الفصل الثامن

تحليل التباين الثنائي بين المجموعات

(المجموعات المستقلة ANOVA)

يجب أن يكون لكل فرد في العينة في تحليل التباين الثنائي درجات في ثلاثة متغيرات: العاملان والمتغير التابع. ويقسم كل عامل الحالات إلى مستويين أو أكثر، أما المتغير التابع فإنه يصف الحالات على طول متغير كمي. ويطبق اختبار 'ف' على المؤثرات الرئيسية للعاملين وعلى التفاعل بين هذين العاملين. ويمكن القيام باختبارات تتبعية لاختبار الفروض الخاصة إذا كانت المؤثرات الرئيسية أو التفاعل أو كليهما دالا إحصائيا.

ويستخدم تحليل التباين الثنائي في الحالات التالية:

- الدراسات التجريبية.
- الدراسات شبه التجريبية.
- الدراسات الميدانية.

أسس تحليل التباين الثنائي:

الاختبارات الأولى التي تجرى في تحليل التباين الثنائي هي الاختبارات العامة أو الشاملة للمؤثرات الرئيسية والتفاعل. وتختبر هذه الاختبارات العامة الفروض المتعلقة بما يلي:

- **المؤثر الرئيسي الأول:** اختلاف متوسطات المتغير التابع في المجتمع بالنسبة لمستويات العامل الأول مع تثبيت مستويات العامل الثاني.
- **المؤثر الرئيسي الثاني:** اختلاف متوسطات المتغير التابع في المجتمع بالنسبة لمستويات العامل الثاني مع تثبيت مستويات العامل الأول.

- **مؤثرات التفاعل:** اختلاف متوسطات المتغير التابع في المجتمع بين مستويات العامل الأول كدالة لمستويات العامل الثاني.

وإذا كان واحد أو أكثر من المؤثرات العامة دالا إحصائيا تجرى اختبارات تتبعية متنوعة. ويتوقف اختيار الاختبار التتبعي على أين توجد الفروق الدالة. فإذا كانت الدلالة في تفاعل المؤثرات يمكن إجراء الاختبارات التتبعية لتقويم المؤثرات الرئيسية البسيطة، أو المقارنات التفاعلية أو كليهما. واختيار الاختبار المطلوب يتوقف على أيها أنسب للفروض التي يجري اختبارها.

ويمكن تقويم عدد من المؤثرات الرئيسية البسيطة ويتوقف ذلك على فروض البحث: الفروق في متوسطات المجتمع بين مستويات العامل الأول وذلك بالنسبة لكل مستوى من مستويات العامل الثاني. كما يمكن تقويم الفروق في المتوسطات بين مستويات العامل الثاني لكل مستوى من مستويات العامل الأول. وإذا كان أي من هذه المؤثرات البسيطة دالا إحصائيا وكان هناك أكثر من متوسطين، فإن الأمر يحتاج إلى اختبارات إضافية تشتمل على مقارنات زوجية لتقويم الفروق بين أزواج المتوسطات.

ويمكن إجراء مقارنات بين المتغيرات المتفاعلة بدلا من المؤثرات البسيطة أو بالإضافة إليها. وتتكون أبسط المقارنات بين التفاعلات على أربعة متوسطات ويشار إليها بالمقارنات الرباعية. وتختبر المقارنات الرباعية إذا ما كانت الفروق في متوسطات المجتمع بين مستويين من مستويات العامل الأول تختلف بالنسبة لمستويين من مستويات العامل الثاني.

وإذا كان التفاعل غير دال فإن الانتباه يتحول إلى المؤثرات الرئيسية. فإذا كانت المؤثرات الرئيسية لعامل له أكثر من مستويين دالة يجب القيام باختبارات تتبعية. والغرض من هذه الاختبارات التتبعية معرفة ما إذا كانت هناك فروق بين متوسطات مستويات هذا العامل بعد تثبيت متوسطات العامل الثاني. وغالبا ما تتضمن هذه الاختبارات التتبعية مقارنة متوسطات أزواج مستويات العامل الذي ظهرت فروق دالة في مؤثراته الرئيسية.

مسلمات تحليل التباين الثنائي:

المسلم الأول: أن يكون *المتغير التابع موزع توزيعا اعتداليا بالنسبة لكل المجتمعات المتضمنة في التحليل.*

وتعرف هذه المجتمعات بعدد خلايا مستويات العاملين. مثال ذلك إذا كان تحليل التباين الثنائي يتكون من ٢ × ٣ من المستويات، يكون لدينا ست خلايا، وعلى ذلك فإن المسلم يتطلب أن يكون توزيع المتغير التابع اعتداليا في المجتمع في جميع الخلايا الست. وإذا لم تكن التوزيعات اعتدالية يمكن لتحليل التباين الثنائي إعطاء نتائج دقيقة بشكل معقول إذا كانت أحجام العينة متوسطة أو كبيرة. وفي معظم الحالات يمكن اعتبار العينات التي تتكون من ١٥ حالة في كل مجموعة كبيرة بشكل كاف لإجراء التحليل والحصول على قيم دالة إحصائيا. وقد يتطلب الأمر عينات أكبر للحصول على نتائج صادقة إذا ابتعدت توزيعات المجتمع كثيرا عن التوزيع الاعتدالي.

المسلم رقم ٢: *تتساوى تباينات المتغير التابع في جميع الخلايا.*

لا يجب الثقة في نتائج تحليل التباين الثنائي إذا انتهك هذا المسلم وكانت أعداد العينات غير متساوية في الخلايا، وبالإضافة إلى ذلك يجب عدم الثقة في الاختبارات التتبعية التي تتطلب تساوي التباين إذا اختلفت تباينات المجتمع.

المسلم رقم ٣: *الحالات عبارة عن عينات عشوائية من المجتمعات التي سحبت منها كما أن درجات المتغير التابع مستقلة عن بعضها البعض.*

يعطي تحليل التباين الثنائي نتائج غير دقيقة إذا انتهك مسلم الاستقلالية.

حجم الأثر:

يعطي النموذج الخطي العام مؤشرا لحجم الأثر تحت عنوان مربع إيتا وهذه القيمة عبارة عن مربع ارتباط جزئي (Partial η^2). ويتراوح هذا المعامل بين صفر وواحد. ويفسر هذا الارتباط الجزئي على أنه نسبة تباين المتغير التابع التي ترتبط بمصادر التباين للمؤثرات الرئيسية أو مؤثرات التفاعل، مع استبعاد مصادر التباين الرئيسية أو مصادر التفاعل الأخرى. ومن غير الواضح ما هي قيمة الارتباط الجزئي التي تعتبر كبيرة أو متوسطة أو صغيرة، ومن المحتمل جدا أن نقاط القطع التقليدية وهي ٠١, و٠٦, و١٤, تعتبر كبيرة جدا بالنسبة للارتباط الجزئي Partial η^2.

تنفيذ التحليل:

سوف نستخدم المثال التالي في إجراء تحليل التباين الثنائي.

اهتم أستاذ بقسم علم النفس بإحدى كليات الآداب بمعرفة العلاقة بين أخذ المذكرات أثناء المحاضرات والمستوى التحصيلي في المادة في نهاية العام. وقد افترض

الأستاذ أن الطالب (أو الطالبة) الذي يهتم بأخذ مذكرات أثناء المحاضرات يكون أكثر قدرة على فهم محتوى المحاضرة من الطالب الذي يكتفي بالاستماع إلى المحاضرة. وقد اختار الأستاذ ثلاثين طالبا صنفهم بطريقة التعيين العشوائي في ثلاث مجموعات: مجموعة أخذ المذكرات، ومجموعة المناقشة أثناء المحاضرة، ومجموعة الاستماع. وقد قرر الأستاذ الاستمرار في هذا البحث لمدة أربعة أسابيع يعطيهم بعدها اختبارا في جزء المادة الذي تمت تغطيته أثناء فترة البحث. ويبين جدول (٨-١) درجات عينة الطلاب في الاختبار الذي اجري عليهم بعد انتهاء فترة البحث. ويحتوي الجدول على ثلاثة متغيرات: النوع (١ ذكور، ٢ إناث) الطريقة (١ يأخذ مذكرات، ٢ يناقش، ٣ مستمع) والدرجة.

جدول ٨-١ توزيع درجات الاختبار على المتغيرين المستقلين

الطالب	النوع	الطريقة	الدرجة	الطالب	النوع	الطريقة	الدرجة
١	١	١	٤٣	١٦	٢	١	٦٠
٢	١	١	٣٥	١٧	٢	١	٤٢
٣	١	١	٥٢	١٨	٢	١	٥٣
٤	١	١	٤٨	١٩	٢	١	٤٠
٥	١	١	٦١	٢٠	٢	١	٣٩
٦	١	٢	٤٥	٢١	٢	٢	٣١
٧	١	٢	٥٢	٢٢	٢	٢	٤٢
٨	١	٢	٣٩	٢٣	٢	٢	٢٣
٩	١	٢	٤٣	٢٤	٢	٢	٣٢
١٠	١	٢	٣٩	٢٥	٢	٢	٤٠
١١	١	٣	١١	٢٦	٢	٣	١٣
١٢	١	٣	٢٢	٢٧	٢	٣	٣٣
١٣	١	٣	٢٣	٢٨	٢	٣	٢٢
١٤	١	٣	١٢	٢٩	٢	٣	٢٣
١٥	١	٣	٢٤	٣٠	٢	٣	٢٤

وباستخدام تحليل التباين الثنائي نختبر الفروض الصفرية الثلاثة التي تتعلق بكل من:

١- المؤثرات الرئيسية للنوع
٢- المؤثرات الرئيسية للطريقة
٣- التفاعل بين النوع والطريقة

التحليل:

أدخل البيانات في الأعمدة الأربعة من محرر البيانات في برنامج SPSS وأطلق المسميات التالية على المتغيرات: **subject، gender، method، score**. ويمكن إدخال البيانات مباشرة من الأسطوانة المرنة ويطلق على ملف البيانات Methods.sav.

ويلاحظ أن عدد أفراد العينة في كل من المجموعات الثلاث متساو (ن = ١٠). ولكن إذا لم يكن العدد متساويا فقد تتعقد الأمور بعض الشيء وهناك عدة طرق لحساب مجموع المربعات وقيمة 'ف'، وكل منها يعطي قيما مختلفة للمؤثرات الرئيسية. وسوف نستخدم في هذا الفصل أكثر الطرق انتشارا وهي المعروفة باسم *Type III sums of squares* or *regression approach* وهي الطريقة الافتراضية في برنامج SPSS لحسن الحظ. وعندما تكون 'ن' للمجموعات المختلفة متساوية (كما هو الحال في مثالنا السابق) فإننا نحصل على نفس النتائج باستخدام أي طريقة، وفي هذه الحالة ليس هناك من داع للاهتمام بالطريقة.

وعندما تكون 'ن' غير متساوية، فإن هناك طريقتين لحساب المتوسطات الهامشية المناظرة للمؤثرات الرئيسية، وهما المتوسط العام لتقدير أثر كل متغير مستقل، وذلك بحساب المتوسط عبر المتغير المستقل الآخر. وعند استخدام مجموعات غير متساوية العدد فإن معظم الخبراء يوصون بحساب المتوسطات الهامشية غير الوزنية (بدلا من المتوسطات الوزنية). ورغم أن تفسير هذه القضية يخرج عن مجال هذا الكتاب إلا أننا سوف نشرح كيفية الحصول على نوعي المتوسطات الهامشية.

<u>طريقة التأشير والضغط:</u>

١- اضغط على **Statistics** (في الإصدار الثامن) أو **Analyze** (في الإصدارات من التاسع إلى الثاني عشر) في شريط القوائم.
٢- اضغط **General Linear Model** من القائمة المنسدلة، ثم **GLM – General Factorial** (بالنسبة للإصدار الثامن) أو **Univariate** (بالنسبة للإصدارات من التاسع إلى الثاني عشر)، ويؤدي هذا إلى ظهور مربع حوار

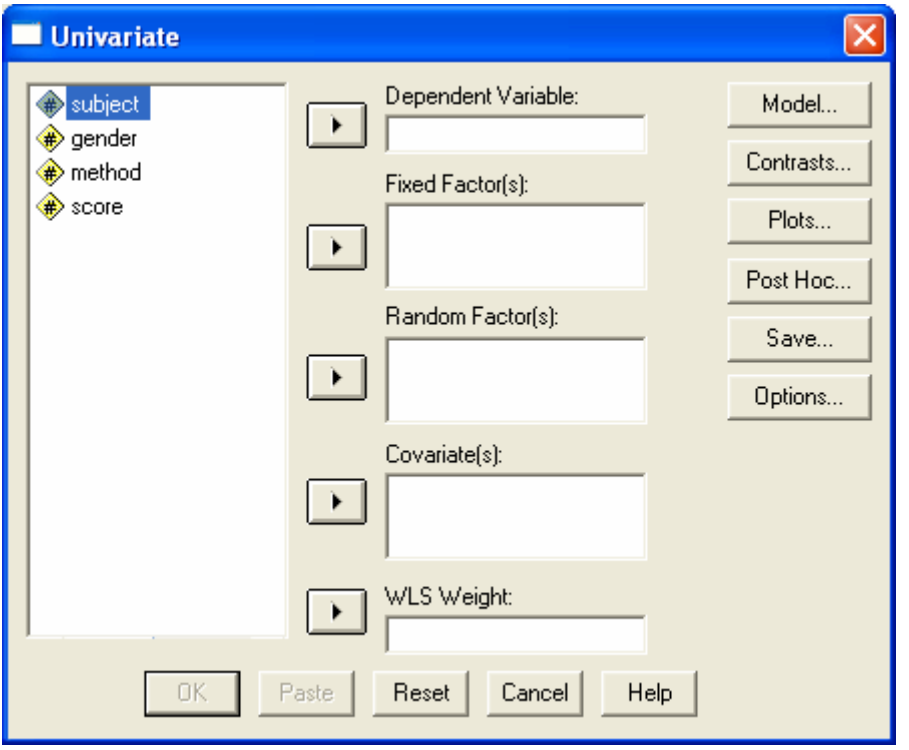
كالمبين في شكل (٨-١).

٣- اضغط على المتغير **score** ثم اضغط على السهم الأوسط لنقل هذا المتغير إلى المربع المسمى "المتغير التابع Dependent Variable".

٤- اضغط على مفتاح Ctrl واستمر في الضغط أثناء الضغط على المتغيرين **gender** و **method**. اضغط على السهم الأوسط لنقل هذين المتغيرين إلى مربع Fixed Factor(s).

٥- اضغط على **Options**.

٦- في مربع حوار Univariate: Options اضغط على مفتاح Ctrl واستمر في الضغط أثناء الضغط على كل من **gender** - **method** - **gender*method** في مربع Factor(s) and Factor Interactions.

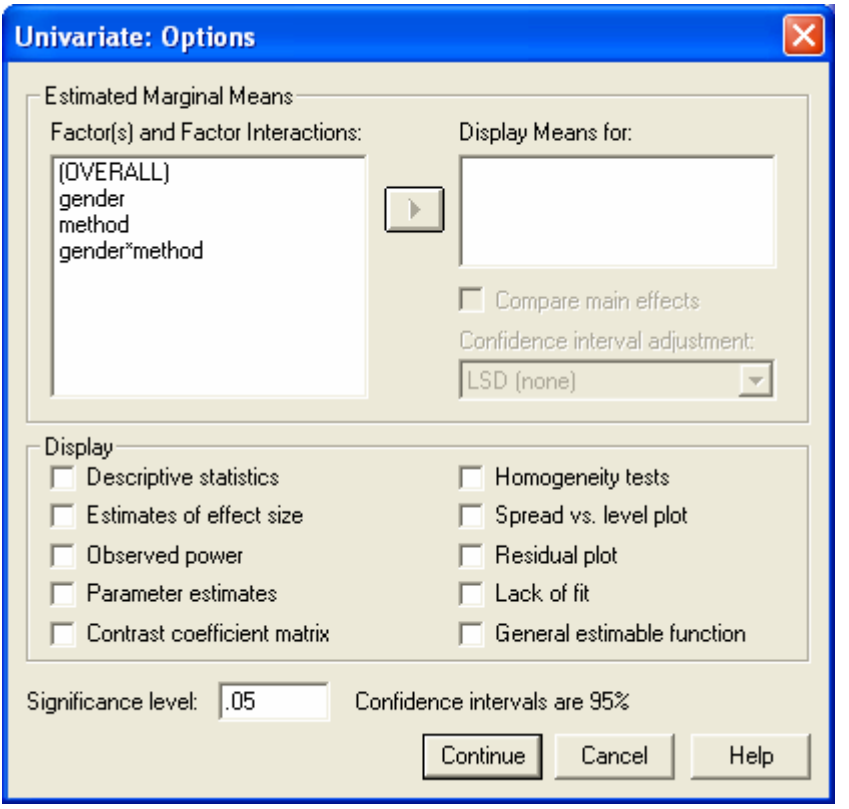


شكل ٨-١ مربع حوار لتحليل التباين الثنائي في وحدة GLM

٧- اضغط على السهم الأوسط لنقل هذه المتغيرات إلى مربع Display Means for:.

٨- في مربع Display اضغط علـــى **Descriptive – Homogeneity tests**
Estimates of effect size – statistics.

٩- اضغط على **Continue**.



شكل ٨-٢ اختيارات تحليل التباين GLM

١٠-اضغط على Post Hoc.

١١-في مربع الحوار الناتج انقل المتغير Method إلى مربع Post Hoc ثم اضغط على اختبار Tukey.

١٢-اضغط على Continue للعودة إلى مربع الحوار الرئيسي.

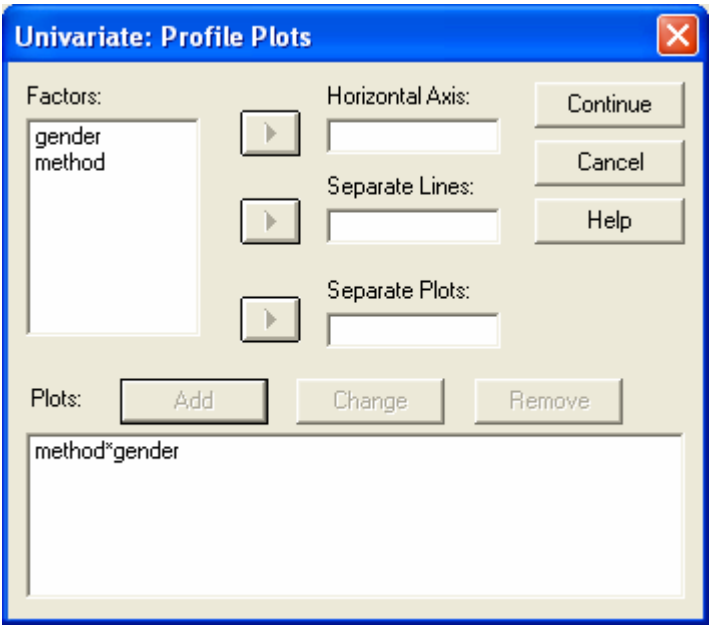
١٣-إذا كنت ترغب في الحصول على رســم بيــاني للتفاعــل gender*method اضغط على Plots.

١٤-في مربع حوار الرسوم الناتج عن الخطوة السابقة انقل المتغيــر gender إلـــى مربع Separate Lines والمتغير methods إلى مربـــع Horizontal Axis

(شكل ٨-٣) ثم اضغط على Add لنقل المتغيرين إلى مربع Plots.

١٥-اضغط على Continue.

١٦-اضغط على **OK**.



شكل ٨-٣ مربع حوار الرسوم

الطريقة اللغوية:

افتح المحرر اللغوي Syntax Editor واكتب الأمر التالي (ولا تنسى النقطة في نهاية الأمر) ويمكن استرجاع ملف Methods، ثم اضغط على زر *Run* لتنفيذ التحليل.

```
GLM
  score  BY gender method
  /METHOD = SSTYPE(3)
  /INTERCEPT = INCLUDE
  /POSTHOC = method (TUKEY)
  /PLOT = PROFILE( method*gender )
  /EMMEANS = TABLES(gender)
  /EMMEANS = TABLES(method)
  /EMMEANS = TABLES(gender*method)
  /PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ HOMOGENEITY
  /CRITERIA = ALPHA(.05)
  /DESIGN = gender method gender*method .
```

والأمر **GLM** في برنامج SPSS يمكن استخدامه لتحليل التصميمات أحادية المتغيرات (التي يوجد بها متغير تابع واحد)، ومتعددة المتغيرات (التي توجد بها عدة متغيرات تابعة)، ونحن هنا نستخدم **GLM** للقيام بتحليل تباين ثنائي (يمكن استخدام الأمر **UNIANOVA** في الإصدار التاسع بدلا من الأمر **GLM** وتحصل على نفس النتائج). وبعد الأمر **GLM** يجب أن تكتب اسم المتغير التابع. وفي مثالنا هذا المتغير التابع هو **SCORE**. ثم تكتب الكلمة **BY** يتبعها أسماء عوامل بين المجموعات (أي المتغيرات المستقلة). وفي هذا المثال المتغيرات المستقلة هي **GENDER** و **METHOD**.

ويطلب الأمر الفرعي **/POSTHOC = method (TUKEY)**

إجراء الاختبار التتبعي بالنسبة للمتغير **METHOD** لأنه يحتوي على أكثر من مستويين

أما الأمر الفرعي

/PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ HOMOGENEITY

فإنه يخبر SPSS أن يعطي المتوسطات الملاحظة وغيرها من الإحصاءات الوصفية على المتغير التابع لكل خلية من خلايا التصميم. أما الأمر الفرعي ETASQ فهو لإعطاء حجم الأثر، والأمر الفرعي HOMOGENEITY فلاختبار التجانس بين التباينات.

ويطبع SPSS المتوسطات الهامشية الوزنية للمتغيرات المستقلة كجزء من نتائج الأمر الفرعي **/PRINT = DESCRIPTIVE**. وإذا كنت ترغب في الحصول على المتوسطات الهامشية غير الوزنية فلابد لك من طلب ذلك بصراحة (مع ملاحظة أنه إذا كانت جميع قيم 'ن' متساوية فإن نوعي المتوسطات الهامشية يتساويان تماما ولا ضرورة لطلب المتوسطات غير الوزنية). ولطلب المتوسطات غير الوزنية أضف الأمرين الفرعيين التاليين إلى أمر **GLM** (أو **UNIANOVA**) وذلك بالإضافة إلى الأمر الفرعي **/PRINT = DESCRIPTIVE**.

/EMMEANS = TABLES (GENDER)

/EMMEANS = TABLES (METHOD)

وللحصول على رسم بياني للتفاعل بين المتغيرين **gender** و **method** نستخدم الأمر الفرعي

/PLOT = PROFILE(method*gender)

النتائج:

إذا طلبت الإحصاءات الوصفية فسوف يبدو جزء من النتائج كما هو مبين في شكل ٧-٤ في الجزء المعنون Descriptive Statistics، ويلاحظ أن هذا الجزء من

النتائج لا يظهر إذا لم نطلب هذه الإحصاءات.

وتعطي النتائج المتوسطات والانحرافات المعيارية وأحجام العينة (ن) للمتغير التابع SCORE لكل مستوى من مستويات المتغيرات المستقلة. والترتيب الذي تطبع به النتائج غير مريح، ويجعل من الصعب رؤية الآثار الرئيسية. ويمكن إعادة ترتيب هذه المتوسطات بشكل أفضل لتتوافق مع الطبيعة الثنائية للتصميم كما يلي:

النوع	المذكرات	المناقشة	الاستماع	المتوسط
الذكور	٤٧,٨٠	٤٣,٦٠	١٨,٤٠	٣٦,٦٠
الإناث	٤٦,٨٠	٣٣,٦٠	٢٣,٠٠	٣٤,٤٧

وقد أخذت خلايا المتوسطات في هذا الجدول من قسم الإحصاءات الوصفية "Descriptive Statistics" مباشرة والموجودة في شكل ٨-٤، حيث توجد المتوسطات الهامشية أيضا في الصفوف المعنونة "Total". مثال ذلك أن متوسطات المجموعات الثلاث بالنسبة للذكور كانت ٤٧,٨٠ و٤٣,٦٠ و١٨,٤٠. وبجمع هذه المتوسطات الثلاث معا وبقسمتها على٣ نحصل على ٣٦,٦٠، وهو المتوسط الهامشي لمتغير النوع المجموعة الأولى (الذكور). وتظهر هذه القيمة في شكل ٨-٤ في الصف الأول المعنون "Total" في قسم "Descriptive Statistics".

وإذا كانت قيم 'ن' غير متساوية في مختلف الخلايا (بعكس الحال في مثالنا) فإن المتوسطات الهامشية الموجودة في قسم "Descriptive Statistics" تكون متوسطات وزنية، **وقد تكون غير مناسبة** لدراسة المؤثرات الرئيسية. وفي هذه الحالة يجب طلب المتوسطات غير الوزنية التي لا تطبع إلا عند إتباع الإجراءات السابق ذكرها، حيث تظهر منفصلة في نهاية جدول النتائج. وسوف نناقش هذه النتائج فيما بعد.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
GENDER	1	Male	15
	2	Female	15
METHOD	1	Notes	10
	2	Dicuss	10
	3	Listen	10

Descriptive Statistics

Dependent Variable: SCORE

GENDER	METHOD	Mean	Std. Deviation	N
Male	Notes	47.80	9.731	5
	Dicuss	43.60	5.367	5
	Listen	18.40	6.348	5
	Total	36.60	15.080	15
Female	Notes	46.80	9.257	5
	Dicuss	33.60	7.635	5
	Listen	23.00	7.106	5
	Total	34.47	12.535	15
Total	Notes	47.30	8.970	10
	Dicuss	38.60	8.154	10
	Listen	20.70	6.800	10
	Total	35.53	13.668	30

شكل ٨-٤ الإحصاء الوصفي للمتغير SCORE

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SCORE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	3984.267[a]	5	796.853	13.344	.000	.735
Intercept	37878.533	1	37878.533	634.304	.000	.964
GENDER	34.133	1	34.133	.572	.457	.023
METHOD	3678.867	2	1839.433	30.803	.000	.720
GENDER * METHOD	271.267	2	135.633	2.271	.125	.159
Error	1433.200	24	59.717			
Total	43296.000	30				
Corrected Total	5417.467	29				

a. R Squared = .735 (Adjusted R Squared = .680)

شكل ٨-٥ تحليل التباين بين المجموعات

ويحتوي شكل (٨-٥) على اختبارات الدلالة وتوجد تحت "Tests of Between-Subjects Effects". والسطر المعنون "Error" يشير إلى بند الخطأ "error term" المستخدم في جميع اختبارات 'ف' (F-tests). وفي مثالنا الحالي نجد أن مجموع مربعات الخطأ (SS_{error}) تساوي ١٤٣٣,٢٠٠ ودرجات حرية الخطأ (df_{error}) تساوي ٢٤، ومتوسط مربعات الخطأ (MS_{error}) (والذي نحصل عليه من قسمة مجموع مربعات الخطأ على درجات حرية الخطأ) يبلغ ٥٩,٧١٧. وتستخدم هذه القيمة الأخيرة في المقام عند حساب النسبة الفائية لاختبار المؤثرات الرئيسية والتفاعل.

ومصادر التباين الثلاثة ذات الأهمية الأساسية هي:

١- "GENDER" الذي يشير للمؤثرات الأساسية لمتغير النوع.

٢- "METHOD" والذي يشير للمؤثرات الأساسية لمتغير الطريقة.

٣- "GENDER * METHOD" الذي يشير إلى التفاعل بين المتغيرين المستقلين.

وتظهر لكل من المصادر السابقة:

- مجموع المربعات "Type III Sum of Squares".
- درجات الحرية "df".
- متوسط المربعات "Mean Square".
- النسب الفائية F ratios.
- قيم 'ل' p-values (الدلالة ".sig") لاختبارات الدلالة.

وتحسب كل قيمة من قيم 'ف' "F" كنسبة لمتوسط المربعات لكل مؤثر من المؤثرات مقسوما على متوسط الخطأ "MS_{error}" (٥٩,٧١٧). وفي المثال الحالي نجد أن النسب الفائية الثلاث هي:

- F_{GENDER} = 34.133 / 59.717 = .572
- F_{METHOD} = 1839.433 / 59.717 = 30.803
- F_{Inter} = 135.833 / 59.717 = 2.271

وقيم 'ل' p-values لهذه النسب الفائية مكتوبة تحت الدلالة ".Sig" وهي تساوي في مثالنا هذا ٤٥٧, وهي قيمة غير دالة ومعنى هذا أنه لا توجد فروق ترجع إلى النوع. يلي ذلك مستوى الدلالة للطريقة وهي ٠٠٠, (أي أنها أقل من ٠٠٠٥,)، أما مستوى الدلالة بالنسبة للتفاعل فهو ١٢٥, وهذه القيمة غير دالة مما يشير أنه لا يوجد تفاعل بين النوع والطريقة. وفي ضوء هذه النتيجة فإننا نقبل الفرض الصفري بالنسبة للنوع والتفاعل، ولكننا نرفضه بالنسبة للطريقة. ولذلك فبالنسبة لكل مؤثر وتفاعل رئيسي نجد أن ل > ٠٥, بالنسبة لمتغير النوع وكذلك بالنسبة للتفاعل بين النوع والطريقة. أما بالنسبة للطريقة فإن ل< ٠١,، أي أنها المؤثر الوحيد الدال إحصائيا.

المتوسطات الهامشية للمؤثرات الرئيسية:

إذا اتبعت أحد طرق طلب المتوسطات غير الوزنية سوف يظهر الجزء التالي من النتائج كما هو موضح في شكل ٧-٦. ويشير SPSS إليها بالمتوسطات الهامشية المقدرة "estimated marginal means". ويتبين من شكل ٧-٦ أن متوسطي "GENDER" هما (٣٦,٦٠٠ و٣٤,٤٦٧) وأن المتوسطات الهامشية لمجموعات "METHOD" الثلاث هي (٤٧,٣٠٠ و٣٨,٦٠٠ و٢٠,٧٠٠) وهي تتفق مع المتوسطات الهامشية التي ناقشناها من قبل، وهذا لا يصدق إلا على الحالات التي تكون فيها جميع قيم 'ن' متساوية (وهي في حالتنا هذه تساوي ٥ لكل خلية). وإذا لم تكن قيم 'ن' متساوية فإننا نستخدم المتوسطات الهامشية غير الوزنية وهذا ما يوصي به الخبراء في معظم المواقف، لأنها سوف تختلف عن المتوسطات الهامشية المذكورة في قسم الإحصاء الوصفي من جداول النتائج.

المقارنات البعدية المتعددة:

عندما نحصل على قيم دالة لأي من المؤثرات الرئيسية وكان عدد فئات المتغير تزيد على فئتين. فلابد من القيام بدراسة تتبعية Post Hoc للنتائج حتى نحدد طبيعة

الفروق بين المتوسطات. وفي مثالنا الحالي تبين أن المؤثرات الرئيسية للمتغير **method** دالة إحصائيا، ولذلك فإننا نحتاج إلى دراسة نوع الفروق الموجودة بين متوسطات فئات هذا المتغير. ويبين الجزء الأخير من النتائج شكل (٨-٧) نتيجة اختبار توكي Tukey HSD للمتغير التابع **SCORE**.

Estimated Marginal Means

1. GENDER

Dependent Variable: SCORE

GENDER	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Male	36.600	1.995	32.482	40.718
Female	34.467	1.995	30.349	38.585

2. METHOD

Dependent Variable: SCORE

METHOD	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Notes	47.300	2.444	42.256	52.344
Dicuss	38.600	2.444	33.556	43.644
Listen	20.700	2.444	15.656	25.744

شكل ٨-٦ المتوسطات الهامشية للمؤثرات الرئيسية

ويتبين من الجدول أن هناك فروقا دالة إحصائيا (ل < ٠٥,) بين كل من الفئة التي تأخذ مذكرات NOTES وفئة المناقشة DISCUSS. وكذلك بين الفئة التي تأخذ مذكرات NOTES والفئة المستمعة LISTEN. وينطبق نفس الشيء على الفروق بين فئة المناقشة والفئة المستمعة. أي أن هناك فروقا دالة إحصائيا بين الفئات الثلاث. حيث يزيد متوسط الفئة التي تأخذ مذكرات عن متوسطي الفئتين الأخريين. كما يزيد متوسط فئة المناقشة على متوسط فئة الاستماع.

وبذلك يمكن الخروج بخلاصة أن الفرض الذي وضعه عضو هيئة التدريس قد تحقق حيث تبين أن الفئة التي تأخذ مذكرات أثناء المحاضرة أقدر على استيعاب المفاهيم الواردة بالمحاضرة من الفئتين الأخريين.

Post Hoc Tests

METHOD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SCORE
Tukey HSD

(I) METHOD	(J) METHOD	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Notes	Dicuss	8.70*	3.456	.048	.07	17.33
	Listen	26.60*	3.456	.000	17.97	35.23
Dicuss	Notes	-8.70*	3.456	.048	-17.33	-.07
	Listen	17.90*	3.456	.000	9.27	26.53
Listen	Notes	-26.60*	3.456	.000	-35.23	-17.97
	Dicuss	-17.90*	3.456	.000	-26.53	-9.27

Based on observed means.

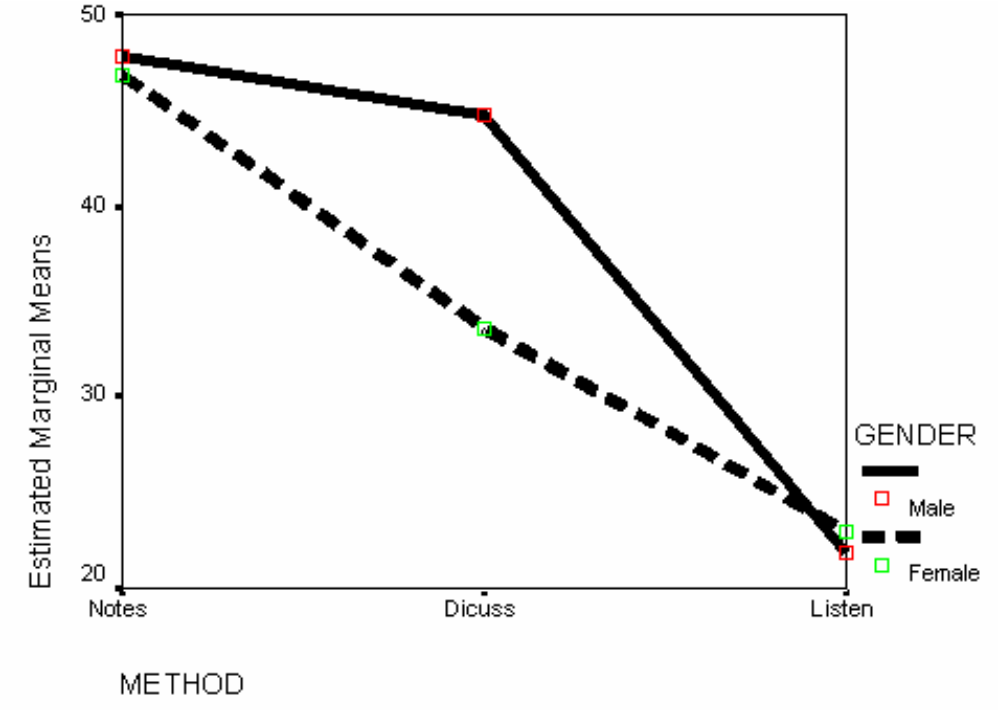
*. The mean difference is significant at the .05 level.

شكل ٨-٧ المقارنات البعدية للمتغير METHOD

التفاعل بين المتغيرين gender و method

نستطيع أثناء العمل في تحليل التباين الثنائي أو أي تحليل تباين يحتوي على عاملين أو أكثر أن نحصل على التفاعل بين هذه المتغيرات. وهناك مستويات للتفاعل حسب عدد المتغيرات التي لدينا فقد نحصل مثلا على التفاعل بين متغيرين أو ثلاثة متغيرات أو أكثر. وبديهي أنه كلما زاد عدد المتغيرات عن اثنين تتعقد الأمور ويكون من الصعب تصور عملية التفاعل. وفي المثال الذي بين أيدينا يوجد متغيران مستقلان ولذلك فإن التفاعل بين المتغيرين في هذه الحالة تفاعل بسيط يسهل تفسيره.

وعندما يكون التفاعل دالا فإن ذلك يعني أن الفروق في مستويات أحد المتغيرين لا تتوافق مع الفروق في مستويات المتغير الثاني. فإذا كان لدينا تفاعل بين النوع والطريقة فمعنى ذلك مثلا أن متوسط الذكور في طريقة أو أكثر يختلف عن متوسط الإناث في تلك الطرق. أي أن المؤثرات الرئيسية في هذه الحالة تختلف من نوع لآخر. أما إذا كان التفاعل غير دال فمعنى ذلك أن هناك توافقا بين الذكور والإناث في مستويات الطريقة وفي مثالنا الحالي نجد أن التفاعل غير دال إحصائيا (انظر شكل ٧-٥) ولذلك نجد أن الطرق الثلاث لها نفس الأثر في حالة الذكور والإناث. ورغم اختلاف طريقة المناقشة بين النوعين حيث يزيد متوسط الذكور عن متوسط الإناث، إلا أن نمط المتوسطات واحد بين النوعين. فنجد المتوسطين في طريقة الاستماع هي الأقل بين النوعين، يليها طريقة المناقشة، أما طريقة أخذ المذكرات فهي الأكثر أثرا بين الطرق الثلاث (انظر شكل ٧-٨).



شكل ٨-٨ رسم للتفاعل بين المتغيرين gender و method