١,٨٩٧	٢,١٤٠	٢,٦٨٧
	٧	١,١١٩	١,١٨٠	١,٢٧٦	١,٤٤٢	١,٦١٦	١,٧٩٥	١,٩٧٨	٢,٣٤٩
	٨	١,١١٧	١,١٧٨	١,٢٧٠	١,٤٢٨	١,٥٨٨	١,٧٤٩	١,٩٠٦	٢,٢٠٨
	٩	١,١١٦	١,١٧٥	١,٢٦٥	١,٤١٤	١,٥٦٢	١,٧٠٥	١,٨٤٠	٢,٩٧٥
	١٠	١,١١٥	١,١٧٣	١,٢٥٩	١,٤٠١	١,٥٣٧	١,٦٦٣	١,٧٧٩	١,٩٧٥
	١١	١,١١٤	١,١٧٠	١,٢٥٤	١,٣٨٨	١,٥١٢	١,٦٢٥	١,٧٢٣	١,٨٨١
	١٢	١,١١٣	١,١٦٨	١,٢٤٩	١,٣٧٦	١,٤٨٩	١,٥٨٩	١,٦٧٢	١,٧٩٨
٨	٣	١,١٦٨	١,٢٦٣	١,٤٢٢	١,٧٣٦	٢,١٢٥	٢,٦٠٨	٣,٢١٠	٤,٨٩٧
	٤	١,١٦٦	١,٢٥٩	١,٤١٣	١,٧١٢	٢,٠٧٤	٢,٥١١	٣,٠٤٠	٤,٤٥٢
	٥	١,١٦٥	١,٢٥٦	١,٤٠٥	١,٦٨٩	٢,٠٢٤	٢,٤١٨	٢,٨٨٠	٤,٠٥٢
	٦	١,١٦٣	١,٢٥٢	١,٣٩٦	١,٦٦٦	١,٩٧٦	٢,٣٣٠	٢,٧٣٢	٣,٦٩٦
	٧	١,١٦١	١,٢٤٨	١,٣٨٨	١,٦٤٤	١,٩٣٠	٢,٢٤٧	٢,٥٩٤	٣,٣٨١

تابع الجدول رقم (١٢,٧).

نسبة التضخم	سعر الفائدة	العمر الافتراضي (سنة)						
r (٪)	i (٪)	٥	٧	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠
	٩	١,١٥٨	١,٢٤١	١,٣٧٢	١,٦٠٢	١,٨٤٤	٢,٠٩٥	٢,٣٥١	٢,٨٦٦
	١٠	١,١٥٦	١,٢٣٨	١,٣٦٤	١,٥٨٢	١,٨٠٤	٢,٠٢٧	٢,٢٤٥	٢,٦٥٩
	١١	١,١٥٥	١,٢٣٥	١,٣٥٦	١,٥٦٢	١,٧٦٦	١,٩٦٣	٢,١٤٩	٢,٤٧٩
	١٢	١,١٥٣	١,٢٣١	١,٣٤٩	١,٥٤٣	١,٧٣٠	١,٩٠٣	٢,٠٦١	٢,٣٢٥
١٠	٣	١,٢١٤	١,٣٤٠	١,٥٥٧	٢,٠١٢	٢,٦١٦	٣,٤٢٥	٤,٥١١	٧,٩٥٧
	٤	١,٢١٢	١,٣٣٥	١,٥٤٦	١,٩٧٨	٢,٥٣٩	٣,٢٦٩	٤,٢٢٢	٧,٠٩٦
	٥	١,٢١٠	١,٣٣٠	١,٥٣٤	١,٩٤٥	٢,٤٦٤	٣,١٢١	٣,٩٥٢	٦,٣٢٨
	٦	١,٢٠٨	١,٣٢٦	١,٥٢٣	١,٩١٣	٢,٣٩٢	٢,٩٨١	٣,٧٠٢	٥,٦٥٠
	٧	١,٢٠٥	١,٣٢١	١,٥١٢	١,٨٨١	٢,٣٢٤	٢,٨٥٠	٣,٤٧١	٥,٠٥٧
	٨	١,٢٠٣	١,٣١٦	١,٥٠١	١,٨٥١	٢,٢٥٨	٢,٧٢٦	٣,٢٦٠	٤,٥٤٢
	٩	١,٢٠١	١,٣١٢	١,٤٩٠	١,٨٢١	٢,١٩٥	٢,٦١١	٣,٠٦٨	٤,٠٩٩
	١١	١,١٩٧	١,٣٠٣	١,٤٦٩	١,٧٦٥	٢,٠٧٩	٢,٤٠٤	٢,٧٣٥	٣,٣٩٣
	١٢	١,١٩٥	١,٢٩٨	١,٤٥٩	١,٧٣٩	٢,٠٢٥	٢,٣١٢	٢,٥٩٢	٣,١١٥
١٢	٣	١,٢٦٢	١,٤٢٢	١,٧٠٨	٢,٣٣٩	٣,٢٤٢	٤,٥٤٣	٦,٤٣٠	١٣,٢٣١
	٤	١,٢٥٩	١,٤١٦	١,٦٩٢	٢,٢٩٣	٣,١٢٩	٤,٣٠٢	٥,٩٥٤	١١,٦٠٩
	٥	١,٢٥٧	١,٤١٠	١,٦٧٧	٢,٢٤٧	٣,٠٢١	٤,٠٧٥	٥,٥١٣	١٠,١٧٢
	٦	١,٢٥٤	١,٤٠٤	١,٦٦٣	٢,٢٠٣	٢,٩١٧	٣,٨٦٠	٥,١٠٥	٨,٩١٣
	٧	١,٢٥١	١,٣٩٨	١,٦٤٨	٢,١٦٠	٢,٨١٨	٣,٦٥٩	٤,٧٣٢	٧,٨٢٢
	٨	١,٢٤٩	١,٣٩٢	١,٦٣٤	٢,١١٩	٢,٧٢٤	٣,٤٧٢	٤,٣٩١	٦,٨٨٣
	٩	١,٢٤٦	١,٣٨٦	١,٦٢٠	٢,٠٧٩	٢,٦٣٣	٣,٢٩٧	٤,٠٨٢	٦,٠٨١
	١٠	١,٢٤٣	١,٣٨١	١,٦٠٧	٢,٠٤٠	٢,٥٤٨	٣,١٣٤	٣,٨٠٣	٥,٣٩٩
	١١	١,٢٤١	١,٣٧٥	١,٥٩٣	٢,٠٠٣	٢,٤٦٧	٢,٩٨٤	٣,٥٥١	٤,٨٢١

(١٢ , ٨) أمثلة محلولة

المثال رقم (١ , ١٢)

مضخة ذات مجموعة تجاويف تكلفتها الأولية ٢٠٠٠٠ ريال. فإذا كان من المتوقع استبدالها بعد عشر سنوات. وكانت فترة التحليل للمشروع ٢٠ سنة. ما هي قيمة المكون الحالية للاستبدال إذا علمت أن معدل سعر الفائدة ١٢٪ ، ومعدل سعر التضخم (الزيادة في الأسعار) ٩٪.

الحل

$$i = 0.12 \quad , \quad r = 0.09 \quad , \quad n = 10 \quad , \quad S = 20000$$

معامل التضخم الحالي PWF (r):

$$PWF(r) = \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^{n} = \left(\frac{1+0.09}{1+0.12}\right)^{10} = \left(\frac{1.09}{1.12}\right)^{10} = 0.76$$

قيمة المكوّن الحالية عند وجود التضخم PW (r):

$$PW(r) = S \cdot PWF(r) = 20000 \times 0.76 = 15200 \text{ SR}$$

المثال رقم (٢ , ١٢)

مضخة طاردة مركزية تكلفتها الأولية ١٥٠٠٠ ريال. فإذا كان من المتوقع استبدالها بعد عشر سنوات. وكانت فترة التحليل للمشروع ٢٠ سنة. ما هي القيمة الحالية للمضخة المستبدلة إذا علمت أن معدل سعر الفائدة ٨٪ ، ومعدل سعر التضخم (الزيادة في الأسعار) ١٠٪.

الحل

$$i = 0.08 \quad , \quad r = 0.10 \quad , \quad n = 10 \quad , \quad S = 15000$$

معامل التضخم الحالي PWF (r):

$$PWF(r) = \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^{n} = \left(\frac{1+0.10}{1+0.08}\right)^{10} = \left(\frac{1.10}{1.08}\right)^{10} = 1.20$$

القيمة الحالية للمضخة المستبدلة نتيجة وجود التضخم PW (r):

$$PW(r) = S \cdot PWF(r) = 15000 \times 1.20 = 18000 \text{ SR}$$

المثال رقم (٣ , ١٢)

مضخة قدرتها ١٠ كيلووات سعرها ٥٠٠٠ ريال، عمرها الافتراضي ١٥ عام. تعمل ١٠٠٠ ساعة سنويا. فإذا كان معدل الفائدة السنوي ٥٪. يقدر سعر المضخة في نهاية عمرها الافتراضي بواقع ٢٠٪ من سعر شرائها.

وتكلفة وحدة الطاقة ٨ هللة لكل كيلووات ساعة. احسب إجمالي التكاليف السنوية للمضخة خلال عمرها الافتراضي.

الحل

أولاً: حساب تكاليف استهلاك المضخة سنويا:

سعر بيع المضخة في نهاية عمرها الافتراضي (سعر الخردة):

$$Sv = \frac{20}{100} \times S = \frac{20}{100} \times 5000 = 1000\,SR$$

معامل القيمة الحالية للمضخة في نهاية عمرها الافتراضي:

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1}{(1+0.05)^{15}} = 0.481$$

القيمة الحالية الصافية للمضخة:

$$PW = S - (Sv \cdot PWF) = 5000 - 1000 \times 0.481 = 5000 - 481 = 4519\,SR$$

معامل استرداد رأس المال:

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.05 \times (1+0.05)^{15}}{(1+0.05)^{15} - 1} = 0.096$$

تكاليف استهلاك المضخة سنويا:

$$FC = PW \times CRF = 4519 \times 0.096 = 433.8\,SR$$

ثانياً: حساب تكاليف تشغيل المضخة سنويا (تكاليف الطاقة):

$$PE = EC \times To \times BHP = 0.08 \frac{SR}{kw.hr} \times 600\,hr \times 10\,kw = 480\,SR$$

ثالثا: إجمالي تكاليف المضخة سنويا:

$$TEC = FC + PE = 433.8 + 480 = 913.8\,SR$$

المثال رقم (١٢, ٤)

إذا الوقود المستخدمة لمزرعة ما تكلف ١٥٠٠٠ ريال في السنة على حسب التكاليف الحالية. ولكن هذه التكاليف من المتوقع زيادتها بمعدل تضخم ٩٪ في السنة لفترة التحليل وهي ٢٠ سنة. احسب معامل تكاليف التشغيل. وما هي قيمة الوقود السنوية لتشغيل المزرعة إذا كان سعر الفائدة ١٢٪.

الحل

معامل تكاليف الوقود السنوية EAF (r):

$$\because \text{EAF}(r) = \left[\frac{(1+r)^n - (1+i)^n}{(r-i)}\right] \times \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right]$$

$$\therefore \text{EAF}(r) = \left[\frac{(1+0.09)^{20} - (1+0.12)^{20}}{(0.09-0.12)}\right] \times \left[\frac{0.12}{(1+0.12)^{20} - 1}\right] = 1.8699$$

تكاليف الوقود السنوية EAC (r):

$$\text{EAC}(r) = S \cdot \text{EAF}(r) = 15000 \times 1.8699 = 28048.5 \text{ SR}$$

المثال رقم (٥ , ١٢)

إذا كانت تكلفة الوقود المستخدم لمزرعة ما ١٠٠٠٠ ريال في السنة على حسب الأسعار الحالية. ولكن هذه الأسعار من المتوقع زيادتها بمعدل تضخم ٨ ٪ في السنة لفترة التحليل وهي ٢٠ سنة. احسب معامل تكاليف التشغيل. وما هي متوسط قيمة الوقود السنوية لتشغيل المزرعة إذا كان سعر الفائدة ١٠٪.

الحل

معامل تكاليف الوقود السنوية EAE (r):

$$\because \text{EAE}(r) = \left[\frac{(1+r)^n - (1+i)^n}{(1+r) - (1+i)}\right] \times \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right]$$

$$\therefore \text{EAE}(r) = \left[\frac{(1+0.08)^{20} - (1+0.10)^{20}}{(1+0.08) - (1+0.10)}\right] \times \left[\frac{0.10}{(1+0.10)^{20} - 1}\right] = 1.8037$$

تكاليف الوقود السنوية EAC (r):

$$\text{EAC}(r) = S \cdot \text{EAE}(r) = 10000 \times 1.8037 = 18037 \text{ SR/year}$$

المثال رقم (٦ , ١٢)

احسب تكلفة الطاقة الكلية السنوية لمضخة طاردة مركزية سعرها ٤٠٠٠٠ ريال تستخدم في نظام ري بالرش. إذا علمت أن:

- الضغط الديناميكي الكلي للمضخة = ٤٠٠ كيلوبسكال.
- تصرف المضخة = ١٠٠ لتر/ ث.
- كفاءة المضخة = ٧٥٪.

- معامل استرداد رأس المال (CRF) = ١١ , ٠ .
- عدد ساعات التشغيل الكلية = ١٠٠٠ ساعة/ عام.
- تكلفة وحدة الطاقة = ٧ هللة/ كيلووات.ساعة.

الحل

الضاغط الديناميكي الكلي للمضخة:

$$TDH = \frac{P}{\gamma} = \frac{400 \times 1000}{9810} = 40.77\,m$$

القدرة الفرملية للمضخة:

$$BHP = \frac{Q_s \times TDH}{102 \times EP} = \frac{100 \times 40.77}{102 \times 0.75} = 53.3\,kw$$

تكاليف استهلاك المضخة سنوياً:

$$FC = PW \cdot CRF = 40000 \times 0.11 = 4400\,SR/year$$

تكاليف استهلاك الوقود سنوياً:

$$PE = EC \times BHP = \frac{7}{100}\frac{SR}{kw.hr} \times 1000hr \times 53.3\,kw = 3731\,SR/year$$

تكاليف الطاقية الكلية سنوياً:

$$TEC = FC + PE = 4400 + 3731 = 8131\,SR/year$$

المثال رقم (٧ , ١٢)

في نظام ري بالرش إذا علمت تكاليف المكونات التالية:

المكون	التكاليف الأولية (ريال)	القيمة في نهاية العمر الافتراضي (ريال)
مضخة طاردة مركزية	٨٠٠٠	٨٠٠
محرك كهربائي	٤٠٠٠	٦٠٠
أنابيب من البلاستيك	٢٦٠٠٠	٢٦٠٠

فإذا كان سعر الفائدة ١٠٪، وسعر التضخم في الأسعار ٥٪، وفترة التحليل ٣٠ سنة. احسب الأتي:

١- القيمة الحالية لكل مكون.

٢- تكاليف الفائدة والاستهلاك السنوي للمكونات (التكاليف السنوية الثابتة).

الحل

أولاً: تحديد العمر الافتراضي لكل مكون من الجدول رقم (١٤ , ١٢) فنجد أن:

١- المضخة الطاردة المركزية : ٢٠ عام.

٢- المحرك الكهربائي: ٣٠ عام.

٣- الأنابيب البلاستيك المدفونة: ٤٠ عام.

ثانياً: حساب القيمة الحالية لكل مكون Pw:

١- **المضخة:** حيث إن العمر الافتراضي للمضخة (٢٠ عام) أقل من عمر المشروع (٣٠ عام) فيجب عمل استبدال للمضخة مرة واحدة بعد عشرين عام بسعر شراء في حينه ٨٠٠٠ ريال لتستمر تلك المضخة المستبدلة ١٠ أعوام حتى نهاية عمر المشروع. حيث يمكن حساب عدد مرات الاستبدال للمكون من المعادلة التالية:

$$No \geq \frac{T_A}{n} - 1 \geq \frac{30}{20} - 1 \geq 1.5 - 1 \geq 0.5 \qquad \therefore No = 1$$

حيث إن:

No = عدد مرات الاستبدال.

TA = عمر المشروع أو فترة التحليل.

n = العمر الافتراضي للمكون.

قيمة المضخة الثانية في نهاية المشروع:

حيث إن المضخة الثانية لم تستهلك كلياً في نهاية عمر المشروع، أي أن لها قيمة أعلى من قيمة الخردة، وعلى اعتبار أن الاستهلاك السنوي للمضخة ثابت فتكون قيمتها بعد ١٠ سنوات هي:

$$S_{10\,year} = S - \left(\frac{S - Sv}{n}\right) \times T$$

حيث إن:

$S_{10\,year}$ = سعر المضخة بعد زمن T .

S = سعر المضخة جديدة.

Sv = سعر المضخة في نهاية عمرها الافتراضي.

$$S_{10\,year} = 8000 - \left(\frac{8000-800}{20}\right)\times 10 = 4400\,SR$$

إجمالي القيمة الحالية للمضختين:

وهي تشمل سعر شراء المضخة الأول + القيمة الحالية للمضخة الثانية المستبدلة – القيمة الحالية للمضخة الأولى في نهاية عمرها الافتراضي – القيمة الحالية للمضخة الثانية في نهاية عمر المشروع.

$$Pw = S_1 + S_2 \cdot \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^n - S_V \cdot \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^n - S_{10\,year} \cdot \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^{n+10}$$

$$Pw = 8000 + 8000 \cdot \left(\frac{1.05}{1.10}\right)^{20} - 800 \cdot \left(\frac{1.05}{1.10}\right)^{20} - 4400 \cdot \left(\frac{1.05}{1.10}\right)^{30}$$

$$Pw = 8000 + 3155.17 - 315.52 - 1089.81 = 9741\,SR$$

٢- المحرك الكهربائي: العمر الافتراضي ٣٠ عام = عمر المشروع.

إذا لا يوجد استبدال للمحرك وقيمة البيع في نهاية عمر المشروع هي قيمة الخردة.

وتكون القيمة الحالية لتكاليف المحرك هي:

$$Pw = S - S_V \cdot \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^n$$

$$Pw = 4000 - 600 \cdot \left(\frac{1.05}{1.10}\right)^{30}$$

$$Pw = 4000 - 148.6 = 3851.4\,SR$$

٣- الأنابيب: العمر الافتراضي ٤٠ عام أكبر من عمر المشروع ٣٠ عام

إذا سعر الأنابيب في نهاية المشروع هو سعر الاستهلاك خلال ٣٠ عام فقط وليس سعر الخردة.

$$S_{30\,year} = 26000 - \left(\frac{26000-2600}{40}\right)\times 30 = 8450\,SR$$

وتكون القيمة الحالية للأنابيب هي:

$$Pw = S - S_{30\,year} \cdot \left(\frac{1+r}{1+i}\right)^{30}$$

$$Pw = 26000 - 8450 \cdot \left(\frac{1.05}{1.10}\right)^{30} = 23907\,SR$$

٤- أجمالي القيمة الحالية لجميع مكونات المشروع:

$$Pw_{Total} = Pw_1 + Pw_2 + Pw_3$$

$$Pw_{Total} = 9741 + 3851 + 23907 = 37499 \; SPw_1 + Pw_2 + Pw_3$$

ثالثاً: معامل استرداد رأس المال:

يحسب لعمر المشروع أو فترة التحليل

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.10 \times (1+0.10)^{30}}{(1+0.10)^{30} - 1} = 0.106$$

رابعاً: التكاليف السنوية للمشروع:

$$FC = PW_{total} \times CRF = 37499 \times 0.106 = 3974.9 \, SR$$

المثال رقم (١٢,٨)

اختر القطر المناسب لأنبوب رئيس يقع في منتصف حقل يروى بطريقة الري بالرش وتعمل عليه ثلاثة خطوط فرعية، تصرف الخط الواحد ٤٠م٣/ ساعة، وكفاءة الضخ ٧٨٪، وساعات تشغيل النظام في السنة٢٠٠٠ ساعة، ومعامل استرداد رأس المال ٠,١، ومعامل هيزن ويليام لخشونة الأنبوب ١٤٥، وسعر وحدة استهلاك الطاقة ١٠هللة/ كيلواط ساعة، وتكلفة الأنبوب لكل ١٠٠م شاملة التركيب حسب قطر الأنبوب موضحة في الجدول التالي:

القطر (مم):	١٢٥	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠
التكلفة (ريال):	٤٦٨٠	٤٩٢٠	٥٤٠٠	٥٨٢٠	٦٦٦٠

الحل

يجب حساب كل من التكاليف السنوية الثابتة والتكاليف الثانوية للطاقة لكل قطر من الأقطار المتاحة ثم مقارنة التكاليف الكلية لكل قطر واختيار الأنبوب ذو التكاليف الكلية الأقل، ويمكن الاستعانة بالجدول رقم (١٢,٢) لتنظيم الحل.

أولاً: عند استخدام قطر ١٢٥ مم:

تصرف الخط الفرعي:

$$Q_L = 40 \, m^3/hr = 40/3.6 = 11.11 \, lit/sec$$

تصرف الخط الرئيس:

$$Q_M = N_L \times Q_M = 3 \times 11.11 = 33.33 \, lit/sec$$

التكاليف السنوية الثابتة (تكاليف الاستهلاك):

$$FC = PW \times CRF = 4680 \times 0.10 = 468\,SR/year$$

فاقد الاحتكاك في الخط الرئيس لطول ١٠٠ متر:

$$H_f = 1.22 \times 10^{10} \times L \times \left(\frac{Q}{CHW}\right)^{1.852} \times (D)^{-4.87}$$

$$H_f = 1.22 \times 10^{10} \times 100 \times \left(\frac{33.33}{120}\right)^{1.852} \times (125)^{-4.87} = 7.0\,m$$

القدرة اللازمة للتغلب على معامل الاحتكاك في الخط:

$$Power = \frac{H_f \times Q_M}{102 \times E_P} = \frac{7 \times 33.33}{102 \times 0.78} = 2.93\,kw$$

التكاليف السنوية للطاقة:

$$PE = EC \times BHP = \frac{7}{100}\frac{SR}{kw.hr} \times 2000hr \times 2.93\,kw = 410.2\,SR/year$$

التكاليف الكلية السنوية:

$$TEC = FC + PE = 468 + 410.2 = 878.2\,SR/year$$

ونضع النتائج في جدول مشابه للجدول رقم (٢ , ١٢)، ونكرر الحسابات السابقة لجميع الأقطار المتاحة.

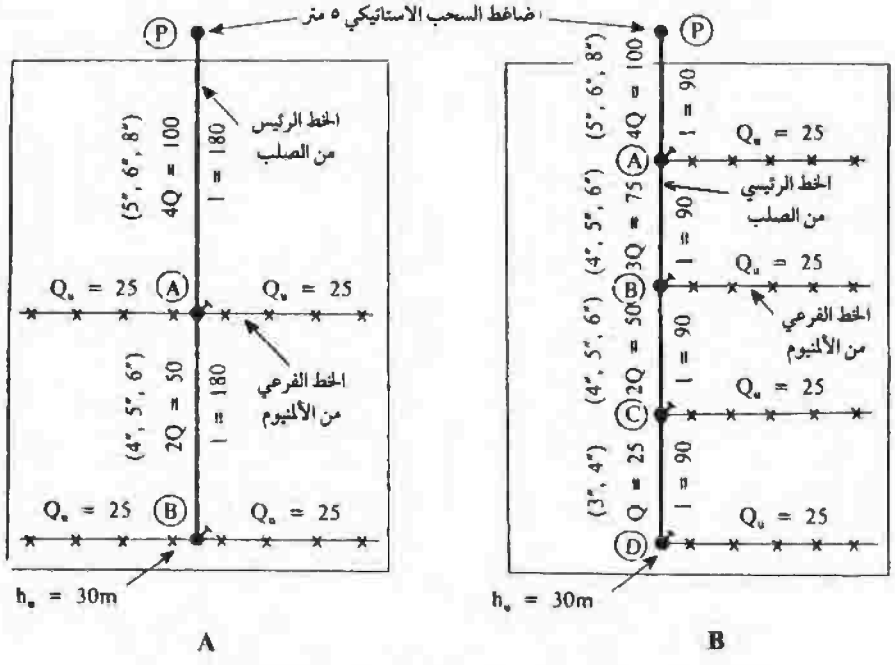
وقد أمكن تلخيص النتائج في الجدول التالي:

قطر الأنبوب (مم)	التكاليف الأولية (ريال/ ١٠٠م)	التكاليف السنوية (ريال/ ١٠٠م)	فاقد الاحتكاك في الأنبوب (م)	قدرة المضخة المقاومة للاحتكاك (كيلووات)	التكاليف السنوية لطاقة الضخ (ريال)	مجموع التكاليف السنوية (ريال)
١٢٥	٤٦٨٠	٤٦٨	٧,٠٠	٢,٩٣	٤١٠,٢	٨٧٨,٢
١٥٠	٤٩٢٠	٤٩٢	٢,٨٨	١,٢١	١٦٩,٠	٦٦١,٠
٢٠٠	٥٤٠٠	٥٤٠	٠,٧١	٠,٣٠	٤١,٧	٥٨١,٧
٢٥٠	٥٨٢٠	٥٨٢	٠,٢٤	٠,١٠	١٤,٠	٥٩٦,٠
٣٠٠	٦٦٦٠	٦٦٦	٠,١٠	٠,٠٤	٥,٨	٦٧١,٨

ومن النتائج السابقة نختار القطر ٢٠٠ مم حيث إنه يعطي أقل قيمة في التكاليف الكلية من باقي الأقطار.

المثال رقم (٩ , ١٢)

حقلان مستويان ومتشابهان يراد تصميم نظام ري متنقل لكل منهما باستخدام أربعة خطوط فرعية لكل حقل، ولكن تختلف ترتيب الخطوط الفرعية أثناء الري على الخط الرئيس الذي يقع في منتصف الحقل. التصرفات وأطوال الأنابيب موضحة بالشكل رقم (٣ , ١٢). فإذا علمت أن الخط الرئيس من الصلب (معامل هيزن ويليامز ١٤٠)، والخطوط الفرعية من الألمنيوم، والأقطار المتاحة للتصميم ٣، ٤، ٥، ٦، ٨ بوصة. كفاءة المضخة لكل حقل ٧٥٪، وكل مضخة تعمل ٥٠٠ ساعة/ الموسم. تكاليف تشغيل المضخة ٠,٤٠ ريال/ حصان.ساعة. التكاليف الأولية والتكاليف السنوية الثابتة للأنابيب ذات الأقطار المختلفة المراد استخدامها في التصميم مبينة في الجدول رقم (٨ , ١٢) وهي لوحدة طول تساوي ١٠ م، فإذا علمت أن معامل استرداد رأس المال (CRF) يساوي ١٠٪. ما هي أفضل أقطار أنابيب يمكن استخدامها مما هو متاح منها ثم احسب: الضاغط الديناميكي الكلي، قدرة المضخة اللازمة.



الشكل رقم (٣ , ١٢). التصرفات وأطوال الأنابيب لتخطيطين مختلفين.

الجدول رقم (٨ , ١٢). التكاليف الأولية والسنوية الثابتة للأقطار المتاح استخدامها.

قطر الأنبوب (بوصة)	التكاليف الأولية الثابتة (ريال/ ١٠ م)	التكاليف السنوية الثابتة (ريال/ ١٠ م)
٣	٢٠٠	٢٠
٤	٢٥٠	٢٥
٥	٣٥٠	٣٥
٦	٤٦٠	٤٦
٨	٦٠٠	٦٠

الحل

حساب تكاليف تشغيل المضخة سنويا:

$$TOC = \frac{500\ hr \times 0.40\ SR/Bhp.hr}{0.75} = 266.6\ SR/Whp$$

حيث إن Whp القدرة المائية للمضخة ويمكن حسابها من المعادلة:

$$Whp\ (hp) = \frac{Q\left(m^3/hr\right) \times H(m)}{273}$$

حيث إن:

H = الضاغط الديناميكي الكلي.

Q = تصرف المضخة.

الجدول رقم (٩ , ١٢) يلخص الخطوات اللازمة للحل المثالي للأقطار المقترحة.

الجدول رقم (٩ , ١٢). الخطوات الخمسة اللازمة للحل المثالي للأقطار المقترحة.

الخطوة	قطر الأنبوب (بوصة)				
	٣	٤	٥	٦	٨
١- التكاليف السنوية الثابتة (ريال/ ١٠م)	٢٠	٢٥	٣٥	٤٦	٦٠
٢- الزيادة في التكاليف السنوية الثابتة عند زيادة قطر الأنبوب إلى القطر الذي يليه (ريال/ ١٠م)	٥	١٠	١١	١٤	
٣- الوفر في الطاقة نتيجة زيادة القطر (حصان/ ١٠م)	٠,٠١٨٨	٠,٠٣٧٦	٠,٠٤١٢	٠,٠٥٢٥	
٤- الوفر في فاقد الاحتكاك نتيجة زيادة القطر (م/ ١٠م)	٠,٠٥١	٠,١٠٢	٠,١١١	٠,١٤٢	
٥- التصرف الذي يصاحب الوفر في فاقد الاحتكاك (م٣/ ساعة)	١٠	٣٥	٧٠	١٢٠	

شرح الخطوة ١ في الجدول رقم (٩ , ١٢)

القيمة مأخوذة من معطيات المثال، الجدول رقم (٨ , ١٢)، على أساس اعتبار قيمة التكاليف الأولية المحددة سابقاً وعلى أساس أن معامل استرداد رأس المال ١٠٪، حيث إن التكاليف السنوية الثابتة تساوي التكاليف الأولية مضروباً في معامل استرداد رأس المال.

شرح الخطوة ٢ في الجدول رقم (٩ , ١٢)

اختيار القطر الأكبر مباشرة يؤدي إلى زيادة في التكلفة السنوية لهذا الأنبوب، فمثلا زيادة القطر من ٣ بوصة إلى ٤ بوصة يقتضي زيادة في التكلفة السنوية الثابتة للأنابيب مقدارها ٥ ريال/ ١٠م من طول الأنبوب، وزيادة القطر من ٤ بوصة إلى ٥ بوصة يقتضي زيادة في التكلفة السنوية الثابتة للأنابيب مقدارها ١٠ ريال/ ١٠م من طول الأنبوب، وهكذا لباقي الأقطار كما النتائج في الجدول رقم (٩ , ١٢).

شرح الخطوة ٣ في الجدول رقم (٩ , ١٢)

حيث إن التكلفة السنوية لتشغيل المضخة تم حسابها وتساوي ٢٦٦,٦ ريال/ حصان، وحيث إن هناك خفض في تكلفة التشغيل السنوية نتيجة زيادة القطر حيث يقل فاقد الاحتكاك وبالتالي يقل الضاغط الديناميكي الكلي وبالتالي تقل قدرة المضخة. فعلى سبيل المثال يكون وهناك وفر في الطاقة نتيجة زيادة القطر من ٣ بوصة إلى ٤ بوصة يمكن حسابها كالتالي $\left(\frac{5\,SR}{266.6\,SR/Whp}=0.0188\,Whp\right)$، ويكون هناك وفر في الطاقة نتيجة زيادة القطر من ٤ بوصة إلى ٥ بوصة يمكن حسابها كالتالي $\left(\frac{10\,SR}{266.6\,SR/Whp}=0.0376\,Whp\right)$، وهكذا يمكن حساب وفر الطاقة نتيجة الزيادة في باقي الأقطار كما في النتائج في الجدول رقم (٩ , ١٢).

شرح الخطوة ٤ في الجدول رقم (٩ , ١٢)

حيث إن معادلة القدرة المائية $Whp\,(hp)=\frac{Q\,(m^3/hr)\times H(m)}{273}$ وحيث إن ما يخفض القدرة هو الضاغط الديناميكي الكلي الذي ينخفض نتيجة انخفاض فاقد الاحتكاك بسبب زيادة قطر الأنبوب مع ثبات باقي المكونات للضاغط الديناميكي الكلي، وبالتالي يمكن حساب القدرة اللازمة للتغلب على فاقد الاحتكاك كالتالي:

$$Whp_f\,(hp)=\frac{Q\,(m^3/hr)\times h_f(m)}{273}$$

ويمكن كتابة المعادلة على الصورة التالية:

$$h_f(m)=\frac{Whp_f\,(hp)\times 273}{Q\,(m^3/hr)}$$

وبالتالي يمكن حساب الوفر في فاقد الاحتكاك الذي نتج عنه الوفر في الطاقة المحسوب في الخطوة السابقة، فعلى سبيل المثال زيادة قطر الأنبوب من ٣ بوصة إلى ٤ بوصة أدى وفر في الطاقة ٠,٠١٨٨ حصان/ ١٠متر وبالتالي يمكن حساب الوفر في فاقد الاحتكاك من المعادلة السابقة:

$$h_f(m) = \frac{Whp_f\ (hp) \times 273}{Q\left(m^3/hr\right)} = \frac{0.0188 \times 273}{100} = 0.051\,m/10m$$

وزيادة قطر الأنبوب من ٤ بوصة إلى ٥ بوصة أدى وفر في الطاقة ٠,٠٣٧٦ حصان/ ١٠متر وبالتالي يمكن حساب الوفر في فاقد الاحتكاك من المعادلة السابقة:

$$h_f(m) = \frac{Whp_f\ (hp) \times 273}{Q\left(m^3/hr\right)} = \frac{0.0376 \times 273}{100} = 0.102\,m/10m$$

وهكذا لباقي الزيادات في الأقطار كما النتائج في الجدول رقم (٩, ١٢).

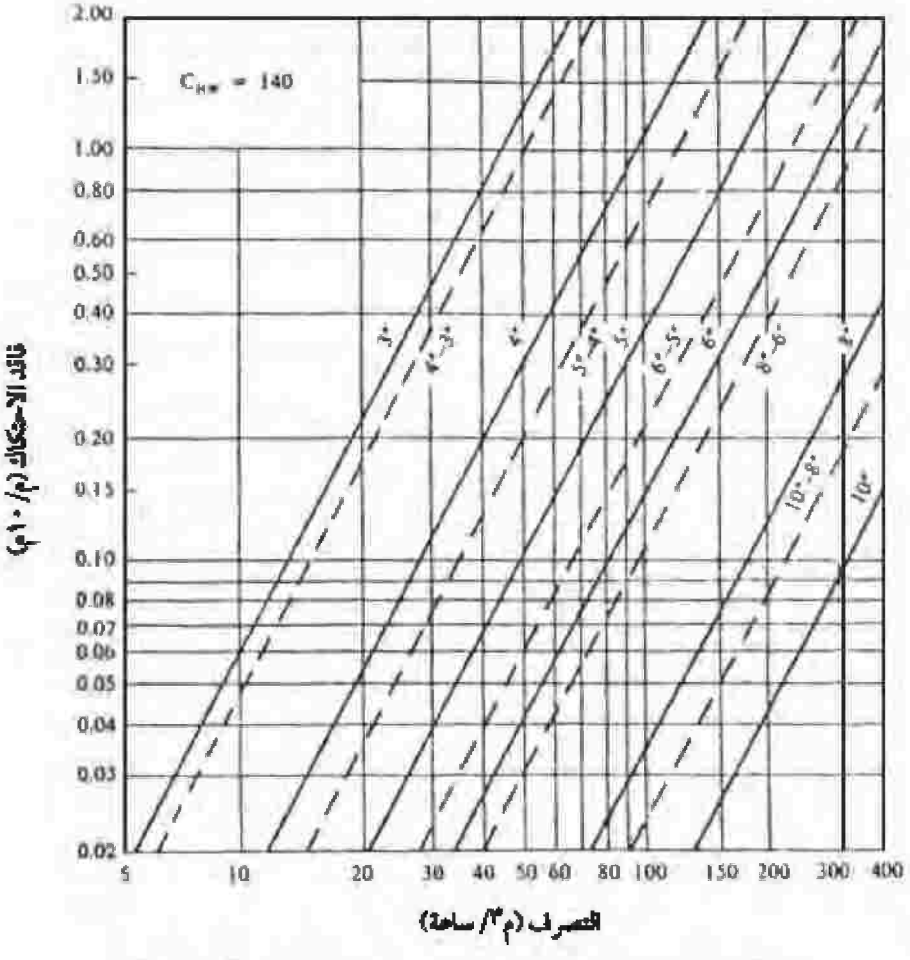
شرح الخطوة ٥ في الجدول رقم (٩, ١٢)

تقليل فاقد الاحتكاك المحتمل نتيجة استبدال الأنبوب بقطر أكبر موضح بالشكل البياني رقم (٤, ١٢) وذلك لكل ١٠م من طول الأنبوب. المحور الأفقي يوضح التصرف (م٣/ ساعة) والمحور الرأسي يوضح فاقد الاحتكاك (م/ ١٠م). الخطوط المتصلة كل منها يمثل قطر من الأقطار المتاحة في التصميم، الخطوط غير المتصلة (المتقطعة) ويقع كل منها بين خطان متصلان، الأيسر القطر الأقل والأيمن القطر الأكبر بحيث يمثل هذا الخط غير المتصل بينهما الوفر في فاقد الاحتكاك نتيجة زيادة القطر الأقل إلى القطر الأكبر، ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي، فعند تصرف مقداره ٤٠ م٣/ ساعة (يحدد على المحور الأفقي) ولأنبوب قطره ٣ بوصة نجد أن فاقد الاحتكاك ٠,٨٠ م/ ١٠م (من المحور الرأسي) بينما لأنبوب قطره ٤ بوصة عند نفس التصرف ٤٠ م٣/ ساعة نجد أن فاقد الاحتكاك ٠,٢٠ م/ ١٠م وبالتالي يكون الوفر في فاقد الاحتكاك عند استبدال أنبوب قطره ٣ بوصة بأخر قطره ٤ بوصة هو ٠,٦٠ م/ ١٠م (٠,٨٠-٠,٢٠) وهذه القيمة يمكن قراءتها مباشرة على الخط غير المتصل بين قطر ٣، ٤ بوصة على المحور الرأسي لتصرف ٤٠ م٣/ ساعة. والعكس صحيح من نفس الشكل إذا كان معلوم الوفر في فاقد الاحتكاك بين استبدال قطر أصغر لقطر أكبر يمكن معرفة التصرف المناسب. فمن بيانات الجدول رقم (٩, ١٢) والخطوة الرابعة فيه عند زيادة القطر من ٣ بوصة إلى ٤ بوصة كان الوفر في فاقد الاحتكاك ٠,٠٥١ م/ ١٠م وبالاستعانة بالشكل رقم (٤, ١٢) لتلك القيمة على المحور الرأسي والخط غير المتصل بين ٣، ٤ بوصة نجد أن التصرف المصاحب ١٠ م٣/ ساعة، وبالمثل عند زيادة القطر من ٤ بوصة إلى ٥ بوصة كان الوفر في فاقد

الاحتكاك ١٠٢ , ٠ م/ ١٠م وبالاستعانة بالشكل رقم (٤ , ١٢) لتلك القيمة على المحور الرأسي والخط غير المتصل بين ٤، ٥ بوصة نجد أن التصرف المصاحب ٣٥ م٣/ ساعة. وهكذا لباقي الزيادات في الأقطار كما النتائج في الجدول رقم (٩ , ١٢).

اختيار الأقطار

أولاً: التصميم في الشكل أ: التصرف من P إلى A هو ١٠٠ م٣/ ساعة وهذا التصرف يقع بين تصرف ٧٠ و ١٢٠ م٣/ ساعة في الجدول (٩ , ١٢) وبالتالي يكون القطر ٦ بوصة هو الأفضل اقتصادياً، والتصرف من A إلى B هو ٥٠ م٣/ ساعة وهذا التصرف في الجدول (٩ , ١٢) يقع بين تصرف ٣٥ و ٧٠ م٣/ ساعة وبالتالي يكون القطر ٥ بوصة هو القطر الأكثر اقتصادياً.



الشكل رقم (٤ , ١٢). فاقد الاحتكاك عند تصرفات مختلفة وأقطار مختلفة.

ثانياً: التصميم في الشكل ب: التصرف من P إلى A هو ١٠٠ م٣/ ساعة وبالتالي يكون القطر ٦ بوصة هو الأفضل اقتصادياً كما تم شرحه في أ، والتصرف من A إلى B هو ٧٥ م٣/ ساعة وهذا التصرف في الجدول رقم (٩ , ١٢) يقع بين تصرف ٧٠ و ١٢٠ م٣/ ساعة وبالتالي يكون القطر ٦ بوصة أيضاً هو القطر الأكثر اقتصادياً، والتصرف من B إلى C هو ٥٠ م٣/ ساعة ولهذا التصرف يكون القطر ٥ بوصة هو القطر الأكثر اقتصادياً كما في الحالة أ، والتصرف من C إلى D هو ٢٥ م٣/ ساعة وهذا التصرف في الجدول رقم (٩ , ١٢) يقع بين تصرف ١٠ و٣٥ م٣/ ساعة وبالتالي يكون القطر ٤ بوصة هو القطر الأكثر اقتصادياً.

حساب فاقد الاحتكاك لكل قطر من الشكل رقم (٤ , ١٢)

لتصرف ١٠٠ م٣/ ساعة وقطر ٦ بوصة نجد الفاقد بالاحتكاك ١٤ , ٠ م/ ١٠م.

لتصرف ٥٠ م٣/ ساعة وقطر ٥ بوصة نجد الفاقد بالاحتكاك ١٠ , ٠ م/ ١٠م.

لتصرف ٧٥ م٣/ ساعة وقطر ٦ بوصة نجد الفاقد بالاحتكاك ٠٨ , ٠ م/ ١٠م.

لتصرف ٢٥ م٣/ ساعة وقطر ٤ بوصة نجد الفاقد بالاحتكاك ٠٧٥ , ٠ م/ ١٠م.

حساب الضاغط الديناميكي الكلي H

$$H = H_L + H_S + 1.1 h_f$$

حيث إن:

H_L = الضاغط عند بداية الخط الفرعي ويساوي ٣٠ متر من معلومات التصميم.

H_S = الضاغط الاستاتيكي الكلي للمضخة ويساوي ٥ متر من معلومات التصميم.

$$H = H_L + H_S + 1.1 h_f = 30 + 5 + + 1.1 h_f = 35 + 1.1 h_f$$

التخطيط أ:

$$H = = 35 + 1.1 h_f = 35 + 1.1 \left(\frac{0.14}{10} \times 180 + \frac{0.10}{10} \times 180 \right) = 39.75 \, m$$

التخطيط ب:

$$H = = 35 + 1.1 h_f = 35 + 1.1 \left(\frac{0.14}{10} \times 90 + \frac{0.08}{10} \times 90 + \frac{0.10}{10} \times 90 + \frac{0.075}{10} \times 90 \right) = 3891 m$$

يمكن اعتبار أن الضاغط الديناميكي الكلي للتخطيطين أ، ب متساوي ويساوي ٤٠ م

قدرة المضخة:

$$Bhp\,(hp) = \frac{Q\,(m^3/hr) \times H(m)}{270 \times E_P} = \frac{100 \times 40}{270 \times 0.75} = 20\,hp$$

التغيير في أقطار الأنابيب في حالة وجود فروق في مناسيب الخط الرئيس

في التخطيط الأول (أ) أذا كان هناك ميل إلى أسفل بحيث منسوب P أعلى من منسوب A بمقدار ١ متر، ومنسوب A أعلى من منسوب B بمقدار ٣ متر. وحيث إن الضاغط في نهاية الخط الرئيس عند B يجب أن يكون ضاغط تشغيل الخط الفرعي ومنه نحسب الضاغط عند A:

$$h_A = 30 + 1.1 \times \frac{0.10}{10} \times 180 - 3 = 29\,m \prec 30\,m$$

والقيمة الناتجة أقل من ٣٠ متر وهو الضاغط الواجب توفره عند A لتشغيل الخط الفرعي عند تلك النقطة، ولتزويد الضاغط عند A يجب زيادة فاقد الاحتكاك في الخط الرئيس من A إلى B حتى يرتفع الضاغط عند A من ٢٩ متر إلى ٣٠ متر ويمكننا هذا بتقليل القطر عند نهاية الخط الرئيس بين A و B من ٥ بوصة إلى ٤ بوصة، وحتى يمكننا حساب الطول من الخط الرئيس الذي يمكن تخفيض قطره في نهاية الخط إلى ٤ بوصة سنفرض أن هذا الطول يساوي (L)، وحتى يكون الضاغط عند A وعند B كلاهما يساوي ٣٠ متر (ضاغط الخط الفرعي) يجب أن يكون أجمالي الفاقد يساوي المكتسب من فاقد الميل وهو ٣ متر، وحيث إن الفاقد بالاحتكاك من الشكل رقم (١٢,٧) عند تصرف ٥٠ م٣/ ساعة وقطر ٤ بوصة هو ٠,٣٠ م/ ١٠م فيكون:

$$1.1\left[\frac{0.10}{10} \times (180 - L) + \frac{0.30}{10} \times L\right] = 3 \qquad \therefore L = 46\,m$$

إذا الجزء في نهاية الخط الرئيس من الأنبوب AB بطول ٤٦ م وقطر ٤ بوصة والجزء الأول منه بطول ١٣٤ م وقطر ٥ بوصة. وهكذا يكون الضاغط عند كل من B و A يساوي ٣٠ م.

ونعيد حساب الضاغط عند P :

$$h_P = 30 + 1.1 \times \frac{0.14}{10} \times 180 - 1 = 31.8\,m \succ 30\,m$$

وبالتالي يتوفر عن P ضاغط يكفي ويزيد لتشغيل الخط الفرعي.

الضاغط الديناميكي الكلي:

$$H = h_P + h_S = 31.8 + 5 = 36.8 \approx 37\,m$$

قدرة المضخة:

$$Bhp\,(hp) = \frac{Q\,(m^3/hr) \times H(m)}{270 \times E_p} = \frac{100 \times 36.8}{270 \times 0.75} = 18\,hp$$

(١٢,٩) مسائل منوعة

١- احسب تكلفة الطاقة الكلية السنوية لمضخة طاردة مركزية سعرها ٢٥٠٠٠ريال تستخدم في نظام ري بالرش. إذا علمت أن:

- الضغط الديناميكي الكلي للمضخة = ٣٨٠ كيلوبسكال.
- تصرف المضخة = ٨٠ لتر/ ث.
- كفاءة المضخة = ٧٠٪.
- معامل استرداد رأس المال (CRF) = ١٥ , ٠.
- عدد ساعات التشغيل الكلية = ١٢٠٠ ساعة/ عام.
- تكلفة وحدة الطاقة = ٨ هللة/ كيلووات.ساعة.

٢- مضخة طاردة مركزية استخدمت مع محرك كهربائي لسحب الماء ذات قدرة فرملية ٣ , ٢حصان/ ساعة، وكفاءتها ٦٨٪ ، ٧٦٪ على التوالي. وعدد ساعات التشغيل الكلية ٢٦٠٠ ساعة في ٢١٠ يوم في السنة. إذا علمت أن تكاليف المضخة ٨٠٠٠ ريال والمحرك ٢٢٠٠ ريال. وكانت تكاليف أنابيب السحب والطرد والمكونات الأخرى ٩٥٠ ريال. وتكاليف المفتاح الكهربائي والأجزاء الأخرى للمحرك ٨٢٠ ريال. وتكاليف الطاقة الكهربائية المستخدمة ٧ هللة/ وحدة طاقة. وسعر الفائدة السنوية ٨٪. وقيمة المضخة والمحرك بعد الاستهلاك كانت ٢٠٠، ٣٠٠ ريال على التوالي. وقيمة الأجزاء الأخرى بعد الاستهلاك يمكن تجاهلها (صفر). فإذا كانت تكلفة (أجرة) مشغل المضخة ٨٠ ريال/ يوم مع العلم انه يعمل ساعة واحدة يومياً. المطلوب حساب:

أ) تكاليف الفائدة السنوي.

ب) تكاليف الاستهلاك السنوي للمكونات.

ج) تكاليف التشغيل.

د) التكاليف الكلية السنوية للتشغيل.

٣- إذا كانت البيانات التالية لنظام ري بالرش كالتالي:

- التكاليف الكلية للطاقة = ٠,٠٩٤ ريال/ كيلووات.ساعة.
- الفترة بين الريات = ٧ أيام.
- سعر الأنبوب بقطر ٨ بوصة = ٨٣٠ ريال/ ١٠٠ متر.
- عدد ساعات التشغيل اليومي = ٢٢ ساعة.
- سعر الأنبوب بقطر ١٠ بوصة = ١٠٠٠ ريال/ ١٠٠ متر.
- عمق الماء الصافي في الرية = ١٠٠ مم.
- عمق الماء الصافي اللازم للنبات = ٦٥٠ مم/ موسم.
- سعر الفائدة السنوية = ٢٠٪.
- معدل التضخم السنوي في الأسعار = ٩٪.
- عمر المشروع = ١٥ سنة.
- كفاءة إضافة الماء = ٧٠٪.
- كفاءة المضخة = ٧٥٪.

احسب:

- معامل استرداد راس المال.
- معامل التكاليف السنوية المكافئ للطاقة عند وجود تضخم
- تكلفة الطاقة الكلية عند استخدام كلا القطرين.
- قارن بين الفاقد في الطاقة عند استخدام كلا القطرين.

٤- لمشروع نظام ري بالرش. اختار أنابيب ذات قطر يحقق أقل تكلفة في الشراء والتشغيل مستخدماً أنابيب من PVC. أوجد التحاليل الاقتصادية لفترتين ٢٠ سنة، ٤٠ سنة التي تعتبر العمر الافتراضي للأنابيب. إذا كان سعر الفائدة السنوي للتكاليف الأولية ٩٪ لكلا الفترتين، وأوجد الفرق في التكاليف السنوية للشراء والتشغيل لهذه الأنابيب مع الأخذ في الاعتبار الاستبدال، التشغيل، الصيانة والإصلاح. إذا علمت أن مقدار التضخم

السنوي ٧٪ لجميع المكونات ماعدا الطاقة الذي سوف يصل التضخم ١٢٪ سنوياً. إذا كانت البيانات للنظام والأنابيب هي:

- المساحة المروية = ٦ , ٥٠ هكتار.
- معدل التصرف = ١ , ٦٣ لتر/ ث.
- حجم الماء المنقول بالأنابيب = ٥٥ , ٥×١٠^٥ م٣/ سنة .
- أطوال الأنابيب = ٦٠٧ م.

والجدول التالي يبين معلومات القدرة وطاقة الاحتكاك. إذا كان سعر وحدة الطاقة ٠٢ , ٠ دولار/ ك.وات/ ساعة. وتكاليف الضرائب والتأمين ٥ , ٢٪ من تكاليف الاستثمار الأولية.

قطر الأنبوب		سرعة السريان	فاقد الاحتكاك	القدرة	طاقة الاحتكاك
بوصة	مم	(م/ ث)	(م)	(ك.وات)	(ك.وات.ساعة/ سنة)
٨	٢٠٣	٢,٠٩	١١,١	٨,١	٢١٦٠٠
١٠	٢٥٤	١,٣٤	٣,٧٧	٢,٧	٧٢٦٠
١٢	٣٠٥	٠,٩٣	١,٥٦	١,١	٣٠٠٠

* فاقد الاحتكاك محسوب لكل ٦٠٧ م من طول الأنبوب.

٥- تستخدم مضخة ذات تصرف ٥ , ٧ لتر/ ث مع أنبوب طوله ٣٠٠ متر. فإذا كانت الكفاءة للمضخة والمحرك ٧٠٪ . وتكاليف وحدة الطاقة المستخدمة هي ١٨ , ٠ هللة/ كيلووات.ساعة من الكهرباء. وسعر الفائدة على التكاليف ٧٪. والمضخة تعمل ٢٦٠٠ ساعة / السنة. المطلوب:

أ) اختيار القطر الاقتصادي إذا كانت الأنابيب المتوفرة في السوق هي ٥ سم ، ٥ , ٧ سم ، ١٠ سم ، ٥ , ١٢سم.

ب) حساب تكاليف الاستهلاك.

ج) حساب التكاليف الكلية لكل قطر.

٦- اختر قطر الأنبوب الأمثل اقتصادياً للخط الرئيس للمنظومة التالية:

- التصرف الكلي للمنظومة = ٣٠٠ م٣/ ساعة.

- طول الأنبوب الرئيس = ٢٠٠٠م.
- معامل استرداد رأس المال = ١٦٪.
- ساعات تشغيل النظام في السنة = ٢١٠٠ ساعة.
- كفاءة وحدة الضخ = ٦٥٪.
- سعر وحدة استهلاك الطاقة ١٠ هللة/ كيلووات.ساعة

القطر (مم)	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠
الضاغط الديناميكي الكلي لوحدة الضخ (متر)	٩٥	٨٠	٧٢
تكاليف الأنبوب لطول ١٠٠ متر (ريال)	٤٠٠٠	٦٠٠٠	٩٦٠٠

٧- نظام ري بالرش يستمر ٣٠ عامًا، ويمكن تحقيق هذا بشراء مضخة الآن بمبلغ ١٥٠٠٠ ريال ومضخة بديلة عند العام ٢٠، فإذا كان معدل الفائدة السنوية ١٠٪ والتكلفة السنوية لكامل النظام ٢٥٠٠ ريال في العام لفترة الـ ٣٠ عام. على فرض إهمال قيمة الاسترداد للمضخات (قيمة الخردة). كم سيكون تكلفة المضخة البديلة إلى أقرب ريال في العام ٢٠ ؟

٨- نظام ري بالرش عند التصميم له ليعمل لفترة ٣٠ عام في المستقبل له كان هناك بديلان لاختيار وشراء معدات الضخ هما:

أ) شراء مضخة حالياً بمبلغ ١١٢٥٠ ريال ثم يشتري مضخة بديلة في العام ١٥ بمبلغ ٢٠٥٠٠ ريال.

ب) يشتري مضخة في هذا اليوم بمبلغ ٩٠٠٠ ريال ثم يشتري مضخة بديلة في العام ١٠ بمبلغ ١٢٠٠٠ ريال، وفي العام ١٥ يشتري مضخة إضافية بمبلغ ١٥٤٠٠ ريال.

مع فرض أن تكاليف التشغيل متساوية لكلا الحالتين (أ) و (ب)، وأن قيمة الاسترداد للمضخات مهملة، وأن العمر الكلي للمشروع هو ٣٠ عام، وأن معدل الفائدة لرأس المال هي ١١٪. ما هو الخيار الذي يعمل على تخفيض التكاليف السنوية لكامل عمر المشروع.

٩- يعمل نظامان بديلان وكل منهما يتألف من مضخة وشبكة أنابيب بإيصال احتياجات مائية متساوية وينتج عنهما إنتاج محصولي متساوي. ويختلف النظامان في تكاليف التشغيل والتكاليف الأولية وقيم الاسترداد عند نهاية السنة الـ ٢٠. هذه المعلومات موضحة في الجدول التالي:

المكون	النظام الأول		النظام الثاني	
	التكلفة (ريال)	قيمة الاسترداد (٪)	التكلفة (ريال)	قيمة الاسترداد (٪)
المضخة	٩٠٠٠	٢٥	٧٠٠٠	٢٠
الأنابيب	٣٠٠٠٠	٢٠	٤٠٠٠٠	١٥
ساعات التشغيل	٢٢٠٠	-	١٨٠٠	-

وضح ماهو النظام الذي تنصح بشرائه ولماذا ؟، بناء على معدل فائدة سنوية تساوي ٨٪، خلال عمر عشرون عاماً.

١٠- مضخة ذات مجموعة تجاويف تكلفتها الأولية ١٥٠٠٠ ريال ، فإذا كان متوقع استبدالها بأخرى بعد ثمان سنوات وكانت فترة التحليل للمشروع ١٦ سنة. ما هي قيمة المكون الحالية نتيجة الاستبدال. إذا علمت أن معدل سعر الفائدة ١٠٪ ، ومعدل سعر التضخم (الزيادة في الأسعار) ٨٪.

١١- إذا كانت تكلفة الوقود المستخدم لمزرعة ما ٦٠٠٠ ريال في السنة على حسب الأسعار الحالية. وهذه الأسعار من المتوقع زيادتها بمعدل تضخم ١٠٪ في السنة لفترة التحليل وهي ٢٥ سنة. احسب معامل تكاليف التشغيل. وما هي قيمة الوقود السنوية لتشغيل المزرعة إذا كان معدل سعر الفائدة ١٢٪.

١٢- إذا علمت لنظام ري بالتنقيط البيانات التالية:

المكون	التكاليف الأولية (ريال)	القيمة بعد فترة التحليل (ريال)
مضخة طارددة مركزية	١٠٠٠٠	١٢٠٠
محرك كهربائي	٣٥٠٠	٥٠٠
أنابيب من البلاستيك	٢٢٠٠٠	١٥٠٠
ملحقات أنابيب	٦٨٠٠	٢٦٠٠

فإذا كان سعر الفائدة ٨٪ ، وسعر التضخم في الأسعار ٦٪ ، وفترة التحليل ٢٥سنة. احسب:

أ) القيمة الحالية لكل مكون.

ب) تكاليف الفائدة والتكاليف السنوية الثابتة.

١٣- لنظام ري بالرش احسب تكلفة الطاقة الكلية السنوية شاملاً الفرق في السعر عند تغيير المضخة. إذا علمت أن:

- الضاغط الديناميكي الكلي للمضخة = ٣,٥ بار.
- كفاءة المضخة = ٨٠٪.
- عدد ساعات التشغيل السنوية = ١٢٠٠ ساعة.
- تصرف النظام = ٨٠ لتر/ ث.
- معامل استرداد رأس المال = ١٠٪.
- تكاليف الطاقة = ١٠ هللة/ ك.وات/ ساعة.

١٤- مضخة طاردة مركزية ذات قدرة فرملية ٢,٥ حصان/ ساعة وكفاءتها ٧٠٪ استخدمت مع محرك كهربائي قدرته ١,٣ كيلووات/ ساعة كفاءته ٨٠٪. فإذا كانت عدد ساعات التشغيل الكلية ٣٠٠٠ ساعة في ٢٠٠ يوم في السنة. وأن تكاليف المضخة ٩٠٠٠ ريال والمحرك ٣٠٠٠ ريال. وكانت تكاليف أنابيب السحب والطرد والمكونات الأخرى ١٠٠٠ ريال. وتكاليف المفتاح الكهربائي والأجزاء الأخرى للمحرك ٥٠٠ ريال. وتكاليف الطاقة الكهربائية المستخدمة ١٠ هللة/ ك.وات/ ساعة. وسعر الفائدة السنوية ٧٪. وقيمة المضخة والمحرك بعد الاستهلاك كانت ٥٠٠، ٣٠٠ ريال على التوالي. ويمكن تجاهل قيمة الأجزاء الأخرى بعد الاستهلاك. وتكاليف مشغل المضخة ١٠٠ ريال/ يوم مع العلم انه يعمل ساعتين يومياً. المطلوب حساب:

١- تكاليف الفائدة السنوي.

٢- تكاليف الاستهلاك السنوي للمكونات.

٣- تكاليف التشغيل.

٤- التكاليف الكلية السنوية للتشغيل.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

الإبراهيم، ابراهيم عبدالعزيز (١٩٩٠م). استخدام المياه في المملكة العربية السعودية. المشكلات ومضامين السياسات – مجلة خطة وإدارة المياه – مجلد (١١٦) رقم (٣) – الصفحات (٣٧٥-٣٨٨).

أبو رزيزا، أسعد ، وعلم، أنور (١٩٨٩م). متطلبات المياه مقابل توفر المياه في المملكة العربية السعودية – مجلة المياه – خطة وإدارة المحافظة على المياه – المجلد ١١٥ رقم (١) – الصفحات (٦٤-٢٧٤).

أبو سمور، حسن، والخطيب، حامد (١٩٩٩م). جغرافية الموارد المائية (عمان: دار الصفاء للنشر والتوزيع)- الاردن.

الأحمدي، فهد سالم (٢٠٠٥م). استخلاص المعلومات الهيدرولوجية اللازمة لتصميم السدود بطرق آلية – مراجعة للتقنيات الحديثة. وزارة المياه والكهرباء، المديرية العامة للمياه بمنطقة المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

الأشرم، محمود (٢٠٠١م). اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم ، الطبعة الأولى، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت – لبنان.

آل الشيخ، عبد المحسن بن عبد الرحمن (٢٠١١م). ترشيد استعمال المياه – جامعة الملك سعود، مكتبة الملك فهد الوطنية للنشر– الرياض– المملكة العربية السعودية.

الأمم المتحدة (٢٠٠٢م) . منتدى المياه العالمي الرابع في جوهانسبرج –جنوب أفريقيا.

الأمم المتحدة (١٩٧٧م). منتدى مياه الشرب والصرف الصحي، ماردلبلاتا – الأرجنتين.

الأمم المتحدة (١٩٩٢م). المؤتمر الدولي عن المياه والبيئة في دبلن–ايرلندا.

أيوب، محمود علي وكوفنر، أرلريتش (١٩٩٤م). إدارة المياه في المغرب العربي. التمويل والتنمية (العدد ٢، يونيو ١٩٩٤).

أيوب، نزهت، ومرهون، عبد الجليل (١٩٩٨م). الأمن الغذائي لدول حوض الخليج (بيروت، مركز الدراسات الإستراتيجية والبحوث والتوثيق) - لبنان.

بكري، كامل (١٩٨٩م). الموارد الإقتصادية (بيروت: الدار الجامعية) – لبنان.

بلوم، عبد الوهاب (٢٠٠١م). واقع وسبل تحقيق الأمن المائي العربي، الندوة العلمية حول دور الجامعات في مواجهة نقص الموارد المائية في الوطن العربي، بنغازي، ليبيا.

البنك الدولي (١٩٩٤م). إستراتيجية إدارة المياه في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

البنك الدولي (١٩٩٥م). من الشحة إلى الأمن: تفادي حدوث أزمة المياه في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

البورثان، علي عبد العزيز، والغنيم، بدر فهد (٢٠٠١م). جهود هيئة الري و الصرف بالإحساء للاستفادة من أنظمة الري الحديثة في الحد من تدني كفاءة الري الحقلية في بساتين النخيل. الندوة الأولى لترشيد استهلاك المياه و تنمية مصادرها. وزارة الزراعة و المياه. الرياض - المملكة العربية السعودية.

بوستل، ساندرا (١٩٩٤م). الواحة الأخيرة: مواجهة ندرة المياه، ترجمة علي حسين حجاج، مراجعة مهندس موفق العقار(دار البشير للنشر والتوزيع). عمان – الاردن.

التميمي، عبد المالك خلف (١٩٩٩م). المياه العربية: التحدي والإستجابة (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية) - لبنان.

الثنيان، عبد الله بن ثنيان (٢٠٠٨م). الأمن الغذائي في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية: نظرة مستقبلية، ندرة الأمن الغذائي في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، الرياض - المملكة العربية السعودية.

جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزارعية (١٩٩٤). دراسة السياسات العامة لإستخدام موارد المياه في الزراعة العربية. الخرطوم - السودان.

جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٩م). الندوة القومية حول تقويم سياسات ومناهج إستيراد تكلفة إتاحة المياه وأثارها على الإنتاج. الخرطوم - السودان.

جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزاعية (٢٠٠٠م). حلقة العمل القومية حول تطوير الهياكل المؤسسية والتنظيمية لإدارة الموارد المائية في الوطن العربي. الخرطوم - السودان.

جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتنمية الزاعية (٢٠٠١م). دراسة مناهج إدارة وإستخدام الموارد المائية في الزارعة العربية. الخرطوم - السودان.

الحميد، وأنصاري (٢٠٠٢م). دورة طرق الري الحديثة وزارة الزراعة، مركز التطوير الزراعي بالقصيم. كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة القصيم، محاضرة الحميد، عبد الرحمن إبراهيم (أهمية وطرق ترشيد استخدام المياه بالقطاع الزراعي بالمملكة العربية السعودية). ٢٠٠٥م. مؤشر/ على الإنترنت/ التدريب/ الري. http://www.moa.gov.sa/webcont/training/irrigation/.

الحميد، وقاسم (٢٠٠٢م). دورة طرق الري الحديثة وزارة الزراعة، مركز التطوير الزراعي بالقصيم. كلية الزراعة والطب البيطري، جامعة القصيم، محاضرة الحميد، عبد الرحمن إبراهيم (أهمية وطرق ترشيد استخدام المياه بالقطاع الزراعي بالمملكة العربية السعودية). ٢٠٠٥م. مؤشر/على شبكة الإنترنت/ التدريب/ الري. http://www.moa.gov.sa/webcont/training/irrigation/.

خدام، منذر (٢٠٠١م). الأمن المائي العربي – الواقع والتحديات (مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت) – لبنان.

خليل، محمود محمد محمود (١٩٩٨). أزمة المياه في الشرق الأوسط والأمن العربي والمصري (القاهرة: المكتبة الأكاديمية) – مصر.

خوري، جان (١٩٩٣م). التقنيات المناسبة لاستغلال مياه الآبار الجوفية، حلقة عمل التقنيات المناسبة لاستغلال مياه الآبار الجوفية، القاهرة – مصر.

خوري، جان، والدروبي، عبد الله (١٩٩٠م). الموارد المائية في الوطن العربي (دمشق: أكساد) – سوريا.

دياب ، مغاوري شحاته (١٩٩٨م). مستقبل المياه بالعالم العربي (الدار العربية للنشر والتوزيع) – مصر.

الزوكة، محمد خميس (١٩٩٨م). جغرافية المياه (الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية) – مصر.

الزوكة، محمد خميس (١٩٩٨م). الجغرافيا الإقتصادية (الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية) – مصر.

السريتي، السيد محمد (٢٠٠٠م). الأمن الغذائي والتنمية الاقتصادية. رؤية إسلامية، دراسة تطبيقية على بعض الدول العربية (دار الجامعة الجديدة للنشر) – الإسكندرية – مصر.

سعد، كمال فريد (١٩٩٦م). الإدارة المتكاملة للموارد المائية في بلدان المغرب العربي. المجلة العربية للعلوم (العدد ٢٧، يونيو ١٩٩٦م).

سعيد ، إبراهيم احمد (٢٠٠٢م). إستراتيجية الأمن المائي العربي (دمشق، الأوائل للنشر والتوزيع) سوريا.

سي.كي، وجيك و أ. جي، مداح (١٩٨١م). المياه وبرامج التحلية في المملكة العربية السعودية. مجلة جمعية إمدادات المياه وتحسينها – المجلد (٨) رقم (٢) – الصفحات (٣-٢١).

الشيحي، أسامة (٢٠٠٢م). الاندماج الخلوي والتهجين الخضري "الهندسة الوراثية للفقراء". مركز البحوث الزراعية – القاهرة – مصر.

الشيلاق، محمد منصور، وعمار، عبد المطلب عمار (١٩٩٨م). الهيدروجيولوجيا التطبيقية، جامعة عمر المختار، دار الكتب الوطنية، البيضاء - ليبيا.

صبري، وائل (٢٠٠١م). تطوير سياسات الطاقة الداخلية وعلاقتها بقطاع المياه في الوطن العربي، سلسلة الحوارات العربية. (عمان: منتدى الفكر العربي) - الأردن.

الصندوق الدولي للتنمية الزراعية والمركز العربي للدارسات في المناطق الجافة والأراضي القاحلة (١٩٩٧م). حصاد مياه الأمطار والري التكميلي في المناطق الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي. دمشق ، ١٧، ١١-١٩، ١٩٩٧. سوريا.

صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد لعام ٢٠٠٧م.

صندوق النقد العربي، التقرير الاقتصادي العربي الموحد لعام ٢٠٠١م .

الطرباق، عبدالعزيز سليمان وكي إتش الدولية (١٩٩٦م). مساهمة مياه الصرف الصحي المعالجة في حل مشكلة نقص المياه في المملكة العربية السعودية (باللغة العربية). جامعة الملك سعود – ندوة تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها – الرياض – الصفحات (١٤-٣٣).

عبد الجواد أ. ، ع غيبة، قدورة، فردوس، الشعيوتي (١٩٩٦م). استعمالات المياه المالحة وشبه المالحة في كل من سوريا والأردن وتونس، مجلة الزراعة والمياه، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

عبد العاطي، أشرف صبحي وحسن، عمر على (١٩٩٩م). المياه والتنمية الإقتصادية (دار مكتبة الإسراء، الطبعة الثانية) طنطا. مصر.

عبد الله، محمد حامد (١٩٩١م). إقتصاديات الموارد (الرياض: مطابع جامعة الملك سعود) – المملكة العربية السعودية.

عبد المقصود، زين الدين (٢٠٠٥م). الأمن المائي في الكويت ودول الخليج العربية (مركز البحوث والدراسات الكويتية) - الكويت.

العذبة، عبد الرحمن علي (٢٠١١م). هندسة مصادر المياه - التصاميم والطرق الأساسية (مترجم)، جامعة الملك سعود – الرياض – المملكة العربية السعودية.

العقالي، عبد الله مرسي (١٩٩٦م). المياه العربية بين خطر العجز ومخاطر التبعية (الطبعة الثانية، الجيزة: مركز الحضارة العربية) - مصر.

العمران، عبد رب الرسول (٢٠٠٩م). الاحتياجات المائية للري والترشيد. إدارة النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض - المملكة العربية السعودية.

العمران، عبد رب الرسول وعبد العزيز شتا وعبد الرزاق فلاته وعبد العزيز الحربي (٢٠٠٩م). استخدام المحسنات الصناعية والطبيعية في ترشيد المياه بالمملكة العربية السعودية. تقرير من البحث أت -٢٤-٤٧ مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - الرياض - المملكة العربية السعودية.

العمران، عبد رب الرسول وعلي العتر ومحمود نديم (٢٠١١م). جودة مياه الري وطرق تحليلها - جامعةالملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية.

العمران، عبدرب الرسول بن موسى، (٢٠٠٨م). الاحتياجات المائية و الترشيد. وزارة التعليم العالي، جامعة الملك سعود. الرياض - المملكة العربية السعودية.

العمود، احمد إبراهيم، وفوزي سعيد محمد، ومحمد عمر غندورة، واحمد شرف الدين، وحلمي محمد حتحوت وحسين محمد الغباري (١٩٩٤م). استخدام تقنية آلية لجدولة الري لترشيد استخدام المياه تحت الظروف المناخية الجافة. نشرة بحثية رقم ٤٢ كلية الزراعة جامعة الملك سعود ـ الرياض - المملكة العربية السعودية.

العمود، أحمد إبراهيم (١٩٩٩م). نظم الري بالتنقيط. جامعة الملك سعود. الرياض. المملكة العربية السعودية.

العمود، أحمد إبراهيم، وعلي الطخيس، وفوزي عواد، وأحمد العبدالقادر، وعبدالرحمن المشيلح، وجلال باصهي، ويوسف الدخيل، وعبدالرحمن العذبة وسعد الحامد (٢٠١٠ م). دليل إرشادي لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية. مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، الرياض - المملكة العربية السعودية.

العمود، أحمد إبراهيم، وفوزي سعيد محمد، ومحمد عمر غندورة، واحمد شرف الدين، وحلمي محمد حتحوت وحسين محمد الغباري (١٩٩٣م). ترشيد مياه الري باستخدام الجدولة الآلية عبر أجهزة استشعار الرطوبة في التربة. مشروع بحثي رقم أت-١٠-٩. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. الرياض - المملكة العربية السعودية.

العموص، عبد الفتاح (٢٠٠٠م). الموارد المائية في المغرب العربي: الواقع والأفاق. مجلة الملف العربي - الأوربي، (العدد ٩١ ، مارس ٢٠٠٠م).

عيسى، إبراهيم سليمان (٢٠٠١م). أزمة المياه في العالم العربي - المشكلة و الحلول الممكنة (دار الكتاب الحديث) القاهرة –مصر.

الغباري، حسين محمد (١٩٩٢م). الترشيد في استخدام مياه الري. مؤتمر الخليج الأول للمياه، مجلد ٢، دبي- الإمارات العربية المتحدة.

الغباري، حسين محمد (١٩٩٣م) .فواقد التبخر وبعثرة الرياح من نظام الري بالرش تحت الظروف الحارة والجافة. مجلة جامعة الملك سعود، مجلد ٥، العلوم الزراعية (٢):١٥٣-١٦٤.

الغباري، حسين محمد (١٩٩٣م). تأثير 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.

الغباري، حسين محمد (١٩٩٣م). تأثير نوعية مياه الري على معدل التسرب للتربة. مجلة علم الري، مجلد ١٤ (١):٥-١٤، ألمانيا الغربية.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٣م). احتياجات الري الكلية للمحاصيل الرئيسة في منطقة نـجـران. مجلة الجمعية السعودية للعلوم الزراعية، المجلد الأول، العدد ٢: ٨٤-١٠٦.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٣م). تطوير نموذج لتقدير الاحتياجات المائية لترشيد مياه الري في المملكة العربية السعودية. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض - المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٥م). نظم الري بالرش. جامعة الملك سعود – الرياض – المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٦م). تقييم أداء وتعديل نظم الري المحوري تحت ظروف المملكة العربية السعودية. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض - المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٧م). الدليل العملي لنظم الري بالرش. جامعة الملك سعود – الرياض – المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٨م). تقييم خصائص أداء نظام الري بالتنقيط ومكوناته في المملكة العربية السعودية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض- المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد (٢٠٠٩). الوضع المائي في المملكة العربية السعودية أزمة لا يمكن تجاهلها- دراسة حالة منطقة نجران. المؤتمر الدولي لترشيد استعمالات المياه في المناطق الجافة. جامعة الملك عبد العزيز-جدة ، المملكة العربية السعودية في الفترة ٢٢-٢٥/ ١٠/ ١٤٣٠هـ.

الغباري، حسين محمد (٢٠١٠م). تأثير نوعية مياه الري على ملوحة التربة وانتظامية الري تحت نظم الري المحوري في المناطق الجافة. المجلة الاسترالية للعلوم الأساسية والتطبيقية، المجلد ٥ (٧): ٧٢-٨٠.

الغباري، حسين محمد (٢٠١٠). تقييم خصائص أداء نظم الري بالرش المحوري تحت ظروف التشغيل بمنطقة الرياض. مجلة الجمعية السعودية للعلوم الزراعية، المجلد التاسع، العدد الثاني.

الغباري، حسين محمد (٢٠١٠م). تقييم خصائص أداء نظام الري بالتنقيط ومكوناته في المملكة العربية السعودية. مؤتمر الخليج التاسع للمياه، مجلد ٢ ، مسقط-سلطنة عُمان، مارس ، ٢٠١٠م.

الغباري، حسين محمد واحمد إبراهيم العمود (١٩٩٣م). انتظام إضافة المياه من نظام الري المحوري بالنسبة للسرعة والاتجاه. مجلةالإسكندرية للبحوث الزراعية، جامعة الإسكندرية، مجلد ٣٨ (١):١-١٨ .

الغباري، حسين محمد وفوزي سعيد محمد (١٩٩٥م). قياس البخر-نتح بواسطة الليسميترات في المناخ الصحراوي. مجلة الخليج العربي للبحوث الزراعية، مجلد ١٣(١):١-١٥، ١٩٩٥م، الرياض، المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد، وفوزي سعيد محمد، وعبدرب الرسول العمران، وعبدالرحمن العذبة (٢٠٠٣م). تطوير نموذج لتقدير الاحتياجات المائية لترشيد مياه الري في المملكة العربية السعودية. مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية – ات – ١٨- ٦٣. الرياض - المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد، وفوزي سعيد محمد، وعبدرب الرسول العمران، وعبدالرحمن العذبة (٢٠٠٨م). استخدام الليسمترات لتطوير نموذج حاسوبي وخرائط بخر-نتح رقمية لتقدير الاحتياجات المائية لترشيد مياه الري في المملكة العربية السعودية. عمادة البحث العلمي بجامعة الملك سعود، الرياض - المملكة العربية السعودية.

الغباري، حسين محمد ومحمد، فوزي سعيد (٢٠١١م). تقييم أداء نظام الري الذكي ومقدرته على ترشيد مياه الري في المناطق الجافة. مجلة علوم المياه التطبيقية، سبرنجر، المانيا، المجلد ١ (٣): ٧٣-٨٣.

الغباري، حسين محمد، وفوزي سعيد محمد (٢٠١١م). استخدام نظام الري الذكي لترشيد المياه في القطاع الزراعي في المملكة العربية السعودية، برنامج الخطة الوطنية للعلوم والتقنية. تحت النشر. الرياض - المملكة العربية السعودية.

فراج، عز الدين (١٩٨٦م). الموارد المائية في الوطن العربي: ترشيد إستهلاك المياه في المزارع والمصانع والمنازل (القاهرة: دار الفكر العربي) – مصر.

الكواز، أحمد (١٩٩٣م). أزمة المياه في الوطن العربي. المعهد العربي للتخطيط. الكويت.

المحجوبي، خالد على (٢٠٠٦م). التحليل الاقتصادي للأمن المائي العربي. (دار الكتب الوطنية، بنغازي) ليبيا.

مختار، ع (١٩٩٩م). دور المياه الجوفية في التنمية الزراعية بالولاية الشمالية – السودان، ندوة توطين القمح بالولاية الشمالية – دنقلا، كرسي اليونسكو للمياه، الخرطوم – السودان.

مخيمر، سامر، وحجازي، خالد (١٩٩٦م). أزمة المياه في المنطقة العربية: الحقائق والبدائل الممكنة (المجلس الوطني للثقافة و الفنون و الأداب) – الكويت.

المرازقى، محمد سعيد ومحمد، فوزي سعيد، والغباري، حسين محمد (٢٠١١م). تقييم مجسات رطوبة التربة تحت نظم الري الذكي للمحاصيل الاقتصادية في المناطق الجافة. المجلة الأمريكية للعلوم الزراعية والبيولوجية، المجلد ٦ (٢):٢٨٧-٣٠٠.

المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (١٩٩٦م)، حلقة محاضرات حول الإدارة المتكاملة لأحواض المياه الجوفية في الوطن العربي، دمشق، نوفمبر ، ١٩٩٦م.

المركز العربي للدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة والصندوق العربي للإنماء الإقتصادي والإجتماعي والصندوق الكويتي للتنمية الإقتصادية العربية (١٩٨٦م). ندوة مصادر المياه وإستخداماتها في الوطن العربي. الكويت، ١٧ – ٢٠ فبراير ١٩٨٦.

مصطفى، محمد مدحت (٢٠٠١م). إقتصاديات الموارد المائية: رؤية شاملة لإدارة المياه (الإسكندرية: مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية) – مصر.

مصطفى، نوري عثمان (١٩٨٣م). المياه ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى، جده – المملكة العربية السعودية.

المعاج، محمد وبوقشة، صالح (٢٠٠١م). الوطن العربي وتحلية المياه .. الواقع والإفاق. المجلة العربية للعلوم (العدد ٣٨، ديسمبر ٢٠٠١م).

المعهد الدولي لهندسة الهيدروليكا والبيئة (١٩٨٨م). تقييم الموارد المائية في الوطن العربي. باريس، دلفت، دمشق.

مقلد، رمضان محمد مقلد، وعايد، عفاف عبد العزيز، والسريتي، السيد محمد أحمد (٢٠٠١م). إقتصاديات الموارد البيئة (الدار الجامعية، الإسكندرية)–مصر.

المكتب الاقليمى للبرنامج الانمائى للأمم المتحدة UNDP (٢٠٠٩م). تقرير التنمية الإنسانية العربية للعام ٢٠٠٩: تحديات أمن الإنسان فى البلدان العربية. القاهرة – جمهورية مصر العربية.

منتدى الرياض الاقتصادي (٢٠٠٩م). دراسة الأمن المائي والغذائي والتنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية. الرياض، ٢٠٠٩.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٠م). الموارد المائية في الوطن العربي، دمشق، سوريا.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٤م). دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية. الخرطوم – السودان.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٩م). الندوة القومية حول "تقويم سياسات ومناهج استرداد تكلفة إتاحة المياه وأثرها على الإنتاج الزراعي"، دمشق ٢-٤/ ١٠/ ١٩٩٩م.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٠٤م). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٠٤م). دراسة الحالة حول ترشيد استخدام المياه الجوفية في الزراعة العربية بالسعودية.

النجفي، سالم توفيق (١٩٩٨م) الأمن الغذائي العربي، المتضمنات الاقتصادية والتغيرات المحتملة "التركيز على الحبوب" (مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية) – الإمارات العربية.

هاشم ، محسن عبد الغني (٢٠٠٢م). تحسين استخدام مياه الري في دولة قطر ورقة غير منشورة قدمت خلال الندوة العلمية، مشاكل المياه في الوطن العربي، كلية العلوم، جامعة قطر – الدوحة – قطر.

هاشم، محسن عبد الغني (٢٠٠٣م). تقنيات الري وتأثيرها على إنتاجية الخضروات وكفاءة استخدام المياه وتحمل الخضروات للملوحة، الدوحة، دولة قطر.

وزارة الاقتصاد والتخطيط (٢٠٠٥م). خطة التنمية الثامنة (١٤٢٥-١٤٣٠هـ). الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة الاقتصاد والتخطيط (٢٠٠٧م). الكتاب الإحصائي السنوي، مصلحة الإحصاءات العامة التابعة بالوزارة. الرياض – المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (١٩٨٠م). الرياض – المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (١٩٨٠م). خطة التنمية الثالثة (١٤٠٠-١٤٠٥هـ). الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (١٩٨٥م). الرياض – المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (١٩٨٥م). خطة التنمية الرابعة (١٤٠٥-١٤١٠هـ). الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (١٩٩٥م). خطة التنمية السادسة (١٤١٥-١٤٢٠هـ). الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (٢٠٠٠م). الرياض – المملكة العربية السعودية.

وزارة التخطيط (٢٠١٠م). مصلحة الإحصاءات العامة، الكتاب الإحصائي السنوي، أعداد متفرقة. الرياض – المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة (٢٠٠٧م) . الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي الذي تصدره إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء التابعة لوزارة الزراعة، العدد العشرون.

وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٠م). أطلس المياه، الرياض - المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٥م). التعداد الزراعي الشامل- إدارة الدراسات الاقتصادية والاحصاء، الرياض- المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة والمياه (١٩٩٧م). الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، الرياض، المملكة العربية السعودية، أعداد متفرقة للأعوام ١٩٨٠-١٩٩٦م.

وزارة الزراعة والمياه (١٩٩٧م). مؤشرات إحصائية عن الزراعة والمياه في المملكة العربية السعودية، إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، الرياض - المملكة العربية السعودية، العدد التاسع.

وزارة الزراعة والمياه (١٩٩٩م). التعداد الزراعي الشامل- إدارة الدراسات الاقتصادية والاحصاء، الرياض- المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة والمياه (٢٠٠٠م). مؤشرات إحصائية عن الزراعة والمياه في المملكة العربية السعودية. الرياض: إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، العدد الثالث عشر. المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة والمياه (٢٠٠٢م). التقرير السنوي- إدارة الدراسات الاقتصادية والاحصاء، الرياض- المملكة العربية السعودية.

وزارة الزراعة، ووزارة التجارة والصناعة (٢٠٠٨م). دراسة عن تقديرات الاحتياجات الغذائية من المواد الغذائية التموينية في المملكة العربية السعودية.

وزارة المياه والكهرباء (٢٠٠٩م). تقرير عن الموارد المائية في المملكة. الرياض – المملكة العربية السعودية.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Abdulmalik, A. H., M.A. Hashim, Re-assessment of groundwater in the State. Qatar , Doha, Qatar, 2001.

Addink, J. W., J. Keller, C. H. Pair, R. E. Sneed, and J. W Wolfe. 1980. Design and operation of sprinkler systems. In Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 621-660. M. E. Jensen, ed. St. Joseph, Mich. ASAE.

Adin A. and Alon G. 1986. Mechanisms and process parameters of filters screens, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering (ASCE)* 112 (4) (1986), pp. 293–304

Adin, A. and Elimelech, M. (1989). Particle Filtration for Wastewater Irrigation, Journal of irrigation Drainage and engineering.. 115, 474 .

Allen, R. G. 1988. Irrigation scheduling program for demand and rotation scheduling: Logan, Utah: Dept. Biological and Irrigation Engineering, Utah State Univ.

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; and Smith, M. 1998. *Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Roma, Italy: FAO Irrig. and Drain. Paper No. 56, FAO.

Arab Water Council (AWC). 2008. Portal on Public-Private Partnership (PPP) for water Projects in the ArabCountries. http://pppi.arabwatercouncil.org/pppi/

Arab Water Council (AWC). 2009. Arab countries regional report.Fifth World Water Forum, Istanbul, Turkey.

ASAE Standards S436. 1994. Test procedure for determining the uniformity of water distribution for center pivot, corner pivot, and moving lateral irrigation machines equipped with spry or sprinkler nozzles. ASAE, Joseph, MI 49085, PP. 754-75 5.

ASAE Standards. 1995. ASAE 5526.1. Soil and Water terminology. St. Joseph. Mich.: ASAE. 42nd Ed.

ASAE Standards. 1991. S436. Test procedure for determining the uniformity of water distribution of center pivot, corner pivot, and moving lateral irrigation machines equipped with spray or sprinkler nozzles. St. Joseph, Mich. ASAE. 38th Ed.

ASAE. 1998. EP405.1: Design, installation and performance of trickle irrigation systems. St. Joseph, Mich.: ASAE.

ASAE. 2005b. EP-405.1: Design and installation of microirrigation systems. St. Joseph, Mich.: ASAE.

ASAE. 2005d. EP-458: Field evaluation of micro irrigation systems. St. Joseph, Mich.: ASAE.

ASCE- EWRI. 2005. The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Report 0-7844-0805-X, ASCE Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration. Reston, Va .. American Soc. Civil Engineers.

Ayears, R.S., and Westcot, 1985, Water Quality for Agriculture, Irrigation and Drainage Paper 29 . FAO, Rome, 1985.

Bolstad, Paul. 2005. GIS Fundamentals, A First Text on Geographic Information Systems, 2nd ed., Eider Press, White Bear Lake, Minnesota.

Bouwer, H.J.T. Back, and J.M. Oliver. 1999. "Predicting infiltration and groundwater mounds for artificial recharge."J. Hydrol. Eng., 4(4), 350-357.

Boyles, David. 2002. GIS Means Business, Vol. 2, ESRI Press, Redlands, California.

Bralts V. F., 1. P. Wu, and H. M. Gitlin. 1987. Drip irrigation uniformity considering emitter plugging. Trans. ASAE 24(5): 1234-1240.

Bucks, D. A. 1995. Historical developments in microirrigation. In Proc. 5th Int'l Microirrigation Congress, 1-5. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Bucks, D.A. and Nakayama, F.S. 1980. Injections of Fertilizers and Other Chemicals for Drip Irrigation. Proc. Agri-Turf Irrig. Conf., Houston Texas, Irrigation Association, Silver Spring, MI, U.S.A., pp166-180

Burman, R. D., P R. Nixon, J. L. Wright, and W O. Pruitt. 1980. Water requirements. In Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 189-232. M. E. Jensen, ed. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Burnham, J., and H. W Belcher, Jr. 1985. Laser surveying for water management system design. ASAE Paper No. 85-2559. St, Joseph, Mich.: ASAE.

Burrough, Peter A. and Rachael A. McDonnell. 1998. Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, Toronto.

Burt, C. M., A. J. Clemmens, T. S. Strelkoff, K. H. Solomon, R. D. Bliesner, L. A. Hardy, T. A. Howell, and D. E. Eisenhauer. 1997. Irrigation performance measures: Efficiency and uniformity. J. Irrig. Drain. Eng. 123(6): 423-442.

Burt, C. M., and M. Lehmkuhl. 1991. Irrigation System Evaluation Manual. San Luis Obispo, Calif.: Cal Poly.

Camp, C. R., E. J. Sadler, and W. J. Busscher. 1997. A comparison of uniformity measures for drip irrigation systems. Trans. ASAE. 40(4): 993-999.

Canada, September. 2000. Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

Carreira, D. N.; Teixeira, J. L.; and Hamdy. 1997. A."Integrating an Irrigation Model and GIS." *Water Resources and Irrigation Water Management*, Vol. III : 255-267.

Chang, Kang-tsung. 2008. Introduction to Geographic Information Systems, 4th ed., McGraw-Hill Higher Education, Toronto.

Chrisman, Nicholas. 2002. Exploring Geographic Information Systems, 2nd ed., John Wiley and Sons, Toronto.

Christen, E. W., Hornbuckle, lW., and R. Zandonna. 2003. Automated subsurface drainage management system to reduce costs and downstream environmental impact. In Engineering Salinity Solutions 2004, Proc. 1st National Salinity Engineering Conference, 194- 199. S. Dogramaci and A. Waterhouse, eds. Engineers Australia

Christiansen. J.E.1942. Irrigation by sprinkling. California Agricultural Experiment Station.Bulletin.p. 670.

Clarke, Keith C., Parks, Bradley O., and Michael P. Crane (eds.). 2002. Geographic Information Systems and Environmental Modeling, Fourth International Conference on Integrating Geographic Information Systems and Environmental Modeling, Banff,

Cooper, H.H. Bredehoeft, J.D. and Papadopulos, I.S. 1967. "Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water." *Water Resources Research,* 3(1), 1st qtr. 1967, 263-269.

Cuenca, R.H.1989. Irrigation system Design on Engineering approach. Prentice Hull, Englewood, Ca. U.S.A

Dastane, N. G. 1974. Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrig. and Drainage Paper No. 25. Rome, Italy: United Nations Food and Agr. Organization.

Delaney, Julie. 2007. Geographical Information Systems, An Introduction, 2nd ed., Oxford University Press, New York.

Delleur, J.W. 1999. *The handbook of groundwater engineering,* CRC, Boca Raton, Fla.

Dolman, A. J. 1993. A multiple-source land surface energy balance model for use in general circulation models. Agric. For. Meteorol. 65: 21-45.

Doorenbos, J. And W. O. Pruitt, 1977. "Guidelines for predicting crop-water requirements.P. 1-107. In: Irrigation and drainage Paper No. 24, 2nd ed., FAO, United Nations, Rome, Italy.

Doty, C. W., J. E. Parsons, A. Nassehzadeh- Tabrizi, R. W Skaggs, and A. W. Badr. 1984. Stream water levels affect field water tables and com yields. Trans. ASAE 27(5): 1300-1306.

Driscoll, F.G. 1989. *Groundwater and wells,* 2d Ed., Johnston Filtration Systems, Inc., St. Paul, Minn., 1,089 pp.

Droubi, A. 2009. "Political economy ofwater in the Arab region." The Arab Center for the Studies of Arid Zones and dry Lands(ACSAD).

Duffy, P. 2002. Alleviating the environmental impacts and costs of water resourcedevelopment in agriculture. http://www.fao.org/landand water/aglw/wsfs/docs/theme4.pdf [Accessed July 28,2010].

Duke, H. R., L. E. Stetson, and N. C. Ciancaglini. 1990. Chapter 9: Irrigation system controls. In Management of Farm Irrigation Systems, 265-312. G. 1. Hoffman, T. A. Howell, and K. H. Solomon, eds. S1, Joseph, Mich.: ASAE.

Ebel, R. C., Proebsting, E. L. and Evans. R. G. 1995. Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation. HortSci. 30(6): 1229-1232.

ESCWA. 2005. "Concepts in Integrated Water Resources Management," Module I, Workshop Training of Trainers on the Application of IWRM Guidelins in Arab Region, May, Kawait.

ESCWA. 2002. Assessment Report For The EscwaRegion.E/ESCWA/ENR/ 2002/ 19.

Evans, R. G., and P M. Waller. 2007. Application of chemical materials. Chapter 8 in Microirrigation for Crop Production. F R. Lamm, J. E. Ayers, F- S. Nakayama, eds. New York, N.Y.: Elsiever.

FAO. 2001.Farming Systems and Poverty,Food and Agriculture Organization, Rome.

FAO. 2003. Alleviating the environmentalimpact of agricultural water development. InUnlocking the Water Potential of Agriculture.Food and Agriculture Organization (FAO),Rome.

FAO. 2010. Water profile of Egypt."InEncyclopedia of Earth (Ed. C.J. Cleveland –Topic Ed. J. Kundell). Last revised July 16,2010. http://www.eoearth.org/article/Water_profile_of_Egypt [Accessed July 26].

FAO. 2009. AQUASTAT Database. Globalinformation system on water and agriculture. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm.

Fauss, J. L., J. S. Rogers, C. E. Carter. 1989. Sump-controlled water table management predicted with DRAINMOD. Trans. ASAE 32(4): 1303-1308.

Gavilan, P., I. J. Lorite, S. Tornero, and J. Berengena. 2005. Regional calibration of Hargreaves equation for estimating reference ET in a semiarid environment. Agric. Water Mgmt. 81(3): 257-281.

GCC. 2008. GCC water statistics report.Gulf Cooperation Council (GCC).

Gilbert and Ford, H.W. 1986. Operational principles-emitter clogging. In: G.S. Nakayama and D.A. Bucks, Editors, *Trickle Irrigation for Crop Production,* Elsevier Science Publishers, Netherland (Chapter 3).

Gilliam, J. W., and R. W Skaggs. 1986. Controlled agricultural drainage to maintain water quality. J. Irrig. Drain. Eng. 112: 254-263.

Gleick, P.H. 2001. The World's Water 2000-2001, "The Biennial Report on Freshwater Resources. Pacific Institute for Studies and Development," Environment and Security. http://worldwater.org/thebooktoc2000.htm. Island Press, Washington, DC, Covelo, CA.

Glenn J. Hoffman Robert G. Evans Marvin E. Jensen Derrel L. Martin Ronald L. Elliott. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. All rights reserved, Copyright © 2007 by the American Society of Agricultural and Biological Engineers. Manufactured in the United States of America.

Global Water Partnership (GWP), 2000.Towards WaterSecurity: A Framework for Action.Global Water Partnership (GWP).

Golze, A.R., ed. 1977. *Handbook of dam engineering,* Van Nostrand Reinhold, New York, 793 pp.

GWP.2001. Tool Box for Integrated Water Resources Management. Stockholm, Sweden. www.gwptoolbox.org

H. Yurdem, V. Demir and Degirmencioglu. A. 2008. Development of a mathematical model to predict head losses from disc filters in drip irrigation systems using dimensional analysis. Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Ege University, 35100, Bornova-Izmir, Turkey. Copyright © IAgrE Published by Elsevier Ltd.

Hamdy, A., 2001. Agricultural water demand management: a must for water saving. In: Advanced Short Course on Water Saving and Increasing Water Productivity: Challenges and Options. Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman, Jordan, March 2001, pp. b 18.1–b 18.30

Han, S., Evans, R. G. and Kroeger. M. W. 1994. Sprinkler distribution patterns in windy conditions. Trans. ASAE 37(5): 1481-1489.

Harrold, L. L. And F. R. Dreibelbis. 1958. "Evaluation of agricultural hydrology by monolith lysimeters." US Dep. Tech. Bull. 1179. 166 p..

Hart, .W. E., and Heermann. D. F. 1976. Evaluating water distribution of sprinkler irrigation systems. Colorado State Univ. Tech. Bulletin 128, June.

Hart, W. E. 1961. Overhead irrigation pattern parameters.Agricultural Engineering 42(7):354-355.

Haruvy, N., 1996. Wastewater for agriculture economic and environmental perspectives. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Water and Irrigation, Tel Aviv, Israel, 1996, pp. 64–72.

Hernandez-Suarez, M. 1988. Modeling irrigation scheduling and its components and optimization of water delivery scheduling with dynamic programming and stochastic ET_o data. Ph.D. diss. Davis, Calif.: Univ. California, Davis.

Hills, D. J. El-Ebaby, F. G., 1990. Applied Engineering in Agriculture. 6(4): 441-445. "Evaluation of Microirrigation Self-Cleaning Emitters" http://asae.frymulti.com/abstract.asp?aid=26411

Howell, T. A., K. S. Copeland, A. D. Schneider, and D. A. Dusek. 1989. Sprinkler irrigation management for com-southern Great Plains. Trans. ASAE 31(2): 147-160.

IFAD. 2009. Fighting water scarcity inthe Arab countries. International Fund forAgricultural Development (IFAD), Rome.

Irmak, S., T A. Howell, R. G. Allen, 1. O. Payero, and D. L. Martin. 2005. Standardized ASCE Penman-Monteith: Impact of sum-of-hourly vs. 24-hour timestep computations at reference weather station sites. Trans. ASAE 48(3): 1063-1077.

Soil Conservation Service, USDA. 1970. Irrigation Water Requirements, Technical release No. 21, Soil Conservation Service, USDA, Sept. 1970.

ISESCO. 1997. Water Resources Management. Islamic Educational, Scientific,and Cultural Organization. http://www.isesco.org.ma/ english/publications/water/Chap16.php.

James, L. G. 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. New York, N.Y :. John Wiley & Sons.

Jensen, J.R. 2000. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective.Prentice Hall, Saddle River, New Jersey.

Jensen, M. E., R. D. Burman, and R. G. Allen. 1991. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. A.S.C.E. Manual, New York, pp. 332,(1991).

Jensen, M. E., R. D. Burman, and R. G. Allen. 1990. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements.* ASCE Manual and Report on Engineering Practice No. 70. New York, N.Y.: American Soc. Civil Engineers.

Jensen, M.E. 1981. Design and Operation of Farm Irrigation Systems.The American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Mich 583-618.

Jensen, M.E., and H.R. Haise. 1963. Estimating evapotranspiration from solar radiation. J. Irrig. and Drain. Div. ASCE 89(IR4):15-41.

Juanico, Marcelo, Yossi Azov, Beny Teltsch, and Gedaliah Shelef. 1995. Effect of effluent addition to a freshwater reservoir on the filter clogging capacity of irrigation water. Water Research, Volume 29, Issue 7, pp.1695-1702.

Karmeli and Keller. 1975. Trickle irrigation design: Rainbird sprinkler manufacturing corp, Glendora, USA

Keller, J. and Bliesner, R. D. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. Published by Van Nostrand Reinhold, New York, pp 652.

Keller, J. and Karmeli. D. 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corp., Glendora, CA. 133 P.

Lillesand M., Ralph W., Kiefer,W. and Chapman, M. 2004. Remote Sensing And Image Interpretation Fifth Edition, 2004,ThomasUnited States ofAmerica, 763 Pages.

Meadows, M. E., and T. M. Walski. 1998. Computer Applications in Hydraulic Engineering. Waterbury, Conn.: Haestad Press.

Merriam, J. L., M. N. Shearer, and C. M. Burt. 1983. Evaluating irrigation systems and practices. In Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 721-760. M. E. Jensen, ed, S1, Joseph, Mich.: ASAE.

Merriam, J.L. and Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Utah State University. Logan, Utah. U.S.A., pp 271.

Ministry of Finance and National Economy (MFNE). 1993. Statistical yearbook. Central Department of Statistics, MFNE, vol. 7, Riyadh, Saudi Arabia.

Ministry of Agriculture and Lands. 2006. Irrigation Scheduling Techniques Factsheet. British Columbia Ministry of Agriculture and Lands.

MWA, (1988), "Representative basin study for wadis: Yiba, Habawnah, Tabalah, Liyyah and Lith-Land Classification Survey-Lith Basin", "Ministry of Agriculture and water"; Saudi Arabia, pp. 131.

Nakayama F.S. and D.A. Bucks, 1986. Trickle Irrigation for Crop Production. Developments in Agricultural Engineering. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 383p

Nakayama, F S., D. A. Bucks, and A. 1. Clemmens. 1979. Assessing trickle emitter application uniformity. Trans. ASAE 22(1): 816-821.

Nakayama, F.S. and Bucks, D.A., 1991. Water quality in drip/trickle irrigation: a review. Irrig. Sci. 12 4, pp. 187–192. View Record in Scopus | Cited By in Scopus (28)

Omary, M., Camp, C. R., and Sadler, E. J. 1996.Center pivot irrigation system modification to provide variable water application depth. Applied Engineering in Agriculture . 13 (2): 235-239.

Pair, C. H. 1971.Water distribution under sprinkler irrigation.Transaction of the ASAE. 11(5): 648-661.

Pair, C. H.; Hinz, W. W.; Reid, C. and Foest, K. R. 1975. Sprinkler Irrigation. Fourth edition.Sprinkler irrigation Association.Silver Spring.MD, 615 pp.

Penman , H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London, A193, 120-146

Pereira, L. S.; Oweis, T. and Zairi, A. 2002.Irrigation management under water scarcity.Agricultural water management. 57 (3): 175-206.

Prakash, A. 1984. "Groundwater contamination due to transient sources of pollution."J. *Hydraul. Eng.*, 110(11), 1642-1658.

Pruitt, I. W. O. And D. E. Angus. 1960. Large weighing lysimeters for measuring evapotranspiration. Trans, A.S.A.E. 3 : 13 - 15, 18.

Ravina I; Paz E; Sofer E; Sagi G; Yechialy Z; Lavi Z; Marcu A, 1990. Filtration requirements for emitter clogging control. Proceedings of the 5th International Conference on Irrigation, pp 223–229, Agritech.

Richard G. Allen, L., Pereira, S., Dirk, R., Martin S. 2004. Water Resources, Development and Management Service Rome, Italy. Crop Evapotranspiration. (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 56. FAO.

Rubens Duarte Coelho, Ronaldo Souza Resende. 2001. "Biological clogging of Netafim's drippers and recovering process through chlorination impact treatment" Paper number 012231, 2001 ASAE Annual Meeting. @2001. http://asae.frymulti.com/abstract.asp?aid=4201.

Sadik, A.K. and Barghouti, S. 1997. Theeconomics of water. 2nd Symposium onWater Resources and Uses in the Arab World,Kuwait, March 8-10, 1997.

Sagi, G., E. Paz, I. Ravina, A. Schischa, A. Marcu, and Z. Yechiely. 1995. Clogging of drip irrigation systems by colonial protozoa and sulfur bacteria. In Proc. Fifth Int'l Microirrigation Congress, 250- 252. F. L. Lamm, ed. St, Joseph, Mich.: ASAE.

Savenije, H. 1999. Water Resources Management Concepts and Tools. IHE.

Scischa, A., Ravina, I., Sagi, G., Paz, E., Yechiely, Z., Alkon, A., Schramm, G., Sofer, Z., Marcu, A., Lev, Y., 1996. Clogging control in drip irrigation systems using reclaimed wastewater—the platform trials. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Water and Irrigation, Tel Aviv, Israel, 1996, pp. 104–114.

Seginer, 1. 1978. A note on the economic significance of uniform water application. Irrig. Sci. 1: 19-25.

Simons, D.B., and F. Senturk. 1992. *Sediment transport technology,* Water Resources Publications, Fort Collins, Colo., 919 pp.

Snyder, R. L., B. J. Lanini, D. A. Shaw, and W O. Pruitt. 1989b. Using reference evapotranspiration (ET_o) and crop coefficients to estimate crop evapotranspiration (ET_c) for trees and vines. Leaflet No. 21428. Berkeley, Calif.: Cooperative Extension, Univ. California.

Soil Conservation Service (SCS). 1992. Agricultural Waste Management Field Handbook, Part 651. Washington, D.C.. USDA,.

Soil Conservation Service (SCS). 1978. *Water management and sediment control for urbanizing areas,* Columbus, Ohio.

Solomon, K. H. 1988. Irrigation system selection. Irrigation Notes, July 1988. CATI Publication No. 880702. Fresno, Calif.: Center for Irrigation Technology, California State Univ.

Stewart, J. I., R. M. Hagan, and W O. Pruitt. 1976. Salinity effects on corn yield, evapotranspiration, leaching fraction and irrigation efficiency in managing saline water for irrigation. In Proc. Inter. Salinity Conf., 316-332.

Tahei Yamamoto, Bouya Ahmed Ould Ahmed, Makoto Koiwasaki, Dehghani Sanij Hossein, Hideyasu Fujiyama, Koichi Miyamoto, Paper number 052241, 2005 ASAE Annual Meeting . 2005. " Preventing Biochemical Clogging of Filters and Emitters in Microirrigation Systems" http://asae.frymulti.com/ abstract.asp?aid= 19043&t=2

Tajrishy, M.A., Hills, D.J. and Tchobanglous, G. 1994. Pretreatment of secondary effluent for irrigatino, Journal of Irrigation Drainage and Engineering. 120, 716-731.

Tanji, K. K., ed. 1990. Agricultural Salinity Assessment and Management. New York, N.Y.: American Soc. Civil Engineers.

Tanner, C. B. 1967. Measurement of evapotranspiration. In Irrigation of Agricultural Lands, 534-574. R. M. Hagan, H. R. Haise, and T. W Edminster, eds. Madison, Wis.: American Soc. of Agron.

Tchobanoglous, G., and F.L. Burton, 1991. *Wastewater engineering, treatment, disposal, and reuse,* McGraw-Hill, New York, 1,334 pp.

Tedaldi, D. J., and R. C. Loehr. 1992. Effects of waste-water irrigation on aqueous geochemistry near Paris, Texas. Ground Water 30: 709-719.

Thiruvengadachari, S. and Conley, A. H. 1993. Use of satellite remote sensing in irrigation system management. Sustainability of irrigated griculture – management information systems in irrigation and drainage (symposium) .vol 1-E, 2-14

Trofimenko, S. 1985. The state and density of the Aral Sea. Ambio. 14(3): 181-182. USDA. 1988. Water quality education and technical assistance plan. USDA-Soil Conservation Service and USDA-Extension Service Report. Washington, D.C.: USDA.

Todd, D. K. 1980. Ground water hydrology. Wiley, New york, 535pp.

U.S. Army Corps of Engineers (USACE). 1977. Guidelines for calculating and routing a dam-break flood. *Research Note No. 5,* Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.

U.S. Army Corps of Engineers (USACE). 1982. *Simulation offload control and conservation systems, HEC-5,* Hydrologic Engineering Center, Davis, Calif.

U.S. Army Corps of Engineers (USACE). 1989. Sedimentation investigation of rivers and reservoirs. *EM-1100-2-4000,* Engineering Design, Washington, D.C.

U.S. Department of Agric., Soil Conserv. Serve., 1970. Irrigation Water Requirements. Tech. Release No.21 (Rev.2).83 p.

UNDP. 2009 .Arab Human DevelopmentReport 2009: Challenges to Human Securityin the Arab Countries. United NationsDevelopment Program, New York.

UNESCO. 1999. Proceedings of the International Conference on "Regional Aquifer Systems in Arid Zones, Tripoli, Libya, 20-24 November IHP Technical Document in Hydrology NO 42.

USDA. Soil Conservation Service. 1970. Irrigation Water Requirements, Technical release No. 21

Vickers, A. 2001. Handbook of water use and conservation. Water plow Press, Amherst, Massachusetts, U.S.A

Wagenet, R. J., W. P. Campbell, A. M. Bamatraff, and D. L. Turner. 1980. Salinity, irrigation frequency, and fertilization effect on barley growth. Agron. J 72: 969-974.

Walter, I.A., Allen, R.G., Elliot, R., Itenfisu, D., Brown, P., Jensen,M.E., Mecham, B., Howell, T.A., Snyder, R., Eching, S., Spofford, T., Hattendorf, M., Martin, D., Cuenca, R.H., Wright, J.L., 2000. The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. Standardization of Reference Evapotranspiration Task Committee, Final Report. Reston, Va: ASCE Environmental Water Resource Institute

Westcot, D. W. 1997. Quality Control of Wastewater for Irrigated Crop Production .Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy: FAO.

Wichelns, D., D. Nelson, and T. Weaver. 1988. Farm-level analyses of irrigated crop production in areas with salinity and drainage problems. San Joaquin Valley Drainage Program. Sacramento, Calif.: U.S. Bureau of Reclamation.

World Bank. 2004c. Kingdom of Saudi Arabia:Assessment of the Current Water Resources Management Situation. Unpublished manuscript, Rural Development Water and Environment Department, Middle East and North Africa Region, World Bank, Washington,D.C.

World Bank. 1993. Water Resources Management.The World Bank, Washington, D.C.

World Bank. 1999. Groundwater.Technical Paper No. 456.The World Bank, Washington, D.C.

World Bank, 2003a. Jobs, growth, and governance in the Middle East and North Africa, unlocking the potentialfor prosperity.Washington, D.C.

World Bank. 2003b. From Scarcity through Reform to Security: Draft Policy Paper onWater reforms in the Middle East and NorthAfrica. Presented at the Third World WaterForum, Kyoto, Japan, March, 2003.

World Bank. 2004a. Water Resources Sector Strategy: Strategic Directions for World Bank Engagement. The World Bank, Washington,D.C.

World Bank. 2004b. Water Sector Reviewin Gulf Cooperative Council Countries.TheWorld Bank, Washington, D.C.

World Bank. 2005a. A Water Sector Assessment Report on the Countries of the Cooperation Council of the Arab States of theGulf. Report No. 32539-MNA, World Bank,Washington, D.C.

World Bank. 2005b. Shaping the Future of Water for Agriculture: A Sourcebook for Investment in Agricultural Water Management.The World Bank, Washington, D.C.

World Bank. 2006a.Water Management in Agriculture: Ten Years of World Bank Assistance1994-2004. Independent Evaluation Group,the World Bank, Washington. D.C.

World Bank, 2006b. Approaches to private participation in water services. Washington, D.C.

World Bank, 2007. Making most of water scarcity:Accountability for better water management in the Middle East and North Africa. MENA Development Report, Washington D.C.

World Bank 2009a. Water in the Arab World:Management Perspectives and Innovations. Middle Eastand North Africa Region, Washington, D.C.

World Bank. 2009b. Improving Food Security in Arab Countries.The World Bank,Washington, D.C.

World Water Assessment Program (WWAP), 2006.Water: a shared responsibility. The United Nations WorldWater Development Report 2.

World Water Assessment Program (WWAP), 2009. Facing the challenges.The United Nations World WaterDevelopment Report 3, case studies volume.

World Water Forum 2006. Middle East and North Africa Regional Document. FourthWorld Water Forum, Mexico City.

Wright, J. L. And M. E. Jensen.1972. Peak water requirements of crops in southern Idaho. Am. Soc. Of Civil Engr., J.Of Irrig. And Drain. Div. 98(IR2): 193-201.

Wright, R. L. 1982. New evapotranspiration crop coefficients. J. Irrig. and Drain Div. Am. Soc. Civil Engr.:108(IR2): 57-74.

Wright,J. L. And M. E. Jensen. 1978. Development and evaluation of evapotransperation models for irrigation scheduling. Trans of the SASE 21(1): 88-96.

Wu, I. P., G. Y Lin, and L. S. Lau. 1991. Plugging evaluation in the reuse of sewage effluent by drip irrigation. In Proc. 1991 Nat'l. Con! ASCE, 780-786. Reston, Va.: ASCE.

Yamamoto Tahei , Bouya Ahmed Ould Ahmed , Andry Henintsoa , Tanaka Satoshi , Fujiyama Hideyasu , Miyamoto Koichi, 2007 ASAE Annual Meeting 072201. "Evaluation of Biochemical Clogging of Filters and Emitters on Microirrigation Scheduling" http://asae.frymulti.com/ abstract.asp?aid=22983&t=1

Yitayew, M., K. Didan, and C. Reynolds. 1999. Microcomputer based low-head gravity-flow bubbler irrigation system design. Computers and Electronics in Agric. 22: 29-39.

Zaki, A. 2006. "Water Harvesting Techniquesin the Arab Region." Presentation at UNESCOG-Wadi Meeting on Water Harvesting, Aleppo, Syria.

Zeier and Hills, K.R. Zeier and D.Y. Hills, 1987. Trickle irrigation screen filter performance as affected by sand size and concentration, *Transactions of the ASAE* 30 (3) , pp. 735–739.

مسرد الرموز

الرمز	المعنى	الوحدة
$\forall$	حجم الخزان، حجم السائل	م^3
γ	الوزن النوعي	نيوتن/ م^3
μ	اللزوجة الديناميكية	نيوتن.ث/ م^2
ν	اللزوجة الكينماتيكية	م^2/ ث
ρ_s	كثافة المواد العالقة	كجم/ م^3
ρ_s	الكثافة الظاهرية للتربة	جم/ سم^3
ρ_w	كثافة الماء	كجم/ م^3
θ_1	الرطوبة الحجمية قبل الري	٪
θ_b	المحتوى الرطوبي في التربة في بداية فترة ما	٪
θ_e	المحتوى الرطوبي في التربة في نهاية فترة ما	٪
θ_{FC}	المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية	٪
θ_m	المحتوى الرطوبى الوزني للتربة	٪
θm_{FC}	المحتوى الرطوبي الوزني عند السعة الحقلية	٪
θ_{v1}	متوسط الرطوبة الحجمية قبل الري في منطقة الجذور	٪
θ_{v2}	متوسط الرطوبة الحجمية بعد الري في منطقة الجذور	٪
θ_{wp}	المحتوى الرطوبي الحجمي عند نقطة الذبول الدائمة	٪
Δh	مقدار التغير في مستوى عمق الماء في المنشأة	م
Δr	المسافة الثابتة بين أوعية القياس	م
ΔS	التغير في التغير في مخزون ماء التربة	مم
ΔS	الزيادة في حجم الخزن	م^3

الرمز	المعنى	الوحدة
A	مساحة المستجمع	م^2
A	المساحة المروية	هكتار
A_{can}	مساحة مقطع الوعاء	سم^2
A_i	مساحة المستجمع لنوع السطح i، المساحة المروية	م^2
A_{ij}	مساحة المستجمع لنوع السطح i للإمداد j من المياه	م^2
A_{SP}	المساحة المروية بواسطة الرشاش	م^2
B	عرض الخزان	م
BHP	القدرة الفرملية للمضخة	كيلووات
BP	القدرة اللازمة لتشغيل المضخة	كيلووات
C_F	تكاليف الوقود	ريال/ لتر
C_{op}	تكاليف تشغيل المضخة	ريال/ ساعة
CRF	معامل استرداد رأس المال	–
C_u	معامل الانتظامية أو معامل التجانس للانتظامية	٪
C_{ud}	معامل انتظامية التصميم	٪
C_{us}	معامل التجانس الكلية لنظام الري	٪
C_v	معامل الاختلاف المصنعي	–
C_{vs}	معامل الاختلاف المصنعي لنظام الري	–
C_{vm}	انحرافات معدل التصرف عن المتوسط	م^3/ ساعة
CWRS	كمية الاحتياجات المائية التكميلية	م^3
d	قطر الخزان أسطواني الشكل، قطر الأنبوب	م
d	متوسط أعماق المياه المتجمعة في الربع الأقل، قطر الجزيئة للمواد العالقة	مم
d\	متوسط الماء المخزن بالتربة	مم
D	عمق مياه التسرب العميق أسفل منطقة الجذور	مم
D_1	عمق المياه في منطقة جذور التربة قبل الري	مم
D_{1q}	متوسط العمق المتسرب في ربع الحقل الذي له أدنى تسرب	مم
D_{av}	متوسط العمق المتسرب عبر الحقل بأكمله	مم
D_c	عمق الماء المطلوب تخزينه لاستهلاك النبات في منطقة الجذور	مم
D_{DP}	عمق المياه المتسربة أسفل منطقة الجذور	مم
DE_{Pa}	كفاءة توزيع المصمم لنسبة كفاية معينة (P_a) من الحقل المروي	٪

الرمز	المعنى	الوحدة
D_{FC}	عمق المياه عند السعة الحقلية في منطقة جذور التربة	مم
D_g	العمق الإجمالي لمياه الري المضافة، عمق المياه التي تصل إلى الحقل	مم
D_{inf}	متوسط عمق الماء المتسرب داخل التربة	مم
D_n	عمق الماء المتاح بسهولة، عمق الماء الصافي المضاف إلى منطقة الجذور	مم
D_{nPa}	عمق الماء المخزون في منطقة الجذور عند مستوى كفاية معينة	مم
Dp	التسرب العميق للماء أسفل منطقة الجذور، عمق المياه المستخدمة بشكل مفيد	مم
$D_{P(\%)}$	نسبة التسرب العميق من العمق المتسرب	٪
D_{Pr}	نسبة التسرب العميق	٪
D_r	عمق الماء الخارج من مصدر الري إلى الحقل	مم
D_{rz}	عمق منطقة الجذور	سم
D_u	انتظامية التوزيع في الربع الأقل	٪
D_{us}	معامل التوزيع الكلية لنظام الري	٪
D_w	متوسط العمق الموزون	مم
D_w	قطر دائرة البلل للرشاش أو المنقط	م
d_w	متوسط العمق الموزون لعمق الماء المتجمع في الربع الأقل	مم
d_i	عمق الماء المتجمع في الوعاء i	مم
E	الخطأ النسبي للاختبار	٪
E	عمق البخر اليومي	مم
E	نسبة الفاقد بالتبخر وبعثرة الرياح وتسمى فواقد الرش	٪
E_a	كفاءة الإضافة	٪
EAC(r)	التكاليف السنوية في حالة تضخم منتظم للأسعار	ريال
$EAF_{(r)}$	معامل التكاليف السنوية المكافئ للطاقة عند وجود تضخم	–
E_c	كفاءة نقل المياه	٪
E_{cu}	كفاءة الاستهلاك المائي	٪
E_D	كفاءة الإزاحة	٪
E_d	كفاءة توزيع الماء خلال قطاع التربة	٪
E_f	كفاءة الري الحقلية	٪
E_i	كفاءة الري	٪
Ep	كفاءة المضخة	٪

الرمز	المعنى	الوحدة
$E_{recharge}$	كفاءة التغذية للمنشأة	٪
E_s	كفاءة الترسيب	٪
E_s	كفاءة تخزين المياه	٪
ET_c	الاستهلاك المائي اليومي للمحصول (البخر-نتح الفعلي)	مم/ يوم
ET_r	الاستهلاك المائي لمحصول المقارنة (البرسيم أو العشب)	مم/ يوم
ET_o	الاستهلاك المائي للمحصول المرجعي (البرسيم أو العشب)	مم/ يوم
EU	انتظامية التنقيط	٪
Eu_a	معامل الانتظام الحقلي المطلق لنظام الري بالتنقيط	٪
Eu_d	معامل الانتظام التصميمي لنظام التنقيط	٪
Eu_f	معامل الانتظام الحقلي للري بالتنقيط	٪
Ev	بخر ماء الري أثناء الري حتى يتسرب الماء كلياً للتربة.	مم
F_c	التكاليف الثابتة	ريال
F_c	معدل استهلاك الوقود	لتر/ ك.وات ساعة
Fl_{in}	السريان الداخل إلى النظام	م٣/ ساعة
H	ارتفاع الماء في الخزان	م
h_1	ارتفاع الماء في مقدمة السد	م
h_2	ارتفاع الماء في مؤخرة السد	م
H_h	القوة الهيدروستاتيكية الأفقية على الوجه العمودي للسد	نيوتن
H_{sp}	متوسط ضاغط التشغيل للرشاش	م
H_v	القوة الرأسية لضغط الماء على جسم السد	نيوتن
I	عمق ماء الري	مم
i	فائدة رأس المال	٪
II	الفترة بين الريات	يوم
I_p	معدل التسرب الأساسي للتربة	مم/ ساعة
K_c	معامل المحصول	-
L	طول الحوض، طول خط الإرسال	م
$L_{i,i+1}$	فواقد المياه (البخر والتسرب) في الفترة من t_i إلى t_{i+1}	م٣
L_k	نسبة التسرب من الأنابيب قبل الوصول إلى فوهة الرشاشات	٪
L_o	طول الوصلة الطرفية في النظام المحوري	م

الرمز	المعنى	الوحدة
m	مقدار الطلب المتعلق بنسبة إمكانية توفر إمداد المياه	مم
Mad	نسبة الاستنفاذ المسموح بها	٪
M_{ds}	الوزن الجاف للتربة	جم
M_s	وزن المادة الرسوبية التي ترسبت في الخزان	كجم
M_s	كتلة التربة الجافة تماماً	جم
M_{s+w}	كتلة التربة الرطبة	جم
M_{si}	وزن المادة الرسوبية الداخلة للخزان	كجم
M_w	وزن الماء	كجم
M_{ws}	الوزن الرطب للتربة	جم
n	عدد بيانات الأمطار السنوية	–
n	عدد أوعية التجميع، عدد منقطات التقييم	–
n	العمر الافتراضي للمكون أو عدد السنوات الافتراضية للمشروع	سنة
N	عدد أوعية القياس	–
N_p	عدد المنقطات لكل شجرة	–
N_{ap}	عدد الرشاشات على الخط الفرعي.	–
N_t	عدد الأبراج في نظام الري المحوري	–
O_e	نسبة المياه الخارجة من الرشاشات إلى الماء الداخل إلى النظام	٪
Ot	كمية الماء الخارج من المنشأة	$م^3$
P	نسبة الاعتمادية أو إمكانية توفر إمداد المياه عند الطلب	٪
P	عمق الأمطار الساقطة	مم
PA	مستوى الكفاية	٪
P_{av}	متوسط ضغط التشغيل للرشاشات أو المنقطات	كيلوبسكال
P_c	التكاليف المتغيرة	ريال
PE	قيمة المكون في نهاية العمر الافتراضي	ريال
PE	الطاقة السنوية المطلوبة	كيلو كالوري
P_E	تكاليف الطاقة	ريال
PE	أنبوب من البولي اثلين البلاستيك المرن	–
PELQ	أقل كفاءة إضافة ممكنة	٪
P_L	تكاليف العمالة	ريال

الرمز	المعنى	الوحدة
P_M	تكاليف الصيانة والإصلاح	ريال
P_{max}	أقصى ضغط تشغيل للرشاشات أو المنقطات المقاسة	كيلوبسكال
P_{min}	أدنى ضغط تشغيل لرشاش أو منقط في النظام	كيلوبسكال
P_o	ضغط التشغيل في الأنبوب	كيلوبسكال
PR	أقصى ضغط تشغيل	كيلوبسكال
P_{sp}	ضغط تشغيل الرشاش	كيلوبسكال
P_{sp}	ضغط الرشاش	ك. بسكال
P_T	تكاليف الضرائب والتأمين	ريال
PVC	أنبوب من البلاستيك القاسي	–
PW	القيمة الحالية لتكلفة المكون (سعر الشراء)	ريال
PW(r)	معامل القيمة الحالية لتكاليف الطاقة المتصاعدة عند وجود تضخم	–
PWF	معامل القيمة الحالية للاستبدال	–
PWF (r)	معامل أو قيمة التضخم الحالية	–
Q	التصرف الداخل للخزان	م٣/ ساعة
q_a	متوسط تصرف المنقطات	لتر/ ساعة
q_e	تصرف المنقط	لتر/ ساعة
Q_L	التصرف المار في بداية الخط	لتر/ ث
q_m	متوسط تصرفات الثمن الأكبر للمنقط	لتر/ ساعة
Q_{min}	التصرف في بداية الخط الرئيسي	لتر/ ث
q_{min}	متوسط أدنى معدل تصرف لربع المنقطات	لتر/ ساعة
q_n	متوسط تصرفات الربع الأقل للمنقطات	لتر/ ساعة
Q_s	التصرف الكلي لنظام الري	م٣/ ساعة
Q_{sp}	تصرف الرشاش	لتر/ دقيقة
q_{var}	النسبة المئوية للتغير في سريان المنقط	٪
R	الجريان السطحي من الحقل	مم
R	نصف قطر دائرة البلل لخط الرش المحوري	م
r	معدل التضخم السنوي (الزيادة السنوية للأسعار)	٪
R_a	معدل الإضافة لنظام الري	مم/ ساعة
r_a	نصف قطر دائرة الرش للرشاش الأخير	م

الرمز	المعنى	الوحدة
R_{ap}	معدل الإضافة المطلوب عند نقطة P التي داخل دائرة البلل	مم/ ساعة
RCE	كفاءة تجميع مياه الأمطار	٪
RCE_i	كفاءة تجميع الأمطار للحدث i	٪
RCE_y	كفاءة تجميع الأمطار السنوية	٪
RCEyi	كفاءة تجميع الأمطار السنوية لنوع سطح المستجمع i	٪
R_e	رقم رينولد	–
R_e	نسبة المياه الفعلية التي وصلت إلى سطح التربة من المياه المضافة	(٪)
R_{ep}	الحجم الكلي للتغذية الجوفية لفترة معينة	م^3
r_i	المسافة بين وعاء التجميع ونقطة المحور للنظام المحوري	م
R_L	المسافة من المحور إلى البرج الأخير	م
R_o	متوسط الأمطار الساقطة ، الجريان السطحي للماء على سطح التربة إلى خارج الحقل	مم
Rp	كمية مياه الأمطار المرتبطة بالاعتمادية P	م^3
R_p	المسافة بين نقطة P في دائرة البلل والرشاش (مركز الدائرة).	م
S	تكاليف الاستبدال	ريال
S_d	الانحراف المعياري	–
SDR	نسبة البعد القياسي	–
S_e	المسافة بين المنقطات على الخط الفرعي	م
S_L	المسافة بين الخطوط الفرعية	م
S_s	الكثافة النسبية للمواد العالقة	–
S_s	المسافة بين الرشاشات على الخط الفرعي	م
S_t	المسافة بين الأبراج في نظام الري المحوري	م
Sv	سعر البيع للمكون في نهاية العمر الافتراضي (الخردة)	ريال
T	زمن حجز الماء في خزان الترسيب	ساعة
t	زمن تدفق الماء في الخزان	ساعة
t	عرض قاعدة السد في الأسفل	م
t	زمن ارتداد الموجة على خط الإرسال	ث
TAW	الماء المتاح الكلي	سم
T_c	التكاليف الكلية	ريال
TDH	الضاغط الديناميكي الكلي للمضخة	م

الرمز	المعنى	الوحدة
T_i	زمن الري	ساعة
T_{rev}	زمن الدورة الكاملة لجهاز الري المحوري	ساعة
U	قوى دفع الماء للأعلى على قاعدة السد لوحدة الطول	نيوتن/ م
V	سرعة التدفق الأفقية داخل الخزان	م/ ث
V	سرعة سريان المائع	م/ ث
V_i	حجم الماء الداخل للخزان، السعة التخزينية الحجمية في المستجمع عند زمن ti	م^3
V_i	حجم الماء المتجمع في الوعاء i	سم^3
V_o	حجم الماء الخارج للخزان (الحصيلة)	م^3
V_{run-on}	الحجم الكلي للماء المجمع في مساحة التخزين لفترة معينة	م^3
V_s	حجم المادة الرسوبية	م^3
V_s	سرعة الترسيب لأسفل	م/ ث
Wd	الطلب للمياه في السنة الواحدة	م^3
Wh	كمية المياه الملتقطة أو المحصودة	م^3
W_i	معامل الوزن أو رقم الوعاء في حال ثبات المسافة بين الأوعية	–
WR	اعتمادية توفر المياه	٪
W_{Rain}	كمية الأمطار الساقطة	مم
W_{Runoff}	كمية الجريان السطحي نتيجة الأمطار الساقطة	م^3
Ws	إمداد المياه للمستخدمين في الفترة من t_i إلى t_{i+1}	م^3
$X^{\backslash}$	العمق المتوسط للمياه المحتجزة في كل الأوعية	مم
x_a	متوسط التساقط السنوي لكل الفترة	مم
x_i	مقدار التساقط في السنة i	مم
X_i	العمق المقاس للمياه في وعاء التجميع i	مم
$y^{\backslash}$	متوسط الانحراف عن عمق الماء المخزن بالتربة	مم

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي - إنجليزي

أ

آبار الإنتاج	production wells
آبار المراقبة	monitoring wells
آبار(أنابيب) التغذية الاصطناعية	Wells (tubes) artificial recharge
الأبنية الهيدروليكية	Hydraulic structures
إجمالي الشوائب الصلبة العالقة	TSS
أجهزة الاستشعار	Sensors
الاحتياجات المائية	Crop Water Requirement (CWR)
الاحتياجات المائية الكلية	Gross Water Requirement
اختيار الرشاشات	Selection of sprinklers
اختيار المضخة	Pump Selection
إدارة الطلب على المياه	Water Demand Management
إدارة حقلية	Field management
إدارة عرض موارد المياه	Supply Management of Water Resources
إزالة التلوث	Decontamination
الاسبستوس	ABS
الاستدامة	Sustainability
الإستراتيجية	Strategy
الاستشعار عن بعد	Remote Sensing
أسمنت الاسبستوس	Asbestos Cement
إعادة التغذية نتيجة تساقط المطر	Recharge by Precipitation
اعتمادية توفر المياه	Water supp reliability
أقصى استهلاك مائي	Peak Consumptive Use

probable maximum precipitation	أقصى تساقط محتمل
probable maximum flood	أقصى فيضان محتمل
maximum contaminant levels	أقصى مستويات تلوث
Rain	الأمطار
Annual precipitation	الأمطار السنوية
Uniformity	الانتظامية
Distribution of Uniformity (Du)	انتظامية التوزيع في الربع الأقل
Total System Uniformity (Cus)	انتظامية النظام الكلية
Radial uniformity	انتظامية على طول خط الرش
Radial Uniformity (Cu_r)	الانتظامية على طول خط الرش المحوري
Circular Uniformity (Cu_c)	الانتظامية مع اتجاه خط السير
Contaminant Transport	انتقال الملوثات
clogging	الانسداد
Enviroscan	انفيروسكان (جهاز قياس رطوبة التربة)
Types of sprinkler	أنواع الرشاشات

ب

Scientific Research	البحث العلمي
Lakes	بحيرات
Evaporation	البخر من التربة
Reference Crop Evapotranspiration	البخر نتح المرجعي للمحصول
Evapotranspiration (ET)	البخر-نتح
Project Alternatives	بدائل المشروع
Dimensionless	بدون وحدات
alfalfa	البرسيم
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
Polyethylene (PE)	البلاستيك المرن (البولي ايثلين)
Plastic (PVC)	البلاستيك القاسي (بولي فنيل كلوريد)
World Bank (WB)	البنك الدولي
Gate	بوابة

ت

Insurance	التأمين
Flood Control	التحكم في الفيضان
Strategic Planning	التخطيط الاستراتيجي
Finite Element Flow (FEFLOW)	التدفق ذو العنصر المحدود
Reservoir Sedimentation	ترسبات الخزان

Pipeline Installation	تركيب أنابيب الري
Fitting	التركيبات (الوصلات)
Water Service Delivery	تزويد الخدمة المائية
Infiltration	التسرب
Automatic operating	التشغيل الذاتي
Operation and maintenance	التشغيل والصيانة
Dam-break	تصدع السد
Discharge	التصرف
Sprinkler Discharge (Q_{sp})	تصرف الرشاش
visualized data	تصور للبيانات
Bio screen	التصوير الحيوي
Enhancement Thematic Mapper (ETM)	تعزيز مخطط المواضيعية
recharge	التغذية
Recharge Through Pits	التغذية من خلال الحفر
Pressure variation	تغير الضغط
Periodic evaluation	التقييم الدوري
Water Resources Assessments	تقييم الموارد المائية
Terminal evaluation	التقييم النهائي
Evaluation of sprinkler systems	تقييم نظم الرش
Pipeline Costs	تكاليف الأنابيب
Operating Costs	تكاليف التشغيل
Escalation Costs	تكاليف التضخم
Fixed Costs	التكاليف الثابتة
annual costs	التكاليف السنوية
Maintenance and Repair Costs	تكاليف الصيانة والإصلاح
Energy Costs	تكاليف الطاقة
Present Worth Costs	تكاليف القيمة الحالية
Variable Costs	التكاليف المتغيرة
Life-Cycle Costing	تكاليف دورة الحياة
Rainfall frequency	تكرار المطر
opportunity cost	تكلفة الفرصة البديلة
soil contamination	تلوث التربة
water contamination	تلوث المياه
Tensiometer	التنشيوميترات
Water Balance	التوازن المائي
Rainstorm Distribution	توزيع التساقط المطري

التوعية المائية	Water Awareness Raising

ج

الجاذبية الأرضية	gravity
جامع البيانات	Data logger
جدولة الري	Irrigation Scheduling
الجريان السطحي	Runoff
الجفاف	Draught
جمعية الري	Irrigation Association
جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية	ASAE
جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية	ASCE
اللجنة الدولية للبيئة والتنمية	WCED
جهاز الانفيروسكان	Enviroscan
جهاز توقيت الري	Irrigation timer
جهاز نطاق الانعكاس الزمني	Time domain reflectormeter (TDR)

ح

حجم الرواسب	volume of sediment
حد أو قيد	Limitation
حصاد مياه الأمطار	WRH
حصيلة الترسبات	Sediment Yield
حصيلة الخزان	Reservoir Yield
حصيلة الخزان الآمنة	Safe yield or Firm yield
الحفر الصغيرة	Small pits
الحفر الكبيرة	Big pits
حوكمة المياه	Water Governance

خ

خرسانة	Concrete
الخزانات	Reservoirs
خزانات الترسيب	sedimentation basin
الخزانات الجوفية	Aquifers
الخط الرئيسي	Mainline
الخط الفرعي	Lateral
الخطة	Plan
الخطوط الإرشادية	guidelines
خلف السد	behind a dam

د

Impeller	دافع المضخة
Temperature	درجة الحرارة
Crop Rotation	دورة المحاصيل

ر

Vision	الرؤية
Fertigation	الرسمدة (إضافة الأسمدة مع مياه الري)
Sprinklers	الرشاشات
Fixed Sprinklers	الرشاشات الثابتة
Rotating Impact Sprinklers	الرشاشات الدوارة
Gun Sprinklers	الرشاشات العملاقة (المدفعية)
compaction of the soil surface	رص (انضغاط) سطح التربة
Monitoring and Evaluation	الرصد والتقييم
Humid	الرطبة
Relative humidity	الرطوبة النسبية
Reynolds number	رقم رينولد
Runoff Curve Number	رقم منحنى الجريان السطحي
Rotometer	روتوميتر (جهاز قياس تصرف)
Supplementary irrigation	الري التكميلي
Fixed delivery irrigation	الري الثابت
Partial Irrigation	الري الجزئي
Supplemental Irrigation	الري الداعم
Full Irrigation	الري الكامل
Limited Irrigation	الري المحدود
Deficit Irrigation	الري الناقص

ز

detention time	زمن الحجز
Irrigation Time	زمن الري

س

Dams	السدود
gravity dams	سدود تثاقلية
earth fill dams	سدود إملائية ترابية
rock fill dams	سدود إملائية صخرية
Concrete dams	سدود خرسانية

buttress dam	السدود ذات الدعائم
File dams	السدود الإملائية
Wind speed	سرعة الرياح
Laminar flow	السريان الطبقي
Turbulence flow	السريان المضطرب
Piezometric surface	السطح البيزومتري
Water surface	سطح الماء
storage capacity	سعة التخزين
Field Capacity	السعة الحقلية
Reservoir Capacity	سعة الخزان
Landsat	سلسلة من الأقمار الصناعية
Public Good	سلعة أو خدمة عامة
manure	سماد عضوي

ش

Semi Arid	شبه الجافة
Sub humid	شبه الرطبة
precipitation intensity	شدة التساقط
Rainfall intensity	شدة سقوط المطر
Partnership	الشراكة
Transparency	الشفافية

ص

Net radiation	صافي الإشعاع
lithological	صخرية
Galvanized Steel	الصلب المجلفن
Paved and impervious	صماء وغير منفذة
Gate valve	صمام بوابي (سكينة)
Globe valve	صمام جلدة
Swing check valve,	صمام عدم رجوع
solenoid valve	صمام كهربائي
Aerial Photographs	الصور الجوية
Digital Image	الصور الرقمية
Images Space	الصور الفضائية

ض

Head	الضاغط
Total dynamic head (TDH)	الضاغط الديناميكي الكلي

ضاغط الضغط	Pressure head
الضرائب والتأمين	Taxes and Insurance
الضغط	pressure
ضغط تشغيل الرشاش	Sprinkler Operating Pressure (P_{sp})

ط

طاقة الضغط	Pressure energy
الطاقة الكلية	Total energy
الطاقة المفقودة	Energy Losses
الطاقة الحرارية	Heat energy
الطبقة الارتوازية	Aquifer artesian
الطبقة المقيدة	Confining Unit
طبقة المياه الجوفية الارتوازية	Artesian Aquifer
طبقة المياه الجوفية المحصورة	Confined Aquifer
طبقة المياه الجوفية المعلقة	Perched Aquifer
طبقة المياه الجوفية شبه محصورة	Semi-Confined Aquifer
طبقة المياه الجوفية غير محصورة	unconfined aquifer
الطرق الزلزالية	Seismic
طرق المعالجة	Remediation Methods
الطريقة التجريبية	Empirical method
طريقة الجداول والخطوط	ditch and furrow method
طريقة الموازنة المائية	Water balance method
الطريقة النظرية	Theoretical method
الطريقة الوزنية	Gravimetric method
طريقة بيتنام "لحساب الوقت الفاصل"	Putnam Method
طريقة تشتت النيوترونات	Neutron Probe method
طريقة قياس المقاومة الكهربية	Gypsum blocks method
طريقة كيريش "لحساب الوقت الفاصل"	Kirpich Method
الطلب	Demand
الطول	Length

ع

العجز المائي	Water shortage
عداد المياه	Flow meter
العدادات	Current meter
عدد النيترونات	scalar (Counter)
عرض القاع	Bottom width

العشب	grass
عمر المشروع	lifetime of the project
العمق الإجمالي لمياه الري	Gross Water Depth
عمق التساقط	precipitation depth
عمق الحفر	Trench depth
عمق الري	Irrigation depth
عمق الري الإجمالي	Gross irrigation depth
عمق الري الصافي	Net irrigation depth
عمق الماء	Water depth
عمق المطر	Precipitation depth
عمق المياه الضحلة	shallow water depth
عند الطلب	on-demand
العوامات	Floats

ف

فترة التحليل	Analysis Period
الفترة بين الريات	Irrigation Interval
فواقد التبخر	Evaporation Losses (E)
فواقد الضاغط	Head losses
فوهة	Nozzle
فيضان	Flood

ق

القارنات	Couplers
قاطع كهربائي	switch
قاع	Bottom
قاعدة غير منفذة	Impermeable Base
قدرة المضخة	Pump power
القنوات المائية المكشوفة	Open channels
القواعد الخرسانية	Thrust Blocks
القوة الأفقية	Horizontal force
القوة الرأسية	Vertical force
قوة الضغط الهيدروستاتيكي	Hydrostatic forces
قوى الجاذبية	Gravity force
قوى الضغط	Pressure force
قياس المحتوى الرطوبي للتربة	Measurement of Soil Water Content
قيمة البيع كخردة	Salvage value

Present Worth Value (PW)	القيمة الحاضرة (الحالية) للاستبدال
Present Worth	القيمة الحالية
Salvage Value	قيمة المكون عند نهاية فترة التحليل

ك

Mass	الكتلة
Density	الكثافة
Relative density - Specific Gravity	الكثافة النسبية
Design Efficiencies	كفاءات التصميم
Efficiency Factor (Ef)	كفاءة استعمال المياه المحصودة
Water Application Efficiency	كفاءة إضافة المياه
DISPLACMENT EFFICIENCY	كفاءة الإزاحة
Water Use Efficiency (WUE)	كفاءة الاستعمال المائي
Actual Efficiency	كفاءة الإضافة الفعلية
Potential Efficiency of low quarter (PELQ)	كفاءة الإضافة في الربع الأقل
Water Storage Efficiency	كفاءة التخزين المائي
Trap Efficiency	كفـاءة الترسـيب
Potential Efficiency	الكفاءة التصميمية
Coverage efficiency (Ef)	كفاءة التغطية
Irrigation Efficiency	كفاءة الري
Irrigation Field Efficiency	كفاءة الري الحقلي
Pump efficiency	كفاءة المضخة
System efficiency	كفاءة النظام
RCE	كفاءة تجميع الأمطار
Water Distribution Efficiency	كفاءة توزيع المياه
Water Conveyance Efficiency	كفاءة نقل المياه
Irrigation adequacy	كفاية الري
Rainstorm amount	كمية عاصفة مطرية

ل

Dynamic viscosity	اللزوجة الديناميكية
Kinematic viscosity	اللزوجة الكينامتيكية
Lysimeter	الليسيمتر

م

Tail Channel	مؤخرة القناة
Indicator	المؤشر
freshwater	الماء العذب

Total Available Water	الماء الكلي المتاح
saltwater	الماء المالح
Readily Available Water	الماء المتاح بسهولة
Multispectral Scanning System (MSS)	الماسح متعدد الأطياف
Contour Bunds	متون كنتورية
Semi-circular and Trapezoidal Bunds	متون هلالية وشبه منحرفة
Soil Moisture Sensor	مجس رطوبة التربة
probe	مجس مشع
ET sensors	مجسات استشعار العناصر المناخية
Soil Moisture Sensor Controllers	مجسات التحكم في رطوبة التربة
VES	المجسات الكهربائية الرأسية
Soil moisture sensors	مجسات رطوبة التربة
Maintaining Recharge Rates	المحافظة على معدلات التغذية
Simulating crop sequences	محاكاة تتالي المحاصيل
Soil Moisture Content	المحتوى الرطوبي للتربة
Limited water	محدودية المياه
Resultant force	محصلة القوة
Automatic weather station	محطة الأرصاد الآلية
Transducer	محول كهربائي
Risks	المخاطر
Output	المخرجات
Input	المدخلات
Contour-Bench Terrace	مدرجات مصاطب كنتورية
Terrestrial monitoring	المراقبة الأرضية
environmental Monitoring	المراقبة البيئية
Aquatic monitoring	المراقبة المائية
monitoring and evaluation	المراقبة والتقييم
CGIAR	مراكز البحوث الزراعية التابعة للبنك الدولي
Water area	المساحة المائية
Cultivated Area	المساحة المزروعة
Section area	مساحة المقطع
drainage area	مساحة منطقة الصرف
Porosity	المسامية
Catchment	مستجمعات المطر
Water Table	مستوى المياه الجوفية
Strainer bucket	مصفاة في مدخل أنبوب

Empirical equations	المعادلات التجريبية
Blaney-Criddle Equation	معادلة بلاني-كريدل
Penman Equation	معادلة بنمان
Penman–Wright Equation	معادلة بنمان-رايت
Penman–Monteith Equation	معادلة بنمان-مونتيث
FAO Penman-Monteith Equation	معادلة بنمان-مونتيث-الفاو
Jensen – Hais Equation	معادلة جينسن ـ هيز
Capital Recovery Factor (CRF)	معامل استرداد رأس المال
Coefficient of Uniformity (Cu)	معامل الانتظامية
Runoff Coefficient (Rc)	معامل الجريان السطحي
Crop coefficient (Kc)	معامل المحصول
Calibration	معايرة
data dictionary	معجم بيانات
Application rate	معدل الإضافة
Overflow rate	معدل التدفق الفائض
Soil Infiltration Rate	معدل تسرب التربة
Knowledge	المعرفة
Information	المعلومات
Non-imaging Sensors	معلومات غير مرئية
Imaging Sensors	معلومات مرئية
Bourdon Gauge	مقياس بوردون
The Pipe Coupling	مناطق اتصال الأنابيب
Storage areas	مناطق الخزن
Cumulative Frequency Distribution Pattern	منحنى التوزيع التجميعي التراكمي
Back water curve	منحنى الماء الخلفي
slope vapour pressure curve (Δ)	منحنى انحدار ضغط البخار
groundwater elevation	منسوب المياه الجوفية
unsaturated soil zones	منطقة التربة غير المشبعة
Saturation Zone	منطقة التشبع
Recharge area	منطقه التغذية
FAO	منظمة الأغذية والزراعة
Emitters	المنقطات
foundation materials	مواد الأساس
suspended solids	المواد الصلبة العالقة
Economic Resources	الموارد الاقتصادية
Traditional Water Resources	الموارد المائية التقليدية

Non Traditional Water Resources	الموارد المائية غير التقليدية
ASTM	المواصفات الأمريكية للمواد والفحص
BS	المواصفات البريطانية للمواد
ISO	المواصفات العالمية للمواد
Location	الموقع
Virtual Water	المياه الافتراضية
Desalination of Sea Water	مياه البحر المحلاة
municipal water	المياه البلدية
Ground Water	المياه الجوفية
Aquifer	المياه الجوفية
Renewable Water	المياه الجوفية المتجددة
Non-Renewable Water	المياه الجوفية غير المتجددة
Surface water	المياه السطحية
Agricultural drainage water	مياه الصرف الزراعي
Treated Waste Water	مياه الصرف الصحي المعالجة
Clean Water	المياه النقية

ن

Transpiration	النتح من النبات
Copper	النحاس
Dimension Ratio (DR)	نسبة البعد
Standard Dimension Ratio (SDR)	نسبة البعد القياسي
Water Spreading	نشر المياه
on- channel Spreading	نشر المياه داخل المجرى المائي
off-Channel Spreading	النشر على جانب المجرى المائي
Permanent System	نظام الرش الثابت
Linear - Move Lateral System	نظام الرش ذو الحركة المستقيمة
Permanent System	نظام الرش الدائم
Solid -set System	نظام الرش الموسمي
Side-move Lateral	نظام الري بالرش المحمول على إطار العجل
Side-roll Lateral	نظام الري بالرش المحمول على محور العجل
Hose-pull System	نظام الرش المدفعي المسحوب بالسلك
Hand move System	نظام الرش المنقول يدوياً
Global Positioning System (GPS)	نظام تحديد المواقع العالمي
Center Pivot System	نظام الرش المحوري
Raingun System	نظام الرش المدفعي
Semi-Permanent System	نظام الرش نصف الثابت

Rooftop Systems	نظم الأسطح
Conventional Sprinkler Systems	نظم الرش التقليدية
Mobile Raingun Systems	نظم الرش المدفعية المتحركة
Drip irrigation systems	نظم الري بالتنقيط
Geographic Information System (GIS)	نظم المعلومات الجغرافية
Mobile Lateral Systems	نظم خطوط الرش المتحركة
Inter-row system	نظم مابين الصفوف
permeability	النفاذية
Reducers	النقاصات
Permanent Wilting Point	نقطة الذبول الدائم
Hydrologic Models	النماذج الهيدرولوجية
Hydraulic Models	النماذج الهيدروليكية
Cumulative Frequency Distribution Pattern	نموذج التوزيع التجميعي (التراكمي) المتكرر
Green-Ampt model	نموذج جرين أمبلت "للتسرب"
Philip model	نموذج فليب "للتسرب"

هـ

Drawdown at the well	الهبوط في البئر
Earthquakes	الهزات الأرضية
ICID	الهيئة العالمية للري والصرف

و

Watermark	وتر مارك (جهاز قياس رطوبة التربة)
Bypass Controllers	وحدات التحكم الالتفافية
Evapotranspiration Controllers	وحدات التحكم للبخر-نتح
Smart Irrigation Controllers	وحدات التحكم لنظام الري الذكي
Climatologically	وحدات تحكم مناخية
ET module	وحدة تحكم لحساب البخر-نتح
Smart Irrigation Controller (SMS)	وحدة التحكم لنظام الري الآلي
Irrigation Controller	وحدة تحكم مراقبة الري
Specific weight	الوزن النوعي
Porous medium	الوسط المسامي
Description of alternatives	وصف البدائل
Quick Coupler	وصلات ربط وفك سريعة
Time of concentration	وقت التركيز
Time lag	الوقت الفاصل

ثانياً : إنجليزي - عربي

A

ABS	الاسبستوس
Actual Efficiency	كفاءة الإضافة الفعلية
Aerial Photographs	الصور الجوية
Agricultural drainage water	مياه الصرف الزراعي
Alfalfa	البرسيم
Analysis Period	فترة التحليل
Annual costs	التكاليف السنوية
Annual precipitation	الأمطار السنوية
Application rate	معدل الإضافة
Aquatic monitoring	المراقبة المائية
Aquifer	المياه الجوفية
Aquifer artesian	الطبقة الارتوازية
Aquifers	الخزانات الجوفية
Artesian Aquifer	طبقة المياه الجوفية الارتوازية
ASAE	جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية
Asbestos Cement	أسمنت الأسبستوس
ASCE	جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية
ASTM	المواصفات الأمريكية للمواد والفحص
Automatic operating	التشغيل الذاتي
Automatic weather station	محطة الأرصاد الآلية

B

Back water curve	منحنى الماء الخلفي
Behind a dam	خلف السد
Big pits	الحفر الكبيرة
Bio screen	التصوير الحيوي
Blaney-Criddle Equation	معادلة بلاني-كريدل
Bottom	قاع
Bottom width	عرض القاع
Bourdon Gauge	مقياس بوردون
BS	المواصفات البريطانية للمواد
Buttress dam	السدود ذات الدعائم
Bypass Controllers	وحدات التحكم الالتفافية

C

Calibration	معايرة
Capital Recovery Factor (CRF)	معامل استرداد رأس المال
Catchment	مستجمعات المطر
Center Pivot System	نظام الرش المحوري
CGIAR	مراكز البحوث الزراعية التابعة للبنك الدولي
Circular Uniformity (Cu_c)	الانتظامية مع اتجاه خط السير
Clean Water	المياه النقية
Climatologically	وحدات تحكم مناخية
Clogging	الانسداد
Coefficient of Uniformity (Cu)	معامل الانتظامية
Compaction of the soil surface	رص (انضغاط) سطح التربة
Concrete	خرسانة
Concrete dams	سدود خرسانية
Confined Aquifer	طبقة المياه الجوفية المحصورة
Confining Unit	الطبقة المقيدة
Contaminant Transport	انتقال الملوثات
Contour Bunds	متون كنتورية
Contour-Bench Terrace	مدرجات مصاطب كنتورية
Conventional Sprinkler Systems	نظم الرش التقليدية
Copper	النحاس
Couplers	القارنات
Coverage efficiency (Ef)	كفاءة التغطية
Crop coefficient (Kc)	معامل المحصول
Crop Rotation	دورة المحاصيل
Crop Water Requirement (CWR)	الاحتياجات المائية
Cultivated Area	المساحة المزروعة
Cumulative Frequency Distribution Pattern	منحنى التوزيع التجميعي التراكمي
Cumulative Frequency Distribution Pattern	نموذج التوزيع التجميعي (التراكمي) المتكرر
Current meter	العدادات

D

Dam-break	تصدع السد
Dams	السدود
Data dictionary	معجم بيانات
Data logger	جامع البيانات

Decontamination	إزالة التلوث
Deficit Irrigation	الري الناقص
Demand	الطلب
Density	الكثافة
Desalination of Sea Water	مياه البحر المحلاة
Description of alternatives	وصف البدائل
Design Efficiencies	كفاءات التصميم
detention time	زمن الحجز
Digital Image	الصور الرقمية
Dimension Ratio (DR)	نسبة البعد
Dimensionless	بدون وحدات
Discharge	التصرف
DISPLACMENT EFFICIENCY	كفاءة الإزاحة
Distribution of Uniformity (Du)	انتظامية التوزيع في الربع الأقل
Ditch and furrow method	طريقة الجداول والخطوط
Drainage area	مساحة منطقة الصرف
Draught	الجفاف
Drawdown at the well	الهبوط في البئر
Drip irrigation systems	نظم الري بالتنقيط
Dynamic viscosity	اللزوجة الديناميكية

E

Earth fill dams	سدود إملائية ترابية
Earthquakes	الهزات الأرضية
Economic Resources	الموارد الاقتصادية
Efficiency Factor (Ef)	كفاءة استعمال المياه المحصودة
Emitters	المنقطات
Empirical equations	المعادلات التجريبية
Empirical method	الطريقة التجريبية
Energy Costs	تكاليف الطاقة
Energy Losses	الطاقة المفقودة
Enhancement Thematic Mapper (ETM)	تعزيز مخطط المواضيعية
Environmental Monitoring	المراقبة البيئية
Enviroscan	انفيروسكان (جهاز قياس رطوبة التربة)
Enviroscan	جهاز الانفيروسكان
Escalation Costs	تكاليف التضخم
ET	البخر-نتح

ET module	وحدة تحكم لحساب البخر-نتح
ET sensors	مجسات استشعار العناصر المناخية
Evaluation of sprinkler systems	تقييم نظم الرش
Evaporation	البخر من التربة
Evaporation Losses (E)	فواقد التبخر
Evapotranspiration	البخر-نتح
Evapotranspiration Controllers	وحدات التحكم للبخر-نتح

F

FAO	منظمة الأغذية والزراعة
FAO Penman-Monteith equation	معادلة بنمان-مونتيث-الفاو
Fertigation	الرسمدة (إضافة الأسمدة مع مياه الري)
Field Capacity	السعة الحقلية
Field management	إدارة حقلية
File dams	السدود الإملائية
Finite Element Flow (FEFLOW)	التدفق ذو العنصر المحدود
Fitting	التركيبات (الوصلات)
Fixed Costs	التكاليف الثابتة
Fixed delivery irrigation	الري الثابت
Fixed Sprinklers	الرشاشات الثابتة
Floats	العوامات
Flood	فيضان
Flood Control	التحكم في الفيضان
Flow meter	عداد المياه
Foundation materials	مواد الأساس
Freshwater	الماء العذب
Full Irrigation	الري الكامل

G

Galvanized Steel	الصلب المجلفن
Gate	بوابة
Gate valve	صمام بوابي (سكينة)
Geographic Information System (GIS)	نظم المعلومات الجغرافية
Global Positioning System (GPS)	نظام تحديد المواقع العالمي
Globe valve	صمام جلدة
Grass	العشب
Gravimetric method	الطريقة الوزنية

Gravity	الجاذبية الأرضية
Gravity dams	سدود تثاقلية
Gravity force	قوى الجاذبية
Green-Ampt model	نموذج جرين أمبلت "للتسرب"
Gross irrigation depth	عمق الري الإجمالي
Gross Water Depth	العمق الإجمالي لمياه الري
Gross Water Requirement	الاحتياجات المائية الكلية
Ground Water	المياه الجوفية
Groundwater elevation	منسوب المياه الجوفية
Guidelines	الخطوط الإرشادية
Gun Sprinklers	الرشاشات العملاقة (المدفعية)
Gypsum blocks method	طريقة قياس المقاومة الكهربية

H

Hand move System	نظام الرش المنقول يدوياً
Head	الضاغط
Head losses	فواقد الضاغط
Heat energy	الطاقة الحرارية
Horizontal force	القوة الأفقية
Hose-pull System	نظام الرش المدفعي المسحوب بالسلك
Humid	الرطبة
Hydraulic Models	النماذج الهيدروليكية
Hydraulic structures	الأبنية الهيدروليكية
Hydrologic Models	النماذج الهيدرولوجية
Hydrostatic forces	قوة الضغط الهيدروستاتيكي

I

ICID	الهيئة العالمية للري والصرف
Images Space	الصور الفضائية
Imaging Sensors	معلومات مرئية
Impeller	دافع المضخة
Impermeable Base	قاعدة غير منفذة
Indicator	المؤشر
Infiltration	التسرب
Information	المعلومات
Input	المدخلات
Insurance	التأمين

Inter-row system	نظم مابين الصفوف
Irrigation adequacy	كفاية الري
Irrigation Association	جمعية الري
Irrigation Controller	وحدة تحكم مراقبة الري
Irrigation depth	عمق الري
Irrigation Efficiency	كفاءة الري
Irrigation Field Efficiency	كفاءة الري الحقلي
Irrigation Interval	الفترة بين الريات
Irrigation Scheduling	جدولة الري
Irrigation Time	زمن الري
Irrigation Timer	جهاز توقيت الري
ISO	المواصفات العالمية للمواد

J

Jensen – Hais Equation	معادلة جينسن ـ هيز

K

Kinematic viscosity	اللزوجة الكينامتيكية
Kirpich Method	طريقة كيربش "لحساب الوقت الفاصل"
Knowledge	المعرفة

L

Lakes	بحيرات
Laminar flow	السريان الطبقي
Landsat	سلسلة من الأقمار الصناعية
Lateral	الخط الفرعي
Length	الطول
Life-Cycle Costing	تكاليف دورة الحياة
lifetime of the project	عمر المشروع
Limitation	حد أو قيد
Limited Irrigation	الري المحدود
Limited water	محدودية المياه
Linear - Move Lateral System	نظام الرش ذو الحركة المستقيمة
lithological	صخرية
Location	الموقع
Lysimeter	الليسومتر

M

Mainline	الخط الرئيسي

Maintaining Recharge Rates	المحافظة على معدلات التغذية
Maintenance and Repair Costs	تكاليف الصيانة والإصلاح
manure	سماد عضوي
Mass	الكتلة
Maximum contaminant levels	أقصى مستويات تلوث
Measurement of Soil Water Content	قياس المحتوى الرطوبي للتربة
Mobile Lateral Systems	نظم خطوط الرش المتحركة
Mobile Raingun Systems	نظم الرش المدفعية المتحركة
Monitoring and Evaluation	الرصد والتقييم
Monitoring and evaluation	المراقبة والتقييم
Monitoring wells	آبار المراقبة
Multispectral Scanning System (MSS)	الماسح متعدد الأطياف
Municipal water	المياه البلدية

N

Net irrigation depth	عمق الري الصافي
Net radiation	صافي الإشعاع
Neutron Probe method	طريقة تشتت النيوترونات
Non Traditional Water Resources	الموارد المائية غير التقليدية
Non-imaging Sensors	معلومات غير مرئية
Non-Renewable Water	المياه الجوفية غير المتجددة
Nozzle	فوهة

O

Off-Channel Spreading	النشر على جانب المجرى المائي
On- channel Spreading	نشر المياه داخل المجرى المائي
On-demand	عند الطلب
Open channels	القنوات المائية المكشوفة
Operating Costs	تكاليف التشغيل
Operation and maintenance	التشغيل والصيانة
Opportunity Cost	تكلفة الفرصة البديلة
Output	المخرجات
Overflow rate	معدل التدفق الفائض

P

Partial Irrigation	الري الجزئي

Partnership	الشراكة
Paved and impervious	صماء وغير منفذة
Peak Consumptive Use	أقصى استهلاك مائي
Penman Method	معادلة بنمان
Penman–Monteith Equation	معادلة بنمان-مونتيث
Penman–Wright Equation	معادلة بنمان-رايت
Perched Aquifer	طبقة المياه الجوفية المعلقة
Periodic evaluation	التقييم الدوري
Permanent System	نظام الرش الثابت
Permanent System	نظام الرش الدائم
Permanent Wilting Point	نقطة الذبول الدائم
permeability	النفاذية
Philip model	نموذج فليب "للتسرب"
Piezometric surface	السطح البيزومتري
Pipeline Costs	تكاليف الأنابيب
Pipeline Installation	تركيب أنابيب الري
Plan	الخطة
Plastic (PVC)	البلاستيك القاسي (بولي فنيل كلوريد)
Polyethylene (PE)	البلاستيك المرن (البولي ايثلين)
Porosity	المسامية
Porous medium	الوسط المسامي
Potential Efficiency	الكفاءة التصميمية
Potential Efficiency of low quarter (PELQ)	كفاءة الإضافة في الربع الأقل
precipitation depth	عمق التساقط
Precipitation depth	عمق المطر
precipitation intensity	شدة التساقط
Present Worth	القيمة الحالية
Present Worth Costs	تكاليف القيمة الحالية
Present Worth Value (PW)	القيمة الحاضرة (الحالية) للاستبدال
pressure	الضغط
Pressure energy	طاقة الضغط
Pressure force	قوى الضغط
Pressure head	ضاغط الضغط
Pressure variation	تغير الضغط
probable maximum flood	أقصى فيضان محتمل
probable maximum precipitation	أقصى تساقط محتمل

probe	مجس مشع
production wells	آبار الإنتاج
Project Alternatives	بدائل المشروع
Public Good	سلعة أو خدمة عامة
Pump efficiency	كفاءة المضخة
Pump power	قدرة المضخة
Pump Selection	اختيار المضخة
Putnam Method	طريقة بيتنام "لحساب الوقت الفاصل"

Q

Quick Coupler	وصلات ربط وفك سريعة

R

Radial uniformity	انتظامية على طول خط الرش
Radial Uniformity (Cu_r)	الانتظامية على طول خط الرش المحوري
Rain	الأمطار
Rainfall frequency	تكرار المطر
Rainfall intensity	شدة سقوط المطر
Raingun System	نظام الرش المدفعي
Rainstorm amount	كمية عاصفة مطرية
Rainstorm Distribution	توزيع التساقط المطري
RCE	كفاءة تجميع الأمطار
Readily Available Water	الماء المتاح بسهولة
recharge	التغذية
Recharge area	منطقه التغذية
Recharge by Precipitation	إعادة التغذية نتيجة تساقط المطر
Recharge Through Pits	التغذية من خلال الحفر
Reducers	النقاصات
Reference Crop Evapotranspiration	البخر نتح المرجعي للمحصول
Relative density - Specific Gravity	الكثافة النسبية
Relative humidity	الرطوبة النسبية
Remediation Methods	طرق المعالجة
Remote Sensing	الاستشعار عن بعد
Renewable Water	المياه الجوفية المتجددة
Reservoir Capacity	سعة الخزان
Reservoir Sedimentation	ترسبات الخزان
Reservoir Yield	حصيلة الخزان

Reservoirs	الخزانات
Resultant force	محصلة القوة
Reynolds number	رقم رينولد
Risks	المخاطر
Rock fill dams	سدود إملائية صخرية
Rooftop Systems	نظم الأسطح
Rotating Impact Sprinklers	الرشاشات الدوارة
Rotometer	روتوميتر (جهاز قياس تصرف)
Runoff	الجريان السطحي
Runoff Coefficient (Rc)	معامل الجريان السطحي
Runoff Curve Number	رقم منحنى الجريان السطحي

S

Safe yield or Firm yield	حصيلة الخزان الآمنة
Saltwater	الماء المالح
Salvage value	قيمة البيع كخردة
Salvage Value	قيمة المكون عند نهاية فترة التحليل
Saturation Zone	منطقة التشبع
Scalar (Counter)	عدد النيترونات
Scientific Research	البحث العلمي
Section area	مساحة المقطع
Sediment Yield	حصيلة الترسبات
Sedimentation basin	خزانات الترسيب
Seismic	الطرق الزلزالية
Selection of sprinklers	اختيار الرشاشات
Semi Arid	شبه الجافة
Semi-circular and Trapezoidal Bunds	متون هلالية وشبه منحرفة
Semi-Confined Aquifer	طبقة المياه الجوفية شبه محصورة
Semi-Permanent System	نظام الرش نصف الثابت
Sensors	أجهزة الاستشعار
Shallow water depth	عمق المياه الضحلة
Side-move Lateral	نظام الري بالرش المحمول على إطار العجل
Side-roll Lateral	نظام الري بالرش المحمول على محور العجل
Simulating crop sequences	محاكاة تتالي المحاصيل
Slope vapour pressure curve (Δ)	منحنى انحدار ضغط البخار
Small pits	الحفر الصغيرة
Smart Irrigation Controller (SMS)	وحدة التحكم لنظام الري الآلي

Smart Irrigation Controllers	وحدات التحكم لنظام الري الذكي
soil contamination	تلوث التربة
Soil Infiltration Rate	معدل تسرب التربة
Soil Moisture Content	المحتوى الرطوبي للتربة
Soil Moisture Sensor	مجس رطوبة التربة
Soil Moisture Sensor Controllers	مجسات التحكم في رطوبة التربة
Soil moisture sensors	مجسات رطوبة التربة
solenoid valve	صمام كهربائي
Solid -set System	نظام الرش الموسمي
Specific weight	الوزن النوعي
Sprinkler Discharge (Q_{sp})	تصرف الرشاش
Sprinkler Operating Pressure (P_{sp})	ضغط تشغيل الرشاش
Sprinklers	الرشاشات
Standard Dimension Ratio (SDR)	نسبة البعد القياسي
Storage areas	مناطق الخزن
storage capacity	سعة التخزين
Strainer bucket	مصفاة في مدخل أنبوب
Strategic Planning	التخطيط الاستراتيجي
Strategy	الإستراتيجية
Sub humid	شبه الرطبة
Supplemental Irrigation	الري الداعم
Supplementary irrigation	الري التكميلي
Supply Management of Water Resources	إدارة عرض موارد المياه
Surface water	المياه السطحية
Suspended solids	المواد الصلبة العالقة
Sustainability	الاستدامة
Swing check valve,	صمام عدم رجوع
Switch	قاطع كهربائي
System efficiency	كفاءة النظام

T

Tail Channel	مؤخرة القناة
Taxes and Insurance	الضرائب والتأمين
Temperature	درجة الحرارة
Tensiometer	التنشيوميترات
Terminal evaluation	التقييم النهائي
Terrestrial monitoring	المراقبة الأرضية

The Pipe Coupling	مناطق اتصال الأنابيب
Theoretical method	الطريقة النظرية
Thrust Blocks	القواعد الخرسانية
Time domain reflectormeter (TDR)	جهاز نطاق الانعكاس الزمني
Time lag	الوقت الفاصل
Time of concentration	وقت التركيز
Total Available Water	الماء الكلي المتاح
Total dynamic head (TDH)	الضاغط الديناميكي الكلي
Total energy	الطاقة الكلية
Total System Uniformity (Cus)	انتظامية النظام الكلية
Traditional Water Resources	الموارد المائية التقليدية
Transducer	محول كهربائي
Transparency	الشفافية
Transpiration	النتح من النبات
Trap Efficiency	كفاءة الترسيب
Treated Waste Water	مياه الصرف الصحي المعالجة
Trench depth	عمق الحفر
TSS	إجمالي الشوائب الصلبة العالقة
Turbulence flow	السريان المضطرب
Types of sprinkler	أنواع الرشاشات

U

Unconfined aquifer	طبقة المياه الجوفية غير محصورة
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
Uniformity	الانتظامية
Unsaturated soil zones	منطقة التربة غير المشبعة

V

Variable Costs	التكاليف المتغيرة
Vertical force	القوة الرأسية
VES	المجسات الكهربائية الرأسية
Virtual Water	المياه الافتراضية
Vision	الرؤية
visualized data	تصور للبيانات
Volume of sediment	حجم الرواسب

W

Water Application Efficiency (Ea)	كفاءة إضافة المياه

Water area	المساحة المائية
Water Awareness Raising	التوعية المائية
Water Balance	التوازن المائي
Water balance method	طريقة الموازنة المائية
water contamination	تلوث المياه
Water Conveyance Efficiency	كفاءة نقل المياه
Water Demand Management	إدارة الطلب على المياه
Water depth	عمق الماء
Water Distribution Efficiency	كفاءة توزيع المياه
Water Governance	حوكمة المياه
Water Resources Assessments	تقييم الموارد المائية
Water Service Delivery	تزويد الخدمة المائية
Water shortage	العجز المائي
Water Spreading	نشر المياه
Water Storage Efficiency	كفاءة التخزين المائي
Water supp reliability	اعتمادية توفر المياه
Water surface	سطح الماء
Water Table	مستوى المياه الجوفية
Water Use Efficiency (WUE)	كفاءة الاستعمال المائي
Watermark	وتر مارك (جهاز قياس رطوبة التربة)
WCED	الجنة الدولية للبيئة والتنمية
Wells (tubes) artificial recharge	آبار(أنابيب) التغذية الاصطناعية
Wind speed	سرعة الرياح
World Bank (WB)	البنك الدولي
WRH	حصاد مياه الأمطار

كشاف الموضوعات

أ

آبار التغذية الاصطناعية ٩٦

آبار الحقن ١٠٤

آبار وأنابيب التغذية الاصطناعية ٢١٨

إتباع البدائل الاستثمارية في المناطق الزراعية ١٥٧

إتباع تركيب محصولي حديث يوفر في المياه ١٥٧

أثر خصائص تصنيع المنقطات على أداء المنقطات ٤٦٤

الإجراءات التي اتخذتها حكومة المملكة لمواجهة نقص الموارد المائية ٥٤

أجزاء محطة تحلية مياه ١٧

إجمالي استهلاك المياه في المدن والمتوقع حتى عام ٢٠١٥م ٩٠

إجمالي عدد السكان في المملكة والمتوقع حتى عام ٢٠١٥م ٩٠

أجهزة التحكم الآلي ٥١٧

أجهزة الترشيح ٥١٨، ٦١٣

أجهزة حقن المواد الكيميائية ٥٢٣

أجهزة حقن المواد الكيميائية والأسمدة الذائبة ٦١٤

الاحتياج المائي للمحصول ٣٤٤

الاحتياجات الغسيلية ٥٣٧

الاحتياجات المائية ٢٤٣

الاحتياجات المائية وإمداداتها ٥٣٤

أحواض الترسيب ٥٢٢

أحواض جريان سطحي صغيرة ٢٠٥

اختيار أحدى نظم الري الحديثة ٥٣٨

اختيار الأنبوب الاقتصادي ٦٢٩

اختيار السنة النموذجية ٢٣٨

اختيار المحاصيل ٣٩٠

اختيار المزروعات الملائمة لنظام حصاد المياه ٢٤٥

اختيار موقع منطقة حصاد المياه ٢٤٤

الأخطاء أثناء تشغيل السد ٢٧٤

الأخطاء في تصميم السد ٢٧٤

الإدارة ٣٦٨

إدارة البحث العلمي ١٣٢

الإدارة الجيدة ٣٩٢

الإدارة الحقلية للري الآلي ٥٨٥

إدارة الخزانات ٢٥٥

إدارة الطلب على المياه ١٢٣، ١٢٤

إدارة المتغيرات ٤٢٠

الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١١٧، ١٤٩

إدارة الموارد المائية ١١٣

إدارة تخطيط واختيار نظام الري ٥٢٩

إدارة عرض موارد المياه ١٢٦

إدارة مياه الري ٣١٥

إدارة نظم الري ٥٠٣
الإدارة والتشغيل ٤١٩
ارتفاع الطلب على المياه ٣٨٣
إرشادات الأمن والسلامة أثناء تشغيل وصيانة النظام المحوري ٥٧٦
الإرشادات العامة للتقييم ٤٣٩
إرشادات تشغيل وصيانة المكونات الأساسية لنظم الري الحديثة ٥٨٨
إرشادات تشغيل وصيانة نظام الرش المدفعي ٥٧٨
إرشادات تشغيل وصيانة نظام الرش ذو الحركة المستقيمة ٥٧٧
إرشادات تشغيل وصيانة نظام الري المحوري ٥٦٩
إرشادات تشغيل وصيانة نظام الري بالتنقيط ٥٧٩
إرشادات تشغيل وصيانة نظام الري بالرش التقليدي ٥٦٧
إرشادات عامة لتشغيل وصيانة مضخات الري ٥٥٩
إرشادات هامة عند إضافة المواد الكيماوية بواسطة الجهاز المحوري ٥٧٧
أساسيات في إدارة مياه الري ٣٢٥
أسباب اختلال التوازن في الموارد المائية ١٤٧
الأسباب الداعية إلى وجوب التخطيط للموارد المائية ١١٢
أسباب الطلب المرتفع على المياه للأغراض الزراعية في المملكة ٣٨١
أسباب انسداد المنقطات ٥٥٢ ، ٥٨٠
أسباب ترشيد المياه في المملكة ٣٨٢
أسباب سوء انتظام التوزيع تحت نظام الري المحوري ٤٦٢
استثمار وصيانة مشاريع الري ١٥٤
استخدام التقنيات الحديثة لترشيد مياه الري ٤٠٠
استخدام الرصد الجوي المائي في إدارة المياه الجوفية ٤٠٧
استخدام النظائر في تحديد عمر المياه ١٨٦
استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مع النظم تحت السطحية ٥٥١
استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مع نظم الري المحورية ٥٤٩
استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مع نظم الري بالتنقيط ٥٥٠
استخدامات المياه في القطاعات المختلفة ٣٤
استخدامات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة الموارد المائية ١٧٠
الاستدامة ٣٦٨
الاستدامة الاجتماعية ١١٧
الاستدامة الاقتصادية ١١٧
الاستدامة البيئية والايكولوجية ١١٧
الإستراتيجيات المطلوبة لقطاع المياه لمواجهة التحديات ٥١
الإستراتيجية ٣٦٩
إستراتيجية إدارة الموارد المائية ١١٥
الاستشعار عن بعد ١٦٢
استيراد الغذاء ٣٧٧
استيراد الماء ٣٧٧
أسس التخطيط لمشروعات حصاد المياه ٢٥٠
اشتراطات استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للري الزراعي ٤١٠
أشكال التلوث المائي ١٠٦
أصل نشأة المياه الجوفية في المملكة ٦١
إضافة الأسمدة الكيماوية مع مياه الري (الرسمدة) ٥٢٥
الأضرار الاقتصادية ٤٠٩
الأضرار البيئية ٤٠٨
الأضرار السلبية الناتجة من الاستغلال المفرط للمياه الجوفية ٤٠٨
الأضرار الصحية ٤٠٩
الإطار التحليلي للتقييم ١٤١
إعادة استخدام المياه ١٣٨

إعادة استخدام المياه العادمة ٤٠٩
إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي ١٦٠
إعادة استخدام مياه الصرف الصحي ١٦٠
إعادة استخدام مياه الصرف الصناعي ١٦١
إعادة تقييم المياه الجوفية ٤٠١
اعتمادية توفر المياه ٢١٩
اقتصاديات الري ٥٣٦
الاقتصاديات لنظم الري بالتنقيط ٥٤٦
الاقتصاديات لنظم الري بالرش ٥٤٢
اقتصاديات نظم الري ٦٢٣
التخطيط الاستراتيجي ٣٦٩
الحوكمة أو الإدارة الأهلية ٣٧٠
المياه الجوفية ٣٦٩
الأمطار ٢
أنابيب صلبة ثابتة ٦٢٥
أنابيب صلبة ومتنقلة ٦٢٥
أنابيب مرنة ثابتة ٦٢٤
الانتظامية ٤٣٢
انتظامية التوزيع في الربع الأقل ٤٣٥
انتظامية التوزيع للربع الأقل للنظام المحوري ٤٥٨
انتظامية النظام الكلية ٤٣٨
الانتظامية على طول خط الرش المحوري ٤٥١
الانتظامية مع اتجاه خط السير ٤٥٧
انتقال المواد العالقة في الأنهار أو السيول ٢٥٥
الانحراف المعياري لتصرفات المنقطات ٤٦٦
انخفاض كفاءة الاستخدام ١٤٧
انخفاض مستويات المياه في الطبقات الحاملة للمياه ٨٦
انسداد المنقطات ٥٥١، ٥٧٩
انسداد جزئي للمنقطات ٥٨٠
انسداد كلي أو تام للمنقطات ٥٨٠
انهيار السدود ٢٧٤
أنواع الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١٢٤
أنواع الانسداد ٥٨٠
أنواع السدود ومكوناتها ٢٦٥
أنواع المنقطات التي تركب داخل خطوط التنقيط ٥٢٨
أنواع المنقطات التي تركب على خطوط التنقيط ٥٢٨
أنواع الموارد المائية ٢
أنواع أنابيب الري بالرش والتنقيط ٦٢٤
أنواع تكوينات المياه الجوفية ٥٦
أنواع نظم الري الحديثة ٥٠٣
أنواع نظم الري بالتنقيط ٥١١
أنواع نظم الري بالرش ٥١٠
أنواع وأهداف إدارة مياه الري ٣٢٢
أهداف إدارة الطلب على المياه ١٢٦
أهداف إدارة عرض موارد المياه ١٢٧
أهداف الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١٢١
الأهداف الأساسية لتغذية المياه الجوفية ٩١
أهداف البحث العلمي في مجال الإدارة المائية ١٣٣
الأهداف الرئيسة من إنشاء السدود بالمملكة ٢٧٨
أهـداف السدود ٢٦٤
أهداف تقييم نظم الري ٤١٦
أهداف تقييم نظم الري بالتنقيط ٤٦٤
أهم أجزاء السد ٢٦٤
أهم الإرشادات العامة لصيانة الأنابيب ٥٦٢
أهم الإرشادات الهامة لصيانة ملحقات شبكة الأنابيب ٥٦٥
أهم العوامل التي تؤدي إلى انخفاض كفاءة الإضافة ٤٢٦
أهم متطلبات إعادة تقييم المياه الجوفية ٤٠٣
أهمية التشريعات في الإدارة المائية ١١٦
أهمية التقييم لنظم الري بالتنقيط ٤٦٣
أهمية ترشيد المياه في المملكة ٣٦٧

أهمية تنمية الموارد المائية ١٤٦
أهمية حوكمة المياه ١٣٦

ب

البحث العلمي في مجال إدارة الموارد المائية ١٣١
البخر نتح المرجعي ٣٤٩
البخر-نتح للمحصول ٣٥٠
البرامج الحاسوبية المستخدمة في مجال النمذجة الهيدرولوجية ١٧٥
البرامج الحاسوبية للاستهلاك المائي للمحاصيل ٦٠٦
البعد البيئي في تطبيق الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١٣٧

ت

تأسيس قاعدة معلومات مائية وطنية ١٥٢
تأسيس نظام معلومات مياه جوفية ٤٠٦
التباين في توزيع المياه على مستوى العالم ٣٧٧
التبخير الوميضي المتعدد المراحل ٢١
تجهيز نظام الري للعمل آلياً ٦١٠
التحديات المستقبلية التي تواجه قطاع المياه في المملكة ٥٠
تحديث البيانات حول الموارد المائية ١٥٢
تحديث التشريعات المائية ١٥٥
تحديد قيود إمدادات المياه ٤٢١
تحديد ميكانيكية التغذية ٤٠٤
تحسين الخواص الطبيعية للتربة ٣٩٥
تحسين وتطوير نظم الري ٣٨٦
تحلية المياه بالتبخير (التقطير) ٢٠
تحلية المياه بالتحليل الكهربائي (الديزلة) ٢٥
تحلية المياه بطرق الأغشية (التناضُح العكسي) ٢٢
تحلية المياه بطريقة البلورة (التجميد) ٢٦
تحلية مياه البحر ٤، ١٣، ١٦٠
التخطيط لمشروعات الحصاد المائي ٢٥١
التخطيط لنظام الري ٥٣٣
تخطيط وإدارة الموارد المائية ١١١، ١١٤
التخلص السطحي من النفايات ١٠٨
تدهور نوعية المياه ١٤٧
الترسبات في الخزانات وعمرها الافتراضي ٢٥٦
ترشيد استخدام المياه الجوفية ٤٠١
ترشيد مياه الري ببرنامج الري الناقص ٣٩٨
ترشيد وتحسين استخدام مياه الري ٣٦٧
تزويد الخدمة المائية ٣٦٩
التساقط التصميمي ٢٤٢
التساقط المتجاوز المحتمل أو تساقط الضمان ٢٤٢
تشغيل النظام ٤٢١
التشغيل والصيانة لمكونات نظام حصاد المياه ٢٤٩
تشغيل وصيانة المضخة ٥٥٨
تصميم النظام ٤١٨
تصميم خزانات الترسيب من النوع المستمر ٢٥٩
تصميم نظام حصاد المياه ٢٤٢
تصميم نظم حصاد المياه ذات المستجمع الصغير ٢٤٧
تصميم وبناء حفر التخزين اصطناعياً ٢١٧
تصنيف النظائر ١٨٤
تصنيف تقنيات حصاد مياه الأمطار ٢٠٢
التطبيق الأولي لنموذج تدفق المياه الجوفية ٤٠٧
تطبيقات الاستشعار عن بعد على إدارة الموارد المائية ١٨٢
تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة الموارد المائية ١٧٠
تطور إنتاج المياه المحلاة في المملكة ١٥
تطور حجم مياه الصرف الصحي في المملكة ٣٢
تطور حصة الفرد العربي من المياه ٣٨٠
تطور مخزون المياه الجوفية ٨٢
تطور مفاهيم إدارة الموارد المائية ١١٦
تطوير البرامج البحثية ١٥٨

تطوير السياسة المائية ١٥٠
تطوير خطة مائية شاملة ١٥٢
تطوير صناعة تحلية المياه ١٤٩
تعريف إدارة المزارع ٣١٦
تعريف إدارة مياه الري ٣١٦
تعريف الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١١٨
تعريف الري ٣١٥
تعريف حصاد المياه ١٩٨
تعريف حوكمة المياه ١٣٥
تعريف مقاييس أو معاملات الأداء ٤٢٢
تعريفات التنمية المستدامة ١٤٥
تعزيز التعاون الإقليمي لإدارة مصادر المياه ١٤٩
تغذية المياه الجوفية ٨١، ٩١
التغذية عن طريق نشر المياه ٩٣
التغذية من خلال الحفر ٩٥
تفسير الصور للحصول على معلومات عن المياه الجوفية ١٧٥
تقدير التغذية الجوفية من نظام حصاد الأمطار بالاتزان المائي ٢٣٩
تقدير السعة التخزينية ٢٣٧
تقدير مساحة المستجمع ٢٢٢، ٢٢٦
تقدير مساحة المستجمع عن طريق جداول تصميمية ٢٢٧
تقسيم استخدامات مياه الري ٤١٩
تقسيمات المياه ٤١٨
التقنيات الحديثة في إدارة الموارد المائية ١٦٥
تقنيات النظائر ١٨٣
التقنيات الهندسية ٣٩١
تقنيات حصاد مياه الأمطار ٢٠٣
تقنيات حصاد مياه الأمطار والسيول ٢٠٢
تقنيات حصاد مياه الأودية (السيول) ٢١٥
تقييم أداء نظم الري ٤١٥
تقييم الأحواض المائية الجوفية الضحلة المحتملة ٤٠٧
التقييم البيئي ١٣٧
تقييم الموارد المائية ١٥١، ٣٦٩
تقييم النظام الايكولوجي ١٣٧
تقييم نظام الري المحوري ٤٥١
تقييم نظام الري بالتنقيط ٤٦٣
تقييم نظام الري بالرش التقليدي ٤٤٢
تكاليف الاستهلاك ٦٣٦
تكاليف الأنابيب ٦٢٨
تكاليف التشغيل ٦٤٣
تكاليف التضخم ٦٤٤
التكاليف الثابتة ٦٣٥
تكاليف الصيانة والإصلاح ٦٤٣
تكاليف الطاقة ٦٤٢
التكاليف الكلية ٦٣٥
التكاليف الكلية باعتبار تكاليف التضخم المتوقعة ٦٤٦
التكاليف المتغيرة ٦٤٢
تكاليف نظام الري ٦٢٩
تكثيف ترشيد استهلاك المياه في كافة الاستخدامات ١٥٤
التكوين الجوفي المحصور ٥٧
التكوين الجوفي شبه المحصور ٥٨
تكوين الدمام ٧٢
تكوين الساق ٦٤
تكوين المنجور ٦٩
تكوين النيوجين ٧٤
تكوين الوجيد ٦٨
تكوين الوسيع والبياض ٧٥
تكوين أم الرضمة ٧١
تكوين تبوك ٦٦
تكوين وإدارة المخزون الاستراتيجي لأهم السلع الغذائية ١٥٩
التكوينات الثانوية الحاملة للمياه في المملكة ٦٤، ٧٩

التكوينات الجوفية الحرة ٥٦
التكوينات الرئيسية الحاملة للمياه في المملكة ٦٤، ٧٧
التلوث الإشعاعي ١٠٦
التلوث البترولي ١٠٥
التلوث الحراري ١٠٦
التلوث الفيزيائي ١٠٦
التلوث الكيميائي ١٠٦
تلوث المياه الجوفية ٥٥، ٦٠، ١٠٣
تنمية الموارد المائية ١١٤، ١٤٣، ١٦٢
تنمية الموارد المائية المتجددة وزيادة فعاليتها ١٥٣
التوازن المائي ٣٦٩
توزيع استخدامات المياه على القطاعات الاقتصادية المختلفة ٣٧٩
توزيع التساقط المطري ٢٤١
التوزيع غير المتوازن بين المناطق ١٤٧
التوصيات التي يجب مراعتها لتشغيل وصيانة المرشحات ٥٨٣
التوعية المائية ٣٧٠
التوعية وإشراك المستفيدين في إدارة الموارد المائية ١١٦
توفير جهات حكومية مسئولة عن المياه ٣٩٦

ج

جامع البيانات ٦٠٦
جدولة الري ٢٩٦، ٣٩٩
الجدوى الاقتصادية لنظم الري ٦٣٣
الجفاف ٣٢٨
جهاز الانفيروسكان ٣٥٩
جهاز نطاق الانعكاس الزمني ٣٥٨

ح

حركة مياه التغذية الاصطناعية في التربة ٩٩
حساب التكاليف السنوية الثابتة ٦٣٧
حساب وتحليل التكاليف ٦٣٥
حصاد المياه في التربة ٢٠٣
حصاد مياه الأمطار والسيول ١٩٧
حصة الفرد السنوية من المياه العذبة ٣٧٨
حصيلة الخزان ٢٥٤
حصيلة الخزان الآمنة ٢٥٤
حفر واختبار آبار المراقبة ٤٠٥
الحلول المقترحة لتحسين كفاءة الري السطحي ٣٢٤
الحلول المقترحة لمواجهة النقص في الموارد المائية في المستقبل ٥٣
حماية المنقطات من الانسداد ٥٨١
حماية المياه الجوفية غير المتجددة ١٤٨
حماية نوعية المياه ومراقبة التلوث ١٥٦
حوكمة المياه ١٣٥
الخريطة المائية ٣٧٢

خ

خزانات التخزين ٢٥٢
خزانات التصفية ٢٥٣
خزانات التوزيع ٢٥٣
خزانات السيطرة على الفيضانات ٢٥٢
الخزانات المائية ٢٥٢
خزانات تصفية وتنقية المياه ٢٥٨
خصائص المدير الناجح ٣١٨
خصائص الوضع المائي في المملكة ٤٢
الخط الرئيس ٥٠٦
الخط الفرعي ٥٠٦
الخطة ٣٧٠
خطوات التخطيط للموارد المائية ١١٣
خطوات التقييم الحقلي لنظام ري بالتنقيط ٤٧٠

الخطوات السابقة لعملية التقييم ٤٢٠
خطوات تخطيط الموارد المائية ١١٣
خطوات تطبيق جدولة الري باستخدام محطة الأرصاد الآلية ٦٠٢
خطوات تقييم نظم الرش التقليدية ٤٤٢
خطوات تقييم نظم الري ٤٤١
خطوات معالجة مياه الصرف الصحي ٢٩

د

الدراسات المطلوبة قبل بناء السد الخرساني ٢٦٨
دراسة الاستشعار عن بعد وإعداد خريطة وحصر للأراضي ٤٠٣
دراسة تلوث البيئة المائية ١٨٠
دور التوعية المائية ١٦٣
دور جمعيات مستخدمي المياه ١٦٣

ر

الرشاشات ٥٠٧
الرشاشات الثابتة ٥٠٨
الرشاشات الدوارة ٥٠٧
الرشاشات المدفعية ٥٠٩
الرصد والتقييم ٣٧٠
رفع كفاءة استخدام مياه الري ٣٨٩
الرؤية ٣٧٠
الري التكميلي ٣٦٦
الري الجزئي ٣٩٨
الري الذكي ووحدات التحكم الذكية ٥٨٧
الري الزائد ٣٣٤
الري الكامل ٣٣٥
الري المحدود ٣٩٨
الري الناقص ٣٣٤

ز

الزراعة بدون تربة داخل الصوب الزراعية ٣٩٤
زمن الحجز ٢٥٩
زمن الري ٣٣٣
زمن تدفق الماء في الخزان ٢٦١
زمن حجز الماء في خزان الترسيب ٢٦٠
زيادة الانتظامية وتجانس توزيع المياه ٣٩٦
زيادة الطلب على الماء ١٤٧
زيادة وتنمية الموارد المائية التقليدية ١٦١
زيادة وتنمية الموارد المائية غير التقليدية ١٥٩

س

السدود ٢٦٣
السدود الإملائية أو التخزينية ٢٦٥
السدود الخرسانية التثاقلية ٢٦٦
سدود الاستعاضة لتغذية المياه الجوفية ٢٧٩
السدود الإملائية الترابية ٢٦٦
السدود الإملائية الصخرية ٢٦٦
سدود الحماية والتحكم ٢٧٩
السدود الخرسانية ٢٦٦
السدود الخرسانية المقوسة ٢٦٧
السدود الخرسانية ذات الدعائم ٢٦٨
سدود توفير مياه الري ٢٨٠
سدود توفير مياه الشرب ٢٧٩
السدود في المملكة العربية السعودية ٢٧٥
سرعة الترسيب ٢٦٠، ٣٠١
السعة الحقلية ٣٢٦
سعة الخزان ٢٥٣
السياسات والإجراءات لتحقيق التنمية المستدامة ١٥٢
السيطرة على الترسبات ٢٥٧

ش

شبكة الأنابيب ٥٢٦

شدة تساقط المطر ٢٤١

الشراكة ٣٧٠

شرائط الجريان السطحي ٢٠٦

الشروط التي يجب أن تتوفر في اختيار المرشح ٥٨٢

الشفافية ٣٧٠

ص

الصفات الطبيعية للخزانات ٢٥٣

الصفات الطبيعية للسدود ٢٦٣

الصمام الرئيس ٥١٥

صمام عدم الإرتداد (الرجوع) ٥١٦

الصمامات الكهربائية ٦١١

الصيانة الدورية لنظام الري المحوري ٥٧١

صيانة المرشحات ٥٨١

الصيانة الوقائية لمعدات الترشيح ٥٨٣

صيانة أنابيب وملحقات شبكة الري ٥٦١

ض

الضرائب والتأمين ٦٤٤

ط

الطبقات الحاملة الارتوازية-المحصورة ٥٧

الطبقات الحاملة غير المحصورة ٥٦

الطبقة المعلقة ٥٩

طرق التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية ٩٢

طرق تحلية مياه البحر ١٨

طرق ترشيد استخدام الموارد المائية المتاحة ٣٨٦

طرق ترشيد استخدام مياه الري ٣٨٦

طرق تركيب وتشغيل وحدات التحكم الآلي ٦١٨

طرق تطوير إدارة الموارد المائية ١١٤

طرق تنمية الموارد المائية ١٤٨

طرق جدولة الري ٣٣٧

الطرق غير المباشرة في تقدير البخر-نتح ٣٤١

طرق قياس معدل التغذية ١٠١

الطريقة التجريبية لحساب كمية الأمطار التصميمية ٢٢١

طريقة التحليل بالنظائر ١٨٧

طريقة التنشيوميترات لتقدير المحتوى الرطوبي للتربة ٣١١

طريقة الري المثلى ٣٣٤

طريقة السنة النموذجية لحساب السعة التخزينية ٢٣٨

طريقة اللمس لتقدير المحتوى الرطوبي للتربة ٣٥٣

طريقة الليسيمترات ٣٣٨

طريقة الموازنة المائية في تقدير البخر-نتح ٣٤١

طريقة النشر الجانبي ٩٣

الطريقة النظرية لحساب كمية الأمطار التصميمية ٢٢٢

الطريقة الوزنية لتقدير المحتوى الرطوبي للتربة ٣٥٣

طريقة تشتت النيوترونات لتقدير المحتوى الرطوبي للتربة ٣٥٦

طريقة عمل الصمام الكهربائي ٦١١

طريقة قياس المقاومة الكهربية لتقدير المحتوى الرطوبي للتربة ٣٥٥

طريقة نشر المياه داخل المجرى المائي ٩٤

الطلب ٣٧١

الطلب المتوقع على المياه في المستقبل في المملكة ٤٣

الطلب على المياه في القطاعات المختلفة ٣٤

ظ

ظاهرة تداخل المياه المالحة ١٠٧

الظروف الطبيعية المناسبة للتغذية الاصطناعية ٩٢

ع

عامل كفاءة استعمال المياه المحصودة ٢٤٣

العجز المائي ٣٧٢

العجز المائي (الفجوة المائية) ٣٩
عدادات التدفق الآلية ٦١٢
عدادات قياس كمية الماء ٥١٧
العمر الافتراضي لبعض أنواع الأنابيب ٦٢٨
العمر الافتراضي لبعض مكونات نظم الري ٦٤٠
عمر النظام ٤٢٠
العمق الإجمالي لمياه الري ٣٣٢
عناصر إدارة نظام الري ٣٢١
عناصر التقييم ٤١٧
عناصر تقييم الري المحوري ٤٥٨
عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية ١٦
العوامل الأساسية في إدارة مياه الري ٣١٦
العوامل التي تحدد مواعيد وكميات مياه الري للنباتات ٣٤٦
العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اتخاذ قرار الري ٥٣٣
العوامل المحددة لنظام حصاد مياه الأمطار ٢٠٠
العوامل المؤثرة على أداء نظام الري ٤١٨
العوامل المؤثرة على حركة مياه التغذية الاصطناعية في التربة ٩٩
العوامل المؤثرة على كميات الحصاد المائي ٢٤٠
العوامل المؤثرة في ترسيب المواد العالقة ٢٦١
عوامل تصميم نظام حصاد مياه الأمطار ٢٤٢

غ

الغسيل العكسي للمرشحات ٥٨٢

ف

فترة التحليل ٦٣٦
الفترة بين الريات ٣٣٣
الفجوة المائية ٣٨٥
الفجوة المائية المستقبلية ١٤٨
فقر وندرة موارد المياه ٣٦٨
فواقد التبخر لنظام الري المحوري ٤٦٠
فواقد المياه من نظام الري المحوري ٤٦١
الفواقد في نظم الري بالرش التقليدية ٤٤٩
فوائد جدولة الري ٣٣٧
فوائد جدولة الري بالتحكم الآلي ٥٩٩
فوائد حصاد المياه ٢٠١

ق

قاعدة البيانات الجغرافية ١٦٩
قدرة البحث العلمي ١١٥
القدرة المؤسسية ١١٥
القضايا الرئيسية في مجال إدارة الموارد المائية في المملكة ١٢٩
القطر الاقتصادي للخط الرئيس ٦٣١
القطر الاقتصادي للخط الفرعي ٦٣١
القوى المؤثرة على السدود ٢٧٠
قياس المحتوى الرطوبي للتربة ٣٥٢
قياس رطوبة النبات ٦٠١
القيمة الحاضرة (الحالية) للاستبدال ٦٣٦

ك

كفاءات الإضافة الممكنة للري بالرش ٥٤٢
كفاءات نظام الري ٤٢٣
الكفاءة ٣٧١
كفاءة إضافة المياه ٤٢٤
كفاءة الإزاحة ٢٦١
كفاءة الاستعمال المائي ٤٢٨
كفاءة الإضافة في الربع الأقل لنظام الري المحوري ٤٦٠
كفاءة الإضافة لنظام الري المحوري ٤٥٩
كفاءة الإضافة لنظام الري بالتنقيط ٤٦٨
كفاءة التخزين المائي ٤٢٦

كفاءة الترسيب في الخزانات ٢٥٧
كفاءة التغذية للمنشأة ٢٤٠
كفاءة الري ٤٢٢
كفاءة الري الحقلية أو الكلية ٤٣٠
كفاءة تجميع مياه الأمطار ٢٢٢
كفاءة توزيع المياه خلال قطاع التربة ٤٢٩
كفاءة نقل المياه ٤٢٣
كفاية الري ٤٤٩
كمية الأمطار التصميمية ٢٢١
كمية المياه المحلاة المنتجة في محطات التحلية ١٩
كمية عاصفة مطرية ٢٤١
كيفية عمل نظام وحدة التحكم الذكية ٥٩٠
كيفية قياس رطوبة التربة آلياً ٥٩٩

م

الماء الكلي المتاح ٣٢٩
الماء المتاح بسهولة ٣٣١
مبدأ عمل التنشوميتر ٣٥٥
متوسط استهلاك الفرد من المياه الصالحة للشرب ٣٨٣
المتون الكنتورية ٢٠٩
المتون الهلالية وشبه المنحرفة ٢٠٩
مجالات استخدام الاستشعار عن بعد ١٧٨
مجالات بحوث الإدارة المائية ١٣٤
مجس الإشعاع الشمسي ٦٠٥
مجس الحرارة والرطوبة ٦٠٥
مجس المطر ٦٠٦
مجس درجة حرارة التربة ٦٠٦
مجس سرعة واتجاه الرياح ٦٠٥
مجسات المناخ والتربة والنبات ٦١٣
مجسات رطوبة التربة ٥٨٧
مجسات محطة الأرصاد ٥٩٨
مجموعة نظم المعلومات الجغرافية ١٦٧
المحافظة على معدلات التغذية ١٠١
محدودية موارد المياه العذبة السطحية والجوفية ٣٨٢
محطة الأرصاد الآلية ٥٨٨
محطة الضخ الآلية ٦١٠
المخاطر ٣٧١
المخاوف البيئية ٤٢٢
مدرجات مصاطب كنتورية ٢٠٨
مراحل العملية الإدارية ٣١٧
مراحل تحقيق الهدف ٣١٨
مراقبة استغلال المياه الجوفية ٨٥
المرشح القرصي ٥٢١
المرشحات الرملية ٥٢٠
مرشحات الطرد المركزي ٥٢١
المرشحات المنخلية ٥١٩
مركز البحوث والدراسات المائية ١٩٣
مركز التحكم في نظام الري بالتنقيط ٥١٥
مستقبل تحلية الماء المالح ٢٦
مستويات معالجة مياه الصرف الصحي ٣٢
مسح الآبار وسحب المياه الجوفية منها ٤٠٤
المسح الجيوفيزيائي ٤٠٥
المشاكل البيئية الموارد المائية في الوطن العربي ٧
المشاكل التي تواجه الجهاز المحوري أثناء تشغيله ٥٧٠
المشاكل والمعوقات التي تواجه إدارة مياه الري في المزرعة ٣٢٢
مصادر النظائر في الطبيعة واستخداماتها ١٨٥
مصادر تلوث المياه الجوفية ١٠٤
مصدر الماء ووحدة الضخ ٥١٥
مصطلحات في إدارة مياه الري ٣١٥
مصطلحات مائية في إدارة وترشيد وتحسين الموارد المائية ٣٦٨

المضخة ٥٠٥
مضلعات ثيسين ١٧٣
المعادلات التجريبية في تقدير البخر-نتح ٣٤٤
المعادلة الأساسية لحساب السعة التخزينية ٢٣٧
معامل استرداد رأس المال ٦٢٨ ، ٦٣٧
معامل الاختلاف أو التغير المصنعي ٤٦٥
معامل الانتظام الإحصائي ٤٦٨
معامل الانتظام التصميمي لنظم الري بالتنقيط ٤٦٧
معامل الانتظام الحقلي المطلق لنظم الري بالتنقيط ٤٦٧
معامل الانتظام الحقلي لنظم الري بالتنقيط ٤٦٦
معامل الانتظامية ٤٣٢، ٤٣٣
معامل الانتظامية للنظام المحوري ٤٥٨
معامل الانعكاس مقابل طول موجة الأشعة ١٨١
معامل التجانس أو الانتظامية ٤٦٧
معامل الجريان السطحي ٢١٠، ٢٣٨، ٢٤٢، ٢٤٧
معامل المحصول ٣٥٠
المعايرة التلقائية ١٧٥
معايير اختيار نظام الري ٥٥٣
معايير تقييم نظم الري بالتنقيط ٤٦٥
معدل الإضافة ٤٣١
معدل التدفق الفائض ٢٦٠
معدلات التغذية ١٠٠
المعرفة ٣٧١
المعلومات ٣٧١
المعوقات الزراعية ٤٢١
معوقات بناء التوازن بين الموارد المائية والطلب على الماء ١٢٨
مفهوم إدارة مياه الري ٣٢٠
مفهوم الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١٢٠
مفهوم التنمية المستدامة ١٤٤
المفهوم الشامل لنظام الري ٥٣٢
مفهوم تقييم الأداء ٤١٥
مفهوم حصاد المياه ١٩٨
مفهوم نظام الري الآلي لترشيد مياه الري ٥٨٥
مقارنة بين أنواع الري بالتنقيط ٥٤٤
مقارنة بين أنواع الري بالرش ٥٣٨
مقاييس الضغط ٥٢٥
مقترحات عامة لترشيد مياه الري ٤١٢
المكونات الأساسية لنظم الري بالرش ٥٠٤
المكونات الرئيسة لنظام حصاد مياه الأمطار والسيول ١٩٩
مكونات نظام الاستشعار عن بعد ١٧٨
مكونات نظام الري الذكي ٥٩٣
مكونات نظام الري بالتنقيط ٥١٣
مكونات وحدات التحكم لنظم الري الآلي ٦٠٩
مميزات نظام الري الآلي ٥٨٦
المناطق الجافة ٢
مناطق الخزن ٢٥٣
المناطق الرطبة ٢
المناطق شبه الجافة ٢
منحنيات عملية المعايرة التلقائية ١٧٦
المنشئات المائية للمحافظة على مياه الأمطار والسيول ٢٤٩
منطقة التخزين ١٩٩
المنطقة المستهدفة ٢٠٠
منطقة حجز المياه ١٩٩
منظمات الضغط ٥٢٥
المنقطات ٥٢٧
منهجية البحث العلمي الزراعي ١٣٣
مهام التوعية المائية في قطاع مستخدمي المياه ١٦٤
الموارد المائية ١
الموارد المائية التقليدية ٢
الموارد المائية المتوقعة في المستقبل في المملكة ٤٤

الموارد المائية بالمنطقة العربية ٦
الموارد المائية غير التقليدية ٤
الموارد المائية في المملكة العربية السعودية ٨
مواصفات الأنابيب ٦٢٣
مواصفات الأنابيب البلاستيكية ٦٢٦
مواصفات الأنابيب القياسية ٦٢٦
الموائمات والقيود لنظم الري بالتنقيط ٥٤٤
الموائمات والقيود لنظم الري بالرش ٥٤١
المؤشر ٣٧١
مؤشر ندرة المياه ٣٢٨
المياه الافتراضية ٣٧٧
المياه الجوفية ٢، ١١
المياه الجوفية المتجددة ١١
المياه الجوفية غير المتجددة ١١
المياه الجوفية في المملكة ٥٩
المياه الرمادية ٤، ٢٨
المياه السطحية ٢، ١٠
المياه السوداء ٤، ٢٨
مياه الصرف الزراعي المعالجة ٥
مياه الصرف الصحي المعالجة ٤، ٢٧
الميزان المائي الزراعي ٣٧٦
الميزان الوطني للمياه في المملكة ٣٦

ن

نسبة الاستخدام الحالي للموارد المائية ٣٧٥
نسبة التسرب العميق ٤٣١
النسبة المئوية للاختلاف في التصرف الفعلي عن الاسمي ٤٦٨
النسبة المئوية للتغير في سريان المنقطات ٤٦٦
نسبة النتح الموسمية ٤٦٩
نسبة حجم المياه إلى المساحة ٣٧٢
نصيب الفرد من المياه العذبة سنوياً ٣٧٣
نظام التحكم الفلكي أو المستقل ٦١٩
نظام التحكم المركزي ٦١٨
نظام التحكم كامل الآلية ٦١٦
نظام الدائرة المغلقة ٥٩٤
نظام الدائرة المفتوحة ٥٩٧
نظام تحديد المواقع العالمي ١٦٧
نظام حصاد المياه بإقامة السدود ٢١٥
نظام حصاد المياه بحفر تخزينية اصطناعية ٢١٧
نظام حصاد المياه من الأسطح ٢١٣
نظام حصاد المياه من الحفر الصغيرة ٢١٠
نظام حصاد المياه من الحفر الكبيرة ٢١١
نظام حصاد المياه من الصهاريج ٢١٣
نظام حصاد المياه من المساقي ٢١٦
النظائر والتغذية الجوفية ١٨٧
نظم التحكم في الري الآلي في الحقل ٦١٥
نظم التحكم في الري الذكي ٥٩٤
نظم التحكم نصف الآلية ٦١٥
نظم التنقيط السطحية ٥١١
نظم التنقيط تحت السطحي ٥١٣
نظم الري بالتنقيط ٥١١
نظم الري بالرش ٥٠٤
نظم الري بالرش والتنقيط مع المياه المعالجة ٥٤٧
النظم المشغلة كهربائياً أو كهربائياً ومائياً بالتعاقب ٦٢٠
النظم المشغلة مائياً بالتعاقب ٦٢٠
نظم المعلومات الجغرافية ١٦٦
نظم المعلومات الجغرافية في مجال دراسة المياه ١٦٨
النظم غير المتعاقبة ٦٢٠
نظم ما بين الصفوف ٢٠٧
نقص الموارد المائية ١٤٧

نقطة الذبول الدائم ٣٢٧
نماذج الارتفاعات الرقمية ١٧٤
النموذج التصوري لاتخاذ القرار ٥٢٩
نموذج تصوري لاختيار نظام الري ٥٣١
نوع التربة وخصائص المحتوى الرطوبي ٣٢٦
نوع النبات ومرحلة نموه ٣٤٦

هـ

الهبوط في طبقة الساق في منطقة القصيم ٨٩
الهبوط في طبقة الساق في منطقة تبوك ٨٩
الهبوط في طبقة الساق في منطقة حائل ٨٩
الهبوط في طبقة المنجور في منطقة الرياض ٨٧
الهبوط في طبقة أم الرضمة في منطقة الأحساء ٨٨
الهياكل المؤسسية اللازمة للتقنيات الحديثة ١٨٨

و

وحدات التحكم الالتفافية ٥٩٠
الوحدات الحقلية في نظام التحكم كامل الآلية ٦١٦
وحدات تحكم مناخية ٥٨٨
وحدة الاتصال ٦١٨
وحدة التحكم المركزية ٦١٧
وسائل الإدارة المتكاملة للموارد المائية ١٢٢
وسائل رفع و تحسين كفاءة استخدام المياه ٣٩٠
وصف مبسط لمحطة تحلية ١٦
وظائف مدير المزرعة ٣١٩
وظائف نظم التحكم الآلي ٦٢٠

نبذة عن المؤلف

أ.د. حسين بن محمد الغباري

أستاذ هندسة نظم المياه والري – قسم الهندسة الزراعية

كلية علوم الأغذية والزراعة – جامعة الملك سعود، الرياض

- ولد عام ١٣٧٨هـ (١٩٥٩م) في منطقة نجران بالمملكة العربية السعودية. أكمل تعليمه الابتدائي والمتوسط والثانوي في منطقة نجران.
- حصل على درجة البكالوريوس في الهندسة الزراعية من كلية الزراعة – جامعة الملك سعود في عام ١٤٠٠هـ (١٩٨٠م).
- حصل على الماجستير في هندسة نظم المياه والري من جامعة كرانفيلد – سلسو بالمملكة المتحدة عام ١٤٠٥هـ (١٩٨٤م).
- حصل على الدكتوراة في هندسة نظم المياه والري من جامعة كرانفيلد – سلسو بالمملكة المتحدة عام ١٤٠٨هـ (١٩٨٨م).
- قام المؤلف بتدريس المناهج المتعلقة بهندسة نظم المياه والري لطلاب البكالوريوس والماجستير لطلاب القسم مثل: أسس الري والصرف، تخطيط وتصميم شبكات الري، نظم الري بالرش والتنقيط، مصادر مياه الري الحقلي ونظم الري بالرش المتقدم. بالإضافة إلى الإشراف على رسائل الماجستير لطلاب الدراسات العليا بالقسم.
- له العديد من الخبرات في تصميم وتقييم وإدارة نظم الري بالرش والتنقيط، ترشيد وإدارة مياه الري، الاحتياجات المائية للمحاصيل، تطوير برامج حاسوبية في جدولة وترشيد مياه الري، استخدام وتطبيقات الري الذكي.
- تم نشر العديد من الأبحاث في هذه المجالات في أكثر من ٦٠ من ورقة علمية محكمة من خلال المجلات العلمية المتخصصة.
- شارك بأبحاث في العديد من المؤتمرات والندوات في داخل وخارج المملكة
- عضو في العديد من الجمعيات العلمية.
- الإشراف كباحث رئيس أو باحث مشارك على مجموعة من الأبحاث العلمية الممولة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية وكذلك الخطة الوطنية للعلوم والتقنية والابتكار في جامعة الملك سعود.
- ألف كتاب "نظم الري بالرش" الذي صدر عام ٢٠٠٥م وكتاب "الدليل العملي لنظم الري بالرش" ١٤٢٨هـ .
- شارك المؤلف في ترجمة كتاب تصميم نظم الري: المنظور الهندسي.
- للمؤلف العديد من المذكرات والتقارير والنشرات الإرشادية في مجال هندسة نظم الري بالرش وإدارة وترشيد مياه الري وغيرها.
- مستشار غير متفرغ لدى بعض الجهات الحكومية.
- حصل على جائزة الأمير سلطان العالمية للمياه عام ٢٠٠٤م.
- حصل على شهادة البحث المتميز من الدرجة الأولى (الذهبية) من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية عام ٢٠٠٥م وعام ٢٠٠٨م.
- حصل على شهادة المقيم المتميز من الدرجة الأولى (الذهبية) من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية عام ٢٠٠٥م.