## التجارب العاملية Factorial Experiments

### - التجارب ذات العاملين Two Factor Experiments

### 3. تصميم الالواح المنشقة Split- Plot Design

### - تحليل التباين Analysis of Variance

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

يمكن التعرف على مصادر الاختلاف في حالة هذا التصميم من خلال معادلة النموذج الرياضي التالية:

$$y_{ijk} = \mu + R_k + A_i + ◌AR_{ik} + B_j + AB_{ij} + + e_{ijk} \quad ; \quad i = 1, 2, 3, \ldots a$$

$$j = 1, 2, 3, \ldots b$$

$$k = 1, 2, 3, \ldots r$$

حيث ان:

$y_{ijk}$= قيمة المشاهدة التي اخذت المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B وموجود في القطاع k

$\mu$ =المتوسط العام للمجتمع

$R_k$= **تأثير القطاع** k

$A_i$= **تأثير المستوى** i **من العامل** A

$AR_{ik}$= **قيمة الخطأ التجريبي العشوائي للقطع الرئيسية**

$B_j$= **تأثير المستوى** j **من العامل** B

$AB_{ij}$= **تأثير التداخل بين المستوى** i **من العامل** A **والمستوى** j **من العامل** B

$\mathbf{e}_{ijk}$ = مقدار الخطأ التجريبي العشوائي للقطع الثانوية

ولايجاد جدول تحليل التباين **Analysis of Variance – Table** نتبع الخطوات كما في المثال التالي:

مثال:

أجريت تجربة لدراسة تأثير اربعة أنواع من المبيدات في مكافحة حشرة حفار ساق الذرة الصفراء وثلاثة أصناف من الذرة الصفراء باستخدام القطع المنشقة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث قطاعات، وقد سجلت البيانات التالية عن الحاصل:

| $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_1$ |
|---|---|---|---|
| $b_2$ 39 | $b_1$ 43 | $b_1$ 45 | $b_2$ 22 |
| $b_1$ 33 | $b_3$ 61 | $b_2$ 49 | $b_3$ 27 |
| $b_3$ 42 | $b_2$ 61 | $b_3$ 39 | $b_1$ 23 |

| $a_1$ | $a_4$ | $a_2$ | $a_3$ |
|---|---|---|---|
| $b_1$ 19 | $b_3$ 42 | $b_1$ 36 | $b_2$ 50 |
| $b_3$ 28 | $b_1$ 46 | $b_2$ 41 | $b_3$ 60 |
| $b_2$ 24 | $b_2$ 41 | $b_3$ 49 | $b_1$ 53 |

| $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_1$ |
|---|---|---|---|
| $b_1$ 35 | $b_3$ 62 | $b_3$ 50 | $b_1$ 16 |
| $b_3$ 50 | $b_2$ 56 | $b_1$ 45 | $b_3$ 31 |
| $b_2$ 45 | $b_1$ 57 | $b_2$ 48 | $b_2$ 24 |

الحل:

1. ترتيب البيانات وتبويب البيانات:

| انواع المبيدات A | الاصناف B | المعاملات العاملية ab | القطاعات $r_1$ | $r_2$ | $r_3$ | مجاميع المعاملات $Y_{ij.}$ | متوسطات المعاملات $\bar{y}_{ij.}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $b_1$ | $a_1b_1$ | 23 | 19 | 16 | 58 | 19.33 |
| | $b_2$ | $a_1b_2$ | 22 | 24 | 24 | 70 | 23.33 |
| | $b_3$ | $a_1b_3$ | 27 | 28 | 31 | 86 | 28.67 |
| $a_2$ | $b_1$ | $a_2b_1$ | 33 | 36 | 35 | 104 | 34.67 |
| | $b_2$ | $a_2b_2$ | 39 | 41 | 45 | 125 | 41.67 |
| | $b_3$ | $a_2b_3$ | 42 | 49 | 50 | 141 | 47 |
| $a_3$ | $b_1$ | $a_3b_1$ | 43 | 53 | 57 | 153 | 51 |
| | $b_2$ | $a_3b_2$ | 61 | 60 | 56 | 177 | 59 |
| | $b_3$ | $a_3b_3$ | 61 | 60 | 62 | 183 | 61 |
| $a_4$ | $b_1$ | $a_4b_1$ | 45 | 46 | 45 | 136 | 45.33 |
| | $b_2$ | $a_4b_2$ | 49 | 41 | 48 | 138 | 46 |
| | $b_3$ | $a_4b_3$ | 39 | 42 | 50 | 131 | 43.67 |
| | مجاميع القطاعات | $Y_{..k}$ | 484 | 499 | 519 | 1502 $Y_{...}$ | |

2. عمل تخطيط لجدول تحليل التباين

| S.O.V | d.f. | S.S. | M.S. | F Cal. | F Tab. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 5% | 1% |
| **Main Plot**<br>**Replications**<br>**A**<br>**Error (a)** | **a r – 1= 11**<br>**r – 1= 2**<br>**a – 1= 3**<br>**(a – 1) (r – 1)= 6** | | | | | |
| **Sub – Plot**<br>**B**<br>**AB**<br>**Error (b)** | **a r (b – 1)= 24**<br>**b – 1= 2**<br>**(a – 1) (b - 1)= 6**<br>**a (b – 1) (r - 1)= 16** | | | | | |
| **Total** | **abr – 1= 35** | | | | | |

3. عمل اثنين من جداول المجاميع وكما يلي:

أ. جدول مجاميع بين القطاعات **x** العامل **A** **(AR-Table)**

| R / A | القطـاعـــــات | | | مجاميع مستويات العامل A |
|---|---|---|---|---|
| | $r_1$ | $r_2$ | $r_3$ | $Y_{i..}$ |
| $a_1$ | 72 | 71 | 71 | **214** |
| $a_2$ | 114 | 126 | 130 | **370** |
| $a_3$ | 165 | 173 | 175 | **513** |
| $a_4$ | 133 | 129 | 143 | **405** |
| مجاميع القطاعات<br>$Y_{..k}$ | **484** | **499** | **519** | $Y_{...}$<br>**1502** |

ب. جدول مجاميع بين العاملين A و B والذي يسمى (AB - Table).

| B / A | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | مجاميع مستويات العامل A $Y_{i..}$ |
|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | 58 | 70 | 86 | **214** |
| $a_2$ | 104 | 125 | 141 | **370** |
| $a_3$ | 153 | 177 | 183 | **513** |
| $a_4$ | 136 | 138 | 131 | **405** |
| مجاميع مستويات العامل B $Y_{.j.}$ | **451** | **510** | **541** | $Y_{...}$ **1502** |

4. تقدير مجموع مربعات الانحرافات SS لكل مصدر من مصادر الاختلاف

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

$$C.F. = \frac{(Y...)^2}{abr} = \frac{(1502)^2}{(4)(3)(3)} = 62666.77$$

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

$$TSS = \sum Y_{ijk}^{\ 2} - C.F. = (y_{111})^2 + (y_{112})^2 + ..... + (y_{433})^2 - C.F.$$

$$= (23)^2 + (19)^2 + ..... + (50)^2 - 62666.77$$
$$= 68624.00 - 62666.77 = 5957.23$$

جـ. إيجاد مجموع مربعات انحرافات القطع الرئيسية Main-Plot SS (SSM. P)

$$SSM.P. = \frac{\sum Y_{i.k}^{\ 2}}{b} - C.F. = \frac{Y_{1.1}^{\ 2} + Y_{1.2}^{\ 2} + Y_{1.3}^{\ 2} + ..... + Y_{4.3}^{\ 2}}{3} - C.F.$$

$$\frac{72^2 + 71^2 + 71^2 + ..... + 143^2}{3} - 62666.77$$
$$= 67865.33 - 62666.77 = 5198.56$$

د. إيجاد مجموع مربعات القطاعات Replications SS (SSR)

$$SSR = \frac{\sum Y_{..k}^{\ 2}}{ab} - C.F. = \frac{(y_{..1})^2 + (y_{..2})^2 + (y_{..3})^2}{ab} - C.F.$$
$$= \frac{(484)^2 + (499)^2 + (519)^2}{(4)(3)} - 6266.77$$
$$= 6271.16 - 6266.77 = 51.39$$

هـ. حساب مجموع مربعات انحرافات العامل A (SSA) ومجموع مربعات انحرافات الخطأ التجريبي للقطع الرئيسية

SSError (a) بالاعتماد على بيانات جدول **(AR-Table)**

$$SSA = \frac{\sum Y_{i..}^{\ 2}}{br} - C.F. = \frac{(y_{1..}^{\ 2} + (y_{2..})^2 + (y_{3..})^2 + (y_{4..})^2}{br} - C.F.$$
$$= \frac{(214)^2 + (370)^2 + (513)^2 + (405)^2}{(3)(3)} - 6266.77$$
$$= 6776.55 - 6266.77 = 5098.78$$

SSError (a)= SSM. P. – (SSA + SSR)

= 5198.56 – (51.39 + 5098.78) = 48.39

و. إيجاد مجموع مربعات انحرافات القطع المنشقة Sub-Plot SS (SSs.p.)

$$SSs.p. = SST - SSM.P.$$
$$= 5957.23 - 5198.56 = 758.67$$

ي. حساب مجموع مربعات انحرافات العامل B (SSB) والتداخل بين العاملين (SSAB) ومجموع مربعات انحرافات

الخطأ التجريبي للقطع الثانوية SSError (b) بالاعتماد على بيانات جدول **(AB-Table)**

$$SSB = \frac{\sum Y_{.j.}^{\ 2}}{ar} - C.F. = \frac{(y_{.1.}^{\ 2} + (y_{.2.})^2 + (y_{.3.})^2}{ar} - C.F.$$
$$= \frac{(451)^2 + (510)^2 + (541)^2}{(4)(3)} - 6266.77$$
$$= 6301.16 - 6266.77 = 348.39$$

ولايجاد قيمة SSAB نحتاج الى إيجاد مجموع مربعات المعاملات SSt

$$SSt = \frac{\sum Y_{ij.}^{\ 2}}{r} - C.F. = \frac{(y_{11.})^2 + (y_{12.})^2 + (y_{13.})^2 + ... + (y_{43.})^2}{r} - C.F$$
$$= \frac{(58)^2 + (70)^2 + (86)^2 + ..... + (131)^2}{3} - 6266.77$$
$$= 6830.33 - 6266.77 = 563.56$$

SSAB = SSt – (SSA + SSB)

= 5636.56 – (5098.56 + 348.39) = 189.61

SSError (b)= SSs. p. – (SSB + SSAB)

= 758.67 – (348.39 + 189.61) = 220.67

5. تقدير متوسط التباين المقدر (MS) لكل مصدر من مصادر الاختلافات وذلك بقسمة مجموع المربعات SS على درجات الحرية d.f. لكل مصدر:

أ. متوسط تباين القطاعات

$$MSR = \frac{SSR}{r-1} = \frac{51.39}{2} = 25.69$$

ب. متوسط التباين للعامل A

$$MSA = \frac{SSA}{a-1} = \frac{5098.78}{3} = 1699.59$$

جـ. متوسط تباين الخطأ التجريبي للقطع الرئيسية

$$MS_{Error(a)} = \frac{SS_{Error(a)}}{(a-1)(r-1)} = \frac{48.39}{6} = 8.06$$

د. متوسط التباين للعامل B

$$MSB = \frac{SSB}{b-1} = \frac{348.39}{2} = 174.19$$

هـ. متوسط تباين التداخل بين العاملين A x B

$$MSAB = \frac{SSAB}{(a-1)(b-1)} = \frac{189.61}{6} = 31.60$$

و. متوسط تباين الخطأ التجريبي للقطع المنشقة

$$MS_{Error(b)} = \frac{SS_{Error(b)}}{a(b-1)(r-1)} = \frac{220.67}{16} = 13.791$$

6. حساب قيم F للعاملين A و B والتداخل بينهما (A x B)

$$F(A) = \frac{MSA}{MS_{Error(a)}} = \frac{1699.59}{8.06} = 210.86$$

$$F(B) = \frac{MSB}{MS_{Error(b)}} = \frac{174.19}{13.791} = 12.63$$

$$F(AB) = \frac{MSAB}{MS_{Error(b)}} = \frac{31.60}{13.791} = 2.32$$

7. إيجاد قيمة F الجدولية من جدول في كتب الإحصاء.

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

**ANOVA Table**

| S.O.V | d.f. | S.S. | M.S. | F Cal. | F Tab. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 5% | 1% |
| **Main Plot** | **11** | **5198.56** | | | | |
| **Replications** | **2** | **51.39** | **25.69** | | | |
| **A** | **3** | **5098.78** | **1699.59** | **210.86** | **4.76** | **9.78** |
| **Error (a)** | **6** | **48.39** | **8.06** | | | |
| **Sub – Plot** | **24** | **758.67** | | | | |
| **B** | **2** | **348.39** | **174.19** | **12.63** | **3.63** | **6.23** |
| **AB** | **6** | **189.61** | **31.60** | **2.32** | **2.74** | **4.20** |
| **Error (b)** | **16** | **220.67** | **13.791** | | | |
| **Total** | **35** | **5957.23** | | | | |

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

أ. بالنسبة للعامل A يلاحظ ان قيمة F المحسوبة (210.86) اكبر من قيمة F الجدولية عند مستوى احتمال 1% وهذا يعني ان هناك فروقات معنوية عالية بين أنواع المبيدات.

ب. يلاحظ في العامل B ان قيمة F المحسوبة (12.63) اكبر من قيمة F الجدولية عند مستوى احتمال 1% وهذا يدل على وجود فروقات معنوية عالية بين ألاصناف الثلاث للذرة الصفراء.

جـ. اما التداخل Ax B يلاحظ ان F المحسوبة (2.32) اقل من قيمة F الجدولية وهذا يدل على عدم وجود تداخل معنوي بين العاملين A و B .