الفصل الرابع

الاختبارات اللامعلمية

4 – 1 مقدمة:

تعتبر الاختبارات اللامعلمية نوع من الاختبارات الاستدلالية التي يمكن باستخدامها التوصل إلى نتائج بخصوص المجتمع في ضوء عينة بغض النظر عن التوزيع الاحتمالي لمجتمع العينة.

لدينا نوعان من الاختبارات الإحصائية اللامعلمية:

– اختبارات إحصائية للتحقق من الفروض الارتباطية.

– اختبارات إحصائية للتحقق من الفروض الفارقة.

نتناول في هذا الفصل النوع الأول من الاختبارات، ولكن قبل الخوض في غمار البحث لابد من التعرف على أنواع المتغيرات.

4 – 2 أنواع المتغيرات:

نميز بين عدة أنواع من المتغيرات:

1 – المتغيرات الكمية: يكون المتغير كمياً، إذا كانت كل قيمة من قيمه تعبر عن مقدار كمي(الراتب الشهري، كمية الاستهلاك، الوزن، الطول، عدد الحوادث ...الخ)

2 – المتغيرات النوعية: يكون المتغير نوعياً، إذا كانت كل قيمة من قيمه لا تعبر عن مقدار كمي(الجنس(ذكر، أنثى)، المستوى الاقتصادي، المستوى الثقافي ...الخ)

وبدورها المتغيرات النوعية تقسم إلى قسمين:

أ – المتغيرات الاسمية : وهي متغيرات نوعية ،قيم المتغير تدل على وظيفة تصنيفية فقط. مثل(متغير الجنس : ذكر،أنثى) ، فعندما نعطي القيمة 1تدل على أن الوحدة المدروسة ذكر،والقيمة 2 لتدل على أن الوحدة المدروسة أنثى،فهذا لا يعني أن 2 أكبر من1لأن القيمة هنا ليس لها معنى وإنما تؤدي وظيفة تصنيفية فقط .

ب – المتغيرات الرتبية : هي متغيرات نوعية ، قيم المتغير تظهر في مجموعات متمايزة. ويظهر ترتيبهم تصاعدياً أو تنازلياً في صفة أو خاصة ما. مثلاً متغير المستوى الثقافي (مرتفع جداً– مرتفع– فوق الوسط– وسط– تحت الوسط– منخفض– منخفض جداً) ، فعندما نعطي القيمة 1للمستوى المرتفع جداً والقيمة 2 للمستوى المرتفع والقيمة 3 للمستوى فوق الوسط والقيمة 4 للمستوى الوسط والقيمة 5 للمستوى تحت الوسط والقيمة 6 للمستوى المنخفض والقيمة 7 للمستوى المنخفض جداً. ذلك لا يعني أنها متساوية البعد عن بعضها البعض رغم أنها متتالية. فمثلاً ترتيب طالبين حسب مستواهم الثقافي وإعطاء الطالب الأول القيمة 1لأن مستواه الثقافي مرتفع جداً، وإعطاء الطالب الثاني القيمة 3 لأن مستواه الثقافي فوق الوسط، هذا لا يعني أن الطالب الثاني مستواه الثقافي ثلاثة أمثال المستوى الثقافي للطالب الأول.

4 – 3 الأساليب الارتباطية اللامعلمية :

نظراً لتنوع وتعدد العلاقات بين المتغيرات في مجال العلوم الاقتصادية والاجتماعية ،نحن بحاجة على دراسة العلاقة بين هذه المتغيرات ،مثل دراسة العلاقة بين المستوى الثقافي والمستوى الاقتصادي للأسرة،دراسة العلاقة بين المستوى التعليمي لكلا الزوجين ،دراسة العلاقة بين المستوى التعليمي والدخل الذي يحصل عليه الفرد ، ..الخ.إن طبيعة وقوة العلاقة بين مثل هذه المتغيرات تحدد من خلال أساليب رياضية ،ويطلق على النتائج معامل الارتباط .

يعرف الارتباط على أنه اقتران التغير في ظاهرة بالتغير في ظاهرة أخرى ، وتهدف دراسة الارتباط بين أي ظاهرتين إلى معرفة أمرين هما :

1 – قوة الارتباط بين المتغيرات(قوي ،ضعيف ،متقدم).

2 – اتجاه العلاقة بين المتغيرات(طردية ، عكسية).

ويتوقف اختيار الطريقة الرياضية المناسبة لدراسة العلاقة الارتباطية بين المتغيرات على عدة عوامل يأتي في مقدمتها : طبيعة البيانات المتعلقة بالظاهرة المدروسة ،نوع المتغيرات المدروسة.

وسوف ندرس هنا:

1 – اختبار العلاقة الارتباطية بين متغيرين رتبيين.

2 – اختبار العلاقة الارتباطية بين متغير رتبي ومتغير اسمي.

3 – اختبار العلاقة الارتباطية بين متغيرين اسميين.

أولاً- اختبار العلاقة الارتباطية بين متغيرين رتبين:

هناك العديد من الاختبارات لدراسة العلاقة الارتباطية بين متغيرين رتبيين، وسندرس منها:

- اختبار معامل ارتباط الرتب سبيرمان Spearman's Rank Correlation Coefficient.
- اختبار معامل اتفاق كاندال Kendall's Coefficient of Concordance.
- اختبار معامل اتساق كاندال Kendall's Coefficient of Consistence.
- اختبار معامل غاما Gamma.

1 – اختبار معامل ارتباط الرتب سبيرمان Spearman's Rank Correlation Coefficient:

يصعب أحياناً قياس بعض المتغيرات كمياً، فإذا أردنا قياس الارتباط بين مثل هذه المتغيرات، فإننا نلجأ إلى دراسة العلاقة بين ترتيب المتغيرات المدروسة وليس بين قيمها.

يستخدم معامل سبيرمان للرتب بديلاً عن معامل بيرسون في الحالة التي لا تتوافر فيها لدينا قيم المتغيرين X و Y، وإنما فقط رتبها، وفقاً للعلاقة:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum D_i^2}{n(n^2-1)} \qquad (1-4)$$

حيث أن:

r_s : معامل ارتباط سبيرمان، ويحقق العلاقة $-1 \le r_s \le +1$.

n : حجم العينة.

D_i : الفرق بين كل ترتيبين متقابلين من قيم المتغيرين المدروسين.

ولإيجاد قيمة معامل ارتباط سبيرمان نتبع الخطوات التالية:

1 – نرتب قيم المتغيرين تصاعدياً أو تنازلياً. وإذا تكررت قيم أحد المتغيرين نعطي كلاً منهما نفس الترتيب الذي هو الوسط الحسابي لترتيبهما فيما لو كانا متتالين.

2 – نشكل الفرق بين كل ترتيبين متقابلين.

3 – نربع ثم نعوض في العلاقة $(4-1)$ للحصول على قيمة r_s .

اختبار معنوية معامل الرتب سبيرمان:

يمكن اختبار قيمة معامل ارتباط الرتب سبيرمان، فيما إذا كانت معنوية أم لا، فإذا كان حجم العينة $n \le 10$ تقارن قيمة معامل الرتب المحسوبة من العلاقة $(4-1)$ مع القيم الحرجة لمعامل ارتباط الرتب سبيرمان، وإذا كان $n > 10$ فإن إحصائية الاختبار لمعامل سبيرمان للرتب تخضع لتوزيع ستيودنت ذي $n-2$ درجة حرية وهي تعطى بالعلاقة:

$$t = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}} \qquad (2-4)$$

أما إذا كانت $n > 25$ فإن قيمة معامل الارتباط أو توزيع r_s يقترب من التوزيع الطبيعي بتوقع 0 وتباين $\frac{1}{n-1}$ ويعطى إحصائية الاختبار بالعلاقة:

$$Z = \frac{r_s - p_s}{\sqrt{\frac{1}{n-1}}} \qquad (3-4)$$

حيث $p_s = 0$ قيمة مفترضة.

مثال $(1-4)$:

يبين الجدول التالي ترتيب 10 بنوك تجارية حسب موجوداتها من العملات الأجنبية والتسهيلات الائتمانية التي تقمها لعملائها

البنك التجاري	حجم الموجودات من العملات الأجنبية X	حجم التسهيلات الائتمانية المقابلة للعملاء Y	رتب X	رتب Y	رتب D^2
1	3	2	8	9	1
2	6	4	5	7	4
3	1	3	10	8	4
4	9	10	2	1	1
5	10	7	1	4	9
6	8	9	3	2	1
7	7	8	4	3	1
8	5	6	6	5	1
9	4	5	7	6	1
10	2	1	9	10	1
$\sum$					24

والمطلوب حساب معامل ارتباط سبيرمان للرتب واختبار معنوية الارتباط بمستوى دلالة$\alpha = 0.10$.

الحل:

نضع الفرضيات:

فرضية العدم$H_0 : r_s = 0$: لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين حجم الموجودات من العملات وحجم التسهيلات الائتمانية.

الفرضية البديلة $H_1 : r_s \neq 0$: توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين حجم الموجودات من العملات وحجم التسهيلات الائتمانية.

نرتب قيم X و Y ترتيباً تصاعدياً ومن ثم نجد الفرق $\sum D_i = 24$ ،وبالتالي نعوض في العلاقة $(4-1)$ ، فنجد:

$$r_s = 1 - \frac{6(24)}{10(100-1)} = 1 - 0.145 = 0.855$$

نقارن هذه القيمة مع القيمة الحرجة لمعامل سبيرمان (-0.564) ،وبنتيجة المقارنة نجد أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أكبر من الجدولية وبالتالي نرفض H_0 والتي تقول بأن معامل ارتباط سبيرمان معدومة، ونقبل الفرضية البديلة التي تقول بأن قيمة r_s معنوية وتدل على وجود علاقة ارتباطية بين حجم الموجودات من العملات وحجم التسهيلات الائتمانية.

مثال $(4-2)$:

قام 15 محلل مالي بدراسة الوضع المالي لمؤسستين كبيرتين A و B على مقياس من 1 إلى 5 حيث يعني الرقم1 أن المركز المالي ضعيف والرقم 5 المركز المالي قوي جداً،وبعد استكمال عملية التقييم والترتيب حسب معامل ارتباط سبيرمان بين رتب A و B ،وجد أن قيمة هذا المعامل تساوي 0.3 .فهل يمكن القول أن ترتيب المحللين للمركز المالي للمؤسسة A مستقل عن ترتيبهم للمركز المالي للمؤسسة B بمستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ؟

الحل:

نضع الفرضيات:

فرضية العدم $H_0 : r_s = 0$: لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين ترتيب المحللين للمركز المالي للمؤسستين A و B .

الفرضية البديلة $H_1 : r_s \neq 0$: توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين ترتيب المحللين للمركز المالي للمؤسستين A و B .

بما أن $n > 10$ فأن إحصائية الاختبار لمعامل سبيرمان تخضع لتوزيع ستيودنت ذي $n-2$ درجة حرية ، وبالتالي نعوض في العلاقة $(4-2)$ ،فنجد:

$$t = 0.3\sqrt{\frac{(15-2)}{1-(0.3)^2}} = 1.134$$

نقارن هذه القيمة مع القيمة الجدولية t عند 13 درجة حرية ومستوى معنوية $\alpha = 0.05$ والتي تساوي (2.16) ،وبنتيجة المقارنة نجد أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من الجدولية،لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين ترتيب المحللين الماليين للمركز المالي للمؤسسة A و B (أي ترتيب المحللين للمركز المالي للمؤسسة A مستقل عن ترتيبهم للمركز المالي للمؤسسة B).

مثال $(4-3)$:

لدراسة العلاقة بين مستوى الدخل Y ومستوى التعليم X للعاملين في مؤسسة كبيرة، اختيرت عينة عشوائية حجمها $n = 30$ من العاملين في هذه المؤسسة وتم ترتيبهم حسب مستوى الدخل ومستوى التعليم وحُسب معامل ارتباط سبيرمان بين رتب هذين المتغيرين ووجد أنه يساوي $r_s = 0.60$ فهل يمكن القول بوجود علاقة فعلية بين مستوى الدخل ومستوى التعليم ؟

الحل:

نضع الفرضيات:

فرضية العدم $H_0 : r_s = 0$: لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى الدخل ومستوى التعليم.

الفرضية البديلة $H_1 : r_s \neq 0$: توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى الدخل ومستوى التعليم.

بما أن $n > 25$ فأن إحصائية الاختبار لمعامل سبيرمان تخضع للتوزيع الطبيعي Z ، وبالتالي نعوض في العلاقة $(4-3)$ ،فنجد:

$$Z = \frac{0.60-0}{\sqrt{\frac{1}{29}}} = 3.231$$

بما أن الاختبار ثنائي الجانب ومستوى الدلالة $\alpha = 0.05$ نجد أن $Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$ ،وبنتيجة المقارنة نجد أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أكبر من القيمة الجدولية،لذلك نرفض H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين مستوى الدخل والمستوى التعليمي.

2 – اختبار معامل ارتباط غاما Gamma:

يعتمد معامل اقتران غاما على جداول التكرار المزدوج وعلى حالات التوافق و الاختلاف بين أزواج القيم الممكنة تشكيلها.ولقد اقترح هذا المعامل كل من Goodman و Kruskal .وسنبدأ بشرح الحالة البسيطة التي تنقسم فيها الصفة المدروسة إلى قسمين فقط في هذه الحالة نشكل جدول رباعي الخلايا على الشكل الآتي:

المتغير الثاني	المتغير الأول	
	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
المجموعة الأولى	A	B
المجموعة الثانية	C	D

يعتمد معامل غاما على حالات التوافق والاختلاف بين أزواج القيم للمتغيرين ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$G = \frac{A.D - B.C}{A.D + B.C} \qquad (4-4)$$

حيث تمثل:

G: معامل اقتران غاما.

$A.D$: حاصل ضرب عدد حالات التوافق.

$B.C$: حاصل ضرب عدد حالات الاختلاف.

اختبار معنوية معامل ارتباط غاما:

لاختبار معامل اقتران غاما، نتبع ما يلي:

1 – نضع الفرضيتين:

فرضية العدم H_0: لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين المتغيرين.

الفرضية البديلة H_1: توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين المتغيرين.

2 – إيجاد إحصائية الاختبار: إن معامل اقتران غاما يخضع للتوزيع الطبيعي H_1، والذي يعطى بالعلاقة الآتية:

$$Z = G\sqrt{\frac{A.D + B.C}{n(1 - G^2)}} \qquad (5-4)$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية من جداول التوزيع الطبيعي.

4 – المقارنة واتخاذ القرار الإحصائي السليم.

مثال $(4-4)$:

اختبر فرضية وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين تقديرات مادة الإحصاء التطبيقي وتقديرات مادة الرياضيات عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ،إذا توفرت البيانات الآتية:

تقديرات الإحصاء	ممتاز	ممتاز	جيد	ممتاز	ممتاز	جيد	ممتاز	جيد	جيد	ممتاز	جيد
تقديرات الرياضيات	جيد	جيد	جيد	ممتاز	ممتاز	ممتاز	ممتاز	جيد	جيد	ممتاز	جيد

الحل :

نلاحظ أن كل من المتغيرين ينقسم إلى صفتين فقط (ممتاز، جيد).

1 – نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين تقديرات مادتي الإحصاء والرياضيات.

الفرضية البديلة H_1 : توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين تقديرات مادتي الإحصاء والرياضيات.

2 – إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل الاختبار من الجدول المزدوج لتقديرات مادتي الإحصاء والرياضيات كالآتي:

المتغير الأول		المتغير الثاني
جيد	ممتاز	
2	4	ممتاز
4	1	جيد

نطبق العلاقة $(4-4)$ ، فنجد:

$$G=\frac{4.4-2.1}{4.4+2.1}\approx 0.78$$

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-5)$ ، فنجد:

$$Z=0.78\sqrt{\frac{4.4+2.1}{11\left[1-(0.78)^2\right]}}=1.59$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$ وتساوي 1.96.

4 – المقارنة واتخاذ القرار :

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من القيمة الجدولية، لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين تقديرات مادتي الإحصاء والرياضيات.

ملاحظة:

عندما تنقسم الحالة إلى أكثر من صفة(وجود عدد أكبر من الأزواج بين المتغيرين)،فإن المعالجة تكون على الشكل التالي من خلال المثال الآتي:

مثال $(4-5)$:

يوضح الجدول التالي أحوال 200 شخص تم ترتيبهم وفق معيارين هما:الحالة الاجتماعية والحالة المالية:

المجموع	الحالة المالية			الحالة الاجتماعية
	فقير	متوسط الحال	غني	
47	4	20	23	عالية
94	28	55	11	متوسطة
59	24	27	8	دنيا
200	56	102	42	المجموع

والمطلوب:اختبر فيما إذا كان هناك علاقة بين الحالة الاجتماعية والحالة المالية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ؟

الحل:

نلاحظ أن كل من المتغيرين ينقسم إلى أكثر من صفة (3 صفات).

$1-$ نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 :لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين الحالة الاجتماعية والحالة المالية.

الفرضية البديلة H_1 :توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين الحالة الاجتماعية والحالة المالية.

$2-$ إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل اقران غاما وذلك بإيجاد قيم الجداءات الآتية :

$$A.D=[23(55+28+27+24)]+[20(28+24)]+[4(0)]+$$
$$[11(27+24)]+[55(24)]+[28(0)]=6003$$

$$B.C=[4(11+55+8+27)]+[20(11+8)]+[23(0)]+$$
$$[28(8+27)]+[55(8)]+[11(0)]=2204$$

ثم نطبق العلاقة $(4-4)$ ، فنجد :

$$G=\frac{6003-2204}{6003+2204}=0.46$$

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-5)$ ، فنجد :

$$Z=0.46\sqrt{\frac{6003+2204}{200[1-(0.46)^2]}}=3.32$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$ وتساوي 1.96 .

4 – المقارنة واتخاذ القرار :

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أكبر من القيمة الجدولية ، لذلك نرفض H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين الحالة الاجتماعية والحالة المالية. ونقبل الفرضية البديلة.

مثال $(4-6)$:

في دراسة للعلاقة بين الاتجاه نحو عمل المرأة ومستواها التعليمي، سحبت عينة عشوائية تضم 120 امرأة ، فكانت الإجابات كما هي موضحة بالجدول الآتي :

المستوى التعليمي	الاتجاه نحو عمل المرأة			
	أوافق بشدة	أوافق	أرفض	أرفض بشدة
شهادة جامعية	10	15	19	13
شهادة ثانوية أو معهد	5	7	12	12
شهادة ابتدائية	7	3	6	11

والمطلوب: اختبر فيما إذا كانت هناك علاقة بين الاتجاه نحو عمل المرأة ومستواها التعليمي عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ؟

الحل:

نلاحظ أن كل من المتغيرين ينقسم إلى أكثر من صفة (3 صفات).

$1-$ نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0: لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين عمل المرأة ومستواها التعليمي.

الفرضية البديلة H_1: توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين عمل المرأة ومستواها التعليمي

$2-$ إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل اقران غاما وذلك بإيجاد قيم الجداءات الآتية:

$$A.D = [10(7+12+12+3+6+11)]+[15(12+12+6+11)]+[19(12+11)]+$$
$$[13(0)]+[5(3+6+11)]+[7(6+11)]+[12(11)] = 1913$$

$$B.C = [13(12+7+5+6+3+7)]+[19(7+5+3+7)]+[15(5+7)]+$$
$$[10(0)]+[12(6+3+7)]+[12(3+7)]+[7(7)] = 1479$$

ثم نطبق العلاقة $(4-4)$، فنجد:

$$G = \frac{1913 - 1479}{1913 + 1479} = 0.13$$

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-5)$ ،فنجد:

$$Z = 0.13\sqrt{\frac{1913+1479}{120[1-(0.13)^2]}} = 0.69$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ وتساوي 1.96.

4 – المقارنة واتخاذ القرار :

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من القيمة الجدولية ،لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين عمل المرأة ومستواها التعليمي.ونرفض الفرضية البديلة.

مثال $(4-7)$:

لدراسة العلاقة بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة،أخذنا عينة عشوائية كبيرة بحجم300 أسرة، وبوبنا البيانات الآتية:

مستوى تعليم الزوجة	مستوى تعليم الزوج					
	أمي	ابتدائي	إعدادي	ثانوي	جامعي	**المجموع**
أمية	20	10	15	12	–	57
ابتدائية	10	15	20	10	5	60
إعدادية	5	10	25	30	10	80
ثانوية	–	3	15	40	45	103
المجموع	35	38	75	92	60	300

والمطلوب: اختبر فيما إذا كانت هناك علاقة بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ؟

الحل:

نلاحظ أن كل من المتغيرين ينقسم إلى أكثر من صفة وبالتالي يكون الجدول من المرتبة(4×5) .

$1-$ نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة.

الفرضية البديلة H_1 : توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة.

$2-$ إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل اقران غاما وذلك بإيجاد قيم الجداءات الآتية:

$$\begin{aligned}A.D = &\left[20(15+20+10+5+10+25+30+10+3+15+40+45)\right]+\\&\left[10(20+10+5+25+30+10+15+40+45)\right]+\left[15(10+5+30+10+40+45)\right]+\\&\left[12(5+10+45)\right]+\left[10(10+25+30+10+3+15+40+45\right]+\\&\left[15(25+30+10+15+40+45\right]+\left[20(30+10+40+45)\right]+\left[10(10+45)\right]+\\&\left[5(3+15+40+45\right]+\left[10(15+40+45)\right]+\left[25(40+45)\right]+\left[30(45)\right]=19479\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B.C = &\left[12(20+15+10+25+10+5+15+3)\right]+\left[15(15+10+10+5+3)\right]+\\&\left[10(10+5)\right]+\left[5(30+25+10+5+40+15+3)\right]+\left[10(25+10+5+15+3)\right]+\\&\left[20(10+5+3)\right]+\left[15(5)\right]+\left[10(40+15+3)\right]+\left[30(15+3)\right]+\left[25(3)\right]=4881\end{aligned}$$

ثم نطبق العلاقة $(4-4)$ ،فنجد:

$$G=\frac{19478-4881}{19478+4881}\approx 60$$

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-5)$ ،فنجد:

$$Z = 0.60\sqrt{\frac{19478+4881}{300\left[1-(0.60)^2\right]}} = 6.76$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ وتساوي 1.96 .

4 – المقارنة واتخاذ القرار :

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أكبر من القيمة الجدولية،لذلك نرفض H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين المستوى التعليمي للزوج والمستوى التعليمي للزوجة. ونقبل الفرضية البديلة.

3 – اختبار معامل ارتباط كيندال **Kendall**:

يستخدم هذا المعامل لدراسة متانة الارتباط بين متحولين رتبيين على الأقل،وهو لا يختلف عن فكرة معامل غاما،وله ثلاثة أنواع:

1 – معامل ارتباط كندال من النوع a ونرمز له بـ T_a.

2 – معامل ارتباط كندال من النوع b ونرمز له بـ T_b.

3 – معامل ارتباط كندال من النوع c ونرمز له بـ T_c.

وسنتناولها بالتفصيل كالآتي:

1 – معامل ارتباط كندال من النوع a :

يحسب معامل ارتباط كندال من النوع a ،وفقاً للعلاقة الآتية:

$$T_a = \frac{A.D - B.C}{0.5(n)(n-1)} \qquad (6-4)$$

حيث أن:

$A.D$: حالات الاتفاق.

$B.C$: حالات الاختلاف.

n : إجمالي عدد البيانات. ويحقق العلاقة $-1 \le T_a \le +1$

ويعاب على هذا المعامل أنه في حال وجود قيم تتساوى رتبها أو تتكرر،فإن قيمة المعامل لا تصل إلى الحد الأقصى(الارتباط التام).

اختبار معامل ارتباط كندال T_a :

يخضع معامل ارتباط كندال T_a للتوزيع الطبيعي،وبذلك تكون إحصائية الاختبار كما يلي:

$$Z = \frac{A.D - B.C}{\sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}}} \qquad (7-4)$$

بمقارنة القيمة المحسوبة لإحصائية الاختبار مع Z الحرجة عند مستويات معنوية مختلفة،يمكن أن نتخذ القرار بقبول أو رفض الفرض الصفري.

مثال $(8-4)$:

لنفترض أن تبويب العمل حسب الحالة التعليمية وعدد أفراد الأسرة أعطانا الجدول الآتي:

عدد أفراد الأسرة	الحالة التعليمية				
	أمي	ابتدائي	إعدادي	ثانوي	المجموع
3	3	4	5	8	
4	4	5	4	8	
5	5	6	3	5	
المجموع	12	15	12	21	60

والمطلوب: اختبر فيما إذا كانت هناك علاقة بين الحالة التعليمية وعدد أفراد الأسرة عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ؟

الحل :

1 – نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين الحالة التعليمية وعدد أفراد الأسرة.

الفرضية البديلة H_1 : توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين الحالة التعليمية وعدد أفراد الأسرة.

2 – إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل كندال،وذلك بإيجاد قيم الجداءات الآتية:

$$A.D = [3(5+4+8+6+3+5)+4(4+8+3+5)+5(8+5)+4(6+3+5)+5(3+5)+4(5)]$$
$$= 354$$
$$B.C = [8(4+5+4+3+6+5)+5(5+4+6+5)+4(4+5)+8(3+6+5)+4(6+5)+5(5)]$$
$$= 453$$

ثم نطبق العلاقة (4 – 6) ،فنجد:

$$T_a = \frac{354-453}{0.5(60)(60-1)} = -0.06$$

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-7)$ ، فنجد :

$$Z = \frac{354-453}{\sqrt{\frac{60(59)[2(60)+5]}{18}}} = -0.60$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ وتساوي 1.96 .

4 – المقارنة واتخاذ القرار :

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة بالقيمة المطلقة هي أصغر من القيمة الجدولية ، لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين الحالة التعليمية وعدد أفراد الأسرة. ونرفض الفرضية البديلة.

2 – **معامل ارتباط كندال من النوع** b :

يحسب معامل ارتباط كندال من النوع b ، وفقاً للعلاقة الآتية :

$$T_b = \frac{A.D - B.C}{\sqrt{D_r.D_c}} \qquad (8-4)$$

حيث أن :

$$D_r = N^2 - \sum_{i=1}^{r} m_i^2 \qquad (9-4)$$

و

$$D_c = N^2 - \sum_{j=1}^{c} n_j^2 \qquad (10-4)$$

اختبار معامل ارتباط كندال T_b :

يخضع معامل ارتباط كندال T_b للتوزيع الطبيعي ، وتعطى إحصائية الاختبار على الشكل الآتي:

$$Z = \frac{T_b}{\sqrt{\frac{4(r+1)(c+1)}{9.n.r.c}}} \qquad (11-4)$$

حيث r و c عدد الأسطر وعدد الأعمدة في جدول التصنيف.

بمقارنة القيمة المحسوبة لإحصائية الاختبار مع Z الحرجة عند مستويات معنوية مختلفة،يمكن أن نتخذ القرار بقبول أو رفض الفرض الصفري.

مثال $(9-4)$:

بالرجوع إلى المثال $(7-4)$ ،**والمطلوب**:اختبر فيما إذا كانت قيمة معامل ارتباط كندال T_b معنوية أم لا عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

الحل:

$1-$ نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 :لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة.

الفرضية البديلة H_1 :توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة.

2 – إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل ارتباط كندال من النوع T_b ، وذلك كالآتي:

وجدنا أنه $A.D = 19478$ و $B.C = 4881$ و $n = 300$ ، علينا إيجاد قيمة D_r وذلك بتطبيق العلاقة $(4-9)$ ، لنجد:

$$D_r = (300)^2 - (3249 + 3600 + 6400 + 10609) = 66142$$

و D_c من العلاقة $(4-6)$ ، فنجد:

$$D_c = (300)^2 - (1225 + 1444 + 5625 + 8464 + 3600) = 69642$$

ثم نطبق العلاقة $(4-8)$ ، فنجد:

$$T_b = \frac{19478 - 4881}{\sqrt{(66142).(69642)}} = 0.21507$$

الارتباط ضعيف .

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-11)$ ، فنجد:

$$Z = \frac{0.21507}{\sqrt{\dfrac{4(5)(6)}{9(300)(4)(5)}}} = 4.56$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ والاختبار من طرف واحد وتساوي 1.645 .

4 – المقارنة واتخاذ القرار:

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة بالقيمة المطلقة هي أكبر من القيمة الجدولية، لذلك نرفض H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة. ونقبل الفرضية البديلة.

3 – **معامل ارتباط كندال من النوع c :**

يستخدم معامل ارتباط كندال من النوع c عندما لا تتساوى عدد الاسطر مع عدد الأعمدة حصراً، ويحسب وفقاً للعلاقة الآتية:

$$T_c = \frac{q(A.D - B.C)}{N^2(q-1)} \qquad , q = \min(r, c) \qquad (12-4)$$

حيث q عدد الأسطر أو عدد الأعمدة أيهما أقل.

اختبار معامل ارتباط كندال T_c :

يخضع معامل ارتباط كندال T_c للتوزيع الطبيعي، وتعطى إحصائية الاختبار على الشكل الآتي:

$$Z = \frac{T_c}{\sqrt{\frac{4(r+1)(c+1)}{9.n.r.c}}} \qquad (13-4)$$

بمقارنة القيمة المحسوبة لإحصائية الاختبار مع Z الحرجة عند مستويات معنوية مختلفة، يمكن أن نتخذ القرار بقبول أو رفض الفرض الصفري.

مثال $(4-10)$:

بالرجوع إلى المثال $(4-7)$، **والمطلوب**: اختبر فيما إذا كانت قيمة معامل ارتباط كندال T_c معنوية أم لا عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

الحل:

$1-$ نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة.

الفرضية البديلة H_1 : توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة.

$2-$ إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل ارتباط كاندال من النوع T_c

وجدنا أنه $A.D = 19479$ و 4881 و $n = 300$.

ثم نطبق العلاقة $(4-12)$، فنجد:

$$T_c = \frac{4(19479 - 4881)}{(300)^2 (4-1)} = 0.216$$

الارتباط ضعيف وطردي .

ومن ثم إيجاد قيمة Z من العلاقة $(4-13)$، فنجد:

$$Z = \frac{0.25}{\sqrt{\frac{4(5)(6)}{9(300)(4)(5)}}} = 4.58$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ والاختبار ثنائي الجانب وتساوي1.96 .

4 – المقارنة واتخاذ القرار :

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة بالقيمة المطلقة هي أكبر من القيمة الجدولية ،لذلك نرفض H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين مستوى تعليم الزوج ومستوى تعليم الزوجة .ونقبل الفرضية البديلة.

4 – اختبار معامل اتفاق كندال Kendall's Coefficient of Concordance:

يستخدم في حال وجود أكثر من ترتيبين،ويعطى بالعلاقة الآتية :

$$r_k = \frac{2}{M^2} \cdot \frac{6\sum D_i^2}{n(n^2-1)} \qquad (14-4)$$

حيث أن :

r_k : معامل اتفاق كندال.

D_i^2 : مربعات فرق مجموع رتب كل فرد نع المتوسط العام لمجموع الرتب.

n : حجم العينة.

M : عدد المقيّمين.

$r_k = 0$ لا يوجد توافق في الآراء.

$r_k = 1$ توافق تام. $0 \le r_k \le +1$.

اختبار معامل ارتباط كندال r_k :

يخضع معامل اتفاق كندال r_k لتوزيع فيشر F عند $(M-1)$ درجة حرية للصورة و $(n-1)$ درجة حرية للمخرج،وتعطى إحصائية الاختبار على الشكل الآتي:

$$F = \frac{r_k(M-1)}{1-r_k} \qquad (15-4)$$

بمقارنة القيمة المحسوبة لإحصائية الاختبار مع F الحرجة التي نستخرجها من جدول توزيع F عند درجات حرية للصورة تساوي $(M-1)$ ودرجات حرية للمقام تساوي $(n-1)$ ،فإذا كانت قيمة إحصائية الاختبار المحسوبة أكبر من قيم F نقول بأن معامل اتفاق كندال معنوي إحصائياً،والعكس.

مثال $(11-4)$:

لنفترض أن أربعة طلاب دخلوا الامتحان الشفهي لمقرر الإحصاء التطبيقي،والذي سيقيم هؤلاء الطلاب خمسة من أساتذة ذلك المقرر، وقد طُلب من كل أستاذ ترتيب هؤلاء الطلاب حسب درجة استيعابه للمقرر (على اعتبار أن الأساتذة يعرفون الطلبة معرفة جيدة).والبيانات وضعت في الجدول الآتي:

الطلاب	الأساتذة				
	1	2	3	4	5
1	4	4	4	1	4
2	2	1	3	2	3
3	3	3	1	4	2
4	1	2	2	3	1

اختبر فيما إذا كان هناك ارتباط وتوافق بين ترتيبات الأساتذة الخمسة للطلاب الأربعة، وذلك عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

الحل:

$1-$ نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : قيمة معامل اتفاق كندال غير دالة إحصائياً (الأساتذة مختلفون في ترتيبهم للطلاب من حيث استيعابهم للمقرر)

الفرضية البديلة H_1 : قيمة معامل اتفاق كندال دالة إحصائياً (الأساتذة متفقون في ترتيبهم للطلاب من حيث استيعابهم للمقرر).

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار، نجد قيمة معامل اتفاق كندال وفقاً للعلاقة $(4-14)$ ، لهذا نشكل الجدول المساعد الآتي:

الطلاب	الأساتذة					رتب كل طالب	D_i	D_i^2
	1	2	3	4	5			
1	4	4	4	1	4	17	4.5	20.5
2	2	1	3	2	3	11	-1.5	2.5
3	3	3	1	4	2	13	0.5	0.25
4	1	2	2	3	1	9	-3.5	12.25
$\sum$						50		35

لإيجاد D_i نتبع الخطوات الآتية:

– نجد مجموع رتب كل طالب، ثم نجد متوسط الرتب ويساوي$12.5 = \frac{50}{4}$.

– نطرح متوسط الرتب من مجموع رتب كل طالب فنحصل على D_i ،ثم نربعه لنحصل على D_i^2 ،ثم نعوض في العلاقة $(4-14)$ ،فنجد:

$$r_k = \frac{2}{(5)^2} \cdot \frac{6(35)}{4(16-1)} = 0.28$$

التوافق ضعيف وطردي بين الأساتذة من حيث ترتيب الطلبة وفقاً لاستيعابهم للمقرر .

2 – إيجاد قيمة F من العلاقة $(4-15)$ ،فنجد:

$$F = \frac{0.28(5-1)}{1-0.28} = 1.56$$

3 – إيجاد قيمة F الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ،فنجد: $F_{n-1\ (\alpha)}^{M-1} = F_{3\ (0.05)}^{4} = 9.12$

4 – المقارنة واتخاذ القرار:

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من القيمة الجدولية،لذلك نرفض H_0 والقائلة بأن قيمة معامل اتفاق كندال غير دالة إحصائياً (الأساتذة مختلفون في ترتيبهم للطلاب من حيث استيعابهم للمقرر)

5 – اختبار معامل اتساق كاندال **Kendall's Coefficient of Consistence** :

يستخدم في حال وجود متتالية من المقارنات الثنائية(الزوجية)،يمكننا إيجاد عدد من الثلاثيات غير المتسقة لاستخدامها في الكشف عن معامل الاتساق.

عندما يكون عدد عناصر العينة فردياً، فإن معامل اتساق كندال يحسب من العلاقة الآتية:

$$K = 2.\frac{6\sum D_i^2}{n(n^2-1)} \qquad (16-4)$$

وفي حال كون عدد عناصر العينة زوجياً،فإن معامل اتساق كندال يحسب من العلاقة الآتية :

$$K = 2.\frac{6\sum D_i^2 - 3n}{n(n^2-4)} \qquad (17-4)$$

مثال $(12-4)$:

بفرض أنه عُرض 5 طلاب ماجستير من قسم الاقتصاد على لجنة حكم لاختبار مدى كفاءة السيمنار المقدم لكلّ منهما حول موضوع معين واختيار الأفضل بينهما،فجاءت النتائج بعد تفريغ البيانات كالآتي :

الطلاب	**الأساتذة**				
	1	2	3	4	5
1		1	1	1	0
2	0		0	1	1
3	0	1		0	1
4	0	0	1		0
5	1	0	0	1	
المجموع					

المطلوب هل هناك اتساق بين آراء لجنة الحكم.

الحل:

لإيجاد قيمة معامل اتفاق كندال وفقاً للعلاقة $(14-4)$ ،نشكل الجدول المساعد الآتي :

الطلاب	الأساتذة					مجموع الرتب	D_i	D_i^2
	1	2	3	4	5			
1		1	1	1	0	3	1	1
2	0		0	1	1	2	0	0
3	0	1		0	1	2	0	0
4	0	0	1		0	1	-1	1
5	1	0	0	1		2	0	0
$\sum$						10		2

بعد حساب مجموع رتب الأسطر، نجد أن المتوسط العام لمجموع الترتيبات في الأسطر يساوي 2 وبما أن $n = 5$ عدد فردي، نعوض في العلاقة $(16-4)$ ، فنجد :

$$r_k = 2.\frac{6(2)}{5(25-1)} = 0.2$$

أي أن هناك اتساق بين 20% من عدد المقارنات الزوجية بين طلاب الماجستير.

ثانياً- اختبار العلاقة الارتباطية بين متغيرين إحداهما رتبي والأخر اسمي:

إن أهم هذه الاختبارات:

- اختبار معامل الارتباط الثنائي للرتب (كورتيون Coreton)
- اختبار نقطة ارتباط السلسلة المزدجة Point Biserial Correction Coefficient

وسنشرح بالتفصيل هذه المعاملات، كالآتي:

1 – اختبار معامل الارتباط الثنائي للرتب (كورتيون Coreton):

يدرس هذا المعامل العلاقة بين متحول رتبي(الحالة الاجتماعية ،المستوى الثقافي ،الحالة التعليمية ،الحالة الاقتصادية) ،ومتحول أسمي ثنائي آخر (الجنس(ذكر ،أنثى) ،مكان الإقامة(حضر ،ريف) ،الاستجابة(نعم ،لا)....الخ .

يعرف معامل ارتباط (كورتيون)بالعلاقة الآتية :

$$r_c = \frac{2}{n}(\bar{y}_2 - \bar{y}_1) \qquad (18-4)$$

حيث أن :

$\bar{y}_1$: متوسط رتب حالات المتحول الرتبي المقابلة للخاصة الأولى للمتحول الاسمي X .

$\bar{y}_2$: متوسط رتب حالات المتحول الرتبي المقابلة للخاصة الثانية للمتحول الاسمي X .

n : حجم العينة.

يأخذ هذا المعامل قيمة في المجال $[1-,+1]$.

اختبار معنوية معامل ارتباط كورتيون r_c :

يخضع معامل ارتباط كورتيون r_c للتوزيع الطبيعي Z ،وتعطى إحصائية الاختبار بالعلاقة الآتية :

$$Z = r_c.H.n.\sqrt{\frac{n}{n_1.n_2}} \qquad (19-4)$$

حيث أن :

n_1 عدد أفراد القسم الأول من المتغير الاسمي X .

n_2 عدد أفراد القسم الثاني من المتغير الاسمي X .

H طول ارتفاع المنحنى الطبيعي عند النقطة التي تفصل بين النسبتين $\frac{n_1}{n}$ و النسبة $\frac{n_2}{n}$ ،حيث تمثل إحداهما المساحة الصغرى والأخرى تمثل المساحة الكبرى المحصورة ما بين منحنى التوزيع الطبيعي ومحور السينات.

ولدينا $n_1 + n_2 = n$

مثال $(4-13)$:

اختبر عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ العلاقة الارتباطية بين المستوى الحضاري (ريف 1 ،حضر 2)والمستوى الثقافي(حيث يأخذ ترتيبات من 1ولغاية 12بحيث تشير الرتبة الأكبر إلى مستوى ثقافي أعلى) وذلك لعشر أسر، حيث جاءت النتائج كالآتي:

2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	المستوى الحضاري Y
2	4	5	3	1	5	3	5	2	4	المستوى الثقافي X

الحل:

1− نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 :لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين المستوى الحضاري والمستوى الثقافي للأسرة .

الفرضية البديلة H_1 :توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين المستوى الحضاري والمستوى الحضاري للأسرة

. 2 − إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار،نجد قيمة معامل ارتباط كورتيون ،وذلك كالآتي:

نجد أن:

$$\bar{y}_1 = \frac{4+2+3+1+3+5}{6} = 3$$

و

$$\bar{y}_2 = \frac{5+5+4+2}{4} = 4$$

ثم نعوض في العلاقة $(4-18)$ ،فنجد:

$$C_r = \frac{10}{2}(4-3) = 0.2$$

الارتباط ضعيف وطردي .

و كذلك نجد تناظر المساحة الكبرى وتساوي $\frac{n_1}{n} = \frac{5}{10} = 0.5$ ، و تناظر المساحة الصغرى وتساوي $\frac{n_2}{n} = \frac{4}{10} = 0.4$ ، وباستخدام واحدة من المساحتين يمكن الدخول لجدول ارتفاعات المنحنى الطبيعي، فمثلاً عندما تكون المساحة الصغرى (0.4) ،فإن ارتفاع المنحنى الطبيعي يساوي تقريباً (0.1758) ، و لإيجاد قيمة Z من نطبق العلاقة $(4-19)$ ،فنجد:

$$Z = (0.2).(0.1758).(10).\sqrt{\frac{10}{(6).(4)}} = 0.2269$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ والاختبار ثنائي الجانب وتساوي 1.96

4 – المقارنة واتخاذ القرار:

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من القيمة الجدولية، لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين المستوى الحضاري والمستوى الثقافي للأسرة. ونرفض الفرضية البديلة.

2 – اختبار نقطة ارتباط السلسلة المزدجة **Point Biserial Correction Coefficient**:

يطبق هذا المعامل على متحولين أحدهما كمي مجالي X ،و الآخر اسمي ثنائي يأخذ القيمة 1عندما تظهر الصفة المدروسة،والقيمة 0عند عدم ظهورها.

ويعرف هذا المعامل على العلاقة الآتية:

$$R_{PB} = \sqrt{\frac{n_1.n_0}{n}}.\left(\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_0}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2}}\right) \qquad (20-4)$$

حيث أن:

n : حجم العينة.

n_1 : عدد حالات ظهور الخاصة.

n_0 : عدد حالات عدم ظهور الخاصة .

$\bar{x}_1$: متوسط قيم X المقابلة للقيم 1التي يأخذها المتحول الاسمي.

$\bar{x}_0$: متوسط قيم X المقابلة للقيم 0التي يأخذها المتحول الاسمي.

$\bar{x}$: متوسط قيم X في إجمالي العينة ولجميع قيم X .

ويأخذ هذا المتحول قيمة في مجال $[-1,+1]$ ، وكلما كانت قيمته قريبة من الواحد كان الارتباط متيناً.

مثال $(4-14)$:

ادرس فيما إذا كان هناك علاقة بين الدخل والجنس من المعطيات الآتية:

التسلسل	1	2	3	4	5	6	7	8
الدخل X	5500	7600	4500	8000	7500	6500	5600	6800
الجنس	ذكر	ذكر	أنثى	ذكر	أنثى	أنثى	ذكر	ذكر
الترميز	1	1	0	1	0	0	1	1

الحل :

يمكن التعبير عن هذه العلاقة كما يلي: إن هذه العلاقة هي متحول كمي X وهو مقدار الدخل، ومتحول اسمي هو الجنس الذي يأخذ إحدى القيمتين 1أو 0 .

ولدراسة هذه العلاقة نحسب معامل ارتباط نقطة السلسلة المزدوجة، ولذلك نقوم بحساب عناصره، حيث نجد أن:

$$n=8 \qquad ,n_1=5 \qquad ,n_0=3$$

ثم نحسب متوسط قيم X المقابلة للعدد 1 فقط، نجد:

$$\bar{x}_1=\frac{5500+7600+8000+5600+6800}{5}=6700$$

ثم نحسب متوسط قيم X المقابلة للعدد 0 فقط، نجد:

$$\bar{x}_1=\frac{4500+7500+5600}{3}=6166.67$$

ثم نحسب المتوسط العام لجميع قيم X ، نجد:

$$\bar{x} = \frac{5500 + 7600 + 4500 + 8000 + 7500 + 6500 + 5600 + 6800}{8} = 6500$$

ثم نجد مجموع مربع الانحرافات عن المتوسط العام، فنجد:

$$\sum_{i=1}^{8}(x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^{8}(x_i - 6500)^2 = 1036000($$

ثم نعوض في العلاقة $(4-20)$، فنجد :

$$R_{PB} = \sqrt{\frac{(5).(3)}{8}}.\left(\frac{6700 - 616667}{\sqrt{10360000}}\right) = 0.23$$

الارتباط ضعيف وطردي بين الدخل والجنس.

ملاحظة:

يمكن أن يتحول هذا المعامل إلى معامل كورتيون وذلك من خلال تحويل المتحول الكمي المجالي X (الدخل) إلى متحول رتبي وذلك بإعطائه ترتيبات إما تصاعدية أو تنازلية.

ثالثاً- اختبار العلاقة الارتباطية بين متغيرين اسميين:

إن أهم هذه الاختبارات:

- معامل الاقتران الرباعي .
- معامل التوافق الرباعي (2×2) .
- معامل التوافق المتعدد (k, ℓ) .
- معامل ارتباط فاي Phi Coefficient.
- معامل التوافق(التصاحب) Contingency Coefficient.

وسنشرح بالتفصيل هذه المعاملات، كالآتي:

1 – اختبار معامل الاقتران الرباعي:

يستخدم هذا المعامل لاختبار وجود علاقة بين متحولين اسميين،و يعرف معامل الاقتران الرباعي بالعلاقة الآتية:

$$CA = \frac{A.D - B.C}{A.D + B.C} \qquad (21-4)$$

اختبار معنوية معامل الاقتران الرباعي:

يخضع معامل الاقتران الرباعي للتوزيع الطبيعي Z ،وتعطى إحصائية الاختبار بالعلاقة الآتية:

$$Z = \frac{2(CA)}{1-(CA)^2} \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{A}+\frac{1}{B}+\frac{1}{C}+\frac{1}{D}}} \qquad (22-4)$$

وبمقارنة قيمة Z الفعلية مع Z الجدولية،نقرر فيما إذا كانت قيمة معامل الاقتران معنوية أم لا.

مثال $(4-15)$:

اختبر عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ ،فيما إذا كان هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين أهمية زيادة الرواتب لأعضاء هيئة التدريس والجدية في التدريس، وذلك على البيانات التالية والتي تم الحصول عليها من نتائج البحث الميداني الذي قام به احد أعضاء هيئة التدريس:

الجدية في التدريس	الرواتب	
	زيادة	عدم زيادة
أفضل	36	15
لا يؤثر	12	10

الحل:

1 – نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين أهمية زيادة الرواتب لأعضاء هيئة التدريس والجدية في التدريس .

الفرضية البديلة H_1 : توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين أهمية زيادة الرواتب لأعضاء هيئة التدريس والجدية في التدريس .

2 – إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار نجد قيمة معامل الاقتران الرباعي، نعوض في العلاقة (4-21) ، فنجد:

$$CA = \frac{(36).(10)-(15).(12)}{(36).(10)+(15).(12)} = 0.33$$

الاقتران ضعيف وطردي بين زيادة رواتب أعضاء هيئة التدريس والجدية في التدريس.

و لإيجاد قيمة Z نطبق العلاقة $(4-22)$ ،فنجد:

$$Z = \frac{(2).(0.33)}{1-(0.33)^2}.\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{36}+\frac{1}{15}+\frac{1}{12}+\frac{1}{10}}} = 1.42$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ والاختبار ثنائي الجانب وتساوي 1.96 .

4 – المقارنة واتخاذ القرار:

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من القيمة الجدولية ، لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين زيادة رواتب أعضاء هيئة التدريس والجدية في التدريس . ونرفض الفرضية البديلة .

2 – معامل التوافق الرباعي (2×2) :

يستخدم هذا المعامل لاختبار وجود علاقة بين متحولين اسميين ثنائيين(أو كميين ثنائيين)، ولهما التكرارات المقابلة كما في الجدول الآتي:

Y	X		المجموع
	x_1	x_2	
y_1	A	B	$A+B$
y_2	C	D	$C+D$
المجموع	$A+C$	$B+D$	N

ويعرف معامل التوافق الرباعي بالعلاقة الآتية:

$$T=\frac{N\left(A.D-B.C\right)^2}{\left(A+B\right)\left(C+D\right)\left(A+C\right)\left(B+D\right)} \qquad (23-4)$$

وهو متحول خاضع لتوزيع χ^2 بدرجة واحدة $(\nu=1)$ ،ومن أجل قبول أو رفض فرضية العدم (عدم التوافق) نقارن قيمة هذا المعامل مع قيمة متحول التوزيع $\chi^2{}_{(\alpha)}$ المقابلة لمستوى دلالة α ولدرجة حرية واحدة $(\nu=1)$ ثم نتخذ القرار المناسب .

مثال $(4-16)$:

لدراسة التوافق بين أجوبة المبحوثين حول سؤالين هما :

س $1-$ هل تؤيد عمل المرأة.

س $2-$ هل تؤيد تنظيم الإنجاب.

أخذت نتائج الأجوبة ووضعت في الجدول الآتي:

السؤال الثاني	السؤال الأول		المجموع
	نعم	لا	
نعم	160	50	210
لا	40	130	170
المجموع	200	180	380

والمطلوب دراسة التوافق بين أجوبة المبحوثين على السؤالين السابقين.

الحل :

لإيجاد قيمة معامل التوافق الرباعي، نعوض في العلاقة $(4-23)$ فنجد:

$$T=\frac{380[(160).(130)-(50)(40)]^2}{(160+50)(40+130)(160+40)(50+30)}=104.5$$

ومن الجداول الملحقة نجد أن قيمة متحول $\chi^2{}_{(\alpha)}$ المقابلة لمستوى دلالة $\alpha=0.05$ ولدرجة حرية واحدة ($(v=1)$ تساوي 3.84 ، وبالمقارنة نجد أن : $T>\chi^2{}_{(\alpha)}$ ، لذلك نرفض H_0 والتي تقول بوجود توافق

بين أجوبة المبحوثين حول السؤالين السابقين ونستنتج أن معظم الذين يؤيدون عمل المرأة يؤيدون أيضاً تنظيم الإنجاب.

3 – معامل التوافق المتعدد(k,ℓ) :

يعتمد هذا المعامل على اختبار $\chi^2(\alpha)$ ،المعرف على متحولين اسميين لهما أكثر من حالتين،نفترض أن المتغير الأول له حالة،وأن المتغير الثاني له حالة ويأخذ جدول التكرارات المشتركة لهما الشكل الآتي:

المتغير الثاني	المتغير الأول							المجموع
	x_1	x_2	x_3	...	x_j	...	x_k	
y_1	n_{11}	n_{12}	n_{13}	...	n_{1j}	...	n_{1k}	n'_1
y_2	n_{21}	n_{22}	n_{23}	...	n_{2j}	...	n_{2k}	n'_2
y_3	n_{31}	n_{32}	n_{33}	...	n_{3j}	...	n_{3k}	n'_3
...	...	...	...	...	...	...	...	...
y_i	n_{i1}	n_{i2}	n_{i3}	...	n_{ij}	...	n_{ik}	n'_i
...	...	...	...	...	...	...	...	...
y_ℓ	$n_{\ell 1}$	$n_{\ell 2}$	$n_{\ell 3}$	...	$n_{\ell j}$	...	$n_{\ell k}$	n'_ℓ
المجموع	n_1	n_2	n_3	...	n_j	...	n_k	n

ويعرف معامل التوافق المتعدد (بيرسون)بالعلاقة الآتية :

$$C_1 = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} \qquad (24-4)$$

حيث χ^2 تعرف وفقاً للعلاقة الآتية :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{\ell} \sum_{j=1}^{k} \frac{\left(O_{ij} - E_{ij}\right)^2}{E_{ij}} \qquad (25-4)$$

حيث E_{ij} التكرارات المتوقعة ،وتحسب من العلاقة الآتية :

$$E_{ij} = \frac{n_j . n'_i}{n} \qquad (26-4)$$

يأخذ هذا المعامل قيماً ضمن المجال $]0,1[$ ،كلما كانت قيمته قريبة من الواحد، كان التوافق بين المتحولين قوياً ،وكلما كان قريباً من الصفر ،كان التوافق ضعيفاً.

ويشترط عند تطبيقه تحقق الشروط المرافقة للاختبار χ^2 ،وخاصة الشرط $E_{ij} > 5$.

هناك علاقات أخرى لمعامل التوافق المتعدد منها :

– علاقة **كرامر** (Crame)،وتعرف على الشكل الآتي :

$$C_2 = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(q-1)}} \qquad (27-4)$$

حيث :

q : أصغر العددين k و ℓ

n : عدد التكرارات

- علاقة **تشوبراو** (Tschupr)، وتعرف على الشكل الآتي:

$$C_3 = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(k-1)(\ell-1)}} \qquad (28-4)$$

- علاقة **ييل**(Yull)، وتعرف على الشكل الآتي:

$$C_4 = \frac{\chi^2}{n} \qquad (29-4)$$

مثال $(4-17)$:

في دراسة عن علاقة انضباط الموظف(احترامه لمواعيد العمل وتأدية واجباته على أكمل وجه)مع الراحة النفسية (السعادة)التي يشعر بها، اختيرت عينة عشوائية تضم 680 موظف، فجاءت النتائج كما هي موضحة بالجدول الآتي:

السؤال الثاني	السؤال الأول		المجموع
	منضبط	غير منضبط	
سعيد جداً	60	140	200
سعيد إلى حد ما	120	200	320
غير سعيد	70	90	160
المجموع	250	430	680

والمطلوب تحقق من صحة الفرض القائل أنه "لا توجد علاقة بين احترام مواعيد العمل وتأدية الواجب من جهة والراحة النفسية والسعادة التي يحققها من جهة أخرى؟وذلك باستخدام معامل التوافق المتعدد وفق الصيغ السابقة جميعها.

الحل:

1 -لحساب قيمة معامل التوافق المتعدد(بيرسون)، نحسب قيمة χ^2 من العلاقة $(4-25)$ بعد حساب قيمة التكرارات المتوقعة من العلاقة$(4-26)$كما يلي:

$$E_{11} = \frac{(200)(250)}{680} = 73.53$$

$$E_{12} = \frac{(200)(430)}{680} = 126.47$$

$$E_{21} = \frac{(250)(320)}{680} = 117.65$$

$$E_{22} = \frac{(430)(320)}{680} = 202.35$$

$$E_{31}=\frac{(250)(160)}{680}=58.82$$

$$E_{32}=\frac{(430)(160)}{680}=101.18$$

نعوض في العلاقة$(4-25)$ ،فنجد :

$$\chi^2=\frac{(60-73.53)^2}{73.53}+\frac{(140-126.47)^2}{126.47}+\frac{(120-117.65)^2}{117.65}+\frac{(200-202.35)^2}{202.35}+\frac{(70-58.82)^2}{58.82}+\frac{(90-101.18)^2}{101.18}=7.38$$

ثم نعوض في العلاقة$(4-24)$ ،لنجد :

$$C_1=\sqrt{\frac{7.38}{7.38+680}}=0.10$$

وهي قيمة صغيرة تدل على عدم وجود توافق بين احترام مواعيد العمل والراحة النفسية والسعادة.

2 -لحساب قيمة معامل التوافق المتعدد(كرامر)، نطبق العلاقة $(4-27)$ كالآتي:

$$C_2=\sqrt{\frac{7.38}{680(2-1)}}=0.10$$

وهي نفس قيمة معامل بيرسون تدل على عدم وجود توافق بين احترام مواعيد العمل والراحة النفسية والسعادة.

3 -لحساب قيمة معامل التوافق المتعدد (تشوبراو)، نطبق العلاقة$(4-28)$ كما يلي :

$$C_3=\sqrt{\frac{7.38}{680(3-1)(2-1)}}=0.074$$

وهي قيمة صغيرة جدا تدل على عدم وجود توافق بين احترام مواعيد العمل والراحة النفسية والسعادة.

4 –لحساب قيمة معامل التوافق المتعدد (ييل)، نطبق العلاقة $(4-29)$ كالآتي:

$$C_4 = \frac{7.38}{680} = 0.01$$

وهي قيمة صغيرة جدا تدل على عدم وجود توافق بين احترام مواعيد العمل والراحة النفسية والسعادة.

4 – معامل ارتباط فاي Φ (Phi Coefficient):

يستخدم هذا المعامل في حالة المتغيرات النوعية التي تنقسم كل منها انقساما ثنائيا في صورة اسمية مثل (نعم،لا)،(صح، خطأ)،(0، 1)، (ناجح،راسب)،(ذكر، أنثى)، ولمعرفة فيما إذا كان هناك علاقة بين هذين المتغيرين لابد من تنظيم البيانات في جدول اقتران رباعي بحيث تتوزع التكرارات على الأقسام المختلفة للمتغيرين حيث a,b,d,c هي خلايا التكرارات المشاهدة، كما في الجدول الآتي:

السؤال الثاني Y	السؤال الأول X	
	نعم	لا
نعم	A	B
لا	C	D

إن معامل الارتباط Φ ، يعرف على العلاقة الآتية:

$$\Phi = \frac{a.d - b.c}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} \qquad (30-4)$$

اختبار معامل الارتباطΦ :

إن معامل الارتباط Φ ، يخضع إلى قانون التوزيع الطبيعي Z بموجب العلاقة الآتية:

$$Z = \Phi.\sqrt{n} \qquad (31-4)$$

بإجراء المقارنة بين القيمة الفعلية لمعامل Φ والقيمة الجدولية لمؤشر الاختبار Z واتخاذ القرار الإحصائي السليم على ضوء ذلك .

مثال $(4-17)$:

يبين الجدول التالي تكرارات إجابات 100 طالب حسب نوع الإجابة عن السؤالين المطروحين ، وذلك حول برنامج The Voice Kids كانت كالآتي:

س1− هل أنت راغب بمشاهدة برنامج The Voice Kids ؟

س2− هل أنت مستمتع بمشاهدة هذا البرنامج ؟

المجموع	السؤال الأول		السؤال الثاني
	لا	نعم	
70	40	30	نعم
30	20	10	لا
100	60	40	المجموع

والمطلوب اختبر فيما إذا كان هناك علاقة بين نوع الإجابة حول برنامج The Voice Kids عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$

الحل:

1 -نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 :لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين نوع الإجابة حول برنامج The Voice Kids .

الفرضية البديلة H_1 :توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين نوع الإجابة حول برنامج The Voice Kids .

2 -إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار نجد قيمة معامل ارتباط فاي ، نعوض في العلاقة $(30-4)$ ،

فنجد:

$$\Phi = \frac{(30)(20)-(40)(10)}{\sqrt{(30+40)(10+20)(30+10)(40+20)}} = 0.089$$

الارتباط ضعيف وطردي بين نوع الإجابة حول برنامج The Voice.

و لإيجاد قيمة Z نطبق العلاقة $(31-4)$ ،فنجد:

$$Z = 0.089.\sqrt{100} = 0.89$$

3 -إيجاد القيمة الجدولية عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ والاختبار ثنائي الجانب وتساوي 1.96 .

4 -المقارنة واتخاذ القرار:

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أصغر من القيمة الجدولية، لذلك نقبل H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة بين نوع الإجابة حول برنامج The Voice Kids .

5 – معامل التوافق (التصاحب) (Contingency Coefficient):

يستخدم هذا المعامل في حالة المتغيرات النوعية التي لا يمكن قياسها أو حتى مجرد تقسيمها لرتب مثل متغير الحالة الاجتماعية(متزوج، أعزب، مطلق، أرمل)، ومتغير الجنسية(سوري، لبناني، مصري، سعودي)، أو متغير يمثل نوع الجريمة المرتكبة(جنس، سرقة، مخدرات، قتل).

تبوب هذه المتغيرات في جداول تكرارية مزدوجة تحوي صفوفا وأعمدة ،وليس من الضروري أن تتساوى أعدادها.

يعرف معامل التوافق(التصاحب)، وفقاً للعلاقة الآتية:

$$r_c = \sqrt{1 - \frac{1}{c}} \qquad (32-4)$$

حيث أن:

$$c = \sum \frac{E_{ij}^2}{\sum c_i . \sum R_j} \qquad (33-4)$$

حيث أن:

E_{ij}^2 : مربع تكرار كل خلية في الجدول التكراري.

$\sum c_i$: مجموع تكرارات السطر i .

$\sum R_j$: مجموع تكرارات العمود j .

اختبار معنوية معامل التصاحب r_c :

إن معامل التصاحب r_c ،يخضع إلى قانون توزيع χ^2 بموجب العلاقة الآتية :

$$\chi^2 = \frac{n.r_c^2}{1-r_c^2} \qquad (34-4)$$

بإجراء المقارنة بين القيمة الفعلية لمعامل التصاحب والقيمة الجدولية لمؤشر الاختبار $\chi^2(\alpha)$ واتخاذ القرار الإحصائي السليم على ضوء ذلك .

مثال $(4-19)$:

في دارسة للتعرف على وجود علاقة بين زمرة الدم لدى الأبناء والآباء،جاءت البيانات التي حصل عليها أحد الباحثين نتيجة دراسة تجريبية شملت عدد من الأفراد كما هي موضحة في الجدول الآتي:

الآباء	الأبناء			المجموع
	O^+	O^-	A^+	
O^+	6	12	12	30
O^-	9	3	18	30
A^+	15	6	9	30
المجموع	30	21	39	90

والمطلوب اختبر فيما إذا كان هناك علاقة بين زمرة الدم لدى الأبناء والآباء عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$

الحل:

1 − نضع الفرضيات:

فرضية العدم H_0 : لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين زمرة الدم لدى الأبناء والآباء.

الفرضية البديلة H_1 : توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين زمرة الدم لدى الأبناء والآباء.

2 − إيجاد القيمة الفعلية لإحصائية الاختبار:

لإيجاد القيمة الفعلية لمؤشر الاختبار r_c ، نحسب قيمة c في كل خلية من جراء قسمة مربع كل خلية على جداء مجموع سطرها في مجموع عمودها كما هو وارد في الجدول الآتي:

الآباء	الأبناء			المجموع
	O^+	O^-	A^+	
O^+	0.04	0.228571	0.12307	0.39165
O^-	0.09	0.014286	0.27692	0.38121
A^+	0.25	0.057143	0.06923	0.37637
المجموع	0.38	0.3	0.6923	1.14923

ثم نعوض في العلاقة (4 − 33) للحصول على قيمة c ، فنجد:

$$c = 1.149231$$

وللحصول على قيمة معامل التصاحب نعوض في العلاقة (4 − 32) ، فنجد:

$$r_c = \sqrt{1 - \frac{1}{1.149231}} = 0.36035$$

الارتباط ضعيف وطردي بين نوع الدم بالنسبة للأبناء والآباء .

و لإيجاد قيمة χ^2 نطبق العلاقة (4 – 34) ،فنجد:

$$\chi^2 = \frac{(90)^2.(0.36035)^2}{1-(0.36035)^2} = 13.43$$

3 – إيجاد القيمة الجدولية $9.49 = {\chi^2}_{(0.05,4)}$ عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$ و(4)درجات .

4 – المقارنة واتخاذ القرار:

نلاحظ أن القيمة الفعلية المحسوبة هي أكبر من القيمة الجدولية،لذلك نرفض H_0 والقائلة بأنه لا توجد علاقة بين نوع الدم بالنسبة للأبناء والآباء.

تمارين عامة

1 – لدراسة العلاقة بين المستوى التعليمي للزوج والمستوى التعليمي للزوجة، سحبنا عينة بحجم 10 أسر، فحصلنا على النتائج كما هي مبينة في الجدول الآتي:

التسلسل	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
مستوى تعليم الزوج	أمي	ملم	ابتدائي	إعدادي	ثانوي	متوسط	جامعي	ملم	ابتدائي	جامعي
مستوى تعليم الزوجة	ملمة	أمية	إعدادية	ثانوية	ابتدائية	ملمة	جامعية	ثانوية	جامعية	ابتدائية

والمطلوب دراسة العلاقة بين المستوى التعليمي للزوج والمستوى التعليمي للزوجة بمستوى دلالة 0.05 .

2 – اختبر فرضية وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين تقديرات مادة الإحصاء وتقديرات مادة الرياضيات عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$، إذا علمت البيانات الآتية:

تقديرات الإحصاء	ممتاز	ممتاز	جيد جدا	ممتاز	ممتاز	جيد جدا	ممتاز	جيد	جيد جدا	ممتاز	جيد
تقديرات الرياضيات	جيد جدا	جيد	جيد جدا	ممتاز	ممتاز	ممتاز	جيد	جيد جدا	ممتاز	جيد	

3 – ادرس العلاقة الارتباطية بين الحالة التعليمية والجنس من خلال البيانات الآتية:

التسلسل	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الحالة التعليمية	أمي	إعدادي	ابتدائي	ثانوي	إعدادي	جامعي	إعدادي	أمي	ثانوي	ابتدائي
الجنس	ذكر	أنثى	أنثى	أنثى	ذكر	ذكر	أنثى	أنثى	ذكر	أنثى

4 – ادرس فيما إذا كانت هناك علاقة بين الدخل الأسبوعي للفرد وحيازته على شهادة عليا، وذلك من خلال البيانات التالية المأخوذة من عينة مؤلفة من 10 موظفين عند مستوى دلالة $\alpha = 0.05$.

التسلسل	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الدخل ل.س	2400	1500	3000	200	3500	4000	1000	1200	1600	1900
حيازة شهادة عليا	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1

لقد رمزنا بـ 1 لحيازة الموظف شهادة عليا، وبـ 0 على عدم حيازته عليها .

5 – في دراسة لقوة العمل حسب الحالة العملية والجنس، تبين لنا الآتي:

الجنس	الحالة العملية		المجموع
	مشتغل	متعطل	
ذكر	320	150	470
أنثى	130	80	210
المجموع	450	230	680

والمطلوب اختبار فيما إذا كان هناك اقتران بين الجنس والحالة بمستوى دلالة $\alpha = 0.05$.