بسم الله الرحمن الرحيم

جودة مياه الري و طرق تحليلها

تأليف

أ.د. عبدرب الرسول بن موسى العمران

أ. علي محمد إبراهيم العتر **أ. محمود السيد علي نديم**

قسم علوم التربة ـ كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر، ١٤٣٧هـ (٢٠١٦م)

الطبعة الثانية ١٤٣٧هـ

الطبعة الأولى ١٤٣٢هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

العمران، عبد رب الرسول موسى

جودة مياه الري وطرق تحليلها/ عبد رب الرسول موسى العمران؛ علي محمد العتر؛ محمود السيد نديم-ط٢.- الرياض، ١٤٣٧هـ

٤٩٨ص، ١٧×٢٤سم

ردمك: ١-٤٦٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- الري ٢- المياه ٣- ضبط الجودة أ. العتر، على محمد (مؤلف مشارك) ب. نديم، محمود السيد (مؤلف مشارك) ج. العنوان

ديوي ٥٨٧, ٦٣١ ١٥٩٦/ ١٤٣٧

رقم الإيداع: ١٥٩٦/ ١٤٣٧

ردمك: ١-٤٦٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

نشر هذا الكتاب بناء على موافقة المجلس العلمي في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤٣٦/ ١٤٣٧هـ المعقود بتاريخ ٤/ ٢/ ١٤٣٧هـ الموافق ١٦/ ١١/ ٢٠١٥م، بعد استيفائه شروط التحكيم العلمي بالجامعة.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

شكر وتقدير

يود المؤلفون التقدم بالشكر إلى مجلس عمادة البحث العلمي بجامعة الملك سعود ومركز البحوث بكلية علوم الأغذية والزراعة، ومدير وأعضاء المركز للدعم الذي قدم لتأليف الكتاب وكذلك للدعم المستمر من المركز على إنهاء التأليف.

مقدمة الطبعة الثانية

أصبحت موضوعات جودة المياه وتلوثها والمعايير التي تحددها من الموضوعات المهمة في الوقت الحاضر خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث ندرة المياه من العوامل المحددة للتنمية. يقدم هذا الكتاب شرحاً مفصلاً عن جودة مياه الري والطرق المتبعة في تحليلها. استخدمت مصطلحات الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه بكثرة للدلالة على معايير تقييم جودة المياه. كما تستخدم تلك المعايير في تحديد إمكانية إضافة مصادر للمياه كانت مهملة وغير مستغلة، كما هو الحال مع استخدام المياه المعالجة في ري النباتات والمياه الرجيعة من محطات تحلية المياه. وقد اعتمد المؤلفون على نتائج بحوث قاموا بها علاوة على العديد من المصادر العلمية المحلية والأجنبية. تأتي الطبعة الثانية للكتاب لتلبية الطلب المتنامي من الطلاب والباحثين لما وجد للكتاب من منفعة وعظيم الاستفادة بحمد الله لما صرف في إعداده من عناية ووقت من قبل المؤلفين. ولقد أُعتمِد الكتاب كمقرر دراسي لتدريس صلاحية المياه للري بالإضافة إلى مقرر تلوث المياه كما تم اعتماده من قبل العديد من الزملاء المهتمين في تحليل المياه.

في الختام نود أن نشكر جميع من ساهم في تنقيح الإصدار الأول من الكتاب من الزملاء والدارسين والباحثين ومنسوبي قسم علوم التربة بكلية علوم الأغذية والزراعة بجامعة الملك سعود.

مقدمة المؤلفين

تعتبر جودة مياه الري أحد العوامل الرئيسة المحددة للإنتاج الزراعي خاصةً في المملكة العربية السعودية بحكم ظروفها المناخية القاسية وندرة المياه وملوحتها ببعض المناطق. وتكمن أهمية الكتابة في موضوعات نوعية وجودة المياه في كونها تحدد فيما إذا كانت المياه لاتسبب أي خطورة أو تدهور للتربة أو تسبب سمية للنباتات المروية. فمن المعروف أن مياه الري لها تأثيرات مختلفة على خواص التربة والنباتات النامية بها.

يتكون هذا الكتاب من سبعة فصول نظرية عن مياه الري في المملكة العربية السعودية وخواص الماء وتلوث المياه ومشكلة الملوحة والنفاذية في الترب المروية واستخدامات المياه، وكذلك يحتوي الكتاب على فصلين عن الطرق المعملية لتقدير مكونات الماء، حيث اشتملت على جمع العينات وطرق التحليل، ولقد روعي أن يختتم كل فصل ببعض الأسئلة كما عرضت كثير من الأمثلة والأشكال ضمن الكتاب. ولقد روعي كذلك في الكتاب الاستفادة من الخبرة الطويلة في مجال نوعية المياه بالتدريس والأبحاث التي قمنا بها خلال أكثر من خمسة وعشرون عاماً.

في الختام نود أن نشكر جميع منسوبي قسم علوم التربة بكلية علوم الأغذية والزراعة بجامعة الملك سعود في إخراج هذا الكتاب.

المؤلفون

المحتويات

الصفحة

شكر وتقدير ..... **هـ**
مقدمة الطبعة الثانية ..... **ز**
مقدمة المؤلفين ..... **ط**
قائمة الأشكال ..... **ذ**
قائمة الجداول ..... **ج ج**
قائمة الصور ..... **ط ط**

الفصل الأول: مياه الري في المملكة العربية السعودية

(١,١) المياه والري ١
(١,٢) كفاءات مياه الري ١٣
(١,٢,١) كفاءة نقل المياه ١٣
(١,٢,٢) كفاءة إضافة الماء ١٤
(١,٢,٣) كفاءة استخدام المياه ١٤
(١,٣) تحسين وتطوير أنظمة الري ١٤
(١,٤) كفاءة استخدام المياه في ري النخيل ١٧
(١,٤,١) إنتاج التمور في المملكة ١٧

(١,٤,٢)الاحتياجات المائية للنخيل ١٧
(١,٥) نوعية المياه ٢٣
(١,٦) توزيع الماء في الكرة الأرضية ٣٦
(١,٧) أسئلة ٣٨
(١,٨) المراجع ٣٨

الفصل الثاني: خواص الماء

(٢,١) الخواص الفيزيائية للماء ٤٣
(٢,١,١) التركيب الجزيئي للماء ٤٣
(٢,١,٢) درجة غليان الماء ٤٧
(٢,١,٣) تبخر الماء ٤٨
(٢,١,٤) درجة تجمد الماء والانصهار ٤٩
(٢,١,٥) الوزن النوعي أو الكثافة ٤٩
(٢,١,٦) اللزوجة ٥٢
(٢,١,٧) التوتر السطحي ٥٢
(٢,١,٨) درجة الحرارة ٥٥
(٢,١,٩) العكارة ٥٦
(٢,١,١٠) الطعم ٥٦
(٢,١,١١) الرائحة ٥٧
(٢,١,١٢) اللون ٥٧
(٢,١,١٣) المواد الصلبة ٥٨
(٢,٢) الخواص الكيميائية للماء ٥٩

(٢,٢,١) الرقم الهيدروجينيpH ٥٩
(٢,٢,٢) التوصيل الكهربائي ٥٩
(٢,٢,٣) الماء كمذيب ٦٢
(٢,٢,٤) المواد المذابة الأخرى..... ٦٤
(٢,٢,٥) الأكسجين الذائب..... ٦٤
(٢,٢,٦) توازن ثاني أكسيد الكربون و الماء ٦٨
(٢,٢,٧) العلاقة بين نظام (ثاني أكسيد الكربون والماء وكربونات الكالسيوم) ٧٤
(٢,٢,٨) دليل لانجلر للتشبع ٧٥
(٢,٢,٩) عسر الماء ٧٨
(٢,٢,١٠) معادلة حدوث العسر ٧٨
(٢,٣) الخواص الحيوية والبكتيريولوجية للماء ٨٣
(٢,٣,١) تعريف الاحتياج الكيميائي الحيوي للأكسجين..... ٨٦
(٢,٣,٢) تعريف الاحتياج الكيميائي للأكسجين ٨٦
(٢,٣,٣) تعريف الاحتياج للأكسجين ٨٦
(٢,٣,٤) الاحتياج الحيوي للأكسجين كمقياس لدرجة التلوث..... ٨٦
(٢,٣,٥) الاحتياج الكيميائي للأكسجين كمقياس لدرجة التلوث ٨٦
(٢,٤) أسئلة ٩٠
(٢,٥) المراجع ٩٣

الفصل الثالث: المياه والتلوث البيئي

(٣,١) تلوث المياه ٩٥
(٣,٢) تعريف تلوث المياه ٩٨

(٣,٣) أثر المياه في البيئة ٩٩
(٣,٤) طرق تلوث المياه ٩٩
(٣,٤,١) تلوث المياه من الحوادث الطبيعية ٩٩
(٣,٤,٢) الفعل الميكانيكي للماء "الانجراف" ١٠١
(٣,٤,٣) تلوث الماء بمياه الصرف الصحي ١٠٢
(٣,٤,٤) تلوث المياه بمخلفات البترول ١٠٣
(٣,٤,٥) تلوث الماء بالمخلفات الصناعية ١٠٤
(٣,٤,٦) تلوث المياه بالمبيدات ١٠٦
(٣,٥) مصادر تلوث البيئة المائية ١٠٧
(٣,٦) تلوث المياه السطحية (المياه العذبة) ١٠٩
(٣,٦,١) ملوثات المياه العذبة ١١٠
(٣,٦,٢) الملوثات الصناعية ١١٢
(٣,٦,٣) الملوثات الزراعية ١١٨
(٣,٦,٤) التلوث الحراري ١١٩
(٣,٦,٥) التلوث بالنفط ١١٩
(٣,٦,٦) التلوث الميكروبي ١١٩
(٣,٦,٧) المطر الحمضي ١٢٠
(٣,٦,٨) التلوث الإشعاعي ١٢١
(٣,٦,٩) الإثراء الغذائي ١٢١
(٣,٧) تلوث المياه الجوفية ١٢٣
(٣,٧,١) مصادر تلوث المياه الجوفية ١٢٤

(٣,٨) تلوث مياه البحار والمحيطات ١٢٩
(٣,٨,١) مصادر تلوث مياه البحار ولمحيطات ١٣٠
(٣,٩) معالجة تلوث المياه ١٣٤
(٣,١٠) أسئلة ١٣٥
(٣,١١) المراجع ١٣٦

الفصل الرابع : الملوحة وإدارة المياه

(٤,١) مشكلة الملوحة ١٣٩
(٤,٢) الملوحة في التربة وزيادتها ١٤٠
(٤,٣) تأثير الملوحة على المحاصيل..... ١٤٨
(٤,٤) إدارة مشاكل الملوحة ١٥٤
(٤,٥) الصرف..... ١٥٦
(٤,٦) السيطرة على الملوحة بالغسيل ١٦٠
(٤,٦,١) متطلبات الغسيل..... ١٦١
(٤,٦,٢) زمن الغسيل ١٦٣
(٤,٦,٣) المراقبة..... ١٦٧
(٤,٧) تحمل المحاصيل للملوحة ١٦٨
(٤,٧,١) تطور بيانات تحمل الملوحة ١٧٠
(٤,٧,٢) العوامل التي تؤثر على تحمل الملوحة..... ١٨٢
(٤,٧,٣) الإدارة الحقلية ١٨٤
(٤,٧,٤) تغير طرق الري ١٨٩
(٤,٧,٥) تهيئة التربة للسيطرة على الملوحة ١٩٢

(٤,٧,٦) خلط مياه الري ١٩٣
(٤,٧,٧) إدارة استخدام المياه المرتفعة الملوحة في المملكة ١٩٦
(٤,٨) الإنتاجية باستخدام المياه المالحة في الحقل المكشوف..... ١٩٦
(٤,٨,١) تأثير المعاملات على توزيع الملوحة في منطقة انتشار الجذور ١٩٩
(٤,٨,٢) الإنتاجية باستخدام المياه المالحة في البيت المحمي..... ٢٠٣
(٤,٩) توزيع الأملاح في منطقة انتشار الجذور في البيت المحمي ٢٠٤
(٤,١٠) أسئلة ٢١٢
(٤,١١) المراجع ٢١٤

الفصل الخامس: إدارة المشاكل الناجمة عن ملوحة المياه

(٥,١) مشكلة النفاذية ٢١٧
(٥,٢) معادن الطين ٢١٨
(٥,٢,١) الكاوولينيت..... ٢١٨
(٥,٢,٢) المونتموريلونيت ٢١٩
(٥,٣) السعة التبادلية للكتيونات ٢٢٠
(٥,٣,١) علاقة السعة التبادلية للكتيونات ونسبة الصوديوم ٢٢١
(٥,٤) تقييم مشكلة النفاذية..... ٢٢٢
(٥,٥) إدارة مشاكل التسرب..... ٢٢٨
(٥,٦) المحسنات المضافة للتربة أو الماء..... ٢٢٩
(٥,٧) استصلاح الأراضي المتأثرة بالأملاح..... ٢٣٠
(٥,٧,١) تقسيم الترب التي يراد استصلاحها ٢٣١

(٥,٨) التفاعلات الكيميائية للمواد المستخدمة في الاستصلاح ٢٣٣
(٥,٨,١) الجبس الزراعي ٢٣٣
(٥,٨,٢) الكبريت..... ٢٣٤
(٥,٨,٣) حامض الكبريتيك ٢٣٤
(٥,٨,٤) كبريتات الحديدوز وأملاح الألمنيوم الذائبة ٢٣٥
(٥,٨,٥) الحجر الجيري ٢٣٥
(٥,٨,٦) كيفية حساب متطلبات الجبس ٢٣٧
(٥,٩) خلط أو مزج مياه الري ٢٤٢
(٥,١٠) خدمة التربة ٢٤٣
(٥,١١) إضافة المواد العضوية وبقايا النباتات ٢٤٣
(٥,١٢)مشاكل السمية ٢٤٤
(٥,١٢,١) الكلوريد ٢٤٥
(٥,١٢,٢) الصوديوم ٢٤٦
(٥,١٢,٣) البورون ٢٤٧
(٥,١٣) إدارة مشاكل السمية ٢٤٨
(٥,١٤) أسئلة ٢٤٩
(٥,١٥) المراجع ٢٤٩

الفصل السادس: تقييم جودة المياه

(٦,١) تقييم نوعية مياه الري في المملكة ٢٥١
(٦,١,١) الخصائص الكيميائية لماء الري ٢٥٢
(٦,١,٢) طبيعة التربة ٢٥٣

(٦,١,٣) نوع المحصول المزروع ٢٥٣
(٦,١,٤) العوامل الجوية (المناخ) ٢٥٤
(٦,١,٥) طريقة الري المستخدمة ٢٥٤
(٦,٢) تقييم مياه الري في المملكة العربية السعودية ٢٥٥
(٦,٣) تأثير نوعية مياه الري على خواص التربة ٢٦١
(٦,٣,١) مخاطر الصوديوم ٢٦١
(٦,٤) تأثير نوعية مياه الري على ترسيب الكربونات في التربة ٢٦٤
(٦,٥) كربونات الصوديوم المتبقية ٢٦٥
(٦,٧) تصنيف مياه الآبار ٢٦٥
(٦,٨) المراجع ٢٧٠

الفصل السابع: استخدام المياه

(٧,١) استخدامات المياه ٢٧٣
(٧,١,١) الاستخدام البلدي للمياه ٢٧٤
(٧,١,٢) ماء حيوانات المزرعة والدواجن ٢٨٤
(٧,١,٣) الماء المستخدم في الصناعة ٢٩٠
(٧,١,٤) الماء المستخدم في تربية الأسماك ٢٩٢
(٧,١,٥) استخدام مياه الصرف الصحي في الري ٢٩٥
(٧,١,٦) صلاحية المياه المعالجة ٢٩٩
(٧,١,٧) المكونات التي يجب مراعاتها في المياه ٣٠٠
(٧,٢) تقدير كمية السماد اللازمة عند الري بالمياه المعالجة ٣٠٢
(٧,٣) المواد العضوية المتحللة ٣٠٣

(٧,٣,١) مواد عضوية ثابتة ٣٠٤
(٧,٣,٢) المواد العالقة ٣٠٤
(٧,٤) اختيار نظام الري ٣٠٤
(٧,٥) التوعية و الاحتياطات ٣٠٥
(٧,٦) استخدام المياه الرمادية ٣٠٥
(٧,٦,١) استعمالات المياه الرمادية في الري ٣٠٧
(٧,٧) أسئلة ٣١٠
(٧,٨) المراجع ٣١١

الفصل الثامن : عينات المياه

(٨,١) الأسس الحسابية وجمع العينات ٣١٣
(٨,٢) المصطلحات الكيميائية المستخدمة وبعض التحويلات ٣١٤
(٨,٣) طرق التعبير عن تركيز المحاليل ٣١٦
(٨,٣,١) الطرق الطبيعية ٣١٦
(٨,٣,٢) الطرق الكيميائية ٣١٧
(٨,٤) التركيز الفعال ٣١٧
(٨,٥) الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء التحليلات الحجمية ٣١٨
(٨,٦) الأدلة ٣٢٠
(٨,٦,١) الأدلة اللونية ٣٢١
(٨,٦,٢) أدلة الترسيب ٣٢٢
(٨,٦,٣) اختيار الأدلة في تفاعلات الحموضة والقلوية ٣٢٣
(٨,٧) طرق التحليل الكمي ٣٢٥

(٨,٧,١) التحليل الكمي بالوزن ٣٢٥
(٨,٧,٢) التحليل الكمي الحجمي ٣٢٦
(٨,٧,٣) تطبيقات على طرق التعبير عن تركيز المحلول ٣٣٠
(٨,٨) صور التحليل الكمي الحجمي في الماء ٣٣٢
(٨,٨,١) التعادل ٣٣٢
(٨,٨,٢) الأكسدة والاختزال ٣٣٢
(٨,٨,٣) التقدير باستخدام أدلة الترسيب ٣٣٣
(٨,٨,٤) التحليل الكمي بالألوان ٣٣٤
(٨,٩) كيفية التأكد من صحة التحليل ٣٣٥
(٨,٩,١) حساب الكمية الكلية للأملاح الذائبة ٣٣٥
(٨,٩,٢) الاتزان بين الكاتيونات والأنيونات ٣٣٥
(٨,١٠) العينات ٣٣٥
(٨,١٠,١) اختيار مواقع جمع العينات ٣٣٦
(٨,١٠,٢) أدوات جمع العينات ٣٣٧
(٨,١٠,٣) الشروط الواجب مراعاتها عند جمع العينات ٣٤٠
(٨,١١) أسئلة ٣٤٢
(٨,١٢) المراجع ٣٤٣

الفصل التاسع : الطرق الشائعة لتحليل المياه

(٩,١) طرق التحليل ٣٤٥
(٩,٢) الخواص الفيزيائية للماء ٣٤٦
(٩,٢,١) الملوحة ٣٤٦

(٩,٢,٢) تقدير اللون ٣٥٠
(٩,٢,٣) قياس المواد المشعة ٣٥٢
(٩,٢,٤) قياس الرائحة ٣٥٣
(٩,٢,٥) تقدير رقم الأس الهيدروجيني ٣٥٣
(٩,٢,٦) تقدير قاعدية الماء بالمعايرة ٣٥٨
(٩,٢,٧) تقدير ثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء ٣٦٠
(٩,٣) الخواص الكيميائية للمياه ٣٦١
(٩,٣,١) تقدير النيتروجين الكلي ٣٦١
(٩,٣,٢) تقدير الأمونيا ٣٦٤
(٩,٣,٤) تقدير النترات ٣٦٩
(٩,٣,٥) تقدير كبريتيد الهيدروجين ٣٧٢
(٩,٣,٦) تقدير البرومات ٣٧٤
(٩,٣,٧) تقدير عسر الماء ٣٧٦
(٩,٣,٨) تقدير المواد العضوية ٣٨٠
(٩,٣,٩) تقدير ثاني أكسيد الكربون الذائب ٣٨٢
(٩,٣,١٠) تقدير الأكسجين الذائب ٣٨٣
(٩,٣,١١) تقدير الأكسجين الحيوي المستهلك ٣٨٥
(٩,٣,١٢) تقدير الأكسجين الكيميائي المستهلك ٣٨٩
(٩,٣,١٣) تقدير الفضة ٣٩١
(٩,٣,١٤) تقدير الفلوريد ٣٩٢
(٩,٣,١٥) تقدير السيانيد ٣٩٣

(٩,٣,١٦) تقدير العناصر الثقيلة ٣٩٥
(٩,٣,١٧) تقدير الحديد ٣٩٦
(٩,٣,١٨) تقدير المنجنيز ٣٩٧
(٩,٣,١٩) تقدير النحاس ٣٩٨
(٩,٣,٢٠) تقدير الرصاص ٣٩٩
(٩,٣,٢١) تقدير السلينيوم ٤٠٠
(٩,٣,٢٢) تقدير الزنك ٤٠٢
(٩,٣,٢٣) تقدير الكروم والنيكل والزئبق والكادميوم والزرنيخ ٤٠٢
(٩,٣,٢٤) تقدير السليكا ٤٠٤
(٩,٣,٢٥) تقدير البوتاسيوم ٤٠٦
(٩,٣,٢٦) تقدير الصوديوم ٤٠٨
(٩,٣,٢٧) تقدير الليثيوم ٤٠٩
(٩,٣,٢٨) تقدير الكالسيوم والمغنيسيوم ٤١٠
(٩,٣,٢٩) تقدير الفوسفات ٤١٤
(٩,٣,٣٠) تقدير الكربونات والبيكربونات ٤١٧
(٩,٣,٣١) تقدير الكلوريد..... ٤١٩
(٩,٣,٣٢) تقدير الكلوريد الحر cl_2 (الكلورين)..... ٤٢١
(٩,٣,٣٣) الكبريتات..... ٤٢٢
(٩,٣,٣٤) تقدير البورون..... ٤٢٤
(٩,٣,٣٥) تقدير الزيوت والدهون ٤٢٥
(٩,٤) الخواص الميكروبيولوجية للماء ٤٢٦

(٩,٤,١) الاختبارات الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة ٤٢٦
(٩,٥) أسئلة ٤٣٠
(٩,٦) المراجع ٤٣١
الملاحق ٤٣٣
ثبت المصطلحات ٤٥٧
أولاً: عربي - إنجليزي ٤٥٧
ثانياً: إنجليزي – عربي ٤٦٩
مسرد الرموز ٤٨١
كشاف الموضوعات ٤٨٩

قائمة الأشكال

رقم الصفحة

أشكال الفصل الأول

الشكل (١,١): تقسيم مياه الري الذي وضع من قبل معمل الملوحة التابع لوزارة الزراعة الأمريكية رقم ٦٠ لسنة ١٩٥٤م..... ٢٤

الشكل (١,٢): نسب أنواع المياه في الكرة الأرضية ٣٨

أشكال الفصل الثاني

الشكل (٢,١): توزيع أيونات الأكسجين والهيدروجين داخل جزيئات الماء في الشكل السداسي للحالة الصلبة للماء. ٤٤

الشكل (٢,٢) : أنواع أيونات الهيدروجين الموجودة في الماء ٤٥

الشكل (٢,٣): تأثير درجة الحرارة على كثافة الماء..... ٥٠

الشكل (٢,٤): تأثير درجة الحرارة على حجم الماء ٥١

الشكل (٢,٥): تأثير قطر الأنبوب الشعري على ارتفاع الماء ٥٣

الشكل (٢,٦): تأثير رقم الحموضة (pH) على توزيع الكربونات المختلفة في المحلول ٧٠
الشكل (٢,٧): العلاقة بين ذوبانية كربونات الكالسيوم ورقم الحموضة.....٧٤
الشكل (٢,٨): العلاقة بين الزمن والاحتياج الحيوي للأكسجين على صورة معادلة تفاعل من الدرجة الأولى ٨٧
الشكل (٢,٩): تأثير قيمة ثابت التفاعل (K) على الاحتياج الحيوي للأكسجين خلال فترة ٢٠ يوم ٨٧

أشكال الفصل الرابع

الشكل (٤,١): نسب الاستهلاك المائي للنباتات من التربة ١٤٤
الشكل (٤,٢): العلاقة بين عمق الجذور وملوحة ماء التربة عند نسب غسيل مختلفة ١٤٧
الشكل (٤,٣): انخفاض الماء المتاح للنبات بزيادة الملوحة ١٥٠
الشكل (٤,٤): العلاقة بين المحتوى الرطوبي و الشد الرطوبي ١٥١
الشكل (٤,٥): التغير في ملوحة ماء التربة (ECsw) بين الريات لمحصول البرسيم ١٥٣
الشكل (٤,٦): قطاع الملوحة في التربة بوجود مستوى الماء الأرضي القريب ١٦٠
الشكل (٤,٧): تأثير ملوحة ماء الري ECw على منطقة الجذور وقيم ECe عند نسب مختلفة من الغسيل LF.....١٦٣
الشكل (٤,٨): انخفاض ملوحة ماء التربة بعد سقوط الأمطار ١٦٥
الشكل (٤,٩): تأثير أمطار الشتاء على انخفاض ملوحة ماء الترب ١٦٦

الشكل (٤,١٠): تصنيف المحاصيل حسب مقاومتها للملوحة ١٦٩
الشكل (٤,١١): تأثير موقع البذور وكيفيتها على الإنبات..... ١٨٧
الشكل (٤,١٢): وضع البذور في البتون المائلة ١٨٨
الشكل (٤,١٣): شكل البتون متغيرة الميل ١٨٨
الشكل (٤,١٤): شكل البتون المتكررة..... ١٨٨
الشكل (٤,١٥): تأثير قيم الملوحة..... ١٨٩
الشكل (٤,١٦): تأثير نوعية الري على زيادة الأملاح في التربة ١٩٠
الشكل (٤,١٧): مقارنة بين مياه الري منخفضة ومرتفعة الملوحة وأنظمة الري المختلفة ١٩١
الشكل (٤,١٨): تأثير نظام الري على الإنتاجية والكفاءة باستخدام مياه مالحة في الحقل المكشوف ١٩٨
الشكل (٤,١٩): تأثير معدل الري على الإنتاجية والكفاءة باستخدام مياه مالحة في الحقل المكشوف ١٩٨
الشكل (٤,٢٠): توزيع الأملاح (dSm^{-1}) في منطقة انتشار الجذور المعاملة بالري بالتنقيط السطحي بمياه مالحة لمعاملة البنتونيت عند معدل ري ٦لتر/ساعة لأزمنة مختلفة..... ٢٠١
الشكل (٤,٢١): توزيع الأملاح (dSm^{-1}) في منطقة انتشار الجذور المعاملة بالري بالتنقيط التحت سطحي بمياه مالحة لمعاملة البنتونيت عند معدل ري ٦لتر/ساعة لأزمنة مختلفة ٢٠٢
الشكل (٤,٢٢): توزيع الأملاح (dSm^{-1}) في منطقة انتشار الجذور المعاملة بالري بالتنقيط لمعاملة البنتونيت..... ٢٠٥

الشكل (٤,٢٣): توزيع الأملاح (dSm^{-1}) في منطقة انتشار الجذور المعاملة بالري بالتنقيط السطحي بمياه مالحة لمعاملة البنتونيت عند معدل ري ٢لتر/ساعة عند أوقات مختلفة بالبيت المحمي ٢٠٧

الشكل (٤,٢٤): توزيع الأملاح (dSm^{-1}) في منطقة انتشار الجذور المعاملة بالري بالتنقيط السطحي بمياه مالحة لمعاملة المادة العضوية عند معدل ري ٢لتر/ساعة عند أوقات مختلفة بالبيت المحمي ٢٠٨

الشكل (٤,٢٥): توزيع الأملاح (dSm^{-1}) في منطقة انتشار الجذور المعاملة بالري بالتنقيط السطحي بمياه مالحة لمعاملة الشاهد عند معدل ري ٦لتر/ساعة عند أوقات مختلفة بالبيت المحمي ٢٠٩

أشكال الفصل الخامس

الشكل (٥,١): تركيب معدن طين الكاوولينيت ٢١٩

الشكل (٥,٢): تركيب معدن المونتموريلونيت ٢٢٠

الشكل (٥,٣): العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص وملوحة ماء الري ٢٢٢

أشكال الفصل السادس

الشكل (٦,١): العلاقة بين تركيز الأملاح الكلية الذائبة المقدرة بالطريقة الوزنية TDSa وتركيز الأملاح الكلية الذائبة محسوبة من المعادلات TDSb في مياه الآبار ٢٥٩

الشكل (٦,٢): العلاقة بين تركيز الأملاح الكلية الذائبة وتركيز الصوديوم والكلوريد والكبريتات في مياه الآبار ٢٦٠

الشكل (٦,٣): العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص ونسبة الصوديوم المدمص المعدلة ٢٦٣

الشكل (٦,٤): العلاقة بين نسبة الصوديوم المدمص SAR والنسبة المئوية للصوديوم المتبادلESP محسوبة من SARو adjSARو adjRNa في مياه الآبار ٢٦٤

أشكال الفصل السابع

الشكل (٧,١) : تدوير المياه الرمادية واستخدامها في صناديق الطرد ٣٠٧

قائمة الجداول

رقم الصفحة

جداول الفصل الأول

الجدول (١,١): كمية المياه المستخدمة للأغراض الزراعية في المملكة العربية السعودية ٥

الجدول (١,٢): تقدير المساحة المحصولية لجميع المحاصيل حسب مناطق المملكة ٧

الجدول (١,٣): التوزيع الجغرافي لمساحة الحيازات بالألف هكتار وفقاً لنظم الري المختلفة في المملكة عام ١٩٩٩م ١٥

الجدول (١,٤): المساحة المزروعة والإنتاج للنخيل في مناطق المملكة المختلفة ١٩

الجدول (١,٥): متوسط إنتاج النخيل في العالم ٢٠

الجدول (١,٦): متوسط انتاج الفواكه عن الفترة من ٢٠٠٣ – ٢٠٠٧م بمناطق المملكة..... ٢١

الجدول (١,٧): تقسيم الماء حسب تركيز الأملاح ٢٦

الجدول (١,٨): تقسيم الماء حسب نسبة الصوديوم المدمص ٢٧

الجدول (١,٩): تقسيم مياه الري حسب (wileox,1958)..... ٢٧

الجدول (١,١٠): الملوحة الفعالة ($Cl^- + ½ SO_4$): ملليمكافئ/لتر ٢٧

الجدول (١,١١): تقسيم المياه حسب الملوحة وكربونات الصوديوم المتبقية ٢٨
الجدول (١,١٢): الحدود المسموح بها لعنصر البورون في ماء الري ٢٨
الجدول (١,١٣): تأثير استخدام الري بالرش على النمو الخضري للمحاصيل ... ٢٨
الجدول (١,١٤): معايير جودة مياه الري ٢٩
الجدول (١,١٥): حدود تواجد البكتيريا في ماء الري ٣٣
الجدول (١,١٦): توزيع الماء في الكرة الأرضية ٣٧

جداول الفصل الثاني

الجدول (٢,١): نسب نظائر الأكسجين والهيدروجين ٤٦
الجدول (٢,٢): تأثير تركيز الأملاح على كثافة الماء..... ٥٢
الجدول (٢,٣): تأثير درجة الحرارة على اللزوجة ٥٢
الجدول (٢,٤): ثوابت التوصيل الكهربي لمحلول كلوريد البوتاسيوم KCl
عند ٢٥مْ..... ٦١
الجدول (٢,٥): درجات الحرارة وضغط بخار الماء ٦٦
الجدول (٢,٦): حساب قيمpHc ٧٦

جداول الفصل الثالث

الجدول (٣,١): تصنيف مياه الآبار حسب قيمة BOD ١١٥
الجدول (٣,٢): التراكيز الطبيعية للعناصر في مياه البحر مقدرة بالميكروجرام /
لتر..... ١٤٧

جداول الفصل الرابع

الجدول (٤,١): معامل التركيز (X): لتقدير ملوحة ماء التربة [1] (ECe) من مياه الري ECw ونسبة الغسيل LF ١٤٨
الجدول (٤,٢): تحمل النباتات للملوحة والإنتاجية المحتملة للمحاصيل الناتجة من تأثير مياه الري (EC_w): أو ملوحة التربة (EC_e). ١٥٦
الجدول (٤,٣): القواعد الإستراتيجية لمدى صلاحية المياه للعنب ١٧٣
الجدول (٤,٤): التحمل النسبي للأملاح لمحاصيل مختلفة عند الإنبات..... ١٧٤
الجدول (٤,٥): معدل إضافة البذور للنباتات المختلفة ١٨٦
الجدول (٤,٦): نوعية المياه الناتجة عن خلط مياه القناة والآبار ١٩٦
الجدول (٤,٧): تأثير المحسنات على الإنتاجية والكفاءة باستخدام مياه مالحة في الحقل المكشوف ٢٩٧
الجدول (٤,٨): تأثير المحسنات على التوصيل الكهربي (dSm^{-1}): في الحقل المفتوح ٢٠٠
الجدول (٤,٩): تأثير العمق على التوصيل الكهربي(dSm^{-1}): في الحقل المفتوح ٢٠٠
الجدول (٤,١٠): تأثير المحسنات على الإنتاجية والكفاءة باستخدام مياه مالحة في البيت المحمي ٢٠٣
الجدول (٤,١١): تأثير نظام الري على الإنتاجية والكفاءة باستخدام مياه مالحة في البيت المحمي ٢٠٤
الجدول (٤,١٢): تأثير معدل الري على الإنتاجية والكفاءة باستخدام مياه مالحة في البيت المحمي ٢٠٤

الجدول (٤,١٣): تأثير المحسنات على التوصيل الكهربي(dSm^{-1}): في البيت المحمي ٢٠٦
الجدول (٤,١٤): تأثير العمق على التوصيل الكهربي(dSm^{-1}): في البيت المحمي ٢٠٦
الجدول (٤,١٥): تأثير نظام الري على التوصيل الكهربي (dSm^{-1}): في البيت المحمي ٢٠٦

جداول الفصل الخامس

الجدول (٥,١): تركيز الكالسيوم المتوقع الموجود في ماء التربة بعد الري والناتج من استخدام ماء ري بملوحة مختلفة و قيم للنسبة بين بيكربونات و الكالسيوم في الماء ٢٢٦
الجدول (٥,٢): عدد الأطنان من المركبات المختلفة التي تكافئ طن واحد من الجبس ٢٣٦
الجدول (٥,٣): كميات الجبس المطلوبة عند تراكيز مختلفة من الصوديوم بالتربة . ٢٣٨
الجدول (٥,٤): تحمل بعض النباتات لعنصر الكلور ٢٤٥
الجدول (٥,٥): تحمل النباتات لتركيز عنصر الصوديوم ٢٤٦
الجدول (٥,٦): تحمل النباتات لتركيز البورون ٢٤٨

جداول الفصل السابع

الجدول (٧,١): نسب استخدامات المياه في أحد منازل ولاية أوهايو بأمريكا والمملكة العربية السعودية ٢٧٥

الجدول (٧,٢): تقدير الاستهلاك المائي للفرد والنسب المئوية للاستخدامات المختلفة للعائلة ٢٧٦
الجدول (٧,٣): المواصفات القياسية لمياه الشرب في المملكة العربية والمواصفات العالمية ٢٨٠
الجدول (٧,٤): المعايير الاسترشادية لنوع المياه الصالحة للشرب الآدمي، الصادرة عن مجموعة الدول الأوروبية ٢٨٢
الجدول (٧,٥): المعايير الارشادية لنوعية المياه المستخدمة لحيوانات المزرعة ٢٨٦
الجدول (٧,٦): دليل ارشادي لتركيز المغنسيوم في ماء الشرب الخاص بحيوانات المزرعة ٢٨٧
الجدول (٧,٧): المعايير الارشادية لمستويات العناصر السامة في مياه شرب حيوانات المزرعة ٢٩٠
الجدول (٧,٨): أنواع المياه المستخدمة في بعض الصناعات ٢٩١
الجدول (٧,٩): معايير المياه للاستخدام في التصنيع الغذائي ٢٩٢
الجدول (٧,١٠): الحدود المقترحة للماء المستخدم في تربية الأسماك في المياه ٢٩٤
الجدول (٧,١١): أقصى مستويات التلوث لمياه الصرف الصحي المعالجة ثلاثياً... ٢٩٧
الجدول (٧,١٢): مواصفات المياه الناتجة من محطات معالجة المياه الرمادية ٣٠٦

جداول الفصل الثامن

الجدول (٨,١): المدى الهيدروجيني والتغير في اللون لبعض الأدلة بتغير رقم الحموضة ٣٢٢
الجدول (٨,٢): قائمة بالأوعية (القوارير) المستخدمة في جمع عينات المياه وأسلوب حفظ العينات ٣٣٨

قائمة الصور

الصفحة

صور الفصل الأول

الصورة (١,١)كيفية استخراج مياه الآبار قديماً (الجنادرية). ٢

الصورة (١,٢)استخراج المياه من الآبار القديمة..... ٣

الصورة (١,٣)ري المزارع بالجداول المائية القديمة..... ٣

الصورة (١,٤)الري بالتنقيط السطحي للطماطم في الصوب الزجاجية..... ١٠

الصورة (١,٥)الري بالتنقيط تحت السطحي للطماطم في الصوب الزجاجية..... ١١

الصورة (١,٦) الري بالتنقيط تحت السطحي للكوسة في الحقل المفتوح ١٢

الصورة (١,٧)الري بالتنقيط السطحي للكوسة في الحقل المفتوح ١٢

الصورة (١,٨)ري النخيل بالتنقيط السطحي ٢٢

الصورة (١,٩)ري النخيل بطريقة الينابيع ٢٢

الصورة (١,١٠) ري أشجار النخيل بطريقة الري السطحي..... ٢٣

صور الفصل الثاني

الصورة (٢,١) الشكل السداسي للحالة الصلبة للماء ٤٤

صور الفصل الثالث

الصورة (٣,١) صورة جوية لموقع صب المياه الملوثة ٩٦
الصورة (٣,٢) البحيرة المتكونة من صب المياه الملوثة ٩٦
الصورة (٣,٣) مكب تفريغ المياه الملوثة ٩٧
الصورة (٣,٤) الجريان السطحي للمياه الملوثة ٩٧

صور الفصل التاسع

الصورة (٩,١) جهاز قياس التوصيل الكهربي سبيكترفوتومتر الموجود بمختبر قسم علوم التربة ٣٤٧
الصورة (٩,٢) جهاز الفوتومتر لتقدير لون الماء الموجود بمختبرات قسم علوم التربة ٣٥٠
الصورة (٩,٣) جهاز تقدير رقم الحموضة pH-meter ٣٥٥
الصورة (٩,٤) مجموعة أقطب قياس تركيز الهيدروجين ٣٥٦
الصورة (٩,٥) جهاز الامتصاص الذري بمختبرات قسم علوم التربة – كلية علوم الأغذية الزراعية – جامعة الملك سعود ٣٩٦
الصورة (٩,٦) جهاز الانبعاث الطيفي (الحرق باللهب Flam Photometer) ٤٠٨
الصورة (٩,٧) جهاز سبيكتروفوتومتر لقياس تركيز الفوسفور بمختبرات قسم علوم التربة ٤١٦