بسم الله الرحمن الرحيم

إدارة وتقييم نوعية
مياه ري المسطحات الخضراء والمتنزهات

تأليف

روني آر. دنكن　　روبرت إن. كرو

مايكل تي. هك

ترجمة

أ.د. عبد رب الرسول بن موسى العمران

الأستاذ بقسم علوم التربة

كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٤هـ (٢٠١٣م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها من مركز الترجمة لكتاب

Turfgrass and Landscape Irrigation Water Quality Assessment and Management
By: *Ronny R. Duncan Robert N. Carrow Michael T. Huck*
© 2009 By Taylor & Fancis Group, LLC

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

دنكن، روني آر.

إدارة وتقييم نوعية مياه ري المسطحات الخضراء والمتنزهات./ روني آر. دنكن؛ مايكل تي. هك؛ روبرت إن. كرو؛ عبدرب الرسول بن موسى العمران. الرياض، ١٤٣٤هـ

٦٠٦ص؛ ٢١× ٢٨سم

ردمك: ٠-١١٣-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- المسطحات الخضراء - السعودية ٢- الزراعة - السعودية ٣- الري - السعودية أ. هك، مايكل تي. (مؤلف مشارك) ب. كرو، روبرت إن. (مؤلف مشارك) ج. العمران، عبد رب الرسول بن موسى (مترجم) د. العنوان

ديوي ٦٣٥,٩ ١٤٣٤/٦٣١٧

رقم الإيداع: ١٤٣٤/٦٣١٧

ردمك: ٠-١١٣-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤٣٣/١٤٣٤هـ، المعقود بتاريخ ١٤٣٤/١/٧هـ الموافق ٢٠١٢/١١/٢١م.

النشر العلمي والمطابع، ١٤٣٤هـ

مقدمة المترجم

تزايد الاهتمام بموضوع المياه في السنوات الأخيرة فيما يتعلق بالكم والنوع على مستوى العالم، ويزداد هذا الاهتمام في المملكة العربية السعودية بحكم الظروف المناخية القاسية وندرة المياه وقلة الموارد المائية وزيادة الاهتمام بنوعية المياه وتلوثها بعد الاستخدام المتزايد لمياه الصرف الصحي المعالجة. ولقد قمت سابقاً بتأليف كتابين أحدهما عن الاحتياجات المائية للري، والآخر عن جودة مياه الري وطرق تحليلها، وتأتي ترجمة هذا الكتاب عن تقييم جودة مياه ري الحدائق والمتنزهات ضمن اهتماماتي لتركيزه على استخدام مياه الصرف الصحي في ري ملاعب الجولف والحشائش الخضراء، ومن المؤكد أن هناك زيادة مضطردة في استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في المملكة العربية السعودية، وعليه يمكن الاطلاع والاستفادة مما ورد من تجارب عن استخدام تلك المياه في الدول الأخرى وخاصة الولايات المتحدة الأمريكية.

وفي الختام أود أن أشكر الزميل والأخ الفاضل الأستاذ/ محمود السيد علي نديم على مجهوده في التنسيق والكتابة والتصحيح ووضع الصور والرسومات بالكتاب، كما أشكر منسوبي قسم علوم التربة بكلية علوم الأغذية والزراعة على مساعدتهم وتشجيعهم المستمر لإنهاء الترجمة.

المترجم

أ.د. عبد رب الرسول بن موسى العمران

إهداء

Dedication

إلى رجل الرؤية الدكتور جيمس واطسون ونحن كمؤلفين لهذا الكتاب نهدي هذا الكتاب للدكتور جيمس واطسون، الشخص غير العادي الذي وهب حياته للعمل على ترشيد المياه ونوعية المياه قبل أن تكون هذه المواضيع في الأخبار اليومية أو تطرأ على بال الآخرين. يعتبر الماء الشعار الأساسي في حياة الدكتور جيمس واطسون وبدأ ذلك عندما كان طالباً للدراسات العليا (الدكتوراه) عند بروز علم المسطحات الخضراء (Watson, 1950) ، فكانت أطروحته بعنوان " تأثير الري والترب المنضغطة على تأسيس الحشائش الجيدة ". رسالة دكتوراه، جامعة ولاية بنسلفانيا ـ صفحة (١ – ٦٩). وبعد تخرجه عين أستاذًا مساعدًا في جامعة Texas A&M بقسم المحاصيل. وفي عام ١٩٥٢م التحق بشركة (Toro) مديراً لقسم المحاصيل ومن ثم رقي إلى وظيفة مساعد المدير العام وعلاقة العملاء. لقد تم تكريم الدكتور واطسون كأحد أشهر العلماء وحصل على عدة جوائز(جائزة الخدمات المحصولية من جمعية المحاصيل الأمريكية وعضوية جمعية المحاصيل ورئيس جمعية المسطحات الخضراء العالمية) بالإضافة إلى جوائز صناعة المسطحات الخضراء، مثل جائزة (Harry Gill لأعشاب الملاعب الرياضية، وجائزة USGA، وجائزة Old Tom Morris لملاعب الجولف بالولايات المتحدة الأمريكية).

يرى المؤلفين أن الدكتور واطسون أثَّر بشكل إيجابي على التعريف بدور المياه على مستوى العالم فيما يخص صناعة المسطحات الخضراء أكثر من أي شخص آخر، وقد تجلى تأثيره من خلال عدة أوجه: أ) التعليم من خلال المقالات العامة والعلمية والعروض للعلماء والمختصين والمدراء في مجال المسطحات الخضراء. ب) تطوير الأجهزة والمفاهيم للحث على استخدام أجهزة ري المسطحات الخضراء. ج) المساعدة في الأبحاث من خلال دوره في تطوير المؤسسة الأمريكية للجولف ولجنة الأبحاث البيئية للمسطحات الخضراء وكان عضواً في هذه اللجنة منذ ١٩٨٢م التي دعمت مالياً أبحاث المسطحات الخضراء أكثر من أي مؤسسة أخرى، وكان ذلك بشكل أساسي على أبحاث المياه. د ـ واطسون عمل مستشاراً على مستوى العالم للهيئات الدولية في كرة القدم والرياضات الأخرى وملاعب الجولف. هذا الإلهام من خلال التشجيع والتنشئة والنصح المخلص والمثل الأعلى للكثيرين في مجالات صناعة المسطحات الخضراء وخاصةً نحن المؤلفين فكان له دور كبير في حياتنا ومجال عملنا.

الشكر لك د. واطسون وحياة سعيدة.

المؤلفون

The Authors

روني آر دنكن، دكتوراه .Ronny R.Duncan,ph,D

روني آر دنكن، حصل على بكالوريوس في العلوم من جامعة Texas Tech ودرجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة Texas A &M لقد أمضى د.دنكن من مايو ١٩٧٧م إلى يوليو٢٠٠٣م بجامعة Georgia-Griffin بالبحث العلمي في الحشائش. وتركزت أبحاثه في البداية على التربية والجينات والإجهاد الفسيولوجي والجهود البيئية لحبوب الذرة الشامية، وبنهاية ١٩٩٣م بدأ البحث العلمي في نباتات المسطحات الخضراء (Tall fescue, sea shore paspalum) وتراوحت خبرته في الجفاف واجتهادات حموضة التربة مبدئياً ثم عمل بمشاكل مرتبطة بالملوحة وإدارة المسطحات الخضراء التي تشمل سياسات ترشيد المياه ومشاكل نوعية المياه والخيارات الأخرى لاستخدام مياه الري لحشائش المسطحات الخضراء وبعد تقاعده من جامعة Georgia أصبح نائب رئيس شركة (Turf co systems, LLC) ليركز في التدريس في ورش العمل بمجال (GCSAA\GIS) في مجالات نوعية مياه ري المسطحات الخضراء وإدارة نباتات (seashore paspalum) ومواقع المسطحات الخضراء المتأثرة بالملوحة وترشيد مياه المسطحات الخضراء.ويعمل حالياً كمستشار عالمي في مجال الحشائش والتحديات المائية ولا يزال يقوم بتطوير بعض المنتجات لشركة Turf co systems والاستمرار في كتابة الكتب ذات العلاقة بتحديات إدارة المسطحات الخضراء. ولقد طور براءات لخمسة أنواع من النباتات من نوع paspalum وخمسة أنواع من نباتات Tall fescue التي توجد بالأسواق حاليا. وهو عضو في جمعية المحاصيل الأمريكية وكتب أكثر من ٢٠٠ورقة علمية محكمة علمياً ونشر أكثر من ٥٠٠ مقالة.

روبرت. إن. كارو، دكتوراه .Robert N.Carrow, Ph.D

الدكتور روبرت كارو أستاذ علوم المسطحات الخضراء في قسم المحاصيل والتربة بجامعة جورجيا والواقعة في محطة التجارب بجورجيا بمدينة Griffin. أصل الدكتور كارو من ولاية ميتشجن وحصل على البكالوريوس عام

١٩٦٨م والدكتوراه ١٩٧٢م في المحاصيل والتربة من جامعة ميتشجن. كان عضو هيئة التدريس في علم المسطحات الخضراء بجامعة ماسشوستيس (١٩٧٦-١٩٨٤م) قبل قبوله عرض للأبحاث في المسطحات الخضراء بجامعة جورجيا بنسبة١٠٠٪ سنة ١٩٨٥م.

ألف الدكتور كارو ثلاثة كتب بالمشاركة وهي :

- إدارة وتقييم المسطحات الخضراء المتأثرة بالأملاح سنة ١٩٩٨م.
- المسطحات الخضراء البيئية سنة ٢٠٠٠م.
- المشاكل الكيميائية وخصوبة التربة للمسطحات الخضراء ٢٠٠١م.

وكان مشاركاً في تحرير المرجع المحصولي رقم ٣٢ من الجمعية للمحاصيل الأمريكية عام ١٩٩٢م، وخدم في الجمعية الأمريكية ضمن قسم علم المسطحات الخضراء كرئيس لها، وخدم في هيئة تحرير المجلة. ولقد خدم منذ (١٩٩٣- ٢٠٠٤م) كنائب رئيس للجمعية العالمية للمسطحات الخضراء. وهو عضو في جمعية المحاصيل الأمريكية.

لقد كتب أكثر من فصل في كتب علمية وأكثر من ١٠٠ مقال في مجالات علمية و٢٠١مقال في مجلات تجارية ويعتبر متحدثًا جيدًا حيث ألقى أكثر من ٥٠٠ محاضرة على مستوى العالم لمختصين في مجال المسطحات الخضراء و ٢٦ محاضرة علمية في ٣٨ ولاية ودول مختلفة من ضمنها استراليا وكندا وبريطانيا وسنغافورة واليابان وجوام وكان متعاون في إنتاج ثلاثة أنواع من حشائش برمودا وأربعة من seashore paspalum وثلاثة منTall fescue .

يقوم د.كارو حاليا مع المؤلفين الآخرين بالكتابة عن أفضل إدارة للمسطحات الخضراء ومواضيع نوعية مياه الري وأفضل إدارة للمسطحات الخضراء المتأثرة بالأملاح وأفضل إدارة لترشيد المياه ورفع كفاءة استخدام المياه. ولأكثر من ٢٨ عامًا يقوم د.كارو بتنظيم ورشتي عمل سنوياً لفترة يومين لجمعية GCSAA للجولف في مجالات إدارة المواقع المتأثرة بالأملاح والتسميد وخصوبة التربة وإدارة وتقييم مشاكل الترب الطبيعية وأفضل إدارة للمحافظة على الماء بملاعب الجولف.

وتتركز أبحاث د.كارو حالياً على مراقبة التغيرات المكانية والزمانية لخواص التربة بالإضافة إلى تطبيقات إجهاد المسطحات الخضراء. وتركيزه على المراقبة ورسم الخرائط وتحليل الاختلافات المكانية والزمانية في المحتوى الرطوبي للتربة والإجهاد النباتي واندماج التربة وملوحتها، وكل ذلك يهدف إلى ١- تحسين كفاءة استخدام المياه والترشيد بتحفيز استخدام تصاميم الري والجدولة. ٢- ترشيد المياه ومواضيع نوعية مياه الري. ٣- أدارة المواقع المتأثرة بالأملاح ونباتات seashore paspalum. ٤- إجهاد النقل على المواقع الترفيهية خاصة اندماج التربة.

مايكل تي هيك Michael T. Huck

مايكل هيك هو حالياً مستشار في مجال المسطحات الخضراء وإدارة الري وله أكثر من ٣٠ سنة خبرة في صناعة صيانة ملاعب الجولف. أمضى ٦ سنوات كمتخصص في المحاصيل بجمعية الجولف الأمريكية بالقسم الأخضر من الملاعب بمنطقة جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية و١٣ سنة كمسئول عن الملاعب الرياضية بجنوب ولاية كاليفورنيا، حيث تروى هذه الملاعب بمياه معالجة أو مياه جوفية مالحة نسبياً.

بعد تأكيد ما تم عمله في كاليفورنيا لم تكن هناك معلومات منشورة من إدارة المسطحات الخضراء والحدائق باستخدام مياه غير صالحة للشرب، بعدها بدأ بدراسة المقالات والمطبوعات المرتبطة بنوعية مياه الري الزراعي. ومن ثم طبق الأساسيات في إدارة الترب وري المسطحات والأشجار ونباتات الزينة. نجاحاته كانت بالتغلب على التحديات باستخدام مياه غير صالحة للشرب التي أقر بها سنة ١٩٩٣م عندما دعي إلى المؤتمر الوطني لملاعب الجولف بالمياه المعالجة. وبهذا المؤتمر طلب من كل متحدث أن يتقدم بورقة علمية أصبحت بعد ذلك جزءاً من كتاب عن إعادة استخدام مياه المعالجة لري ملاعب الجولف. وبعد عدة سنوات انضم إلى جمعية الجولف الأمريكية USGA وكان المؤلف الرئيسي أو المشارك في عدة مقالات باستخدام مياه غير صالحة للشرب وإعادة استخدام المياه ونوعية المياه ومواضيع متعلقة بالري.

واهتم هيك بمواضيع أخرى مثل التوزيع المتجانس للري والجدولة والكفاءة. وهو معتمد من هيئة الري كمختبر لملاعب الجولف واستخدام برامج التحليل المختلفة والطرق العادية المستعملة عادة في مختبرات المصانع فقط لاستخدامها في التقييم الحقلي وجدولة الري. لقد وجد هيك أن هذه الأساسيات مهمة للمحافظة على الماء وإدارة مصادر مياه الري الرديئة.

لقد حصل مايكل على درجة البكالوريوس في مجال البساتين والتركيز على حشائش المسطحات الخضراء في عام ١٩٨٢م من جامعة ولاية كاليفورنيا بولوتيكنيك، بومونا. مايك و د. دنكن يقدمان حالياً محاضرات تعليمية ليوم كامل للمؤسسة الأمريكية لملاعب الجولف GCSAA عن إدارة وتقييم نوعية مياه ري المسطحات الخضراء، ومنذ ٢٠٠٣م يعمل مستشارًا في مجال صناعة المسطحات الخضراء لملاعب الجولف والتربة ونوعية المياه ومختبر للري وإدارة المياه بشركته الخاصة (Irrigation & Tufgra Services) .

تقديم
Preface

بدون الماء لا توجد حياة، ولا يستطيع أن يحيا الإنسان والحيوان والنبات بدون الماء، وعند مقارنة الماء بالمصادر الطبيعية الأخرى مثل البترول رغم أهميته في العصر الحاضر يبقى الماء أكثر قيمة بمراحل عن البترول الذي يمكن تعويضه بمصدر آخر إلا أنه لا يمكن استبدال الماء بمواد أخرى إطلاقاً.

في العصر الحاضر، فهمنا لنوعية الماء مرتبط بمياه الشرب المستخدمة للإنسان والحيوان فقط. ولكن مازلنا نتعلم كثيراً عن النواحي التقنية لهذا المصدر الحرج عندما يضاف إلى التربة والنبات. ومن خلال الحوادث البيئية المختلفة التي تتراوح بين الجفاف في بعض المناطق والفيضانات في مناطق أخرى، فإن زراعة المسطحات الخضراء والحدائق تعتبر تحديا في حد ذاتها. وبوجود الملوحة بالماء يحدث تداخل معنوي بين أنواع النباتات وأصنافها، وتركيز الأملاح ونوع قطاع التربة والمناخ قد يسبب التباين عند محاولة القيام بإدارة المسطحات الخضراء والمتنزهات.

وبالرغم من أن نوعية مياه الري لم تحظَ بالاهتمام إلا مؤخرا في ملاعب الجولف والمسطحات الخضراء وصناعة الحدائق والمتنزهات ، إلا أن ملوحة مصادر ماء الري حظيت بالاهتمام منذ فترة طويلة.

ومنذ عقود كتب المهندس المعماري د.اليستر مكانزي عدة مرات عن هذا الموضوع في كتابه المفقود The Spirit of St Audrow (المؤلف سنة ١٩٣٤م والذي اكتشف وأعيد طباعته سنة١٩٩٥م). لقد ذكر مكانزي أن ماء البئر في متنزهSharp ملعب الجولف في سان فرانسيسكو يحتوي على أكثر من ٧٠٠ ملجم/ لتر من الأملاح. ولقد أوضح أن القليل من الحشائش تنمو بصفة جيدة في المنطقة، وعليه تم اتخاذ قرار بجلب نبات Agrostis maritime من مدينة مارسفيل بولاية أوريجن التي يمكنها تحمل فيضانات ماء البحر لأكثر من شهرين خلال العام.

ولقد أوضح د.مكانزي كذلك أن فاتورة مياه ملعب الجولف "Cypress point" عالية جدا ويمكن تخفيف تكاليفها بحفر آبار في الملعب نفسه. ولكنه تساءل في نفس الوقت عن مدى الخطر المحتمل من القيام بذلك في الموقع، وتساءل" هل من الأفضل الاستمرار في تلك المياه المعروفة بأنها مناسبة لري المسطحات الخضراء دون النظر إلى

التكلفة الاقتصادية لذلك؟" ولقد أشار مكانزي أن البحث في الكتيبات الصادرة من المؤسسة الأمريكية للجولف USGA والملاعب الأخرى لم يجد إلا القليل جدا منها تعرض إلى موضوع نوعية المياه.

واعتقد أن منسوبي القسم الأخضر بملاعب الجولف قادرون على حل العديد من المشاكل وتوفير آلاف الدولارات سنوياً.

وكما هو الحال في عام ١٩٣٤م بخصوص مشكلة نوعية المياه والمسطحات الخضراء فإن الحالة كما هي عليه في الوقت الحاضر، حيث إن أعدادًا قليلة من مدراء مشاريع المسطحات الخضراء قد نالوا قسطاً من التدريب في مجال نوعية مياه الري. كما أننا نتمنى أن يكون هذا الكتاب البداية الأساسية لفهم التعقيدات والمشاكل المختلفة الناجمة عن نوعية مياه الري والذي سوف يقود إلى اتخاذ قرارات إدارية تعتمد على معلومات علمية، التي تكون صديقة للبيئة ومستدامة خلال الألفية القادمة.

يركز هذا الكتاب على توفير معلومات شاملة تعتمد على أسس علمية واضحة وعميقة عن : ١- فهم تقارير نوعية مياه الري، ٢- توضيح حالات نوعية مياه الري والتحديات المرتبطة بمصادر المياه المختلفة وأنظمة التخزين ونقل الماء ونباتات المسطحات والتربة ومجالات الهيدرولوجي،٣- تطوير وتطبيق أفضل الطرق الإدارية لمناقشة كل أنواع المشاكل التي تؤثر على إنتاجية ووضع المسطحات الخضراء، ٤- مناقشة الاهتمامات البيئية المحتملة الناتجة عن استخدام نوعية مختلفة من مصادر مياه الري بالحدائق والمتنزهات والمسطحات الخضراء من تلك المناطق إلى مستوى حوض التجميع. كما أن الاختلافات وطبيعة التحديات المرتبطة باستخدام مياه مختلفة النوعية قد تبدو مبدئياً كبيرة جداً. ولكن هدفنا هو إبراز المشاكل الحقلية بأسلوب منطقي علمي مناسب وبمعلومات تطبيقية مفصلة تفي بحل كل المشاكل المعنية.

تمثل الصور الملونة ضمن صفحات هذا الكتاب القليل جداً من الأمثلة التي تحصي تحديات نوعية المياه في العالم. من الممكن الحصول على مواضيع نوعية المياه بدول ومناطق عديدة تختلف بدرجة خطورتها وتعبيراتها بالتربة والنباتات ويعتمد ذلك على الجيولوجيا والهيدرولوجي والتأثيرات البيئية بالمنطقة. وتعتمد مواضيع نوعية المياه مباشرة على التساقط وشدتها وزيادتها وتكرارها وشكل توزيعها وكذلك على التذبذب في التغيرات المناخية. إن كلاً من كمية ونوعية المياه متغيرة في الطبيعة وتتغير بشكل ثابت على المسطحات الخضراء واستدامة النباتات في المتنزهات (انظر الصور الملونة صفحات ١٣٥-١٣٨).

رون دنكن

روب كارو

مايك هك

المحتويات

مقدمة المترجم ..... **هـ**

إهداء ..... **ز**

المؤلفون ..... **ط**

تقديم ..... **م**

الجزء الأول: فهم تقييم مياه الري **١**

الفصل الأول: نظرة عامة لاهتمامات نوعية مياه الري **٣**

١,١ معضلة مياه الشرب ٣

١,٢ مصادر مياه الري البديلة ٥

١,٣ نظرة عامة لتحديات نوعية مياه الري ٩

١,٤ الاهتمامات الحالية ١٤

الفصل الثاني: المكونات المهمة في مياه الري **١٧**

٢,١ مكونات مياه الري ١٧

٢,٢ المعايير الاسترشادية ٢٣

٢,٢,١ ملاحظات عامة ٢٣

٢,٢,٢ افتراضات المعايير الاسترشادية ٢٥

٢,٢,٣ المنطق السليم والمعايير الاسترشادية ٢٧

٢,٣ عوامل نوعية المياه الحيوية ٢٨

٢,٣,١ مسببات أمراض الإنسان ٣٠

٢,٣,٢ مسببات الأمراض النباتية ٣٣

٢,٣,٣ الطحالب ٣٣

٢,٣,٤ الطحالب الخضراء المزرقة ٣٥

٢,٣,٥ بكتريا الحديد و المنجنيز والكبريت ٣٥
٢,٣,٦ نيماتودا النبات ٣٦
٢,٤ عوامل نوعية المياه الفيزيائية ٣٦
٢,٤,١ المواد الصلبة الكلية العالقة ٣٦
٢,٤,٢ العكارة..... ٣٩
٢,٤,٣ اللون..... ٤٠
٢,٤,٤ الرائحة ٤٠
٢,٤,٥ درجة الحرارة ٤٠
٢,٥ عوامل نوعية المياه الكيميائية..... ٤١
٢,٥,١ الأكسجين الذائب..... ٤٢
٢,٥,٢ المواد العضوية القابلة للتحلل حيوياً ٤٣
٢,٥,٣ الكلور الحر والمتبقي والمشترك..... ٤٦
٢,٥,٤ مواد الجذب السطحي ٤٧
٢,٥,٥ غاز ثاني أكسيد الكبريت..... ٤٧
٢,٥,٦ المبيدات ٤٨
٢,٥,٧ الشحوم والزيوت..... ٤٩
٢,٥,٨ المواد الكيميائية المضرة بالغدد الصماء..... ٤٩
٢,٥,٩ مركبات العقاقير النشطة..... ٤٩
٢,٦ إجمالي الأحمال القصوى اليومية ٥٠
الفصل الثالث: فهم اختبارات نوعية مياه الري ٥١
٣,١ اختبار نوعية المياه ٥١
٣,١,١ أهمية الاختبار ٥١
٣,١,٢ الوحدات والتحويل..... ٥٤
٣,١,٣ معلومات تقرير نوعية مياه الري الروتيني ٥٥
٣,٢ خواص نوعية المياه العامة ٥٨
٣,٢,١ درجة تفاعل الماء (الرقم الهيدروجيني) ٥٨
٣,٢,٢ القلوية، البيكربونات، والكربونات ٦٠
٣,٢,٣ العسر ٦١
٣,٣ الأملاح الكلية الذائبة (الملوحة الكلية) ٦٢

٣,٤ الخطورة على النفاذية من الصوديوم ٦٨
٣,٤,١ نسبة الصوديوم المدمص والمعدلة والصوديوم المنضبط ٧٠
٣,٤,٢ كربونات الصوديوم المتبقية ٧٣
٣,٥ تأثير الأيون المحدد (إصابة الجذور والإصابة المتراكمة للمجموع الخضري) ٧٧
٣,٦ الإصابة الخضرية المباشرة ومشاكل متنوعة ٨٠
٣,٧ المغذيات ٨٠
٣,٨ العناصر النادرة ٨٣
٣,٩ جدول الخلاصة ٨٥
الفصل الرابع: المراقبة الميدانية ٨٩
٤,١ التقييم الميداني عن طريق الملاحظة البصرية ٩٠
٤,٢ المراقبة الميدانية بالأجهزة المحمولة ٩١
٤,٣ المراقبة الميدانية المتنقلة للملوحة ٩٥
٤,٣,١ جهاز الاستشعار المتنقل ذو الأربعة أقطاب ٩٦
٤,٣,٢ أجهزة استشعار كهرومغناطيسية محمولة ٩٩
٤,٤ المراقبة بالموقع وأجهزة الاستشعار ٩٩
٤,٥ عينات المياه والاختبار في المختبر ١٠٠
٤,٥,١ الإجراءات والتكرار ١٠٠
٤,٥,٢ جمع العينات ١٠٣
٤,٥,٣ نتائج اختبار المياه المطلوبة من المختبر ١٠٤
٤,٥,٤ تقييم دقة نتائج اختبار الماء بالمختبر ١٠٤
٤,٦ مختبر اختبار عينات التربة ١٠٦
٤,٦,١ جمع عينات التربة ١٠٦
٤,٦,٢ التحليل المختبري لعينات التربة ١٠٨
٤,٧ التسجيلات التاريخية لنوعية التربة والمياه ١١٠
الجزء الثاني: نوعية مياه الري، الحالات والإدارة ١١١
الفصل الخامس: مياه الري منخفضة الملوحة / المنخفضة بالتوصيل الكهربي / عالية النقاوة ١١٣
٥,١ المقدمة ١١٣
٥,٢ مصادر مياه الري عالية النقاوة منخفضة الملوحة ١١٣
٥,٣ تحديد مياه الري عالية النقاوة / منخفضة الملوحة ١١٤

٥,٤ المشاكل المرتبطة بانخفاض ملوحة مياه الري ١١٤
٥,٤,١ التقلبات في الرقم الهيدروجيني..... ١١٤
٥,٤,٢ التسرب والتسرب العميق ١١٥
٥,٤,٣ مشاكل التآكل مع مياه عالية النقاوة..... ١١٦
٥,٤,٤ المخاوف الغذائية ١١٩
٥,٥ الممارسات المحددة لإدارة مصادر مياه الري عالية النقاوة/منخفضة الملوحة ١٢٠
الفصل السادس: الري بمصادر مياه مالحة..... ١٢٣
٦,١ مشاكل الملوحة: نظرة عامة ١٢٣
٦,١,١ الملوحة: القضية المهيمنة ١٢٣
٦,١,٢ دروس من التاريخ ١٢٦
٦,٢ الإدارة المستدامة للمسطحات الخضراء أفضل الممارسات الإدارية..... ١٢٩
٦,٢,١ أفضل الممارسات الإدارية والإدارة المستدامة..... ١٢٩
٦,٢,٢ فهم المشاكل البيئية ١٣٩
٦,٣ أفضل الممارسات الإدارية لإدارة المساحات التجميلية والمسطحات الخضراء ١٤٠
٦,٣,١ اختيار نباتات المساحات التجميلية والمسطحات الخضراء..... ١٤٠
٦,٣,٢ اختيار ماء الري ١٤٢
٦,٣,٣ تصميم نظام الري والأجهزة للاستخدام الكفء للمياه ١٤٤
٦,٣,٤ جدولة الري ١٥٠
٦,٣,٥ الصرف ١٥٢
٦,٤ إعادة استخدام مياه الصرف..... ١٥٣
الفصل السابع: مياه البحر ومياه الري المخلوطة بمياه البحر ١٥٥
٧,١ الري بماء البحر ١٥٥
٧,١,١ احتمالية الري بماء البحر..... ١٥٥
٧,١,٢ المعضلة ١٥٨
٧,٢ المبادئ الأساسية ١٥٩
٧,٣ اعتبارات التشييد: تحسين البنية التحتية..... ١٦٠
٧,٣,١ قدرات نظام الري ١٦٠
٧,٣,٢ الغطاء الرملي والصرف ١٦٣
٧,٣,٣ التخلص من الأملاح..... ١٦٦

٧,٣,٤ تقييم مواقع تداخل مياه البحر ١٦٧
٧,٤ التأسيس و النمو وإدارة المسطحات ١٦٨
٧,٤,١ اختيار العشب ١٦٨
٧,٤,٢ التأسيس والنمو ١٦٩
٧,٥ المسطحات كاملة النمو والتسميد الضمني ١٧٤
٧,٦ تكاليف الصيانة على المدى الطويل ١٧٦
٧,٧ الخلاصة ١٧٩
الفصل الثامن: مياه الري المعالجة ١٨١
٨,١ استخدام المياه المعالجة على المسطحات الخضراء ١٨١
٨,١,١ ليس توجها ولكنه التيار الرئيسي ١٨١
٨,١,٢ ما هي المياه المعالجة ١٨١
٨,١,٣ إعادة الاستخدام في المناطق الحضرية ١٨٢
٨,١,٤ ترشيد المياه أو الحد من التلوث ١٨٤
٨,١,٥ الموازنة بين ترشيد المياه والملوحة ١٨٥
٨,١,٦ التحديات ١٨٦
٨,٢ النواحي التنظيمية ١٨٦
٨,٢,١ الارتباطات العرضية ١٨٩
٨,٢,٢ إخطار (إشعار) العامة ١٩٠
٨,٢,٣ المعايير الاسترشادية للتشغيل ١٩٠
٨,٢,٤ الأنظمة الأخرى ١٩١
٨,٢,٥ مفاوضات ١٩٢
٨,٣ نوعية المياه بشكل عام ١٩٤
٨,٤ الأملاح الكلية الذائبة ١٩٥
٨,٥ خطر النفاذية الناتجة من الصوديوم ١٩٦
٨,٦ مشكلات الأيونات المحددة ١٩٩
٨,٦,١ بيكربونات وكربونات ١٩٩
٨,٦,٢ السمية الناتجة من الزيادة في البورون والكلوريد والصوديوم ٢٠١
٨,٦,٣ الكبريتات الزائدة ٢٠٢
٨,٧ الاعتبارات الغذائية ٢٠٣

٨,٨ المواد الصلبة الكلية العالقة ٢١١
٨,٩ الجوانب الإدارية ٢١٢
٨,٩,١ المراقبة ٢١٢
٨,٩,٢ الصرف والغسيل ٢١٢
٨,٩,٣ برامج العمليات الزراعية والغسيل ٢١٣
٨,٩,٤ أنظمة الرشاشات المزدوجة التكميلية ٢١٣
٨,٩,٥ اختيار الأصناف ٢١٤
٨,٩,٦ تكاليف إدارة ٢١٥
٨,٩,٧ الاعتبارات الإدارية الأخرى ٢١٦
٨,٩,٧,١ اختيار الأسمدة ٢١٦
٨,٩,٧,٢ بحيرات الزينة وخزانات الري ٢١٨
٨,٩,٧,٣ المناخ ٢١٩
٨,١٠ الخلاصة ٢١٩
الفصل التاسع: الري و إعادة استخدام مياه العواصف ٢٢١
٩,١ التحولات في إدارة مياه العواصف ٢٢١
٩,١,١ إعادة استخدام مياه العواصف ٢٢١
٩,١,٢ مقياس حصاد مياه العواصف المطرية ٢٢٣
٩,٢ استخدامات مياه العواصف المطرية ٢٢٦
٩,٣ خصائص مياه العواصف المطرية ٢٢٨
٩,٤ النظرة العامة التنظيمية ٢٣٢
٩,٥ إدارة مياه السيول ٢٣٤
٩,٥,١ طرق المعالجة ٢٣٤
٩,٥,٢ تعليقات إضافية على معالجة الملوثات ٢٤٠
٩,٦ إعادة استخدام مياه السيول في ملاعب الجولف ٢٤٢
٩,٧ الخلاصة ٢٤٤
الجزء الثالث: خيارات الإدارة للمشاكل في مواقع محددة ٢٤٥
الفصل العاشر: تصميم نظام الري للمياه ذات النوعية الرديئة ٢٤٧
١٠,١ عمليات الري و نوعية المياه الرديئة ٢٤٧
١٠,١,١ التوزيع الملحي والغسيل ٢٤٨

١٠,١,٢ تأثيرات انتظامية التوزيع على الغسيل وتوزيع الأملاح ٢٤٩
١٠,١,٣ نوعية المياه و الملوحة الحرجة ونسبة الغسيل ٢٥٠
١٠,١,٤ نسبة الغسيل و التصميم الهيدروليكي لأنظمة الري ٢٥١
١٠,١,٥ تأثير أنواع التربة ونوعية المياه على أنظمة التحكم والتصاميم ٢٥١
١٠,٢ اعتبارات تصميم نظام الري لإدارة المياه ذات النوعية الرديئة ٢٥٢
١٠,٣ صيانة نظام الري للمحافظة على انتظامية التوزيع المثلى ٢٦٥
١٠,٣,١ تقييم و"تنظيف" نظم الري ٢٦٥
١٠,٣,٢ تقييمات الانتظامية باستخدام أوعية القياس ٢٦٩
١٠,٣,٣ تقييم بيانات اختبار وعاء القياس ٢٧٠
١٠,٣,٤ الاحتمالات المستقبلية لدعم تصميم نظام الري والجدولة ٢٧٢
١٠,٣,٥ تطوير جدولة الري الأساسية ٢٧٤
١٠,٣,٦ المتنوعات الأخرى لصيانة نظام الري ٢٧٤
١٠,٣,٧ إدارة نظام ري رديء باستخدام نوعية المياه الرديئة ٢٧٥
١٠,٣,٨ الآثار الاقتصادية لتصاميم نظم الري الضعيفة ٢٧٦
الفصل الحادي عشر: فعالية غسيل المواقع المالحة و الصودية بمياه الري ٢٧٩
١١,١ إدارة الملوحة ٢٧٩
١١,٢ نوع الملح وإدارة الملوحة ٢٨١
١١,٣ عوامل التربة وإدارة الملوحة ٢٨٦
١١,٤ نوع العشب وإدارة الملوحة ٢٩٣
١١,٥ نوعية المياه وإدارة الملوحة ٢٩٥
١١,٥,١ المحافظة على الغسيل، متطلبات الغسيل، ونوعية مياه الري ٢٩٥
١١,٥,٢ الاستصلاح بالغسيل ونوعية مياه الري ٣٠٠
١١,٦ الظروف المناخية وإدارة الملوحة ٣٠٤
١١,٧ تعزيز فعالية غسيل الأملاح ٣٠٥
١١,٧,١ تصميم نظام الري ٣٠٥
١١,٧,٢ طريقة إضافة مياه الري ٣٠٦
١١,٧,٣ الحراثة والصرف ٣٠٩
١١,٧,٤ الغطاء الرملي ٣١١
١١,٧,٥ محسنات التربة والمياه ٣١١

١١,٧,٦ التحديد الدقيق لمتطلبات الري الكلية ٣١٢
١١,٧,٧ مراقبة الملوحة ٣١٣
١١,٨ لخلاصة ٣١٤
الفصل الثاني عشر: معالجة المياه لمشاكل محددة ٣١٥
١٢,١ نظرة عامة لمعالجة المياه ٣١٥
١٢,٢ تحميض المياه ٣١٧
١٢,٢,١ المستوى المتوسط إلى العالي من الصوديوم والعالي من HCO_3/CO_3 ..... ٣١٧
١٢,٢,٢ محتوى الصوديوم المتوسط إلى العالي والترب الجيرية ٣١٩
١٢,٢,٣ ارتفاع Ca/Mg ، وارتفاع HCO_3/CO_3 وانخفاض الصوديوم ٣١٩
١٢,٢,٤ الصوديوم المتوسط إلى العالي وانخفاض تركيز HCO_3/CO_3 ..... ٣٢٢
١٢,٢,٥ تحميض المياه لغرض تحميض التربة ٣٢٢
١٢,٢,٦ المنتجات المحمضة (ذات التأثير الحمضي) ٣٢٣
١٢,٢,٧ الكبريتات الزائدة في مياه الري ٣٢٥
١٢,٣ معالجات المياه بالكالسيوم ٣٢٧
١٢,٤ حقن الكالسيوم والمياه عالية النقاوة ٣٢٨
١٢,٥ قضايا معالجة مياه الصرف الصحي لأغراض الري ٣٣٠
١٢,٦ الحديد والمنجنيز ٣٣٤
١٢,٦,١ المشاكل ٣٣٤
١٢,٦,٢ الأكسدة الميكانيكية والترسيب ٣٣٥
١٢,٦,٣ الأكسدة الكيميائية والترسيب والتصفية ٣٣٦
١٢,٧ الكلورة ٣٣٧
١٢,٨ مستوى الكربونات ومشاكل القشرة الملحية ٣٣٩
١٢,٩ التآكل ٣٤١
١٢,١٠ بكتيريا الكبريت والكبريتيد ٣٤١
١٢,١١ الروائح ٣٤٢
١٢,١٢ الترشيح ٣٤٣
١٢,١٣ التحلية ٣٤٥
١٢,١٤ معدات تحسين المياه ٣٤٨
١٢,١٥ بيانات ختامية ٣٥٠

الفصل الثالث عشر: الاعتبارات الغذائية مع نوعية المياه المتغيرة ٣٥١
١٣,١ نوعية المياه والتغذية ٣٥١
١٣,٢ اختبارات نوعية مياه الري، والتربة، والنبات ٣٥٢
١٣,٣ مياه الري المالحة والمعالجة والتحديات التغذوية ٣٥٣
١٣,٣,١ العوامل التي تسهم في التحديات التغذوية ٣٥٣
١٣,٣,٢ العلاقات الغذائية المهمة والتداخلات ٣٥٧
١٣,٤ مياه الري عالية النقاء والتحديات التغذوية ٣٦٩
١٣,٥ المنتجات ومشكلات الملصقات ٣٧٠
١٣,٦ الخلاصة ٣٧١
الفصل الرابع عشر: إدارة مياه البحيرات و البرك والجداول المائية ٣٧٣
١٤,١ نظرة عامة على نوعية المياه السطحية والتخزين ٣٧٣
١٤,١,١ عناصر نوعية المياه أو الإجهادات ٣٧٣
١٤,١,٢ مصادر الإجهادات ٣٧٤
١٤,١,٣ اعتبارات تخزين المياه ٣٧٨
١٤,٢ بيئة البحيرة والبركة ٣٨١
١٤,٢,١ الخصائص البيئية للبحيرة ٣٨١
١٤,٢,٢ تصميم بركة أو بحيرة الري ٣٨٥
١٤,٣ العكارة ٣٨٧
١٤,٣,١ الأسباب والمشاكل ٣٨٧
١٤,٣,٢ إزالة العكارة والمعالجات الأخرى ٣٨٨
١٤,٤ الطحالب والسينوبكتيريا (الطحالب الخضراء المزرقة) ٣٩٠
١٤,٤,١ الأوصاف والمشاكل ٣٩٠
١٤,٤,٢ السيطرة على الفوسفور والعناصر الغذائية ٣٩٣
١٤,٤,٣ التهوية ٣٩٥
١٤,٤,٤ كيماويات التظليل ٣٩٦
١٤,٤,٥ مولدات الأوزون ٣٩٦
١٤,٤,٦ استخدام قش الشعير للسيطرة على الطحالب ٣٩٧
١٤,٤,٧ أجهزة الموجات فوق الصوتية ٣٩٧
١٤,٤,٨ مولد حمض الكبريتيوز ٣٩٨

١٤,٤,٩ التدابير الأخرى الممكنة لمكافحة الطحالب ٣٩٨
١٤,٥ منطقة القاع اللاهوائية ٣٩٩
١٤,٦ النباتات المائية ٤٠٢
١٤,٧ الرائحة واللون ٤٠٢
١٤,٨ مؤشرات لون البرك والبحيرات ٤٠٣
١٤,٩ الجداول المائية ٤٠٣
١٤,١٠ الرقم الهيدروجيني غير المناسب للماء (إضافة الجير للبحيرة) ٤٠٣
١٤,١١ المعالجة الطبيعية (الحقول المغسولة) ٤٠٤
الجزء الرابع: الاهتمامات البيئية المرتبطة بمصادر مياه الري على مستوى حوض التجميع و المساحات التجميلية .. ٤٠٧
الفصل الخامس عشر: دمج مصادر مياه الري لتقليل المخاوف البيئية – تحديا متزايدا لأداء المسطحات الخضراء .. ٤٠٩
١٥,١ مقدمة: الاندماج بين مصدر المياه وحمولة الأملاح ٤٠٩
١٥,٢ إستراتيجية الإدارة الشاملة ٤١٠
١٥,٣ التداخلات المتعددة ٤١٠
١٥,٤ اعتبارات الإدارة الحرجة ٤١٠
١٥,٤,١ المراقبة الاستباقية ٤١٠
١٥,٤,٢ الرصد التفاعلي ٤١١
١٥,٤,٣ إستراتيجيات أخذ العينات ٤١١
١٥,٤,٤ فهم تأثير الملوحة ٤١٢
١٥,٤,٥ قيود إضافية ٤١٣
١٥,٤,٦ الفحص الواقعي: تحميل الأملاح من مصدر أو مصادر مياه الري ٤١٤
١٥,٥ المسطحات الخضراء ٤١٦
١٥,٥,١ خيارات الخلط لأعشاب محددة ٤١٧
١٥,٥,٢ تأثيرات نوعية المياه على مبيدات الأعشاب ٤١٨
١٥,٦ الخلاصة ٤٢٠
الفصل السادس عشر: دراسة حالات ٤٢١
دراسة الحالة الأولى: بحيرة الري (هاواي) ٤٢١
دراسة حالة رقم ٢ : مصادر ثلاث للماء (هاواي) ٤٢٣
دراسة الحالة ٣: بحيرة (نيفادا) ٤٢٤
دراسة الحالة ٤: طبقة هوثورن Ha,wthorn الحاملة لمياه الآبار (جنوب غرب فلوريدا) ٤٢٥
دراسة الحالة ٥: بحيرة المياه الجوفية المخلوطة مع مياه آبار طبقة هيثورن Hawthorn (جنوب غرب فلوريدا) ٤٢٧

دراسة الحالة ٦: مقاطعة أورانج (جنوب كاليفورنيا) نوعية مياه الشرب مقابل نوعية المياه المعاد تدويرها ٤٢٨
دراسة الحالة ٧ : خط الحدود بين ولايتي كاليفورنيا ونيفادا لنوعية المياه الجوفية- التغيرات في ثلاث آبار ٤٢٩
دراسة الحالة ٨ : TPC ، سكوتسديل بولاية أريزونا ٤٣٠
المراجع **٤٣٣**
الملحق **٤٥٥**
نباتات الزينة المتحملة للأملاح والبورون ٤٥٥
مراجع **٤٠٩**
ثبت المصطلحات: **٤١١**
أولا: عربي ــ إنجليزي ٥١١
ثانيًا: إنجليزي ــ عربي ٥٥٥
كشاف الموضوعات **٥٩٩**