بسم الله الرحمن الرحيم

تصميم نظم الري

"المنظور الهندسي"

تأليف

رتشارد اتش كوينكا

جامعة ولاية اوريقن

ترجمة

أ. د. عبدالرحمن علي العذبة　　أ. د. أحمد ابراهيم العمود

أ. د. حسين محمد الغباري　　أ. د. فوزي سعيد عواد

قسم الهندسة الزراعية-كلية علوم الأغذية والزراعة-جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)
الطبعة الأولى ١٤٢٥هـ (٢٠٠٤م)
الطبعة الثانية ١٤٣٢هـ (٢٠١١م)
هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Irrigation System Design By
©: Richard H. Guenca, Prentice – Hall, Inc, New Jersey, 1989

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
كوينكا، رتشاد اتش
تصميم نظم الري: المنظور الهندسي. / رتشاد اتش كوينكا؛ عبدالرحمن علي العذبة.- الرياض ١٤٣٢هـ
٦٢٢ ص ٢١×٢٨ سم
ردمك: ٢- ٧٥٠- ٥٥- ٩٩٦٠- ٩٧٨
١- الري ٢- هندسة الري أ.العذبة، عبد الرحمن علي (مترجم) ب. العنوان
ديوي ٦٣١،٥٨ ١٤٣٢/ ١٨٤

رقم الإيداع: ١٤٣٢/١٨٤
ردمك: ٢ - ٧٥٠ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة علمية متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه الثاني للعام الدراسي ١٤٣١/ ١٤٣٢هـ المعقود بتاريخ ٢٤/ ١٠/ ١٤٣١هـ الموافق ٣/ ١٠/ ٢٠١٠م.

إدارة النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ

شكر وتقدير المترجمين

يود المترجمون تقديم جزيل الشكر وجميل العرفان إلى كل من ساندهم في إتمام هذا العمل من الأهل خاصة، ومن الزملاء في قسم الهندسة الزراعية بكلية علوم الأغذية والزراعة بجامعة الملك سعود بالرياض، ويتقدمون بالشكر إلى كرسي الشيخ محمد بن حسين العمودي لأبحاث المياه بجامعة الملك سعود ومؤلف هذا الكتاب البروفيسور رتشارد كوينكا بجامعة ولاية أوريقن على موافقته لترجمة الكتاب من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية.

كما يود المترجمون شكر كل من المهندس محمد سليمان، والمهندس محمد عبد الجيد، والمهندس عبد الله الشعيبي، على ما بذلوه من جهود خلال فترة الترجمة، حيث كانت لمساتهم واضحة ومشكورة في هذا العمل.

مقدمة الطبعة الثانية

إن نفاد الطبعة الأولى لهذا الكتاب يؤكد حاجة المكتبة العربية إلى مثل هذه الكتب التخصصية التي تثري معرفة الطالب والباحث على حد سواء، وفي نفس الوقت فإن ذلك النفاد يعكس المستوى العلمي الرصين للكتاب في نسخته الأصلية مما يؤكد حسن الاختيار، وهذا من فضل الله وبتوفيقه، ومن حرص مترجموا هذا الكتاب على انتقاء الكتاب النافع والمفيد للقارىء العربي.

وإن هذه الطبعة الثانية للكتاب لا تختلف عن الطبعة الأولى، مما يعكس المستوى المهني لدى المترجمين والجهد الذي بذلوه في الترجمة لتتماشى مع المستوى الأكاديمي للكتاب الأصل الذي كتب بلغة إنجليزية متميزة وأصالة علمية راقية. وحيث إن الجهد البشري يظل رهن الخطأ فإننا نقدر ونثمن أي ملاحظات لغوية أو علمية ترد في ثنايا هذا الكتاب، ويسعدنا تلقي تلك الملاحظات وتضمينها في طبعات أخرى قادمة بإذن الله، ونتمنى أن تكون هذه الطبعة الثانية للكتاب حافزاً لبذل المزيد من الجهد لترجمة كتب علمية أخرى تثري مكتبتنا العربية وتفيد القارىء العربي الكريم.

مقدمة المترجمين

علاوة على أن الماء مورد طبيعي، ومصدر الحياة على سطح الأرض، ورمز البقاء لكافة الكائنات الحية فهو يلعب دوراً فعالاً في كافة المجالات الحيوية والاقتصادية والخطط التنموية الزراعية والاجتماعية، وعليه فقد استحوذت عملية تأمنيه واستغلاله وإدارته على أهتمام الإنسان عبر التاريخ من أجل أزدهار العنصر البشري. فالحضارات القديمة ارتبطت نشأتها وتطورها إلى حد كبير بمدى وفرة المياه وكيفية استغلالها، وكان الري أحد أهم التطبيقات الزراعية التي مارسها الإنسان منذ القدم، والتي أدت إلى توطين الأفراد وتكوين مجتمعات مستقرة بشكل دائم. لقد استخدم الري منذ أكثر من ٤٠٠٠ سنة تقريباً، ومازالت بعض منشآته القديمة قائمة حتى الآن.

كان وطننا العربي منبع الرسالات ومهد الحضارات العريقة التي ارتوت من مياه الأنهار الغزيرة المتدفقة عبر المساحات الزراعية الشاسعة، أصبح الآن يعاني من عجز في مصادره المائية لأنه يقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة، علاوة على الاستنزاف الجائر لمياهه المتاحة نتيجة الممارسات الخاطئة في تطبيقاته وغياب وسوء إدارته، أضف إلى ذلك السلب الذي يتعرض له هذا المصدر الحيوي أو جزء منه من بعض الدول المجاورة دون مرعاة القوانين الدولية أو حسن الجوار مما زاد من مشاكل شح المياه. لذا أصبح لزاماً علينا كأمة بكافة شرائحها الاجتماعية والمهنية والزراعية العمل على ترشيد استخدام المياه خاصة في مجال الزراعي واتباع كافة الوسائل والتقنيات الحديثة لتحقيق هذه الغايات.

وبما أن العالم اليوم سريع التطور في كافة العلوم، خاصة في المجالات العلمية التطبيقية والتقنية، كل ذلك يزيد من حاجتنا إلى نقل هذه العلوم وترجمتها إلى لغتنا العربية بسرعة متناسقة مع تقدم العالم من حولنا. لقد أهتم العديد من الساتذة الكاديمين والباحثين في ترجمة الكتب العلمية والتطبيقية ونقلها من لغاتها الأم إى العربية إدراكاً منهم بأهمية إيصال المعرفة من مواردها، للأستفادة من خبرات الآخرين اللذين استغلوا كافة الإمكانيات المتاحة في تطوير العلوم التطبيقية، خاصة الهندسية ذات العلاقة بمجال الزراعة والري، وذلك من أجل تطويع وتوطين التقنيات الحديثة بما يتلاءم مع بيئتنا المحلية.

وترجمة هذا الكتاب ما هو إلا ثمرة جهد متواضع ليصب في أحد روافد المعرفة، ليساهم مع إنجازات الآخرين التي سبقته في توفير الأسس العلمية والتطبيقية والهندسية المتخصصة في تصميم نظم الري لتعم فائدته على كافة القطاعات المهتمة في الزراعية من أجل استغلال كل قطرة ماء متاحة في استثمار الراضي الزراعية، وذلك باتباع كافة الوسائل والمبتكرات الحديثة والعمل على تطويرها. وهذا الكتاب يحتوي أيضاً على معلومات علمية أساسية تكميلية تربط بهندسة الري وإدارته.

الهدف الرئيسي من هذا الكتاب هو شرح العناصر اللازمة لتصميم وتركيب وتشغيل الأنواع المختلفة لنظم الري. فالكتاب شامل في فحواه، ويشتمل على عدة فصول متنوعة، خصصت لمراجعة المبادىء الأساسية ولدارسة نظم إضافة المياه ونظم توزيعها. فهو موجه إلى طلبة الهندسة والمهندسين العاملين في مجال تصميم نظم الري وتشغيلها، فهو مرجع علمي مميز، لأنه يشتمل على أمثلة تطبيقية وتمارين توضيحية في مواضيع متنوعة ومختلفة. فهو يساهم في زيادة الإلمام بالمعلومات العلمية والتطبيقية.

شكر وتقدير المؤلف

لا يختلف هذا الكتاب عن مثيله من الأعمال التقنية الأخرى، من حيث أن المؤلف مَدين في إخراج هذا العمل للوجود إلى الشخصيات المميزة التي أثرت وصقلت شخصيته خلال مراحل تطوره، فأنا خلال وجودي في جامعة كلفورنيا مَدِين إلى كل من ميغول مارينو، وبل بروت، ودون نيلسون لإرشاداتهم وتوجيهاتهم. كما أدون شكري إلى إيان ستيورت الذي علمني بكل صبر كيف أجري التجارب الحقلية وكيف أفسر نتائجها، وأشكر مارف شيرر من جامعة ولاية أورغن، الذي تعلمت منه في وسط صحراء تونس وجوب الصمت وحسن الإصغاء، وأشكر مارفن جينسن من وزارة الزراعة الأمريكية لملاحظاته على المسودة الأولى لهذا الكتاب، ولجهوده المميزة التي قدمها من خلال لجنة العمل في الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين. أن الفضل الكبير لظهور هذا الكتاب بهذه الدقة الفنية يعود إلى رك ألن من جامعة ولاية يوتا، فإني أقدر له جميع جهوده المبذولة لإنجاز هذا العمل، وواجب علي أيضاً أن أشكر بإخلاص كافة طلابي للعشر سنوات الماضية في جامعة ولاية أورقن، الذين تعلمت من أسئلتهم أكثر مما أفدتهم بإجاباتي. فأنا أقدر دون نيلسون لما قاله لي مرة بأن مهنة التدريس تتيح لك فرصا كثيرة للتعلم، وهو صائباً كالعادة. أخيراً، إن كل ما تقدم قد لا يساوي شيئاً لولا صبر أفراد عائلتي، خاصة زوجتي شيرلي وبناتي تيريزا وإيليسيا اللتان إفتقدتا والدهن خلال عطل نهاية الأسابيع والأمسيات وانشغاله عنهم بالجلوس أمام جهاز الحاسب الآلي منهمكاً في إنجاز هذا العمل.

مقدمة المؤلف

الهدف الرئيس من هذا الكتاب هو شَرح العناصر اللازمة لتصميم وتركيب وتشغيل الأنواع المختلفة لنظم الري. فالكتاب شامل في فحواه، فهو يشتمل على عدة فصول متنوعة، خصصت لمراجعة المبادئ الأساسية ولدراسة نظم إضافة المياه ونظم توزيعها. بلا شك توجد كتب عديدة، كل واحد منها يعالج بالتفصيل موضوعاً واحداً أو أكثر من المواضيع التي شملها هذا الكتاب، غير أن هذا الكتاب يمتاز عن غيره بكونه يتطرق إلى المفاهيم الأساسية لطرق التصميم الحديثة المتبعة في ترشيد استخدام مياه الري من مصدرها تحت الظروف الحقلية المختلفة، كما أنه يركز أيضاً على طرق إمداد وتوزيع وإضافة مياه الري على مستوى المزرعة.

هذا الكتاب موجه إلى طلبة الهندسة في المراحل الدراسية المتقدمة، الذين أنهوا مقررات الرياضيات والفيزياء والكيمياء في مراحلهم الدراسية الأولى. وهو أيضاً معد للمهندسين العاملين في مجال تصميم نظم الري وتشغيلها، فجميع هؤلاء سيجدونه مرجعاً ذا قيمة علمية متميزة، لأنه يشتمل على أمثلة تطبيقية وتمارين توضيحية في مواضيع متنوعة ومختلفة. وعلى الرغم من أن هذا الكتاب يوضح كيفية تطبيق برامج الحاسب الآلي في تصميم نظم الري ويشجع على استخدامها، إلا أنه لا يفترض ضرورة توفر مهارات خاصة في البرمجة قبل البدء في وضع التصاميم.

تعتمد المفاهيم الأساسية في تصميم نظم الري في الأساس على كيمياء وفيزياء التربة، وعلى إحتياجات المحاصيل المائية، بالإضافة إلى علم الهيدروليكا والاقتصاد، وعليه فإن هذا الكتاب يقدم الأسس المناسبة حيال كيفية التعامل مع جميع هذه العناصر، بحيث يساعد على التوصل إلى الحل النهائي الذي يعتمد على معرفة الحالة الحرجة للتصميم. ولترسيخ هذه الأسس والمفاهيم فقد خصصت الفصول من ٢ إلى ٥ لشرح مبادئ التحليل الاقتصادي، وفيزياء التربة، ومبادئ كيمياء التربة، واحتياجات المحاصيل المائية على التوالي. أما الفصول من ٦ إلى ٨ فإنها خصصت لمناقشة طرق إضافة مياه الري وتصميم نظم الري السطحي، والري بالرش، والري بالتنقيط. واشتمل كل فصل على أمثلة تطبيقية توضيحية تبين مبادئ التصميم المثالي لهذه الأنظمة. وهذه الأمثلة ارتكزت في حلولها على المبادئ الأساسية التي تمت مناقشتها في الفصول الخمسة الأولى. إن العديد من هذه الأمثلة تمثل حالات حقلية فعلية، وهذا يجعل القارئ أقرب إلى الحقيقة والتطبيق الحقلي.

تشتمل مواضيع الفصول الأربعة الأخيرة على نظم الضخ، وخطوط الأنابيب، وآبار المياه الجوفية، والتدفق في القنوات المفتوحة. وهذه الفصول ركزت على إيصال الماء وتوزيعه على مستوى المزرعة، وهذه المواضيع

تلبي إحتياج المهندس المصمم الذي يتعامل مع نظم الري من معلومات ومتطلبات المعرفة وتؤهله للإجابة على الأسئلة والاستفسارات ذات العلاقة بتجهيز الماء وتوزيعه وإضافته.

إن من أهم ما يمتاز به هذا الكتاب أيضاً هو استعانته بالأمثلة البسيطة لتوضيح وتفسير المفاهيم الأساسية، وهذه الأمثلة تتيح فرصة مبدئية للقارئ لأن يتابع عن كثب كيفية تطبيق وتوظيف المبادئ الأساسية الموجزة للوصول إلى الحلول الكاملة اللازمة لتصميم النظام. وعليه فإن هذه الأمثلة التطبيقية ما هي إلا جزء مكمل للكتاب.

لا يعد المرجع الهندسي الحديث مكتملاً دون أن يكون مشتملاً على مسائل تصميمية وأمثلة تطبيقية محلوله بواسطة الحاسب الآلي. وفي نفس الوقت يجب التنبيه إلى عدم الاعتماد على البرامج والحلول الجاهزة إذا ما أراد القارئ أن يطور قدراته ومهاراته في البرمجة، علماً بأنه لا توجد هناك برامج جاهزة للتصميم تعالج بكفاءة جميع الحالات والمشاكل التي قد تظهر في الحقل.

لقد قدمنا في هذا الكتاب أيضاً بعض البرامج ذات التطبيقات العامة في تصميم نظم الري، واستخدمت لغة البيسك (BASIC) في برمجتها لكي تكون سهلة الاستخدام مع معظم أنواع أجهزة الحاسب الآلي (الكمبيوتر). في بعض الحالات ضمن هذا الكتاب، قد يُطلب أحياناً من القارئ أن يصمم برنامجا خاصا به ليخدم ويعالج مهام محددة، كما أن الأسئلة ذات الطابع البرمجي وضعت بترتيب معين بحيث يستطيع القارئ أن يطور على نحو تدريجي مهاراته البرمجية.

تنتهي جميع فصول الكتاب -ما عدا الفصل الأول - بمجموعة من الأسئلة، صممت بطريقة معينة تساعد القارئ على ممارسة مهاراته التي اكتسبها من خلال دراسته واستيعابه للمادة العلمية في كل فصل. أما طبيعة المسائل فهي من النوع الحسابي التي يتوقع أن يتعامل معها المهندسين بشكل عام، وهذه قد تعالج حالة واحدة، أو جزء من نظام، أو قد تكون بمثابة تطبيقات على استخدام الحاسب الآلي، وأحياناً أخرى قد تطرح بعض المقترحات أو الاستفسارات التي ما تزال بحاجة إلى مزيد من البحث والتقصي.

كثير من الحالات ضمن هذا الكتاب وضعت بطريقة تعتمد على استنباط المادة التعليمية الحديثة وتوفيرها للطلبة، والمقصود هنا طلبة الهندسة في المراحل التعليمية المتقدمة المتخصصين بتصميم نظم الري، ويتوقع أيضاً بأن لخبرة المؤلف العملية في التصميم والتشغيل لنظم الري في الولايات المتحدة الأمريكية و أوروبا وأفريقيا ستجعل من هذا الكتاب مرجعاً قيماً للمهندسين التطبيقيين.

المحتويات

الصفحة

شكر وتقدير ..... هـ

مقدمة المترجمين ..... ح

شكر وتقدير المؤلف ..... ط

مقدمة المؤلف ..... ك

الفصل الأول : المقدمة ١

(١ , ١) مبادئ أساسية ١

(٢ , ١) تطور نظم الري وتوزيعها ٨

(٣ , ١) طريقة تصميم النظام ١٤

الفصل الثاني : مبادئ التحليل الإقتصادي ١٩

(١ , ٢) الأمثلية الاقتصادية ١٩

(٢ , ٢) رياضيات التحليل الإقتصادي ٢٣

(٣ , ٢) التنبؤ باستجابة الإنتاج ٣١

(٤ , ٢) برنامج الحاسوب ٤٠

(٥ , ٢) مسائل حاسوبية ٤٠

الفصل الثالث : أسس فيزياء التربة ٤٩

(١ , ٣) المصطلحات الوصفية ٤٩

(٢ , ٣) خصائص ماء التربة ٥٤

(٣ , ٣) مفهوم جهد ماء التربة ٦٢

(٤ , ٣) التسرب ٦٧

(٥ , ٣) معامل التوصيل الهيدروليكي ٧٦

الفصل الرابع : أسس كيمياء التربة ٨٧
(١ , ٤) مقدمة ٨٧
(٢ , ٤) اساسيات في الكيمياء ٨٨
(٣ , ٤) الخصائص الكيميائية للتربة ٩٥
(٤ , ٤) تأثير التراكيز الكيميائية للتربة والماء على الإنتاج ٩٨
(٥ , ٤) إدارة التراكيز الكيميائية للتربة ١٠٤

الفصل الخامس : الاحتياجات المائية للمحاصيل ١١٩
(١ , ٥) مقدمة ١١٩
(١ , ٥) تعريف المصطلحات ١٢٠
(١ , ٥) طرق التقدير المعتمدة على درجات الحرارة ١٢٢
(١ , ٥) حوض البخر ١٣٦
(١ , ٥) الطرق المركبة ١٤١
(١ , ٥) منحنيات معامل المحصول ١٦٢
(١ , ٥) تخطيط مشروع الري ١٨١
(١ , ٥) إدارة نظام الري ١٨٨

الفصل السادس : تصميم نظم الري السطحي ٢٠١
(١ , ٦) مقدمة ٢٠١
(٢ , ٦) تعريفات لمصطلحات الري السطحي ٢٠٨
(٣ , ٦) تصميم نظم الري بالخطوط ٢١٠
(٤ , ٦) تصميم نظم أحواض مستوية ٢٣٠
(٥ , ٦) تصميم نظم الشرائح المائلة ٢٣٧
(٦ , ٦) برنامج حاسوبي ٢٤٩
(٧ , ٦) مسائل حاسوبية ٢٥٦

الفصل السابع : تصميم نظم الري بالرش ٢٥٩
(١ , ٧) مقدمة ٢٥٩
(٢ , ٧) انتظامية الإضافة ٢٦٥
(٣ , ٧) كفاية الإضافة ٢٧٠
(٤ , ٧) التبخر وبعثرة الرياح ٢٧٥

(٥ , ٧) مكونات تصميم النظام ٢٨١
(٦ , ٧) تصميم وتخطيط نظم التوزيع ٢٩٩
(٧ , ٧) النظم المحورية ٣١٦
(٨ , ٧) نظم الحركة المستقيمة ٣٢٣
(٩ , ٧) النظم المدفعية ٣٢٥

الفصل الثامن : تصميم نظم الري بالتنقيط ٣٣٧
(١ , ٨) مفاهيم نظم الري بالتنقيط ٣٣٧
(٣ , ٨) المنقطات ٣٤٢
(٤ , ٨) هيدروليكية الأنبوب الفرعي ٣٥٤
(٥ , ٨) الترشيح ونظم معالجة المياه ٣٥٧
(٦ , ٨) نظم حقن المخصبات ٣٦٥

الفصل التاسع : نظم المضخات ٣٧١
(١ , ٩) انواع المضخات ٣٧٢
(٢ , ٩) الأسس الهيدروليكية ٣٧٤
(٣ , ٩) اختيار المضخة ٣٨١
(٤ , ٩) نظام الضخ ٣٩٥
(٥ , ٩) تركيب المضخة ٤٠١

الفصل العاشر : تصميم نظام الأنابيب ٤١١
(١ , ١٠) مواصفات الأنابيب ٤١١
(٢ , ١٠) توزيع الضغط في الأنابيب ٤١٥
(٣ , ١٠) السريان غير المستقر في خطوط الأنابيب ٤٢٤
(٤ , ١٠) مكونات نظام خط الأنابيب ٤٣٤
(٥ , ١٠) تركيب خط الأنبوب ٤٤١

الفصل الحادي عشر :المياه الجوفية والآبار ٤٤٩
(١ , ١١) تعريف المصطلحات ٤٤٩
(٢ , ١١) هيدروليكية المياه الجوفية ٤٥٤
(٣ , ١١) طرق حفر الآبار وإنشاؤها ٤٦٦

(٤ , ١١) معايير اختيار حجم البئر والمصفاة ٤٧٥
(٥ , ١١) اختبار الآبار ٤٨٧

الفصل الثاني عشر : السريان في القنوات المكشوفة ٤٩٥
(١ , ١٢) هيدروليكا القنوات المكشوفة ٤٩٥
(٢ , ١٢) تصميم القناة للسريان المنتظم ٥٢٦
(٣ , ١٢) قياس السريان ومنشآت التحكم في القناة ٥٣٧

الملاحق ٥٥٧
(أ) استخدام وحدات النظام العالمي ٥٥٧
١, أ الهدف ٥٥٧
٢, أ وحدات قياس SI ٥٥٧
٣, أ قواعد لاستخدام SI ٥٥٩
٤, أ وحدات غير SI ٥٥٩
٥, أ الوحدات المفضلة وعوامل التحويل ٥٦٠
٦, أ تقنيات التحويل ٥٦٠
٧, أ قواعد التقريب ٥٦٦
٨, أ قياسات مرجعية ٥٦٧
(ب) الخواص الفيزيائية للماء السائل ٥٦٨
(ج) فاقد الاحتكاك في وصلات الأنابيب ٥٦٩
(د) المواصفات الدنيا لأنبوب الألمنيوم للري بالرش ٥٧٧
ثبت المصطلحات ٥٨١
أولا: عربي–إنجليزي ٥٨١
أولا: إنجليزي–عربي ٥٩٩
كشاف الموضوعات ٦١٧