دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	تحليل التجارب ذات الاستجابات المتعددة مع التطبيق
المؤلف الرئيسي:	الدوري، إنعام عبدالرحمن نعمان
مؤلفين آخرين:	النعيمي، محمد عبدالعال(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2002
موقع:	بغداد
الصفحات:	1 - 113
رقم MD:	552522
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة ماجستير
الجامعة:	جامعة بغداد
الكلية:	كلية الادارة والاقتصاد
الدولة:	العراق
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	الإحصاء، الاستجابات المتعددة، الجذور المميزة، المصفوفات الجزئية
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/552522

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

تحليل التجارب ذات الاستجابات المتعددة مع التطبيق

رسالة مقدمه إلى
مجلس كلية الأداره والاقتصاد في جامعة بغداد
وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الإحصاء

من قبل

إنعام عبد الرحمن نعمان الدوري

بإشراف

الأستاذ الدكتور محمد عبدالعال النعيمي

١٤٢٣ هـ بغداد 2002 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قُلْ لَوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَاداً لِكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَنْ

تَنْفَدَ كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَداً

صدق الله العظيم

(الكهف: ١٠٩)

الإهداء

وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا

أمي و أبى

طيب الله ثراكم

شـــــــكر وتقدير

لابد لي ، بعد ان أنجزت بحثي المتواضع هذا ، **ان اشكر الله عز وجل** الذي منحنـــي القـــوه والصبر على مواصلة و إكمال دراستي العليا .

كما أتقدم بوافر الشكر والتقدير لأستاذي الفاضل **الدكتور محمد عبدالعال النعيمـــي** الـــذي كان عونا لي ومخلصا في حل المشاكل التي واجهتني في البحث وطيلة فترة الاشراف اذ قدم لي الكثير من النصائح السديدة والتشجيع وكان سندا لي في أعداد الرسالة .

أسجل شكري وتقديري الى السادة أعضاء **لجنة المناقشة المحترمين** على قبـــولهم مناقشـــة رسالتي هذه والتي لاشك بأنها تكون اكثر أهمية بآرائهم السديدة .

كما أتقدم بجزيل شكري وتقديري الى السيد رئيس قسم الإحصاء **الأستاذ الـــدكتور ظـــافر حسين رشيد .**

كما أتقدم بعظيم امتناني إلى المربي الفاضل **الأستاذ الدكتور عبدالمجيد حمزه الناصر** الـــذي كنت انهل من معرفته العلمية الواسعة ، وسأبقى اغرف من معين علمه .

من دواعي العرفان بالجميل الى **الاستاذ كمال المشهداني** لتوجيهاته القيمة خلال فترة البحث .

ومن واجبي الاعتراف بالجميل الذي قدمه لي **الدكتور صلاح حمزة** /معاون عميد كلية الاداره والأقتصاد/ الجامعه المستنصريه للآراء العلمية التي كان يسندني بها.

شكر وتقدير الى السيد مدير عام مركز اباء للابحاث الزراعيه .

عظيم امتناني وتقديري إلى الأستاذ الدكتور **كامل حايف شديد** لمواقفه المشرفة معي وإســـناده طيلة فترة الدراسة.لايفوتني ان اذكر وبتقدير الى **الاستاذ الدكتور عادل الخفاجي** لمساعدته لي في الحصول على بيانات التجربه الاولى والى **الاستاذ الدكتور عبدالرزاق الراوي** لمســـاعدته لي في الحصول على بيانات التجربه الثانيه.

شكر وامتنان الى **الدكتور هاني ناصر هرمز** في كلية الزراعه لما قدمه لي من مساعدة فـــي حصولي وتدريبي على احدث البرامج .

كما أسجل شكري إلى زملائي في **الدراسات العليا** الذين كانوا سندا لي في فترة الـــدر اســـه شكري إلى الصديقات **آلاء قدوري** و **أسماء يحيى المحاويلي** لمـــواقفهم الصـــادقة إذ كـــانوا يمدونني بالصبر دائما ، والى كل من ساعدني ووقف معي ولو بكلامه وعذرا لمـــن فـــاتني ذكرهم .كما اشكر **مكتب تكوين للحاسبات** لتعاونهم معي في طباعة هذه الرسالة و إخراجهـــا بالشكل الصحيح . و أخيرا أتمنى من **الله** عز وجل أن يوفقني في هذه الرسالة ويجعلها ســـندا لي في الحياة ، والله ولي التوفيق .

الباحثة

إقرار المشرف العلمي

اشهد عن إعداد الرسالة الموسومة (تحليل التجارب ذات الاستجابات المتعددة مع التطبيـــق) ، قد جرى بأشراف في قسم الإحصاء /كلية ألا داره والاقتصاد /جامعة بغداد ، وهي جزء مـــن متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الإحصاء .

التوقيع:

أ.د محمد عبدالعال النعيمي

رئيس جامعة البصره

(المشرف)

/ ٥ /٢٠٠٢

إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا في القسم

بناءا على توصية المشرف العلمي أرشح هذه الرسالة للمناقشة .

التوقيع:

أ.د ظافر حسين رشيد

رئيس قسم الاحصاء

/ ٥ /٢٠٠٢م

قرار لجنة المناقشة

نشهد بأننا أعضاء لجنة المناقشة قد اطلعنا على الرسالة الموسومة (تحليل التجارب ذات الاستجابات المتعددة مع التطبيق) ، وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة بها ، ووجدنا بأنها جديرة بالقبول لنيل درجة ماجستير علوم في الإحصاء .

التوقيع :
أ.د فاضل محسن علي الربيعي
(رئيس اللجنة)

التوقيع :
أ.م.د: ضوية سلمان حسن الجنابي
(عضو)

التوقيع :
أ .م : علي عبدالحسين الوكيل
(عضو)

التوقيع :
أ.د : محمد عبدالعال امين النعيمي
(المشرف)

مصادقة مجلس الكلية

صادق مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة بغداد على قرار لجنة المناقشة

التوقيع:
أ.د جمال داود سلمان الجنابي
عميد كلية الادارة والاقتصاد
جامعة بغداد

إقرار الخبير اللغوي

اشهد بان الرسالة الموسومة(**تحليل التجـــارب ذات الاســـتجابات المتعـــددة مـــع التطبيق)** ، قد جرت مراجعتها من الناحية اللغوية تحت إشرافي بحيث أصـــبحت بأسلوب علمي خال من الأخطاء اللغوية ولاجله وقعت.

التوقيع:

د. لمى فائق جميل العاني

كلية الآداب / جامعة بغداد

/ 5 /2002م

ANALYSIS MULTI RESPONSES EXPERIMENTS WITH APPLICATION

A THESIS
SUBMITTED OF THE COUNCIL OF THE COLLEGE OF ADMINISTRATION AND ECONOMICS AT THE UNIVERSITY OF BAGHDAD
IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN
"STATISTIC "

BY
ENAAM ABDUL-RAHMIN NU'MAN AL-DUIRI

SUPERVISOR
PROF.

BY
Dr. MUHAMMED ABDUL-ALL AMEN AL-NUAIMI

الملخص

تناولت هذه الرسالة دراسة إحصائية لتجارب الاستجابات المتعددة بدءا بدراسة العلاقة الخطية بين الاستجابات من خلال إجراء تحليل الجذور المميزة والمتجهات المميزة لتحديد اضعف استجابة من خلال تطبيق صيغة الـ (Euclidean norm) وقد استخدم البرنامج الإحصائي (Mintiab) لإجراء تحليل الجذور المميزة والمتجهات المميزة والمصفوفات الجزئية .

كما تم التطرق إلى دراسة تصميم سطح الاستجابة من الدرجة الأولى والثانية واعتماد التحليل الإحصائي لتصميم سطح الاستجابة من الدرجة الثانية في الجانب التطبيقي من خلال تجربتين في حالة وجود وعدم وجود تكرار ، وأيضا تم احتساب معالم أنموذج سطح الاستجابة من الدرجة الثانية لتحديد الأنموذج الملائم للبيانات وحساب مكونات جدول تحليل التباين لسطح الاستجابة من الدرجة الثانية بوجود استجابات متعددة باستخدام البرنامج الإحصائي (Statistical Analysis System) وأسند البحث بالأشكال التي توضح سطح الاستجابة بالاستعانة بالبرنامج الإحصائي (statistic) .

الفصل الأول

الفصل الأول

1-1 المقدمـــــــــة :

ان علم الإحصاء من ابرز العلوم المعتمدة في التعبير عن العلاقات بـين المتغيـرات ولاسيما ان اكثر المؤسسات وبمختلف أصنافها باتت تعتمد الأساليب الكمية للوصول الـى مبتغاهـا بكفاية عالية. ويأخذ الموضوع أهمية كبيرة لقطرنا العزيز لأن التحولات التي يمر بها قطرنا علـى الأصعدة كافة تعتبر بداية لمسيرة جديدة هدفها في بناء المجتمع الذي يخطط له القائد وتناضل مـن اجله الجماهير المخلصة لتحقيقه. ومن هنا يبرز علم الإحصاء ودوره بالمساهمة في تـوفير هـذه المستلزمات وتوفير قاعدة فيها البيانات والمؤشرات الدقيقة التي يحتاجها المخطط والمجرب ، وكلما اقتربت المؤشرات والبيانات التي يعتمدها الباحث من الدقة هذا يعني اقتراب الخطة الموضوعة من الهدف والعكس صحيح وقد جاءت هذه الدراسة متوخية المساهمة في عملية تطوير مشاريع التجارب البحثية الزراعية من خلال اتباع الطرائق والأساليب العلمية في المجالات التطبيقية الملائمة لها . ان من ابرز المؤسسات التي تهتم بالمشاريع البحثية الزراعية هو مركز إباء للأبحاث الزراعيـة أذ ان المركز بحثي يهتم بدراسة التجارب الزراعية ثم إجراء التحاليل الإحصائية المناسبة لها مـن اجـل الخروج بنتائج تؤدي لقرارات تتلاءم وهدف البحث .

ومن ابرز المواضيع الحيوية التي تسهم بذلك موضوع تحليل وتصميم التجارب الـذي يقوم على أساس التجريب من خلال إقامة تجارب بتصاميم مختلفة وتنفيذها بهدف دراسة معنويـة تأثير عامل واحد أو عدة عوامل او وصف مشكلة او تأكيد فرضية معينة او رفضـها او تفسـير بعض الخصائص.

وفي علم الإحصاء هنالك أنواع كثيرة من التصاميم التي هي قيد اسـتخدام البـاحثين متلائمة مع تجاربهم . ويسعى الباحثون من خلال إداء التجارب بتصاميم مختلفة هو لمعرفة اي من التصاميم يساهم في تقليل تباين الخطأ ويساعد في اختزاله . أما من خلال بحثنا هذا فقد تم التطرق وبشكل رئيسي إلى تصميم سطح الاستجابات المتعددة (Multi Responses Surface) لغـرض تحليل بعض التجارب التطبيقية المقامة في المركز البحثي المذكور ولقد تم تقسيم فصـول الرسـالة على النحو الآتي تم في الفصل الأول تم فيه التقديم للموضوع وذكر هـدف البحـث والخلفيـات التاريخية له كما تم التطرق في الفصل الثاني للجانب النظري الذي استعرضنا فيه وبشكل موسـع دراسة العلاقة الخطية بين الاستجابات من خلال فحص الجذور المميزة والمتجهـات المميـزة تـم

عرض لتصميم سطح الاستجابة من الدرجة الأولى والثانية وكيف يتم تقدير المعالم فيه واختبارها وصولا إلى النموذج الملائم للتجربة المدروسة أما في الفصل الثالث فقد تضمن الجانب التطبيقي إذ اشتمل على تجربتين لحالة تصميم سطح الاستجابة من الدرجة الثانية وأخيرا اشتمل الفصل الرابع على أهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل إليها من خلال هذه الدراسة.

2-1 هدف البحث :

أن الهدف من هذا البحث هو استخدام تحليل الانحدار لسطح الاستجابات المتعددة وذلك للتوصل إلى دقة النتائج في بعض التجارب التي تحتاج الى استخدام مثل هذا الأسلوب أما أساليب تحليل الانحدار في بعض التصاميم المتعارف عليها تكون النتائج غير دقيقه ودليلنا على ذلك ان بعض التجارب فيها اكثر من استجابة وبهذه الحالة يكون استخدامنا للأسلوب سابق الذكر اكثر عمليا على الرغم من صعوبة التحليل ولاسيما في نماذج الانحدار المتعدد ، يكون استخدام هذا الأسلوب بقياس كل استجابة على حده ثم قياس الاستجابات مجتمعه لبيان أي الاستجابة اقل تأثيرا من خلال استخدام الجذور المميزة والمتجهات المميزة لاستبعادها وهكذا لحين الوصول إلى افضل استجابة واجراء تحليل التباين لسطح الاستجابة وهذا ماتم دراسته بشكل معمق في الجانب النظري وتطبيقه عمليا على تجارب من واقع حال إحدى الدوائر وهو مركز إباء للأبحاث الزراعية والذي أيد ذلك المتخصصون بان هذا الموضوع مهم والحاجة قائمه إليه في بعض من التجارب ذات المواصفات التي تم التنويه عنها.

3-1 الخلفية التاريخية للموضوع :

ان هذا الموضوع الذي سيتم تناوله في الفصول القادمة ليس بالموضوع الحديث أذ بدأت الكتابة فيه عام (1951) ، تم تطبيق هذا الموضوع على بعض التجارب الحقلية والذي اعتمد على ثلاث مواضيع الأول هو التحليل الاحتمالي من خلال ملاءمة منحني العلاقة بين تركيز المنبه ونسبة الاستجابة الفردية والثاني يعتمد على تحليل منحنيات النمو (Growth Curves) للحيوانات باستخدام متعدد حدود متعامدة والثالث كان في الحقل الزراعي مثال ذلك أن الغلة الزراعية التي تعتمد على نوع الأسمدة المستخدمة واستجابة المنتوج لأكثر من سماد فكانت لهذا الاستخدام في بعض البحوث يبين نتائج اكثر دقه من الاستخدامات الأخرى في تصميم وتحليل التجارب وخاصة في تحديد مستويات الاستجابة ومن خلال المتابعة لخلفيات الموضوع وجدنا أن الباحثين الذين

استخدموا هذا الأسلوب قد أكدوا في اغلب الاستنتاجات على أهمية ودقة النتائج لبعض التجارب التي تتصف بمواصفات متعدد الاستجابة .

في عام (1966) نشر كلٌ من (Wilson و Box)[١] بحثا عن سطح الاستجابة تضمن البحث كيفية الحصول على اعظم قيمة للناتج وتحديد أي مستوى وقعت عنده الاستجابة العظمى باستخدام عدد قليل من المشاهدات.

أما في عام (1967) فقد بحثا العالمان (Hunter و Draper)[16] عن كيفية استخدام التوزيع الأولى (Prior Distribution) في تقدير المعالم عند تصميم تجربة تخضع لنموذج متعدد استجابات لا خطي ، حيث بحثاً عن كيفية التوصل إلى دالة التوزيع اللاحق للمعالم الموجودة في نفس النموذج اللاخطي وكيف يؤثر على استخدام تصميم التجربة وذلك من خلال التطبيق الذي قام به الباحثان حول متعدد المتغيرات لدالة التوزيع الطبيعي المتعدد وكيفية اختيار التصميم المناسب ومن ثم تقدير المعالم . ولقد تمكن هذان الباحثان من الحصول على معيار الاختيار لـ N من التجارب بوجود N من المشاهدات وللحالات الآتية .

١- عندما تكون التوزيعات الأولية (Prior Distribution) للمعالم ثابتة في حالة نموذج الاستجابات المتعددة .

٢- أنموذج الاستجابات المفردة عندما تكون المعلومات الأولية (Prior Information) تمثل توزيع متعدد المتغيرات الطبيعي.

٣- أنموذج الاستجابات المتعددة عندما تكون المعلومات الأولية (Prior Information) تتضمن الحالتين السابقتين أي (١) و (٢) .

في عام (1970) بحث كل من (Hunter و Draper و Box)[13] عن القيم المفقودة في بيانات الاستجابات المتعددة في حالة الأنموذج غير الخطي وكيف يتم معالجتها وذلك بأن تصنف البيانات إلى جزئين ففي الجزء الأول يحتوي على البيانات الموجودة والجزء الثاني يحتوي على البيانات المفقودة ومن ثم اللجوء إلى صيغة مقدرات الإمكان الأعظم فانه يمكن تقدير المعالم كما تم استخدام مقدرات بيز لحل المشكلة أيضا .

في عام (1970) أيضا قدم الباحث (Atkinson) [2] بحثاً عن تصميم تجربة لتقدير ميل سطح الاستجابة وقد توصل إلى أن طريقة المربعات الصغرى تستخدم لتقدير المعالم في متعددة الحدود من الدرجة الأولى وتقليل مجموع مربعات الخطأ عندما يكون نموذج سطح الاستجابة من الدرجة الثانية .

في عـــام (1973) بحـــث كـــل مـــن (Eragave و Mac. Grogor و Hunter و Box)[12] في كيفية تصنيف المشاكل المرتبطة بأنموذج الاستجابات المتعددة ومن هذه المشاكل :

١- عندما تكون الأخطاء غير مستقلة (معتمدة فيما بينها) .

٢- الاعتماد الخطي لقيمة الاستجابة المتوقعة.

٣- الاعتماد الخطي بين البيانات .

في عام (1973)) استخدم الباحثان (Carter و Myers) [28] أسلوب معالجة لســـطح الاستجابة في أنظمة الاستجابة الثنائية يتم ذلك من خلال وضع شروط علـــى جميـــع المتغيـــرات المستقلة التي تؤدي إلى تعظم أو تقليل دالة الاستجابة الأولية (Primary Response Function) وفقاً لشرط أن دالة الاستجابة المقيدة (Constraint Response Function) تأخذ قيمة معينه وان هذا الأسلوب يعتمد على توليد نقاط تعتمد على طبيعة دالة الاستجابة الأولية وكـــذلك يأخـــذ بنظـــر الاعتبار حالة أنموذج الاستجابـــة التربيعيـــة (الدالة الأولية Primary Function) ، لقـــد أقترح الباحث استخدام التحليـــل القويم (Canonical Analysis) حيث توجد نقطة الاســـتقرار واقعـــة ضمن مجال التجربة فيما لو تم تحديد طبيعة نقطة الاستقرار.

في عام (1976) كتب الباحث (Lucas)[25] عن إجراء مقارنة بين تصاميم التجـــارب الملائمة لنموذج سطح الاستجابة التربيعية التي تتمثل بالأنموذج الآتي :

$$y = b_o + \sum_{i=1}^{K} b_i x_i + \sum_{i=1}^{K} b_{ii} x_i^2 + \sum_{1 \le i \le j \le k} b_{ij} x_i x_j + e$$

حيث ان b_{ii}, b_i, b_0 هي معالم النموذج المقدر ، xi's هي المتغيرات المسيطر عليها او المتغيرات المستقلة ، e هو حد الخطأ العشوائي. وتمت المقارنة بين مجموعه من تصاميم سطح الاستجابة .

فـــي عـــام (1979) كتـــب البـــاحثون (Downie و D.w. Bacon و Pritchard و Mclean) [26] بحثا عن المعوقات التي تظهر في دراسة بيانات الاستجابات المتعددة التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار. الحالة الأولى هي عندما تكون مصفوفة التباين والتباين المشترك في تصـــميم سطح الاستجابات المتعددة شاذة أي ان محددتها تساوي صفر، الحالة الثانية هي انه عنـــدما يكـــون هنالك اعتماد خطي بين الاستجابات وذلك بإيجاد تحليل الجـــذور المميـــزة والمتجهـــات المميـــزة للاستجابات.

في عام (1980) أيضا ناقش كل من (Gormar و Ziegel)[39] كيفية استخدام الأنموذج المرتبط بالاستجابات المتعددة والمستخدم كثيراً في الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية إذ أن هذا الأنموذج يصف الخطوات الفيزيائية والكيميائية في عملية الفعل ورد الفعل وقياس تأثيرها على الاستجابة .

في عام (1981) استخدم الباحثان (Colon و Khuri) [22] معيارا جديدا لقياس المسافة بين المقدرات في نماذج الاستجابات المتعددة لكي يتم التوصل إلى مقدرات مثالية لجميع الاستجابات في آن واحد حيث أن :$\rho(\hat{Y}(x),\theta)$ هو مقياس المسافة بين القيم المثلى وبين القيم المقدرة $\hat{Y}(X)$ ، ويمكن الاستفادة من هذا الأسلوب لأي عدد من الاستجابات ولأي عدد من العوامل إذ أن :

$$\rho(\hat{Y}(x),\theta)=\left[(\hat{Y}(x)-\theta)'\{Var(\hat{Y})\}^{-1}(Y(x)-\theta)\right]^{1/2}$$

وفي عام (1983) توصل كل من (Cornell و Khuri و Shelton)[30] إلى اختيار نقاط البحث لاختبار نقص الدقة في نماذج سطح الاستجابة كما استخدموا اختبار F لقياس قوة هذا الاختبار ، ويعتمد هذا الاختبار على تقدير تباين σ^2 ومن متطلبات هذا الاختبار ان يكون هنالك تكرار ضمن مشاهدات التجربة. أن هذا الاختبار يتضمن في الواقع جانبين الأول يتمثل بملائمة الأنموذج للبيانات المستخدمة ، أما الجانب الثاني فيتمثل بمعرفة أي مرحلة من مراحل التجربة تكون دقتها ضعيفة.

وفي عام (1984) بحث كل من (Erickson و Solomon و Yang) [37] تقدير المعالم واختبارها لبعض نماذج الاستجابة المتعددة من خلال استخدام نموذج متعدد المتغيرات ثم تحليل منحنى النمو للاستجابة مستخدمين طريقة الإمكان الأعظم (MLE) لتقدير المعالم في الأنموذج ثم توضيح أن طريقة الإمكان الأعظم هي افضل طريقة للتقدير وذلك من خلال النتائج التي تم التوصل أليها في تجربه على نمو نوع من أنواع الجراثيم (الميكروبات) .

في عام (1985) ناقش الباحث (Khuri)[19] موضوع نقص الدقة في تصاميم سطوح الاستجابة، وكيف يتم تحويل المتغيرات بمستويات (١+ و ١−) وأيضاً اهتم الباحث بنماذج سطح الاستجابة من الدرجة الأولى وتقدير نقص الدقة في الأنموذج من خلال إضافة نقاط جديدة للتصميم وكذلك تقدير نموذج من الدرجة الثانية كما تركز اهتمام البحث على تحويل المتغيرات المستقلة .

وفي عام(1985) توصل كل من (Watts و Bates) [10] إلى تقدير معالم أنمـــوذج الاستجابات المتعددة مع بعض التطبيقات لنظام معادلات خطية كما تم إيجاد افضل كفاءة في الطرق المستخدمة في التقدير.

في عام (1989) قام كل من (Gemmings و Chimchilli و Carter)[17] بـــأجراء دراسة عن تصميم سطح الاستجابة وارتباطها بالبيانات في حالة الأنموذج غير الخطي حيـــث تـــم الاستعانة بتجربة عاملية (4^2) وتم تكرار التجربة 4 مرات حيث تم تقدير المعالم وتحديد فترات الثقة للمعلمة.

في عام (1993) تناول الباحث (عواد شعلان الجبوري) [1] مشكلة بناء أنموذج سطح الاستجابة للقوة الانضغاطية لقالب الخرسانة بالاعتماد على خليط من عناصر (متغيـــرات) لتحديـــد القيمة العظمى للاستجابة على أساس مستويات (قيم) المتغيرات المتكونة من (ماء، رمل، حصـــى، أسمنت) التي تولد هذه الاستجابة وتحديد الكلف الدنيا للخليط الذي يمكن له بناء أعلى أنموذج سطح الاستجابة التقديري الذي يولد قوة انضغاطية اكبر من (او تساوي) قيمة محددة.

في عام (1996) فقد كتب الباحث (عباس الطائي) [5] عـــن كيفيـــة تطبيـــق ســـطوح الاستجابة في دراسة متانة الخرسانة وقد تم إعداد قوالب عملية لهذا البحث واستخراج النتائج حيث أجريت تجربة عامليه بتصميم عشوائي كامل مع كيفية استخدام تحليل الانحدار لسطوح الاســـتجابة للحالتين الخطية وغير الخطية .

وفي عام (1999) نشرَ كل من (Duane و Goodlin و Brian و Smith) [32] بحثا تضمن تحليلا إحصائياً لنماذج سطح الاستجابة المفردة والمتعددة وقد اختص هذا البحـــث بدراســـة تطبيقية عن الموصلات وأشباه الموصلات .

في عام (2000) قدم الباحثون (Qu و Venkataraman و Haftka) [30] مقارنة بين سطح الاستجابة للأنموذج التربيعي والتكعيبي واختيار متغيرات عشوائية ومتغيرات التصميم وأجراء مقارنة بين الأنموذجين عن طريق المعايير الإحصائية الأتية :

R^2-Adj. و RMSE Predictor و Mean of Response و Test RMSE وε

الفصل الثاني

الجانب النظري

الفصل الثاني

الجانب النظري

سيتم في هذا الفصل عرض الجانب النظري لدراسة تحليل العلاقة الخطية بين الاستجابات ودراسة تصميم سطح الاستجابة من الدرجة الأولى والدرجة الثانية.

(1-2) منهجية سطح الاستجابة

أن منهجية سطح الاستجابة (Response Surface Methodology) ويشار اليها اختصارا (RSM) هي عبارة عن مجموعه من الأساليب الأحصائيه والرياضية تستخدم لتحليل المشاكل عندما توجد لدينا مجموعه من المتغيرات المستقلة تؤثر على متغير معتمد حيث نشير إلى المتغيرات المستقلة بـ ($x_1, x_2, \ldots, x_k$) على فرض أن هذه المتغيرات مستمرة ويمكن السيطرة عليها . ومثال على ذلك أراد باحث في تجربه كيميائية أن يقيس درجة الحرارة (x_1) و الضغط المسلط (x_2) التي تحقق اكبر استجابة لهذه العملية ، يمكن كتابة الاستجابة المشاهدة (y) على شكل دالة تمثل هذين المستويين من درجة الحرارة والضغط المسلط على الشكل التالي :

$$Y = f(x_1, x_2) + \varepsilon \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1-2)$$

حيث أن ϵ تمثل مركبة الخطأ العشوائي

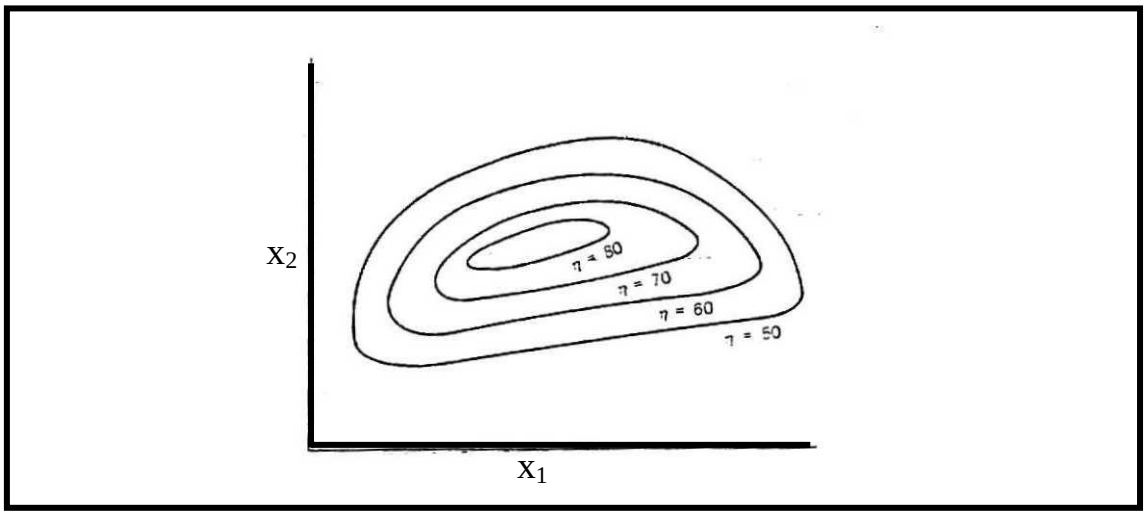
وإذا رمزنا للدالة المتوقعة بـ(η) فان المعادلة (2-1) تكون بالشكل التالي :

$$E(Y) = \eta \quad \ldots\ldots\ldots(2-2)$$

وان السطح الممثل بـ

$$\eta = f(x_1, x_2) \quad \ldots\ldots\ldots(3-2)$$

يدعى بسطح الاستجابة (Response Surface) ويمكن تمثيل سطح الاستجابة بدلالة المتغيرين x_1 و x_2 بيانيا بحيث يكون E(Y) عمودي عليهما ثم نرسم الاستجابة الثانية وهكذا



شكل رقم –1– يبين سطح الاستجابة

في اغلب الأحيان نلاحظ ان منهجية سطح الاستجابة (RSM) تكون على صيغة العلاقة بين الاستجابة والمتغيرات المستقلة وتكون غير معروفة ، وان أول خطوة في (RSM) هي أيجاد تقريب ملائم للدالة (f) ، وان الدالة الخطية لمتعدد الحدود من الدرجة الأولى ألانموذج يكون بالشكل الآتي :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_k x_k + \varepsilon \qquad .....(4-2)$$

فإذا كانت العلاقة بينهما على شكل منحني عند تمثيلها بالرسم فهذا دليل على ان العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمعتمدة من الدرجة الثانية وتكون شكل العلاقة كالآتي :

$$Y_i = B_0 + \sum_{i=1}^{k} B_i x_j + \sum_{j=1}^{k} B_{jj} x_j^2 + \sum_{j<k}^{k} B_{jk}\, x_j x_k + \varepsilon_i \qquad .....(5-2)$$

وفي اغلب مسائل الـ (RSM) نستخدم إحدى أو كلا من متعددات الحدود التقريبية هذه بالطبع من غير المحتمل أن يكون أنموذج متعدد الحدود تقريب معقول إلى f ولكن في بعضها يكون فعلا جيد .

(2-2) سطح الاستجابة Response Surface

هي العلاقة بين مجموعة المتغيرات المستقلة $x_i = (x_1, x_2, \ldots, x_k)$ والمتغير المعتمد y الذي يطلق عليه بمتغير الاستجابة من اجل بلوغ نقطة ألامثلية لاستجابة المتغير المعتمد أو الوصول إلى اقرب نقطة منها وتحديد محيطات الاستجابة التقديرية، ومنها نستطيع بناء نموذج إحصائي ليمثل تلك العلاقة ،وهي أساليب رياضية وإحصائية تستخدم في تحليل المشاكل عندما يكون هنالك مجموعة مختلفة من المتغيرات المستقلة $x_i = (x_1, x_2, \ldots, x_k)$ تؤثر في متغير الاستجابة Y ، والهدف من هذه الأساليب هي الحصول على افضل دالة تمثل الاستجابة

$$y = f(x_1, x_2 \ldots \ , x_k) + \varepsilon \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6-2)$$

$$E(y) = f(x_1, x_2 \ldots\ldots \ , x_k) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7-2)$$

إذ أن :

Y : يمثل متغير الاستجابة

X : المتغيرات المستقلة $(i=1, 2, \ldots, k)$

ε : هو حد الخطأ العشوائي ويفترض غالبا خضوعه للتوزيع الطبيعي بوسط حسابي يساوي صفر وتباين يساوي σ^2

$$\left[\varepsilon \sim NID(O, \sigma_\varepsilon^2 I)\right]$$

أن أهم خطوة في منهجية سطوح الاستجابة هي بناء أنموذج إحصائي للعلاقة بين المتغير المعتمد Y أو مجموعة المتغيرات المعتمدة $(Y_1, Y_2, \ldots, Y_r)$ وبين مجموعة المتغيرات المستقلة $(X_1, X_2, \ldots, X_K)$ على اعتبار ان هذه العلاقة متعددة حدود من الدرجة الأولى ضمن مجال المتغير وهذه العلاقة هي :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \beta_2 x_{2j} + \ldots\ldots + \beta_k x_{kk} + \varepsilon_j \qquad \ldots\ldots\ldots(8-2)$$

وكما عرفنا ε_i هو الخطأ العشوائي الذي يتوزع التوزيع الطبيعي

$$\varepsilon_j \sim NID(O, \sigma_\varepsilon^2)$$

وبعد إيجاد الأنموذج المقدر تتم عملية تحليل هذا الأنموذج الذي غالبا يسمى بالأنموذج التقريبي، أما إذا وجد تحدب في شكل السطح فأننا نقوم باستخدام تحليل متعدد المتغيرات من الدرجة الثانية ويكون شكل النموذج على النحو الآتي :

$$y_i = B_0 + \sum_{d=1}^{k} B_i x_j + \sum_{j=1}^{k;} B_{jj} x_j^2 + \sum_{j<k}^{k} B_{jk}\, x_j x_k + \varepsilon_i \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(9-2)$$

تقدير المعالم في أنموذج سطح الاستجابة

Parameters Estimation in Response Surface Model

تستخدم طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) في تقدير معلمات نمـــوذج متعدد المتغيرات على الأغلب وذلك لسهولتها أولا وقربها من فكرة تحليل سطح الاستجابة ثانياً ويستخدم (RSM) بصيغ ملاءمة السطوح ، علماً بأن من أهم أهداف تحليل سطوح الاستجابة يتمثل بتحديد منطقة المتغير او مجاله من حيث تحقق الشروط الخاصة بالعمل.

وكما تقدم فأن طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية تستخدم لتقدير معالم النموذج وان تحليل السطوح يحتاج إلى أعداد متعددة ومنه نستطيع إيجاد افضل التقديرات للاستجابة تبعاً لتغير التولد في المتغيرات المستقلة وعليه يكون التحري عن سطوح الاستجابة بعـــد تصـــميم التجربة ويمكن كتابة النموذج العام لسطح الاستجابة بالشكل :

$$\underline{Y} = \underline{XB} + \underline{E} \qquad \text{.....(10 - 2)}$$

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ . \\ Y_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & . & x_{1k} \\ 1 & . & . & . \\ . & . & . & . \\ 1 & x_{n1} & . & x_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ . \\ B_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ . \\ E_k \end{bmatrix}$$

Y : متجه متغير الاستجابة من الدرجة $(r\times 1)$

X : مصفوفة المتغيرات المستقلة من الدرجة $(n\times k)$

B : متجه معالم النموذج المراد تقديرها من الدرجة $(k\times 1)$

E : يمثل متجه الأخطاء من الدرجة $(k\times 1)$ الذي يتوزع توزيعاً طبيعياً بوسط يســـاوي صـــفر وتباين يساوي σ^2 أي ان :

$$\underline{E} \sim NID(0, \sigma_E^2)$$

وان تقدير المربعات الصغرى لـــ β يكون قيمته $\hat{\beta}$ ، فتكون المعادلـــة الطبيعيـــة للنموذج (2−10) :

$$(X'X)\hat{\beta} = X'\underline{y} \qquad \text{.....(11 - 2)}$$

لكن المصفوفة $(X'X)$ عبارة عن Less than full rank فيتم تحويلها الى full rank بأستخدام طريقة اعادة النمذجة (Reparameterization) ومن ثم يمكن تقدير المعـــالم وفق الصيغة التالية :

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'\underline{y} \qquad \text{.....(12 - 2)}$$

اختبار المعالم Testing of The Parameters

في تحليل الانحدار يمكن معرفة فيما إذا كانت الاستجابة المتوقعة تتغير أم لا تبعا لحجم التغير الحاصل في المتغير المستقل X . وطبقا لنموذج الانحدار فأن الاستجابة المتوقعة تعتمد على مستوى المتغير المستقل حسب المعادلة الآتية [1]:-

$$E(Y_i) = B_0 + B_i X_i \qquad .....(13-2)$$

اذ أن الاستجابة المتوقعة تتغير مع التغير في قيم المتغير المستقل x لجميع قيم B_i ما عدا $i=0$ و لاجل معرفة وجود العلاقة بين Y و X يمكن وضع الفرضية بالشكل التالي[2]:-

$$H_0: B_i = 0$$

$$H_1: B_i \neq 0$$

و لأجل اختبار هذه الفرضية عند مستوى دلالة معينه ، يمكن أن نتبع أسلوب اختبار t وذلك لان توزيع المعاينة إلى :

$$t_0 = \frac{b_1 - (B_1)}{S(b_1)} \qquad .....(14-2)$$

(t) : تمثل توزيع بدرجة حرية (n-k)

اذ أن t_0 هي قيمة t الحسابية ، وأن قيمة t_0 هي قيمة t الخاضعة للفرضية H_0 ، لذلك فأن قيمة t الحسابية يمكن أن تكتب كما ياتي :

$$t_0 = \frac{b_1 - (B_1)_0}{S(b_1)} \qquad .....(15-2)$$

ومن خلال الاختبار لقيمة t نقارنها مع القيمة المجدولة بدرجة حرية (n-k) ومستوى دلالة معينة 0.05 او 0.01 . فأذا كانت $t_0 > t_{tab}$ ، فهذا يعني وجود علاقة خطية بين المتغير x و y .

وعلى العكس اذ كانت $t_0 < t_{tab}$ فهذا يعني عدم وجود علاقة خطية بين المتغيرين x و y .

---

(1) انظر المصدر رقم ٨

(3-2)سطح الاستجابات المتعددة Multi Responses Surface

أما مفهوم سطح الاستجابات المتعددة فهو يتضمن عدة متغيرات للاستجابة $(Y_1,\ldots,Y_r)$ كما ويتضمن عدة متغيرات مستقلة او مسيطر عليها $(x_1,x_2,\ldots,x_k)$ ويمكن عرض سطوح الاستجابات حسب الدوال الآتية:

$$\left.\begin{array}{l} Y_1 = f_1\,(x_1,x_2,\ldots x_k) \\ Y_2 = f_2\,(x_1,x_2,\ldots x_k) \\ . \\ . \\ . \\ Y_r = f_r\,(x_1,x_2,\ldots x_k) \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(16\text{-}2)$$

النموذج الخطي للاستجابات المتعددة The Linear Multi Responses Model

التجارب التي تنفذ (N) من المرات ويتم قياس فيها (r) من الاستجابات لمجموعه من المتغيرات المستقلة ، على فرض ان متغيرات الاستجابة هذه تتمثل في نموذج الانحدار المتعدد (Multi Regression) والنموذج الخطي هو النموذج الذي يكون فيه معالم الدالة خطية ويمكن تمثيل النموذج بالشكل التالي :

$$Y_i = Z_i\beta_i + \varepsilon_i \qquad i = 1,2,\ldots..,r \qquad \ldots\ldots\ldots (17\text{-}2)$$

اذ أن

Y_i : متجه متغيرات الاستجابة (المعتمد) ذي الدرجة $(N\times 1)$

Z_i : مصفوفة المتغيرات المستقلة ذي الدرجة $(N\times P_i)$ ذي الرتبة P_i

B_i : متجه معالم النموذج ي الدرجة $(P_i\times 1)$

ε_i : متجه الأخطاء العشوائية المرتبطة بالاستجابات على فرض أن :

$$\left.\begin{array}{l} E(\varepsilon_I) = 0 \\ \text{var}\,(\varepsilon_i) = \sigma_{ii}\, I_n \\ \text{Cov}\,(\varepsilon_i,\varepsilon_j) = \sigma_{ij}\, I_n \end{array}\right] \qquad \ldots\ldots\ldots (18\text{-}2)$$

اذ أن σ_{ij} يمثل تباين الخطأ الواقع في الصف i والعمود j في مصفوفة التباين والتباين المشترك للأخطاء العشوائية (Σ) ذي الدرجة $(r\times r)$ ، ويمكن التعبير عن مصفوفة التباين والتباين المشترك للأخطاء (Σ) كما يلي

$$Var(\varepsilon) = \Sigma \otimes I_n \qquad .....(19-2)$$ [3]

وان مصفوفة الأخطاء المقدرة (Σ) يمكن احتسابها حسب الصيغة التأليه وهي التي اشتقها العالم (Zellner 1962) و الصيغة الرياضية لها :

$$\hat{\sigma}ij = \frac{y_i'[I_N - Z_i(Z_i'Z_i)Z_i'][I_N - Z_j'(Z_jZ_j)^{-1}{}_jZ']y_j}{N} \qquad .....(20-2)$$

وان مصفوفة التباين والتباين المشترك يمكن احتسابها من متجه البواقي (الأخطاء) بوجود عـــدد من معادلات الاستجابة وتكون مصفوفة التباين والتباين المشترك من درجة $(r \times r)$ ،بوجود r من الاستجابات يمكن إعادة كتابة صيغة المعادلة (2-17) كما يأتي :

$$\tilde{Y} = Z\beta + \varepsilon \qquad .....(21-2)$$

اذ أن:

$$\tilde{Y} = [Y_1' : Y_2' : ..... : Y_r']'$$

$$\beta = [\beta_1' : \beta_2' : ..... : \beta_r']'$$

$$\varepsilon = [\varepsilon_1' : \varepsilon_2' : .... : \varepsilon_r']'$$

وان Z هي مصفوفة قطرية أقطارها تساوي المصفوفة Z_i أي أن :

$$Z = Diag\ (Z_1, Z_2, ..., Z_r)$$

---

(٣)$\otimes$: يرمز للضرب المباشر (Kronecker Product) في المصفوفات.