الفصل الحادي عشر
تحليل التغاير

(11,1) مقدمة

في كثير من النواحي التطبيقية عند إجراء تجربة وفقا لأحد التصاميم، يظهر للباحث بعض المتغيرات الكمية الأخرى التي تشترك مع المعالجات جنباً إلى جنب في التأثير على الظاهرة محل الدراسة، ومن ثم يحتاج الباحث إلى عزل آثار هذه المتغيرات لتحديد الأثار الفعلية للمعالجات، وعدم الأخذ في الاعتبار هذه المتغيرات يترتب عليه زيادة في حجم تباين الخطأ التجريبي مما يؤدي إلى الوصول لنتائج مضللة للتقديرات من ناحية، واتخاذ قرارات غير سليمة بخصوص معنوية آثار المعالجات من ناحية أخرى.

وتحليل التغاير هو نوع من الضبط الإحصائي حيث يتم قياس متغير (أو أكثر) خارجي له أثر علي المتغير التابع، وذلك بهدف عزل أثر هذا المتغير الخارجي علي المتغير التابع فإذا كان الهدف من الدراسة مقارنة عدة أنواع من الغذاء لزيادة الوزن والمتغير التابع هو الزيادة في الوزن، أما المتغير الخارجي (المصاحب) والذي له أثر علي الزيادة في الوزن هو الوزن قبل التجربة وهو أمر مقبول لأن الأشخاص غير متساويين في الوزن، وبذلك يُستخدم تحليل التغاير لعزل أثر الوزن قبل التجربة، وهكذا يقرر الباحث اختبار المتغير المصاحب (الوزن) على ضوء قوة العلاقة الارتباطية بين متغير الوزن والمتغير التابع (الزيادة في الوزن) وأن معرفة درجة الارتباط بين متغير الوزن ومتغير الزيادة في الوزن مهمة هنا فكلما زاد الارتباط بينهما زاد التباين العائد إلى المتغير المصاحب وبالتالي كانت إجراءات (ANCOVA) أكثر فعالية في تقليل تباين الخطأ، حيث تزداد درجة دقة النتائج من استخدام تحليل التغاير.

(11,2)متى يستخدم تحليل التغاير:

يعتبر تحليل التغاير من الأساليب المستخدمة مع التصميم شبه التجريبي والفرق بينهما انه في حال التصميم التجريبي يتم ضبط المتغيرات المتحكمة في المتغير التابع أما في التصميم شبه التجريبي فإن بعض المتغيرات المؤثرة في النتائج لم يتم إجراء تكافؤ بين المجموعات التجريبية والضابطة إنما تم قياس تلك المتغيرات فقط وبالتالي فإن استخدام الاختبار البديل وهو تحليل التباين لن يعطي نتائج حقيقة، لذلك نستخدم اختبار تحليل التغاير.

(11,3) أهداف تحليل التغاير:

يهتم أسلوب تحليل التغاير بدراسة وتحليل أثر عدة متغيرات مختلفة النوعية على متغير تابع كمي، وتطبيق هذا الأسلوب في مجال تصميم وتحليل التجارب يسعي لتحقيق الأهداف التالية:

- تقدير الأثار الفعلية للمعالجات واختبار تساوي متوسطاتها بعد إزالة آثار المتغيرات الكمية المستقلة الأخرى على المتغير التابع.
- تقدير آثار المتغيرات الكمية واختبار معنويتها مع تثبيت آثار المعالجات.
- تقدير فترة ثقة للفرق بين متوسطات المعالجات المعدلة (أي المتوسطات المحسوبة بعد إزالة آثار المتغيرات الكمية الأخرى).

(11,4)شروط تطبيق تحليل التغاير:

1- أن تكون العينات موضع المقارنة مستقلة.

2- أن تكون العينات مسحوبة من مجتمعات ذات توزيعات طبيعية. ، وقد اقترح بعض الباحثين أن هذا الشرط يمكن التغاضي عنه في حال العينات التي تزيد عن 30 .

3- أن تكون تباينات المجتمعات متساوية بمعنى تجانس التباين بين المجتمعات.

4- أن تكون العلاقة بين متغير التغاير والمتغير التابع خطية.

5- عدم وجود تفاعل بين متغير التغاير والمعالجات.

(11,5) نموذج تحليل التغاير في حالة تصميم تام تعشية.

Analysis of covariance for a CRD

بفرض أنه أجريت تجربة وفقا لتصميم تام التعشية، لدراسة وتحليل أثر t من المعالجات $T_1,...T_t$ ، على المتغير التابع الكمي y ، وأن المتغير الكمي x هو أحد المتغيرات المستقلة التي يرى الباحث أنه يشارك المعالجات في التأثير على المتغير التابع Y محل الدراسة، في هذه الحالة يكون مصادر الاختلاف في المتغير التابع y ثلاث مصادر هي:

- المعالجات.
- المتغير الكمي المستقل x . $\overline{Y_{..}} = Y_{..}/rt$ $\overline{Y_{..}} = Y_{..}/rt$ $\sum_i Y_{i.} = Y_{..} \sum_i X_{i.} = X_{..}$

- الأخطاء التجريبية.

يعطي الجدول التالي المشاهدات لتجربة بها t من المعالجات وفي كل مجموعة r من المشاهدات

المعالجة I		...		المعالجة i		المعالجة t		
Y_{11}	X_{11}	…	…	Y_{i1}	X_{i1}	Y_{t1}	X_{t1}	
Y_{12}	X_{12}	…	…	Y_{i2}	X_{i2}	Y_{t2}	X_{t2}	
…	…	…	…	…	…	…	…	
Y_{1r}	X_{1r}	…	…	Y_{ir}	X_{ir}	Y_{tr}	X_{tr}	
المجموع $Y_{1.}$	$X_{1.}$	…	…	$Y_{i.}$	$X_{i.}$	$Y_{t.}$	$X_{t.}$	$\sum_i Y_{i.} = Y_{..}$ ، $\sum_i X_{i.} = X_{..}$
المتوسط $\overline{Y}_{1.}$	$\overline{X}_{1.}$	…	…	$\overline{Y}_{i.}$	$\overline{X}_{i.}$	$\overline{Y}_{t.}$	$\overline{X}_{t.}$	$\overline{Y}_{..} = Y_{..}/rt$ ، $\overline{Y}_{..} = Y_{..}/rt$

واستنادًا لذلك يمكن صياغة النموذج الخطي الذي يعكس هذه المصادر الثلاث كالتالي:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(x_{ij} - \overline{x}..) + \varepsilon_{ij} \qquad (10.1)$$

حيث أن:

y_{ij} : المشاهدة على الوحدة التجريبية رقم j التي استلمت المعالجة رقم i ، i=1,2,…,t ، j=1,2,…,r

μ : متوسط عام.

τ_i : أثر المعالجة رقم i

x_{ij} : المتغير الكمي المستقل المشاهد على الوحدة التجريبية رقم j التي استلمت المعالجة رقم i، ويطلق عليه بالمتغير المفسر أو متغير التغاير أو المتنبأ منه.

$\overline{x}..$: المتوسط العام للمتغير الكمي المستقل، $(\overline{x}.. = x../tr)$.

β : أثر المتغير الكمي الستقل x على المتغير التابع y ، ويسمى بمعامل الانحدار، ويبين هذا المعامل اتجاه نوع هذا الأثر (إيجابي، أو سلبي) ، وكذلك مقدار التغير في المتغير التابع y إذا تغيرت x بوحدة واحدة.

ε_{ij} : الخطأ التجريبي للوحدة التجريبية رقم j التي استلمت المعالجة رقم i.

والنموذج (10.1) أعلاه هو نموذج خطي يسمى بنموذج تحليل التغاير.

افتراضات النموذج

يستند هذا النموذج على الافتراضات التالية:

1. المتغير التابع كمي متصل وله توزيع طبيعي، ومشاهداته مستقلة.
2. المتغير المستقل x كمي ومعطاه فهو متغير محدد.

3. مجموع آثار المعالجات يساوي صفرا، $\sum_{i=1}^{t} \tau_i = 0$ كما أنها مستقلة خطيا عن المتغيرات المستقلة x .
4. الأخطاء التجريبية متغيرات عشوائية لها توزيع طبيعي متوسطه صفرا وتباينه σ^2 ثابت من مشاهدة لأخرى.
5. الأخطاء التجريبية مستقلة خطيا عن المتغيرات المستقلة x .

(11,6) الاستدلال الإحصائي.

لتحقيق أهداف تحليل التغاير في مجال التصميم، يجب إجراء الاستدلال الإحصائي والذي يتناول تقديرات فترات الثقة واختبارات الفروض التالية:

1. اختبار فرض تساوي متوسطات المعالجات عندما يعزل أثر المتغير المستقل x الذي أخذ في الاعتبار عند التصميم.
2. تقدير فترة ثقة لمعامل انحدار المتغير المستقل β وكذلك اختبار معنويته.
3. تقدير فترات ثقة لمتوسط المعالجة وكذلك للفرق بين متوسطي معالجتين.
4. إجراء المقارنات المتعددة لمتوسطات المعالجات المعدلة.

(11,6,1) اختبار فرض تساوي متوسطات المعالجات.

فرض العدم:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = ... = \mu_t = \mu$$

والفرض البديل: يوجد على الأقل متوسطي ل مختلفين.

$$H_1 : at \quad least \quad one \quad of \quad \mu_i \neq \mu$$

ولكي يتم اختبار فرض تساوي متوسطات المعالجات يجب تكوين جدول تحليل التباين المعدل أو ما يسمى بجدول تحليل التغاير.

جدول تحليل التباين المعدل (جدول تحليل التغاير)

من نموذج تحليل التغاير (10.1) يلاحظ أن مصادر الاختلاف في المتغير التابع ثلاث هي: المعالجات ودرجات حريتها (t-1) ، والمتغير الكمي المستقل x وله درجة حرية واحدة، والأخطاء التجريبية ولها درجات حرية (tr-t-1). ومن ثم يأخذ جدول تحليل التباين الشكل التالي:

S.O.V	SS	df	MS	F*
Treat.	$SSTr \mid x$	$t-1$	$MSTr \mid x$	$F_{Tr}^{*} = (MSTr \mid X)/(t-1)$
X	$SSX \mid Tr$	1	$MSX \mid Tr$	$F_{X}^{*} = (MSX \mid X)/1$
Error	$SSE\ (Tr, X)$	$tr - t - 1$	$MSE\ (Tr, X)$	
Corrected Total	$SSTo$	$tr - 1$		

حيث أن:

$SSTr \mid x$: هو مجموع المربعات التي أضافتها المعالجات عند إدخالها في النموذج الخطي الذي يشمل المتغير المستقل x

$SSX \mid Tr$: هو مجموع المربعات التي أضافها المتغير المستقل x عند إدخاله في النموذج الخطي الذي يشمل المعالجات.

$SSE\ (Tr, X)$: مجموع المربعات في النموذج الخطي الذي يشمل كلا المتغيرين (المعالجات والمتغير المستقل x).

$SSTo$: مجموع المربعات الكلي ويحسب بالمعادلة التالية:

$$SSTo = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} y_{ij}^{2} - CF\ ,\quad CF = \frac{y_{..}^{2}}{tr}$$

ومجموع المربعات الذي أضافه كل مصدر من المصادر أعلاه يحسب باتباع الخطوات التالية:

أولا:حساب مجموع مربعات الخاصة بتحليل التباين لكل من y ، x ، xy كما هو مبين بالجدول التالي:

1- بالنسبة للمتغير y

S.O.V	y	
Treat	$Tyy = \frac{1}{r}\sum y_{i.}^{2} - CF_{y}$	مجموع المربعات للمعالجات الغير مصحح
Error	$Eyy = Syy - Tyy$	مجموع مربعات للخطأ الغير مصحح
Total	$Syy = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} y_{ij}^{2} - CF_{y}$	مجموع المربعات الكلي الغير مصحح

2- بالنسبة للمتغير x

S.O.V	x	
Treat	$Txx = \frac{1}{r}\sum x_i.^2 - CF_x$	مجموع المربعات للمعالجات الغير مصحح
Error	$Exx = Sxx - Txx$	مجموع مربعات للخطأ الغير مصحح
Total	$Sxx = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} x_{ij}^2 - CF_x$	مجموع المربعات الكلي الغير مصحح

3- بالنسبة لحاصل ضرب xy

S.O.V	xy	
Treat	$Txy = \frac{1}{r}\sum (x_i.y_i.) - CF_{xy}$	مجموع المربعات للمعالجات الغير مصحح
Error	$Exy = Sxy - Txy$	مجموع مربعات للخطأ الغير مصحح
Total	$Sxy = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} (x_{ij}\,y_{ij}) - CF_{xy}$	مجموع المربعات الكلي الغير مصحح

ملاحظة: القيم Txy و Exy و Sxy ممكن أن تكون سالبة.

ثانياً: حساب مجموع المربعات المصحح

مجموع المربعات الكلي المصحح هو:

$$(adj.SSTo) = Syy - \frac{(Sxy)^2}{Sxx}$$

مجموع مربعات الخطأ المصحح سيكون:

$$[SSE\ (Tr, x)] = Eyy - \frac{(Exy)^2}{Exx}$$

مجموع مربعات المعالجات المصحح هو:

$$(SSTr \mid x) = SSTo - SSE$$

ومن ثم يكون جدول تحليل التباين المعدل (التغاير) التالي:

S.O.V	SS	df	MS	F^*
x	$(SSX \mid Tr)$	1	$MSX = (SSX \mid Tr)/1$	$F_x^* = MSX / MSE$
Treat	$(SSTr \mid x)$	$t-1$	$MSTr = (SSTr \mid x)/(t-1)$	$F_T^* = MSTr / MSE$
Error	$[SSE\ (Tr, X)]$	$tr - t - 1$	$MSE = [SSE\ (Tr, x)]/(tr - t - 1)$	
Corrected Total	$SSTo = Syy$	$tr - 1$		

اذا كانت F_T^* من جدول تحليل التغاير أكبر من القيمة الجدولية $F_\alpha\ (t-1, tr-t-1)$ فاننا نرفض فرض العدم عند مستوى معنوية α.

ويلاحظ من الجدول أنه قد حذفت درجة حرية واحدة لكل من الخطأ ومجموع المربعات الكلية وذلك نتيجة لتقدير معامل الانحدار β.

(11,6,2) تقدير فترة ثقة لمعامل انحدار المتغير المستقل وكذلك اختبار معنويته.

تقدير معامل الانحدار β هو:

$$Point\ Esti\quad mate = \hat{\beta} = \frac{Exy}{Exx}$$

ويكون الخطأ المعياري للتقدير $\hat{\beta}$ هو

$$S.E_{\hat{\beta}} = \sqrt{MSE / E_{xx}}$$

ويمكن تكوين فترة ثقة $(1-\alpha)\%$ لمعامل الانحدار β وهي:

$$\hat{\beta} \pm (t_{(1-\alpha/2,\ tr-t-1)})\ (S.E_{\hat{\beta}})$$

اختبار معنوية معامل الانحدار

فرض العدم:

$$H_0 : \beta = 0$$

الفرض البديل:

$$H_1 : \beta \neq 0$$

إحصائية الاختبار:

$$F_\beta^* = MSX \ / MSE$$

اذا كانت القيمة المحسوبة F_{β}^{*} أكبر من القيمة الجدولية $F_{\alpha}(1, tr-t-1)$ نرفض الفرض العدم ونقبل الفرض البديل ويستدل من ذلك على أن متغير التغاير له أثر معنوي على المتغير التابع.

(11,6,3) تقدير فترات ثقة لمتوسط المعالجة μ_i

لتقدير فترة ثقة الخاص بمتوسط المعالجة μ_i يتم اتباع الآتي:

حساب التقدير بنقطة لمتوسط المعالجة ($\bar{y}_{i.}^{*}$) بعد إزالة أثر المتغير الكمي المستقل x وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$\bar{y}_{i.}^{*} = \bar{y}_{i.} - \hat{\beta}(\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})$$

حساب الخطأ المعياري لهذا التقدير $S.E_{\bar{y}_{i.}^{*}}$ ويحسب بالمعادلة التالية:

$$S.E_{\bar{y}_{i.}^{*}} = \sqrt{MSE\left(\frac{1}{r} + \frac{(\bar{x}_{i.} - \bar{x}_{..})^2}{Exx}\right)}$$

وبتطبيق الصيغة المشهورة لفترة الثقة $(1-\alpha)\%$ وهي:

$$Point\ Esti\ mate \pm (Tabulated\ Value)(Standard\ Error)$$

يمكن تكوين فترة ثقة $(1-\alpha)\%$ للمتوسط μ_i وهي:

$$\bar{y}_{i.}^{*} \pm (t_{(1-\alpha/2,\ df_{error})})(S.E_{\bar{y}_{i.}^{*}})$$

(11,7) استخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تحليل التغاير

بفرض أنه أجريت تجربة وفقا لتصميم تام التعشية، لدراسة وتحليل أثر t من المعالجات $T_1,...T_t$، على المتغير التابع الكمي Y، وأن المتغير الكمي x هو أحد المتغيرات المستقلة التي يرى الباحث أنه يشارك المعالجات في التأثير على المتغير التابع Y محل الدراسة، ومع تحقق الافتراضات الخاصة بنموذج تحليل التغاير السابق عرضها، يكون مصادر الاختلاف في المتغير التابع Y ثلاث مصادر هي:

- المعالجات .Treat
- المتغير الكمي المستقل x .
- الأخطاء التجريبية.

ويعطي الجدول التالي المشاهدات لتجربة بها t من المعالجات وفي كل مجموعة r من المشاهدات

عرض بيانات التجربة في حالة تحليل التغاير

المعالجة 1		...		المعالجة i				المعالجة t	
y_{11}	x_{11}	...	...	y_{i1}	x_{i1}	...	...	y_{t1}	y_{t1}
y_{12}	x_{12}	...	...	y_{i2}	x_{i2}	...	...	y_{t2}	y_{t2}
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
y_{1r}	x_{1r}	...	...	y_{ir}	x_{ir}	...	...	y_{tr}	y_{tr}

يمكن استخدام برنامج SPSS في الحصول على كافة النتائج الخاصة بتحليل التغاير وفقا لأي من التصميمات التجريبية السابقة، حيث يتم الأخذ في الاعتبار أن المدخلات في برنامج *SPSS* تشمل في هذه الحالة بيانات كل من المتغير التابع الرقمي Y والمتغير المستقل الكمي أو الرقمية X ، والمتغير الوصفي T، والذي يشمل t معالجة .

تطبيق (11,1):

تم اختيار 9 مفحوصين عشوائياُ وتوزيعهم علي 3 مجموعات (T_1, T_2, T_3) درست كل مجموعة منهم بإحدى طرق تدريس الرياضيات وتم قياس الاستعداد الرياضي *Apt* وهو المتغير الكمي المستقل ، ويرمز له بالرمز (X) والتحصيل *Ach* وهو المتغير التابع ، ويرمز له بالرمز (Y) حيث تم قياس الاستعداد الرياضي أو القدرة الرياضية قبل التجربة وقياس التحصيل بعد التجربة ، ولخصت النتائج بالجدول التالي.

المجموعات					
T_1		T_2		T_3	
Apt (X)	*Ach* (Y)	*Apt* (X)	*Ach* (Y)	*Apt* (X)	*Ach* (Y)
8	6	7	8	9	12
4	3	5	7	10	12
6	4	8	10	7	10

والمطلوب

أولا: استخدام برنامج SPSS في الحصول على النتائج التالية:

- التحقق من توازي خطوط الانحدار للمجموعات الثلاث من خلال العرض البياني للخطوط.
- التحقق من توازي خطوط الانحدار للمجموعات الثلاث من خلال الاختبارات الإحصائية.
- فترات الثقة 95% لمتوسطات المعالجات، باستخدام تقديرات المتوسطات المعدلة.
- فترات الثقة 95% للفرق بين متوسطي كل معالجتين باستخدام تقديرات المتوسطات المعدلة.

- جداول تحليل التباين للنماذج المستخدمة.

ثانيا: التحليل الإحصائي للنتائج المتحصل عليها.

الحل:

لاستخدام برنامج SPSS في الحصول على نتائج تطبيق(11,1) تحليل التغاير في حالة تصميم تام تعشية يمكن إدخال أسماء المتغيرات وقراءة البيانات كما هي موضحة:

method	Apt	Ach
1	8	6
1	4	3
1	6	4
2	7	8
2	5	7
2	8	10
3	9	12
3	10	12
3	7	10

الآن لدينا ثلاثة متغيرات وهم :

- المتغير المستقل: طريقة بثلاث مستويات أو ثلاثة مجموعات مستقلة .
- متغير التغاير: اختبار الاستعداد الرياضي أو القدرة الرياضية Apt.
- المتغير التابع: اختبار التحصيل في الرياضيات Ach

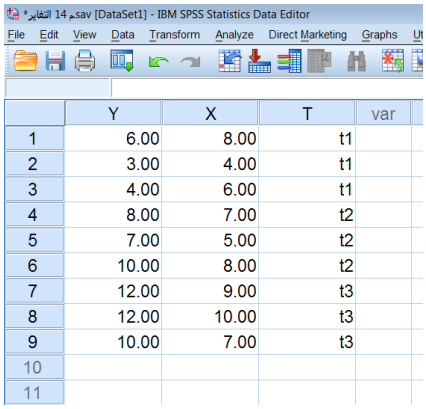
والواقع أن اختبار انكوفا يحاول حذف أثر المتغير المصاحب من المتغير التابع – التحصيل - ومن ثم نستخدم اختبار – تحليل التباين (F) علي المتوسطات المعدلة للاختبار التحصيلي لتبين الفروق بينها ، وفي حال وجود أكثر من طريقتين أو عينتين يجب استخدام اختبارات المقارنة البعدية وبرنامج SPSS لديه LSD وبونفروني وSidak المعدل لتحسس موضع الفروق، ولكن يفضل اختبار بونفروني و Sidak لأنهما يعتمدان علي المتوسطات المعدلة.

الآن نقوم بادخال البيانات كما سبق كالتالي:

- إدخال المتغير التابع باسم (Y) في أول أعمدة الملف الفارغ من جهة اليسار والخاص مستوى التحصيل Ach.
- إدخال المتغير المستقل الكمي X والذي يعبر عن الاستعداد الرياضي Apt في العمود الثاني.
- إدخال المتغير المستقل الوصفي T ويعبر عن طرق التدريس المختلفة وله ثلاث مستويات ويرمز لها بالرموز

t_1, t_2, t_3.

فتصبح البيانات كالتالي:



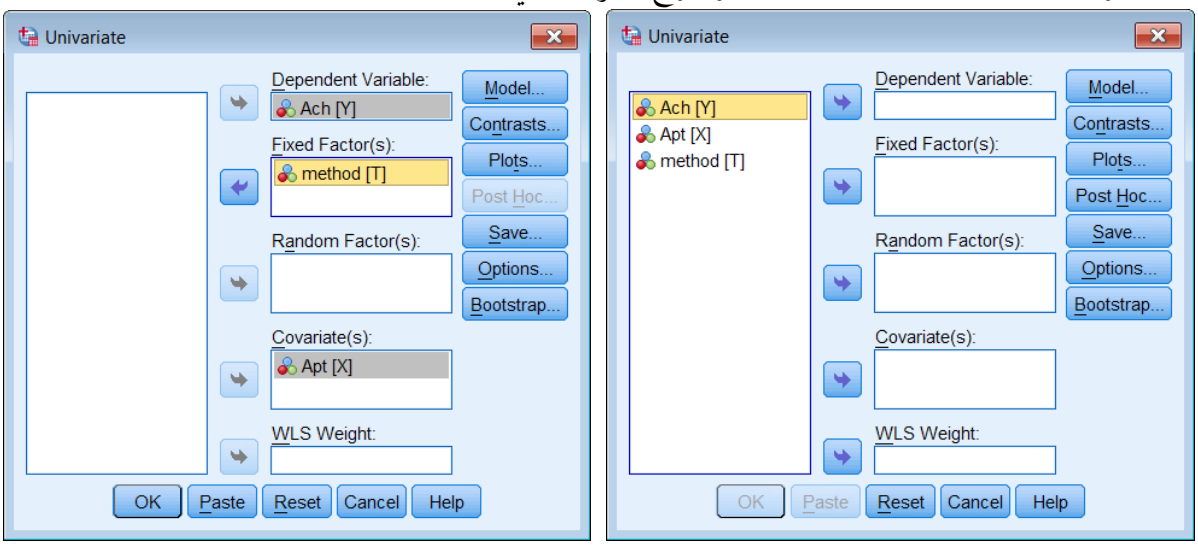
	Y	X	T	var
1	6.00	8.00	t1	
2	3.00	4.00	t1	
3	4.00	6.00	t1	
4	8.00	7.00	t2	
5	7.00	5.00	t2	
6	10.00	8.00	t2	
7	12.00	9.00	t3	
8	12.00	10.00	t3	
9	10.00	7.00	t3	
10				
11				

قبل البدأ في استخدام اختبار التغاير يجب أولاً التحقق من صحة الفرضيات كما يلي:

1- التحقق من فرضية تجانس التباين بين المجتمعات، وفرضية عدم وجود تفاعل بين متغير التغاير والمعالجات.

يجب أن يكون التباين متجانساً لكل المجموعات وهو نفس شرط اختبار أنوفا مع ملاحظة شرط الاعتدالية أيضاً، كما يجب التحقق من عدم وجود تفاعل بين متغير التغاير والمعالجات ولذلك نتبع التالي:

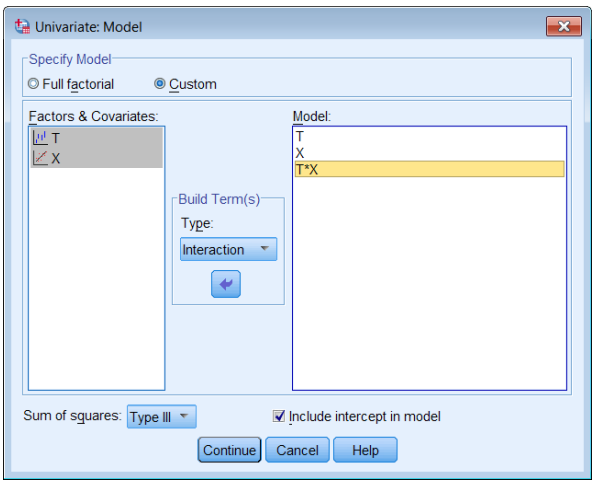
بعد اتمام ادخال البيانات من القائمة Analyze اختر General Linear Model ومن القائمة الفرعية اختر Univariate فيظهر مربع الحوار التالي:

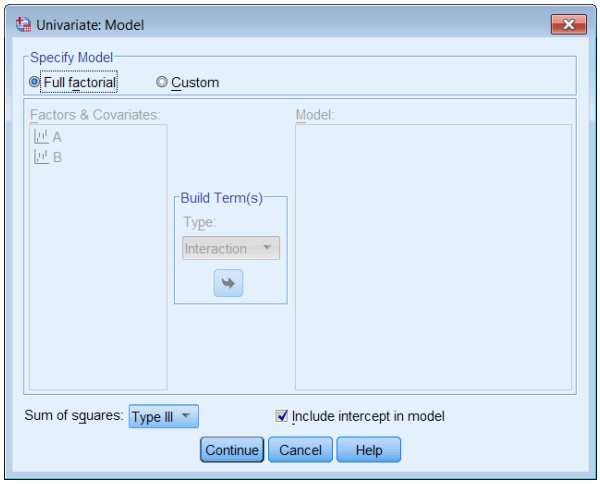


- اختر المتغير Ach وضعه في مربع المتغير التابع dependent variable .

- اختر method وضعها في مربع العامل الثابت Fixed Factor
- اختر المتغير Apt وضعه في مربع متغير التغاير Covariate

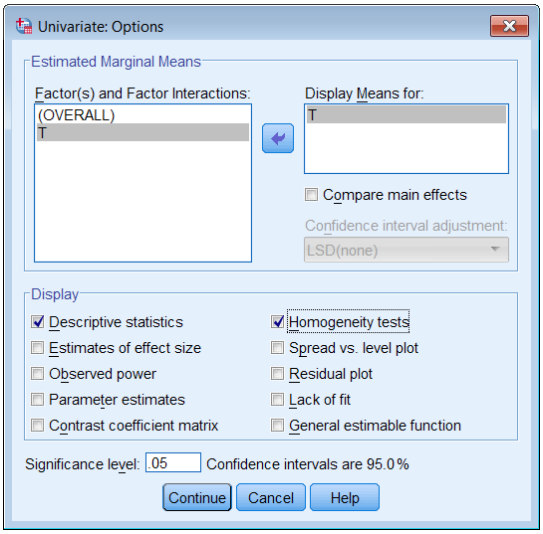
اضغط على Model يظهر مربع الحوار التالي:

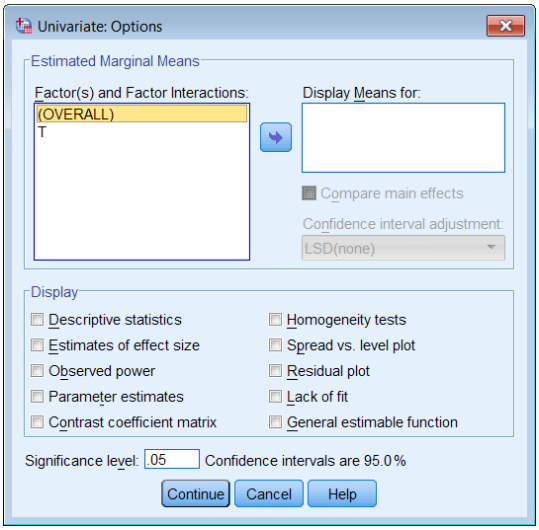




انقل متغير التغاير X و الطريقة T وحددهما معا وانقلهما الى المستطيل أسفل Model كما بالشكل:

- اضغط Continue سنعود الى المربع الاصلي.
- اضغط على Options لعرض الإحصاءات والاختبارات المصاحبة فيظهر مربع الحوار التالي:





- اختر المتغير T وانقله في مربع العرض Display means for وحدد على المربعات Descriptive statistics & Homogeneity tests كما بالشكل
- الضغط على Continue ثم OK فيظهر المخرجات التالية:

مخرجات (1): معلومات عن مستويات طرق التدريس ويلاحظ أن طرق التدريس تتكون من ثلاث مستويات وكل مستوى من ثلاثة مشاهدات.

مخرجات (1): معلومات عن مستويات طرق التدريس

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
method	1.00	t1	3
	2.00	t2	3
	3.00	t3	3

مخرجات (2): وصف إحصائي لمستوى التحصيل للطرق الثلاثة ويحتوي على الوسط الحسابي والانحراف المعياري.

مخرجات (2): وصف إحصائي لمستوى التحصيل للطرق الثلاثة

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Ach			
method	Mean	Std. Deviation	N
t1	4.3333	1.52753	3
t2	8.3333	1.52753	3
t3	11.3333	1.15470	3
Total	8.0000	3.27872	9

مخرجات (3): نتائج اختبار تجانس التباين

مخرجات (3): احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]			
Dependent Variable: Ach			
F	df1	df2	Sig.
1.330	2	6	.333
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + T + X + T * X			

نلاحظ من مخرجات (3) باستخدام احصائية اختبار ليفين يتبين ان القيمة الاحتمالية أكبر من 0.05 أي أن التباين بين المجتمعات متجانس.

مخرجات (4): جدول تحليل التباين ويحتوي على التفاعل T*X (متغير التغاير والمعالجات).

مخرجات (4): جدول تحليل التباين

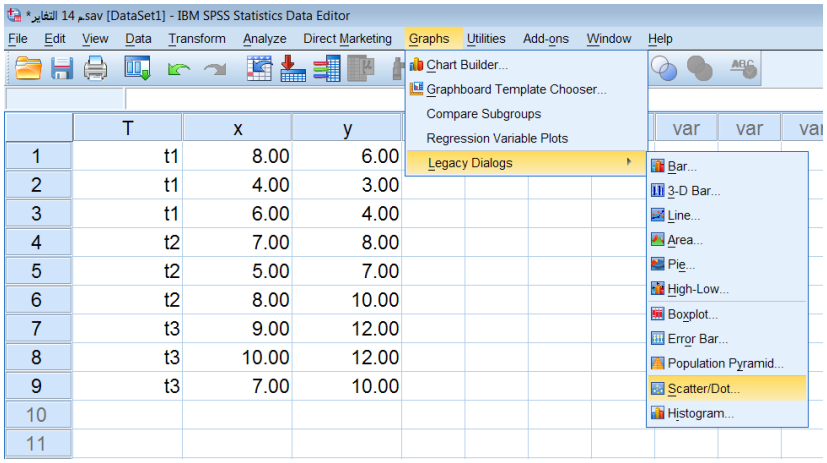
Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Ach					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	84.905[a]	5	16.981	46.513	.005
Intercept	1.629	1	1.629	4.461	.125
T	1.415	2	.708	1.938	.288
X	10.343	1	10.343	28.332	.013
T * X	.129	2	.065	.177	.846
Error	1.095	3	.365		
Total	662.000	9			
Corrected Total	86.000	8			
a. R Squared = .987 (Adjusted R Squared = .966)					

نلاحظ من مخرجات (4) أن التفاعل ليس دال إحصائيا حيث أن قيمة إحصائية الاختبار ($F = 0.177$)، وأن القيمة الاحتمالية (sig.=0.846) مما يشير الى عدم وجود تفاعل بين متغير التغاير والمعالجات (T و X) وبذلك يتحقق أحد شروط تحليل التغاير.

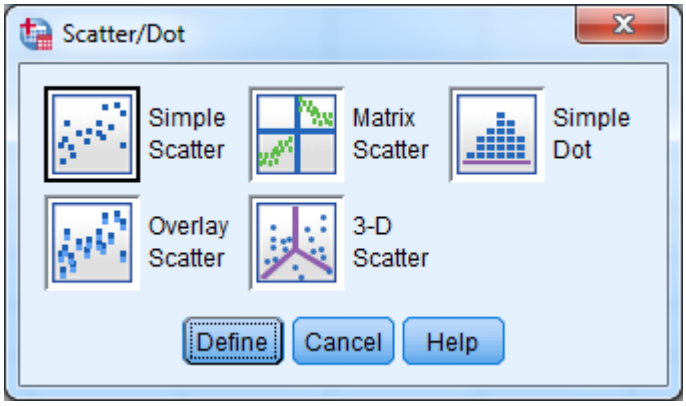
2- اختبار شرط العلاقة الخطية بين المتغير التابع (التحصيل) ومتغير التغاير (الاستعداد) وتساوي ميل الانحدار.

حتي نطبق تحليل التغير يجب أن تكون العلاقة بين متغير التغاير والمتغير التابع خطية كما يجب أن يكون ميل الخطوط لكل من متغير التغاير – الاستعداد – ومتغير التحصيل في المجموعات الثلاث متساوي ويتم ذلك كالتالي:

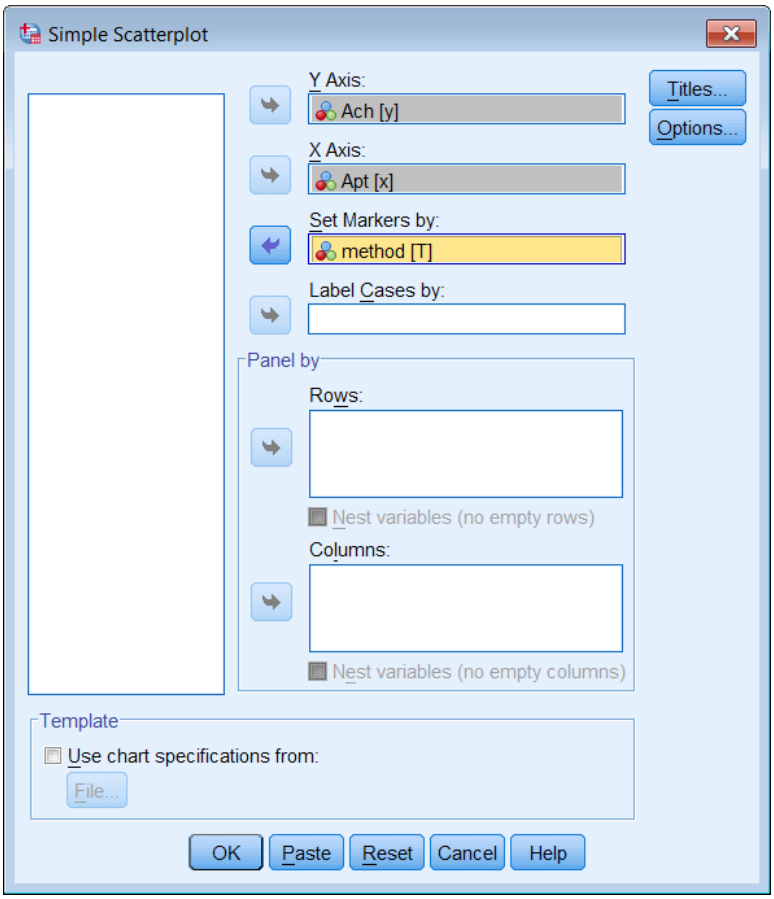
- من قائمة رسم Graph اختر Legacy Dialogs ومنها اختر Scatter



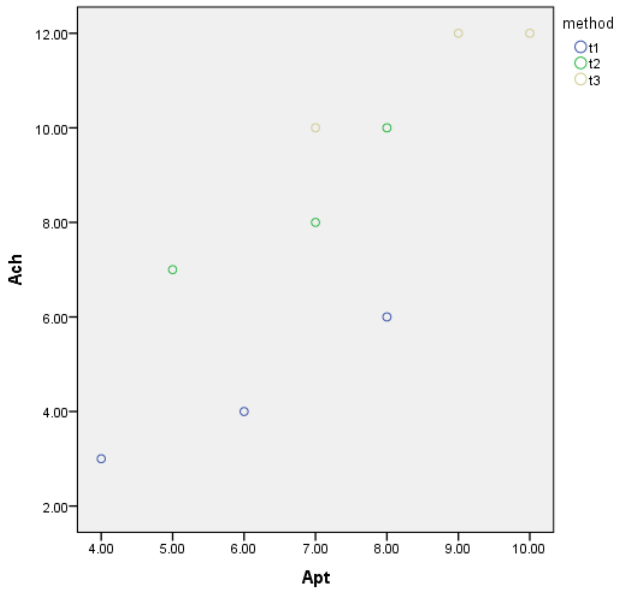
- اختر النمط النشط البسيط



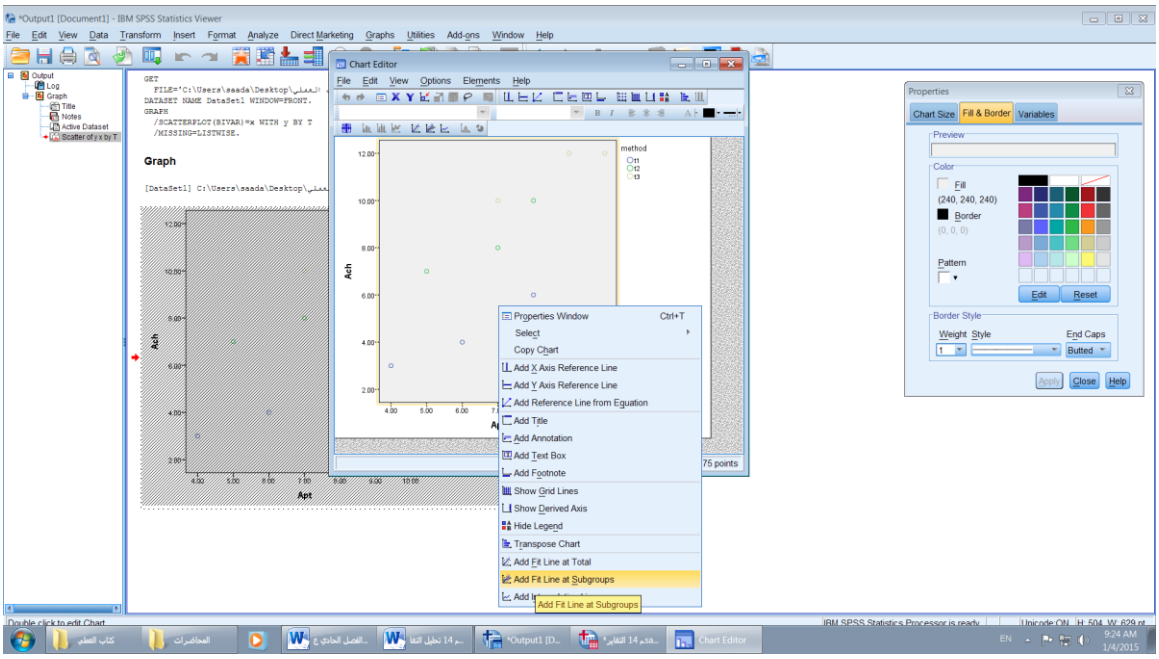
- انقر الزر Define وانقل المتغير Ach لمربع محور Y ثم ضع المتغير Apt في مربع محور X وانقل المتغير method لمربع Set Markers by كما بالشكل التالي :



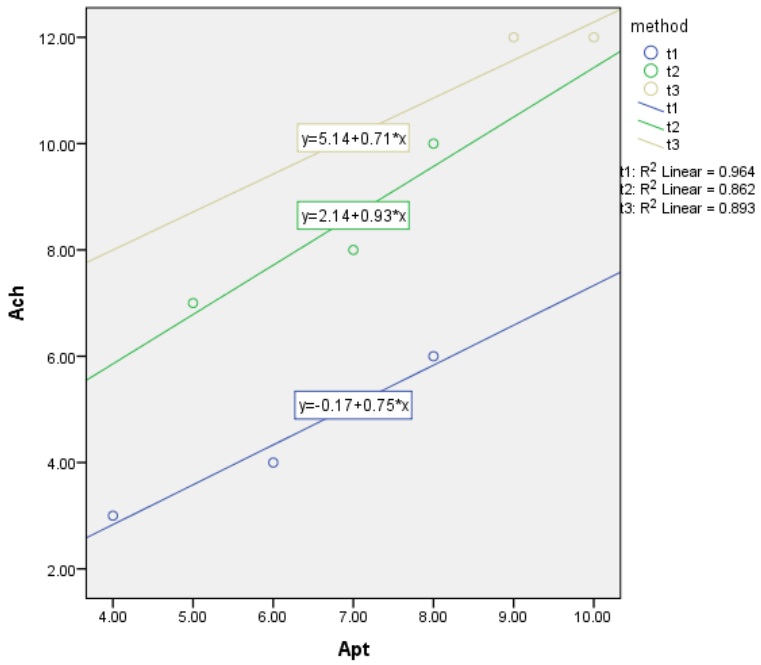
فنحصل على الرسم التالي:



- عدل المخطط للحصول علي خطوط الانحدار بنقر الرسم نقراً مزدوجاً فيظهر صفحة أخرى تسمى Chart Editor بها الرسم، ثم بنقر على يمين الفارة ثم اختيار Add fit line at subgroups كما بالشكل التالي:



فنحصل على الشكل التالي:



ومن الرسم يتضح أن متغير التغاير (الاستعداد الرياضي) يرتبط بعلاقة خطية مع المتغير التابع (التحصيل في الرياضيات) في الطرق الثلاث المستخدمة في التدريس ومن ثم يتحقق شرط تساوي الميل ومن ثم نجري اختبار تحليل التغاير انكوفا باتجاه واحد .

وهذا واضح من شبه التوازي في الطرق الثلاث و معامل التحديد مرتفع ومتقارب في القيمة للطرق الثلاثة.

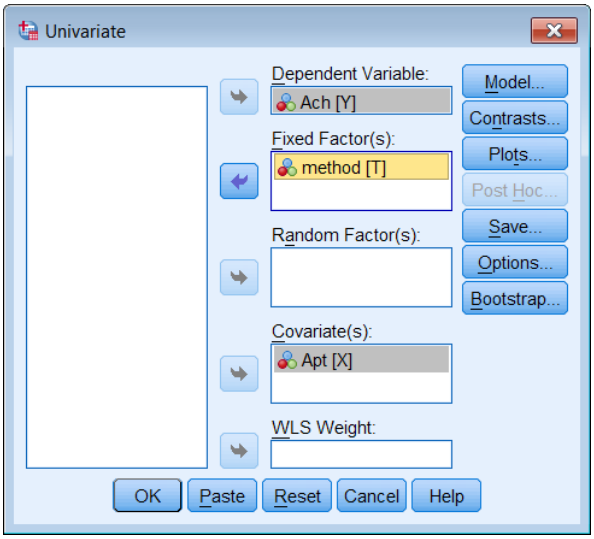
ملاحظة هامة

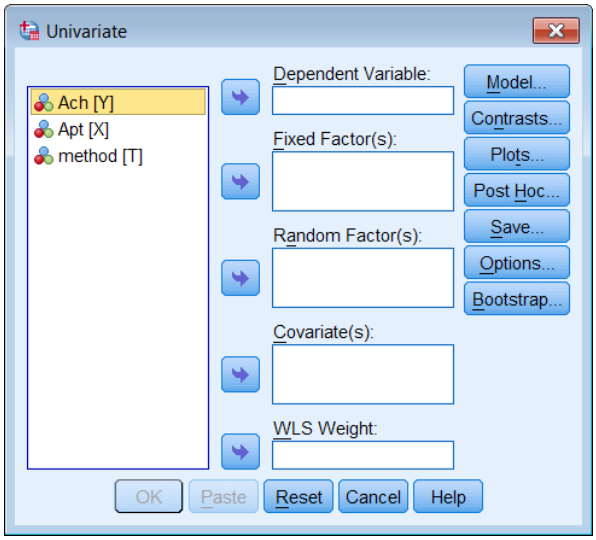
الخطوات السابقة ضرورية ويجب التوقف عن استخدام اختبار أنكوفا عند عدم تحقق تلك الشروط وخاصة شرطي تجانس الانحدار وشرط الخطية الذي يشير ببساطة لعلاقة الارتباط بين متغير التغاير والمتغير التابع.

3- تطبيق اختبار أنكوفا

من المعروف أن الفروق في التحصيل لا ترجع فقط للفروق عبر طرق التدريس الثلاث ولكن أيضا للفروق الابتدائية في الاستعداد ولكي نعزل أثر الاستعداد كما نراها في التطبيق القبلي لاختبار الاستعداد الرياضي نستخدم اختبار أنكوفا.

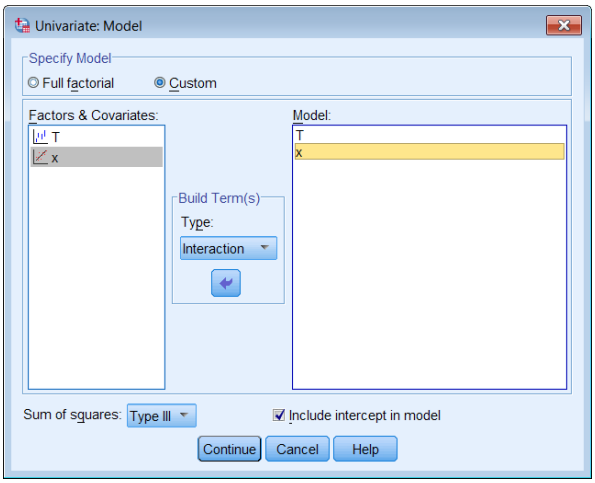
- من قائمة Analyze من شريط القوائم، ثم اختيار قائمة General Linear Model ، ثم النقر على Univariate... ، كما هو موضح بالشكل التالي:

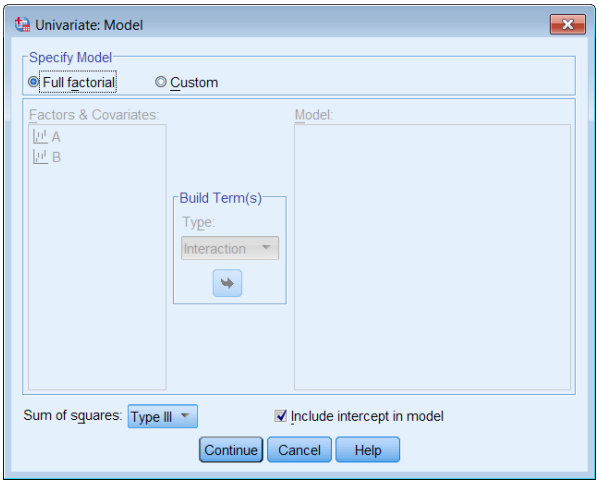




- اختر المتغير Ach وضعه في مربع المتغير التابع dependent variable .
- اختر method وضعها في مربع العامل الثابت Fixed Factor
- اختر المتغير Apt وضعه في مربع متغير التغاير Covariate

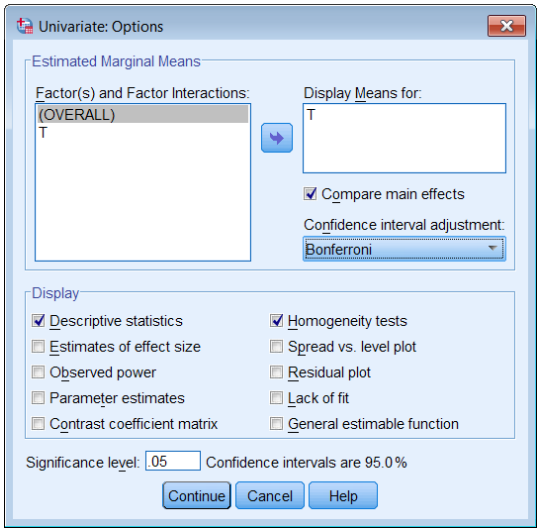
اضغط على Model يظهر مربع الحوار التالي:

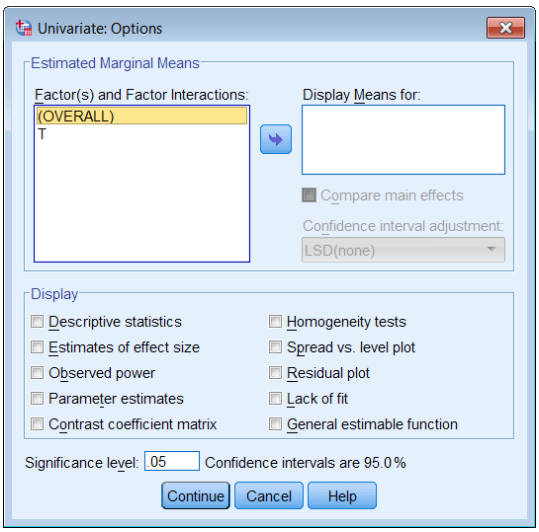




انقل متغير التغاير X و الطريقة T أسفل Model كما بالشكل:

- اضغط Continue سنعود الى المربع الاصلي.
- اضغط على Options لعرض الإحصاءات والاختبارات المصاحبة فيظهر مربع الحوار التالي:





- اختر المتغير T وانقله في مربع العرض Display means for وحدد على المربعات Descriptive statistics & Homogeneity tests
- اختر المتغير method وانقله في مربع العرض Display means for وحدد على المربع compare main effect ومن اختار Bonferroni كما بالشكل السابق.
- الضغط على Continue ثم OK فيظهر المخرجات التالية:

مخرجات (1): وصف إحصائي لمستوى التحصيل للطرق الثلاثة قبل حذف أثر متغير التغاير ويحتوي على الوسط الحسابي والانحراف المعياري.

مخرجات (1): وصف إحصائي لمستوى التحصيل للطرق الثلاثة

Descriptive Statistics			
Dependent Variable: Ach			
method	Mean	Std. Deviation	N
t1	4.3333	1.52753	3
t2	8.3333	1.52753	3
t3	11.3333	1.15470	3
Total	8.0000	3.27872	9

مخرجات (2): نتائج اختبار تجانس التباين

مخرجات (2): احصائية ليفين ودرجات الحرية والقيمة الاحتمالية

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]			
Dependent Variable: Ach			
F	df1	df2	Sig.
.487	2	6	.637
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + T + x			

نلاحظ من مخرجات (2) باستخدام احصائية اختبار ليفين يتبين ان القيمة الاحتمالية أكبر من 0.05 أي أن التباين بين المجتمعات متجانس.

مخرجات (3): جدول تحليل التباين.

مخرجات (4): جدول تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Ach					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	84.776[a]	3	28.259	115.401	.000
Intercept	1.891	1	1.891	7.723	.039
T	26.587	2	13.294	54.288	.000
x	10.776	1	10.776	44.005	.001
Error	1.224	5	.245		
Total	662.000	9			
Corrected Total	86.000	8			
a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .977)					

نلاحظ من الجدول أن قيمة F المقابلة للطرق المستخدمة Method تساوي 54.288 وهي دالة عند مستوي أقل من 0.001 وبالتالي يجب أن نستخدم اختبار للمقارنة البعدية لتحديد أى الطرق تختلف علي الطريقتين الأخريتين.

مخرجات (4):وصف إحصائي لمستوى التحصيل للطرق الثلاثة بعد حذف أثر متغير التغاير (المتوسطات المعدلة) ويحتوي على الوسط الحسابي والانحراف المعياري.

مخرجات (4): وصف إحصائي لمستوى التحصيل للطرق الثلاثة بعد حذف أثر متغير التغاير

Estimates			
Dependent Variable: Ach			
method	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval

			Lower Bound	Upper Bound
t1	5.209[a]	.315	4.400	6.018
t2	8.684[a]	.291	7.937	9.431
t3	10.107[a]	.340	9.232	10.982
a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Apt = 7.1111.				

مخرجات (5): نتائج اختبار Bonferroni للمقارنة بين متوسطات مستوى التحصيل للطرق الثلاثة بعد حذف أثر متغير التغاير (المتوسطات المعدلة)

مخرجات (5): نتائج اختبار Bonferroni للمقارنة بين متوسطات مستوى التحصيل

Pairwise Comparisons						
Dependent Variable: Ach						
(I) method	(J) method	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[b]	95% Confidence Interval for Difference[b]	
					Lower Bound	Upper Bound
t1	t2	-3.474*	.412	.001	-4.929	-2.019
	t3	-4.897*	.514	.001	-6.712	-3.083
t2	t1	3.474*	.412	.001	2.019	4.929
	t3	-1.423	.469	.087	-3.080	.234
t3	t1	4.897*	.514	.001	3.083	6.712
	t2	1.423	.469	.087	-.234	3.080
Based on estimated marginal means						
*. The mean difference is significant at the .05 level.						
b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.						

تشير بيانات الجدول الى:

- لا توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوي 0.05 بين الطريقة 2 والطريقة 3
- توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوي 0.01 بين الطريقة 1 والطريقة 3 لصالح الطريقة 3
- توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوي 0.01 بين الطريقة 1 والطريقة 2 لصالح الطريقة 2

تطبيقات

استخدام برنامج SPSS للاجابة على التطبيقات التالية

1-لدراسة أثر الوزن X وزمن ممارسة رياضة المشي (ربع ساعة، نصف ساعة، وثلاثة أرباع ساعة) بشكل دوري ومنتظم على مستوى ضغط الدم Y. تم اختيار عينة من 18 شخصا في الأعمار فوق 55 سنة بشكل عشوائي، وسجل أوزانهم قبل التجربة، كما تم تسجيل قياسات ضغط الدم لكل ستة أشخاص التزموا لمدة ستة أشهر بزمن المشي المحدد لهم عشوائيا، وهذه القياسات هي:

	زمن ممارسة رياضة المشي					
	ربع ساعة		نصف ساعة		ثلاثة أرباع ساعة	
الشخص	y	x	y	x	Y	x
1	77.8	79.9	80.7	69.0	102.8	113.2
2	64.3	63.0	83.0	65.6	103.0	103.5
3	71.1	63.6	90.8	86.7	109.5	98.6
4	75.5	82.5	93.3	134.0	109.7	137.2
5	77.8	79.9	95.2	126.3	114.4	138.8
6	80.6	73.6	97.3	121.0	121.8	143.6

المطلوب:

- اختبر فرض تساوي متوسطات الضغط تحت تأثير مستويات زمن ممارسة المشي.
- قدر أثر الوزن على الضغط وما هو مدلوله.
- هل للوزن أثر ذو دلالة على الضغط؟
- ما الذي يمكنك أن توصي به من حيث أهمية أو عدم أهمية إدخال الوزن في التحليل كمتغير مستقل.

2-أجريت تجربة لمقارنة ثلاثة أصناف من أغذية الأطفال. حيث تم اختيار خمسة أطفال من نفس العمر لكل صنف، ولكن لاحظ الباحث أن هناك اختلاف في الوزن في بداية التجربة فقام بتسجيل الأوزان في بداية التجربة (X)، وكذلك الأوزان في نهاية التجربة (Y) وكانت والبيانات كما يلي:

A		B		C	
y	x	y	x	y	x
18	10	20	11	17	10
21	12	24	14	17	12
20	12	19	11	21	13
21	13	23	15	17	11
25	16	22	14	16	8

- اذا تم تجنب الوزن قبل التجربة كون جدول تحليل التباين واختبر تساوي متوسطات الأوزان.

- اذا تم اضافة الوزن، هل يوجد اختلاف معنوي في الأوزان بين الأصناف الثلاثة؟
- أي التحليلين تفضل ولماذا؟

3-أجريت دراسة لمعرفة أثر الوزن بالكيلوجرام X، وكذلك تناول وجبات من الطعام المخلوطة بأربع مستويات من الحديد ($T_{(0\%)}$, $T_{(5\%)}$, $T_{(10\%)}$, $T_{(15\%)}$) على مستوى الهيموجلوبين في الدم Y، حيث تمثل المستويات نسب مئوية من حجم وجبة الطعام. إذا تم قياس الوزن قبل الدراسة، وبعد ثلاثة أشهر جمعت البيانات التالية عن 20 فرد.

نسبة الحديد في الطعام							
T(0%)		T(5%)		T(10%)		T(15%)	
y	x	y	x	y	x	y	x
10.0	89.8	12.8	79.6	14.8	74.1	15.0	65.1
9.9	93.7	11.8	80.6	12.5	74.9	14.0	72.5
10.1	95.2	8.2	81.4	13.9	76.5	14.3	73.7
10.8	95.6	8.5	86.1	13.5	76.9	14.4	73.8
9.0	99.4	8.9	87.7	13.4	77.0	14.5	74.1

والمطلوب:

- كون جدول تحليل التباين المعدل.
- اختبرفرض تساوي متوسطات الهيموجلوبين تحت تأثير نسب الحديد في وجبات الطعام.
- احسب تقدير أثر الوزن قبل الدراسة على مستوى الهيموجلوبين، وعلام يدل هذا الأثر؟
- هل تعتقد أن أخذ الوزن قبل الدراسة في الاعتبار له دور في التصميم ؟ علل ذلك.

4-أجريت تجربة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وسجلت الى جانب y بيانات عن المتغير x وكانت البيانات كالتالي:

B1				B2			
T1		T2		T3		T4	
x	y	x	y	x	y	x	y
23.8	7.9	28.5	25.1	27.5	20.1	22.9	19.9
23.8	7.1	18.5	20.7	28.1	17.7	25.2	28.2
22.6	7.7	20.3	20.3	35.7	16.8	20.8	18.1
22.8	11.2	26.6	18.9	27.7	30.5	13.5	13.5
22	6.4	21.2	25.4	25.9	21.0	19.1	19.3
19.6	10	24	30	27.9	29.3	32.2	35.1

المطلوب:

- أوجد جدول تحليل التغاير لهذه التجربة.

- اختبر هل هناك فرق معنوي بين المتوسطات المعدلة.