$$\hat{\sigma}_t^2 = \frac{MSt - MSe}{r} = \frac{8744.98 - 722.42}{5} = 1604.51$$

$$S_{y_{ij}} = \sqrt{MSe} = \sqrt{722.42} = 26.9$$

$$S_{\bar{y}_{i.}} = \sqrt{\frac{MSe}{r}} = \sqrt{\frac{772.42}{5}} = 12.0$$

$$S_{(\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{i'.})} = \sqrt{\frac{2MSe}{r}} = \sqrt{\frac{2(722.42)}{5}} = 17.0$$

$$C.V. = \frac{\sqrt{MSe}}{\bar{y}_{..}} \times 100 = \frac{\sqrt{722.42}}{87.75} \times 100 = 32\%$$

(٩) بعد تحليل التباين .. التمييز بين المتوسطات

After ANOVA ... Comparisons of Means

اذا كنا بعد تحليل التباين واجراء اختبار F قد قررنا وجود اختلافات معنوية بين المعاملات أي بين متوسطات المعاملات فانه لمن الطبيعي أن تبرز بعض الأسئلة .. فمثلا .. بين أي متوسطات توجد هذه الاختلافات ، هل متوسط المعاملة الأولى يختلف عن متوسط المعاملة الثانية ؟ ومتوسط المعاملة الثالثة عن الرابعة ؟ أم متوسط المعاملتين الأولى والثانية مثلا يختلف عن متوسط المعاملتين الثالثة والرابعة – اذا كان عندنا اربع معاملات – ؟ .. وهكذا .. وهناك اتجاهان للاجابة على مثل هذه الاسئلة التى تثار حول المتوسطات – يختلفان فى الوقت الذى يتم فيه اختيار المقارنات – التى تبدو مهمة فى نظر الباحث – بين المتوسطات .. أي هل تم تحديدها قبل اجراء التجربة أم بعد جمع البيانات ؟

(١) الاختبارات المحددة قبل اجراء التجربة

Tests determined before experimentation

أ– المقارنات المستقلة Orthogonal Comparisons

في معظم التجارب التي تشتمل على عدة معاملات ، سيهتم الباحث قطعا ببعض المقارنات الخاصة والمحددة بين متوسطات المعاملات ، الا أنه يجب اختيار وتحديد هذه المقارنات التى سيوجه اليها اهتمامه قبل بدء تنفيذ التجربة وعليه فان اجراء المقارنات

في هذه الحالة يكون صحيحا حتى ولوكان الاختبار العام لاختلافات المعاملات لم يعكس نتيجة معنوية (أي أن اختبار F لم يكن معنويا) .

(ويجب ان نلاحظ انه في حالة اجراء اختبار F ، واذا كان عدد درجات حرية التباين المختبر اي البسط أكثر من الواحد ، فان الأختبار في هذه الحالة هو اختبار وسطي لعدد من المقارنات المستقلة مساو لعدد درجات حرية البسط . فاذا كانت احدى المقارنات تعكس اختلافاً حقيقياً ، واذا كان هذا الأختلاف الحقيقي سيضم الى مجموعة من الأختلافات غير الحقيقية ليختبر المتوسط العام ، فان اختبار هذا المتوسط قد يفشل في اظهار الأختلاف الحقيقي الموجود . ومن أجل هذا السبب يجب اختيار مقارنات معقولة ومن المفضل ان تكون مقارنات مستقلة) .

ولكي يسهل فهم طريقة اجراء مثل هذه المقارنات ، فان الأحصائيين قد وجدوا من الأنسب الكلام عنها على اساس انها متضادات Contrasts فاذا افترضنا بان مجاميع عدد t من المعاملات التي اشتمل كل منها على نفس العدد من المشاهدات (r) كانت :

$$Y_{1.} \ , \ Y_{2.} \ , \ \ldots\ldots\ldots , Y_{i.}$$

فان العلاقة الخطية :

$$Q = \Sigma C_i Y_{i.} \ , \ \text{with} .. \Sigma C_i = 0$$

اي ان :

$$Q = C_1 Y_{1.} + C_2 Y_{2.} + \ldots\ldots + C_t Y_{i.} , \text{with} .. C_1 + C_2 + \ldots\ldots + C_t = 0$$

تسمى مقارنة (او تضاد) بين المعاملات Y_i'S ، وهذه المقارنة يكون لها درجة حرية واحدة ، ويكون مجموع مربعات الأنحرافات (S.S) الخاص بمثل هذه المقارنة هو :

$$SS_{(Q_i)} = \frac{Q_i^2}{r\Sigma C_i^2}$$

واذا كان عندنا مقارنتان وهما :

$$Q_1 = \Sigma C_{1i} Y_{i.} \quad , \quad Q_2 = \Sigma C_{2i} Y_{i.}$$

فيقال انهما مقارنتان مستقلتان اذا كان مجموع حواصل ضرب عواملهما يساوي صفراً .. اي ان

$$\Sigma C_{1i} C_{2i} = 0$$

ومن الممكن تقسيم مجموع مربعات المعاملات (SSt) الذي درجات حريته تساوي t–1 الى عدد t–1 من المقارنات المستقلة ولكل منها درجة حرية واحدة . وفي هذه الحالة اختبار كل من هذه المقارنات التي جزأنا اليها مجموع مربعات المعاملات – كل على حدة ضد الخطأ التجريبي .

وكمثال ، نفترض تجربة لدراسة تأثير معاملتين بالاضافة الى معاملة مقارنة ، فمن الممكن التخطيط لاجراء المقارنتين (درجات حرية المعاملات عددها $t - 1 = 2$) :

المقارنة الأولى .. مقارنة المعاملتين الأولى والثانية .. $Q_1 = Y_{1.} - Y_{2.}$

المقارنة الثانية .. مقارنة متوسط المعاملتين بمعاملة المقارنة .. $Q_2 = Y_{1.} + Y_{2.} - 2Y_{3.}$

ويمكن تلخيص هاتين المقارنتين ووضع معاملات المجاميع في كل منهما كما يلي :

المقارنـــات	مجاميع المعامـــلات		
	$y_{1.}$	$y_{2.}$	$y_{3.}$
Q_1	+ 1	− 1	0
Q_2	+ 1	+ 1	− 2

واننا نلاحظ ان مجاميع العوامل لكل من المقارنتين = صفراً ، اي ان

$$\Sigma C_{1i} = 0$$
$$\Sigma C_{2i} = 0$$

كما ان مجموع حواصل ضرب عوامل المقارنتين = صفراً ، اي ان

$$\Sigma C_{1i} C_{2i} = (1)(1) + (-1)(1) + (0)(-2) = 0$$

وعلى ذلك فان Q_1 , Q_2 هما مقارنتان مستقلتان .

مثال محلول : Example

اجريت تجربة لدراسة تأثيرخمسة انواع من العلائق على نمو الأفراخ وسجلت بيانات عن معدل الزيادة في الوزن ونظمت في الجدول (٣–٥) ، ثم حللت النتائج ولخصت في جدول تحليل التباين جدول (٣–٦) .

(جدول (٣–٥) . البيانات الخاصة باوزان الأفراخ من تجربة مقارنة خمسة انواع من العلائق)

t_i	y_{ij}				$Y_{i.}$
t_1	46	40	42	40	168
t_2	51	48	47	42	188
t_3	36	42	44	46	168
t_4	42	42	45	43	172
t_5	35	36	37	36	144

جدول (٣-٦) : جدول تحليل التباين للبيانات الخاصة بتجربة مقارنة انواع العلائق المسجلة في جدول (٣-٥) .

S.O.V	d.f	S.S	M.S	F
Treatments	4	248	62.00	7.15
Error	15	130	8.67	
Total	19	378		

ولنفترض انه قبل اجراء التجربة قد حددت المقارنات المستقلة الأربعة (لأن $t-1=4$) التالية :

١- المعاملة الأولى ضد باقي المعاملات .. $Q_1 = t_1$ vs. Others

٢- المعاملة الثانية والثالثة ضد الرابعة والخامسة .. $Q_2 = t_2 \& t_3 vs. t_4 \& t_5 ...$

٣- المعاملة الثانية ضد الثالثة .. $Q_3 = t_2$ vs. t_3

٤- المعاملة الرابعة ضد الخامسة .. $Q_4 = t_4$ vs. t_5

ويمكن تتبع هذه المقارنات الأربعة وطريقة حساب مجموع مربعات الأنحرافات (S.S.) الخاصة بكل منها كما هو موضح في الجدول (٣-٧) ، ويلخص الجدول (٣-٨) تحليل التباين الكامل لبيانات هذه التجربة بعد تجزئة درجات حرية المعاملات الأربعة الى اربع درجات حرية فردية تخص كل منها احدى المقارنات الأربعة المستقلة .

ويبين هذا الجدول الأخير ان مجموع مربعات المعاملات (SSt) قد توزعت بين مجموع مربعات المقارنات المستقلة الاربعة . ومن الممكن أيضا تقسيم مجموع مربعات المعاملات الى عدد كبير نسبياً من المكونات (او المقارنات) غير المستقلة الا انه في هذه الحالة فان مجموع مربعات هذه المقارنات غير المستقلة لايكون تجمعياً ، أي لايكون مجموعها مساوياً لمجموع مربعات المعاملات كما نلاحظ كذلك في الجدول (٣-٨) ان قيمة F المحسوبة للمعاملات تكون مساوية لمتوسط قيم F المحسوبة للمقارنات الأربعة المستقلة .

جدول (٣-٧) . المقارنات الاربعة المستقلة بين المعاملات الخمسة في تجربة تأثير العلائق على نمو الافراخ وطريقة حساب مجموع المربعات الخاصة بكل مقارنة .

المقارنات Comparisons or Contrasts	Treatment Totals مجاميع المعاملات					قيمة المقارنة Q_i	مجموع مربعات العوامل × عدد التكرارات $r\Sigma C_i^2$	مجموع مربعات المقارنات SSQ_i
	$Y_{1.}$ 168	$Y_{2.}$ 188	$Y_{3.}$ 168	$Y_{4.}$ 172	$Y_{5.}$ 144			
Q_1	+4	−1	−1	−1	−1	0	(4)(20)	0
Q_2	0	+1	+1	−1	−1	40	(4) (4)	100
Q_3	0	+1	−1	0	0	20	(4) (2)	50
Q_4	0	0	0	+1	−1	28	(4) (2)	98

$$SSQ_1 = \frac{[\Sigma C_{1i} Y_{i.}]^2}{r\Sigma C_{1i}^2} = \frac{Q_i^2}{r\Sigma C_{1i}^2}$$

$$= \frac{[(4)(168) + (-1)(188) + (-1)(168) + (-1)(172) + (-1)(144)]^2}{4[(4)^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2]}$$

$$= \frac{(672 - 672)^2}{(4)(20)} = 0$$

$$SSQ_2 = \frac{Q_2^2}{r\Sigma C_{2i}^2}$$

$$= \frac{[(188) + (168) - (172) - (144)]^2}{4[(1)^2 + (1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2]} = \frac{(356 - 316)^2}{(4)(4)}$$

$$= \frac{(40)^2}{16} = 100$$

$$SSQ_3 = \frac{Q_3^2}{r\Sigma C_{3i}^2} = \frac{(188 - 168)^2}{4[(1)^2 + (-1)^2]} = \frac{(20)^2}{(4)(2)} = 50$$

$$SSQ_4 = \frac{Q_4^2}{r\Sigma C_{4i}^2} = \frac{(172 - 144)^2}{4[(1)^2 + (-1)^2]} = \frac{(28)^2}{(4)(2)} = 98$$

جدول (٣-٨) . جدول تحليل التباين الكامل لبيانات تجربة مقارنة تأثير العلائق على نمو الافراخ ومبينا به المقارنات المستقلة الاربعة بين المعاملات .

S.O.V.	d.f	S.S	M.S	F
Treatments	4	248	62.00	7.15
$Q_1 : t_1$ vs. Others	(1)	(0)	0.00	0.00
$Q_2 : t_2 + t_3$ vs $t_4 + t_5$	(1)	(100)	100.00	11.53
$Q_3 : t_2$ vs. t_3	(1)	(50)	50.00	5.77
$Q_4 : t_4$ vs. t5	(1)	(98)	98.00	11.30
Error	15	130	8.67	
Total	19	378		

ويلاحظ من هذا الجدول . .

1. $SS_t = SSQ_1 + SSQ_2 + SSQ_3 + SSQ_4$
2. $F_t = (F_{Q1} + F_{Q2} + F_{Q3} + F_{Q4})/4$

ب — تحليل الاتجاهات Trend Analysis باستخدام العوامل متعدة الحدود Orthogonal Polynomials

ان طريقة اختيار ، واختبار مقارنات معينة تكون ذات اهمية خاصة عندما تمثل المعاملات الداخلة في التجربة مستويات مختلفة لاحد العوامل الكمية ، وعلى سبيل المثال ، قد تكون المعاملات هي استخدام كميات مختلفة من سماد معين او معدلات مختلفة من البذور . . . وهكذا ، وفي مثل هذه الحالات يكون من المفيد دراسة وتوضيح كيفية تغير الصفة المقاسة مع تغيرات مستوى المعاملة ، وذلك بمعنى اننا نود ان نعرف ما اذا كان التغير في الصفة المدروسة يعكس في سلوكه — مع زيادة او انخفاض مستوى المعاملة — علاقة خطية (اي تتبع معادلات الدرجة الاولى) Linear fashion ام علاقة تربيعية (اي تتبع معادلات الدرجة الثانية) Qu adratic fashion ام علاقة تكعيبية (أي تتبع معادلات الدرجة الثالثة) Cubic fashion ام غير ذلك من العلاقات الاكثر تعقيداً ، ويكون الهدف من كل ذلك هو اكتساب بعض المعرفة عن شكل منحنى الاستجابة بحيث نستطيع في النهاية تقدير المستوى الامثل من العامل المدروس .