التحليلات اللابارامترية

التحليلات الإحصائية اللامعلمية لبيانات البحث العلمي

المرحلة ماقبل الأخيرة

إعداد:

محمد عبيد

ماجد اسماعيل

طارق المبيِّض

بإشراف الدكتور: سليمان العوض

هيكل البحث

- مقدمة
- استخدام التحليلات اللابارامترية
- أقسام التحليلات اللابارامترية
- تحليلات الارتباط اللابارامتري
- تحليلات الفروق اللابارامترية

المقدمة:

معظم أساليب اختبارات الفروض تعرف بالطرق المعلميّة " Parametric methods" , وذلك لأنّها تهتم بمعالم المجتمع مثل الوسط الحسابي والتبيان والنسبة, وعلى الرغم من ذلك يوجد العديد من المواقف التي لا نستطيع فيها تطبيق الطرق المعلميّة. فمثلاً إذا طلب من لجنة معيّنة ترتيب عشرة مرشّحين لوظيفة معيّنة وفقاً لقدراتهم, أو إذا طلب من عدد من المحكّمين ترتيب خمسة متسابقين في مسابقة لرياضية " كمال الأجسام" فإن المقاييس المأخوذة في هذه الحالة ذات طبيعة مختلفة تماماً, لذا عندما تؤخذ المقاييس أو المشاهدات في صورة رتب " ranks" يصبح من المناسب استخدام الطرق اللامعلميّة " nonparametric methods" لأنّها لا تهتم بمعالم المجتمع.

لماذا نستخدم الطرق اللابارامترية؟

إن الطـرق المعلميّـة تعتمـد علـى افتـراض معرفـة التوزيـع الاحتمـالي للمجتمـع. فعنـد إجـراء اختبـارات الفـروض الإحصـائية للمتوسـط والتبـاين, أو للفـرق بـين متوسّـطين والنسـبة بـين تبـاينين, افترضـنا توزيعـاً معتـدلاً أو قريبـاً مـن الاعتـدال للمجتمعـات الأصـليّة التـي سـحبت منهـا العيّنـات, أيضـاً عنـد اختبـار الفـرض القائـل بـأن معامـل ارتبـاط المجتمـع يسـاوي صـفر , افترضـنا أن توزيـع المجتمـع لكـل متغيّـر مـن المتغيّـرين معتـدل أو قريـب مـن الاعتـدال. أمـا بالنسـبة للطـرق اللامعلميّـة فإنهـا لا تعتمـد علـى افتـراض شكل معيّن لتوزيع المجتمع الأصلي, أي أنها حرّة التوزيـع " distribution – free " فمثلاً لاختبار الفـرض الخـاص بالاسـتقلال الإحصـائي بـين نـوعين مـن المتغيـرات, فإننـا لا نفتـرض أي شـيء بالنسـبة لتوزيـع هـذه المتغيّـرات ولـم تطلـب أن يكـون التوزيـع معتـدلاً أو لـه أي طـابع خـاص آخـر, لـذا فـإن اختبـار x^2 للاستقلال الإحصائي هو طريقة حرّة التوزيع.

والجـدير بالـذكر أن العبـارتين " لا معلمـي " و " حـرة التوزيـع" لـيس لهمـا نفـس المعنـى تمامـاً, فعبـارة " لا معلمـي " تسـتخدم لوصـف اختبـارات الفـروض التـي لا تتضـمّن أيّـة معلمـة مـن معـالم المجتمـع, بينمـا تشـير عبـارة " حـرّة التوزيـع " إلـى اختبـارات الفـروض التـي لا تفتـرض شـكلاً معيّنـاً لتوزيـع المجتمـع الأصـلي . وعلـى الـرغم مـن هـذا الفـرق بـين العبـاراتين, فـإن عبـارة " طـرق لا معلميّـة" تسـتخدم عمومـاً للإشارة إلى اختبارات الفروض لأية حالة من الحالتين السابقتين أو لهما معاً.

وفي كثير من الأحيان لا يتحقّق الفرض الخاص بتبعيّة المجتمع الأصلي لتوزيع معتدل. ولقد ظهرت اختبارات إحصائية عديدة لا تتطلّب شكلاً خاصاً لتوزيع المجتمع الأصلي لتحل محل بعض اختبارات الفروض المعلميّة, لذا فإننا ننصح باستخدام الطرق اللامعلميّة عندما لا يستطيع الباحث معرفة شكل توزيع المجتمع الأصلي, وهذا لا يعنـي بـالطبع أن الطـرق اللامعلميّـة مفضّـلة دائمـاً علـى الطـرق المعلميّـة, وفـي الحقيقـة إذا تحقّـق شـرط تبعيّـة البيانات للتوزيع المعتدل فإننا ننصح باستخدام الطرق المعلميّة لأنّها تؤدي في هذه الحالة "إلى نتائج أكثر دقّة من نتائج الطرق اللامعلميّة, لذا فإن الطرق اللامعلميّة تستخدم فقط عندما يتأكد الباحث من عدم إمكانيّة استخدام الطرق المعلميّة.

وتتطلب الطرق اللامعلميّة عدداً أقل من الفروض كما أنها أسهل في الشرح والفهم والتطبيق, وتستخدم هذه الطرق خصوصاً إذا كانت البيانات في صورة رتب وليست في صورة مقاييس كميّة.

إن عـدم اسـتيفاء البيانـات لتلـك للافتراضـات الخاصـة بـالتحليلات المعلميـة يوجـب علـى المحلـل اختيـار أحـد اختبـارات الفـروق اللابارامتريـة والتـي يطلـق عليهـا فـي الأدبيـات العربيـة بالاختبـارات اللامعلميـة, وهي اختبارات تتناسب بشكل خاص مع الحالات التالية:

- صغر حجم العينة.
- عندما يكون مستوى قياس المتغيرات اسمياً أو رتبياً.
- عندما يكون التوزيع غير اعتدالي.

وتأسيسـاً علـى مـا سـبق يُطلـق علـى الاختبـارات اللابارامتريـة اسـم اختبـارات التوزيـع الحـر (*Distribution Free*), أو اختبـارات مسـتوى القيـاس الأدنـى, أو اختبـارات العينـات الصـغيرة, وهـذه المسميات الثلاثة ما هي إلا انعكاس للحالات الثلاث السابق ذكرها.

ولقد تم التوصّل في الحقب الأخيرة إلى طرق لا معلميّة عديدة ومطورة وحديثة جداً ولها أغراض متعددة ، وأساليب جديدة أيضاً يستخدم أكثر من أسلوب منها في نفس المجال ولنفس الحالة وضمن نفس الشروط . بشكل عام يفضل علماء التحليل الرياضي والإحصائي استخدام أكثر من أسلوب واحد في التحليل إذا أمكن ذلك ، للاستفادة مما يقدمه كل تحليل والابتعاد قدر الأمكان عن نواحي القصور والضعف في التحليلات ولتوثيق النتائج أكثر .

في هذا الفصل سيتم استعراض أهم التحليلات وأشهرها مصنفة إلى قسمين أساسيين وهما :

1- تحليل الارتباط اللابارامتري (اللامعلمي)
2- تحليل الفروق اللابارامترية (اللامعلمية)

وبشكل عام سيتم الابتعاد عن التفاصيل الرياضية وتعقيدات التقنيات الإحصائية الخاصة بأسلوب كل اختبار واحتساب قيمه، وسنركز البحث على مجال استخدام هذه الاختبارات ، وفروضها وبدائلها.

اختبارات الارتباط اللابارامتري

معامل ارتباط الرتب (معامل الإرتباط سبيرمان)

عند إجراء اختبارات الفروض عن معامل الارتباط بيرسون, افترضنا أن توزيع كل من المتغيّرين معتدل أو قريب من الاعتدال, فإذا كان هذا الافتراض مشكوكاً في صحّته فيمكننا استخدام طريقة لا معلميّة لإجراء الاختبار.

وتعرف هذه الطريقة باسم اختبار معامل ارتباط الرتب " rank correlation test " ولقد توصّل الباحثون إلى طرق عديدة لارتباط الرتب, ولكننا سنناقش في هذا الجزء طريقة واحدة منها فقط تسمّى طريقة سبيرمان " Spearman's method" , ولقد سميّت هذه الطريقة باسم العالم الذي توصّل إليها في عام 1904م.

تعتبر طريقة سبيرمان لمعامل ارتباط الرتب من أقدم الطرق اللامعلميّة في هذا المجال ومن أكثرها انتشاراً, ولا تتطلّب هذه الطريقة أيّة افتراضات عن توزيع مجتمعي المتغيّرين العشوائيين, وتحدّد العلاقة بين المتغيّرين على أساس رتب مشاهدات كل متغيّر على حدة. وتتميّز هذه الطريقة أنّها لا تتطلّب عمليّات حسابيّة كثيرة مثل العمليات الحسابيّة اللازمة لحساب معامل الارتباط. كذلك يمكن استخدامها في مواقف لا نستطيع فيها الحصول على مقاييس كميّة, فمثلاً قد يكون صعباً إن لم يكن مستحيلاً قياس الدافع المعنوي لكل موظف من موظّفي إحدى الإدارات, لكنه من السهل تحديد رتبة معيّنة له.

افترض أننا نرغب في تحديد العلاقة بين متغيّرين Y,X وأن مشاهدات هذين المتغيّرين قد جمعت في شكل أزواج من القيم مثل طول ووزن كل شخص, أو تقييم اثنين من الحكّام لكل متسابق في إحدى المسابقات. دعنا أولاً نقوم بدراسة موقف يمكن فيه قياس X ,Y كميّاً, كخطوة أولى نقوم بإعطاء رتب لمشاهدات كل متغيّر على حدة, فتعطي أصغر مشاهدة الرتبة 1 والمشاهدة التي تليها الرتبة 2 وهكذا. (أو يمكن إعطاء الترتبة 1 لأكبر مشاهدة والرتبة 2 للمشاهدة التي تليها, وهكذا بالنسبة لكل متغيّر من المتغيّرين على حدة). وتتطلب طريقة معامل ارتباط الرتب فيما تتطلب حساب مجموع مربّعات فروق رتب مشاهدات كل زوج من القيم. على فرض أن D تمثّل فروق رتب مشاهدات كل زوج من أزواج القيم وأن n تمثّل عدد هذه الأزواج. افترض أيضاً أن R تمثّل معامل ارتباط الرتب. تحسب قيمة R باستخدام الصيغة التالية:

$$R = 1 - 6\,\frac{\sum_{i-1}^{n} D_1^2}{n(n^2-1)}$$

ولاختبار معنويّة معامل ارتباط الرتب *R*, فإننا نستخدم أيضاً إحصائية الاختبار *T* المحسوبة, بعد وضع *R* محل *r* في هذه المعادلة, دون وضع أيّة افتراضات عن توزيع مجتمع كل متغيّر من المتغيّرين. أي أن إحصائيّة الاختبار *T* هي :

(18−6)

$$T = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R}}$$

❋ ❋ ❋

افترض أننا نريد معرفة ما إذا كانت مبيعات مجموعة من متاجر التجزئة مرتبطة بمساحة المتجر أو المحل.

سحبت عيّنة عشوائية مكونة من 12 متجر وسجّلت مبيعاتهم ومساحاتهم في عمودي X ,Y بجدول .
(1) احسب معامل ارتباط الرتب R. (2) اختبر الفرض القائل بأن معامل ارتباط المجتمع يساوي الصفر في مقابل الفرض القائل بأنه لا يساوي الصفر عند $\alpha = 0{,}01$

(1) يبيّن جدول (5–18) رتب X المرتبّة تصاعدياً مع رتب Y المناظرة. ويبين العمود الأخير من الجدول مربّعات فروق رتب كل زوج من المشاهدات, حيث يتبيّن لنا أن مجموع مربّعات فروق الرتب يساوي 28.

وبوضع هذه القيمة مع قيمة n في المعادلة (5–18) نجد أن :

$$R = 1 - \frac{6(28)}{12(12^2 - 1)} = 0.902$$

حساب معامل ارتباط الرتب بين مبيعات المتاجر ومساحتها

المتجر	المبيعات بمئات الألوف		المساحة بعشرات الأمتار المربعة		فروق الرتب	D^2
	X	الرتب	Y	الرتب		
A	61	1	63	2	1−	1
B	64	2	62	1	1	1
C	68	3	69	4	1−	1
D	69	4	65	3	1	1
E	76	5	78	7	2−	4
F	78	6	70	5	1	1
G	82	7	75	6	1	1
H	84	8	90	11	3−	9
I	86	9	85	9	0	0
J	90	10	84	8	2	4
K	97	11	95	12	1−	1
L	98	12	86	10	2	4

$$\sum D^2 = 28$$

(2) ينص فرض العدم في هذا المثال على عدم وجود ارتباط في المجتمع بينما ينص الفرض البديل على وجود ارتباط وبالطبع فإن هذا اختبار ذي طرفين لأننا نرفض فرض العدم إذا كانت قيمة R قريبة بدرجة كافية من 1+ أو 1−, وباستخدام جدول t الموجود بملحق E نجد أن قيمتي t الحرجتين بدرجات حريّة 10 والمناظرتين لمستوى معنويّة $\alpha = 0{,}01$ هما ± 3.169 وبالتالي, فإن قاعدة القرار هي :

رفض H_0 عندما تكون $T \geq 3.169$ أو $T \leq -3.169$

وحيث أن قيمة T هي :

$$T = \frac{0.902\sqrt{12-2}}{\sqrt{1-0.902^2}} = 6.03$$

وهي أكبر من 3.169 , فإننا نستنتج أن قيمة معامل ارتباط الرتب R كبيرة بدرجة لا يمكن إرجاعها للصدفة, وبالتالي فإن معامل ارتباط المجتمع يختلف عن الصفر عند $\alpha = 0{,}01$.

ندرس موقفاً تكون فيه مشاهدات العيّنة في صورة رتب. فمثلاً قد يطلب من اثنين من الإداريّين ترتيب بعض الموظّفين الذين يستحقون الترقية وفقاً لمؤهلاتهم, أو قد يطلب من حكمين ترتيب عدد من المتقدّمين لنيل إحدى الجوائز على أساس أحقيّتهم. يتطلّب هذا النوع من المشاكل تحليل مجموعتين من الرتب لتحديد مدى ارتباط هذه الرتب ثم لتحديد مدى معنويّة العلاقة التي تظهرها بيانات العيّنة.

❃ ❃ ❃

مثال آخر:

طلب من حكمين I ,II لكرة القدم ترتيب أحد عشر لاعباً بأحد الأندية. سنستخدم هنا X للإشارة إلى رتب الحم I, بينما نستخدم Y للإشارة إلى رتب الحكم II. ويبيّن عمودي X ,Y بجدول (6−18) الرتب التي أعطاها الحكمان I ,II لكل لاعب من هؤلاء اللاعبين . (1) احسب معامل ارتباط الرتب R. (2) فرض العدم القائل بعدم وجود ارتباط بين X , Y في المجتمع عند $\alpha = 0{,}05$.

معامل ارتباط الرتب بين ترتيبي حكمين للاعبي كرة القدم بأحد الأندية

اللاعب	(X)	(Y)	D(X-Y)	D^2
A	1	3	−2	4

B	3	5	−3	9
C	3	1	2	4
D	4	2	2	4
E	5	6	−1	1
F	6	4	2	4
G	7	9	−2	4
H	8	10	−2	4
I	9	7	2	4
J	10	8	2	4
K	11	11	0	0
				$\sum D^2 = 42$

(1) نجد في هذا المثال أن 11 =n وأن مجموع مربّعات فروق أزواج الرتب يساوي 42. باستخدام المعادلة (5−18) نجد أن :

$$R = 1 - \frac{6(42)}{11(11^2 - 1)} = 0.81$$

(2) الاختبار هنا ذو طرفين. وحيث أن درجات الحريّة هي 9=11-2 وأن مستوى المعنويّة هو 0.05, فإن القيمتين الحرجتين هما ±2.262.

وتحسب إحصائيّة الاختبار T كما يلي :

$$T = \frac{0.81\sqrt{11 - 2}}{\sqrt{1 - 81^2}} = 4.147$$

وهذه القيمة أكبر من القيمة الحرجة 2.262 وبالتالي, نستنتج أن هنالك ارتباط بين تقييم الحكم الأول وتقييم الحكم الثاني.

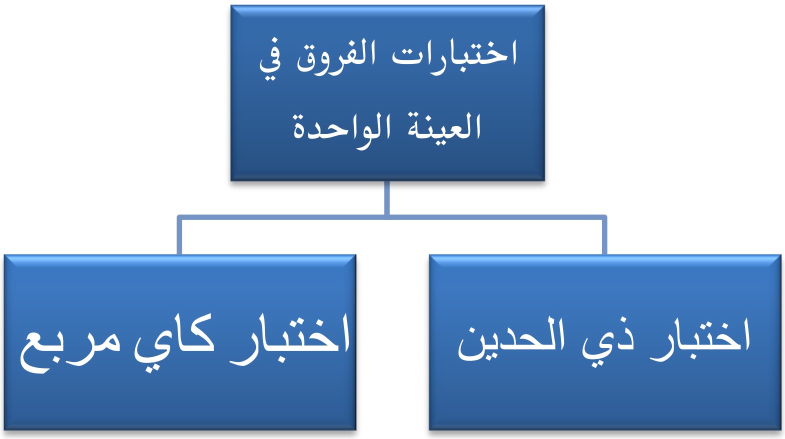
اختبارات الفروق اللابارامترية

توصف اختبارات الفروق اللابارامترية بأنها اختبارات مرنة لا تتطلب استيفاء البيانات لافتراضات صارمة كما هو الحال في اختبارات الفروق البارمترية, سبق القول إن هذه الاختبارات تسمى اختبارات العينات الصغيرة ولكن يجب على المحلل ألا يعود على هذه الاختبارات عند اختياره عينة صغيرة غير ممثلة لمجتمعها الكبير, فهذا خطأ منهجي لا تتمكن هذه الاختبارات من إصلاحه, وهذه الاختبارات تتناسب مع المجتمع المحدود,

اختبارات الفروق البارمترية وفق التصنيف التالي :

1) **اختبارات الفروق للعينة الواحدة:**, واختبار ذي الحدين, واختبار مربع كاي لجودة المطابقة.
2) **اختبارات فارقية لعينتين مستقلتين** : وتشمل اختبار مان–ويتني, واختبار موسس–إكستريم, واختبار التتابع والد–ولفويتز رنز, واختبار كلمقروف–سميرنوف.
3) **اختبارات فارقية لأكثر من عينتين مستقلتين:** وتشمل اختبار كروسكال–والاس,واختبار الوسيط.
4) **اختبارات فارقية لعينتين مرتبطتين:** وتشمل اختبار ولكوكسن,واختبار الإشارة, واختبار مانيمار.
5) **اختبارات فارقية لأكثر من عينتين مرتبطتين:** وتشمل اختبار فريدمان واختبار كوكران.

أولاً – اختبارات الفروق في العينة الواحدة



اختبار ذي الحدين(Binomial)

المفهوم :

يعد أحد الاختبارات اللابارامترية للعينة الواحدة, ويعتمد على حساب النسبة المئوية لتوزيع الأفراد على متغير ثنائي (موافق وغير موافق ونحو ذلك) ومن ثم مقارنة تلك النسبة المئوية بالنسبة الفرضية (Hypothesis) التي يضعها المحلل, بحيث تمثل النسبة الأخيرة محكاً يحتكم إليه في إصدار القرار المتعلق بوجود الاختلاف أو عدم وجوده.

الافتراضات:

1. أن تكون العينة محل الدراسة واحدة فقط (متغيراً واحداً يتكون من فئتين).
2. أن تكون المشاهدات (الحالات) مستقلة, بحيث لا يكون اختيار مفردة ما سبباً في اختيار مفردة أخرى.
3. أن يكون لدى المحلل فرضية مسبقة عن التوزيع.
4. أن تكون العينة كبيرة, ففي حالة استخدام الفرضية المحايدة (0.50) لن تظهر قيمة (Z) المقدرة ما لم يكن حجم العينة على الأقل (26 مفردة), أما إذا كانت الفرضية (المحك) تختلف عن الفرضية المحايدة (0.50), على سبيل المثال إذا كانت الفرضية (0.90) فينبغي أن يكون حجم العينة مساوياً على الأقل خمسة أضعاف النسبة المتبقية (1−0.90 =0.10), وبالتالي يكون الحد الأدنى لحجم العينة على النحو التالي (5 ÷ 0.10= 50 مفردة أو مشاهدة).
5. أن يتم اختيار العينة عشوائياً.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

1. إذا كانت عينة الدراسة تتكون من مجموعتين (أو متغيرين) فينبغي اختيار مربع كاي للاستقلالية, وإذا كانت عبارة عن متغير واحد يتضمن ثلاث فئات أو أكثر فينبغي اختيار مربع كاي لجودة المطابقة.
2. إذا كانت المشاهدات (الحالات) غير مستقلة, فينبغي إعادة جمع البيانات شريطة ألا يكون اختيار مفردة ما سبباً في اختيار مفردة أخرى.
3. إذا لم يكن لدى المحلل فرضية مسبقة عن التوزيع, فيمكن أن يستخدم محكاً (فرضية) محايداً وهو (0.50).
4. إذا كانت النسبة الفرضية المستخدمة تختلف عن النسبة المحايدة, ولم يتم استيفاء الحد الأدنى من حجم العينة, فينبغي العمل على زيادة حجم العينة بشكل يحقق استيفاء هذا الافتراض.

الآلية :

يعتمد هذه الاختبار على مقارنة نسبة ظهور الفئة الأولى بما انطوت عليه النسبة ا لفرضية وذلك من خلال المعادلة التالية لتقدير قيمة (Z)[1]:

$$Z = \frac{n_1 - N(p)}{\sqrt{N(pq)}}$$

حيث إن:

n_1: عدد مرات ظهور البديل الأول.

N: عدد العينة الكلي.

P: النسبة الفرضية لظهور البديل الأول.

q: النسبة الفرضية لظهور البديل الثاني.

حجم الأثر:

يمكن حساب حجم الأثر لهذا الاختبار من خلال طرح النسبة المئوية الفرضية من النسبة المئوية المشاهدة, وذلك على النحو التالي :

$$E.S = P_{observed} - P_{hypothesized}$$

- **مثال:**

قامت أحد الباحثين بسحب عينة من الشركات في إحدى الدول ذات الاقتصاد المختلط مكونة من 300 شركة للتحقق من الفرض القائل بأن عدد الشركات الحكومية مساوياً لعدد الشركات الخاصة

حكومية	خاصة
141	159

اختبار مربع كاي لجودة المطابقة (Chi-Square)

المفهوم:

يعد أحد الاختبارات اللابارامترية للعينة الواحدة , يهدف إلى مقارنة نسب ظهور درجات متغير وحيد فوق ثنائي بنسب افتراضية لظهور درجاته.

يعتمد على حساب النسب المئوية لتوزيع المفردات على هذا المتغير, ومن ثم مقارنة تلك النسب المئوية بالنسبة الفرضية (Hypothesis) التي يضعها المحلل, بحيث تمثل النسبة الأخيرة **محكّاً** يحتكم إليه في إصدار القرار المتعلق بوجود الاختلاف أو عدم وجوده, ويتضح مما سبق أن هذا الاختبار امتداد لاختبار ذي الحدين.

الافتراضيات:

هي نفسها الواردة في اختبار ذي الحدين, ما عدا الافتراض الأول حيث إن هذا الاختبار يتناسب مع العينة الواحدة التي تتضمن متغيراً يتكون من ثلاث فئات أو أكثر, ويضاف افتراض آخر يتعلق بحجم العينة يتمثل في ألا تقل عدد المفردات لكل درجة من درجات المتغير عن خمسة.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار ذي الحدين, وإذا تضمنت العينة متغيراً يتكون من فئتين فقط فمن الأفضل استخدام اختبار ذي الحدين, أما إذا كانت التكرارات المتوقعة في خلية أو أكثر تقل عن خمسة فينبغي زيادة حجم العينة بما يكفل تحقيق هذا الشرط.

الآلية:

يقوم هذا الاختبار على آلية مربع كاي للاستقلالية, ويختلف عنه في طبيعة التوظيف حيث يستخدم هذا الاختبار في حالة العينة الواحدة بهدف فحص جودة المطابقة من خلال مقارنة التكرارات المشاهدة بالتكرارات المتوقعة باستخدام الصيغة الرياضية التالية:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

حيث إن:

O: هي التكرارات المشاهدة.

E: هي التكرارات المتوقعة.

حجم الأثر :

يتم حساب حجم الأثر لهذا الاختبار من خلال المعادلة التالية:

$$E.S = \frac{X^2}{N(K - 1)}$$

حيث إن :

X^2: هي قيمة مربع كاي.

N: إجمالي العينة.

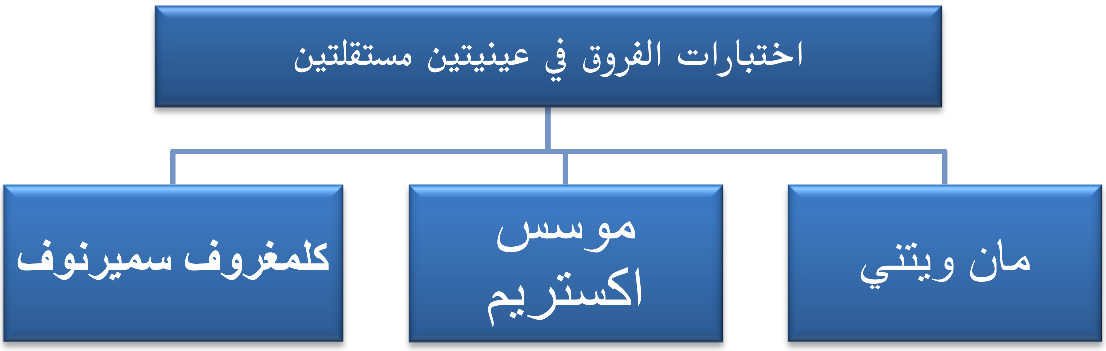
K: عدد الفئات.

- **مثال :**

قـام مشـرف النشـاط بسـؤال طـلاب الصـف السـادس الابتـدائي فـي إحـدى المـدارس عـن النشـاط الـذي يرغبـون المشـاركة فيـه, وكـان يعتقـد أن الطـلاب سـيتوزعون علـى الأنشـطة الثلاثـة المتاحـة بالتسـاوي والبيانات هي على النحو التالي :

	المسرحي	الكشفي	الفني	$\sum$
الفعلي	29	14	17	60
المتوقع	20	20	20	60

ثانياً – اختبارات الفروق في عينتين مستقلتين



اختبار مان – ويتني (Man- Whitney U)

المفهوم:

يعد أشهر الاختبارات اللابارامترية للعينات المستقلة, ويسعى إلى فحص الفروق بين مجموعتين (المتغير المستقل) من خلال مقارنة متوسط رتب كل مجموعة في المتغير التابع, وهو اختبار مناظر لاختبار (T) البارامتري للعينات المستقلة, وبديل عنه في حالة عدم استيفاء البيانات لكافة افتراضاته.

الافتراضات:

1. أن يتكون المتغير المستقل متغيراً اسمياً ثنائياً من فئتين فقط (مجموعتين).
2. أن يكون مستوى القياس في المتغير التابع رتبياً للحالات, أو فترياً (مسافة أو فئوي) لا يتوزع توزيعاً اعتدالياً.
3. أن تكون المشاهدات مستقلة.
4. أن يتم اختيار العينة عشوائياً.

معالجة الإخلال بالافتراضات :

1. إذا كان المتغير المستقل يتكون من أكثر من فئتين فينبغي استخدام اختبار كروسكال والاس أو اختبار الوسيط, شريطة استيفاء بقية الافترضات.
2. إذا كان المتغير التابع فترياً ويتوزيع توزيعاً اعتدالياً فينبغي استخدام اختبار (ت) البارامتري للعينات المستقلة نظراً لقوته, شريطة استيفاء بقية افتراضاته.
3. إذا لم تكن المشاهدات مستقلة, فينبغي استخدام أحد الاختبارات الخاصة بفحص الفروق في العينات المرتبطة مثل اختبار ولكوكسن أو اختبار الإشارة أو اختبار ماكنيمار.
4. إذا لم يتم اختيار العينة عشوائياً, فينبغي إعادة جمع البيانات بشكل يحقق استيفاء هذا الشرط.

الآلية:

ينصب هذا الاختبار على رتب كل فئة, بمعنى أنه يقوم في الخطوة الأولى بترتيب قيم المتغير التابع حتى وإن كان مستوى قياسه أعلى من المستوى الرتبي (فتري أو نسبي), ومن ثم تطبق المعادلات التالية لكل فئة (5):

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} \sum rank_1$$

حيث إن:

n_1: عدد أفراد المجموعة الأولى.

n_2: عدد أفراد المجموعة الثانية.

$\sum rank_1$: مجموع رتب المجموعة الأولى.

وتطبق المعادلة نفسها للمجموعة الثانية على النحو التالي :

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} \sum rank_2$$

وبعد تطبيق المعادلتين يتم اختيار القيمة الأصغر (الناتج الأصغر) ومن ثم مقارنتها بالقيمة الجدولية لاختيار مان–ويتني, تمهيداً لاتخاذ قرار يتعلق بقبول الفرضية الصفرية أو رفضها وهي عدم وجود فروق بين المجموعتين, بمعنى أن المجموعتين تمثلان عينتين عشوائيتين مستمدتين من مجتمع واحد.

حجم الأثر:

يعد الفرق بين متوسطي رتب المجموعتين مؤشراً يمكن الاعتماد عليه في تقدير حجم الأثر, وحيث لا توجد حدود واضحة لهذا الفرق, فهناك من يؤيد استخدام معادلة الارتباط التالية كمؤشر لحجم الأثر (6):

$$r = 2\frac{rank_1 - rank_2}{N}$$

حيث إن:

$rank_1$: متوسط رتب المجموعة الأولى.

$rank_2$: متوسط رتب المجموعة الثانية.

N: عدد العينة الإجمالي.

- **مثال:**

لدى إحدى الشركات فرعين أساسيين في منطقتين مختلفتين : الفرع 1 والفرع 2 ويبدو أن المبيعات السنوية للفرع 1 أكبر من المبيعات السنوية للفرع 2 ، وفي سبيل التأكد من ذلك أخذت عينتين تتألفان من المبيعات السنوية لـ15 سنة لكل من الفرعين .

الفرع	المبيعات بالملايين	الرتبة
2	55	1.0
2	58	3.0
2	59	4.5
2	60	6.5
2	60	6.5
2	61	8.0

الفرع	المبيعات بالملايين	الرتبة
1	94	29.0
1	89	22.0
2	63	10.5
2	63	10.5
1	78	13.0
1	76	12.0

25.5	91	2
15.0	81	1
2.0	57	2
9.0	62	2
20.5	88	2
25.5	91	1
4.5	59	2
30.0	97	2
17.0	84	1

14.0	80	1
18.0	87	1
24.0	90	1
27.0	92	1
23.0	90	2
16.0	82	1
20.5	88	1
19.0	87	1
28.0	93	1

اختبار كلمغروف – سميرنوف للعينات المستقلة

(Kolmogorov-Smirnov)

المفهوم:

يتشابه هذا الاختبار مع اختبار مان – ويتني في سعيه إلى فحص الفروق بين مجموعتين (المتغير المستقل), ويختلف عنه في حساسيته للتوزيع,

الافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار مان–ويتني, ما عدا الافتراض الثاني, فهذا الاختبار يتفاعل بشكل أفضل مع رتب المتغير وليس رتب الحالات.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار مان– ويتني.

الآلية :

يقوم هذا الاختبار على حساب التكرار المتجمع الصاعد لكل فئة, ومن ثم حساب التكرار المتجمع النسبي لكل فئة, تمهيداً لحساب الفروق بينها لتحديد أعلى فرق مطلق ومن ثم تطبيق المعادلة التالية:

$$K - S = D_{largest}\sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

حيث إن:

$D_{largest}$: أعلى فرق مطلق, ويقصد بكلمة مطلق القيمة بغض النظر عن الإشارة.

- **مثال:**

رغب أحد الباحثين بمعرفة فيما إذا كان هنالك تأثيراً لنوع الجامعة التي تخرج منها الطالب(حكومية ، خاصة) على قيامه بإتمام الدراسات العليا ، فقام بأخذ عينتين عشوائيتين مستقلتين من الطلاب، واحدة من الجامعات الحكومية وأخرى من الجامعات الخاصة ، يتألف كل منها من 15 طالب

	قام بالدراسات العليا	لم يقم بالدراسات العليا	*Total*
خاصة	10	5	15
حكومية	12	3	15
Total	22	8	30

اختبار موسس – اكستريم (Moses-Extreme Reactions)

المفهوم :

يعد أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المستقلة, ويسعى إلى فحص الفروق بين مجموعتين إحداهما تمثل المجموعة التجريبية والثانية مجموعة ضابطة, بمعنى أن هذا الاختبار مصمم للدراسات التجريبية يفترض أن العامل التجريبي (المعالجة) سيؤثر في المجموعة التجريبية سواء في الاتجاه الإيجابي أو السلبي.

الافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار مان–ويتني, ويضاف إلى ذلك, أن يكون التصميم تجريبياً وهو مفترض وجود مجموعين متكافئين, أو وجود حالات(Cases) لها قيم متطرفة يرغب المحلل في عزل أثرها حتى وإن لم يكن التصميم تجريبياً.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار مان–ويتني, وفيما يتعلق بالتصميم التجريبي إذا لم تكن المجموعتين متكافئتين, وجب إعادة الدراسة بما يكفل تحقيق هذا الشرط, أما إذا كان التصميم تجريبياً ولم تكن هناك قيم متطرفة فينبغي استخدام اختبار مان–ويتني وذلك لانعدام الإفادة من الميزة التي يقدمها اختبار موسس–اكستريم.

الآلية:

يعتمد هذا الاختبار على فحص القيم المترطفة في المجموعة التجريبية ومن ثم مقارنتها بالقيم المتطرفة في المجموعة الضابطة, ولهذا الاختبار إضافة جيدة, فلو افترضنا أن هناك توزيعين أحدهما طبيعي, والآخر لا يتوزع توزيعاً اعتدالياً (غير طبيعي) بحيث ينطوي على قيم متطرفة, فمن المحتمل أن يكون تقدير النزعة المركزية لكلا التوزيعين واحداً, وبهذا تفشل كثير من الاختبارات في فحص الفروق بينهما, لذا يعد هذا الاختبار الأفضل في التعامل مع هذا النوع من التوزيعات, ولإيضاح هذا الأمر لننظر إلى المثال التالي :

المجموعة	القيم				المتوسط
الأولى	9	8	11	12	10
الثانية	5	4	6	25	10

فعلى الرغم من أن مقياس النزعة المركزية (المتوسط) واحد للمجموعتين إلا أن هنالك فروقاً واضحة في القيم, فيميل المتوسط الحقيقي للمجموعة الثانية إلى أن يكون (5) ولكنه ارتفع إلى (10) بسبب وجود قيمة متطرفة هي (25).

وتأسيسا على ما سبق هناك من يرى أن استخدام هذا الاختبار لا يقتصر على التصاميم التجريبية فقط, بل يمكن استخدامه في التصاميم غير التجريبية عند وجود قيم متطرفة قد تؤثر في حساب النزعة المركزية.

- **مثال :**

رغب أحد مدراء التسويق في مقارنة ربحية مجموعة من المنتجات الرئيسية التي تنتجها شركته مع ربحية مجموعة مكافئة مقابلة من منتجات الشركة الرائدة في السوق فأخذ عينة من (15) منتج,

في الجدول تمثل المجموعة الأولى المجموعة الضابطة للشركة المنافسة والثانية هي مجموعة منتجات شركته, والبيانات على النحو التالي:

الشركة	ربحية المبيعات	الرتبة
2	39	1.0
2	66	2.0
2	68	3.0
2	69	4.0
2	72	5.0
1	75	7.0
2	75	7.0
1	75	7.0
2	76	10.5
2	76	10.5
2	76	10.5
1	76	10.5
2	78	14.5
2	78	14.5
1	78	14.5

الشركة	ربحية المبيعات	الرتبة
1	78	14.5
1	79	17.0
2	80	18.0
2	81	19.5
1	81	19.5
1	82	22.0
1	82	22.0
2	82	22.0
1	83	24.0
1	84	25.0
2	85	26.5
1	85	26.5
1	86	28.0
1	89	29.0
1	91	30.0

(3)

اختبارات الفروق اللابارامترية لأكثر من عينتين مستقلتين

- **كروكسال–والاس**
- **الوسيط**

اختبار كروسكال –والاس (Kurskal –Wallis)

- **المفهوم:**

أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المستقلة, ويسعى إلى فحص الفروق بين عدة مجموعات (المتغير المستقل) من خلال مقارنة متوسطات رتب المجموعات في المتغير التابع, وهو اختبار مناظر للاختبار البارامتري الشهير تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) , وبديل عنه في حالة عدم استيفاء البيانات لكافة افتراضاته.

- **الافتراضات:**

هي نفسها الواردة في اختبار ما–ويتني, ما عدا الافتراض الأول, فهذا الاختبار يفترض أن تكون المجموعات (فئات المتغير المستقل) أكثر من اثنتين, أي ثلاث فئات فأكثر, على ألا تقل المشاهدات عن (30) لضمان دقة إحصائية مربع كاي.

- **معالجة الإخلال بالافتراضات:**

هي نفسها الواردة في اختبار مان – ويتني, ما عدا الافتراض الأول فينبغي اختبار اختبار مان–ويتني إذا كانت فئات المتغير المستقل اثنتين فقط.

- **الآلية:**

يُعد هذا الاختبار امتداداً لاختبار مان–ويتني, ويستخدم إذا تكون المتغير المستقل من ثلاث فئات أو أكثر, ويعتمد على آلية اختبار مان–ويتني نفسها وذلك بترتيب كافة المشاهدات ترتيباً تصاعدياً ومن ثم تطبيق المعادلة التالية :

$$K.W = (\frac{12}{N(N+1)} \times \sum \frac{rank^2}{n}) - 3(N+1)$$

حيث إن :

$Rank^2$: مربع مجموع رتب كل مجموعة.

N: العينة الكلية (كافة المشاهدات).

n: عدد المشاهدات في كل مجموعة.

- **حجم الأثر :**

على اعتبار أن هذا الاختبار مناظر لاختبار تحليل التباين, فإنه يمكن حساب مربع إيتا باستخدام الصيغة الرياضية التالية (7):

$$\eta^2 = \frac{X^2}{N-1}$$

- **مثال :**

ترغب إحدى الشركات الكبرى في معرفة أثر القسم الوظيفي على تحفيز الموظفين فأخذت ثلاثة عينات مستقلة من ثلاثة أقسام كل منها تضم 50 موظف وهي :1- قسم الإنتاج و2- قسم التسويق و3- قسم الإدارة وقسم المستودعات والبيانات على النحو التالي:

القسم الوظيفي	التحفيز	الرتبة
2	68	9
2	82	18
2	83	19
2	58	2
2	86	22
2	69	10
2	60	3
2	57	1
2	61	4
2	62	5
1	64	7
1	63	6
1	76	12
1	78	14
1	80	16

نوع المدرسة	التحفيز	الرتبة
1	81	17
1	85	21
1	84	20
1	75	11
1	87	23
3	79	15
3	65	8
3	89	24
3	77	13
3	90	25
3	95	30
3	91	26
3	92	27
3	93	28
3	94	29

اختبار الوسيط (Median)

المفهوم:

أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المستقلة, ويسعى إلى فحص الفروق بين عدة مجموعات (المتغير المستقل) من خلال مقارنة متوسطات رتب المجموعات في المتغير التابع, مما سبق يتبين أنه يستخدم للغرض نفسه الذي يستخدم لأجله اختبار كروسكال– والاس, ولكنه أقل قوة منه, لذا يفضل استخدام اختبار كروسكال–والاس.

الافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار كروسكال–والاس.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار كروسكال–والاس.

الآلية:

يقوم هذا الاختبار على ترتيب القيم تصاعدياً ومن ثم تحديد وسيط تلك القيم, ومن ثم تقسيم المشاهدات في كل مجموعة إلى قسمين, حسب موقعها من الوسيط, المجموعة الأولى هي تلك القيم التي تعلو الوسيط, والمجموعة الثانية هي تلك القيم أدنى من الوسيط, ومن ثم تطبيق اختبار مربع كاي للاستقلالية, والذي يعتمد على الفرق بين القيم المتوقعة والقيم المشاهدة في الخلايا, وللمزيد حول طريقة حساب مربع كاي للاستقلالية فضلاً راجع فصل مقاييس العلاقة.

(4)

اختبارات الفروق اللابارامترية لعينتين مرتبطتين

- **ولكوكسن**
- **ماكنيمار**
- **الإشارة**

اختبار ولكوكسن(Wilcoxon)

المفهوم:

يعد أشهر الاختبارات اللابارامترية للعينات المرتبطة, ويسعى إلى فحص الفروق في متغير تابع متصل والتي تعزى إلى متغير مستقل يتكون من فئتين مرتبطتين, ووفقاً لما سبق يعد اختبار ولكوكسن اختباراً مناظراً لاختبار(ت) البارامتري للعينات المرتبطة, وبديلاً عنه في حالة عدم استيفاء البيانات لكافة افتراضاته.

الافتراضات:

1. أن يتكون المتغير المستقل من فئتين فقط (مجموعتين مرتبطتين اختبار قبلي واختبار بعدي, أو الأزواج المتناظرة, أو قياس سمتين أو خاصيتين لمجموعة واحدة).
2. أن يكون مستوى القياس في المتغير التابع متصلاً لا يتوزع توزيعاً اعتدالياً.
3. ألا تكون القيم المتشابهة في القياسين كثيرة, ويجب ألا يقل عدد القيم غير المتشابهة عن (16).
4. أن يتم اختيار العينة عشوائياً, وأن تكون ممثلة لمجتمعها.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

1. إذا كان المتغير المستقل يتكون من ثلاث فئات أو أكثر فينبغي استخدام اختبار فريدمان.
2. إذا كانت الفئتين غير مرتبطتين فينبغي استخدام اختبار مان-ويتني أو أي اختبار آخر لفحص الفروق بين العينات المستقلة.
3. إذا كان المتغير التابع متصلاً ويتوزع اعتدالياً فينبغي استخدام اختبار (ت) البارامتري للعينات المرتبطة.

الآلية :

يعتمد هذا الاختبار على الخطوات التالية:

1. حساب الفروق الرتبية بين القياسين الأول والثاني.
2. إهمال الفروق الصفرية لأي حالة (قيم متشابهة).
3. ترتيب الفروق من الأصغر (السالبة) إلى الأكبر (الموجبة).
4. جمع الفروق السالبة معاً, وجمع الفروق الموجبة معاً.
5. استخدام الفروق الصغرى في المعادلة التقريبية التالية لاستخراج قيمة(Z), تمهيداً لمقارنتها بقيمة (Z) الجدولية (8):

$$Z = \frac{T_S - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

حيث إن :

T_S : مجموع الرتب الصغرى (الموجبة أو السالبة).

N: عدد الحالات (أفراد العينة).

حجم الأثر:

يمكن اعتبار الفرق بين متوسط الرتب الموجبة ومتوسط الرتب السالبة مؤشراً لحجم الأثر, وبسبب افتقاد هذا الفرق لحدود واضحة, فهناك من يميل إلى استخدام المعادلة التالية (9):

$$ES = \frac{4(T_P - T_m)}{N(N+1)}$$

حيث إن:

T_P: مجموع الرتب الكبرى (الموجبة أو السالبة).

T_m: متوسط مجموع الرتب الموجبة والسالبة معاً.

N: عدد الحالات (أفراد العينة).

- **مثال :**

هل تختلف اتجاهات مجموعة من الموظفين(15 موظف) في شركة ما نحو حماية البيئة قبل وبعد انخراطهم في برنامج إرشادي قامت به الإدارة للتسويق الأخضر ؟ والبيانات على النحو التالي :

الموظف	القبلي	البعدي
1	73	69
2	56	63
3	68	78
4	74	66
5	82	96
6	34	41
7	87	81
8	54	58
9	85	89
10	62	67

الحالة	القبلي	البعدي
16	85	79
17	52	58
18	58	60
19	60	65
20	78	75
21	45	58
22	42	41
23	56	85
24	75	85
25	78	75

81	78	26
52	54	27
76	77	28
80	82	29
78	69	30

97	91	11
39	42	12
60	57	13
81	88	14
75	71	15

اختبار الإشارة(Sing)

- **المفهوم:**

يعد أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المرتبطة, ويسعى إلى فحص الفروق في متغير تابع متصل والتي تعزى إلى متغير مستقل يتكون من فئتين مرتبطتين, وهو اختبار أقل قوة من اختبار ولكوكسن, لذا يعد الأخير هو الخيار الأفضل.

- **الافتراضات:**

هي نفسها الواردة في اختبار ولكوكسن.

- **معالجة الإخلال بالافتراضات:**

هي نفسها الواردة في اختبار ولكوكسن.

- **الآلية:**

يعتمد هذا الاختبار على الإشارة بين القياس الأول والثاني وليس على مقدار الفروق بينهما, بعبارة أخرى ينصب هذا الاختبار على وضع إشارة موجبة (+) إذا كانت درجة الاختبار البعدي تفوق درجة الاختبار القبلي, ووضع إشارة سالبة (−) إذا كانت درجة الاختبار البعدي أقل من درجة الاختبار القبلي, ومن ثم حساب الإرشادات الموجبة معاً والإرشادات السالبة معاً, ومن ثم اختيار المجموع الأقل لتقدير قيمة (Z) وفقاً للمعادلة التالية (10):

$$Z = \frac{(T + 0.5) - \frac{N}{2}}{\sqrt{\frac{N}{4}}}$$

حيث إن:

T: مجموع الإشارات الأقل.

N: عدد الحالات (أفراد العينة).

اختبار ماكنيمار (McNemar)

المفهوم :

يعد أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المرتبطة, ويسعى إلى فحص الفروق بين متغيرين مرتبطين كالتصميمات القبلية والبعدية, ويستخدم في جدول الاقتران (2×2) بمعنى أن كلا المتغيرين ينفصل انفصالاً ثنائياً, مثل (موافق, غير موافق), (فعال, غير فعال) ونحو ذلك.

الافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار ولكوكسن, ما عدا الافتراض الثاني, فهذا الاختبار يشترط أن تكون المتغيرات محل التحليل ثنائية, وليست متصلة.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

1. إذا كان المتغير المستقل (عدد المجموعات أو عدد القياسات) يتكون من ثلاث فئات أو أكثر فينبغي استخدام اختبار كوكران.
2. إذا كانت الفئتان غير مرتبطتين فينبغي استخدام اختبار مربع كاي للاستقلالية.
3. إذا كان المتغير التابع متصلاً (مستوى قياس السمات) ولا يتوزع اعتدالياً فينبغي استخدام اختبار ولكوكسن أو اختبار الإشارة, فإذا كان يتوزع توزيعاً اعتدالياً فينبغي استخدام اختبار (ت) للعينات المرتبطة.

الآلية:

يعتمد هذا الاختبار على تصميم جدول اقتران (2×2) ومن ثم النظر في الخلايا القطرية غير المتوافقة (Off-Diagonal), تمهيداً لمقارنة التغير من الحالة الأولى إلى الحالة الثانية, بالتغير من الحالة الثانية إلى الحالة الأولى, وذلك باستخدام الصيغة الرياضية التالية:

$$McNemar = \frac{[|b-c|-1]^2}{b+c}$$

| b – c | : الفرق المطلق بين الخليتين, أي بغض النظر عن الإشارة.

- **مثال :**

المثـال نفسـه الـوارد فـي اختبـار ولكوكسـن, مـع تعـديل طفيـف يتمثـل فـي تصـنيف اتجاهـات الطـلاب نحـو البيئة إلى صنفين (مرتفع ومنخفض), والبيانات على النحو التالي:

البعدي			
مرتفع	منخفض		
12 b	7 a	منخفض	القبلي
8	3	مرتفع	
d	c		

(5)

اختبارات الفروق اللابارامترية لأكثر من عينتين مرتبطتين

- **فريدمان**
- **كوكران**

اختبار فريدمان (Friedman)

المفهوم:

أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المرتبطة, ويسعى إلى فحص الفروق في استجابات مجموعة واحدة نحو عدة متغيرات (أكثر من اثنين), أو اختبار الفروق بين قياسات متكررة (أكثر من اثنين) لمجموعة واحدة, ومن خلال ما سبق يتبين أن هذا الاختبار امتداد لاختبار ولكوكسن, وهو اختبار مناظر وبديل للاختبار البارامتري الشهير المعروف بالقياسات المتكررة (Repeated Measurements) في حالة عدم استيفاء البيانات لافتراضات الاختبار الأخير.

الافتراضات:

1. أن يتم اختبار العينات عشوائياً, وأن تكون ممثلة لمجتمعها.
2. ألا يقل عدد العينة عن (30) مفردة لضمان دقة تقدير إحصائية مربع كاي.
3. استقلالية قيم المتغيرات عند القيام بعملية القياسات المتكررة بما يكفل تجنب انتقال الأثر بين المعالجات,
4. أن تكون القياسات المتكررة ثلاثة فأكثر.
5. أن يكون مستوى القياس في المتغيرات من المستوى الفئوي, أو من المستوى الفتري غير الموزع توزيعاً اعتدالياً.

معالجة الإخلال بالافتراضات:

1. في حالة الإخلال بالافتراضين الأول والثاني فينبغي إعادة جمع البيانات بما يكفل تحقيق العشوائية في اختبار العينة على ألا تقبل عن (30) مفردة.
2. إذا لم يكن هناك سوى قياسين فقط (قبلي وبعدي, أو قياسين لسمتين في مجموعة واحدة فينبغي استخدام اختبار ولكوكسن).
3. إذا كان مستوى القياس في المتغيرات ثنائياً فينبغي استخدام اختبار كوكران, أما إذا كان مستوى فترياً ويتوزع توزيعاً اعتدالياً فينبغي استخدام الاختبار البارامتري الشهير القياسات المتكررة (Repeated Measurements) على اعتبار أنه أكثر قوة مما يعني تقليص احتمال الوقوع في الخطأ من النوع الثاني.

حجم الأثر:

يعد معامل ارتباط كندال- دبليو مؤشراً جيداً لقياس حجم الأثر لاختبار فريدمان, وللتعرف على طريقة حسابه فضلاً راجع فصل مقاييس العلاقة.

الآلية :

يعتمد هذا الاختبار على ترتيب قيم المتغيرات لكل حالة أو مشاهدة, ومن ثم حساب مجموع رتب كل متغير تمهيداً للمقارنة لمعرفة مدى وجود دلالة إحصائية للفروق الظاهرية إن وجدت, على سبيل المثال إذا افترضنا البيانات التالية:

الحالة	المتغير التابع الأول	المتغير التابع الثاني	المتغير التابع الثالث
الأولى	75	70	66
الثانية	74	71	73
الثالثة	80	81	76

فسيكون ترتيب القيم تبعاً لكل حالة على النحو التالي :

الحالة	المتغير التابع الأول	المتغير التابع الثاني	المتغير التابع الثالث
الأولى	3	2	1
الثانية	3	1	2
الثالثة	2	3	1
المجموع	8	6	4

ومن ثم تطبيق المعادلة التالية (11):

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

حيث إن:

$Rank_i^2$: مجموع مربعات رتب المتغيرات التابعة.

K: عدد المتغيرات التابعة.

N: عدد أفراد العينة.

- **مثال :**

هل تختلف قيمة مشتريات ثلاثين زبون من فئة VIP بسبب تغير في تصميم ديكور أحد المتاجر ؟ والبيانات على النحو التالي:

الزبون	التصميم الأول	التصميم الثاني	التصميم الثالث
1	79	70	65
2	82	63	84
3	83	78	49
4	41	66	68
5	82	79	75
6	89	57	71
7	86	59	65
8	43	70	69
9	76	54	71
10	88	61	75
11	48	73	72
12	82	74	92
13	80	61	81
14	78	65	75
15	80	75	68

المعلم	الأول	الثاني	الثالث
16	45	70	90
17	85	81	65
18	80	90	58
19	75	55	57
20	87	75	63
21	77	81	70
22	87	68	63
23	89	62	69
24	52	58	81
25	90	81	62
26	95	67	75
27	91	71	72
28	89	83	76
29	93	81	78
30	90	75	82

ومن خلال البيانات السابقة يمكن تطبيق المعادلة , وسنحصل على النتيجة ذاتها:

$$Friedman : \frac{12 \times (75)^2 + (51)^2 + (54)^2}{30 \times 3(3+1)} - 3 \times 30(3+1) = 11.400$$

اختبار كوكران(Cochran's Q)

المفهوم :

يعد أحد الاختبارات اللابارامترية للعينات المرتبطة, ويسعى إلى فحص الفروق في استجابات مجموعة واحدة نحو عدة متغيرات (أكثر من اثنين), أو اختبار الفروق بين قياسات متكررة (أكثر من اثنين) لمجموعة واحدة, شريطة أن يكون تصنيف المتغير التابع ثنائياً, ومن خلال ما سبق يتبين أن هذا الاختبار امتداد لاختبار ماكنيمار.

الافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار فريدمان, ما عدا الافتراض الخامس, فيفترض اختبار كوكران أن يكون تصنيف المتغيرات ثنائياً (*Binary*) .

معالجة الإخلال بالافتراضات:

هي نفسها الواردة في اختبار فريدمان, ويضاف إليها ما يلي :

1. في حالة كون مستوى قياس المتغيرات رتبياً أو فترياً, بمعنى أنه ليس ثنائياً فينبغي استخدام اختبار فريدمان.
2. إذا لم يكن هناك سوى قياسين فقط (قبلي وبعدي), أو قياسين لسمتين لمجموعة واحدة فينبغي استخدام اختبار ماكنيمار).

حجم الأثر :

يستخدم معامل كندال– دبليو بالطريقة نفسها التي تم استخدامها في اختبار فريدمان.

الآلية :

يعتمد هذا الاختبار على حساب عدد مرات النجاح لكل متغير, حيث يرمز للنجاح بالرمز (1), بينما يرمز للإخفاء بالرمز (0), والخطوة الثانية تتمثل في حساب مجموع عدد مرات النجاح لكل حالة, وكذلك حساب مجموع مربع عدد المرات النجاح لكل حالة, ومن ثم تطبيق المعادلة التالية :

$$Q = (K-1)\frac{K\sum X_i^2 - \sum Y^2}{K\sum y - \sum y^2}$$

$\sum X_i^2$: مجموع مربع عدد مرات النجاح لكل متغير.

K : عدد المتغيرات التابة.

$\sum Y$: مجموع عدد مرات النجاح لكل حالة.

$\sum Y^2$: مجموع مربع عدد مرات النجاح لكل حالة.

- **مثال :**

المثال نفسه الوارد في اختبار فريدمان, ولكن بدلاً من قياس متغير قيمة مشتريات الزبون كمياً بمقياس فتري تم قياسه بمقياس فئوي مكون من ثلاث فئات : شراء نقدي ، شراء بالدين ، لا يوجد مشتريات

الزبون	شراء نقدي	لايوجد شراء	شراء بالدين
1	1	0	0
2	1	0	1
3	1	1	0
4	0	0	0
5	1	1	1
6	1	0	1
7	1	0	0
8	0	0	0
9	1	0	1
10	1	0	1
11	0	1	1
12	1	1	1
13	1	0	1

الزبون	شراء نقدي	لايوجد شراء	شراء بالدين
16	0	0	1
17	1	1	0
18	1	1	0
19	1	0	0
20	1	1	0
21	1	1	0
22	1	0	0
23	1	0	0
24	1	0	1
25	0	1	0
26	1	0	1
27	1	1	1
28	1	1	1

1	1	1	29
1	1	1	30

1	0	1	14
0	1	1	15

المراجع

1- خالد بن سعد الجضعي / تقنيات صنع القرار / 2005/ السعودية

2- لنكولن تشاو / الإحصاء في الإدارة / 2004/ السعودية / دار المريخ

3- شـفيق العتـوم و فتحـي العـاروري / الأسـاليب الإحصـائية – الجـزء الثـاني /1995 /دار المنـاهج الأردن

4- بستر فيلد / الرقابة على الجودة / 1995 / المكتبة الأكاديمية /القاهرة