هناك قانون عام يمكن من خلاله مقارنة كفاءة اي تصميم مع الاخر وكما مبين:

$$RE = \frac{[N2C1/\Delta 21][DF1+1/DF1+3]}{[N1C2/\Delta 2][DF2+1/DF2+3]}$$

N:عدد الوحدات التجريبية في كل من التصميمين

Δ2:تباين الخطأ المقدر في كل من التصميمين

DF:درجات حرية الخطأ

C:تكلفة الوحدة التجريبية للتصميمين

تقدر القيمة المفقودة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة كما يلي:

YIJ=[(RYI.+RY.J-Y..)/(R-1)(N-1)]

YI.:عدد المكررات وR اذ ان مجموع مجموع المشاهدات المتبقية والتي اخذت نفس المعاملة.

Y.J:مجموع المشاهدات المتبقية داخل القطاع الذي فقد المشاهدة المراد تقديرها

اما اذا فقدت مشاهدتين فيمكن تقدير احدهما كمتوسط وتقدير الاخرى من خلال القانون ومن ثم تقدير الثانية باعتبارها كمشاهدة مفقودة ثانية ويمكن الاستمرار بتحليل التباين عند فقد قطاع كامل او معاملة كاملة وفق هذا التصميم

اختبار الفروقات المعنوية بين المتوسطات

عندما تكون قيمة F معنوية فهذا يعني وجود فروقات معنوية بين المتوسطات اي ان المتوسطات تختلف عن بعضها معنويا في التاثير في الصفة المدروسة، لذلك نستمر في بيان وتفصيل وشرح ومناقشة تلك الفروفات باحد الاختبارات التالية:

1- اختبار أقل فرق معنوي Least Significant Deferences Test

2-اختبار أقل فرق معنوي المدل TestReversed Least significant Deferences

3-اختبار دنكن متعدد المدى Duncan Multiple Range Test

4-اختبار دونت Dunnet Test

1-طريقة أقل فرق معنوي (LSD)

$$LSD = t_{(1-\alpha/2,ab(r-1))} \cdot S_{\bar{Y}_{ij}-\bar{Y}_{ij}}$$

$$S_{\bar{Y}_{ij}-\bar{Y}_{ij}} = \sqrt{2MSE/r}$$

يتم مقارنة الفرق بين المتوسطين بقيمة LSD ويكون هناك فرق معنوى بين متوسطى المعاملتين إذا كان الفرق بين المتوسطين اكبر من او يساوى قيمة LSD .

بينما إذا كان الفرق بين المتوسطين اصغر من قيمة LSD فإنه لا يوجد فرق معنوى بين المعاملتين أى تأثيرهما متساو معنويا عند مستوى المعنوية المستعمل فى الاختبار

المثال السابق

	Var.			Total
Rep.	A	B	C	
1	8	9	16	
2	14	11	17	
3	13	10	14	
4	7	8	12	
5	16	11	18	
6	11	9	13	
$\sum x_{i.}$	69	58	90	X.. 217
$\bar{x}_{i.}$	11.5	9.67	15	12.06

استحدام احتبار LSD لمقارنة المتوسطات للمثال السابق

ترتيب متوسطات المعاملات تنازليا

15.00 11.50 9.67

L.S.D = 3.13 قيمة

اجراء مقارنة متوسطات المعاملات

C A B

15.00 11.50 9.67

a b c

الاستنتاج: تفوق المعاملة C معنوياً على المعاملة A التي تفوقت بدورها معنوياً على المعاملة B

2-اما اختبار LSD المعدل فانه بصورة عامة نفس اختبار LSD السابق لكنه يختلف عنه بقيمة t الحدولية الجديدة والتي نتجت من ثلاث قيم هي درجات حرية الخطأ ومستوى المعنوية وقيمة F المحسوبة ويطلق عليها t' تي برايم وهو كذلك يعطي قيمة واحدة لجميع المتوسطات مهما كان عددها وكما مبين وفق القانون التالي

Revised L.S.D. = (t

-

(0.05 , 0.01) X √2X√(2mse/r)

3-اختبار دنكن متعدد المدى Duncan Multiple range
وضع العالم دنكن في هذل الاختبار قيم جدولية خاصة اسماها قيم SSR لاستخدامها في انجاز هذا الاختبار ومن اهم مميزات هذا الاختبار هو انه ياخذ عدد المعاملات الداخلة في الاختبار او المقارنة بنظر الاعتبار ، اي ان لكل عدد من المعاملات الداخلة في المقارنة قيمة معنوية تختلف عندما يزداد او يقل عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة وكما سنبين ذلك لاحقا ويسمى هذا الاختبار باقل مدى معنوي Least Significant Range (LSR). يستخرج اقل مدى معنوي من خلال ضرب قيم Studentzed Significant SSR (Range)في الخطأ القياسي. تستخرج قيم SSR من جداول خاصة في كنب الاحصاء لدرجات حرية عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة ودرجات حرية الخطأ ومستوى المعنوية المحدد. اما قيمة الخطأ القياسي فتستخرج بجذر متوسط مربعات الحطأ مقسوما على عدد المكررات

ومعادلة استخراج LSR كما يلي:(√mse/r) LSR=SSR X
اذ تعتمد قيم SSRعلى عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة وكذلك درجات خرية الخطأ ومستوى المعنوية. يستخدم اختبار دنكن سواء كانت قيمة F معنوية ام غير معنوية.
مثال توضيحي للتحليل السابق؛

	عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة			
	2	3	4	5
SSR	2.95	3.09	3.19	3.25
$\sqrt{\frac{MSe}{r}}$	0.759			
LSR	2.33	2.35	2.42	2.47

متوسط المعاملات تنازليا	المعنوية	LSR
T2 : 9.8	a	(LSR2) 2.33
T5 : 8.6	Ab	(LSR3) 2.35
T1 : 7.2	Bc	(LSR4) 2.42
T3 : 6.0	Cd	(LSR5) 2.47
T4 : 4.8	d	

مما سبق نستنتج ان افضل معاملة كانت هي T2(9.8) وقد اختلفت معنويا عن جميع المعاملات الاخرى ما عدا المعاملة T5(8.6)

4-اختبار دونتDunnet Test

يستخدم لاختبار الفرق المعنوي بين معاملة المقارنة ومجموعة المقارنات الاخرى وذلك بتقدير قيمة الفرق المعنوي (D) من المعادلة التالية($D=Dunnett\text{-}t \times (\sqrt{2mse/r})$ وتجمع قيم الفروق المعنوية بين المقارنة وجميع المعاملات ثم تقارن مع عاملة المقارنة وتستخرج قيمة t دونت من جداول خاصة في ملاحق الكتب الاحصائية لمستوى المعنوية المحدد. يمكن تقدير او استخدام اختبار دونت سواء كانت قيمة F معنوية او غير معنوية.

5-اختبار توكي وهو كذلك يتضمن قيمة واحدة لجميع المعاملات ولكنه يتضمن كذلك قيم خاصة في جداول ملحقة بمراجع الاحصاء وتسمى قيم Qi ويغتمد استخراج هذه القيم على ثلاث عناصر هي:

التجارب العاملية Factorial Experiments

1-التجارب العاملية بتصميم CRD

التجربة العاملية هي توليفات للتوافيق بين مستويات العوامل الداخلة في الدراسة.

وهي ليست تصميم مثل التصميم التام التعشية أو تصميم القطاعات العشوائية أو تصميم المربع اللاتيني وانما تطبق ضمن هذه التصاميم .

مستويات العامل تعرف بالمعاملات وتكون كمية لعامل كمي كالحرارة أو وصفية لعامل وصفي مثل التربة.

كيف يتم تكوين المعاملات التي تمثل التوليفات العاملية وكيف يتم توزيعها على الوحدات التجريبية ؟ اتخذ الامثلة التالية نموذجا للتجارب العاملية الثنائية والثلاثية.

تاثير بعض المبيدات في بتراكيز مختلفة في الاصابة الحشرية للمحصول؟

ماهي كمية البذور للهكتار؟

ماهي الأسمدة الضرورية وماهي مستوياتها؟

ماهي كمية المياه المطلوبة؟

ماهي نوعية التربة المفضلة؟

ماهي أفضل المسافات بين النباتات داخل الصفوف وبين الصفوف؟

اهمية التجارب العاملية

هناك بعض المشاكل في التجارب ذات العامل الواحد مثل ارتباط كمية الري بنوعية التربة وكمية السماد بكمية البذار ويعبر عن هذه التأثيرات المشتركة بالتفاعلات او التداخلات . (Interactions)
اي ارتباط تاثير عامل باخر ويمكن تقليل هذا التاثير بإدخال كل العوامل في تجربة واحدة.
تهدف التجارب العاملية لتحديد أهم العوامل و أفضل مستوياتها واكتشاف ما إذا كان هناك تفاعلات او تداخلات بينها .

تجربة عاملية 2 * 3

A

	a_1	a_2	a_3
b_1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1
b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2

B

أهم مميزات التجارب العاملية:

1-تقليل التكلفة والوقت .

2-تقدير التداخلات واهميتها .

تكون الإستنتاجات المستخلصة من التجارب العاملية صالحة لظروف تجريبية مختلفة نظراً لدراسة تأثير عامل معين عند عدة مستويات العوامل الأخرى .

أكثر كفاءة مقارنة بالتجارب البسيطة .

اهم عيوب التجارب العاملية:

1-كبر جحم التجربة بإزدياد عدد العوامل مما يترتب عليه صعوبة الحسابات والتحليل الإحصائي وتفسير النتائج والكلفة.

2-يصعب تطبيق التجارب العاملية الكبيرة في الحقل أو المعمل إضافة إلى أنها تزيد في قيمة الخطأ التجريبي نتيجة لعدم تجانس الوحدات التجريبية .

3-يصعب تفسير التداخلات ذات الدرجات العليا مثل التداخلات الثلاثية واكثر.

حساب عدد معاملات التجربة

يرمز لعدد العوامل (Factors) بالرمز n وإلى مستويات كل عامل بالرمز P وعلى ذلك فإن عدد المعاملات

$$P1 \times P2 \times P3 \times \ldots \times Pn =$$

وفي حالة إذا ما كانت عدد المستويات متساوية لجميع العوامل فإن عدد المعاملات يساوي Pn وعدد المعاملات عند دراسة 3 عوامل كل منها بأربع مستويات = 4^3 = 64.

أما إذا كان عدد مستويات العامل الأول يساوي 5 ومستويات العامل الثاني 2 = ومستويات العامل الثالث 4 = فإن عدد المعاملات = $5 \times 2 \times 4$ = 40

النموذج الرياضي في التجارب العاملية

تأثير أى معاملة العامل الأول Aوتأثير العامل الثانى Bوالتفاعل بينهم ABلذا فان معادلة تحليل التباين فى هذه الحالة يمكن كتابتها على النحو التالى:

$$y_{ijk} = \mu + \{ A_i + B_j + (AB)_{ij} \} + \varepsilon_{ijk}$$

Aiتأثير العامل A و Bj تأثير العاملB وAB: تاثير التداخل و K:المكرر

جدول تحليل التباين يكون كما يلي في تصميمCRD ال

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F
A	SS_A	a - 1	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$	$F = \frac{MS_A}{MS_E}$
B	SS_B	b - 1	$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$	$F = \frac{MS_B}{MS_E}$
Interaction	SS_{AB}	$(a-1)(b-1)$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$F = \frac{MS_{AB}}{MS_E}$
Error	SS_E	ab(r-1)	$MS_E = \frac{SS_E}{ab(r-1)}$	
Total	SS_T	abr - 1		

$$SS_T = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n} y_{ijk}^2 - \frac{y_{...}^2}{abr}$$

$$SS_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_{i..}^2}{br} - \frac{y_{...}^2}{abr} \qquad SS_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_{.j.}^2}{ar} - \frac{y_{...}^2}{abr}$$

$$SS_{AB} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} \frac{y_{ij.}^2}{r} - \frac{y_{...}^2}{abr} - SS_A - SS_B$$

Error SSAB

SSE = SST – SSA - SSB -

مثال حول تاثير السلالة ونوع الاغنام في وزن الولادات في الاغنام

	السلالة		نوع الولادة			.Yij
				وزن المواليد		
العواسي	a1	b1 فردنة		5 , 4 , 6		15
	a2	b2 توأمية		3 , 4 , 4		11
الحمداني		b1 فردنة		2 , 3 , 2		7
		b2 توأمية		3 , 3 , 4		10
						43 = Y…

نكون الجدول التالي

B A	b1	b2	Yi.. مجاميع الـ a
a1	15	11	26
a2	7	10	17
Y.j. مجاميع b	22	21	المجموع الكلي Y… = 43

$$CF = \frac{(Y...)^2}{abr}$$

$$CF = \frac{(43)^2}{2 \times 2 \times 3} = 154.08$$

$$A = \frac{\sum Yi.^2}{br}$$

$$A = \frac{(26)^2 + (17)^2}{2 \times 3} = 160.8$$

$$SSA = A - CF = 160.8 - 154.08 = 6.75$$

$$B = \frac{\sum Y.j^2}{ar}$$

$$B = \frac{(22)^2 + (21)^2}{2 \times 3} = 155$$

$$SSB = B - CF = 155 - 154.08 = 0.083$$

$\sum Yij.^2$ AB = _____

r

$(15)^2$ + ---- + $(10)^2$
AB =___= 165 3

SSAB = AB - A - B + CF
SSAB = 165 – 160.8 – 155 + 154.8
SSAB = 4.08
RAB = $\sum Yijk^2 = (5)^2 +$ + $(4)^2$
RAB = 169
SST = RAB – CF = 14.91
SSe = RAB – AB = 169 – 165 = 4

$$AB = \frac{(15)^2 + \text{----} + (10)^2}{3} = 165$$

$$SSAB = AB - A - B + CF$$
$$SSAB = 165 - 160.8 - 155 + 154.8$$
$$SSAB = 4.08$$

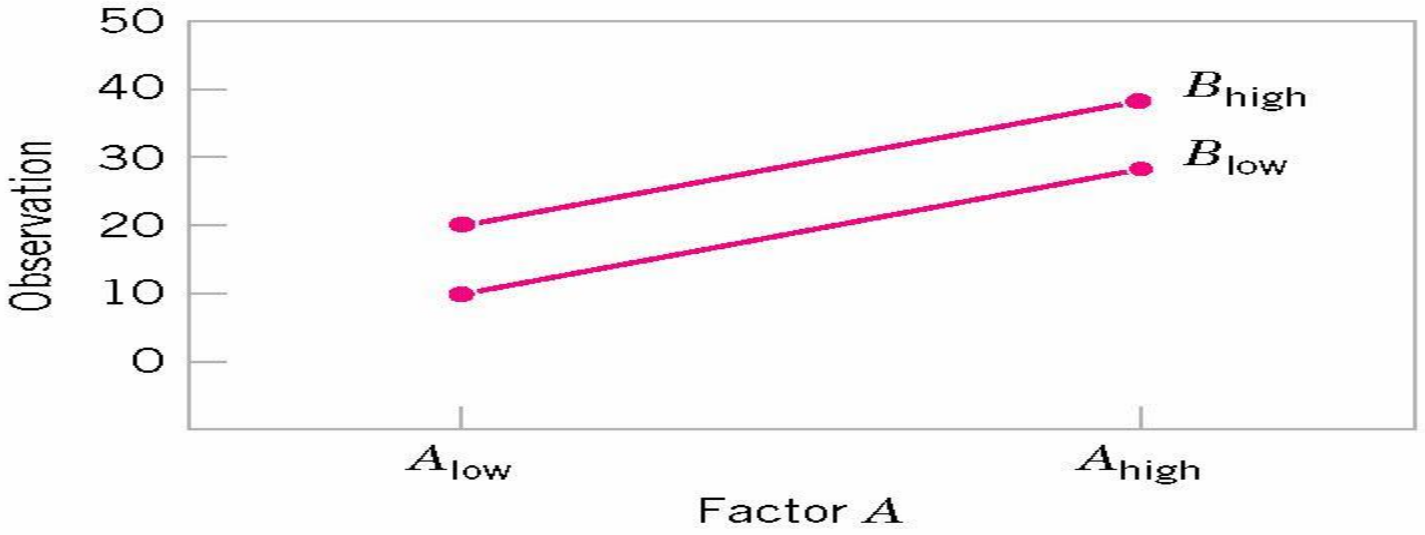
$$SST = \sum Yijk^2 = (5)^2 + \quad + (4)^2 \text{.....-CF}$$
$$= 14.91$$
$$SSe = 4$$

الجدول التالييلخص التحليل الكامل

S.O.V.	d.f . درجات الحرية	S.S. مجموع المربعات	M.S. متوسط المربعات	قيم Fالمحسوبة
A	a-1 = 1	SSA = 6.75	MSA = 6.75	$F_A = \frac{MSA}{MSe} = 13.5^{**}$
B	b-1 = 1	SSB = 0خ.083	MSB = 0.083	$F_B = \frac{MSB}{MSe} = 0.17^{ns}$
AB	(a-1)(b-1) (2-1)(2-1) =1	SSAB = 4.08	MSAB = 4.08	$F_{AB} = \frac{MSAB}{MSe} = 8.7^{**}$
Experimental Error.	ab(r-1) 2 x 2 (3-1) = 8	SSe = 4	MSe = 0.50	----------
Total	abr-1 2 x 2 x 3 – 1 = 11	SST = 14.91	----------	----------

A Factorial Experiment without Interaction

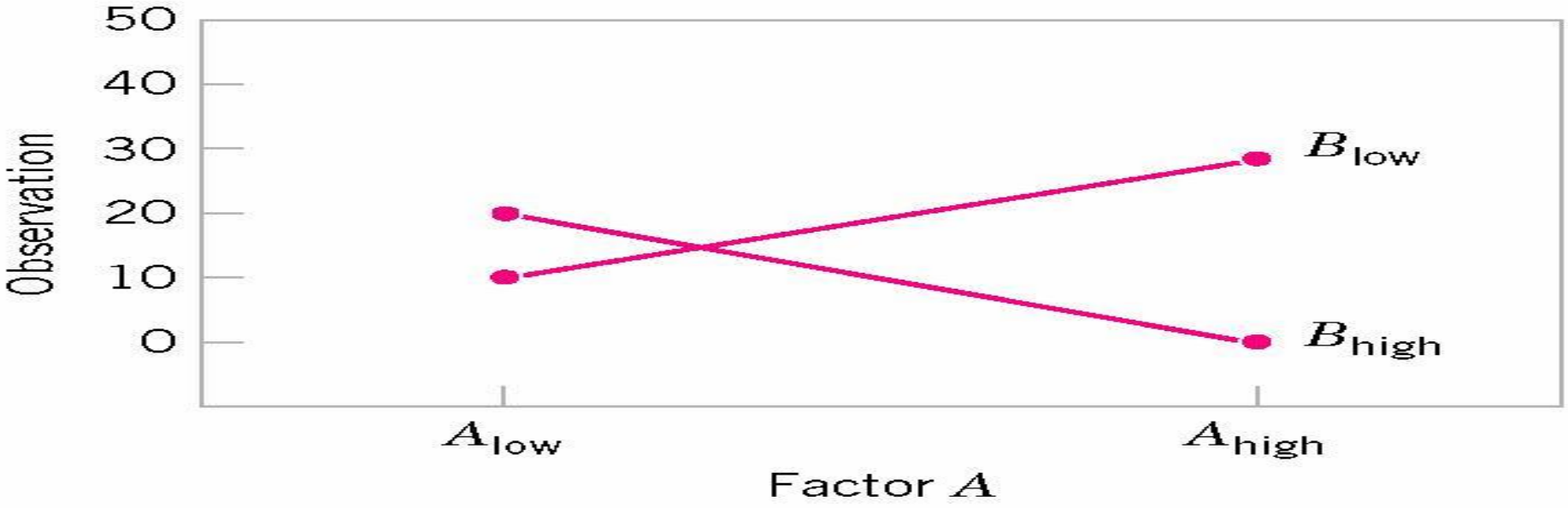
Factor A	Factor B	
	B_{low}	B_{high}
A_{low}	10	20
A_{high}	30	40



Factorial experiment, no interaction.

A Factorial Experiment with Interaction

Factor A	Factor B	
	B_{low}	B_{high}
A_{low}	10	20
A_{high}	30	0



Factorial experiment, with interaction.