الفصل السادس

التصميم تام التعشية

Completely Randomized Design (CRD)

(6,1) مقدمة

يعتبر التصميم تام التعشية (CRD) من أهم التصميمات التجريبية وأبسطها من حيث التنفيذ وأسهلها من حيث إجراء التحليل الإحصائي (الشرحي، 2009). فهو الأساس لبناء تصاميم تجريبية مركبة وأكثر تعقيدا، والهدف الأساسي من تطبيق هذا التصميم دراسة وتحليل آثار مستويات عامل أو مجموعة من المعالجات المحددة علي الظاهرة قيد الدراسة.

في هذا التصميم يتم توزيع المعالجات علي الوحدات التجريبية المخصصة للتجربة بطريقة عشوائية تامة دون أي قيد أو شرط، حيث يكون لكل وحدة تجريبية نفس الفرصة في استلام أية معالجة من المعالجات المدروسة ، ويطبق هذا التصميم في الحالات التي تتصف فيها الوحدات التجريبية بالتجانس التام، ولذا تعتبر الفروق البسيطة التي تنشأ بين خصائص الوحدات التجريبية أحد المصادر الأساسية للأخطاء التجريبية.

(6,2) مزايا وعيوب التصميم.

يتميز تصميم (CRD) عن غيره من التصاميم الأخرى بالمزايا التالية:

1. المرونة الكبيرة في استخدام أي عدد من المعالجات بأي عدد من المكررات في حدود الوحدات التجريبية المتاحة، وليس من الضروري تساوي مكررات المعالجات.
2. سهولة تنفيذ التصميم، وتوزيع المعالجات على الوحدات التجريبية عشوائيا في حالة تساوي المكررات أو عدم تساويها.
3. سهولة إجراء التحليل الإحصائي سواء كانت مكررات المعالجات متساوية أو غير متساوية، وكذلك في حالة فقدان بعض الوحدات التجريبية أو حتى المعالجات أثناء التجربة.
4. يستند النموذج الرياضي الممثل لهذا التصميم على عدد قليل من الافتراضات بخلاف التصاميم الأخرى.

5. درجات حرية الخطأ التجريبي في هذا التصميم أكبر مقارنة بدرجات حرية الخطأ التجريبي في التصاميم الأخرى والتي لها نفس العدد الكلي من المشاهدات. ومن ثم انخفاض الأخطاء المعيارية للمتوسطات المقدرة من ناحية، وزيادة دقة التجربة من ناحية أخرى.

وبالرغم من المزايا التي تنسب لتصميم تام التعشية CRD، إلا أنه أكثر حساسية لاختلاف العوامل البيئية المحيطة بالتجربة مما تجعله ليس هو التصميم المناسب لظروف التجربة، ويمكن تلخيص عيوب هذا التصميم في نقطتين هما.

1. عدم إمكانية استخدامه إلا إذا كانت الوحدات التجريبية متجانسة تماما.
2. كبر حجم الخطأ التجريبي، ومن ثم تباين هذا الخطأ مما يؤدي إلى عدم دقة هذا التصميم، وانخفاض كفائته في التوصل إلى قرارات إحصائية سليمة بخصوص الفروق المعنوية بين المعالجات مقارنة بالتصاميم الأخرى، يترتب على ذلك زيادة احتمال الوقوع في خطأ من النوع الثاني(الشرحي، 2009).

(6,3) مجالات استخدام تصميم تام التعشية

يمكن استخدام هذا التصميم في التجارب المعملية والحقلية، ومن ثم يمكن بيان الظروف الملائمة لاستخدام هذا التصميم فيمايلي.

1. عندما تكون الوحدات التجريبية المتاحة متجانسة في الخصائص والصفات قبل إجراء التجربة، ولا يحدث هذا التجانس إلا في التجارب التي تجرى تحت ظروف واحدة والتي يمكن السيطرة فيها على العوامل البيئية المحيطة بالوحدات التجريبية المتاحة للتجربة، ومنها التجارب الحقلية كتجارب الأصص داخل المعامل أو الصوب، والتجارب المعملية كالتجارب الكيميائية الطبية.
2. في التجارب التي يتعذر علي الباحث فيها ترتيب الوحدات التجريبية في مجاميع أو قطاعات blocks لعدم توافر معلومات تدل على ذلك.
3. في حالة التجارب التي من المحتمل فيها فقد بعض المعالجات ، أو الحالات التي لا تستجيب فيها الظاهرة قيد الدراسة لبعض المعالجات. يترتب على ذلك إجراء التحليل الإحصائي في ظل وجود عدد من القيم المفقودة.
4. في حالة التجارب الصغيرة التي تقل عددها عن وحدة تجريبية حيث لا يعوض فيها استعمال تصميم أخر الفقد الناتج في قيمة الخطأ التجريبي لنقص عدد درجات الحرية المقابلة له.

ملاحظة هامة:

تعتبر التعشية وهي توزيع المعالجات على الوحدات التجريبية بشكل عشوائي أحد الأدوات الأساسية في التصميم التجريبي، وفي تصميم تام التعشية تقسم المساحة الكلية للتجربة أو مواد التجربة إلي العدد المطلوب من الوحدات التجريبية المتجانسة من حيث الصفات والخصائص، ثم توزع كل المعالجات المختلفة علي الوحدات التجريبية بطريقة عشوائية تامة بحيث يكون لكل وحدة تجريبية نفس الفرصة في استلام كل معالجة من المعالجات تحت الدراسة، مع تكرار المعالجة الواحدة حسب حاجة البحث وظروفه.

بعد الانتهاء من تخصيص الوحدات التجريبية التي ستستلمها كل معالجة، يتم توزيعها على الوحدات التجريبية

بعد توزيع المعالجات وتنفيذ التجربة يتم مشاهدة الظاهرة قيد الدراسة على الوحدات التجريبية المخصصة عشوائيا لكل معالجة من المعالجات، وتسجيل قياسات وعرضها في جدول مناسب يسهل استخدامه في الحصول على نتائج تطبيق الأساليب الإحصائية المناسبة لتحقيق أهداف التجربة وفقا لتصميم CRD.

بعد القيام بعملية جمع وتنظيم بيانات التجربة، تأتي مرحلة تحديد الأسلوب البحثي المناسب لتحليل هذه البيانات، ويشمل شكل النموذج الإحصائي المناسب الذي يصف العلاقة بين الظاهرة قيد الدراسة كمتغير تابع والمعالجات كمتغير مستقل، ومن ثم يكون نموذج تحليل التباين الأحادي هو الأسلوب المناسب لتحليل البيانات والذي سبق الحديث عنه في الفصل الخامس.

(6,4)النموذج الرياضي للتصميم:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

حيث Y_{ij} قيمة المشاهدة رقم (j) من المعالجة (i)

μ : قيمة المتوسط العام.

τ_i : تأثير المعاملة (i)

ε_{ij}الخطأ العشوائي في المشاهدة رقم (j) من المعالجة(i)

افتراضات النموذج:

$$\sum \tau_i = 0 \quad , \quad \varepsilon_{ij} \quad \sim \quad N(0, \sigma^2)$$

جدول تحليل التباين:

مجموع المربعات الكلي يمكن تجزئته إلى جزئين:

$$\left(Y_{ij} - \overline{Y}..\right) = (\overline{Y}_i. - \overline{Y}..) + (Y_{ij} - \overline{Y}_i.)$$

$$SSTo \quad = \quad SSTr \quad + \quad SSE$$

$$SSTo = \sum \left(Y_{ij} - \overline{Y}..\right)^2 = \sum \sum Y_{ij}^2 - CF$$

$$CF = y..^2 / tr$$

$$SSTr = \sum \sum (\overline{Y}_i. - \overline{Y}..)^2 = \frac{1}{r} \sum Y_i.^2 - CF$$

$$SSE = \sum \sum (Y_{ij} - \overline{Y}_i.)^2 = SSTo - SSTr$$

S. O. V.	df	SS	MS	F
Treatments المعالجات	t-1	SST	$MST = SST/t\text{-}1$	$F = MST/MSE$
Error الخطأ	t(r-1)	SSE	$MSE = SSE/$ t(r-1)	
Total	tr-1	SS Total		

(6,5) استخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تصميم تام التعشية

لاستخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تصميم تام التعشية سوف نبدأ بالتحقق من افتراضات تحليل التباين الأحادي أولاً، ثم من القائمة **Analyzes** نختار **Compare Mean** ومن القائمة الفرعية نختار **One– Way ANOVA** ولبيان ذلك سوف يتم عرض تطبيق (**6,1**) باستخدام البرنامج.

تطبيق (6,1):

الجدول التالي يبين مقاومة أربع أنواع من الأسلاك (*A , B, C , D*) لكل وحدة طول :

D	***C***	***B***	***A***
27	29	32	23
35	20	31	25
25	26	32	23
29	20	32	25
28	23	33	21
29	24	31	23
30	25	34	30

المطلوب :

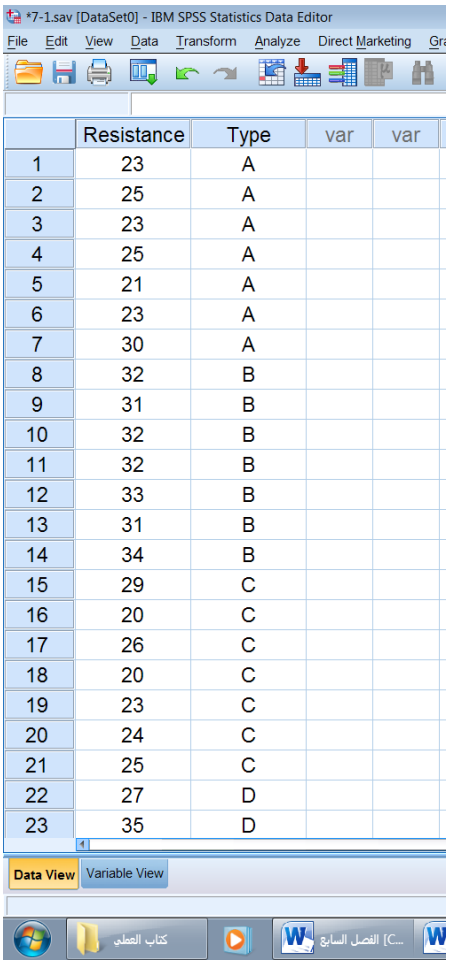
استخدام برنامج SAS في الحصول على النتائج التالية:

1. جدول تحليل التباين.
2. المقارنات الثنائية بين متوسطات مقاومة السلك للأنواع الأربع (المعالجات) باستخدام طريقتي LSD، Scheffe.
3. اكتب التحليل الإحصائي للنتائج أعلاه.

الحل

أولاً: تعريف المتغيرات وعددها فنلاحظ أنه يوجد متغيران وهما المتغير التابع (مقاومة السلك) وسوف ندخلها باسم Resistance ، والمتغير الثاني وهو المتغير المستقل الاسمي (نوع السلك) وسوف ندخلها باسم *Type* وهي أربع أنواع يعبر عنها بالرموز *D* ، *C* ، *B* ، *A* .

ثانياً: للحصول على نتائج تحليل التباين الأحادي، يتم ادخال البيانات على البرنامج كما سبق في الفصل الخامس فتكون بالشكل التالي:



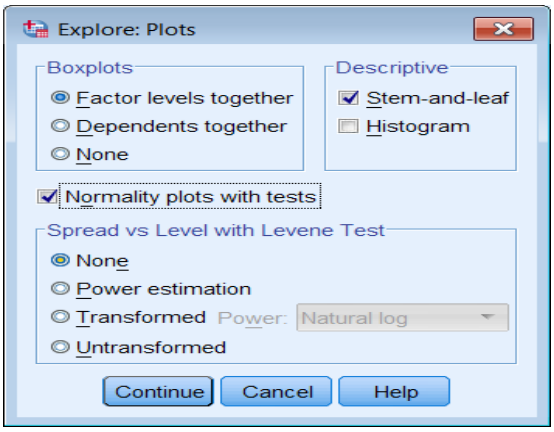
- وبالتالي تم تهيئة البيانات تمهيداً لعرض النتائج.
- كما يفضل حفظ الملف: وذلك بالضغط على علامة حفظ ثم نكتب اسم الملف (7-1) ونضغط **Save**

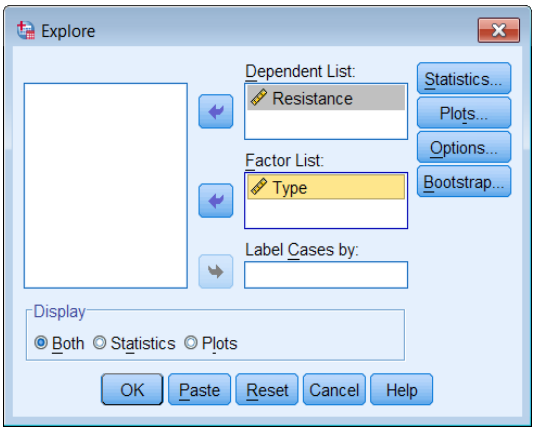
1- التحقق من افتراضات تحليل التباين الأحادي وهي:

أ- اختبار طبيعية البيانات

- بعد اتمام ادخال البيانات نختبر طبيعية البيانات وذلك كما يلي: من القائمة Analyzes نختار Descriptive statistics ومن القائمة الفرعية نختار Explore
- ثم التظليل على المتغير المستهدف وهو Resistance ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Dependent List والتظليل على المتغير Type وننقله إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Factor List

- الضغط على الأمر Plots... على يمين المربع، لتحديد اختبار طبيعية البيانات وذلك بتنشيط Normality plots with test كما في المربع التالي:





- الضغط على Continue ثم OK فيظهر الجدول التالي بجانب نواتج أخرى:

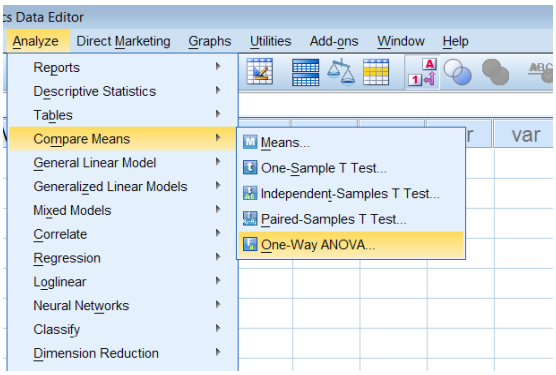
Tests of Normality

	Type	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Resistance	A	.259	7	.171	.854	7	.133
	B	.267	7	.140	.894	7	.294
	C	.169	7	.200*	.945	7	.687
	D	.231	7	.200*	.914	7	.425

من الجدول نلاحظ أن القيمة الاحتمالية (Sig.) لاختبار Kolmogorov-Smirnova أكبر من 0.05 لكل من أنواع السلك أي أننا نقبل فرض العدم الذي ينص على أن توزيع بيانات الطرق الأربع مسحوبة من مجتمع يتبع التوزيع الطبيعي وهذا أحد شروط استخدام جدول تحليل التباين.

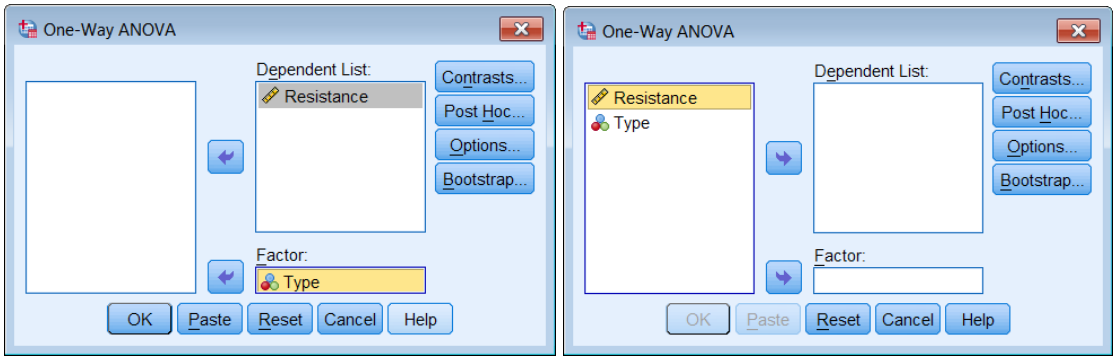
ب-اختبار تجانس التباين:

من القائمة Analyzes نختار Compare Mean ومن القائمة الفرعية نختار One-Way ANOVA... كما الشكل التالي:

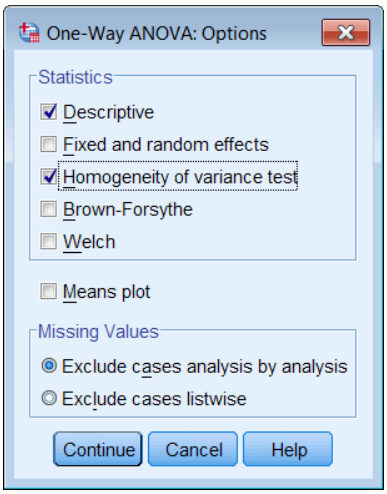


يظهر مربع الحوار التالي:

- ثم التظليل على المتغير المستهدف وهو Resistance ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Dependent List وننقل المتغير Type إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Factor

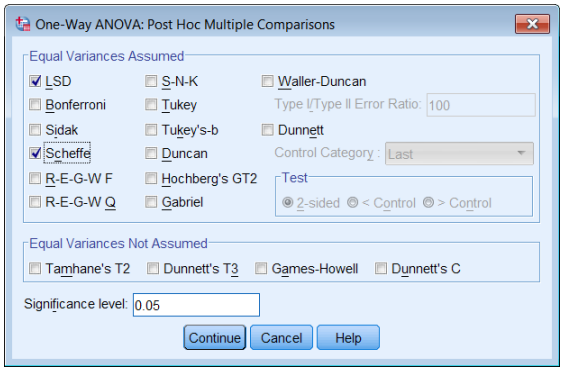


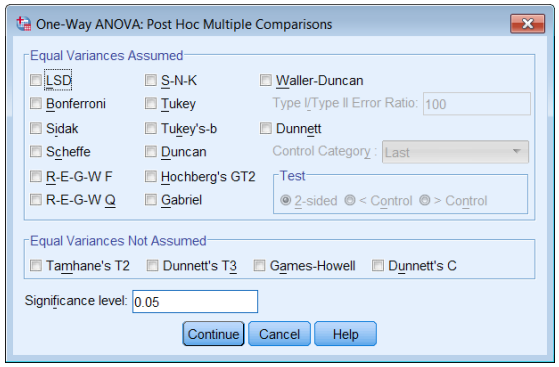
ثم نضغط على ...Options لوصف أنواع الأسلاك الأربعة وذلك بتنشيط Descriptive واختبار تجانس تباين المجموعات بتنشيط Homogeneity of variance test كما في المربع التالي:



- الضغط على Continue لنعود الى المربع الأصلي.

- اضغط على Post Hoc ليظهر مربع الحوار التالي:
- اختر اختبار LSD, Scheffe للمقارنات البعدية من قائمة الاختبارات البعدية Equal Variance Assumed .





الضغط على Continue ثم OK فيظهر النتائج التالية:

الجدول الأول وهو **Descriptives** ويحتوي على وصف احصائي لمقاومة السلك للأنواع الأربع يتمثل في الوسط الحسابي، والانحراف المعياري وفترات الثقة وأقل قيمة وأعلى قيمة.

مخرجات (1): وصف إحصائي لمقاومة السلك للأنواع الأربع

Descriptives								
Resistance								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	7	24.29	2.870	1.085	21.63	26.94	21	30
B	7	32.14	1.069	.404	31.15	33.13	31	34
C	7	23.86	3.237	1.223	20.86	26.85	20	29
D	7	29.00	3.109	1.175	26.12	31.88	25	35
Total	28	27.32	4.338	.820	25.64	29.00	20	35

الجدول الثاني وهو Test of Homogeneity of Variances ويحتوي على احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.335) وحيث أنها أكبر من 0.05 لذا يمكن قبول فرض تساوي تباينات مقاومة السلك للأنواع الأربع.

مخرجات (2): اختبار تجانس التباين

Test of Homogeneity of Variances			
Resistance			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.190	3	24	.335

من النتيجة (أ) و (ب) نلاحظ أن شروط (افتراضات استخدام تحليل التباين محققة) وبالتالي نعتمد على جدول تحليل التباين لاختبار فرض تساوي متوسطات مقاومة السلك للأنواع الأربع.

ملاحظة:

- اذا كانت البيانات لاتتبع التوزيع الطبيعي فيكون الأسلوب المناسب للتحليل هو الاختبار اللالامعلمي كروسكال ولز، وسوف نتعرض لذلك في الفصل الثاني عشر.
- اذا كانت التباينات غير متجانسة والبيانات تتبع التوزيع الطبيعي نستخدم احصائية Welch أو Brown-Forsythe للمقارنة بين المتوسطات والتي يمكن الحصول عليها من خيار Options...

الجدول الثالث وهو جدول تحليل التباين (ANOVA) لاختبار فرض تساوي متوسطات مقاومة السلك للأنواع الأربع ويحتوي على مجموع المربعات، ومتوسط مجموع المربعات، ودرجات الحرية، وقيمة احصائية الاختبار F=14.974 ، والقيمة الاحتمالية (*p value*) **وهي** (Sig = 0.000) وهي أقل من مستوى المعنوية 5% لذا يمكن رفض فرض العدم الخاص بتساوي متوسطات مقاومة السلك للأنواع الأربع، وأن هناك على الأقل متوسطين بينهما فرق معنوي.

مخرجات (3): جدول تحليل التباين

ANOVA					
Resistance					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	330.964	3	110.321	14.947	.000
Within Groups	177.143	24	7.381		
Total	508.107	27			

الجدول الرابع: نتائج المقارنات الثنائية بين متوسطات مقاومة السلك للأنواع الأربع (المعالجات) باستخدام طريقة LSD، ويلاحظ عند مستوى معنوية 0.05 أنه يوجد فرق معنوي بين نوعي السلك (A,C) وكلا من (B , D). كما يوجد فرق معنوي بين نوع السلك (B) والنوع (D).

مخرجات (4): نتائج المقارنات الثنائية باستخدام طريقة *LSD* .

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: Resistance							
	(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	A	B	-7.857*	1.452	.000	-10.85	-4.86
		C	.429	1.452	.770	-2.57	3.43
		D	-4.714*	1.452	.003	-7.71	-1.72
	B	A	7.857*	1.452	.000	4.86	10.85
		C	8.286*	1.452	.000	5.29	11.28
		D	3.143*	1.452	.041	.15	6.14
	C	A	-.429	1.452	.770	-3.43	2.57
		B	-8.286*	1.452	.000	-11.28	-5.29
		D	-5.143*	1.452	.002	-8.14	-2.15
	D	A	4.714*	1.452	.003	1.72	7.71
		B	-3.143*	1.452	.041	-6.14	-.15
		C	5.143*	1.452	.002	2.15	8.14

الجدول الخامس: نتائج المقارنات الثنائية بين متوسطات مقاومة السلك للأنواع الأربع (المعالجات) باستخدام طريقة Scheffe، ويلاحظ عند مستوى معنوية 0.05 أنه يوجد فرق معنوي بين نوعي السلك (A,C) وكلا من (B , D).

مخرجات (5): نتائج المقارنات الثنائية باستخدام طريقة *Scheffe*

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: Resistance							
	(I) Type	(J) Type	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Scheffe	A	B	-7.857*	1.452	.000	-12.22	-3.49
		C	.429	1.452	.993	-3.93	4.79
		D	-4.714*	1.452	.031	-9.08	-.35
	B	A	7.857*	1.452	.000	3.49	12.22
		C	8.286*	1.452	.000	3.92	12.65
		D	3.143	1.452	.225	-1.22	7.51
	C	A	-.429	1.452	.993	-4.79	3.93
		B	-8.286*	1.452	.000	-12.65	-3.92
		D	-5.143*	1.452	.016	-9.51	-.78
	D	A	4.714*	1.452	.031	.35	9.08
		B	-3.143	1.452	.225	-7.51	1.22
		C	5.143*	1.452	.016	.78	9.51

الجدول السادس: تابع نتائج المقارنات الثنائية باستخدام طريقة Scheffe حيث تم تقسيم أنواع السلك الى مجموعتين متجانستين نوعي السلك (**A**,**C**) في مجموعة، ونوعي السلك (B , D) في مجموعة أخرى. أي أنه يوجد فرق معنوي بين نوعي السلك (**A**,**C**) وكلا من (**B** , **D**).

مخرجات (6): نتائج المقارنات الثنائية باستخدام طريقة دنكن Duncan

Homogeneous Subsets				
Resistance				
	Type	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Scheffe[a]	C	7	23.86	
	A	7	24.29	
	D	7		29.00
	B	7		32.14
	Sig.		.993	.225
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.				

تطبيقات

استخدام برنامج SPSS للاجابة على التطبيقات التالية

1- وزعت ثلاثة أنواع من الأسمدة عشوائيا على مجموعة من قطع الأراضي المتجاورة والمزروعة بنوع القمح نفسه ومتشابهه في طريقة الري وفي جميع الظروف الأخرى فكان المحصول الناتج كما يلي:

السما د الأول	64	87	76	78	81	84	83
السما د الثاني	69	74	72	75	62	51	70
السما د الثالث	59	62	66	79	57	66	69

المطلوب:

1- اختبار طبيعية البيانات.

2- اختبر تجانس التباين.

3- هل يوجد اختلاف في متوسط المحصول باختلاف نوع السماد؟

4- أوجد المقارنات الثنائية بين متوسطات محصول القمح.

2- رغب أحد الباحثين في اختبار تساوي متوسطات الإنتاج اليومي من الحليب باللتر لثلاث سلالات من الأبقار A_3, A_2, A_1 قام باختيار عينة عشوائية من من كل سلالة حجمها 6 أبقار، وتم تسجيل الإنتاج اليومي من الحليب لكل سلالة ولخصت بالجدول التالي:

A_1	14	15	16	19	16	15
A_2	20	22	26	27	23	19
A_3	12	14	21	10	15	19

أ- تحقق من فرض تجانس تباينات الإنتاج للسلالات الثلاث، $\alpha = 0.05$.

ب- كون جدول تحليل التباين، واختبر فرض تساوي متوسطات الإنتاج اليومي من الحليب للسلالات الثلاث. $\alpha = 0.05$.

3-جربت أربعة أنواع من الغذاء (Diet) على أربع مجموعات من الفئران لدراسة تأثيرها على الكبد، وكانت نسبة أوزان الكبد للوزن الكلي بعد التجربة هي:

	3.84	3.76	3.58	4.19	3.87	3.96	3.42	*A*
3.44	3.55	3.41	3.39	3.47	3.38	3.63	3.17	*B*
		3.51	3.55	3.66	3.81	3.72	3.34	*C*
3.91	3.96	3.88	4.21	4.18	3.77	3.93	3.64	*D*

المطلوب:

حلل بيانات هذه التجربة باستخدام جميع المقارنات الممكنة، اكتب تقرير مفصل لما تم التوصل اليه.

4- لدراسة تأثير خمسة أصناف من البرتقال $(O_1, O_2, O_3, O_4, O_5)$ على الإنتاجية بالكغم ، سحب عينة عشوائية حجمها 7 أشجار من كل صنف وسجلت الإنتاجية في الجدول التالي:

	أصناف البرتقال				
i	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
1	7	13	20	9	18
2	9	15	22	14	16
3	20	16	21	21	17
4	19	14	27	22	14
5	11	22	23	8	22
6	6	22	15	10	10
7	12	16	19	7	15

المطلوب:

- هل بيانات أأصناف الخمس تتبع التوزيع الطبيعي؟
- كون جدول تحليل التباين، واختبر فرض تساوي متوسطات الإنتاج للأصناف الخمسة.

5-الجدول التالي يبين مقاومة أربع أنواع من الأسلاك (A, B, C, D) لكل وحدة طول :

D	***C***	***B***	***A***
27	29	32	23
35	20	31	25
25	26	32	23
29	20	32	25
28	23	33	30
29	24	31	23
30	25	32	30

المطلوب :

أ. التحقق من افتراض تساوي التباينات، $\alpha = 0.05$.

ب. تكوين جدول تحليل التباين، واختبار وجود فروق معنوية بين متوسطات مقاومة الأنواع الأربعة $\alpha = 0.05$.