

الدليل البصري لاختبار كروسكال-واليس (Kruskal-Wallis)

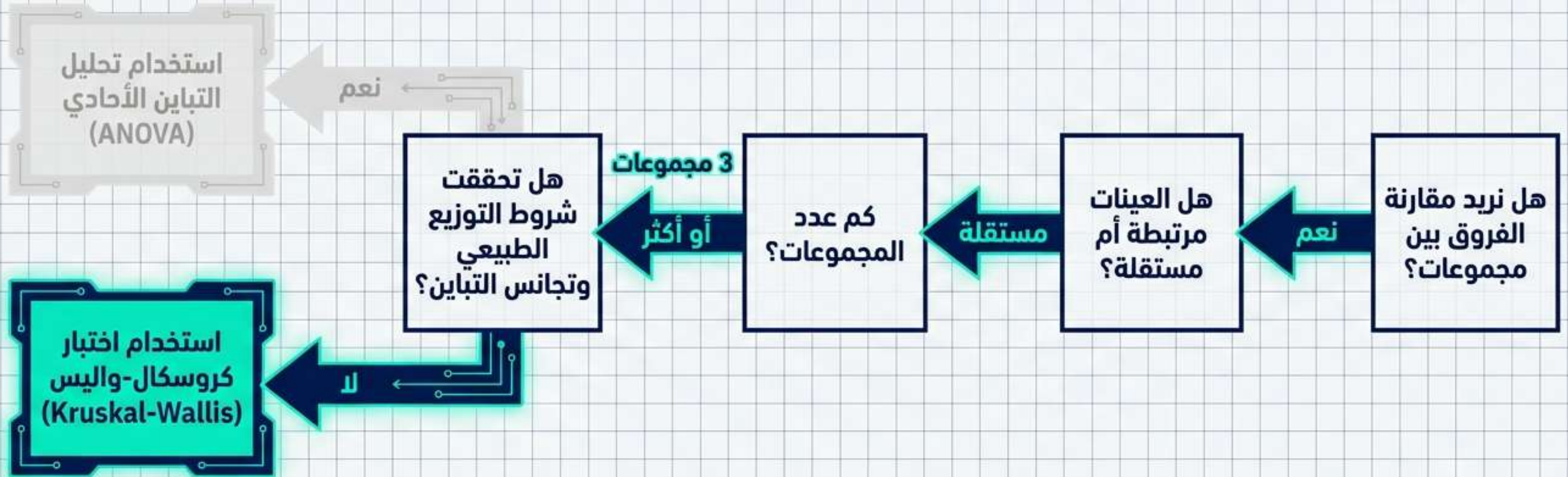
المنهجية، الآليات الرياضية، والتطبيق العملي لتقييم
الفروق في العينات المستقلة.

إعداد المادة العلمية: الدكتورة سامية بوكحيل

مقياس: الإحصاء الاستدلالي (مطبوعة بيداغوجية)

السنة الجامعية: 2025/2026

أين يقع اختبار كروسكال-واليس في خريطة الإحصاء؟



كروسكال-واليس هو "البديل اللابارامتري" القوي لتحليل التباين (ANOVA) عندما تكسر البيانات شرط التوزيع الطبيعي.

مصفوفة التشخيص: متى ننتقل إلى البديل اللابارامتري؟

اختبار كروسكال-واليس	اختبار ANOVA	
توزيع حر / لا يشترط ✓	يشترط التوزيع الطبيعي ⚠	طبيعة التوزيع
رتبية أو كمية محولة لرتب	كمية: فئوية/نسبية	نوع البيانات
أقل حساسية لأنه يعتمد على الرتب	حساس جداً ويتأثر بها	التعامل مع القيم الشاذة (Outliers)
لا يشترط تطابقه التام	شرط أساسي (Levene's Test)	تجانس التباين

إذا تحققت شروط البارامتري فهو الأقوى، وإذا اختلفت، فـ كروسكال-واليس هو الملاذ الآمن.

الشروط الهيكلية لتطبيق الاختبار



الحد الأدنى للعينة

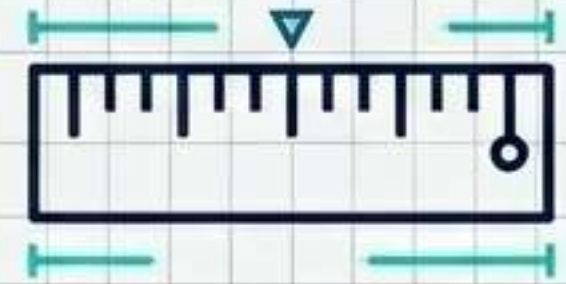
يُفضل ألا يقل حجم كل
كل عينة فرعية عن 5
مفردات لضمان دقة
الاستدلال الإحصائي.



عدد المجموعات

يجب أن يتجاوز عدد
المجموعات المستقلة
مجموعتين ($k \geq 3$).

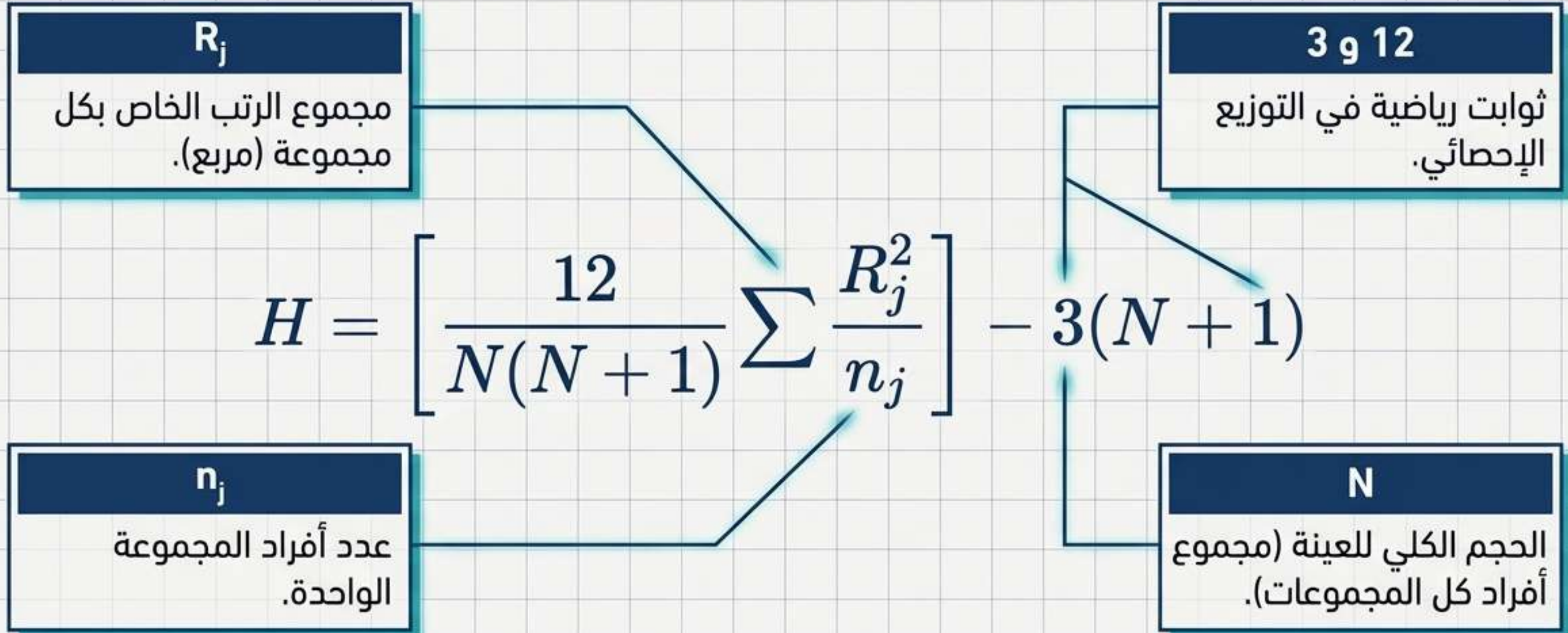
(ملاحظة: لمجموعتين نستخدم
اختبار مان-ويتني).



طبيعة المتغيرات

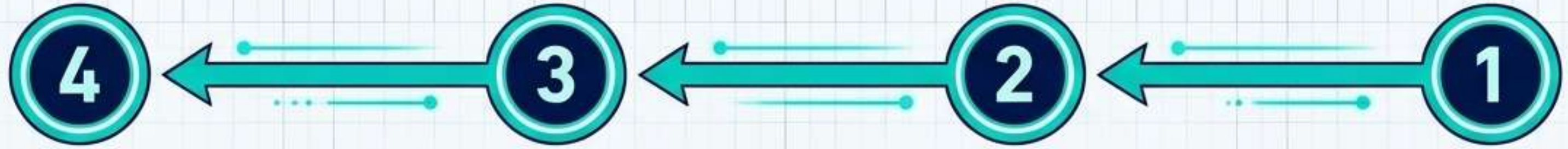
البيانات يجب أن تكون
رتباً في الأصل، أو بيانات
كمية يتم تحويلها
إلى رتب (من
الأصغر للأكبر).

التشريح المعرفي لمعادلة كروسكال-واليس (H)



الشق الأول من المعادلة يقيس "تباين الرتب"، بينما الشق الثاني يُعدل النتيجة كعامل تصحيح.

محرك المعالجة: كيف تتحول البيانات إلى رتب؟



الدمج - Pooling

تجميع كل بيانات المجموعات المستقلة في سلة واحدة (وعاء بيانات واحد).



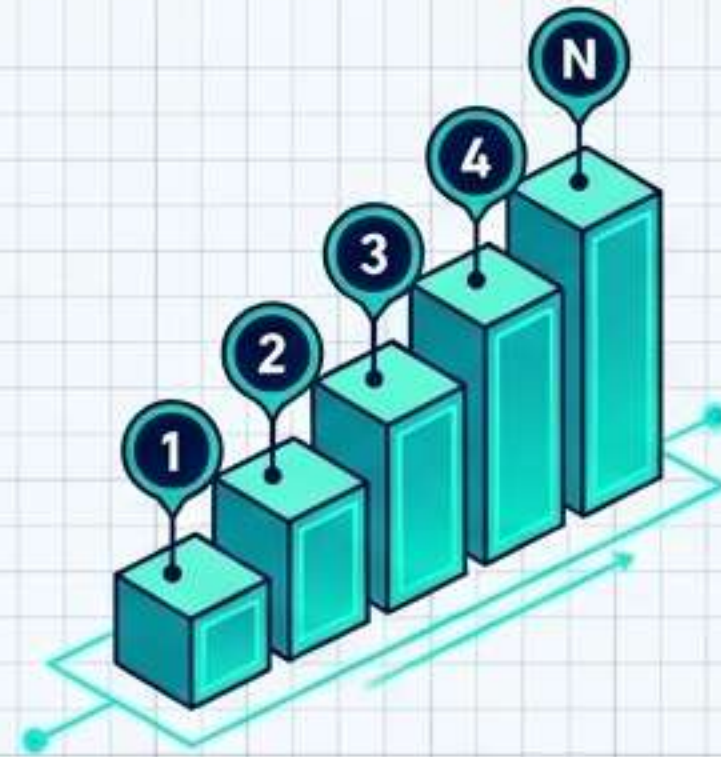
الفرز - Sorting

ترتيب القيم تصاعدياً من أصغر قيمة إلى أكبر قيمة بغض النظر عن انتمائها.



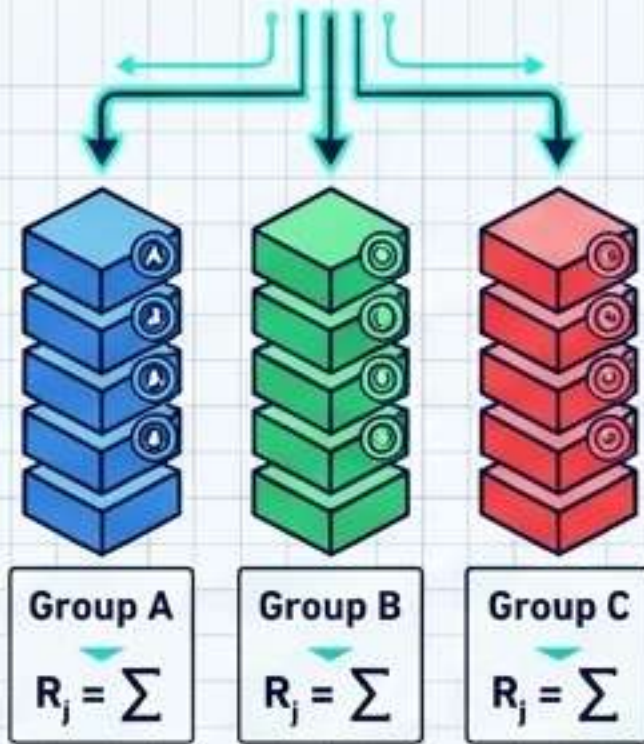
الترتيب - Ranking

إعطاء الرتبة (1) لأصغر قيمة، و (2) للتي تليها، وصولاً لآخر قيمة (N).

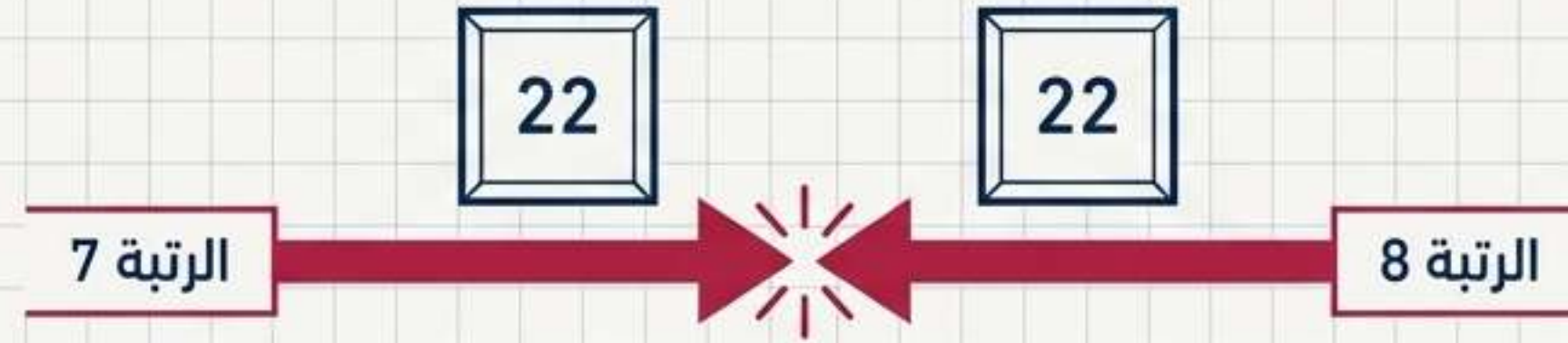


الفصل - Splitting

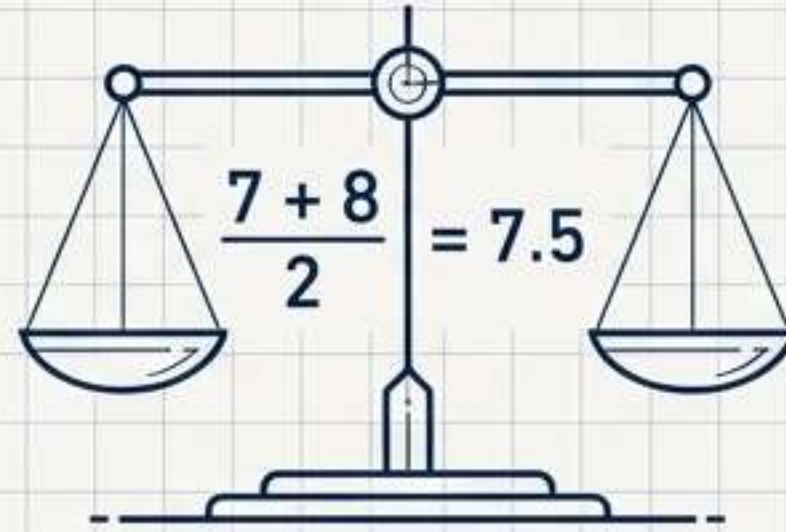
إعادة كل قيمة (برتبها الجديدة) إلى مجموعتها الأصلية لجمع رتب كل مجموعة (R_j).



بروتوكول فض النزاع: التعامل مع الرتب المتساوية (Ties)



قيمتين متساويتين تتنازعان على رتبتين!



لا يمكن إعطاء رتبة أعلى لقيمة متساوية، لذا يتدخل المتوسط الحسابي لتوزيع الرتب بالعدل لتفادي التحيز.

لوحة التتبع (تطبيق عملي): تقييم أداء العمال

قامت مؤسسة إنتاجية بتدريب 24 عاملاً على آلة جديدة، تم تقسيمهم بالتساوي على 3 مصالح (8 عمال في كل مصلحة). تم تقييم أدائهم بدرجات كمية. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المصالح الثلاث؟

مصلحة الصيانة

$$n_3 = 8$$

21	5	18	23
22	8	32	28

مصلحة الإنتاج

$$n_2 = 8$$

11	29	34	33
47	37	38	48

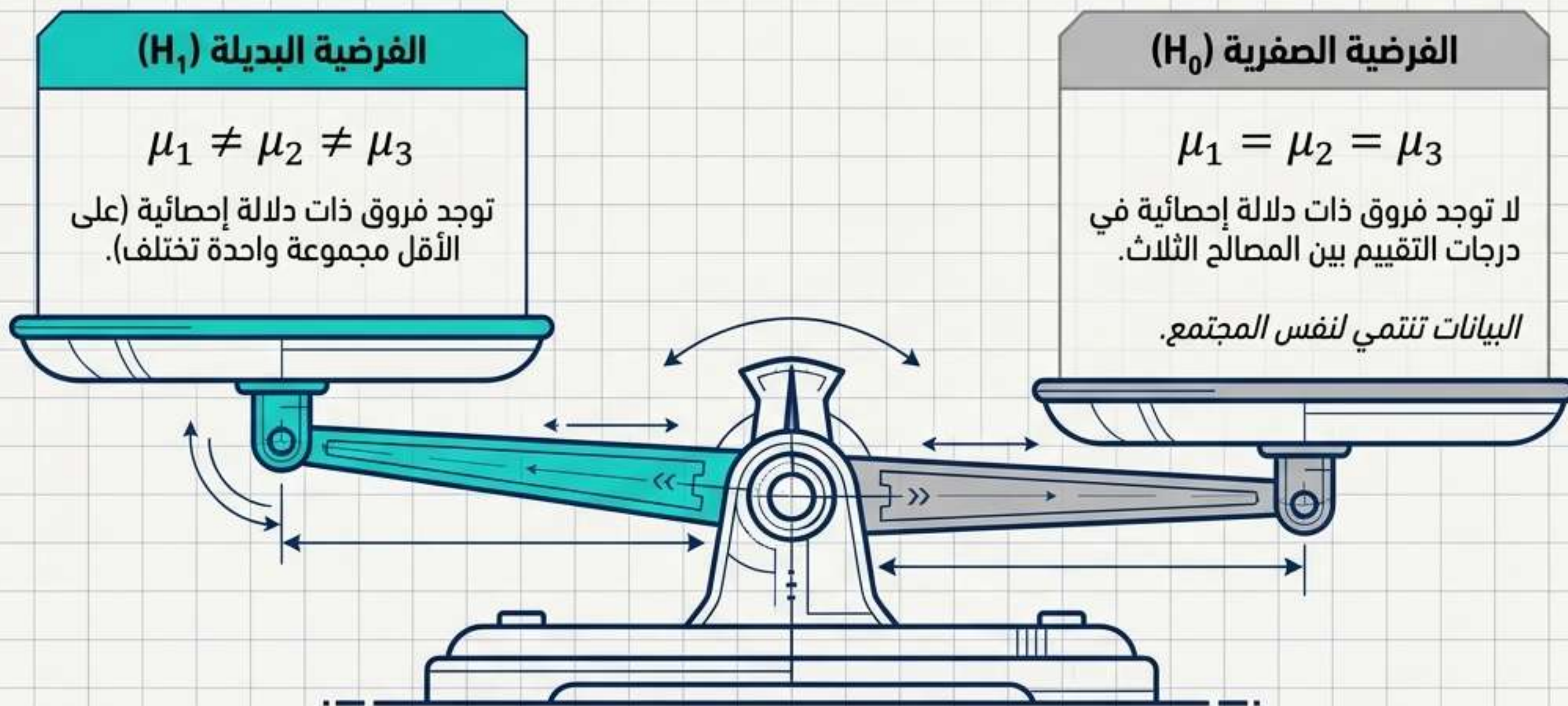
مصلحة التطوير

$$n_1 = 8$$

25	22	31	19
40	26	30	35

الإجمالي: $N = 24$

الخطوة 1: صياغة الفرضيات الإحصائية وتحديد مستوى الدلالة



تحديد مستوى الدلالة المعتمد: $\alpha = 0.05$ | (مستوى الثقة 95%)

الخطوة 2: دمج البيانات، ترتيبها، واستخراج الرتب



الآن، نعيد هذه الرتب إلى جداولها الأصلية لتجميعها.

الخطوة 3: فصل البيانات وحساب مجاميع الرتب (R_j)

مصلحة الصيانة (R_3)

$$\sum (6 + 1 + 4 + \dots + 12) =$$

57.5

مصلحة الإنتاج (R_2)

$$\sum (3 + 13 + 18 + \dots + 24) =$$

139

مصلحة التطوير (R_1)

$$\sum (10 + 7.5 + 15 + \dots + 19) =$$

103.5

ضمان جودة الحساب: مجموع الرتب الثلاث يجب أن يساوي $N(N+1)/2$.



الخطوة 4: التعويض في المعادلة واستخراج قيمة (H) المحسوبة

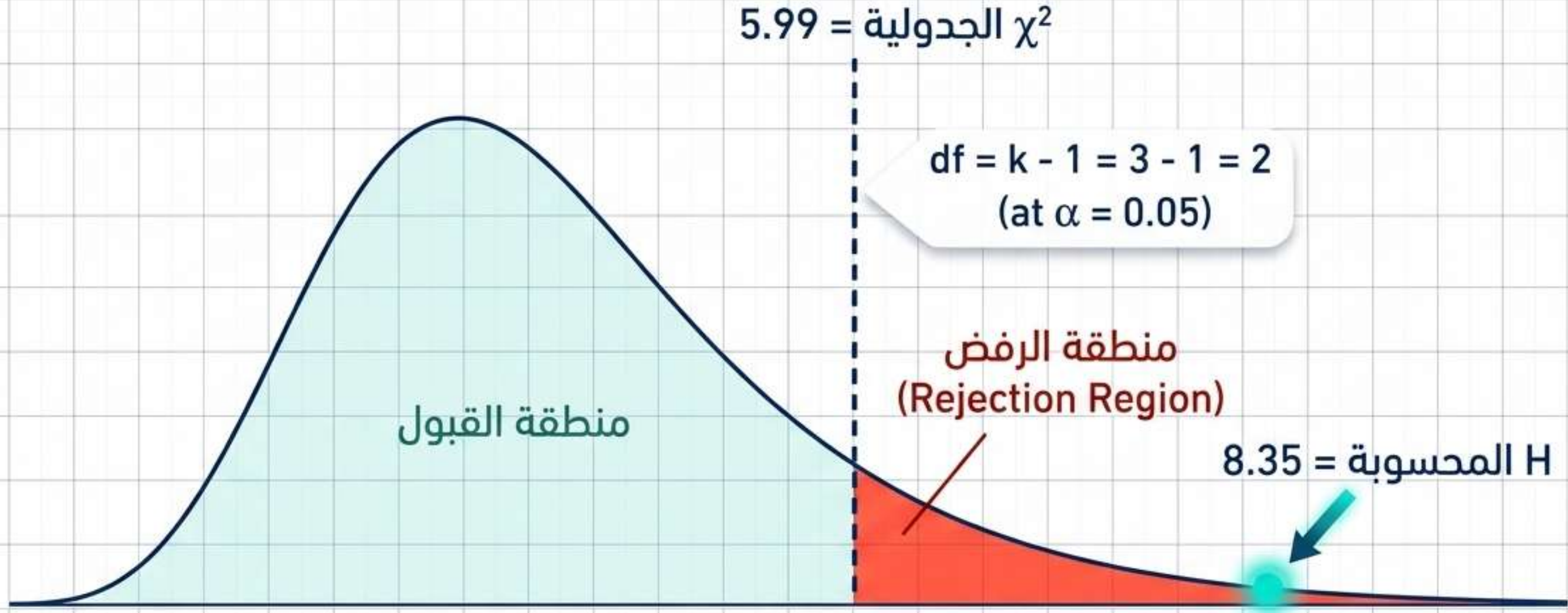
$$H = \left[\frac{12}{24(24+1)} * \left(\frac{(103.5)^2}{8} + \frac{(139)^2}{8} + \frac{(57.5)^2}{8} \right) \right] - 3(24+1)$$

$$H = \left[\frac{12}{600} * (1339.03 + 2415.12 + 413.28) \right] - 75$$

$$H = [0.02 * 4167.43] - 75$$

H المحسوبة = 8.35

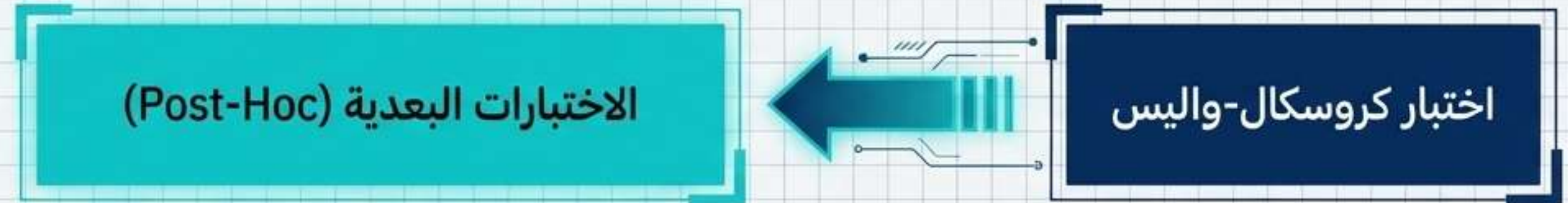
الخطوة 5: منحى اتخاذ القرار الإحصائي



5.99 > 8.35 ← القرار: رفض الفرضية الصفرية (H_0) وقبول الفرضية البديلة (H_1).
توجد فروق دالة إحصائية بين المصالح.

توليف المسار: ماذا بعد رفض الفرضية الصفرية؟

كروسكال-واليس يخبرنا بـ "وجود" فرق، لكنه لا يخبرنا "أين" يقع هذا الفرق لصالح أي مصلحة!



- يتوجب إجراء مقارنات زوجية (Pairwise Comparisons) لتحديد مصدر الفروق بدقة.
- المقارنات المطلوبة: (التطوير vs الإنتاج)، (التطوير vs الصيانة)، (الإنتاج vs الصيانة).
- الأدوات المقترحة: اختبار دان (Dunn) أو مان-ويتني (Mann-Whitney) لكل زوج.

الإحصاء الاستدلالي ليس مجرد معادلات، بل هو سلسلة من القرارات المتصلة لكشف الحقيقة وراء البيانات.