بسم الله الرحمن الرحيم

تصميم وتحليل التجارب

الجانب النظري والتطبيقي

تأليف

أ.د. محمود محمد الدريني **د. علي إسماعيل عبدالصمد**

قسم الاقتصاد الزراعي – 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، ١٤٣٨هـ (٢٠١٧م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الدريني، محمود محمد.
تصميم وتحليل التجارب: الجانب النظري والتطبيقي. / محمود محمد الدريني ؛ علي إسماعيل عبدالصمد- الرياض، ١٤٣٨هـ.
٥٨٧ ص ؛ ١٧سم × ٢٤ سم
ردمك: ٧ - ٥٣٦ - ٥٠٧ - ٦٠٣ — ٩٧٨
١- تصميم التجارب ٢- الإحصاء أ. عبدالصمد، علي إسماعيل (مؤلف مشارك)
ب. العنوان.
ديوي ٠٠١,٤٣٤ ١٤٣٨/٥٩٥

رقم الإيداع: ١٤٣٨/٥٩٥
ردمك: ٧ - ٥٣٦ - ٥٠٧ - ٦٠٣ — ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه السادس عشر للعام الدراسي ١٤٣٦/١٤٣٧، المعقود بتاريخ ١٤٣٧/٧/١١، الموافق ٢٠١٦/٤/١٨.

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

الاهداء

إلى طلبة العلم وقادة المستقبل

إلى كل من علمنا حرفا

إلى كل من أنار دربنا

إلى كل عزيز وصديق

إلى آبائنا وأبنائنا الأحبة

نهدي هذا العمل المتواضع

المؤلفان

شكر وتقدير

الحمد لله وحده والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، نشكر الله ـ تعالى ـ ونحمده ، فهو المنعم والمتفضل قبل كل شيء، نشكره أن حقق لنا ما نسعى إليه من تأليف كتاب " تصميم وتحليل التجارب: الجانب النظري والتطبيقي" كمرجع لطلاب الدراسات العليا وعلى الأخص طلاب كلية علوم الأغذية والزراعة، حيث يمكن الاستفادة منه في إجراء التحليل الإحصائي لنتائج تطبيق التجارب وفقا للتصاميم الحديثة.

كما نتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى سعادة الأستاذ الدكتور مهدي آل سلطان الذي لم يدَّخر جهداً في مساعدتنا لتأليف هذا الكتاب، كما أن الشكر موصول للسادة أعضاء هيئة التدريس بقسم الاقتصاد الزراعي الذين مدوا لنا يدَ المساعدة، خلال هذه الفترة، وحثهم المتواصل على تأليف هذا الكتاب، مما كان له الأثر الكبير في تقوية العزيمة ورفع الهمم حتى تم انجازه بحمد الله.

كما نشكر المجلس العلمي بجامعة الملك سعود على موافقته لطباعة هذا الكتاب، كما أن الشكر موصول للسادة المحكمين لهذا الكتاب على ما قدموه من نصائح وتعديلات حتى ظهر في شكل لائق ومقبول أكاديميا كمرجع علمي.

ونحمد الله على إحسانه والشكر له على توفيقه وامتنانه فهو وحده الموفق والهادي إلى سواء السبيل.

المؤلفان

المقدمة

الحمد لله رب العالمين وبه نستعين :

عرض المؤلفان في هذا الكتاب الجانب النظري والتطبيقي للموضوعات الأساسية في مجال تصميم التجارب و تحليلها ، التي تدرس لطلاب الدراسات العليا بمرحلة الماجستير، كما روعي أن تتلاءم هذه الموضوعات مع خطة مادة تصميم التجارب و تحليلها ، التي تدرس لطلاب الدراسات العليا بكلية علوم الأغذية والزراعة، بجامعة الملك سعود.

و يهدف المؤلفان من إعداد هذا الكتاب إلى تحقيق مجموعة من الأهداف تتحدد في عرض المصطلحات الإحصائية المستخدمة في تصميم التجارب وتحليلها، والتعرف على الأسس والقواعد العامة التي يقوم عليها التصميم التجريبي، وكيفية تحديد التصميم التجريبي المناسب لظروف التجربة، سواءً كان بسيطا أو مركبا، ومن ثم تمكين الطالب من تحديد شكل النموذج القياسي المناسب للتصميم وتقدير معالمه وإجراء كافة الاختبارات الإحصائية التي تحقق أهداف تنفيذ التجربة وفقا للتصميم المستخدم. ومن الأهداف أيضا إكساب الطالب مهارة تفسير نتائج الدراسة التطبيقية واستخلاص الحقائق بطريقة إحصائية سليمة. كما يهدف إعداد هذا الكتاب إلى

التعرف على شكل النموذج الخطي العام الذي يمثل بيانات التجربة التي تنفذ وفقا للتصميم المستخدم مع التطبيق باستخدام البرنامج الإحصائي *SAS*، ومن ثم تقديم يد العون للطلاب المهتمين باستخدام الحاسب الآلي لتحليل تجاربهم.

ويجب على الطالب المستخدم لهذا الكتاب أن يكون لديه خلفية علمية بموضوعات الإحصاء الوصفي متمثلة في طرق عرض البيانات بيانيا وجدوليا، ومقاييس النزعة المركزية والتشتت، ومقدمة في طرق الاحتمالات وتطبيقاتها العملية، ولتزويد الطالب بهذه الخلفية عرض المؤلفان هذه المقاييس بنوع من الإيجاز في الفصل الأول من هذا الكتاب ؛ لتكون مدخلا لفهم الموضوعات الأخرى التي اشتملها الكتاب.

ولقد تناولنا مواضيع الكتاب بالشرح الكافي بلغة إحصائية مبسطة، تتبعها تطبيقات محلولة، وفي نهاية كل فصل أوردنا تمارين ليستطيع الطالب قياس مدى استيعابه لمواضيع هذا الكتاب.

ونسأل الله أن نكون قد وفقنا في عرض مواضيع هذا الكتاب بطريقة سهلة.

المؤلفان

المحتويات

الاهداء..... هـ

الشكر والتقدير ..... ح

المقدمة..... ط

الفصل الأول: المصطلحات والمقاييس

الإحصائية المستخدمة في تصميم التجارب

(١ , ١)مقدمة ١

(١ , ٢) أنواع البيانات ومستويات قياسها..... ٢

(١ , ٢ , ١)البيانات الوصفية ٢

(١ , ٢ , ٢): البيانات الكمية ٤

(١ , ٢ , ٣) أنواع المتغيرات الكمية ٥

(١ , ٣) مصادر ووسائل جمع البيانات..... ٥

(١ , ٣ , ١) مصادر جمع البيانات..... ٦

(١ , ٣ , ٢) الأدوات المستخدمة في جمع البيانات (وسائل جمع البيانات)..... ٦

(١ , ٣ , ٣) أداة جمع البيانات (الاستبيان)..... ١٠

(١,٤) أساليب جمع البيانات ١١
(١,٥) مقاييس الإحصاء الوصفي ١٥
(١,٥,١) مقاييس النزعة المركزية ١٥
(١,٥,٢) مقاييس التشتت ٢٣
(١,٥,٣) مقاييس الانتشار ٢٦
(١,٦) المفاهيم والأسس الخاصة بتصميم وتحليل التجارب ٢٧
(١,٧) التصميم التجريبي ٣٢
(١,٨) آليات تخطيط وتنفيذ التجارب ٣٣
(١,٩) متطلبات التجربة الجيدة ٤٠
(١,١٠) طرق التحليل الإحصائي ٤٠
(١,١١) عرض وتفسير النتائج ٤٢
تطبيقات ٤٣

الفصل الثاني: الاستدلال الإحصائي

(٢,١) مقدمة ٤٧
(٢,٢) التوزيعات الاحتمالية للمتغيرات العشوائية ٤٨
(٢,٢,١) التوزيع الطبيعي ٤٨
(٢,٢,٢)توزيع مربع كاي ٦٢
(٢,٢,٣)توزيع ت ٦٥
(٢,٢,٤)توزيع F ٦٩

(٢,٣)المصطلحات والمفاهيم المستخدمة في الاستدلال الإحصائي ٧٢
(٢,٤)الاستدلال الإحصائي حول متوسط مجتمع (μ)..... ٧٦
(٢,٤,١)توزيع المعاينة لمتوسط العينة $\bar{y}$ ٧٦
(٢,٤,٢)تقدير فترة ثقة لمتوسط المجتمع μ ٧٧
(٢,٤,٣)تقدير فترة ثقة لمتوسط المجتمع μ في حالة معلومية تباين المجتمع σ^2..... ٧٩
(٢,٤,٤) تقدير فترة ثقة لمتوسط المجتمع μ في حالة عدم معلومية تباين المجتمع σ^2 ..... ٨٢
(٢,٥)اختبارات الفروض الإحصائية حول متوسط مجتمع μ ٨٨
(٢,٥,١)الفروض الإحصائية..... ٩٠
(٢,٥,٢)خطوات اختبارات الفروض حول متوسط مجتمع μ. ٩٢
(٢,٦)الاستدلال الإحصائي حول الفرق بين متوسطي مجتمعين..... ٩٩
(٢,٦,١)الاستدلال الإحصائي حول الفرق بين متوسطي مجتمعين إذا كانت العينتان مستقلتين..... ١٠٠
(٢,٦,٢) تقدير فترة ثقة للفرق $(\mu_1 - \mu_2)$ في حالة العينتين المستقلتين . ١٠٢
(٢,٦,٣)اختبارات الفروض حول الفرق $(\mu_1 - \mu_2)$ عينتان مستقلتان ١٠٨
(٢,٦,٤)اختبار تساوي تباييني مجتمعين..... ١١٨
(٢,٧)الاستدلال الإحصائي للفرق $(\mu_2 - \mu_1)$ إذا كانت العينتان غير مستقلتين..... ١٢٢

تطبيقات ١٢٦

الفصل الثالث: تحليل التباين Analysis of variance

(١ , ٣) مقدمة..... ١٣٣
(٢ , ٣) أنواع تحليل التباين ١٣٤
(١ , ٢ , ٣) تحليل التباين أحادي الاتجاه..... ١٣٤
(٢ , ٢ , ٣) تحليل التباين ثنائي الاتجاه ١٣٦
(٣ , ٢ , ٣) تحليل التباين الثلاثي..... ١٣٦
(٣ , ٣) تحليل التباين أحادي الاتجاه ١٣٧
(١ , ٣ , ٣) الشكل العام لنموذج تحليل التباين الأحادي ١٣٨
(٢ , ٣ , ٣)الافتراضات التي يستند عليها النموذج ١٤٠
(٣ , ٣ , ٣)الاستدلال الإحصائي..... ١٤١
(٤ , ٣ , ٣)جدول تحليل التباين..... ١٥٢
(٥ , ٣ , ٣) اختبار تجانس التباينات ١٥٨
(٤ , ٣)التحويلات الرياضية..... ١٦٣
(٥ , ٣) تحليل التباين ثنائي الاتجاه..... ١٦٦
(١ , ٥ , ٣) الشكل العام لنموذج تحليل التباين الثنائي ١٦٧
(٢ , ٥ , ٣) افتراضات نموذج تحليل التباين..... ١٦٨
(٣ , ٥ , ٣) جدول تحليل التباين..... ١٧٢
تطبيقات ١٨٢

الفصل الرابع : التصميم تام التعشية

(١ , ٤) مقدمة..... ١٨٩
(٢ , ٤)مزايا وعيوب التصميم ١٩٠
(٣ , ٤)مجالات استخدام تصميم تام التعشية..... ١٩١
(٤ , ٤)التعشية ١٩٢
(٥ , ٤)جمع وتنظيم البيانات ١٩٩
(٦ , ٤)الأسلوب البحثي..... ٢٠٠
(٧ , ٤)التحليل الإحصائي في حالة عدم تساوي المكررات..... ٢١٥
(٨ , ٤)التصميم تام التعشية مع المعاينة من الوحدات التجريبية..... ٢٢٤
(٩ , ٤)نموذج تحليل التباين ذات التأثيرات العشوائية في تصميم تام تعشية٢٣٣
تطبيقات ٢٣٧

الفصل الخامس: المقارنات المتعددة والمتعامدة

(١ , ٥) مقدمة..... ٢٤٣
(٢ , ٥)المقارنات المتعددة ٢٤٤
(٥ , ٢ , ١)طريقة LSD ٢٤٧
(٢ , ٢ , ٥)طريقة دنكن لاختبار المدى المتعدد *DMRT* ٢٥٣
(٣ , ٢ , ٥)طريقة ستيودنت- نيومان -كولز (*SNK*)..... ٢٥٨
(٤ , ٢ , ٥)طريقة "توكي"Tukey's (*HSD*) ٢٦٣

(٥ , ٢ , ٥)طريقة "بونفيروني" Bonferroni ٢٦٦
(٥ , ٢ , ٦)طريقة "شيفيه" Scheffe ٢٧٠
(٥ , ٢ , ٧)طريقة دنت Dunnett..... ٢٧٤
(٥ , ٣)المقارنات المصممة Contrasts ٢٧٧
(٥ , ٣ , ١)تعريف المقارنة المصممة ٢٧٧
(٥ , ٣ , ٢)اشتقاق معاملات التضاد..... ٢٧٨
(٥ , ٣ , ٣)توزيع المعاينة لتقدير المقارنة L_i ٢٨٢
تطبيقات ٢٨٩

الفصل السادس : تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

(٦ , ١) مقدمة ٢٩٣
(٦ , ٢) متى يستخدم ؟..... ٢٩٣
(٦ , ٣) مميزات وعيوب التصميم ٢٩٤
(٦ , ٤) مجالات تطبيق التصميم..... ٢٩٥
(٦ , ٥) التعشية ٢٩٥
(٦ , ٦) النموذج الرياضي ٣٠٠
(٦ , ٧) الاستدلال الإحصائي ٣٠١
(٦ , ٨) الكفاءة النسبية للتصميم ٣٠٦
(٦ , ٩) الاستدلال الإحصائي في حالة تكرار المعالجة داخل كل قطاع.... ٣٠٨
تطبيقات ٣١٤

الفصل السابع : تصميم المربع اللاتيني

(١ , ٧) مقدمة..... ٣٢١
(٢ , ٧) متى يستخدم التصميم ؟..... ٣٢٢
(٣ , ٧) الهدف من التصميم..... ٣٢٢
(٤ , ٧) مميزات وعيوب التصميم..... ٣٢٢
(٥ , ٧) توزيع رموز التجربة..... ٣٢٣
(٦ , ٧) النموذج الرياضي لتصميم المربع اللاتيني..... ٣٢٩
(٧ , ٧) الاستدلال الإحصائي..... ٣٣٠
(٨ , ٧) الكفاءة النسبية للتصميم..... ٣٣٨
(٩ , ٧) مقارنة بين التصاميم الثلاثة في حالة وجود (٤) معالجات ٣٤٠
تطبيقات..... ٣٤٧

الفصل الثامن: التجارب العاملية

(١ , ٨) مقدمة..... ٣٥١
(٢ , ٨) أهداف واستخدامات و مزايا و عيوب التجارب العاملية ٣٥٣
(٣ , ٨) التأثيرات الرئيسية والتفاعلات..... ٣٥٥
(٤ , ٨) التجارب العاملية ذات العاملين..... ٣٥٩
(١ , ٤ , ٨) التصميمات المستخدمة في التجارب ذات العاملين..... ٣٥٩
(٢ , ٤ , ٨)التجارب العاملية ذات العاملين في تصميم التام التعشية..... ٣٦٠

(٨,٤,٣)التجارب العاملية ذات العاملين في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.....٣٦٩
(٨,٤,٤)التجارب العاملية ذات العاملين في تصميم المربع اللاتيني ٣٧٥
تطبيقات ٣٨١

الفصل التاسع: القطع المنشقة

(٩,١)مقدمة ٣٨٩
(٩,٢)مزايا و عيوب تصميم القطع المنشقة ٣٩١
(٩,٣)حالات استخدام تصميم القطع المنشقة.....٣٩٢
(٩,٤)التعشية ٣٩٣
(٩,٥)جمع و تنظيم البيانات ٣٩٧
(٩,٦)الأسلوب البحثي.....٣٩٨
(٩,٦,١)نموذج تحليل تباين القطع المنشقة ذات العاملين وافتراضاته ...٣٩٨
(٩,٦,٢)تقديرات معالم النموذج ٤٠١
(٩,٦,٣)مصادر التباين ٤٠٢
(٩,٧)الضم بين القطع المنشقة والقطاعات العشوائية الكاملة.....٤٠٢
(٩,٧,١)النموذج الإحصائي.....٤١٣
(٩,٨)القيمة المتوقعة لمتوسطات المربعات.....٤٢٢
تطبيقات ٤٢٥

الفصل العاشر: تحليل التغاير

(١٠,١) مقدمة..... ٤٣١
(١٠,٢)متى يستخدم تحليل التغاير ؟ ٤٣٣
(١٠,٣) أهداف تحليل التغاير..... ٤٣٣
(١٠,٤)شروط تطبيق تحليل التغاير ٤٣٣
(١٠,٥) نموذج تحليل التغاير في حالة تصميم تام تعشية ٤٣٤
(١٠,٦) الاستدلال الإحصائي ٤٣٦
(١٠,٦,١) اختبار فرض تساوي متوسطات المعالجات ٤٣٦
(١٠,٦,٢) تقدير فترة ثقة لمعامل انحدار المتغير المستقل واختبار معنويته ٤٤٠
(١٠,٦,٣) تقدير فترات ثقة لمتوسط المعالجة μ_i ٤٤١
(١٠,٦,٤) تقدير فترة ثقة للفرق بين متوسطي معالجتين ٤٤١
(١٠,٦,٥) إجراء المقارنات المتعددة بين متوسطات المعالجات باستخدام طريقة LSD..... ٤٤٢
(١٠,٧) الكفاءة النسبية ٤٤٢
(١٠,٨) نموذج تحليل التغاير في حالة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة..... ٤٥١
تطبيقات ٤٥٥

الفصل الحادي عشر: النموذج الخطي العام

(١١,١) تمهيد ٤٦١

(٢ , ١١) الشكل العام للنموذج (متغيرات مستقلة وصفية)..... ٤٦١
(١ , ٢ , ١١) الشكل العام للنموذج : (عامل واحد) ٤٦٢
(٢ , ٢ , ١١) الشكل العام للنموذج : (عاملان) ٤٦٤
(٣ , ٢ , ١١) الاستدلال الإحصائي..... ٤٦٨
(٤ , ٢ , ١١)اختبار معنوية تأثير كل عامل من العوامل المدروسة..... ٤٧٠
(٥ , ٢ , ١١) اختبار معنوية معاملات الانحدار ٤٧٠
(٣ , ١١)تطبيقات باستخدام البرنامج الإحصائي SAS ٤٧١
(١ , ٣ , ١١)بيئة النوافذ في برنامج SAS ٤٧١
(٢ , ٣ , ١١)أساسيات و قواعد كتابة البرنامج باستخدام أوامر SAS ٤٧٤
(٣ , ٣ , ١١)معالجة البيانات باستخدام العمليات الحسابية..... ٤٨٣
تطبيقات..... ٤٩٣

الفصل الثاني عشر: الاختبارات الإحصائية اللامعلمية

(١ , ١٢) مقدمة ٤٩٩
(٢ , ١٢) مزايا و عيوب الطرق اللامعلمية ٥٠٠
(٣ , ١٢) متى تستخدم الطرق اللامعلمية ؟..... ٥٠٢
(٤ , ١٢) اختبار مربع كاي لجودة التوفيق ٥٠٢
(٥ , ١٢) اختبار كولموجروف – سميرنوف عينة واحدة ٥٠٧
(٦ , ١٢) اختبار الإشارة للعينة الواحدة ٥١٣

(١٢,٧) اختبار الإشارة في حالة عينة منزاوجة (مزدوجة) ٥١٩

(١٢,٨) اختبار مان ويتني U لعينتين مستقلتين ٥٢١

(١٢,٩) اختبار كروسكال – والاس لـ K عينة مستقلة ٥٢٥

تطبيقات ٥٣٠

المراجع **٥٣٥**

الجداول الإحصائية **٥٣٩**

ثبت المصطلحات **٥٦١**

كشاف الموضوعات **٥٧٩**