

## 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 أخرى 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 آخر 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 هي الأولى المحاضرة بدون أي مساعدة بصرية، والثانية يوجد مساعدات بصرية محددة مثل الشفافيات والثالثة يوجد مساعدات بصرية متنوعة 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	معينات عديدة
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 في 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. متغيرات البحث: المتغير المستقل: القياسات عبر الزمن أو المعالجات الثلاثة -  
اسمي بثلاث مستويات، والمتغير التابع: جودة المحاضرة - فترتي - 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 آبائهم العقلي.

5. النموذج الإحصائي: إحصاء النموذج البسيط Bivariate statistics، الإختبار الإحصائي المناسب: إختبار فريدمان للقياسات المتكررة.

خطوات اختبارات الفروض الصفرية

1. الفروض الإحصائية: مثل الإختبارات اللابارامترية تصاغ الفروض الإحصائية في صورة كيفية وليست رموز لعدم وجود معالم تختبر حولها في المجتمع.

• الفرض الصفري ( $H_0$ ): لافروق بين المعالجات الثلاثة في جودة المحاضرة ، أو لا تختلف مجموع الرتب لجودة المحاضرة على القياسات الثلاثة لأفراد العينة، أو مجموع الرتب لجودة المحاضرة عبر القياسات الثلاثة متساوية.

• الفرض البديل ( $H_A$ ): توجد فروق بين مجموع الرتب للقياسات الثلاثة لجودة المحاضرة، أو مجموع الرتب للقياسات الثلاثة لجودة المحاضرة غير متساوية.

2. الإختبار الإحصائي ومسلماته: الإختبار الإحصائي المستخدم هو فريدمان ومسلماته كما حددها فريدمان كالآتي:

• العشوائية: إختيار أفراد العينة يجب أن تكون عشوائياً من المجتمع.  
• الإستقلالية: درجة كل فرد لا تتأثر بدرجة إختبار فرد الأخر في نفس المجموعة وإذا كان التصميم من نوعية التصميمات المتكافئة فإن مجموع الدرجات للمجموعة الأولى لا تتأثر بدرجات المجموعة المناظرة.

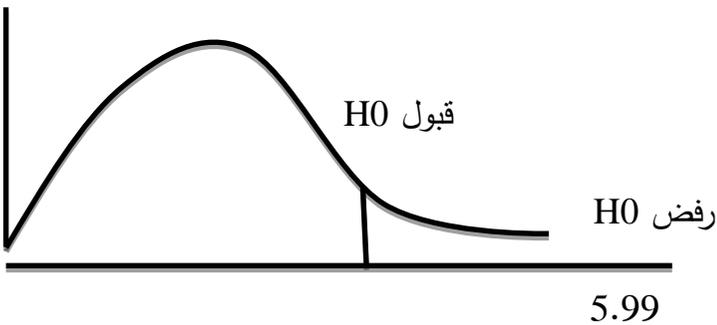
- توزيع إختبار  $\chi^2$  وإختبار فريدمان يعطوا نتائج مقاربة نسبياً لحجم العينات كبيرة وغالباً تكون النتائج دقيقة لحجم عينة أكبر من 30 فرداً.
  - توزيع فروق الدرجات بين أي زوج تكون متصلة ومنتظمة في المجتمع وهذه المسلمة تتطلب عدم وجود تكرارات أو رتب متشابهة.
- ويتم التعويض في قانون فريدمان كالاتي:

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

- $\chi_f^2$  إختبار كاي تربيع
- N العدد الكلي للعينة.
- K عدد الظروف أو القياسات
- $\sum R$  مجموع رتب كل القياسات أو المستويات.

ودرجات الحرية لإختبار  $\chi^2$ :  $df=K-1=3-1=2$

3. مستوى دلالة إحصائية وقاعدة القرار: ويختبر الفرض الإحصائي الصفري عند مستوى دلالة إحصائية 0.05 ، وبالكشف في جدول  $\chi^2$  بـ  $df=2, \alpha=0.05$  فإن قيمة  $\chi^2$  الحرجة = 5.99. وتكون قاعدة القرار كالاتي: القيمة المحسوبة  $\leq$  القيمة الحرجة، إذا نرفض الفرض الصفري.



4. الحسابات: لحساب إختبار فريدمان اتبع الخطوات الآتية:

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

ب- اجمع رتب كل قياسية أو مجموع العمود.

ت- احسب إحصاء  $\chi_f^2$  من المعادلة السابقة وفيما يلي الحسابات:

الطالب	X المجموعة الأولى	R1 رتب المجموعة	X المجموعة الثانية	R2	X المجموعة 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
$\Sigma R$		30		45		27

وعليه فإن:

$$\begin{aligned}\chi_f^2 &= \frac{12}{17 \times 3 \times 4} ((30)^2 + (45)^2 + (27)^2) - 3 \times 17(3 + 1) \\ &= \frac{12}{204} (3654) - 204\end{aligned}$$

$$= 10.94$$

5. **القرار والتفسير:** بما أن القيمة المحسوبة لـ  $\chi^2_{(10.94)} <$  القيمة الحرجة (5.99)، وعليه نرفض الفرض الصفري وبالتالي: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين رتب درجات القياسات الثلاثة لجودة المحاضرة. ومن خلال مجموع الرتب يمكن القول أن إضافة معينات بصرية محدودة أثناء المحاضرة مفيد أفضل من إضافة معينات بصرية بدرجة كبيرة وكذلك أفضل من عدم وجود أي معينات بصرية على الإطلاق. ويمكن التحقق من ذلك من خلال المقارنات البعدية Pairwise Multiple comparisons أو الاختبارات التتبعية Follow up Test اللابارامترية حيث تهدف لتحديد الدلالة لصالح أي مجموعة أو قياسات ويمكن إجراؤها من خلال اختبار Wilcoxon لكل زوج من القياسات ويجب تطبيق تصحيح Bonferroni لمنع تضخم الخطأ من النوع الأول ألفا وعلى ذلك يكون مقدار الخطأ المقابل لكل زوج من القياسات هو  $0.0167 = \frac{0.05}{3}$ .

6. **حجم التأثير:** يقدر حساب حجم التأثير لإختبار فريدمان من خلال حساب مؤشر قوة العلاقة ويمكن حساب في برنامج SPSS عن طريق Kendall s coefficient of concordance (W) وهذا المعامل تتراوح قيمته من 0.0 إلى 1.0 حيث القيمة العليا تشير إلى علاقة قوية (Green & Salkind, 2014) وتقدر من الصيغة الآتية:

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

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

ويفسر مثل حدود (Cohen 1988) لمؤشر r حيث إذا كانت  $r \geq 0.5$  فإنه يوجد حجم تأثير كبير حيث يوجد ارتباط قوي أو اتفاق كبير بين قياسات الأفراد.

**تنفيذ اختبار Friedman في SPSS**

اولاً: ادخال البيانات: 1. اضغط Variableview

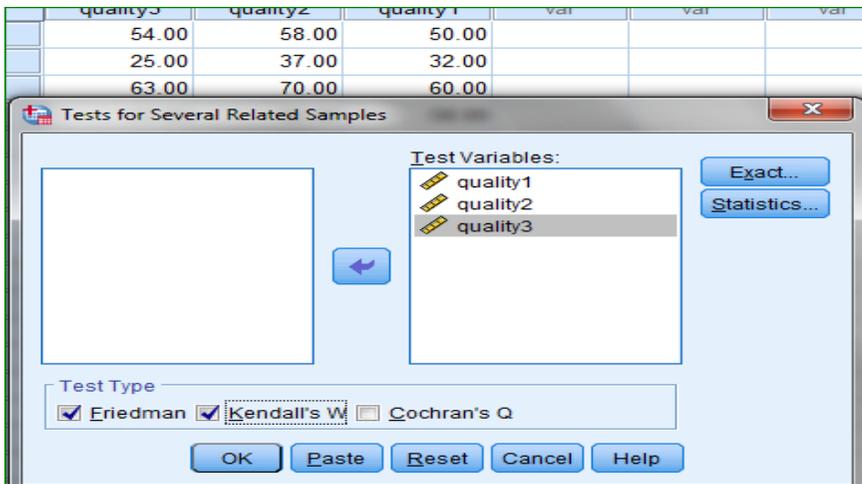
2. تحت عمود Name اكتب مسمي ثلاث متغيرات وهي : (لا معينات) Quality<sub>1</sub>،

(معينات محدودة) Quality<sub>2</sub>، (معينات متنوعة) Quality<sub>3</sub>

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 :



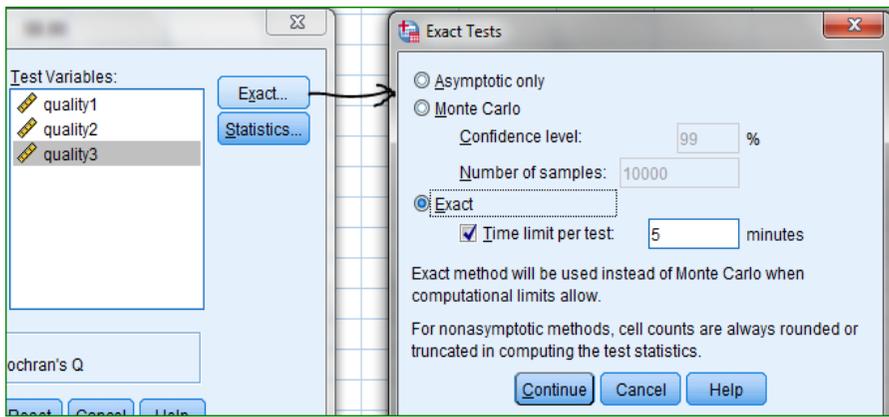
2. انقل المتغيرات الثلاثة الي مربع Test variable

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

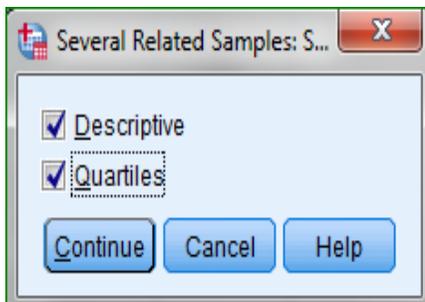
معامل Coefficient of Concordance (w)

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<sub>2</sub> لها اعلي متوسط، راعي ان الاختبار لبارامترى لا يأخذ في حسابه المتوسطات لانه يحول الدرجات الي رتب. وكذلك اعطي الاربعيات الاول 25 والثاني 50 والثالث 75 حيث ان الاربعي الثالث لـ Quality<sub>2</sub> = 55 بمعنى ان هذه الدرجة يقع فوقها 25% من القيم وتحتها 75% من القيم.

### الجدول الثاني:

Ranks	
	Mean Rank
quality1	1.76
quality2	2.65
quality3	1.59

متوسط الرتب حيث كانت لـ Quality<sub>1</sub> = 1.76 ونلاحظ ان Quality<sub>2</sub> لها اعلي متوسط رتب وعليه فنتوقع اذا وجدت دلالة احصائية فانها هي التي تسهم في حدوث هذه الدلالة.

• اعطي البرنامج الجدول الاتي:

Test Statistics <sup>a</sup>	
N	17
Chi-Square	10.941
df	2
Asymp. Sig.	.004
Exact Sig.	.003
Point	
Probability	.001

a. Friedman Test

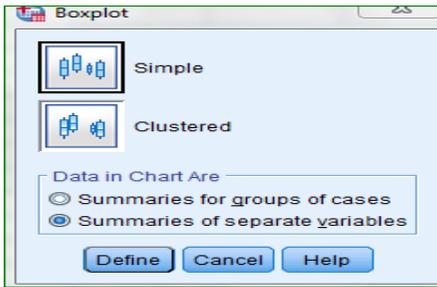
وهي احصائيات الاختبار حيث  $N = 17$  حجم العينة و  $\chi^2 = 10.941$  وهي القيمة المحسوبة التي يتم مقارنتها بالقيمة الجدولية لصناعة قرار. وقيمة P للعينات الكبيرة  $Asymp. Sig = 0.004$  ، وقيمة P للعينات الصغيرة  $Exact sig = 0.003$  وبالتالي فان:  $(\alpha) < 0.05$  او  $0.003$  او  $0.004$  ، وعليه

يرفض H<sub>0</sub> 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  $\chi^2$  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 كالآتي:



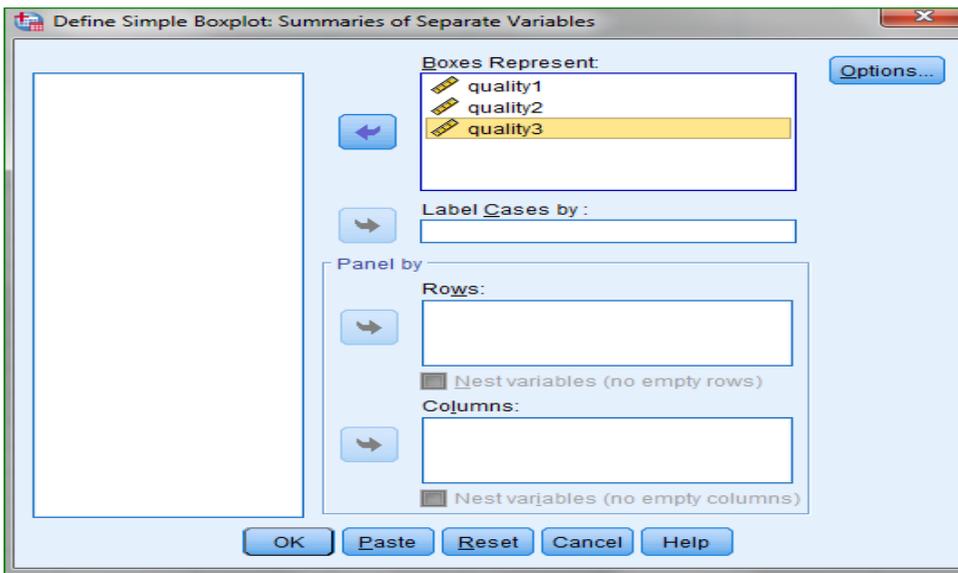
1. اضغط Graphs → Legacy Dialogs →

Boxplot تظهر الشاشة الآتية:

2. اضغط Simple ثم اضغط Summaries

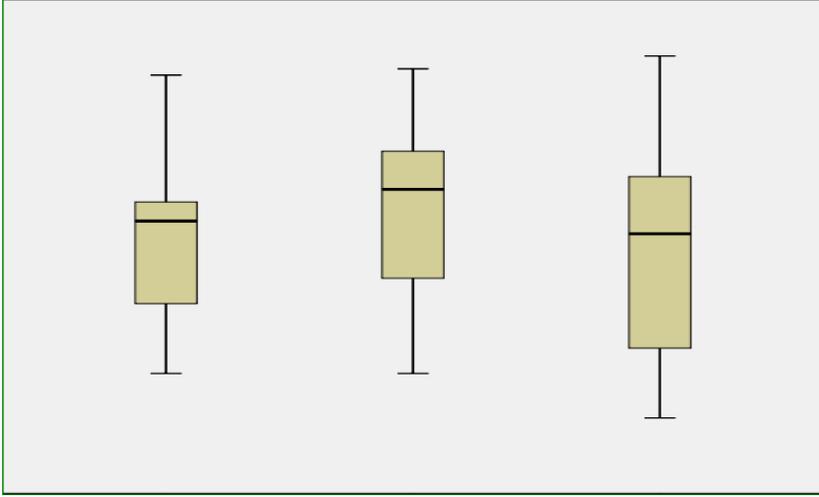
for separate variables

3. اضغط Define تظهر الشاشة الآتية:



5. انقل المتغيرات الثلاثة الي مربع Boxes Represent

6. اضغط OK يعطى الرسم البياني الآتي :



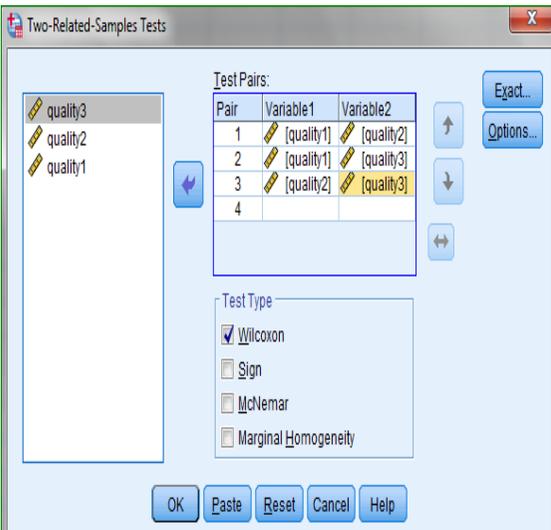
والواضح ان وسيط متغير Quality<sub>2</sub> اكبر من وسيط Quality<sub>1</sub> و Quality<sub>3</sub> ويبدو ان وسيط Quality<sub>1</sub> و Quality<sub>3</sub> متقارب وعليه يمكن استنتاج ان الدلالة ترجع الي Quality<sub>2</sub> بمعنى ان وجود معينات محدودة مناسبة تؤدي الي جودة محاضرة مقارنة بالمعينات الكثيرة المتنوعة 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:

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

- اجراء اختبار ويلكوسون بين Quality<sub>2</sub> و Quality<sub>1</sub>

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



اتبع خطوات تنفيذ اختبار ويلكوسون وكانت النتائج:

Test Statistics <sup>a</sup>			
	quality2 - quality1	quality3 - quality1	quality3 - quality2
Z	-2.819 <sup>b</sup>	-.996 <sup>c</sup>	-2.916 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2- tailed)	.005	.319	.004

حيث - Z = 2.819 ، P = 0.005 < 0.0167

وعليه توجد فروق دالة في جودة المحاضرة

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

باستخدام معينات محدودة ولا معينات علي الاطلاق.

- اختبار ويلكوسون بين  $Quality_3$  و  $Quality_1$ : حيث

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

- اختبار ويلكوسون بين  $Quality_3$  و  $Quality_2$ : حيث

$Z = -2.916$  ،  $P = 0.004 < 0.0167$ ، 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 :

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

$$\frac{\alpha}{K(K-1)} = \frac{0.05}{3 \times 2} = 0.00833$$

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 لقيمتي Z 2.39 و 2.40 ويمكن اخذ متوسط القيمة 2.40 اذا:

$$\text{الفرق} = 2.40 \sqrt{\frac{3(3+1)}{17 \times 6}}$$

$$= 2.40 \times 0.3429 = 0.823$$

ومتوسطات الرتب في المخرج السابق (فريدمان) اذاً بحساب الفرق بين متوسط الرتب لـ Quality<sub>1</sub> و Quality<sub>2</sub> كالآتي: 0.89 = 1.76 - 0.65، وعليه 0.89 > 0.823 وبالتالي يوجد فروق ذات دلالة احصائية بين جودة المحاضرة بدون معينات وبوجود معينات محدودة.

وبحساب الفرق بين متوسط الرتب لـ Quality<sub>1</sub> و Quality<sub>3</sub>:

$$1.76 - 1.59 = 0.17$$

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

ولحساب الفروق بين Quality<sub>2</sub> و Quality<sub>3</sub> كالآتي: 1.06 = 2.65 - 1.59، وبما ان 1.06 > 0.823، اذا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين جودة المحاضرة بمحددات محدودة وجودة المحاضرة بمحددات متنوعة وهذه نفس النتائج التي افرزها اختبار ويلكوسون.

كتابة نتائج اختبار فريدمان في تقرير البحث وفقاً لـ APA

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

وتم اجراء اختبارات ويلكوسون للمقارنة بين كل زوج من المتغيرات وباستخدام تصحيح بونيفروني حيث  $\alpha = 0.016$  واتضح وجود فروق بين جودة المحاضرة

لمعينات محدودة ولغير المعينات:  $Z = - 2.819$  ,  $0.005 < 0.016$  ,  $r = 0.68$   
وعدم وجود فروق بين جودة المحاضرة باستخدام معينات متنوعة وجودتها بدون  
معينات علي الاطلاق  $r = 0.016$  ,  $0.319 > 0.016$  ,  $Z = - 0.996$  وجود فروق بين  
جودة المحاضرة بمعينات محدودة وجودتها باستخدام معينات متنوعة  
 $Z = - 2.916$  ,  $0.004 < 0.016$  ,  $r$