حول تصميم تجربة الضم بين القطع المنشقة والقطاعات المنشقة

أ. كمال علوان خلف المشهداني
جامعة بغداد- كلية الإدارة والاقتصاد- قسم الإحصاء

الباحثة زينب فالح حمزة
الهيئة العراقية للحاسبات والمعلوماتية

الملخص:

إن فكرة تصميم التوافق بين القطع المنشقة والقطاعات المنشقة تعني إقامة تجربة بتصميم يتشكل من الضم اوالدمج بين القطع المنشقة (Split Plots) والقطاعات المنشقة (Split Blocks) ، وهي تقدم أسلوبا دقيقا للمحلل الذي يروم الحصول على تحليل إحصائي ملائم للتجربة كون هذا التصميم يتضمن أربعة أخطاء عشوائية ويوفر دقة أكبر من التصاميم الأخرى، إذ تم تقديم المخطط والجانب النظري لتحليله مع التطبيق لتبيان فكرته وإمكانية العمل به في مجالات كثيرة وبالأخص في مجال التجارب الزراعية .

Abstract :

The idea of the design of combination Between split – plot and split block means that an experiment conducted with a design formed by combination Between split – plot and split block, and it presents a precise manner to analytic who aimed to make appropriate statistical analysis for the experiment because such design contains four random errors , it make a high precision rather than another designs. The plan and the theoretical analysis were presented with application to show its idia and the ability to use it in many fields especially in agricultural experiments field .

1- المقدمة:

إن فكرة تصميم القطع المنشقة وتوسيعها تعتمد على عدد العوامل الداخلة في التجربة وما هو العامل أو العوامل التي يراد التركيز على دقتها وما هو العامل الأقل أهمية ونوع التصميم المستخدم ونوعية المجال الذي ستنفذ به التجربة (مختبري، زراعي، طبي) وعندما يراد دراسة ثلاث عوامل أو أكثر وتفاعلات هذه العوامل مع بعضها البعض فيتم استخدام فكرة تصاميم تجارب القطع المنشقة وفي هذا النوع من التجارب فأن هناك حالات يكون فيها من المرغوب أو الضروري استخدام الدمج أو الضم بين تصميمين مهمين هما القطع المنشقة والقطاعات المنشقة، إذ من المعروف أن فكرة تصميم القطع المنشقة بعاملين B,A وبصورة عامة تقوم على دراسة العامل A (الذي لا يركز على دقته وأهميته) والعامل B الذي يراد التركيز على أهميته ودقته ومع التركيز على أهمية ودقة التفاعل ما بين العاملين B,A وفي حالة ان يكون عدد العوامل ثلاثة C,B,A فان الأهمية تتركز على العاملين C,B وتفاعلاتهما مع عدم التركيز على أهمية العامل A . وفي تصميم القطاعات المنشقة الذي يتطلب ان يتم فيه تنظيم معالجات القطع الفرعية في صفوف أو أشرطة ضمن كل مكرر، إذ يتم تقسيم المكرر إلى أشرطة أفقية لمجموعة من المعالجات ضمن القطع الفرعية ويترافق مع هذا تقسيمها في الاتجاه الآخر إلى أشرطة متعامدة مع الأشرطة الأفقية لمجموعة معالجات القطع الفرعية . وفي هذا التصميم يتم تجزئة الخطأ الخاص بالقطع المنشقة إلى خطأين ويهيئ درجات حرية قليل لاختبار التأثيرات الرئيسية بالنسبة للعامل B وأن الاختلافات المترافقة تزال من الخطأ الثاني الخاص بالقطع المنشقة لتمثيل أو لإعطاء الخطأ الثالث في تصميم القطاعات المنشقة والأخير هو أصغر وغالباً ما يوفر دقة أكبر لاختبار F عند اختبار التفاعلات . وفي حالة دراسة ثلاث عوامل فيمكن أن تكون حالات الدمج (التوافق) بين التصميمين كما يلي:-

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
المجلد 18
العدد 65
الصفحات 292 - 304

1- حالة تصميم تجربة قطاع معياري (standard block) يستخدم للعوامل A ، B ومن ثم يكون العامل الآخر C بترتيب قطع منشقة لهذه العوامل.
2-حالة أن العامل A يشكل معالجة القطع الرئيسية، والعوامل B ، C يكونان معالجات القطع المنشقة ولكنها بترتيب القطاع المنشق لكل معالجة للقطعة الرئيسية.
3-حالة أن العوامل A ، B تكون في ترتيب قطع منشقة معياري والعامل C يكون في ترتيب قطاع منشق إلى القطع الرئيسية والمنشقة للعوامل A،B.
4-حالة أكثر من ثلاثة عوامل والتجربة هنا تكون مصممة بتعقيد وهذا التعقيد يمثل أيضاً نوعاً من التحدي في إيجاد التحليل الإحصائي الملائم (المناسب) لبيانات التجربة.

2- الهدف:

إن جميع التطبيقات وخاصة في بلدنا سواء من قبل الباحثين أو محطات التجارب تعتمد فكرة القطع المنشقة الشائعة (المنشقة لمرة واحدة أو لقطع منشقة-منشقة)، لذلك فان الهدف من هذا البحث هو تقديم توضيح لفكرة تصميم جديد هو الضم أو الدمج بين تصميمين مهمين في تجارب القطع المنشقة هما تصميم القطع المنشقة وتصميم القطاعات المنشقة والتحليل الإحصائي له بأسلوب مبسط يخدم المهتمين والعاملين في مجال تصميم وتحليل التجارب كونه مختلف عن بقية التصاميم إذ يتضمن أربعة أخطاء عشوائية وهو ينضوي تحت أنواع تصاميم القطع المنشقة ويوفر دقة أكبر من بقية التصاميم.

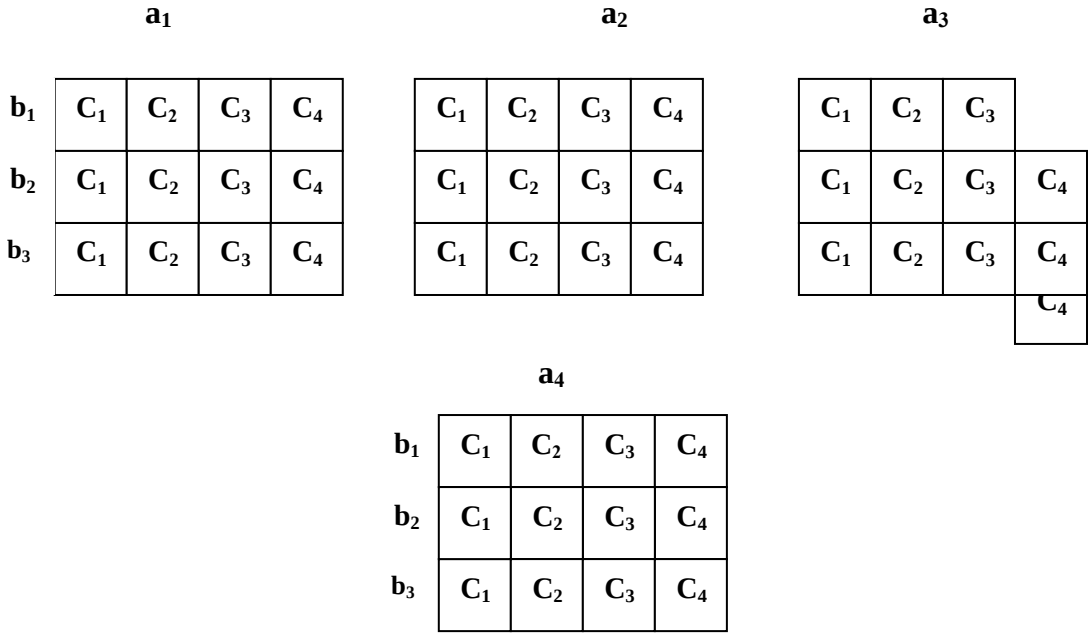
3- الجانب النظري :

لغرض توضيح تصميم تجربة التوافق (الضم بين القطع المنشقة والقطاعات المنشقة لتكن العوامل A (له a من المستويات) و B (له b من المستويات) في ترتيب قطاع منشق من كل من r من التكرارات لتصميم القطاعات الكاملة العشوائية وهذا ما يطلق عليه تسمية تصميم تجربة قطاعات منشقة معياري، ومن ثم يتم تقسيم كل توفيق لمستويات للعوامل A، B إلى c من القطع المنشقة للوحدات التجريبية لمستويات c للعامل C توزع عشوائياً داخل كل من (ab) من التوافيق بين العوامل A، B ضمن كل تكرار هنا سيكون r من العشوائية لمستويات العامل A وكذلك r من العشوائية لمستويات العامل B وسيكون rab من العشوائية لمعالجات العامل C وأن تصميم المعالجة عادة يكون عاملية بثلاثة عوامل.

فإذا أخذنا 4 مستويات للعامل A هي a_4, a_3, a_2, a_1
و 3 مستويات للعامل B هي b_3 , b_2, b_1.
و 4 مستويات للعامل C هي c_4, c_3, c_2, c_1

فأن الشكل (1) في أدناه سيمثل مخطط لتجربة الضم بين القطع المنشقة والقطاعات المنشقة.

شكل رقم (1)
مخطط لتجربة تصميم توافق بين القطع المنشقة والقطاعات المنشقة



هذا المخطط لواحد من المكررات فقط ويتكرر لباقي المكررات حيث أن في الشكل (1) مستويات العامل A وزعت عشوائياً ضمن كل هذا القطاع (r) ومستويات العامل B تكون عشوائية ومستقلة ضمن كل قطاع أو مكرر (r) ومستويات العامل C تكون عشوائية ضمن توافيق مستويات العاملين A، B وضمن القطاع.

1-3 مخطط المشاهدات (الاستجابات)

إن الشكل رقم (1) أعلاه يظهر توزيع القطع الفرعية ضمن القطع الرئيسية وإذا أردنا التعبير عن الاستجابات بالرموز فأن الجدول (1) في أدناه سيمثل رموز الاستجابات:

الجدول (1) يبين الاستجابات بالرموز

		R_1				.g.	R_r			
A	B	C					C			
		c_1	c_2	.j.	c_c	…	c_1	c_2	.j.	c_c
a_1	b_1	Y_{1111}	Y_{1121}	…	Y_{11c1}	…	Y_{111r}	Y_{112r}	…	Y_{11cr}
	. i .	. . .	. . .	…		…	. . .	. . .	…	. . .
	b_b	Y_{1b11}	Y_{1b21}	…	Y_{1bc1}	…	Y_{1b1r}	Y_{1b2r}	…	Y_{1bcr}
. h .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
a_a	b_1	Y_{a111}	Y_{a121}	…	Y_{a1c1}	…	Y_{a11r}	Y_{a12r}	…	Y_{a1cr}
	. i .	. . .	. . .	. . .	. . .	…	. . .	. . .	. . .	. . .
	b_b	Y_{ab11}	Y_{ab21}	…	Y_{abc1}	…	Y_{ab1r}	Y_{ab2r}	…	Y_{abcr}

2-3 النموذج الرياضي Mathematical Model

إن النموذج الرياضي الذي يصف نتيجة المشاهدة y_{hij} يعبر عنه بالصيغة الآتية:-

$$y_{g\,hij} = \mu + P_g + \propto_h + \delta_{gh} + B_i + \Pi_{gi} + \propto B_{hi} + n_{ghi} + \gamma_j + \propto \gamma_{hj} + B\gamma_{ij} + \propto B\gamma_{hij} + \ell_{ghij} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Where g = 1,2,… r
h = 1,2,… a
i = 1,2, … b
j = 1,2, … c

إذ أن:

μ : تمثل تأثير المتوسط العام

ρ_g : تأثير القطاع أو المكرر gth المستقل والذي يتوزع بوسط مساوٍ للصفر وتباين مقداره σ_b^2

$\propto_h$: تمثل تأثير hth مستوى العامل A

δ_{gh} : تأثير الخطأ العشوائي المستقل والذي يتوزع بوسط مساوٍ للصفر متباين σ_δ^2

β_i : تأثير المستوى ith للعامل B

Π_{gi} : تأثير الخطأ العشوائي المستقل والذي يتوزع بوسط مساوٍ للصفر وتباين σ_Π^2.

$\propto B_{hi}$: تأثير التفاعل h_ith لمجموع العوامل A، B

n_{ghi} : تأثير الخطأ العشوائي بوسط مساوٍ للصفر وتباين σ_n^2

γ_j : تأثير المستوى jth للعامل C.

$\propto \gamma_{hj}$: تأثير التفاعل hjth لمجموعة عوامل A, C .

$B\gamma_{ij}$: تأثير تفاعل ijth لمجموعة عوامل B ، C

$\propto B\gamma_{hij}$: تأثير تفاعل hijth لمجموعة عوامل A، B ، C

ℓ_{ghij} : تأثير الخطأ العشوائي لـ ghij المستقل بوسط مساوٍ للصفر وتباين σ_Σ^2

3 – 3 التحليل الإحصائي:

يتم حساب مجاميع المربعات بالاعتماد على صيغ كتابة درجات الحرية لكل مصدر من مصادر التباين وكما موضحة بالصيغ التالية:-

1- R = Replicate

$$d.f\,(R) = r - 1$$

$$S.S\,(R) = R - C.F = \frac{1}{abc}\sum_{h} y^{2}_{...h} - \frac{y^{2}_{....}}{abcr}$$

2- Factor (A)

$$d.f\,(A) = a - 1$$

$$S.S\,(A) = A - C.F = \frac{1}{bcr}\sum_{i} y^{2}_{i...} - \frac{y^{2}_{....}}{abcr}$$

3- Error (A)

$$d.f\,(E_a) = (a - 1)(r-1)$$

$$ar - a - r + 1$$

$$S.S\,(E_a) = AR - A - R + C.F$$

$$= \frac{1}{bc}\sum_{i,h} y^{2}_{i..h} - \frac{1}{bcr}\sum_{i} y^{2}_{i...} - \frac{1}{abc}\sum_{h} y^{2}_{...h} + \frac{y^{2}_{....}}{abcr}$$

4- Factor (B)

$$d.f\,(B) = b - 1$$

$$S.S\,(B) = B - C.F = \frac{1}{acr}\sum_{j} y^{2}_{.j..} - \frac{y^{2}_{....}}{abcr}$$

5- Error (B)

$$d.f\ (E_b) = a\ (b-1)\ (r-1)$$
$$= a\ (br - b - r + 1)$$
$$= abr - ab - ar + a$$

$$S.S\ (E_b) = ABR - AB - AR + A$$

$$= \frac{1}{c}\sum_{i,j,h} y_{ij.h}^2 - \frac{1}{cr}\sum_{i,j} y_{ij..}^2 - \frac{1}{bc}\sum_{i,h} y_{i..h} + \frac{1}{bcr}\sum y_{i...}^2$$

6- AB

$$d.f\ (AB) = (a-1)\ (r-1)$$
$$= ab - a - b + 1$$

$$S.S\ (E_a) = AB - A - B + C.F$$

$$= \frac{1}{cr}\sum_{i,j} y_{ij..}^2 - \frac{1}{bcr}\sum_{i} y_{i...}^2 - \frac{1}{acr}\sum_{j} y_{.j..}^2 + \frac{y_{....}^2}{abcr}$$

7- Error AB

d.f (Eab) = (a-1) (b-1) (r-1)

= abr – ab – ar + a – br + b + r – 1

= ABR – AB – AR + A – BR + B + R – C.F

$$= \frac{1}{c}\sum_{i,j,h} y_{ij.h}^2 - \frac{1}{cr}\sum_{i,j} y_{ij..}^2 - \frac{1}{bc}\sum_{i,h} y_{i..h}^2 + \frac{1}{bcr}\sum_{i} y_{i...}^2 - \frac{1}{ac}\sum_{j,h} y_{y.j.h}^2$$

$$+ \frac{1}{acr}\sum_{j} y_{.j..}^2 + \frac{1}{abc}\sum_{h} y_{...h}^2 - \frac{y_{....}^2}{abcr}$$

8- Factor (C)

d.f (c) = c-1

S.S (C) = C – C.F

$$= \frac{1}{abr}\sum_{k} y_{..k.}^{2} - \frac{y_{....}^{2}}{abcr}$$

9- AC

d.f(AC) = (a-1)(c-1)

= ac - a - c + 1

S.S (AC) = AC – A – C + C.F

$$= \frac{1}{br}\sum_{i,k} y_{i.k.}{}^{2} - \frac{1}{bcr}\sum_{i} y_{i...}{}^{2} - \frac{1}{abr}\sum_{k} y_{..k.}{}^{2} + \frac{y_{....}{}^{2}}{abcr}$$

10 – BC

d.f (BC) = (b-1)(c-1)

= bc – b – c+1

S.S(BC) = BC – B-C + C.F

$$= \frac{1}{ar}\sum_{j,k} y_{.jk.}^{2} - \frac{1}{acr}\sum_{j} y_{.j..}^{2} - \frac{1}{abr}\sum_{k} y_{..k.}^{2} + \frac{y_{....}^{2}}{absr}$$

11- ABC

d.f (ABC) = (a-1)(b-1)(c-1)

= (ab –a – b + 1) (c-1)

= abc – ab – ac + a – bc + b +c -1

S.S (ABC) = ABC – AB – AC + A – BC + B + C –C.F

$$= \frac{1}{r}\sum_{i,j,k} y_{ijk.}^{2} - \frac{1}{cr}\sum_{i,j} y_{ij..}^{2} - \frac{1}{br}\sum_{i,k} y_{i.k.}^{2} + \frac{1}{bcr}\sum_{i} y_{i...}^{2}$$

$$- \frac{1}{ar}\sum_{j,k} y_{.jk}^{2} + \frac{1}{acr}\sum_{j} y_{.j..}^{2} + \frac{1}{abr}\sum_{k} y_{..k.}^{2} - \frac{y_{....}^{2}}{abcr}$$

12- Error (C)

d.f (EC) = ab(c-1)(r-1)

= ab(cr-c – r+1)

= abcr – abc – abr +ab

S.S (EC) = ABCR – ABC – ABR + AB

$$= \sum_{i,j,k,h} y_{ijkh}^2 - \frac{1}{r}\sum_{i,j,k} y_{ijk}^2 - \frac{1}{c}\sum_{i,j,h} y_{ij.h}^2 + \frac{1}{cr}\sum_{i,j} y_{ij..}^2$$

وعليه فأن جدول تحليل التباين كما موضح في الجدول (2) التالي:-

جدول رقم (2) مجاميع المربعات ومتوسطات مجاميع المربعات للمركبات في جدول تحليل التباين

S.O.V	D.F	S.S	M.S
R(Replicat)	r-1	S.S.(R)	M.S.(R) =S.S(R)/d.f
(A)	a-1	S.S.(A)	M.S.(A) =S.S(A)/d.f
Error A or (A×R)	(a-1)(r-1)	S.S(Ea)	S^2(A) =S.SE(a)/d.f
(B)	(b-1)	S.S (B)	M.S.(B) =S.S(B)/d.f
Error B or(B× R)	(b-1)(r-1)	S.S(E_b)	S_B^2 =S.S(E_b)/d.f
A×B	(a-1)(b-1)	S.S(AB)	M.S.(AB) =S.S(AB)/d.f
Error AB or (A×B×R)	(a-1)(b-1)(r-1)	S.S(Eab)	S_{AB}^2 =S.S(Eab)/d.f
C	(C -1)	S.S (C)	M.S.(C) =S.S(C)/d.f
AC	(a-1) (C-1)	S.S (AC)	M.S.(AC) =S.S(AC)/d.f
BC	(b-1(C-1)	S.S(BC)	M.S.(BC) =S.S(BC)/d.f
ABC	(a-1)(b-1)(C-1)	S.S(ABC)	M.S.(ABC) =S.S(ABC)/d.f
Error C(C×R)with in A and B	ab(C-1)(r-1)	S.S(EC)	S_C^2 =S.S(B)/d.f
Total	abcr – 1		

4- التطبيق:

لغرض التطبيق تم الاستفادة من بيانات تجربة أقيمت في إحدى محطات التجارب الزراعية- محطة ربيعة- لمعرفة تأثير مستويات الكالسيوم وعدد الرشات حيث درست العوامل A الذي يمثل أصناف الحمص (إباء 8 = a_1 ، إباء 5 = a_2) التي وزعت على القطع الرئيسية والعامل B والذي يمثل مستويات الكالسيوم (b_4= 0.6, b_3 = 0.4 , b_2 = 0.2 , b_1 = 0.0) التي وزعت على القطع الفرعية و C الذي يمثل الرشات (رشة واحدة = C_1، رشتان = C_2، ثلاث رشات = C_3) التي وزعت على القطع الفرعية- الفرعية حيث نفذت التجربة بثلاثة تكرارات وأعطت النتائج الموضحة في الجدول رقم (3) .

جدول(3) أصناف الحمص ومستويات الكالسيوم

A	مستويات الكالسيوم B%	رشة واحدة			رشتان			ثلاث رشات		
		R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3	R_1	R_2	R_3
إباء 8	0.0	92	94	90	92	98	90	91	95	93
	0.2	100	111	97	105	107	104	110	113	115
	0.4	112	109	112	115	113	116	117	105	110
	0.6	111	113	108	111	107	119	109	108	112
إباء 5	0.0	86	92	95	88	85	90	80	82	82
	0.2	95	94	100	96	98	101	94	102	103
	0.4	105	100	105	106	105	109	101	108	106
	0.6	106	105	108	101	109	104	103	100	101

خطوات التحليل/

بتطبيق الصيغ الواردة في الجدول رقم (2) تم حساب مجاميع المربعات لمصادر التباين وكما يلي:

$$1-C.F=\frac{y^{2}_{....}}{rabc}=\frac{(7349)^{2}}{72}=750108.3472$$

$$2-SST=\sum y^{2}_{ijkg}-C.F=5994.653$$

$$3-SS_{\mathrm{Re}p}=\frac{\sum y...^{2}_{g}}{abc}-C.F$$

$$=\frac{(2426)^{2}+(2453)^{2}+(2470)^{2}}{(2)(4)(3)}-750108.3472$$

$$=41.028$$

$$4-SS(A)=\frac{\sum y^{2}_{i...}}{rbc}-C.F=\frac{(3804)^{2}+(3545)^{2}}{36}-C.F$$

$$=931.681$$

$$5-SS(A\times R)=Error(A)=\frac{\sum y_{i..g}}{bc}-C.F-SSR-SSA$$

$$=\frac{(1265)^{2}+\ldots+(1204)^{2}}{12}-C.F-SSR-SSA$$

$$=39.517$$

$$6-SSB=\frac{\sum y.j..}{acr}-C.F$$

$$=\frac{(1615)^{2}+(1845)^{2}+(1954)^{2}+(1935)^{2}}{18}-C.F$$

$$=4035.597$$

$$7-SS(B\times R)=Error\ B=\frac{\sum y_{.j.g}^2}{ac}-C.F-SSB-SSR$$

$$=\frac{(529)^2+\ldots+(652)^2}{6}-C.F-SSB-SSR$$

$$=86.861$$

$$8-SSAB=\frac{\sum y_{ij..}^2}{cr}-C.F-SSA-SS(B)$$

$$=\frac{(835)^2+\ldots+(937)^2}{9}-C.F-SS(A)-SS(B)$$

$$=17.375$$

$$9-SS(ABR)=error\ AB=\frac{\sum y_{ij'g}^2}{C}-C.F-SSA-SSB-SSR-SSAR-SSBR-SSAB$$

$$=\frac{(274)^2+(315)^2+\ldots+(313)^2}{3}-CF-SSA-SSB-SSR-SSAR-SSBR$$

$$=99.917$$

$$10-SSC=\frac{\sum y_{..k.}^2}{abr}-C.F$$

$$=\frac{(2440)^2+(2469)^2+(2440)^2}{24}-C.F$$

$$=23.361$$

$$11-SS(AC)=\frac{\sum y_{i.k.}^2}{br}-C.F-SSA-SS(C)$$

$$=\frac{(1249)^2+\ldots.+(1162)^2}{12}-C.F-SSA-SS(C)$$

$$=70.194$$

$$12-SS(BC)=\frac{\sum y_{.jk.}^2}{ar}-C.F-SSB-SSC$$

$$=\frac{(549)^2+(543)^2+...+(633)^2}{6}-cC.F-SSB-SSC$$

$$=253.194$$

$$13-SS(ABC)=\frac{\sum y_{iek.}^2}{r}-C.F-SSA-SSB-SS(AB)-SSC-SS(AC)-SS(BC)$$

$$=\frac{(276)^2+...+(304)^2}{3}-C.F-SS_A-SS_B-SS_{AB}-SS_C-SS_{AC}-SS_{BC}$$

$$=74.584$$

$$14-SS(RC)=error\,C=SST-SSrest$$

$$=321.344$$

جدول (4)
يبين تحليل التباين للتجربة

Source	DF	S.S	M.S	F value	F α = 0.05
Replicate	2	41.028	20.514	1.038	
Factor A	1	931.681	931.681	47.153	18.51
A×R = error A	2	39.517	19.7585	–	–
Factor B	3	4035.597	1345.199	92.926	4.76
B×R=error B	6	86.861	14.476	-	
A×B	3	17.375	5.791	0.347	4.76
A×B×R=error B	6	99.917	16.652	-	
Factor C	2	23.361	11.680	1.163	3.30
A×C	2	70.194	35.097	3.495	3.30
B×C	6	253.194	42.199	4.202	2.41
A×B×C	6	74.584	12.430	1.23	2.41
C×R with in A and B = Error C	32	321.344	10.042	-	-
Total	71	5994.653			

أظهرت نتائج الجدول (3) أن الفروق أو الاختلافات للعامل A والعامل B والتفاعل بين BC كانت معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

5- التوصية :

طالما أن العمل في أعلاه قد اظهر إمكانية لاستخدام هذا النوع من التصاميم والذي يتضمن أربعة أخطاء فإننا نوصي الباحثين ومحطات التجارب بضرورة اعتماده والعمل به خاصة في المجال الزراعي الذي يتطلب دراسة عوامل كثيرة ذات فوائد كبيرة لاقتصاد البلد كالتسميد والري بالرش أو التنقيط والحراثة ومواعيد الزراعة وغيرها .

6- المصادر:

1- الراوي، خاشع محمود، خلف الله، محمد عبد العزيز، "تصميم التجارب الزراعية"، مطبعة جامعة الموصل، 1982.

2- المشهداني، كمال علوان خلف، والقزاز، قتيبة نبيل نايف "التحليل الإحصائي لتجارب القطع المنشقة- المنشقة" (2008) العدد 52، المجلد 14، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية مقدمة إلى كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

3- مزة، زينب فالح، "دراسة تحليلية لتصاميم تجارب القطع المنشقة SPED والقطاعات المنشقة SBED مع تطبيق عملي"، (2009)، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد/ جامعة بغداد.

4-Federer ,Walter T . & King , Freedom (2007) " Variation on split plot and split Block Experiment Designs" John Wiley& sons, Inc. New York .