الفصل الحادي عشر
تحليل التغاير الأحادي

يهدف تحليل التغاير ANCOVA إلى تقويم مدى اختلاف متوسطات المتغير التابع في المجتمع في عدد من مستويات عامل من العوامل، مع تعديل الفروق الموجودة في المتغير المصاحب، وبمعنى آخر هل تختلف المتوسطات المعدلة للمجموعات عن بعضها البعض؟

ويجمع هذا الأسلوب الإحصائي بين تحليل الانحدار وتحليل التباين. ويمكن أن يكون مفيدا في الدراسات غير العشوائية حيث يمكننا هذا الأسلوب من الحصول على نتائج أكثر دقة. إلا أنه يجب الحذر عند استخدام تحليل التغاير وإلا فقد نحصل على نتائج مضللة في بعض الحالات.

ويجب أن يكون لكل فرد أو حالة في تحليل التغاير الأحادي درجة في ثلاثة متغيرات هي: متغير تصنيفي أي المتغير المستقل (العامل)، ومتغير مصاحب، ومتغير تابع. ويقسم المتغير المستقل الأفراد في مجموعتين أو أكثر، بينما يميز المتغير المصاحب والمتغير التابع بين الأفراد على طول بعدين كميين.

الغرض من تحليل التغاير:

١- تجنب التحيز المنتظم.
٢- خفض التباين داخل المجموعات وكذلك تباين الخطأ.

وأفضل طريقة للتعامل مع الخطأ المنتظم (ويحدث عند استخدام المجموعات غير العشوائية التي تختلف بشكل منتظم على عدد من المتغيرات) هو التعيين العشوائي للأفراد في مجموعات، وبذلك تتكافأ المجموعات في جميع المتغيرات. وإذا لم يكن من الممكن استخدام التعيين العشوائي يمكن لتحليل التغاير أن يقلل من التحيز.

ويحدث التباين داخل المجموعات أساسا بسبب الفروق بين الأفراد، ويمكن التعامل مع هذا النوع من التباين بعدة طرق:

- اختيار العينة (حيث يؤدي التجانس بين الأفراد إلى خفض تباين المحك).
- التصميم العاملي.
- استخدام إعادة القياس.
- تحليل التغاير.

ونظرا لأن تحليل التغاير يرتبط بالعوامل التجريبية الأساسية (التعيين العشوائي للمجموعات) فإن استخدام تحليل التغاير بشكل سليم ضمن التصميم التجريبي يكون وسيلة مفيدة كعامل من عوامل الضبط.

والغرض الأساسي من استخدام تحليل التغاير في البحوث غير التجريبية هو تعديل متوسطات الاختبار البعدي لتتوافق مع الفروق الأولية بين المجموعات والتي يزيد احتمالها في المجموعات غير العشوائية. إلا أنه يجب التحذير من أنه حتى لو استخدمنا عدة متغيرات مصاحبة فإن ذلك لن يساعد على تحقيق التكافؤ بين المجموعات غير العشوائية، أي أننا لن نتمكن من إلغاء التحيز. ومع ذلك فإن استخدام متغيرين مصاحبين أو أكثر قد يساعد على الحصول على مقارنات أفضل.

تطبيق تحليل التغاير:

يستخدم تحليل التغير الأحادي لتحليل البيانات في عدة أنواع من الدراسات مثل:

١- الدراسات التي يوجد بها اختبار قبلي مع تعيين الأفراد تعيينا عشوائيا طبقا لمستويات المتغير المستقل.

٢- الدراسات التي يوجد بها اختبار قبلي مع تعيين عشوائي للأفراد على مستويات المتغير المستقل وفقا لنتائج المتغير القبلي.

٣- الدراسات التي يوجد بها اختبار قبلي، مع مطابقة للأفراد على الاختبار القبلي، وتعيين عشوائي للأفراد على مستويات المتغير المستقل.

أسس تحليل التغاير:

تقوم 'ف' بتحديد ما إذا كانت هناك فروق بين متوسطات المتغير التابع في مستويات العامل في المجتمع بعد تعديلها وفقا للفروق في المتغير المصاحب. فإذا كان للعامل أكثر من مستويين وكانت 'ف' دالة يجب أن يتبع ذلك اختبارات تتبعية لمتوسطات

المجموعات المختلفة المعدلة. فإذا كان للعامل ثلاثة مستويات يجب القيام بثلاثة أزواج من المقارنات بين المتوسطات المعدلة: المجموعة الأولى في مقابل المجموعة الثانية، والمجموعة الأولى في مقابل المجموعة الثالثة والمجموعة الثانية قي مقابل المجموعة الثالثة.

وتتوقف دقة تحليل التغاير في تعديل درجات المتغير التابع وفق الاختلاف في المتغير المصاحب على نوع الدراسة. وفيما يلي أهم أسس الدراسات التي يمكن فيها القيام بتحليل التغير:

- **الدراسات ذات الاختبار القبلي مع تعيين عشوائي لمستويات المتغير المستقل:** يمكن تطبيق تحليل التغاير الأحادي في البيانات التي يتم فيها ما يلي:
  ١- اختبار جميع الحالات اختبارا قبليا.
  ٢- التعيين العشوائي لمجموعات مختلفة.
  ٣- تعرض المجموعات لمعالجات مختلفة.
  ٤- اختبار جميع الحالات اختبارا بعديا بعد انتهاء المعالجات.

ويمكن أن يكون الاختبار القبلي والاختبار البعدي مقياسا واحدا يطبق قبل وبعد المعالجات التجريبية. وقد يكون الاختباران القبلي والبعدي اختباران مختلفان ولكنهما عبارة عن صورتين من نفس المقياس. ويمكن كذلك أن يكون الاختباران مقياسين مختلفين لمفاهيم مختلفة. وإذا أمكن تحقيق المسلمات التي يتطلبها تحليل التغاير فلنا أن نتوقع أن ينجح تحليل التغاير في تعديل الاختلافات بين المجموعات في درجات المتغير التابع بما يتفق مع الاختلافات الأولية في المتغير المصاحب.

- **الدراسات ذات الاختبار القبلي مع تعيين الأفراد في مجموعات المتغير المستقل وفقا لمستوياتهم في الاختبار القبلي:** في مثل هذه الدراسات يمكن تطبيق تحليل التغاير الأحادي في البيانات التي يتم فيها ما يلي:
  ١- اختبار جميع الحالات اختبارا قبليا.
  ٢- التعيين العشوائي للأفراد في مجموعات مختلفة بناء على درجاتهم في الاختبار القبلي.
  ٣- تعرض المجموعات لمعالجات مختلفة.
  ٤- اختبار جميع الحالات اختبارا بعديا بعد انتهاء المعالجات.

ويمكن أن يكون الاختبار القبلي والاختبار البعدي مقياسا واحدا يطبق قبل وبعد المعالجات التجريبية. وقد يكون الاختباران القبلي والبعدي مقياسين مختلفين لمفاهيم مختلفة. وإذا أمكن تحقيق المسلمات التي يتطلبها تحليل التغاير فلنا أن نتوقع أن ينجح تحليل التغاير في تعديل الاختلافات بين المجموعات في درجات المتغير التابع بما يتفق مع الاختلافات الأولية في المتغير المصاحب.

- **الدراسات التي يتم فيها مطابقة الأفراد وفقا لنتائجهم في الاختبار القبلي مع تعيينهم في مجموعات المتغير المستقل تعيينا عشوائيا:** في مثل هذه الدراسات يمكن تطبيق تحليل التغاير الأحادي في البيانات التي يتم فيها ما يلي:
  ١- اختبار جميع الحالات اختبارا قبليا.
  ٢- تعيين الأفراد في مجموعات مختلفة بناء على درجاتهم في الاختبار القبلي.
  ٣- تعيين الأفراد تعيينا عشوائيا في مجموعات المتغير المستقل.
  ٤- تعرض المجموعات لمعالجات مختلفة.
  ٥- اختبار جميع الحالات اختبارا بعديا بعد انتهاء المعالجات.

وكما هو الحال في التطبيقين السابقين يمكن أن يكون الاختبار القبلي والاختبار البعدي مقياسا واحدا يطبق قبل المعالجات التجريبية وبعدها. وقد يكون الاختباران القبلي والبعدي مقياسين مختلفين لمفاهيم مختلفة. وإذا أمكن تحقيق المسلمات التي يتطلبها تحليل التغاير فلنا أن نتوقع أن ينجح تحليل التغاير في تعديل الاختلافات بين المجموعات في درجات المتغير التابع بما يتفق مع الاختلافات الأولية في المتغير المصاحب.

مسلمات تحليل التغاير الأحادي:

المسلم رقم ١: *توزيع المتغير التابع توزيع اعتدالي في المجتمع بالنسبة لأية قيمة من قيم المتغير المصاحب وفي أي مستوى من مستويات المتغير المستقل.*

ويتطلب هذا المسلم عدة اشتراطات بالنسبة لتوزيع المتغير التابع، إذ يتطلب توزيعا اعتداليا في المتغير المصاحب بالنسبة لكل قيمة من قيم المتغير المصاحب وما يقابلها من قيم المتغير المستقل. وفي العينات المتوسطة والكبيرة يمكن انتهاك هذا المسلم مع الحصول على نتائج دقيقة نسبيا. ويمكن اعتبار حجم العينة التي يبلغ عدد أفرادها ١٥ فردا في كل مجموعة عينة كبيرة بشكل كاف للحصول على قيم 'ل' تتصف بالدقة. ويمكن أن يحتاج الأمر إلى عينات أكبر للحصول على نتائج دقيقة إذا ابتعد توزيع المجتمع ابتعادا كبيرا عن التوزيع الاعتدالي.

المسلم رقم ٢: *تباينات المتغير التابع للتوزيعات المذكورة في المسلم رقم ١متساوية.*

إذا انتهك هذا المسلم مع اختلاف أحجام العينات تصبح نتائج تحليل التغاير الأحادي موضع شك. وحتى إذا تساوت أحجام العينات يجب الشك في نتائج الاختبارات التتبعية (post hoc) إذا اختلفت تباينات المجتمع.

المسلم رقم ٣: *أفراد العينات محسوبة بشكل عشوائي من المجتمع كما أن درجات المتغير التابع مستقلة عن بعضها البعض.*

يعطي تحليل التغاير الأحادي نتائج غير صحيحة إذا انتهك هذا المسلم.

المسلم رقم ٤: *يرتبط المتغير المصاحب ارتباطا خطيا بالمتغير التابع في جميع مستويات المتغير المستقل، كما أن الأوزان والانحدار الذي يربط المتغير التابع بالمتغير المصاحب متساوية في جميع مستويات المتغير المستقل.*

ويطلق أحيانا على الجزء الأخير من هذا المسلم مسلم تجانس الميل. وإذا لم يتحقق الميل أو الخطية يساء تفسير نتائج تحليل التغاير الأحادي. وسوف نناقش في هذا الفصل طريقة تقويم مسلم تجانس الميل.

تنفيذ تحليل التغاير:

أراد باحث أن يدرس أثر طريقة التدريس على التحصيل الدراسي لمادة اللغة العربية في الصف الأول الإعدادي. وقد اختار أن يجرب طريقتين للتدريس هما طريقة التعلم الذاتي وطريقة الاكتشاف. ولذلك قام باختيار ثلاث مجموعات تتكون كل مجموعة منها من ٢٥ طالبا. واستخدم التعيين العشوائي لتحديد المعالجات: وكانت المجموعة الأولى هي مجموعة التعلم الذاتي، والمجموعة الثانية هي مجموعة طريقة الاكتشاف، والمجموعة الثالثة تتعلم بالطرقة التقليدية. وقبل بدء التجربة طبق على المجموعات الثلاث اختبارا قبليا في اللغة العربية. ولكنه لاحظ قبل بدء المعالجات التجريبية أن هناك فروقا دالة إحصائيا بين المجموعات الثلاث في الاختبار القبلي. فقرر الاستمرار في التجربة لاختبار الفرض الصفري بعدم وجود أثر لطريقة التدريس على التحصيل الدراسي في اللغة العربية. على أن يستخدم درجات الاختبار القبلي كمتغير مصاحب لدرجات الاختبار البعدي. وبعد الانتهاء من التجربة التي استمرت أربعة أسابيع طبق الاختبار البعدي. وقد وضعت درجات الاختبارين القبلي والبعدي في ملف **achiev.sav** على الأسطوانة المرنة. وفيما يلي نقوم بتحليل البيانات التي حصلنا عليها. وهذه تتكون من ثلاثة اختبارات:

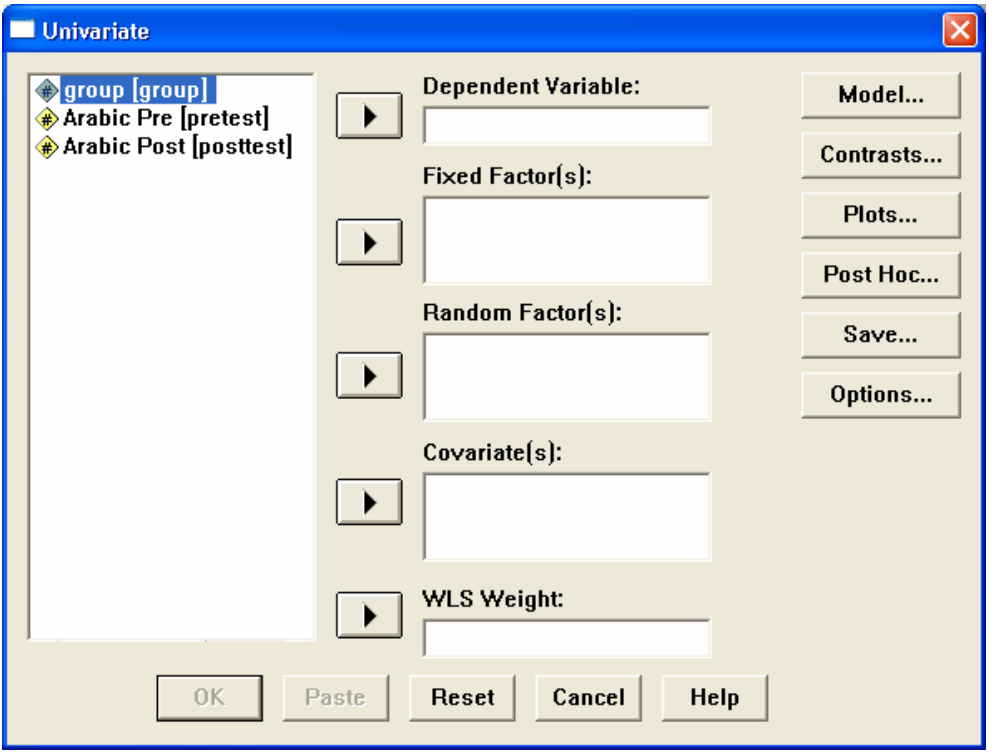
- اختبار مسلم الميل
- اختبار تقويم الفروق في المتوسطات المعدلة (تحليل التغاير).
- الاختبارات التتبعية post hoc

نبدأ أولا باختبار المسلم بتجانس ميل

طريقة التأشير والضغط:

١- اضغط على **Statistics** (الإصدار الثامن) أو **Analyze** (الإصدارات من التاسع إلى الثاني عشر) ثم على **General Linear Model** ثم على **Univariate**.

٢- عندما يظهر مربع حوار **Univariate** انقل المتغير **group** إلى Fixed Factors.



شكل ١١-١ مربع حوار تحليل التغاير الأحادي

٣- اضغط على **Arabic Pre** ثم انقل هذا المتغير إلى مربع **Covariate(s)**.

٤- اضغط على **Arabic Post** ثم انقل هذا المتغير إلى مربع **Dependent Variable**.

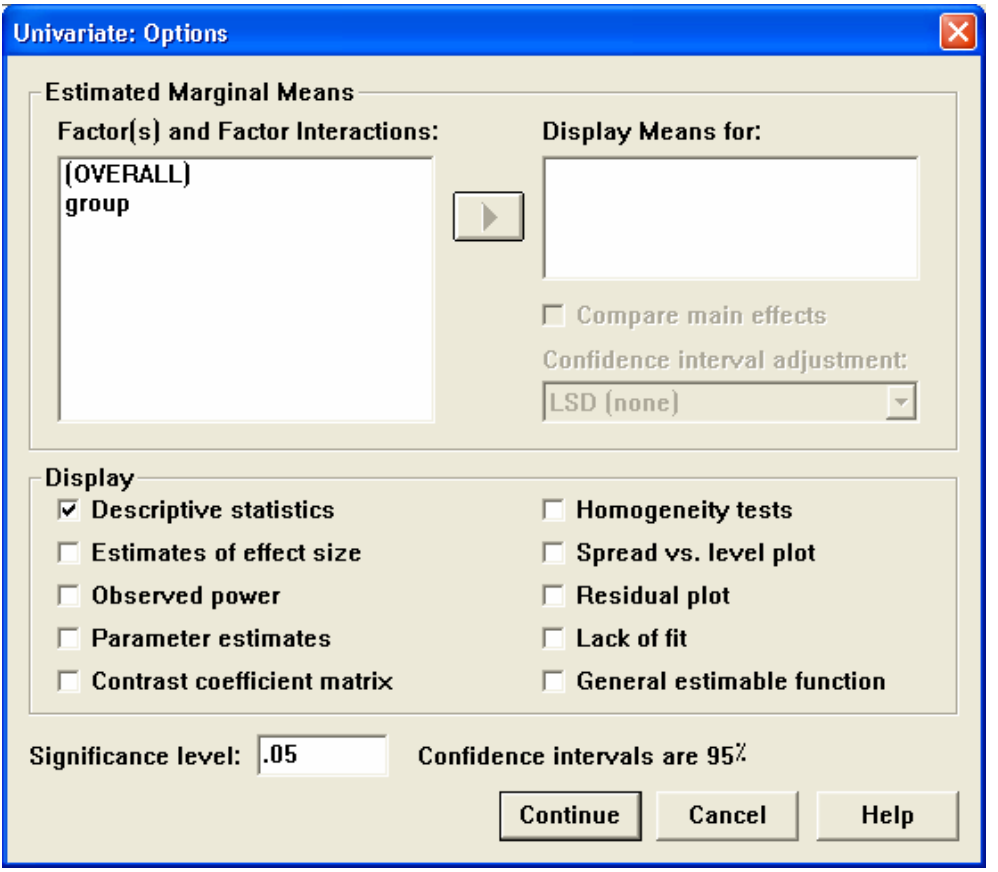
٥- اضغط على **Options** ليظهر مربع حوار جديد (شكل ١١-٢).

٦- اضغط على **Group** في مربع Factor(s) and Factor Interactions

٧- اضغط على السهم المتجه لليمين لنقل هذا المتغير إلى الجزء المعنون Display Means For:.

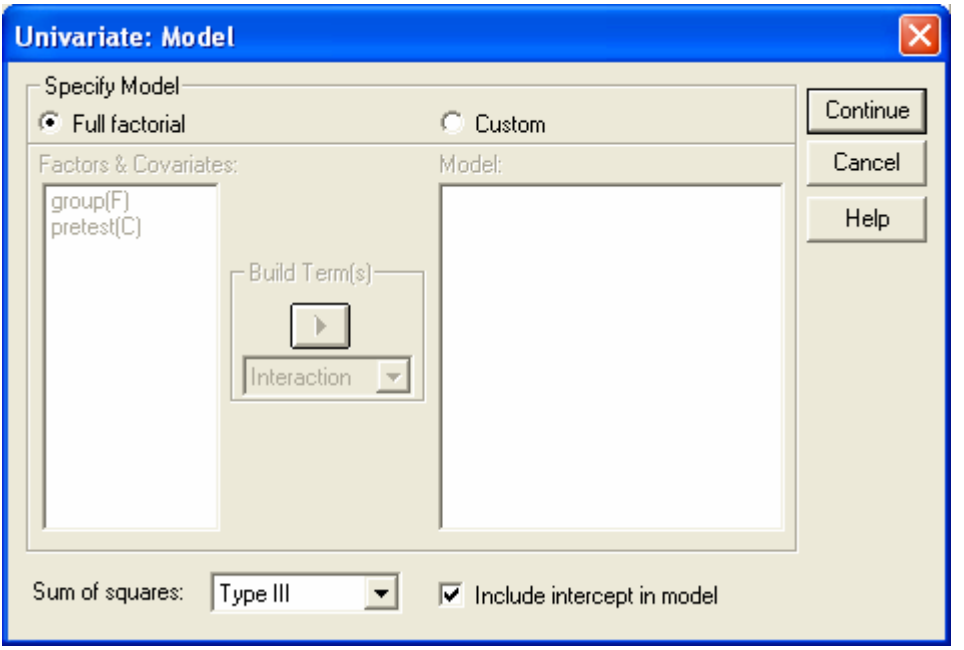
٨- في الجزء المعنون Display اختر **Estimates - Descriptive Statistics** و **Homogeneity tests - of Effect Size**.

٩- اضغط على **Continue**.



شكل ١١-٢ مربع حوار الاختيارات

١٠-اضغط على **Model** ليظهر مربع حوار النموذج (انظر شكل ١١-٣).
١١- اضغط على **Custom** تحت **Specify Model**.
١٢- اضغط على **group(F)** تحت Factors and Covariates ثم على السهم المتجه لليمين لتجعل هذا المتغير يظهر في مربع **Model**.



شكل ١١-٣ مربع حوار تحديد النموذج Model

١٣- اضغط على **pretest(C)** ثم انقله إلى مربع **Model**.
١٤-اضغط على مفتاح CTRL واستمر في الضغط مع الضغط على **group(F)** و **pretest(C)** في مربع Factors and Covariates. تأكد من أن الاختيار الافتراضي Interaction قد حدد، في القائمة المنسدلة في مربع Build Terms وإذا لم يكن محددا حدده.
١٥-اضغط على السهم الذي يشير إلى اليمين ويجب أن يظهر في هذه الحالة **Group*Arabic Pre** في مربع Model.
١٦-اضغط على **Continue**.
١٧-اضغط على **OK** لتنفيذ التحليل.

الطريقة اللغوية:

افتح المحرر اللغوي واكتب الأوامر التالية ولا تنسى النقطة. ويمكن استدعاء ملف Achiev من الأسطوانة المرنة. بعد الانتهاء من كتابة الأوامر في المحرر اللغوي اضغط على Run لتنفيذ التحليل.

```
UNIANOVA
  posttest  BY group  WITH pretest
  /METHOD = SSTYPE(3)
  /INTERCEPT = INCLUDE
  /EMMEANS = TABLES(group) WITH(pretest=MEAN)
  /PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ HOMOGENEITY
  /CRITERIA = ALPHA(.05)
  /DESIGN = group pretest group*pretest .
```

نتائج تقويم تجانس الميل:

يجب اختبار مسلم الميل قبل إجراء تحليل التغاير الأحادي. ويقوم هذا الاختبار بتقويم التفاعل بين المتغير المصاحب والعامل (المتغير المستقل) في التنبؤ بالمتغير التابع. ويشير التفاعل الدال بين المتغير المصاحب والمتغير المستقل إلى أن الفروق بين المجموعات في المتغير التابع هي دالة المتغير المصاحب. فإذا كان التفاعل دالا فمعنى هذا أن نتائج تحليل التغاير لا يعتد بها، ويجب عدم إجراء هذا التحليل.

ويطلق على مصدر التفاعل pretest*group. وتشير النتائج في مثالنا الحالي إلى أن التفاعل غير دال إحصائيا إذ تبلغ قيمة ف (١,٧٣٤) كما تبلغ قيمة ل (,١٨٤) (شكل ١١-٤) ولذلك فإننا نواصل العمل في تحليل التغاير.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Arabic Post

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1744.472[a]	5	348.894	27.049	.000	.662
Intercept	291.410	1	291.410	22.592	.000	.247
GROUP	129.743	2	64.872	5.029	.009	.127
PRETEST	1101.867	1	1101.867	85.425	.000	.553
GROUP * PRETEST	44.739	2	22.370	1.734	.184	.048
Error	890.008	69	12.899			
Total	72678.000	75				
Corrected Total	2634.480	74				

a. R Squared = .662 (Adjusted R Squared = .638)

شكل ١١-٤ اختبار تجانس الميل

إجراء تحليل التغاير:

طريقة التأشير والضغط:

١- اضغط على **Statistics** اضغط على **Statistics** (الإصدار الثامن) أو **Analyze** (الإصدارات من التاسع إلى الثاني عشر) ثم على **General Linear Model** ثم على **Univariate**

٢- إذا لم تكن قد خرجت من SPSS فإن الاختيارات التي تمت في التحليل السابق ما تزال قائمة، وإلا أعد إجراء الخطوات من ٢ إلى ٩.

٣- اضغط على **Model**.

٤- اضغط على **Full Factorial**.

٥- اضغط على **Continue**.

٦- اضغط على **OK**.

نتائج تحليل التغاير:

يتبين من النتائج أن مصدر التباين الذي يطلق عليه **GROUP** يختبر الفرض الصفري بعدم وجود فروق بين المتوسطات المعدلة في المجتمع. وتشير نتائج التحليل إلى أنه يجب رفض الفرض الصفري لأن قيمة 'ف' تبلغ ٤١,٤٩١ وهي قيمة دالة إحصائيا (ل = ٠٠١,)، كما يبلغ حجم الأثر ٥٣٩, مما يشير إلى قوة العلاقة بين المعالجات التجريبية (طرق التدريس) والاختبار البعدي مع ضبط نتائج الاختبار القبلي. ويقوّم اختبار 'ف' الفروق بين المتوسطات المعدلة الثلاثة والتي تبلغ في الجدول المعنون (Estimated Marginal Means) ٣٤,٧٨ للمجموعة التجريبية الأولى، و٣١,٦٨٠ للمجموعة التجريبية الثانية و٢٥,١٢٣ للمجموعة الضابطة.

وتتضمن النتائج تحليل المتغير المصاحب لضبط الفروق في هذا المتغير وهو هنا ليس محور التحليل. ولذلك كثيرا ما تغفل النتائج المتعلقة بالمتغير المصاحب في هذا الجزء من النتائج، ومع ذلك فإن نتائج SPSS تعطي هذا الجزء. واختبار المتغير المصاحب يبين العلاقة بين المتغير المصاحب والمتغير التابع مع تثبيت المتغير المستقل (المعالجات التجريبية). وفي مثالنا الحالي نجد أن هذه العلاقة دالة إحصائيا حيث تبلغ فيمة 'ف' ٨٩,٥٠٥ (ل = ٠٠١,) كما يبلغ حجم الأثر ٥٥٨, مما يشير إلى أن ما يسهم به المتغير المصاحب يبلغ حوالي ٥٦٪ من التباين الذي يرجع إلى المتغير البعدي.

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Arabic Post

group	Mean	Std. Deviation	N
Experim 1	33.64	4.434	25
Experim 2	30.84	6.498	25
Control	27.20	5.115	25
Total	30.56	5.967	75

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Arabic Post

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1699.733[a]	3	566.578	43.035	.000	.645
Intercept	279.472	1	279.472	21.228	.000	.230
PRETEST	1178.373	1	1178.373	89.505	.000	.558
GROUP	1092.495	2	546.248	41.491	.000	.539
Error	934.747	71	13.165			
Total	72678.000	75				
Corrected Total	2634.480	74				

a. R Squared = .645 (Adjusted R Squared = .630)

Estimated Marginal Means

group

Dependent Variable: Arabic Post

group	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Experim 1	34.877[a]	.737	33.407	36.348
Experim 2	31.680[a]	.731	30.222	33.137
Control	25.123[a]	.758	23.611	26.635

a. Evaluated at covariates appeared in the model: Arabic Pre = 24.65.

شكل ١١-٥ نتائج تحليل التغاير

إجراء المقارنات البعدية بين أزواج المتغيرات:

يمكن في هذا الاختبار استخدام الطريقة اللغوية وذلك بتنفيذ الأوامر اللغوية التالية (ملف achiev2 على الأسطوانة المرنة):

```
GLM POSTTEST BY GROUP
        /CONTRAST (GROUP) = DIFFERENCE
        /DESIGN .
```

ويبين شكل ١١-٦ نتائج المقارنات البعدية. وتشير هذه النتائج إلى الفروق في المتوسطات المعدلة في المجموعات الثلاث.

ولكل مقارنة زوجية ويطلق عليها (Custom Hypothesis Tests) مقارنة بين متوسطين، حيث نجد الفرق بين المتوسطين المعدلين بالنسبة لهذه المقارنة. كما نجد أن الجدول الثاني (Test Results) يعطي قيمة 'ف'، ودرجات الحرية، ومستوى الدلالة للمتغير التابع.

Custom Hypothesis Tests

Contrast Results (K Matrix)

group Difference Contrast			Dependent Variable: Arabic Post
Level 2 vs. Level 1	Contrast Estimate		-2.800
	Hypothesized Value		0
	Difference (Estimate - Hypothesized)		-2.800
	Std. Error		1.532
	Sig.		.072
	95% Confidence Interval for Difference	Lower Bound	-5.855
		Upper Bound	.255
Level 3 vs. Previous	Contrast Estimate		-5.040
	Hypothesized Value		0
	Difference (Estimate - Hypothesized)		-5.040
	Std. Error		1.327
	Sig.		.000
	95% Confidence Interval for Difference	Lower Bound	-7.685
		Upper Bound	-2.395

Test Results

Dependent Variable: Arabic Post

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	521.360	2	260.680	8.882	.000
Error	2113.120	72	29.349		

شكل ١١-٦ نتائج المقارنات البعدية