تصميم المربع اللاتيني
Latin Square Design (L.S.)

مميزات التصميم

١) تجميع الوحدات التجريبية غير المتجانسة باتجاهين هما الصفوف Rows والأعمدة Columns لغرض أحداث التجانس باتجاهين، أذ لا يكفي مجانستها بإتجاه واحد كما في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وذلك لوجود أكثر من عاملين متدرجين مختلفي الإتجاه.

٢) توزع المعاملات على الوحدات التجريبية أو بالعكس بصورة عشوائية لغرض إعطاء كل وحدة تجريبية نفس الفرصة.

٣) عدد المعاملات يساوي عدد الصفوف ويساوي عدد الأعمدة. ويجب ان يكون كل صف وكل عمود بمثابة قطاع كامل اي ان (كل معالجة تظهر مرة واحده في الصف ومره واحدة في العمود)

٤) تصميم المربع اللاتيني سهل التطبيق كما هو الحال في تصميم RCBD وCRD، بل يعد أدق وأكبر كفاءة منهما.

٥) إن أهم محددات هذا التصميم هي زيادة نسبة الخطأ في حالة أستعمال أقل من ثلاث معاملات ويصبح التحليل معقداً في حالة زيادة عدد المعاملات عن ثمانية.اي ان عدد المعاملات يجب ان يكون اكبر او يساوي اربعه واقل او يساوي ثمانية. $4 \le t \le 8$

<u>النموذج الرياضي لهذا التصميم</u>

$$Y_{ij(k)} = \mu + R_i + C_J + \tau_{(k)} + e_{ij(k)} \quad i,j,k = 1, \dots r$$

$Y_{ij(k)}$ قيمة المشاهدة في الصف i والعمود j تحت تأثير المعالجة k.

R_i تأثير الصف i.

C_j تأثير العمود j .

$\tau_{(k)}$ تأثيرالمعالجة k

$e_{ij(k)}$ الخطأ العشوائي للوحدة التجريبية في الصف i والعمود j والواقعة تحت تأثير المعاملة k.

<u>التحليل الإحصائي</u>

Analysis of Variance (ANOVA Table)

S.O.V	df	SS	MS	F cal.
Rows	r - 1	SSR= $\frac{\sum Y_{i..}^2}{r} - C.F$	$= \frac{SSR}{df_r}$	$= \frac{MSR}{MS_e}$

Columns	r - 1	SSC= $\frac{\sum Y_{.j.}{}^{2}}{r} - C.F$	$= \frac{SSC}{df_c}$	$= \frac{MSC}{MS_e}$
treats	r -1	SSt= $\frac{\sum Y_{..(k)}{}^{2}}{r} - C.F$	$= \frac{SS_t}{df_t}$	$= \frac{MS_t}{MS_e}$
Error	(r -1)(r - 2)	SSE= $SST - SSt - SSR - SSC$	$= \frac{SS_e}{df_e}$	
Total	$r^2 - 1$	$SST = \sum\sum Y_{ij(k)}{}^{2} - C.F$ C.F= $\frac{Y_{...}^2}{r^2}$		

مثـــال: أجريــت تجربة لمقارنة كمية الحاصل لأربعة أصناف من السمسم باستعمال تصميم المربع اللاتيني ٤×٤ والبيانات في الجدول توضح كمية الحاصل بالكغم للوحدة التجريبية.

١) حلل بيانات التجربة وفق جدول تحليل التباين عند مستوى إحتمال ٠.٠٥؟

Treats		C1		C2		C3		C4		∑Yi..	∑Y..(k)	Means
		Columns										
Rows	R1	t1	4	t2	3	t3	4	t4	1	12	t1 21	5.25
	R2	t2	5	t3	2	t4	3	t1	6	16	t2 16	4.0
	R3	t3	4	t4	2	t1	5	t2	5	16	t3 14	3.5
	R4	t4	6	t1	6	t2	3	t3	4	19	t4 12	2.0
∑Y.j.		19		13		15		16			$\sum Y_{ij(k)}$ = 63	

الحل:

١) تجرى عملية جمع تكرارات كل معاملة لإستخراج Y... لإستخراج C.F وللتحقق من صحة المجموع الكلي بمطابقة بين مجموع مجاميع الصفوف ومجموع مجاميع الاعمدة.

٢) حساب معامل التصحيح Correction Factor

$$C.F. = \frac{Y_{...}{}^{2}}{r^2} \qquad r=t=c$$

$$= \frac{(63)^2}{16} = 240.06$$

عدد الصفوف = عدد الاعمدة = عدد المعالجات

٣) حساب مجموع مربعات الصفوف Sum Square of Rows

$$SSR = \frac{\sum Yi..^2}{r} - C.F$$
$$= \frac{(12)^2 + \ \dots\ + \ (19)^2}{4} - 240.06 = 6.19$$

٤) حساب مجموع مربعات الأعمدة Sum Square of Columns

$$SSC = \frac{\sum Y.j.^2}{r} - C.F$$
$$= \frac{(19)^2 + \ \dots\ + \ (16)^2}{4} - 240.06 = 4.69$$

٥) حساب مجموع مربعات المعاملات Sum Square of treatments

$$SSt = \frac{\sum Y..(k)^2}{r} - C.F$$
$$= \frac{(21)^2 + \dots + (12)^2}{4} - 240.06 = 11.19$$

٦) حساب مجموع المربعات الكلية Sum Square of Total

$$SST = \sum \sum {Y_{ij(k)}}^2 - C.F$$
$$= (4)^2 + (3)^2 + \dots + (4)^2 - 240.06 = 32.94$$

٦) حساب مجموع مربعات الخطأ التجريبي Sum Square of Error

$$SSE = SST - SSt - SSR - SSc$$
$$= 32.94 - 11.19 - 6.19 - 4.69 = 10.87$$

7) حساب درجات الحرية Degree of Freedom للمعاملات والكلي والخطأ التجريبي

$df_t = t - 1 = 4 - 1 = 3$

$df_r = r - 1 = 4 - 1 = 3$ $\qquad$ $df_c = r - 1 = 4 - 1 = 3$

$df_T = r^2 - 1 = 16 - 1 = 15$ $\qquad$ $df_e = (r-1)(r-2) = (4-1)(4-2) = 6$

8) حساب متوسط المربعات Mean Square للمعاملات والقطاعات والخطأ التجريبي

$MSR = \frac{SSR}{df_r} = \frac{6.19}{3} = 2.06$ $\qquad$ $MSC = \frac{SSC}{df_c} = \frac{4.69}{3} = 1.56$

$MSt = \frac{SSt}{df_t} = \frac{11.19}{3} = 3.73$ $MSE = \frac{SSE}{df_e} = \frac{10.87}{6} = 1.81$

9) يعد جدول تحليل التباين (ANOVA Table) Analysis of Variance

S.O.V	df	SS	MS	F cal.	F tab.
Rows	3	6.19	2.06		
Columns	3	4.69	1.56		
Treats	3	11.19	3.73	2.06	4.76
Error	6	10.87	1.81		
Total	15	32.94			

10) إستخراج القيمة المحسوبة لفشر F. calculated

$$F_{cal} = \frac{MSt}{MSE} = \frac{3.73}{1.81} = 2.06$$

11) إستخراج قيمة فشر الجدولية F table من جدول F–values بتقاطع df_e (6) في المحور العمودي وفق مستوى الإحتمالية ٠.٠٥ ودرجات الحرية للمعاملات df_t (3) في المحور الأفقي.

بما أن قيمة F table تساوي ٤.٧٦ وهي أكبر من قيمة F cal. وهي 2.06 (F tab. > F cal.)،

إذن لا توجد فروق معنوية أي تقبل نظرية العدم H_0 (القائلة بعدم وجود فروق معنوية) وترفض النظرية البديلة H_a (القائلة بوجود فروق معنوية) بين أصناف السمسم.

الكفاءة النسبية لتصميم المربع اللاتيني بالمقارنة مع التصميمين CRD و RCBD

Relative Efficiency between L.S & CRD & RCBD

١) مقارنة L.S مع التصميم العشوائي الكامل CRD باستعمال المعادلة التالية:

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

مثال: إذا كانت بيانات تجربة مصممة وفق المربع اللاتيني كمايلي:

S.O.V	df	SS	MS	F cal.
Rows	4	13601	3400	
Columns	4	6144	1536	
Treats	4	4156	1039	0.98

Error	12	12668	1056
Total	24	36569	

$$R.E.\% = \frac{3400 + 1536 + (5-1)1056}{(5+1)1056} \times 100 = 145\%$$

٢) مقارنة L.S مع تصميم القطاعات العشوائية الكامله RCBD

أ- بافتراض أن الأعمدة هي بمثابة القطاعات تستعمل المعادلة الآتية:

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

$$R.E.\% = \frac{1536 + (5-1)1056}{5(1056)} \times 100 = 109\%$$

ب- بافتراض أن الصفوف هي بمثابة القطاعات تستعمل المعادلة الآتية:

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

$$R.E.\% = \frac{3400 + (5-1)1056}{5(1056)} \times 100 = 143\%$$