جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة الأولى

اسئلة عن تصميم CRD

م.م احمد مجيد عبدالله

التصميم العشوائي الكامل

(Completely Randomized Design –CRD)

يعد التصميم العشوائي الكامل واحد من أكثر التصاميم أستعمالا في مجال الانتاج الحيواني والنباتي، كما أنه سهل التطبيق فضلا الى ذلك فان من أهم ميزاته هو أمكانية تطبيقه مهما كان عدد المعاملات في التجربة وكذلك عدد المكررات في كل معاملة ويمكن تطبيقه حتى في حالة عدم تساوي المكررات بأختلاف المعاملات ، الا أن من أهم محددات هذا التصميم هي عدم أمكانية تطبيقه الا أذا كانت الوحدات التجريبية على درجة عالية من التجانس.

أولا: التصميم العشوائي الكامل (CRD) في حالة تساوي عدد المكررات (مع تسجيل مشاهدة واحدة).

الانموذج الرياضي للتصميم : (Mathematical Model).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

أذ أن :

Yij: قيمة المشاهدة j العائدة للمعاملة i.

µ : المتوسط العام للصفة المدروسة.

Ti: تأثير المعاملة i .

eij: الخطأ العشوائي الذي يتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي صفر وتباين قدره $\sigma^2 e$.

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f . درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Treat. المعاملة	t-1	$SSt = \frac{\sum Y_{i.}^{2}}{r} - CF$	$MSt = \frac{SSt}{t-1}$	
Experimental Error. الخطأ التجريبي	t(r-1)	SSe = SST – SSt	$MSe = \frac{SSe}{t(r-1)}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$
Total الكلي	tr-1	$SST = \sum Y_{ij}^{2} - CF$	-------------	

علما أن :

t: عدد المعاملات في التجربة

r: عدد المشاهدات أو المكررات في كل معاملة

وأن CF يمثل معامل التصحيح ويساوي مربع مجموع القيم مقسوما الى عددها والعدد ناتج من ضرب عدد المعاملات (t) في عدد المكررات لكل معاملة (r).

أي أن :

$$CF = \frac{(Y_{..})^{2}}{tr}$$

مثال:

اجريت تجربة شملت ثلاث انواع من المحاريث (المعاملات) لدراسة تأثير المحاريث في صفة حاصل الحبوب للحنطة وتصمنت كل معاملة اربعة مكررات اخذت البيانات من الوحدات التجريبية لقياس حاصل الحبوب وكانت كالاتي

المجموع (Yi.)	المشاهدات (Yij)	المحاريث (المعاملات)
12	3 , 3 , 4 , 2	المحراث القرصي
16	4 , 5 , 3 , 4	المحراث المطرحي
14	4 , 3 , 3 , 4	المحراث الحفار
Y.. = 42 المجموع الكلي		

الحل :

يتم حساب معامل التصحيح أولا:

$$CF = \frac{(Y..)^2}{tr} = \frac{(42)^2}{3 \times 4} = 147$$

ثم مجموع مربعات المعاملات (SSt):

$$SSt = \frac{\sum Yi.^{2}}{r} - CF = \frac{(12)^2 + (16)^2 + (14)^2}{4} - 147$$

$$SSt = 2$$

يتم حساب مجموع المربعات الكلية (SST):

$$SST = \sum Yij^2 - CF$$
$$SST = 3^2 + 3^2 + 4^2 + \text{-----} + 4^2 - 147$$
$$SST = 7$$

يتم حساب مجموع مربعات الخطأ (SSe):

$$SSe = SST - SSt$$
$$SSe = 7 - 2$$
$$SSe = 5$$

ومن النتائج السابقة يمكن حساب متوسط مربعات كل من المعاملات والخطأ وكما يلي:

متوسط مربعات المعاملات (MSt):

$$MSt = \frac{SSt}{t-1} = \frac{2}{3-1} = \frac{2}{2} = 1$$

متوسط مربعات الخطأ (MSe):

$$MSe = \frac{SSe}{t(r-1)} = \frac{5}{3(4-1)} = \frac{5}{9} = 0.556$$

ومن خلال متوسط مربعات المعاملة والخطأ يمكن حساب قيمة F وكما يلي:

$$F = \frac{MSt}{MSe} = \frac{1}{0.556} = 1.799$$

ومن ثم يتم تكوين جدول تحليل التباين لتحليل البيانات:

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f . درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Treat. المعاملة	t-1= 3-1 = 2	SSt = 2	MSt = 1	
Experimental Error. الخطأ التجريبي	t(r-1) = 3(4-1) = 9	SSe = 5	MSe = 0.556	$F = \frac{1}{0.556}$ F = 1.799
Total الكلي	tr-1 = 3 * 4- 1 = 11	SST = 7	-------------	

تقارن قيمة F المحسوبة (Calculated) وهي (1.799) مع قيمة F الجدولية (Tabulated) من جداول F (منشورة في نهاية كتب تصميم وتحليل التجارب) وفق درجات حرية المعاملة (2) ودرجات حرية الخطأ (9) فأذا كانت المحسوبة أعلى من الجدولية فأن تأثير (المعاملات)معنويا في الصفة المدروسة، وأذا كانت قيمة F المحسوبة أقل من الجدولية فأن تأثيرالمعاملات في الصفة المدروسة غير معنوي (Non-significant) : ففي المثال السابق التأثير غير معنوي. لان الجدولية 4.26 عند 5% و8.02 عند 1%-

ويتم أختبار قيمة F على مستوى أحتمالية 0.05 أي ($P<0.05$) وأشارتها *

أو على مستوى أحتمالية 0.01 أي ($P<0.01$) وأشارتها **

وأن * تعني معنوي و ** عالي المعنوية.

سؤال ١ : أكمل جدول تحليل التباين الاتي :

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f . درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Treat. المعاملة	3	60	------------ 20	----------- 1.33
Experimental Error. الخطأ التجريبي	--------- 16	----------- 240	15	
Total الكلي	19	------------ 300		

مثال - في تجربة لدراسة تأثير أربعة معاملات طبقت باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) وبأربعة مكررات. تم تسجيل البيانات عن احدى الصفات وكانت كما في الجدول التالي.

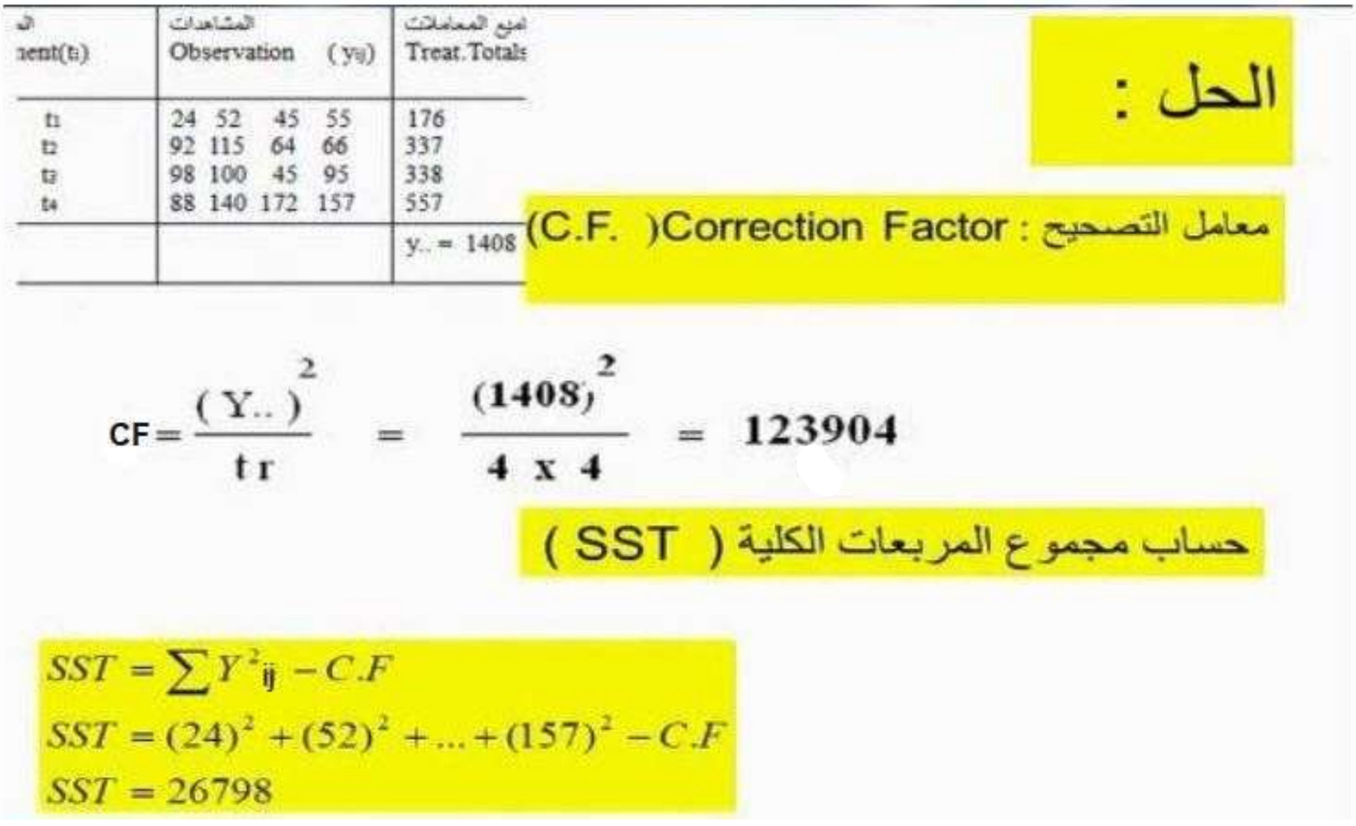
المطلوب

١- اجراء التحليل الاحصائي وإيجاد جدول تحليل التباين

٢- هل هناك تأثير للمعاملات على هذه الصفة

يجري حساب مجاميع المعاملات ، المجموع الكلي للتجربة ومتوسطات المعاملات

المعاملات Treatment(ti)	المشاهدات Observation (yij)	مجاميع المعاملات Treat.Totals(yi.)	متوسطات المعاملات Treat.Means
t1	24 52 45 55	176	44.00
t2	92 115 64 66	337	84.25
t3	98 100 45 95	338	84.50
t4	88 140 172 157	557	139.25
		y.. = 1408	$\bar{y}$= 88



الحل :

ال nent(ti)	المشاهدات Observation (yij)	اميع المعاملات Treat.Totals
t1	24 52 45 55	176
t2	92 115 64 66	337
t3	98 100 45 95	338
t4	88 140 172 157	557
		y.. = 1408

معامل التصحيح : Correction Factor (C.F.)

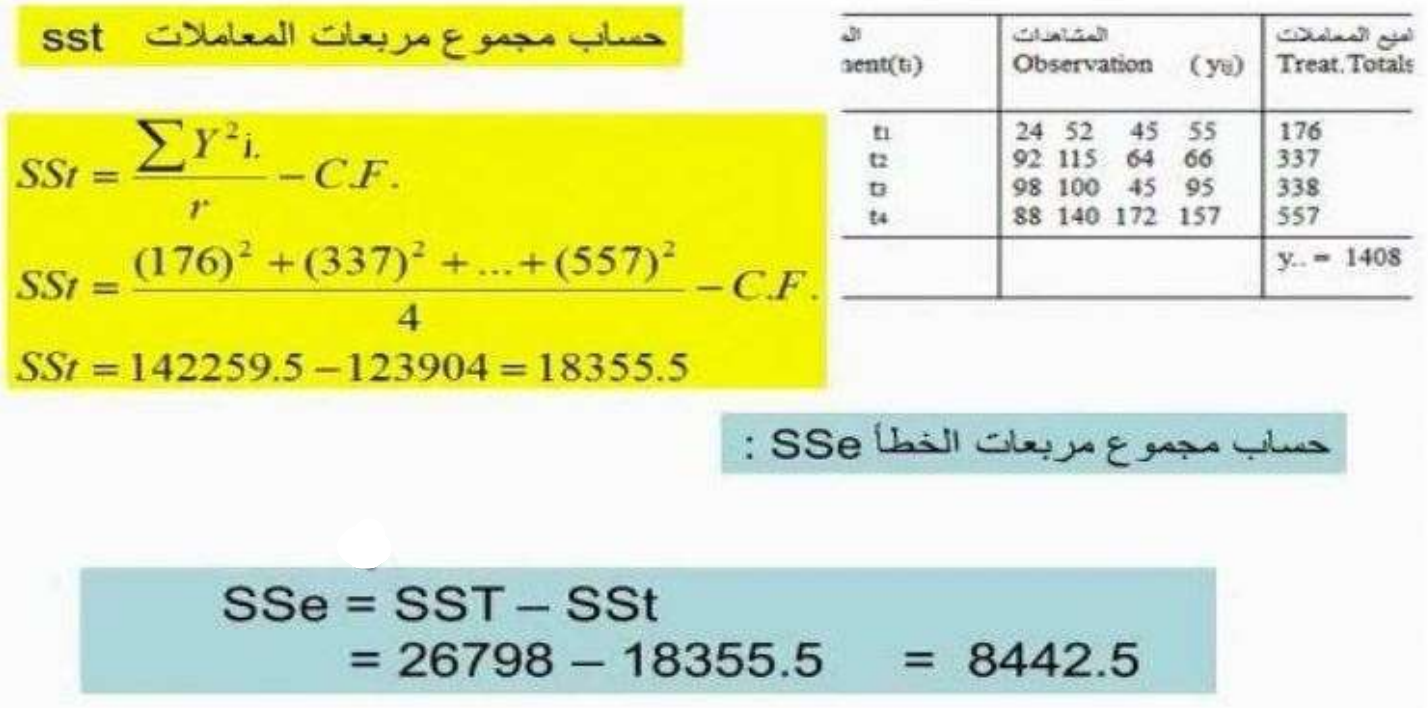
$$CF = \frac{(Y..)^2}{tr} = \frac{(1408)^2}{4 \times 4} = 123904$$

حساب مجموع المربعات الكلية (SST)

$$SST = \sum Y^2_{ij} - C.F$$

$$SST = (24)^2 + (52)^2 + ... + (157)^2 - C.F$$

$$SST = 26798$$



حساب مجموع مربعات المعاملات sst

ال nent(ti)	المشاهدات Observation (yij)	اميع المعاملات Treat. Totals
t1	24 52 45 55	176
t2	92 115 64 66	337
t3	98 100 45 95	338
t4	88 140 172 157	557
		y.. = 1408

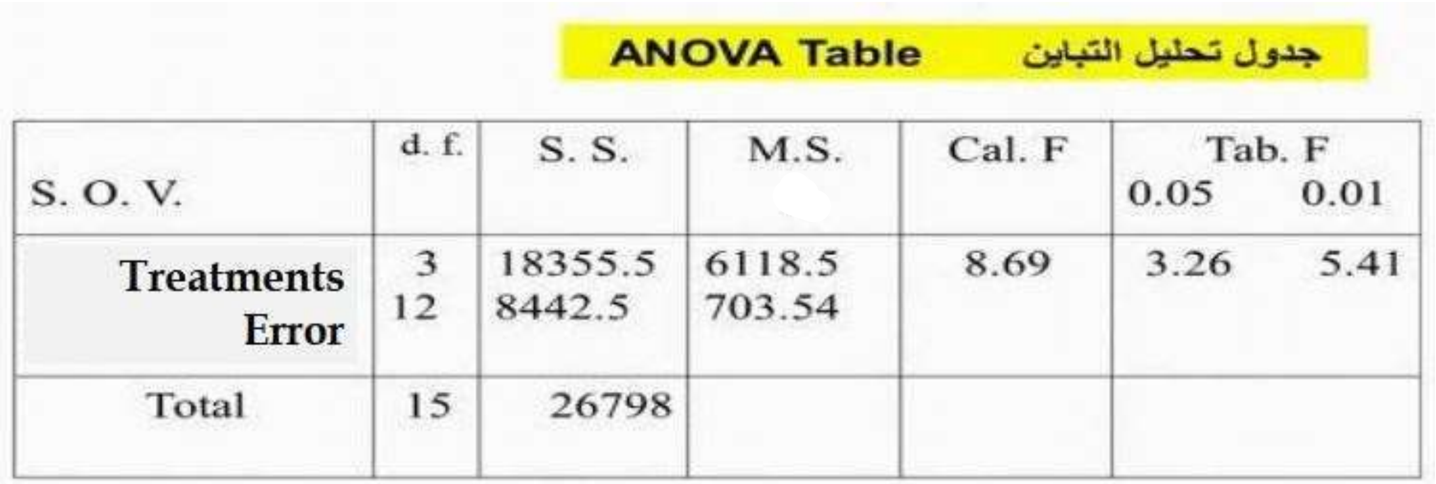
$$SSt = \frac{\sum Y^2 i.}{r} - C.F.$$

$$SSt = \frac{(176)^2 + (337)^2 + ... + (557)^2}{4} - C.F.$$

$$SSt = 142259.5 - 123904 = 18355.5$$

حساب مجموع مربعات الخطأ SSe :

$$SSe = SST - SSt$$
$$= 26798 - 18355.5 \quad = 8442.5$$



ANOVA Table جدول تحليل التباين

S. O. V.	d. f.	S. S.	M.S.	Cal. F	Tab. F	
					0.05	0.01
Treatments	3	18355.5	6118.5	8.69	3.26	5.41
Error	12	8442.5	703.54			
Total	15	26798				

٢- وبما ان F المحسوبة (8.69) اكبر من F الجدولية عند مستوى معنوية 1% وهي (5.41) لهذا نقرر بان هناك تأثير عالي المعنوية للمعاملات على هذه الصفة.

MSt= SSt/d.f

MSe= SSe/d.f

Cal. F=MSt/MSe

عدم تساوي المكررات في التصميم

- اذا كانت المعاملات المختلفة غير متساوية في اعداد مكرراتها ، تكون طرق حساب مفردات جدول تحليل التباين مشابهة لما هو عليه عند تساوي المكررات ، إلا ان هناك تعديلات طفيفة لعدم توحيد المكررات فمثلا حساب درجات الحرية للخطأ يجري حسابها :
- $D.f._{(error)} = \sum ri - t$
- وكذلك حساب مجموع مربعات المعاملات SSt:
- حيث .C.F يمثل معامل التصحيح $\sum \frac{y_{i.}}{r_i} - C.F.$

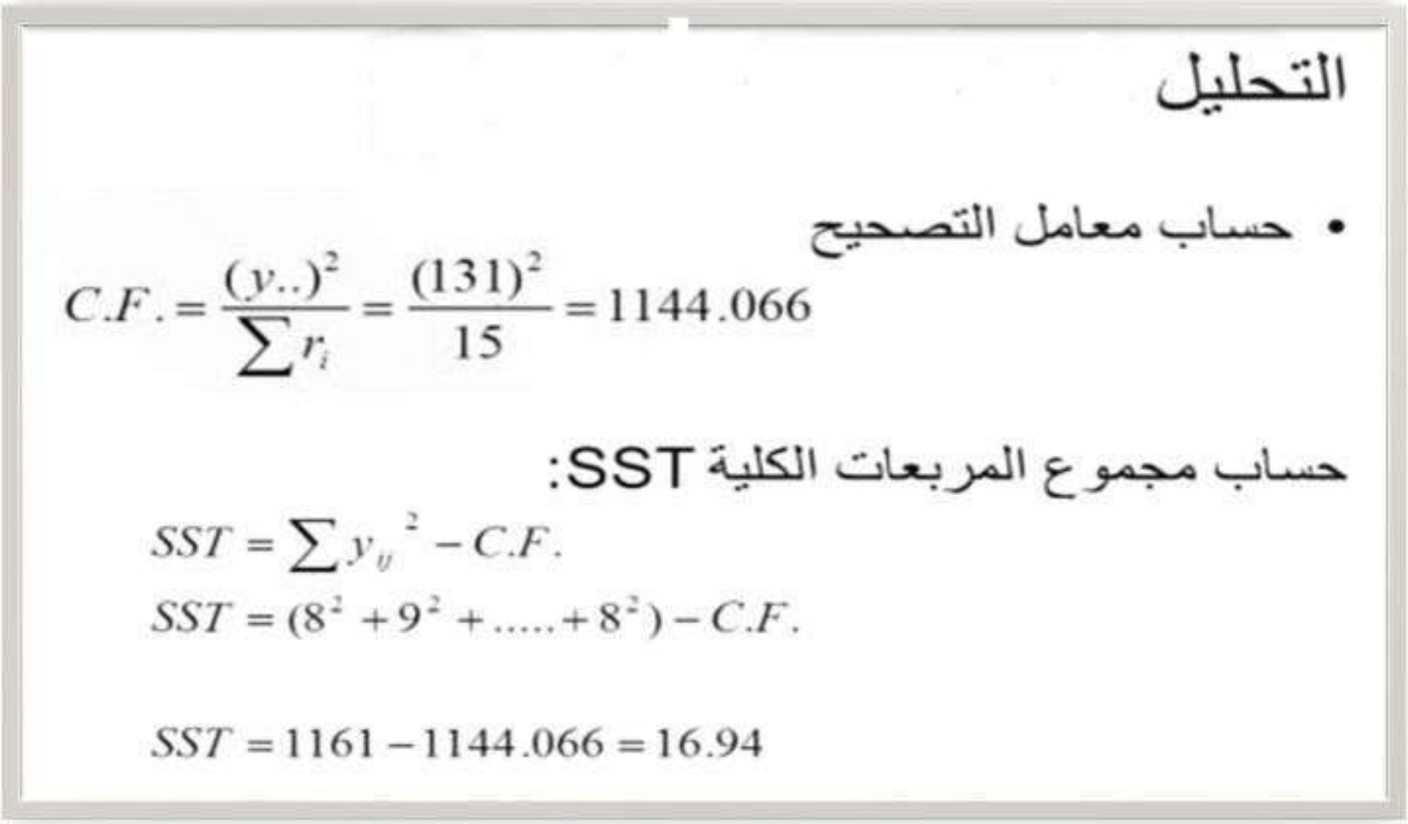
مثال – في احدى التجارب لدراسة تأثير خمسة أصناف من الحنطة وباستخدام التصميم العشوائي الكامل. استخدم الباحث عدد غير متساوي من المكررات وتم قياس صفة طول السنبلة للأصناف الخمسة فحصل على البيانات التالية.

المكررات	مجاميع المعاملات Yi.	المشاهدات	المعاملات
5	45	8 9 9 10 9	T1
3	23	8 7 8	T2
2	16	7 9	T3
3	30	10 9 11	T4
2	17	9 8	T5
15	Y..=131		

المطلوب

١- جدول تحليل التباين

٢- هل يوجد تأثير معنوي للمعاملات



التحليل

- حساب معامل التصحيح

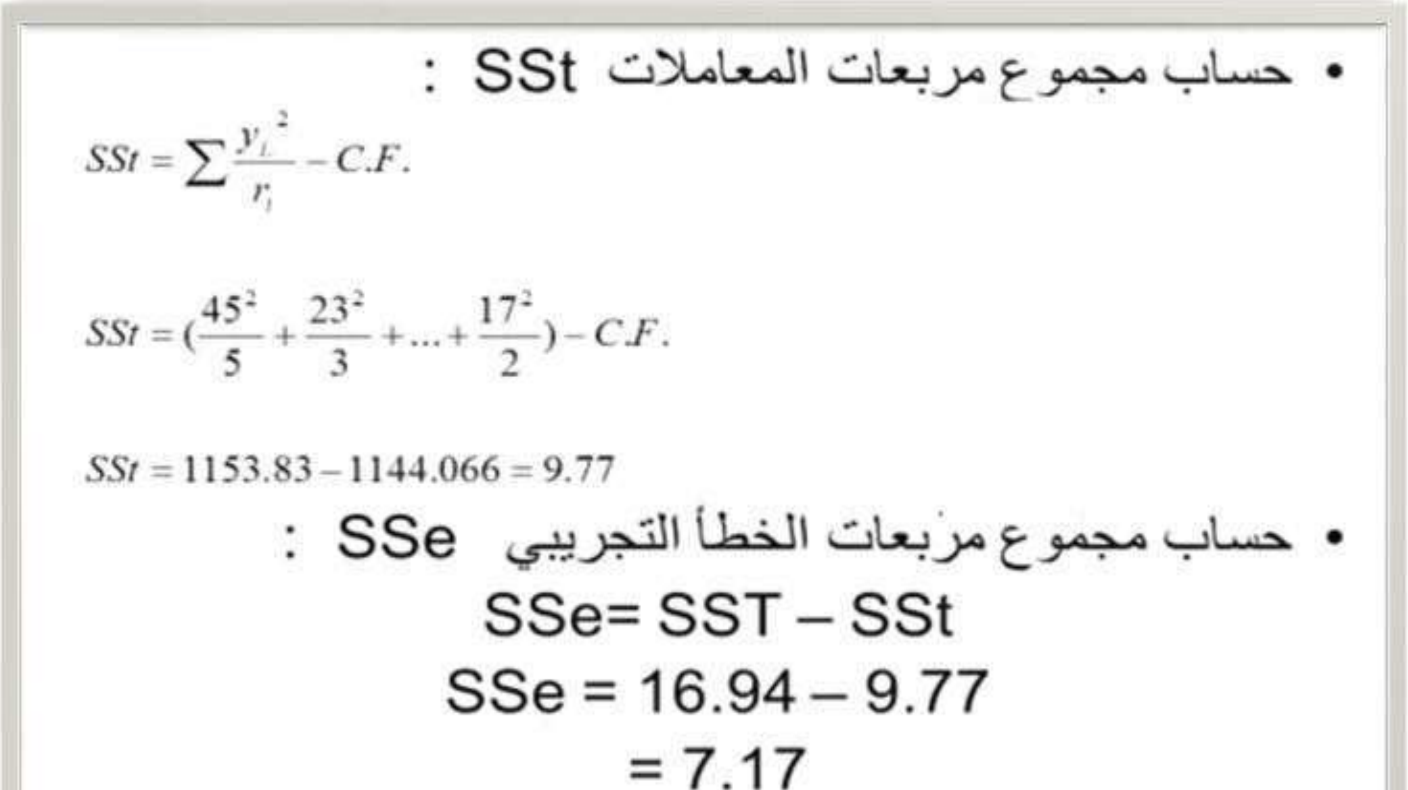
$$C.F. = \frac{(y..)^2}{\sum r_i} = \frac{(131)^2}{15} = 1144.066$$

حساب مجموع المربعات الكلية SST:

$$SST = \sum {y_{ij}}^2 - C.F.$$

$$SST = (8^2 + 9^2 + ... + 8^2) - C.F.$$

$$SST = 1161 - 1144.066 = 16.94$$



- حساب مجموع مربعات المعاملات SSt :

$$SSt = \sum \frac{{y_{i.}}^2}{r_i} - C.F.$$

$$SSt = (\frac{45^2}{5} + \frac{23^2}{3} + ... + \frac{17^2}{2}) - C.F.$$

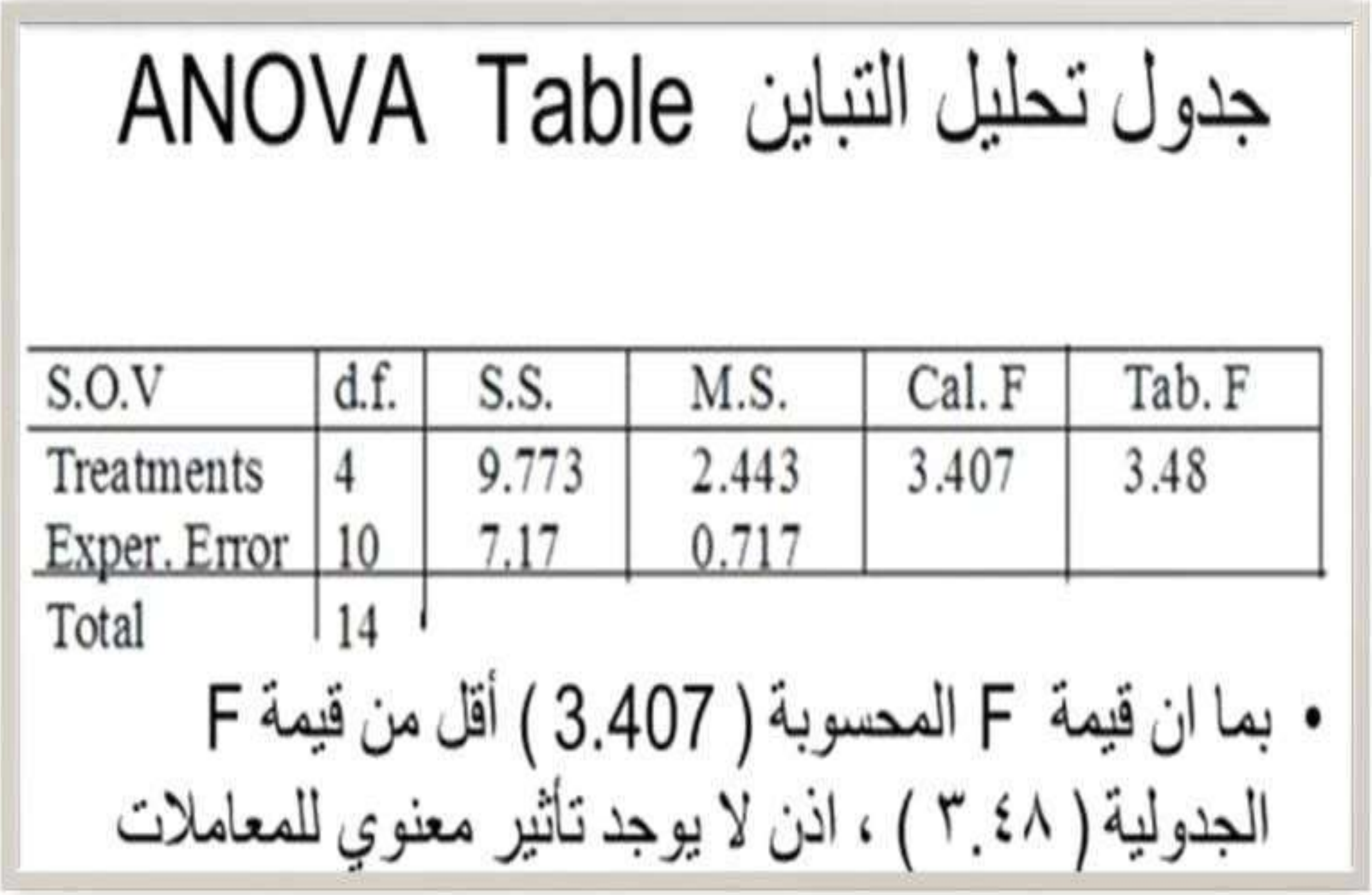
$$SSt = 1153.83 - 1144.066 = 9.77$$

- حساب مجموع مرٰبعات الخطأ التجريبي SSe :

SSe= SST – SSt

SSe = 16.94 – 9.77

= 7.17



ANOVA Table جدول تحليل التباين

S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	Cal. F	Tab. F
Treatments	4	9.773	2.443	3.407	3.48
Exper. Error	10	7.17	0.717		
Total	14				

- بما ان قيمة F المحسوبة (3.407) أقل من قيمة F الجدولية (٣.٤٨) ، اذن لا يوجد تأثير معنوي للمعاملات

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة الثانية

اسئلة عن تصميم CRD

م.م احمد مجيد عبدالله

نماذج اسئلة مع الحل

س١: أ. عدد القواعد الأساسية لتصميم التجارب واذكر فوائد كل منها؟

ب. عرف: التجربة العاملية، تحليل التباين، المعاملات، الخطأ من النوع الاول، التداخل، مستوى المعنوية

ج. ما هو المقصود بالخطأ التجريبي وما هي أسباب ظهوره؟

د. اشرح أسباب استخدام الألواح المنشقة في تنفيذ التجارب ذات العاملين؟

هـ. اشرح خطوات اختبار متوسطات المعاملات بطريقة دنكن المتعدد المدى؟

الجواب

أ. القواعد الاساسية لتصميم التجارب:

(١) التوزيع العشوائي: ضمان صحة اختبار الفرضيات وتقليل الخطأ التجريبي

(٢) التكرار: امكانية تقدير قيمة الخطأ التجريبي وتقليلها

(٣) السيطرة على الظروف: تقليل الخطأ التجريبي وزيادة كفاءة ودقة التجربة

ب. التجربة العاملية: تجربة الهدف منها حل اكثر من مشكلة واحدة في آن واحد

تحليل التباين: عمليات حسابية الهدف منها تجزئة مجموع مربعات الانحرافات الكلية على مصادر الاختلاف في التجربة.

المعاملات: مجموعة من الظروف يضعها الباحث تحت سيطرته لدراسة تأثيرها

الخطأ من النوع الاول: الخطأ الذي يقع فيه الباحث عندما يرفض فرضية العدم وهي صحيحة

مستوى المعنوية: درجة الاحتمال التي ترفض بها فرضية العدم وهي صحيحة.

ج. الخطأ التجريبي: مقياس للاختلافات التي تظهر بين مشاهدات مسجلة من من وحدات تجريبية طبقت عليها نفس المعاملة

(١) يظهر الخطأ نتيجة اختلافات وراثية او تداخل وراثي بيئي

(٢) نتيجة اخطاء عند تطبيق المعاملات على الوحدات التجريبية

(٣) نتيجة اخطاء عند تسجيل البيانات بالطرق الفنية

د. يستخدم نظام الالواح المنشقة لسببين:

(١) من حيث ادارة العوامل في التجربة، ربما هناك اختلاف في طريقة تنفيذ العاملين، أي قد يحتاج احدهما لنظام خاص

(٢) عندما يكون احد العوامل اكثر اهمية من العامل الآخر من وجهة نظر الباحث

هـ. خطوات اختبار المتوسطات بطريقة دنكن:

(١) حساب قيمة الانحراف القياسي لمتوسط أي معاملة

(٢) ايجاد قيم اقصر مدى معنوي من جدول دنكن

(٣) حساب فيم اقل مدى معنوي من حاصل ضرب القيم في الخطوتين السابقتين

(٤) مقارنة الفروقات بين متوسطات المعاملات بعد ترتيبها تنازلياً بقيم اقل مدى معنوي، فاذا كان الفرق بين أي متوسطين مساوي او اكبر من قيمة اقل مدى معنوي المعينة يعد فرقا معنوياً.

س٢: كان النموذج الرياضي لإحدى التجارب: $y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$ $\{i=1,2,3,4,5 \quad j=1,2,3,4$

فاذا علمت ان تباين متوسط المعاملة الثانية = ٤ ومجموع المعاملة الاولى = ١٠٠ و $\sigma^2 t = 16$

وقيمة معامل التصحيح = ٨٠٠٠، المطلوب ما يلي:

(١) هل تختلف المعاملات عن بعضها معنوياً (قيمة F الجدولية = ٤.٢٦)

(٢) الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي المعاملتين الاولى والثانية

(٣) قيمة معامل الاختلاف للتجربة (٤) تأثير المعاملة الاولى (٥) تباين المشاهدة y_{23}

الجواب:

التصميم المستخدم هو CRD $t = 5 \quad r = 4$

(١) جدول تحليل التباين

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F
Treatments	4	320	80	5	4.26
Error	15	240	16		
Total	19	560			

$S^2\bar{y}_{2.} = 4$; $4 = MSe/4$ then $MSe = 16$

$MSt = \sigma^2 e + r\,\sigma^2 t = 16 + 64 = 80$

بما ان F المحسوبة اكبر من الجدولية، عليه فان المعاملات تختلف عن بعضها معنوياً

(٢)الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي المعاملتين الاولى والثانية

$S_{(\bar{y}1.-\bar{y}2.)} = \sqrt{2MSe/r} = \sqrt{2(16)/4} = 2.828$

(٣)قيمة معامل الاختلاف

$CV\% = (\sqrt{MSe/}y..) \text{ x } 100$

$8000 = (Y..)^2/20 \quad Y.. = 400 \quad \bar{y}.. = 400/20 = 20$

$CV\% = (\sqrt{16/}20) \text{ x } 100 = 20\%$

(٤)تاثير المعاملة الاولى $t_1 = \bar{y}_{1.} - \bar{y}.. = (100/4) - 20 = 5$

(٥)تباين المشاهدة y_{23} $S^2y_{23} = MSe = 16$

س١ : نفذت تجربة في المختبر لدراسة تأثير خمسة انواع من منظمات النمو على انبات بذور الحنطة باستخدام وحدات تجريبية متجانسة وتوفرت لديك المعلومات التالية: درجات الحرية الكلية = 29
المجموع العام = 150 ، مجموع مربعات المشاهدات = 996 ، قيمة تباين أي مشاهدة = 6 ،
المطلوب ما يلي:

(١)ما هو التصميم المستخدم وما هي معادلته الرياضية؟
(٢)اوجد جدول تحليل التباين كاملاً.
(٣)قدر قيمة معامل الاختلاف للتجربة.
(٤) قدر تأثير منظم النمو الثالث اذا كان متوسطه = 7.5

$t = 5 \quad \text{total df} = 29 \quad tr = 29 + 1 = 30 \quad r = 30/5 = 6$

$Y.. = 150 \quad \Sigma y_{ij}^2 = 996 \quad S^2 y_{ij} = 6$

(١) التصميم المستخدم هو CRD لان الوحدات التجريبية متجانسة

$Y_{ij} = \mu + ti + e_{ij} \quad \{ i = 1, 2, \ldots..,5 \quad j = 1,2, \ldots..,6$

(٢) جدول تحليل التباين

SOV	df	SS	MS	Cal F
Treatments	4	96	24	4
Error	25	150	6	
Total	29	246		

$MSe = S^2 y_{ij} = 6 \qquad SSe = (25)(6) = 150$

$CF = (Y..^2) / tr \quad = \quad (150^2)/30 = 750$

$SST = \Sigma y_{ij}^2 - CF = 996 - 750 = 246$

$SSt = SST - SSe = 246 - 150 = 96$

$MSt = 96/4 = 24$

$Cal\ F = MSt/MSe = 24/6 = 4$

(٣) معامل الاختلاف للتجربة

$CV = (\sqrt{MSe}/\bar{y}..) \times 100 \qquad \bar{y}.. = 150/30 = 5$

$CV\% = (\sqrt{6}/5) \times 100 = 48.98\%$

(٤) تأثير منظم النمو الثالث

$t_3 = \bar{y}_3. - \bar{y}.. = 7.5 - 5 = 2.5$

س٢ : نفذت تجربة لدراسة تأثير خمسة معاملات باستخدام ٢٥ وحدة تجريبية متجانسة، فاذا علمت بان تأثير المعاملة الرابعة = صفر ، وقيمة F المحسوبة للمعاملات = 5 ، وان:

$\bar{y}_{1.} = 4 \qquad \bar{y}_{2.} = 6 \qquad y_{3.} = 10 \qquad Y.. = 200$

(١) اوجد جدول تحليل التباين (٢) قدر قيمة معامل الاختلاف (٣) قدر تباين متوسط المعاملة الاولى

$t = 5 \qquad tr = 25 \qquad \text{then} \quad r = 25/5 = 5$

اوجد جدول تحليل التباين

SOV	df	SS	MS	Cal F
Treatments	4	200	50	5
Error	20	200	10	
Total	24	400		

$\bar{y}_{1.} = 4 \quad \text{then} \quad Y_1. = (4)(5) = 20$

$\bar{y}_{2.} = 6 \quad \text{then} \quad Y_3. = (6)(5) = 30$

$\bar{y}_{3.} = 10 \quad \text{then} \quad Y_3. = (10)(5) = 50$

$\bar{y}_{..} = 200/25 = 8$
$t_4 = \bar{y}_{4.} - \bar{y}_{..}$ $\quad 0 = \bar{y}_{4.} – 8$ $\quad$ then $\bar{y}_{4.} = 8$ $\quad Y_{4.} = (8)(5) = 40$
$Y_{5.} = 200 – (20+30+50+40) = 200 – 140 = 60$
$CF = (Y_{..}^2) / tr = (200^2)/25 = 1600$

$SSt = (\Sigma Y_{i.}^{\,2}/r) – CF = [\, (20^2+30^2+50^2+40^2+60^2)/5 \,] – 1600$
$= 1800 – 1600 = 200$
$MSt = SSt /(t – 1) = 200/4= 50$

Cal F = MSt/MSe $\quad$ then MSe = MSt /Cal F = 50/5 = 10
$SSe = (20)(10) = 200$

$SST = SSt + SSe = 200 + 200 = 400$

قدر قيمة معامل الاختلاف

$CV = (\sqrt{MSe}/\bar{y}_{..}) \times 100$ $\quad CV\% = (\sqrt{10}/8) \times 100 = 39.53\%$

قدر تباين متوسط المعاملة الاولى

$S^2\, \bar{y}_{1.} = MSe / r = 10 / 5 = 2$

اكمل جدول تحليل التباين التالي

ANOVA Table

S.O.V	df	SS	Ms	F Calculated	F Tabulated 0.05
treatment				2.25	
error	9		0.48		
total		6.48			

1- MSe = SSe/dfe
SSe = MSe*dfe
SSe = 0.48*9 = 4.32

2- F = MSt/MSe
MSt = F*MSe
MSt = 2.25*0.48 = 1.08

3- SST = (SSt+SSe)
SSt = (SST-SSe)
SSt = 6.48-4.32 = 2.16

4- MSt = SSt/dft
dft = SSt/MSt
dft = 2.16*1.08 = 2

5- dfe = t(r-1)
9 = 3(r-1)
r = 4

6- dfT = tr-1
dfT = (3*4)-1 = 11

ANOVA Table

S.O.V	df	SS	Ms	F Calculated	F Tabulated 0.05
treatment	2	2.16	1.08	2.25	4.26
error	9	4.32	0.48		
total	11	6.48			

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة الثالثة

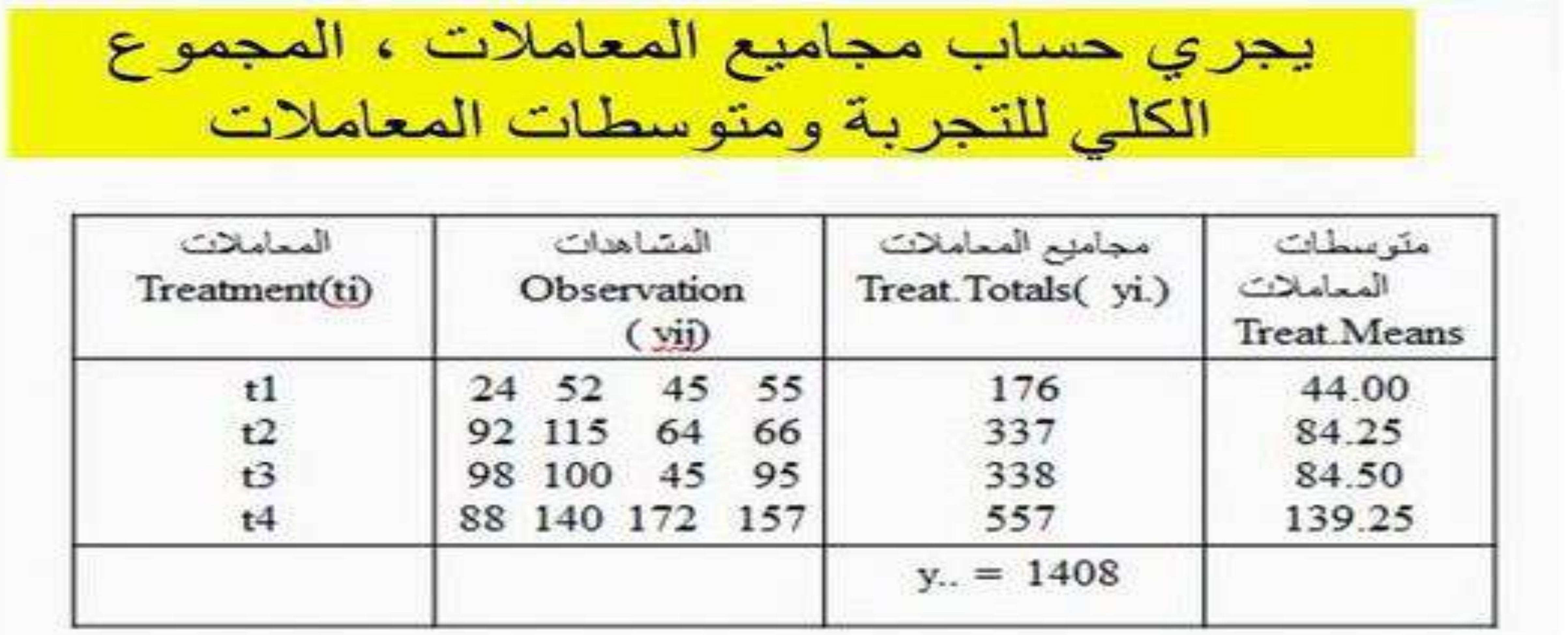
اسئلة عن عدم تساوي المكررات في تصميم CRD

م.م احمد مجيد عبدالله

مثال - في تجربة لدراسة تأثير أربعة معاملات طبقت باستخدام التصميم العشوائي الكامل (CRD) وبأربعة مكررات. تم تسجيل البيانات عن احدى الصفات وكانت كما في الجدول التالي.

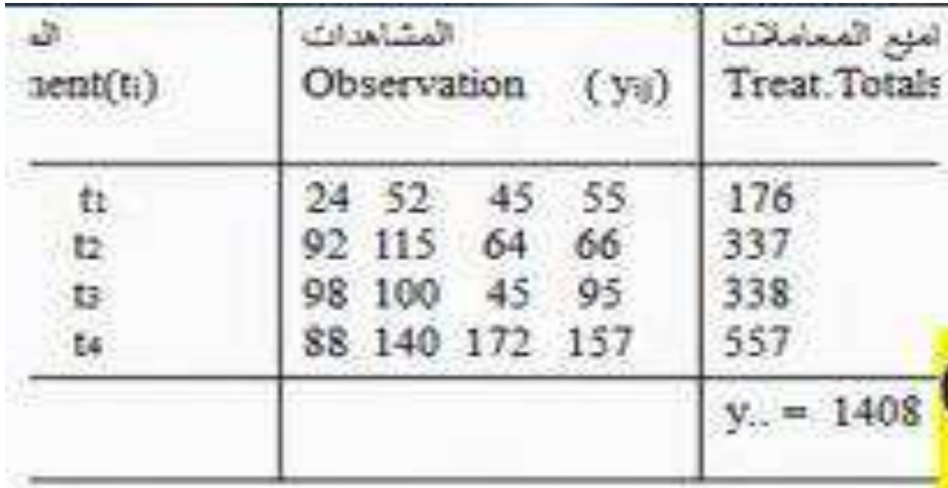
المطلوب

١- اجراء التحليل الاحصائي وإيجاد جدول تحليل التباين
٢- هل هناك تأثير للمعاملات على هذه الصفة



يجري حساب مجاميع المعاملات ، المجموع الكلي للتجربة ومتوسطات المعاملات

المعاملات Treatment(ti)	المشاهدات Observation (yij)	مجاميع المعاملات Treat.Totals(yi.)	متوسطات المعاملات Treat.Means
t1	24 52 45 55	176	44.00
t2	92 115 64 66	337	84.25
t3	98 100 45 95	338	84.50
t4	88 140 172 157	557	139.25
		y.. = 1408	



ال ment(t_i)	المشاهدات Observation (y_{ij})				موع المعاملات Treat. Totals
t_1	24	52	45	55	176
t_2	92	115	64	66	337
t_3	98	100	45	95	338
t_4	88	140	172	157	557
					$y_{..}$ = 1408

الحل :

معامل التصحيح : Correction Factor (C.F.)

$$CF = \frac{(Y_{..})^2}{t\,r} = \frac{(1408)^2}{4 \times 4} = 123904$$

حساب مجموع المربعات الكلية (SST)

$$SST = \sum Y^2_{ij} - C.F$$

$$SST = (24)^2 + (52)^2 + \ldots + (157)^2 - C.F$$

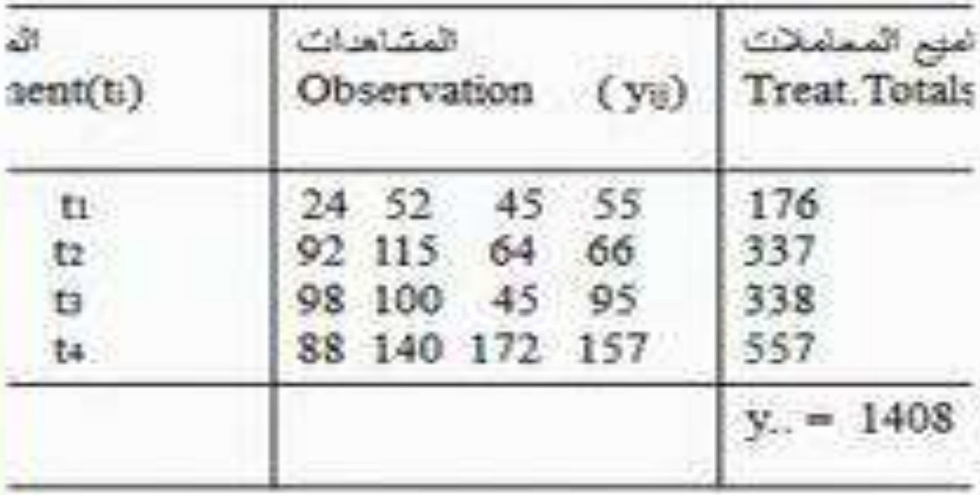
$$SST = 26798$$

sst حساب مجموع مربعات المعاملات

$$SSt = \frac{\sum Y^2 i.}{r} - C.F.$$

$$SSt = \frac{(176)^2 + (337)^2 + ... + (557)^2}{4} - C.F.$$

$$SSt = 142259.5 - 123904 = 18355.5$$

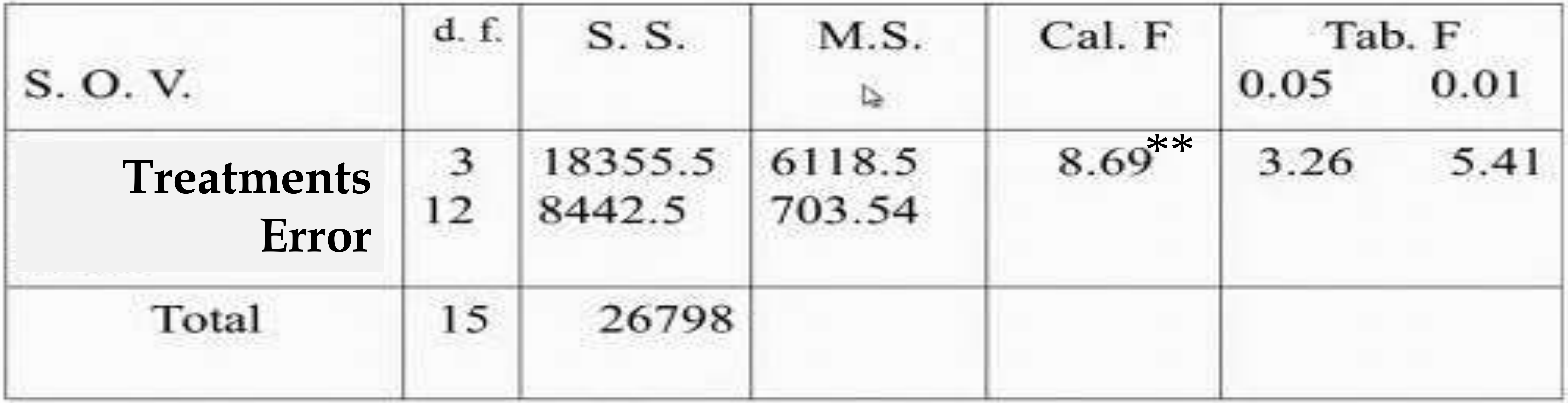


ال ent(t_i)	المشاهدات Observation (y_{ij})	ميع المعاملات Treat.Totals
t_1	24 52 45 55	176
t_2	92 115 64 66	337
t_3	98 100 45 95	338
t_4	88 140 172 157	557
		$y_{..} = 1408$

حساب مجموع مربعات الخطأ SSe :

$$SSe = SST - SSt$$
$$= 26798 - 18355.5 \quad = \; 8442.5$$

ANOVA Table جدول تحليل التباين



S. O. V.	d. f.	S. S.	M.S.	Cal. F	Tab. F	
					0.05	0.01
Treatments	3	18355.5	6118.5	8.69**	3.26	5.41
Error	12	8442.5	703.54			
Total	15	26798				

٢- وبما ان F المحسوبة (8.69) اكبر من F الجدولية عند مستوى معنوية 1% وهي (5.41) لهذا نقرر بان هناك تأثير عالي المعنوية للمعاملات على هذه الصفة.

MSt= SSt/d.f

MSe= SSe/d.f

Cal. F=MSt/MSe

عدم تساوي المكررات في التصميم

- اذا كانت المعاملات المختلفة غير متساوية في اعداد مكرراتها ، تكون طرق حساب مفردات جدول تحليل التباين مشابهة لما هو عليه عند تساوي المكررات ، إلا ان هناك تعديلات طفيفة لعدم توحيد المكررات فمثلا حساب درجات الحرية للخطأ يجري حسابها :
- $D.f._{(error)} = \sum ri - t$
- وكذلك حساب مجموع مربعات المعاملات SSt:
- حيث C.F. يمثل معامل التصحيح

$$\sum \frac{y_{i.}}{r_i} - C.F.$$

مثال – في احدى التجارب لدراسة تأثير خمسة أصناف من الحنطة وباستخدام التصميم العشوائي الكامل. استخدم الباحث عدد غير متساوي من المكررات وتم قياس صفة طول السنبلة للأصناف الخمسة فحصل على البيانات التالية.

المكررات	مجاميع المعاملات Yi.	المشاهدات	المعاملات
5	45	8 9 9 10 9	T1
3	23	8 7 8	T2
2	16	7 9	T3
3	30	10 9 11	T4
2	17	9 8	T5
15	Y..=131		

المطلوب

١- جدول تحليل التباين

٢- هل يوجد تأثير معنوي للمعاملات

التحليل

- حساب معامل التصحيح

$$C.F. = \frac{(y..)^2}{\sum r_i} = \frac{(131)^2}{15} = 1144.066$$

حساب مجموع المربعات الكلية SST:

$$SST = \sum y_{ij}{}^2 - C.F.$$

$$SST = (8^2 + 9^2 + \ldots\ldots + 8^2) - C.F.$$

$$SST = 1161 - 1144.066 = 16.94$$

- حساب مجموع مربعات المعاملات SSt :

$$SSt = \sum \frac{y_{i.}{}^{2}}{r_i} - C.F.$$

$$SSt = (\frac{45^2}{5} + \frac{23^2}{3} + \ldots + \frac{17^2}{2}) - C.F.$$

$$SSt = 1153.83 - 1144.066 = 9.77$$

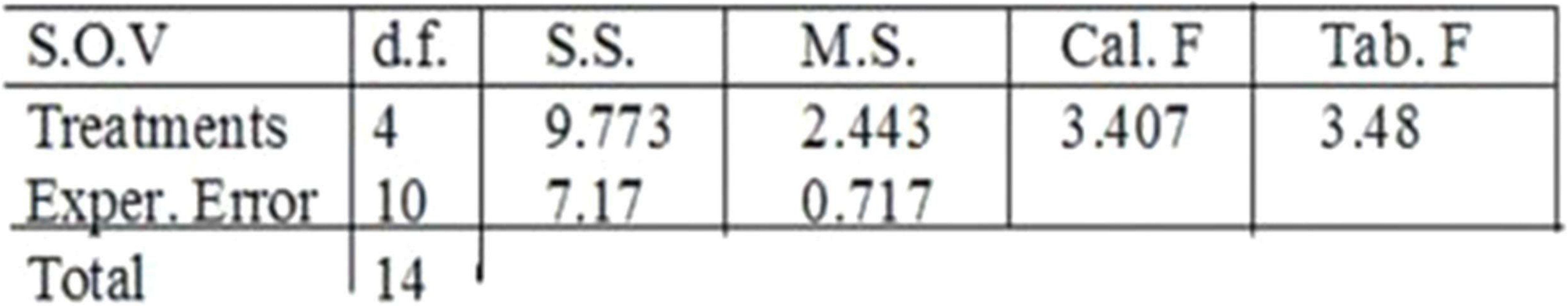
- حساب مجموع مربعات الخطأ التجريبي SSe :

SSe= SST – SSt

SSe = 16.94 – 9.77

= 7.17

ANOVA Table جدول تحليل التباين



S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	Cal. F	Tab. F
Treatments	4	9.773	2.443	3.407	3.48
Exper. Error	10	7.17	0.717		
Total	14				

- بما ان قيمة F المحسوبة (3.407) أقل من قيمة F الجدولية (٣.٤٨) ، اذن لا يوجد تأثير معنوي للمعاملات

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة الرابعة

تقدير مكونات التباين في تصميم CRD

م.م احمد مجيد عبدالله

المحاضرةالرابعة

تقدير مكونات التباين: تقدر هذه المكونات في حالة التصميم العشوائي الكامل كما يلي :

مثال : في تجربة نفذت باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD لدراسة تأثير خمسة معاملات وبأربعة مكررات ، حللت بيانات احدى الصفات وكان جدول تحليل التباين كما يلي: $t = 5 \quad r = 4$

SOV	df	SS	MS	EMS	Cal F
Treatments	4	84	21	$\sigma^2 e + r\,\sigma^2 t$	7
Error	15	45	3	$\sigma^2 e$	
Total	19	129			

- MS في الجدول تعني متوسط المربعات المقدر و EMS في الجدول تعني متوسط المربعات المتوقع

واذا علمت المتوسط العام للتجربة يساوي : $\bar{y}_{..} = 10$

1- تباين تأثير الخطأ التجريبي $\sigma^2 e$ يقدر من العلاقة بين متوسط المربعات المقدر MSe والمتوقع:

$$\sigma^2 e = MSe = 3$$

2- تباين تأثير المعاملات $\sigma^2 t$ يقدر كما يلي:

$$MSt = \sigma^2 e + r\,\sigma^2 t$$
$$MSt = MSe + r\,\sigma^2 t$$
$$\text{Then } \sigma^2 t = (MSt - Mse) / r$$
$$= (21 - 3) / 4 = 18 / 4 = 4.5$$

3- تباين اي مشاهدة S^2_{yij} ويقدر كما يلي:

$$S^2_{yij} = MSe = \sigma^2 e = 3$$

4- تباين متوسط اي معاملة $S^2_{\bar{y}i.}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{\bar{y}i.} = MSe / r = 3 / 4 = 0.75$$

5- الانحرف القياسي لمتوسط اي معاملة

ويقدر كما يلي : $S_{\bar{y}i}$

$$S_{\bar{y}i.} = \sqrt{S^2_{\bar{y}i.}} = \sqrt{MSe / r} = \sqrt{3 / 4} = \sqrt{0.75} = 0.866$$

6- تباين الفرق بين متوسطي اي معاملتين $S^2_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')} = 2\,MSe / r = (2)(3) / 4 = 6 / 4 = 1.5$$

7- الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي اي معاملتين $S_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')}$ ويقدر كما يلي:

$$S_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')} = \sqrt{2\,MSe / r} = \sqrt{(2)(3) / 4} = \sqrt{6 / 4} = \sqrt{1.5} = 1.225$$

8- معامل الاختلاف للتجربة Coefficient of variability (CV%)

يعرف بانه الانحراف القياسي معبرا عنه كنسبة مئوية من الوسط الحسابي ويقدر كما يلي:

$$CV\% = (\sqrt{MSE} / \bar{y}_{..}) \times 100$$
$$= (\sqrt{3} / 10) \times 100$$
$$= (1.732 / 10) \times 100 = 17.32\%$$

تحليل بيانات بطريقة التصميم العشوائي الكامل في حالة عدم تساوي تكرارات المعاملات

مثال: البيانات في الجدول التالي لصفة عدد الجوز بالقطن من تجربة للمقارنة بين خمسة اصناف من القطن (خمسة معاملات)، وكانت زراعة الاصناف الخمسة بأعداد مختلفة من الوحدات التجريبية (اي تكرارات غير متساوية)

متوسطات المعاملات	مجاميع المعاملات	المشاهدات					المعاملات
$\bar{y}_{i.}$	$Y_{i.}$	5	4	3	2	1	t_i
16/3 = 5.33	16			6	6	4	t_1
30/4 = 7.5	30		7	5	10	8	t_2
52/5 = 10.4	52	10	8	12	12	10	t_3
26/4 = 6.5	26		8	6	8	4	t_4
22/2 = 11	22				12	10	t_5
$\bar{y}_{..}$ = 144/18 = 8	$Y_{..}$ = 144						

يلاحظ ان تكرارات المعاملات الخمسة كما يلي:

$r_1 = 3$ $r_2 = 4$ $r_3 = 5$ $r_4 = 4$ $r_5 = 2$

وان عدد المشاهدات الكلية يساوي

$\Sigma r_i = 3 + 4 + 5 + 4 + 2 = 18$

ولغرض تحليل البيانات وايجاد جدول تحليل التباين نتبع الخطوات التالية:

SOV	df	SS	MS	F
treatments	$t - 1 = 5 – 1 = 4$	SSt = 110.133	MSt = 27.533	Ft = 8.978
Error	$\Sigma r_i – t = 18 – 5 = 13$	SSe = 39.867	MSe = 3.067	
Total	$\Sigma r_i – 1 = 17$	SST = 150		

يلاحظ ان Σr_i اصبحت بدلا من tr المعتمدة في حالة كون التكرارات متساوية

$CF = (Y_{..})^2 / \Sigma r_i = (144)^2 / 18 = 1152$

$SST = \Sigma Y_{ij}^2 – CF = (4^2 + 6^2 + 6^2 + ... + 12^2) – 1152 = 1302 – 1152 = 150$

$SSt = \Sigma(Y_{i.}^2/r_i) – CF = [16^2/3 + 30^2 /4 + 52^2/5 + 26^2/4 + 22^2/2] – 1152$

$= 1262.133 – 1152 = 110.133$

$SSe = SST – SSt = 150 – 110.133 = 39.867$

$MSt = SSt / (t – 1) = 110.113 / 4 = 27.533$

$MSe = SSe / (\Sigma r_i – t) = 39.867/13 = 3.167$

Cal F for treatments = MSt/MSe = 27.533/3.067 = 8.978

طرق المقارنة بين متوسطات المعاملات

بعد تحليل البيانات لصفة ما وايجاد جدول تحليل التباين واذا كان القرار ان F المحسوبة اكبر من الجدولية ، هذا يعني وجود فروق بين متوسطات المعاملات ، وهذا يتطلب اجراء اختبارات لاحقة للتعرف على افضل المعاملات ولغرض التعرف على ذلك هناك طرق مختلفة للمقارنة بين متوسطات المعاملات يمكن تصنيفها كما يلي

اولا : الطرق [illegible] التجربة

(١) طريقة المقارنات [illegible] ويتم اعتمادها في حالة كون المعاملات وصفية (مثل انواع مبيدات) ويمكن وضعها في مجاميع

(٢) تحليل الاتجاه ، ويتم اعتمادها عندما تكون المعاملات كمية (مثل كميات مختلفة من السماد النيتروجيني او مسافات مختلفة للزراعة)

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة الخامسة

اسئلة عن تصميم RCBD

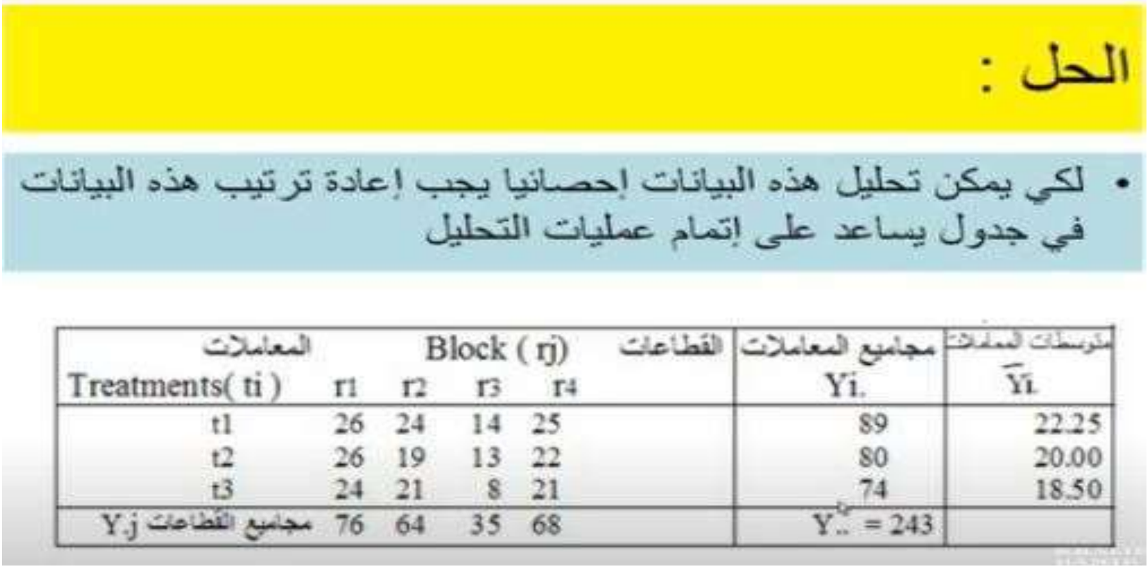
م.م احمد مجيد عبدالله

مثال

أجريت تجربة لدراسة تأثير ثلاثة أنواع من المحاريث واستخدم في التجربة أربعة قطاعات وزعت عليها المعاملات عشوائياً وتم قياس احدى الصفات فحصلنا على البيانات التالية.

المطلوب / تحليل التباين وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وكتابة جدول تحليل التباين.

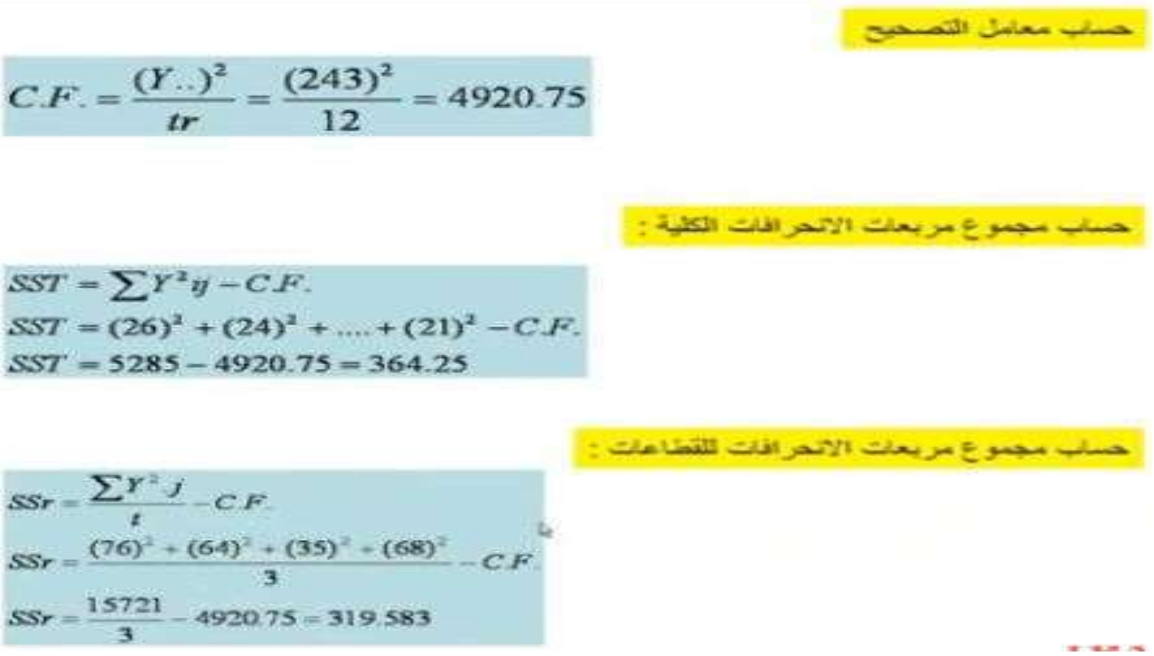
القطاع الأول	26	T1	24	T3	26	T2
القطاع الثاني	19	T2	24	T1	21	T3
القطاع الثالث	13	T2	8	T3	14	T1
القطاع الرابع	25	T1	22	T2	21	T3



الحل :

- لكي يمكن تحليل هذه البيانات إحصائيا يجب إعادة ترتيب هذه البيانات في جدول يساعد على إتمام عمليات التحليل

المعاملات Treatments(ti)	Block (rj) القطاعات r1	 r2	 r3	 r4	مجاميع المعاملات Yi.	متوسطات المعاملات $\bar{Y}i.$
t1	26	24	14	25	89	22.25
t2	26	19	13	22	80	20.00
t3	24	21	8	21	74	18.50
Y.j مجاميع القطاعات	76	64	35	68	Y.. = 243	



حساب معامل التصحيح

$$C.F. = \frac{(Y..)^2}{tr} = \frac{(243)^2}{12} = 4920.75$$

حساب مجموع مربعات الانحرافات الكلية :

$$SST = \sum Y^2 ij - C.F.$$

$$SST = (26)^2 + (24)^2 + ... + (21)^2 - C.F.$$

$$SST = 5285 - 4920.75 = 364.25$$

حساب مجموع مربعات الانحرافات للقطاعات :

$$SSr = \frac{\sum Y^2 j}{t} - C.F.$$

$$SSr = \frac{(76)^2 + (64)^2 + (35)^2 + (68)^2}{3} - C.F.$$

$$SSr = \frac{15721}{3} - 4920.75 = 319.583$$

حساب مجموع مربعات الانحرافات للمعاملات :

$$SSt = \frac{\sum Y^2 i.}{r} - C.F.$$

$$SSt = \frac{(89)^2 + (80)^2 + (74)^2}{4} - 4920.75$$

$$SSt = \frac{19797}{4} - 4920.75 = 28.5$$

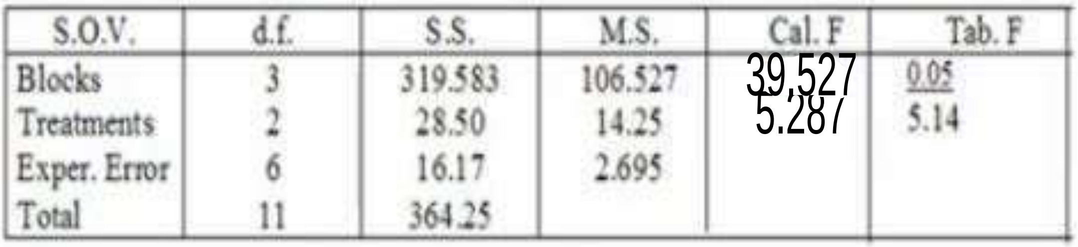
حساب مجموع مربعات الانحرافات للخطا التجريبي :

$$SSe = SST - SSr - SSt$$

$$SSe = 364.25 - 319.58 - 28.5$$

$$SSe = 16.17$$

- بعد ذلك نلخص نتائج التحليل الإحصائي في جدول تحليل التباين ونكمل الجدول لإجراء اختبار F لتحديد تأثير المعاملات :



S.O.V.	d.f.	S.S.	M.S.	Cal. F	Tab. F
Blocks	3	319.583	106.527	39,527	0.05
Treatments	2	28.50	14.25	5.287	5.14
Exper. Error	6	16.17	2.695		
Total	11	364.25			

سؤال

نفذت تجربة لمقارنة اصناف من زهرة الشمس بتصميم قطاعات عشوائية كاملة بخمسة قطاعات فاذا توفرت لديك المعلومات التالية

درجات الحرية الكلية = 49

المجموع العام للتجربة = 500

وقيمة F المحسوبة للقطاعات = 2

وان $SS_r = 32$

وان $\sum Y_{i.}^2 = 25900$

① اوجد جدول تحليل التباين

الحل

بما ان درجات الحرية الكلية = 49

$$t \times r - 1 = 49 \Rightarrow t \times 5 - 1 = 49 \Rightarrow t = \frac{50}{5} = 10$$

$$cf = \frac{Y_{..}^2}{t \times r} = \frac{(500)^2}{50} = \frac{250{,}000}{50} = 5000$$

$$SSt = \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - cf \Rightarrow = \frac{25900}{5} - 5000$$

$$SSt = \boxed{180} \Rightarrow MSt = \frac{SSt}{d.f_t} = \frac{180}{9} = \boxed{20}$$

$$MSr = \frac{SSr}{dfr} \Rightarrow \frac{32}{4} = \boxed{8}$$

$$Fr = \frac{MSr}{MSe} \Rightarrow 2 = \frac{8}{MSe} \Rightarrow MSe = \frac{8}{2} = \boxed{4}$$

$$df_e = (t-1)(r-1) \Rightarrow 9 \times 4 = \boxed{36}$$

$$MSe = \frac{SSe}{df} \Rightarrow 4 = \frac{SSe}{36} \Rightarrow SSe = \boxed{144}$$

$$SST = (SSt + SSr + SSe) \Rightarrow = 180 + 32 + 144$$

$$SST = \boxed{356}$$

$$F_t = \frac{MSt}{MSe} = \frac{20}{4} = \boxed{5}$$

جدول تحليل التباين

S.O.V	d.f	SS	M.S	Fcal
Block	4	32	8	2
tretments	9	180	20	5
Error	36	144	4	
total	49	356		

(ج) قدر الانحراف القياسي لمتوسط المعاملة الثانية

$$S_{\bar{Y}_{2.}} = \sqrt{\frac{MSe}{r}} = \sqrt{\frac{4}{5}} = \sqrt{0.8} \simeq 0.894$$

(د) قدر معامل الاختلاف

$$C.V.\% = \frac{\sqrt{MSe}}{\bar{Y}_{..}} \times 100 \qquad \bar{Y}_{..} = \frac{Y_{..}}{t \times r} = \frac{500}{50} = 10$$

$$C.V.\% = \frac{\sqrt{4}}{10} \times 100 = \frac{200}{10} = 20\%$$

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة السادسة

تقدير مكونات التباين والمشاهدة المفقودة في تصميم RCBD

م.م احمد مجيد عبدالله

المحاضرة السادسة

تابع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

تقدير مكونات التباين: تقدر هذه المكونات في حالة تصميم RCBD الذي سبق شرحه كما يلي :

مثال : في تجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD لدراسة تأثير خمسة معاملات وبأربعة قطاعات ، حللت بيانات احدى الصفات وكان جدول تحليل التباين كما يلي: $t = 5 \quad r = 4$

SOV	df	SS	MS	EMS	Cal F
Blocks	3	21	7	$\sigma^2 e + t\,\sigma^2 r$	
Treatments	4	84	21	$\sigma^2 e + r\,\sigma^2 t$	10.5
Error	12	24	2	$\sigma^2 e$	
Total	19	129			

واذا علمت أن المتوسط العام للتجربة يساوي : $\bar{y}.. = 10$

تباين تأثير الخطأ التجريبي $\sigma^2 e$ يقدر من العلاقة بين متوسط المربعات المقدر MSe والمتوقع:

$$\sigma^2 e = MSe = 2$$

تباين تأثير المعاملات $\sigma^2 t$ يقدر كما يلي:

$$MSt = \sigma^2 e + r\,\sigma^2 t = MSe + r\,\sigma^2 t$$

$$\text{Then } \sigma^2 t = (MSt – Mse) / r = (21 – 2) / 4 = 19 / 4 = 4.75$$

تباين تأثير القطاعات $\sigma^2 r$ يقدر كما يلي:

$$MSr = \sigma^2 e + t\,\sigma^2 r = MSe + t\,\sigma^2 r$$

$$\text{Then } \sigma^2 r = (MSr – Mse) / t = (7 – 2) / 5 = 5 / 5 = 1.00$$

تباين اي مشاهدة S^2_{yij} ويقدر كما يلي:

$$S^2_{yij} = MSe = \sigma^2 e = 2$$

تباين متوسط اي معاملة $S^2_{\bar{y}i.}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{\bar{y}i.} = MSe / r = 2 / 4 = 0.5$$

الانحراف القياسي لمتوسط اي معاملة $S_{\bar{y}i}$: ويقدر كما يلي

$$S_{\bar{y}i.} = \sqrt{S^2_{\bar{y}i.}} = \sqrt{MSe / r} = \sqrt{2 / 4} = \sqrt{0.5} = 0.707$$

تباين الفرق بين متوسطي اي معاملتين $S^2_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')} = 2\,MSe / r = (2)(2) / 4 = 4 / 4 = 1.00$$

الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي اي معاملتين $S_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')}$ ويقدر كما يلي:

$$S_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')} = \sqrt{2\,MSe / r} = \sqrt{(2)(2) / 4} = \sqrt{4 / 4} = \sqrt{1.00} = 1.00$$

معامل الاختلاف للتجربة Coefficient of variability (CV%)

يعرف بانه الانحراف القياسي معبرا عنه كنسبة مئوية من الوسط الحسابي ويقدر كما يلي:

$$CV\% = (\sqrt{MSE} / \bar{y}..) \times 100$$
$$= (\sqrt{2} / 10) \times 100$$
$$= (1.414 / 10) \times 100 = 14.14\%$$

من مميزات تصميم القطاعات العشوائية الكاملة التي سبق ذكرها عند تعريفنا للتصميم :

اولاً : يعد اكثر كفاءة من التصميم العشوائي الكامل عند الحاجة الى استخدامه

وثانياً : اذا فقدت مشاهدات من التجربة هناك امكانية لتقديرها ، والان سنشرح كيفية التعامل مع هاتين الميزتين:

اولاً :تقدير الكفاءة النسبية لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة مقارنة بالتصميم العشوائي الكامل:

مثال : الجدول التالي يبين نتائج تحليل التباين لصفة ما من تجربة بأربعة معاملات وثلاث قطاعات، احسب الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة بالتصميم العشوائي الكامل وفسر معناها :

SOV	df	SS	MS	Computed F
Blocks	3- 1 = 2	36	18	
Treatments	4- 1 = 3	60	20	5
Error	(3- 1)(4- 1) = 6	24	4	
Total	(4)(3) – 1 = 11	120		

الكفاءة النسبية Relative Efficiency وتكون على شكل نسبة مئوية ويرمز لها (RE%) تقدر كما يلي:

$$RE\% = \frac{(r-1)MSr + r(t-1)MSe}{(rt-1)MSe} \times 100 = \frac{(3-1)(18) + 3(4-1)(4)}{[(3)(4)-1)](4)} = \frac{72}{44} \times 100 = 163.6\%$$

وهذه النتيجة تعني ان تصميم القطاعات العشوائية الكاملة اكثر كفاءة من التصميم العشوائي الكامل بما يساوي 63.6% ، وهذا يعني لو رغبنا بتنفيذ التجربة ذاتها بتصميم عشوائي كامل لابد من زيادة عدد المكررات وبالتالي من الوحدات التجريبية (اي من مساحة وحجم التجربة) بنسبة 63.6%، وهذا يؤدي الى زيادة الجهود والتكاليف اللازمة للتجربة ، عليه فان استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة ادى الى تخفيض الامكانيات اللازمة للتجربة وبالتالي الجهود والتكاليف بنسبة 63.6% .

ثانياً : تقدير قيمة المشاهدة المفقودة في حالة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

مثال: تجربة لدراسة تأثير اربعة معاملات بثلاثة قطاعات بتصميم RCBD كانت بيانات احدى الصفات كما في الجدول التالي ، المطلوب ايجاد قيمة المشاهدة المفقودة.

	r_1	r_2	r_3	$Y_{i.}$
t_1	4	3	5	12
t_2	8	6	6	20
t_3	5	------	5	$Y_{3.} = 10$
t_4	8	7	9	24
$Y_{.j}$	25	$Y_{.2} = 16$	25	$Y_{..} = 66$

الحل: يلاحظ ان المشاهدة المفقودة تتبع المعاملة الثالثة وواقعة في القطاع الثاني y_{32}

ولتقدير القيمة المفقودة تجمع المشاهدات في الجدول افقيا لإيجاد مجاميع المعاملات وعموديا لإيجاد مجاميع القطاعات ثم حساب المجموع العام ..Y وهو مجموع جميع المشاهدات

يلاحظ ان كل من مجموع المعاملة الثالثة ومجموع القطاع الثاني والمجموع العام تنقصه مشاهدة،

فهذه تستخدم في معادلة لحساب القيمة المفقودة، وكما يلي:

$$y_{ij} = \frac{(t)(Y_{i}.) + (r)(Y._{j}) - Y..}{(t-1)(r-1)} \; ; \; y_{32} = \frac{(t)(Y_{3}.) + (r)(Y._{2}) - Y..}{(t-1)(r-1)} = \frac{(4)(10)+(3)(16)-66}{(4-1)(3-1)} = 3.67$$

لذا فان القيمة التقديرية للمشاهدة المفقودة = 3.67 ، هذه القيمة توضع في محلها في جدول البيانات وتصحح المجاميع، فيكون لدينا جدول ببيانات كاملة، وهنا نتبع خطوات التحليل الاحصائي السابق شرحها لإيجاد جدول تحليل التباين.

	r_1	r_2	r_3	$Y_i.$
t_1	4	3	5	12
t_2	8	6	6	20
t_3	5	3.67	5	13.67
t_4	8	7	9	24
$Y._j$	25	19.67	25	69.67

وعند ايجاد جدول تحليل التباين تحذف درجة حرية واحدة من المجموع الكلي ومن الخطأ التجريبي لان القيمة المقدرة للمشاهدة المفقودة اصبحت غير حرة وانما قدرت من خلال معادلة وكما مؤشر في الجدول التالي:

SOV	df	SS	MS	F
Blocks	r – 1 = 2	SSr	MSr	
treatments	t - 1 = 3	SSt	MSt	Ft
Error	(r – 1)(t - 1) – 1 = 5	SSe	MSe	
Total	tr – 1 = (3)(4) – 1 – 1 = 10			

وهنا عندما يتم حساب MSe يكون من قسمة SSe على درجات الحرية المصححة والتي تساوي 5

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة السابعة

تصميم المربع اللاتيني والكفاءة النسبية

م.م احمد مجيد عبدالله

سؤال واجب: أكمل جدول تحليل التباين الاتي موضحا الخطوات بالقوانين اللازمة مع كتابة الانموذج الرياضي المناسب.

SOV	d.f.	SS	MS	F المحسوبة
Block	3	----------	60	
Treat.	-------	10	---------	---------
Exp. Error	12	----------	2.66	
Total	--------			

المحاضرة السابعة

تصميم المربع اللاتيني

(Latin Square Design)

يتم في هذا التصميم تجميع الوحدات التجريبية بأتجاهين هما صفوف (Rows) وأعمدة (Columns) لغرض أحداث التجانس بأتجاهين ، أذ لم يكفي مجانستها بأتجاه واحد كما حصل في تصميم القطاعات ، وفي تصميم المربع اللاتيني يتم توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية أو بالعكس وبصورة عشوائية لغرض أعطاء كل وحدة تجريبية نفس الفرصة ، ويعد هذا التصميم سهل التطبيق كما هو الحال في التصميمين RCBD و CDR . وان تصميم المربع اللاتيني يعد أدق (أكفأ) من التصميمين RCBD و CDR . الا أن من أهم محددات هذا التصميم هي زيادة نسبة الخطأ في حالة أستعمال أقل من ثلاث معاملات أو صفوف أو أعمدة وكذلك يصبح التحليل معقدا في حالة زيادة عدد المعاملات أو الصفوف أو الاعمدة عن ثمانية.

ملاحظة : في تصميم المربع اللاتيني يكون عدد المعاملات مساويا لعدد الصفوف ومساويا لعدد الاعمدة ($t = r = c$) حيث t تمثل المعاملات و r هي الصفوف و c تمثل الاعمدة . لذلك المربع اللاتيني يكون 3 x 3 أو 4 x 4 أو 5 x 5 وهكذا.

الانموذج الرياضي للتصميم : (Mathematical Model).

$$\mathbf{Yij(k) = \mu + \chi i + + \beta i + Ti + eij(k)}$$

أذ أن :

Yij(k): قيمة المشاهدة.

μ : المتوسط العام للصفة المدروسة.

χi: تأثير الصفوف i .

βi: تأثير الاعمدة j .

Ti: تأثير المعاملة k .

eij(k): الخطأ العشوائي الذي يتوزع توزيعا طبيعيا بمتوسط يساوي صفر وتباين قدره $\sigma^2 e$.

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f . درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة F المحسوبة
Rows الصفوف	r-1	$SSr = \frac{\sum Yi.^{2}}{r} - CF$	$MSr = \frac{SSr}{r-1}$	$F = \frac{MSt}{MSe}$
Columns الاعمدة	r-1	$SSc = \frac{\sum Y.j^{2}}{r} - CF$	$MSc = \frac{SSc}{r-1}$	
Treat. المعاملة	r-1	$SSt = \frac{\sum Y.k^{2}}{r} - CF$	$MSt = \frac{SSt}{r-1}$	
Experimental	(r-1)(r-		SSe	

Error. الخطأ التجريبي	2)	SSe = SST – SSr - SSc - SSt	MSe = ----- (r-1)(r-2)	
Total الكلي	r^2-1	SST = $\sum Yij^2$ – CF	-------------	

علما أن :

t: عدد المعاملات في التجربة.

r: عدد الصفوف في التجربة.

c: عدد الاعمدة في التجربة.

وأن CF يمثل معامل التصحيح ويساوي مربع مجموع القيم مقسوما الى مربع عدد الصفوف أو العمدة أو المعاملات.

أي أن :

$$CF = \frac{(Y..)^2}{r^2}$$

__مثال :__ أجريت تجربة وفق تصميم المربع اللاتيني وشملت أربعة معاملات (التجربة 4 x 4) والبيانات كما موضحة في الجدول الاتي.

الاعمدة الصفوف	C1	C2	C3	C4	Yi. مجاميع الصفوف
R1	t1 4	t2 3	t3 4	t4 1	12
R2	t2 5	t3 2	t4 3	t1 6	16
R3	t3 4	t4 2	t1 5	t2 5	16
R4	t4 6	t1 6	t2 3	t3 4	19
Y.j مجاميع الاعمدة	19	13	15	16	Y.. = 63 المجموع الكلي

من خلال الجدول يتضح بأن عدد الصفوف = عدد الاعمدة = عدد المعاملات

أي أن r = 4 .

قبل البدء بالحل يجب أستخراج مجاميع المعاملات من خلال متابعتها في جدول البيانات أعلاه الذي يحوي مجاميع الصفوف والاعمدة وكما يلي:

$\sum t1 = 4 + 6 + 5 + 6 = 21$
$\sum t2 = 3 + 5 + 5 + 3 = 16$
$\sum t3 = 4 + 2 + 4 + 4 = 14$
$\sum t4 = 1 + 3 + 2 + 6 = 12$

بعد ذلك نبدأ بأستخراج معامل التصحيح

$$CF = \frac{(Y..)^2}{r^2} = \frac{(63)^2}{4^2} = 240.06$$

$$SSr = \frac{\sum Yi.^{\,2}}{r} - CF$$

$$SSr = \frac{(12)^2 + \text{----------} + (19)^2}{4} - 240.06$$

$$SSr = 6.19$$

$$SSc = \frac{\sum Y.j^{\,2}}{r} - CF$$

$$SSc = \frac{(19)^2 + \text{----------} + (16)^2}{4} - 240.06$$

$$SSc = 4.69$$

$$SSt = \frac{\sum Yk.^{\,2}}{r} - CF$$

$$SSt = \frac{(21)^2 + \text{----------} + (12)^2}{} - 240.06$$

4
SSt = 11.19

SST = ∑Yij^2 – CF
SST = $(4)^2$ + ---------------------------- + $(4)^2$ - 240.06
SST = 32.94
SSe = SST – SSr - SSc – SSt
SSe = 32.94 – 6.19 – 4.69 - 11.19
SSe = 10.87

جدول تحليل التباين للتصميم :(Anova Table).

S.O.V. مصادر الاختلاف	d.f . درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	F. Value قيمة f المحسوبة
Rows الصفوف	r-1= 3	SSr = 6.19	MSr = 2.06	MSt F = -------- MSe 3.73
Columns الاعمدة	r-1 = 3	SSc = 4.69	MSc = 1.56	
Treat. المعاملة	r-1 = 3	SSt = 11.19	MSt = 3.73	
Experimental Error.	(r-1)(r-2) (4-1)(4-2) = 6	SSe = 10.87	MSe = 1.81	

الخطأ التجريبي				F = -------- 1.81 F = 2.06 NS
Total الكلي	r^2-1 4^2 -1 = 15	SST = 32.94	-------------	

NS: تعني غير معنوي (Non-significant).

حيث أن قيمة F المحسوبة (2.06) أقل من الجدولية التي تستخرج على درجات حرية المعاملة (3) والخطأ (6) من جداول F.

ملاحظة: نلاحظ من الجدول أعلاه بأن قيمة F تحسب من متوسط مربعات المعاملة ومتوسط مربعات الخطأ وليس من قيم الصفوف والاعمدة.

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني مقارنة بالتصميمين العشوائي الكامل (CRD) والقطاعات العشوائية الكاملة (RCBD).

١- مقارنة كفاءة المربع اللاتيني مع CRD.

يتم بأستعمال المعادلة التالية:

$$R.E.\ \% = \frac{MSr + MSc + (r-1)\ MSe}{(r+1)\ MSe} \times 100$$

R.E. : الكفاءة النسبية

مثال: أذا كان لدينا جدول تحليل التباين الاتي الناتج من تحليل تجربة بتصميم المربع اللاتيني.

SOV	d.f.	SS	MS	F
Rows	4	13601	3400	
Colum.	4	6144	1536	
Treat.	4	4156	1039	0.98
Error	12	12668	1056	
Total	24	36569		

من خلال هذا الجدول يمكن حساب الكفاءة النسبية وكما يلي:

MSr + MSc + (r-1) MSe

R.E. % = ----------------------------- X 100

$$(r +1)\ MSe$$

$$R.E.\ \% = \frac{3400 + 1536 + (5 -1)\ 1056}{(5 +1)\ 1056} \times 100$$

$$R.E.\ \% = 145\ \%$$

٢- مقارنة كفاءة المربع اللاتيني مع RCBD.

- أولا بأفتراض أن الصفوف هي القطاعات يتم بأستعمال المعادلة الاتية:

$$R.E.\ \% = \frac{MSc + (r-1)\ MSe}{r\ (MSe)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = \frac{1536 + (5-1)\ 1056}{5\ (1056)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = 109\ \%$$

- ثانيا بأفتراض أن الاعمدة هي القطاعات يتم بأستعمال المعادلة الاتية:

$$R.E.\ \% = \frac{MSr + (r-1)\ MSe}{r\ (MSe)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = \frac{3400 + (5-1)\ 1056}{5\ (1056)} \times 100$$

$$R.E.\ \% = 143\ \%$$

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة الثامنة

تقدير مكونات التباين والمشاهدة المفقودة في تصميم LSD

م.م احمد مجيد عبدالله

المحاضرة الثامنة

تابع تصميم المربع اللاتيني

تقدير مكونات التباين: تقدر هذه المكونات في حالة تصميم LSD الذي سبق شرحه:

مثال : في تجربة باستخدام تصميم المربع اللاتيني LSD لدراسة تأثير خمسة معاملات ، حللت بيانات احدى الصفات وكان جدول تحليل التباين كما يلي:

$t = r = c = 5 \quad , \quad t^2 = 25$

SOV	df	SS	MS	EMS	Cal F
Rows	4	12	3	$\sigma^2 e + t\,\sigma^2 r$	
Columns	4	20	5	$\sigma^2 e + t\,\sigma^2 c$	
Treatments	4	84	21	$\sigma^2 e + t\,\sigma^2 t$	10.5
Error	12	24	2	$\sigma^2 e$	
Total	24	140			

واذا علمت المتوسط العام للتجربة يساوي : $\bar{y}.. = 10$

تباين تأثير الخطأ التجريبي $\sigma^2 e$ يقدر من العلاقة بين متوسط المربعات المقدر MSe والمتوقع:

$$\sigma^2 e = MSe = 2$$

تباين تأثير المعاملات $\sigma^2 t$ يقدر كما يلي:

$$MSt = \sigma^2 e + t\,\sigma^2 t = MSe + t\,\sigma^2 t$$

$$\text{Then } \sigma^2 t = (MSt - Mse) / t = (21 - 2) / 5 = 19 / 5 = 3.8$$

تباين تأثير الصفوف $\sigma^2 r$ يقدر كما يلي:

$$MSr = \sigma^2 e + t\,\sigma^2 r = MSe + t\,\sigma^2 r$$

$$\text{Then } \sigma^2 r = (MSr - Mse) / t = (3 - 2) / 5 = 1 / 5 = 0.2$$

تباين تأثير الاعمدة $\sigma^2 c$ يقدر كما يلي:

$$MSc = \sigma^2 e + t\,\sigma^2 c = MSe + t\,\sigma^2 c$$

$$\text{Then } \sigma^2 c = (MSc - Mse) / t = (5 - 2) / 5 = 3 / 5 = 0.6$$

تباين اي مشاهدة $S^2_{yrc(i)}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{yrc(i)} = MSe = \sigma^2 e = 2$$

تباين متوسط اي معاملة $S^2_{\bar{y}(i).}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{\bar{y}(i).} = MSe / t = 2 / 5 = 0.4$$

الانحراف القياسي لمتوسط اي معاملة $S_{\bar{y}(i.)}$: ويقدر كما يلي

$$S_{\bar{y}(i).} = \sqrt{S^2_{\bar{y}i.}} = \sqrt{MSe / t} = \sqrt{2 / 5} = \sqrt{0.4} = 0.632$$

تباين الفرق بين متوسطي اي معاملتين $S^2_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')}$ ويقدر كما يلي:

$$S^2_{[\bar{y}(i). - \bar{y}(i).']} = 2\,MSe / t = (2)(2) / 5 = 4 / 5 = 0.8$$

الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي اي معاملتين $S_{(\bar{y}i. - \bar{y}i.')}$ ويقدر كما يلي:

$$S_{[\bar{y}(i). - \bar{y}(i).']} = \sqrt{2\,MSe / t} = \sqrt{(2)(2) / 5} = \sqrt{4 / 5} = \sqrt{0.8} = 0.894$$

معامل الاختلاف للتجربة Coefficient of variability (CV%)

يعرف بانه الانحراف القياسي معبرا عنه كنسبة مئوية من الوسط الحسابي ويقدر كما يلي:

$$CV\% = (\sqrt{MSE} / \bar{y}..) \times 100$$

$$= (\sqrt{2} / 10) \times 100$$

$$= (1.414 / 10) \times 100 = 14.14\%$$

من مميزات تصميم المربع اللاتيني التي سبق ذكرها عند تعريفنا للتصميم :

اولاً : يعد اكثر كفاءة من التصميمين العشوائي الكامل والقطاعات العشوائية الكاملة عند الحاجة الى استخدامه

وثانياً : اذا فقدت مشاهدات من التجربة هناك امكانية لتقديرها ، والان سنشرح كيفية التعامل مع هاتين الميزتين:

اولاً : تقدير الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني:

مثال : الجدول التالي يبين نتائج تحليل التباين لصفة ما من تجربة بأربعة معاملات ، احسب الكفاءة النسبية للتصميم مقارنة بالتصميم العشوائي الكامل وفسر معناها :

SOV	df	SS	MS	Computed F
Rows	4- 1 = 3	36	12	
Columns	4- 1 = 3	30	10	
Treatments	4- 1 = 3	60	20	5
Error	(4- 1)(4- 2) = 6	24	4	
Total	$(4)^2 - 1 =$ 15	150		

(1) الكفاءة النسبية للمربع اللاتيني مقارنة بالتصميم العشوائي الكامل :

$$RE\% = \frac{MSr + MSc + (t - 1)\, MSe}{(t + 1) MSe} \times 100 = \frac{12 + 10 + (3)(4)}{(5)(4)} = \frac{34}{20} \times 100 = 170\%$$

وهذه النتيجة تعني ان تصميم المربع اللاتيني اكثر كفاءة من التصميم العشوائي الكامل بما يساوي 70% ، وهذا يعني لو رغبنا بتنفيذ التجربة ذاتها بتصميم عشوائي كامل لابد من زيادة عدد المكررات وبالتالي من الوحدات التجريبية (اي من مساحة وحجم التجربة) بنسبة 70%، وهذا يؤدي الى زيادة الجهود والتكاليف اللازمة للتجربة ، عليه فان استخدام تصميم المربع اللاتيني ادى الى تخفيض الامكانيات اللازمة للتجربة وبالتالي الجهود والتكاليف بنسبة 70% .

(2) الكفاءة النسبية للمربع اللاتيني مقارنة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة :

أ – على اعتبار ان الصفوف هي القطاعات :

$$RE\% = \frac{MSc + (t - 1)\, MSe}{t\, MSe} \times 100 = \frac{10 + (3)(4)}{(4)(4)} = \frac{22}{16} \times 100 = 137.5\%$$

ب – على اعتبار ان الاعمدة هي القطاعات :

$$RE\% = \frac{MSr + (t - 1)\, MSe}{t\, MSe} \times 100 = \frac{12 + (3)(4)}{(4)(4)} = \frac{24}{16} \times 100 = 150\%$$

وهذه النتائج تعني ان تصميم المربع اللاتيني اكثر كفاءة من تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بما يساوي 37.5% عند اعتماد الصفوف كقطاعات و 50% عند اعتماد الاعمدة كقطاعات ، وهذا يعني لو رغبنا بتنفيذ التجربة ذاتها بتصميم قطاعات عشوائية كاملة لابد من زيادة عدد القطاعات وبالتالي من الوحدات التجريبية (اي من مساحة وحجم التجربة) بنسبة 37.5% عند اعتبار الصفوف كقطاعات و 50% عند اعتبار الاعمدة

كقطاعات ، وهذا يؤدي الى زيادة الجهود والتكاليف اللازمة للتجربة ، عليه فان استخدام تصميم المربع اللاتيني ادى الى تخفيض الامكانيات اللازمة للتجربة وبالتالي الجهود والتكاليف بنسبة 37.5% و 50% على التوالي حسب اتجاه القطاعات .

ثانياً : تقدير قيمة المشاهدة المفقودة في حالة تصميم المربع اللاتيني

مثال: تجربة لدراسة تأثير اربعة معاملات بتصميم LSD كانت بيانات احدى الصفات كما في الجدول التالي ، المطلوب ايجاد قيمة المشاهدة المفقودة.

	c_1	c_2	c_3	c_4	$Y_{r.}$	$Y_{(i).}$
r_1	$t_2 = 4$	$t_1 = 6$	$t_4 = 6$	$t_3 = 7$	$Y_{1.} = 23$	$Y_{(1).} = 28$
r_2	$t_1 = 8$	$t_4 = 7$	$t_3 =$ ---	$t_2 = 4$	$Y_{2.} = 19$	$Y_{(2).} = 18$
r_3	$t_4 = 5$	$t_3 = 8$	$t_2 = 5$	$t_1 = 7$	$Y_{3.} = 25$	$Y_{(3).} = 25$
r_4	$t_3 = 10$	$t_2 = 5$	$t_1 = 7$	$t_4 = 8$	$Y_{4.} = 30$	$Y_{(4).} = 26$
$Y_{.c}$	$Y_{.1} = 27$	$Y_{.2} = 26$	$Y_{.3} = 18$	$Y_{.4} = 26$	$Y_{..} = 97$	

الحل: يلاحظ ان المشاهدة المفقودة واقعة في الصف الثاني والعمود الثالث وتتبع المعاملة الثالثة $y_{23(3)}$ ولتقدير القيمة المفقودة تجمع المشاهدات في الجدول افقيا لإيجاد مجاميع الصفوف وعموديا لإيجاد مجاميع الاعمدة، ثم نوجد مجاميع المعاملات والمجموع العام $Y_{..}$ وهو مجموع جميع المشاهدات ويلاحظ ان كل من مجموع الصف الثاني والعمود الثالث والمعاملة الثالثة والمجموع العام تنقصه مشاهدة، فهذه المجاميع تستخدم في معادلة لحساب القيمة المفقودة، وكما يلي:

$$Y_{rc(i)} = \frac{(t)(Y_{r.} + Y_{.j} + Y_{(i).}) - 2Y_{..}}{(t-1)(t-2)} \; ; \; y_{23} = \frac{(t)(Y_{2.} + Y_{.3} + Y_{(2).}) - 2Y_{..}}{(t-1)(t-2)} = \frac{(4)(19+18+25)-2(97)}{(4-1)(4-2)} = 9.0$$

لذا فان القيمة التقديرية للمشاهدة المفقودة = 9 ، هذه القيمة توضع في محلها في جدول البيانات وتصحح المجاميع، فيكون لدينا جدول ببيانات كاملة، وهنا نتبع خطوات التحليل الاحصائي السابق شرحها لإيجاد جدول تحليل التباين.

	c_1	c_2	c_3	c_4	$Y_{r.}$	$Y_{(i).}$
r_1	$t_2 = 4$	$t_1 = 6$	$t_4 = 6$	$t_3 = 7$	$Y_{1.} = 23$	$Y_{(1).} = 28$
r_2	$t_1 = 8$	$t_4 = 7$	$t_3 = 9$	$t_2 = 4$	$Y_{2.} = 28$	$Y_{(2).} = 18$
r_3	$t_4 = 5$	$t_3 = 8$	$t_2 = 5$	$t_1 = 7$	$Y_{3.} = 25$	$Y_{(3).} = 34$
r_4	$t_3 = 10$	$t_2 = 5$	$t_1 = 7$	$t_4 = 8$	$Y_{4.} = 30$	$Y_{(4).} = 26$
$Y_{.c}$	$Y_{.1} = 27$	$Y_{.2} = 26$	$Y_{.3} = 27$	$Y_{.4} = 26$	$Y_{..} = 106$	

وعند ايجاد جدول تحليل التباين يراعى حذف درجة حرية واحدة من المجموع الكلي ومن الخطأ التجريبي لان القيمة المقدرة للمشاهدة اصبحت غير حرة وانما قدرت من خلال معادلة وكما مؤشر في الجدول التالي:

SOV	df	SS	MS	F
Rows	t – 1 = 3	SSr	MSr	
Columns	t – 1 = 3	SSc	MSc	
treatments	t - 1 = 3	SSt	MSt	Ft
Error	(t – 1)(t - 2) – 1 = 5	SSe	MSe	
Total	t^2 – 1 = 4^2 – 1 – 1 = 14			

وهنا عندما يتم حساب MSe يكون من قسمة SSe على درجات الحرية المصححة والتي تساوي 5

جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

قسم المحاصيل الحقلية

مادة تصميم وتحليل تجارب عملي

المحاضرة التاسعة

طرق المقارنة بين متوسطات المعاملات

م.م احمد مجيد عبدالله

المحاضرة التاسعة

طرق المقارنة بين متوسطات المعاملات

بعد تحليل البيانات لصفة ما وايجاد جدول تحليل التباين ، اذا كان القرار ان F المحسوبة اكبر من الجدولية ، هذا يعني وجود فروقات بين متوسطات المعاملات ، وهذا يتطلب اجراء اختبارات لاحقة للتعرف على افضل المعاملات ، ولغرض التعرف على ذلك هناك طرق مختلفة للمقارنة بين متوسطات المعاملات يمكن تصنيفها كما يلي:

اولا : الطرق التي تحدد قبل تنفيذ التجربة

(1)طريقة المقارنات المستقلة : ويتم اعتمادها في حالة كون المعاملات وصفية (مثل انواع مبيدات) ويمكن وضعها في مجاميع

(2)تحليل الاتجاه : ويتم اعتمادها عندما تكون المعاملات كمية (مثل كميات مختلفة من السماد النيتروجيني او مسافات مختلفة للزراعة)

ثانياً : الطرق التي تقترح بعد تنفيذ التجربة : وتعتمد هذه الطرق عندما تكون المعاملات وصفية ولا يمكن وضعها في مجاميع، ومن هذه الطرق:

(1)الاختبار بطريقة اقل فرق معنوي Least Significance Difference Test وتختصر بـ LSD-Test

(2)طريقة دنكن متعدد المدى Duncan's Multiple Range Test

(3)الاختبار بطريقة دونت Dunnett procedure

(4)طريقة توكي

(5)طريقة شيفيه

(6)وهناك طرق اخرى غيرها

ومن بين الطرق اعلاه سنشرح بالتفصيل الطريقتين الاولى والثانية من ثانياً فقط :

الاختبار بطريقة اقل فرق معنوي: LSD-Test : ويستخدم هذا الاختبار بنفس الخطوات في حالة التصاميم الثلاث خطوات الاختبار كما يلي:

(1)حساب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين:

$$S_{(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{i.'})} = \sqrt{2\ MSe / r}$$

(2)ايجاد قيمة t الجدولية من خلال درجات حرية الخطأ التجريبي ومستوى المعنوية المستخدم في الاختبار

(3)حساب قيمة اقل فرق معنوي LSD كما يلي:

$LSD = S_{(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{i.'})} \times t$ (الجدولية) $= (\sqrt{2\ MSe / r}) \times t$

(4)حساب الفرق بين متوسطي أي معاملتين ومقارنته بقيمة LSD ، فعندما يكون الفرق اكبر من قيمة LSD هذا يعني ان الفرق بين المعاملتين معنوي اي ان المعاملتين تختلفان في تأثيرهما على الصفة معنوياً، اما اذا كان الفرق اقل من LSD فيعني ان المعاملتين متساويتين في تأثيرهما على الصفة

مثال: نفرض في تجربة استخدم فيها تصميم القطاعات العشوائية الكاملة لدراسة تأثير خمسة معاملات بأربعة قطاعات كان جدول تحليل التباين كما يلي:

SOV	df	SS	MS	EMS	Cal F
Blocks	3	21	7	$\sigma^2 e + t\ \sigma^2 r$	
Treatments	4	84	21	$\sigma^2 e + r\ \sigma^2 t$	10.5
Error	12	24	2	$\sigma^2 e$	
Total	19	129			

فاذا علمت ان متوسطات المعاملات الخمسة كانت كما يلي:

t_5	t_4	t_3	t_2	t_1	المعاملات
9	8	8	12	10	المتوسطات

خطوات الاختبار:

(1)حساب قيمة الانحراف القياسي للفرق بين متوسطي أي معاملتين:

$$S_{(\bar{y}i.\ -\ \bar{y}i.')} = \sqrt{2\ MSe\ /\ r} = \sqrt{(2)(2)\ /\ 4} = 1.00$$

(2)ايجاد قيمة t الجدولية من جدول t عند درجات حرية للخطأ = 12 ومستوى معنوية 5% مثلاً

$$\text{Tabulated } t_{(12,\ 0.05)} = 2.179$$

(3)حساب قيمة اقل فرق معنوي LSD

$$LSD = S_{(\bar{y}i.\ -\ \bar{y}i.')} \times t_{(12,\ 0.05)} = (1.00) \times (2.179) = 2.179$$

(4)مقارنة الفروقات بين متوسطات المعاملات مع قيمة LSD وتكون البداية مع اعلى متوسط ويقارن مع الذي يليه ، وهكذا تقارن الفروقات بين متوسطات المعاملات بكل الطرق الممكنة، ويفضل ترتيب المتوسطات تنازليا من الاعلى الى الاقل وكما يلي:

t_4	t_3	t_5	t_1	t_2	المعاملات
8	8	9	10	12	المتوسطات

12 – 10 = 2 مقارنة مع LSD فهو اقل ، لذلك الفرق بين المعاملتين 2 و 1 غير معنوي

12– 9 = 3 مقارنة مع LSD فهو اكبر ، لذلك الفرق بين المعاملتين 2 و 5 معنوي

وبما ان ترتيب المتوسطات تنازلي فان المعاملة 2 تختلف معنوياً عن المعاملتين 3 و 4 معنوياً

10 – 9 = 1 مقارنة مع LSD فهو اقل ، لذلك الفرق بين المعاملتين 1 و 5 غير معنوي

10– 8 = 2 مقارنة مع LSD فهو اقل ، لذلك الفرق بين المعاملتين 1 و 3 غير معنوي

10– 8 = 2 مقارنة مع LSD فهو اقل ، لذلك الفرق بين المعاملتين 1 و 4 غير معنوي

وكذلك يلاحظ ان الفروقات بين المعاملات 5 و 3 و 4 غير معنوية

يستنتج من نتائج المقارنة ان المعاملة الثانية كانت افضل المعاملات بمتوسط = 12 وباختلاف غير معنوي عن المعاملة الاولى ومعنوي عن بقية المعاملات، تليها في الاهمية المعاملة الاولى والتي كان اختلافها عن المعاملات 5و 3 و 4 غير معنوي.

الاختبار بطريقة دنكن متعدد المدى Duncan's Multiple Range Test

وهي اكثر دقة من الطريقة السابقة لأنه يتم من خلالها استخدام عدة قيم للمقارنة حسب المديات بين المعاملات التي سيتم المقارنة بين متوسطاتها ، وتتلخص خطواتها فيما يلي:

(1)حساب قيمة الانحراف القياسي لمتوسط أي معاملة

$$S_{\bar{y}i.} = \sqrt{S^2_{\bar{y}i.}} = \sqrt{MSe\ /\ r}$$

(2)ايجاد قيم SSR (Shortest Significant Range) من جدول دنكن من خلال درجات الحرية للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية المستخدم في الاختبار، ويكون عدد قيم SSR التي تستخرج من الجدول بعدد درجات حرية المعاملات (t - 1)

(3)حساب قيم LSR (Least Significant Range) من حاصل ضرب القيم في الخطوتين اعلاه، أي:

$$LSR = SSR \times S_{\bar{y}i.}$$

أي ان كل قيمة من قيم SSR تضرب بقيمة الانحراف القياسي لمتوسط اي معاملة

(4)ترتيب متوسطات المعاملات تنازليا من اعلى الى اقل قيمة، وحساب الفروقات بينها ومقارنتها بقيم SSR

فاذا كان الفرق بين اي متوسطين اكبر من LSR يعتبر معنوي واذا اقل يعتبر غير معنوي، وهنا يعطى حرف مشترك للمعاملتين المتشابهتين في التأثير وحرفين مختلفين اذا كان الفرق معنوي.

مثال : لو اخذنا نفس المثال الذي استخدم مع الطريقة السابقة وهو :

مثال: نفرض في تجربة استخدم فيها تصميم القطاعات العشوائية الكاملة لدراسة تأثير خمسة معاملات بأربعة قطاعات كان جدول تحليل التباين كما يلي:

SOV	df	SS	MS	EMS	Cal F
Blocks	3	21	7	$\sigma^2 e + t\, \sigma^2 r$	
Treatments	4	84	21	$\sigma^2 e + r\, \sigma^2 t$	10.5
Error	12	24	2	$\sigma^2 e$	
Total	19	129			

فاذا علمت ان متوسطات المعاملات الخمسة كانت كما يلي:

المعاملات	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
المتوسطات	10	12	8	8	9

خطوات الاختبار:

(1)حساب قيمة الانحراف القياسي لمتوسط أي معاملة

$$S_{\bar{y}i.} = \sqrt{S^2_{\bar{y}i.}} = \sqrt{MSe / r} = \sqrt{2 / 4} = 0.707$$

(2)ايجاد قيم SSR من جدول دنكن عند درجات حرية 12 للخطأ التجريبي ومستوى معنوية 5%

	2	3	4	5
SSR	3.08	3.23	3.33	3.36

(3)حساب قيم LSR

$$LSR = SSR \times S_{\bar{y}i.}$$
$$= (3.08)(0.707) = 2.178$$
$$= (3.23)(0.707) = 2.284$$
$$= (3.33)(0.707) = 2.355$$
$$= (3.36)(0.707) = 2.376$$

	2	3	4	5
SSR	3.08	3.23	3.33	3.36
LSR	2.178	2.284	2.355	2.376

واخيرا تحسب الفروقات بين متوسطات المعاملات بعد ترتيبها وتقارن مع قيم LSR

t_i	$\bar{y}_{i.}$	LSR	$\bar{y}_{i.} - 8\ (t_4)$	$\bar{y}_{i.} - 8\ (t_3)$	$\bar{y}_{i.} - 9\ (t_5)$	$\bar{y}_{i.} - 10\ (t_1)$
t_2	12	2.376	4*	4*	3*	2
t_1	10	2.355	2	2	1	
t_5	9	2.284	1	1		
t_3	8	2.178	0.0			

$\bar{y}_{2.}$	$\bar{y}_{1.}$	$\bar{y}_{5.}$	$\bar{y}_{3.}$	$\bar{y}_{4.}$
12	10	9	8	8
a	ab	b	b	b

يستنتج من نتائج المقارنة ان المعاملة الثانية كانت افضل المعاملات بمتوسط = 12 وباختلاف غير معنوي عن المعاملة الاولى ومعنوي عن بقية المعاملات، تليها في الاهمية المعاملة الاولى والتي كان اختلافها عن المعاملات 5و 3 و 4 غير معنوي.