الفصل السابع عشر

إختبار فريدمان للعينات المرتبطة

Friedman Test

يعتبر اختبار فريدمان هو الإختبار اللابارامتري المقابل لتحليل التباين أحادي الاتجاه للقياسات المتكررة One way repeated –NOVA وتم تطوير هذا الإختبار على يد الإقتصادي المشهور Milton Friedman ويختبر ما إذا كان وسيط المجتمعات متساوي عبر القياسات المتكررة لنفس الأفراد، بكلمات اخرى يختبر الفرض الصفري القائل لا فرق بين القياسات على نفس العينة أو عبر أكثر من معالجتين، وليس شرطاً أن يستخدم اختبار فريدمان على قياسات من نفس الأفراد بل يمكن استخدامه على قياسات من مجموعات متناظرة Matched Measures ويطبق على الرتب بدلا من الدرجات الخام وعلى الرغم من أن اختبار ANOVA لديه مناعة ضد عدم تحقق شروط استخدامه إلا أنه يوجد بديل أخر لا بارامتري وهو اختبار فريدمان.

اختبارات الفروض لقضية بحثية

أراد باحث إختبار ما إذا كانت المحاضرة المرتبطة بالمعينات البصرية لها فاعلية فقام الباحث بالحصول على 17 فرد يأخذون نفس المحاضرة تحت ثلاثة شروط أو ظروف مختلفة هى الأولى المحاضرة بدون أي مساعدة بصرية، والثانية يوجد مساعدات بصرية محددة مثل الشفافيات والثالثة يوجد مساعدات بصرية متنوعه عديدة وقام بتقدير جودة المحاضرة على مقياس من 75 نقطة(درجة) وبما ان القياسات على نفس الأفراد وعلى نفس المعالجات الثلاثة نتوقع وجود ارتباط بين القياسات الثلاثة وفيما يلي البيانات:

الطالب	بدون معينات	معينات محدودة	معيناتعديدة
1	50	58	54
2	32	37	25
3	60	70	63
4	58	60	55
5	41	66	59
6	36	40	28
7	26	25	20
8	49	60	50
9	72	73	75
10	49	54	42
11	52	57	47
12	36	42	29
13	37	43	31
14	58	50	56
15	39	48	44
16	25	29	18
17	51	63	68

وأراد الباحث أن يختبر ما اذا كان يوجد فروق في جودة المحاضرة بين الظروف أو القياسات الثلاثة لنفس العينة؟.

الخطوات البحثية: 1. مشكلة البحث: هل توجد فروق فى جودة المحاضرة بين المعالجات التدريسية الثلاثة لنفس الأفراد؟، أو هل جودة المحاضرة بإستخدام المعالجات الثلاثة لنفس الأفراد مختلفة في المجتمع؟.

2. فرض البحث: توجد فروق في جودة المحاضرة في القياسات الثلاثة.

3. **متغيـرات البحـث:** المتغيـر المسـتقل: القياسـات عبـر الـزمن أو المعالجـات الثلاثـة – اسمي بثلاث مستويات، والمتغير التابع: جودة المحاضرة – فتري – متصل.

4. **التصميم البحثي:** يستخدم هذا الإختبار في:

- تصميمات القياسات المتكررة:

X1 O1 X2 O2 X3 O3

- تصميمات الأفراد المتناظرين: ويستخدم ما اذا كان أداء الأبناء العقلي يتأثر بأداء أبائهم العقلي.

5. **النمـوذج الإحصـائي:**إحصـاء النمـوذج البسـيطBivirate statistics، **الإختبـار الإحصائي المناسب:**إختبار فريدمان للقياسات المتكررة.

خطوات اختبارات الفروض الصفرية

1. **الفـروض الإحصـائية:** مثـل الإختبـارات اللابارامتريـة تصـاغ الفـروض الإحصـائية فـي صورة كيفية وليست رموز لعدم وجود معالم تختبر حولها في المجتمع.

- **الفـرض الصـفري (H0):** لافـروق بـين المعالجـات الثلاثـة فـي جـودة المحاضـرة ، أو لا تختلـف مجمـوع الرتـب لجـودة المحاضـرة علـى القياسـات الثلاثـة لأفـراد العينـة، أو مجموع الرتب لجودة المحاضرة عبر القياسات الثلاثة متساوية.
- **الفـرض البـديل (HA):** توجـد فـروق بـين مجمـوع الرتـب للقياسـات الثلاثـة لجـودة المحاضرة، أو مجموع الرتب للقياسات الثلاثة لجودة المحاضرة غير متساوية.

2. **الإختبـار الإحصـائي ومسـلماته:** الإختبـار الإحصـائي المسـتخدم هـو فريـدمان ومسلماته كما حددها فريدمان كالأتي:

- **العشوائية:** إختيار أفراد العينة يجب أن تكون عشوائياً من المجتمع.
- **الإسـتقلالية:** درجـة كـل فـرد لا تتـأثر بدرجـة إختبـار فـرد الأخرفـي نفـس المجموعـة وإذا كـان التصـميم مـن نوعيـة التصـميمات المتكافئـة فـإن مجمـوع الـدرجات للمجموعـة الأولى لا تتأثر بدرجات المجموعة المناظرة.

- توزيع إختبار χ^2 وإختبار فريدمان يعطوا نتائج متقاربة نسبياً لحجم العينات كبيرة وغالباً تكون النتائج دقيقة لحجم عينة أكبر من 30 فرداً.
- توزيع فروق الدرجات بين أي زوج تكون متصلة ومنتظمة في المجتمع وهذه المسلمة تتطلب عدم وجود تكرارت أو رتب متشابهة.

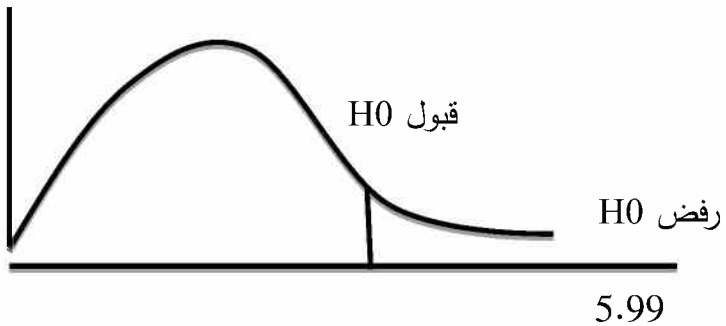
ويتم التعويض في قانون فريدمان كالآتي:

$$\chi_f^2 = \frac{12}{NK(K+1)}\sum R^2 - 3N(K+1)$$

- χ_f^2 اختبار كاى تربيع
- N العدد الكلي للعينة.
- K عدد الظروف أو القياسات
- ∑R مجموع رتب كل القياسات أو المستويات.

ودرجات الحريةلاختبار χ^2: **df=K-1** =3-1=2

3. **مستوى دلالة إحصائية وقاعدة القرار:** ويختبر الفرض الإحصائي الصفري عند مستوى دلالة إحصائية 0.05 ، وبالكشف في جدول χ^2 بـ df=2, α=0.05 فإن قيمة χ^2 الحرجة = 5.99. وتكون قاعدة القرار كالآتي: القيمة المحسوبة ≤ القيمة الحرجة، إذاً نرفض الفرض الصفري.



4. **الحسابات:** لحساب إختبار فريدمان اتبع الخطوات الأتية:

أ- رتب درجات كل صف لكل فرد على حدة في القياسات الثلاثة.

ب–اجمع رتب كل قياسة أو مجموع العمود.

ت–احسب إحصاء χ_f^2 من المعادلة السابقة وفيما يلي الحسابات:

الطالب	Xالمجموعة الأولى	R1 رتب المجموعة	Xالمجموعة الثانية	R2	Xالمجموعة الثالثة	R3
1	50	1	58	3	54	**2**
2	32	2	37	3	25	**1**
3	60	1	70	3	63	**2**
4	58	2	60	3	55	**1**
5	41	1	66	3	59	**2**
6	63	2	40	3	28	**1**
7	26	3	25	2	20	**1**
8	49	1	60	3	50	**2**
9	72	1	73	2	75	**3**
10	49	2	54	3	42	**1**
11	52	2	57	3	47	**1**
12	36	2	42	3	29	**1**
13	37	3	34	2	31	**1**
14	58	3	50	2	56	**2**
15	39	1	48	3	44	**2**
16	25	2	29	3	18	**1**
17	51	1	63	2	68	**3**
∑R		30		45		**27**

وعليه فإن:

$$\chi_f^2 = \frac{12}{17 \times 3 \times 4}((30)^2 + (45)^2 + (27)^2) - 3 \times 17(3+1)$$

$$= \frac{12}{204}(3654) - 204$$

$= 10.94$

5.القـــرار والتفســـير: بمـــا أن القيمـــة المحســـوبة لـــ χ_f^2**(10.94) < القيمـــة الحرجـــة (5.99)**، وعليـه نـرفض الفـرض الصـفري وبالتـالي: توجـد فـروق ذات دلالـة إحصـائية بـين رتـب درجـات القياسـات الثلاثـة لجـودة المحاضـرة. ومـن خـلال مجمـوع الرتـب يمكـن القـول أن إضـافة معينـات بصـرية محـدودة أثنـاء المحاضـرة مفيـد أفضـل مـن إضـافة معينـات بصـرية بدرجـة كبيـرة وكـذلك أفضـل مـن عـدم وجـود أي معينـات بصـرية علـى الإطـلاق. ويمكـن التحقـق مـن ذلـك مـن خـلال المقارنـات البعديـة Pairwise Multiple comparsions أوالاختبـارات التتبعيـة Follow up Test اللابارامتريـة حيـث تهـدف لتحديـد الدلالـة لصـالح أي مجموعـة أو قياسـات ويمكـن إجراؤهـا مـن خـلال إختبـار Wilcoxon لكـل زوج مـن القياسـات ويجـب تطبيـق تصـحيح Bonferroni لمنـع تضـخم الخطـأ مـن النـوع الأول ألفـا وعلـى ذلـك يكـون مقـدار الخطـأ المقابـل لكـل زوج مـن القياسات هو $0.0167 = \frac{0.05}{3}$.

6. **حجـم التـأثير:** يقـدر حسـاب حجـم التـأثير لإختبـار فريـدمان مـن خـلال حسـاب مؤشـر قوة العلاقـة ويمكـن حسـاب فـي برنـامج SPSS عن طريـق Kendall s coefficient of concordance(W) وهـذا المعامـل تتـراوح قيمتـه مـن0.0 إلـى 1.0 حيـث القيمـة العليـا تشـير إلـى علاقـة قويـة(Green & Salkind, 2014) وتُقـدر مـن الصـيغة الأتية:

$$W = \frac{\chi^2}{N(K-1)}$$

$$W = \frac{10.94}{17 \times 2} = \frac{10.94}{34} = 0.32$$

ويفسـر مثـل حـدود(1988) Cohen لمؤشـر r حيـث اذا كانـت 0.5 ≤ r فإنـه يوجـد حجـم تأثير كبير حيث يوجد ارتباط قوي أو اتفاق كبير بين قياسات الأفراد.

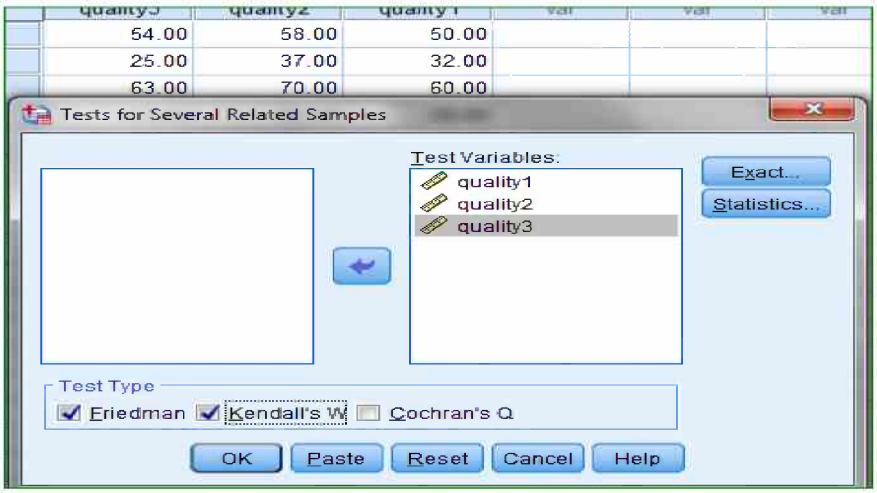
تنفيذ اختبار Friedman في SPSS

اولاً: ادخال البيانات: 1.اضغط Variableview

2. تحت عمود Name اكتب مسمي ثلاث متغيرات وهي : (لا معينات) $Quality_1$، (معينات محدودة) $Quality_2$، (معينات متنوعة) $Quality_3$

3. اضغط Dataview يظهر ثلاث متغيرات في ثلاثة اعمدة. ابدأ في ادخال البيانات.

ثانياً : تنفيذ الامر : 1.اضغط Analyze → Nonparametric tests → Legacy Dialogs → K Independent samples تظهر الشاشة الاتية :

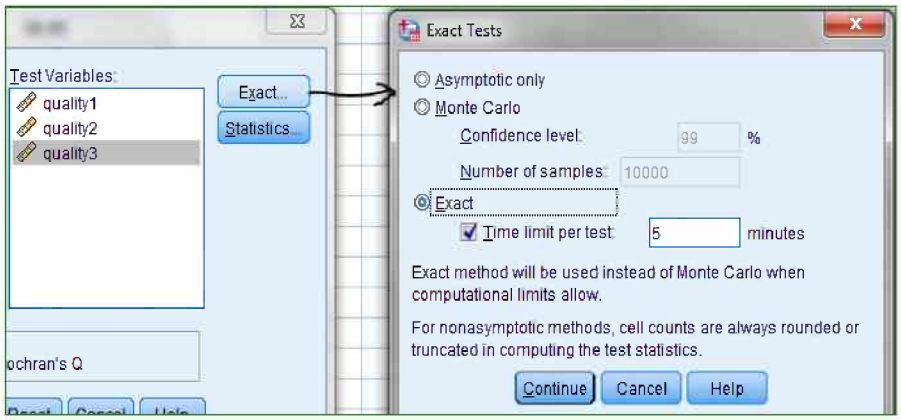


2. انقل المتغيرات الثلاثة الي مربع Test variable

3. في مربع Test type اضغط علي Friedman و Kendall's W

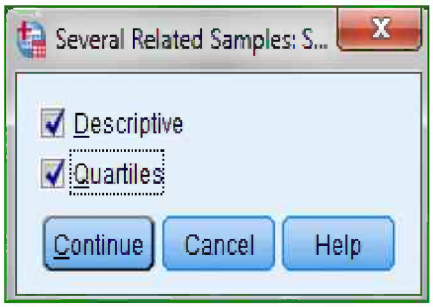
لاحظ ان اختبار Kendall W مثل اختبار Friedman ولكنه يستخدم لقياس الاتفاق بين المقدرين وهنا بين الافراد وهو احصاء مفيد لحساب حجم التأثير ويسميه البعض معامل(w) Coefficient of Concordance

*4.*علي يمين الشاشة اضغط علي اختيار Exact تظهر الشاشة الاتية:



5. اضغط علي Exact

6. اضغط Continue



7. اضغط علي اختيار Statistics تظهر الشاشة الاتية:

8. اضغط علي Descriptive و Quartiles

9. اضغط Continue ثم اضغط OK

ثالثاً : تفسير المخرج : الجدول الاول : Descriptive statistics :

```
NPAR TESTS
  /FRIEDMAN=quality1 quality2 quality3
  /KENDALL=quality1 quality2 quality3
  /STATISTICS DESCRIPTIVES QUARTILES
  /MISSING LISTWISE
  /METHOD=EXACT TIMER(5).
```

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
quality1	17	45.3529	12.84495	25.00	72.00	36.0000	49.0000	55.0000
quality2	17	50.9412	14.41991	25.00	73.00	38.5000	54.0000	61.5000
quality3	17	44.9412	17.29332	18.00	75.00	28.5000	47.0000	57.5000

ويتضمن المتوسط والانحراف المعياري للمتغيرات الثلاثة ويتضح ان جودة المحاضرة بمعينات محدودة $Quality_2$ لها اعلي متوسط، راعي ان الاختبار لابارامتري لا يأخذ في حسبانه المتوسطات لانه يحول الدرجات الي رتب. وكذلك اعطي الارباعيات الاول 25 والثاني 50 والثالث 75 حيث ان الارباعي الثالث لـ $Quality_2$ = 55 بمعني ان هذه الدرجة يقع فوقها 25% من القيم وتحتها 75% من القيم.

الجدول الثاني:

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
quality1	1.76
quality2	2.65
quality3	1.59

متوسط الرتب حيث كانت لـ Quality1 = 1.76 ونلاحظ ان Quality2 لها اعلي متوسط رتب وعليه فنتوقع اذا وجدت دلالة احصائية فانها هي التي تسهم في حدوث هذه الدلالة.

- اعطي البرنامج الجدول الاتي:

Test Statistics[a]

N	17
Chi-Square	10.941
df	2
Asymp. Sig.	.004
Exact Sig.	.003
Point Probability	.001

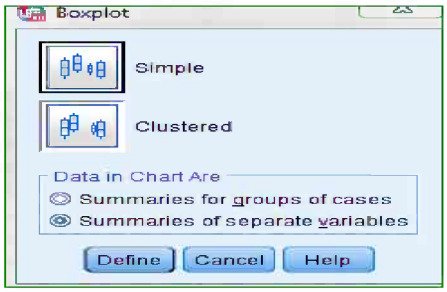
a. Friedman Test

وهي احصائيات الاختبار حيث N = 17 حجم العينة و 10.941 = χ^2 وهي القيمة المحسوبة التي يتم مقارنتها بالقيمة الجدولية لصناعة قرار. وقيمة P للعينات الكبيرة Asymp. Sig = 0.004 ، وقيمة P للعينات الصغيرة Exact sig = 0.003 وبالتالى فان: (α) 0.05 > 0.003 او 0.004 ، وعليه يرفض H0 بوجود فروق بين وسيط رتب القياسات الثلاثة. وان قيمة معامل كندال W =0.322 وهي تعتبر حجم تأثير متوسط وان قيمته دالة احصائية واعطي قيمة χ^2 في حساب w لانها تقدر من خلالها كما سبق توضيحه.

اجراء المقارنات البعدية لاختبار Friedman الدال احصائياً

كما سبق في اختبار كروسكال – والاس تم اجراء التحليل البعدي لتحديد المسبب للدلالة باستخدام ثلاث طرق احدهما وصفية وطريقتين استدلالية، في حالة اختبار فريدمان يمكن اجراء التحليل البعدي من خلال :

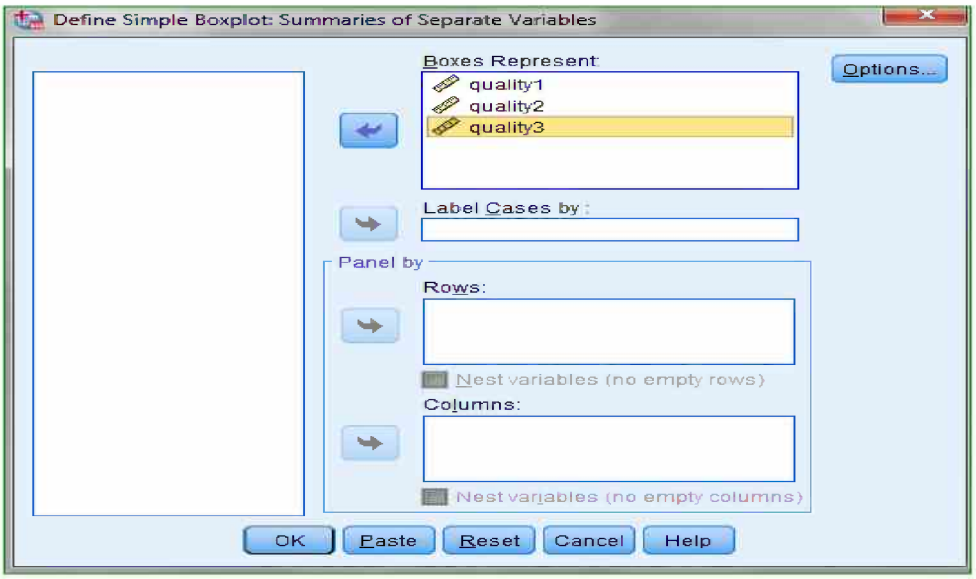
اولاً: الطريقة الوصفية البيانية: عرض شكل Boxplot ويمكن تنفيذه كالاتي:



1.اضغط Graphs → Legacy Dialogs → Boxplot تظهر الشاشة الاتية:

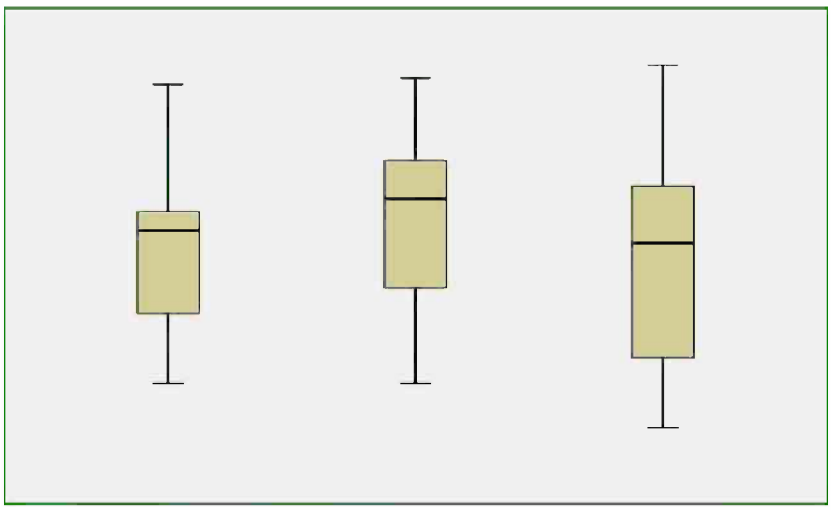
2.اضغط Simple ثم اضغط Summaries for separate variables

3.اضغط Define تظهر الشاشة الاتية:



5.انقل المتغيرات الثلاثة الي مربع Boxes Represent

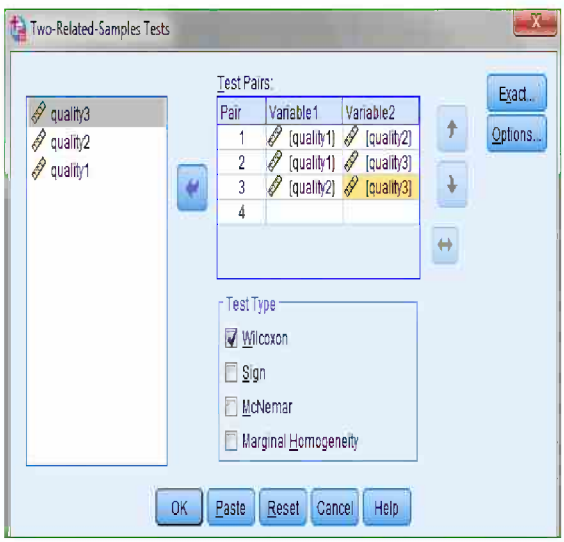
6.اضغط OK يعطى الرسم البياني الاتي :



والواضح ان وسيط متغير $Quality_2$ اكبر من وسيط $Quality_1$ و $Quality_3$ ويبدو ان وسيط $Quality_1$ و $Quality_3$ متقارب وعليه يمكن استنتاج ان الدلالة ترجع الي $Quality_2$ بمعني ان وجود معينات محدودة مناسبة تؤدي الي جودة محاضرة مقارنة بالمعينات الكثيرة المتنوعة وبعدم وجود معينات علي الاطلاق ولكن هذا استنتاج وصفي قد يكون ذاتي.

المدخل الاستدلالي الاول للمقارنات البعدية :وهو اجراء اختبار Wilcoxon لكل زوج من المتغيرات: راعي ان هذا يضخم الخطأ من النوع الاول وعليه يجب استخدام تصحيح بونيفروني وهو:

$$= \frac{\alpha}{\text{عدد الازواج}} = \frac{0.05}{3} = 0.0167$$



- **اجراء اختبار ويلكوكسون بين $Quality_1$ و $Quality_2$**

(يمكن اجراء هذه المقارنات الثلاثة في امر واحد). كما هو واضح في الشاشة :

اتبع خطوات تنفيذ اختبار ويلكوكسون وكانت النتائج:

Test Statistics[a]

	quality2 - quality1	quality3 - quality1	quality3 - quality2
Z	-2.819-[b]	-.996-[c]	-2.916-[c]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005	.319	.004

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on negative ranks.
c. Based on positive ranks.

حيث Z = - 2.819 , P = 0.005 < 0.0167، وعليه توجد فروق دالة في جودة المحاضرة باستخدام معينات محدودة ولا معينات علي الاطلاق.

- **اختبار ويلكوكسون بين $Quality_1$ و $Quality_3$:** حيث

$0.0167 > P = 0.319 , Z = - 0.996$ ولا فروق دالة احصائياً بين $Quality_1$ و $Quality_3$

- **اختبار ويلكوكسون بين $Quality_2$ و $Quality_3$: حيث**

$0.0167 > P = 0.004 , Z = - 2.916$، وعليه توجد فروق دالة احصائياً بين جودة المحاضرة باستخدام معينات محدودة وجودة المحاضرة باستخدام معينات متنوعة كثيرة ، و يبدو ان الذي احدث الدلالة هي جودة المحاضرة باستخدام معينات محدودة.

- **المدخل الاستدلالي الثاني** : باستخدام مدخل **Siegel & Castellan (1988):**

حيث يتم مقارنة الفروق بين متوسطات الرتب، اي زوج من المتغيرات بقيمة قائمة علي احصاء Z مضاف اليها ثابت قائم علي حجم العينة الكلي وعدد المستويات او القياسات K وهي كالاتي :

$$|\bar{R}_u - \bar{R}_v| \geq Z\alpha/K(K-1)\sqrt{\frac{K(K-1)}{6N}}$$

$$\frac{\alpha}{K\,(K-1)} = \frac{0.05}{3X2} = 0.00833$$

وبالبحث في جدول Z في عمود Smaller portion بالقيمة 0.00833 نجد انها تقابل قيمة تحت عمود Z نجد انها تقع بين قيمتين 0.00842 و 0.00820 وهما مقابلين لقيمتي2.39Z و 2.40 ويمكن اخذ متوسط القيمة 2.40 اذا:

$$\text{الفرق} = 2.40\sqrt{\frac{3\,(3+1)}{17X6}}$$

$$= 2.40\ \text{X}\ 0.3429 = 0.823$$

ومتوسطات الرتب في المخرج السابق(فريدمان) اذاً بحساب الفرق بين متوسط الرتب لـ $Quality_1$ و $Quality_2$ كالاتي: 0.89 = 1.76 - 65.، وعليه 0.89 > 0.823 وبالتالى يوجد فروق ذات دلالة احصائية بين جودة المحاضرة بدون معينات وبوجود معينات محدودة.

وبحساب الفرق بين متوسط الرتب لـ $Quality_1$ و $Quality_3$:

$$1.76 - 1.59 = 0.17$$

وبما ان 0.823 > 0.17،اذاً لا توجد فروق ذات دلالة احصائية.

ولحساب الفروق بين $Quality_2$ و $Quality_3$ كالاتي: 1.06 = 1.59 - 2.65، وبما ان 0.823 > 1.06 ،اذا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين جودة المحاضرة بمحددات محدودة وجودة المحاضرة بمحددات متنوعةوهذه نفس النتائج التى افرزها اختبار ويلكوكسون.

كتابة نتائج إختبار فريدمان في تقرير البحث وفقا لـ APA

$$\chi^2\,(2\,,\,N = 17) = 10.94\,,\,P < 0.05\ ,\,w = 0.322$$

وتم اجراء اختبارات ويلكوكسون للمقارنة بين كل زوج من المتغيرات وباستخدام تصحيح بونيفروني حيث α=0.016 واتضح وجود فروق بين جودة المحاضرة

لمعينات محدودة ولغير المعينات:$Z = - 2.819 , 0.005 < 0.016 , r = 0.68$ وعـدم وجـود فـروق بـين جـودة المحاضـرة باسـتخدام معينـات متنوعـة وجودتهـا بـدون معينات علي الاطلاق $r= 0.016 , 0.319 > Z = - 0.996$ وجود فروق بين جودة المحاضرة بمعينات محدودة وجودتها باستخدام معينات متنوعة

$$.Z = - 2.916 \ 0.004 < 0.016 , r$$