استخراج محتوى فيديو تعليمي

اختبار كروسكال واليس
Kruskal-Wallis Test

شرح مفصل للخطوات والشروط والتطبيقات

المصدر: فيديو YouTube - اختبار كروسكال واليس Kruskal Wallis
رابط الفيديو: https://youtu.be/rI5RiHlIydc
تاريخ الاستخراج: أبريل 2026

تحليل إحصائي غير معلمي

فهرس المحتويات

1. مقدمة عن اختبار كروسكال واليس
2. متى نحتاج اختبار كروسكال واليس؟
3. شروط استخدام الاختبار
4. خطوات إجراء اختبار كروسكال واليس
5. صيغة إحصاء كروسكال واليس (H)
6. تحديد الفرضيات
7. تفسير النتائج
8. الاختبارات اللاحقة (Post-Hoc)
9. مقارنة مع اختبار ANOVA
10. مجالات التطبيق
11. مزايا وقيود الاختبار

1. مقدمة عن اختبار كروسكال واليس

اختبار كروسكال واليس (Kruskal-Wallis Test) هو اختبار إحصائي غير معلمي (Non-parametric) يُستخدم لمقارنة ثلاث مجموعات أو أكثر من البيانات المستقلة عن بعضها البعض. يُعد هذا الاختبار البديل غير المعلمي لاختبار تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA)، ويُطبَّق عندما لا تتوفر شروط استخدام الاختبارات المعلمية التقليدية، وعلى رأسها شرط التوزيع الطبيعي للبيانات.

طوَّر هذا الاختبار العالمان ويليام كروسكال (William Kruskal) وألين واليس (W. Allen Wallis) في عام 1952، ومنذ ذلك الحين أصبح من أهم الأدوات الإحصائية في البحث العلمي. ويعتمد الاختبار على ترتيب البيانات ضمن المجموعات (Ranks) بدلاً من مقارنة المتوسطات الحسابية، مما يجعله أقل تأثراً بالقيم المتطرفة وانتهاك افتراض التوزيع الطبيعي.

تقوم الفكرة الأساسية للاختبار على مقارنة مجموع الرتب بين المجموعات المختلفة لمعرفة ما إذا كانت هذه المجموعات تنتمي إلى مجتمع إحصائي واحد أم أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية بينها. فإذا كانت الرتب موزعة بشكل متساوٍ بين المجموعات، فإن ذلك يشير إلى عدم وجود فروق جوهرية، أما إذا كانت هناك مجموعة تتركز فيها الرتب العالية وأخرى تتركز فيها الرتب المنخفضة، فإن ذلك يدل على وجود اختلافات معنوية.

2. متى نحتاج اختبار كروسكال واليس؟

يتم اللجوء إلى اختبار كروسكال واليس في عدة حالات محددة تجعل استخدامه ضرورياً ومنهجياً، ومن أبرز هذه الحالات:

> **عندما لا تكون البيانات موزعة توزيعاً طبيعياً:** في العديد من الدراسات، لا تكون البيانات التي يتم جمعها موزعة توزيعاً طبيعياً (مثل البيانات التي تحتوي على قيم شاذة أو غير متجانسة). في هذه الحالات، يصعب استخدام اختبارات معلمية مثل ANOVA، وهنا يأتي دور اختبار كروسكال واليس ليكون الخيار الأمثل.

عندما تكون البيانات غير متجانسة: يُستخدم هذا الاختبار عندما تكون هناك اختلافات كبيرة في التباين بين المجموعات التي نقارنها، إذ يمكن أن يحدث هذا في البيانات ذات التباين غير المتساوي بين المجموعات.

البيانات الرتبية أو الفئوية: يُعد هذا الاختبار مثالياً عندما تكون البيانات نوعية أو رتبية، مثل تصنيف الأشخاص أو الأشياء ضمن فئات معينة (مثل التقييمات أو التفضيلات على مقاييس ليكرت) بدلاً من قياسات رقمية دقيقة.

- **الحاجة إلى مقارنة أكثر من مجموعتين مستقلتين** في ظل بيانات لا تتبع التوزيع الطبيعي.
- **الرغبة في تحليل بيانات رتبية** ناتجة عن استبانات أو مقاييس ليكرت واسعة الاستخدام في البحوث التربوية والاجتماعية.
- **تجنب القيود الصارمة** التي يفرضها تحليل التباين البارامتري عند غياب شروطه.
- **التعامل مع عينات صغيرة الحجم** لا تسمح باستخدام الاختبارات التقليدية بكفاءة.
- **الحفاظ على سلامة النتائج الإحصائية** دون التضحية بالمنهجية العلمية.

3. شروط استخدام اختبار كروسكال واليس

يُعد اختبار كروسكال من أهم الاختبارات اللامعلمية لمقارنة أكثر من مجموعتين مستقلتين، غير أن تطبيقه السليم يتطلب الالتزام بجملة من الشروط المنهجية التي تضمن صحة النتائج ودقة تفسيرها:

- **استقلال المجموعات:** أن تكون المجموعات مستقلة استقلالاً تاماً، بحيث لا يوجد أي ارتباط أو تداخل بين أفراد المجموعات المختلفة. كل فرد يجب أن ينتمي إلى مجموعة واحدة فقط.
- **طبيعة البيانات:** أن تكون البيانات رتبية أو كمية غير موزعة توزيعاً طبيعياً، وهو الأساس الذي يبرر استخدام اختبار غير معلمي بدلاً من الاختبارات المعلمية.

- **عدم تحقق شروط ANOVA:** استخدام الاختبار عند عدم تحقق شروط تحليل التباين الأحادي، خاصة شرط التوزيع الطبيعي وشرط تجانس التباين.
- **قابلية الترتيب:** أن يكون المتغير التابع قابلاً للترتيب، لأن الاختبار يعتمد على الرتب لا القيم العددية الأصلية.
- **تقارب أشكال التوزيع:** يُفضَّل تقارب أشكال التوزيع بين المجموعات، حتى لا تكون الفروق ناتجة عن اختلافات شكلية حادة في التوزيع.
- **ملاءمة مقاييس ليكرت:** ملاءمة الاختبار للدراسات التي تعتمد على مقاييس ليكرت والاستبانات التقديرية الشائعة في البحوث التربوية والاجتماعية.
- **إمكانية الاستخدام مع العينات الصغيرة:** يمكن استخدامه مع عينات صغيرة أو متوسطة الحجم لا تسمح بتطبيق الاختبارات المعلمية بكفاءة.

4. خطوات إجراء اختبار كروسكال واليس

يُعد تطبيق اختبار كروسكال واليس إجراءً منهجياً منظمًا يهدف إلى الكشف عن الفروق بين أكثر من مجموعتين مستقلتين عندما لا تتحقق شروط الاختبارات المعلمية. ويعتمد نجاحه على الالتزام بتسلسل واضح في الخطوات التحليلية التالية:

1 تحضير البيانات ودمجها

تبدأ عملية تطبيق اختبار كروسكال واليس بدمج بيانات جميع المجموعات في قائمة واحدة، بحيث تمثل كل مشاهدة وحدة مستقلة قابلة للمقارنة. يجب التأكد من وجود ثلاث مجموعات أو أكثر من البيانات المستقلة، وأن البيانات غير موزعة توزيعاً طبيعياً، وأن البيانات رتبية أو نوعية (مثل التصنيفات أو التقييمات). هذا الدمج يضمن شمول التحليل وعدم تجزئة البيانات بصورة تؤثر في النتائج.

2 ترتيب القيم ترتيباً تصاعدياً

في هذه الخطوة تُرتَّب جميع القيم المدمجة من الأصغر إلى الأكبر، بغض النظر عن المجموعة التي تنتمي إليها كل قيمة. يعتمد كروسكال على الرتب بدلاً من القيم العددية الأصلية، مما

يسمح بتجاوز مشكلات عدم التوزيع الطبيعي والقيم المتطرفة.

3 إسناد الرتب للقيم بعد الترتيب

تُمنح كل قيمة رتبتها المناسبة داخل الترتيب العام المدمج. في حال تساوي قيمتين أو أكثر (Tied Values)، تُعطى رتباً متوسطة (Mid-rank)، وذلك حفاظاً على العدالة الإحصائية في توزيع الرتب بين المشاهدات. مثلاً، إذا تساوت القيمتان الرابعة والخامسة، تأخذ كل منهما رتبة 4.5 وهي متوسط الرتبتين.

4 حساب مجموع الرتب لكل مجموعة

بعد تحديد الرتب، يُحسب مجموع الرتب الخاصة بكل مجموعة على حدة (Ri). يُعد هذا المجموع المؤشر الأساسي الذي يُستخدم لاحقاً في قياس الفروق بين المجموعات. إذا كانت المجموعات متشابهة، فإن مجموعات الرتب ستكون متقاربة، أما إذا كانت هناك فروق كبيرة، فستظهر اختلافات واضحة في مجموعات الرتب.

5 حساب إحصاء كروسكال واليس (H)

تُستخدم مجاميع الرتب وأحجام العينات لحساب قيمة إحصاء كروسكال واليس (H)، وهي القيمة التي تعكس حجم الاختلاف بين المجموعات مقارنة بالتباين داخلها. كلما زادت قيمة H، دلَّ ذلك على وجود فروق أكبر بين المجموعات. (انظر صيغة الحساب في القسم التالي).

6 تحديد درجة الحرية

تُحسب درجة الحرية (df) بناءً على عدد المجموعات الداخلة في التحليل باستخدام الصيغة: df = k - 1، حيث k هو عدد المجموعات. تُستخدم هذه القيمة ضمن الإطار التفسيري لإحصاء H والدلالة الإحصائية.

7 استخراج قيمة الدلالة الإحصائية (p-value)

تُستخرج قيمة p من خلال مقارنة قيمة H مع التوزيع الاحتمالي المناسب (توزيع كاي-تربيعع عند كبر حجم العينات). وهي التي تُستخدم للحكم على ما إذا كانت الفروق بين المجموعات ذات دلالة إحصائية أم لا.

8 الحكم على وجود فروق ذات دلالة إحصائية

عندما تكون قيمة p أقل من مستوى الدلالة المعتمد (غالباً 0.05)، يُستدل على وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات ويتم رفض الفرضية الصفرية. أما إذا كانت قيمة p أكبر من 0.05، فلا يمكن رفض الفرضية الصفرية، مما يعني عدم وجود فروق دالة إحصائياً. تجدر الإشارة إلى أن الاختبار لا يحدد أي المجموعات تختلف عن غيرها، بل يكتفي بإثبات وجود فروق عامة.

9 اللجوء إلى اختبارات لاحقة عند ثبوت الدلالة

عند ثبوت الدلالة الإحصائية (رفض H0)، يلجأ الباحث إلى اختبارات لاحقة غير معلمية لتحديد أي المجموعات تختلف عن غيرها، منعاً للتعميم غير الدقيق. من أشهر هذه الاختبارات: اختبار Mann-Whitney U للمقارنات الزوجية، واختبار Dunn للمقارنات المتعددة.

10 تنفيذ الاختبار وتوثيق الإجراءات برمجياً

تُنفذ هذه الخطوات باستخدام برامج الإحصاء مثل SPSS أو R أو Python، ويجب على الباحث توثيق جميع الإجراءات الحسابية والبرمجية داخل منهجية البحث لضمان الشفافية والمصداقية. في برنامج SPSS، يمكن إجراء الاختبار من خلال القائمة: Analyze > Nonparametric Tests > Legacy Dialogs > K Independent Samples.

5. صيغة إحصاء كروسكال واليس (H)

تُحسب قيمة إحصاء كروسكال واليس (H) باستخدام الصيغة التالية التي تعتمد على مجموعات الرتب وأحجام العينات:

$$H = [12 / N(N+1)] \times SUM(Ri^2/ni) - 3(N+1)$$

حيث:

- **N:** العدد الكلي لجميع المشاهدات في جميع المجموعات.
- **k:** عدد المجموعات المستقلة.
- **ni:** عدد المشاهدات في المجموعة i.
- **Ri:** مجموع رتب المجموعة i.

تصحيح القيم المتساوية (Ties): عندما توجد قيم متساوية في البيانات، يُطبَّق تصحيح على قيمة H بقسمتها على معامل التصحيح C. معامل التصحيح يُحسب كالتالي: $C = 1 - SUM(t^3 - t) / (N^3 - N)$، حيث t هو عدد القيم المتساوية في كل مجموعة من القيم المتساوية. القيمة المصححة $H' = H / C$ تكون عادة أكبر قليلاً من H غير المصححة.

6. تحديد الفرضيات

كبقية الاختبارات الإحصائية، يبدأ اختبار كروسكال واليس بتحديد فرضيتين:

الفرضية الصفرية (H0): لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات، أي أن جميع المجموعات تنتمي إلى مجتمع إحصائي واحد وتتساوى في توزيعاتها. بمعنى آخر، لا يوجد فرق حقيقي بين المجموعات فيما يتعلق بالمتغير المدروس.

> **الفرضية البديلة (H1):** هناك فرق دال إحصائياً بين المجموعات، أي أن هناك على الأقل مجموعة واحدة تختلف عن الأخريات في توزيعها. يجب ملاحظة أن الاختبار لا يحدد أي المجموعات تختلف، بل يشير فقط إلى وجود اختلاف عام.

يتم اختيار مستوى الدلالة (alpha) عادة عند 0.05 أو 0.01 حسب صرامة البحث. إذا كانت قيمة p أقل من مستوى الدلالة المختار، يتم رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة.

---

7. تفسير النتائج

يتطلب تفسير نتائج اختبار كروسكال واليس فهماً دقيقاً لطبيعة مخرجاته غير المعلمية. فيما يلي الخطوات التفسيرية الأكاديمية:

أ. قراءة قيمة إحصاء كروسكال واليس (H)

تعكس قيمة H مقدار التباين بين المجموعات مقارنة بالتباين داخلها. وكلما ارتفعت قيمة H دلَّ ذلك على اتساع الفروق المحتملة بين المجموعات قيد الدراسة. القيمة الصغرية لـ H تقترب من الصفر عندما تكون الرتب موزعة بشكل متساوٍ، بينما تزداد كلما زاد التفاوت في توزيع الرتب.

ب. تفسير قيمة الدلالة الإحصائية (p-value)

تُستخدم قيمة p للحكم على الدلالة الإحصائية؛ فإذا كانت أقل من 0.05 (غالباً)، فهذا يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات. أما إذا تجاوزت هذا الحد فتُعد الفروق غير معنوية. ينبغي تفسير قيمة H في ضوء درجة الحرية المرتبطة بعدد المجموعات، لأن هذا الربط يضمن قراءة صحيحة للنتائج ويمنع التفسير المجتزأ.

ج. إدراك حدود الاختبار

لا يحدد اختبار كروسكال واليس أيّ المجموعات تختلف عن غيرها، بل يكتفي بإثبات وجود فروق عامة. لهذا السبب، يجب الحذر من تعميم النتائج دون إجراء اختبارات لاحقة تحدد موضع الفروق بدقة.

د. صياغة النتائج بلغة أكاديمية دقيقة

يجب أن تتضمن الصياغة الأكاديمية قيمة H ودرجة الحرية وقيمة p بوضوح، مع ربطها بسؤال البحث دون مبالغة أو استنتاجات تتجاوز ما تسمح به البيانات. مثال: "أظهر اختبار كروسكال واليس وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات الثلاث ($H(2) = 8.45$, $p = 0.015$)."

---

8. الاختبارات اللاحقة (Post-Hoc Tests)

عند رفض الفرضية الصفرية في اختبار كروسكال واليس وثبوت وجود فروق دالة إحصائياً، لا يمكننا من نتيجة الاختبار وحدها أن نحدد أي المجموعات تختلف عن الأخرى. هنا تأتي أهمية الاختبارات اللاحقة (Post-Hoc Tests) غير المعلمية التي تُجرى للمقارنات الزوجية بين المجموعات لتحديد مصدر الفروق بدقة.

اختبار مان ويتني (Mann-Whitney U)

يُستخدم هذا الاختبار لإجراء مقارنات زوجية بين كل مجموعتين من المجموعات المدروسة. يُعد البديل غير المعلمي لاختبار t للعينات المستقلة. يجب الانتباه إلى ضرورة تطبيق تصحيح بونفروني (Bonferroni Correction) عند إجراء مقارنات متعددة، وذلك بضرب قيمة p في عدد المقارنات أو تقسيم مستوى الدلالة على عددها.

اختبار دن (Dunn's Test)

يُعد اختبار دن من أكثر الاختبارات اللاحقة شيوعاً بعد كروسكال واليس، ويقوم بالمقارنة بين كل زوج من المجموعات مع الأخذ بعين الاعتبار التحكم في معدل الخطأ النوعي. يدعم هذا الاختبار تصحيحات متعددة مثل تصحيح بونفروني وتصحيح بنجاميني-هوشبرغ (Benjamini-Hochberg).

---

9. مقارنة اختبار كروسكال واليس مع اختبار ANOVA

المعيار	اختبار كروسكال واليس	اختبار ANOVA
نوع الاختبار	غير معلمي (Non-parametric)	معلمي (Parametric)

افتراض التوزيع الطبيعي	غير مطلوب	مطلوب
أساس المقارنة	الرتب (Ranks)	المتوسطات الحسابية
حساسية القيم المتطرفة	أقل تأثراً	أكثر تأثراً
نوع البيانات	رتبية أو كمية	كمية متصلة
القوة الإحصائية	أقل قليلاً (نحو 95%)	أعلى عند تحقق الشروط
الاختبار اللاحق	Dunn أو Mann-Whitney	Tukey أو Scheffe أو LSD
تجانس التباين	غير مطلوب تماماً	مطلوب

تجدر الإشارة إلى أنه إذا كانت شروط اختبار ANOVA متحققة، فإنه يُفضَّل استخدامه لأنه يمتلك قوة إحصائية أعلى. أما اختبار كروسكال واليس فيبلغ نحو 95% من قوة اختبار ANOVA عندما تكون البيانات موزعة توزيعاً طبيعياً، وقد يتفوق عليه عندما تنتهك افتراضات ANOVA بشكل واضح.

10. مجالات تطبيق اختبار كروسكال واليس

يُستخدم اختبار كروسكال واليس في العديد من المجالات البحثية التي تتطلب مقارنة بين مجموعات متعددة من البيانات غير الطبيعية، ومن أبرز هذه المجالات:

البحوث الطبية والبيولوجية

يُستخدم لمقارنة فاعلية العلاجات أو الأدوية على مجموعات مرضى مختلفة، أو لمقارنة النتائج الصحية بين فئات عمرية أو أنماط حياة متنوعة. مثلاً، مقارنة تأثير ثلاثة أنواع من العلاج الطبيعي على مستوى الألم لدى مرضى التهاب المفاصل، حيث قد لا تكون بيانات الألم موزعة توزيعاً طبيعياً.

البحوث الاجتماعية

يُستخدم في الدراسات الاجتماعية لمقارنة الآراء أو المواقف تجاه قضايا معينة بين فئات ديموغرافية متنوعة. مثلاً، مقارنة مستوى الرضا عن الخدمات العامة بين سكان ثلاث مناطق جغرافية مختلفة باستخدام مقياس ليكرت.

دراسات التعليم

يُستخدم لمقارنة أداء الطلاب في برامج أو أساليب تعليمية مختلفة، وكذلك لتقييم تفضيلات الطلاب والمعلمين. مثلاً، مقارنة نتائج الطلاب في ثلاث طرق تدريس مختلفة (تقليدية، تفاعلية، إلكترونية).

أبحاث السوق والتحليل التجاري

يُساعد في مقارنة تفضيلات العملاء تجاه منتجات أو خدمات مختلفة بين فئات عمرية أو جغرافية متنوعة. مثلاً، مقارنة تقييم العملاء لثلاث علامات تجارية مختلفة بناءً على رتب التفضيلات.

البحوث النفسية

يُستخدم لمقارنة تأثير العلاجات النفسية أو التدخلات السلوكية على مجموعات مرضى، أو لمقارنة السلوكيات بين فئات عمرية أو ثقافية. مثلاً، مقارنة مستوى القلق بين ثلاث مجموعات علاجية مختلفة.

دراسات البيئة

يُستخدم لمقارنة جودة البيئة في مناطق جغرافية مختلفة، مثل مقارنة مستويات التلوث بين مدن أو مناطق. مثلاً، مقارنة جودة الهواء بين ثلاث مناطق صناعية مختلفة باستخدام بيانات قد تحتوي على قيم متطرفة.

---

11. مزايا وقيود اختبار كروسكال واليس

المزايا

- **مرونة في التعامل مع البيانات غير الطبيعية:** بما أن الاختبار لا يعتمد على فرضية التوزيع الطبيعي، فإنه يمكن استخدامه مع العديد من أنواع البيانات التي قد لا تكون متوافقة مع الفرضيات التي تعتمد عليها الاختبارات المعلمية التقليدية.
- **سهولة التطبيق:** مقارنةً ببعض الاختبارات المعقدة، يُعد اختبار كروسكال واليس سهل التطبيق ويعطي نتائج دقيقة، ويتوفر في معظم برامج الإحصاء.

- **إجراء تحليل متعدد المجموعات:** يمكن مقارنة أكثر من مجموعتين في نفس الوقت باستخدام هذا الاختبار، مما يوفر الوقت والجهد في التحليل مقارنة بإجراء مقارنات زوجية متعددة.
- **أقل تأثراً بالقيم المتطرفة:** بما أن الاختبار يعتمد على الرتب، فإن القيم المتطرفة لا تؤثر فيه بشكل كبير كما هو الحال في الاختبارات المعلمية.
- **ملاءمة للبيانات الرتبية:** يُعد الخيار الأمثل للبيانات المقاسة على مقاييس رتبية مثل مقاييس ليكرت الشائعة في البحوث.

القيود

- **لا يحدد مصدر الفروق:** الاختبار يكشف وجود فروق عامة بين المجموعات لكنه لا يحدد أي المجموعات تختلف عن الأخرى، مما يستدعي إجراء اختبارات لاحقة إضافية.
- **قوة إحصائية أقل:** عندما تكون شروط ANOVA متحققة، يكون اختبار كروسكال واليس أقل قوة إحصائية منه بنسبة تتراوح عادة بين 3-5%، مما يعني أنه قد يفشل في كشف فروق موجودة فعلاً.
- **فقدان المعلومات:** تحويل البيانات إلى رتب يؤدي إلى فقدان بعض المعلومات العددية الدقيقة، خاصة المسافات بين القيم.
- **لا يصلح للمجموعات المرتبطة:** لا يمكن استخدام هذا الاختبار إذا كانت المجموعات ليست مستقلة عن بعضها البعض (كحالة القياسات المتكررة)، حيث يُستخدم بدلاً منه اختبار فريدمان (Friedman Test).
- **تأثير القيم المتساوية:** كثرة القيم المتساوية (Ties) في البيانات قد تؤثر على دقة النتائج وتتطلب تطبيق تصحيح إحصائي.

المحتوى مستخرج من فيديو YouTube: اختبار كروسكال واليس Kruskal Wallis
مع إثراء من مصادر علمية إحصائية عربية متعددة