3-3: الاختبارات التي تقترح بعد التجربة :

لاحظنا بعد أن تم عمل جدول تحليل التباين للتجارب استخدمنا اختبار (F) في التحقق من صحة فرضية العدم ، وفي حالة إظهار اختبار (F) أن الفروق أو الاختلافات بين متوسطات المجموعات (العينات ، المعالجات ، الأصناف) جوهرية أو معنوية فأن هذا الاختبار لا يوضح أي من هذه الاختلافات أو الفروق بين المجموعات معنويا ، لذلك يتطلب أجراء عدة مقارنات بين متوسطات هذه المجموعات لمعرفة أيهما كان قد تسبب في حصول الفرق المعنوي ، وهذا ما يسمى بالمقارنات المتعددة (Multiple Comparisons) ، وهناك طرق عديدة تستخدم لهذا الغرض يعتمد على طبيعة ونوعية البيانات ورغبة الشخص الباحث في أجراء نوع المقارنة ، نذكرها بإيجاز :

1-3-3: طريقة الفرق المعنوي الأصغر : Least – Significant Difference

هذه الطريقة يرمز لها بالرمز (Lsd) وجاءت تسميتها من قيمة(t) التي تستخدم في اختبار الفروق بين المتوسطات وهي أقل قيمة يجب أن يتجاوزها الفرق بين المتوسطين لكي يكون معنويا أوجوهريا.

ولأغراض اختبار معنوية الفرق بين متوسطي مجموعتين باستخدام هذه الطريقة فأن هذه الطريقة تستوجب احتساب الفرق المعنوي الأصغر والذي يتم احتسابه وفق الصيغة أدناه عند أحد مستويات الدلالة أو المعنوية 5% أو 1%

الفرق المعنوي الأصغر لمستوى 5 % أو 1 % هو .

$$Lsd_{0.05} = t_{0.05} x \quad S_d$$

...(3-28)

$$Lsd_{0.01} = t_{0.01} x \quad S_d$$

حيث أن :

t : تمثل قيمة t الجدولية(الجدول 2 في الملحق) لمستوى 0.05 أو 0.01 وبدرجة حرية الخطأ في جدول تحليل التباين .

S_d : الخطأ المعياري الذي يستخدم لاختبار الفرق بين متوسطي مجموعتين وصيغته .

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \ S_e^{\ 2}}{r}} \qquad \dots (3\text{-}29)$$

حيث :

S_e^2 : متوسط مربعات الخطأ (MSE) في جدول تحليل التباين .

r : عدد مرات تكرار المجموعة (عدد المشاهدات لكل مجموعة) .

إن صيغة لخطأ المعياري أعلاه تحتسب في حالة تساوي التكرار للمجموعتين الداخلتين في المقارنة أو الاختبار أما إذا أختلف التكرار لكل مجموعة فأن صيغة احتساب الخطأ المعياري ستكون :

$$S_d = \sqrt{S_e^2\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)} \quad \ldots \quad (3\text{-}30)$$

حيث :

r_1 : التكرار للمجموعة الأولى .

r_2 : التكرار للمجموعة الأخرى الداخلة في المقارنة .

ويتم حساب الفرق بين أي متوسطين ويقارن هذا الفرق مع قيمة (Lsd) فكل فرق أكبر أو يساوي قيمة Lsd يعتبر فرق معنوي(Significant) وحينما يكون الفرق اصغر من قيمة (Lsd) فهو فرق غير معنوي (Not Significant) .

نلاحظ من طريقة العمل بطريقة الفرق المعنوي الأصغر أنها تحتاج إلى حساب قيمة واحدة فقط للمقارنة مع الفرد وتتمتع بسهولة التطبيق من حيث العمل الحسابي وأنها تفضل على غيرها من الطرق في حالة وجود متوسطين فقط يراد المقارنة بينهما .

ولكن هذه الطريقة لاتصلح لأجراء كل المقارنات وإذا ما استخدمت فأن ذلك يؤدي إلى فروق معنوية أكثر من الحقيقة كذلك فأن هذه الطريقة لا تأخذ بنظر الاعتبار عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة وعند زيادة عدد المتوسطات ضمن المقارنة فأن الخطأ من النوع الأول (Type 1 Error)* يزداد .

<u>مثال</u> (3-4):

المعلومات في أدناه سجلت من تجربة أقيمت لدراسة تأثير ثلاثة أنواع من الأدوية (a,b,c) في شفاء مرض معين , حيث أعطي الدواء a لخمسة من المرضى والدواء b لأربعة من المرضى والدواء c لأربعة من المرضى والمعلومات هي : $\bar{y}_{1.} = \bar{a} = 82$, $\bar{y}_{2.} = \bar{b} = 79$, $\bar{y}_{3.} = \bar{c} = 86$, dfe=10 , MSE=16

استخدم طريقة الفرق المعنوي الأصغر $Lsd_{0.05}$ واختبر معنوية الفرق بين

* الخطأ من النوع الاول (Type 1 Error) يقصد به رفض الفرضية وهي صحيحة

1) $\bar{a},\bar{b}$ 2) $\bar{c},\bar{b}$

الحل/ 1) لاختبار الفرق بين $\bar{a},\bar{b}$: نطبق الصيغة(28-3) ونحتاج إلى تحديد قيمة t الجدولية لمستوى معنوية0.05 وبدرجة حرية الخطأ التي هي 10 فنحدد $t_{0.05}=2.228$ فتكون الصيغة وضمنها تطبيق الصيغة (30-3) كالآتي:

$$Lsd_{0.05}=t_{0.05}\sqrt{MSE(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2})}=2.228\sqrt{16(\frac{1}{5}+\frac{1}{4})}=5.98$$

والفرق بين المتوسطين هو $d_1=\bar{a}-\bar{b}=\bar{y}_{1.}-\bar{y}_{2.}=82-79=3\langle Lsd_{0.05}=5.98$

بما أن الفرق d_1 اقل من قيمة الفرق المعنوي الأصغر فهو غير معنوي , بمعنى أن الدوائين b,a متكافئين في التأثير.

2) لاختبار الفرق بين $\bar{c},\bar{b}$ فبتطبيق الصيغتين (28-3) ,(29-3) ستكون قيمة الفرق المعنوي الأصغر كالآتي:

$$Lsd_{0.05}=2.228\sqrt{\frac{2(16)}{4}}=6.3$$

الفرق بين المتوسطين هو $d_2=\bar{c}-\bar{b}=\bar{y}_{3.}-\bar{y}_{2.}=86-79=7\rangle Lsd_{0.05}=6.3$

وهذا يعني أن الفرق بين متوسط نتائج الدواء c ومتوسط نتائج الدواء b معنوي أي أن الدواء c أفضل في التأثير من الدواء b .

3-3-2: طريقة دنكان لاختبار المدى المتعدد : Duncan's Multiple Range Test :

تعد طريقة الاختبار هذه متطورة أكثر من الطريقة السابقة حيث أنها سهلة التطبيق وتأخذ كل التوافقات الممكنة لأزواج المقارنات أي تأخذ في الحساب عدد المتوسطات الداخلة في التجربة في حين كما قلنا سابقا فأن طريقة (Lsd) لا تأخذها . أن طريقة دنكان تساعد منح قرار لأي الفروق هو معنوي أو غير معنوي ، وهي تستعمل مجموعة من المديات المعنوية وكل مدى يعتمد على عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة .

أن هذه الطريقة تستخدم في حالة تساوي أو عدم تساوي المكررات للمجموعات ، ففي حالة تساوي المكررات يمكن استخدامها على النحو التالي :

(1) تحديد قيمة الخطأ المعياري ($S_{\bar{y}}$) وفق الصيغة :

$$S_{\bar{y}}=\sqrt{\frac{S_e^2}{r}} \quad ...(3-31)$$

حيث :

$S_e^{\,2}$: متوسط مربعات الخطأ (MSE)في جدول تحليل التباين .

r : عدد المكررات لكل مجموعة .

(2) من جداول دنكان (الجدول 4 في الملحق) نستخرج قيم المدى المعنوي (Significant Studentized Range) أو (SSR) لمستوى % 5 أو % 1 بدرجة حرية الخطــأ (dfe) وقيمة (P) التي تشير الى عدد المتوسطات الداخلة في المقارنة .

(3) يتم حساب قيم المدى المعنوي الاصغر (Least – Significant Difference) أو (LSR) وكالأتي :

قيمة المدى المعنوي الاصغر لمستوى 0.05 أو 0.01 هي:

$$LSR_{\substack{0.01\\0.05}} = SSR_{\substack{0.01\\0.05}} \quad x \quad S_{\bar{y}} \qquad \dots (3\text{-}32)$$

(4) ترتب المتوسطات بشكل تصاعدي .

(5) تختبر الفروق بين المتوسطات بمقارنة كل فرق من هذه الفروق مع قيمة المدى المعنوي الاصغر (L S R) المقابل له بعد أخذ عدد المتوسطات ضمن المقارنة بنظر الاعتبار فكـل فرق بين متوسطين أكبر من قيمة (L . S . R) المقابل له يعتبر فرقا معنويا .

مثال(3-5)/ المعلومات في ادناه سجلت من تجربة اقيمت لدراسة تأثير اربعة مستويات من درجات الحرارة (120,130,135,150) على متانة الزجاج المنتج في احد المصانع: متوسطات نتائج المتانة لمستويات درجات الحرارة كانت:

$\bar{y}_{4.} = 26 \quad \bar{y}_{3.} = 17 \quad \bar{y}_{2.} = 15 \quad \bar{y}_{1.} = 20$ و r=5 و MSe=12 ودرجة حرية الخطأ هي dfe=16

استخدم طريقة دنكان Duncan للمدى المتعدد واختبرعلى مستوى 0.05 معنوية الفرق بين كل متوسطين لنتائج المتانة بتأثيرمستويات درجات الحرارة المختلفة .

الحل: بتطبيق الصيغة (3-31) نحسب قيمة الخطأ كالآتي:

$$SE = \sqrt{\frac{MSe}{r}} = \sqrt{\frac{12}{5}} = 1.55$$

ومن جداول دنكان نحدد قيم المدى المعنويSR اعتمادا على درجات الحرية للخطأوالمسديات لعدد المتوسطات ومستوى المعنوية 0.05 فيتحدد لنا الآتي:

	المديات		
	2	3	4
SR :	3	3.15	3.23

ثم نضرب قيمة الخطأ المعياري التي هي (1.55) بكل قيمة من قيم المدى المعنوي SR أعلاه فينتج مايسمى بقيم المدى المعنوي الأصغر LSR لمستوى 0.05 وبحسب قيمة المدى وكالآتي:

	المديات		
	2	3	4
LSR :	4.65	4.88	5

ثم نرتب المتوسطات تصاعديا وكالآتي:

<u>المتوسطات مرتبة تصاعديا</u>

$\bar{y}_{2.} = 15$

$\bar{y}_{3.} = 17$

$\bar{y}_{1.} = 20$

$\bar{y}_{4.} = 26$

ونحسب الفرق d بين كل متوسطين بعد الترتيب التصاعدي ونقارنه مع قيمة LSR المناظرة له بحسب المدى بين المتوسطين وكما يلي:

$$d_1 = \bar{y}_{3.} - \bar{y}_{2.} = 17 - 15 = 2 \langle LSR = 4.65$$

فالفرق غير معنوي (not significant)

$$d_2 = \bar{y}_{1.} - \bar{y}_{2.} = 20 - 15 = 5 \rangle LSR = 4.88$$

فالفرق معنوي (significant)

$$d_3 = \bar{y}_{4.} - \bar{y}_{2.} = 26 - 15 = 11 \rangle LSR = 5$$

فالفرق معنوي (significant)

$$d_4 = \bar{y}_{1.} - \bar{y}_{3.} = 20 - 17 = 3 \langle LSR = 4.65$$

فالفرق غير معنوي (not significant)

$$d_5 = \bar{y}_{4.} - \bar{y}_{3.} = 26 - 17 = 9 \rangle LSR = 4.88$$

فالفرق معنوي (significant)

$$d_6 = \bar{y}_{4.} - \bar{y}_{1.} = 26 - 20 = 6 \rangle LSR = 4.65$$

فالفرق معنوي (significant)

ويمكن تلخيص الفروقات المعنوية وغير المعنوية عن طريق التوضيح التالي حيث المتوسطات التي تشترك بوضع خط تحتها فتعني أن الفروق بينها غير معنوية والمتوسطات التي لا تشترك بوضع خط تحتها فتعني أن الفروق بينها معنوية وكما يلي:

$\bar{y}_{2.} = 15 \quad \bar{y}_{3.} = 17 \quad \bar{y}_{1.} = 20 \quad \bar{y}_{4.} = 26$

3-3-3: طريقة اختبار شفي : Scheffe's test

تعتمد هذه الطريقة حساب قيمة اختباريه واحدة لمستوى معنوية 0.05 أو 0.01

$$S_{\substack{0.05\\0.01}} = \sqrt{(t-1).F_{\substack{0.05\\0.01}}(\frac{2MSE}{r})} \quad \ldots (3-33)$$

حيث أن :

t : عدد المعالجات .

$F_{\substack{0.05\\0.01}}$: قيمة (F) الجدولية بدرجتي حرية (df_t , df_e)

ويتم مقارنة الفرق بين كل متوسطين مع قيمة S فأن كان الفرق أكبر فهو معنوي .

مثال(3-6)/ المعلومات في أدناه مأخوذة من تجربة أقيمت لمقارنة ثلاثة أنواع من الفيتامينات (A,B,C) في زيادة الوزن لأحد أنواع الحيوانات حيث تم إعطاء كل فيتامين لأربعة حيوانات . المعلومات : المتوسطات للزيادة في الوزن بتأثير الفيتامينات هي :

$$\bar{A} = \bar{y}_{1.} = 20 \quad , \quad \bar{B} = \bar{y}_{2.} = 25 \quad , \quad \bar{C} = \bar{y}_{3.} = 29$$

ومتوسط مربعات الخطأ هو MSe=20 وقيمة F الجدولية بمستوى معنوية 0.05 وبدرجتي حرية (2 , 9) هي 4.26 .

المطلوب / استخدام طريقة اختبار شفي Scheffe بمستوى 0.05 واختبار الفرق

1) بين $\bar{y}_{2.}$ و $\bar{y}_{1.}$ 2) بين $\bar{y}_{3.}$ و $\bar{y}_{1.}$

الحل : بتطبيق الصيغة (3-33) نحسب قيمة $S_{0.05}$ وكما يلي :

$$S_{0.05} = \sqrt{(3-1)(4.26)\frac{2(20)}{4}} = 9.23$$

1) الفرق بين $\bar{y}_{2.}$ و $\bar{y}_{1.}$ هو :

$$d_1 = \bar{y}_{2.} - \bar{y}_{1.} = 25 - 20 = 5 \langle S_{0.05} = 9.23$$

فالفرق غير معنوي وهذا يعني ان الفيتامين A لايختلف في تأثيره عن الفيتامين B

2) الفرق بين $\bar{y}_{3.}$ و $\bar{y}_{1.}$ هو:

$$d_2 = \bar{y}_{3.} - \bar{y}_{1.} = 30 - 20 = 10 \rangle S_{0.05} = 9.23$$

فالفرق معنوي وهذا يعني ان الفيتامين C مؤثر اكثر من الفيتامين A .

3-3-4: طريقةإختبار دونت : Dunnett Test :

هذه الطريقة خاصة لمقارنة (الاختبار) الفرق بين متوسط أي من المجموعات مع متوسط مجموعة (معالجة) سيطرة (Control Treatment) وتستخدم هذه الطريقة في حالة تساوي أو عدم تساوي المكررات للمعالجات وصيغة هذا الاختبار تتم بأحتساب قيمة d' التي تمثل القيمة التي يقارن معها الفرق بين متوسط أي معالجة والمعالجة القياسية (السيطرة) حيث :

$$d' = (t_{Dunnett})\sqrt{\frac{2MSe}{r}} \quad ...(3\text{-}34)$$

حيث أن :

$t_{(Dunnett)}$: تستخرج من جداول (Dunnett) ذات الطرف الواحد One- Sided أو ذات الطرفين Two-Sided(الجدول 6 في الملحق) بمستوى معنوية (α) ودرجة حرية الخطأ وعدد المتوسطات للمعالجات الداخلة في المقارنة عدا معالجة السيطرة (القياسية) .

أن أسلوب الاختبار يكون على أساس أن أي فرق بين متوسط المعالجة المعينة ومتوسط المعالجة القياسية (السيطرة) يكون معنوي إذا زاد عن قيمة (d') .

ملاحظة : حينما يتم مقارنة معالجات مع معالجة سيطرة (قياسية) فيكون من المستحسن استعمال مشاهدات أو تكرارات لمعالجة السيطرة (ولتكن r_t) أكثر من المعالجات الأخرى (ولتكن r), وبافتراض أعداد متساوية من المشاهدات أو التكرارات لـ t-1 من المعالجات المتبقية .إن النسبة $\frac{r_t}{r}$ يجب أن تختار لتكون مساوية تقريبا للجذر التربيعي للعدد الكلي للمعالجات أي $\sqrt{t}$.

مثال(3-7)/في تجربة لمقارنة ثلاث طرق إنتاجية 1 و2 و3 مع طريقة إنتاج قياسية اوسيطرة (C) لأحد المنتجات , اختيرت عشوائيا خمسة وحدات منتجة من كل طريقة إنتاج وقيست أحجام هذه المنتجات وسجلت المعلومات الآتية :

$$\bar{y}_c = 707 \quad , \quad \bar{y}_{1.} = 551.2 \quad , \quad \bar{y}_{2.} = 587.4 \quad , \quad \bar{y}_{3.} = 625.4$$

$$MSe=333.7 \quad , \quad dfe=16$$

والمطلوب / اختبار معنوية الفرق بين متوسط كل طريقة إنتاج وبين متوسط طريقة الإنتاج القياسيةاوالسيطرة باستخدام طريقة اختبار دونت Dunnett لمستوى معنوية 0.05 .

الحل: لغرض تطبيق الصيغة (34-3) فلابد من تحديد القيمة الجدولية لدونت بمستوى معنوية 0.05 وعدد المتوسطات للطرق عدا طريقة السيطرة وهنا تساوي 3 ودرجة حرية الخطأ التي هي 16 بمعنى نجد $t_{Dunnett\,0.05,3,16} = 2.63$ وعليه فان :

$$d' = 2.63\sqrt{\frac{2(333.7)}{5}} = 30.39$$

وباخذ قيمة الفرق المطلق بين متوسط كل طريقة مع متوسط الطريقة القياسية ومقارنته مع d' نجد:

$$|\bar{y}_{1.} - \bar{y}_{c}| = |551.2 - 707| = |-155.8| \rangle\ d' = 30.39$$

فالفرق معنوي.كذلك :

$$|\bar{y}_{2.} - \bar{y}_{c}| = |587.4 - 707| = |-119.6| \rangle\ d'$$

فالفرق معنوي.

وأخيرا نحسب الفرق بين $\bar{y}_{3.}$ وبين $\bar{y}_{c}$

$$|625.4 - 707| = |-81.6| \rangle\ d'$$

فالفرق معنوي.

5-3-3: طريقة توكي : Tukey W-Procedure

أو ما تسمى بالاختلاف المعنوي البسيط Difference–Honestly Significant أو (h.s.d) وهي مشابهة لطريقة الفرق المعنوي الأصغر (Lsd) لكونها تتطلب قيمة واحدة لمعرفة معنوية كل الاختلافات لمستوى معنوية . أن هذه الطريقة تستخدم لعمل المقارنات الزوجية بين المتوسطات أي تقدير كل الأزواج في حالة تساوي عدد التكرارات وقيم استخدام هذه الطريقة لاختبار الفروق بين المتوسطات بحساب قيمة معينة هي :

$$W = S_{\bar{y}} \cdot q_{t} \qquad \ldots \quad (3\text{-}35)$$

حيث أن :

q : قيمة جدولية يحصل عليها من جداول q لـ Newman Keuls , Tukey (الجدول8 في الملحق)

بمستوى المعنوية المرغوب فيه ووفق مؤشري t عدد المعالجات ودرجات حرية الخطأ .

6-3-3: طريقة ستيودنت ، نيمان ، كويلز : (**Student Newman – Keules Test**)

ويرمز لها بالرمز (S.N.K) وطريقة الاختبار هذه مشابهة لاختبار دنكان (Duncan) وتستخدم لاختبار كل الأزواج الممكنة بين متوسطات المعالجات ، حيث يتم هنا حساب :

$$LSR = S_{\bar{y}} \times (q)$$

وأن (q) قيم جدولية يحصل عليها من جداول q المذكورة في أعلاه عند مستوى المعنوية المرغوب فيه وبمعرفة أعداد المعالجات ضمن المدى ودرجات حرية الخطأ وعليه فأن قيمة w بطريقة توكي تعتبر حالة خاصة من هذه الطريقة .