الرسمدة الدقيقة لزراعة مستدامة في المملكة العربية السعودية

الخطة الوطنية للعلوم والتقنية (NPST)

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة (PARC)

الرسمدة الدقيقة لزراعة مستدامة في المملكة العربية السعودية

معلومات المشروع :

رمز المشروع	(10 SPA 1193-02)
إسم المشروع	الرسمدة الدقيقة لزراعة مستدامة في المملكة العربية السعودية
الباحث الرئيسي	أ. د. فيروباكشا باتيل
المؤسسة العلمية	كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة، جامعة الملك سعود
مجال التقنية الإستراتيجية	تقنية الفضاء والطيران
المسار	رصد الأرض
فترة المشروع	سبتمبر ٢٠١١م – فبراير ٢٠١٤م
ميزانية المشروع	١,٨٦٤,٩٥٠ ريال سعودي
الموقع على الإنترنت	http://rp.ksu.edu.sa

الخطة الوطنية للعلوم والتقنية (NPST)

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة (PARC)

نبذة عن المشروع :

تستهلك الزراعة في المملكة العربية السعودية أكثر من ٨٥٪ من المياه المستخدمة في البلاد. يعد الإستخدام الفعَّال للموارد المائية المحدودة أمر ضروري لتحقيق زراعة مستدامة وحماية للبيئة الهشة. وفي هذا المسعى فقد نجح كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة في تنفيذ مشروع بحثي بعنوان "**الرسمدة الدقيقة لزراعة مستدامة في المملكة العربية السعودية**" تم تمويله من قِبل الخطة الوطنية للعلوم والتقنية. الهدف الأساسي لهذا المشروع يتمثل في تطوير طرق فعَّالة لإستخدام المياه والأسمدة لإنتاج البرسيم والقمح، حيث تم إستخدام تقنيات متطورة في الزراعة الدقيقة لتحقيق هذا الهدف. مفاهيم تخطيط المناطق الإدارية وتكنولوجيا تطبيق المعدلات المتغيرة تكاملت في تنفيذ هذا المشروع البحثي الذي تم على أساس الشراكة مع المزارعين. وتم من خلال تنفيذ هذا المشروع البحثي استخدام نظام الري بمعدَّل متغيِّر لتطبيق معدلات ري وتسميد متغيرة لمحصولي القمح والبرسيم، الأمر الذي يعد الأول والوحيد من نوعه في منطقة الشرق الأوسط.

أهداف المشروع :

- تحديد وتخطيط المناطق الإدارية الجغرافية لتطبيق معدَّلات متغيِّرة من المدخلات الزراعية.
- تطوير وتقييم ممارسات الرسمدة الدقيقة (تزويد النبات بالأسمدة من خلال نظام الري) تحت نظم الري المحوري لمحصولي القمح والبرسيم في المناطق الإدارية المحددة.
- تطوير مواد تعليمية إرشادية في مجال الرسمدة الدقيقة ونشر هذه التكنولوجيا بين المهتمين والمستفيدين.

الفريق البحثي :

(أ) الباحث الرئيس (Principal Investigator)

أ. د. فيروباكشا جودا باتيل
كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة
جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية
البريد الإلكتروني : vpatil@ksu.edu.sa

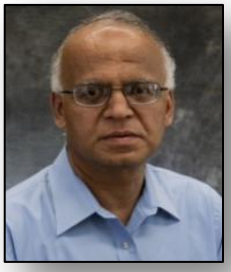
(ب) الباحثون المشاركون (Co-Investigators)

(١) أ. د. خالد بن علي القعدي
كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة (مشرف الكرسي)
قسم الهندسة الزراعية ، كلية علوم الأغذية والزراعة
جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية
البريد الإلكتروني : kgaadi@ksu.edu.sa

(٢) أ. د. عبد رب الرسول العمران
قسم علوم التربة ، كلية علوم الأغذية والزراعة
جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية
البريد الإلكتروني : rasoul@ksu.edu.sa

(٣) د. علي يالدوسري
قسم الجغرافيا ، كلية الآداب
جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية
البريد الإلكتروني : adosari@ksu.edu.sa

(جـ) المستشارون (Consultants)



(١) أ. د. شريني أوبادهيايا

قسم الهندسة الزراعية والبيولوجية . جامعة كاليفورنيا ديفيس كاليفورنيا . الولايات المتحدة الأمريكية .

البريد الإلكتروني : skupadhyaya@ucdavis.edu

(٢) أ. د. ديفيد ملَّا

قسم التربة والمياه والمناخ، جامعة مينيسوتا، مينيسوتا، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني : mulla003@umn.edu

(٣) أ. د. راجيف كوسلا*

قسم علوم التربة والمحاصيل، جامعة ولاية كولورادو، كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني : raj.khosla@colostate.ed

* للفترة من مايو ٢٠١٠م حتى يونيو ٢٠١١م

(4) أ. د. سايمون بلاكمور*

قسم الهندسة، جامعة هاربر آدمز، نيوبورت، شروبشاير، المملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني : simon.blackmore@harper-adams.ac.uk

* للفترة من يناير ٢٠١٠م حتى ديسمبر ٢٠١٠م

(د) طلاب الدراسات العليا (ماجستير)

(١) د. الكامل حمد محمد تولا

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

البريد الإلكتروني : etola@ksu.edu.sa

(٢) د. رانجا سواميا مادوجوندو

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

البريد الإلكتروني : rmadugundu@ksu.edu.sa

(٣) د. سامي عبد الجيد مرعي*

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

البريد الإلكتروني : smarey@ksu.edu.sa

*** للفترة من سبتمبر ٢٠١١م حتى ديسمبر ٢٠١٢م**

(٤) محمد سامداني*

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

البريد الإلكتروني : mosamdani@ksu.edu.sa

*** للفترة من سبتمبر ٢٠١١م حتى فبراير ٢٠١٢م**

(د) الباحثون (Researchers)

(١) محمد الصديق علي عباس

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

البريد الإلكتروني : mabass@ksu.edu.sa

(2) أحمد محمود حسن زيادة

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

البريد الإلكتروني : azeida.c@ksu.edu.sa

(3) أحمد جلال أحمد عبد العال كياد

كرسي أبحاث الزراعة الدقيقة ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

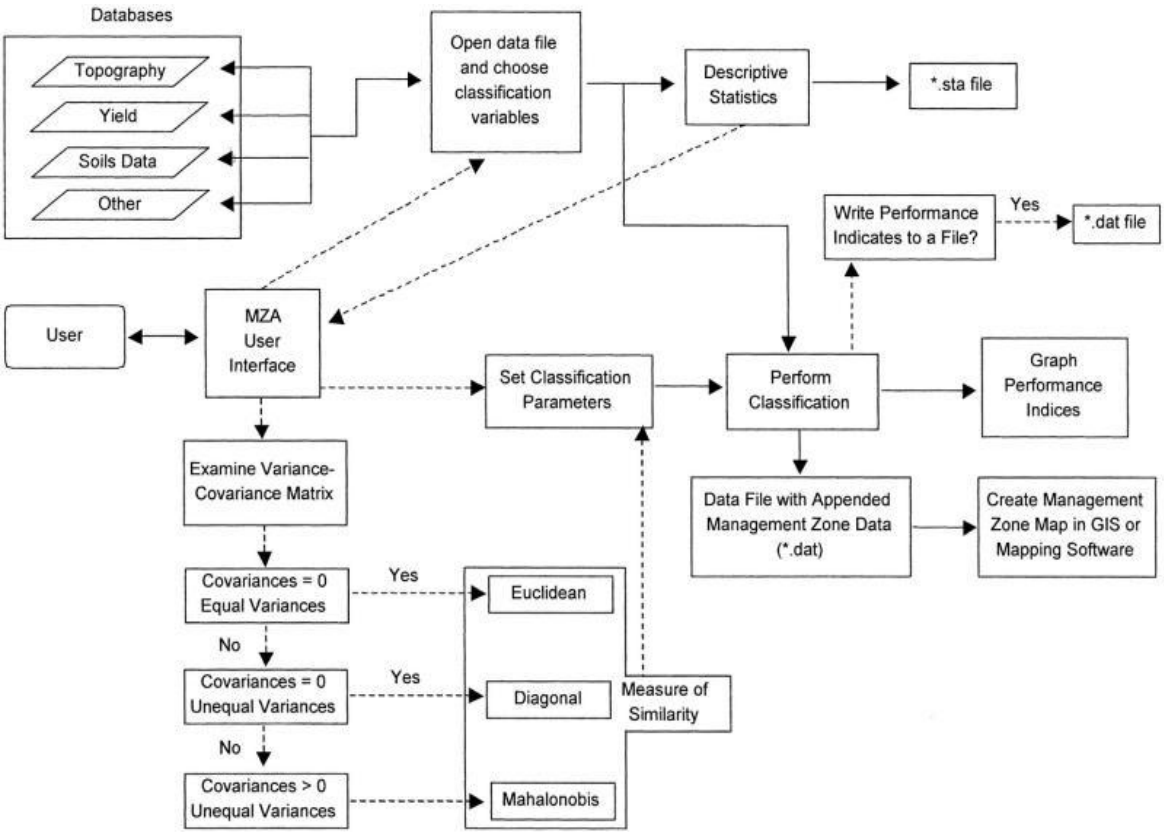
البريد الإلكتروني : akaiad@ksu.edu.sa

منهجية البحث :

تم استخدام تقنيات المعدَّل المتغيَّر لتحديد المعدَّل الأمثل لإضافة الأسمدة ومياه الري لمحصولي البرسيم والقمح، وذلك لتعظيم إنتاجية المحصولين وكفاءة إستخدام المياه والأسمدة.

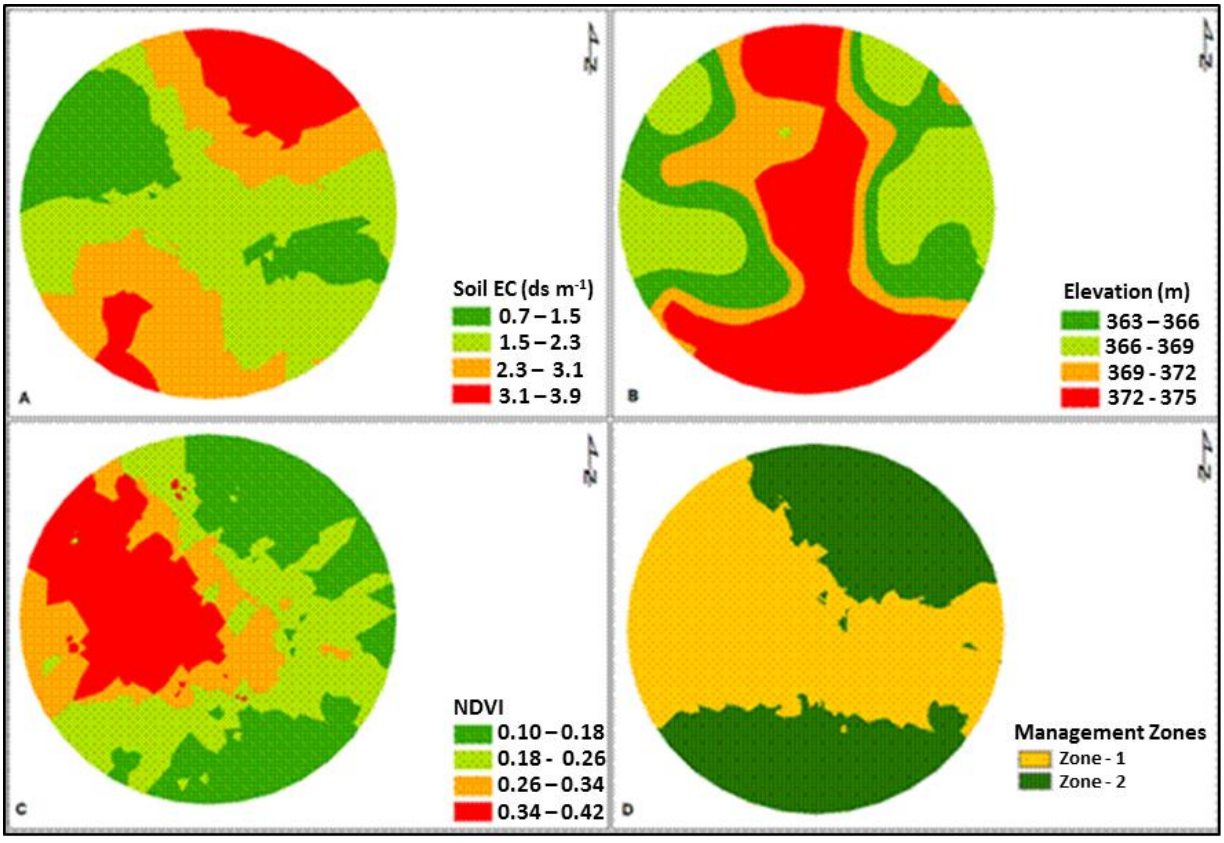
(١) المناطق الإدارية (Management Zones)

"المنطقة الإدارية" هي عبارة عن منطقة من الحقل تضم مزيجاً متجانساً نسبياً من العوامل المحدِّدة للإنتاجية، وبالتالي يمكن أن يُطبق عليها معدَّل واحد متساوي من مُدخل زراعي معين لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة في استخدام هذه المدخلات . تعتبر عملية تخطيط المناطق الإدارية وسيلة لتصنيف التباين المكاني داخل الحقل مع الأخذ في الإعتبار طبوغرافية الأرض، وخصائص التربة، بالإضافة لاستجابة المحصول. والطريقة المتبعة لتخطيط المناطق الإدارية موضحة في **الشكل رقم ١** .

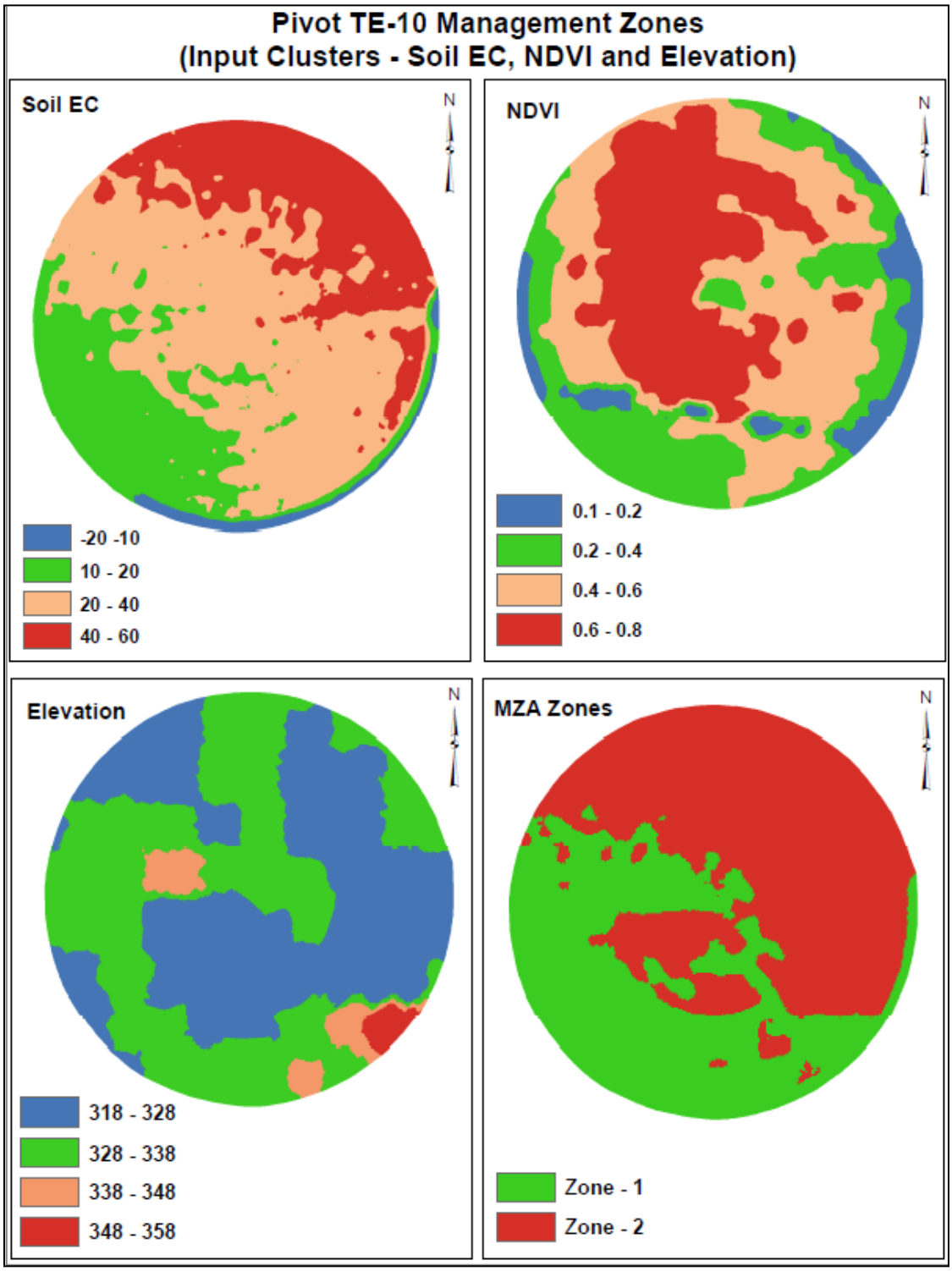


الشكل رقم (١): طريقة ترسيم المناطق الإدارية.

تم تنفيذ المشروع البحثي على محصولي القمح والبرسيم في حقلين تحت نظام الري المحوري مساحة كل منهما ٥٠ هكتار في مزرعة التوضيحية التي تقع في منطقة حرض شرق المملكة العربية السعودية. تم تخطيط المناطق الإدارية الجغرافية لكل من هذين الحقلين باستخدام معايير مختلفة مثل التحليلات المعملية المختلفة للتربة، الموصلية الكهربية للتربة (المحددة جغرافياً - georeferenced) باستخدام جهاز EM38، ارتفاع سطح التربة (surface elevation) بواسطة ASTER DEM (AST3A1)، بالإضافة إلى البيانات المؤرشفة لمعامل فرق الغطاء النباتي (NDVI) المأخوذة من صور الأقمار الصناعية (Landsat ETM+ satellite imagery). **الأشكال ٢ و٣** توضحان المدخلات التي استخدمت لتخطيط المناطق الإدارية للعام ٢٠١٢م لحقلي القمح والبرسيم على التوالي.



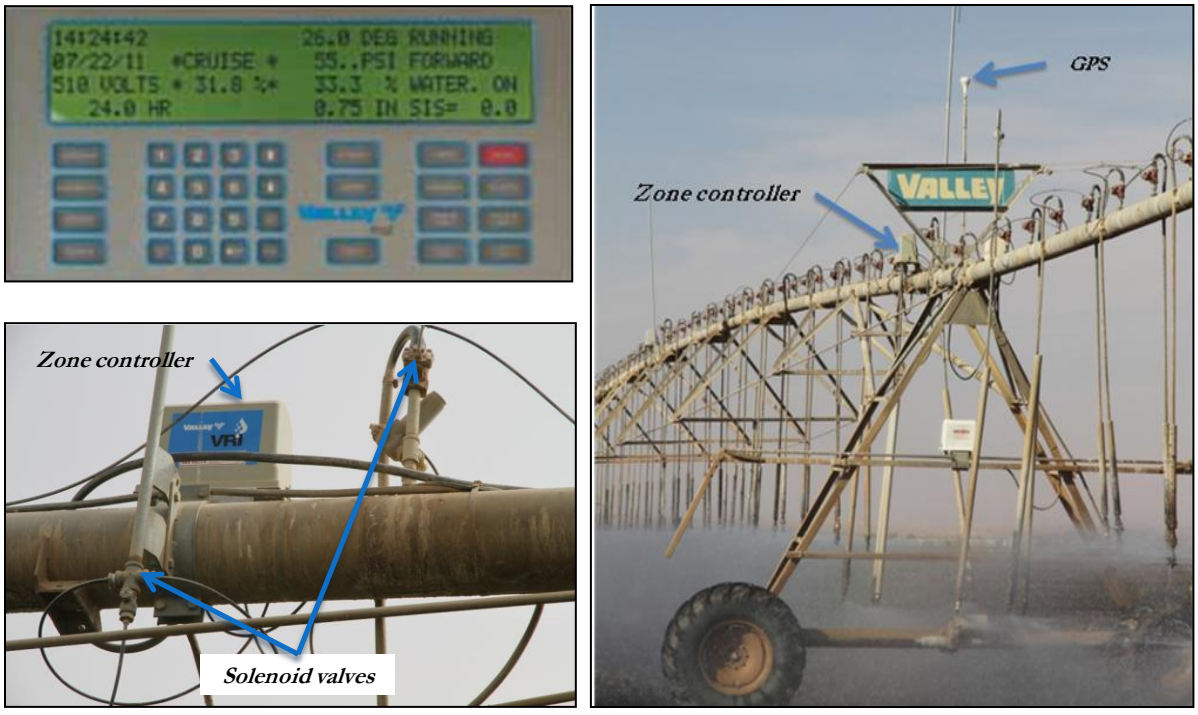
الشكل رقم (٢): تخطيط المناطق الإدارية لحقل القمح موسم ٢٠١٢م.



الشكل رقم (٣): تخطيط المناطق الإدارية لحقل البرسيم موسم ٢٠١٢م.

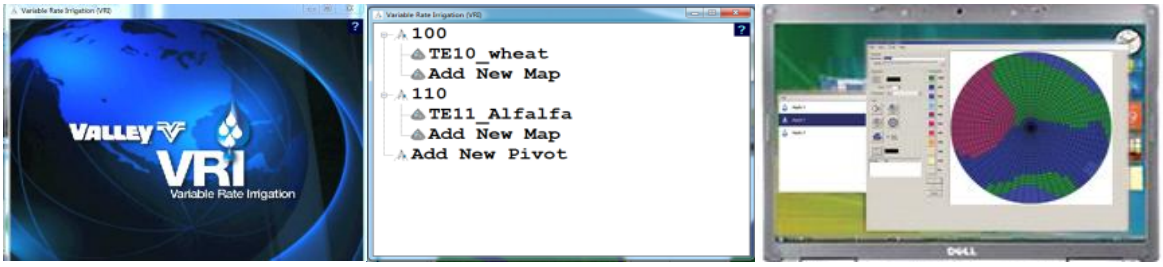
تطبيق معدَّل الرَّي المتغيِّر (Variable Rate Irrigation- VRI)

نظام معدَّل الرَّي المتغيِّر (VRI) هو عبارة عن تكنولوجيا مبتكرة تمكِّن نظام الري المحوري من تطبيق الري على النحو الأمثل. وتعتبر نظم معدَّل الرَّي المتغيِّر بصفة عامة تحديث لنظم الري المحوري الموجودة وتعمل من خلال دمج بيانات نظام تحديد المواقع مع نظام التحكُّم بحيث يتم التحكُّم في فتح وقفل الرشاشات كأفراد أو مجموعات. **الشكل رقم ٤** يوضِّح المكونات الأساسية لنظام معدل الري المتغير (VRI).

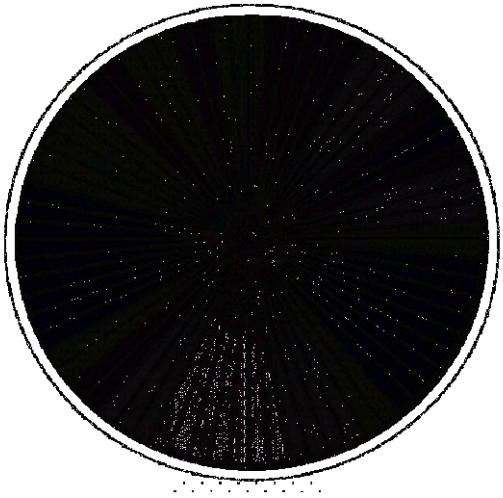


الشكل رقم (٤): مكونات نظام معدَّل الرِّي المتغيِّر (VRI).

النظامان الأساسيان المستخدمان في تطبيق معدل الري المتغير (VRI) هما: (١) التحكُّم المستند على تغيير سرعة المحوري، و(٢) التحكُّم المستند على تحديد المناطق، كما هو موضَّح في **الشكل رقم ٥**. فيما يمثل **الشكل رقم ٦** عملية إعداد وتركيب نظام معدل الري المتغير على نظام الري المحوري.



VRI- Zone Control System

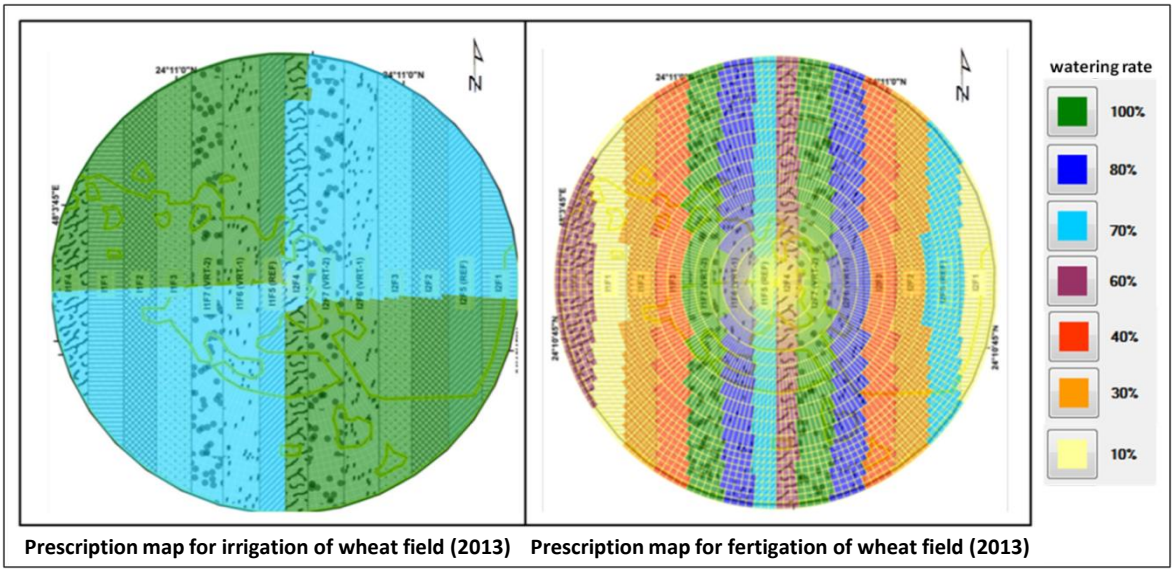


VRI- Speed Control System

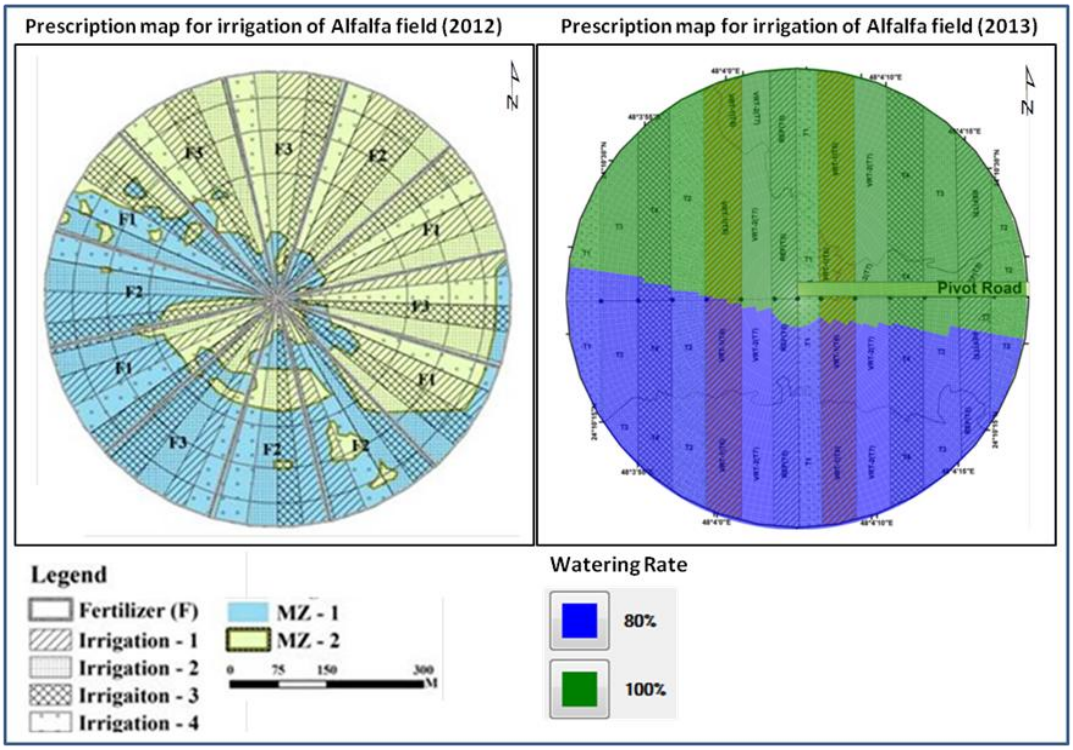
الشكل رقم (٥): طرق تطبيق نظام معدَّل الرَّي المتغيِّر.

الشكل رقم (٦): عملية إعداد وتركيب نظام معدَّل الرَّي المتغيِّر.

تم تركيب نظم تطبيق معدَّل الرَّي المتغيِّر (VRI) المعتمد على نظام تحديد المناطق الإدارية، من إنتاج شركة ڤالي للري (Valley Irrigation)، ولاية كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية على إثنين من نظم الري المحوري الموجودة من أجل تطبيق عمليات الرسمدة الدقيقة بناءً على معلومات مستقاه من خرائط وصفية (prescription maps). **الأشكال** ٧ و٨ توضحان أمثلة لخرائط وصفية لمحصولي القمح والبرسيم، على التوالي.



شكل رقم (٧): خرائط وصفية لتطبيق الرسمدة الدقيقة على محصول القمح (موسم ٢٠١٣م).



شكل رقم (٨): خرائط وصفية لتطبيق الري على محصول البرسيم (موسمي ٢٠١٢م و٢٠١٣م).

نتائج البحث:

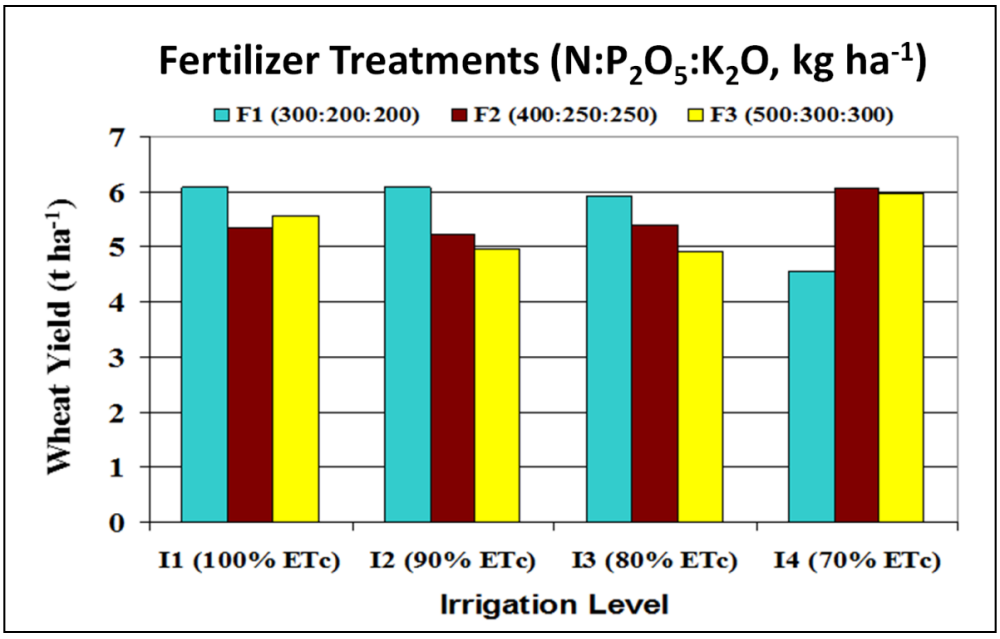
(١) استجابة محصول القمح لمستويات الري والتسميد :

تمت في هذا البحث دراسة استجابة محصول القمح لأربعة مستويات ري مختلفة بناءً على نسب البخر-نتح التي يتم عندها الري (70, 80, 90, 100% ETc) كمعاملات رئيسية، وثلاثة مستويات تسميد مختلفة لعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (N:P2O5:K2O)، عبارة عن: (F1 = 200:200:300 kg ha-1)، (F2 = 250:250:400 kg ha-1)، (F3 = 300:300:500 kg ha-1)، كمعاملات ثانوية. **الشكل رقم ٩** يوضح محصول القمح في مراحل النمو المختلفة.

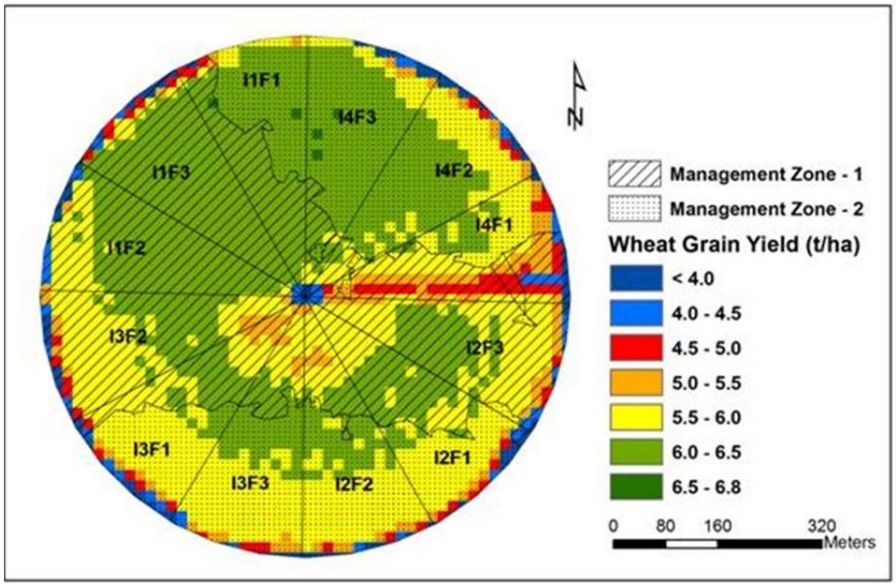
أثرت مستويات الري والتسميد المختلفة بشكل ملحوظ على إنتاج الحبوب لمحصول القمح **(الأشكال ١٠ و١١)**. في المتوسط، وعند إضافة مياه الري عند مستوى ري ١٠٠٪ من البخرنتح كان متوسط إنتاجية القمح (٥.٦٨ طن/هكتار) وهو أعلى إنتاجية مقارنة بمستويات الري الثلاثة الأخرى. في حين أن تطبيق أقل مستوى تسميد (F1) أعطى أعلى إنتاجية من القمح بمتوسط (٥.٦٧ طن/هكتار) مقارنة بمستويات التسميد الأخرى. الجمع بين أقل مستوى للتسميد (F1) ومعاملات الري عند ٨٠، ٩٠ و١٠٠٪ من البخرنتح أعطت إنتاجية أفضل من مستوى الري عند٧٠٪ من البخرنتح. غير أنه وعند مستوى ري٧٠٪ ومستوى تسميد متوسط (F2)، كانت الإنتاجية تُقدَّر بـ ٦.٠٦ طن/هكتار، والتي كانت مساوية لإنتاجية مستويات الري ٩٠ و١٠٠٪ عند معدل التسميد المنخفض (F1)

شكل رقم (٩): محصول القمح في مراحل النمو المختلفة.

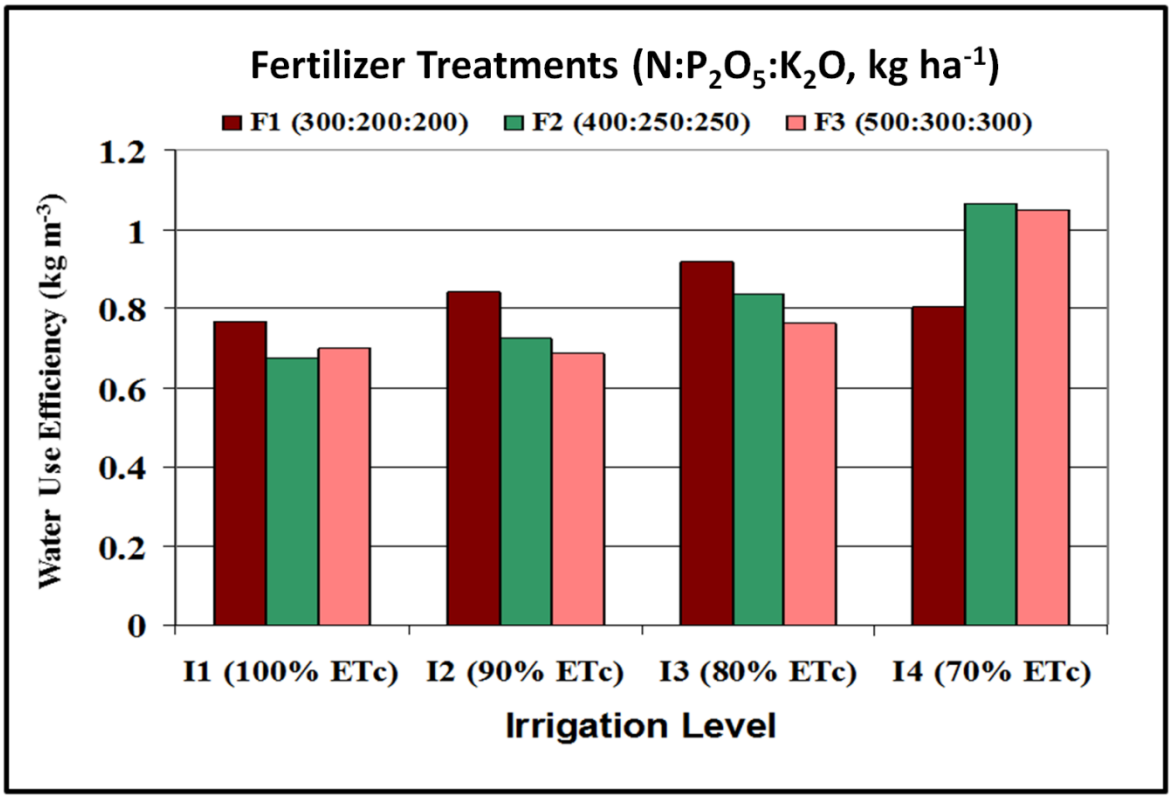
حيث أعطت ٦.٠٨ و ٦.٠٩ طن/هكتار، على التوالي. وبالتالي يمكن توفير مايصل إلى ٣٠٪ من كمية المياه. حيث تراوحت كمية المياه التي تمت إضافتها ما بين ٥٦٨٠ و٧٩٦٠ م٣/هكتار، بكفاءة استخدام للمياه تتراوح من ٠.٦٨٨ إلى ١.٠٦٧ كجم/م٣ **(الشكل ١٢).**



شكل رقم (١٠): استجابة محصول القمح لنظام الرسمدة الدقيقة (موسم ٢٠١٢).



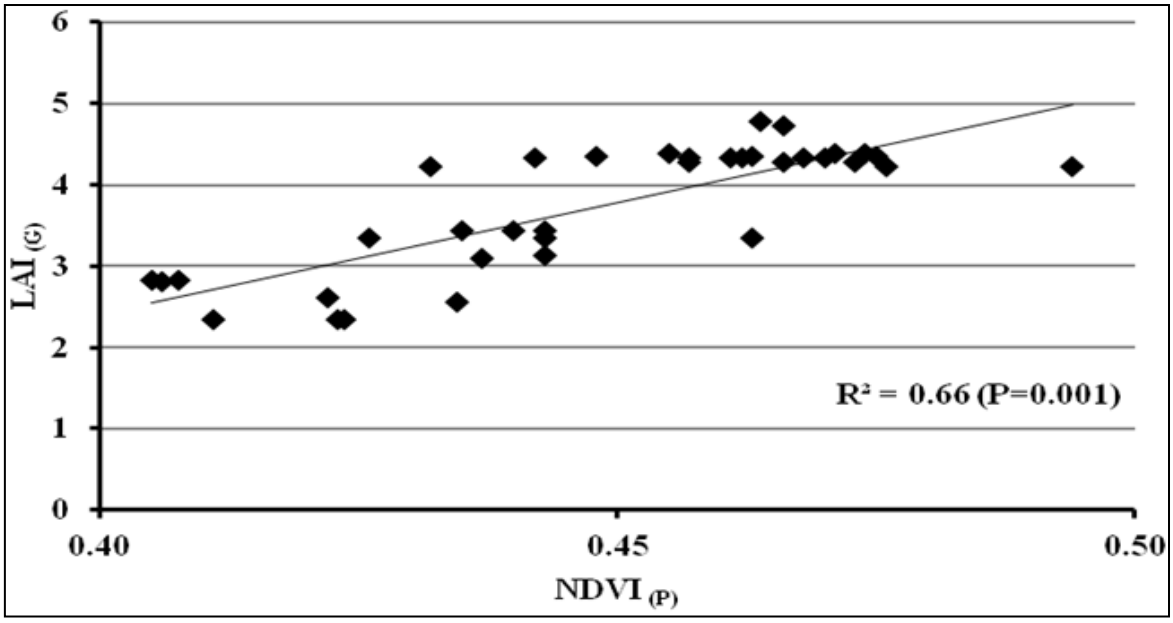
شكل رقم (١١): خريطة إنتاجية محصول القمح (موسم ٢٠١٢م).



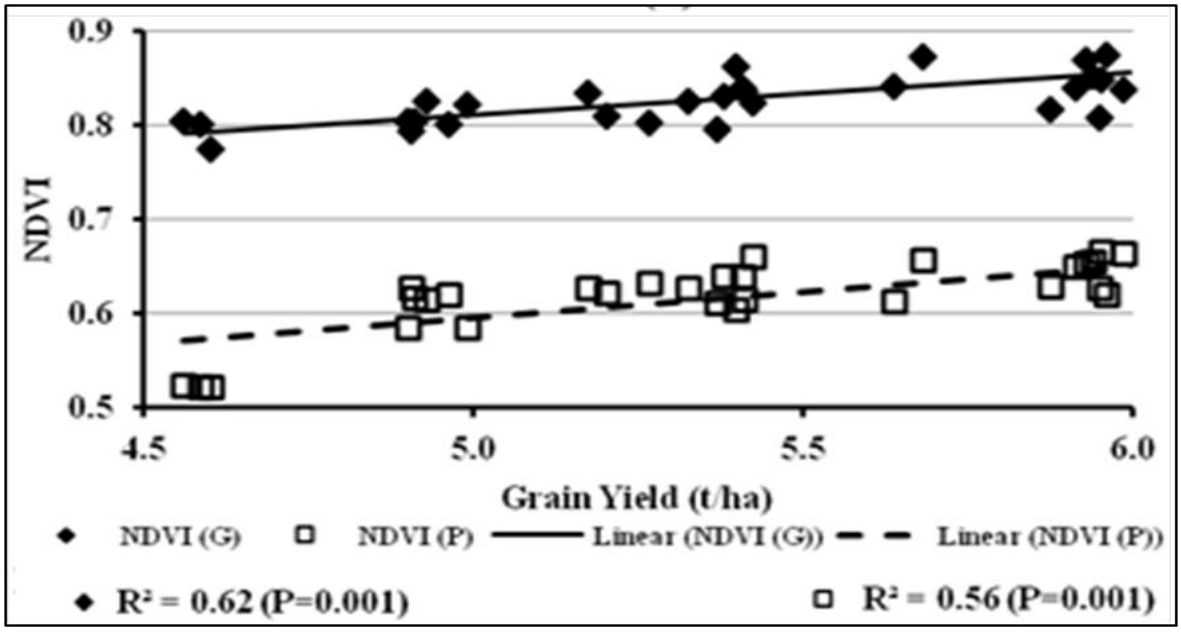
شكل رقم (١٢): كفاءة استخدام المياه لمحصول القمح وعلاقتها بالرسمدة الدقيقة.

علاقة معامل فرق الغطاء النباتي (NDVI) ومعامل مساحة الورقة (LAI) بإنتاجية محصول القمح

كشفت نتائج الدراسة أن هناك علاقة قوية بين نتائج القياسات الحقلية الأرضية لمعامل مساحة الورقة ونتائج معامل فرق الغطاء النباتي التي تم الحصول عليها من صور الأقمار الصناعية عند ٦٤ يوماً بعد زراعة المحصول (R2 = 0.66, p = 0.001) كما موضح في **الشكل ١٣**. وأظهرت الدراسة أيضاً أن هناك علاقة معنوية بين معامل فرق الغطاء النباتي وإنتاجية محصول القمح، حيث كانت نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة للقياسات الحقلية الأرضية لمعامل فرق الغطاء النباتي (R2 = 0.62, p = 0.001) بينما كانت بالنسبة لنتائج معامل فرق الغطاء النباتي من صور الأقمار الصناعية (R2 = 0.56, p = 0.001) كما هو موضح في **الشكل رقم ١٤**.



شكل رقم (١٣): العلاقة بين نتائج القياسات الحقلية لمعامل مساحة الورقة ((LAI(G)) ونتائج صور الأقمار الصناعية لمعامل فرق الغطاء النباتي ((NDVI(P)) لمحصول القمح.



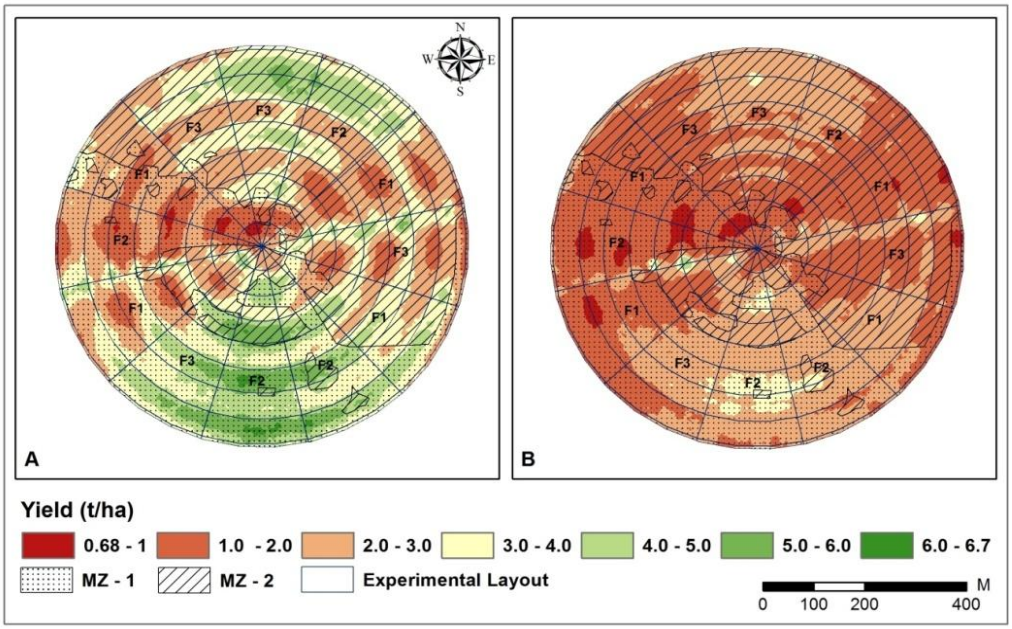
شكل رقم (١٤): علاقة إنتاجية محصول القمح بنتائج القياسات الحقلية وصور الأقمار الصناعية لمعامل فرق الغطاء النباتي عند ٦٤ يوماً بعد الزراعة.

(٢) إستجابة محصول البرسيم لمستويات الري والتسميد المختلفة

في هذا البحث، تمت دراسة إستجابة محصول البرسيم لمستويات ري وتسميد مختلفة. أربعة مستويات من الري (٧٠، ٨٠، ٩٠ و١٠٠٪) و ثلاثة مستويات تسميد مختلفة لعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (N:P2O5:K2O) عبارة عن: F1 = (300:92:126 kg ha-1)، (F1 = 400:138:234 kg ha-1)، F3 = 500:184:342 (kg ha-1) تم تطبيقها على محصول البرسيم. **الشكل ١٥** يوضح حقل البرسيم المروي بواسطة نظام الري المحوري.

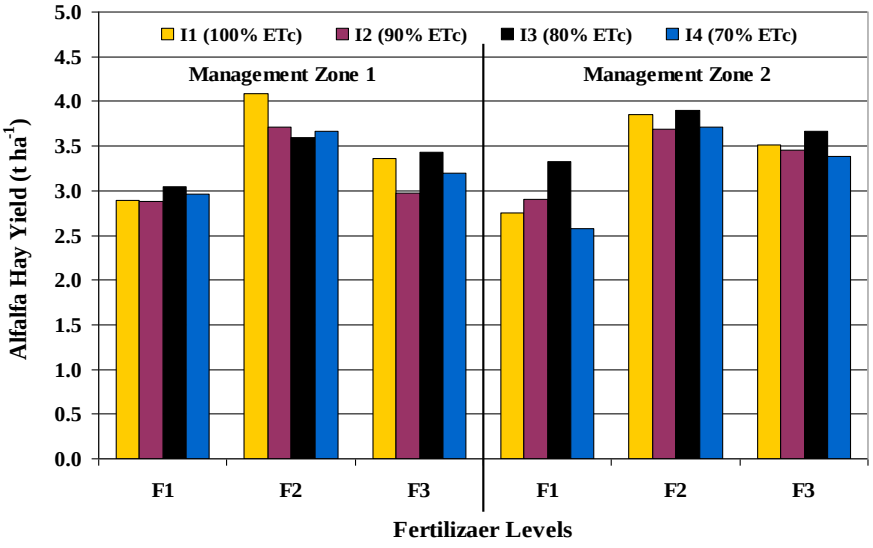
شكل ١٥: حقل البرسيم تحت نظام الري المحوري.

تم تركيب جهاز مراقبة إنتاجية العلف (موديل ٨٨٠) من إنتاج شركة هارفست تك (Harvest Tech.) الأمريكية على آلة كبس العلف المستطيلة الكبيرة (Baler) من إنتاج شركة كلاس (CLAAS) موديل ٣٢٠٠، وذلك لتسجيل الإنتاجية أثناء عملية الحصاد. تم تسجيل إنتاجية محصول البرسيم لشهري سبتمبر وأكتوبر ٢٠١٢م، عند ضغط مكبس ٥٥-٦٠ بار، وسرعة أمامية ١٠-١٥ كم/ساعة. تمت تصفية البيانات باستخدام برنامج "Erdas Imagine Version 2010". تم إعداد خرائط الإنتاجية باستخدام التوليد المكاني على أساس شبكة مساحتها (٤×٤م) عن طريق استخدام ميزة الـ krigingفي برنامج ESRI GIS. خرائط الإنتاجية لمحصول البرسيم لشهري سبتمبر وأكتوبر ٢٠١٢م (موضحة في **الشكل رقم ١٦**)أظهرت التباين المكاني في إنتاجية علف البرسيم بشكل واضح خلال فترتي القطع المذكورتين.

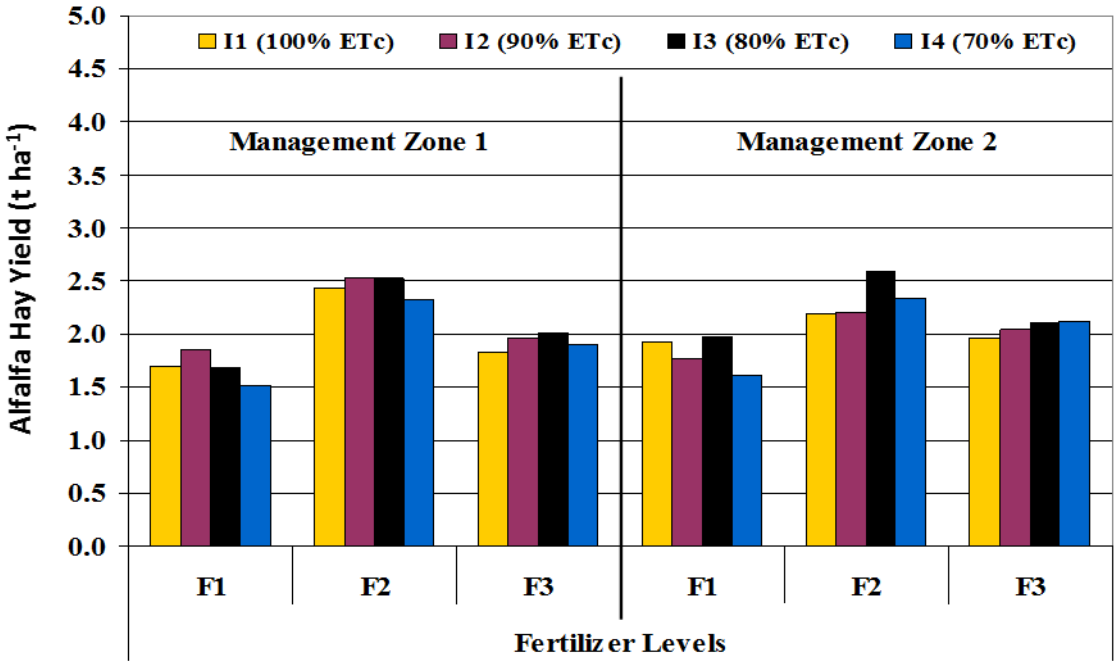


شكل (١٦): خرائط معدل الإنتاجية لمحصول البرسيم لشهري سبتمبر (A) و أكتوبر ٢٠١٢م (B).

تأثير مستويات الري والتسميد على إنتاجية البرسيم لشهري سبتمبر وأكتوبر ٢٠١٢م موضح بالأشكال ١٧ و١٨، حيث كان هناك تأثير معنوي لمستويات الري والتسميد على الإنتاجية. في المتوسط، أثمر الري عند ٨٠٪ عن أعلى معدل إنتاجية من البرسيم (٣.٥ طن/هكتار لشهر سبتمبر ٢٠١٢م و ٢.١٥ طن/هكتار لشهر أكتوبر ٢٠١٢م) مقارنة بمستويات الري الثلاثة الأخرى. في هذه الدراسة، ظهرت فوائد تطبيق تقنية معدل الري المتغير فقط خلال حصاد شهر سبتمبر.



شكل (١٧): استجابة إنتاجية علف البرسيم للرسمدة الدقيقة (سبتمبر ٢٠١٢م).



شكل (١٨): استجابة إنتاجية علف البرسيم للرسمدة الدقيقة (أكتوبر٢٠١٢م).

أظهرت نتائج الدراسة أن هنالك فروق معنوية في إنتاجية علف البرسيم بالنسبة لمستويات التسميد المختلفة التي تم تطبيقها. وقد حقق معدل التسميد المتوسط (F2) أفضلية على مستويات التسميد الأخرى وأعطى أعلى إنتاجية لعلف البرسيم في كل المناطق الإدارية المحددة وعند فترتي الحصاد (سبتمبر وأكتوبر ٢٠١٢م).

(٣) ملخص النتائج:

لقد كانت النتائج واعدة للغاية، حيث أشارت نتائج الدراسة التي استمرت لمدة سنتين إلى أنه يمكن توفير ٢٠٪ من الكمية الإجمالية من المياه حوالي) أي ما يعادل ٦٢٦٠ متر مكعب من الماء/هكتار/سنة (بالنسبة لمحصول البرسيم و ٣٠٪) ٢٢٨٠ متر مكعب من الماء/هكتار/موسم (بالنسبة لمحصول القمح دون التأثير على إنتاجية هذين المحصولين . وعلى المستوى الوطني، فبالإمكان توفير أكثر من ٧٧٥ مليون متر مكعب من المياه في السنة من مساحة البرسيم المزروعة في عام ٢٠١١م) ١٢٣٨٣٧ هكتار(، وتوفير أكثر من ٤٣٩.٥ مليون متر مكعب من مياه الري في الموسم الواحد من إجمالي المساحة المزروعة بالقمح خلال موسم ٢٠١١م) ١٩٢٨١٨ هكتار .(هذا التوفير الكبير أمر بالغ الأهمية وله أبعاد وطنية واستراتيجية مهمة جداً حيث أنه يتعلق بالمياه التي تعتبر مورد نادر بشكل كبير في بيئة المملكة العربية السعودية.

(٤) العوائد الاقتصادية:

كمية وقود الديزل اللازمة لتشغيل جهاز ري محوري) تصريف مضخته ١٣٦٠ جالون في الدقيقة (تبلغ حوالي ٩٠ لتر/الساعة .وبالنظر إلى تكلفة الديزل الحالية (٠.٢٥ ريال/لتر) فإن تكلفة تشغيل جهاز الري المحوري تصل إلى ٢٢.٥ ريال/ساعة .فبالنسبة للبرسيم، يمكن توفير حوالي" ٤٥٦ ريال/هكتار "في فترة أحد عشر شهراً بسبب تقليل إستهلاك الماء وحده .وكذلك فإن قيمة التوفير في القمح تصل إلى" ١٦٦ ريال/هكتار/موسم ."فعلى الصعيد الوطني، يمكن تحقيق توفير يقدر بـحوالي ٥٦.٥ مليون ريال سعودي في فترة ١١ شهراً من زراعة محصول البرسيم. وبالنسبة لمحصول القمح، فإن التوفير أكثر من ٣٢ مليون ريال سعودي في الموسم الواحد .وهذا التوفير يساعد الشركات الزراعية فى زيادة ربحيتها وتحقيق الاستدامة بالإضافة لحماية البيئة .ولكن الأهمية القصوى للتوفير في المياه والمحافظة عليها لتحقيق وحفظ الأمن الغذائي في البلاد تجعل الفوائد الاقتصادية الناتجة تبدو أقل قيمة وأهمية.

(٥) جمع البيانات والزيارات الحقلية

الفريق البحثي: أ. د. خالد القعدي (يسار) و أ. د. شريني أوبادهيايا (وسط)
د. رانجاسواميا (يمين) خلال معايرة أجهزة الإستشعار بالأشعة تحت الحمراء.

عملية مراقبة وتجميع بيانات الإنتاجية أثناء حصاد محصول البرسيم.

(من اليسار) أ. د. جمال من قسم الإنتاج النباتي، و الفريق البحثي: د. سامي عبدالجيد، و د. رانجاسواميا، و د. الكامل تولا، خلال جمع البيانات الحقلية لمحصول القمح.

الفريق البحثي : أ. د. خالد القعدي (يمين) و د. علي الدوسري (وسط) في زيارة حقلية.

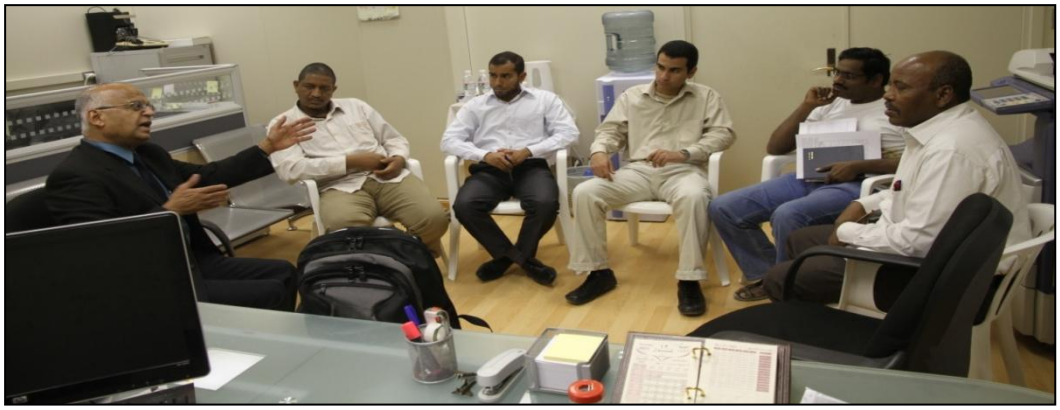
الباحث المشارك أ. د. عبد رب الرسول العمران (يمين) في زيارة حقلية.

(٦) التدريب وورش العمل

الفريق البحثي: د. الكامل تولا، و د. سامي عبد الجيد، و السيد/ محمد سامداني مع د. عامر الرويشدي (أقصى اليسار) خلال التدريب على جهاز قياس الأشعة الطيفية (Spectroradiometer).

أ. د. خالد القعدي و مستشار المشروع أ. د. شريني أوبادهيايا أثناء ورشة عمل حول نظام الري الدقيق.

الفريق البحثي والضيوف أثناء ورشة عمل حول تطبيق نظام الري الدقيق.



أ. د. شريني أوبادهيايا (مستشار المشروع) في مناقشة مع الفريق البحثي.

الفريق البحثي للمشروع في صورة جماعية بعد ورشة عمل حول جهاز قياس معامل مساحة الورقة.

الفريق البحثي أثناء ورشة عمل بعنوان الرسمدة الدقيقة بقيادة أ. د. ديفيد ملا (مستشار المشروع).

أ. د. سايمون بلاكمور(مستشار المشروع) في ورشة عمل بعنوان الزراعة الدقيقة.

أ. د. راجيف كوسلا (مستشار المشروع) في ورشة عمل بعنوان الزراعة الدقيقة.

أ. د. راجيف كوسلا (مستشار المشروع) في نقاش مع أ. د. خالد القعدي أثناء ورشة عمل بعنوان الزراعة الدقيقة.