الفصل الرابع
تحليل التباين

(4,1) مقدمة:

يعتبر أسلوب تحليل التباين أحد الأساليب الإحصائية التي تستخدم في كثير من المجالات التطبيقية في البحوث العلمية. ويرجع استخدام تحليل التباين إلى العالم الإحصائي "رونالد فيشر " Ronald A. Fisher عندما استخدم المنهج الرياضي لتجزأة مجموع المربعات الكلي للمشاهدات إلى مركبات تُعزى إلى عوامل مسببة للإختلاف الكلي في الصفة المدروسة تسمى بمصادر الاختلاف، وهذه المصادر يمكن تعريفها من خلال نموذج رياضي يسمى بنموذج تحليل التباين.

ويهدف تطبيق تحليل التباين إلى دراسة وتحليل أثر عدة متغيرات مستقلة وصفية (إسمية nominal ، ورتبية) على متغير تابع كمي مستمر. كما يقوم هذا التحليل على أساس أن المتغير الوصفي هو عامل factor، وأن مجموعات هذا المتغير هي مستويات العامل والتي يطلق عليها أحيانا بالمعالجات. وتحليل التباين له عدة أنواع وذلك حسب عدد المتغيرات تحت الدراسة:

تحليل التباين أحادي الاتجاه One – Way ANOVA:

يستخدم لاختبار الفروق بين أكثر من متوسطين، أي عند وجود متغير مستقل واحد له معالجات متعددة ويراد معرفة تأثير هذه المعالجات على المتغير التابع، أي قياس الفروق بين هذه المعالجات في آن واحد، ولصعوبة تنفيذ هذا الأمر باختبار T-Test الذي سوف يقارن بين المجموعات في شكل مجموعات ثنائية مما يمثل صعوبة ويستغرق وقتا وجهدا كبيرين، كما ان كثرة الاختبارات سيؤثر على مستوى المعنويه المستخدم مما يجعله غير معبر عن قيمته المعلنه والمعمول بها، ولحل هذه المشكله فإننا نستخدم تحليل التباين ذو الاتجاه الواحد والذي به ينقسم التباين الكلى إلى جزئين الأول يسمى التباين بين المجموعات(Between groups) والثاني يسمى التباين داخل المجموعات (Within groups) وعندما تكون الاختلافات بين المجموعات أكبر من الاختلافات داخل المجموعات يكون هناك فعلا فروق بين المجموعات ترجع لاختلاف المعالجات للمتغير المستقل.

تحليل التباين ثنائي الاتجاه Two– Way ANOVA: يستخدم لدراسة تأثير متغيرين مستقلين اثنين بمستوياتهم المتعددة على متغير تابع واحد، بالإضافة إلى دراسة الأثر المشترك بينهما.

تحليل التباين الثلاثي : يقصد به قياس أو تقييم تأثير عدد من العوامل كل منها يوجد في مستويات متعددة على متغير تابع واحد، ويستفاد منه في البحوث التي تحتوى على تصميم تجريبي يتضمن دراسة أثر ثلاث متغيرات مستقلة أو أكثر، وذلك لأنه يسمح بدراسة أثر كل متغير من المتغيرات على حدة، بالإضافة إلى أثر تفاعلهما معا على متغير تابع في نفس الوقت.

أسباب استخدام تحليل التباين بدلاً من استخدام اختبار (T-Test)

1- الجهد المبذول في عمل المقارنات فالاعتماد على المقارنات الثنائية يتطلب جهداً لا مبرر له ، حيث يزداد عدد المقارنات بسرعة كلما ازداد عدد المجتمعات.

عدد المقارنات = عدد المجموعات×(عدد المجموعات -١) مقسوم على 2

2- ضعف عملية المقارنة:

عند المقارنة بين كل زوج من الأوساط ، فإننا نستخدم فقط المعلومات عن المجموعات المقارنتين ، ونهمل المعلومات المتوفرة عن باقي المجموعات والتي تجعل المقارنة أقوى فيما لو استعملت.

3- مخاطر الوقوع في خطأ من النوع الأول:

إن الاستخدام المتعدد لاختبار (T-Test) يزيد من خطر في ارتكاب الخطأ من النوع الأول ، فإذا كان عدد المقارنات التي نستخدم اختبار (T-Test) فيها يساوي (r)، وكان مستوى الدلالة المستخدم في هذه المقارنات α فإن احتمال ارتكاب خطأ واحد أو أكثر من النوع الأول في هذه المقارنات ، يعطي بالعلاقة:

احتمال ارتكاب خطأ من النوع الأول على الأقل = $1-(1-\alpha)^{r}$

يتناول هذا الفصل استخدام برنامجي SAS و SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تحليل التباين الأحادي بشكل عام، وكذلك نتائج تحليل التباين الأحادي في حالة المعاينة من الوحدة التجريبية، ويختتم بالحصول على نتائج تطبيق نموذج تحليل التباين الثنائي.

(4,2) تحليل التباين أحادي الاتجاه

الغرض من تحليل التباين الأحادي هو اختبار تساوي متوسطات مجموعات Groups أو مستويات متغير واحد وصفي، فإذا كانت الظاهرة تحت الدراسة تشمل متغير واحد وصفي، مكون من k من المجموعات المتنافية، يمكن استخدام أبسط أنواع تحليل التباين، وهو "تحليل التباين الأحادي"ANOVA . ومن الأمثلة على ذلك:

1. نوع سلالات القمح Strain of wheat: يمكن النظر إليها كعامل ثابت تعبر مستوياته عن كل السلالات الممكنة للقمح، والتي تؤخذ جميعا في الاعتبار عند المقارنة بين متوسطات الإنتاجية لهذه السلالات.
2. درجة الحرارة temperatures: عندما يهتم الباحث بدراسة تأثير ثلاث مستويات للحرارة (35,30,25) على فترة ما قبل وضع البيض للحلم الدودي الذي يصيب ورق الزيتون وكذلك فترة الانتقال من طور إلى آخر، يعامل الحرارة في هذه الحالة كعامل ثابت.
3. المنطقة Region : عند مقارنة متوسطات القروض الممنوحة من صندوق التنمية الزراعية بين كافة مناطق المملكة، ينظر إلى المنطقة كعامل ثابت يؤثر على قيمة القرض الممنوح للمنطقة.

وهكذا الأمثلة على ذلك كثيرة.

(4,2,1) الشكل العام لنموذج تحليل التباين الأحادي في حالة تساوي المكررات

يهتم نموذج تحليل التباين الأحادي بدراسة وتحليل أثر عامل واحد على متغير تابع كمي، وبفرض أن t تعبر عن عدد مستويات العامل أو عدد المعالجات، ويرمز لها بالرموز $(T_1, T_2, ..., T_t)$، وأن r تعبر عن عدد مكررات كل معالجة، وأن τ_i يعبر عن تأثير المعالجة T_i، فإن المشاهدة y_{ij} يمكن التعبير عنها بمعادلة خطية تأخذ الصورة التالية:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1,2,..., t, \quad j = 1,2,..., r \qquad (4.1)$$

حيث أن:

μ : تعبر عن المتوسط العام

τ_i :تعبر عن تأثير المعالجة T_i وتعكس انحراف متوسط المعالجة μ_i عن المتوسط العام ، أي أن $\tau_i = \mu_i - \mu$.

ε_{ij} : هو الخطأ التجريبي لمشاهدة الوحدة التجريبية رقم j والتي استلمت المعالجة رقم i، ويعكس انحراف المشاهدة y_{ij} عن متوسط المعالجة رقم i، أي أن: $\varepsilon_{ij} = (y_{ij} - \mu_i)$.

ويسمى النموذج (4.1) أعلاه بنموذج تحليل التباين الأحادي في المجتمع، وهو نموذج يحدد قيمة العلاقة بين الصفة المدروسة y_{ij} كمتغير تابع، ومستويات العامل أو المعالجات كمتغيرات مستقلة.

(4,2,2) الافتراضات التي يستند عليها النموذج

يستند نموذج تحليل التباين (4.1) على عدد من الافتراضات هي:

- مشاهدات الصفة المدروسة y_{ij} على الوحدات التجريبية التي استلمت المعالجة رقم i مقاسة بمستوى

قياس فئوي أو نسبي ومستقلة ولها توزيع طبيعي متوسطه μ_i، وتباينه σ_i^2، أي أن $y_{ij} \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$. كما يفترض استقلال مشاهدات كل معالجة عن مشاهدات المعالجات الأخرى.

- مجموع الآثار يساوي صفرا، أي أن:

$$\sum_{i=1}^{t} \tau_i = \sum_{i=1}^{t} (\mu_i - \mu) = 0 \qquad (4.2)$$

ويدل ذلك على أن المتوسط العام هو الوسط الحسابي المرجح لمتوسطات المعالجات، أي أن:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{t} r_i \mu_i}{\sum_{i=1}^{t} r_i} = \frac{r\sum_{i=1}^{t} \mu_i}{tr} = \frac{\sum_{i=1}^{t} \mu_i}{t} \qquad (4.3)$$

- الأخطاء التجريبية داخل كل معالجة هي متغيرات عشوائية ولها توزيع طبيعي متوسطه صفرا وتباينه σ_i^2، أي أن $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_i^2)$.
- تجانس التباينات للمعالجات، أي أن:

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_t^2 = \sigma^2 \qquad (4.4)$$

- وجود استقلال خطي بين الأخطاء و المعالجات.

(4,3) استخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تحليل التباين الأحادي

لاستخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تحليل التباين الأحادي 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 حل التطبيق التالي باستخدام البرنامج.

تطبيق (4,1)

تمثل البيانات التالية درجات الطلاب الذين دُرس لهم مقرر الإحصاء بثلاث طرق مختلفة.

	طرق التدريس		
j	M_1	M_2	M_3
1	74	86	77

2	75	89	75
3	72	81	76
4	69	86	78
5	71	85	79

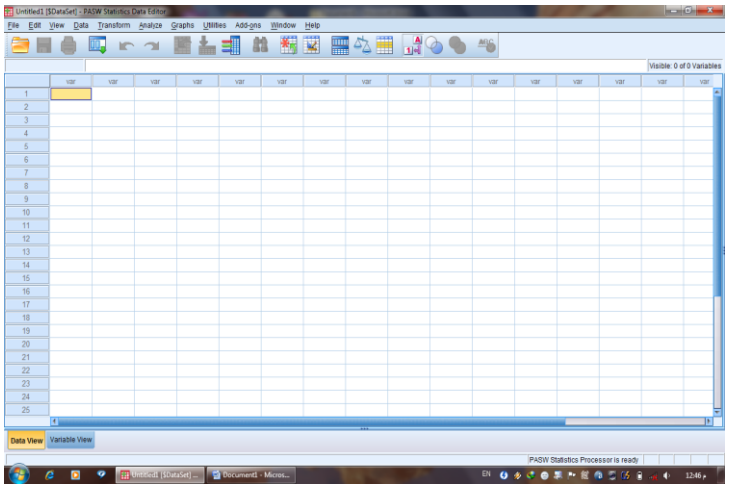
والمطلوب: اختبار فرض تساوي متوسطات الدرجات للطرق الثلاث

الحل:

أولاً: قبل الشروع في حل التطبيق لابد أن تعرف المتغيرات وعددها فنلاحظ أنه يوجد متغيران وهما المتغير التابع (درجة الطالب) وسوف ندخلها باسم *Mark* ، والمتغير الثاني وهو المتغير المستقل الاسمي (طرق التدريس) وسوف ندخلها باسم *Method* وهي ثلاث طرق(مستويات)يعبر عنها بالرموز M_1 ، M_2 ، M_3 .

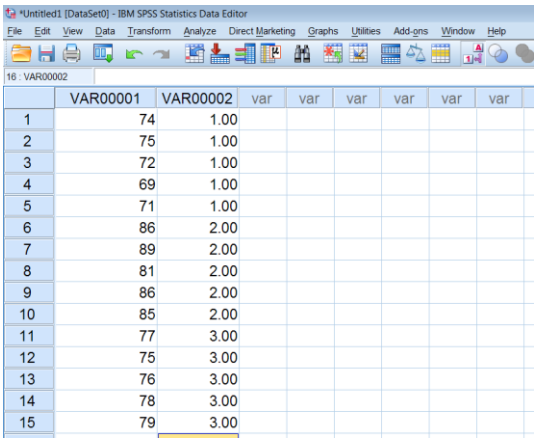
ثانياً: للحصول على نتائج تحليل التباين الأحادي، يتم ادخال البيانات على البرنامج من خلال إتباع التالي:

- ندخل البيانات في صفحة **Data view** وذلك عن طريق النقر مرتين **Double- click** بزر الماوس على أيقونة أو رمز البرنامج في حال وجوده على سطح المكتب، أو من خلال سطح المكتب نضغط بالفأرة على كلمة **Start** تظهر قائمة نختار منها **Programs** ومنها نختار برنامج **SPSS**.فتظهر صفحة **Data view** كالتالي:



- إدخال البيانات المستهدفة (المتغير التابع (درجة الطالب) باسم **Mark**) في أول أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص بالدرجات لبدء عمليات الإدخال.
- إدخال المتغير المستقل (طرق التدريس) باسم **Method** في ثاني أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص بطرق التدريس لبدء

عمليات الإدخال.

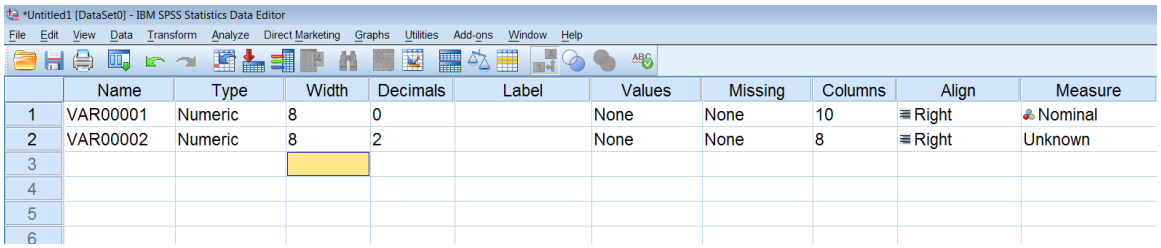


	VAR00001	VAR00002	var	var	var	var	var	var
1	74	1.00						
2	75	1.00						
3	72	1.00						
4	69	1.00						
5	71	1.00						
6	86	2.00						
7	89	2.00						
8	81	2.00						
9	86	2.00						
10	85	2.00						
11	77	3.00						
12	75	3.00						
13	76	3.00						
14	78	3.00						
15	79	3.00						

- تسمية المتغيرات التي تم إدخالها وذلك بالضغط على **[Variable View]** (رؤية المتغير)، بشريط التعليمات السفلي.

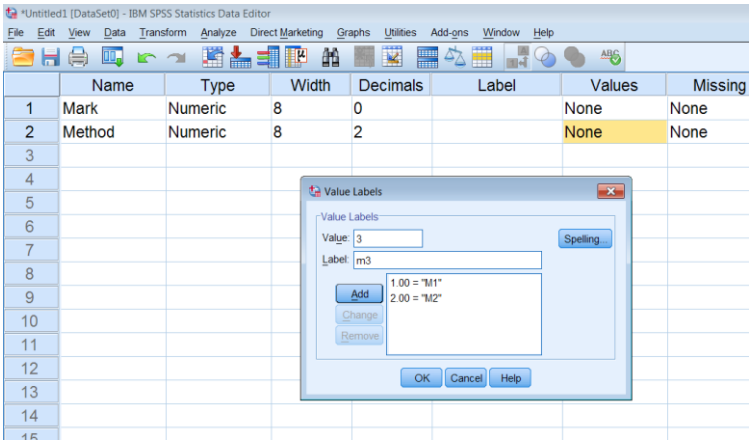
- يظهر لنا جدول يحتوي على كل الخصائص الممكنة للمتغيرات التي تم إدخالها.

يتم إدخال الاسم (**Mark**) للمتغير التابع في الخانة الأولى تحت[Name] والاسم **Method** للمتغير المستقل.



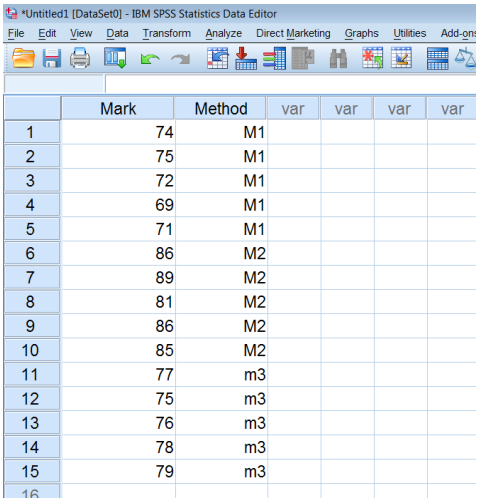
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	VAR00001	Numeric	8	0		None	None	10	Right	Nominal
2	VAR00002	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Unknown
3										
4										
5										
6										

- نضغط على الخانة التي أمام المتغير **Method** وتحت عمود **Values** فيظهر مربع **Value Labels** كالتالي:



- نعرف الرقم (1) بكلمة **M1** والرقم (2) بكلمة **M2** والرقم (3) بكلمة **M3**

- ثم نضغط **OK** ونضغط أسفل الصفحة على **Data View** فتظهر البيانات كالتالي:



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

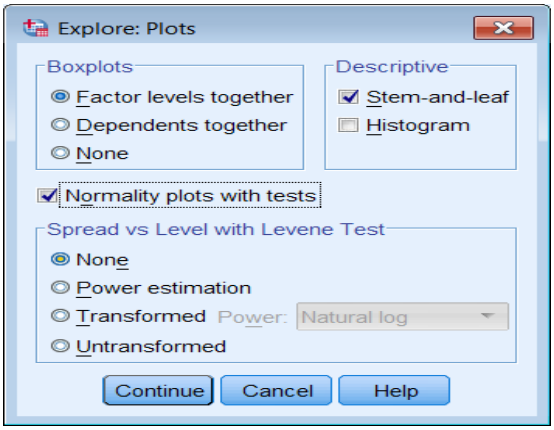
1- التحقق من افتراضات تحليل التباين الأحادي وهي:

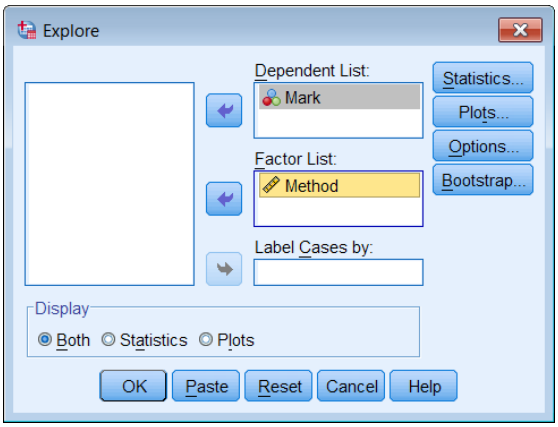
- المتغيرات y_{ij} (قيمة مفردات الظاهرة) مستقلة ولها توزيع طبيعي.
- مجموعة البيانات في المستويات المختلفة تشكل عينات عشوائية مستقلة ولها تباين مشترك σ^2 أي أن:

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \ldots = \sigma_k^2 = \sigma^2$$

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 **Mark** ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة **Dependent List** والتظليل على المتغير **Method** 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:





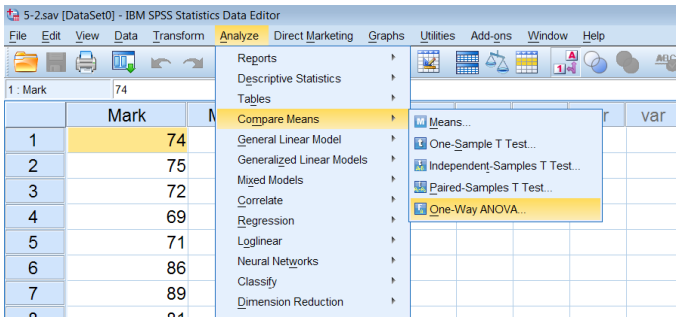
- الضغط على Continue ثم OK فيظهر الجدول التالي بجانب نواتج أخرى:

Tests of Normality							
	Method	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Mark	M1	.175	5	.200*	.974	5	.899
	M2	.245	5	.200*	.931	5	.601
	m3	.136	5	.200*	.987	5	.967

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

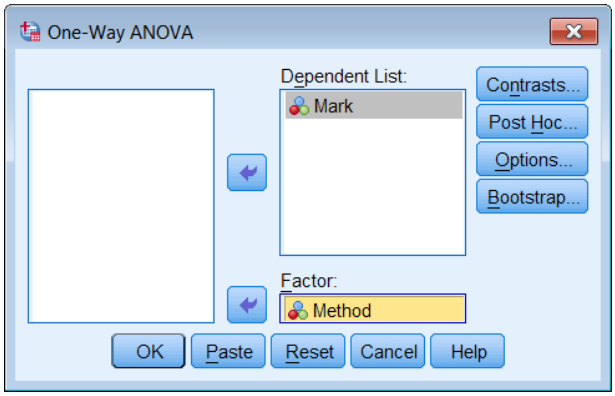
ب-اختبار تجانس التباين:

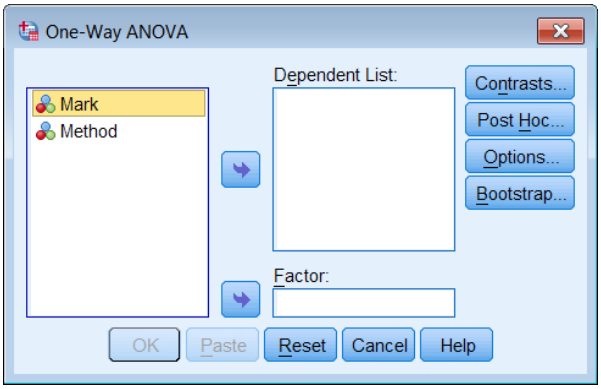
من القائمة **Analyzes** نختار **Compare Mean** ومن القائمة الفرعية نختار **One- Way ANOVA...** كما الشكل التالي:



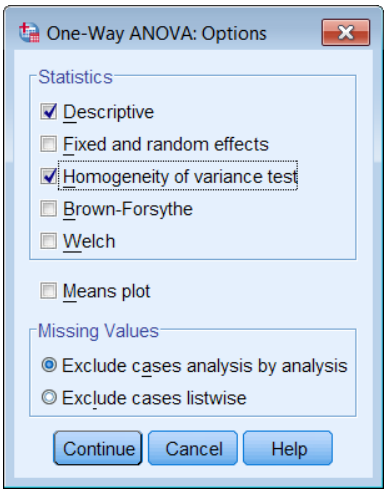
يظهر مربع الحوار التالي:

- ثم التظليل على المتغير المستهدف وهو **Mark** ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Dependent List وننقل المتغير **Method** إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Factor





ثم نضغط على Options... لوصف طرق التدريس الثلاثة وذلك بتنشيط Descriptive واختبار تجانس تباين المجموعات بتنشيط Homogeneity of variance test كما في المربع التالي:



- الضغط على Continue ثم OK فيظهر ثلاث جداول كالتالي:

الجدول الأول وهو **Descriptives** ويحتوي على وصف احصائي للطرق الثلاثة يتمثل في الوسط الحسابي، والانحراف المعياري وفترات الثقة وأقل قيمة وأعلى قيمة.

Descriptives								
Mark								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M1	5	72.20	2.387	1.068	69.24	75.16	69	75
M2	5	85.40	2.881	1.288	81.82	88.98	81	89
m3	5	77.00	1.581	.707	75.04	78.96	75	79
Total	15	78.20	6.050	1.562	74.85	81.55	69	89

الجدول الثاني وهو **Test of Homogeneity of Variances** ويحتوي على احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.680) وحيث أنها أكبر من 0.05 لذا يمكن قبول فرض تساوي تباينات درجات الطلاب للطرق الثلاث.

Test of Homogeneity of Variances			
Mark			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.399	2	12	.680

من النتيجة (أ) و (ب) نلاحظ أن شروط (افتراضات استخدام تحليل التباين محققة) وبالتالي نعتمد على جدول تحليل التباين لاختبار فرض متوسطات الدرجات للطرق الثلاث.

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.

الجدول الثالث وهو جدول تحليل التباين (ANOVA) لاختبار فرض تساوي متوسطات الدرجات للطرق الثلاث ويحتوي على مجموع المربعات، ومتوسط مجموع المربعات، ودرجات الحرية، وقيمة احصائية الاختبار F=40.582 ، والقيمة الاحتمالية (*p value*) **وهي** (Sig = 0.000) وهي أقل من مستوى المعنوية 5% لذا يمكن رفض فرض العدم الخاص بتساوي متوسطات الدرجات للطرق الثلاث، وأن هناك على الأقل متوسطين بينهما فرق معنوي.

ANOVA					
Mark					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	446.400	2	223.200	40.582	.000
Within Groups	66.000	12	5.500		
Total	512.400	14			

(4,4) نتائج تحليل التباين الأحادي في حالة المعاينة من الوحدة التجريبية.

في الحالة التي يتم فيها أخذ عينة عشوائية حجمها S من كل وحدة تجريبية، تسمى الوحدة التي أخذ عليها القياس بوحدة المعاينة، ويلاحظ عند تطبيق هذه الحالة مع التصميم تام التعشية يأخذ النموذج الصورة التالية:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \eta_{ijk} \quad i = 1,2,...,\ t,\ j = 1,2,...,\ r,\ k = 1,2,...,\ s$$

حيث أن:

ε_{ij}: هو الخطأ التجريبي للوحدة التجريبية رقم j والتي استلمت المعالجة رقم i، ويفترض أن: $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

η_{ijk}: هو خطأ المعاينة لوحدة المعاينة رقم k من الوحدة التجريبية رقم j والتي استلمت المعالجة رقم i، ويفترض أن: $\eta_{ijk} \sim N(0, \sigma_\eta^2)$.

ومن النموذج أعلاه يوجد ثلاث مصادر للإختلاف، وهي:

- المصدر الأول: الاختلاف الراجع إلى المعالجات

- المصدر الثاني: الاختلاف الراجع إلى الوحدات التجريبية، ويسمى بالخطأ التجريبي.
- المصدر الثالث: الاختلاف الراجع إلى وحدات المعاينة، ويسمى بخطأ المعاينة.

ويلاحظ أن جدول تحليل التباين يأخذ الصورة التالية.

S.O.V	***df***	***SS***	***MS***	$E(MS)$ **Fixed**	$E(MS)$ **Random**
Treat.	$(t-1)$	$SSTr$	$MSTr$	$\sigma_\eta^2 + s\sigma_\varepsilon^2 + rs\dfrac{\sum_{i=1}^{t}\tau_i^2}{t-1}$	$\sigma_\eta^2 + s\sigma_\varepsilon^2 + rs\,\sigma_\tau^2$
Ex. Error	$t(r-1)$	SSE	MSE	$\sigma_\eta^2 + s\sigma_\varepsilon^2$	$\sigma_\eta^2 + s\sigma_\varepsilon^2$
Sa. Error	$tr(s-1)$	SSS	MSS	σ_η^2	σ_η^2

وفي هذه الحالة يمكن إضافة اختبار جديد، وهو اختبار أن تباين الخطأ التجريبي يساوي صفرا $H_0 : \sigma_\varepsilon^2 = 0$ وتأخذ إحصائية الاختبار الصورة التالية $F = MSE\ /MSS$.

استخدام برنامج SPSS في الحصول على كافة نتائج تحليل التباين الأحادي في حالة المعاينة من الوحدة التجريبية، ويتم توضيح ذلك من خلال عرض تطبيق (4,3):

تطبيق (4,3) :

لدراسة تأثير أربع طرق يستخدمها الأطباء في علاج الإصابة بنزلات البرد للبالغين، من كل طريقة تم اختيار عينة عشوائية من الأطباء المستخدمين لها حجمها 4 أطباء، كما تم اختيار لكل طبيب عينة عشوائية حجمها 3 من المرضى الذين يعالجهم الطبيب، وسجلت الفترة الزمنية للاستجابة لطريقة العلاج المستخدمة بالأيام. ويبين الجدول التالي هذه البيانات.

		Doctor											
		D1			D2			D3			D4		
	Patient	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Treat	T1	4	8	7	7	6	5	4	5	5	6	7	6
	T2	7	9	8	9	7	9	8	8	9	9	8	7
	T3	5	4	5	6	5	6	5	6	6	6	7	6
	T4	9	7	9	7	8	7	8	9	9	10	8	9

والمطلوب:

1- استخدام برنامج SPSS للحصول على نتائج تطبيق تحليل التباين الأحادي.

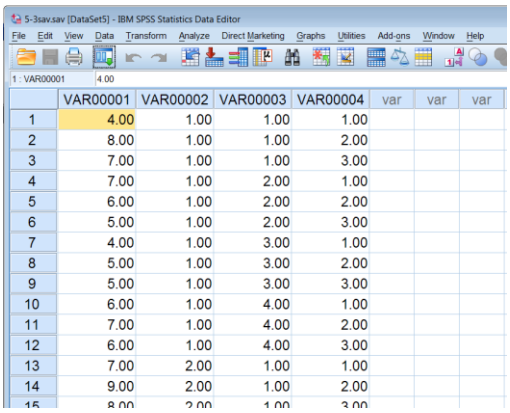
2- اكتب التحليل الإحصائي للنتائج.

الحل:

أولاً: قبل الشروع في حل التطبيق لابد أن تعرف المتغيرات وعددها كي يسهل ادخالها في البرنامج، فنلاحظ أنه يوجد 4 متغيرات وهم المتغير التابع يمثل عدد أيام الاستجابة لطريقة العلاج، ويرمز له بالرمز *Response*، والمتغير الثاني وهو المتغير المستقل المراد دراسة تأثيره هو " طرق العلاج" ويرمز له بالرمز *Treat* ويتكون من أربع طرق تمثل المعالجات، أي أن $t = 4$ ، ويرمز لهذه المعالجات بالرموز $(T_1, T_2, T_3, T_4$: *Treat*)، والمتغير الثالث وهو الوحدات التجريبية وهي الأطباء، ويرمز له بالرمز *Doctor*، وعدد الأطباء المستخدمين للطريق أربعة، أي أن $r = 4$، ويرمز لهم بالرموز $(D_1, D_2, D_3, D_4$: *Doctor*)، والمتغير الرابع وهو عينة عشوائية من المرضى *Patient* الذين عالجهم الطبيب حجمها ثلاث مرضى، أي أن $s = 3$ ، ويرمز لهؤلاء المرضى بالرموز $(P_1, P_2, P_3$: *Patient*).

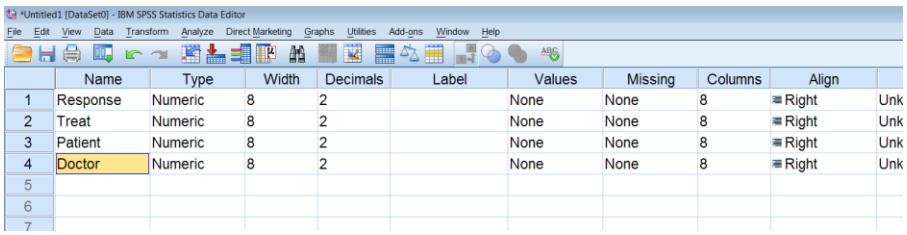
ثانياً: يتم ادخال البيانات على البرنامج من خلال إتباع التالي:

- ندخل البيانات في صفحة **Data view** كما في تطبيق (5/2) كالتالي:



	VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	var	var	var
1	4.00	1.00	1.00	1.00			
2	8.00	1.00	1.00	2.00			
3	7.00	1.00	1.00	3.00			
4	7.00	1.00	2.00	1.00			
5	6.00	1.00	2.00	2.00			
6	5.00	1.00	2.00	3.00			
7	4.00	1.00	3.00	1.00			
8	5.00	1.00	3.00	2.00			
9	5.00	1.00	3.00	3.00			
10	6.00	1.00	4.00	1.00			
11	7.00	1.00	4.00	2.00			
12	6.00	1.00	4.00	3.00			
13	7.00	2.00	1.00	1.00			
14	9.00	2.00	1.00	2.00			

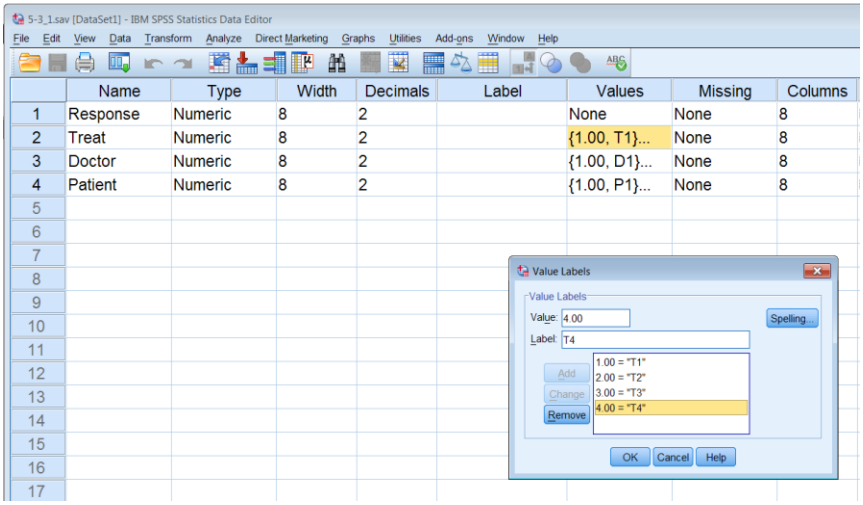
- تسمية المتغيرات التي تم إدخالها وذلك بالضغط على **[Variable View]** (رؤية المتغير)، بشريط التعليمات السفلي.



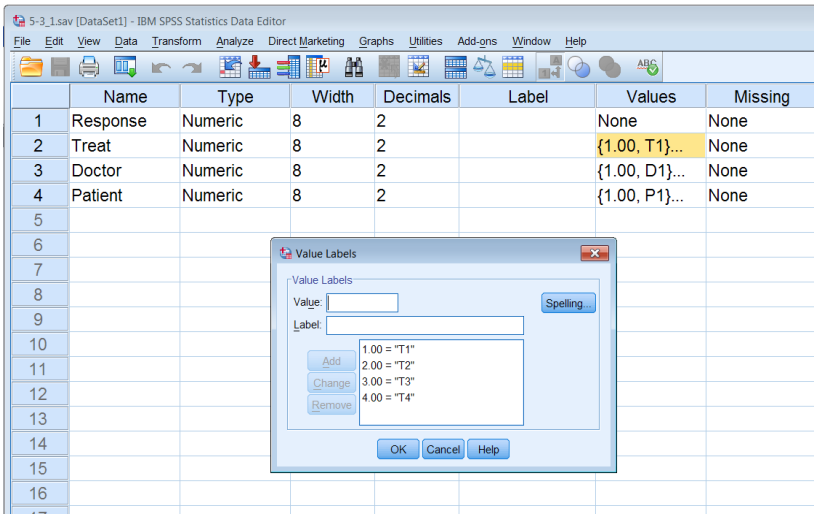
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	
1	Response	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Unk
2	Treat	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Unk
3	Patient	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Unk
4	Doctor	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Unk
5										
6										

- نضغط على الخانة التي أمام المتغير **Treat** وتحت عمود **Values** فيظهر مربع **Value**

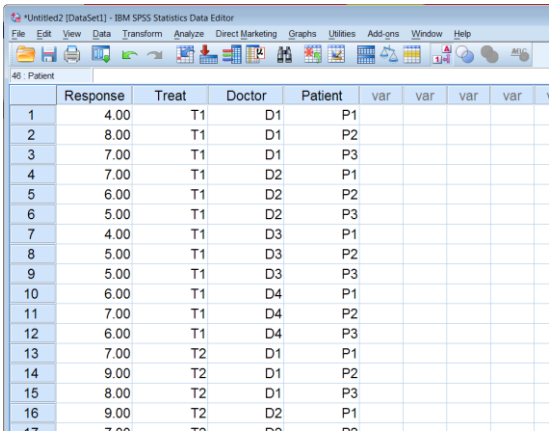
Labelsكالتالي



- نعرف الرقم (1) بالرمز **T1** والرقم (2) بالرمز **T2** والرقم (3) بالرمز **T3** والرقم (**4**) بالرمز**T4**
- ثم نضغط **OK**



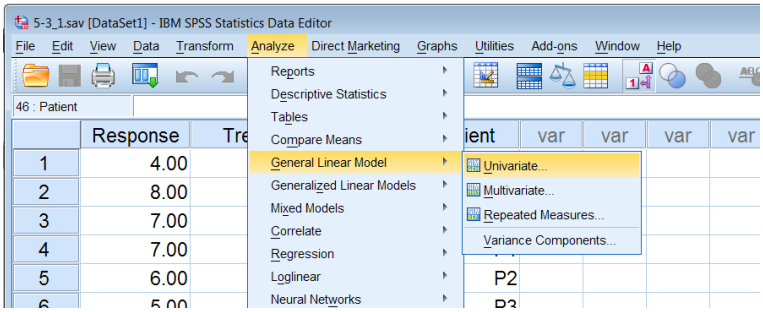
- نكرر نفس العمل بالنسبة للمتغيرات الأخرى *Doctor*، *Patient* ونضغط أسفل الصفحة على **Data View** فتظهر البيانات كالتالي:



	Response	Treat	Doctor	Patient	var	var	var	var
1	4.00	T1	D1	P1				
2	8.00	T1	D1	P2				
3	7.00	T1	D1	P3				
4	7.00	T1	D2	P1				
5	6.00	T1	D2	P2				
6	5.00	T1	D2	P3				
7	4.00	T1	D3	P1				
8	5.00	T1	D3	P2				
9	5.00	T1	D3	P3				
10	6.00	T1	D4	P1				
11	7.00	T1	D4	P2				
12	6.00	T1	D4	P3				
13	7.00	T2	D1	P1				
14	9.00	T2	D1	P2				
15	8.00	T2	D1	P3				
16	9.00	T2	D2	P1				

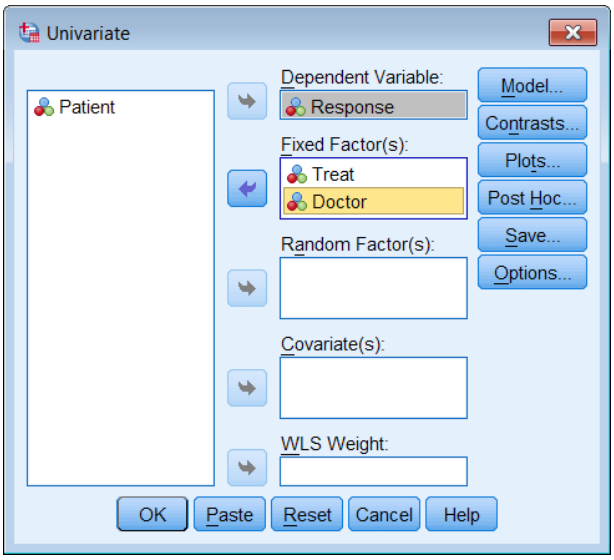
- وبالتالي تم تهيئة البيانات تمهيداً لعرض النتائج.
- كما يفضل حفظ الملف: وذلك بالضغط على علامة حفظ ثم نكتب اسم الملف وليكن (3-5) ونضغط **Save**

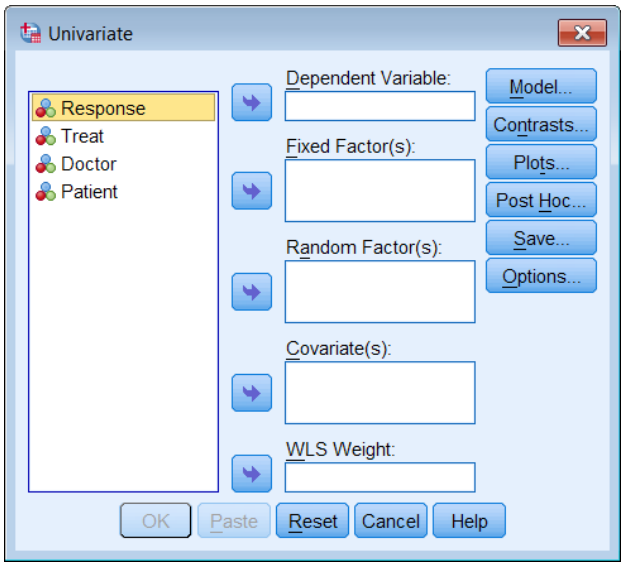
- بعد اتمام ادخال البيانات نختبر طبيعية البيانات وتجانس التباين كما سبق ذكره.
- من القائمة **Analyzes** نختار **General Linear Model** ومن القائمة الفرعية نختار **Univariate...**



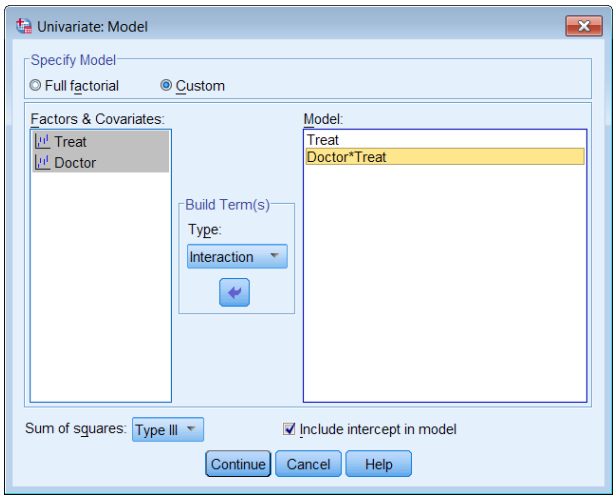
يظهر المربع الحواري **Univariate**

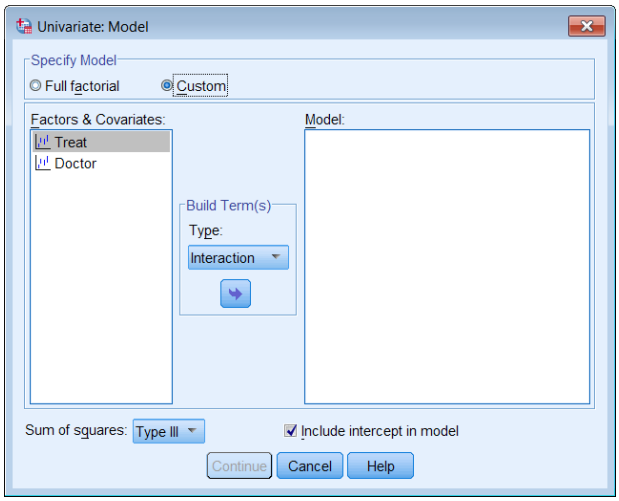
- ثم التظليل على المتغير المستهدف وهو *Response* ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة **Dependent Variable** والتظليل على المتغيران **Treat, Doctor** وننقله إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة **Fixed Factor(s)** كما بالشكل التالي:



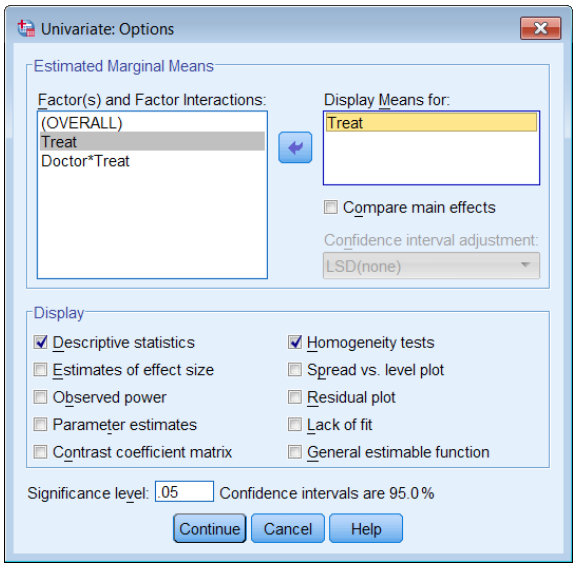


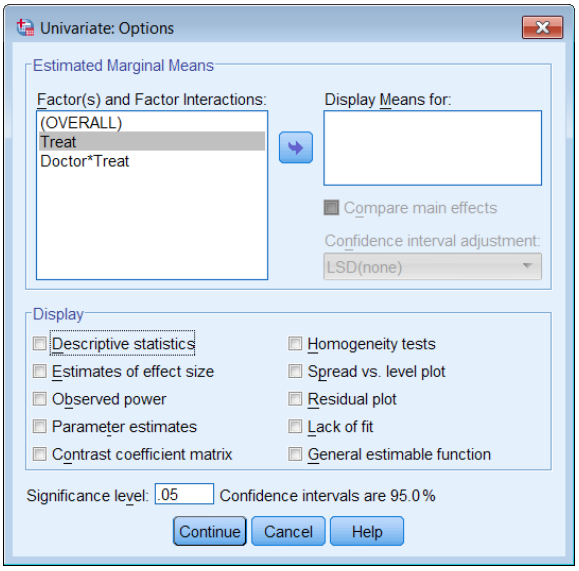
- الضغط على الأمر Model... على يمين المربع، لتحديد النموذج فيظهر المربع الحواري **Univariate: Model**:
- يتم تنشيط **Custom** والتظليل على المتغير **Treat** ونقله إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة **Model** ثم التظليل على المتغير **Treat, Doctor** معا ونقلهما كما بالشكل التالي:





- الضغط على Continue
- الضغط على الأمر Options... على يمين المربع، لوصف المتغيرات واختبار تجانس التباين فيظهر المربع الحواري **Univariate**: Options
- ثم التظليل على المتغير Treat ثم ننقل هذا المتغير إلى المربع الأيمن الخاص بقائمة Display Means for





- يتم تنشيط Descriptive statistics لوصف المتغير وتنشيط Homogeneity test لاختبار تجانس تباين المجموعات.
- الضغط على Continue ثم OK فيظهر النتائج في الجداول التالية:

1- الجدول الأول يحتوي على اسم كل معالجة وعدد مرات تكرارها.

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Treat	1.00	T1	12
	2.00	T2	12
	3.00	T3	12
	4.00	T4	12
Doctor	1.00	D1	12
	2.00	D2	12
	3.00	D3	12
	4.00	D4	12

2- الجدول الثاني يعطي المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل معالجة.

Dependent Variable: Response

Treat	Doctor	Mean	Std. Deviation	N
T1	D1	6.3333	2.08167	3
	D2	6.0000	1.00000	3
	D3	4.6667	.57735	3
	D4	6.3333	.57735	3
	Total	5.8333	1.26730	12
T2	D1	8.0000	1.00000	3
	D2	8.3333	1.15470	3
	D3	8.3333	.57735	3
	D4	8.0000	1.00000	3
	Total	8.1667	.83485	12
T3	D1	4.6667	.57735	3
	D2	5.6667	.57735	3
	D3	5.6667	.57735	3
	D4	6.3333	.57735	3
	Total	5.5833	.79296	12
T4	D1	8.3333	1.15470	3
	D2	7.3333	.57735	3
	D3	8.6667	.57735	3
	D4	9.0000	1.00000	3
	Total	8.3333	.98473	12
Total	D1	6.8333	1.89896	12
	D2	6.8333	1.33712	12
	D3	6.8333	1.85047	12
	D4	7.4167	1.37895	12
	Total	6.9792	1.60438	48

3- الجدول الثالث ويحتوي على احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.140) وحيث أنها أكبر من 0.05 لذا يمكن قبول فرض تساوي التباين.

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]			
Dependent Variable: Response			
F	df1	df2	Sig.
1.567	15	32	.140
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + Treat + Treat * Doctor			

4- الجدول الرابع ويحتوي على:

- R Squared = .769 والتي تعني أن طرق العلاج، والتداخل بينها وبين الطبيب كمتغيرين مستقلين يفسران 76.6% من الاختلافات الكلية التي تحدث لعدد أيام الاستجابة.
- قيمة إحصائية الاختبار $F = 7.084$ ، والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.000) ويدل على أن النموذج الخطي المقترح لتمثيل العلاقة بين عدد أيام الاستجابة كمتغير تابع، وبين طرق العلاج، التفاعل بين طرق العلاج والطبيب مناسب لتمثيل هذه العلاقة عند مستوى معنوية أقل من 0.0001 .
- قيمة إحصائية الاختبار $F = 29.738$ ، والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.000) في حالة إضافة طرق العلاج Treat في النموذج الذي يحتوي على التفاعل Treat(Doctor) يحسن معنويا القدرة التنبؤية للنموذج، وذلك عند مستوى معنوية أقل من 0.0001. بينما يلاحظ أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 1.421$ ، والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.207) في حالة إضافة التداخل بين طرق العلاج و الطبيب Treat(Doctor) في النموذج الذي يحتوي على المعالجات Treat لايحسن معنويا القدرة التنبؤية للنموذج ، وذلك عند مستوى معنوية أكبر من 0.05.
- كما يمكن ايجاد قيمة F لاختبار تساوي متوسطات عدد أيام الاستجابة لطرق العلاج وذلك بقسمة كالتالي: $F = \frac{\text{Mean SquareTreat}}{\text{Mean SquareTreat * Doctor}} = \frac{26.021}{1.243} = 20.93$ ، والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.000) ومن ثم يمكن رفض الفرض العدم القائل بأن متوسطات عدد أيام الاستجابة لطرق العلاج متساوية، وأن هناك على الأقل متوسطان بينهما فرق معنوي، وذلك عند مستوى معنوية أقل من 0.0001.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Response

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	92.979[a]	15	6.199	7.084	.000
Intercept	2338.021	1	2338.021	2672.024	.000
Treat	78.062	3	26.021	29.738	.000
Treat * Doctor	14.917	12	1.243	1.421	.207
Error	28.000	32	.875		
Total	2459.000	48			
Corrected Total	120.979	47			

a. R Squared = .769 (Adjusted R Squared = .660)

5- الجدول الخامس ويحتوي على Estimated Marginal Means وفيه يوضح متوسط كل معالجة والخطأ المعياري لها وكذلك فترات الثقة 95% لكل معالجة.

Estimated Marginal Means

Treat				
Dependent Variable: Response				
Treat	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
T1	5.833	.270	5.283	6.383
T2	8.167	.270	7.617	8.717
T3	5.583	.270	5.033	6.133
T4	8.333	.270	7.783	8.883

(4,5) تحليل التباين ثنائي الاتجاه Two- Way ANOVA:

الهدف من تطبيق هذا الأسلوب دراسة تأثير متغيرين مستقلين أو دراسة تأثير عاملين لكل منها عدة مستويات على متغير كمي متصل، ومثال على ذلك ، لو أراد الباحث دراسة تأثير عاملي السماد والتربة على إنتاجية المحصول فلا بد هنا من استخدام تحليل التباين الثنائي، والذي يمكن من خلاله قياس تأثير كل عامل على حدة بالإضافة إلى التأثير المشترك للعاملين Interaction، وكذلك اختبار مدى معنوية هذا التأثير على المتغير التابع. فهو يجيب عندئذ على ثلاثة أسئلة في وقت واحد وهي: هل تأثيرات مستويات العامل A كلها متساوية؟، هل تأثيرات مستويات العامل B كلها متساوية؟ ، وهل للتفاعل بين مستويات العاملين (A, B) أثر معنوي على المتغير التابع؟ كما يلاحظ أنه إذا وجد للتفاعل أثر معنوي، فإنه لايتم تحليل العاملين الآخرين.

الشكل العام لنموذج تحليل التباين الثنائي

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad , \quad i=1,2,...,a, \quad j=1,2,...,b, \quad k=1,2,...,r_{ij}$$

حيث أن:

y_{ijk} تعبر عن المشاهدة رقم k تحت تأثير المستوى رقم i للعامل الأول A ، وتأثير المستوى رقم j للعامل الثاني B .

μ : تعبر عن المتوسط العام

α_i :تعبر عن تأثير المستوى رقم i للعامل الأول A ، ويعكس انحراف متوسط المستوى $\mu_{i.}$ عن المتوسط العام μ ، أي أن $\alpha_i = \mu_{i.} - \mu$.

β_i :تعبر عن تأثير المستوى رقم j للعامل الثاني B ، ويعكس انحراف متوسط المستوى $\mu_{.j}$ عن المتوسط العام ، أي أن $\beta_j = \mu_{.j} - \mu$.

δ_{ij} : تعبر عن تأثير التفاعل بين المستويين A_i و B_j ، ويقاس بالمعادلة التالية:

$$\delta_{ij} = \mu_{ij} - \mu_{i.} - \mu_{.j} + \mu$$

ε_{ijk} : هو الخطأ التجريبي للمشاهدة y_{ijk} ، ويعبر عن انحراف المشاهدة y_{ijk} عن متوسط الخلية A_iB_j ، أي أن $\varepsilon_{ijk} = y_{ijk} - \mu_{ij}$.

ويسمى النموذج أعلاه بنموذج تحليل التباين الثنائي في المجتمع، وهو نموذج يحدد قيمة العلاقة بين الصفة المدروسة y_{ijk} كمتغير تابع، ومستويات العاملين والتفاعل بينهما كمتغيرات مستقلة.

افتراضات نموذج تحليل التباين في اتجاهين(الثنائي)

يمثل تحليل التباين الثنائي امتداد لتحليل التباين أحادي الاتجاه ، ومن ثم تنطبق الفروض التي يستند عليها نموذج تحليل التباين الثنائي مع الفروض التي يستند عليها نموذج تحليل التباين الأحادي، بالإضافة إلى بعض الافتراضات، وبشكل عام يمكن تلخيص افتراضات النموذج في الآتي:

1. مشاهدات الصفة المدروسة داخل كل خلية y_{ijk} مقاسة بمعيار فئوي Interval أو نسبي Ratio ، وأنها مستقلة ولها توزيع طبيعي متوسطه μ_{ij} ، وتباينه σ_{ij}^2 ، أي أن $y_{ijk} \sim N(\mu_{ij}, \sigma_{ij}^2)$. كما يفترض استقلال مشاهدات كل خلية أو معالجة عن مشاهدات الخلايا الأخرى.

2. مجموع آثار مستويات كل عامل من العاملين يساوي صفرا، وكذلك مجموع آثار التفاعلات أي أن:

$$\sum_{i=1}^{a} \alpha_i = 0 \quad , \quad \sum_{j=1}^{b} \beta_j = 0 \quad , \quad \sum_{i=1}^{a} \delta_{ij} = \sum_{j=1}^{b} \delta_{ij} = 0$$

3. الأخطاء التجريبية داخل كل خلية متغيرات عشوائية ولها توزيع طبيعي متوسطه صفرا وتباينه σ_{ij}^2 ، أي أن

$\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_{ij}^2)$.

4. تجانس التباينات للمعالجات، أي أن:

$$\sigma_{11}^2 = \sigma_{12}^2 = ... = \sigma_{ab}^2 = \sigma^2$$

5. وجود استقلال خطي بين الأخطاء و المعالجات.

استخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تحليل التباين الثنائي

لتوضيح استخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق نموذج تحليل التباين الثنائي سوف نعرض حل التطبيق التالي:

تطبيق $(4,4)$

وزعت خمسة أنواع من الأسمدة (F_1 , F_2, F_3, F_4 , F_5) عشوائيا على مجموعة من قطع الأراضي المتجاورة والمزروعة بنوع معين من محصول القمح والمتشابهه في طريقة الري وفي جميع الظروف الأخرى داخل ثلاثة قطاعات (S_1 , S_2, S_3) من التربة فكان المحصول الناتج كما يلي:

	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
S_1	76	67	81	56	51
S_2	82	69	96	59	70
S_3	68	59	67	54	42

المطلوب:

1- اختبار فرض تساوي متوسطات إنتاجية المحصول لأنواع الأسمدة الخمس.

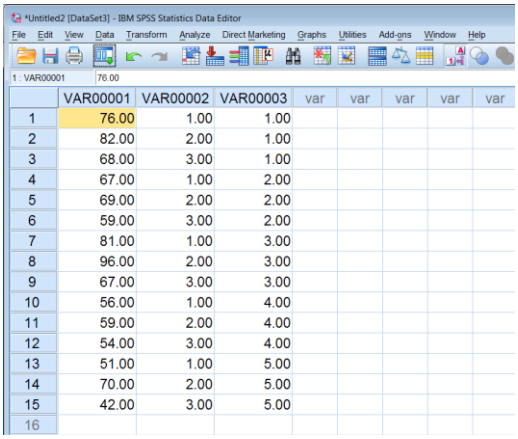
2- 1- اختبار فرض تساوي متوسطات إنتاجية المحصول لأنواع التربة الثلاثة.

الحل:

1- إدخال البيانات

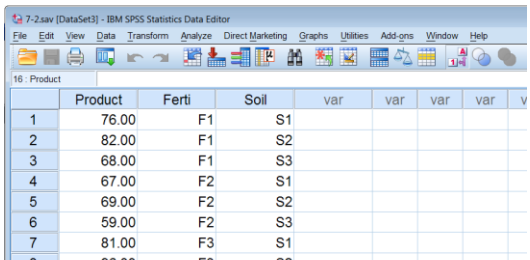
قبل ادخال البيانات لابد أن نعرف عدد المتغيرات حيث أننا لدينا ثلاث متغيرات هم: المتغير التابع وهو الانتاجية ويرمز له بالرمز Product ويقاس بإنتاجية المحصول، ومتغيران مستقلان وهما نوع السماد Ferti هو العامل الأول ويمثل المعاجات ويشمل خمسة أنواع عُبر عنها بالرموز (F1, F2, F3, F4 , F5)، ونوع التربة Soil هو العامل الثاني، وهي ثلاث أنواع عُبر عنها بالرموز (S_1 , S_2, S_3)، كما يلاحظ أن كل معالجة كررت مرة واحدة، أي أن $r_{ij} = 1$. ومن ثم يمكن ادخال البيانات كما يلي:

- إدخال المتغير التابع باسم (Product) في أول أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص بالمحصول الناتج لبدء عمليات الإدخال.
- إدخال المتغير المستقل الأول نوع السماد (Ferti) في ثاني أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص نوع السماد لبدء عمليات الإدخال.
- إدخال المتغير المستقل الثاني نوع التربة (Soil) في ثالث أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص نوع التربة لبدء عمليات الإدخال.



	VAR00001	VAR00002	VAR00003	var	var	var	var	var
1	76.00	1.00	1.00					
2	82.00	2.00	1.00					
3	68.00	3.00	1.00					
4	67.00	1.00	2.00					
5	69.00	2.00	2.00					
6	59.00	3.00	2.00					
7	81.00	1.00	3.00					
8	96.00	2.00	3.00					
9	67.00	3.00	3.00					
10	56.00	1.00	4.00					
11	59.00	2.00	4.00					
12	54.00	3.00	4.00					
13	51.00	1.00	5.00					
14	70.00	2.00	5.00					
15	42.00	3.00	5.00					
16								

- تسمية المتغيرات التي تم إدخالها وذلك بالضغط على [**Variable View**]، بشريط التعليمات السفلي كما سبق فتظهر البيانات كالتالي:

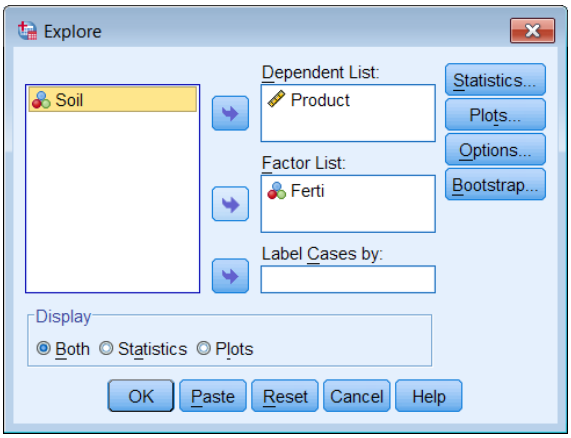


	Product	Ferti	Soil	var	var	var	var	v
1	76.00	F1	S1					
2	82.00	F1	S2					
3	68.00	F1	S3					
4	67.00	F2	S1					
5	69.00	F2	S2					
6	59.00	F2	S3					
7	81.00	F3	S1					
8	96.00	F3	S2					
9	67.00	F3	S3					
10	56.00	F4	S1					
11	59.00	F4	S2					
12	54.00	F4	S3					
13	51.00	F5	S1					
14	70.00	F5	S2					
15	42.00	F5	S3					

2- التحقق من افتراضات تحليل التباين وهي:

أ- اختبار طبيعية البيانات

- بعد اتمام ادخال البيانات نختبر طبيعية البيانات وذلك كما سبق من القائمة **Analyzes** نختار **Descriptive statistics** ومن القائمة الفرعية نختار **Explore** فيظهر المربع التالي ويتم اجراء نفس الخطوات كما سبق:



- الضغط على الأمر Plots... على يمين المربع، لتحديد اختبار طبيعية البيانات وذلك بتنشيط Normality plots with test ، ثم الضغط على Continue ثم OK فيظهر الجدول التالي بجانب نواتج أخرى:

Tests of Normality							
	Ferti	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Product	F1	.204	3	.	.993	3	.843
	F2	.314	3	.	.893	3	.363
	F3	.177	3	.	1.000	3	.962
	F4	.219	3	.	.987	3	.780
	F5	.259	3	.	.959	3	.612
a. Lilliefors Significance Correction							

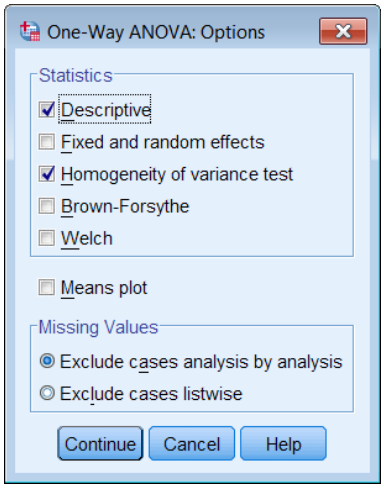
- من الجدول نلاحظ أن القيمة الاحتمالية (**Sig.**) لاختبار **Kolmogorov-Smirnova** لاتظهر عندما يكون عدد المفردات أقل من 5 لذلك سوف نعتمد على اختبار **Shapiro-Wilk** وحيث أن أن القيمة الاحتمالية (**Sig.**) أكبر من 0.05 لكل من المجموعات أي أننا نقبل فرض العدم الذي ينص على أن توزيع بيانات المجموعات مسحوبة من

مجتمع يتبع التوزيع الطبيعي وهذا أحد شروط استخدام جدول تحليل التباين.

ب- اختبار تجانس التباين:

نلاحظ هنا أنه لايوجد تكرار للبيانات بكل توليفة لذلك سوف نختبر تجانس التباين باستخدام **One- Way ANOVA** كما سبق:

- بوضع المتغير Product في المربع الأيمن الخاص بقائمة Dependent List والمتغير Ferti في المربع الأيمن الخاص بقائمة Factor
- ثم نضغط على Options... لوصف المجموعات الخمس(F5 , F4, F3, F2, F1) وذلك بتنشيط Descriptive واختبار تجانس تباين المجموعات بتنشيط Homogeneity of variance test كما في المربع التالي:



- الضغط على Continue ثم OK فيظهر جدول Test of Homogeneity of Variances كالتالي:

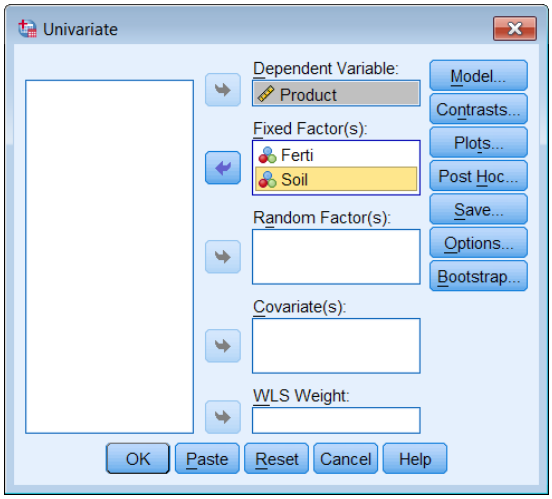
Test of Homogeneity of Variances			
Product			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.685	4	10	.229

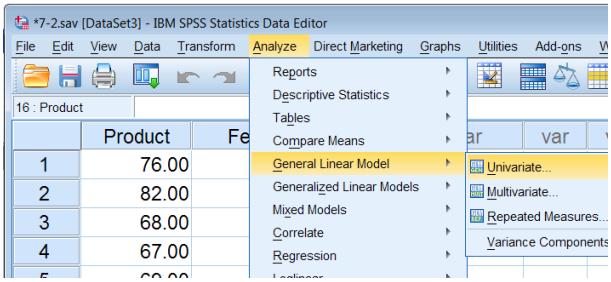
يلاحظ أن الجدول يحتوي على احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية (Sig = 0.229) وحيث أنها أكبر من 0.05 لذا يمكن قبول فرض تجانس تباينات إنتاجية المحصول للمجموعات الخمس.

من النتيجة (أ) و (ب) نلاحظ أن شروط (افتراضات استخدام تحليل التباين محققة) وبالتالي نعتمد على جدول تحليل التباين لاختبار فرض تساوي متوسطات إنتاجية المحصول للمجموعات الخمس.

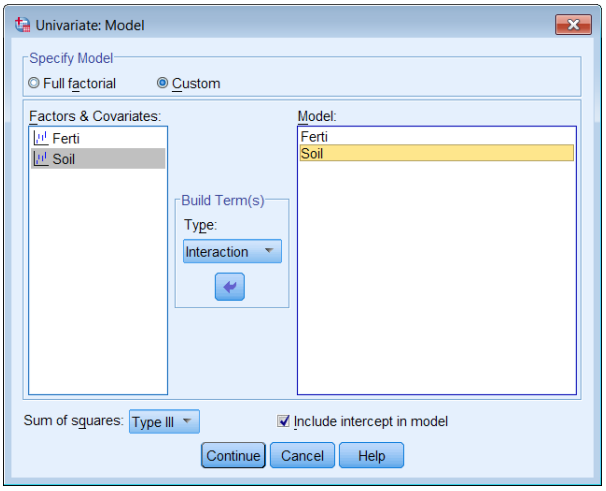
3- جدول تحليل التباين

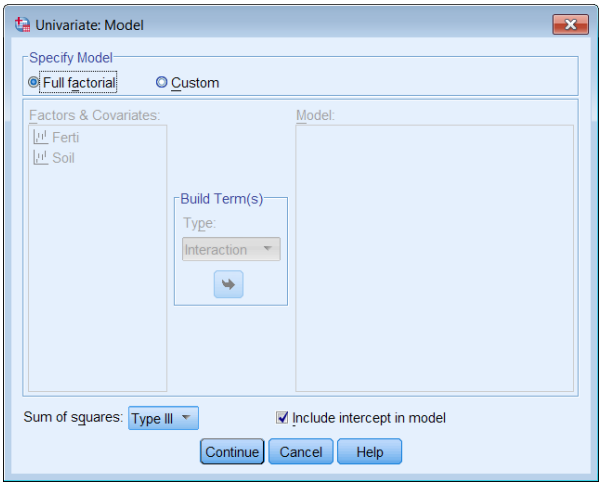
- من القائمة Analyze اختر General Linear Model ومن القائمة الفرعية اختر Univariate يظهر مربع الحوار التالي:





- ننقل المتغير Product الى المستطيل أسفل Dependent Variable والمتغيران Ferti و SOIL إلى المستطيل أسفل Fixed Factor(s) .
- اضغط على Model يظهر مربع الحوار التالي:
- اختر Custom وانقل المتغيرين Ferti و SOIL الى المستطيل أسفل Model ، اضغط **Continue** سنعود الى المربع الاصلي.





- اضغط على OK فيظهر المخرجات التالية:

مخرجات (1): جدول تحليل التباين ويلاحظ أن قيمة إحصائية الاختبار للنموذج هي $F = 12.449$ ، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.001) وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن النموذج الخطي الذي يمثل العلاقة بين إنتاجية المحصول كمتغير تابع، والعاملين (نوع التربة ، ونوع السماد) كمتغيرين مفسرين مناسب عند مستوى معنوية أقل من 1%.

بالنسبة للعامل الأول (Soil) يلاحظ أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 11.54$ ، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.004)، وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن هذا العامل يؤثر معنويا على إنتاجية المحصول عند مستوى معنوية أقل من **1**% ومن ثم يوجد على الأقل نوعين من التربة بين متوسطيهما فرق معنوي، كما يلاحظ بالنسبة للعامل الثاني (Ferti) أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 12.90$ ، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.001)، وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن هذا العامل يؤثر معنويا على إنتاجية المحصول، ومن ثم يوجد على الأقل نوعين من السماد بين متوسطيهما فرق معنوي.

كما يلاحظ في نهاية الجدول قيمة R Squared = 0.903 وهذا يعني أن العاملين (نوع التربة ، ونوع السماد) كمتغيرين مستقلين يفسران **90.3**% من الاختلافات الكلية في إنتاجية المحصول، والنسبة الباقية **9.7**% ترجع لأخطاء تجريبية.

مخرجات (1): جدول تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Product					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2395.200[a]	6	399.200	12.449	.001
Intercept	66267.267	1	66267.267	2066.547	.000
Ferti	1655.067	4	413.767	12.903	.001
Soil	740.133	2	370.067	11.541	.004
Error	256.533	8	32.067		
Total	68919.000	15			
Corrected Total	2651.733	14			
a. R Squared = .903 (Adjusted R Squared = .831)					

مخرجات (2): وصف احصائي لبيانات إنتاجية المحصول لكل سماد: حيث يحتوي الجدول على المتوسط والخطأ المعياري وفترة الثقة لإنتاجية المحصول لكل سماد.

مخرجات (2): وصف احصائي لبيانات إنتاجية المحصول لكل سماد

Estimates
Dependent Variable: Product

Ferti	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
F1	75.333	3.269	67.794	82.873
F2	65.000	3.269	57.461	72.539
F3	81.333	3.269	73.794	88.873
F4	56.333	3.269	48.794	63.873
F5	54.333	3.269	46.794	61.873

(4,6) تحليل التباين ثنائي الاتجاه مع تسجيل أكثر من مشاهدة للوحدة التجريبية:

يلاحظ في التطبيق السابق أن كل معالجة كررت مرة واحدة، أي أن $r_{ij} = 1$ أما اذا كان عدد القياسات قد سجل أكثر من مرة على سبيل المثال $r_{ij} = 3$ فيكون ادخال البيانات ونتائج التحليل كما في التطبيق التالي:

تطبيق (4,6): الدليل التطبيقي في تصميم وتحليل التجارب ص: 235

أجريت دراسة لتقدير ومقارنة كمية المواد الصلبة الملوثة في المياه (ماء Kg/10 L) والناتجة من الاستخدام بواسطة أربعة مصانع، في أربع فترات زمنية مختلفة في السنة وتم أخذ ثلاثة قياسات لكل مصنع وكانت البيانات كالتالي:

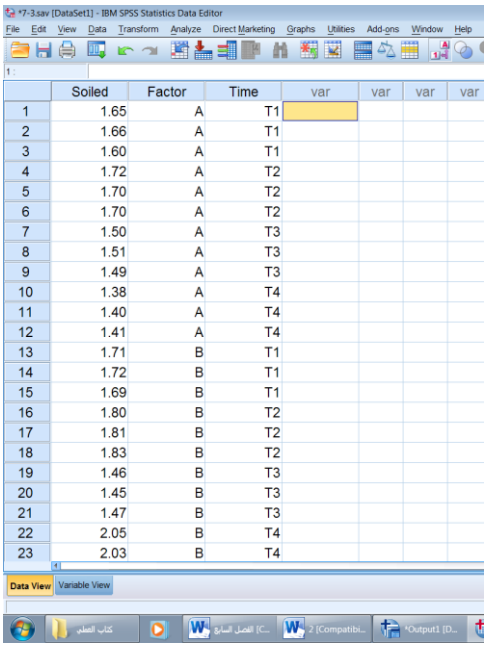
Factories	Time											
	T1			T2			T3			T4		
A	1.65	1.66	1.60	1.72	1.70	1.70	1.50	1.51	1.49	1.38	1.40	1.41
B	1.71	1.72	1.69	1.80	1.81	1.83	1.46	1.45	1.47	2.05	2.03	2.01
C	1.41	1.42	1.43	1.72	1.73	1.68	1.38	1.39	1.36	1.66	1.69	1.61
D	2.12	2.10	2.11	1.99	1.98	2.00	1.65	1.67	1.68	1.88	1.85	1.89

حل التطبيق (4,6) باستخدام برنامج SPSS

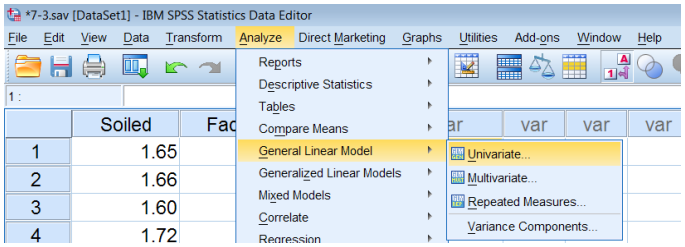
1- نقوم بادخال البيانات كما سبق كالتالي:

- إدخال المتغير التابع باسم (Soiled) في أول أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص بالمحصول الناتج لبدء عمليات الإدخال.
- إدخال المتغير المستقل الأول نوع المصنع (Factor) في ثاني أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص نوع المصنع لبدء عمليات الإدخال.
- إدخال المتغير المستقل الثاني الفترة الزمنية (Time) في ثالث أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار وذلك بالوقوف بالسهم على أول خانة من خانات العمود الخاص بالفترة الزمنية لبدء عمليات الإدخال.

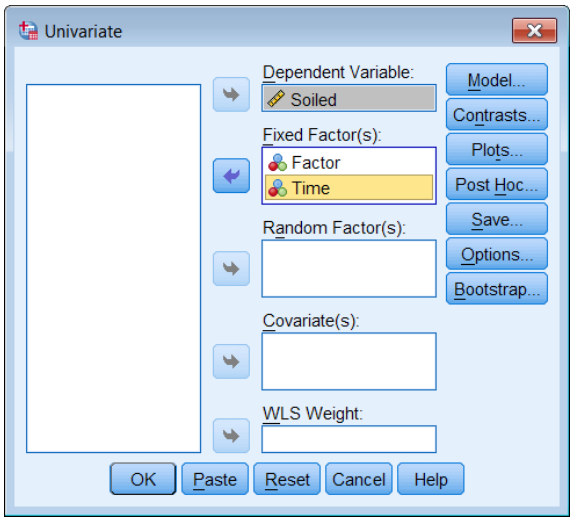
- تسمية المتغيرات التي تم إدخالها وذلك بالضغط على [Variable View]، بشريط التعليمات السفلي كما سبق فتظهر البيانات كالتالي:

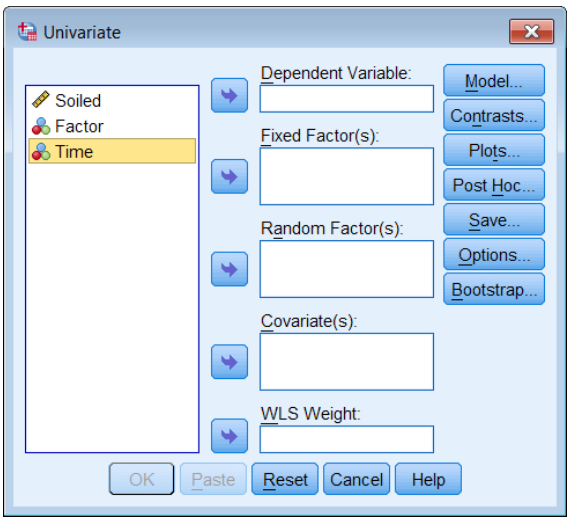


بعد اتمام ادخال البيانات من القائمة Analyze اختر General Linear Model ومن القائمة الفرعية اختر Univariate يظهر مربع الحوار التالي:

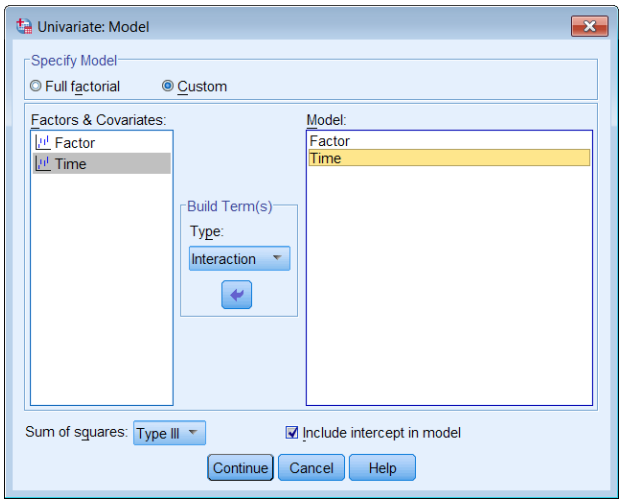


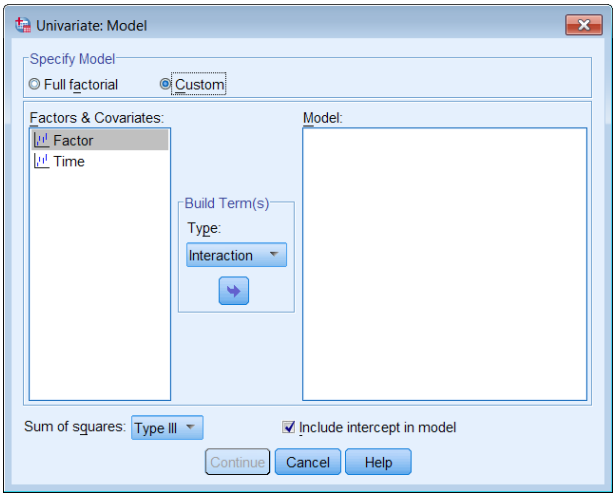
- ننقل المتغير Soiled الى المستطيل أسفل Dependent Variable والمتغيران Factor و Time إلى المستطيل أسفل Fixed Factor(s) .



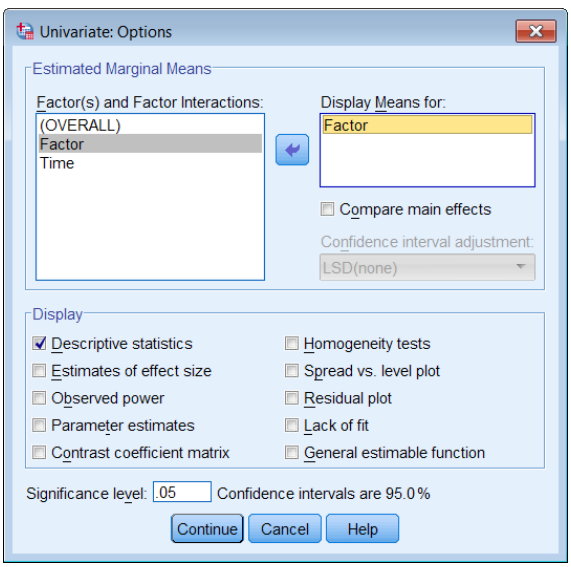


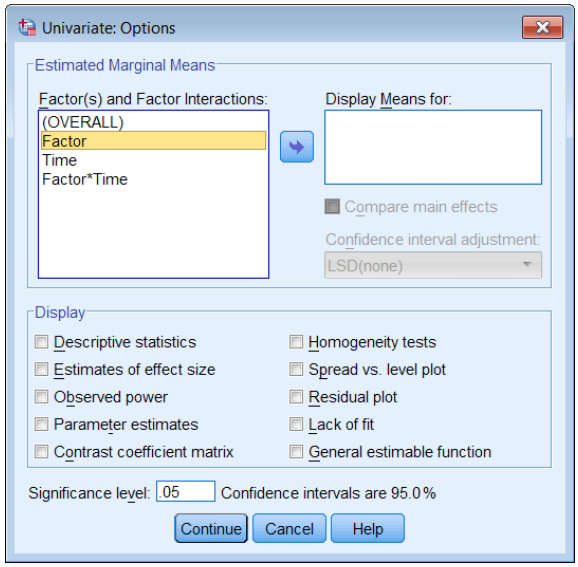
- اضغط على Model يظهر مربع الحوار التالي:
- اختر Custom وانقل المتغيرين Factor و Time الى المستطيل أسفل Model





- اضغط **Continue** سنعود الى المربع الاصلي.
- اضغط على **Options** ليظهر مربع الحوار التالي:
- انقل المتغير Factor الى المستطيل أسفل Display Mean For:
- اختار **Descriptive statistics**





- الضغط على Continue ثم OK فيظهر المخرجات التالية:

مخرجات (1): معلومات عن مستويات العاملين (Time, Factor): يلاحظ أن العامل الأول (المصنع Factor) وله 4 أنواع أخذت الرموز (D, C, B , A) والعامل الثاني (الفترة الزمنية Time) وله 4 فترات زمنية أخذت الرموز (T4 ,T3 , T2 , T1)، كما يلاحظ أن عدد المشاهدات لكل مصنع 12 مشاهدة، أيضا عدد المشاهدات لكل فترة زمنية 12.

مخرجات (1): معلومات عن مستويات العاملين (Factor and Time).

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Factor	1.00	A	12
	2.00	B	12
	3.00	C	12
	4.00	D	12
Time	1.00	T1	12
	2.00	T2	12
	3.00	T3	12
	4.00	T4	12

مخرجات (2): وصف احصائي عبارة عن الوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل توليفة وكذلك عدد المشاهدات لكل توليفة.

مخرجات (2): وصف إحصائي للمعالجات

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: Soiled				
Factor	Time	Mean	Std. Deviation	N
A	T1	1.6367	.03215	3
	T2	1.7067	.01155	3
	T3	1.5000	.01000	3
	T4	1.3967	.01528	3
	Total	1.5600	.12649	12
B	T1	1.7067	.01528	3
	T2	1.8133	.01528	3
	T3	1.4600	.01000	3
	T4	2.0300	.02000	3
	Total	1.7525	.21469	12
C	T1	1.4200	.01000	3
	T2	1.7100	.02646	3
	T3	1.3767	.01528	3
	T4	1.6533	.04041	3
	Total	1.5400	.15190	12
D	T1	2.1100	.01000	3
	T2	1.9900	.01000	3
	T3	1.6667	.01528	3
	T4	1.8733	.02082	3
	Total	1.9100	.17125	12
Total	T1	1.7183	.26122	12
	T2	1.8050	.12109	12
	T3	1.5008	.11082	12
	T4	1.7383	.24994	12
	Total	1.6906	.22408	48

مخرجات (3): جدول تحليل التباين ويلاحظ أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 18.615$، وأن القيمة الاحتمالية (**sig.=0.000**) وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن النموذج الخطي الذي يمثل العلاقة بين كمية المواد الصلبةالملوثة في المياه كمتغير تابع، والعاملين (المصنع ، الزمن) كمتغيرين مفسرين مناسب عند مستوى معنوية أقل من 1%.

بالنسبة للعامل الأول (Factor) يلاحظ أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 23.734$، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.000)، وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن هذا العامل يؤثر معنويا على المواد الصلبة

الملوثة في المياه عند مستوى معنوية أقل من **1**%، ومن ثم يوجد على الأقل متوسطي للمواد الصلبة الملوثة في المياه الناتجة من استخدام مصنعين مختلفين بينهما فرق معنوي.كما يلاحظ بالنسبة للعامل الثاني (Time) أن قيمة إحصائية الاختبار $F = 13.496$ ، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.000)، وحيث أنها أقل من 0.05 مما يدل على أن هذا العامل يؤثر معنويا على المواد الصلبة الملوثة في المياه ومن ثم يوجد على الأقل متوسطين للمواد الصلبة الملوثة في المياه الناتجة من استخدام فترتين مختلفتين بينهما فرق معنوي.

كما يلاحظ في نهاية الجدول قيمة R Squared = 0.73 وهذا يعني أن العاملين (المصنع ، والفترة الزمنية) كمتغيرين مستقلين يفسران **0.73**% من الاختلافات الكلية في المواد الصلبة الملوثة في المياه الناتجة من الاستخدام، والنسبة الباقية **27**% ترجع لأخطاء تجريبية.

مخرجات (3): جدول تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Soiled					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.726[a]	6	.288	18.615	.000
Intercept	137.194	1	137.194	8876.819	.000
Factor	1.100	3	.367	23.734	.000
Time	.626	3	.209	13.496	.000
Error	.634	41	.015		
Total	139.554	48			
Corrected Total	2.360	47			
a. R Squared = .731 (Adjusted R Squared = .692)					

تطبيقات

استخدام برنامج SPSS للاجابة على التطبيقات التالية

1-وزعت ثلاث طرق للتغذية (A_1, A_2, A_3) على 30 حيواناً بطريقة عشوائية وقيست الزيادة في الأوزان بالكيلوجرام لتلك الحيوانات وكانت النتائج كما يلي:

A1	5.09	4.41	3.73	4.14	5	3.32	3.73	3.94	3.56	4.07
A2	4.23	5.45	4.27	4.59	4.68	4.14	3.77	5.09	4.78	4.92
A3	4.73	5.23	4.05	3.59	4.91	3.82	4.26	4.59	4.04	4.38

المطلوب:

أ. هل بيانات الزيادة في الأوزان تتبع التوزيع الطبيعي؟

ب. اختبار الفرضية القائلة بأن التباين متجانس.

ت. هل يوجد اختلاف معنوي في الأوزان باختلاف طرق التغذية مستخدماً مستوى دلالة 0.05؟

2-تمثل البيانات التالية عدد الوحدات المعيبة من إنتاج أربع أنواع من الآلات خلال أحد الورديات.

T4	T3	T2	T1
9	12	11	10
7	12	9	10
10	10	9	12
8	11	9	12
7	10	11	10

والمطلوب

أ. اختبار طبيعية البيانات.

ب. عرض جدول تحليل التباين الأحادي.

ت. اختبار فرض تساوي متوسطات عدد الوحدات المعيبة للآلات الأربعة، $\alpha = 0.05$.

ث. تقدير فترة ثقة 95% للفرق بين متوسطي عدد الوحدات المعيبة من انتاج النوع الأول والنوع الثالث من الآلات.

3-أربعة طرق لعلاج تقرحات الحمى، بما في ذلك العلاج البديل (الكنترول)، وزعت عشوائيا على مريض من المصابين بمرض تقرحات الحمى، ويبين الجدول التالي عدد الأيام منذ ظهور بثور الحمى وحتى اكتمال الشفاء، لكل معالجة من المعالجات.

Treatment	عدد الأيام اللازمة للشفاء الكامل					
Placebo(T_1)	5	8	7	7	10	8
T_2	4	5	6	3	5	6
T_3	6	4	4	5	4	3
T_4	9	3	5	7	7	6

المطلوب: كتابة تقرير مفصل عن التجربة.

4-أجريت تجربة شملت ثلاث سلالات(معاملات) من الابقار لدرا سة تأثير السلالة في نسبة الدهن في الحليب وضمت كل سلالة أربعة أبقار أخذت عينة حليب واحدة من كل منها لقياس نسبة الدهن وكانت النتائج كالاتي:

السلالة	نسبة الدهن			
فريزيان	3	3	4	2
براون سويس	4	3	5	4
جرسي	3	3	3	4

المطلوب: اختبار فرض تساوي متوسطات نسب الدهون في الحليب لسلالات الأبقار.

5-رغب أحد الباحثين في اختبار تساوي متوسطات الزيادة في الوزن لثلاث أنواع من العليقة (a_1, a_2, a_3) التي يمكن أن تتناولها العجول النامية، قام باختيار ثلاث عينات عشوائية من العجول حجم كل منها 6 ، ووزع الأنواع الثلاثة من العلائق على العينات الثلاث بطريقة عشوائية ، وبعد فترة زمنية من تطبيق هذا البرنامج الغذائي قام بقياس الزيادة في الوزن بالكيلوجرام وكانت كالتالي:

a_1	a_2	a_3
14	20	9
15	22	14
16	21	21
14	27	8
16	23	7
15	19	19

المطلوب:

أ. اختبار الفرضية القائلة بأن التباينات متجانسة.

ب. كون جدول تحليل التباين، واختبر فرض تساوي متوسطات الزيادة في الوزن للعلائق الثلاث؟ $\alpha = 0.05$.

ت. أنشأ فترة ثقة 95% للفرق بين كل وسطين.

6-تمثل البيانات التالية إنتاجية ثلاثة أصناف من القمح بالهكتار.

الأصناف	الإنتاجية بالهكتار					
A_1	16.17	8.21	16.93	14.31		
A_2	16.35	18.84	16.00	18.95	18.19	17.00
A_3	21.05	17.82	21.77	19.08	21.35	

والمطلوب الحصول على كافة النتائج الخاصة بتحليل التباين الأحادي، وكتابة التحليل الإحصائي لها.

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

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

والمطلوب:

1- صياغة نموذج تحليل التباين الذي يعبر عن هذه البيانات

2- تحقق من افتراض تساوي التباينات.

3- قم بإجراء التحليل المناسب.

4- أنشأ فترة ثقة 95% للفرق بين كل وسطين

8-في دراسة حول حجم حبيبات البرد الساقطة على إحدى المدن ،قام أحد الباحثين بتقسيم المدينة إلى أربعة أقسام حسب بعدها عن مركز المدينة ، لمعرفة أثر التلوث الهوائي في حجم حبيبات البرد ، فحصل على البيانات التالية:

المنطقة A	10	11	18	17	12	13	15	8	6	7	10
المنطقة B	8	10	15	12	10	11	14	7	6	5	8

المنطقة C	8	9	12	10	6	12	11	6	5	5	8
المنطقة D	11	12	10	12	8	9	8	6	3	4	11

المطلوب: هل يوجد اختالف حقيقي بين حجم حبيبات البرد في المناطق الأربع؟ وهل يوجد اختلاف بين المنطقة A والمنطقة B ؟

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

نوع التربة	نوع السماد			
	A	B	C	D
طينية	60	85	77	80
	75	80	85	85
	80	79	67	86
	67	66	90	77
رملية	90	78	88	85
	90	59	80	66
	88	67	78	67
	77	85	77	84

المطلوب:اختبر تأثير السماد ونوع التربة على محصول القمح.

10-أجريت تجربة لدراسة تأثير خمسة أنواع من السماد على محصول الذرة حيث كان هناك ثلاثة أنواع للبذور، وكانت النتائج كالتالي:

	Fert I	Fert II	Fert III	Fert IV	Fert V
Seed A-402	106, 110	95, 100	94, 107	103, 104	100, 102
Seed B-894	110, 112	98, 99	100, 101	108, 112	105, 107
Seed C-952	94, 97	86, 87	98, 99	99, 101	94, 98

المطلوب: اختبر ما اذا كان هناك فرق معنوي بين أصناف البذور وبين أنواع السماد، وهل يوجد تفاعل بين أصناف البذور و أنواع السماد بمستوى معنوية 0.05؟