الكشف عن دلالة الفروق باستخدام اختبار فريدمان والمقارنات البعدية لمتوسطات الرتب للمجموعات المقترنة بالإصدارات القديمة والحديثة لبرنامج SPSS

أ.د. عبد الناصر أنيس عبد الوهاب
أستاذ علم النفس التربوي، كلية التربية، جامعة دمياط
anassera@du.edu.eg

مستخلص:

تستخدم معظم البحوث التجريبية تصميم المجموعة الواحدة أو تصميم المجموعتين ذات القياسات المتكررة، ومع ذلك تستخدم اختبار ويلكوكسون للكشف عن دلالة الفروق بين متوسطي رتب كل مجموعتين مقترنتين كأزواج من القياسات المنفردة دون التحقق من الافتراضيات التي يجب استيفائها قبل استخدام هذا الاختبار لأنك تجري مقارنات متعددة، مما يزيد من احتمالية إعلان نتيجة ذات دلالة عندما لا ينبغي لك ذلك (خطأ من النوع الأول). اختبار فريدمان Friedman Test هو البديل اللابارامتري لتحليل التباين أحادي الاتجاه مع القياسات المتكررة. ويتم استخدامه لاختبار الفروق بين المجموعات عندما يكون المتغير التابع الذي يتم قياسه ترتيبيًا. ويمكن استخدامه أيضًا للبيانات المستمرة التي لا تحقق الافتراضات اللازمة لإجراء تحليل التباين (ANOVA) أحادي الاتجاه للقياسات متكررة (على سبيل المثال، البيانات التي حددت انحرافات عن الحالة الطبيعية – أي اعتدالية التوزيع). ومن ثم تتناول هذه المقالة اختبار فريدمان Friedman Test، والافتراضات التي يقوم عليها، وإجراءات استخدامها في حالة عدم الحاجة أو الحاجة لإجراء مقارنات متعددة بين أزواج المجموعات المقترنة. وتقديم تصحيح بونفيروني Bonferroni Adjustment في حالة استخدام اختبار ويلكوكسون للمقارنة بين أزواج المجموعات المقترنة في حالة دلالة إحصاء اختبار فريدمان، بالإضافة إلى الكشف عن دلالة الفروق بين المجموعات المقترنة باستخدام إجراءات برنامج SPSS للإصدارات من الإصدار 18 حتى أخر إصدار.

الكلمات المفتاحية:

اختبار فريدمان، المقارنات المتعددة لمتوسطات الرتب، اختبار ويلكوكسون، تعديل بونفيروني، العينات المقترنة أو المرتبطة

Title: Detecting the significance of the differences using the Friedman test and post hoc comparisons of the mean ranks of the related samples with the old and new versions of SPSS.

Dr. Abdelnasser A. Abdelwahab
Professor of Educational Psychology, Ph.D.
Faculty of Education, Damietta University
anassera@du.edu.eg

Abstract:

Most experimental research uses a single-group or two-group design with repeated measurements. However, it uses the Wilcoxon test to detect the significance of differences between the mean ranks of two paired samples as pairs of individual measurements without checking the assumptions that must be met before using this test because you are making multiple comparisons, which Increases the likelihood of announcing a significant result when you shouldn't (Type I error). The Friedman Test is a nonparametric alternative to one-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures. It is used to test differences between groups when the dependent variable being measured is ordinal. It can also be used for continuous data that does not meet the assumptions necessary to perform a one-way analysis of variance (ANOVA) for repeated measures (for example, data that have identified deviations from normality – i.e. normality of the distribution). Hence, this article discusses the Friedman Test, the assumptions on which it is based, and procedures for using it when there is no need or need to conduct multiple comparisons between pairs of paired groups. Providing a Bonferroni Adjustment in the case of using the Wilcoxon test to compare pairs of paired samples in the case of significance of the Friedman test statistic, in addition to revealing the significance of the differences between the paired samples using SPSS program procedures for versions from version 18 until the latest version.

Keywords:

Friedman test, Post-hoc multiple comparisons, Wilcoxon test, Bonferroni adjustment, Paired or Related samples

الكشف عن دلالة الفروق باستخدام اختبار فريدمان والمقارنات البعدية لمتوسطات الرتب للمجموعات المقترنة بالإصدارات القديمة والحديثة لبرنامج SPSS

مقدمة:

اختبار فريدمان Friedman Test هو البديل اللابارامتري لتحليل التباين أحادي الاتجاه مع القياسات المتكررة. ويتم استخدامه لاختبار الفروق بين المجموعات عندما يكون المتغير التابع الذي يتم قياسه ترتيبيًا. ويمكن استخدامه أيضًا للبيانات المستمرة التي لا تحقق الافتراضات اللازمة لإجراء تحليل التباين (ANOVA) أحادي الاتجاه للقياسات متكررة (على سبيل المثال، البيانات التي حددت انحرافات عن الحالة الطبيعية – أي اعتدالية التوزيع).

إحصائيات برنامج SPSS

الافتراضات:

عندما تختار تحليل بياناتك باستخدام اختبار فريدمان، فإن جزءًا من العملية يتضمن التحقق للتأكد من أن البيانات التي تريد تحليلها يمكن تحليلها بالفعل باستخدام اختبار فريدمان. ويتعين عليك القيام بذلك لأنه من المناسب فقط استخدام اختبار فريدمان إذا كانت بياناتك "تجتاز" الافتراضات الأربعة التالية:

الافتراض 1: مجموعة واحدة يتم قياسها في ثلاث مناسبات مختلفة أو أكثر.

الافتراض 2: المجموعة هي عينة عشوائية من المجتمع.

الافتراض 3: يجب قياس المتغير التابع على المستوى الترتيبي أو المستمر. وتتضمن أمثلة المتغيرات الترتيبية مقاييس ليكرت (على سبيل المثال، مقياس مكون من 7 نقاط من أوافق بشدة إلى لا أوافق بشدة)، من بين طرق أخرى لتصنيف الفئات (على سبيل المثال، مقياس من 5 نقاط يوضح مدى رضا العميل عن الوظيفة، بدءًا من " ليس كثيرًا" إلى "نعم، كثيرًا"). وتتضمن أمثلة المتغيرات المستمرة وقت المراجعة (يتم قياسه بالساعات)، والذكاء (يتم قياسه باستخدام درجة الذكاء)، وأداء الامتحان (يتم قياسه من 0 إلى 100)، والوزن (يتم قياسه بالكيلوجرام).

الافتراض 4: لا يلزم توزيع العينات بشكل طبيعي.

لن يقوم إجراء اختبار فريدمان في إحصائيات SPSS باختبار أي من الافتراضات المطلوبة لهذا الاختبار. في معظم الحالات، يرجع ذلك إلى أن الافتراضات هي مسألة منهجية أو تصميم دراسة، وليس ولم يتم تصميم إحصائيات SPSS من أجل اختبار هذه الفروض ولكنها مسئولية الباحث. في حالة تقييم أنواع المتغيرات التي تستخدمها، لن

توفر لك إحصائيات SPSS أي أخطاء إذا قمت بتسمية المتغيرات الخاصة بك بشكل غير صحيح على أنها اسمية.

إحصائيات برنامج SPSS

مثال #1:

يريد أحد الباحثين فحص ما إذا كان للموسيقى تأثير على الجهد النفسي المدرك المطلوب لأداء جلسة تمرين. المتغير التابع هو "الجهد المدرك لأداء التمرين" والمتغير المستقل هو "نوع الموسيقى" الذي يتكون من ثلاث مجموعات: الأولى "لا توجد موسيقى"، والثانية توجد "موسيقى كلاسيكية"، والثالثة توجد "موسيقى راقصة". ولاختبار ما إذا كان للموسيقى تأثير على الجهد النفسي المتصور المطلوب لأداء جلسة تمرين، قام الباحث بتعيين 12 عداءًا ركض كل منهم ثلاث مرات على جهاز المشي لمدة 30 دقيقة. من أجل الاتساق، كانت سرعة جهاز المشي هي نفسها لجميع الجولات الثلاثة. وبترتيب عشوائي، أجرى كل فرد ما يلي: (أ) عدم الاستماع إلى الموسيقى على الإطلاق؛ (ب) الاستماع إلى موسيقى كلاسيكية؛ و (ج) الاستماع إلى موسيقى راقصة. وفي نهاية كل جولة، طُلب من المشاركين تسجيل مدى صعوبة جلسة الجري على مقياس من 1 إلى 10، حيث يشير الرقم 1 إلى السهولة والرقم 10 إلى الصعوبة الشديدة. تم بعد ذلك إجراء اختبار فريدمان لمعرفة ما إذا كانت هناك فروق في الجهد المدرك بناءً على نوع الموسيقى.

تجهيز البيانات في برنامج SPSS:

تقوم إحصائيات SPSS بوضع كافة بيانات القياسات المتكررة في نفس الصف في واجهة عرض البيانات الخاصة بها. ولذلك، سوف تحتاج إلى العديد من المتغيرات كما كان لديك مجموعات ذات الصلة. في مثالنا، نحتاج إلى ثلاثة متغيرات، والتي أطلقنا عليها القياس في حالة "لا توجد موسيقى"، والقياس في حالة "وجود كلاسيكي"، والقياس في حالة "وجود موسيقى راقصة" لتمثيل الجهد المدرك الذي يبذله الأفراد عند الجري استنادًا إلى الأنواع الثلاثة المختلفة من حالة الموسيقى. ويوضح الشكل 1 طريقة تجهيز البيانات في واجهة البيانات لبرنامج SPSS.

	none	classical	dance
1	8.00	8.00	7.00
2	7.00	6.00	6.00
3	6.00	8.00	6.00
4	8.00	9.00	7.00
5	5.00	8.00	5.00
6	9.00	7.00	7.00
7	7.00	7.00	7.00
8	8.00	7.00	7.00
9	8.00	6.00	8.00
10	7.00	6.00	6.00
11	7.00	8.00	6.00
12	9.00	9.00	6.00

الشكل 1 طريقة تجهيز البيانات في واجهة البيانات لبرنامج SPSS (IBM; SPSS Statistics)

إجراءات اختبار فريدمان في إحصائيات SPSS

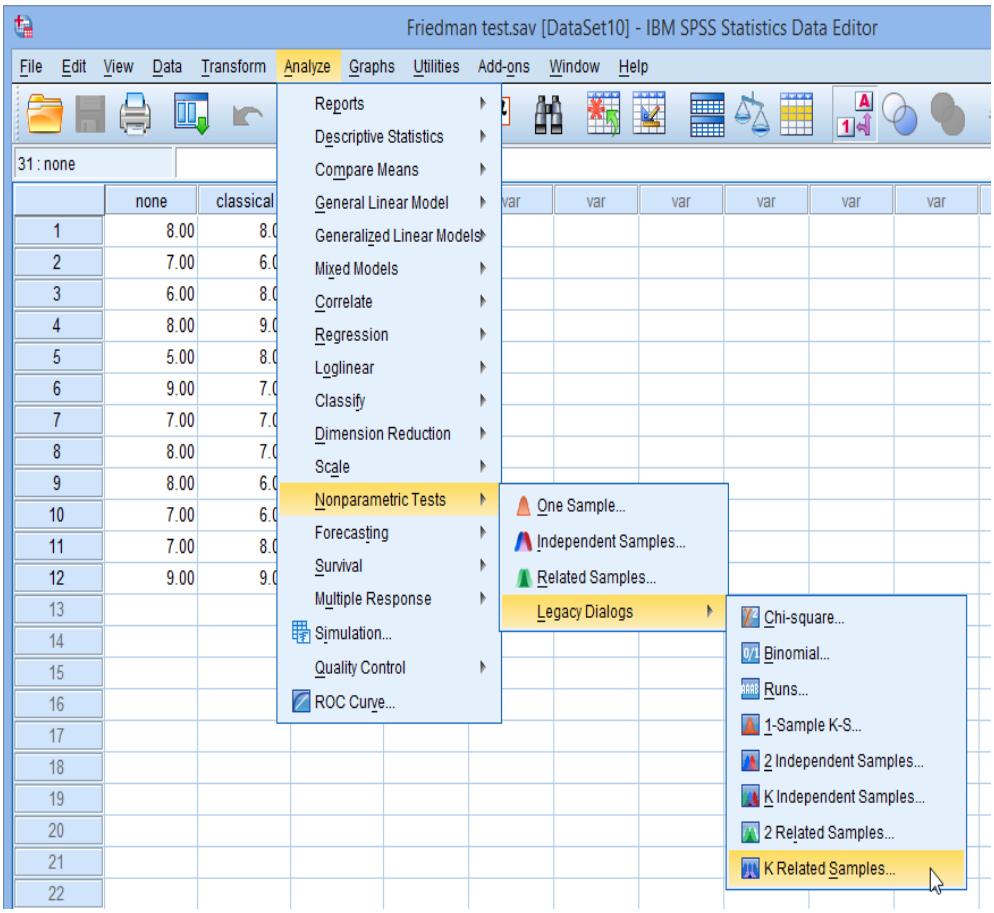
توضح لك الخطوات الثمانية التالية كيفية تحليل بياناتك باستخدام اختبار فريدمان باستخدام SPSS. نعرض لك إجراء مربعات الحوار القديمة > إجراء العينات ذات الصلة **Legacy Dialogs > K Related Samples** من قائمة تحليل > الإحصاءات اللابارامترية **Analyze > Nonparametric Tests** في برامج SPSS لإجراء اختبار فريدمان أدناه لأنه يمكن استخدامه مع مجموعة واسعة من إصدارات إحصائيات SPSS. ومع ذلك، يمكنك أيضًا إجراء اختبار فريدمان باستخدام إجراء الاختبارات اللابارامترية > العينات المرتبطة **Nonparametric Tests > Related Samples** في برنامج SPSS، والذي يتوفر للإصدارات من 18 إلى 28. يوفر إجراء الاختبارات اللابارامترية > العينات ذات الصلة إحصائيات إضافية وخيارات رسومية أكثر من إجراء مربعات الحوار القديمة > إجراء ن من العينات المرتبطة **Legacy Dialogs > K Related Samples** لذلك، نوضح لك كيفية تشغيل إجراء الاختبارات اللابارامترية > العينات المرتبطة **Nonparametric Tests > Related Samples**.

ملاحظة: الإجراء التالي مطابق لإصدارات SPSS Statistics من 17 إلى 28، حيث يكون الإصدار 28. ومع ذلك، في الإصدار 27، قدم برنامج SPSS Statistics مظهرًا جديدًا لواجهتها يسمى "SPSS Light"، ليحل محل المظهر السابق للإصدارات 26 والإصدارات السابقة، والذي كان يسمى "SPSS Standard". ولذلك، إذا كان لديك

الإصدار 27 أو 28 من برنامج SPSS Statistics، فستكون الصور التالية باللون الرمادي الفاتح بدلاً من اللون الأزرق، ومع ذلك، فإن الإجراء متطابق في الحالتين.

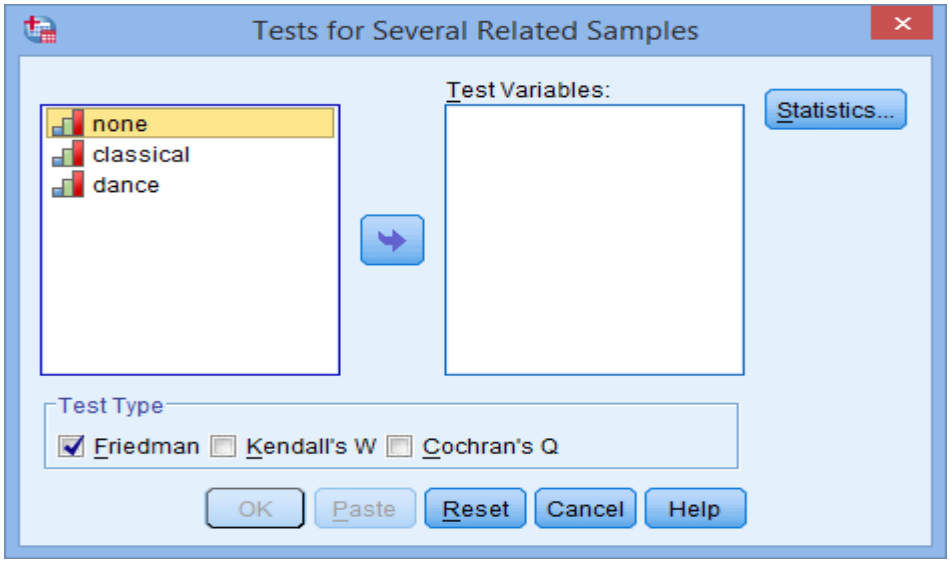
1. **انقر فوق تحليل > الاختبارات اللابارامترية > مربعات الحوار القديمة > K من العينات المرتبطة... في القائمة العلوية، كما هو موضح أدناه:**

Analyze > Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > K Related Samples...



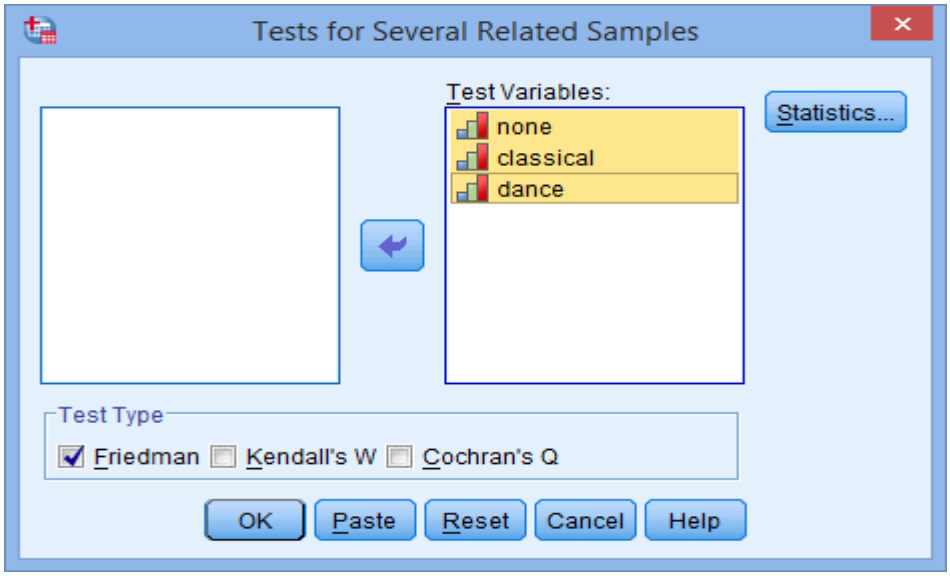
الشكل 2 قوائم اختيارات اختبار فريدمان للمجموعات المقترنة في برنامج SPSS

2. **سيُظهر لك مربع الحوار اختبارات العديد من العينات المرتبطة، كما هو موضح بالشكل 3.**



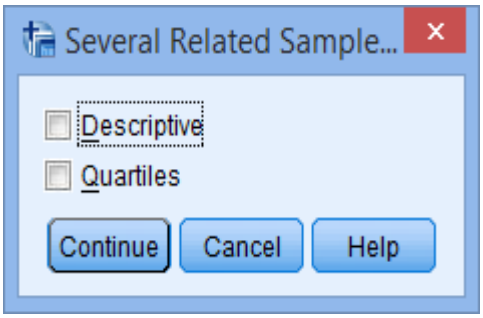
الشكل 3 مربع الحوار "اختبارات لعدة عينات مرتبطة" لاختبار فريدمان في برنامج SPSS توضح المتغيرات على اليسار، وأنواع الاختبارات لأسفل: فريدمان، وW كيندال، وQ كوشران

3. **انقل المتغيرات: لا شيء none والموسيقى الكلاسيكية classical والموسيقى الراقصة dance إلى مربع اختبار المتغيرات:** باستخدام الزر أو عن طريق سحب المتغيرات وإفلاتها في المربع. سينتهي بك الأمر مع الشاشة التالية:



الشكل 4 نقل المتغيرات إلى مربع "متغيرات الاختبار" في مربع الحوار "اختبارات لعدة عينات مرتبطة" لاختبار فريدمان في برنامج SPSS.

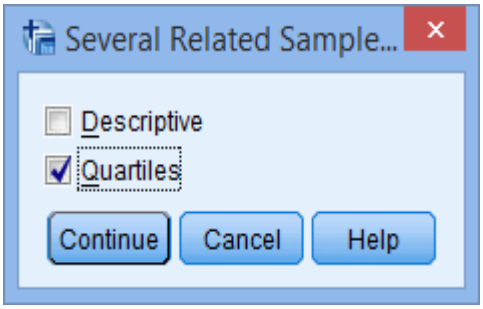
4. **تأكد من تحديد Friedman في منطقة نوع الاختبار** –Test Type–
5. **انقر على زر إحصائيات** Statistics... سيتم إظهار إحصائيات العديد من العينات المرتبطة. كما هو موضح بمربع حوار الإحصائيات التالي:



الشكل 5 خيارات الإحصاءات "الوصفية" و"الارباعيات"، ضمن مربع حوار "اختبارات لعدة عينات مرتبطة: الإحصائيات لاختبار فريدمان في برنامج SPSS

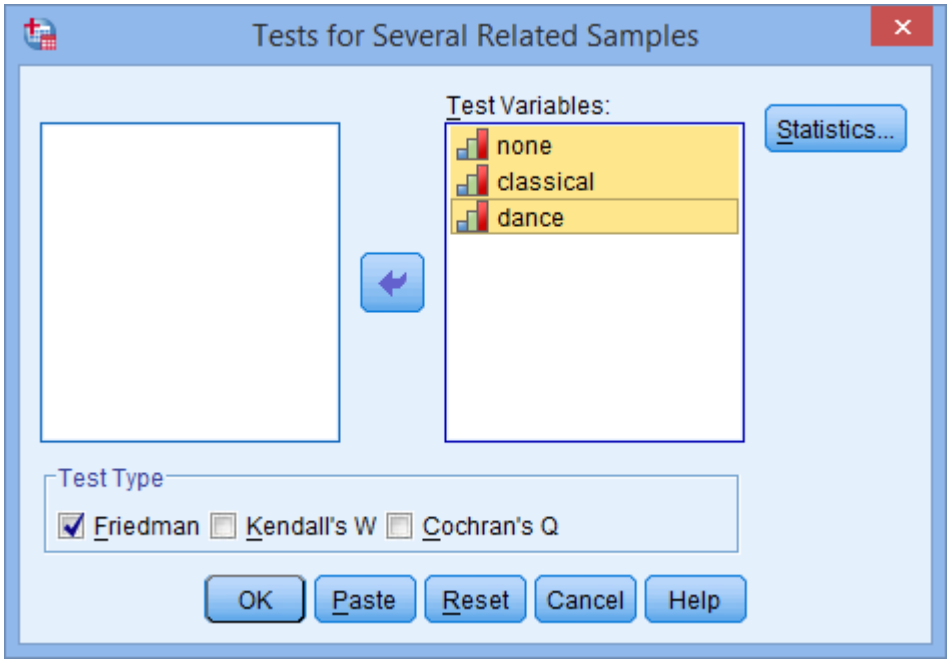
6. **حدد خيار الارباعيات:**

ملاحظة: من المرجح أنك سوف ترغب فقط في تضمين خيار الارباعيات لأن بياناتك ربما تكون غير مناسبة للخصائص الإحصائية الوصفية (على سبيل المثال، سبب قيامك بإجراء اختبار لا بارامتري). ومع ذلك، تتضمن إحصائيات برنامج SPSS هذا الخيار على أي حال.



الشكل 6 تحديد خيار "الارباعيات" ضمن مربع الحوار "اختبارات لعدة عينات مرتبطة: الإحصائيات"، لاختبار فريدمان في برنامج SPSS

7. **انقر على زر استمر** Continue سيعيدك هذا مرة أخرى إلى مربع الحوار اختبارات لعدة عينات مرتبطة، كما هو موضح بالشكل 7.



الشكل 7 تحديد كافة الخيارات ضمن مربع الحوار "اختبارات لعدة عينات مرتبطة" لاختبار فريدمان في برنامج SPSS

8. **انقر على الزر الموافقة** OK لإجراء اختبار فريدمان.

نواتج برنامج SPSS لاختبار فريدمان:

سيقوم برنامج SPSS بإنشاء جدولين أو ثلاثة، اعتمادًا على ما إذا كنت قد حددت إنشاء احصاءات وصفية و / أو أرباعيات بالإضافة إلى إجراء اختبار فريدمان.

جدول الإحصاءات الوصفية:

سيتم إنتاج جدول الإحصاءات الوصفية إذا قمت بتحديد خيار الارباعيات:

جدول 1 "الإحصاء الوصفي" لاختبار فريدمان في برنامج SPSS.

Descriptive Statistics

	N	Percentiles		
		25th	50th (Median)	75th
none	12	7.0000	7.5000	8.0000
classical	12	6.2500	7.5000	8.0000
dance	12	6.0000	6.5000	7.0000

يعرض جدول 1 "الإحصاء الوصفي" لاختبار فريدمان في برنامج SPSS.ويشمل عدد الحالات "N" و "وثم الارباعيات الأول وتعادل المئيني 25، والثاني وتعادل المئيني 50، والثالث وتعادل المئيني 75.

يعد هذا جدولًا مفيدًا للغاية لأنه يمكن استخدامه لتقديم إحصائيات وصفية في قسم النتائج لكل نقطة من النقاط الزمنية أو الشروط (اعتمادًا على تصميم دراستك) للمتغير التابع. وسيتم عرض هذه الفائدة في قسم "تقرير النواتج.

جدول الرتب:

يبين جدول 2 متوسط الرتب لكل مجموعة من المجموعات المرتبطة.

جدول 2 جدول الرتب متوسط الرتب لكل مجموعة من المجموعات المرتبطة

Ranks

	Mean Rank
none	2.38
classical	2.17
dance	1.46

يقارن اختبار فريدمان متوسط الرتب بين المجموعات المرتبطة ويشير إلى مدى اختلاف المجموعات، ويتم تضمينه لهذا السبب. ومع ذلك، ليس من المحتمل جدًا أن تقوم بالإبلاغ عن هذه القيم فعليًا في قسم النتائج، ولكن من المرجح أن تقوم بالإبلاغ عن القيمة المتوسطة لكل مجموعة مرتبطة.

جدول إحصائيات الاختبار:

يُعلمك جدول إحصائيات الاختبار بالنتيجة الفعلية لاختبار فريدمان، وما إذا كان هناك فرق عام ذو دلالة إحصائية بين متوسطات الرتب لمجموعاتك المرتبطة. وبالنسبة للمثال المستخدم، يبدو الجدول كما يلي:

جدول 3 "إحصائيات الاختبار" لاختبار فريدمان في برنامج SPSS

Test Statistics[a]

N	12
Chi-square	7.600
df	2
Asymp. Sig.	.022

a. Friedman Test

يوضح جدول 3 عدد الحالات 'N' وقيمة اختبار كربع كاي 'Chi-Square' ودرجات الحرية 'df' ومستوى الدلالة 'Asymp. Sig.'.

يوفر الجدول 3 قيمة إحصاءء اختبار ("مربع كاي (χ^2)")، ودرجات الحرية ("df") ومستوى الدلالة ("Asymp. Sig.")، وهو كل ما نحتاجه للإبلاغ عن النتيجة من اختبار فريدمان. في المثال، يمكننا أن نرى أن هناك فرقًا عاماً ذو دلالة إحصائية بين متوسطات الرتب للمجموعات المرتبطة. ومن المهم أن نلاحظ أن اختبار فريدمان هو اختبار شامل، مثل بديله الاختبار البارامترى؛ أي أنه يخبرك ما إذا كانت هناك فروق عامة، لكنه لا يحدد المجموعات التي تختلف عن بعضها البعض على وجه الخصوص. للقيام بذلك، تحتاج إلى إجراء اختبارات لاحقة، والتي سيتم مناقشتها بعد القسم التالي.

تقرير نتائج اختبار فريدمان (بدون الاختبارات اللاحقة - البعدية):

يمكنك تقرير نتيجة اختبار فريدمان على النحو التالي:

بشكل عام:
كان هناك فرق ذو دلالة إحصائية في الجهد المدرك اعتمادًا على نوع الموسيقى التي تم الاستماع إليها أثناء الجري، قيمة مربع كاي χ^2 (2) = 7.600، ومستوى دلالة p = 0.022.

يمكنك أيضًا تضمين القيم المتوسطة لكل مجموعة من المجموعات المرتبطة. ومع ذلك، في هذه المرحلة، أنت تعرف فقط أن هناك فروق في مكان ما بين المجموعات المرتبطة، ولكنك لا تعرف بالضبط أين تكمن هذه الفروق. ومع ذلك، تذكر أنه إذا لم تكن نتيجة اختبار فريدمان ذات دلالة إحصائية، فلا ينبغي عليك إجراء اختبارات لاحقة؛ أي مقارنات متعددة.

اختبارات المقارنات البعدية: Post Hoc Tests

لفحص مكان حدوث الفروق فعليًا، تحتاج إلى إجراء اختبارات ويلكوكسون للرتب الإشارية المنفصلة Wilcoxon signed-rank tests على مجموعات مختلفة من المجموعات المرتبطة. لذلك، في هذا المثال، يمكنك مقارنة قياسات المجموعة في الحالات الثلاث التالية:

- الفرق بين قياس المجموعة في حالة "عدم وجود موسيقى" وقياس المجموعة في حالة "الموسيقى للكلاسيكية".
- الفرق بين قياس المجموعة في حالة "عدم وجود موسيقى" وقياس المجموعة في حالة "الموسيقى الراقصة".
- الفرق بين قياس المجموعة في حالة "الموسيقى الكلاسيكية" وقياس المجموعة في حالة "الموسيقى الراقصة".

تحتاج إلى استخدام تعديل بونفيروني Bonferroni adjustment على النتائج التي تحصل عليها من اختبارات ويلكوكسون Wilcoxon لأنك تجري مقارنات متعددة، مما يزيد من احتمالية إعلان نتيجة ذات دلالة عندما لا ينبغي لك ذلك (خطأ من النوع الأول). ولحسن الحظ، من السهل جدًا حساب تعديل Bonferroni؛ ما عليك سوى أخذ مستوى الدلالة الذي كنت تستخدمه في البداية (في هذه الحالة، 0.05) وتقسيمه على عدد الاختبارات التي تجريها. لذا، في هذا المثال، لدينا مستوى دلالة جديد قدره 3/0.05 = 0.017. وهذا يعني أنه إذا كانت قيمة مستوى الدلالة p أكبر من 0.017، فلن يكون لدينا نتيجة ذات دلالة إحصائية.

من خلال إجراء هذه الاختبارات (انظر كيف يتم ذلك باستخدام دليل اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية Wilcoxon signed-rank test) على نتائج هذا المثال، ستحصل على النتيجة التالية:

جدول 4 "إحصائيات الاختبار" للاختبارات اللاحقة لاختبار فريدمان في برنامج SPSS

Test Statistics[b]

	classical - none	dance - none	dance - classical
Z	-.061[a]	-2.636[a]	-1.811[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.952	.008	.070

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

يوضح الجدول 4 نتائج اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية على كل مجموعة من المجموعات الثلاث في المثال. من المهم ملاحظة أنه لم يتم تعديل قيم الدلالة في إحصائيات برنامج SPSS للتعويض عن المقارنات المتعددة - يجب عليك مقارنة قيم الدلالة التي تنتجها إحصائيات برنامج SPSS يدويًا بمستوى الدلالة المعدل بواسطة بونفيروني Bonferroni الذي قمت بحسابه. ويمكننا أن نرى أنه عند مستوى الدلالة p <0.017، كان الجهد المدرك فقط بين مجموعة "عدم وجود موسيقى" ومجموعو "الموسيقى الراقصة" p = 0.008مختلفًا بشكل دال إحصائيًا. ولا توجد فروق دالة إحصائياً بين كل زوج من أزواج المجموعات المرتبطة في الحالات الأخرى.

تقرير نتائج اختبار فريدمان (مع اختبارات المقارنات المتعددة البعدية لاختبار فريدمان):

يمكنك تقرير نتائج اختبارات المقارنات المتعددة البعدية لاختبار فريدمان كما يلي:

بشكل عام

كان هناك فرق ذو دلالة إحصائية في الجهد المدرك اعتمادًا على نوع الموسيقى التي تم الاستماع إليها أثناء الجري، قيمة اختبار مربع كاي 7.600 = (2)χ^2، بمستوى الدلالة 0.022 = p. تم إجراء التحليل للمقارنة بين أي مجموعتين مرتبطتين باستخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية مع تطبيق تصحيح بونفيروني Bonferroni، مما أدى إلى تحديد مستوى الدلالة عند 0.017> P. كان وسيط مستويات الجهد المدرك (IQR) في تجربة تشغيل الموسيقى الكلاسيكية والموسيقى الراقصة 7.5 (7 إلى 8)، و7.5 (6.25 إلى 8) و6.5 (6 إلى 7)، على التوالي. لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين تجارب تشغيل الموسيقى الكلاسيكية والموسيقى الكلاسيكية (0.061- = Z، 0.952 = p) أو بين تجارب عدم تشغيل موسيقى وتشغيل الموسيقى الكلاسيكية وتشغيل الموسيقى الراقصة (1.811- = Z، 0.070 = p)، على الرغم من الانخفاض العام في الجهد المبذول المدرك عند الجري في حالة الموسيقى الراقصة مقابل الموسيقى الكلاسيكية. ومع ذلك، كان هناك انخفاض ذو دلالة إحصائية في الجهد المدرك في تجربة الموسيقى الراقصة مقابل تجربة عدم وجود الموسيقى (2.636- = Z، 0.008 = p).

اختبار ويلكوكسون للرتبة للرتب الإشارية باستخدام إحصائيات برنامج SPSS:

اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية هو اختبار لا بارامتري يعادل اختبار t لمجموعتين مقترنتين dependent t-test. نظرًا لأن اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية لا يفترض وجود توزيع اعتدالي للبيانات، فيمكن استخدامه عندما يتم انتهاك هذا الافتراض ويكون استخدام اختبار t لمجموعتين مقترنتين غير مناسب. يتم استخدامه لمقارنة مجموعتين من الدرجات التي تأتي من نفس المشاركين. ويمكن أن يحدث هذا عندما نرغب في التحقق من أي تغيير في الدرجات من نقطة زمنية إلى أخرى، أو عندما يتعرض الأفراد لأكثر من حالة واحدة من التدخل أو المواقف.

على سبيل المثال، يمكنك استخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية لفهم ما إذا كان هناك اختلاف في استهلاك السجائر اليومي للمدخنين قبل وبعد برنامج العلاج بالتنويم المغناطيسي لمدة 6 أسابيع (على سبيل المثال، سيكون المتغير التابع الخاص بك هو "الاستهلاك اليومي للسجائر daily cigarette consumption"، وسنكون المجموعتان المقترنتان هما قيم استهلاك السجائر "قبل" و"بعد" برنامج العلاج بالتنويم المغناطيسي). يمكنك أيضًا استخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية لفهم ما إذا كان هناك اختلاف في أوقات رد الفعل في ظل ظروف إضاءة مختلفة (على سبيل المثال، سيكون المتغير التابع الخاص بك هو "وقت رد الفعل"، الذي يتم قياسه بالمللي ثانية، وستكون مجموعتاك المقترنتان هما رد الفعل مرات في غرفة باستخدام "الضوء الأزرق" مقابل "الضوء الأحمر").

مع ذلك، قبل أن نقدم لك هذا الإجراء، تحتاج إلى فهم الافتراضات المختلفة التي يجب أن تفي بها بياناتك حتى يمنحك اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية نتيجة صادقة.

افتراضات اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية:

عندما تختار تحليل بياناتك باستخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية، يتضمن جزء من العملية التحقق للتأكد من أن البيانات التي تريد تحليلها يمكن تحليلها فعليًا باستخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية أم لا. يتعين عليك القيام بذلك لأنه من المناسب فقط استخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية إذا "اجتازت" بياناتك ثلاثة افتراضات مطلوبة اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية لتعطيك نتيجة صادقة. يتعلق الافتراضان الأولان بتصميم دراستك وأنواع المتغيرات التي قمت بقياسها. ويعكس الافتراض الثالث طبيعة بياناتك وهو الافتراض الوحيد الذي تختبره باستخدام إحصائيات برنامج SPSS. وغينا يلي توضيح لهذه الافتراضات الثلاثة:

الافتراض 1: يجب قياس المتغير التابع الخاص بك على المستوى الترتيبي أو المستمر. تتضمن أمثلة المتغيرات الترتيبية عناصر ليكرت (على سبيل المثال، مفردة مكونة من 7 نقاط من "أوافق بشدة" إلى "لا أوافق بشدة")، من بين طرق أخرى لتصنيف الفئات (على سبيل المثال، مفردة مكونة من 5 نقاط تشرح مدى إعجاب العميل بالمنتج، تتراوح من "ليس كثيرًا" إلى "نعم، كثيرًا"). وتتضمن أمثلة المتغيرات المستمرة (أي متغيرات الفترة أو النسبة) وقت المراجعة (يقاس بالساعات)، والذكاء (يقاس باستخدام درجة الذكاء)، والأداء في الامتحان (يقاس من 0 إلى 100)، والوزن (يقاس بالكيلوجرام)، وما إلى ذلك.

الافتراض 2: يجب أن يتكون المتغير المستقل الخاص بك من فئتين، "مجموعتان مقترنتان" أو "أزواج متطابقة". تشير "المجموعتان المقترنتان" إلى وجود نفس الأشخاص في كلا المجموعتين. السبب في إمكانية وجود نفس الأشخاص في كل مجموعة هو أنه تم قياس كل شخص في مناسبتين على نفس المتغير التابع. على سبيل المثال، ربما تكون قد قمت بقياس أداء 10 أفراد في اختبار إملائي (المتغير التابع) قبل وبعد خضوعهم لشكل جديد من أساليب التدريس المحوسبة لتحسين الإملاء. وترغب في معرفة ما إذا كان التدريب على الكمبيوتر قد أدى إلى تحسين أدائهم الإملائي. تتكون المجموعة الأولى المرتبطة من الأشخاص في بداية التدريب على الإملاء المحوسب (قبل) وتتكون المجموعة الثانية المرتبطة من نفس الأشخاص، ولكن الآن في نهاية التدريب المحوسب (بعد). ويمكن أيضًا استخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية لمقارنة أشخاص مختلفة ضمن تصميم دراسة "الأزواج المتطابقة"، ولكن هذا لا يحدث كثيرًا.

الافتراض 3: توزيع الفروق بين المجموعتين المقترنتين (أي توزيع الفروق بين درجات المجموعتين للمتغير المستقل؛ على سبيل المثال، زمن رد الفعل في غرفة ذات "إضاءة

زرقاء" وغرفة بها "إضاءة حمراء") يجب أن تكون متناظرة في الشكل. إذا كان توزيع الاختلافات متماثلًا، فيمكنك تحليل دراستك باستخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية. من الناحية العملية، يؤدي التحقق من هذا الافتراض إلى إضافة المزيد من الوقت إلى تحليلك، مما يتطلب منك النقر فوق بضعة أزرار إضافية في إحصائيات برنامج SPSS عند إجراء التحليل، بالإضافة إلى التفكير قليلاً في بياناتك، لكن الأمر ليس كذلك مهمة صعبة. ومع ذلك، لا تتفاجأ إذا تم انتهاك هذا الافتراض (أي لم يتم استيفاءه) عند تحليل بياناتك باستخدام إحصائيات برنامج SPSS. وهذا ليس بالأمر غير المألوف عند التعامل مع بيانات العالم الحقيقي بدلاً من أمثلة الكتب الدراسية، والتي غالبًا ما توضح لك فقط كيفية إجراء اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية عندما يسير كل شيء على ما يرام! ومع ذلك، حتى عندما تفشل بياناتك في هذا الافتراض، فغالبًا ما يكون هناك حل للتغلب على ذلك، مثل تحويل بياناتك لتحقيق توزيع متماثل للاختلافات (ليس خيارًا مفضلاً) أو تشغيل اختبار الإشارة sign test بدلاً من اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية.

مثال #2:

يهتم أحد الباحثين في مجال الألم بإيجاد طرق لتقليل آلام أسفل الظهر لدى الأفراد دون الحاجة إلى استخدام الأدوية. ويعتقد الباحث أن الوخز بالإبر في أسفل الظهر قد يقلل من آلام الظهر. وللتحقق من ذلك، قام الباحث بتجنيد 25 مشاركًا في دراستهم. في بداية الدراسة، يطلب الباحث من المشاركين تقييم آلام الظهر لديهم على مقياس من 1 إلى 10، حيث يشير الرقم 10 إلى المستوى الأكبر من الألم. بعد 4 أسابيع من الوخز بالإبر مرتين أسبوعيًا، يُطلب من المشاركين مرة أخرى الإشارة إلى مستوى آلام الظهر لديهم على مقياس من 1 إلى 10، حيث يشير الرقم 10 إلى المستوى الأكبر من الألم. يرغب الباحث في فهم ما إذا كانت مستويات الألم لدى المشاركين قد تغيرت بعد خضوعهم للوخز بالإبر، لذلك يتم إجراء اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية.

إجراءات الاختبار في إحصائيات برنامج SPSS:

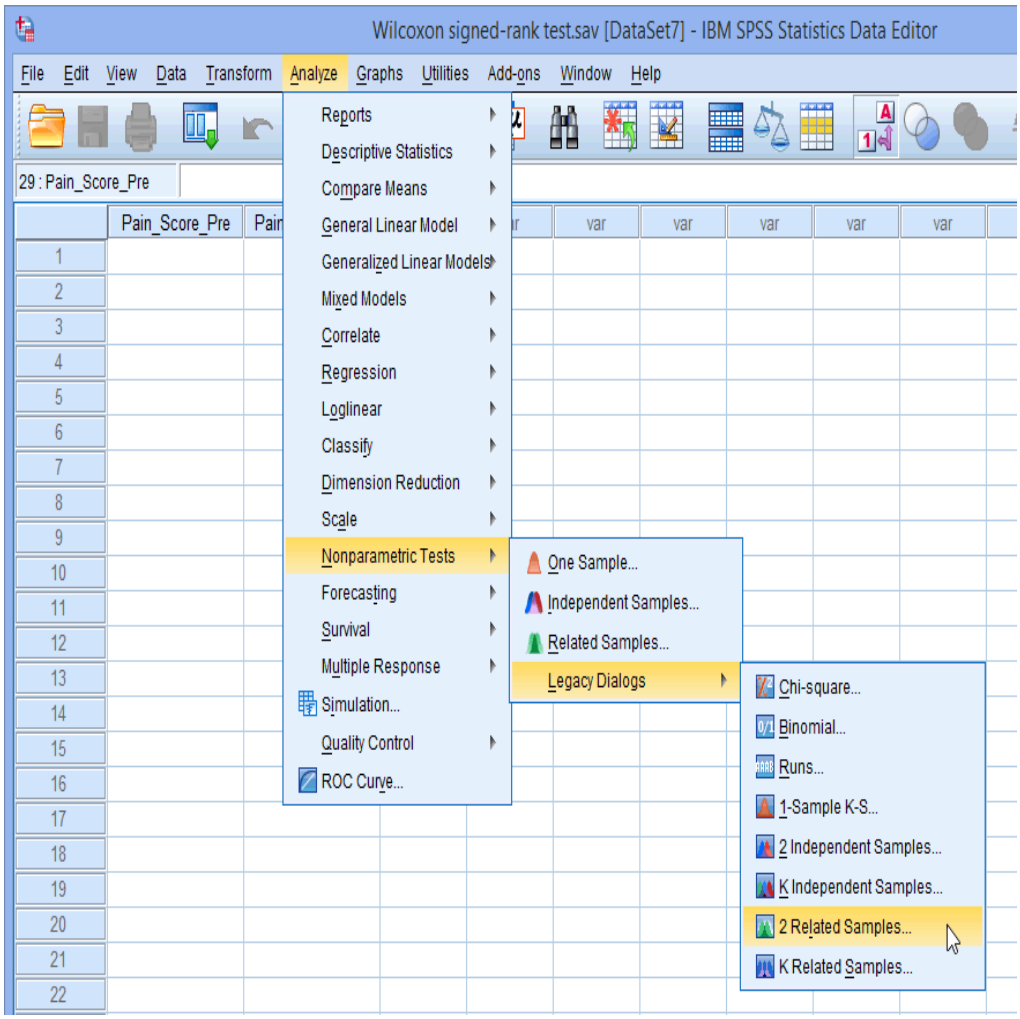
توضح لك الخطوات الست التالية كيفية تحليل بياناتك باستخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية في إحصائيات برنامج SPSS. وفي نهاية هذه الخطوات الست، نوضح لك كيفية تفسير نتائج هذا الاختبار.

ملاحظة 1: نعرض لك إجراء الحوارات القديمة > 2 مجموعتان مقترنتان **Legacy Dialogs > 2 Related Samples** في إحصائيات برنامج SPSS لتشغيل تبار ويلكوكسون للرتب الإشارية أدناه لأنه يمكن استخدامه مع مجموعة واسعة من إصدارات إحصائيات برنامج SPSS. ومع ذلك، يمكنك أيضًا تشغيل تبار ويلكوكسون للرتب الإشارية باستخدام إجراء الاختبارات اللابارامترية > العينات المقترنة في إحصائيات برنامج SPSS، والذي يتوفر للإصدارات من 18 إلى 28. يوفر إجراء

الاختبارات اللابارامترية > العينات المرتبطة إحصائيات إضافية وخيارات رسومية أكثر من إجراء مربعات الحوار القديمة > 2 عينات مقترنتان.

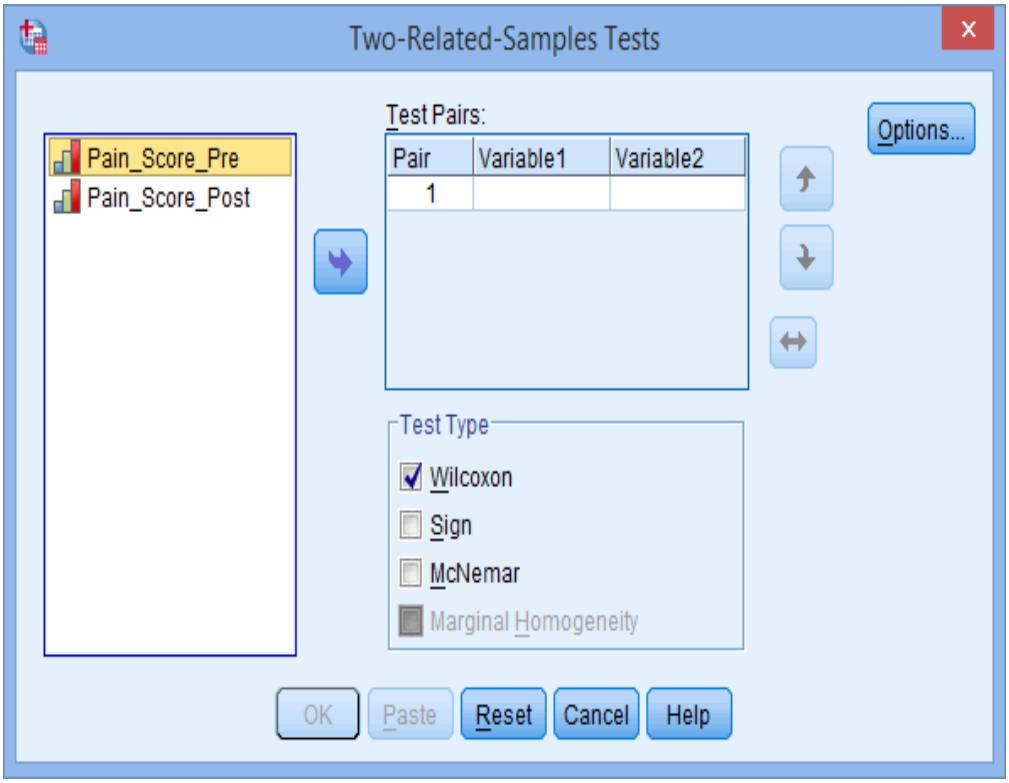
1. **انقر فوق تحليل > الاختبارات اللا بارامترية > مربعات الحوار القديمة > 2 عينتان مقترنتان... في القائمة العلوية، كما هو موضح بالشكل 8.**

Analyze > Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > 2 Related Samples.



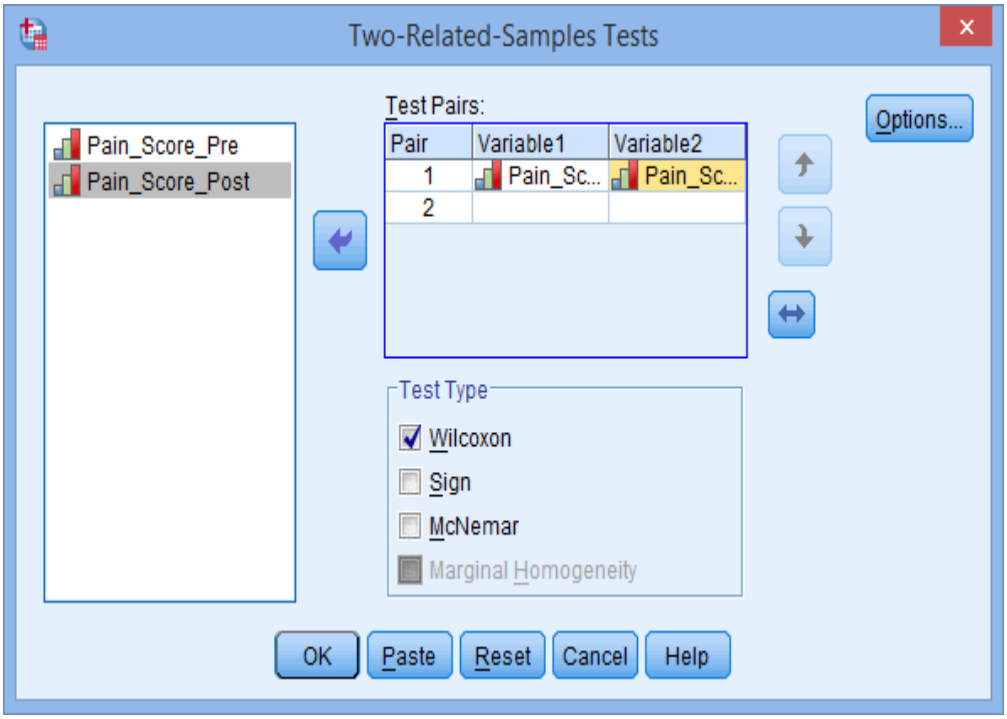
شكل 8 قوائم اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية في إحصائيات برنامج SPSS

2. **سيظهر لك مربع الحوار "اختبارات العينات المقترنة"، كما هو موضح بالشكل 9.**



شكل 9 مربع حوار "اختبارات العينات المقترنة" لاختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية في إحصائيات برنامج SPSS - المتغيرات على اليسار

3. **انقل المتغيرات التي ترغب في تحليلها إلى مربع أزواج الاختبار Test Pairs: في مثالنا، نحن بحاجة إلى نقل المتغيرات Pain_Score_Pre و Pain_Score_Post**، التي تمثل درجات الألم قبل وبعد تدخل الوخز بالإبر، على التوالي. هناك طريقتان للقيام بذلك. يمكنك إما: (1) تحديد كلا المتغيرين (استخدم المؤشر واضغط باستمرار على مفتاح Shift)، ثم اضغط على زر السهم الأيمن؛ أو (2) قم بسحب وإسقاط كل متغير في المربعات. تأكد من تحديد خانة الاختيار Wilcoxon في منطقة نوع الاختبار –Test Type–. سينتهي بك الأمر مع شاشة مشابهة لتلك الموجودة في الشكل 10.



الشكل 10 نقل المتغيرات إلى المربعات الموجودة على اليمين ضمن مربع الحوار "اختبارات العينات المقترنة"، لاختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية في برنامج SPSS

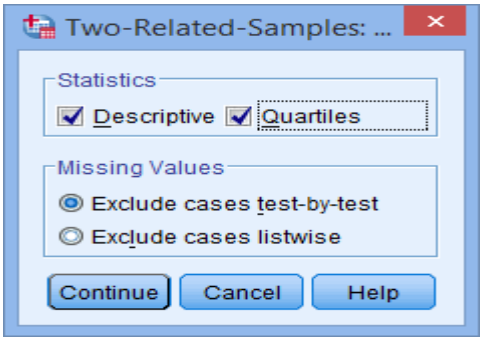
ملاحظة:

يقوم زر السهم المتجه لأسفل الزر بإزاحة زوج المتغيرات التي حددتها إلى مستوى واحد لأسفل.

يقوم رز السهم المتجه لأعلى بنقل زوج المتغيرات التي قمت بإبرازها إلى مستوى واحد أعلى.

يقوم زر السهم المزدوج بتغيير ترتيب المتغيرات داخل زوج متغير في نفس المستوى.

4. **إذا كنت تريد إنشاء إحصاءات وصفية أو أرباعيات لمتغيراتك، فحددها بالنقر فوق زر خيارات** Options... ووضع علامة في مربعي الاختيار Descriptive الوصفي و Quartilesفي منطقة – الإحصائيات Statistics. يمكنك أيضًا تحديد كيفية التعامل مع القيم المفقودة. سينتهي بك الأمر مع شاشة مشابهة لتلك الموجودة بالشكل 11.



الشكل 11 تحديد الإحصاءات "الوصفية" و"الارباعيات" ضمن مربع حوار "اختبار ويلكوكسون لعينتين مرتبطتين أو مقترنتين

5. انقر على زر الاستمرار Continue. ستتم إعادتك إلى مربع الحوار "اختبارات العينات المقترنة".
6. انقر على زر موافق OK.

نواتج إحصائيات برنامج SPSS لاختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية:

تقوم إحصائيات SPSS بإنشاء عدد من الجداول في واجهة النواتج Output Viewer تحت عنوان الاختبارات اللا بارامترية NPar Tests. في هذا القسم، نركز على هذه الجداول الثلاثة لمساعدتك على فهم النتائج التي قد تحصل عليها عند إجراء اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية على بياناتك.

جدول الاحصاءات الوصفية:

جدول الإحصائيات الوصفية Descriptive Statistics هو المكان الذي قامت فيه SPSS Statistics بإنشاء إحصائيات وصفية وربعية للمتغيرات الخاصة بك إذا قمت بتحديد هذه الخيارات. إذا لم تقم بتحديد هذه الخيارات، فلن يظهر هذا الجدول في نتائجك. يمكنك استخدام نتائج هذا الجدول لوصف درجات الألم قبل وبعد العلاج بالوخز بالإبر. نظرًا لأنك استخدمت اختبارًا لا بارامتري، فمن المرجح أنه يجب عليك استخدام معلومات الارباعيات لوصف كلتا المجموعتين. ويوضح جدول 5 هذه الإحصاءات.

جدول 5 "الإحصائيات الوصفية" لكل متغير ضمن اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية في برنامج SPSS.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
Pain_Score_Pre	25	5.4400	1.78139	2.00	9.00	4.0000	5.0000	6.5000
Pain_Score_Post	25	5.1600	1.57268	2.00	8.00	4.0000	5.0000	6.0000

جدول الرتب:

يوفر جدول الرتب Ranks بعض البيانات المثيرة للاهتمام حول المقارنة بين نقاط الألم قبل (قبلي) وبعد (بعدي). ويمكننا أن نرى من بيانات الجدول أن 11 مشاركًا كانت لديهم درجة ألم أعلى في العلاج قبل الوخز بالإبر مقارنةً ببعد العلاج. ومع ذلك، كان لدى 4 مشاركين درجة ألم أعلى بعد العلاج و10 مشاركين لم يروا أي تغيير في درجة الألم لديهم. ويوضح جدول 6 هذه النتائج.

جدول 6 عدد "الرتب السلبية"، "الرتب الإيجابية"، "المتعادلة" و"إجمالي الرتب" لاختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية في برنامج SPSS

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Pain_Score_Post - Pain_Score_Pre	Negative Ranks	11[a]	8.00	88.00
	Positive Ranks	4[b]	8.00	32.00
	Ties	10[c]		
	Total	25		

a. Pain_Score_Post < Pain_Score_Pre

b. Pain_Score_Post > Pain_Score_Pre

c. Pain_Score_Post = Pain_Score_Pre

جدول إحصاءات الاختبار:

من خلال فحص جدول إحصاءات الاختبار النهائي، يمكننا اكتشاف ما إذا كانت هذه التغييرات، بسبب العلاج بالوخز بالإبر، أدت بشكل عام إلى فرق ذي دلالة إحصائية في درجات الألم. نحن نبحث عن قيمة مستوى الدلالة ذات الطرفين "Asymp. Sig. (2-tailed)"، وهي في هذه الحالة 0.071. هذه هي قيمة مستوى الدلالة p للاختبار. نقوم بتقرير دلالة اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية باستخدام إحصاء Z. ويوضح جدول 7 قيمة Z ومستوى دلالتها.

جدول 7 قيمة "Z" ومستوى الدلالة للطرفين "Asymp. Sig. (2-tailed)".

Test Statistics[b]

	Pain_Score_Post - Pain_Score_Pre
Z	-1.807[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.071

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

تقرير نواتج اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية:

بناء على النتائج السابقة يمكننا أن نعرض نتائج الدراسة على النحو التالي:

بشكل عام:
أظهر اختبار ويلكوكسون للرتب الإشارية أن العلاج بالعلاج بالوخز بالإبر لمدة 4 أسابيع، مرتين أسبوعيًا لم يحدث تغييرًا دالاً إحصائيًا في آلام أسفل الظهر لدى الأفراد الذين يعانون من آلام أسفل الظهر (قيمة إحصاء Z = -1.807، ومستوى الدلالة p = 0.071). في الواقع، كان وسيط درجات الألم 5.0 قبل العلاج وبعده.

المقارنات المتعددة البعدية لاختبار فريدمان:

في المثال #2 تم استخدام اختبار ويلكوكسون للرتب الإشاربة لإجراء مقارنة بين متوسطي رتب كل زوج من القياسات للمجموعات المرتبطة. والتأكيد على ضرورة استخدام تعديل بونفيروني لمستوى الدلالة بقسمة مستوى الدلالة المفترض وليكن 0.05 على عدد القياسات (المجموعات المرتبطة). وهناك إجراء أخر باستخدام برنامج SPSS للكشف عن دلالة الفروق بين متوسطات الرتب بعد إجراء اختبار فريدمان من خلال اختيار إجراء **الاختبارات اللا بارامترية > العينات المرتبطة** في برنامج SPSS؛ كالتالي:

Analyze > Nonparametric Tests > Related Samples

مثال #3:

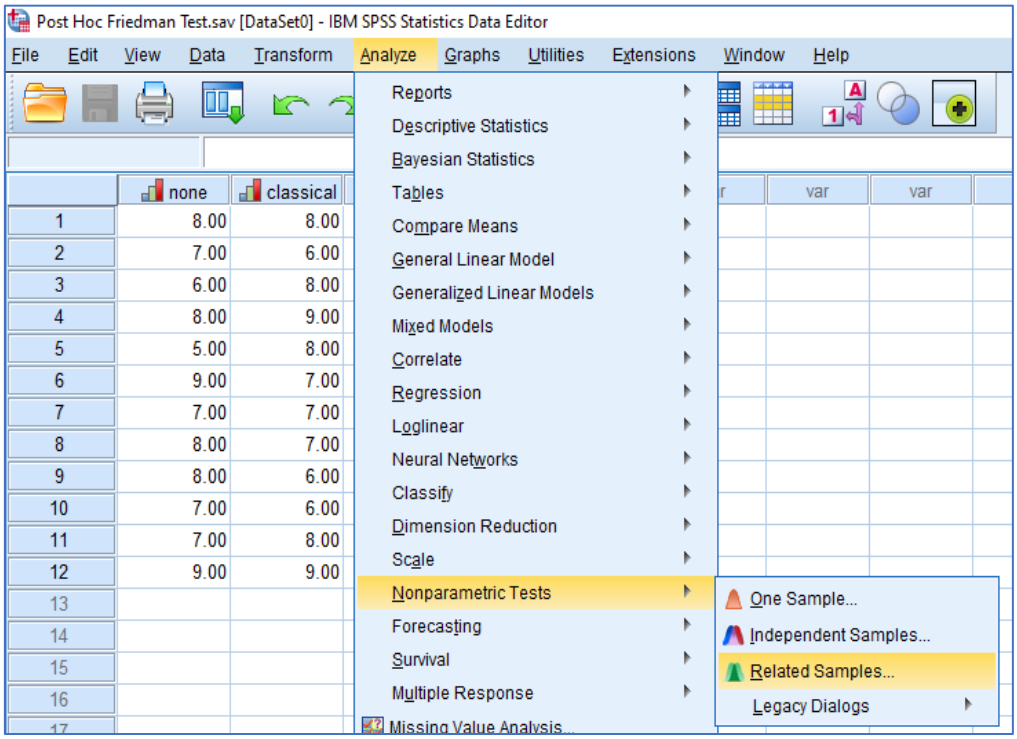
استخدم نفس بيانات المثال #1 للكشف عن دلالة الفروق بين القياسات الثلاثة (المجموعات المرتبطة) باستخدام اختبار فريدمان، وفي حالة وجود فروق دالة حدد بين أي من أزواج المجموعات المقترنة توجد هذه الفروق. وهذه البيانات بيانات الشكل 1 التي أطلقنا عليها القياس في حالة "لا توجد موسيقى"، والقياس في حالة "وجود كلاسيكي"، والقياس في حالة "وجود موسيقى راقصة" لتمثيل الجهد المدرك الذي يبذله الأفراد عند الجري استنادًا إلى الأنواع الثلاثة المختلفة من حالة الموسيقى. وهذه البيانات كما جاءت بالشكل 1 كانت كالتالي:

	none	classical	dance
1	8.00	8.00	7.00
2	7.00	6.00	6.00
3	6.00	8.00	6.00
4	8.00	9.00	7.00
5	5.00	8.00	5.00
6	9.00	7.00	7.00
7	7.00	7.00	7.00
8	8.00	7.00	7.00
9	8.00	6.00	8.00
10	7.00	6.00	6.00
11	7.00	8.00	6.00
12	9.00	9.00	6.00

يتم إجراء اختبار فريدمان والمقارنات المتعددة لمتوسطات الرتب للمجموعات المرتبطة وفق الخطوات التالية:

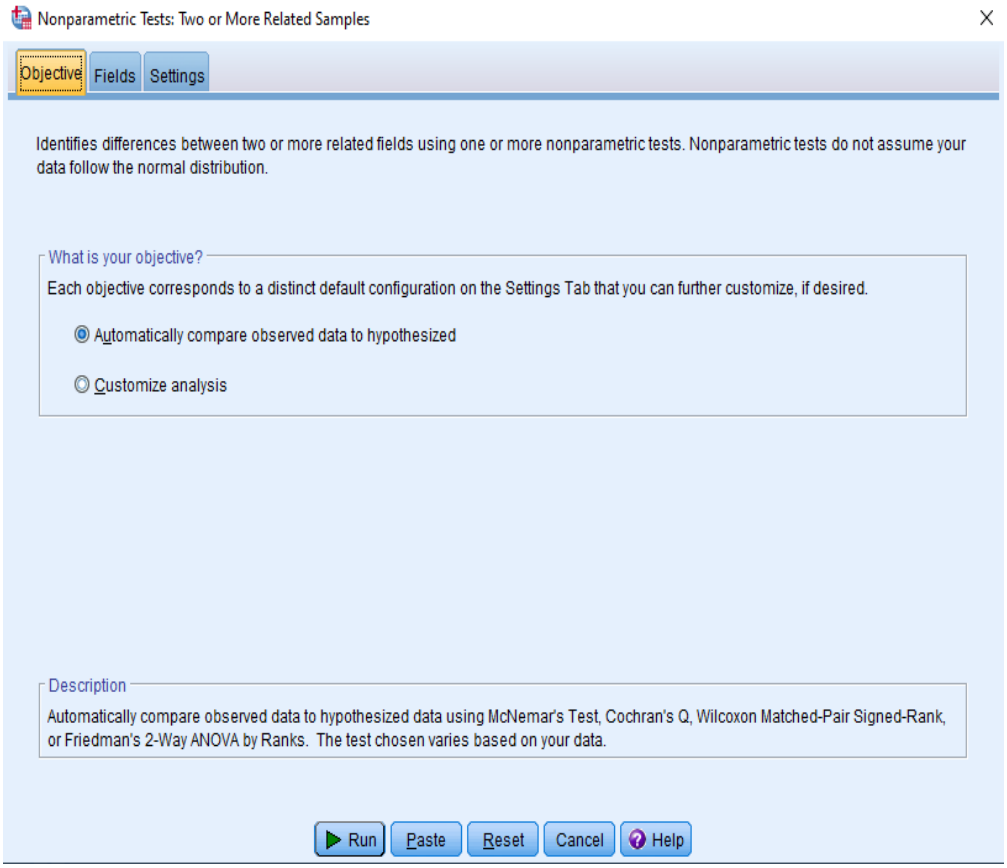
1. استخدام الاختيارات التالية للإجراء التالي الذي يوضحه شكل 12.

Analyze > Nonparametric Tests > Related Samples

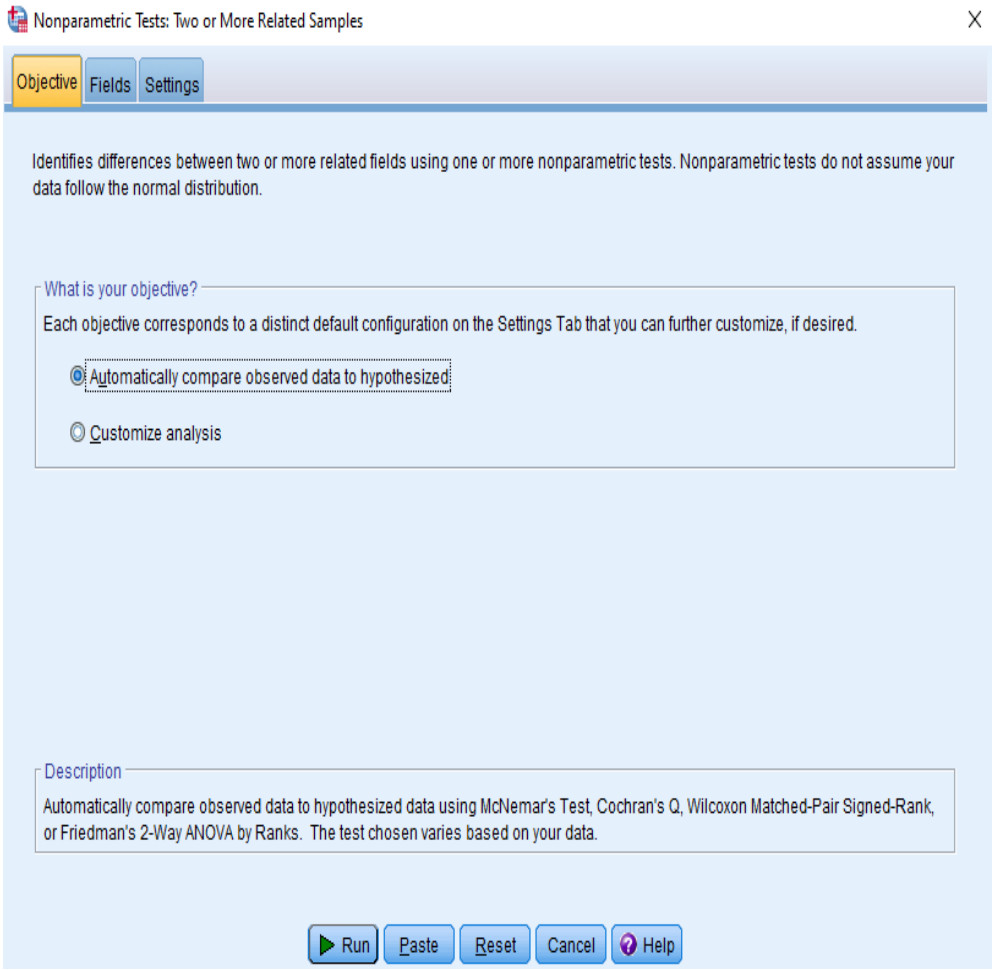


شكل 12 حوار خيارات الكشف عن دلالة الفروق بين متوسطات رتب المجموعات المرتبطة باستخدام اختبار فريدمان

2. بناء على الإجراء السابق يظهر الشكل 13 للاختبارات اللابارامترية لمجموعتين مقترنتين أو أكثر.



شكل 13 مربع حوار الاختبارات اللابارامترية لعينتين مقترنتين أو أكثر. ويظهر سؤال: ما هدفك؟ والإجابة كما سبق القول إما المقارنة تلقائية للبينات المشاهدة مع البيانات المفترضة Automatically compare observed data to hypothesized data أو التحليل المخصص Customize analysis



الشكل 13 للاختبارات اللابارامترية لمجموعتين مقترنتين أو أكثر

يشمل الشكل 13 فيما يتعلق بالهدف إما المقارنة الآلية للبيانات المشاهدة بالبيانات المفترضة أو تحليل مخصص.

بالنسبة للاختيار الأول Automatically compare observed data to hypothesized: يقوم برنامج SPSS تلقائيًا بمقارنة البيانات المرصودة أو المشاهدة بالبيانات المفترضة باستخدام اختبار ماكنيمار McNemar، أو Q كوشران Cochran's Q، أو ويلكوكسون لأزواج الرتب الإشارية Wilcoxon Matched-Pair Signed-Rank، أو تحليل التباين ثنائي الاتجاه لفريدمان Friedman's 2-Way ANOVA حسب الرتب. ويختلف الاختبار المختار بناءً على بياناتك.

بالنسبة للاختيار الثاني Customize analysis: يتيح لك التحليل المخصص التحكم الدقيق في الاختبارات التي يتم إجراؤها وخياراتها. الاختبارات الأخرى المتوفرة في

علامة التبويب المسماة "الإعدادات Setting" هي اختبار التجانس الهامشي Marginal Homogeneity test واختبار الإشارة Sign test واختبار هويدجز-ليهمان Hodges-Lehmann لعينتين. كما أن معامل توافق كيندال Kendall's coefficient of concordance يعتبر متاحاً أيضًا.

تحدد الاختبارات اللابارامترية للعينات المرتبطة الفروق بين مجالين أو أكثر من المجالات المرتبطة باستخدام واحد أو أكثر من الاختبارات اللابارامترية. لا تفترض الاختبارات اللابارامترية أن بياناتك تتبع التوزيع الطبيعي.

اعتبارات البيانات.

يتوافق كل سجل مع موضوع معين يتم تخزين قياسين أو أكثر مرتبطين به في حقول منفصلة في مجموعة البيانات. على سبيل المثال، يمكن تحليل دراسة تتعلق بفعالية خطة النظام الغذائي باستخدام الاختبارات اللابارامترية ذات العينات المرتبطة إذا تم قياس وزن كل شخص على فترات منتظمة وتخزينه في مجالات مثل الوزن قبل النظام الغذائي، والوزن المؤقت، والوزن بعد النظام الغذائي. هذه الحقول "مقترنة".

3. تحديد هدفك:

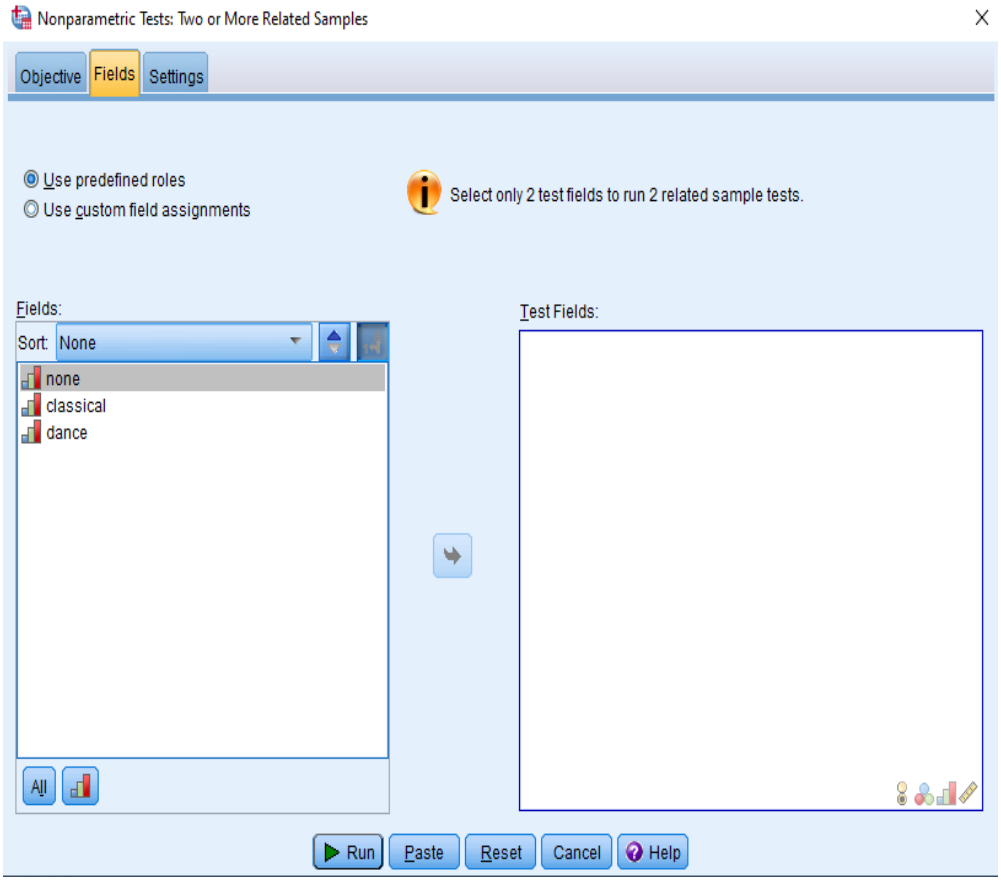
تسمح لك الأهداف بتحديد إعدادات الاختبار المختلفة ولكنها شائعة الاستخدام بسرعة.

مقارنة البيانات المرصودة تلقائيًا بالبيانات المفترضة. يطبق هذا الهدف اختبار ماكنمار McNemar's Test على البيانات الفئوية عند تحديد حقلين، واختبار كوشران Q Cochran's Q على البيانات الفئوية عند تحديد أكثر من حقلين، واختبار ويلكوكسون لأزواج الترب الإشارية المتطابقة على البيانات المستمرة عند تحديد حقلين، واختبار فريدمان ثنائي الاتجاه ANOVA حسب الرتب للبيانات المستمرة عند تحديد أكثر من حقلين.

التحليل المخصص. عندما تريد تعديل إعدادات الاختبار يدويًا في علامة التبويب "الإعدادات"، حدد هذا الخيار. لاحظ أنه يتم تحديد هذا الإعداد تلقائيًا إذا قمت لاحقًا بإجراء تغييرات على الخيارات الموجودة في علامة التبويب "الإعدادات" التي لا تتوافق مع الهدف المحدد حاليًا.

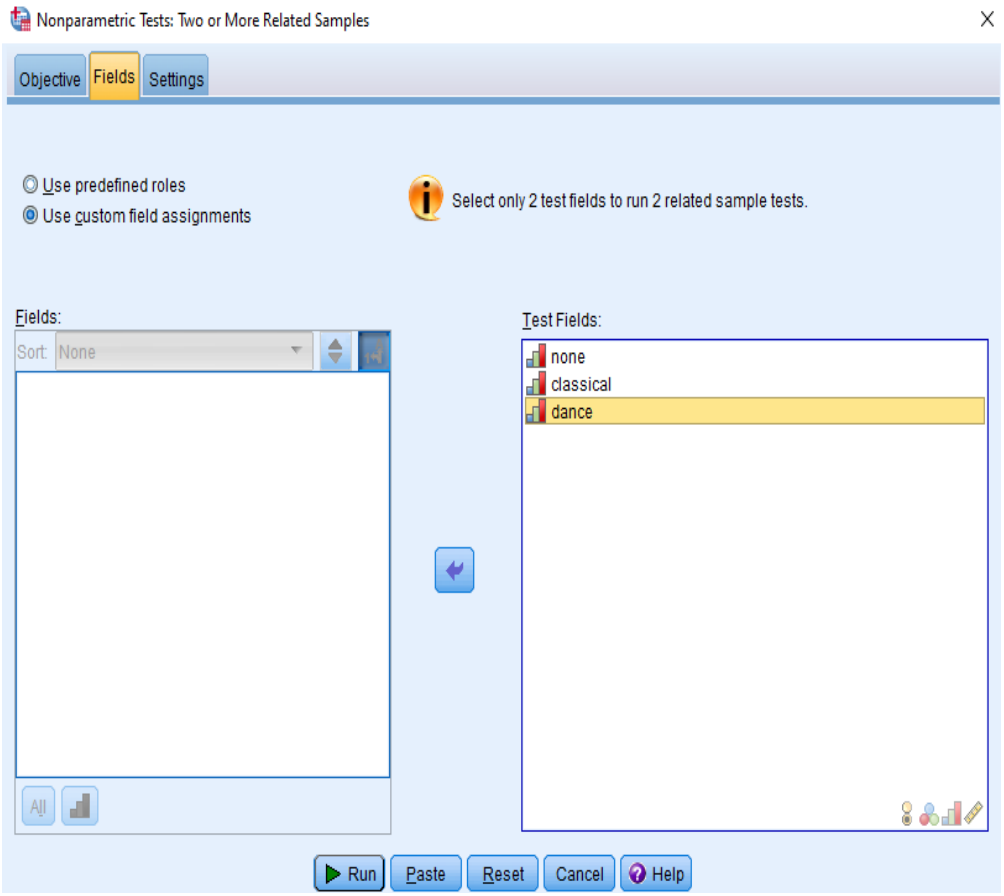
عند تحديد مجالات ذات مستويات قياس مختلفة، يتم أولاً فصلها حسب مستوى القياس ثم يتم تطبيق الاختبار المناسب على كل مجموعة. على سبيل المثال، إذا اخترت مقارنة البيانات المرصودة بالبيانات المفترضة تلقائيًا كهدف لك وحددت 3 حقول متصلة وحقلين اسميين، فسيتم تطبيق اختبار فريدمان على الحقول المستمرة ويتم تطبيق اختبار ماكنيمار على الحقول الاسمية.

4. ثم اختيار الحقول Fields كما في الشكل 14.



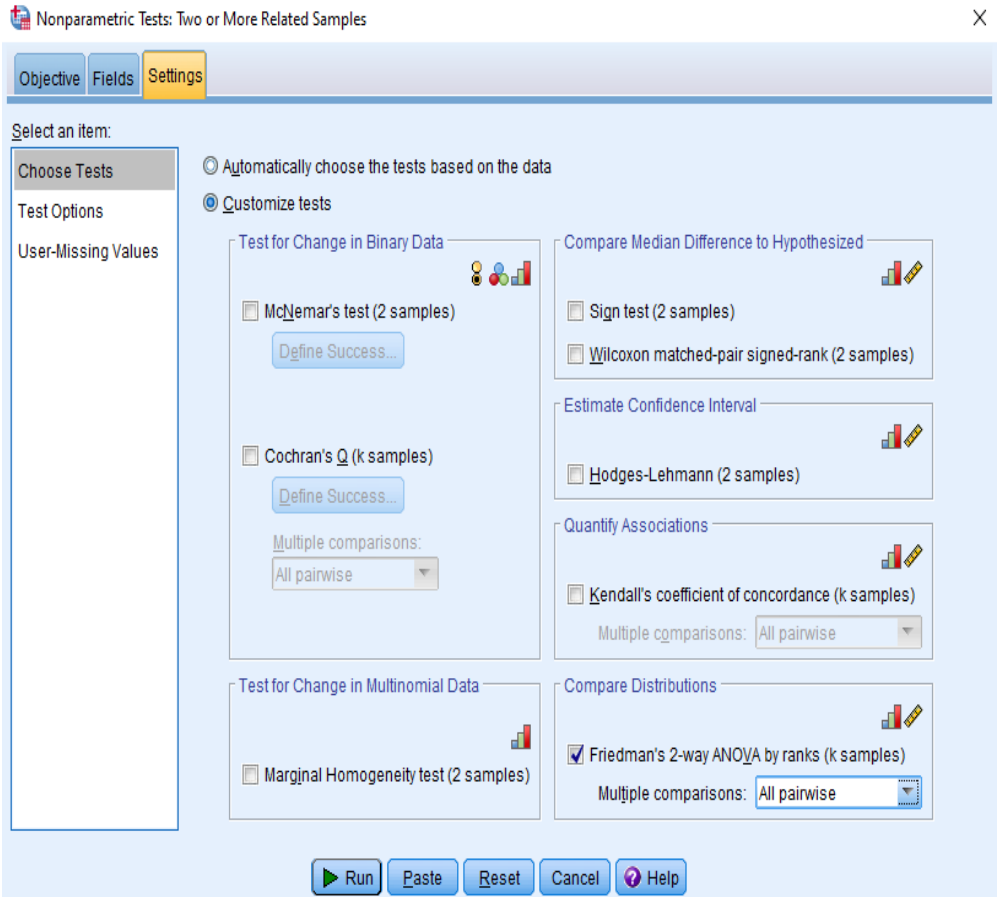
الشكل 14 توصيف الحقول التي تدل على القياسات أو المجموعات المرتبطة؛ ونقلها إلى مربع حقول الاختبار

من خلال هذا المربع الحواري يتم نقل هذه الحقول كلها أو بعضها - حسب الحاجة للتحليل - إلى مربع حقول الاختبار الدالة على القياسات المختلفة وهي هنا ثلاثة: قياسات الجهد المدرك في حالة عدم وجود موسيقي أثناء الجري none، وحالة وجود موسيقى كلاسيكية classical، والحالة الثالثة وجود موسيقى راقصة dance أثناء الجري، كما في الشكل 15.



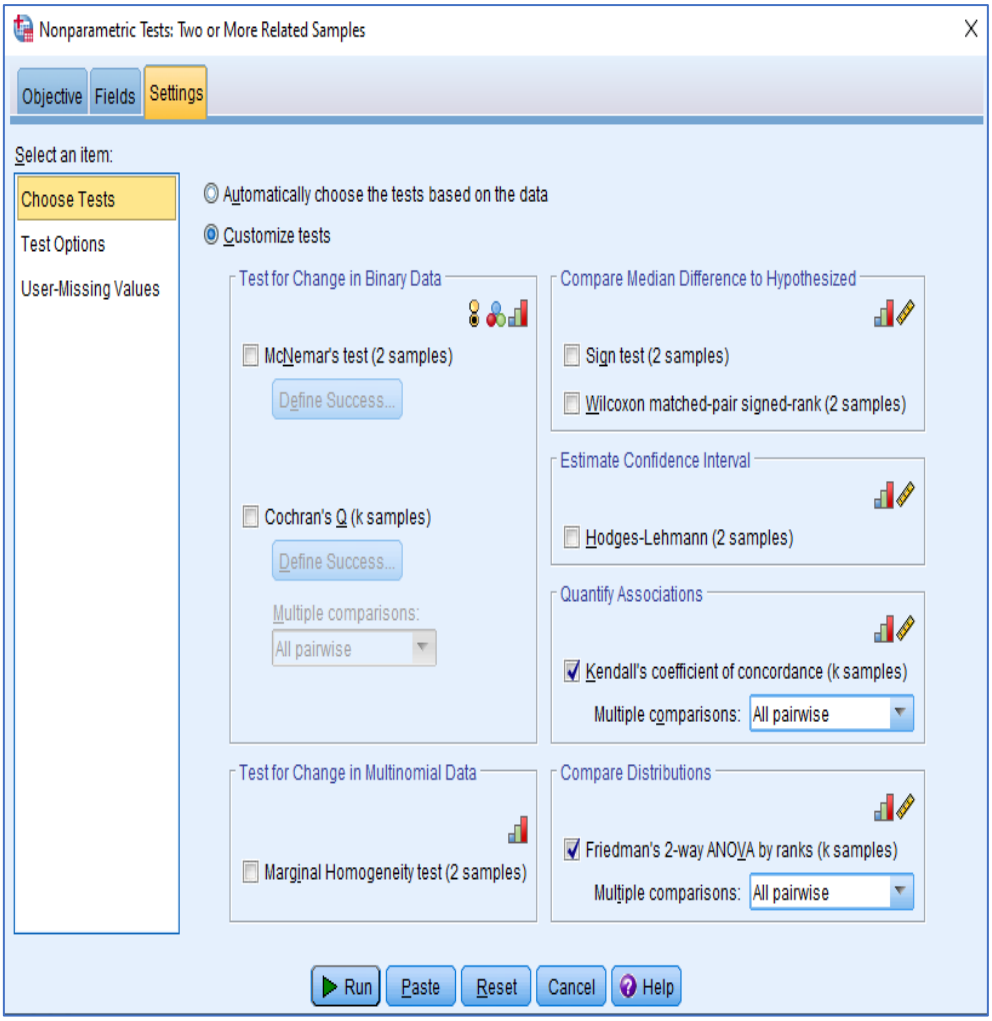
شكل 15 إدراج الحقول إلى مربع حقوق الاختبار

5. **يأتي بعد ذلك اختيار الإعدادات Setting**، حيث يتم تحديد الاختبار الذي شيتم استخدامه بناء على نوع البيانات ما إذا كانت اسمية أو ترتيبية أو مستمرة. ويوضح الشكل 16 الاختيارات المختلفة في حالة مجموعتين مقترنتين أو أكثر.



الشكل 16 يتم من خلال تحديد الاختبار المناسب، وفي مثالنا الحالي لدينا ثلاثة قياسات (مجموعات مقترنة)، وبالتالي سنستخدم اختبار فريدمان لعدد من المجموعات المرتبطة K Samples

كما يمكن اختيار معامل التوافق لكيندال للمجموعات المرتبطة أو المرتبطة، كما في الشكل 18.



الشكل 18 اختيار معامل كيندال للتوافق للمجموعات المرتبطة، وكذلك اختبار فريدمان للمجموعات المرتبطة، وهما مناسبان للبيانات الترتيبية والمستمرة.

لاحظ أسفل مسمى كل اختبار توجد قائمة منسدلة للمقارنات المتعددة تحتوي على ثلاثة اختيارات هي:

- None
- All pairwise
- Stepwise step-down

وقد تم اختيار All Pairwise للمقارنة بين كل أزواج المجموعات المقترنة مثنى مثنى.

6. **الضغط على زر التنفيذ** Run.

نواتج إجراء اختبار فريدمان للمجموعات المرتبطة مع المقارنات المتعددة لمتوسطات رتب المجموعات المرتبطة:

بعد الضغط على زر Run تظهر نواتج برنامج SPSS لاختبار فريدمان المجموعات المرتبطة مع المقارنات المتعددة لمتوسطات رتب المجموعات المرتبطة كالتالي:

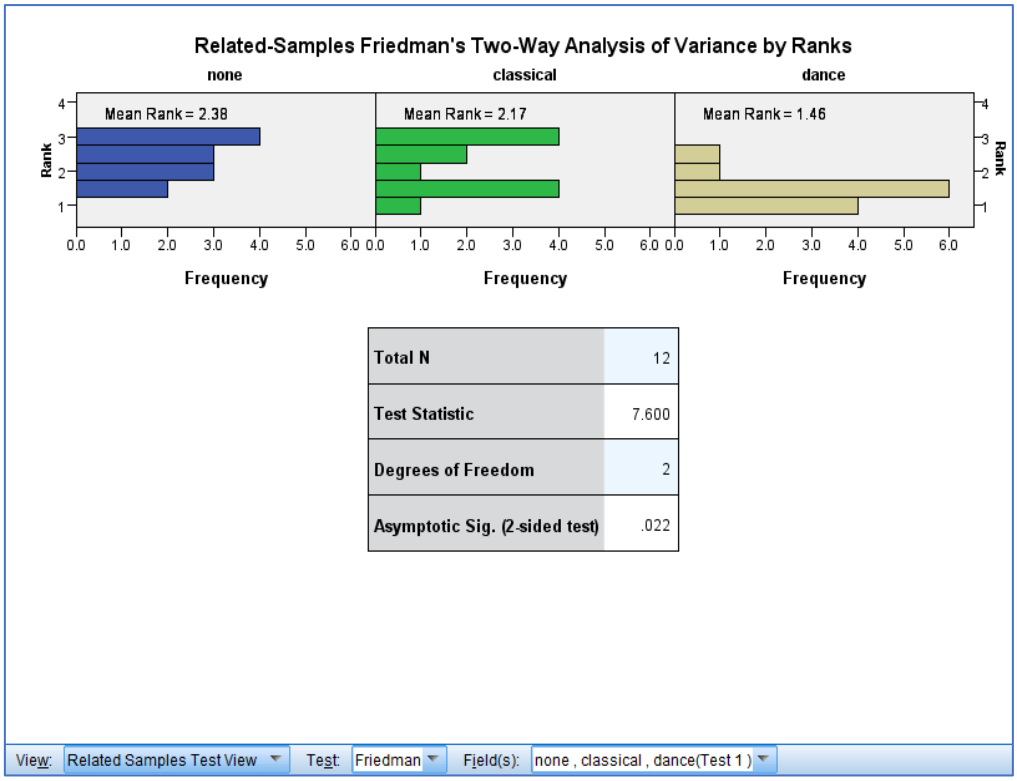
Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distributions of none, classical and dance are the same.	Related-Samples Friedman's Two-Way Analysis of Variance by Ranks	.022	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

الشكل 19 ملخص اختبار الفرض الصفري

يوضح الشكل 19 ملخصاً لاختبار الفرض الصفري باستخدام اختبار فريدمان للعينات المرتبطة، حيث كانت قيمة مستوى الدلالة 0.022 وهي أقل من 0.05، مما يشير إلى رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل بأنه. توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى ≥ 0.05 بين متوسطات رتب درجات المجموعات المرتبطة. وبالضغط مرتين على الصف الأول لبيانات اختبار فريدمان في واجهة مخرجات برنامج SPSS سيتم فتح واجهة تفصيلية لإحصاءات هذا الاختبار كما في الشكل 20.



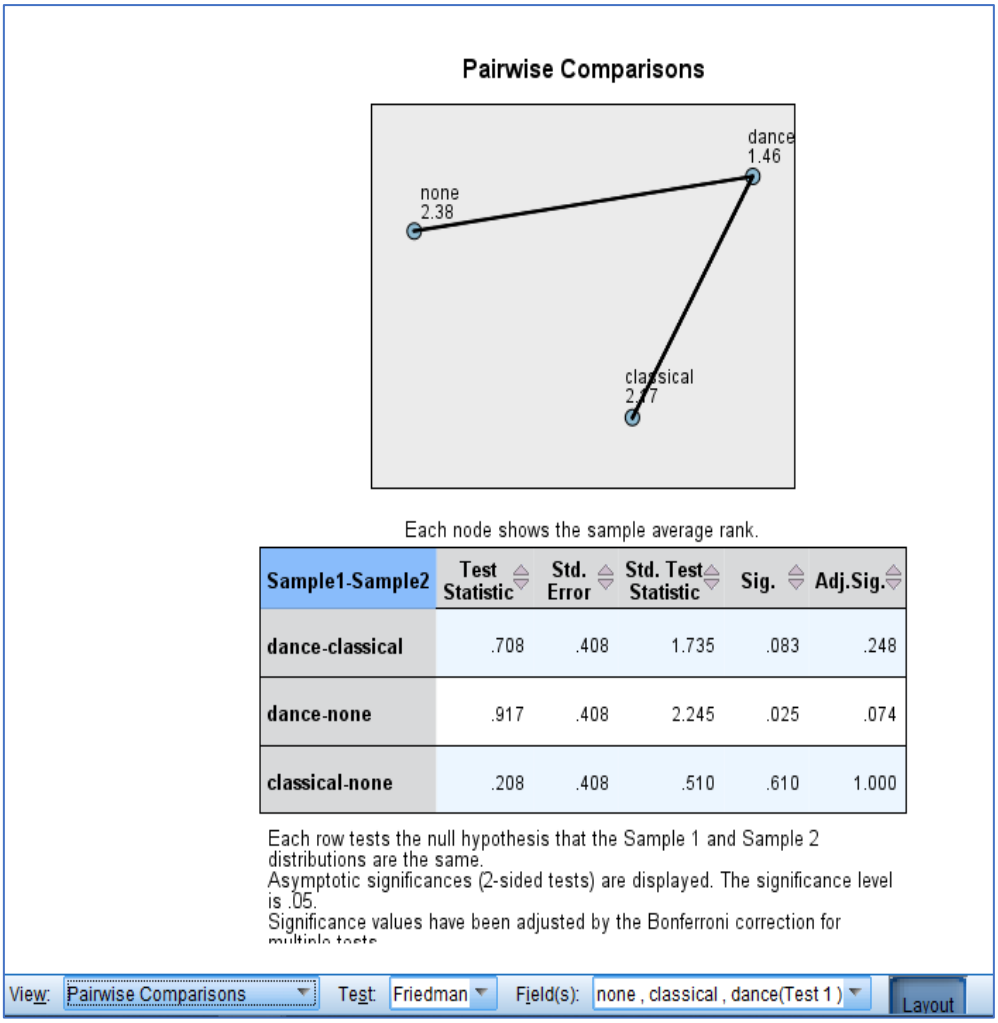
الشكل 20 تفاصيل إحصاءات اختبار فريدمان

يتضح من الشكل 20 أن قيمة إحصاء اختبار فريدمان 7.600 لدرجات حرية 2 ناتجة عن طرح واحد من عدد المجموعات المرتبطة (3-1=2)، وهي دالة عند مستوى دلالة 0.022، وهي ≥ 0.05. ومن ثم يتم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل كما سبق القول.

بالنظر إلى الشريط أسفل الشكل سنجد اختيارات **شاهد** View، وهي تشمل مشاهدة نواتج الاختبار التالية:

1) مشاهدة نواتج اختبار المجموعات المرتبطة Related Samples Test View.
2) معلومات المجموعات الفئوية Categorical Field Information
3) المقارنات الزوجية Pairwise Comparisons

قم باختيار المقارنات الزوجية Pairwise Comparisons، ستظهر لك النواتج التالية كما في الشكل 21.



شكل 21 التمثيل البياني لمتوسطات رتب المجموعات المرتبطة وإحصاءات اختبار المقارنات المتعددة بين أزواج المجموعات المقترنة

يشمل الشكل 21 جزئين: علوي للتمثيل البياني لمتوسطات الرتب للمجموعات المرتبطة الثلاث وهي: 2.38، و2.17، و1.17 للجهد المدرك أثناء الجري في حالة عدم وجود موسيقى ثم موسيقى كلاسيكية ثم موسيقى راقصة على الترتيب. أما الجزء السفلي للشكل فيشمل إحصاءات اختبار دلالة الفرق بين متوسطي رتب كل زوج من المجموعات المرتبطة الثلاث وهي قيمة إحصاء الاختبار Test Statistic والخطأ المعياري Std. Error وقيمة احصاء الاختبار المعيارية Std. Test Statistic وهو ناتج قسمة قيمة الإحصاء مقسوماً على الخطأ المعياري، يلي ذلك مستوى الدلالة المحسوب Sig.، ثم مستوى الدلالة المعدل Adj. Sig. بناء على تصحيح بونفيروني Bonferroni

correction للمقارنات المتعددة وهو ناتج قسمة مستوى الدلالة المحسوب .Sig على عدد المجموعات المرتبطة؛ وهي 3 مجموعات في هذا المثال.

تصحيح بونفيروني:

لأهمية تصحيح بونفيروني Bonferroni correction كطريقة لمواجهة مشكلة المقارنات المتعددة، تتناول هذه المقالة تناول هذا التصحيح بشيء من التفصيل؛ حيث تم تسمية هذه الطريقة لاستخدامها لمتباينات بونفيروني Bonferroni inequalities (Bonferroni, 1936). وتم اقتراح تمديد الطريقة إلى فترات الثقة من قبل أوليف جان دان Olive Jean Dunn (Dunn, 1961, pp. 52–64)

يعتمد اختبار الفرضيات الإحصائية على رفض الفرضية الصفرية إذا كان احتمال وجود البيانات المرصودة في ظل الفرضيات الصفرية منخفضا. وإذا تم اختبار فرضيات متعددة، يزداد احتمال ملاحظة حدث نادر، وبالتالي يزيد احتمال رفض الفرضية الصفرية بشكل غير صحيح (أي ارتكاب خطأ من النوع الأول) (Mittelhammer, Judge & Miller, 2000, pp. 73–74).

يعوض تصحيح بونفيروني هذه الزيادة عن طريق اختبار كل فرضية على حدة عند مستوى دلالة ألفا / م؛ حيث ألفا هو مستوى ألفا العام المطلوب و م هو عدد الفرضيات (Miller, 1966). على سبيل المثال، إذا كانت التجربة قيد الاختبار م = 20 فرضية مع معامل ألفا المطلوب ألفا = 0.05، فإن تصحيح بونفيروني سيختبر كل فرضية على حدة عند مستوى دلالة ألفا = 0.05 / 20 =0.0025، وبالمثل، عند إنشاء فترات ثقة متعددة تظهر نفس الظاهرة.

التوصيات المقترحات:

بعد تناول اختبار فرديمان للكشف عن دلالة الفروق بين المجموعات المرتبطة بشكل عام والمقارنات المتعددة اللاحقة بين أزواج المجموعات المقترنة في حالة استخدام اختبار ولكوكسون أو اختبار المقارنات المتعددة اللاحقة، واستخدام تعديل بونفيروني لتصحيح مستوى الدلالة المحسوب بقسمة مستوى الدلالة المفترض وليكن 0.05 على عدد المجموعات المرتبطة، ومن ثم الكشف عن دلالة الفروق بين أزواج المجموعات المقترنة، يمكن التوصية بما يلي:

1. استخدام الباحثين لاختبار فريدمان بعد التحقق من استيفاء الافتراضات التي يقوم عليها.

2. التوقف عن استخدام اختبار ولكوكسون للكشف عن دلالة الفروق بين أزواج المجموعات المقترنة في حالة القياسات المتكررة لأكثر من حالة للمجموعة الواحدة؛ مثلما يحدث في حالة القياس القبلي والقياس البعدي وقياس المتابعة، واللجوء إلى اختبار فرديمان أولاً، ثم استخدام اختبار ولكوكسون مع تعديل بونفيروني لتصحيح مستوى الدلالة المفترض.
3. استخدام اختبار فريدمان للمجموعات المرتبطة والمقارنات المتعددة اللاحقة للكشف عن دلالة الفروق بين المجموعات المرتبطة وأزواج المجموعات المقترنة من خلال الإصدار 18 فأكثر لبرنامج SPSS.

المراجع:

Bonferroni, C. E., (1936). *Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità*, Pubblicazioni del R Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze.

Bortz, J., Lienert, G. & Boehnke, K. (2000). Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Berlin: Springer.

Conover, W. J. (1971, 1980). *Practical nonparametric statistics*. New York: Wiley.

Dunn, Olive Jean (1961). "Multiple Comparisons Among Means" (PDF). *Journal of the American Statistical Association*, 56 (293): 52–64.

Eisinga, R.; Heskes, T.; Pelzer, B.; Te Grotenhuis, M. (2017). "Exact p-values for pairwise comparison of Friedman rank sums, with application to comparing classifiers". *BMC Bioinformatics,* 18 (1), 68.

Frane, Andrew (2015). "Are per-family Type I error rates relevant in social and behavioral science?". *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 14 (1), 12–23.

Friedman, Milton (December 1937). "The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance". *Journal of the American Statistical Association,* 32 (200), 675–701.

Friedman, Milton (March 1939). "A correction: The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance". *Journal of the American Statistical Association*, 34 (205): 109.

Friedman, Milton (March 1940). "A comparison of alternative tests of significance for the problem of m rankings". *The Annals of Mathematical Statistics*, 11 (1), 86–92.

Goeman, Jelle J.; Solari, Aldo (2014). "Multiple Hypothesis Testing in Genomics". *Statistics in Medicine*, 33 (11), 1946–1978.

Miller, Rupert G. (1966). *Simultaneous Statistical Inference*. Springer.

Nakagawa, Shinichi (2004). "A farewell to Bonferroni: the problems of low statistical power and publication bias". *Behavioral Ecology*, 15 (6), 1044–1045.

Schaich, E. & Hamerle, A. (1984). Verteilungsfreie statistische Prüfverfahren. Berlin: Springer. ISBN 3-540-13776-9.

Wittkowski, Knut M. (1988). "Friedman-Type statistics and consistent multiple comparisons for unbalanced designs with missing data". *Journal of the American Statistical Association*, 83 (404), 1163–1170.