المحاضرة الأولى

تعاريف ومصطلحات مهمة

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

تصميم وتحليل التجارب

تعاريف ومصطلحات مهمة

البحث Research تنقيب مستمر عن معارف ومفاهيم جديدة وهو استمرار استقصـــاء المعرفة في سبيل حل مشاكل محددة في جميع مجالات الحياة وباعتماد طريقة علمية صحيحة

التجربة Experiment هي وسيلة الطريقة العلمية وهي تتبع لاختبار الفرضيـــــــات واستكشاف علاقات جديدة بين المتغيرات ولتنفيذ التجربة تؤخذ النقاط التالية في الاعتبار:

1. تحديد المشكلة المطلوب حلها
2. اختيار المتغير المؤثر او المرتبط
3. تحديد العوامل التي سيجري تغييرها، ونوعيتها ومستوياتها
4. الربط بين مستويات العوامل

التجربة البسيطة Simple Experiment تهتم بدراسة عامل واحد فقط او هي التي يطلب منها حل مشكلة واحدة فقط .

التجربة العاملية Factorial Experiment الهدف منها دراســة تأثير عاملين فأكثر في وقت واحد، أي يطلب منها حل اكثر من مشكلة واحدة .

المعاملات Treatments مجموعة من الظروف المتغيرة يضعها الباحث تحت سيطرته لدراسة تأثيراتها وهي تطبق على الوحدات التجريبية

الوحدة التجريبية Experimental Unit هي اصغر جزء او مادة من مواد التجربة وعليها تطبق المعاملات

التصميم Design لتجربة ما هو إلا التخطيط لها

وان اهم التصاميم التي تستخدم مع التجارب البسيطة والعاملية

1. التصميم العشوائي الكامل C.R.D
2. تصميم القطاعات العشوائية الكاملة .R.C.B.D
3. تصميم المربع اللاتيني .L.S.D

ولغرض اختيار تصميم معين لتجربة ما لابد من معرفة الآتي :

1. هل التصميم المطلوب لتجربة بسيطة ام عاملية
2. هل ان الوحدات التجريبية التي ستنفذ عليها المعامـلات متجانســـة ام غيــر متجانســة وإذا كانت غير متجانســة هل يمكن تجميعها فـــي مجاميع متجانســة وهل ان هذا التجميـع يعمل على ازالة تأثير واحد ام اكثر
3. هل ان جميــع المعامــلات البسيطة او العاملية ستكون جميعها موجودة في المجموعة الواحدة ام جزء منها

القواعد الاساسية لتصميم التجارب

1. التوزيع العشوائي Randomization توزيع المتغيرات عشوائياً وبدون تحيز
2. التكرار Replication اعادة تطبيـق نفس المعاملة على اكثر من وحدة تجريبية
3. السيطرة على الظروف Local Control التعرف على الوحدات التجريبية والتحكم فيها

وتعد هذه القواعد مهمة لضمان صحة اختبار الفرضيات وإمكانية تقدير الخطــأ التجريبـــي وتقليل قيمتــه بما يؤدي الى زيــادة كفــاءة التجربة ودقة المعلومات التي يتم التوصل اليها

الخطأ التجريبي Experimental Error

هو مقياس للاختلافات التي تظهر بين مشاهدات يتم تسجيلها من وحدات تجريبية طبقت فيها نفس المعاملة، ومصادره هي:

1. مصادر ذاتية ناتجة عن الاختلافات في العامل الوراثـــي أو نتيجة التداخل بين الوراثة والبيئة

2.نتيجة الاختلافات في تطبيق نفس المعاملة على الوحدات التجريبية
3.نتيجة الاخطاء الفنية التي تحدث اثناء تسجيل القياسات عن الصفات المختلفة

ويمكن - بمراعاة النقاط السابقة مع اختيار التصميم المناسب والحجم المناسب للوحدات التجريبية والعدد المناسب للتكرارات - السيطرة على الخطأ وتقليل قيمته وبالتالي زيادة كفاءة ودقة التجربة

التحليل Analysis

هي المرحلة الاخيرة وتشمل طريقة جمع البيانات وترتيبها واخنزالها ومن ثم اجراء الاختبارات التي يستعان بها في اتخاذ القرارات المناسبة لأهداف التجربة . وعند التحليل ترتب النتائج في جدول يدعى بجدول تحليل التباين Analysis of Variance Table (ANOVA) ومكوناته هي:

مصادر الاختلاف Source of Variation SOV	درجات الحرية Degrees of freedom df	مجموع مربعات الانحرافات Some of square SS	متوسط المربعات Mean square MS	قيمة F المحسوبة Computed F Cal F	قيمة F الجدولية Tabulated F Tab F

وسنستخدم عند شرح التصاميم التجريبية مختصرات المصطلحات في جدول تحليل التباين ، وسنعتمدها كما يلي :

Tab F	Cal F	MS	SS	df	SOV

المحاضرة الثانية

التصميم العشوائي الكامل

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة الثانية
التصميم العشوائي الكامل
Completely Randomized Design

تعريف: هو التصميم الذي توزع فيه المعاملات عشوائياً على الوحدات التجريبية المتجانسة او بالعكس .

مميزات التصميم :

1. ابسط انواع التصاميم وأسهلها تطبيقاً وتحليلاً للبيانات
2. يسمح باستخدام اعلى ما يمكن من درجات حرية الخطأ، مما يؤدي الى خفض القيمة المقدرة لتباين هذا الخطأ وزيادة كفاءة ودقة التجربة
3. يمكن استخدام أي عدد من المعاملات وأي عدد من المكررات
4. لا يشترط تساوي عدد تكرارات جميع المعاملات
5. اذا فقدت مشاهدات من التجربة لا تتأثر بساطة التحليل الاحصائي

عيوب التصميم :

1. لا يصح استخدامه الا في حالة تجانس الوحدات التجريبية
2. القيمة المقدرة لتباين الخطأ التجريبي عالية مقارنة بالتصاميم الاخرى

وهذا يسبب عدم دقة وكفاءة التصميم في بيان تأثير المعاملات

تخطيط التجربة Layout of Experiment

هذا يعني تحديد مكان وزمان التجربة وطبيعة المواد التجريبية وطريقة توزيع المعاملات على الوحدات التجريبية، ولإجراء ذلك تقسم المساحة التجريبية الى عدد من الوحدات المتجانسة ثم توزع المعاملات بحيث ان كل معاملة t_i تظهر في r من الوحدات وان عدد الوحدات التجريبية الكلي هو tr فمثلاً عند استخدم اربعة معاملات بأربعة مكررات لكل معاملة فان مخطط التجربة التي ستتكون من $tr = (4)(4) = 16$ وحدة تجريبية هو :

t_4	t_2	t_4	t_3
t_2	t_1	t_3	t_1
t_3	t_4	t_1	t_3
t_2	t_1	t_4	t_2

تمثيل البيانات بالرموز الجبرية

يعبر عن كل مشاهدة في هذه التجربة بالحرف الصغير y ومذيل بحرفين تعبر عن رقم المعاملة ورقم المعاملة ، اي ان كل مشاهدة هي y_{ij} ، والجدول التالي يبين تمثيل المشاهدات والمجاميع والمتوسطات المختلفة بالرموز :

المعاملات	المشاهدات				مجاميع المعاملات $Y_{i.}$	متوسطات المعاملات $\bar{y}_{i.}$
	1	2	3	4		
t_1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}	$Y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
t_2	y_{21}	y_{22}	y_{23}	y_{24}	$Y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
t_3	y_{31}	y_{32}	y_{33}	y_{34}	$Y_{3.}$	$\bar{y}_{3.}$
t_4	y_{41}	y_{42}	y_{43}	y_{44}	$Y_{4.}$	$\bar{y}_{4.}$
					المجموع العام $Y_{..}$	المتوسط العام $\bar{y}_{..}$

النموذج الرياضي للتجربة: في هذا التصميم النموذج الرياضي للتجربة هو :

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots t \\ j = 1, 2, 3, \dots r \end{cases}$$

قيمة اي مشاهدة = المتوسط العام + تأثير المعاملة i + تأثير الخطأ التجريبي للمشاهدة j من المعاملة i

ويتم تقدير التأثيرات في معادلة النموذج الرياضي من المعادلات التالية :

1- المتوسط العام للمجتمع $\mu = \bar{y}..$

2- تأثير أي معاملة $t_i = \bar{y}_i. - \bar{y}..$

$$\left.\begin{aligned} t_1 &= \bar{y}_1. - \bar{y}.. \\ t_2 &= \bar{y}_2. - \bar{y}.. \\ t_3 &= \bar{y}_3. - \bar{y}.. \\ t_4 &= \bar{y}_4. - \bar{y}.. \end{aligned}\right\} \quad \Sigma t_i = 0$$

3- تأثير الخطأ التجريبي لاي مشاهدة

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

وعند التعويض عن قيم التأثيرات في هذه المعادلة نصل الى المعادلة التالية:

$$e_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_i.$$

مثال : نفذت تجربة باستخدام التصميم العشوائي الكامل لدراسة تأثير اربعة معاملات وكانت بيانات احدى الصفات كما يلي : المطلوب تحليل هذه البيانات احصائياً وايجاد جدول تحليل التباين

المعاملات	المشاهدات				مجاميع	متوسطات
	1	2	3	4	المعاملات $Y_i.$	المعاملات $\bar{y}_i.$
t_1	54.6	53.0	55.3	53.3	$Y_{1.} = 216.2$	$\bar{y}_1. = 51.05$
t_2	49.7	50.4	51.3	50.8	$Y_{2.} = 202.2$	$\bar{y}_2. = 50.55$
t_3	50.2	50.2	51.3	51.3	$Y_{3.} = 203.0$	$\bar{y}_3. = 50.75$
t_4	50.8	53.2	52.4	54.2	$Y_{4.} = 210.6$	$\bar{y}_4. = 52.65$
					المجموع العام $Y.. = 832$	المتوسط العام $\bar{y}.. = 52.0$

تقديرات المتوسطات

متوسط أي معاملة = حاصل قسمة مجموع تلك المعاملة على عدد المعاملات $\bar{y}_i. = Y_i. / r$

المتوسط العام للتجربة = حاصل قسمة المجموع العام على مربع عدد المعاملات $\bar{y}.. = Y.. / tr$

تقدير التأثيرات في معادلة النموذج الرياضي:

متوسط المجتمع = المتوسط العام للتجربة $\mu = \bar{y}.. = 52.0$

(1)تأثير أي معاملة = متوسط المعاملة – المتوسط العام $t_i = \bar{y}_i. - \bar{y}..$

فمثلاً $t_1 = \bar{y}_1. - \bar{y}.. = 51.05 - 52.0 = -0.95$

$$e_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_i.$$

فمثلاً :

$$e_{23} = y_{23} - \bar{y}_{2.}$$
$$= 51.3 - 50.55 = 0.75$$

خطوات التحليل الاحصائي وايجاد جدول تحليل التباين: ينظم جدول تحليل التباين الذي يضم المكونات التالية

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F	
					5%	1%
Treatments	t -1 = 4 – 1 = 3	SSt	MSt	Ft		
Error	t (r -1) = 12	SSe	MSe			
Total	tr – 1 = 16 – 1 = 15	SST				

وتتبع خطوات التحليل الاحصائي كما يلي:

(1)حساب قيمة معامل التصحيح = مربع المجموع العام مقسوماً على عدد المشاهدات الكلية

$$CF = Y..^2/tr = 832^2/16 = 43234.00$$

(2)حساب مجموع مربعات الانحرافات الكلية = مجموع مربعات المشاهدات – معامل التصحيح

$$SST = \Sigma y_{ij}^2 - CF = 50.5^2 + .. + 54.2^2 - 43234.00 = 45.46$$

(3)حساب مجموع مربعات انحرافات المعاملات

= (مجموع مربعات مجاميع المعاملات / عدد القطاعات) – معامل التصحيح

$$SSt = (\Sigma Y_{i.}^2/r) - CF = [(216.2^2 + .. + 210.6^2)/4] - CF = 33.16$$

(4)حساب مجموع مربعات انحرافات الخطأ التجريبي (بالطرح) وكما يلي :

$$SSe = SST - SSt$$
$$= 45.46 - 33.16 = 12.30$$

ترتب النتائج في جدول تحليل التباين كما يلي:

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F	
					5%	1%
Treatments	3	33.16	11.05	Ft = 10.784**	4.757	9.779
Error	12	12.30	1.025			
Total	15	45.46				

يتم حساب قيم متوسط المربعات في جدول تحليل التباين كما يلي :

$$MSt = SSt / df = 33.16/ 3 = 11.05$$
$$MSe = SSe / df = 12.30/ 12 = 1.025$$

ثم تحسب قيم F المحسوبة للمعاملات وكما يلي:

$$Ft = MSt / MSe = 11.05/ 1.025 = 10.784$$

تستخرج قيمة F الجدولية من جدول F في الكتب الاحصائية

F الجدولية للمعاملات عند درجات حرية 3 للمعاملات و 12 للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية 1% و 5%

ويلاحظ من الجدول انها تساوي 5.953 عند مستوى احتمال 1% و 3.490 عند مستوى احتمال 5%

القرار: بما ان F المحسوبة للمعاملات (**10.784**) اكبر من الجدولية عند مستوى 1% (5.953) ، معنى ذلك وجود فروقات معنوية عالية بين متوسطات المعاملات وهنا توضع علامتي نجمة (**) على قيمة F دلالة على ذلك

ملاحظة : اذا ظهرت F المحسوبة اكبر من الجدولية عند مستوى 5% فقط هذا يعني وجود فروقات معنوية وتوضع علامة نجمة واحدة (*)، واذا كانت اقل منها معناها لا توجد فروقات معنوية أي ان تأثيرات المعاملات متساوية .

المحاضرة الثالثة

تابع للتصميم العشوائي الكامل
تقدير مكونات التباين

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة الثالثة

تابع التصميم العشوائي الكامل

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: $r = 4 \quad t = 5$

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

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

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

- تباين تأثير الخطأ التجريبي σ^2e يقدر من العلاقة بين متوسط المربعات المقدر MSe والمتوقع:

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

- تباين تأثير المعاملات σ^2t يقدر كما يلي:

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

- تباين اي مشاهدة S^2_{yij} ويقدر كما يلي: $S^2_{yij} = MSe = \sigma^2e = 3$
- تباين متوسط اي معاملة $S^2_{\bar{y}i.}$ ويقدر كما يلي:

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

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

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

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

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

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

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

- 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)

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

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	Σr_i – t = 18 – 5 = 13	SSe = 39.867	MSe = 3.067	
Total	Σr_i – 1= 17	SST = 150		

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

$CF = (Y..)^2 / \Sigma r_i = (144)^2 / 18 = 1152$

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

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

$= 1262.133 - 1152 = 110.133$

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

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

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

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

المحاضرة الرابعة

تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة الرابعة
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD

تعريف : هو التصميم الذي تجمع فيه الوحدات التجريبية غير المتجانسة في مجاميع متجانسة (قطاعات) بحيث ان وحدات كل مجموعة متجانسة نسبياً وان عدد الوحدات في كل مجموعة مساوياً لعدد المعاملات، والأخيرة توزع عشوائياً داخل كل قطاع على حده

مميزاته :

1. ان فصل مجموع مربعات القطاعات من الخطأ يؤدي الى خفض تباين الخطأ ويزيد من كفاءة ودقة التجربة
2. لا توجد قيود على عدد المعاملات او عدد القطاعات في التجربة
3. سهولة التحليل الاحصائي للبيانات
4. يمكن تقدير قيم المشاهدات المفقودة واستمرار التحليل الاحصائي
5. الكفاءة النسبية اعلى مقارنة بالتصميم العشوائي الكامل

عيوب التصميم : وجود اختلافات بين الوحدات التجريبية داخل القطاع يؤدي الى زيادة الخطأ التجريبي ، ولهذا السبب فان التصميم لا يناسب الاعداد الكبيرة من المعاملات

تخطيط التجربة: مثال $r = 4$ $t = 4\ (t_1, t_2, t_3, t_4)$

تقسم ارض التجربة الى اربعة قطاعات بحيث ان كل قطاع يكون متجانساً في جميع مواقعه نسبياً، ثم يقسم كل قطاع الى خمسة وحدات تجريبية وتوزع عليها المعاملات الخمسة عشوائياً وكما يلي :

القطاع الاول	t_4	t_2	t_1	t_3
القطاع الثاني	t_1	t_3	t_2	t_4
القطاع الثالث	t_3	t_4	t_2	t_1
القطاع الرابع	t_1	t_3	t_4	t_2

تمثيل البيانات بالرموز الجبرية:

يعبر عن كل مشاهدة في هذه التجربة بالحرف الصغير y ومذيل بحرفين تعبر عن رقم المعاملة ورقم القطاع الذي تقع فيه المشاهدة ، اي ان كل مشاهدة هي y_{ij} والجدول التالي يبين تمثيل المشاهدات والمجاميع والمتوسطات المختلفة :

الصفوف	القطاعات				مجاميع	متوسطات
	r_1	r_2	r_3	r_4	المعاملات $Y_{i.}$	المعاملات $\bar{y}_{i.}$
t_1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	y_{14}	$Y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
t_2	y_{21}	y_{22}	y_{23}	y_{24}	$Y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
t_3	y_{31}	y_{32}	y_{33}	y_{34}	$Y_{3.}$	$\bar{y}_{3.}$
t_4	y_{41}	y_{42}	y_{43}	y_{44}	$Y_{4.}$	$\bar{y}_{4.}$
مجاميع القطاعات $Y_{.j}$	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.3}$	$Y_{.4}$	المجموع العام $Y_{..}$	
متوسطات القطاعات $\bar{y}_{.j}$	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	$\bar{y}_{.3}$	$\bar{y}_{.4}$		المتوسط العام $\bar{y}_{..}$

النموذج الرياضي للتجربة: في هذا التصميم النموذج الرياضي للتجربة هو :

$$y_{ij} = \mu + t_i + r_r + e_{ij} \quad \begin{cases} i = 1 , 2 , 3 , ... t \\ j = 1 , 2 , 3 , ... r \end{cases}$$

قيمة اي مشاهدة = المتوسط العام + تأثير المعاملة i + تأثير القطاع j + تأثير الخطأ التجريبي للمشاهدة i الواقعة في j

ويتم تقدير التأثيرات في معادلة النموذج الرياضي من المعادلات التالية :

1- المتوسط العام للمجتمع $\mu = \bar{y}..$

2- تأثير أي معاملة $t_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}..$

$$\left.\begin{aligned} t_1 &= \bar{y}_{1.} - \bar{y}.. \\ t_2 &= \bar{y}_{2.} - \bar{y}.. \\ t_3 &= \bar{y}_{3.} - \bar{y}.. \\ t_4 &= \bar{y}_{4.} - \bar{y}.. \end{aligned}\right\} \quad \Sigma t_i = 0$$

3- تأثير أي قطاع $r_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}..$

$$\left.\begin{aligned} r_1 &= \bar{y}_{.1} - \bar{y}.. \\ r_2 &= \bar{y}_{.2} - \bar{y}.. \\ r_3 &= \bar{y}_{.3} - \bar{y}.. \\ r_4 &= \bar{y}_{.4} - \bar{y}.. \end{aligned}\right\} \quad \Sigma r_j = 0$$

4- تأثير الخطأ التجريبي لاي مشاهدة

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

وعند التعويض عن قيم التأثيرات في هذه المعادلة نصل الى المعادلة التالية:

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

مثال : نفذت تجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة قطاعات لدراسة تأثير اربعة معاملات وكانت بيانات احدى الصفات كما يلي : المطلوب تحليل هذه البيانات احصائياً وايجاد جدول تحليل التباين

المعاملات	القطاعات				مجاميع المعاملات $Y_{i.}$	متوسطات المعاملات $\bar{y}_{i.}$
	r_1	r_2	r_3	r_4		
t_1	54.6	53.0	55.3	53.3	$Y_{1.} = 216.2$	$\bar{y}_{1.} = 51.05$
t_2	50.4	49.7	51.3	50.8	$Y_{2.} = 202.2$	$\bar{y}_{2.} = 50.55$
t_3	50.2	51.3	50.2	51.3	$Y_{3.} = 203.0$	$\bar{y}_{3.} = 50.75$
t_4	50.8	53.2	52.4	54.2	$Y_{4.} = 210.6$	$\bar{y}_{4.} = 52.65$
مجاميع القطاعات $Y_{.j}$	$Y_{.1}$ 206	$Y_{.2}$ 207.2	$Y_{.3}$ 209.2	$Y_{.4}$ 209.6	المجموع العام $Y.. = 832$	
متوسطات القطاعات $\bar{y}_{.j}$	$\bar{y}_{.1}$ 51.5	$\bar{y}_{.2}$ 51.8	$\bar{y}_{.3}$ 52.3	$\bar{y}_{.4}$ 52.4		المتوسط العام $\bar{y}.. = 52.0$

تقديرات المتوسطات

(1)متوسط أي معاملة = حاصل قسمة مجموع تلك المعاملة على عدد القطاعات $\bar{y}_{i.} = Y_{i.}/r$

(2)متوسط أي قطاع = حاصل قسمة مجموع ذلك القطاع على عدد المعاملات $\bar{y}_{.j} = Y_{.j}/t$

(3)المتوسط العام للتجربة = حاصل قسمة المجموع العام على عدد المشاهدات الكلية $\bar{y}.. = Y../tr$

تقدير التأثيرات :

(1)متوسط المجتمع = المتوسط العام للتجربة $\mu = \bar{y}.. = 52.0$

(2)تأثير أي معاملة = متوسط المعاملة – المتوسط العام $t_i = \bar{y}_{i.} - \bar{y}..$

فمثلاً $t_1 = \bar{y}_{1.} - \bar{y}.. = 51.05 - 52.0 = -0.95$

(3)تأثير أي قطاع = متوسط القطاع – المتوسط العام $r_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}..$

فمثلاً $r_1 = \bar{y}_{.1} - \bar{y}.. = 51.5 - 52.0 = -0.5$

(4)تأثير الخطأ التجريبي لأي مشاهدة = قيمة المشاهدة — متوسط المعاملة — متوسط القطاع + المتوسط العام

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

فمثلاً :

$$e_{23} = y_{23} - \bar{y}_{2.} - \bar{y}_{.3} + \bar{y}..$$

$$= 51.3 - 50.55 - 52.3 + 52.0 = 0.45$$

خطوات التحليل الاحصائى وايجاد جدول تحليل التباين:

ينظم جدول تحليل التباين الذي يضم المكونات التالية :

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F	
					5%	1%
Blocks	r -1 = 4 – 1 = 3	SSr	MSr	Fr		
Treatments	t -1 = 4 – 1 = 3	SSt	MSt	Ft		
Error	(t -1) (r -1) = 9	SSe	MSe			
Total	t^2 -1 = 4^2 – 1 = 15	SST				

وتتبع خطوات التحليل الاحصائي كما يلي:

(1)حساب قيمة معامل التصحيح = مربع المجموع العام مقسوماً على عدد المشاهدات الكلية

$CF = Y..^2/tr = 832^2/16 = 43264.00$

(2)حساب مجموع مربعات الانحرافات الكلية = مجموع مربعات المشاهدات – معامل التصحيح

$SST = \Sigma y_{ij}^2 - CF = 50.5^2+..+54.2^2 – 43234.00 = 45.46$

(3)حساب مجموع مربعات انحرافات القطاعات

= (مجموع مربعات مجاميع القطاعات / عدد المعاملات) – معامل التصحيح

$SSr = (\Sigma Y._j^2/t) – CF =[(206.0^2 +..+209.6^2)/4]–CF = 2.16$

(4)حساب مجموع مربعات انحرافات المعاملات

= (مجموع مربعات مجاميع المعاملات / عدد القطاعات) – معامل التصحيح

$SSt = (\Sigma Y_{i.}^2/r) –CF=[(216.2^2 +..+210.6^2)/4]–CF=33.16$

(5)حساب مجموع مربعات انحرافات الخطأ التجريبي (بالطرح)وكما يلي :

SSe = SST – SSt – SSr

= 45.46 – 33.16 – 2.16 = 10.14

ترتب النتائج في جدول تحليل التباين كما يلي:

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F	
					5%	1%
Blocks	3	2.16	0.72	Fr = 0.639	3.863	6.992
Treatments	3	33.16	11.05	Ft = 9.811**	3.863	6.992
Error	9	10.14	1.127			
Total	15	45.46				

يتم حساب قيم متوسط المربعات في جدول تحليل التباين كما يلي :

MSr = SSr / df = 2.16/ 3 = 0.72

MSt = SSt / df = 33.16/ 3 = 11.05

MSe = SSe / df = 10.14/ 3 = 1.127

ثم تحسب قيم F المحسوبة للمعاملات وهي المهمة في التجارب المختلفة وكذلك F المحسوبة للقطاعات عند الحاجة ، وكما يلي:

Ft = MSt / MSe = 11.05/ 1.127 = 9.811

Fr = MSr / MSe = 0.72/ 1.127 = 0.639

تستخرج قيم F الجدولية من جدول F في الكتب الاحصائية
F الجدولية للمعاملات عند درجات حرية 3 للمعاملات و 9 للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية 1% و 5%
F الجدولية للقطاعات عند درجات حرية 3 للصفوف و 9 للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية 1% و 5%
ويلاحظ F الجدولية متساوية للمصدرين لان درجات حريتها متساوية وتساوي 6.992 عند مستوى احتمال 1% و 3.863 عند مستوى احتمال 5%

القرار: بما ان F المحسوبة للمعاملات (9.811) اكبر من الجدولية عند مستوى 1% (6.992) ، معنى ذلك وجود فروقات معنوية عالية بين متوسطات المعاملات وهنا توضع علامتي نجمة (**) على قيمة F دلالة على ذلك
ملاحظة : اذا ظهرت F المحسوبة اكبر من الجدولية عند مستوى 5% فقد هذا يعني وجود فروقات معنوية وتوضع علامة نجمة واحدة (*)، واذا كانت اقل منها معناها لا توجد فروقات معنوية أي ان تأثيرات المعاملات متساوية .

المحاضرة الخامسة

تابع للتصميم القطاعات العشوائية الكاملة
تقدير مكونات التباين

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة الخامسة

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: r = 4 t = 5

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

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

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

$\sigma^2e = MSe = 2$

تباين تأثير المعاملات σ^2t يقدر كما يلي:

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

Then $\sigma^2t = (MSt - Mse) / r = (21 - 2) / 4 = 19 / 4 = 4.75$

تباين تأثير القطاعات σ^2r يقدر كما يلي:

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

Then $\sigma^2r = (MSr - Mse) / t = (7 - 2) / 5 = 5 / 5 = 1.00$

تباين اي مشاهدة S^2_{yij} ويقدر كما يلي: $S^2_{yij} = MSe = \sigma^2e = 2$

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:

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

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

المحاضرة السادسة

طرق المقارنة بين متوسطات المعاملات

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة السادسة

تابع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

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:

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

(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	$\sigma^2e + t\ \sigma^2r$	
Treatments	4	84	21	$\sigma^2e + r\ \sigma^2t$	10.5
Error	12	24	2	σ^2e	
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 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

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

(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:

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

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	$\sigma^2e + t\,\sigma^2r$	
Treatments	4	84	21	$\sigma^2e + r\,\sigma^2t$	10.5
Error	12	24	2	σ^2e	
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.

–

المحاضرة السابعة

تصميم المربع اللاتيني LSD

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة السابعة

تصميم المربع اللاتيني Latin Square Design (LSD)

تعريف: هو التصميم الذي يتم فيه تجميع الوحدات التجريبية غير المتجانسة في مجاميع متجانسة في اتجاهين (صفوف Rows واعمدة Columns) بحيث ان كل صف وكل عمود يحوي وحدات تجريبية متجانسة بعدد المعاملات المطلوب دراسة تأثيرها ، وفي هذا التصميم يكون عدد الصفوف = عدد الاعمدة و = عدد المعاملات (r = c = t) وان عدد الوحدات التجريبية في التجربة يساوي مربع عدد المعاملات t^2

مميزات التصميم:

1. باستخدام التجميع في اتجاهين (عمل قطاعات متجانسة في اتجاهين) يكون تباين الخطأ التجريبي أصغر مقارنة بالتصميمين CRD و RCBD مما يؤدي الى زيادة كفاءة ودقة التجربة .
2. التحليل الاحصائي للبيانات بسيط ويبقى كذلك حتى في حالة فقـــدان قيــم بعض المشاهدات

عيوب التصميم:

1. عدد المعاملات يتحدد بعدد الصفوف وعدد الاعمدة وفي ذلك قيد على الباحث عند تخطيط التجربة، بحيث كلما يزداد عدد المعاملات بمعاملة واحدة يزداد عدد الوحدات التجريبية كثيراً ، وكلما يزيد عدد الوحدات التجريبية يزيد الخطأ التجريبي، عليه لا ينصح بهذا التصميم اذا زاد عدد المعاملات عن ثمانية.

2. في حالة قلة عدد المعاملات تكون درجات حرية الخطـأ قليلة وبالتالي ترتفـع قيمة تباين الخطأ مما يؤدي الى اتخاذ قرارات خاطئة ، عليه لا ينصح بهذا التصميم اذا قل عدد المعاملات عن اربعة.
(لذا فان حدود عدد المناسب لاستخدام هذا التصميم عندما يكون عدد المعاملات بين 4 و 8)

تخطيط التجربة: (مثال) : تجربة لدراسة تأثير اربعة معاملات، في هذه الحالة :

عــدد المعاملات = عدد الصفوف = عدد الاعمدة = 4

وعدد الوحدات التجريبية الكلية اللازم لتنفيذ التجربة يساوي $t^2 = 4^2 = 16$

عليه تقسم ارض التجربة الى اربعة صفوف r = 4 وأربعة اعمدة c = 4 ويتم عمل مخطط التجربة باختيار مربع لاتيني قياسي من الكتب الاحصائية حجم 4 x4 اولاً ثم عليه توزع الصفوف عشوائياً ثم الاعمـدة عشوائياً وأخيرا توزع المعاملات على الحـروف اللاتينيـة عشوائياً ايضا والمخطط التالي يبين الحالة النهائيـة وفيها كل معاملة تظهر مرة واحدة في كل صف وفي كل عمود

	c_1	c_2	c_3	c_4
r_1	t_4	t_2	t_1	t_3
r_2	t_2	t_1	t_3	t_4
r_3	t_3	t_4	t_2	t_1
r_4	t_1	t_3	t_4	t_2

تمثيل البيانات بالرموز الجبرية:

يعبر عن كل مشاهدة في هذه التجربة بالحرف الصغير y ومذيل بثلاث حروف تعبر عن رقم الصف ورقم العمود الذي تقع فيهما المشاهدة ورقم المعاملة الذي يحصر بين قوسين ، اي ان كل مشاهدة هي $y_{rc(i)}$ والجدول التالي يبين تمثيل المشاهدات والمجاميع والمتوسطات المختلفة بالرموز حسب تسلسل المعاملات في مخطط التجربة اعلاه :

الصفوف	الاعمدة				مجاميع		متوسطات	
	c_1	c_2	c_3	c_4	الصفوف $Y_{r.}$	المعاملات $Y_{(i).}$	الصفوف $\bar{y}_{r.}$	المعاملات $\bar{y}_{(i).}$
r_1	$y_{11(4)}$	$y_{12(2)}$	$y_{13(1)}$	$y_{14(3)}$	$Y_{1.}$	$Y_{(1).}$	$\bar{y}_{1.}$	$\bar{y}_{(1).}$
r_2	$y_{21(2)}$	$y_{22(1)}$	$y_{23(3)}$	$y_{24(4)}$	$Y_{2.}$	$Y_{(2).}$	$\bar{y}_{2.}$	$\bar{y}_{(2).}$
r_3	$y_{31(3)}$	$y_{32(4)}$	$y_{33(2)}$	$y_{34(1)}$	$Y_{3.}$	$Y_{(3).}$	$\bar{y}_{3.}$	$\bar{y}_{(3).}$
r_4	$y_{41(1)}$	$y_{42(3)}$	$y_{43(4)}$	$y_{44(2)}$	$Y_{4.}$	$Y_{(4).}$	$\bar{y}_{4.}$	$\bar{y}_{(4).}$
مجاميع الاعمدة $Y_{.c}$	$Y_{.1}$	$Y_{.2}$	$Y_{.3}$	$Y_{.4}$	المجموع العام $Y_{..}$			
متوسطات الاعمدة $\bar{y}_{.c}$	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	$\bar{y}_{.3}$	$\bar{y}_{.4}$			المتوسط العام $\bar{y}_{..}$	

النموذج الرياضي للتجربة: في هذا التصميم النموذج الرياضي للتجربة هو :

$$y_{rc(i)} = \mu + t_i + r_r + c_c + e_{rc(i)} \quad \{ i = r = c = 1 , 2 , 3 , ... t$$

قيمة اي مشاهدة = المتوسط العام + تأثير المعاملة i + تأثير الصف r + تأثير العمود c + تأثير الخطأ التجريبي للمشاهدة الواقعة في الصف r والعمود c واخذت المعاملة t

ويتم تقدير التأثيرات في معادلة النموذج الرياضي من المعادلات التالية :

1- المتوسط العام للمجتمع

$$\mu = \bar{y}_{..}$$

2- تأثير أي معاملة

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

$$\left.\begin{aligned} t_1 &= \bar{y}_{(1.)} - \bar{y}_{..} \\ t_2 &= \bar{y}_{(2.)} - \bar{y}_{..} \\ t_3 &= \bar{y}_{(3.)} - \bar{y}_{..} \\ t_4 &= \bar{y}_{(4.)} - \bar{y}_{..} \end{aligned}\right\} \quad \Sigma t_i = 0$$

3- تأثير أي صف

$$r_r = \bar{y}_{r.} - \bar{y}_{..}$$

$$\left.\begin{aligned} r_1 &= \bar{y}_{1.} - \bar{y}_{..} \\ r_2 &= \bar{y}_{2.} - \bar{y}_{..} \\ r_3 &= \bar{y}_{3.} - \bar{y}_{..} \\ r_4 &= \bar{y}_{4.} - \bar{y}_{..} \end{aligned}\right\} \quad \Sigma r_r = 0$$

4- تأثير اي عمود

$$c_c = \bar{y}_{\cdot c} - \bar{y}_{\cdot\cdot}$$

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= \bar{y}_{\cdot 1} - \bar{y}_{\cdot\cdot} \\ c_2 &= \bar{y}_{\cdot 2} - \bar{y}_{\cdot\cdot} \\ c_3 &= \bar{y}_{\cdot 3} - \bar{y}_{\cdot\cdot} \\ c_4 &= \bar{y}_{\cdot 4} - \bar{y}_{\cdot\cdot} \end{aligned}\right\} \quad \Sigma c_c = 0$$

5- تأثير الخطأ التجريبي لاي مشاهدة

$$e_{rc(i)} = y_{rc(i)} - \mu - t_i - r_r - c_c$$

وعند التعويض عن قيم التأثيرات في هذه المعادلة نصل الى المعادلة التالية:

$$e_{rc(i)} = y_{rc(i)} - \bar{y}_{(i\cdot)} - \bar{y}_{r\cdot} - \bar{y}_{\cdot c} + 2(\bar{y}_{\cdot\cdot})$$

مثال : نفذت تجربة باستخدام تصميم المربع اللاتيني لدراسة تأثير اربعة معاملات وكانت بيانات احدى الصفات كما يلي : المطلوب تحليل هذه البيانات احصائياً وايجاد جدول تحليل التباين

الصفوف	الاعمدة				مجاميع		متوسطات	
	c_1	c_2	c_3	c_4	الصفوف $Y_{r\cdot}$	المعاملات $Y_{(i)\cdot}$	الصفوف $\bar{y}_{r\cdot}$	المعاملات $\bar{y}_{(i)\cdot}$
r_1	t_4 50.8	t_3 50.2	t_1 54.6	t_2 50.4	$Y_{1\cdot}$ 206	$Y_{(1)\cdot}$ 216.2	$\bar{y}_{1\cdot}$ 51.5	$\bar{y}_{(1)\cdot}$ 51.05
r_2	t_2 49.7	t_1 53.0	t_4 53.2	t_3 51.3	$Y_{2\cdot}$ 207.2	$Y_{(2)\cdot}$ 202.2	$\bar{y}_{2\cdot}$ 51.8	$\bar{y}_{(2)\cdot}$ 50.55
r_3	t_3 50.2	t_4 52.4	t_2 51.3	t_1 55.3	$Y_{3\cdot}$ 209.2	$Y_{(3)\cdot}$ 203.0	$\bar{y}_{3\cdot}$ 52.3	$\bar{y}_{(3)\cdot}$ 50.75
r_4	t_1 53.3	t_2 50.8	t_3 51.3	t_4 54.2	$Y_{4\cdot}$ 209.6	$Y_{(4)\cdot}$ 210.6	$\bar{y}_{4\cdot}$ 52.4	$\bar{y}_{(4)\cdot}$ 52.65
مجاميع الاعمدة $Y_{\cdot c}$	$Y_{\cdot 1}$ 204	$Y_{\cdot 2}$ 206.4	$Y_{\cdot 3}$ 210.4	$Y_{\cdot 4}$ 211.2	المجموع العام $Y_{\cdot\cdot} = 832$			
متوسطات الاعمدة $\bar{y}_{\cdot c}$	$\bar{y}_{\cdot 1}$ 51.0	$\bar{y}_{\cdot 2}$ 51.6	$\bar{y}_{\cdot 3}$ 52.6	$\bar{y}_{\cdot 4}$ 52.8			المتوسط العام $\bar{y}_{\cdot\cdot} = 52.0$	

ملاحظة : مجاميع الصفوف تحسب من جمع المشاهدات في الجدول افقيا

مجاميع الاعمدة تحسب من جمع المشاهدات في الجدول عمودياً

مجموع كل معاملة ينتج من جمع مشاهداتها الموجودة في اربعة مواقع في الجدول

فمجوع المعاملة الاولى : $Y_{(1\cdot)} = 51.6 + 53.0 + 55.3 + 53.3 = 216.2$

فمجوع المعاملة الثانية : $Y_{(2\cdot)} = 50.4 + 49.7 + 51.3 + 50.8 = 202.2$

فمجوع المعاملة الثالثة : $Y_{(3\cdot)} = 50.2 + 51.3 + 50.2 + 51.3 = 210.4$

فمجوع المعاملة الرابعة : $Y_{(4\cdot)} = 50.4 + 53.2 + 52.4 + 54.2 = 211.2$

تقديرات المتوسطات

(1)متوسط أي معاملة = حاصل قسمة مجموع تلك المعاملة على عدد المعاملات $\bar{y}_{(i)\cdot} = Y_{(i)} ./t$

(2)متوسط أي صف = حاصل قسمة مجموع ذلك الصف على عدد المعاملات $\bar{y}_{r\cdot} = Y_{r} ./t$

(3)متوسط أي عمود = حاصل قسمة مجموع ذلك العمود على عدد المعاملات $\bar{y}_{\cdot c} = Y_{\cdot c}/t$

(4)المتوسط العام للتجربة = حاصل قسمة المجموع العام على مربع عدد المعاملات $\bar{y}.. = Y.. /t^2$

تقدير التأثيرات :

(1)متوسط المجتمع = المتوسط العام للتجربة $\mu = \bar{y}.. = 52.0$

(2)تأثير أي معاملة = متوسط المعاملة – المتوسط العام $t_i = \bar{y}_{(i\cdot)} - \bar{y}..$

فمثلاً $t_1 = \bar{y}_{(1\cdot)} - \bar{y}.. = 51.05 - 52.0 = -0.95$

(3)تأثير أي صف = متوسط الصف – المتوسط العام $r_r = \bar{y}_{r\cdot} - \bar{y}..$

فمثلاً $r_1 = \bar{y}_{1\cdot} - \bar{y}.. = 51.5 - 52.0 = -0.5$

(4)تأثير أي عمود = متوسط العمود – المتوسط العام $c_c = \bar{y}_{\cdot c} - \bar{y}..$

فمثلاً $c_1 = \bar{y}_{\cdot 1} - \bar{y}.. = 51.0 - 52.0 = -1$

(5)تأثير الخطأ التجريبي لاي مشاهدة = قيمة المشاهدة — متوسط المعاملة — متوسط الصف – متوسط العمود + ضعف المتوسط العام

$$e_{rc(i)} = y_{rc(i)} - \bar{y}_{(i\cdot)} - \bar{y}_{r\cdot} - \bar{y}_{\cdot c} + 2(\bar{y}..)$$

فمثلاً :

$$e_{23} = y_{23(4)} - \bar{y}_{(4\cdot)} - \bar{y}_{2\cdot} - \bar{y}_{\cdot 3} + 2(\bar{y}..)$$
$$= 53.2 - 52.65 - 51.8 - 52.6 + 2(52.0) = 0.15$$

خطوات التحليل الاحصائي وايجاد جدول تحليل التباين:

ينظم جدول تحليل التباين الذي يضم المكونات التالية :

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F	
					5%	1%
Rows	$t - 1 = 4 - 1 = 3$	SSr	MSr	Fr		
Columns	$t - 1 = 4 - 1 = 3$	SSc	MSc	Fc		
Treatments	$t - 1 = 4 - 1 = 3$	SSt	MSt	Ft		
Error	$(t-1)(t-2) = 6$	SSe	MSe			
Total	$t^2 - 1 = 4^2 - 1 = 15$	SST				

وتتبع خطوات التحليل الاحصائي كما يلي:

(1)حساب قيمة معامل التصحيح = مربع المجموع العام مقسوماً على عدد المشاهدات الكلية

$CF = Y..^2/t^2 = 832^2/4^2 = 43234.00$

(2)حساب مجموع مربعات الانحرافات الكلية = مجموع مربعات المشاهدات – معامل التصحيح

$SST = \Sigma y_{rc(i)}^2 - CF = 50.5^2 + .. + 54.2^2 - 43234.00 = 45.46$

(3)حساب مجموع مربعات انحرافات الصفوف

= (مجموع مربعات مجاميع الصفوف / عدد المعاملات) – معامل التصحيح

$$SSr = (\Sigma Y_{r.}^2/t) - CF=[(206.0^2 +..+209.6^2)/4]-CF = 2.16$$

(4)حساب مجموع مربعات انحرافات الاعمدة

= (مجموع مربعات مجاميع الاعمدة / عدد المعاملات) – معامل التصحيح

$$SSc = (\Sigma Y_{.c}^2/t) - CF=[(204.0^2 +..+211.2^2)/4]-CF=8.64$$

(5)حساب مجموع مربعات انحرافات الاعمدة

= (مجموع مربعات مجاميع المعاملات / عدد المعاملات) – معامل التصحيح

$$SSt = (\Sigma Y_{(i).}^2/t) -CF=[(216.2^2 +..+210.6^2)/4]-CF=33.16$$

(6)حساب مجموع مربعات انحرافات الخطأ التجريبي (بالطرح)وكما يلي :

$$SSe = SST - SSr - SSc - SSt$$
$$= 45.46 - 2.16 - 8.64 - 33.16 = 1.50$$

ترتب النتائج في جدول تحليل التباين كما يلي:

SOV	df	SS	MS	Cal F	Tab F	
					5%	1%
Rows	3	2.16	0.72	Fr = 2.88	4.757	9.779
Columns	3	8.64	2.88	Fc = 11.52	4.757	9.779
Treatments	3	33.16	11.05	Ft = 44.2**	4.757	9.779
Error	6	1.5	0.25			
Total	15	45.46				

يتم حساب قيم متوسط المربعات في جدول تحليل التباين كما يلي :

MSr = SSr / df = 2.16/ 3 = 0.72
MSc = SSc / df = 8.64/ 3 = 2.88
MSt = SSt / df = 33.16/ 3 = 11.05
MSe = SSe / df = 1.5/ 3 = 0.25

ثم تحسب قيم F المحسوبة وهي المهمة في التجارب المختلفة وكذلك F المحسوبة للصفوف والاعمدة عند الحاجة ، وكما يلي:

Ft = MSt / MSe = 11.05/ 0.25 = 44.2
Fr = MSr / MSe = 0.72/ 0.25 = 2.88
Fc = MSc MSe = 2.88/ 0.25 = 11.52

تستخرج قيم F الجدولية من جدول F في الكتب الاحصائية
F الجدولية للمعاملات عند درجات حرية 3 للمعاملات و 6 للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية 1% و 5%
F الجدولية للصفوف عند درجات حرية 3 للصفوف و 6 للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية 1% و 5%
F الجدولية للأعمدة عند درجات حرية 3 للأعمدة و 6 للخطأ التجريبي ومستوى المعنوية 1% و 5%
ويلاحظ انها متساوية للمصادر الثلاث لان درجات حريتها متساوية وتساوي 9.779 عند مستوى احتمال 1% و 4.757 عند مستوى احتمال 5%

القرار: بما ان F المحسوبة للمعاملات (44.2) اكبر من الجدولية عند مستوى 1% (9.779) ، معنى ذلك وجود فروقات معنوية عالية بين متوسطات المعاملات وهنا توضع علامتي نجمة (**) على قيمة F دلالة على ذلك

ملاحظة : اذا ظهرت F المحسوبة اكبر من الجدولية عند مستوى 5% فقد هذا يعني وجود فروقات معنوية وتوضع علامة نجمة واحدة (*)، واذا كانت اقل منها معناها لا توجد فروقات معنوية أي ان تأثيرات المعاملات متساوية .

المحاضرة الثامنة

تابع تصميم المربع اللاتيني LSD
تقدير مكونات التباين

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة الثامنة

تابع تصميم المربع اللاتيني

<u>تقدير مكونات التباين: تقدر هذه المكونات في حالة تصميم LSD الذي سبق شرحه:</u>

مثال : في تجربة باستخدام تصميم المربع اللاتيني LSD لدراسة تأثير خمسة معاملات ، حللت بيانات احدى الصفات وكان جدول تحليل التباين كما يلي: $t = r = c = 5$, $t^2 = 25$

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

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

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

$\sigma^2e = MSe = 2$

تباين تأثير المعاملات σ^2t يقدر كما يلي:

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

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

تباين تأثير الصفوف σ^2r يقدر كما يلي:

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

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

تباين تأثير الاعمدة σ^2c يقدر كما يلي:

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

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

تباين اي مشاهدة $S^2_{yrc(i)}$ ويقدر كما يلي: $S^2_{yrc(i)} = MSe = \sigma^2e = 2$

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 :

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

أ – 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:

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

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

المحاضرة التاسعة

التجارب العاملية Factorial Experiments

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة التاسعة

التجارب العاملية Factorial Experiments

تعرف التجربة العاملية على انها تلك التي يكون الهدف منها دراسة تأثير عدد من المعاملات التي تمثل جميع التوافيق بين مستويات العوامل المطلوب دراستها ، وكذلك تعرف على انها التجربة التي تهدف الى دراسة تأثير عاملين فأكثر في آن واحد، او هي التجربة التي تهدف الى حل اكثر من مشكلة واحدة في آن واحد.
من الامثلة على مثل هذه التجارب:

- مقارنة خمسة اصناف من القطن (العامل الاول) عند ثلاث مسافات زراعية بين النباتات (العامل الثاني)
- دراسة تأثير ثلاث مواعيد (العامل الاول) لزراعة ستة اصناف من الحنطة (العامل الثاني)
- استخدام اربعة انواع من المبيدات (العامل الاول) لمكافحة الادغال النامية مع ثلاث اصنف من الشعير (العامل الثاني) ..... وهكذا

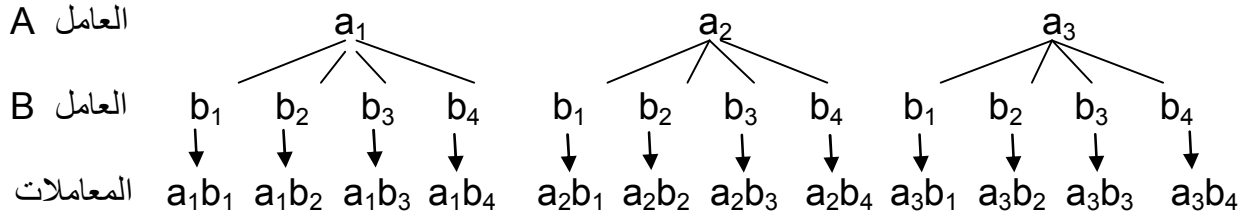
فوائد التجربة العاملية:

(1) الحصول على معلومات عن تأثير كل واحد من العوامل الداخلة في التجربة اضافة الى معلومات عن العلاقة بين العوامل والتي يطلق عليها بالتداخل بين العوامل Interaction (ويعرف التداخل بانه مدى التغير في سلوك احد العوامل تجاه الصفات قيد الدراسة بوجود العامل او العوامل الاخرى).
(2) تكون دقة دراسة مستويات كل عامل في التجربة العاملية اعلى منها في حالة التجربة البسيطة وذلك لان متوسطات مستويات كل عامل تحسب من عدد اكبر من الوحدات التجريبية في التجربة العاملية مقارنة بالتجربة البسيطة.
(3) في حالة التجارب العاملية يمكن اختصار الوقت والجهود والتكاليف بالمقارنة مع التجارب البسيطة.

ومن عيوب التجربة العاملية: عندما يكون عدد العوامل ومستويات كل منها كبير في التجربة فان عدد المعاملات العاملية يكون كبير الى الحد الذي لا يمكن للباحث ان يوفر وحدات تجريبية بالمواصفات المطلوبة وفق شروط اي من التصاميم التجريبية وبالتالي فان ذلك يؤدي الى زيادة تباين الخطأ التجريبي ومن ثم قلة في كفاءة ودقة التجربة.

التعبير عن العوامل ومستوياتها بالرموز:

سنتطرق بالحديث عن التجارب ذات العاملين (**وعندما يكون العاملين بنفس الاهمية من وجهة نظر الباحث**)، وفي هذه الحالة يعبر عن كل عامل بأحد الحروف اللاتينية، فمثلا اذا كان المطلوب تنفيذ تجربة بعاملين، الاول ثلاثة اصناف من القطن والثاني اربعة مسافات زراعية بين النباتات، فيطلق على الاول بالعامل A والثاني بالعامل B ، ويعبر عن مستويات كل عامل بالحرف الصغير ويذيل برقم يدل على اي مستوى من العامل ، وفي مثالنا هذا:
العامل A = 3 (اصناف القطن الثلاث) تكون رموز الاصناف الثلاث a_1 و a_2 و a_3
العامل B = 4 (اربعة مسافات للزراعة) تكون رموز المسافات الاربعة b_1 و b_2 و b_3 و b_4
وتكون المعاملات في هذه الحالة (وتسمى بالمعاملات العاملية) هي التوافيق بين العاملين وعددها هو حاصل ضرب مستويات العاملين اي في مثالنا ان عدد المعاملات العاملية هو $A \times B = 3 \times 4 = 12$ ويعبر عنها بالرموز:



ويتم بعد التعرف على المعاملات العاملية التخطيط للتجربة باستخدام احد التصاميم التجريبية التي تم التطرق اليها مع التجارب البسيطة وحسب الضوابط التي تناسب استخدام اي من هذه التصاميم والذي والتي تحددها طبيعة الوحدات التجريبي في التجربة فيما اذا كانت متجانسة ام غير متجانسة وفيما يلي مخططات التجارب في حالة التصاميم الثلاث فيما لو اعتمدنا ثلاث مكررات لكل معاملة في حالتي التصميم العشوائي الكامل وتصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

اولاً : مخطط التجربة في حالة التصميم العشوائي الكامل A=3 B=4 AB=12 r=3

في هذه الحالة يلزم لتنفيذ التجربة 36 وحدة تجريبية متجانسة (abr = 3 x 4 x 3 = 36) ، يتم عمل مخطط يضم 36 وحدة تجريبية وتوزع عليها المعاملات عشوائياً بحيث تظهر كل معاملة في ثلاث وحدات:

a_1b_3	a_2b_2	a_3b_2	a_1b_4	a_3b_2	a_2b_1
a_3b_1	a_1b_1	a_3b_3	a_2b_4	a_2b_3	a_1b_1
a_2b_1	a_2b_4	a_2b_1	a_1b_2	a_3b_3	a_3b_1
a_3b_4	a_2b_3	a_2b_2	a_3b_4	a_1b_3	a_1b_4
a_1b_2	a_3b_3	a_1b_3	a_3b_1	a_2b_4	a_3b_4
a_2b_3	a_1b_4	a_3b_2	a_1b_1	a_2b_2	a_1b_2

ثانياً : مخطط التجربة في حالة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة A=3 B=4 AB=12 r=3

تقسم ارض التجربة الى ثلاث قطاعات ويقسم كل قطاع الى 12 وحدة تجريبية توزع عليها المعاملات العاملية عشوائياً.

القطاع الاول	a_2b_4	a_1b_1	a_3b_3	a_2b_1	a_2b_2	a_3b_2
	a_1b_4	a_2b_3	a_3b_1	a_1b_2	a_3b_4	a_1b_3
القطاع الثاني	a_1b_2	a_3b_2	a_3b_4	a_1b_4	a_2b_4	a_3b_3
	a_3b_1	a_2b_1	a_1b_3	a_2b_2	a_2b_3	a_1b_1
القطاع الثالث	a_3b_4	a_1b_2	a_2b_3	a_3b_3	a_2b_1	a_3b_1
	a_1b_1	a_2b_2	a_2b_4	a_1b_3	a_3b_2	a_1b_4

التصميم	المعادلـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــة
CRD	$y_{ijk} = \mu+A_i+B_j+AB_{ij}+e_{ijk}$ {i=1,..a ; j=1,..b ; k=1,..r
RCBD	$y_{ijk} = \mu+R_k+A_i+B_j+AB_{ij}+e_{ijk}$ {i=1,..a ; j=1,..b ; k=1,..r
LSD	$Y_{rc(ij)} = \mu+r_r+c_c+A_i+B_j+AB_{ij}+e_{rc(ij)}$ {i=1,..a; j=1,..b; r=c=1,..ab

CRD	
SOV	df
treat Com	ab – 1 = 11
A	a – 1 = 2
B	b – 1 = 3
AB	(a-1)(b-1)=6
Error	ab(r-1) = 24
Total	abr – 1 = 35

RCBD	
SOV	df
Blocks	R – 1 = 2
treat Com	ab – 1 = 11
A	a – 1 = 2
B	b – 1 = 3
AB	(a-1)(b-1)=6
Error	(ab-1)(r-1)=22
Total	abr – 1 = 35

LSD	
SOV	df
Rows	ab – 1 = 11
Columns	ab – 1 = 11
treat Com	ab – 1 = 11
A	a – 1 = 2
B	b – 1 = 3
AB	(a-1)(b-1)=6
Error	(ab-1)(ab-2)=110
Total	$(ab)^2 – 1 = 143$

المحاضرة العاشرة

تابع التجارب العاملية Factorial Experiments

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرة العاشرة

تابع التجارب العاملية Factorial Experiments

مثال: تجربة لدراسة تأثير مبيدين للأدغال (العامل A) في مكافحة الادغال رفيعة الاوراق النامية مع ثلاث اصناف من فول الصويا (العامل B) باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث قطاعات، والشكل التالي يبين مخطط التجربة مع بيانات لإحدى الصفات، المطلوب تحليل البيانات احصائيا

Block 1	a_1b_2=6	a_2b_3=4	a_1b_1=4	a_2b_2=8	a_1b_3=5	a_2b_1=6
Block 2	a_2b_2=8	a_1b_3=4	a_1b_2=5	a_2b_1=8	a_1b_1=5	a_2b_3=6
Block 3	a_1b_1=3	a_2b_1=7	a_2b_3=8	a_1b_3=6	a_2b_2=11	a_1b_2=4

الحل: في هذه التجربة **a = 2 b = 3 r = 3 ab = 6 abr = 18**

(1)يعاد ترتيب البيانات الواردة في مخطط التجربة في الجدول المنظم التالي:

	r_1	r_2	r_3	$Y_{ij.}$	$\bar{y}_{ij.}$
a_1b_1	4	5	3	12	4
a_1b_2	6	5	4	15	5
a_1b_3	5	4	6	15	5
a_2b_1	6	8	7	21	7
a_2b_2	8	8	11	27	9
a_2b_3	4	6	8	18	6
$Y_{..k}$	33	36	39	Y.. = 108	
$\bar{y}_{..k}$	5.5	6	6.5		$\bar{y}$.. = 6

(2)ومن هذا الجدول يتم حساب القيم التالية

$$CF = Y_{..}^2/abr = (108)^2/18 = 648$$
$$SST = \sum y_{ijk}^2 - CF = (4^2 + 5^2 + ... + 8^2) - 648 = 70.0$$
$$SS_{tc} = (\sum Y_{ij.}^2/r) - CF = [(12^2 + 15^2 + ...+ 18^2)/3] - 648 = 48.0$$
$$SSr = (\sum Y_{..k}^2/ab) - CF = [(33^2 + 36^2 + 39^2)/6] - 648 = 3.0$$

(3)ينظم جدول المجاميع بين A و B (AB – Total)

	b1	b2	b3	Yi..	yi..
a1	12	15	15	42	14
a2	21	27	18	66	22
Y.j.	33	42	33	108	
y.j.	11	14	11		6

(4)ومن هذا الجدول يتم حساب القيم التالية

$$SSA = (\sum Y_{i..}^2/br) - CF = [(42^2 + 66^2)/9] - 648 = 32.0$$
$$SSB = (\sum Y_{.j.}^2/ar) - CF = [(33^2 + 42^2 + 33^2)/6] - 648 = 9.0$$
$$SSAB = SS_{tc} - SSA - SSB = 48.0 - 32.0 - 9.0 = 7.0$$

(5)ترتب النتائج في جدول تحليل التباين التالي

SOV	df	SS	MS	Cal. F	Tab F	Tab F
Block	2	3	1.5			
Treat Com	5	48	9.6			
A	1	32	32	16.842**	4.965	10.044
B	2	9	4.5	2.368	4.403	7.559
AB	2	7	3.5	1.842	4.403	7.559
Error	10	19	1.9			
Total	17	70				

القرار:

(1) هناك اختلافات معنوية عالية بين المبيدين المستخدمين في التجربة

(2) لا توجد اختلافات معنوية بين اصناف الصويا

(3) لا يوجد تداخل بين المبيدات والأصناف

تقدير مكونات التباين:

1- تباين اي مشاهدة $S^2_{yijk} = MSe = 1.9$

2- الانحراف القياسي لأي مشاهدة $S_{yijk} = \sqrt{S^2_{yijk}} = \sqrt{1.9} = 1.378$

3- تباين متوسط اي معاملة عاملية $S^2_{\bar{y}ij.} = MSe/r = 1.9/3 = 0.633$

4- تباين متوسط اي مستوى من العامل A $S^2_{\bar{y}i..} = MSe/br = 1.9/9 = 0.211$

5- تباين متوسط اي مستوى من العامل B $S^2_{\bar{y}.j.} = MSe/ar = 1.9/6 = 0.317$

6- تباين الفرق بين متوسطي اي معاملتين عامليتين $S^2_{(\bar{y}ij. - \bar{y}ij.')} = 2MSe/r = 2(1.9)/3 = 1.267$

7- تباين الفرق بين متوسطي اي مستويين من A $S^2_{(\bar{y}i.. - \bar{y}i..')} = 2MSe/br = 2(1.9)/9 = 0.422$

8- تباين الفرق بين متوسطي اي مستويين من A $S^2_{(\bar{y}.j. - \bar{y}.j.')} = 2MSe/ar = 2(1.9)/6 = 0.633$

9- الانحرافات القياسية للمقاييس في الفقرات 3 - 8 تساوي الجذر التربيعي للتباين في كل حالة

10- معامل الاختلاف للتجربة $CV\% = \sqrt{MSe}/\bar{y}..) \times 100 = (\sqrt{1.9}/6) \times 100 = 22.973$

تقدير التأثيرات في معادلة النموذج الرياضي لتصميم RCBD

$$y_{ijk} = \mu + R_k + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk} \quad \{i=1,..a \; ; \; j=1,..b \; ; \; k=1,..r$$

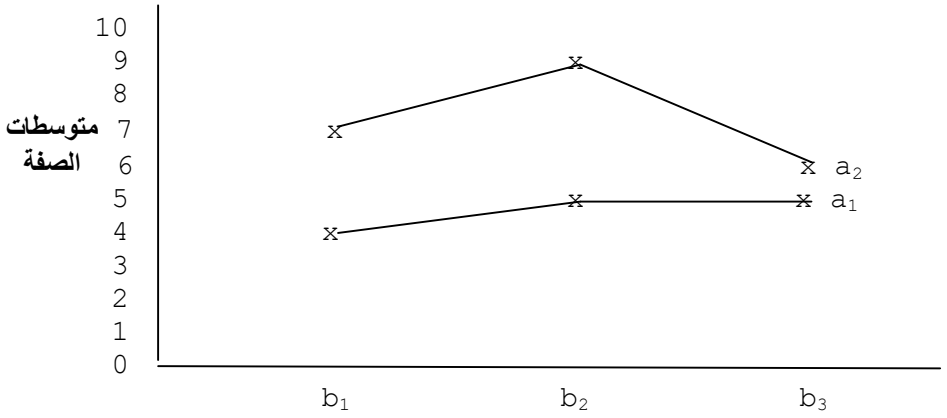
قيمة اي مشاهدة = المتوسط العام + تأثير القطاع k + تأثير المستوى i من العامل A
+ تأثير المستوى j من العامل B + تأثير التداخل بين i من A و j من B
+ تأثير الخطأ التجريبي للمشاهدة ijk

$$\mu = \bar{y}.. = Y.../abr = 108/18 = 6$$
$$R_k = \bar{y}..{}_k - \bar{y}... = Y..{}_k/ab - Y.../abr$$
$$A_i = \bar{y}_i.. - \bar{y}... = Y_i../br - Y.../abr$$
$$B_j = \bar{y}._j. - \bar{y}... = Y._j./ar - Y.../abr$$
$$(AB)_{ij} = \bar{y}_{ij}. - \bar{y}_i.. - \bar{y}._j. + \bar{y}... = Y_{ij}./r - Y_i../br - Y._j./ar + Y.../abr$$
$$e_{ijk} = y_{ijk} - \bar{y}_{ij}. - \bar{y}..{}_k + \bar{y}... = y_{ijk} - Y_{ij}./r - Y..{}_k/ab + Y.../abr$$

التعرف على وجود او عدم وجود تداخل بين العاملين من خلال الرسم البياني
ينظم جدول متوسطات بين A و B

(AB – Means)

	b1	b2	b3
a1	4	5	5
a2	7	9	6



مستويات العامل B

<u>القرار:</u> بما أن الخطوط غير متقاطعة عليه لا يوجد تداخل بين العاملين

المحاضرتين الحادية عشر والثانية عشر

تابع التجارب العاملية
التجارب بعاملين بنظام الالواح المنشقة

تصميم وتحليل تجارب

المرحلة الثالثة

اعداد

الأستاذ الدكتور
خالد محمد داؤد

المدرس المساعد
احمد مجيد عبدالله

المحاضرتين الحادية عشرة والثانية عشرة
تابع التجارب العاملية
التجارب بعاملين بنظام الالواح المنشقة

اذا كان العامـــلان يختلفان من حيث الاهميـــة او من حيث الادارة اثنـــاء التنفيذ، في هذه الحالـــــة يطبق نظام الالواح المنشقة باستخدام احـــد التصاميم CRD أو RCBD أو LSD حيـث يـوزع احـد العوامـل في قطـع رئيسيـة Main Plots والاخر في قطع منشقة Sub Plots :

مثال : تجربـة بعاملين A بثلاث مستويـات و B بأربعـــة مستويات وبثلاث مكـررات ، فلو فرضنا استخـدم تصميم القطاعـــات العشوائية الكاملة فان مخطط التجربـــة يكون كما يلي:

عدد مستويات العامل A = 3 (a_1 , a_2 a_3)
عدد مستويات العامل B = 4 (b_1 , b_2, b_3 b_4)
عدد المعاملات العاملية = 3 x 4 = 12 وهي التوافيق بين مستويـات العاملين

أ. توزيع مستويات العامل A على القطع الرئيسية في كل قطاع

القطاع الاول	a_2	a_1	a_3
القطاع الثاني	a_3	a_2	a_1
القطاع الثالث	a_3	a_1	a_2

ب. توزيع مستويات العامل B على القطع الثانوية في كل قطعة رئيسية

القطاع الاول	a_2b_1	a_2b_3	a_1b_3	a_1b_4	a_3b_1	a_3b_3
	a_2b_4	a_2b_2	a_1b_2	a_1b_1	a_3b_2	a_3b_4
القطاع الثاني	a_3b_4	a_3b_1	a_2b_2	a_2b_4	a_1b_4	a_1b_1
	a_3b_2	a_3b_3	a_2b_3	a_2b_1	a_1b_2	a_1b_3
القطاع الثالث	a_3b_3	a_3b_2	a_1b_1	a_1b_2	a_2b_3	a_2b_4
	a_3b_1	a_3b_4	a_1b_4	a_1b_3	a_2b_1	a_2b_2

التصميم	المعادلة الرياضية
CRD	$y_{ijk}=\mu+Ai+E_{(a)}+Bj+ABij+eijk$ {i=1,..a ; j=1,..b ; k=1,..r
RCBD	$y_{ijk}=\mu+Rk+Ai+E_{(a)}+Bj+ABij+eijk$ {i=1,..a ; j=1,..b ; k=1,..r
LSD	$Y_{rc(ij)}=\mu+r_r+c_c+A_i+E_{(a)}+B_j+AB_{ij}+e_{rc(ij)}$ {i=1,..a;j=1,..b;r=c=1,..ab

جدول تحليل التباين بمصادر الاختلاف ودرجات الحرية في حالة التصاميم الثلاث:

CRD

SOV	d.f
A	a-1
$E_{(a)}$	a(r-1)
B	b-1
AB	(a-1)(b-1)
$E_{(b)}$	a(r-1)(b-1)
Total	Abr-1

RCBD

SOV	d.f
Block	r-1
A	a-1
$E_{(a)}$	(r-1)(a-1)
B	(b-1)
AB	(a-1)(b-1)
$E_{(b)}$	a(r-1)(b-1)
Total	abr-1

LSD

SOV	d.f
Rows	a-1
Columns	a-1
A	a-1
$E_{(a)}$	(a-1)(a-2)
B	(b-1)
AB	(a-1)(b-1)
$E_{(b)}$	a(a-1)(b-1)
Total	a^2b-1

مثال : اجريت تجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات (قطاعات) لدراسة تأثير ثلاث اعماق للبذار (العامل A) واربعة معدلات للبذار (العامل B) في الحنطة وكانت البيانات عن احدى الصفات كما في الجدول التالي :

اعماق البذار	معدلات البذار	المعاملات العاملية	لقطاعات			مجاميع المعاملات $Y_{ij.}$	متوسطات المعاملات $\bar{y}_{ij.}$
			R_1	R_2	R_3		
a_1	b_1	a_1b_1	$y_{111}=2$	$y_{112}=3$	$y_{113}=4$	$Y_{11.}=9$	$\bar{y}_{11.}=3$
	b2	a_1b2	$y_{121}=4$	$y_{1212}=6$	$y_{123}=5$	$Y_{12.}=15$	$\bar{y}_{12.}=5$
	b_3	a_1b_3	$y_{131}=6$	$y_{132}=8$	$y_{133}=7$	$Y_{13.}=21$	$\bar{y}_{13.}=7$
	b_4	a_1b_4	$y_{141}=5$	$y_{142}=7$	$y_{143}=6$	$Y_{14.}=18$	$\bar{y}_{14.}=6$
a_2	b_1	a_2b_1	$y_{211}=3$	$y_{212}=5$	$y_{213}=4$	$Y_{21.}=12$	$\bar{y}_{21.}=4$
	b2	a_2b2	$y_{221}=4$	$y_{222}=6$	$y_{223}=8$	$Y_{22.}=18$	$\bar{y}_{22.}=6$
	b_3	a_2b_3	$y_{131}=8$	$y_{132}=10$	$y_{133}=9$	$Y_{23.}=27$	$\bar{y}_{23.}=9$
	b_4	a_2b_4	$y_{141}=6$	$y_{142}=8$	$y_{143}=7$	$Y_{24.}=21$	$\bar{y}_{24.}=7$
a_3	b_1	a_3b_1	$y_{321}=7$	$y_{322}=9$	$y_{323}=8$	$Y_{31.}=24$	$\bar{y}_{31.}=8$
	b2	a_3b2	$y_{321}=9$	$y_{322}=11$	$y_{323}=10$	$Y_{32.}=30$	$\bar{y}_{32.}=10$
	b_3	a_3b_3	$y_{331}=10$	$y_{332}=12$	$y_{333}=11$	$Y_{33.}=33$	$\bar{y}_{33.}=11$
	b_4	a_3b_4	$y_{341}=8$	$y_{342}=10$	$y_{343}=9$	$Y_{34.}=27$	$\bar{y}_{34.}=9$
مجاميع القطاعات $Y_{..k}$			$Y_{..1}$ 72	$Y_{..2}$ 95	$Y_{..3}$ 88	المجموع العام $Y\ldots=255$	
متوسطات القطاعات $\bar{y}_{..k}$			$\bar{y}_{..1}$ 6	$\bar{y}_{..2}$ 7.92	$\bar{y}_{..3}$ 7.33		المتوسط العام $\bar{y}\ldots=7.08$

$CF = (Y\ldots)^2 / abr = (255)^2/(3)(4)(3) = 1806.25$
$ABR = \Sigma y_{ijk}^2 = 2^2+3^2+\ldots.+11^2 = 2031$
$AB = (\Sigma y_{ij.}^2/r) = (9^2+15^2+\ldots..+27^2)/3 = 2001$
$R = \Sigma y_{..}^2/ab = (72^2+95^2+88^2)/(3)(4) = 1829.42$

$SST = ABR - CF = 2031 - 1806.25 = 224.75$
$SSR = R - CF = 1829.42 - 1806.25 = 23.17$

Table of (A x B) totals جدول مجاميع (A x B)

	b_1	b_2	b_3	b_4	$Y_{i..}$	$\bar{y}_{i..}$
a_1	9	15	21	18	63	5.25
a_2	12	18	27	21	78	6.5
a_3	24	30	33	27	114	9.5
$Y_{.j.}$	45	63	81	66	$Y\ldots=255$	
$\bar{y}_{.j.}$	5	7	9	7.33		$\bar{y}\ldots=7.08$

$A = \Sigma y_{i..}^2/br = (63^2+78^2+114^2)/(4)(3) = 1920.75$
$B = \Sigma y_{.j.}^2/ar = (45^{2+}63^2+81^2+66^2)/(3)(3) = 1879$
$SSA = A - CF = 1920.75 - 1806.25 = 114.5$
$SSB = B - CF = 1879 - 1806.25 = 72.75$
$SSAB = AB - A - B + CF = 2001 - 1920.75 - 1879 + 1806.25 = 7.5$

جدول مجاميع مستويات العامل A في كل قطاع AR-Table

	r_1	r_2	r_3	$Y_{i..}$
a_1	17	24	22	63
a_2	21	29	28	78
a_3	34	42	38	114
$Y_{..k}$	72	95	88	255

$AR = \Sigma y_{i.k}^2/b = (17^2+24^2+\ldots\ldots+38^2)/4 = 1944.75$
SS (Error a) = AR–A–R+CF = 1944.75 - 1920.75 -1829.42 +1806.25 = 0.83
SS (Error b) = ABR-AB-AR+A = 2031- 2001 – 1944.75 + 1920.75 = 6.0

جدول تحليل التباين

SOV	df	SS	MS	F
Reps.	r – 1 = 2	R – CF = 23.17	11.585	
A	a – 1 = 2	A – CF = 114.5	57.25	$F_A = 275.9^{**}$
Error a	(a-1)(r-1) = 4	AR–A–R+CF = 0.83	0.208	
B	b – 1 = 3	B – CF = 72.75	24.25	$F_B = 72.75^{**}$
AxB	(a-1)(b-1) = 6	AB-A-B+CF = 7.5	1.25	$F_{AB} = 3.75^{**}$
Error b	a(b-1)(r-1) = 18	ABR-AB-AR+A = 6.0	0.333	
Total	Abr – 1 = 35	ABR – CF = 224.75		