ايجاد القيم التقديرية لمتغير الاستجابة ($\hat{Y}$) باستعمال الأنموذج المقدر لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) في التجارب العاملية

أ. د عواد كاظم الخالدي الباحث حمزة عماد الدبس

جامعة كربلاء / كلية الادارة والاقتصاد / قسم الاحصاء

الملخص

تم في هذا البحث اجراء دراسة تطبيقية على تجربة حقلية مصممة وفقاً لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD)على نبات الباذنجان المزروع تحت ظروف البيوت الخضراء حيث مثل الانتاج (مقاساً بالكيلوغرام) متغير الاستجابة (Y) واعتمدت التجربة على ثلاثة متغيرات توضيحية وهما:

X1 : سلالة الباذنجان ، X2 : مستوى تركيز السماد النايتروجيني ، X3 : القطاعات والتي تمثل الاماكن التي اختيرت للزراعة ، وبعد اتمام مجمل عمليات التحليل والتقدير واستخدم الرسوم البيانية ، تم الوصول الى جملة من الاستنتاجات والتوصيات منها معرفة النسب الامثلية من العوامل المجربة التي تؤدي الى زيادة الانتاج الفعلي من المحصول المدروس ، وايجاد طريقة مبسطة للحصول على القيم التقديرية لمتغير الاستجابة المدروس .

Abstract :-

In this research an applied study which is designed in accordance with the Completely Randomized Block Design (CRBD) was conducted on a field experiment of the eggplant crop grown under the environment of green houses where as the production (measured in kilograms) represents the response variable (Y) . The experiment is based on three explanatory variables, they are: X1 is the strain of eggplants , X2 is the concentration level of Nitrogen fertilizer , and X3 is the block where the blocks represent the places selected for farming . After completing the overall analysis, estimation, and the use of graphs , a set of conclusions and recommendations were reached such as knowing the optimum percentages of the experimental factors which lead to increasing the production of the crop under study and finding a simplified way to get the estimated values of the studied response variable .

جزء مستل من رسالة الباحث الثاني

المصطلحات الرئيسية للبحث :- التجارب العاملية ، تصميم القطاعات الكاملة العشوائي ، تحليل التباين ، تقدير انموذج التصميم وتوليد القيم المقدرة منه .

المقدمة

يعد تصميم التجارب (Experiments design) احد فروع علم الاحصاء المتطور الذي يهتم بأجراء التجارب الزراعية والصناعية والطبية وغيرها ، ويهدف اسلوب تصميم التجارب الى اعطاء افضل توافق ممكن بين مستويات العامل (factor) (المعالجات) والوحدات التجريبية (experimental units) المراد تجريب المعالجات عليها وبالتالي يمكن الحصول على افضل استجابة وتحسينها مستقبلاً وكذلك معرفة الاختلافات (التباينات) وارجاعها الى مصادرها الحقيقية والوقوف على اسبابها عن طريق جدول تحليل التباين (ANOVA) حيث تعتبر هذه الاهداف من الاهداف الرئيسة من اقامة التجربة وفق تصميم معين .

يعد القطاع الزراعي اهم القطاعات الاقتصادية لكافة البلدان ولا تأتي هذه الاهمية من مقدار مساهمته في الناتج القومي الاجمالي فحسب بل يمثل اهم معايير الاستقلال الاقتصادي الناجز المتحرر من التبعية الاقتصادية وما تمليه من قرارات سياسية قد تجر البلدان الى هاوية الخضوع للقرارات الاقليمية والدولية لأجل ذلك تهتم البلدان بمحاكاة الاحتياج الحقيقي والكافي لسد حاجة السوق المحلي وتصبو نحو وضع الخطط العلمية التي تؤدي الى زيادة الانتاجية وتوفير فائض انتاجي استراتيجي لمجابهة الازمات التي قد تتعرض لها مستقبلا ، ومن هنا يبرز دور اهمية الامن الغذائي ومن اجل تحقيقه فأن ذلك يتطلب مواكبة التكنلوجيا الزراعية ونقل التجارب الزراعية الحديثة المعمولة وفق اسس علمية رصينة .

2- مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث بعدم وجود ارقام دقيقة عن نسب وتراكيز الاسمدة المستعملة لزيادة انتاج الباذنجان في البيوت الخضراء وعدم وجود تقديرات دقيقة عن كميات الانتاج من هذا المحصول . فضلاً عن عزوف المزارعين عن الزراعة في البيوت الخضراء في الآونة الاخيرة ، كذلك صعوبة ايجاد الانتاجية المقدرة (القيم التقديرية) بواسطة الاساليب الاحصائية المعتاد عليها لأنها لا تعطي نتائج دقيقة يمكن الاعتماد عليها مستقبلاً .

3- هدف البحث

يهدف البحث الى تحديد اهم العوامل المؤثرة في زيادة انتاجية محصول الباذنجان المزروع تحت ظروف البيوت الخضراء وفق مستويات مختلفة من التسميد وسلالات مختلفة من نبات الباذنجان وتعدد في الاماكن الزراعية المزروعة من اجل توفير اعلى انتاجية ممكنة وبجودة عالية للاستهلاك المحلي ، وتحديد النسب الأمثلية لتراكيز العوامل المؤثرة على التجربة المدروسة ، كذلك ايجاد طريقة مقترحة لإيجاد القيم التقديرية(الانتاج المقدر)يمكن الاستناد لها مستقبلاً

4-الجانب النظري

(4-1) تصميم التجارب:- التجارب وسيلة يمكن من خلالها معرفة ابعاد الظاهرة المراد دراستها حيث ان التقدم والتطور الذي يحصل في الآونة الاخيرة يعود سببه الى التجارب المعمولة على اسس علمية دقيقة ، ان عملية تصميم التجربة ماهي الا وضع خطط دقيقة المجرب بحيث يستطيع الحصول على بيانات تمثل الظاهرة قيد التجريب (ويعتبر هذا

الهدف الرئيسي من علم تصميم التجارب) بأدنى كلفة واقل وقت حتى يتسنى للباحث تحليل هذه البيانات ووضع القرارات المناسبة .

(4-2) التجربة العاملية :-

هي تلك التجربة التي يراد بها تجريب (ادخال) عاملين او اكثر، وذلك لمعرفة مدى تأثير العوامل المجربة بمستوياتها المختلفة وكذلك معرفة تأثير تفاعل العوامل الداخلة بنفس الوقت على الصفة المدروسة وبما ان العوامل الداخلة في التجربة تتكون من عدد من المستويات فأن المعالجات العاملية تنتج من التوافيق الممكنة بين تلك المستويات (levels) ، ان الهدف الرئيسي من اقامة التجارب العاملية هي توليد المعالجات العاملية التي يحصل عليها من تفاعل مستويات العوامل الداخلة في التجربة ويسمى ذلك بالتفاعل (interaction) وان لهذه التفاعلات اهمية كبيرة لتغير الاستجابة التي تم الحصول عليها من التجربة المقامة ، ومن هنا تبرز اهمية التجارب العاملية او التجارب المتعددة العوامل حيث يبين هذا النوع من التجارب اهمية العوامل الداخلة وافضل مستويات تلك العوامل والكشف عن التفاعل بين تلك المستويات ومدى تأثيره على الاستجابة . تؤدي التجارب العاملية الى تحديد العوامل (ومستوياتها) وتفاعلاتها (تفاعل المستويات) التي تؤثر بشكل معنوي على متغير الاستجابة .

يرمز للعوامل الرئيسة عادةً بالأحرف الكبيرة مثل (A,B) وللمستويات بالأحرف الصغيرة مثل $a_1,a_2,\ldots,a_n$ ويرمز للتجربة حسب عدد مستويات العوامل الداخلة فيها مثل (n×m×k) وتعني تجربة فيها ثلاث عوامل بالمستويات n,m,k على التوالي .

(4-2-1) تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) في التجربة العاملية من النوع (5*3):-

ان اختيار التصميم المناسب والملائم لعمل التجربة يجعل استنتاجات التجربة اكثر دقة وذات كفاءة عالية لتمثيل البيانات ، يعد تصميم القطاعات الكاملة العشوائية من اشهر التصاميم المستخدمة لعمل التجارب العاملية وبالخصوص التجارب الزراعية ،حيث يتم توزيع المعالجات العاملية على الوحدات التجريبية في كل قطاع بصورة عشوائية لضمان حصول الوحدات التجريبية على نفس الفرصة من المعالجات العاملية في كل قطاع وبالتالي تصبح الوحدات التجريبية أكثر تجانساً ، يذكر ان تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) يقلل من الاخطاء التجريبية بسبب تكرار التجربة في كل قطاع مما يجعل التجربة اكثر دقة وذات قرار سليم وكفؤ ، هنالك العديد من انواع التجارب العامليه وسوف نختصر على تجربة البحث ذات العاملين اي من النوع (5*3) ، اذا عبرنا عن العامل الاول بالحرف الكبير A وعن مستوياته بالحروف الصغيرة(a_1,a_2,a_3) والعامل الثاني بالحرف B وعن مستوياته بالحروف الصغيرة $(b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ ، فأن المعالجات العامليه لتلك التجربة يمكن الحصول عليها عن طريق حاصل ضرب مستويات العامل الاول في مستويات العامل الثاني وبذلك تصبح عدد المعالجات (3*5=15) حيث يتم الحصول على 14 تأثير وهو مساوٍ الى درجة حرية المعالجات (Treatment) [(ab-1) = (15-1) = 14] يقسم هذا التأثير الى ثلاث اقسام قسمان منه يعود الى العوامل الرئيسية والقسم الاخر يعود الى التفاعل بين العاملين وكما موضح في الشكل (2) ، تنحصر مصادر التأثير في التجربة العاملية من النوع (5*3) وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية في نوعين من المصادر وهما التأثيرات الاساسية (الناتجة من تأثير العوامل الرئيسية الداخلة في التجربة وتفاعلاتها على الصفة المدروسة) وتأثيرات ثانوية (الناتجة عن تأثير القطاع على الصفة المدروسة) حيث أن :-

التأثيرات الاساسية

A , B : تأثيرات رئيسية في التجربة ولكل من هذه التأثيرات درجة حرية تساوي (عدد مستويات العامل – 1)

AB : تأثير التفاعل (بين مستويات العامل الاول مع مستويات العامل الثاني) وله درجة حرية تساوي (حاصل ضرب درجة حرية العامل الاول في درجة حرية العامل الثاني)

التأثيرات الثانوية

Block : تأثير القطاع وله درجة حرية تساوي (عدد القطاعات – 1)

وكما موضح في الجدول (2) .

الجدول (2) يوضح نوع التأثيرات ومصادرها

درجة الحرية	التأثيرات	مصدر التأثير	نوع التأثير
a−1 b−1 (a−1)(b−1)	A B AB	} التأثيرات الرئيسية تأثير التفاعل	تأثيرات اساسية
Ab−1	Treat	مجموع كل تراتيب المعالجات	
r−1	Block	تأثير القطاع	تأثيرات ثانوية
(ab−1)(r−1)		الخطأ	
Abr−1		الكلي	

حيث يتم الحصول على مشاهدات التجربة العاملية المنفذة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) لعاملين رئيسيين وبقطاعات عددها r عن طريق جدول الاستجابة رقم (3) الاتي .

الجدول (3) يوضح مشاهدات متغير الاستجابة (Y_{ijk}) وفق تصميم (CRBD)

A	BLOCKS	B				
		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
	1	Y_{111}	Y_{121}	Y_{131}	Y_{141}	Y_{151}
	2	Y_{112}	Y_{122}	Y_{132}	Y_{142}	Y_{152}

a_1	3	Y_{113}	Y_{123}	Y_{133}	Y_{143}	Y_{153}
	4	Y_{114}	Y_{124}	Y_{134}	Y_{144}	Y_{154}
a_2	1	Y_{211}	Y_{221}	Y_{231}	Y_{241}	Y_{251}
	2	Y_{212}	Y_{222}	Y_{232}	Y_{242}	Y_{252}
	3	Y_{213}	Y_{223}	Y_{233}	Y_{243}	Y_{253}
	4	Y_{214}	Y_{224}	Y_{234}	Y_{244}	Y_{254}
a_3	1	Y_{311}	Y_{321}	Y_{331}	Y_{341}	Y_{351}
	2	Y_{312}	Y_{322}	Y_{332}	Y_{342}	Y_{352}
	3	Y_{313}	Y_{323}	Y_{333}	Y_{343}	Y_{353}
	4	Y_{314}	Y_{324}	Y_{334}	Y_{344}	Y_{354}

(4-2-1-1) الأنموذج الرياضي Mathematical model لتصميم (CRBD):-

لكل تصميم من تصميمات التجارب انموذجاً يعبر عن الاستجابة ، وان الأنموذج الرياضي الخاص بالتجربة العاملية من النوع (A*B) المنفذة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) يكون كالاتي :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + P_k + e_{ijk} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان :-

Y_{ijk} : تمثل قيمة المشاهدة (الاستجابة) في القطعة التجريبية الواقعة ضمن القطاع k تحت تأثير المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B .

μ : تأثير الوسط الحسابي العام .

التأثيرات الرئيسية

α_i : تأثير المستوى i من العامل A .

β_j : تأثير المستوى j من العامل B .

تأثير التفاعل

$(\alpha\beta)_{ij}$: تأثير التفاعل بين المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B .

تأثير القطاع

P_k : تأثير القطاع k .

الخطأ العشوائي

e_{ijk} : الخطأ العشوائي للقطعة التجريبية الواقعة تحت تأثير القطاع k والمعالجة العاملية المتكونة من المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B .

(4- 3) جدول تحليل التباين :- Analysis of variance

هو اسلوب رياضي يتم من خلاله تجزئة مجموع المربعات الكلي العائد للظاهرة المدروسة ومعرفة التباينات وارجاعها الى مصادرها الحقيقية ، وكذلك يتم من خلاله اخبار الفرضيات ويعتبر هذا هو المبدأ الاساس التي تستند عليه عملية اتخاذ القرار الصائب ، وهو فكرة كانت للعالم الاحصائي فيشر (R. A. Fisher) النصيب الاكبر بها وقد جاء بعده العالم (snedecor) الذي كان له الفضل الكبير ايضا في تطوير هذا التحليل .

تهتم التجربة العاملية المعمولة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) بدراسة تأثير العوامل الرئيسية وتفاعلاتها وكذلك تأثير القطاع على متغير الاستجابة ، يستند جدول تحليل التباين على اختبار (F) ، يرمز لجدول تحليل التباين بالرمز (ANOVA) جاء هذا الرمز من اختصار التسمية الانكليزية لتحليل التباين (Analysis of variance) ، يجب ان نبين كيف يتم تجزئة مجموع المربعات الكلي الى عدة مركبات وكل مركبة تمثل مصدر تباين للحصول على التباين العام المستقل عندما تكون تأثيرات كلاً من العوامل الرئيسية وتفاعلاتها وتأثير القطاعات مساوية الى الصفر.

$$\sum_{i=1}^{a} \alpha_i = 0 \quad , \quad \sum_{j=1}^{b} \beta_j = 0 \quad , \quad \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} \alpha_i\beta_j = 0$$

لابد من التأكد من استيفاء الفروض الاساسية قبل البدء في تحليل التباين واختبار الفرضيات ، حيث ان عدم استيفاء اياً من هذه الفروض يؤدي الى الخلل وعدم دقة النتائج وبالتالي ارتفاع نسبة الخطأ وعدم الوصول الى القرارات الصحيحة ومن مجمل هذه الفروض هي :

1- التوزيع العشوائي المستقل والطبيعي للخطأ التجريبي ، اذ يتحقق هذا الشرط بتطبيق التوزيع العشوائي المناسب للتصميم المستخدم بصورة صحيحة .

$$e_{iik} \sim N(0 , \sigma^2)$$

حيث ان افتراض التوزيع الطبيعي للخطأ التجريبي يمكننا من استخدام اختبار (F) .

2- تجانس تباينات العينات .

3- التأثيرات الاساسية تجميعية (هذا يعني ان قيمة المشاهدة في اية وحدة تجريبية تحسب من تأثير المعالجة مضافا اليها التأثيرات الاخرى والمتوسط العام) .

4- الاستقلالية بين المتوسطات والتباينات ، يعد هذا الفرض من الفروض المهمة لأنه في حال عدم توفره في البيانات المراد تحليلها فأن ذلك يؤدي الى عدم تجانس التباينات ، وفي حال عدم توفر هذا الفرض يمكن تحويل بيانات التجربة ومعالجتها حتى يصبح هذا الفرض ممكن وموجود .

(4- 3-1) مجاميع المربعات :-

يتم حساب مجموع المربعات لجميع مركبات التجربة العاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) وتطبيقاً على تجربة البحث من النوع (3*5) وبأربعة قطاعات تحسب مجاميع المربعات حسب الصيغ الاتية :

$$1- \ CF = \frac{(\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ijk})^2}{abr} \quad \text{(correct factor) or (C)} \quad \ldots..(2)$$

$$\boxed{= \frac{Y_{...}^2}{abr}}$$

ويحسب مجموع المربعات العائد لتأثير القطاعات بالصيغة التالية :

$$2- \ SS_{block} = \frac{\sum_{k=1}^{r} Y_{..k}^2}{ab} - c \quad \ldots..(3)$$

$$\boxed{= \frac{Y_{..1}^2}{ab} + \frac{Y_{..2}^2}{ab} + \frac{Y_{..3}^2}{ab} + \frac{Y_{..4}^2}{ab} - \frac{Y_{...}^2}{abr}}$$

ويحسب مجموع المربعات العائد للتأثيرات الرئيسية (A , B) بالصيغ التالية :

$$3- \ SS_A = \frac{\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2}{ar} - c \quad \ldots..(4)$$

$$\boxed{= \frac{Y_{1..}^2}{ar} + \frac{Y_{2..}^2}{ar} + \frac{Y_{3..}^2}{ar} - \frac{Y_{...}^2}{abr}}$$

$$4- \ SS_B = \frac{\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2}{br} - c \quad \ldots..(5)$$

$$= \frac{Y_{.1.}^2}{br} + \frac{Y_{.2.}^2}{br} + \frac{Y_{.3.}^2}{br} + \frac{Y_{.4.}^2}{br} + \frac{Y_{.5.}^2}{br} - \frac{Y_{...}^2}{abr}$$

ويحسب مجموع المربعات العائد لتأثير التفاعل بالصيغة التالية :

$$5- \quad SS_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{b} Y_{ij.}^2}{r} - SS_A - SS_B - c \qquad \ldots\ldots(6)$$

$$= \left[\frac{Y_{11.}^2}{r} + \frac{Y_{12.}^2}{r} + \ldots + \frac{Y_{34.}^2}{r} + \frac{Y_{35.}^2}{r}\right] - \left[\frac{Y_{1..}^2}{ar} + \ldots + \frac{Y_{3..}^2}{ar}\right] - \left[\frac{Y_{.1.}^2}{br} + \ldots + \frac{Y_{.5.}^2}{br}\right] + \left[\frac{Y_{...}^2}{abr}\right]$$

ويحسب مجموع المربعات لتأثير المعالجات بالصيغة الاتية :

$$6- \quad SS_{treat} = SS_A + SS_B + SS_{AB} \qquad \ldots\ldots(7)$$

ويحسب مجموع المربعات الكلي بالصيغة الاتية :

$$7- \quad SS_{Total} = \sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{b} \sum_{k=1}^{r} Y^2{}_{ijk} - c \qquad \ldots\ldots(8)$$

$$= Y_{111}^2 + Y_{121}^2 + \ldots + Y_{344}^2 + Y_{354}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abr}$$

ويحسب مجموع مربعات الخطأ بالصيغة الاتية :

$$8- \quad SS_E = SS_{Total} - SS_{block} - SS_{treat} \qquad \ldots\ldots(9)$$

وبعد عرض مجمل الصيغ لحساب مجاميع المربعات المتطلبة في جدول تحليل التباين يتم وضع الجدول بالهيئة التالية :

الجدول (4) يوضح جدول تحليل التباين (ANOVA) للتجربة العاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD)

S.O.V	S.S	d.f	M.S	F
Block	SS_{block}	$r-1$	$SS_{block}/d.f$	$M.S_{block}/M.S_E$
Treat	SS_t	$ba-1$	SS_t /d.f	$M.S_t/ M.S_E$
A	SS_A	$a-1$	$SS_A/d.f$	$M.S_A/ M.S_E$
B	SS_B	$b-1$	$SS_B/d.f$	$M.S_B/ M.S_E$
AB	SS_{AB}	$(a-1)(b-1)$	$SS_{AB}/d.f$	$M.S_{AB}/ M.S_E$
error	SS_E	$(ab-1)(r-1)$	$SS_E/d.f$	___
Total	SS_T	$abr-1$	___	___

(4-4) تقدير أنموذج التصميم :-

من المعلوم ان نماذج التصميم هي نماذج غير تامة الرتبة على عكس ما هو عليه الحال في نماذج الانحدار ، مما يجعل عملية تقدير معلمات نموذج التصميم غير يسير الى حداً ما ، لذلك هنالك عدة حلول اقترحت الباحثين لأجل تحويل نماذج التصميم من نماذج غير تامة الرتبة الى نماذج تامة الرتبة وأبرزها :

1- طريقة اعادة النمذجة (Re parameterization method) .

2- طريقة التحويل (Transformation method) .

وباستخدام هاتين الطريقتين او احداهما يمكن الوصول الى مقدرات لمعلمات انموذج التصميم ، ومن انموذج التصميم المقدر يتم استخراج القيم التقديرية لمتغير الاستجابة ($\hat{Y}_{ijk}$) ، وبأستخدام طريقة اعادة النمذجة لنموذج تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) للتجربة العاملية وهو

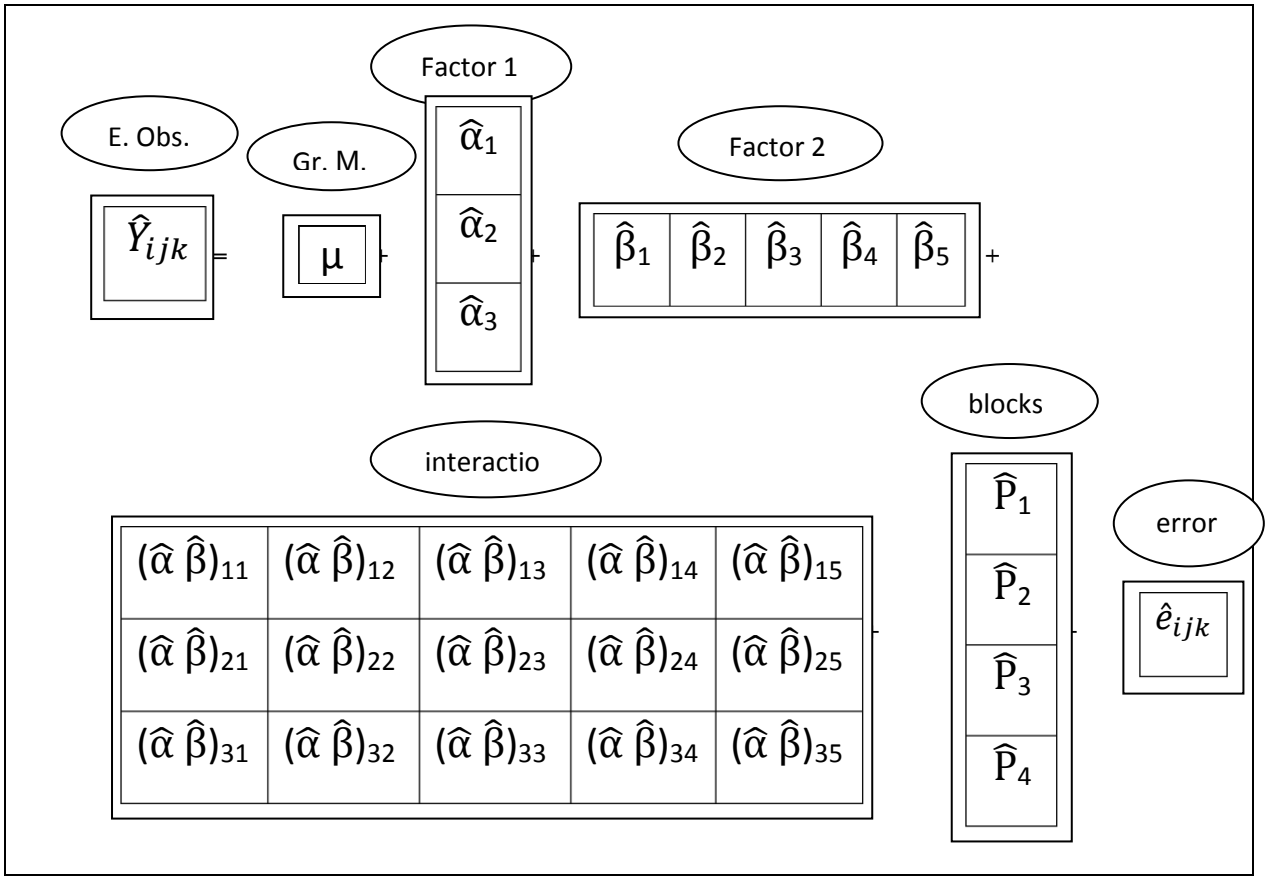
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + P_k + e_{ijk} \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

اذ شبه النموذج (10) اعلاه بنموذج الانحدار رقم (11) باستخدام المصفوفات كما ادناه :

$$Y = X\beta + \in \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

ولكن الفرق هو ان مصفوفة الـ X في الانحدار تأخذ قيم حقيقية (ارقام العينة) اما في التصميم تأخذ (1,0) وكذلك مصفوفة الـ β في الانحدار تمثل المعلمات (b_1 , b_2 , b_3 .....b_n) اما في التصميم تمثل (مقدرات العامل الاول والعامل الثاني والتفاعل في ما بينهما والقطاعات) ، وعليه تم تقدير النموذج بإحدى طرق التقدير ولتكن طريقة المربعات الصغرى (OLS) ، حيث قدر النموذج عن طريق البرنامج الاحصائي الجاهز SPSS .

وتنفيذاً لعملية التقدير يتم الحصول على المعلمات بشكل مصفوفات وكما في الشكل (1) الاتي :



الشكل (1) يمثل عملية تقدير أنموذج تصميم القطاعات الكاملة العشوائية للتجارب العاملية

(4-4-1) ايجاد القيم التقديرية لمتغير الاستجابة بأستخدام نموذج التصميم المقدر :-

بعد ان تم الحصول على معلمات انموذج التصميم المقدرة بأستخدام البرنامج الاحصائي الجاهز (spss) التي وضعت بشكل مصفوفات ، فمن الممكن الحصول على القيم التقديرية لمتغير الاستجابة ($\hat{Y}_{ijk}$) بواسطة الانموذج الاتي :

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + \hat{\alpha}_l + \hat{\beta}_j + (\hat{\alpha}\ \hat{\beta})_{ij} + \hat{p}_k \qquad \ldots\ldots (12)$$

فمثلاً لو اردنا ايجاد القيمة التقديرية للمتغير التابع التي تقع تحت تأثير المستوى الاول من العامل الاول والمستوى الاول من العامل الثاني ضمن القطاع الاول ويشار لها ($\hat{Y}_{111}$) حيث تحسب عن طريق الصيغة (13) المستنتجة من الشكل (1) وكالاتي :

$$\hat{Y}_{111} = \mu + \hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 + (\hat{\alpha}\,\hat{\beta})_{11} + \hat{p}_1 \qquad \ldots\ldots\ldots (13)$$

كذلك لو اردنا ايجاد القيمة التقديرية للمتغير التابع التي تقع تحت تأثير المستوى الثالث من العامل الاول والمستوى الخامس من العامل الثاني ضمن القطاع الرابع ويشار لها ($\hat{Y}_{354}$) حيث تحسب عن طريق الصيغة (14) المستنتجة من الشكل (1) وكالاتي :

$$\hat{Y}_{354} = \mu + \hat{\alpha}_3 + \hat{\beta}_5 + (\hat{\alpha}\,\hat{\beta})_{35} + \hat{p}_4 \qquad \ldots\ldots\ldots (14)$$

وبعد حساب جميع القيم التقديرية لمتغير الاستجابة تضع في جدول القيم التقديرية لمتغير الاستجابة وكما في الجدول (5)

الجدول (5) يوضح القيم المقدرة لمتغير الاستجابة ($\hat{Y}_{ijk}$)

A	BLOCKS	B				
		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
a_1	1	$\hat{Y}_{111}$	$\hat{Y}_{121}$	$\hat{Y}_{131}$	$\hat{Y}_{141}$	$\hat{Y}_{151}$
	2	$\hat{Y}_{112}$	$\hat{Y}_{122}$	$\hat{Y}_{132}$	$\hat{Y}_{142}$	$\hat{Y}_{152}$
	3	$\hat{Y}_{113}$	$\hat{Y}_{123}$	$\hat{Y}_{133}$	$\hat{Y}_{143}$	$\hat{Y}_{153}$
	4	$\hat{Y}_{114}$	$\hat{Y}_{124}$	$\hat{Y}_{134}$	$\hat{Y}_{144}$	$\hat{Y}_{154}$
a_2	1	$\hat{Y}_{211}$	$\hat{Y}_{221}$	$\hat{Y}_{231}$	$\hat{Y}_{241}$	$\hat{Y}_{251}$
	2	$\hat{Y}_{212}$	$\hat{Y}_{222}$	$\hat{Y}_{232}$	$\hat{Y}_{242}$	$\hat{Y}_{252}$
	3	$\hat{Y}_{213}$	$\hat{Y}_{223}$	$\hat{Y}_{233}$	$\hat{Y}_{243}$	$\hat{Y}_{253}$
	4	$\hat{Y}_{214}$	$\hat{Y}_{224}$	$\hat{Y}_{234}$	$\hat{Y}_{244}$	$\hat{Y}_{254}$
a_3	1	$\hat{Y}_{311}$	$\hat{Y}_{321}$	$\hat{Y}_{331}$	$\hat{Y}_{341}$	$\hat{Y}_{351}$
	2	$\hat{Y}_{312}$	$\hat{Y}_{322}$	$\hat{Y}_{332}$	$\hat{Y}_{342}$	$\hat{Y}_{352}$
	3	$\hat{Y}_{313}$	$\hat{Y}_{323}$	$\hat{Y}_{333}$	$\hat{Y}_{343}$	$\hat{Y}_{353}$
	4	$\hat{Y}_{314}$	$\hat{Y}_{324}$	$\hat{Y}_{334}$	$\hat{Y}_{344}$	$\hat{Y}_{354}$

5- الجانب النظري

تم تطبيق ما ذكر في الجانب النظري على بيانات الاستجابة الحقيقية (Y) للتجربة العاملية بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) المقامة في البيوت البلاستيكية الخاصة بالتجارب الزراعية والابحاث العلمية لنبات الباذنجان حيث تضمنت التجربة الاتي :

Y :- متغير الاستجابة الذي يمثل كمية انتاج محصول نبات الباذنجان (عينة البحث) .

A :- العامل الاول والذي يمثل مستويات اصناف نبات الباذنجان ويتضمن :

a_1 : السلالة 1 . (معاملة سيطرة)

a_2 : السلالة 9 .

a_3 : السلالة 22 .

B :- العامل الثاني حيث تمثل بمستويات التوليفة السمادية النايتروجينية والذي يتضمن :

b_1 : بدون اضافة . (معاملة سيطرة)

b_2 : تركيز 250 غم .

b_3 : تركيز 500 غم .

b_4 : تركيز 750 غم .

b_5 : تركيز 1000 غم .

Blocks :- يمثل القطاعات الاربعة التي تمت الزراعة فيها والذي يتضمن :

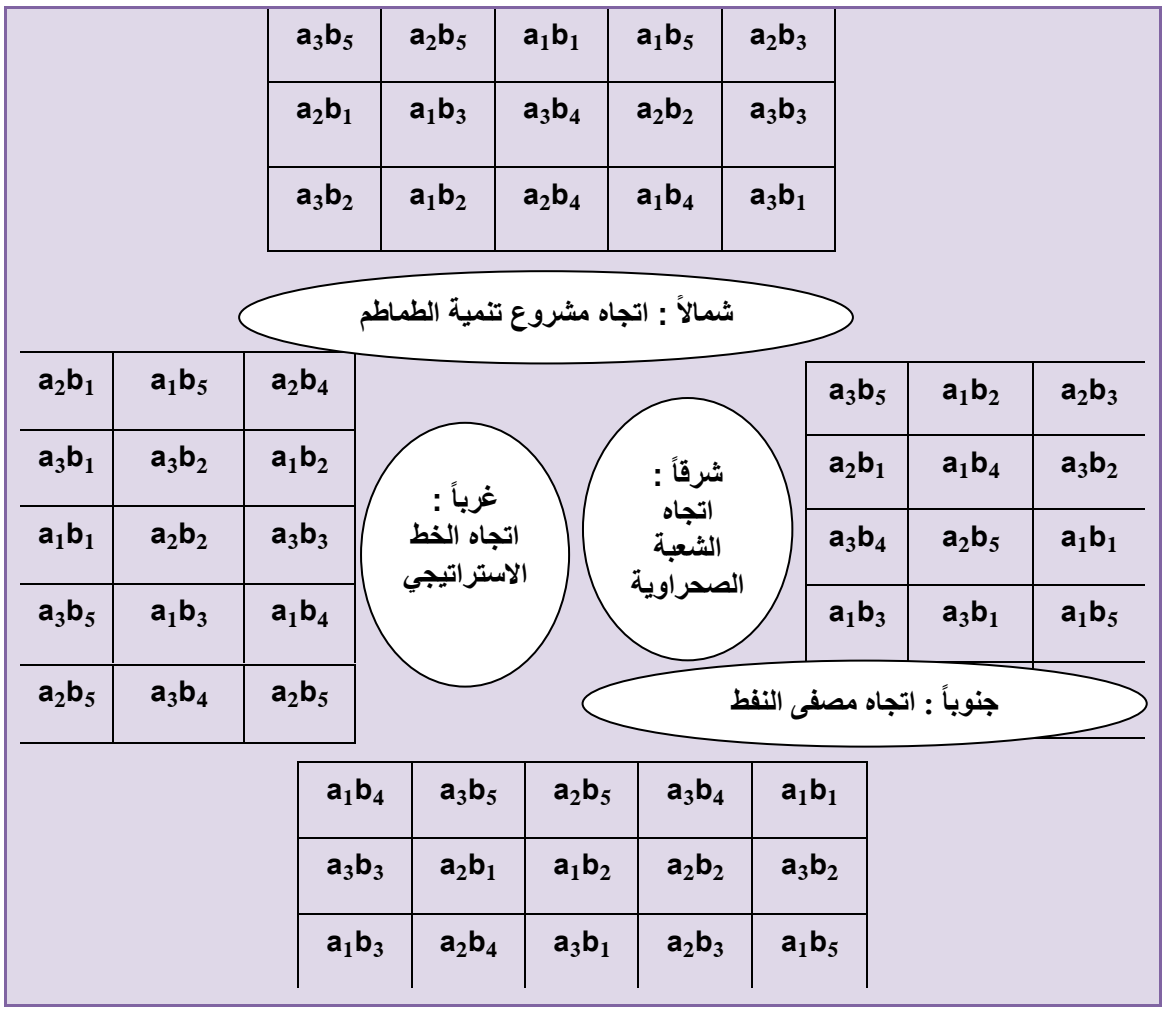
Block 1 : اتجاه مشروع تنمية الطماطم . (قطاع سيطرة)

Block 2 : اتجاه التنمية الصحراوية .

Block 3 : اتجاه الخط الاستراتيجي .

Block 4 : اتجاه مصفى النفط .

تم تخطيط التجربة استنادا الى اسس علمية حديثة وكما في الشكل (2) الاتي :



الشكل (2) يمثل المخطط الهيكلي للتجربة الزراعية وكيفية توزيع المعالجات العاملية بصورة عشوائية على الوحدات التجريبية داخل القطاعات في التجربة العاملية .

حيث سجلت بيانات التجربة بعد جني المحصول كما في الجدول (6) الاتي :

الجدول (6) يوضح استجابات المتغير المعتمد Y_{ijk} (انتاجية محصول الباذنجان بالكيلوغرام)

A	BLOCKS	B				
		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
a_1	1	6	4.5	5.5	4	6.5
	2	1.3	1.45	1.22	1.75	2.1
	3	4	4	2	4	7

	4	2.5	6	6	3	5
a_2	1	6	6	5	5.5	8
	2	1.33	4.29	1.3	2.05	3.45
	3	3.5	5	4.5	5	6
	4	5	4.5	2.5	5.5	6
a_3	1	6	7	7	6.5	7.5
	2	3.9	3.4	1.45	4.5	3.65
	3	3	5.5	5.25	3.5	4
	4	3	4.5	3.25	6	8

بغية البدء بإجراءات التحليل الاحصائي للتجربة وجب اولاً اختبار مدى مؤولة بيانات متغير الاستجابة (Y) الذي تمثل بكميات الانتاج من نبات الباذنجان نحو التوزيع الطبيعي (Normal distribution) ، واستناداً على الفرضية الاتية يتم الاختبار ، حيث ان الفرضية تنص الاتي :

H_o : توزيع بيانات المتغير المعتمد يطابق التوزيع الطبيعي .

H_1 : توزيع بيانات المتغير المعتمد لا يطابق التوزيع الطبيعي .

ومن خلال استعمال البرنامج الجاهز (SPSS) ، تم الحصول على النتائج حسب اختبار كولمكروف–سميرنوف .

بعد تطبيق الاختبار على مشاهدات متغير الاستجابة تم الحصول على الجدول (7) الاتي :

جدول (7) يوضح نتائج اختبار كولمكروف – سميرنوف

Test	Statistical Test	Degree Of Freedom	P–Value
Kolmogorov–smirnov	0.091	60	0.200

يتبين من نتائج الاختبار ان قيمة الـ P–Value والبالغة (0.2) المصحابة للأختبار هي اكبر من قيمة مستوى المعنوي المحددة والبالغة (α=0.05) واستناداً على ذلك يكون القرار عدم رفض فرضية العدم والتي تنص على ان بيانات متغير المعتمد تتبع التوزيع الطبيعي ، اذاً البيانات تتبع التوزيع الطبيعي حسب هذا الاختبار .

(5-1) تحليل التباين للتجربة العاملية (5*3) وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) :-

تم استخدام البرامج الجاهزة لحساب مجاميع مربعات مصادر التباين وكذلك حساب المجاميع الكلية لكل عامل ومستوياته ولكل قطاع وكل مايقتضيه تحليل التجربة العاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية وكالاتي :

1- $CF = \frac{(265.14)^2}{60} = 1171.654$

2- $SS_{block} = \frac{(91)^2}{15} + \frac{(37.14)^2}{15} + \frac{(66.25)^2}{15} + \frac{(70.75)^2}{15} - 1171.654 = 98.68$

3- $SS_A = \frac{(77.82)^2}{20} + \frac{(90.42)^2}{20} + \frac{(96.9)^2}{20} - 1171.654 = 9.413$

4- $SS_B = \frac{(45.53)^2}{12} + \frac{(56.14)^2}{12} + \frac{(44.97)^2}{12} + \frac{(51.3)^2}{12} + \frac{(67.2)^2}{12} - 1171.654 = 27.889$

5- $SS_{AB} = \left[\frac{(13.8)^2}{4} + \frac{(15.95)^2}{4} + \ldots + \frac{(20.5)^2}{4} + \frac{(23.15)^2}{4}\right] - 9.413 - 27.889 + 1171.654 = 4.973$

6- $SS_{treat} = 9.413 + 27.889 + 4.973 = 42.275$

7- $SS_{Total} = (6)^2 + (4.5)^2 + \ldots + (6)^2 + (8)^2 - 1171.654 = 194.388$

8- $SS_E = 194.388 - 98.68 - 42.275 = 53.432$

جدول التباين

الجدول (8) يوضح نتائج تحليل التباين (ANOVA) للتجربة العاملية (5*3) وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD)

S.O.V	S.S	d.f	M.S	F	sig.
Block	98.68	3	32.893	25.856	0.000
Treat	42.275	14	3.0196	2.373	0.016
A	9.413	2	4.707	3.7	0.033
B	27.889	4	6.972	5.48	0.001
AB	4.973	8	0.622	0.489	0.857
Error	53.432	42	1.272	ــــ	ــــ
Total	194.388	59	ــــ	ــــ	ــــ

الفرضيات الاحصائية الخاصة بالتجربة العاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية :

تفسر نتائج جدول تحليل التباين ANOVA على اساس الفرضيات ادناه لذلك يعتمد التحليل الاحصائي على الفرضيات الاتية :

1- فرضية تأثير القطاعات (اماكن الزراعة) على الصفة المدروسة :

H_O : لا يوجد تأثير معنوية للقطاعات على كمية الانتاج .

H_1 : يوجد تأثير معنوي لواحد من القطاعات على الاقل على كمية الانتاج .

2- فرضية تأثير المتوسط العام للمعالجات (Treat) على الصفة المدروسة :

H_O : لا يوجد تأثير معنوي للمتوسط العام للمعالجات على كمية الانتاج .

H_1 : يوجد تأثير معنوي لواحد من المتوسطات على الاقل على كمية الانتاج .

3- فرضية تأثير العامل A المتمثل بسلالات الباذنجان .

H_O : لا يوجد تأثير ذو دلالة معنوية للعامل A على كمية الانتاج .

H_1 : يوجد تأثير ذو دلالة معنوية للعامل A على كمية الانتاج .

4- فرضية تأثير العامل B المتمثل بالتوليفة السمادية النايتروجينية .

H_O : لا يوجد تأثير ذو دلالة معنوية للعامل B على كمية الانتاج .

H_1 : يوجد تأثير ذو دلالة معنوية للعامل B على كمية الانتاج .

5- فرضية تأثير التفاعل بين مستويات العامل A مع مستويات العامل B .

H_O : لا يوجد تأثير ذو دلالة معنوية لتفاعل مستويات العاملين (A , B) على كمية الانتاج .

H_1 : يوجد تأثير ذو دلالة معنوية لتفاعل مستويات العاملين (A , B) على كمية الانتاج .

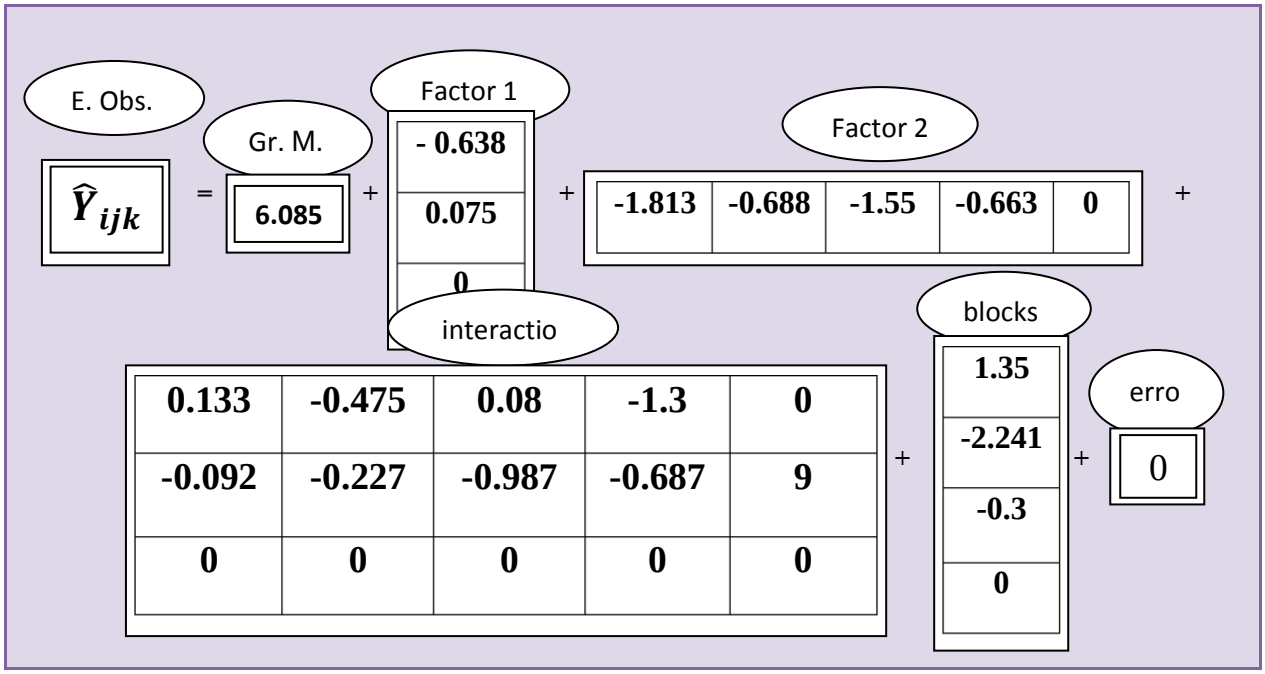
استناداً على نتائج التحليل الاحصائي في جدول تحليل التباين رقم (8) وحسب اختبار (F) ذو الطرفين واعتماداً على الفرضيات اعلاه ، تكون القرارات كالاتي :

1- ترفض فرضية العدم الخاصة بتأثير بالقطاعات عند مستوى معنوية (α=0.05) ، وذلك كون قيمة الاحتمال (0.000) المرافقة لقيمة F المحسوبة والخاصة بالقطاعات اصغر من مستوى المعنوية المحددة ، مما يشير الى وجود تأثير جوهري للقطاعات على كمية الانتاج لمحصول الباذنجان .
2- ترفض فرضية العدم الخاصة بتأثير المتوسط العام بالمعالجات عند مستوى معنوية (α=0.05) ، وذلك كون قيمة الاحتمال (0.016) المرافقة لقيمة F المحسوبة والخاصة بالمتوسط العام للمعالجات اصغر من مستوى المعنوية المحددة ، مما يشير الى وجود تأثير جوهري للمتوسط العام للمعالجات على كمية الانتاج لمحصول الباذنجان .
3- ترفض فرضية العدم الخاصة بتأثير العامل A عند مستوى معنوية (α=0.05) ، وذلك كون قيمة الاحتمال (0.033) المرافقة لقيمة F المحسوبة والخاصة بالعامل A اصغر من مستوى المعنوية المحددة ، مما يشير الى وجود اختلاف جوهري لسلالات الباذنجان على كمية الانتاج لمحصول الباذنجان .
4- ترفض فرضية العدم الخاصة بتأثير العامل B عند مستوى معنوية (α=0.05) ، وذلك كون قيمة الاحتمال (0.001) المرافقة لقيمة F المحسوبة والخاصة بالعامل B اصغر من مستوى المعنوية المحددة ، مما يشير الى وجود تأثير معنوي لنسب التوليفة السمادية المستخدمة على كمية الانتاج لمحصول الباذنجان .
5- عدم رفض فرضية العدم الخاصة بتأثير تفاعل العاملين (A , B) عند مستوى معنوية (α=0.05) ، وذلك كون قيمة الاحتمال (0.857) المرافقة لقيمة F المحسوبة والخاصة بتفاعل العاملين (A , B) اكبر من مستوى المعنوية المحددة ، مما يشير الى عدم وجود تأثير جوهري لتفاعل العاملين (A , B) على كمية الانتاج لمحصول الباذنجان .

اي استقلالية تأثير السماد على نوع البذور (سلالات الباذنجان) وهو ما يشير الى ان للسماد الكيمياوي تأثير معنوي (النقطة 4) على كمية انتاج الباذنجان بغض النظر عن نوع البذور (سلالات الباذنجان) .

(5-2) نتائج حساب القيم التقديرية ($\widehat{Y}_{ijk}$) لمتغير الاستجابة (كميات الانتاج المقدرة) باستخدام نموذج التصميم المقدر :-

من اجل الحصول على القيم التقديرية لمتغير الاستجابة (كميات الانتاج المقدرة) عن طريق انموذج التصميم المستخدم في اقامة التجربة ، لابد اولاً تقدير انموذج التصميم وايجاد معلماته وكما موضح في الفصل الثاني وبأستخدام البرنامج الجاهز (spss) تم تقدير الصيغة (10) والوصول الى مقدرات معلمات انموذج التصميم المستخدم في التجربة وتم الحصول على الانموذج الاتي كما في الشكل (3) الاتي .



الشكل (3) انموذج تصميم القطاعات الكاملة العشوائية المقدر

وعندما تم تقدير انموذج التصميم اصبح من السهل ايجاد القيم التقديرية لمتغير الاستجابة ،وبأستخدام الصيغة (12) يمكن حساب اي قيمة تقديرية لمتغير الاستجابة .

مثلا :

لو اردنا حساب القيمة التقديرية لمتغير الاستجابة التي تقع تحت تأثير المستوى الاول من العامل الاول والمستوى الاول من العامل الثاني ضمن القطاع الاول يتم ذلك حسب الصيغة (13) وكلاتي :

$$\hat{Y}_{111} = 6.085 + (-0.638) + (-1.688) + 0.133 + 1.35 = 5.097 \approx 5.1$$

وهكذا يتم حساب جميع القيم التقديرية لمتغير الاستجابة الى نصل الى القيمة الاخيرة ، فلو اردنا حساب القيمة التقديرية لمتغير الاستجابة التي تقع تحت تأثير المستوى الثالث من العامل الاول والمستوى الخامس من العامل الثاني ضمن القطاع الرابع يتم ذلك حسب الصيغة (14) وكلاتي :

$$\hat{Y}_{354} = 6.085 + 0 + 0 + 0 + 0 = 6.085 \approx 6.09$$

وبعد حساب جميع القيم التقديرية يتم عرضها في الجدول (9) استناداً على الجدول (5) .

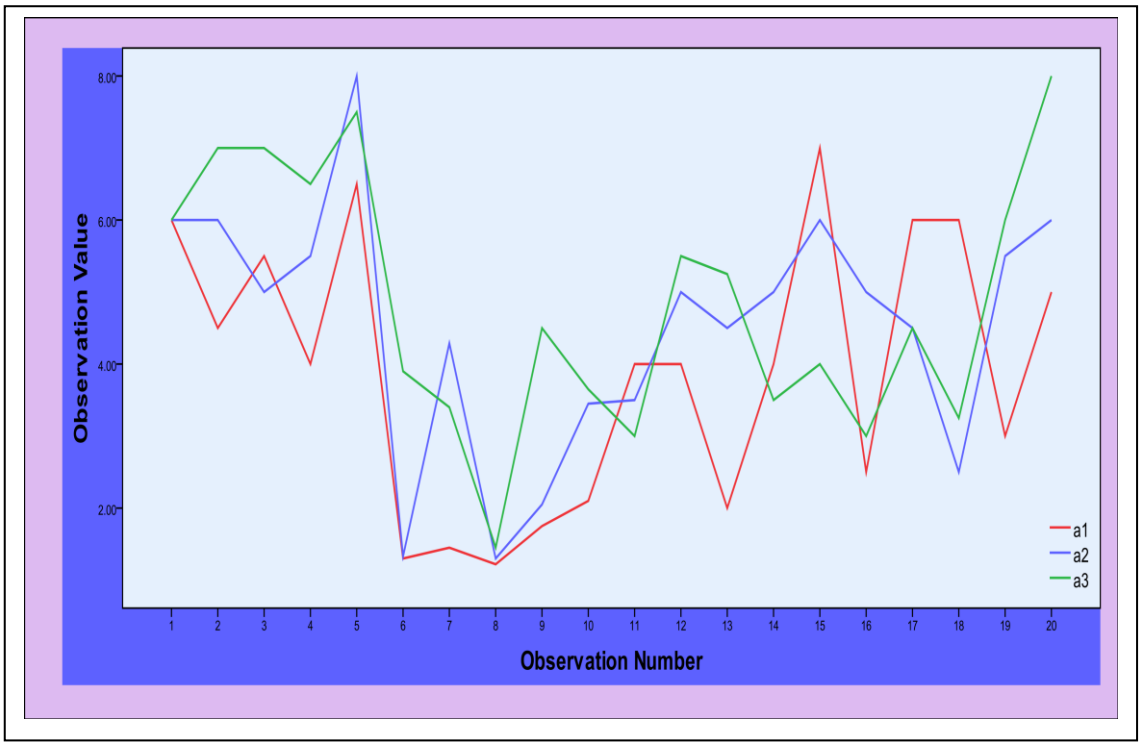
الجدول (9) يوضح القيم التقديرية ($\hat{Y}_{ijk}$) لمتغير الاستجابة

A	BLOCKS	B				
		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
a_1	1	5.10	5.64	5.33	4.84	6.80
	2	1.51	2.04	1.74	1.24	3.21
	3	3.45	3.99	3.68	3.19	5.15
	4	3.75	4.29	3.98	3.49	5.45
a_2	1	5.61	6.60	4.97	6.16	7.51
	2	2.01	3.00	1.38	2.57	3.92
	3	3.96	4.95	3.32	4.51	5.86
	4	4.26	5.25	3.62	4.81	6.16
a_3	1	5.62	6.75	5.89	6.77	7.44
	2	2.03	3.16	2.29	3.18	3.84
	3	3.97	5.10	4.24	5.12	5.79
	4	4.27	5.40	4.54	5.42	6.09

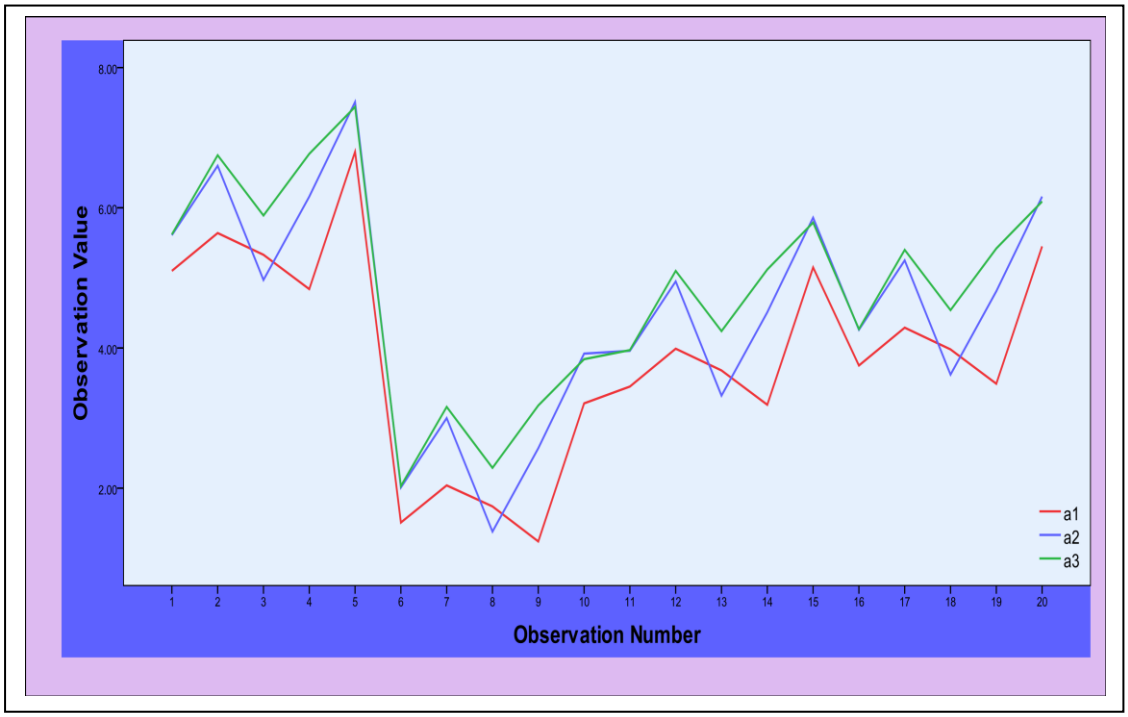
وبعد مقارنة القيم التقديرية ($\hat{Y}_{ijk}$) لمتغير الاستجابة الموضحة في الجدول (9) مع القيم الحقيقية (Y_{ijk}) لمتغير الاستجابة الموضحة في الجدول (6) ، اتضح للباحث اقتراب القيم التقديرية من القيم الحقيقية للتجربة بنسبة عالية جداً ويعتبر هذا مؤشر واضح وسليم على ان الأنموذج ملائم للتجربة ولغرض التقدير من الناحية الرياضية كون الاخطاء الناجمة من عملية التقدير قليلة جداً ، وكذلك يعتبر أنموذجاً ملائماً علمياً للتجربة كونه يأخذ بنظر الاعتبار الظروف المنطقية التي اعتمد على اساسها استعمال تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) ، هذا فضلاً عن كون قيمة معامل التحديد الخاصة بالأنموذج المقدر قد بلغت (R^2 = 92%) مما تعكس مدى دقة وملائمة الانموذج في دراسة وتفسير الظاهرة المدروسة ، ويرى الباحث ان التصميم الافضل للتجربة هو تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) لإبراز دور المنطقة الزراعية ومعرفة مدى تأثيرها على الانتاج ، يلاحظ تقارب كبير جداً بين قيمة متوسط المشاهدات الحقيقية للتجربة وهو (μ=4.419) وقيمة متوسط المشاهدات المقدرة للتجربة وهـو($\hat{\mu}$ =4.42017) وهذا دليل اخر لملائمة النموذج للتجربة المقامة ، فضلاً عن كون قيمة (MSE) لأنموذج البيانات المقدرة والبالغة (0.0159) اصغر

بكثير من قيمة (MSE) لأنموذج البيانات الحقيقية والبالغة (1.272) مما يثبت جدارة استعمال أنموذج التصميم في أيجاد القيم المقدرة بدلاً من أنموذج الانحدار كون قيمة (MSE) للأول تكاد ان تكون شبه معدومة ، ومن اجل توضيح تقارب القيم المقدرة على القيم الحقيقية تم رسم (بواسطة برنامج الـ SPSS) المشاهدات الحقيقية والمقدرة حسب مستويات العوامل الرئيسية المؤثرة .

1- لتوضيح تقارب المشاهدات الحقيقية والمقدرة تحت تأثير مستويات العامل A تم رسم الشكلين (4) و (5) وكلاتي :



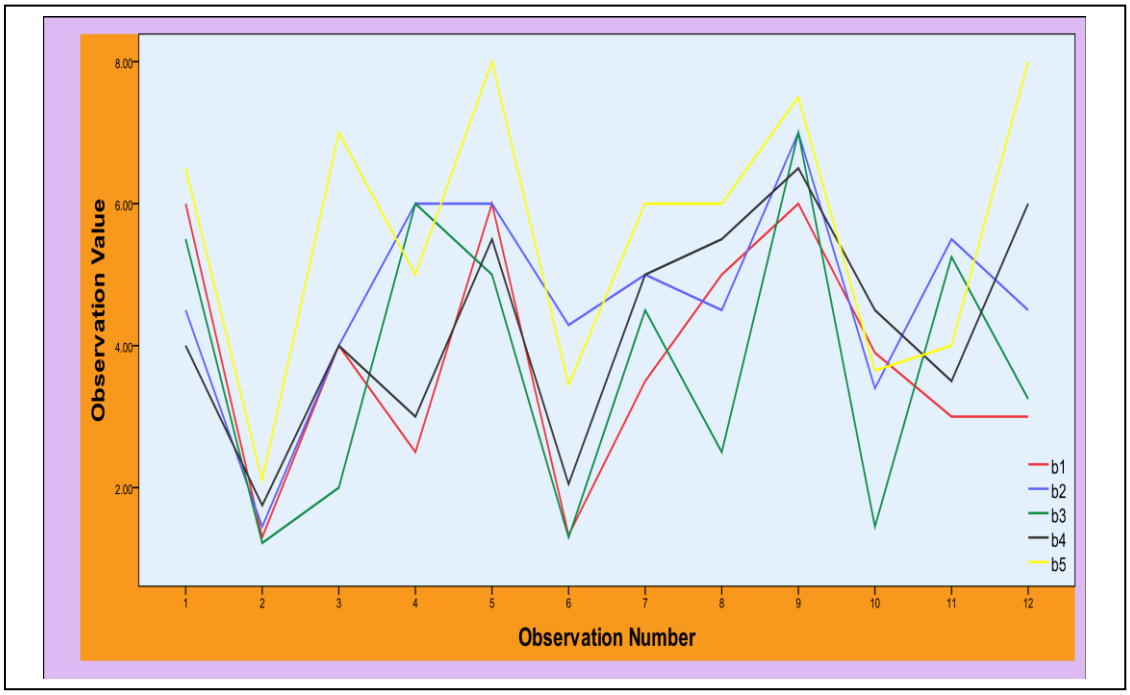
الشكل (4) يوضح الاستجابات الحقيقية تحت تأثير مستويات العامل A



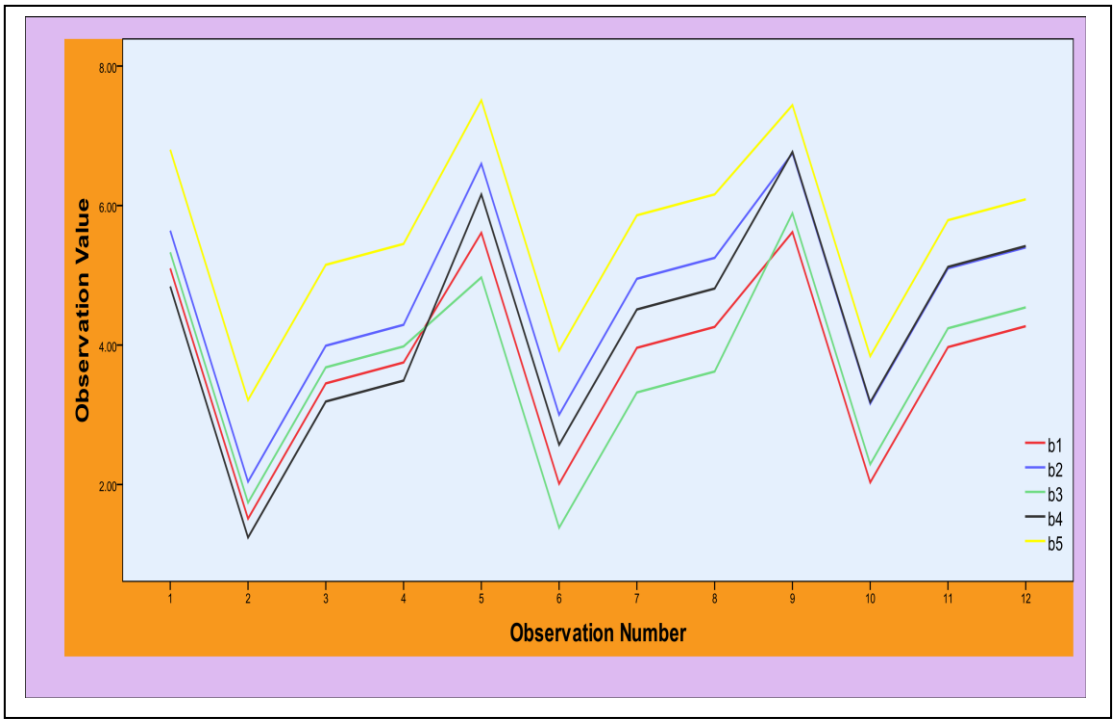
الشكل (5) يوضح الاستجابات المقدرة تحت تأثير مستويات العامل A

توجد فروق طفيفية في الاتجاهات الجزئية للخطوط الموضحة في الشكل (4) والشكل (5) الا ان الطابع العام لشكل اتجاه الخطوط في الشكلين المذكورين متقاربُ تماماً .

2- لتوضيح تقارب المشاهدات الحقيقية والمقدرة تحت تأثير مستويات العامل B تم رسم الشكلين (6) و (7) وكلاتي :



الشكل (6) يوضح الاستجابات الحقيقية تحت تأثير مستويات العامل



الشكل (7) يوضح الاستجابات المقدرة تحت تأثير مستويات العامل B

توجد فروق طفيفية في الاتجاهات الجزئية للخطوط الموضحة في الشكل (6) والشكل (7) الا ان الطابع العام لشكل اتجاه الخطوط في الشكلين المذكورين متقاربين تماماً .

6- الاستنتاجات

Conclusions

استناداً إلى مجريات التحليل في الجانب العملي ، ادناه بعض الاستنتاجات التي تم التوصل اليها :

- ايجاد القيم المقدرة لمتغير الاستجابة عن طريق الأنموذج المقدر للتصميم المستخدم في انجاز التجربة افضل بكثير من ايجادها عن طريق أنموذج الانحدار المتعدد ، وذلك كون الاول يعطي قيم مقاربة جدا للبيانات الحقيقية ، وكذلك كون متوسط مربعات الخطأ (MSE) له صغيراً جداً .
- اظهرت نتائج التحليل ان الارض (القطاع) لها دور كبير ومؤثر في انتاجية المحصول الزراعي .
- اظهرت نتائج جدول تحليل التباين (ANOVA) الاتـي :
- تباين سلالات الباذنجان في معدل كمية الانتاج وكانت السلالة 22 هي افضل السلالات .

-تباين استجابة سلالات الباذنجان لنسب الاسمدة الكيمياوية المعطاة . وكانت النسبة (1) كغم/2م هي الافضل وحيث انها كانت اكبر قيمة في مستويات السماد فأن ذلك يتطلب اجراء تجارب مع نسبة اكبر وملاحظة النتائج .

- اختلاف الترب التي اجريت عليها التجارب الزراعية حيث اظهرت فروقاً معنوية في كمية الانتاج وهو ما يتطلب دراسة العناصر الموجودة في التربة التي تعطي احسن انتاج .
- يؤثر السماد بشكل معنوي على جميع سلالات الباذنجان ولا يقتصر على سلالة واحدة اذ اظهر تفاعل السماد مع السلالة عدم وجود فروق معنوية ما يعني ان جميع السلالات تستجيب للسماد بنفس النسبة تقريباً .

7- التوصيات

Recommendations

بنـاءً على ما جـاء من استنتاجـات ، أدناه التوصيات التـي نوصي بـها :

- استخدام أنموذج تصميم التجربة المستخدمة بدلاً من أنموذج الانحدار في حساب القيم المقدرة كون أنموذج التصميم يعطي قيم مقاربة للقيم الحقيقية .
- استخدام التجارب العاملية بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (CRBD) في اجراء تجارب زراعية اخرى لكي يتسنى للباحث معرفة دور الرقعة الجغرافية (الارض) المزروعة في تأثيرها على انتاجية المحصول .
- تجريب عوامل اخرى وبمستويات مختلفة بغية الحصول على توافق بين مستويات تلك العوامل التي تسلط على التجربة من اجل الحصول على افضل استجابة .
- اجراء دراسات احصائية متضمنة تجارباً حقيقية وفعلية في المجال الطبي والصناعي والهندسي .

المصـــادر :-

1- الآمام ، محمد محمد الطاهر،(1994) ، " تصميم وتحليل التجارب " ، الرياض، دار المريخ للنشر .

2- الخطيب ، حسام عثمان حسن ، (2012) ، " التكرار الجزئي لحل المشكلة زيادة عدد المعالجات في التصميم العاملي " رسالة ماجستير في الاحصاء التطبيقي مقدمة الى كلية الاقتصاد والعلوم الادارية – جامعة الازهر، غزة .

3- الراوي ، خاشع محمود وخلف الله ، عبد العزيز خالد محمد ، (1980) ، " تصميم وتحليل التجارب الزراعية " ، الطبعة الثانية ، جامعة الموصل ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر .

4- رشيد ، زينة ابراهيم حسن ، (2011) ، " تحليل التجارب ثنائية العوامل المتزنة وغير المتزنة لبيان اثر عاملين على بعض محصول صفات الشلب في العراق " ، رسالة ماجستير في علوم الاحصاء مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد – جامعة بغداد .

5- العبادي ، محمود محمد الطاهر ، (2005) ، " معالجة النقص في الوحدات التجريبية اللازمة لتطبيق التجارب العاملية الاعتيادية " رسالة ماجستير في علوم الاحصاء مقدمة الى كلية علوم الحاسبات والرياضيات – جامعة الموصل .

6- الكاتب ، محمد اسامة احمد ، (2004) ، " تحليل الاتجاهات في التجارب العاملية " رسالة ماجستير في علوم الاحصاء مقدمة الى كلية علوم الحاسبات والرياضيات – جامعة الموصل .

7- المحسن ، اشرف عبد الاعلى ، (2010) ، " الدليل التطبيقي في تصميم وتحليل التجارب " ، مكتبة ام القرى – مصر .

8- المشهداني ، كمال علوان خلف ، (2010) ، " تصميم وتحليل التجارب بأستخدام الحاسوب " ، جامعة بغداد ، الدار الجامعية للنشر .

9- المشهداني ، محمود حسن ، والمشهداني ، كمال علوان خلف ، (2002) ، " تصميم وتحليل التجارب " ، جامعة بغداد ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة .

10- يوسف ، رؤدة رعد ، (2015) ، " تحليل التجارب العاملية 2^n لتوزيع اسي لمتغير الاستجابة مع التطبيق " ، رسالة ماجستير في علوم الاحصاء مقدمة الى كلية الادارة والاقتصاد – جامعة بغداد .

11- Doane , David P. & Seward , Lori E. , (2013) , " Applied statistics in business and economics " , 4th Edition , published by Mc-Graw-Hill/Irwin , U.S.A , New York .

12- Keller , G. And Warrack , (2003) , " statiststics for management and economics " , Duxbury press , USA .

13- Klaus Hinkelmann & Oscar kempthorne , (2008) , " Design And Analysis of Experiments " , volume 1 , Introduction to experimental design second edition , john Wiley & sons. Inc. all rights reserved .

14- Montgomery , Douglas C. , (1997) , " Design and Analysis of Experiments " , 4th Edition , john Wiley and sons , new York .

15- Montgomery , Douglas C. , (2005) , " Design And Analysis of Experiments " , 6th Edition , John Wiley & son , new york .

16- Robert L. Mason , Richard F. Gunst & james L. Hess , (2003) , " statistical design and analysis of experiments with applications to engineering and science " , Second Edition A john Wiley & Sons publication .

17- Sahoo, p. , (2013) , " PROBABILITY AND MATHEMATICAL STATISTICS " , U. O. Louisville , KY 40292 , USA .

18- Scott E. Maxwell & Harold D. Delaney , (2003) , " DESIGNING EXPERIMENTS AND ANALYZING DATA " , A Model Comparison Perspective Second Edition Lawrence Erlbaum Associates , Publishers Mahwah , new jersey London .

19- Searle , S. R., (1971) , " Linear models ", John Wiley and sons , new York .

20- https://www.google.iq/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http%3A%2F%2Fwww.stat.purdue.edu%2F~jennings%2Fstat514%2Fnotes%2Ftopic8.pdf&ved=0ahUKEwjuntnS_rLSAhXJlCwKHcgcCHQQFggYMAA&usg=AFQjCNF3B57uOSDyl9CHFtfcGH5qOqQKng&sig2=jobcZ7_BrUfP1EPBr9EhUQ