المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (20) 2011
عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الرابع كلية علوم الحاسوب والرياضيات
ص ص [163 – 183]

مقارنة بين بعض طرائق معالجة النقص في الوحدات التجريبية اللازمة لتطبيق التجارب العاملية

مروان عبد العزيز دبدوب* محمود محمد طاهر العبادي**

المستخلص

يواجه الباحث في بعض الأحيان نقصاً في الوحدات التجريبية اللازمة لتطبيق تصميم معين وتظهر هذه المشكلة خاصة عند إجراء التجارب العاملية التي غالباً ما تحتاج إلى عدد كثير من الوحدات التجريبية، وللتغلب على النقص في الوحدات التجريبية، فقد استخدمت ثلاثة تصاميم للقطاعات الناقصة المتزنة للتعرف على أفضلها ومدى تداخل عدد الوحدات التجريبية على نتائج التجربة.

أجريت تجربة عاملية 2^3 على الوزن الجاف لبادرات العدس (ملغم/10 نباتات)، وكانت عوامل التجربة هي: طريقة الزراعة، مبيد اللوكران، رطوبة التربة. طبقت التجربة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في سبعة قطاعات اعتبرت تجربة مقارنة، ومن هذه التجربة استنبطت تصاميم القطاعات الناقصة وهي: تصميم القطاعات الناقصة المتزنة والإدماج الكامل والإدماج الجزئي.

Comparison Between some Methods of Tackling the Lack of Experimental Units Needed for Application of Factorial Experiments

Abstract

Most of the time the researcher confronts a decrease in the experimental units required when applying a certain design, this problem appears especially when conducting the factorial experiments which mostly need great numbers of experimental units, to overcome the decrease of the experimental units three incomplete block designs have been used in order to point out which one is best and to know as well the extent of the

* أستاذ مساعد/كلية علوم الحاسوب والرياضيات/جامعة الموصل.
** مدرس مساعد/كلية علوم الحاسوب والرياضيات/جامعة الموصل.

تاريخ التسلم :2011/10/1 ـــــ تاريخ القبول : 21 /12 /2011

influence of a number of experimental units on the results of statistical analysis.

A factorial experiment 2^3 has been conducted on the dry weight of lentil seeds (mg/10 plants) and the experiment factors adopted are: the method of plantation, the locran herbicide and the soil moisture. The experiment of the randomized complete block design has been applied in seven blocks and considered as comparative experiment, from this experiment, the following incomplete block designs have been created were: the balanced incomplete block design, complete confounding and partial confounding.

المقدمة

في ضوء حركة التطور والتقدم العلمي المعتمد على أجراء التجارب المصممة على أسس علمية دقيقة كان من المهم معالجة بعض المشاكل التي تواجه الباحث عند النقص في وحداته التجريبية. إن كثير من التجارب وخاصة التجارب الزراعية التي تهتم بدراسة عدة عوامل وكل عامل يحتوي على عدد من المستويات يصعب عند تطبيقها الحصول على وحدات تجريبية متجانسة في القطاع الواحد. إن النقص في الوحدات التجريبية في التصميم العشوائي الكامل لا يترتب عليه أية مشكلة ما دام أن تحليل التباين يمكن أجراؤه على أساس عدم تساوي تكرار كل معاملة أو معاملة عامليه في التجربة (المشهداني، 2010).

إن مشكلة النقص في الوحدات التجريبية في القطاع الواحد من المشاكل التي لاقت اهتمام الكثير من الباحثين ومصممي التجارب لما لها من تداخل على نوعية التصميم من جهة وطرائق التحليل من جهة أخرى. إن أول من طرح فكرة معالجة النقص في الوحدات التجريبية عن طريق استخدام تصاميم الإدماج هو Fisher الذي وضع عام 1935 الهيكل الأساسي في إدراك حل مشكلة النقص في الوحدات التجريبية في القطاعات عن طريق اسلوب الإدماج (العبادي، 2005).

هدف البحث

في بعض التجارب يصعب الحصول على وحدات تجريبية متجانسة لتطبيق التصميم المطلوب، وبهذا يكون هنالك نقص في الوحدات التجريبية، ولتعيين أفضل أسلوب لمعالجة هذه المشكلة ستطبق تصاميم القطاعات الناقصة وبأحجام مختلفة للقطاع الواحد وهي: تصميم القطاعات غير الكاملة المتزنة وأسلوبي الإدماج الكامل والإدماج الجزئي، ومقارنة النتائج للتوصل إلى أفضل معالجة حسب الظروف المتاحة للتجربة المقامة.

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design

هو التصميم الذي تجمع فيه الوحدات التجريبية المتجانسة في مجاميع تسمى قطاعات (بعدد r) بحيث تكون الوحدات التجريبية داخل القطاع متجانسة وتوزع المعاملات (بعدد t) توزيعاً عشوائياً داخل كل قطاع بحيث يحتوي القطاع على جميع المعاملات (الراوي، 2000) و(دبدوب والكاتب، 2005). في تجربة عاملية a×b يشير الجدول (1) إلى تحليل التباين لاختبار الفرضية الآتية:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_t$ vs. H_1 : At least one mean differs

الجدول 1: تحليل التباين لتجربة عاملية a×b مطبقة في .R.C.B.D.

S.O.V	D.F.	S.S.	M.S.
Blocks	r-1	$SSr=\frac{\sum Y_{..k}^2}{ab}-\frac{Y_{...}^2}{abr}$	$MSr=\frac{SSr}{r-1}$
A	a-1	$SS(A)=\frac{\sum Y_{i..}^2}{rb}-\frac{Y_{...}^2}{abr}$	$MS(A)=\frac{SS(A)}{a-1}$
B	b-1	$SS(B)=\frac{\sum Y_{.j.}^2}{ra}-\frac{Y_{...}^2}{abr}$	$MS(B)=\frac{SS(B)}{b-1}$
AB	(a-1)(b-1)	$SS(AB)=\frac{\sum Y_{ij.}^2}{r}-\frac{\sum Y_{i..}^2}{rb}-\frac{\sum Y_{.j.}^2}{ar}+\frac{Y_{...}^2}{abr}$	$MS(AB)=\frac{SS(AB)}{(a-1)(b-1)}$
Error	(r-1)(t-1)	SSe=SST-SSr-SS(A)-SS(B) -SS(AB)	$Mse=\frac{SSe}{(r-1)(t-1)}$
Total	abr-1	$SST=\sum Y_{ijk}^2-\frac{Y_{...}^2}{abr}$	

معالجة النقص في الوحدات التجريبية:

لابد من معالجة مشكلة عدم احتواء القطاع الواحد على وحدات تجريبية متجانسة كافية لتطبيق التجربة، فإذا كانت التجارب العاملية ذات عامل واحد يمكن تطبيق تصميم القطاعات غير الكاملة المتزنة. في التجارب المحتوية على أكثر من عامل فان إدماج بعض المعاملات العاملية مع فروقات القطاعات قد يكون هو الحل.

تصميم القطاعات الناقصة المتزنة Balanced Incomplete Block Design (B.I.B.D.)

يعني هذا التصميم ظهور المعاملة (t) بعدد (r) من المرات في بعض القطاعات (عدد القطاعات=b وحجم كل قطاع=k) وعدم ظهورها في قطاعات أخرى بعدد (b-r)، كما ان كل زوج من المعاملات يظهران معاً في قطاعات التجربة بعدد متساوٍ من المرات (λ) حتى يكون

التصميم متزناً، وبذلك يكون عدد مشاهدات التجربة N=(k)(b)=(t)(r). ويشير الجدول (2) إلى تحليل التباين لهذا التصميم (الراوي، 2000).

الجدول 2: تحليل التباين لتصميم القطاعات الناقصة المتزنة.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Blocks (actual)	b-1	$SS_B=\frac{\sum Y_i^2}{K}-\frac{Y_{..}^2}{N}$	$\frac{SS_B}{b-1}$	$\frac{MS_B}{MSe}$
Treatment (adjusted)	t-1	$SSt=\frac{K\sum Q_i^2}{\lambda t}$	$\frac{SSt}{t-1}$	$\frac{MSt}{MSe}$
Error	N-t-b+1	$SSe=SST-SSb-SSt_{(adj)}$	$\frac{SSe}{N-t-b+1}$	
Total	N-1			

الإدماج Confounding

يعرف الإدماج على أنه إحدى وسائل تصميم التجارب العاملية في قطاعات ناقصة، يتم اختيار التداخلات بين العوامل لإدماجها مع فروقات القطاعات لعدة أسباب وفق رأي الباحث منها أن تكون صعبة التفسير أو ذات أهمية قليلة.

وهناك نوعان من الإدماج (Hinkelmann and Kempthorne, 2005):

1- الإدماج الكامل Complete Confounding

في هذا النوع من الإدماج لا يمكن الحصول على أية معلومة عن المعاملة العاملية التي تم دمجها مع فروقات القطاعات في المكررات كافة، ويشير الجدول (3) إلى تحليل التباين في مثل هذا النوع من الإدماج في تجربة عاملية 2^3.

الجدول 3: تحليل التباين لتجربة عاملية 2^3 في الإدماج الكامل للتداخل ABC.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.
Replicates	r-1	SS_r	$MS_r=SS_r/r-1$
Block/Rep.	r(b-1)	$SS_{b/R}=SS_b-SS_r$	$MS_{b/r}=SS_{b/R}/r(b-1)$
Block	b-1	SS_b	
Block× Rep.	(b-1)(r-1)	$SS_{b\times R}=SS_{b/R}-SS_b$	
A	a-1	SS(A)	MS(A)=SS(A)/a-1
B	b-1	SS(B)	MS(B)=SS(B)/b-1
C	c-1	SS(C)	MS(C)=SS(C)/c-1
AB	(a-1)(b-1)	SS(AB)	MS(AB)=SS(AB)/(a-1)(b-1)
AC	(a-1)(c-1)	SS(AC)	MS(AC)=SS(AC)/(a-1)(c-1)
BC	(b-1)(c-1)	SS(BC)	MS(BC)=SS(BC)/(b-1)(c-1)
Error		SSe=SSt-SSb/R-SS(A)…SS(BC)	MSe=SSe/df
A×Rep	(a-1)(r-1)		
B×Rep	(b-1)(r-1)		
C×Rep	(c-1)(r-1)		
AB×Rep	(a-1)(b-1)(r-1)		
AC×Rep	(a-1)(c-1)(r-1)		
BC×Rep	(b-1)(c-1)(r-1)		
Total	$2^k r-1$	SST	

2- الإدماج الجزئي **Partial Confounding**

في هذا النوع من الإدماج يمكن الحصول على معلومات عن المعاملة العاملية من المكررات التي لم تدمج فيها تلك المعاملة العاملية مع فروقات القطاعات (Buiiey, 1977). يوضح الجدول (4) تحليل التباين في حالة استخدام الإدماج الجزئي وعلى فرض أن لدينا تجربة

عاملية 2^3 طبقت في قطاعين وثلاثة مكررات، حيث أدمجت التداخلات الآتية: ABC في المكرر الأول و AB في المكرر الثاني و BC في المكرر الثالث (Montgomery, 2009) .

الجدول 4: جدول تحليل التباين في حالة استخدام الإدماج الجزئي.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.
Replicates	r-1	SS_r	$MS_r=SS_r/r-1$
Block/Rep.	r(b-1)	$SS_{b/R}=SS_b-SS_r$	$MS_{b/r}=SS_{b/R}/r(b-1)$
A	a-1	SS(A)	MS(A)=SS(A)/a-1
B	b-1	SS(B)	MS(B)=SS(B)/b-1
C	c-1	SS(C)	MS(C)=SS(C)/c-1
AC	(a-1)(c-1)	SS(AC)	MS(AC)=SS(AC)/(a-1)(c-1)
$(AB)^1$	(a-1)(b-1)	SS(AB)	MS(AB)=SS(AB)/(a-1)(b-1)
$(BC)^1$	(b-1)(c-1)	SS(BC)	MS(BC)=SS(BC)/(b-1)(c-1)
$(ABC)^1$	(a-1)(b-1)(c-1)	SS(ABC)	MS(ABC)= SS(ABC)/(a-1)(b-1)(c-1)
Error			MSe=SSe/d.f
A× Rep	(a-1)(r-1)		
B×Rep	(b-1)(r-1)		
C×Rep	(c-1)(r-1)		
AC×Rep	(a-1)(c-1)(r-1)		
$(AB)^1$× Rep	(a-1)(b-1)(r-1)-1		
$(BC)^1$× Rep	(b-1)(c-1)(r-1)-1		
$(ABC)^1$× Rep	(a-1)(b-1)(c-1)(r-1)-1		
Total	2^kr-1	SST	

الجانب التطبيقي

تناول هذا الجانب تحليل بيانات تجربة عاملية 2^3، من خلال ثلاثة محاور هي: تصميم القطاعات العشوائية الكاملة واعتباره تصميماً للمقارنة، وحللت البيانات باعتبار أن تصميم التجربة هو القطاعات الناقصة المتزنة وأن التجربة كررت ثلاث مرات كل مرة بحجم قطاع مختلف وذلك للتعرف على تداخل حجم القطاع على نتائج التجربة، التصميم الثالث هو الإدماج بأسلوبيه: الإدماج الكلي الذي طبق بقطاعين ثم بأربعة قطاعات للمكرر الواحد للتعرف على تداخل عدد القطاعات على النتائج، والإدماج الجزئي بقطاعين للمكرر الواحد. ومن ثم المقارنة بين النتائج كافة.

جمع البيانات

تم الحصول على بيانات تجربة عاملية 2^3 (الجدول 5) من قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة والغابات–جامعة الموصل، حيث أقيمت التجربة في ناحية حمام العليل–محافظة نينوى للفترة بين 1998/11/3 – 1998/11/24، (العبادي، 2005).

الجدول 5: الوزن الجاف لبادرات العدس (ملغم/10 نباتات) لتجربة عاملية 2^3.

A	B	C	BLOCKS						
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
a_0	b_0	C_0	8.8	8.5	7	8.8	8.7	8.6	7.6
		C_1	9.9	9	9.8	9.9	8.9	8.8	9
	b_1	C_0	3.6	3.4	3.5	3.6	3.5	3.5	3.4
		C_1	3.9	3.9	3.8	3.8	3.9	4	4
a_1	b_0	C_0	10.3	10.3	10.2	10.2	10.3	10.4	10.5
		C_1	11.2	11.1	11.3	11.4	11.5	11.1	11.1
	b_1	C_0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1	2.3
		C_1	2.3	2.3	2.4	2.1	2.2	2.1	2.3

احتوت التجربة على سبعة مواقع مختلفة كل موقع يمثل قطاعاً كاملاً احتوى على ثماني وحدات تجريبية زرع فيها نبات العدس. شملت التجربة ثلاثة عوامل هي: العامل الأول (A): استخدام طريقتين للزراعة (طريقة الزراعة الجافة و طريقة الزراعة المبتلة)، العامل الثاني (B): مبيد اللوكران لمكافحة نباتات الأدغال العريضة الأوراق في حقول الحنطة، حيث أن التربة التي زرعت فيها بذور العدس كانت مزروعة سابقاً بالحنطة وقد رشت بمبيد اللوكران بتركيزين (0 سم^3 /دونم و166 سم^3 /دونم)، إن نبات العدس حساس جداً لهذا المبيد. العامل الثالث (C): يمثل رطوبة التربة بمستويين (50% رطوبة و100% رطوبة).

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

حللت بيانات التجربة التي يشير إليها الجدول (5) وكانت نتائج تحليل التباين موضحة في الجدول (6) الذي يشير إلى وجود فروقات ذوات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية مقداره ($\alpha = 0.01$) بين العوامل الرئيسة الثلاثة وتداخلاتها عدا AC و ABC.

الجدول 6: تحليل التباين لتجربة عاملية 2^3 طبقت في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Replicate	6	0.507	0.085	0.802
Treatment Com.	7	704.231	100.604	**949.098
A	1	0.826	0.826	**7.801
B	1	654.178	654.178	**6178.43
C	1	5.161	5.161	**48.743
AB	1	41.831	41.831	**395.076
AC	1	0.183	0.183	1.728
BC	1	2.006	2.006	**18.946
ABC	1	0.046	0.046	0.434
Error	42	4.447	0.106	
Total	55	709.185		

تصميم القطاعات الناقصة المتزنة

أعيد ترتيب بيانات التجربة لتلائم تصميم القطاعات الناقصة المتزنة لينتج ثمانية معاملات كل منها يمثل تداخل معيناً، أعيد تطبق التجربة ثلاث مرات في كل مرة اختلف حجم القطاع وذلك للتعرف على تأثير حجم القطاع في نتائج التجربة، وكالآتي:

أ- حجم القطاع وحدتان تجريبيتان (k=2): حتى يتم تكرار كل معاملة سبع مرات استخدم 28 قطاع ناقص حجم كل منها وحدتان تجريبيتان، ظهرت أزواج المعاملات مرة واحدة، ويشير ملحق (1) إلى البيانات التي حللت بالاعتماد على الصيغة في الجدول (2) فتم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (7) الذي يشير إلى وجود فروق ذوات دلالة إحصائية بين المعاملات وهذا يتفق مع تجربة المقارنة الموضحة نتائجها في الجدول (6)، وارتفاع قيمة متوسط مربعات الخطأ (MSe) فقد أصبحت 0.876 ويعزى ذلك الى قلة درجات الحرية للخطأ.

الجدول 7: تحليل التباين لتصميم القطاعات الناقصة المتزنة (k=2).

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Block	27	313.485	11.611	**13.261
Treatment (adj)	7	393.861	56.266	**64.26
Error	21	1.839	0.876	
Total	55	702.185		

ب-حجم القطاع أربع وحدات تجريبية (k=4): لتكرار كل معاملة سبع مرات أستخدم 14 قطاعاً ناقصاً حجم كل قطاع أربع وحدات تجريبية، وقد ظهرت أزواج المعاملات ثلاث مرات. ويشير الملحق (2) إلى البيانات التي حللت بالاعتماد على الصيغ الواردة في الجدول (2) وتم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (8) الذي يلاحظ فيه وجود فروقات ذوات دلالة إحصائية بين المعاملات وأن قيمة MSe انخفضت بسبب زيادة في درجات الحرية للخطأ.

الجدول 8: تحليل التباين لتصميم القطاعات الناقصة المتزنة (k=4).

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Block	13	106.48	8.191	**79.522
Treatment (adj)	7	599.1	85.586	**568.796
Error	35	3.605	0.103	
Total	55	709.185		

ج- حجم القطاع سبع وحدات تجريبية (k=7): استخدمت ثمانية قطاعات ناقصة حجم كل قطاع سبع وحدات تجريبية أدى ذلك إلى تكرار كل معاملة سبع مرات وظهرت أزواج المعاملات ست مرات. ويشير الملحق (3) إلى البيانات التي حللت بالاعتماد على الصيغ الواردة في الجدول (2)، والجدول (9) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها، إذ يبين وجود اختلافات ذوات دلالة إحصائية بين المعاملات وزيادة النقص في قيمة متوسط مربعات الخطأ (MSe) عما تشير إليه الجداول (6 و7 و8).

الجدول 9: تحليل التباين لتصميم القطاعات الناقصة المتزنة (k=7).

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Block	7	19.651	2.807	**27.768
Treatment (adj)	7	685.389	97.913	**968.497
Error	41	4.145	0.101	
Total	55	709.185		

من الجداول (7 و8 و9) يلاحظ أن زيادة حجم القطاع الناقص يعمل على: زيادة قيمة الإحصاءة F للمعاملات، وزيادة في درجات الحرية للخطأ، وانخفاض في قيمة متوسط مربعات الخطأ (MSe). حيث تقاربت النتائج في جدول تحليل التباين عند احتواء القطاع على سبع وحدات تجريبية (الجدول 9) وما يشير إليه جدول تحليل التباين للقطاعات الكاملة الذي يحتوي على ثماني وحدات تجريبية (الجدول 6).

تحليل بيانات التجربة باستخدام الإدماج

حللت بيانات التجربة العاملية 2^3 عند توفر قطاعات ناقصة بالاستعانة بالإدماج الكلي والجزئي مع المحافظة على أن تكرر كل معاملة عاملية سبع مرات وكالآتي:

1- الإدماج الكامل:

رتبت بيانات التجربة لكي تلائم الإدماج الكلي في سبعة مكررات (أي كررت كل معاملة عاملية سبع مرات)، احتوى كل مكرر على:

أ- احتواء المكرر على قطاعين: اختير التداخل ABC لكي يدمج مع فروقات القطاعات، وقد اختير هذا التداخل لعدم معنويته الإحصائية (الجدول 6) كما أن له أعلى تداخل. حللت بيانات الملحق (4) بالاعتماد على الصيغ الواردة في الجدول (3) وقد تم الحصول على النتائج الموضحة في الجدول (10) الذي يبين وجود فروقات ذوات دلالة إحصائية عند العوامل المفردة والتداخلات عدا التداخل AC، مع إبقاء قيمة MSe صغيرة، وهذه النتائج تتفق مع نتائج تحليل التباين لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (الجدول 6).

الجدول 10: تحليل التباين لتجربة طبقة باستخدام الإدماج الكامل للتداخل ABC بقطاعين.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Replicates	6	0.508	0.085	0.822
Block/Rep.	7	0.773	0.110	1.072
Treatment Com.	6	704.185	140.837	**1367.349
A	1	0.826	0.826	**8.019
B	1	654.178	654.178	**6351.242
C	1	5.161	5.161	**50.107
AB	1	41.831	41.831	**406.126
AC	1	0.183	0.183	1.777
BC	1	2.006	2.006	**19.476
Error	36	3.720	0.103	
Total	55			

ت-احتواء المكرر على أربعة قطاعات: اختيرت التداخلات AB و AC و BC لتدمج مع فروقات القطاعات، يلاحظ عدم اختيار ABC لتجنب دمج عامل مفرد ضمن

التداخلات العامة المدمجة، ويشير الملحق (5) إلى البيانات التي حللت بالاعتماد على الصيغ في الجدول (3)، ونتج عن ذلك تحليل التباين الموضح في الجدول (11) الذي يشير إلى عدم توافر دلالة إحصائية للتداخل ABC مع ارتفاع قيمة MSe نتيجة لانخفاض في عدد درجات الحرية. يلاحظ أن زيادة عدد القطاعات في كل مكرر سبب زيادة في عدد التداخلات الواجب ادماجها مع فروقات القطاعات مما يسبب في فقدان معلومات عنها وقد أدى ذلك أيضا إلى انخفاض في درجات الحرية للخطأ وارتفاع في قيمة متوسط مربعاته (MSe).

الجدول 11: تحليل التباين لإدماج التداخلات AB وBC وAC كاملاً في أربعة قطاعات.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Replicates	6	0.508	0.086	0.555
Block/Rep.	21	45.797	2.181	**14.070
Treatment com.	4	660.21	165.053	**1064.856
A	1	0.826	0.826	*5.329
B	1	654.178	654.178	**4220.503
C	1	5.161	5.161	**36.232
ABC	1	0.046	0.0616	0.297
Error	24	3.72	0.155	
Total	55	709.185		

2-الإدماج الجزئي: طبقت التجربة العاملية 2^3 في سبعة مكررات بقطاعين. لكون AC وABC غير معنويين كنتيجة للتحليل المقارن الموضح في الجدول (6)، فقد اختيرا إدماج التداخل AC في ثلاثة مكررات والتداخل ABC في أربعة مكررات. ويشير الملحق (6) إلى البيانات التي حللت طبقاً للصيغ الواردة في الجدول (4) ووضحت النتائج في الجدول (12).

الجدول 12: جدول تحليل التباين للإدماج الجزئي للتداخلين AC وABC.

S.O.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Replicates	6	0.508	0.085	0.802
Block/Rep.	7	0.687	0.098	0.925
Treatment Com.	7	704.276	100.611	**949.160
A	1	0.826	0.826	**7.793
B	1	654.178	654.178	**6171.491
C	1	5.161	5.161	**48.689
AB	1	41.831	41.831	**394.632
BC	1	2.006	2.006	**18.925
(AC)`	1	0.180	0.180	1.698

(ABC)`	1	0.094	0.094	0.888
Error	35	3.714	0.106	
Total	55	709.185		

يلاحظ أن الجدول (12) أعطى نفس الدلالة الإحصائية لمصادر التباين التي أعطاها تحليل التباين لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة المبينة في الجدول (6).

الاستنتاجات

خَلُصَ البحث إلى عدد من الاستنتاجات نوجزها بالآتي:

1- في تصميم القطاعات الناقصة المتزنة أدت زيادة عدد الوحدات التجريبية إلى ارتفاع قيمة F نتيجة لزيادة درجات الحرية للخطأ ونقصان في قيمة متوسط مربعاته (MSe).

2- في الإدماج الكامل عمل انخفاض عدد الوحدات التجريبية إلى زيادة عدد المعاملات العاملية المدمجة التي بدورها تحتاج الى زيادة عدد القطاعات الناقصة في كل مكرر وهذا بدوره أدى إلى نقصان في درجات الحرية للخطأ وزيادة قيمة متوسط مربعاته (MSe) ومن ثم انخفاض في قيمة المختبر الإحصائي F.

3- الإدماج الجزئي هو أفضل أسلوب عند وجود قطاعات ناقصة، إذ أعطى نتائج في جدول تحليل التباين قاربت بشكل كبير إلى تلك التي أعطاها تصميم القطاعات الكاملة.

4- في حالة نقص عدد الوحدات التجريبية فإن زيادة عدد القطاعات ليس هو بالحل الأمثل، ولكن من الأفضل محاولة الاقتراب من التصميم الكامل بالحصول على عدد من الوحدات التجريبية المتجانسة لتكون كافية لتنفيذ التصميم، وعند عدم إمكانية ذلك محاولة تطبيق الإدماج الجزئي.

المصادر

1- دبدوب، مروان عبد العزيز والكاتب، محمد أسامة، (2005)، "تحليل الاتجاه ومشكلة تعدد العلاقة الخطية في تصميم القطع المجزأة"، مؤتة للبحوث والدراسات، المجلد (20) العدد (3)، جامعة مؤتة، المملكة الأردنية الهاشمية.

2- الراوي، خاشع محمود وخلف الله، عبد العزيز خالد، (2000)، " تصميم وتحليل التجارب الزراعية"، الطبعة الثانية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

3- العبادي، محمود محمد طاهر، (2005)،"معالجة النقص في الوحدات التجريبية اللازمة لتطبيق التجارب العامليه الاعتيادية"، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.

4- المشهداني، كمال علوان، (2010)، "تصميم وتحليل التجارب-باستخدام الحاسوب"، مكتب الجزيرة للطباعة والنشر، بغداد-العراق.

5- Builey, A.; (1977); "Patterns of confounding infactorial designs"; Biomtrica; Vol. 64; No. 3 ; P. 597 ; December.

6- Hinkelmann, K. and Kempthorne; O.; (2005); "Design and Analysis of Experiments"; Vol. (2) Advanced Experimental Design; John Wiley and Sons; USA

7- Montgomery, D.; (2009); "Design and Analysis of Experiments"; 7th Edition; John Wiley and Sons; USA.

الملحق(1): البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي للتجربة الرئيسية المتمثلة في جدول (6) والمطبقة في تصميم القطاعات الناقصة المتزنة (حجم القطاع k=2).

معاملات	Block (1)	Block (2)	Block (3)	Block (4)	Block (5)	Block (6)	Block (7)	Block (8)	Block (9)	Block (10)	Block (11)	Block (12)	Block (13)	Block (14)	Block (15)
t_1	8.800	8.500	7.000	8.800	8.700	8.600	7.600								
t_2	10.300							10.300	10.200	10.200	10.300	10.400	13.500		
t_3		3.600						3.400						3.500	3.600
t_4			2.100						2.100					2.200	
t_5				9.900						9.000					9.800
t_6					11.200						11.100				
t_7						3.900						3.900			
t_8							2.300						2.300		
Σ	19.100	12.100	9.100	18.700	19.900	12.500	9.900	13.700	12.300	19.200	21.400	14.300	12.800	5.700	13.400

تكملة الملحق(1).

معاملات	Block (16)	Block (17)	Block (18)	Block (19)	Block (20)	Block (21)	Block (22)	Block (23)	Block (24)	Block (25)	Block (26)	Block (27)	Block (28)	$Y_{i...}$	$Y_{.j...}$	Q_I
t_1														58.000	101.300	7.350
t_2														72.200	112.800	15.800
t_3	3.500	3.500	3.400											24.500	72.800	-11.900
t_4				2.300	2.200	2.100	2.300							15.300	63.200	-16.300
t_5				9.900				8.900	8.800	9.000				65.300	107.800	11.400
t_6	11.300				11.400			11.500			11.100	11.100		78.700	118.400	19.500
t_7		3.800				3.800			3.900		4.000		4.000	27.300	74.100	-9.75
t_8			2.400				2.100			2.200		2.100	2.300	15.700	63.600	-16.100
$\sum$	14.800	7.300	5.800	12.200	13.600	5.900	4.400	20.400	12.700	11.200	15.100	13.200	6.300			

الملحق(2): البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي للتجربة الرئيسية المتمثلة في الجدول (6) والمطبقة في تصميم القطاعات الناقصة المتزنة (حجم القطاع k=4).

معاملات	Block (1)	Block (2)	Block (3)	Block (4)	Block (5)	Block (6)	Block (7)	Block (8)	Block (9)	Block (10)	Block (11)	Block (12)	Block (13)	Block (14)	$Y_{i...}$	$Y_{\cdot j...}$	Q_i
t_1	8.8	8.5	7	8.8	8.7	8.6	7.6								58	186.6	11.35
t_2	10.3	10.3	10.2					10.2	10.3	10.4	10.5				72.2	194.8	23.5
t_3	3.6			3.4	3.5				3.6	3.5		3.5		3.4	24.5	167.1	-17.275
t_4	2.1					2.1	2.2	2.3			2.2	2.1		2.3	15.3	162.7	-25.375
t_5		9.9		9		9.8		9.9	8.9				8.8	9	65.3	191	17.55
t_6		11.2			11.1		11.3			11.4	11.5		11.1	11.1	78.7	198	29.2
t_7			3.9	3.9			3.8	3.8		3.9		4	4		27.3	166.7	-14.375
t_8			2.3		2.3	2.4			2.1		2.2	2.1	2.3		15.7	161.1	-24.575
Σ	24.8	39.9	23.4	25.1	25.6	22.9	24.9	26.2	24.9	29.2	26.4	11.7	26.2	25.8	357		

الملحق(3): البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي للتجربة الرئيسية المتمثلة في جدول (6) والمطبقة في تصميم القطاعات الناقصة المتزنة (حجم القطاع k=7).

معاملات	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6	Block 7	Block 8	$Y_{i.}$	$Y_{.j}$	Q_i
t_1	8.8		7.6	8.6	8.7	8.8	7	8.5	58	314.4	13.086
t_2	10.3	10.5		10.4	10.3	10.2	10.2	10.3	72.2	317.8	26.800
t_3	3.6	3.4	3.5		3.5	3.6	3.5	3.4	24.5	309.3	-19.686
t_4	2.1	2.3	2.1	2.2		2.3	2.2	2.1	15.3	307.3	-28.600
t_5	9.9	9	8.8	8.9	9.9		9.8	9	65.3	314.6	20.357
t_6	11.2	11.1	11.1	11.5	11.4	11.3		11.1	78.7	318.1	33.257
t_7	3.9	4	4	3.9	3.8	3.8	3.9		27.3	310.3	-17.029
t_8		2.3	2.1	2.2	2.1	2.4	2.3	2.3	15.7	307.2	-28.186
Σ	49.8	42.6	39.2	47.7	49.7	42.4	38.9	46.7	357		

الملحق (4): البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي للتجربة الرئيسية المتمثلة في الجدول (6) والمطبقة في تصميم الإدماج الكامل للتداخل ABC.

Replicate (1)

Block(1)		Block(2)
(1) 8.8		a 10.3
ab 2.1		b 3.6
ac 11.2		c 9.9
bc 3.9		abc 2.3
26		26.1
52.1		

Replicate (2)

Block(1)		Block(2)
ab 2.1		c 9
ac 11.1		b 3.4
(1) 8.5		a 10.3
bc 3.9		abc 2.3
25.6		25
50.6		

Replicate (3)

Block(1)		Block(2)
ac 11.3		abc 2.4
(1) 7		a 10.2
ab 2.2		c 9.8
bc 3.8		b 3.5
24.3		25.9
50.2		

Replicate (4)

Block(1)		Block(2)
bc 3.8		c 9.9
(1) 8.8		abc 2.1
ab 2.3		b 3.6
ac 11.4		a 10.2
26.3		25.8
52.1		

Replicate (5)

Block(1)		Block(2)
ab 2.2		c 8.9
ac 11.5		a 10.3
(1) 8.7		abc 8.7
bc 3.9		b 3.5
26.3		24.9
51.2		

Replicate (6)

Block(1)		Block(2)
bc 4		abc 2.1
ab 2.1		a 10.4
bc 11.1		c 8.8
(1) 8.6		b 3.5
25.8		24.8
50.6		

Replicate (7)

Block(1)		Block(2)
(1) 7.6		abc 2.3
ab 2.3		c 9
ac 11.1		b 3.4
bc 4		a 10.5
25		25.2
50.2		

الملحق (5): البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي للتجربة الرئيسية المتمثلة في الجدول (6) والمطبقة في تصميم الإدماج الكامل للتداخلات الثنائية (AB وAC وBC).

Replicate (1)

(1) 8.8	ab 2.1	b 3.6	a 10.3
abc 2.3	c 9.9	ac 11.2	bc 3.9
11.1	12	14.8	14.2
52.1			

Replicate (2)

(1) 8.5	ab 8.5	b 3.4	a 10.3
abc 2.3	c 9	ac 11.1	bc 3.9
10.8	11.1	14.5	14.2
50.6			

Replicate (3)

(1) 7	ab 2.2	b 3.5	a 10.2
abc 2.4	c 9.8	ac 11.3	bc 3.8
9.4	12	14.8	14
50.2			

Replicate (4)

(1) 8.8	ab 2.3	b 3.6	a 10.2
abc 2.1	c 9.9	ac 11.4	bc 3.8
10.9	12.2	15	14
52.1			

Replicate (5)

(1) 8.7	ab 2.2	b 3.5	a 10.3
abc 2.2	c 8.9	ac 11.5	bc 3.9
10.9	11.1	15	14.2
51.2			

Replicate (6)

(1) 8.6	ab 2.1	b 3.5	a 10.4
abc 2.1	c 8.8	ac 11.1	bc 4
10.7	10.9	14.6	14.4
50.6			

Replicate (7)

(1) 7.6	ab 2.3	b 3.4	a 10.5
abc 2.3	c 9	ac 11.1	bc 4
9.9	11.3	14.5	14.5
50.2			

الملحق (6): البيانات اللازمة للتحليل الإحصائي للتجربة الرئيسية المتمثلة في الجدول (6) والمطبقة في تصميم الإدماج الجزئي للتداخل ABC في المكررات الأربعة الأولى والتداخلAC في المكررات الثلاثة الأخرى.

Replicate (1)

Block(1)		Block(2)
(1) 8.8		a 10.3
ab 2.1		b 3.6
ac 11.2		c 9.9
bc 3.9		abc 2.3
26		26.1
52.1		

Replicate (2)

Block(1)		Block(2)
ab 2.1		c 9
ac 11.1		b 3.4
(1) 8.5		a 10.3
bc 3.9		abc 2.3
25.6		25
50.6		

Replicate (3)

Block(1)		Block(2)
ac 11.3		abc 2.4
(1) 7		a 10.2
ab 2.2		c 9.8
bc 3.8		b 3.5
24.3		25.9
50.2		

Replicate (4)

Block(1)		Block(2)
bc 3.8		c 9.9
(1) 8.8		abc 2.1
ab 2.3		b 3.6
ac 11.4		a 10.2
26.3		25.8
52.1		

Replicate (5)

Block(1)		Block(2)
(1) 8.7		a 10.3
b 3.5		c 8.9
ac 11.5		ab 2.2
abc 2.2		bc 3.9
25.9		25.3
51.2		

Replicate (6)

Block(1)		Block(2)
abc 2.1		c 8.8
b 3.5		a 10.4
ac 11.1		ab 2.1
(1) 8.6		bc 4
25.3		25.3
50.6		

Replicate (7)

Block(1)		Block(2)
ac 11.1		bc 4
(1) 7.6		c 9
b 3.4		a 10.5
abc 2.3		ab 2.3
24.4		25.8
50.2		