الإتجاهات الحديثة للإنتاج المستدام للمحاصيل الحقلية في البيئة الجافة

تأليف

أ.د. ناصر بن عبدالرحمن السحيباني
أستاذ إنتاج وفسيولوجيا المحاصيل

أ.د. صلاح السيد الهنداوي محمد
أستاذ إنتاج وفسيولوجيا المحاصيل

أ.د. خالد بن علي القعدي
أستاذ القوى والآلات الزراعية

د. الكامل حمد محمد تولا
أستاذ القوى والآلات الزراعية المشارك

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS
ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح دار جامعة الملك سعود للنشر ، ١٤٤١هـ (٢٠١٩م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

السحيباني ، ناصر بن عبدالرحمن

الاتجاهات الحديثة للإنتاج المستدام للمحاصيل الحقلية في البيئة الجافة./ ناصر بن عبدالرحمن السحيباني - الرياض، ١٤٤١هـ

٤٠٣ص، ١٧×٢٤سم

ردمك: ٥-٨٠٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- الإنتاج الزراعي ٢- المحاصيل أ. العنوان

ديوي ٦٣٣ ١٤٤١/١٩٤٣

رقم الإيداع: ١٤٤١/١٩٤٣

ردمك: ٥-٨٠٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذا الكتاب مؤلف صادر عن عمادة البحث العلمي بالجامعة ضمن سلسلة كتب برنامج (دعم تأليف كتاب) وتم تحكيمه من قبل لجنة المطابقة بعمادة البحث العلمي وموافقة اللجنة الإشرافية للبرنامج على نشره في اجتماعها الثاني للعام الدراسي ١٤٣٧/١٤٣٨هـ المعقود بتاريخ ٢/ ٢/ ١٤٣٨هـ الموافق ٢/ ١١/ ٢٠١٦م.

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.

إهداء

نهدي هذا العمل المتواضع

إلى خير الأنام

وإلى خير الأمم

المؤلفون

نبذة عن المؤلفين

الأستاذ الدكتور/ ناصر بن عبد الرحمن السحيباني

- من مواليد محافظة البدائع بمنطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية عام ١٣٨٠ هـ (١٩٦٠ م).
- حصل على درجة الدكتوراه من كلية العلوم – جامعة شفيلد– بريطانيا عام ١٤١٦ هـ (١٩٩٦ م).
- تدرج في وظائف هيئة التدريس بقسم الإنتاج النباتي– كلية علوم الأغذية والزراعة – جامعة الملك سعود من معيد (١٤٠٣هـ – ١٩٨٣ م) إلى أستاذ (١٤٣٢هـ – ٢٠١١ م).
- شغل منصب رئيس قسم الإنتاج النباتي في الفترة من ١٤٣٢ إلى ١٤٣٦ هـ.
- شغل منصب مدير مركز البحوث الزراعية بكلية علوم الأغذية والزراعة في الفترة من ١٤٣١ إلى ١٤٣٧ هـ.
- شغل منصب وكيل كلية علوم الأغذية والزراعة للدراسات العليا والبحث العلمي في عام ١٤٣٧ هـ.

الأستاذ الدكتور / صلاح السيد الهنداوي

من مواليد محافظة الدقهلية بجمهورية مصر العربية عام ١٩٧١ م.

حصل على درجة الدكتوراه من جامعة ميونخ للتقنية – ألمانيا عام ٢٠٠٤ م.

تدرج في وظائف هيئة التدريس بقسم المحاصيل– كلية الزراعة – جامعة قناة السويس من معيد (١٩٩٣ م) إلى أستاذ (٢٠١٧ م).

أعير للعمل أستاذاً مشاركاً بقسم الإنتاج النباتي بكلية علوم الأغذية والزراعة في جامعة الملك سعود عام ٢٠١٢ م.

حصل على منحة للدراسة ما بعد الدكتوراه من الهيئة الألمانية للتبادل الثقافي (DAAD) إلى ألمانيا لمدة ثلاثة شهور عام ٢٠٠٧ م.

حصل على منحة للدراسة ما بعد الدكتوراه من المركز الياباني الدولي للعلوم الزراعية (JIRCAS) إلى اليابان لمدة عام ونصف (٢٠٠٩– ٢٠١١ م).

- شغل منصب عميد كلية علوم الأغذية والزراعة منذ عام ١٤٣٧ هـ وحتى الآن.
- نشر العديد من البحوث العلمية في مجلات علمية محكمة ومصنفة ISI – ومحكم متعاون لبعض المجلات العلمية الدولية في مجال التخصص.
- باحث رئيس ومشارك لعدد من المشاريع البحثية الممولة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والخطة الوطنية للبحوث والابتكار بالمملكة العربية السعودية.
- عضو في العديد من اللجان العلمية والدائمة على مستوى الكلية والجامعة.
- تتركز اهتماماته البحثية في مجالات إدارة إنتاج وفسيولوجيا المحاصيل، وبيئة النمو والإنتاج للمحاصيل الحقلية، وإدارة وترشيد المياه، ومقاومة الحشائش، وتقديم الخدمات والدورات العلمية والفنية ذات العلاقة.

له أكثر من ٨٠ بحثاً في مجلات علمية دولية محكمة ومصنفة في الربع الأول والثاني في مجال التخصص، كما شارك في تأليف كتاب صدر باللغة الإنجليزية (Evapotranspiration, Book, 2.).

عضو بالعديد من الجمعيات العلمية منها الجمعية الأمريكية لعلوم المحاصيل، والجمعية اليابانية لعلوم المحاصيل، والجمعية المصرية لعلوم المحاصيل والجمعية السعودية لعلوم الحياة.

باحث رئيس ومشارك لعدد من المشاريع البحثية الممولة من الخطة الوطنية للبحوث والابتكار بالمملكة العربية السعودية وصندوق العلوم والتنمية التكنولوجية بمصر في مجال أقلمة المحاصيل الحقلية لبعض الإجهادات البيئية .

عضو هيئة تحرير ومحكم في عدد من المجلات العلمية الدولية.

تتركز اهتماماته البحثية على دراسة العلاقة بين المحصول والإجهادات البيئية المختلفة مع استخدام فحوصات الحقل عالية الدقة في مراقبة الاستجابة الفسيولوجية للمحاصيل الحقلية لبعض العمليات الزراعية والإجهادات البيئية.

الأستاذ الدكتور/ خالد بن علي سالم القعدي

- حصل على درجة الدكتوراه من جامعة ولاية كولورادو بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٨م.
- تدرج في وظائف هيئة التدريس بقسم الهندسة الزراعية – كلية الزراعة – جامعة الملك سعود من معيد (١٩٨٧م) بفرع القصيم إلى أستاذ مساعد (١٩٩٩م) ثم بالرياض إلى أستاذ (٢٠١٣م).
- أنشأ و أشرف على كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة بجامعة الملك سعود من ٢٠٠٩م وحتى الآن.
- عمل مديراً عاماً لشركة جياد للتجارة والاستيراد المحدودة، الخبر، المملكة العربية السعودية. من ١٩٩٩م وحتى ٢٠٠٢م.
- أنتخب في ٢٠١٠م ممثلاً للمملكة العربية السعودية في الجمعية العالمية للزراعة الدقيقة بالولايات المتحدة الأمريكية.
- نشر أكثر من ٦٠ بحثاً علمياً في مجلات علمية محكمة ومصنفة ISI – ومحكم متعاون لبعض المجلات العلمية الدولية في مجال التخصص.
- شارك في أكثر من ٢٥ مؤتمراً علمياً دولياً في مجالات الهندسة الزراعية والزراعة الدقيقة.

الدكتور/ الكامل حمد محمد تولا

- من مواليد محافظة المتمة – ولاية نهر النيل بجمهورية السودان عام ١٩٦٣م.
- حصل على درجة الدكتوراه من جامعة هوينهايم بجمهورية ألمانيا الاتحادية عام ٢٠٠٢م.
- تدرج في وظائف هيئة التدريس بقسم الهندسة الزراعية – كلية الهندسة – جامعة الخرطوم بجمهورية السودان من مساعد تدريس (١٩٩٠ م) إلى أستاذ مشارك (٢٠٠٩ م).
- يعمل في وظيفة أستاذ مشارك بكرسي أبحاث الزراعة الدقيقة – جامعة الملك سعود منذ عام ٢٠١١م وحتى الآن.
- عمل في وظيفة باحث زائر بمركز بحوث وتصميم الآلات الزراعية – جامعة جنوب أستراليا بدولة أستراليا في الفترة من مايو ٢٠٠٨م إلى يناير ٢٠٠٩م.
- حصل على منحة من الجمعية اليابانية لتعزيز العلوم (JSPS) للدراسة لما بعد الدكتوراه بمختبر هندسة إنتاج المحاصيل – جامعة هوكايدو بدولة اليابان في الفترة من نوفمبر ٢٠٠٥م إلى نوفمبر ٢٠٠٧م.

- باحث مشارك لعدد من المشاريع البحثية الممولة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والخطة الوطنية للبحوث والابتكار بالمملكة العربية السعودية.
- عضو في العديد من الجمعيات العلمية الدولية والمحلية في مجالات الزراعة الدقيقة والهندسة الزراعية.
- أشرف ويشرف على عدد من طلاب الدراسات العليا في مجال الزراعة الدقيقة والآلات الزراعية.
- تتركز اهتماماته البحثية في مجال الآلات والقوى الزراعية بشكل عام، ومجال الزراعة الدقيقة وكل ما يتعلق بها، مثل الميكاترونيكس ونظم المراقبة ونظم تطبيق المعدل المتغير بشكل خاص.
- شغل منصب رئيس قسم الهندسة الزراعية بكلية الهندسة – جامعة الخرطوم للفترة من يناير إلى نوفمبر ٢٠٠٥م.
- شارك في تنفيذ العديد من المشاريع البحثية الممولة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية والخطة الوطنية للبحوث والابتكار بالمملكة العربية السعودية.
- قام بنشر العديد من الأبحاث العلمية في مجلات علمية مرموقة معظمها ضمن المجلات المضنفة ضمن قاعدة بيانات ISI Web of Science.
- شارك في تأليف ثلاثة من الكتب العلمية المنشورة باللغة الإنجليزية.
- تتركز اهتماماته البحثية في مجال الزراعة الحافظة والزراعة بدون حراثة على وجه الخصوص، وتقنيات الزراعة الدقيقة المتمثلة في تكنولوجيا تطبيق المعدلات المتغيِّرة للمدخلات الزراعية ومراقبة نمو المحاصيل الزراعية ونظم مراقبة وتحديد إنتاجية المحاصيل.

مقدمة المؤلفين

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، المبعوث رحمة للعالمين، محمد بن عبد الله الهادي الأمين وعلى آله وصحبه أجمعين. اللهم لا علم لنا إلا ما علمتنا إنك أنت العليم الحكيم، اللهم علمنا ما ينفعنا وانفعنا بما علمتنا وزدنا علماً. أما بعد:

لقد حثنا ديننا الإسلامي الحنيف على العمل الدؤوب وعمارة الأرض التي استخلفنا الله فيها وأمرنا بالمحافظة عليها واستغلال مواردها الطبيعية التي أوجدها الله فيها بلا إفراط أو تفريط، قال تعالى " وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ ۖ وَلَا تَنسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا ۖ وَأَحْسِن كَمَا أَحْسَنَ اللهُ إِلَيْكَ ۖ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ ۖ إِنَّ اللهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ " **(سورة القصص الآية ٧٧)**. فعلى الرغم من مشاريع التنمية التي قام بها الإنسان في مختلف مناحي الحياة والتي هدفت بالدرجة الأولى إلى إحداث الكثير من التغيرات والإنجازات لكي تساعده في تحقيق حياة الرفاهية، ولكن – بكل أسف- أن جل هذه المشاريع صاحبها الكثير من الأضرار بالبيئة. فعلى الرغم مما حققته الثورة الخضراء على سبيل المثال لا الحصر من قفزة نوعية في الإنتاج الزراعي وترسيخ الأمن الغذائي ومكافحة الجوع في كثير من بلدان العالم، إلا أن ذلك وبكل أسف صاحبه استخدام غير مستدام للتربة والمياه والأسمدة والمبيدات الحشرية والعشبية، مما نتج عنه إحداث مشاكل بالبيئة تمثلت في التلوث البيئي والتملح والجفاف خاصة في بيئات المناطق الجافة وشبه الجافة. من هنا بدأت تتبلور فكرة الزراعة المستدامة (Sustainable agriculture) وذلك لتقليل التدهور والتلوث الناجم عن الاستغلال المفرط للمدخلات الزراعية المختلفة من جهة، والعمل على تقليص الفجوة الغذائية في ظل التسارع في الزيادة السكانية وخاصة في الدول النامية مع تقلص الموارد الطبيعية الأرضية والمائية

من جهة أخرى. الأهم من ذلك، ظهرت فكرة الزراعة المستدامة في كافة الأنشطة الزراعية لكي تحفظ حقوق الأجيال كافة في الموارد الطبيعية.

لقد أصبح الطريق ممهداً لإحداث تطور مؤثر في العمليات الإنتاجية في القطاع الزراعي بفضل التقنيات الحديثة المتاحة والتي أصبحت في متناول الجميع. ولقد مكَّنت هذه التقنيات من فهم التغيُّرات الزمانية والمكانية التي تحدث في الحقول الزراعية نتيجة للتغيُّرات الطبيعية أو الممارسات البشرية. ولقد أصبح تطبيق التقنيات الحديثة ضرورياً لأجل زيادة الإنتاج الزراعي كمَّاً ونوعاً من ناحية، مع الوضع في الاعتبار تقليل التأثير السلبي على البيئة وصحة الإنسان والحيوان من ناحية أخرى.

هذا الكتاب يتضمن قيمةً علميةً باللغة العربية في مجال **الإتجاهات الحديثة للإنتاج المستدام للمحاصيل في البيئة الجافة وشبه الجافة**. ونظراً لندرة المراجع العلمية باللغة العربية وخاصة لكثير من المواضيع التي تم تناولها بهذا الكتاب، بالإضافة إلى التطور السريع والمتلاحق في علوم تقنية المعلومات وتطبيقاتها في المجال الزراعي، فقد كان هذا دافعاً للمؤلفين على أن يقوموا بتأليف هذا الكتاب بحيث يضم كثيراً من المواضيع الحديثة المرتبطة بالاتجاهات الحديثة في تقييم التراكيب الوراثية للمحاصيل تحت ظروف البيئات الجافة وشبه الجافة، والتطبيق الدقيق للمدخلات الزراعية باستخدام تقنيات الزراعة الدقيقة والاستشعار عن بعد.

يتضمن هذا الكتاب خمسة فصول مختلفة. يتناول الفصل الأول السمات والخصائص المناخية والأرضية المميزة للبيئة الجافة. ماهية الزراعة المستدامة، ومبادئها وأهدافها، وخطوات تحقيقها، ودورها في تحقيق الأمن الغذائي في البيئة الجافة فقد تم تناوله في الفصل الثاني. أما الفصل الثالث فتناول بعض المواضيع المهمة والتي لم يتطرق إليها أحد من قبل في مؤلفات باللغة العربية مثل استخدام طرق الفحص عالية الدقة High-throughput وغير المباشرة في تقييم التراكيب الوراثية الملائمة لظروف البيئة الجافة ومقارنتها بالطرق التقليدية المجهدة والمكلفة. أما تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في النظم الزراعية للإنتاج المستدام للمحاصيل تحت ظروف البيئة الجافة فقد تم تناولها في الفصل الرابع. جل المواضيع التي تم تناولها في الفصل الخامس أيضاً لم يتطرق إليها أحد من قبل في مؤلفات باللغة العربية مثل تقنيات مراقبة أداء المحاصيل الحقلية،

وتقنيات رسم خرائط إنتاجية المحاصيل ونظم تطبيقات المعدَّل المتغير للمدخلات الزراعية تحت ظروف البيئة الجافة. كما روعي في تأليف فصول هذا الكتاب أن تتضمن في طياتها الكثير من الحالات الدراسية case studies في مجال تطبيقات التقنيات الحديثة في الزراعة المستدامة للمحاصيل في البيئة الجافة والتي قام بها المؤلفون كل في تخصصه، وهذا ما تم عرضه في نهاية الفصلين الثالث والخامس.

لقد روعي في هذا الكتاب الدقة العلمية وسهولة العرض، كما زود الكتاب بكثير من الرسوم والأشكال التوضيحية والجداول والتي تربو على ١٤١ رسماً وشكلاً توضيحياً و٥١ جدولاً. ولقد تم توثيق جميع الصور والأشكال الواردة بهذا الكتاب بأسفل كل صورة وشكل، ما عدا الصور والأشكال التي تم التقاطها وإعدادها من قبل المؤلفين. كما اعتمد فيما أورد في هذا الكتاب من بيانات ونتائج التجارب المختلفة على ما نشر في المراجع والدوريات العلمية المتخصصة الحديثة وكذلك على المعلومات والخبرات العلمية المتوفرة لدى المؤلفين. ولقد أشير إلى جميع هذه المصادر في نهاية كل فصل على حده ، والتي تربو على ثلاثمائة مرجعاً علمياً باللغتين العربية والإنجليزية، وذكرت تفصيلاً في نهاية كل فصل.

ونسأل الله أن يكون هذا الكتاب إضافة جيدة للمكتبة العربية، وأن ينفع به كل من قرأه واطلع عليه.

المؤلفون

المحتويات

نبذة عن المؤلفين ..... ز
مقدمة المؤلفين ..... ك

الفصل الأول

السمات والخصائص العامة للبيئة الجافة ١
المقدمة ١
١-١ مفهوم الجفاف ٥
١- ٢ مؤشرات القحولة والجفاف ١٠
أولاً: مؤشرات القحولة ١٠
١-٢-١ المؤشر البسيط للجفاف ١٠
١-٢-٢ مؤشر اليونسكو للجفاف ١١
١-٢- ٣ مؤشر لانج ١٢
١-٢-٤ مؤشر ديمارتون ١٣
١-٢-٥ مؤشر ثورنثويت ١٣
١-٢-٦ مؤشر القحولة لأمبيرجر ١٦
١-٢-٧ مؤشر القحولة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ١٧
١-٢-٨ مؤشر بجنولس –جوسين ١٧
١-٢-٩ مؤشر كوبن ١٨
ثانياً: مؤشرات الجفاف ١٩

١-٢-١ مؤشر تركيز الأمطار..... ١٩
١-٢-٢ مؤشر النسبة المئوية للمطر الطبيعي..... ٢٠
١-٢-٣ مؤشر بالمر لشدة الجفاف ٢٠
١-٢-٤ مؤشر المطر القياسي..... ٢٣
١-٣ الأسباب المؤدية إلى الجفاف..... ٢٥
١-٣-١ الضغط المرتفع ٢٦
١-٣-٢ الوقوع في منطقة ظل المطر..... ٢٧
١-٣-٣ البعد عن التأثير البحري ٢٨
١-٣-٤ التيارات البحرية الباردة..... ٢٨
١-٣-٥ أثر الإنسان والحيوان ٢٩
١-٣-٦ العوامل الجيولوجية والتغيرات المناخية ٣٠
١-٤ الحلول المقترحة لمجابهة تأثيرات الجفاف..... ٣٠
١-٥ الخصائص المناخية المميزة للبيئة الجافة..... ٣٤
١-٦ الخصائص الأرضية المميزة للبيئة الجافة ٤٠
١-٦-٦ الخصائص الفيزيائية لأراضي المناطق الجافة وشبه الجافة ٤١
١-٦-٢ الخصائص الكيميائية لأراضي المناطق الجافة وشبه الجافة ٤٧
١-٦-٣ الخصائص الميكروبية لأراضي المناطق الجافة وشبه الجافة ٥٧
المراجع ٥٩

الفصل الثاني

الزراعة المستدامة ٦٣
المقدمة..... ٦٣
٢-١ مفهوم الزراعة المستدامة ٦٥
٢-٢ العلاقة بين الزراعة المستدامة والتنمية المستدامة..... ٦٧

٢-٣ مبادئ وأهداف الزراعة المستدامة ٦٨
٢-٤ خطوات تحقيق الزراعة المستدامة في البيئة الجافة ٧٣
٢-٤-١ الإدارة المتكاملة لمكافحة الآفات الزراعية ٧٤
٢-٤-٢ حفظ التربة باتباع الحراثة المحدودة..... ٧٧
٢-٤-٣ الدورة الزراعية ٨٤
٢-٤-٤ العمل على وفرة المياه والحفاظ على جودتها ورفع كفاءة استخدامها في الزراعة ١٣٥
٢-٤-٥ المدرجات الزراعية ١٤١
٢-٤-٦ محاصيل التغطية ١٤٥
٢-٤-٧ تنويع المحاصيل ١٤٨
٢-٤-٨ الخلط بين المحاصيل والأشجار والحيوانات..... ١٤٩
٢-٤-٩ إدارة العناصر الغذائية ١٥٢
٢-٤-١٠ التسويق ١٥٣
٢-٤-١١ المجتمعات العمرانية ١٥٤
المراجع ١٥٦

الفصل الثالث

الإتجاهات الحديثة في تقييم التراكيب الوراثية الملائمة لظروف البيئة الجافة ١٦١
المقدمة..... ١٦١
٣-١ الصفات المورفولوجية والفسيولوجية والمحصولية المستخدمة كمعايير إنتخاب فعالة للتراكيب الوراثية تحت ظروف البيئة الجافة..... ١٦٣
٣-١-١ الصفات المورفولوجية والمحصولية ١٦٥
٣-١-٢ الصفات الفسيولوجية..... ١٧٩
٣-٢ الطرق التقليدية المستخدمة في قياس وتقدير الصفات المختلفة ١٩٦
٣-٢-١ القياسات المورفولوجية ١٩٧

٣-٢-٢ القياسات الفسيولوجية ٢١٦
٣-٣ عيوب الطرق التقليدية في تقييم التراكيب الوراثية ٢٣٢
٣-٤ الطرق الحديثة المستخدمة في تقدير وقياس الصفات المختلفة ٢٣٣
٣-٤-١ التصوير الحراري ٢٣٤
٣-٤-١-١ أهم الأجهزة الشائعة الاستخدام في تقنية التصوير الحراري..... ٢٣٥
٣-٤-١-٢ الظروف البيئية الملائمة لقياس درجة حرارة الكساء الخضري..... ٢٣٦
٣-٤-١-٣ الإرشاداتالعامةالواجب مراعاتهاعندقياس درجةحرارةالكساءالخضري للنباتات .. ٢٣٧
٣-٤-١-٤ معالجة الصور الحرارية..... ٢٤١
٣-٤-١-٥ أهم الدراسات على تقنية التصوير الحراري ٢٤١
٣-٤-٢ تغطية سطح التربة ٢٤٣
٣-٤-٣ الانعكاس الطيفي ٢٤٦
٣-٤-٣-١ ما هو الطيف الكهرومغناطيسي ٢٤٧
٣-٤-٣-٢ مسار الأشعة الضوئية الساقطة على الكساء الخضري ٢٤٩
٣-٤-٣-٣ العلاقة بين الانعكاس الطيفي وسلوك النبات ٢٥٠
٣-٤-٣-٤ العوامل المؤثرة على طيف الانعكاس الطيفي للكساء الخضري للنبات ٢٥٢
٣-٤-٣-٥ الأجهزة المستخدمة في قياس طيف الإنعكاس الطيفي للكساء الخضري للنبات .. ٢٦٢
٣-٤-٣-٦ نصائح بشأن أخذ القياسات بجهاز الإسبكتورادميتر ٢٦٤
٣-٤-٣-٧ كيفية القياس بجهازالإسبكتورادميتر..... ٢٦٦
٣-٤-٣-٨ ماهي دلائل الانعكاس الطيفي ٢٦٨
٣-٤-٣-٩ المؤشرات الخضرية ٢٧٠
٣-٤-٣-١٠المؤشرات المائية..... ٢٧٥
٣-٤-٣-١١مؤشرات الكلوروفيل ٢٧٦
٣-٤-٣-١٢مؤشرات الحافة الحمراء ٢٧٨

٣-٤-٣-١٣ مؤشرات الكاروتينات ٢٧٩
٣-٤-٣-١٤ مؤشرات كفاءة استخدام الأشعة ٢٨٠
٣-٤-٤ كيفية الحصول على مؤشرات الانعكاس الطيفي المناسبة لتقييم الصفات النباتية المختلفة . ٢٨١
٣-٤-٥ أهم الدراسات لتطبيق استخدام مؤشرات الانعكاس الطيفي في تقدير بعض الصفات النباتية المختلفة ٢٨٤
٣-٤-٦ أهم مميزات الطرق الحديثة في تقييم التراكيب الوراثية ٢٩١
المراجع ٢٩٢

الفصل الرابع

تقنيات الاستشعار عن بعد والمعلومات الجغرافية في النظم الزراعية..... ٣٠١
المقدمة..... ٣٠١
٤- ١تقنيات الاستشعار عن بعد ٣٠٢
٤-٢ مكونات نظام الاستشعار عن بعد ٣٠٣
٤-٣ مصادر الطاقة والطيف الكهرومغناطيسي ٣٠٦
٤-٣- ١تفاعلات الطاقة مع خصائص وسمات سطح الأرض..... ٣٠٦
٤-٣-٢ الانعكاس الطيفي للغطاء النباتي والتربة والمياه ٣٠٨
٤-٤ أنماط الإستجابة الطيفية..... ٣١٠
٤-٥ التأثيرات الجوية على الإستجابة الطيفية ٣١١
٤-٦ أنواع الاستشعار عن بعد ٣١٣
٤-٧ المنصَّات الحاملة لأجهزة الاستشعار عن بعد ٣١٣
٤-٨ أجهزة الاستشعار عن بعد..... ٣١٦
٤-٩ خصائص بيانات الاستشعار عن بعد..... ٣١٦
٤-١٠ معالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية..... ٣٢١
٤-١٠-١ المعالجة الأولية ٣٢١

٤-١٠-٢ تصنيف الصور ٣٢٢
٤-١٠-٣ البيانات المرجعية ٣٢٥
٤-١١ تطبيقات الاستشعار عن بعد ٣٢٧
٤-١٢ نظام المعلومات الجغرافية ٣٢٨
٤-١٢-١ عناصر نظام المعلومات الجغرافية..... ٣٢٩
٤-١٢-٢ كيفية عمل نظم المعلومات الجغرافية..... ٣٣٠
٤-١٣ نظام تحديد المواقع العالمي ٣٣٠
٤-١٣- ١الأقسام الرئيسية لنظام تحديد المواقع العالمي..... ٣٣١
٤-١٣-٢ دقة نظام تحديد المواقع العالمي ٣٣٢
٤-١٣-٣ النظام العالمي لتحديد المواقع المصحح تفاضلياً ٣٣٢
المراجع ٣٣٢

الفصل الخامس

الزراعة الدقيقة في نظم إنتاج المحاصيل ٣٣٥
٥-١ مفهوم الزراعة الدقيقة ٣٣٥
٥-٢ تقنيات مراقبة أداء المحاصيل..... ٣٣٧
٥-٣ نماذج مراقبة حالة المحاصيل ٣٤٠
٥-٤ تقنيات تقدير إنتاجية المحاصيل واستخدام المياه..... ٣٤٣
٥-٤-١ إنشاء خرائط إنتاجية المحاصيل ٣٤٣
٥-٤-٢ إنشاء خرائط إنتاجية المياه..... ٣٤٧
٥-٥ التباين في خصائص الحقول الزراعية..... ٣٤٧
٥-٥-١تقنيات تحديد التباين المكاني في الحقول الزراعية ٣٤٨
٥-٥-٢ المناطق الإدارية ٣٤٩
٥-٥-٣ طرق تخطيط المناطق الإدارية ٣٤٩

٥-٦ نظم تطبيق المعدَّل المتغيِّر للمدخلات الزراعية ٣٥١
٥-٦-١ تقنييات المعدّل المتغيّر..... ٣٥١
٥-٦-٢ نظم تطبيق المعدّل المتغيّر ٣٥٢
٥-٧ مجالات تطبيق نظم المعدَّل المتغيِّر ٣٥٤
٥-٧-١ تطبيقات المعدَّل المتغير للمواد الكيمائية الزراعية ٣٥٤
٥-٧-٢ تقنيات معدَّل الري المتغيِّر..... ٣٥٥
٥-٧-٣ تقنيات معدَّل البذر المتغيِّر..... ٣٥٦
٥-٧-٤ تقنيات حرث التربة متغيِّر العمق..... ٣٥٧
٥-٨ جدوى تطبيق الزراعة الدقيقة ٣٥٨
٥-٩ أمثلة نموذجية لتطبيقات الزراعة الدقيقة في المملكة العربية السعودية ٣٥٩
٥-٩-١ الرسمدة الدقيقة لزراعة مستدامة في المملكة العربية السعودية..... ٣٥٩
٥-٩-١-١ نبذة عن المشروع..... ٣٦٠
٥-٩-١-٢ أهداف المشروع..... ٣٦٠
٥-٩-١-٣ منهجية البحث..... ٣٦٠
٥-٩-١-٤ نتائج البحث ٣٦٦
٥-٩-١-٥ الخاتمة ٣٧١
٥-٩-٢ إنشاء خرائط إنتاجية المياه وتقييم أداء الري للمحافظة على مياه الري: دراسة في منطقة الخرج بالمملكة العربية السعودية ٣٧١
٥-٩-٢-١ نبذة عن المشروع..... ٣٧٢
٥-٩-٢-٢ أهداف المشروع..... ٣٧٢
٥-٩-٢-٣ منهجية البحث..... ٣٧٢
٥-٩-٢-٤ نتائج الدراسة ٣٧٦
٥-٩-٢-٥ الخاتمة..... ٣٨٢
٥-٩-٣ تقدير إنتاجية البرسيم باستخدام نظام مراقبة الإنتاجية وصور الأقمار الصناعية ٣٨٢

المقدمة ٣٨٢
٥-٩-٣-١ مراقبة الإنتاجية في آلة تبييل العلف ٣٨٣
٥-٩-٣-٢ تحليل صور القمر الصناعي لاندسات-٨ ..... ٣٨٤
٥-٩-٣-٣ الخاتمة ٣٨٦
٥-٩-٤ تطبيق حراثة التربة متغيَّرة الأعماق وتأثيرها على إنتاجية محصول الذرة. ٣٨٨
المقدمة ٣٨٨
٥-٩-٤-١ الهدف من الدراسة ٣٨٩
٥-٩-٤-٢ موقع الدراسة ٣٨٩
٥-٩-٤-٣ دراسة خصائص التربة ٣٨٩
٥-٩-٤-٤ تقدير معاملات نمو المحصول ٣٩١
٥-٩-٤-٥ نتائج الدراسة ٣٩١
٥-٩-٤-٦ الخاتمة ٣٩٤
٥-٩-٥ التنبؤ بإنتاجية محصول البطاطس باستخدام تقنيات الزراعة الدقيقة ٣٩٤
المقدمة ٣٩٤
٥-٩-٥-١ منطقة الدراسة ٣٩٥
٥-٩-٥-٢ تجميع ومعالجة بيانات الأقمار الصناعية ٣٩٦
٥-٥-٦-٣ التنبؤ بإنتاجية البطاطس ٣٩٦
٥-٩-٥-٤ النتائج ٣٩٧
٥-٩-٥-٥ تحليل الاختلاف المكاني للإنتاجية ٣٩٩
٥-٩-٥-٦ الخاتمة ٣٩٩
المراجع ٤٠١