

Single-Factor Experiments - التجارب ذات العامل الواحد

هي تلك التجارب التي تهتم بدراسة عامل واحد، بينما بقية العوامل تبقى ثابتة، أي ان العامل المطلوب اجراء الدراسة عنه يتكون من عدة مستويات (معاملات).

مثال:

1. دراسة تأثير عدة مستويات من التسميد النتروجيني على حاصل الحنطة.
2. دراسة تأثير عدة أنواع من البكتريا في تحلل البروتين.

- التصاميم التي سيتم التطرق اليها:

1. التصميم العشوائي الكامل **Completely Randomized Design C.R.D**
2. تصميم القطاعات العشوائية الكاملة **Randomized Complete Block Design R.C.B.D.**
3. تصميم المربع اللاتيني **Latin Square Design L.S.D.**

2. تصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D. Randomized Complete Block Design

- يستخدم هذا التصميم بشكل واسع في الأبحاث الزراعية وخاصة التجارب الحقلية وذات العدد الكبير من المعاملات.
- يستخدم عندما يكون التباين البيئي باتجاه واحد مثل ملوحة التربة ، خصوبة التربة ... الخ.
- يتم تجميع الوحدات التجريبية في مجاميع تسمى كل مجموعة بالقطاع Block.
- اتجاه القطاع يكون عمودي على اتجاه التباين.
- يحتوي القطاع الواحد على عدد من الوحدات التجريبية المتجانسة بعدد المعاملات المطلوب دراستها، والتي توزع (المعاملات) عشوائيا على الوحدات التجريبية لكل قطاع على حده وبدون تكرار.
- وجود مصدر جديد من مصادر الاختلاف وهو القطاعات.

مميزات التصميم:

1. دقة هذا التصميم بسبب فصل مجموع مربعات القطاعات من مجموع مربعات الخطأ التجريبي وبالتالي زيادة كفاءة التجربة ودقتها نتيجة لخفض تباين الخطأ.

2. سهولة وبساطة التحليل الاحصائي.

3. في حالة فقدان مشاهدة او اكثر يمكن تقديرها والاستمرار في التحليل الاحصائي.

4. الكفاءة النسبية للتصميم اعلى منه في حالة استخدام تصميم CRD.

عيوب التصميم

زيادة قيمة الخطأ عندما تكون الوحدات التجريبية داخل القطاع الواحد ذات اختلافات كبيرة.

تكنيك عمل القطاعات:

للحصول على قطاعات جيدة وفعالة يتوجب على الباحث:

1. التعرف بشكل جيد على مصدر الاختلاف (ملوحة، خصوبة، حرارة .. الخ) الذي سيستخدم كقاعدة لعمل

القطاعات .

2. اختيار الشكل المناسب للقطاع ومعرفة اتجاه الاختلاف بحيث يكون عموديا على اتجاه الاختلاف.

وبذلك يضمن الحصول على وحدات تجريبية متجانسة داخل القطاع الواحد.

التوزيع العشوائي ومخطط التجربة:

يتم توزيع المعاملات عشوائيا داخل كل قطاع عشوائيا على حده.

مثال:

تجربة حقلية لدراسة تأثير 6 معاملات $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ نتبع الخطوات التالية:

1. تقسيم المساحة التجريبية المخصصة للتجربة الى عدد (r) من القطاعات المتساوية، مثلا ثلاثة قطاعات:

اتجاه عدم التجانس في المساحة المخصصة للتجربة



Block 1

Block 2

Block 3

2. تقسيم كل قطاع الى عدد t من الوحدات التجريبية

3. ترقيم الوحدات التجريبية لكل قطاع.

4. توزع المعاملات عشوائيا على الوحدات التجريبية لكل قطاع باستخدام احدى طرائق التوزيع العشوائي التي تم ذكرها سابقا

في تصميم الـ CRD مثلا طريقة الأرقام العشوائية:

الرقم العشوائي	التسلسل	الترتيب التصاعدي	→	رقم المعاملة	رقم الوحدة التجريبية التي ستأخذ المعاملة
918	1	6		t_1	6
722	2	5		t_2	5
734	3	1		t_3	1
494	4	2		t_4	2
705	5	4		t_5	4
549	6	3		t_6	3

توزع المعاملات على الوحدات التجريبية للقطاع الأول

1	t ₃
2	t ₄
3	t ₆
4	t ₅
5	t ₂
6	t ₁

او قد يكون القطاع بهذا الشكل:

1	t ₃	4	t ₅
2	t ₄	5	t ₂
3	t ₆	6	t ₁

وبنفس الطريقة يعاد توزيع المعاملات الستة نفسها داخل القطاع الثاني ومن ثم الثالث.

- تحليل التباين Analysis of Variance

1. تمثيل البيانات بالرموز:

نفرض دراسة تأثير (t) من المعاملات وبعدها r من القطاعات، ويشار الى اية معاملة بالرمز t_i ولاي قطاع بالرمز r_j

فأي مشاهدة يشار إليها بالرمز y_{ij} أي تعني المشاهدة التي اخذت المعاملة i وموجودة في القطاع j
وبذلك يمكن التعبير عن البيانات بالرموز:

المعاملات t_i	القطاعات 1 2 3 r	مجاميع المعاملات Y_i	متوسطات المعاملات \bar{y}_i
t_1	$y_{11} \quad y_{12} \quad y_{13} \quad \dots \quad y_{1r}$	$Y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
t_2	$y_{21} \quad y_{22} \quad y_{23} \quad \dots \quad y_{2r}$	$Y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
t_3	$y_{31} \quad y_{32} \quad y_{33} \quad \dots \quad y_{3r}$	$Y_{3.}$	$\bar{y}_{3.}$
.	.	.	.
t_t	$y_{t1} \quad y_{t2} \quad y_{t3} \quad \dots \quad y_{tr}$	$Y_{t.}$	$\bar{y}_{t.}$
مجاميع القطاعات $Y_{.j}$	$Y_{.1} \quad Y_{.2} \quad Y_{.3} \quad \dots \quad Y_{.r}$		
متوسطات القطاعات $\bar{y}_{.j}$	$\bar{y}_{.1} \quad \bar{y}_{.2} \quad \bar{y}_{.3} \quad \dots \quad \bar{y}_{.r}$	$Y_{..}$ المجموع العام	المتوسط العام $\bar{y}_{..}$

حيث ان:

مجموع أي معاملة:

$$Y_i = y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + \dots + y_{ir}$$

فمجموع المعاملة الثانية مثلا:

$$Y_2 = y_{21} + y_{22} + y_{23} + \dots + y_{2r}$$

وان متوسط أي معاملة:

$$\bar{y}_i = \frac{Y_i}{r}$$

مجموع أي قطاع:

$$Y_{.j} = y_{1j} + y_{2j} + y_{3j} + \dots + y_{tj}$$

فمجموع القطاع الثاني مثلاً:

$$Y_{.2} = y_{12} + y_{22} + y_{32} + \dots + y_{t2}$$

وان متوسط أي قطاع:

$$\bar{y}_{.j} = \frac{y_{.j}}{t}$$

والمجموع العام للتجربة:

$$Y_{..} = \sum y_{ij}$$

$$= y_{11} + y_{12} + y_{13} + \dots + y_{tr}$$

$$Y_{..} = \sum Y_i$$

او

$$= Y_{.1} + Y_{.2} + Y_{.3} + \dots + Y_{.t}$$

او

$$Y_{..} = Y_{.1} + Y_{.2} + Y_{.3} + \dots + Y_{.t}$$

$$\bar{y}_{..} = \frac{Y_{..}}{tr}$$

المتوسط العام للتجربة:

2. جدول تحليل التباين Analysis of Variance Table

يتضمن جدول تحليل التباين مصدر اضافي من مصادر الاختلاف مقارنة بـ CRD وهذا المصدر هو القطاعات Blocks

ويحدد هذه المصادر النموذج الرياضي الاتي:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + R_j + e_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

حيث ان:

y_{ij} = قيمة الملاحظة التي اخذت المعاملة i وموجودة في القطاع j (قيمة أية مشاهدة)

μ = المتوسط العام للتجربة

$$\mu = \bar{y}_{..} = \frac{Y_{..}}{tr}$$

t_i = تأثير المعاملة i والتي تقع الملاحظة y_{ij} ضمنها ويقدر بمقدار انحراف متوسط المعاملة i عن المتوسط العام للتجربة

$$t_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}$$

$$\sum t_i = 0$$

علما ان تأثير جميع المعاملات يساوي صفر

R_j = تأثير القطاع j والذي يحتوي على الملاحظة y_{ij} ويقدر بمقدار انحراف متوسط القطاع j عن المتوسط العام للتجربة

$$R_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..}$$

$$\sum R_j = 0$$

علما ان تأثير جميع القطاعات يساوي صفر

e_{ij} = مقدار الخطأ التجريبي للملاحظة j من المعاملة i ويقدر من المعادلة:

$$e_{ij} = y_{ij} - \mu - t_i - R_j$$

وبالتعويض عن كل تأثير بما يساويه ، ينتج

$$e_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_{..} - (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..}) - (\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})$$

$$e_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..}$$

- جدول تحليل التباين (ANOVA-Table) Analysis of Variance Table

S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	Cal. F	Tab. F
Blocks	r-1	R-1	$SS_B/d.f.B$	MSt/MSe	من الجداول في كتب الإحصاء
Treatments	t-1	T-1	$SS_t/d.f.t$		
Error	(t-1)(r-1)	TR-T-R+1	$SS_e/d.f.e$		
Total	tr-1	TR-1			

$$1 = C.F. = \frac{(Y_{..})^2}{tr}$$

$$R = \frac{\sum y_{.j}^2}{t} = \frac{y_{.1}^2 + y_{.2}^2 + \dots + y_{.r}^2}{t}$$

$$T = \frac{\sum y_{i.}^2}{r} = \frac{y_{1.}^2 + y_{2.}^2 + \dots + y_{t.}^2}{r}$$

$$TR = \sum y_{ij}^2 = y_{11}^2 + y_{12}^2 + \dots + y_{tr}^2$$

$$SS_B = R - 1 = \frac{\sum y_{.j}^2}{t} - C.F.$$

$$SS_t = T - 1 = \frac{\sum y_{i.}^2}{r} - C.F.$$

$$SS_e = TR - T - R + 1 = \sum y_{ij}^2 - \frac{\sum y_{i.}^2}{r} - \frac{\sum y_{.j}^2}{t} + C.F.$$

$$SS_e = SST - SS_t - SS_B$$

او

$$SST = TR - 1 = \sum y_{ij}^2 - C.F.$$

مثال:

أجريت تجربة لدراسة تأثير أربعة أنواع من الأسمدة النتروجينية في حاصل الذرة الصفراء باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة مكررات:

t ₃ 70	t ₂ 48	t ₁ 52	t ₄ 59
t ₁ 62	t ₃ 55	t ₄ 63	t ₂ 57
t ₄ 74	t ₄ 54	t ₂ 51	t ₃ 56
t ₂ 64	t ₁ 45	t ₃ 53	t ₁ 49

الحل:

1. ترتيب وتبويب البيانات لتحليلها احصائيا:

t _i	القطاعات				Y _i	\bar{y}_i
	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄		
t ₁	62	45	52	49	208	52
t ₂	64	48	51	57	220	55
t ₃	70	55	53	56	234	58.5
t ₄	74	54	63	59	250	62.5
Y_j	270	202	219	221	Y_{..} = 912	

2. عمل تخطيط لجدول تحليل التباين:

S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	F Cal.	F Tab.	
					5%	1%
Blocks						
Treatments						
Error						
Total						

3. تقدير درجات الحرية لكل مصدر من مصادر الاختلاف:

$$\text{Total d.f.} = tr - 1 = 4 \times 4 - 1 = 15$$

أ. درجات الحرية الكلية

$$\text{treatments d.f.} = t - 1 = 4 - 1 = 3$$

ب. درجات حرية المعاملات

$$\text{Blocks d.f.} = r - 1 = 4 - 1 = 3$$

ج. درجات حرية القطاعات

$$\text{Error d.f.} = (t-1)(r-1) = (4-1)(4-1) = 9$$

د. درجات حرية الخطأ التجريبي

$$\text{Error d.f.} = \text{Total d.f.} - \text{Blocks d.f.} - \text{treatments d.f.} = 15 - 3 - 3 = 9$$

أو

4. حساب قيم مجموع المربعات SS لكل مصدر من مصادر الاختلاف

$$C.F. = \frac{(Y..)^2}{tr} = \frac{(912)^2}{4 \times 4} = 51984$$

أ. إيجاد قيمة معامل التصحيح Correction Factor (C.F.)

ب. إيجاد مجموع مربعات الانحرافات الكلية Total SS (TSS)

$$\begin{aligned} TSS &= \sum Y_{ij}^2 - C.F. = (y_{11})^2 + (y_{12})^2 + \dots + (y_{44})^2 - C.F. \\ &= (62)^2 + (45)^2 + \dots + (59)^2 - 51984 \\ &= 52936 - 51984 = 952 \end{aligned}$$

TR-1

ج. إيجاد مجموع مربعات القطاعات Blocks SS (SSB or SSR)

$$\begin{aligned} SSR &= \frac{\sum Y_{.j}^2}{t} - C.F. = \frac{(y_{.1})^2 + (y_{.2})^2 + (y_{.3})^2 + (y_{.4})^2}{4} - C.F. = \frac{(270)^2 + (202)^2 + (219)^2 + (221)^2}{4} - 51984 \\ &= 526265 - 51984 = 642.5 \end{aligned}$$

R-1

د. إيجاد مجموع مربعات المعاملات Treatments SS (SSt)

$$\begin{aligned} SSt &= \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - C.F. = \frac{(y_{1.})^2 + (y_{2.})^2 + (y_{3.})^2 + (y_{4.})^2}{4} - C.F. = \frac{(208)^2 + (220)^2 + (234)^2 + (250)^2}{4} - 51984 \\ &= 52230 - 51984 = 246 \end{aligned}$$

T-1

هـ. إيجاد مجموع مربعات الخطأ Error SS (SSe)

$$SSe = TSS - SSR - SSt = 952 - 642.5 - 246 = 63.5$$

TR-T-R+1

او ايجاده من المعادلة التالية على اعتبار ان درجات الحرية له $\{(t-1)(r-1)\}$

$$SSe = \sum Y_{ij}^2 - \frac{\sum Y_{i.}^2}{r} - \frac{\sum Y_{.j}^2}{t} + C.F.$$

5. تقدير قيم التباين المقدر (MS) لكل مصدر من مصادر الاختلافات وذلك بقسمة مجموع المربعات SS على درجات

الحرية d.f. لكل مصدر:

$$MSR = \frac{SSR}{r-1} = \frac{642.5}{3} = 214.16$$

1. التباين المقدر للقطاعات MSR

$$MSt = \frac{SSt}{t-1} = \frac{246}{3} = 82$$

2. التباين المقدر للمعاملات MSt

$$MSe = \frac{SSe}{(t-1)(r-1)} = \frac{63.5}{9} = 7.05$$

3. التباين المقدر للخطأ التجريبي MSe

6. حساب قيمة F المحسوبة لاختبار معنوية الاختلافات بين المعاملات

$$F_{cal.} = \frac{MSt}{MSe} = \frac{82}{7.05} = 11.63$$

7. إيجاد قيمة F الجدولية من جدول في كتب الإحصاء عن طريق معرفة درجات الحرية للمعاملات (3) ودرجات حرية

الخطأ التجريبي (9) وعند مستوى معنوية 1% و 5%. ففي مثالنا قيمة F الجدولية عند مستوى معنوية 5% هي 3.86

و عند مستوى معنوية 1% هي 6.99

8. ترتيب البيانات التي تم الحصول عليها في الخطوات السابقة في جدول تحليل التباين.

S.O.V	d.f.	S.S.	M.S.	F Cal.	F Tab.	
					5%	1%
Blocks	3	642.5	214.16	11.63**	3.86	6.99
Treatments	3	246.0	82.00			
Error	9	63.5	7.05			
Total	15	952.0				

9. مقارنة قيمة F المحسوبة بقيمة F الجدولية ثم إعطاء القرار المناسب عن معنوية الاختلافات بين المعاملات:

- عند ملاحظة النتائج في جدول تحليل التباين أعلاه، نجد ان قيمة F المحسوبة 11.63 اكبر من قيمة F الجدولية عند

عند مستوى احتمال 1% وهذا يدل على وجود فروقات عالية المعنوية بين المعاملات الأربعة.

Coefficient of Variability (C.V.%)

10. معامل الاختلاف للتجربة

$$C.V.\% = \frac{\sqrt{MSe}}{\bar{y}_{..}} \times 100 = \frac{\sqrt{7.05}}{57} \times 100 = 4.65\%$$

نتائج التجربة مقبولة

11. إيجاد قيمة LSD للمقارنة بين متوسطات المعاملات

$$LSD = t_{\alpha} \times S (\bar{y}_i - \bar{y}_j)$$

$$LSD = t_{0.01} \times \sqrt{\frac{2MSe}{r}} = 3.250 \times \sqrt{\frac{2(7.05)}{4}} = 6.11$$

نرتب متوسطات المعاملات تصاعديا ونقارن الفرق بين أي متوسطين مع قيمة LSD

t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
52 a	55ab	58.5bc	62.5c

t ₂ - t ₁ = 3	لا يوجد فرق معنوي	وهي اصغر من قيمة LSD ،
t ₃ - t ₁ = 6.5	يوجد فرق معنوي	وهي اكبر من قيمة LSD،
t ₃ - t ₂ = 3.5	لا يوجد فرق معنوي	وهي اصغر من قيمة LSD،
t ₄ - t ₂ = 7.5	يوجد فرق معنوي	وهي اكبر من قيمة LSD،
t ₄ - t ₃ = 4	لا يوجد فرق معنوي	وهي اصغر من قيمة LSD،

اما اختبار دنكن

$$S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_j)} = \sqrt{\frac{MSe}{r}} = \sqrt{\frac{7.05}{4}} = 1.33$$

$$LSR_{0.01} = S_{(\bar{y}_i - \bar{y}_j)} \times SSR$$

حساب قيم LSR

P	SSR (0.01)	LSR
2	4.60	1.33x 4.60 = 6.12
3	4.86	1.33 x 4.86 = 6.46
4	4.99	1.33 x 4.99 = 6.64

t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
52 a	55ab	58.5bc	62.5c

$t_2 - t_1 = 3$	لا يوجد فرق معنوي	وهي اصغر من قيمة LSR (2)،
$t_3 - t_1 = 6.5$	يوجد فرق معنوي	وهي اكبر من قيمة LSR (3)،
$t_3 - t_2 = 3.5$	لا يوجد فرق معنوي	وهي اصغر من قيمة LSR (2)،
$t_4 - t_2 = 7.5$	يوجد فرق معنوي	وهي اكبر من قيمة LSR (3)،
$t_4 - t_3 = 4$	لا يوجد فرق معنوي	وهي اصغر من قيمة LSR (2)،

الاستنتاجات:

1. توجد فروقات عالية المعنوية بين معاملات التسميد في التأثير على حاصل الذرة الصفراء.
2. لا يوجد فرق معنوي بين معاملات التسميد (t_2 و t_1) و (t_2 و t_3) و (t_3 و t_4).
3. يوجد فرق عالي المعنوية بين t_1 و t_3 و t_4 واختلفت معاملة التسميد t_4 اختلافا عالي المعنوية عن معاملي التسميد t_1 و t_2 وأعطى اعلى حاصل.
4. يوصى باستخدام المستويين الثالث والرابع الا ان افضلهما هو المستوى الرابع.