جدول (٤ – ٥) . جدول تحليل التباين لبيانات تجربة التسميد المسجلة في جدول (٣ – ٣)

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F
Blocks	5	1736.00	347.20	
Treatments	3	126.00	42.00	22.34**
Error	15	28.20	1.88	
Total	23	1890.20		

(٧) بعد تحليل التباين – مقارنة المتوسطات

After ANOVA-Comparisons of means :

١– الاختبارات المحددة قبل اجراء التجربة :

أ. المقارنات المستقلة Orthogonal Comparisons

ب. تحليل الاتجاهات Trend Analysis

٢– الاختبارات المقترحة بعد اجراء التجربة :

أ. مقارنة جميع المتوسطات بمتوسط معاملة المقارنة حسب طريقة Dunnett

ب. المقارنات المتعددة بين المتوسطات Multiple Comparisons

ولاجراء أي من هذه الاختبارات تتبع نفس طرق الحسابات التي سبق ان اوضحناها بالتفصيل في الفصل الثالث عند مناقشتنا لنفس هذه الاختبارات في حالة التصميم العشوائي الكامل ، والتي سوف نجريها باختصار لبيانات المثال التالي :

مثال محلول : Example

اجريت تجربة لدراسة تأثير التسميد النتروجيني على حاصل احد اصناف الطماطة واستخدمت لذلك اربع مستويات (معاملات) وهي N_0 (اي بدون تسميد كمعاملة مقارنة Check) وN_{10} (أي 10 كغم نتروجين للدونم) وN_{20} (أي 20 كغم نتروجين للدونم) وN_{30} (أي 30 كغم نتروجين للدونم) واستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة باربع قطاعات وكانت بيانات الحاصل كما هو موضح في جدول (٤–٧) .

جدول (٤ – ٦) . بيانات كمية حاصل الطماطة (بالكغم للقطعة التجريبية) لمعاملات التسميد النتروجيني الأربع في القطاعات الأربع .

Nlevels Treatments t_i	Blocks القطاعات				$Y_{i.}$
	r_1	r_2	r_3	r_4	
$N_0 = t_1$	62	47	52	51	212
$N_{10} = t_2$	67	50	54	57	228
$N_{20} = t_3$	69	57	53	57	236
$N_{30} = t_4$	74	54	65	59	252
$Y_{.j}$	272	208	224	224	928

جدول (٤–٧) . جدول تحليل التباين لبيانات كمية حاصل الطماطة المسجلة في جدول (٤–٦) .

S.O.V.	d.f	S.S	M.S	F
Blocks	3	576	192.00	
Treatments	3	208	69.33	8.91**
Error	9	70	7.78	
Total	15	854		

المقارنات المستقلة : Orthogonal Comparisions

اذا اردنا تجزئة الثلاث درجات حرية الخاصة بالمعاملات الى ثلاث درجات حرية فردية تخص كل واحدة منها احدى المقارنات المستقلة الثلاث الممكنة ولتكن :

المقارنة الأولى : وفيها تقارن معاملة المقارنة بباقي المعاملات Q_1 : Check Vs. Others

المقارنة الثانية : وتقارن فيها N_{10} بالمستويين الأعلى .. $Q_2 : N_{10}$ Vs. N_{20} and N_{30}

المقارنة الثالثة : وتقارن فيها بين المستويين الأعلى .. $Q_3 : N_{20}$ Us. N_{30}

ويوضح الجدول (٤ – ٨) معاملات هذه المقارنات الثلاث المستقلة وطرق اجرائها ..

جدول (٤–٨) المقارنات الثلاث المستقلة الممكنة بين معاملات التسميد النتروجيني في تجربة تأثير النتروجين على محصول الطماطم المسجلة في جدول (٤ – ٦) .

المقارنات	مجاميع المعاملات				قيمة المقارنة	عدد التكرارات × مجموع مربع العوامل	مجموع مربعات المقارنات
	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	$Y_{3.}$	$Y_{4.}$	Q_i	$r\Sigma C_i^2$	SSQ_i
	212	223	236	252			
Q_1	+3	−1	−1	−1	−80	(4) (12) = 48	133.33
Q_2	0	+2	−1	−1	−32	(4) (6) = 24	42.67
Q_3	0	0	+1	−1	−16	(4) (2) = 8	32.00

$$SSQ_1 = \frac{Q_1^2}{r\Sigma C_{1i}^2} = \frac{[(3)(212) + (-1)(228) + (-1)(23b) + (-1)(252)]^2}{4[(3)^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2]}$$

$$= 133.33$$

$$SSQ_2 = \frac{Q_2^2}{r\Sigma C_{2i}^2} = \frac{[(2)(228) + (-1)(236) + (-1)(252)]^2}{4[(2)^2 + (-1)^2 + (-1)^2]} = 42.67$$

$$SSQ_3 = \frac{Q_3^2}{r\Sigma C_{3i}^2} = \frac{[(+1)(236) + (-1)(252)]^2}{4[(+1)^2 + (-1)^2} = 23.00$$

وعليه فإن جدول (٤–٩) يمثل جدول تحليل التباين كاملاً وقد وزع مجموع مربعات المعاملات ذو الثلاث درجات حرية الى مكونات ثلاث يخص كل منها احدى المقارنات المستقلة المحددة والتي لكل واحدة منها درجة حرية واحدة ، كما نلاحظ فيه كذلك ان قيمة F المحسوبة للمعاملات هي قيمة وسطية بين قيم F الثلاث المحسوبة للمقارنات المستقلة اي ان :

$$F_i = \frac{F_{Q1} + F_{Q2} + F_{Q3}}{3}$$

جدول (٤_٩) . جدول تحليل التباين الكامل لبيانات تجربة تأثير النتروجين على محصول الطماطة المسجلة في جدول (٤ – ٦) ، موضحا به المقارنات المستقلة الثلاث :

S.O.V.	d.f	S.S	M.S	F
Blocks	3	576.00	192.00	
Treatments	3	208.00	69.33	8.91**
$Q_1 : N_0$ VS. Others	(1)	(133.33)	133.33	17.14**
$Q_2 : N_{20}$ VS. $N_{20} + N_{30}$	(1)	(42.67)	42.67	5.48*
$Q_3 : N_{20}$ VS. N_{30}	(1)	(32.00)	32.00	4.11
Error	9	70.00	7.78	
Total	15	854.00		

تحليل الأتجاهات : Trend Analysis

يوضح الجدول (٤–١٠) طريقة تجزئة مجموع مربعات المعاملات الى مكوناتها الثلاث (٣ درجات حرية) التي تعكس طبيعة منحني استجابة صفة كمية حاصل الطماطة للتسميد النتروجيني في التجربة التي سجلت بياناتها في جدول (٤–٦) ، حيث نبين هنا طريقة حساب مجاميع المربعات الخاصة بمعادلات الارتداد الحرة بدرجاتها المختلفة الممكنة في حالة اربع معاملات . والتى نلخصها بعد ذلك في الجدول (٤–١١) الذي يعطي تحليل التباين كاملا بالاضافة الى تحليل اتجاهات الأستجابة لهذه التجربة

جدول (٤ – ١٠) . طريقة حساب مجاميع المربعات الخاصة بمعادلات الارتداد الحرة والتي تعكس طبيعة اتجاهات الاستجابة لكمية حاصل الطماطة للتسميد النتروجيني في التجربة التي سجلت بياناتها في جدول (٤–٦) .

Degree of Polynomial	Treatment Totals مجاميع المعاملات				Q_i	$r\Sigma C_i^2$	SSQ_i
	Y_1. 212	Y_2. 228	Y_3. 236	Y_4. 252			
Linear	– 3	– 1	+ 1	+ 3	128	(4)(20)	204.8
Quadratic	+ 1	– 1	– 1	+ 1	0	(4) (4)	0
Cubic	– 1	+ 3	– 3	+ 1	16	(4) (20)	3.2

$$SS_{Lin.} = \frac{(\sum C_{li} Y_{i.})^2}{r \sum C_{l}^{2}{}_{i}} =$$

$$\frac{[(-3)(212) + (-1)(228) + (+1)(236) + (+3)(252)]^2}{4[(-3)^2 + (-1)^2 + (+1)^2 + (+3)^2]} = 204.8$$

$$SS_{Quad.} = \frac{(\sum C_{Qi} Y_{i.})^2}{r \sum C_{Q}^{2}{}_{i}} =$$

$$\frac{[(+1)(212) + (-1)(228) + (-1)(236) + (+.)(252)]^2}{4[(+1)^2 + (-1)^2 + (+1)^2 + (-1)^2]} = 0$$

$$SS_{Cab.} = \frac{(\sum C_{ci} Y_{i.})^2}{r \sum C_{c}^{2}{}_{i}} =$$

$$\frac{[(-1)(212) + (+3)(228) + (-3)(236) + (+1)(252)]^2}{4[(-1)^2 + (+3)^2 + (-3)^2 + (+1)^2]} = 3.2$$

جدول (٤ – ١١) جدول تحليل التباين بما فيه تحليل اتجاهات الأستجابة لبيانات تجربة تأثير التسميد النتروجيني على حاصل الطماطة المسجلة في الجدول (٤ – ٦) .

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F
Blocks	3	576.00	192.00	
Treatments	3	208.00	69.33	8.91**
Linear	(1)	(204.8)	204.80	26.32**
Quadratic	(1)	(0.0)	0.00	0.00
Cubic	(1)	(3.2)	3.20	0.41
Error	9	70.00	7.78	
Total	15	854.00		

وعلى ذلك فان طبيعة اتجاه استجابة كمية الحاصل للتسميد النتروجيني في تلك التجربة التي اجريت على محصول الطماطة تعكس علاقة خطية واضحة اي ان كل زيادة في معدل التسميد تتبعه زيادة في كمية الحاصل وذلك في مدى المستويات التي تم تجربتها .

استخدام اختبار Dunnett لمقارنة جميع متوسطات المعاملات بمتوسط المقارنة فقط :

تقوم اولاً بحساب قيمة الفرق المعنوي D ولنكن عند مستوى معنوية 0.05 وعلى اساس الأختبار في الأتجاهين two-tailed test كما يلي :

$$D = S_{(\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{i'\cdot})} \times \text{Dunnett's t}$$

$$= \sqrt{\frac{2MSe}{r}} \times \text{Dunnett's t}_{(0.05),9}$$

$$= \sqrt{\frac{2(7.78)}{4}} \times 2.86 = 5.64\text{kg}$$

وبعد ذلك نقارن هذه القيمة المقدرة للفرق المعنوي بالفروقات التي نحصل عليها بين متوسط كل من معاملات التسميد النتروجيني ومتوسط معاملة المقارنة التي لم تسمد ، والموضحة في جدول (٤-١٢) .

جدول (٤-١٢) متوسطات معاملات التسميد النتروجيني والفروق بينها وبين معاملة المقارنة (المعاملة ($t_1 : N_0$) التي لم تسمد ولقد حصلنا على هذه المتوسطات من جدول (٤-١٦) بقسمة مجاميع المعاملات على عدد التكرارات r وتساوي 4.

t_i	$\bar{y}_{i\cdot}$	$\bar{y}_{i\cdot}$ − Contro mean(53.0)
$t_2 : N_{10}$	57	4
$t_3 : N_{20}$	59	6*
$t_4 : N_{30}$	63	10*

وبمقارنة الفروق المسجلة في العمود الأخير من جدول (٤-١٢) بالقيمة المقدرة للفرق المعنوي يتضح لنا ان اضافة 10 كغم N للدونم لم يعط فرقاً معنوياً عن معاملة المقارنة في حين ان المستويين الأعلى وهما 20 و30 كغم قد ادى الى زيادة معنوية في كمية حاصل الطماطة في تلك التجربة .

المقارنات المتعددة بين المتوسطات :

وسنكتفي هنا بتطبيق اختبار واحد من الاختبارات التي سبق شرحها بالتفصيل في الفصل السابق ، وهو اختبار Duncan ، ولكي نطبق هذا الاختبار لمقارنة جميع الفروق الممكنة بين المتوسطات الاربعة الخاصة بمعاملات التسميد المسجلة بياناتها في جدول (٤-٦) ، فاننا سنحتاج حساب عدة قيم لمقارنة الفروق المختلفة حسب عدد المتوسطات التي تدخل في مجال كل مقارنة ، وكما سبق ايضاحه ، وهذه القيم هي مانسميها بقيم أقل مدى معنوي Least Significan Range وهذه القيم تحسب كما يلي :

$$L.S.R. = S_{\bar{y}i.} \times SSR$$

نحسب اولا قيمة $S_{\bar{y}i.}$ اي الانحراف القياسي لمتوسط اي معاملة او الخطأ القياسي لأي معاملة :

$$S_{\bar{y}i.} = \sqrt{\frac{MSe}{r}} = \sqrt{\frac{7.78}{4}} = 1.395$$

ثم نستخرج قيم SSR من جدول Duncan (جدول ٤ في الملاحق) وذلك عند مستوى المعنوية المطلوبة (وليكن عند مستوى 0.05) وعند درجات حرية الخطأ وهي 9 درجات (من جدول ٤-٧) والقيم التي نحتاجها هي القيم الخاصة باعداد المتوسطات 2 و3 و4 وهي اعداد المتوسطات التي قد تدخل ضمن المقارنات المتعددة ، وهذه القيم موضحة في جدول (٤-١٣) ، وكل من هذه القيم نضربها في قيمة $S_{\bar{y}i.}$ لنحصل على قيم L.S.R. المطلوبة كما هو موضح ايضا في جدول (٤-١٣) .

جدول (٤-١٣) . قيم SSR وقيم L.S.R المطلوبة لمقارنة جميع الفروق الممكنة بين متوسطات معاملات التسميد النتروجيني الأربعة الخاصة بتجربة الطماطة المسجلة بياناتها في جدول (٤ - ٦) .

اعداد المتوسطات الداخلة ضمن مجال المقارنات			
	٢	٣	٤
S.S.R	3.199	3.339	3.420
$S_{\bar{y}i.}$	1.395		
L.S.R	4.462	4.657	4.770

وبعد ذلك نرتب المتوسطات ترتيبا تنازليا أوتصاعديا وتقارن الفروق الممكنة بينها على أن نستخدم القيمة الاحصائية (قيمة L.S.R) المناسبة لمجال المقارنة كما سبق شرحه بالتفصيل في الفصل السابق ونوضح الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام الخطوط المشتركة (التي تعني عدم معنوية الفروق) أو بالأحرف المشتركة التي يدل ظهور أي حرف منها مشتركا بين متوسطين يدل على عدم معنوية الفرق بين هذين المتوسطين ، وعموما فان نتيجة مقارنة متوسطات التجربة الخاصة بمثالنا والتى سجلت بياناتها فى جدول (٤-٦) تكون كما يلي :

$\bar{y}_1$.	$\bar{y}_2$.	$\bar{y}_3$.	$\bar{y}_4$.
53	57	59	63

كما ويمكن وضع المتوسطات فى جدول واستخدام الأحرف فى هذه الحالة للدلالة على معنوية الفروق من عدمه كما هو موضح في الجدول (٤ - ١٤) .

جدول (٤-١٤) . نتيجة تطبيق أختبار Duncan لمقارنة جميع الفروق الممكنة بين متوسطات معاملات التسميد الخاصة بالتجربة المسجلة بياناتها في جدول (٤ - ٦) .

t_i	$\bar{y}_i$.	Significance*
t_1 : N_0	53	a
t_2 : N_{10}	57	ab
t_3 : N_{20}	59	bc
t_4 : N_{30}	63	c

* ظهور أي حرف أبجدي مشترك بجانب متوسطين يدل على عدم معنوية الفرق بينهما باستخدام اختبار Duncan عند مستوى معنوية 0·05 .