المحاضرة الثامنة

تصميم وتحليل تجارب (دراسات عليا/ ماجستير)

تصميم الالواح المنشقة

Split Plot Design

د.داود سلمان مدب

مميزات تصميم الالواح المنشقة

- أهم ميزة لهذا التصميم هو وجود نوعين من الاهمية والدقة للعوامل المدروسة ، فالالواح الرئيسية تكون عواملها اقل دقة مقارنة بالالواح الثانوية . فما تفسير ذلك واثباته احصائيا؟
- كما انه يستخدم مع كل من التصاميم السابقة كالتصميم العشوائي الكامل او تصميم القطاعات العشوائية الكاملة او تصميم المربع اللاتيني
- هناك بعض المصادر تسميه بنظام توزيع الالواح المنشقة وليس بتصميم وانما نظام تستخدم فيه التصاميم

اما اهم مساوئه فهي

- قلة دقة الالواح الرئيسية
- تعقيد التحليل وخاصة عند فقد بعض المعاملات

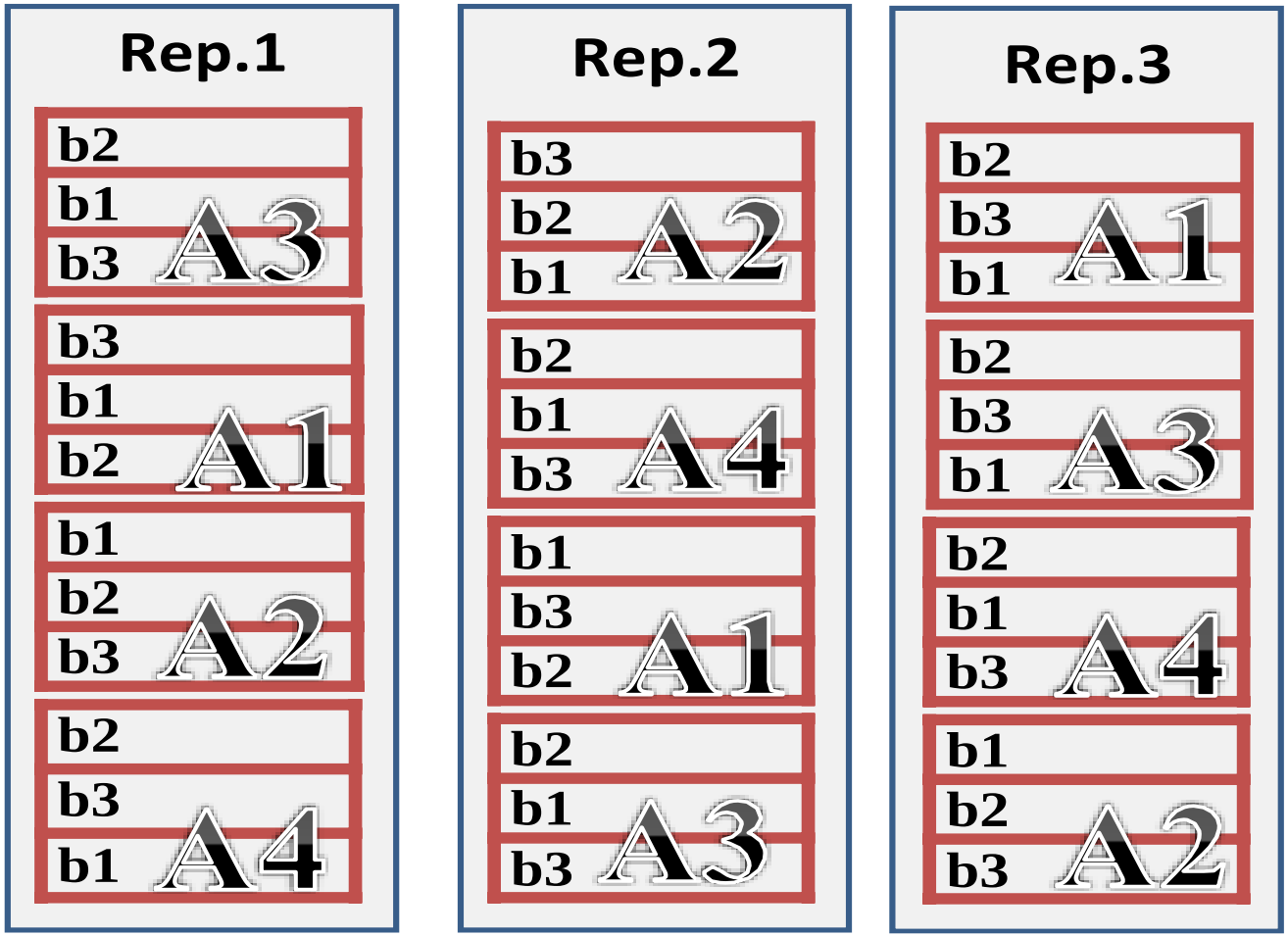
يتم استخدام هذا التصميم في التجارب العاملية بحث تتضمن الالواح الرئيسية على العامل الاول والالواح الثانوية العامل الاخرويتم توزيع المعاملات عشوائيا على كل من الالواح الرئيسية والثانوية.

توزيع المعاملات على الالواح الرئيسية والثانوية عند استخدام تصميم CRD كما في المثال التالي

مثال – لنفرض لدينا تجربة عاملية 4× 4 أي العامل A بأربعة مستويات (a1,a2,a3.a4) والعامل B بأربعة مستويات (b1,b2,b3,b4) وتكرر كل معاملة عاملية بأربعة مرات وأن الوحدات التجريبية كانت متجانسة والمخطط الحقلي لهذه التجربة هو :-

b 1	b 1	b 1	b 1
b 3	b 3	b 3	b 3
a 1 b 4	a 2 b 4	a 4 b 4	a 1 b 4
b 2	b 2	b 2	b 2
b 2	b 3	b 2	b 2
b 1	b 1	b 1	b 1
a 2 b4	a 3 b 2	a 1 b 4	a 4 b 4
b 3	b 4	b 3	b 3
b 1	b 2	b 1	b 1
b 2	b 1	b 2	b 2
a 4 b 3	a 1 b 3	a 2 b 3	a 3 b 3
b 4	b 4	b 4	b 4
b 3	b 3	b 3	b 3
b 2	b 4	b 2	b 2
a 3 b 1	a 4 b 1	a 3 b 1	a 2 b 1
b 4	b 2	b 4	b 4

التوزيع العشوائي للمعاملات في الالواح الرئيسية والثانوية عند استخدام تصميم RCBD



النموذج الرياضي لتجربة منفذة بتصميم القطع المنشقة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

- $y_{ijk} = \mu + (r)k + (A)i + e_{ik} + (B)j + (AB)ij + e_{ijk}$
- حيث :
- μ المتوسط العامل للتجربة
- $(r)k$ تأثير المكررات
- Ai تأثير العامل A
- e_{ik} تأثير الخطأ التجريبي للقطع الرئيسية
- Bj تأثير العامل B
- $ABij$ تأثير التفاعل بين العامل A و B
- e_{ijk} تأثير الخطأ التجريبي للقطع المنشقة (الثانوية)

جدول (9-1) : جدول تحليل التباين لتصميم القطع المنشقة مع استخدام RCBD للوحدات الكاملة

S.O.V.	df.	SS	EMS	F
Blocks(R)	r - 1	$\sum_{i} Y^{2}_{i..}/ab - CF$		
A	a - 1	$\sum_{j} Y^{2}_{.j.}/rb - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + b\sigma^{2}_{\eta} + rbK^{2}_{A}$	$F_{A} = MSA/E_{a}$
Error(a)(RA)	(r-1)(a-1)	$\sum_{ij} Y^{2}_{ij.}/b - SSR - SSA - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + b\sigma^{2}_{\eta}$	
B	b - 1	$\sum_{k} Y^{2}_{..k}/a\,r - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + r\,a\,K^{2}_{B}$	$F_{B} = MSB/E_{b}$
AB	(a-1)(b-1)	$\sum_{jk} Y^{2}_{.jk}/r - SSA - SSB - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + r\,K^{2}_{AB}$	$F_{AB} = MSAB/E_{b}$
Error(b) (RB+RAB)	a(r-1)(b-1)	by Substraction	σ^{2}_{ε}	
Total	r a b - 1	$\sum_{ijk} Y^{2}_{ijk} - CF$		

الشكل التنفيذى لتجربة القطع الكاملة في تصميم مربع لاتيني

Main Plots in a Latin Design

b1	a3
b3	
b2	
b1	a4
b2	
b3	
b2	a1
b1	
b3	
b2	a2
b3	
b1	

b2	a4
b1	
b3	
b3	a1
b2	
b1	
b3	a2
b2	
b1	
b1	a3
b2	
b3	

b3	a1
b2	
b1	
b1	a2
b3	
b2	
b3	a3
b1	
b2	
b1	a4
b3	
b2	

b3	a2
b2	
b1	
b1	a3
b3	
b2	
b3	a4
b1	
b2	
b1	a1
b3	
b2	

مصدر التباين ودرجات الحرية للتجربة العاملية 3x4 في قطع منشقة و تصميم مربع لاتيني Main Plots in a Latin Design

S.O.V	d.f
Rows	(a-1)= 3
Columns	(a-1)= 3
A	(a-1)= 3
Error (a)	(a-1)(a-2)= 6
B	(b-1)= 2
AB	(a-1)(b-1)= 6
Error(b)	a(a-1)(b-1)= 24
Total	$a^2b-1= 47$

مثال

- أجريت تجربة على نباتات الذرة الرفيعة وذلك بغرض دراسة تأثير عاملين هما موعد الزراعة ويرمز له بالعامل (A) وتشمل ثلاثة مواعيد للزراعة هي (a1, a2, a3) والعامل الثاني هو مسافات الزراعة ويرمز له بالعامل (B) وتشمل ثلاث مسافات زراعة بين النباتات هي (b1, b2, b3) على إنتاجية محصول العلف الأخضر للذرة الرفيعة وقد طبقت التجربة في صورة تصميم القطع المنشقة مع استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة والجدول التالي يبين نتائج التجربة.

Sowing date (A)	Distance between plants (B)	المكررات				Total
		1	2	3	4	
a1	b1	16.20	25.33	26.11	30.94	98.58
	b2	10.72	11.77	23.83	28.38	74.70
	b3	4.16	15.72	18.05	16.38	54.31
		31.08	52.82	67.99	75.7	227.59
a2	b1	20.22	27.66	25.55	25.55	98.98
	b2	19.33	21.77	27.66	24.00	92.76
	b3	22.33	19.38	26.55	19.05	87.31
		61.88	68.81	79.76	68.6	279.05
a3	b1	38.88	38.88	36.88	26.11	140.75
	b2	28.44	29.44	27.66	39.55	125.09
	b3	32.33	31.11	24.44	34.00	121.88
		99.65	99.43	88.98	99.66	387.72

الحل

- حساب مجاميع المعاملات الرئيسية

المعاملات الرئيسية	المكررات				Total
	4	3	2	1	
a1	31.08	52.82	67.99	75.70	227.59
a2	61.88	68.81	79.76	68.60	279.05
a3	99.65	99.43	88.98	99.66	387.72
Total	192.61	221.06	236.73	243.96	894.36

الحل

- مجاميع المعاملات الرئيسية (A) والثانوية (B)

المعاملات الرئيسية	المعاملات الثانوية			Total
	b1	b2	b3	
a1	98.58	74.70	54.31	227.59
a2	98.98	92.76	87.31	279.05
a3	140.75	125.09	121.88	387.72
Total	338.31	292.55	263.50	894.36

$$C.F = \frac{(\sum X)^2}{r \times b \times a} = \frac{(894.55)^2}{4 \times 3 \times 3} = 22218.88$$

$$Total.S.S = (16.22)^2 + (25.33)^2 + \ldots + (34.0)^2 - 22218.88 = 2256.04$$

$$\text{Main plot S.S} = \frac{(31.08)^2 + \ldots + (99.66)^2}{3} - 22218.88 = 1583.32$$

$$\text{Replicatio n S.S} = \frac{(192.61)^2 + \ldots + (243.96)^2}{3 \times 3} - 22218.88 = 172.64$$

$$A.S.S = \frac{(227.59)^2 + \ldots + (387.72)^2}{4 \times 3} - 22218.88 = 1113.86$$

Error a = Main plot S.S – replication S.S – A.S.S
= 1583.32 – 172.64 – 1113.86 = 296.82

$$B.S.S = \frac{(338.31)^2 + \ldots + (263.50)^2}{4 \times 3} - 22218.88 = 237.07$$

$$\text{AB.S.S} = \frac{\text{مجموع مربع كل مستوى من التداخل (AB) } \ldots}{} - \text{C.F} - \text{A.S.S} - \text{B.S.S}$$

$$AB.S.S = \frac{(98.58)^2 + \ldots + (121.88)^2}{4} - 22218.88 - 1113.86 - 237.07 = 76.44$$

Error b = Total S.S - Main plot S.S – B.S.S – AB S.S
= 2256.04 – 1583.32 – 237.07 – 76.44 = 359.21

جدول تحليل التباين للتجربة العاملية 3x4 في قطع منشقة و تصميم قطاعات عشوائية كاملة Main Plots in RCBD

S.O.V	d.f	S.S	M.S	Fcal	Ftab
Rep.	(r-1)= 2	172.64	86.32		
A	(a-1)= 2	1113.86	556.93	7.51**	5.14
Error (a)	(a-1)(r-1)=4	296.82	74.21		
B	(b-1)= 2	237.07	118.54	3.96*	3.55
AB	(a-1)(b-1)= 4	76.44	19.11	0.64	2.93
Error (b)	a(b-1)(r-1)= 12	359.21	29.93		
Total	abr-1= 26	2256.04			

∴ قيمة F المحسوبة أكبر من قيمة F الجدولية (للعامل A و العامل B كل على حدة)

∴ هناك فروق معنوية بين مواعيد الزراعة وكذلك هناك تأثير معنوي للإختلاف في تأثير مسافات الزراعة.

القطع المنشقة في تصميم مربع لاتيني

Main Plots in a Latin Design

إذا ما أردنا استخدام تصميم المربع اللاتيني بالنسبة للقطع الكاملة فإن عدد الوحدات الكاملة لابد وأن يساوي مربع عدد مستويات العامل المخصص للقطع الكاملة وعلى ذلك إذا أردنا تطبيق التجربة العاملية السابقة 3x4 بهذه الصورة وكان العامل A هو المخصص للوحدات الكاملة فإننا سنحتاج إلى عدد من الوحدات الكاملة يساوي $a^2=4^2=16$ ثم تقسم كل وحدة كاملة إلى عدد من الوحدات الثانوية يساوي b أي إلى ثلاث وحدات ثانوية ، ومن الممكن أن يكون الشكل التنفيذي كالتالي:

2-2-9 معالجات القطع الكاملة في تصميم المربع اللاتيني

Wholeplot Treatments in a Latin Square Design

توزع معالجات القطع الكاملة في هذا التصميم على الوحدات التجريبية بالشكل الموضح في الفصل السادس وتقسم كل وحدة كاملة إلى وحدات ثانوية لكي تستلم عشوائياً مستويات العامل B . ويكون النموذج الخطي لهذه التجربة كما يلي :

$$Y_{ijk\ell} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \alpha_k + \eta_{ijk} + \beta_\ell + (\alpha\beta)_{k\ell} + \varepsilon_{ijk\ell}$$

$$i = 1, ..., a \ , \quad j = 1, ..., a \ , \quad k = 1, ..., a \ , \quad \ell = 1, ..., b$$

حيث

$Y_{ijk\ell}$ هي المشاهدة من الصف i والعمود j التي استلمت مستوى ℓ من العامل B ومستوى k من العامل A .

μ المتوسط العام

ρ_i تأثير الصف i

γ_i تأثير الصف j

α_k تأثير مستوى k من العامل A

η_{ijk} الخطأ العشوائي للوحدات الثانوية ونفترض أنه $\eta_{ijk} \sim N(0, \sigma^2_\eta)$

β_ℓ تأثير مستوى ℓ من العامل B

$(\alpha\beta)_{k\ell}$ التفاعل

$\varepsilon_{ijk\ell}$ الخطأ العشوائي للوحدات الثانوية ونفترض أن $\varepsilon_{ijk\ell} \sim N(0, \sigma^2_e)$

ونلخص جدول تحليل التباين لمثل هذه التجربة في الجدول (9-8) مع التوقعات الرياضية لمتوسطات التباين . وتبقى الاختبارات الإحصائية والأخطاء المعيارية للمتوسطات وللفروق بين المتوسطات بالنسبة لهذا التصميم كما عرفت بالفقـــرة السابقـــة (9-2-1) .

جدول (9-8) : جدول تحليل التباين لتصميم القطع المنشقة في تصميم مربع لاتيني

S.O.V	df	SS	EMS	F
Rows	a - 1	$SSR = \sum_{i} Y^{2}_{i...}/ab - CF$		
Columns	a - 1	$SSC = \sum_{j} Y^{2}_{.j..}/ab - CF$		
A	a - 1	$SSA = \sum_{k} Y^{2}_{..k.}/ab - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + b\sigma^{2}_{\eta} + abK^{2}_{A}$	$F_{A} = MSA/E_{a}$
Error(a)	(a-1)(a-2)	$SSE_{a} = \sum_{ij} Y^{2}_{ij..}/b - SSR - SSC - SSA + 2CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + b\sigma^{2}_{\eta}$	
B	b - 1	$SSB = \sum_{\ell} Y^{2}_{...\ell}/a^{2} - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + a^{2}K^{2}_{B}$	$F_{B} = MSB/E_{b}$
AB	(a-1)(b-1)	$SSAB = \sum Y^{2}_{..k\ell}/a - SSA - SSB - CF$	$\sigma^{2}_{\varepsilon} + aK^{2}_{AB}$	$F_{AB} = MSAB/E_{b}$
Error(b)	a(a-1)(b-1)	SSE_{b} = by Substraction	σ^{2}_{ε}	
Total	$a^{2}b - 1$	$SSTo = \Sigma Y^{2}_{ijk\ell} - CF$		

مقارنة المتوسطات باستخدام اختبار L.S.D

جدول (2-9) : الأخطاء المعيارية لتصميم القطع المنشقة .

الفرق بين Difference between	مثال Example	الخطأ المعياري Standard Error
1. Two A means	$a_1 - a_2$	$\sqrt{\frac{2E_a}{r\,b}}$
2. Two B means	$b_1 - b_2$	$\sqrt{\frac{2E_b}{r\,a}}$
3. Two B means at the same level of A	$a_1b_1 - a_1b_2$	$\sqrt{\frac{2E_b}{r}}$
4. Two A means at		$\sqrt{2[(b-1)E_b + E_a]/r\,b}$
- Same level of B	$a_1b_1 - a_2b_1$	
or - Diff. levels of B	$a_1b_2 - a_2b_1$	

S.O.V.	df	SS	MS	F – cal.	F – table
Reps (R)	3	21.81	---	---	
Crosses (A)	3	990.54	330.18	54.76**	6.99 0.01 df 3,9
E (a)	9	54.27	6.03	---	
Densities (B)	2	85.81	42.91	4.71*	3.40 0.05 df 2,24
AxB	6	610.24	101.71	11.16**	3.67 0.01 df 6,24
E (b)	24	218.68	9.11	---	
Total	47	1981.35			

$$1 - \text{LSD } 0{\cdot}01 \text{ for A} = t\,\alpha 0{\cdot}01 \text{ df } 9 \times \sqrt{\frac{2MSE(a)}{rb}} = 3{\cdot}25 \times$$

$$\sqrt{\frac{2 \times 6{\cdot}03}{12}} = 3{\cdot}25 \times 1 = 3{\cdot}25$$

$$2 - \text{LSD } 0{\cdot}05 \text{ for B} = t\,\alpha\, 0{\cdot}05 \text{ df } 24 \times \sqrt{\frac{2MSE(b)}{ar}} = 2{\cdot}064 \times$$

$$\sqrt{\frac{2 \times 9{\cdot}11}{16}} = 2{\cdot}064 \times 1{\cdot}07 = 2{\cdot}21$$

$$3 - \text{LSD } 0{\cdot}01 \text{ for AB} = t\,\alpha 0{\cdot}01 \text{ df } 24 \times \sqrt{\frac{2MSE(b)}{r}} = 2{\cdot}797 \times$$

$$\sqrt{\frac{2 \times 9{\cdot}11}{4}} = 2{\cdot}797 \times 2{\cdot}14 = 5{\cdot}99$$

متوسط الحاصل (كغم) لكل تركيب وراثي ضمن الكثافات النباتية الثلاثة :-

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية b1	b2	b3	Mean
a1	20.5	23.9	27.0	23.80
a2	25.6	33.1	40.1	32.93
a3	27.3	28.5	28.9	28.23
a4	40.3	36.1	30.7	35.70
LSD .01	5.99			3.25
Mean	28.43	30.40	31.68	
LSD .05	2.21			

الاستنتاج :

1- اختلفت التراكيب الوراثية فيما بينها في الحاصل وبدرجة عالية المعنوية حيث اعطى التركيب الاول اقل حاصل واعطى التركيب الرابع اعلى حاصل وشابهه في الحاصل التركيب الثاني .

2- تشابه تأثير الكثافة النباتية الثانية والثالثة في زيادة الحاصل واختلفا عن تأثير الكثافة الاولى التي اعطت حاصلاً اقل منها .

3- استجابت التراكيب الوراثية لتأثير الكثافات النباتية المختلفة بصورة متباينة في صفة الحاصل ، فمثلاً اعطى التركيب الوراثي الاول (27.0) كغم عند الكثافة الثالثة بينما اعطى التركيب الوراثي الرابع اعلى حاصل (40.3) عند الكثافة الاولى .

4- تفوق حاصل التركيب الوراثي الرابع عند الكثافة النباتية الاولى وبصورة عالية المعنوية على بقية التراكيب الوراثية عند الكثافات النباتية المختلفة وشابهه في ذلك التركيب نفسه عند الكثافة النباتية الثانية والتركيب الثاني عند الكثافة الثالثة .