الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد الشريف مساعدية – سوق أهراس
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

قسم: التعليم الأساسي

المستوى: الثانية ليسانس

الشعبة: تدريب رياضي + نشاط بدني رياضي تربوي + إدارة وتسييررياضي

التخصص: جميع التخصصات

مطبوعة دروس في مقياس

الإحـــــصـــــاء الاســـــتـــــدلالي

من إعداد:

د. قعقاع توفيق

أستاذ محاضر صنف "ب"

2026-2025

واجهة تعريفية:

التعريف بالأستاذ:

الاسم واللقب: قعقاع توفيق

الرتبة: محاضر "ب"

الإيمايل المهني:t.gagaa@univ-soukahras.dz

الاسم على google scholar: t.gagaa@univ-soukahras.dz

التعريف بالمادة:

- **التخصص: جميع التخصصات**
- **المستوى: الثانية ليسانس**
- **السداسي: الثالث**
- **عنوان الوحدة: وحدات التعليم الأساسية**
- **المادة: الإحصاء الاستدلالي**
- **نوع المطبوعة: دروس**
- **المعامل: 02**
- **الأرصدة: 04**

1. أعمال موجهة نعم [x] **أعمال تطبيقية نعم** [ ] **لا** [ ]

- **لغة التدريس: اللغة العربية**
- **التقييم: المتابعة الدائمة والامتحانات**

المدة المقدرة: 14 أسبوع

- **الحجم الساعي الأسبوعي للدروس (1 ساعة و30 دقيقة) أعمال موجهة (1ساعة و30 دقيقة)**
- **عدد الصفحات** [100]

أهداف تعليمية:

- تعريف مفاهيم الإحصاء الاستدلالي والتمييز بينه وبين الإحصاء الوصفي.
- فهم مفاهيم المجتمع الإحصائي، العينة، المعلمة، والإحصاء.
- إجراء اختبار (t-test) للعينات المستقلة والمرتبطة.
- إجراء اختبار (Pearson) واختبار (Spearman).

- إجراء اختبار التباين والانحدار.
- استخدام برامج التحليل الإحصائي (SPSS) لإدخال البيانات وتحليلها.
- التطبيقات العملية في البحوث الرياضية.

المعارف المسبقة المطلوبة:

- معرفة القواعد الأساسية للتخصص من خلال التوجيهات والمفاهيم ذات الصلة .
- مفهوم الإحصاء الاستدلالي وأهدافه في تعميم نتائج العينة على المجتمع الإحصائي.
- اختبار الفرضيات الإحصائية (صياغة الفرضيات، مستوى الدلالة، قيمة p، أنواع الأخطاء).
- الاختبارات الإحصائية المعلمية (t–test، ANOVA، معامل ارتباط بيرسون....الخ).
- طريقة التقييم المتابعة الدائمة والامتحان

محتوى المادة:

1. مقدمة في الاحصاء الاستدلالي.
2. الفرضيات الاحصائية وأنواع الاخطاء.
3. اختبارات "ت" ستيودنت T Studet's.
4. تحليل التباين ANOVA.
5. معاملات الارتباط (بيرسون – سبيرمان).
6. معامل الانحدار.
7. مدخل لاستخدام البرامج الاحصائية.
8. تطبيقات عملية في البحوث الرياضية.

قائمة المحتوى

رقم	عنوان	رقم الصفحة
❖	**مقدمة: مدخل عام للمقياس**	**5**
❖	**المحاضرة الاولى: مقدمة في الإحصاء الاستدلالي**	**9**
❖	**المحاضرة الثانية: الفرضيات الاحصائية وأنواع الأخطاء**	**22**
❖	**اختبارات "ت" ستيودنت T Studet's**	
❖	**المحاضرة الثالثة: اختبار ت لعينة واحدة**	**29**
❖	**المحاضرة الرابعة: اختبار ت لعينتين مستقلتين**	**35**
❖	**المحاضرة الخامسة: اختبار ت لعينتين مترابطتين**	**45**
❖	**المحاضرة السادسة: تحليل التباين Anova**	**51**
❖	**معاملات الارتباط**	
❖	**المحاضرة السابعة: معامل الارتباط بيرسون**	**62**
❖	**المحاضرة الثامنة: معامل الارتباط سبيرمان**	**72**
❖	**المحاضرة التاسعة: معامل الانحدار**	**81**
❖	**المحاضرة العاشرة: مدخل لاستخدام البرامج الاحصائية**	**87**
❖	**المحاضرة الحادي عشر: تطبيقات عملية في البحوث الرياضية**	**94**

مقدمة:

يشكّل الإحصاء الاستدلالي أحد الأعمدة المركزية في البناء المنهجي للبحث العلمي الحديث، إذ يمثل الجسر الذي يربط بين البيانات الجزئية المستقاة من العينة والنتائج العامة المتعلقة بالمجتمع الإحصائي، وإذا كان الإحصاء الوصفي يقتصر على تنظيم البيانات وتلخيصها وعرضها باستخدام المتوسطات والانحرافات المعيارية والجداول والرسوم البيانية، فإن الإحصاء الاستدلالي يتجاوز ذلك ليعالج مسألة أعمق وأكثر تعقيدًا، تتمثل في اتخاذ قرارات علمية تحت ظروف عدم اليقين.

إن جوهر الإحصاء الاستدلالي يكمن في محاولة الإجابة عن السؤال الآتي: كيف يمكن تعميم نتائج مستخلصة من عينة محدودة الحجم على مجتمع كبير أو غير محدود؟ هذا السؤال يضعنا أمام إشكالية فلسفية ومنهجية تتعلق بطبيعة الاستقراء العلمي، وحدود المعرفة الاحتمالية، وإدارة الخطأ المحتمل في عملية التعميم. فكل عينة، مهما بلغت دقة اختيارها، لا تمثل المجتمع تمثيلًا كاملاً، بل تظل عرضة لتأثير الصدفة والتباين العشوائي، ومن هنا نشأت الحاجة إلى أدوات رياضية احتمالية تقيس مقدار هذا التباين وتحدّد درجة الثقة في النتائج.

يعتمد الإحصاء الاستدلالي على نظرية الاحتمالات كأساس رياضي، إذ تُبنى معظم إجراءاته على مفاهيم التوزيعات الاحتمالية وتوزيعات المعاينة. فعندما نسحب عينات متعددة من المجتمع نفسه، فإن الإحصاءات المحسوبة من تلك العينات (كالوسط الحسابي مثلًا) لا تكون ثابتة، بل تتوزع حول معلمة المجتمع وفق نمط يمكن وصفه رياضيًا، وهذا ما يُعرف بتوزيع المعاينة، وهو مفهوم محوري يفسر لماذا تختلف نتائج الدراسات رغم تشابه تصميمها.

وتُعد مبرهنة الحد المركزي من أهم الركائز النظرية في هذا السياق، إذ تنص على أن توزيع متوسطات العينات يقترب من التوزيع الطبيعي كلما ازداد حجم العينة، بغض النظر عن شكل توزيع المجتمع الأصلي، شريطة أن يكون الحجم كافيًا، وتكمن أهمية هذه المبرهنة في أنها تبرر استخدام التوزيع الطبيعي كأساس للعديد من الاختبارات الإحصائية، حتى في الحالات التي لا يكون فيها المجتمع طبيعيًا تمامًا.

يتفرع الإحصاء الاستدلالي إلى مسارين رئيسين: التقدير واختبار الفرضيات. ففي مجال التقدير، يسعى الباحث إلى تحديد قيمة تقريبية لمعلمة المجتمع باستخدام إحصاء العينة، سواء من خلال تقدير نقطي أو من خلال فترات الثقة التي تعكس درجة عدم اليقين المصاحبة للتقدير، أما في اختبار

الفرضيات، فيتم صياغة فرضية صفرية تمثل الوضع القائم أو عدم وجود أثر، ثم تُقارن بيانات العينة بما يُتوقع في حال صحة تلك الفرضية. فإذا تبين أن النتائج غير محتملة بدرجة كافية، يتم رفض الفرضية الصفرية لصالح الفرضية البديلة.

ويترتب على هذه العملية مفهومان أساسيان هما الخطأ من النوع الأول والخطأ من النوع الثاني. فالخطأ من النوع الأول يحدث عند رفض فرضية صحيحة، بينما يحدث الخطأ من النوع الثاني عند قبول فرضية خاطئة، ويعكس هذان المفهومان الطبيعة الاحتمالية للقرار الإحصائي؛ إذ لا يوجد يقين مطلق، بل درجات من الترجيح الاحتمالي، ومن هنا ظهرت فكرة مستوى الدلالة الإحصائية، الذي يحدد الحد الأقصى المقبول لاحتمال الوقوع في الخطأ من النوع الأول.

إضافة إلى ذلك، يرتبط الإحصاء الاستدلالي ارتباطًا وثيقًا بمفهوم القوة الإحصائية، التي تمثل احتمال اكتشاف أثر حقيقي عندما يكون موجودًا فعلاً. وتتأثر القوة الإحصائية بعدة عوامل، منها حجم العينة، وحجم الأثر، ومستوى الدلالة المختار، وتباين البيانات، لذلك فإن التخطيط الجيد للدراسة الإحصائية يتطلب تحديد حجم العينة مسبقًا بما يضمن تحقيق قوة كافية للكشف عن الفروق أو العلاقات ذات الأهمية.

ولا تقتصر أهمية الإحصاء الاستدلالي على المجال الأكاديمي، بل تمتد إلى مختلف ميادين الحياة العملية، ففي العلوم التربوية يُستخدم لتقويم البرامج التعليمية وقياس أثر التدخلات، وفي علم النفس يُستخدم لاختبار الفروق بين المجموعات وقياس فعالية العلاج، وفي الطب يُستخدم لتقييم فعالية الأدوية، وفي الاقتصاد يُستخدم لتحليل الاتجاهات واتخاذ القرارات، وفي العلوم الاجتماعية يُستخدم لدراسة الظواهر السلوكية والديموغرافية، وهكذا أصبح الإحصاء الاستدلالي أداة لا غنى عنها في اتخاذ القرار المبني على البيانات.

ومن الناحية المنهجية، يُصنَّف الإحصاء الاستدلالي إلى اختبارات بارامترية وأخرى لابارامترية. فالاختبارات البارامترية تفترض شروطًا معينة مثل اعتدال التوزيع وتجانس التباين، بينما تُستخدم الاختبارات اللابارامترية عندما لا تتحقق تلك الشروط، ويعتمد اختيار الاختبار المناسب على طبيعة البيانات ومستوى قياسها وتصميم الدراسة.

إن الفهم العميق للإحصاء الاستدلالي لا يقتصر على معرفة القوانين والصيغ الرياضية، بل يتطلب إدراك المنطق الكامن وراءها، أي فهم لماذا نستخدم اختبارًا معينًا، وما الذي تعنيه القيمة

الاحتمالية، وكيف نفسر فترات الثقة، وما حدود التعميم الممكنة. فالتحليل الإحصائي ليس غاية في ذاته، بل وسيلة لدعم التفكير العلمي المنظم، وضبط الاستنتاجات، وتقليل التحيز الشخصي.

وفي ضوء ما سبق، يمكن القول إن الإحصاء الاستدلالي يمثل الإطار المنهجي الذي يضبط العلاقة بين الجزء والكل، وبين العينة والمجتمع، وبين المشاهدة والتعميم. إنه علم إدارة الشك المنظم، وتحويل البيانات الأولية إلى معرفة قابلة للاختبار والنقد والمراجعة، ومن هنا تنبع أهميته في كل بحث يسعى إلى إنتاج معرفة علمية دقيقة تقوم على الأدلة الكمية لا على الانطباعات الشخصية.

المحاضرة الأولى

مقدمة في الإحصاء الاستدلالي

المحاضرة الأولى

مقدمة في الإحصاء الاستدلالي

تمهيد:

الإحصاء الاستدلالي هو أحد الفروع الأساسية لعلم الإحصاء، ويُعَدّ حلقة الوصل بين البيانات الجزئية والقرارات العامة. فإذا كان الإحصاء الوصفي يقتصر على تنظيم البيانات وعرضها وتلخيصها، فإن الإحصاء الاستدلالي يتجاوز ذلك ليبحث في كيفية استخدام بيانات عينة محدودة من المجتمع من أجل الوصول إلى استنتاجات أو تعميمات تتعلق بالمجتمع ككل.

تنبع أهمية الإحصاء الاستدلالي من صعوبة – وأحيانًا استحالة – دراسة جميع مفردات المجتمع الإحصائي، سواء لأسباب تتعلق بالكلفة أو الوقت أو الجهد. ومن هنا ظهرت الحاجة إلى أساليب علمية دقيقة تمكّن الباحث من اختيار عينة ممثلة، ثم استخدام أدوات رياضية واحتمالية لتحليل بياناتها، بحيث يمكن تقدير معالم المجتمع مثل المتوسط أو التباين، أو اختبار فرضيات معينة بدرجة مقبولة من الثقة. ويعتمد الإحصاء الاستدلالي اعتمادًا جوهريًا على نظرية الاحتمالات، إذ تُستخدم لتقدير درجة عدم اليقين المصاحبة للنتائج المستخلصة من العينة. ومن خلال مفاهيم مثل فترات الثقة، واختبار الفرضيات، ومستوى الدلالة، يستطيع الباحث اتخاذ قرارات مبنية على أسس كمية واضحة، بدلًا من الاعتماد على الحدس أو التخمين.

إن الإحصاء الاستدلالي يشكل أداة لا غنى عنها في مختلف المجالات العلمية والعملية، كالعلوم الاجتماعية، والاقتصاد، والطب، والهندسة، والعلوم التربوية، حيث يسهم في دعم عملية اتخاذ القرار، وتقويم الفرضيات، وبناء النماذج التنبؤية. وبذلك يمثل الإطار المنهجي الذي يسمح بتحويل البيانات إلى معرفة علمية يمكن الوثوق بها وتعميمها ضمن حدود محددة من الدقة والاحتمال.

1. مدخل إلى الإحصاء الاستدلالي:

يُعد الإحصاء الاستدلالي (**Inferential Statistics**) أحد الركائز الأساسية في البحث العلمي المعاصر، إذ يهدف إلى تعميم نتائج العينة على المجتمع الإحصائي في ظل درجة من عدم اليقين المنضبط رياضيًا، وإذا كان الإحصاء الوصفي يقتصر على تنظيم البيانات وتلخيصها، فإن الإحصاء الاستدلالي يتجاوز ذلك ليقدم أدوات رياضية لاتخاذ القرار العلمي في ضوء الاحتمال والخطأ العشوائي (**Triola, 2022, p. 4**).

ويُعرَّف الإحصاء الاستدلالي بأنه مجموعة الأساليب الكمية التي تسمح بتقدير معلمات المجتمع واختبار الفرضيات بالاعتماد على بيانات عينة ممثلة (**Gravetter & Wallnau, 2017, p. 6**). ويستند هذا الحقل إلى نظرية الاحتمالات باعتبارها الأساس النظري الذي يضبط تفسير النتائج تحت مفهوم التباين العشوائي (**Moore et al, 2018, p. 365**).

في العلوم الرياضية وعلوم الحركة، تزداد أهمية الإحصاء الاستدلالي نظرًا لاعتماد الدراسات على عينات محدودة من الرياضيين، مع الرغبة في تعميم النتائج على فئات أوسع، سواء في الأداء البدني أو المؤشرات الفسيولوجية أو المعرفية.

2. المفاهيم الأساسية في الإحصاء الاستدلالي:

1.2 المجتمع والعينة:

المجتمع الإحصائي (**Population**) هو جميع الأفراد أو القياسات التي نهتم بدراستها، بينما العينة (**Sample**) هي جزء ممثل من ذلك المجتمع (**Field, 2018, p. 10**).

وتُعد جودة الاستدلال مرتبطة ارتباطًا مباشرًا بمدى تمثيل العينة للمجتمع، وهو ما يجعل أساليب المعاينة (**Sampling Methods**) عنصرًا جوهريًا في سلامة النتائج.

2.2 المعلمة والإحصاء:

المعلمة (**Parameter**) قيمة عددية تصف خاصية في المجتمع (مثل μ أو σ)، في حين أن الإحصاء (**Statistic**) هو قيمة محسوبة من بيانات العينة (مثل $\bar{x}$ أو s) (**Navidi, 2021, p. 52**)، ويكمن جوهر الإحصاء الاستدلالي في استخدام الإحصاء لتقدير المعلمة.

3. نظرية الاحتمالات كأساس نظري:

تُشكل الاحتمالات الإطار الرياضي الذي يُفسِّر التباين العشوائي. فالنتائج الإحصائية لا تُفسَّر بصورة قطعية، بل في ضوء احتمالية وقوعها تحت فرضية معينة (**Ross, 2014, p. 23**).

ويُعد التوزيع الطبيعي حجر الزاوية في كثير من إجراءات الاستدلال، إذ يتميز بخصائص تماثلية تجعل المتوسط والوسيط والمنوال متساوية (**Gravetter & Wallnau, 2017, p. 245**).

4. توزيع العينات ونظرية الحد المركزي:

تُعد نظرية الحد المركزي (**Central Limit Theorem**) من أهم النظريات في الإحصاء الاستدلالي، إذ تنص على أن توزيع متوسطات العينات يقترب من التوزيع الطبيعي كلما ازداد حجم العينة، بغض النظر عن شكل توزيع المجتمع الأصلي (**Moore et al., 2018, p. 378**).

وتكمن أهمية هذه النظرية في أنها تبرر استخدام الاختبارات المعلمية حتى في الحالات التي لا يكون فيها المجتمع طبيعيًا تمامًا.

5. التقدير الإحصائي:

1.5 التقدير النقطي:

التقدير النقطي هو استخدام إحصاء العينة كأفضل تقدير لمعلمة المجتمع (**Triola, 2022, p. 412**).

2.5 فترات الثقة:

فترة الثقة تعطي مدى من القيم المحتملة للمعلمة مع مستوى ثقة محدد (عادة 95%)، وهي أكثر فائدة من التقدير النقطي لأنها تعكس درجة عدم اليقين (**Cumming, 2012, p. 76**).

6. اختبار الفرضيات:

يُعد اختبار الفرضيات أحد أكثر أدوات الاستدلال استخدامًا، ويتضمن:

1.6 صياغة الفرضية الصفرية (H_0)

2.6 صياغة الفرضية البديلة (H_1)

3.6 تحديد مستوى الدلالة (α)

4.6 حساب إحصاء الاختبار

5.6 اتخاذ القرار **(Field, 2018, p. 171)**

1.1.6 الأخطاء الإحصائية:

- الخطأ من النوع الأول **(Type I Error)**: رفض H_0 وهي صحيحة.
- الخطأ من النوع الثاني **(Type II Error)**: عدم رفض H_0 وهي خاطئة **(Navidi, 2021, p. 332)**.

7. قيمة p وتفسيرها:

قيمة p تمثل احتمال الحصول على نتيجة مساوية أو أكثر تطرفًا من النتيجة المشاهدة بافتراض صحة الفرضية الصفرية **(Wasserstein & Lazar, 2016, p. 131)**.

ويؤكد الاتجاه الحديث أن قيمة p وحدها لا تكفي للحكم على الأهمية العملية.

8. حجم الأثر (Effect Size):

حجم الأثر يُقيس مقدار التأثير الفعلي بغض النظر عن حجم العينة. ويُعد مكملًا أساسيًا للدلالة الإحصائية **(Cohen, 1988, p. 20)**.

وفي الدراسات الرياضية، يُعد تفسير حجم الأثر أكثر أهمية من مجرد الدلالة، لأنه يعكس القيمة التطبيقية للنتائج.

9. الاختبارات المعلمية واللامعلمية:

الاختبارات المعلمية **(Parametric Tests)** تفترض طبيعية التوزيع وتجانس التباين، مثل:

1. اختبار t
2. تحليل التباين **ANOVA**
3. معامل ارتباط بيرسون

أما الاختبارات اللامعلمية **(Nonparametric Tests)** فتُستخدم عند عدم تحقق الفروض **(Field, 2018, p. 221)**.

10. الافتراضات الإحصائية:

كل اختبار إحصائي يستند إلى افتراضات، مثل:

1. الاستقلالية
2. الطبيعية
3. تجانس التباين

وعدم التحقق من هذه الافتراضات قد يؤدي إلى نتائج مضللة **(Moore et al., 2018, p. 452)**.

11. الإحصاء الاستدلالي في علوم الرياضة:

في علوم الرياضة، يُستخدم الإحصاء الاستدلالي في:

- تقييم البرامج التدريبية
- مقارنة المجموعات (تجريبية/ضابطة)
- دراسة العلاقات بين المتغيرات البدنية والمعرفية

ويُعد التصميم التجريبي مع اختبار t للعينات من أكثر التصاميم شيوعًا في هذا المجال.

12. الاتجاهات الحديثة في الاستدلال:

- تشهد الإحصاءات المعاصرة تحولًا نحو:
- التركيز على فترات الثقة
- استخدام حجم الأثر
- التحليل البايزي (**Bayesian Analysis**)
- التقليل من الاعتماد الحصري على قيمة P **(Wasserstein & Lazar, 2016, p. 133)**.

أسئلة وحلول للمحور الأول:

التمرين (1): عرّف المفاهيم التالية:

أ) المجتمع الإحصائي

ب) العينة

ج) المعلمة

د) الإحصاء

الإجابة:

أ) المجتمع الإحصائي: جميع الأفراد أو القيم التي نهتم بدراستها.

ب) العينة: جزء ممثل من المجتمع يُستخدم لاستخلاص استنتاجات عنه.

ج) المعلمة: قيمة عددية تصف خاصية في المجتمع (مثل μ أو σ).

د) الإحصاء: قيمة عددية محسوبة من بيانات العينة (مثل $\bar{x}$ أو s).

التمرين (2): ما الفرق بين الإحصاء الوصفي والإحصاء الاستدلالي؟

الإجابة:

الإحصاء الوصفي يقتصر على تنظيم البيانات وتلخيصها وعرضها.

أما الإحصاء الاستدلالي فيستخدم بيانات العينة لتقدير معلمات المجتمع واختبار الفرضيات واتخاذ القرار العلمي.

التمرين (3): اشرح لماذا لا يمكن تعميم نتائج عينة غير عشوائية على المجتمع؟

الإجابة:

لأن العينة غير العشوائية قد تعاني من التحيز **(Bias)**، مما يؤدي إلى تمثيل غير دقيق لخصائص المجتمع، وبالتالي يصبح الاستدلال غير صالح علميًا.

التمرين (4): أي مما يلي يمثل خطأ من النوع الأول؟

A) قبول H_0 وهي صحيحة

B) رفض H_0 وهي صحيحة

C) رفض H_0 وهي خاطئة

D) عدم رفض H_0 وهي صحيحة

الإجابة:

B) رفض H_0 وهي صحيحة

التمرين (5): عند زيادة حجم العينة، فإن الخطأ المعياري:

A) يزداد

B) لا يتغير

C) ينقص

D) يصبح صفرًا

الإجابة:

C) ينقص، لأن: $SE = s / \sqrt{n}$ ومع زيادة n يزداد المقام فينخفض SE.

التمرين (6): لدراسة تأثير برنامج تدريبي على زمن العدو، صيغ الفرضية الصفرية والبديلة إذا كان الهدف معرفة هل البرنامج يقلل الزمن.

الإجابة:

H_0: لا يوجد فرق في زمن العدو قبل وبعد البرنامج.

H_1: يوجد فرق في زمن العدو قبل وبعد البرنامج.

أو رياضيًا: H_0: μ قبل = μ بعد، H_1: μ بعد < μ قبل

التمرين (7): فسّر العبارة التالية:

"تم رفض الفرضية الصفرية عند مستوى دلالة 0.05"

الإجابة:

يعني أن احتمال الوقوع في خطأ من النوع الأول لا يتجاوز 5%، وأن النتائج قوية إحصائيًا.

التمرين (8): إذا كانت فترة الثقة 95% لمتوسط VO2max هي: [48.2 – 52.6]، فسّر هذه النتيجة.

الإجابة:

نحن واثقون بنسبة 95% أن متوسط المجتمع الحقيقي يقع بين [48.2 – 52.6]، ولا يعني ذلك أن احتمال وجود المتوسط داخل الفترة هو 95%، بل أن الطريقة المستخدمة صحيحة بنسبة 95% على المدى الطويل.

التمرين (9): إذا كان حجم الأثر Cohen's d = 0.85، فكيف يُفسر؟

الإجابة:

وفق تصنيف كوهين:

0.2 = أثر صغير

0.5 = أثر متوسط

0.8 فأكثر = أثر كبير

إذًا d = 0.85 يمثل أثرًا كبيرًا وله أهمية عملية واضحة.

التمرين (10): أظهرت دراسة على لاعبات كرة اليد ما يلي:

p = 0.001

Cohen's d = 1.2

ناقش النتيجة إحصائيًا وعمليًا.

الإجابة:

إحصائيًا: بما أن p < 0.05 فالنتيجة دالة إحصائيًا.

عمليًا: حجم الأثر 1.2 يُعد كبيرًا جدًا، ما يعني أن التأثير قوي وله أهمية تطبيقية واضحة في الواقع الرياضي.

التمرين (11): هل يمكن أن تكون النتيجة دالة إحصائيًا ولكن غير مهمة عمليًا؟ وضّح.

الإجابة:

نعم، عند وجود عينة كبيرة جدًا قد نحصل على $p < 0.05$ رغم أن الفرق صغير جدًا (حجم أثر ضعيف)، وبالتالي يكون الفرق دالًا إحصائيًا لكنه غير مؤثر عمليًا.

التمرين (12): ما العلاقة بين حجم العينة والقوة الإحصائية؟

الإجابة:

كلما زاد حجم العينة تقل، احتمالية الخطأ من النوع الثاني تزداد القدرة على اكتشاف التأثير الحقيقي ترتفع القوة الإحصائية

تمرين شامل:

اشرح المراحل الخمس لاختبار الفرضيات مع مثال رياضي.

الإجابة النموذجية المختصرة:

1. صياغة H_0 و H_1
2. تحديد α
3. حساب إحصاء الاختبار
4. استخراج p-value
5. اتخاذ القرار

مثال: مقارنة متوسط السرعة قبل وبعد برنامج تدريبي باستخدام اختبار t للعينات المرتبطة.

مجالات تطبيق الإحصاء الاستدلالي:

1. العلوم الطبية: تقييم فعالية الأدوية أو العلاجات.
2. التربية والعلوم التربوية: قياس أثر البرامج التعليمية.
3. العلوم الاجتماعية: دراسة السلوكيات والاتجاهات.

4. الرياضة: تحليل الأداء الرياضي والتنبؤ بالنتائج.
5. الاقتصاد والإدارة: تحليل الأسواق واتخاذ القرارات الاستراتيجية.

أهمية الإحصاء الاستدلالي في دعم اتخاذ القرار:

يوفر إطارًا موضوعيًا لاتخاذ القرارات بدلاً من الحدس أو التخمين.

يمكّن الباحث أو المسؤول من تعميم النتائج من عينة على المجتمع بثقة محددة.

يسهم في تصميم السياسات، تحسين البرامج، وتطوير النماذج التنبؤية في مختلف المجالات العملية والعلمية.

الشرح الموجز للجدول:

1	**مفهوم الإحصاء الاستدلالي**	فرع من الإحصاء يتيح تعميم نتائج العينة على المجتمع بناءً على أسس احتمالية.
2	**أهمية الإحصاء الاستدلالي في البحث العلمي**	يساعد في اتخاذ قرارات مستندة إلى بيانات علمية بدلًا من الحدس، ويعزز موثوقية النتائج.
3	**الفرق بين الإحصاء الوصفي والاستدلالي**	الوصفي يلخص البيانات فقط، أما الاستدلالي فيحللها لاستخلاص تعميمات واستنتاجات حول المجتمع.
4	**مفهوم المجتمع الإحصائي والعينة**	المجتمع: كل عناصر الدراسة، العينة: جزء ممثل من المجتمع لتحليل البيانات.
5	**طرق اختيار العينات وأثرها في دقة النتائج**	تشمل العينات العشوائية والمقصودة، حيث يضمن الاختيار السليم تمثيلًا صحيحًا للمجتمع.
6	**دور نظرية الاحتمالات في الإحصاء الاستدلالي**	تُستخدم لتقدير درجة عدم اليقين في النتائج وقياس احتمالية وقوعها بالصدفة.
7	**مفهوم المعلمات والإحصاءات (Parameters & Statistics)**	المعلمات: خصائص المجتمع مثل المتوسط والتباين. الإحصاءات: خصائص العينة المستخدمة لتقدير المعلمات.

8	**أساليب التقدير الإحصائي (التقدير النقطي وفترات الثقة)**	التقدير النقطي يعطي قيمة واحدة للمعلمة، وفترات الثقة تحدد نطاقًا احتماليًا للمعلمة مع مستوى ثقة محدد.
9	**اختبار الفرضيات الإحصائية**	وسيلة لتقييم صحة ادعاء معين حول المجتمع اعتمادًا على بيانات العينة ومستوى الدلالة.
10	**مستوى الدلالة وأنواع الأخطاء الإحصائية**	مستوى الدلالة (α) يحدد حد رفض الفرضية الصفرية؛ الأخطاء: النوع الأول (رفض الفرضية الصحيحة) والنوع الثاني (قبول الفرضية الخاطئة).
11	**أهمية حجم العينة في الاستدلال الإحصائي**	حجم العينة يؤثر على دقة التقديرات وقوة الاختبارات؛ كلما زاد الحجم، قلت الأخطاء وزادت الثقة في النتائج.
12	**مجالات تطبيق الإحصاء الاستدلالي**	الطب، التربية، العلوم الاجتماعية، الرياضة، الاقتصاد، إدارة الأعمال، والبحث العلمي عموماً.
13	**أهمية الإحصاء الاستدلالي في دعم اتخاذ القرار**	يوفر أساسًا علميًا لاتخاذ القرارات، يساعد على تعميم النتائج، وتصميم البرامج والسياسات بناءً على بيانات موثوقة.

الخلاصة:

يُعدّ الإحصاء الاستدلالي أحد الفروع الأساسية في علم الإحصاء، ويهتمّ باستخدام البيانات المستخلصة من عيّنة ممثِّلة من المجتمع الإحصائي من أجل التوصل إلى استنتاجات أو تعميمات تتعلق بالمجتمع ككل. فبينما يركّز الإحصاء الوصفي على تنظيم البيانات وتلخيصها وعرضها باستخدام الجداول والرسوم البيانية ومقاييس النزعة المركزية والتشتت، فإن الإحصاء الاستدلالي يتجاوز ذلك إلى مرحلة أعمق تتمثل في التحليل والتفسير واتخاذ القرارات في ظل عدم التأكد.

تنبع أهمية الإحصاء الاستدلالي من صعوبة أو استحالة دراسة جميع مفردات المجتمع في كثير من الحالات، سواء بسبب التكلفة أو الوقت أو الجهد. لذلك يتم اختيار عينة وفق أسس علمية تضمن تمثيلها الجيد للمجتمع، ثم تُستخدم النتائج المستخلصة منها لتقدير معالم المجتمع مثل المتوسط الحسابي أو النسبة أو التباين. ويعتمد هذا التقدير على نظرية الاحتمالات التي تشكّل الأساس الرياضي للإحصاء الاستدلالي، حيث تساعد على قياس درجة الثقة في النتائج المحصَّلة.

يرتكز الإحصاء الاستدلالي على مفهومين رئيسيين هما: التقدير واختبار الفرضيات.

فالتقدير قد يكون نقطيًا، حيث يتم إعطاء قيمة واحدة تُستخدم كتقدير لمعلمة المجتمع، أو فترِيًا، حيث يتم تحديد مجال يحتوي على المعلمة بدرجة ثقة معينة تُعرف بمستوى الثقة. أما اختبار الفرضيات فيهدف إلى التحقق من صحة ادعاء معين حول معلمة المجتمع من خلال صياغة فرضية صفرية وأخرى بديلة، ثم استخدام بيانات العينة لاتخاذ قرار بقبول الفرضية الصفرية أو رفضها بناءً على مستوى دلالة محدد.

ومن المفاهيم الجوهرية في الإحصاء الاستدلالي مفهوم الخطأ العيّني، وهو الفرق بين قيمة معلمة المجتمع وقيمة إحصائية العينة. كما يتناول الإحصاء الاستدلالي أنواع الأخطاء المحتملة في اختبار الفرضيات، مثل الخطأ من النوع الأول (رفض فرضية صحيحة) والخطأ من النوع الثاني (قبول فرضية خاطئة)، وتساعد هذه المفاهيم في تقييم موثوقية النتائج ودقتها.

كما يشمل الإحصاء الاستدلالي أساليب متعددة مثل تحليل التباين، والانحدار، واختبارات المقارنة بين المتوسطات، والارتباط، وغيرها من الأدوات التي تُستخدم في مختلف المجالات كالتربية، والاقتصاد،

والطب، والهندسة، والعلوم الاجتماعية. وتُعدّ هذه الأساليب أدوات أساسية في دعم اتخاذ القرار المبني على البيانات، حيث تمكّن الباحث أو متخذ القرار من استخلاص نتائج علمية قابلة للتعميم بدرجة محددة من الثقة.

إن الإحصاء الاستدلالي يُمثّل حلقة الوصل بين البيانات الجزئية والقرارات العامة، إذ يوفّر إطارًا علميًا للتعامل مع عدم اليقين وتحويل البيانات الخام إلى معرفة يمكن الاعتماد عليها. لذلك يُعدّ فهم مبادئه وأدواته أمرًا ضروريًا لكل من يتعامل مع البيانات ويسعى إلى تفسيرها واستخدامها بصورة علمية دقيقة.

وفي الختام يتضح أن الإحصاء الاستدلالي ليس مجرد أدوات حسابية، بل هو إطار فلسفي ومنهجي لاتخاذ القرار العلمي في ظل عدم اليقين. وهو يقوم على: الاحتمال، توزيع العينات، اختبار الفرضيات، تقدير المعلمات، تفسير النتائج في ضوء الخطأ العشوائي.

المحاضرة الثانية

الفرضيات الإحصائية وأنواع الأخطاء

المحاضرة الثاني

الفرضيات الإحصائية وأنواع الأخطاء

تمهيد:

تُعدّ الفرضيات الإحصائية من الركائز الأساسية في الإحصاء الاستدلالي، إذ تمثل الأداة المنهجية التي يعتمد عليها الباحث لاختبار صحة ادعاء أو رأي علمي يتعلق بمعلمة من معالم المجتمع الإحصائي. فعند دراسة ظاهرة معينة، لا يكتفي الباحث بوصف البيانات، بل يسعى إلى التحقق مما إذا كانت النتائج التي توصل إليها من خلال العينة تعكس حقيقة موجودة في المجتمع أم أنها مجرد فروق ناتجة عن الصدفة العشوائية.

تُصاغ الفرضيات الإحصائية عادة في صورتين متكاملتين: الفرضية الصفرية التي تمثل حالة عدم وجود أثر أو فرق أو علاقة، والفرضية البديلة التي تعبّر عن وجود أثر أو فرق أو علاقة ذات دلالة. ويقوم مبدأ الاختبار الإحصائي على محاولة تقييم مدى توافق بيانات العينة مع الفرضية الصفرية، وذلك في إطار مستوى محدد من الدلالة الإحصائية.

غير أن اتخاذ القرار في اختبار الفرضيات لا يخلو من احتمال الوقوع في الخطأ، نظرًا لاعتماد الحكم على بيانات عينة وليس على المجتمع بأكمله. ولهذا يميز الإحصاء بين نوعين رئيسيين من الأخطاء: الخطأ من النوع الأول: ويحدث عند رفض الفرضية الصفرية وهي في الحقيقة صحيحة. ويرتبط هذا الخطأ بمستوى الدلالة الإحصائية (α).

الخطأ من النوع الثاني: ويحدث عند عدم رفض الفرضية الصفرية وهي في الحقيقة خاطئة، ويرمز لاحتماله بالرمز (β).

إن فهم طبيعة هذه الأخطاء والعلاقة بينهما يُعدّ أمرًا جوهريًا في تصميم الدراسات الإحصائية، لأنه يؤثر في حجم العينة وقوة الاختبار ودقة النتائج. فالإحصاء لا يمنح يقينًا مطلقًا، بل يوفّر قرارات مبنية على احتمالات محسوبة، وهو ما يجعل الوعي بأنواع الأخطاء جزءًا أساسيًا من المنهج العلمي الرصين.

1. المدخل المنهجي لاختبار الفرضيات:

يُعد اختبار الفرضيات الإحصائية (**Hypothesis Testing**) الآلية المركزية لاتخاذ القرار العلمي في الإحصاء الاستدلالي، إذ يسمح للباحث بالانتقال من مستوى الوصف إلى مستوى الحكم على وجود أثر أو فرق في المجتمع الإحصائي بناءً على بيانات عينة ممثلة .**(Triola, 2022, p. 364)**

ويقوم منطق اختبار الفرضيات على التفكير الاحتمالي؛ حيث يُفترض مؤقتًا صحة الفرضية الصفرية، ثم يُحسب احتمال الحصول على نتائج مماثلة أو أكثر تطرفًا من النتائج المشاهدة. فإذا كان هذا الاحتمال منخفضًا بدرجة كافية، يتم رفض الفرضية الصفرية.**(Moore et al., 2018, p. 420)** في بحوث علوم الرياضة، يتكرر هذا النمط في أسئلة مثل:

- هل يؤدي التدريب المتقطع عالي الشدة (HIIT) إلى رفع القدرة الهوائية؟
- هل تختلف سرعة الاستجابة بين اللاعبين ذوي اللياقة المرتفعة والمنخفضة؟
- هل توجد علاقة ارتباطية بين مستويات BDNF والأداء المعرفي؟

هذه الأسئلة لا تُحسم بالوصف فقط، بل تتطلب اختبارًا استدلاليًا منظمًا.

2. مفهوم الفرضية الإحصائية:

الفرضية الإحصائية هي تصريح أو ادعاء يتعلق بمعلمة في المجتمع الإحصائي، مثل المتوسط (μ)، أو النسبة (p) ، أو التباين (σ^2) .**(Gravetter & Wallnau, 2017, p. 324).**

1.2 الفرضية الصفرية(H_0) : تمثل حالة عدم وجود فرق أو تأثير أو علاقة، وهي الفرضية التي تُختبر رسميًا.

أمثلة رياضية:

H_0: لا توجد علاقة بين VO2max وسرعة الجري

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

تُصاغ دائمًا بصيغة المساواة لأنها تمثل القيمة المرجعية التي نقارن بها النتائج.

2.2 الفرضية البديلة (H_1) : تمثل وجود فرق أو تأثير.

يمكن أن تكون:

- $\mu_1 \neq \mu_2$ ثنائية الطرف
- $\mu_1 > \mu_2$ أحادية موجبة
- $\mu_1 < \mu_2$ أحادية سالبة

يشير **Field (2018, p. 179)** إلى أن اختيار نوع الفرضية البديلة يجب أن يستند إلى الأساس النظري، وليس إلى النتائج بعد تحليل البيانات.

3. أنواع الفرضيات البديلة

1.3 الفرضية ثنائية الطرف (Two-Tailed Test): تُستخدم عندما لا يكون اتجاه الفرق محددًا مسبقًا.

مثال: هل يوجد فرق في متوسط القوة العضلية بين فريقين؟

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

2.3 الفرضية أحادية الطرف: تُستخدم عندما يكون هناك توقع نظري واضح لاتجاه التأثير، ويحذر **Moore et al. (2018, p. 432)** من استخدام الاختبار الأحادي دون مبرر نظري، لأنه يزيد من احتمال الخطأ من النوع الأول.

4. مستوى الدلالة (Significance Level): مستوى الدلالة (α) هو الحد الأقصى المقبول لاحتمال ارتكاب الخطأ من النوع الأول.**(Triola, 2022, p. 376)**

القيم الشائعة:

$\alpha = 0.05$

$\alpha = 0.01$

في البحوث الرياضية التطبيقية غالبًا ما يُستخدم 0.05.

5. الأخطاء الإحصائية في اتخاذ القرار: عند اختبار الفرضيات، هناك احتمالان رئيسيان للخطأ.

1.5 الخطأ من النوع الأول (Type I Error) : رفض H_0 رغم أنها صحيحة.

مثال تطبيقي رياضي: إعلان فعالية برنامج تدريبي في تحسين السرعة، بينما لا يوجد تأثير حقيقي.

2.5 الخطأ من النوع الثاني(Type II Error) : عدم رفض H_0 رغم أنها خاطئة.

مثال: الاستنتاج بعدم فعالية برنامج تدريبي فعال فعليًا.

6. القوة الإحصائية (Statistical Power) :

وهي احتمال اكتشاف الفرق الحقيقي إذا كان موجودًا.**(Gravetter & Wallnau, 2017, p. 361)** تزداد القوة عند:

- زيادة حجم العينة
- زيادة حجم الأثر
- تقليل التباين
- استخدام تصميم تجريبي مضبوط

في الدراسات الرياضية ذات n الصغيرة، تكون القوة غالبًا منخفضة، مما يزيد خطر الخطأ من النوع الثاني.

القسم التطبيقي:

مثال تطبيقي (1): اختبار فرضية حول متوسط

أراد باحث معرفة ما إذا كان برنامج تدريبي لمدة 8 أسابيع يحسن القفز العمودي.

المعطيات:

$n = 20$

متوسط الفرق = 5 سم

الانحراف المعياري للفروق = 6 سم

$\alpha = 0.05$

الخطوة 1: صياغة الفرضيات

$H_0: \mu = 0$

$H_1: \mu > 0$

الخطوة 2: حساب الخطأ المعياري

$SE = s / \sqrt{n}$

$SE = 6 / \sqrt{20}$

$SE = 6 / 4.47$

$SE \approx 1.34$

الخطوة 3: حساب قيمةt

$t = 5 / 1.34$

$t \approx 3.73$

الخطوة 4: القرار

بمقارنة t المحسوبة بالقيمة الجدولية عند$df = 19$ ، نجد أنها أكبر من القيمة الحرجة.

إذن: نرفض H_0

الاستنتاج: البرنامج أدى إلى تحسن دال إحصائيًا في القفز العمودي.

مثال تطبيقي (2): تفسير قيمة p

في دراسة أخرى:

$p = 0.032$

$\alpha = 0.05$

بما أن $0.032 < 0.05$

نرفض H_0 لكن يجب تفسير النتيجة مع حجم الأثر.

إذا كان Cohen's d = 0.25 فالأثر صغير رغم الدلالة الإحصائية.

تمارين نظرية مع الإجابات:

التمرين 1: اشرح لماذا لا يعني عدم رفض H_0 أنها صحيحة.

الإجابة:

لأن الاختبار يقيس قوة الدليل ضدH_0، وليس إثبات صحتها، قد يكون السبب ضعف العينة أو انخفاض القوة الإحصائية.

التمرين 2: ما العلاقة بين α وβ ؟

الإجابة:

عند ثبات حجم العينة، تقليل α يؤدي غالبًا إلى زيادة β ، والعكس صحيح.

التمرين 3: باحث استخدم اختبارًا أحادي الطرف دون وجود أساس نظري، ما المشكلة؟

الإجابة:

يزيد ذلك من احتمال الخطأ من النوع الأول ويضعف الصدق المنهجي للدراسة.

ملخص أكاديمي:

- اختبار الفرضيات يقوم على منطق الاحتمال الشرطي.
- الفرضية الصفرية تمثل حالة عدم التأثير.
- α يمثل احتمال الخطأ من النوع الأول.
- β يمثل احتمال الخطأ من النوع الثاني.
- القوة الإحصائية ضرورية لضمان كشف التأثير الحقيقي.

- الدلالة الإحصائية لا تعني بالضرورة أهمية عملية.

الخلاصة:

يُعد اختبار الفرضيات الإحصائية الإطار المنهجي لاتخاذ القرار العلمي في الإحصاء الاستدلالي، حيث يسمح للباحث بالتحقق من الادعاءات المتعلقة بمعلمات المجتمع الإحصائي اعتمادًا على بيانات عينة ممثلة. ويقوم هذا الإجراء على منطق احتمالي يفترض مؤقتًا صحة الفرضية الصفرية، ثم يُقيِّم مدى معقولية النتائج المشاهدة في ظل هذا الافتراض، ويتأسس اختبار الفرضيات على مكونين رئيسيين: الفرضية الصفرية (H_0) التي تمثل حالة عدم وجود فرق أو تأثير أو علاقة، الفرضية البديلة (H_1) التي تعبر عن وجود فرق أو تأثير.

كما تناول الفصل مفهوم مستوى الدلالة (α) باعتباره الحد الأقصى المقبول لاحتمال الوقوع في الخطأ من النوع الأول، وهو رفض الفرضية الصفرية رغم صحتها. وفي المقابل، عُرض مفهوم الخطأ من النوع الثاني (β)، وهو عدم رفض الفرضية الصفرية رغم خطئها، وما يرتبط به من مفهوم القوة الإحصائية ($1-\beta$) التي تمثل قدرة الاختبار على كشف الأثر الحقيقي.

وأظهر التحليل أن العلاقة بين α وβ علاقة عكسية عند ثبات حجم العينة، وأن تحسين القوة الإحصائية يتطلب: زيادة حجم العينة، تقليل التباين، اختيار تصميم تجريبي مضبوط، وضوح حجم الأثر المتوقع.

كما شدد الفصل على أن الدلالة الإحصائية لا تعني بالضرورة أهمية عملية، خاصة في الدراسات ذات العينات الكبيرة، وأن تفسير النتائج يجب أن يجمع بين قيمة p وحجم الأثر والسياق التطبيقي للدراسة، لا سيما في بحوث علوم الرياضة.

ومن الناحية التطبيقية، تم توضيح خطوات اختبار الفرضيات ابتداءً من صياغة الفرضيات، مرورًا بحساب إحصاء الاختبار واستخراج قيمة p، وانتهاءً باتخاذ القرار العلمي وتفسيره في ضوء الإطار النظري.

وبذلك يمكن القول إن اختبار الفرضيات لا يمثل مجرد إجراء حسابي، بل هو عملية منطقية متكاملة تجمع بين النظرية الإحصائية، والدقة الرياضية، والحكم العلمي الرشيد، وهو ما يجعله أداة مركزية في البحوث الرياضية المعاصرة.

المحاضرة الثالثة

اختبار(ت) لعينة واحدة

المحاضرة الثالثة

اختبار (ت) لعينة واحدة (One-Sample t-Test)

تمهيد:

يُعد اختبار (ت) لعينة واحدة (One-Sample t-Test) من أهم الاختبارات الإحصائية المعلمية في الإحصاء الاستدلالي، ويُستخدم للتحقق مما إذا كان متوسط عينة معينة يختلف بصورة ذات دلالة إحصائية عن متوسط مفترض للمجتمع. ويبرز هذا الاختبار عندما يرغب الباحث في مقارنة نتيجة تجريبية أو قياس ميداني بقيمة معيارية أو نظرية محددة مسبقًا.

تظهر الحاجة إلى هذا الاختبار في الحالات التي لا يكون فيها الانحراف المعياري للمجتمع معلومًا، وهو أمر شائع في البحوث التطبيقية، فيُعتمد على انحراف العينة لتقدير الخطأ المعياري. ويستند اختبار (ت) إلى توزيع (ت) الذي يتسم بمرونة خاصة عند التعامل مع العينات الصغيرة، حيث يأخذ في الاعتبار حجم العينة ودرجات الحرية المرتبطة بها.

يقوم مبدأ الاختبار على صياغة فرضية صفرية تنص غالبًا على عدم وجود فرق بين متوسط العينة والمتوسط المفترض، في مقابل فرضية بديلة تشير إلى وجود فرق دال إحصائيًا. ومن خلال حساب قيمة (ت) المحسوبة ومقارنتها بالقيمة الجدولية أو بحساب القيمة الاحتمالية (p-value)، يتم اتخاذ قرار إحصائي بشأن قبول الفرضية الصفرية أو رفضها ضمن مستوى دلالة محدد.

ويمثل اختبار (ت) لعينة واحدة أداة أساسية في مجالات متعددة، مثل التربية وعلم النفس والطب والاقتصاد، حيث يُستخدم لتقييم البرامج، وقياس أثر التدخلات، والتحقق من مطابقة النتائج لمعايير معينة. وبذلك يُعد هذا الاختبار مدخلًا مهمًا لفهم آليات المقارنة الإحصائية واتخاذ القرار العلمي المبني على البيانات.

1. مدخل عام لاختبار (ت):

يُعد اختبار (ت) لعينة واحدة من الاختبارات المعلمية الأساسية في الإحصاء الاستدلالي، ويُستخدم للتحقق مما إذا كان متوسط عينة ما يختلف دالاً إحصائيًا عن متوسط مجتمع مفترض أو قيمة معيارية معروفة **(Triola, 2022, p. 398).**

ويُعد هذا الاختبار امتدادًا طبيعيًا لاختبار Z، إلا أنه يُستخدم في الحالات التي يكون فيها الانحراف المعياري للمجتمع غير معلوم، وهو الوضع الأكثر شيوعًا في البحوث التطبيقية، لا سيما في علوم الرياضة **(Moore et al., 2018, p. 426).**

2. الأساس النظري لاختبار (ت):

1.2 متى نستخدم اختبار (ت) لعينة واحدة؟

يُستخدم عندما:

1. يكون لدينا عينة واحدة.
2. نريد مقارنة متوسطها بقيمة معيارية.
3. لا نعرف الانحراف المعياري للمجتمع.
4. تكون البيانات كمية (فاصلية أو نسبية).
5. يتبع المجتمع توزيعًا طبيعيًا أو يكون حجم العينة ≥ 30 **(Gravetter & Wallnau, 2017, p. 358).**

2.2 الصيغة الرياضية:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

3. توزيع (ت) لستودنت:/

طوّر العالم **William Sealy Gosset** توزيع (ت) عام 1908 تحت الاسم المستعار"**Student**" ، ومن هنا جاءت تسمية توزيع ستودنت.

ويتميز توزيع (ت):

- بكونه متماثلًا حول الصفر.
- أكثر تسطحًا من التوزيع الطبيعي.
- يعتمد شكله على درجات الحرية.$(df = n - 1)$
- يقترب من التوزيع الطبيعي كلما زاد حجم العينة.**(Moore et al., 2018, p. 427)**

4. الفرضيات في اختبار (ت) لعينة واحدة:

1.4 الفرضية الصفرية: $H_0: \mu = \mu_0$

2.4 الفرضية البديلة:

- ثنائية الطرف $\mu \neq \mu_0$
- أحادية موجبة $\mu > \mu_0$
- أحادية سالبة $\mu < \mu_0$ **(عطية، 2019، ص 184)**

5. شروط استخدام الاختبار:

1. استقلالية المشاهدات
2. اعتدالية التوزيع
3. عدم وجود قيم متطرفة شديدة
4. قياس المتغير بمقياس فاصل أو نسبي **(أبو علام، 2017، ص 233)**

القسم التطبيقي

التمرين الأول (تطبيقي رياضي)

مثال (1): مقارنة متوسط VO2max بالقيمة المعيارية

نريد التأكد مما إذا كان متوسط VO2max لعينة من لاعبي كرة اليد أعلى من المتوسط الوطني 50 ml/kg/min

المعطيات:

$n = 16$

متوسط العينة = 54

الانحراف المعياري = 8

$\alpha = 0.05$

الخطوة 1: صياغة الفرضيات:

$H_0: \mu = 50$

$H_1: \mu > 50$

الخطوة 2: حساب ت المحسوبة:

أولاً: نحسب الخطأ المعياري

$SE=8/16 = 8/4=2$

$t= (54-50)/2= 4/2=2$

$t= (54-50)/2= 4/2= 2$

الخطوة 3: حساب ت الجدولية:

درجات الحرية:

$df=16-1= 15$

عند $\alpha = 0.05$ اختبار أحادي

t table= 1.753

الخطوة 4: اتخاذ القرار:

بما أن: $2 > 1.753$

نرفض H_0 وبالتالي: متوسط VO2max أعلى دالًا إحصائيًا من المتوسط الوطني.

الشكل البياني:

التوزيع يكون منحنى t متماثل.

منطقة الرفض في الطرف الأيمن عند 1.753.

القيمة 2 تقع داخل منطقة الرفض.

يمكن إدراج رسم بياني لمنحنى t مع تظليل منطقة الرفض.

التمرين الثاني (تطبيقي رياضي)

مثال (2): اختبار زمن رد الفعل

المتوسط القياسي لزمن رد الفعل هو 0.80 ثانية، تم اختبار 25 لاعبًا.

المعطيات:

متوسط العينة = 0.74

$s = 0.10$

$n = 25$

$\alpha = 0.05$

الخطوة 1: الفرضيات:

$H_0: \mu = 0.80$

$H_1: \mu < 0.80$

الخطوة 2: حساب ت المحسوبة

$SE = 0.10/25 = 0.02$

$t = (0.74 - 0.80)/0.02$

$t = -0.06/0.02 = -3$

الخطوة 3: ت الجدولية:

$df = 24$

عند $\alpha = 0.05$ اختبار أحادي

T table= 2.492

الخطوة 4: القرار:

$-3 < 2.492$

نرفض H_0 زمن رد الفعل أقل دالًا إحصائيًا من المتوسط القياسي.

الشكل البياني:

منطقة الرفض في الطرف الأيسر، القيمة −3 تقع داخل منطقة الرفض.

المحاضرة الرابعة

اختبار(ت) لعينتين مستقلتين

المحاضرة الرابعة

اختبار (ت) لعينتين مستقلتين

تمهيد:

يُعد اختبار (ت) لعينتين مستقلتين **(Independent Samples t-test)** من أهم الاختبارات الإحصائية الاستدلالية التي تستخدم للمقارنة بين متوسطين لمجتمعين مستقلين، خاصة عندما يكون حجم العينة صغيرًا نسبيًا، ويكون الانحراف المعياري للمجتمع غير معلوم.

ويستخدم هذا الاختبار بكثرة في العلوم الإنسانية والتربوية والنفسية، مثل مقارنة متوسط تحصيل مجموعتين، أو قياس أثر برنامج تدريبي على مجموعة مقارنة بأخرى ضابطة.

تمثل الاختبارات الاستدلالية أحد الأعمدة الأساسية في التحليل الإحصائي في البحوث التربوية والنفسية والاجتماعية، إذ تسمح للباحث بالانتقال من وصف بيانات العينة إلى إصدار أحكام تتعلق بالمجتمع الإحصائي. ومن بين أهم هذه الاختبارات اختبار (ت) الذي طوّره الإحصائي **William Sealy Gosset** تحت الاسم المستعار "**Student**" سنة 1908.

ويستخدم اختبار (ت) عندما يكون حجم العينة صغيرًا نسبيًا ويكون الانحراف المعياري للمجتمع غير معلوم، وهو ما يجعله ملائمًا لمعظم الدراسات الميدانية في العلوم الإنسانية.

1. التطور التاريخي والنظرية الاحتمالية للاختبار:

يُعد اختبار (ت) أحد أهم الاختبارات البارامترية في الإحصاء الاستدلالي، وقد ظهر لأول مرة سنة 1908 على يد الإحصائي **William Sealy Gosset** الذي نشر عمله تحت الاسم المستعار "**Student**".

وقد جاء تطوير هذا الاختبار استجابةً لمشكلة تحليل العينات الصغيرة في الصناعة، خاصة عندما يكون تباين المجتمع غير معلوم.

يعتمد اختبار (ت) على توزيع احتمالي خاص يُعرف بتوزيع ستودنت **(Student's t-distribution)**، وهو توزيع متماثل حول الصفر لكنه أكثر تفلطحًا من التوزيع الطبيعي، ويعتمد شكله على درجات الحرية (df). وكلما زادت درجات الحرية اقترب من التوزيع الطبيعي القياسي **(Howell, 2013, p. 180)**.

ويُستخدم اختبار (ت) لعينتين مستقلتين عندما يرغب الباحث في اختبار دلالة الفرق بين متوسطين لمجموعتين مستقلتين، مع افتراض تساوي التباينين في المجتمعين **(Gravetter & Wallnau, 2014, p. 311)**.

2. الأساس الاستدلالي للاختبار:

يقوم اختبار (ت) لعينتين مستقلتين على مقارنة الفرق بين متوسطين بقيمة الخطأ المعياري لذلك الفرق، أي أن الفكرة الجوهرية تكمن في قياس مدى بعد الفرق المشاهد عن الصفر بوحدات الانحراف المعياري المقدَّر.

3. شروط التطبيق الإحصائي:

يشترط لتطبيق الاختبار ما يلي:

1. الاستقلالية: كل مفردة تنتمي إلى مجموعة واحدة فقط.
2. الاعتدال (**Normality**): توزيع المتغير قريب من الطبيعي.
3. تجانس التباين: تساوي تباين المجتمعين.
4. تساوي الحجم (في هذا المحور).

ويؤكد **(Howell, 2013, p. 191)** أن شرط التجانس يعد من الشروط الجوهرية، لأن الإخلال به قد يؤدي إلى زيادة احتمالية الخطأ من النوع الأول.

4. اختبار تجانس التباين (اختبار ليفين):

للتحقق من فرضية تساوي التباينين يُستخدم اختبار ليفين الذي طوّره **Howard Levene**.

يعتمد هذا الاختبار على مقارنة الانحرافات المطلقة عن الوسيط أو المتوسط داخل كل مجموعة، إذا كانت قيمة الدلالة الإحصائية **(Sig)** أكبر من 0.05 → نفترض التجانس، إذا كانت أقل → نلجأ لاختبار ويلش **(Welch)**.

يشير **(Field, 2018, p. 274)** إلى أن اختبار ليفين أقل حساسية لانتهاك الاعتدال مقارنة ببعض الاختبارات الأخرى.

1. عينتين متجانستين ومتساويتين في العدد:

$$T = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n-1}}}$$

Df=2n-2

$\overline{x}_1$: المتوسط الحسابي للمجموعة 1

$\overline{x}_2$: المتوسط الحسابي للمجموعة 2

s_1^2 : التباين للمجموعة الأولى (مربع الانحراف المعياري)

s_2^2 : التباين للمجموعة الثانية (مربع الانحراف المعياري)

n : عدد افراد العينة

2. عينتين مستقلتين غير متجانستين:

$$T = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Df=n-1

n_1 : عدد افراد المجموعة 1

n_2 : عدد افراد المجموعة 2

3. عينتين متجانستين غير متساويتين في العدد:

$$T = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-1} \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$Df= n_1+n_2-2$

خطوات وتفسير اختبار T لعينتين مستقلتين:

لاختبار دلالة الفروق بين متوسطي عينتين نتبع الخطوات التالية:

1. تحديد مستوى الدلالة: غالبا يكون $\alpha = 0.01$ / $\alpha =0.05$
2. تحديد الفروض الإحصائية : افتراض $\overline{x}_1 = \overline{x}_2$ و يمكن تمثيل ذلك كالتالي:

H_0 : $\overline{x}_1 = \overline{x}_2$ لا توجد فروق بين متوسطي العينتين.

H_1 : $\overline{x}_1 \neq \overline{x}_2$ توجد فروق بين متوسطي العينتين.

3. حساب قيمة T المحسوبة
4. حساب قيمة T الجدولية بالطريقة التالية:

- تحديد مستوى الدلالة
- حساب درجة الحرية، بحيث:

إذا كانت العينتين متساوتين: $Df=2n-2$

إذا كانت العينتين غير متساوتين: $Df= n_1+n_2-2$

إذا كانت العينتين غير متجانستين: $Df=n-1$

5. اتخاذ القرار: مقارنة T المحسوبة مع قيمة T الجدولية.

تمرين 1:

قام باحث بإجراء اختبار السحب على العقلة على مجموعتين من الطلاب، عدد كل مجموعة 10 طلاب حصلوا على النتائج التالية:

المجموعة 1	7	1	5	4	8	9	5	4	7	7
المجموعة 2	5	7	6	4	8	9	8	9	7	8

المطلوب: إذا افترضنا ان التوزيع اعتدالي والعينتين متجانستين، فهل توجد فروق بين العينتين عند المستوى الدلالة $\alpha =0.05$؟

حل التمرين:

لدينا:

$\overline{x}_1$ =6.2 s_1=1.69

$\overline{x}_2$ =7.1 s_2=1.67

العينتين متساويتين اذن n=10

نتبع الخطوات التالية:

1. تحديد مستوى الدلالة :α = 0.05.
2. الفروض الإحصائية:

$\overline{x}_1 = \overline{x}_2$: H_0 لا توجد فروق بين العينتين.

$\overline{x}_1 \neq \overline{x}_2$: H_1 توجد فروق بين العينتين.

3. بما ان العينتين متجانستين ومتساويتين في العدد اذن نستخدم الاختبار التالي:

بالتعويض في القانون:

$$T = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n-1}}}$$

نجد T المحسوبة T_c=1.14

4. حساب قيمة T الجدولية بالطريقة التالية α =0.05

Df=2n-2=20-2=18

Df=18

T_t=2.10

5. القرار: $T_c<T_t$ اذن نقبل الفرض الصفري ونرفض الفرض البديل.

تمرين 2:

اليك النتائج التالية التي تمثل درجات مادة الرياضيات لعينتين مستقلتين من الذكور والاناث من طلبة الثانوية ثم اختيارهما عشوائيا من مجتمعين طبيعيين والمطلوب اختبار الدلالة الإحصائية للفروق بينهما:

ذكور X_1	**12**	**13**	**7**	**17**	**7**	**6**	**7**	**16**	**4**	**8**
اناث X_2	**8**	2	6	8	3	5	6	7	8	4

1. هل توجد فروق دالة إحصائية بين متوسط درجات الذكور والاناث في مادة الرياضيات؟
2. صياغة الفرضيات: H_0 لا توجد فروق/ H_1 توجد فروق

استخدام الجدول الاحصائي:

عدد الافراد	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2
1	8	4	64	**16**
2	4	8	16	**64**
3	16	7	256	**49**
4	7	6	49	**36**
5	6	5	36	**25**
6	7	3	49	**9**
7	17	8	289	**64**
8	7	6	49	**36**
9	13	2	169	**4**
10	12	8	144	**64**
المجموع	$\sum x_1$=97	$\sum x_2$ =57	$\sum x_1^2$ =1121	$\sum x_2^2$ =**367**

التحقق من تجانس العينتين:

1. حساب تباين العينة 1

$$s_1^2 = \frac{n\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2}{n(n-1)} = \frac{10 \times 1121 - (97)^2}{10\,(10-1)}$$

$$s_1^2 = 20.01$$

2. حساب تباين العينة 2

$$s_2^2 = \frac{n\sum x_2^2 - (\sum x_2)^2}{n(n-1)} = \frac{10 \times 367 - (57)^2}{10\,(10-1)}$$

$$s_2^2 = 4.67$$

3. حساب قيمة T_c (المحسوبة)

التباين الصغير / التباين الكبير =F

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{20.01}{4.67}$$

$$F_c = 4.28 \Rightarrow F_t = 3.18$$

4. حساب درجة الحرية:

Df=n-1=10-1

Df=9

اتخاذ القرار: بما ان قيمة (F_c) تساوي 4.28 أكبر من (F_t) تساوي 3.18 فإننا نرفض الفرض الصفري ونقبل الفرض البديل ومنه نستنتج انه يوجد تباين بين العينتين أي العينتين غير متجانستين وبالتالي نستخدم اختبار T لعينتين مستقلتين غير متجانستين.

حساب $\overline{x}_1$:

$$\overline{x}_1 = \frac{\sum x_1}{n_1} = \frac{97}{10} \Rightarrow \overline{x}_1 = 9.7$$

حساب $\overline{x}_2$:

$$\overline{x}_2 = \frac{\sum x_2}{n_2} = \frac{57}{10} \Rightarrow \overline{x}_2 = 5.7$$

5. إيجاد T_c المحسوبة:

$$T = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = \frac{9.7 - 5.7}{\sqrt{\frac{20.01}{10} + \frac{4.67}{10}}}$$

$$T = \frac{4}{\sqrt{2.468}} = \frac{4}{1.57} = 2.54$$

T_c=2.54

إيجاد Df: Df=9

6. تحديد قيمة T الجدولية:

$$T_t=2.16$$

7. المقارنة واتخاذ القرار:

$$T_c > T_t$$

نرفض الفرض الصفري ونقبل الفرض البديل ومنه: توجد فروق بين متوسط درجات الذكور ومتوسط درجات الاناث في مادة الرياضيات عند مستوى الدالة 0.05

الخلاصة:

اختبار (ت) للعينة المستقلة هو أحد الاختبارات الإحصائية المهمة التي تُستخدم لمقارنة متوسط مجموعتين مستقلتين عن بعضهما البعض، أي عندما لا يوجد أي ارتباط بين عناصر المجموعة الأولى وعناصر المجموعة الثانية. الهدف من هذا الاختبار هو تحديد ما إذا كان الفرق بين المتوسطين ذا دلالة إحصائية، بمعنى أن الفرق لم يحدث بالصدفة وإنما بسبب اختلاف حقيقي بين المجموعتين.

الفكرة الأساسية وراء اختبار (ت) للعينة المستقلة هي مقارنة الفرق بين متوسطات المجموعتين بالنسبة للتباين داخل كل مجموعة، أي أننا نقوم بقياس مدى حجم الفرق بين المتوسطات مقارنة بالتشتت الطبيعي للبيانات داخل كل مجموعة. كلما كان الفرق بين المتوسطين كبيرًا بالنسبة للتباين داخل المجموعات، زادت قوة الاختبار في كشف الفروق الحقيقية.

من أهم ميزاته أنه يسمح بالتحقق من الفروق بين مجموعتين مختلفتين من الأفراد أو الوحدات التجريبية، مثل مقارنة أداء طلاب فصلين مختلفين، أو فحص تأثير دواء مقابل دواء وهمي (Placebo) على مجموعتين مستقلتين. يعتمد هذا الاختبار على فرضيات أساسية، أهمها: استقلال العينات، تقارب التباين بين المجموعتين (Homogeneity of variance)، وأن البيانات موزعة تقريبًا توزيع طبيعي.

وباختصار، اختبار (ت) للعينة المستقلة يوفر وسيلة دقيقة لتحديد ما إذا كان هناك فرق حقيقي بين متوسطات مجموعتين مستقلتين، ويعد أداة أساسية في الدراسات التجريبية والتطبيقية لمقارنة المجموعات المختلفة، مع الأخذ في الاعتبار التباين الداخلي لكل مجموعة والتأكد من صحة الفرضيات الإحصائية قبل استخلاص النتائج.

المحاضرة الخامسة

اختبار(ت) لعينتين مترابطتين

المحاضرة الخامسة

اختبار (ت) لعينتين مترابطتين

تمهيد:

في العديد من الدراسات العلمية والتطبيقية، يهدف الباحثون إلى فهم أثر عامل معيّن على مجموعة معينة من الأفراد أو الوحدات التجريبية. في كثير من الأحيان، لا تكون العينات مستقلة تمامًا، بل تكون مرتبطة بطريقة طبيعية، مثل القياسات المأخوذة من نفس الفرد في وقتين مختلفين، أو مقارنة أداء الفرد قبل وبعد تدخل ما، أو عند تقييم استجابة الزوجين لنفس المعاملة.

في هذه الحالات، فإن المقارنة التقليدية بين المتوسطات لعينة مستقلة لن تكون دقيقة، لأنها تتجاهل العلاقة الموجودة بين القياسات. لذلك، يأتي اختبار (ت) للعينة المترابطة كأداة إحصائية مناسبة للتعامل مع هذا النوع من البيانات. يقوم هذا الاختبار على مبدأ بسيط لكنه قوي: بدلاً من مقارنة المتوسطات لكل مجموعة بشكل منفصل، يُحسب الفرق بين كل زوج مترابط من القياسات، ثم يُختبر ما إذا كان متوسط هذه الفروق يختلف عن الصفر بشكل معنوي إحصائيًا.

استخدام هذا الاختبار يتيح للباحث السيطرة على التباين الفردي لكل وحدة تجريبية، حيث أن كل فرد يعمل كنوع من "التحكم الذاتي" لنفسه، وهذا يزيد من قوة الاختبار الإحصائية ويقلل تأثير العوامل الخارجية غير المرغوب فيها. علاوة على ذلك، فإن اختبار (ت) للعينة المترابطة يعد أداة مركزية في الدراسات التجريبية، والتجارب السريرية، والأبحاث الاجتماعية، وعلم النفس، حيث يعتمد الباحثون على قياسات متكررة لنفس الأفراد أو وحدات الدراسة لتقييم التأثيرات الحقيقية للعوامل المختلفة.

وباختصار، اختبار (ت) لعينة مترابطة يوفّر وسيلة دقيقة وحساسة لاختبار الفروق المرتبطة بين الأزواج، وهو أحد الركائز الأساسية في التحليل الإحصائي للبيانات المتكررة، لأنه يأخذ بعين الاعتبار الارتباط الطبيعي بين القياسات ويعطي نتائج أكثر موثوقية من الاختبارات التقليدية للعينات المستقلة.

1. مدخل إلى الاختبارات البارامترية للعينات المرتبطة:

يُعد اختبار (ت) لعينتين مترابطتين أحد أهم الاختبارات الإحصائية المستخدمة في الدراسات التجريبية وشبه التجريبية، خاصة عندما يُقاس المتغير نفسه مرتين على نفس الأفراد، مثل القياس القبلي–البعدي، أو عند وجود أزواج متكافئة (**Matched Pairs**).

ظهر اختبار (ت) لأول مرة سنة 1908 على يد الإحصائي **William Sealy Gosset** تحت الاسم المستعار "**Student**"، وكان الهدف منه معالجة مشكلات العينات الصغيرة عندما يكون تباين المجتمع مجهولًا **(Howell, 2013, p. 178)**.

ويختلف اختبار العينتين المترابطتين عن اختبار العينتين المستقلتين في أن وحدة التحليل ليست الأفراد، بل الفروق بين القياسين لكل فرد **(Gravetter & Wallnau, 2014, p. 343)**.

2. مفهوم الارتباط في هذا الاختبار:

يقصد بالعينتين المترابطتين أن كل مشاهدة في العينة الأولى تقابلها مشاهدة مرتبطة بها في العينة الثانية. ومن أمثلة ذلك:

1. قياس التحصيل قبل وبعد برنامج تدريبي
2. قياس ضغط الدم قبل وبعد العلاج
3. مقارنة أداء التوأمين

ويؤكد **(Field, 2018, p. 355)** أن تجاهل الارتباط بين القياسين يؤدي إلى تقدير خاطئ للخطأ المعياري، مما قانون اختبار T لعينتين مترابطتين

معادلة اختبار T لعينتين مرتبطتين:

$$t = \left| \frac{\overline{d}}{s\overline{d}} \right| \Rightarrow \overline{d} = \frac{\sum d}{n}$$

$\overline{d}$: المتوسط الحسابي للفرق بين القياسين

$s\overline{d}$: الخطأ المعياري لمتوسط الفروق بين القياسين

$$s\overline{d} = \frac{sd}{\sqrt{n}} \Rightarrow sd = \sqrt{\frac{\sum (d_i - d)^2}{n-1}}$$

حيث:

$\overline{d}$: المتوسط الحسابي للفرق بين القياسين.

sd : الانحراف المعياري للفرق بين القياسين.

n: حجم العينة.

تمرين:

في دراسة لإعداد مذكرة لنيل شهادة الماستر قام طالب ببناء برنامج علاجي للتخفيف من اعراض نقص الانتباه مع فرط النشاط على عينة مقدرة ب 7 افراد من الذين يعانون من هذا الاضطراب، حيث وقبل تطبيق برنامجه العلاجي قام بعملية قياس شدة هذا الاضطراب ومن ثم قام بإعادة القياس وذلك بعد تطبيق البرنامج وجاءت درجات القياس ممثلة في الجدول التالي:

$(d_i - \overline{d})^2$	$d_i - \overline{d}$	d	Post test	Pré test	n
0.51	0.72	2	11	13	1
5.19	-2.28	-1	13	12	2
0.51	0.72	2	10	12	3
0.51	0.72	2	8	10	4
0.51	0.72	2	8	10	5
0.51	0.72	2	7	9	6
1.63	-1.28	0	8	8	7
9.42	/	9	/	/	Σ

حل التمرين:

$$\overline{d} = \frac{9}{7} = 1.28$$

بالتعويض في معادلة الانحراف:

$$sd = \frac{\sqrt{9.42}}{6} = 1.25$$

بالتعويض في Tc:

$$t = \frac{1.25}{1.25/\sqrt{7}} = 2.71$$

إيجاد T الجدولية:

α=0.05
Df=n-1=6
Tt= 2.44

القرار الاحصائي:

2.71> 2.44

نرفض الفرض الصفري: عدم وجود فروق دالة احصائي بين متوسطي درجات فرط النشاط في القياس القبلي والبعدي ونقبل البديل (البرنامج فعال) .

الخلاصة:

اختبار (ت) لعينة مترابطة يُعد أداة إحصائية مهمة تُستخدم لمقارنة متوسط القياسات المرتبطة لأفراد أو وحدات تجريبية واحدة، مثل القياسات التي تُؤخذ قبل وبعد تدخل معيّن، أو في أوقات مختلفة لنفس المشاركين. الفكرة الجوهرية في هذا الاختبار هي حساب الفرق بين كل زوج من القياسات المترابطة لكل وحدة، ثم فحص ما إذا كان متوسط هذه الفروق يختلف عن الصفر بشكل معنوي إحصائيًا.

ميزة هذا الاختبار أنه يأخذ في الاعتبار الترابط الطبيعي بين القياسات، مما يقلل تأثير التباين الفردي لكل وحدة ويزيد من قوة الاختبار، مقارنةً بالاختبارات التقليدية التي تفترض عينات مستقلة. لذلك، يُستخدم بشكل واسع في الدراسات التجريبية، التجارب السريرية، الأبحاث النفسية والاجتماعية، وكلما كانت البيانات متكررة لنفس الأفراد أو الوحدات، كان هذا الاختبار الأنسب للتحقق من التأثيرات الحقيقية للعوامل المختلفة.

باختصار، اختبار (ت) لعينة مترابطة يُوفّر طريقة دقيقة وموثوقة لدراسة الفروق المرتبطة بين الأزواج، مع التحكم في تأثير الاختلافات الفردية، ويُعتبر أحد الركائز الأساسية في التحليل الإحصائي للبيانات المتكررة.

المحاضرة السادسة

تحليل التباين (ANOVA)

المحاضرة السادسة

تحـــليـــل التـبـــايـــن (ANOVA)

تمهيد:

في الإحصاء الاستدلالي نواجه غالباً مواقف بحثية تتطلب مقارنة متوسطات أكثر من مجموعتين، في الفصول السابقة، تعلمنا كيفية استخدام اختبار ت (t–test) لمقارنة متوسطي مجموعتين مستقلتين. ولكن ماذا لو أراد باحث مقارنة فعالية ثلاثة أنواع مختلفة من العلاجات، أو قياس مستوى التحصيل الدراسي لأربع مجموعات من الطلاب يدرسون بطرق مختلفة؟ استخدام اختبار ت لمقارنة المجموعات بشكل زوجي (مثلاً، مقارنة المجموعة 1 مع 2، ثم 1 مع 3، ثم 2 مع 3) يؤدي إلى مشكلة إحصائية خطيرة تعرف باسم تضخم الخطأ من النوع الأول (Inflated Type I Error Rate). فإذا كان مستوى الدلالة α لكل اختبار هو 0.05، فإن احتمال ارتكاب خطأ من النوع الأول في اختبار واحد فقط هو 5%، لكن هذا الاحتمال يزداد بشكل كبير مع إجراء عدة مقارنات، مما يجعل النتائج غير موثوقة.

هنا يأتي دور تحليل التباين (**ANOVA**)، قد يبدو الاسم غريباً، فهو يحلل التباين (التشتت) وليس المتوسطات. إلا أن الهدف الأساسي لهذا الاختبار هو اختبار الفرضية المتعلقة بتساوي متوسطات عدة مجتمعات. يقوم المبدأ على فكرة ذكية: إذا كانت العينات المسحوبة من هذه المجتمعات تعود إلى مجتمع واحد (أي أن المتوسطات متساوية)، فإن التباين الكلي للبيانات يمكن تقسيمه إلى مصدرين رئيسيين:

التباين بين المجموعات (**Between-Groups Variance**): وهو التباين الناتج عن الاختلاف بين متوسطات المجموعات نفسها. إذا كانت المتوسطات مختلفة حقاً، فسيكون هذا التباين كبيراً.

التباين داخل المجموعات (**Within-Groups Variance**): وهو التباين الطبيعي بين أفراد المجموعة الواحدة (الخطأ العشوائي أو **experimental error**).

يقارن اختبار **ANOVA** بين هذين المصدرين للتباين من خلال اختبار F (F-test). إذا كان التباين بين المجموعات أكبر بكثير من التباين داخل المجموعات، فهذا دليل على أن الاختلاف بين المتوسطات ليس مجرد صدفة، بل هو اختلاف حقيقي ذو دلالة إحصائية.

يُعتبر تحليل التباين الأحادي (**One-Way ANOVA**) أبسط صور هذا التحليل، حيث يدرس تأثير عامل واحد (**Factor**) مستقل له عدة مستويات (أو مجموعات) على متغير تابع (كمي) واحد.

1. مدخل إلى تحليل التباين:

يُعد تحليل التباين (ANOVA) من أهم الأساليب الإحصائية الاستدلالية المستخدمة في مقارنة أكثر من متوسطين في آن واحد، وقد طوّر هذا الأسلوب الإحصائي في عشرينيات القرن الماضي على يد الإحصائي البريطاني Ronald Fisher، الذي وضع الأساس النظري لما يُعرف بالنموذج الخطي العام (General Linear Model).

جاء تحليل التباين استجابة لمشكلة منهجية تتمثل في أن استخدام اختبار (ت) لمقارنة أكثر من مجموعتين يؤدي إلى تضخيم الخطأ من النوع الأول (Type I Error)، وهو ما أشار إليه فيشر في أعماله المبكرة (Fisher, 1925/1970, p. 55). لذلك كان الهدف من ANOVA هو اختبار فرضية مساواة عدة متوسطات في إطار إحصائي واحد يحافظ على مستوى الدلالة المحدد.

ويُعرَّف تحليل التباين بأنه أسلوب إحصائي يقوم على تقسيم التباين الكلي في البيانات إلى مكونات تُعزى إلى مصادر مختلفة (بين المجموعات وداخلها)، ثم مقارنة هذه المكونات باستخدام نسبة ف (F−ratio).

2. الأساس النظري لتحليل التباين:

يقوم تحليل التباين على فكرة أن أي مجموعة من البيانات تحتوي على تباين يمكن تحليله إلى:

تباين يُعزى إلى المعالجة أو العامل المستقل (Between Groups Variance).

تباين يُعزى إلى الخطأ العشوائي (Within Groups Variance).

وإذا كان التباين بين المجموعات أكبر بكثير من التباين داخلها، فإن ذلك يشير إلى وجود فروق حقيقية بين المتوسطات.

ويشير (Howell, 2013, p. 330) إلى أن منطق اختبار (F) يقوم على مقارنة تقديرين مستقلين لتباين المجتمع، فإذا كان كلا التقديرين يقيسان التباين نفسه في حالة صحة الفرضية الصفرية، فإن نسبتهما يجب أن تكون قريبة من الواحد الصحيح.

3. الفرضيات الإحصائية في ANOVA الأحادي:

عند وجود k مجموعات، تكون الفرضيات كالآتي:

H_0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \ldots = \mu k$

H_1: توجد على الأقل متوسطان مختلفان

ويؤكد (Field, 2018, p. 389) أن رفض الفرضية الصفرية لا يعني معرفة مكان الفروق، بل يشير فقط إلى وجود فرق واحد على الأقل.

أولاً: الفروض الأساسية لتحليل التباين:

لكي تكون نتائج تحليل التباين صحيحة وموثوقة، يجب أن تتوفر في البيانات أربعة فروض رئيسية. يُعد التحقق من هذه الفروض خطوة أساسية لا يمكن تجاوزها قبل الشروع في تطبيق الاختبار.

الاستقلالية (Independence):

الشرط: يجب أن تكون المشاهدات (القياسات) مستقلة عن بعضها البعض. أي أن قيمة أي فرد لا تؤثر على قيمة فرد آخر.

التحقق: يتحقق هذا الشرط بشكل أساسي من خلال طريقة اختيار العينة. يجب أن يتم اختيار العينات عشوائياً من مجتمعاتها، وأن تكون المجموعات المختلفة مستقلة عن بعضها البعض (لا يوجد ارتباط أو تطابق بين أفراد المجموعات).

الحالة الطبيعية (Normality):

الشرط: يجب أن تتبع البيانات في كل مجموعة من المجموعات توزيعاً طبيعياً (Gaussian distribution).

التحقق:

للعينات الصغيرة ($n < 30$): يمكن استخدام اختبارات إحصائية مثل اختبار شابيرو–ويلك (Shapiro–Wilk test) أو كولموجوروف–سميرنوف (Kolmogorov–Smirnov test) لكل مجموعة على حدة. كما يمكن استخدام الرسوم البيانية مثل المدرج التكراري (Histogram) أو المخطط الاحتمالي الطبيعي (Q–Q Plot).

للعينات الكبيرة ($n \geq 30$): يعتبر اختبار ANOVA قوياً (Robust) تجاه هذا الافتراض، بمعنى أن الانحراف البسيط عن الطبيعية لا يؤثر كثيراً على النتائج، وذلك بفضل نظرية النهاية المركزية (Central Limit Theorem).

تجانس التباينات (Homogeneity of Variances):

الشرط: يجب أن تكون التباينات في المجتمعات الأصلية التي سحبت منها العينات متساوية تقريباً. يعرف هذا الشرط أيضاً باسم المثلية (Homoscedasticity)

التحقق:

قاعدة عامة سريعة: إذا كانت أكبر تباين لعينة مقسوماً على أصغر تباين لعينة أقل من 4، يمكن افتراض تجانس التباينات .

اختبارات إحصائية: هناك اختبارات أكثر دقة مثل اختبار ليفين (Levene's Test) أو اختبار بارتليت (Bartlett's Test). اختبار ليفين هو الأكثر شيوعاً لكونه أقل حساسية للانحراف عن الحالة الطبيعية.

القياس (Interval/Ratio Data):

الشرط: يجب أن يكون المتغير التابع (الذي يتم قياسه) على مقياس كمي (فئوي أو نسبي) وليس نوعياً (اسمي أو ترتيبي).

على عكس اختبار ت، فإن فرضيات تحليل التباين لا تهتم بوجود فرق بين زوج محدد من المجموعات، بل تهتم بوجود فرق بشكل عام بين جميع المجموعات.

الفرضية العدمية: تنص الفرضية العدمية على أن جميع متوسطات المجتمعات متساوية.

الفرضية البديلة: تنص الفرضية البديلة على أنه يوجد على الأقل متوسط واحد يختلف عن المتوسطات الأخرى. أي أنه ليس كل المتوسطات متساوية.

ملاحظة هامة جداً: إذا تم رفض الفرضية العدمية، فإن اختبار ANOVA لا يخبرنا أي مجموعة تختلف عن الأخرى، هذا هو موضوع "المقارنات البعدية" (Post-Hoc Tests).

ثالثاً: منطق تحليل التباين (Logic of ANOVA) تجزئة التباين

يقوم تحليل التباين على فكرة تجزئة التباين الكلي الموجود في البيانات إلى جزأين مستقلين.

1. التباين الكل:

هو مجموع مربعات انحرافات كل قيمة مفردة في الدراسة (بغض النظر عن المجموعة التي تنتمي إليها) عن المتوسط الكلي العام (Grand Mean – $\bar{x}_{..}$) هذا المربع يعبر عن التشتت الكلي في جميع البيانات.

$$SS_{Total} = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$$

3. تباين المجموعات:

هو مجموع مربعات انحرافات **متوسط كل مجموعة** عن المتوسط الكلي العام، مرجحة بعدد أفراد كل مجموعة. هذا المربع يعبر عن مقدار التباين الناتج عن الاختلافات بين المجموعات نفسها (أي تأثير العامل المستقل).

$$SS_{Between} = \sum_{i=1}^{k} n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$$

4. التباين داخل المجموعات:

هو مجموع مربعات انحرافات كل قيمة في المجموعة عن متوسط **مجموعتها**.

هذا المربع يعبر عن مقدار التباين الطبيعي الموجود داخل كل مجموعة، والذي يُعزى إلى عوامل عشوائية غير خاضعة للتحكم (خطأ عشوائي).

$$SS_{Within} = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

العلاقة الأساسية:

$$SS_{Total} = SS_{Between} + SS_{Within}$$

رابعاً: جدول تحليل التباين (ANOVA Table) والمعادلات الأساسية:

يتم ترتيب نتائج تحليل التباين بشكل منهجي في جدول خاص. يعرض هذا الجدول مصادر التباين، درجات الحرية، مجموع المربعات، متوسطات المربعات، وقيمة إحصاء الاختبار F.

مصدر التباين (Source)	درجات الحرية (df)	مجموع المربعات (SS)	متوسط المربعات (MS)	قيمة F
بين المجموعات (Between)	$k-1$	$SS_{Between}$	$MS_{Between} = \frac{SS_{Between}}{k-1}$	$F = \frac{MS_{Between}}{MS_{Within}}$
داخل المجموعات (Within)	$N-k$	SS_{Within}	$MS_{Within} = \frac{SS_{Within}}{N-k}$	
الكلي (Total)	$N-1$	SS_{Total}		

حيث أن:

k = عدد المجموعات.

N = الحجم الكلي للعينة (مجموع أفراد جميع المجموعات).

F = قيمة اختبار فيشر (F-statistic). وهي النسبة بين متوسط مربعات بين المجموعات ومتوسط مربعات داخل المجموعات.

تفسير قيمة F: إذا كانت $F \approx 1$، فهذا يعني أن التباين بين المجموعات مشابه للتباين داخل المجموعات، وبالتالي لا يوجد دليل على وجود فرق حقيقي بين المتوسطات.

إذا كانت $F > 1$ وكبيرة بما يكفي، فهذا يعني أن التباين بين المجموعات أكبر من التباين العشوائي داخل المجموعات، مما يشير إلى وجود فرق حقيقي بين المتوسطات.

خامساً: المقارنات البعدية (Post-Hoc Tests)

كما ذكرنا سابقاً، إذا كانت نتيجة اختبار F دالة (أي تم رفض الفرض الصفري) فإننا نعرف فقط أن هناك اختلافاً ما، ولكننا لا نعرف أين يكمن هذا الاختلاف. لتحديد المجموعات التي تختلف عن بعضها بشكل محدد، نستخدم ما يسمى بالمقارنات المتعددة البعدية (Post-Hoc Multiple Comparisons)

تقوم هذه الاختبارات بمقارنة كل زوج من المجموعات مع التحكم في معدل الخطأ من النوع الأول (Type I error rate) ومنع تضخمه، من أشهر هذه الاختبارات:

اختبار توكي (Tukey's HSD): يعتبر الاختبار الأكثر شيوعاً وقوة عندما تكون أعداد العينات متساوية. يقوم بمقارنة جميع أزواج المتوسطات.

اختبار شيفيه (Scheffé's Test): اختبار أكثر تحفظاً (أقل قدرة على اكتشاف الفروق) ويستخدم عندما تختلف أحجام العينات أو عند إجراء مقارنات معقدة (ليس فقط أزواج).

تصحيح بونفيروني (Bonferroni Correction): طريقة بسيطة ولكنها متحفظة جداً، حيث يتم قسمة مستوى الدلالة α على عدد المقارنات المجراة.

سادساً: التطبيق العملي:

تمرين (1) مع الحل الكامل:

يرغب باحث في مجال المناهج وطرق التدريس في معرفة ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية في التحصيل الدراسي للطلاب تعزى لطريقة التدريس المستخدمة، تم تطبيق ثلاث طرق تدريس طريقة المحاضرة، طريقة المناقشة، طريقة التعلم بالاكتشاف على ثلاث مجموعات مستقلة من الطلاب، وبعد انتهاء التجربة، تم إجراء اختبار تحصيلي موحد لجميع الطلاب. كانت الدرجات (من 20) كالتالي:

المجموعه الاولى (محاضره)	المجموعه الثانيه (منافسه)	المجموعه الثالثه (اكتشاف)
12	16	18
14	15	19
13	17	20
11	15	17
10	14	18
12	16	19
13	15	17
11	16	18
14	17	20
10	15	19
$n_1 = 10$	$n_2 = 10$	$n_3 = 10$

المطلوب: باستخدام مستوى دلالة $\alpha=0.05$، قم بتحليل البيانات إحصائياً باستخدام تحليل التباين الأحادي **(One-Way ANOVA)** للإجابة على السؤال البحثي. (افترض تحقق الفروض الإحصائية).

الخطوة 1: صياغة الفرضيات.

$H_0: \mu1=\mu2=\mu3$ *لا يوجد فرق في متوسط التحصيل بين الطرق الثلاث*

H_1 يوجد على الأقل متوسط واحد يختلف عن الآخرين

الخطوة 2: حساب المجاميع الأولية.

المجموعة 1: (محاضرة)

- $T1=\sum x1=12+14+13+11+10+12+13+11+14+10=120$
  $=12+14+13+11+10+12+13+11+14+10=120$
- $\sum x^2_1=144+196+169+121+100+144+169+121+196+100=1460$
  $=144+196+169+121+100+144+169+121+196+100=1460$

المجموعة 2 (مناقشة):

- $T2=\sum x2=16+15+17+15+14+16+15+16+17+15=156$
  $=16+15+17+15+14+16+15+16+17+15=156$
- $\sum x22=256+225+289+225+196+256+225+256+289+225=2442$
  $=256+225+289+225+196+256+225+256+289+225=2442$

المجموعة 3 (اكتشاف):

- $T3=\sum x3=18+19+20+17+18+19+17+18+20+19=185$
  $=18+19+20+17+18+19+17+18+20+19=185$
- $\sum x^2 3=324+361+400+289+324+361+289+324+400+361=3433$
  $=324+361+400+289+324+361+289+324+400+361=3433$

الخطوة 3: حساب المجاميع الكلية.

- **المجموع الكلي للدرجات:(Grand Total - G)**

$G=T1+T2+T3=120+156+185=461$

- **مجموع مربعات الدرجات الكلي:**

$\sum xTotal2=\sum x^2 1+\sum x^2 2+\sum x^2 3=1460+2442+3433=7335$

- **الحجم الكلي للعينة:**

$N=n1+n2+n3=10+10+10=30$

الخطوة 4: حساب معامل التصحيح (Correction Factor – CF) :

$CF=G^2/N=461^2/30=212521/30=7084.033$

الخطوة 5: حساب مجموع المربعات (SS) :

مجموع المربعات الكلي:

$SSTotal=\sum x^2 Total-CF=7335-7084.033=250.967$

1. **مجموع مربعات بين المجموعات:**

SSBetween= $(T^2 1/n1+T^2 2/n2+T^2 3/n3)-CF$

SSBetween= $(120^2/10+156^2/10+185^2/10)-7084.033$

SSBetween=(14400/10+24336/10+34225/10)−7084.033

SSBetween=(1440+2433.6+3422.5)−7084.033

SSBetween=7296.1−7084.033=212.067

2. مجموع مربعات داخل المجموعات:

SSWithin=SSTotal−SSBetween
SSWithin=250.967−212.067=38.9

الخطوة 6: حساب متوسطات المربعات (MS) ودرجات الحرية.(df)

- **درجات الحرية بين المجموعات:**
- df Between=k−1=3−1=2
- **درجات الحرية داخل المجموعات:**
  dfWithin=N−k=30−3=27
- **درجات الحرية الكلية:**
  dfTotal=N−1=30−1=29
- **متوسط المربعات بين المجموعات:**
  MSBetween=SSBetween dfBetween=212.0672=106.0335
- **متوسط المربعات داخل المجموعات:**
  MSWithin= 38.927=1.4407

الخطوة 7: حساب قيمة F المحسوبة.

Fcalculated =73.60

الخطوة 8: إنشاء جدول تحليل التباين.

مصدر التباين	df	SS	MS	F
بين المجموعات	2	212.067	106.033	**73.60**
داخل المجموعات	27	38.900	1.441	
الكلي	29	250.967		

الخطوة 9: تحديد القيمة الجدولية لـ F واتخاذ القرار.

- **تحديد F الجدولية:(Fcritical*Fcritical*)**
  - مستوى الدلالة $\alpha=0.05\alpha=0.05$

- df1=dfBetween=2
- df2=dfWithin=27
- بالبحث في جداول توزيعF ، نجد أن3.35≈ (Fcritical(0.05,2,27 :

- **قاعدة القرار:**

- إذا كانت Fcalculated>Fcritical، نرفض H_0.
- إذا كانت Fcalculated≤Fcritical، لا نرفض H_0.

- **المقارنة:**

Fcalculated=73.60>Fcritical=3.35

الخطوة 10: التفسير الإحصائي والنهائي.

بما أن قيمة F المحسوبة (73.60) أكبر من القيمة الجدولية (3.35)، فإننا **نرفض الفرضية العدمية** .هذا يعني أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha=0.05$ بين متوسطات درجات التحصيل الدراسي تعزى لطريقة التدريس المستخدمة.

توجد فروق معنوية بين طرق التدريس الثلاث في التحصيل الدراسي لمعرفة أي الطرق أفضل، يجب إجراء اختبارات المقارنات البعدية Post-Hoc Tests

المحاضرة السابعة

اختبار بيرسون للارتباط

المحاضرة السابعة

مـــعـــامـــلات الارتـــبـــاط

اختبار بيرسون للارتباط (Pearson Correlation Coefficient)

تمهيد:

يُعد اختبار بيرسون للارتباط من أبرز الأدوات الإحصائية المستخدمة في قياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين كميين. يهدف هذا الاختبار إلى تحديد ما إذا كانت التغيرات في أحد المتغيرات ترتبط بتغيرات في المتغير الآخر، وإلى قياس مدى خطية هذه العلاقة. وعلى عكس بعض معاملات الارتباط الأخرى التي تتعامل مع البيانات الرتبية أو غير الخطية، يعتمد اختبار بيرسون على المتغيرات الكمية والتوزيع الطبيعي للبيانات لضمان صحة النتائج ودقتها.

يُستخدم معامل ارتباط بيرسون بشكل واسع في البحوث العلمية، سواء في العلوم الطبيعية، الاجتماعية، الاقتصادية، أو الرياضية، حيث يُمكّن الباحث من فهم العلاقة بين المتغيرات وتحليلها بطريقة كمية دقيقة. كما يساعد في التنبؤ باتجاه التغيرات، وتحديد مدى تأثير أحد المتغيرات على الآخر، وهو ما يُعتبر أساسًا للعديد من الدراسات التطبيقية والتحليلية، مثل دراسة العلاقة بين ساعات التدريب والأداء الرياضي، أو بين درجات الطلاب ومستوى التحصيل الأكاديمي، أو بين عوامل بيئية وصحية محددة.

ويُعتمد في تفسير نتائج اختبار بيرسون على القيمة العددية لمعامل الارتباط، التي تتراوح بين −1 و +1، حيث تشير القيمة الموجبة إلى علاقة طردية، والقيمة السالبة إلى علاقة عكسية، بينما تعني القيم القريبة من الصفر ضعف العلاقة أو انعدامه. كما يُصحب هذا التحليل اختبار مستوى الدلالة الإحصائية للتأكد من أن العلاقة المكتشفة ليست نتيجة للصدفة، وإنما تعكس ارتباطًا حقيقيًا بين المتغيرين في المجتمع المدروس.

ويهدف هذا المحور إلى تقديم مدخل شامل لفهم اختبار بيرسون للارتباط، بما يشمل شروط استخدامه، خطوات حسابه، وطرق تفسير نتائجه في ضوء أهداف البحث، مع التركيز على تطبيقاته العملية في الدراسات العلمية المختلفة. فإتقان هذا الاختبار يُمكّن الباحث من تحليل العلاقات الخطية بين المتغيرات بشكل علمي دقيق، ويعد أداة أساسية لدعم الاستنتاجات البحثية واتخاذ القرارات المبنية على البيانات.

1. مقدمة في الإحصاء الارتباطي:

يُعد الارتباط الإحصائي من المفاهيم الأساسية في التحليل الكمي، إذ يهتم بدراسة العلاقة بين متغيرين كميين وتحديد قوة واتجاه تلك العلاقة. ويُستخدم معامل ارتباط بيرسون لقياس درجة الارتباط الخطي بين متغيرين على مستوى القياس الفتري أو النسبي.

يشير كارل بيرسون إلى أن هذا المعامل يُستخدم لقياس العلاقة الخطية بين متغيرين، بحيث تتراوح قيمته بين −1 و +1.

ويُعرف معامل ارتباط بيرسون بأنه مقياس إحصائي يحدد درجة وقوة العلاقة الخطية بين متغيرين كميين **(العساف، 2010، ص. 312)**.

2. مفهوم الارتباط:

الارتباط لا يعني السببية؛ أي أن وجود علاقة بين متغيرين لا يعني أن أحدهما يسبب الآخر **(أبو علام، 2013، ص. 221)**.

مثال: العلاقة بين عدد ساعات التدريب الرياضي ومستوى اللياقة البدنية قد تكون موجبة، لكن ذلك لا يعني أن التدريب وحده هو العامل المؤثر.

3. تعريف معامل ارتباط بيرسون:

يُعرَّف معامل بيرسون (r) بأنه:

مقياس إحصائي يحدد درجة العلاقة الخطية بين متغيرين كميين **(ملحم، 2012، ص. 178)**.

وتتراوح قيمة r بين:

- +1 ارتباط طردي تام
- 0 لا يوجد ارتباط
- −1 ارتباط عكسي تام

4. الصيغة الرياضية لمعامل بيرسون:

معادلة بيرسون هي:

$$r = \Sigma[(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})] \div \sqrt{[\Sigma(X - \bar{X})^2 \Sigma(Y - \bar{Y})^2]}$$

حيث:

- X المتغير الأول
- Y المتغير الثاني

- $\bar{X}$ المتوسط الحسابي للمتغير الأول
- $\bar{Y}$ المتوسط الحسابي للمتغير الثاني (**العساف، 2010، ص. 318**)

ملاحظة: يجب أن تكون البيانات موزعة توزيعًا اعتداليًا تقريبًا.

5. شروط استخدام اختبار بيرسون:

1. أن تكون البيانات كمية (فترية أو نسبية).
2. وجود علاقة خطية بين المتغيرين.
3. التوزيع الطبيعي للبيانات.
4. عدم وجود قيم شاذة مؤثرة. (أبو علام، 2013، ص. 230)

الفرضيات الإحصائية:

الفرضية الصفرية:(H_0) : لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين.

الفرضية البديلة:(H1) : توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين.

تفسير قيم معامل الارتباط:

قوة العلاقة	قيمةr
ضعيفة جدًا	**0.00 – 0.19**
ضعيفة	**0.20 – 0.39**
متوسطة	**0.40 – 0.59**
قوية	**0.60 – 0.79**
قوية جدًا	**0.80 – 1.00**

التفسير يعتمد على المجال العلمي (**العساف، 2010، ص. 320**).

اختبار الدلالة الإحصائية:

يتم اختبار دلالة معامل الارتباط باستخدام قيمة (t) المحسوبة: (**أبو علام، 2013، ص. 235**)

$$t = r \sqrt{(n-2)} \div \sqrt{(1-r^2)}$$

حيث n حجم العينة.

6. العلاقة بين الارتباط والانحدار:

يرتبط معامل بيرسون بتحليل الانحدار الخطي البسيط، حيث إن مربع معامل الارتباط (r^2) يمثل معامل التحديد.

r^2 يوضح نسبة التباين المفسَّر في المتغير التابع (ملحم، 2012، ص. 190).

7. أنواع الارتباط:

1. ارتباط طردي
2. ارتباط عكسي
3. عدم وجود ارتباط

الأخطاء الشائعة:

- تفسير الارتباط على أنه سببية
- استخدام بيرسون مع بيانات رتبية
- تجاهل القيم الشاذة

مثال تطبيقي:

دراسة العلاقة بين:

- عدد ساعات المذاكرة
- درجات الاختبار

إذا كانت $r = 0.72$

فالعلاقة قوية موجبة ودالة إحصائيًا عند مستوى 0.05.

مزايا اختبار بيرسون:

- سهل الحساب
- دقيق في العلاقات الخطية
- واسع الاستخدام

حدود اختبار بيرسون:

- يقيس العلاقة الخطية فقط
- حساس للقيم الشاذة
- يتطلب اعتدالية البيانات

التمرين الأول:

- **العلاقة بين عدد ساعات التدريب ومستوى اللياقة البدنية**
- لدينا بيانات 8 لاعبين:

اللاعب	ساعات التدريب(X)	درجة اللياقة(Y)
1	2	60
2	3	65
3	4	70
4	5	75
5	6	78
6	7	85
7	8	88
8	9	92

الخطوة 1: صياغة الفرضيات:

H_0: لا توجد علاقة ارتباط دالة إحصائياً بين ساعات التدريب ومستوى اللياقة.

H_1: توجد علاقة ارتباط دالة إحصائياً بين ساعات التدريب ومستوى اللياقة.

مستوى الدلالة$\alpha = 0.05$:

الخطوة 2: حساب المتوسطات:

$\bar{X}=2+3+4+5+6+7+8+9=5.5$

$\bar{Y}=60+65+70+75+78+85+88+92=76.6$

الخطوة 3: حساب معامل بيرسونr

نستخدم الصيغة:

$$r = \Sigma[(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})] \div \sqrt{[\Sigma(X - \bar{X})^2 \Sigma(Y - \bar{Y})^2]}$$

بعد الحسابات (تفصيلاً):

$\Sigma(X-\bar{X})(Y-\bar{Y}) = 196$
$\Sigma(X-\bar{X})^2 = 42$
$\Sigma(Y-\bar{Y})^2 = 947.2$

$$\frac{196}{\sqrt{947.2 \times 42}}$$

$$\frac{196}{199.4} = r$$

$$0.98 = r$$

الخطوة 4: حساب قيمة t المحسوبة

$$\frac{\sqrt{n-2}r}{\sqrt{^2r-1}}$$

n = 8

$$\frac{\sqrt{6}0.98}{\sqrt{0.9604-1}} = t$$

$$\frac{2.45 \times 0.98}{\sqrt{0.0396}} = t$$

$$\frac{2.401}{0.199} = t$$

$$12.06 = t$$

الخطوة 5: استخدام الجدول الإحصائي:

درجات الحرية: df = n − 2 = 6

من جدول t عند α = 0.05 ومستوى df =

القيمة الجدولية = 2.447

الخطوة 6: القرار:

بما أن: 2.447 < 12.06 نرفض H_0

التفسير: توجد علاقة ارتباط طردية قوية جداً ودالة إحصائياً بين ساعات التدريب ومستوى اللياقة.

التمرين الثاني:

العلاقة بين نسبة الدهون وسرعة العدو (100 متر)

المعطيات:

اللاعب	نسبة الدهون(X)	زمن 100م Y بالثواني
1	8	11.0
2	9	11.2
3	10	11.5
4	12	12.0
5	13	12.3
6	14	12.7
7	15	13.0
8	16	13.5

الخطوة 1: الفرضيات

H_0: لا توجد علاقة بين نسبة الدهون وزمن العدو.

H_1: توجد علاقة بين نسبة الدهون وزمن العدو.

$\alpha = 0.05$

الخطوة 2: المتوسطات

$\bar{X}=12.125$ $\bar{Y}=12.15$

الخطوة 3: حساب r

بعد الحساب:

$\Sigma(X-\bar{X})(Y-\bar{Y}) = 26.95$

$\Sigma(X-\bar{X})^2 = 51.88$

$\Sigma(Y-\bar{Y})^2 = 14.04$

$$\frac{26.95}{\sqrt{14.04 \times 51.88}}$$

$$\frac{26.95}{26.99} = r$$

$$0.998 = r$$

ملاحظة: هنا العلاقة موجبة، لأن كلما زادت الدهون زاد الزمن (أي الأداء أسوأ).

الخطوة 4: حساب t

$$\frac{\sqrt{6}0.998}{\sqrt{0.996 - 1}}$$

$$27.3 = t$$

الخطوة 5: القرار:

القيمة الجدولية عند df=6 و 2.447 = α=0.05

2.447 < 27.3 نرفض H_0

التفسير:

توجد علاقة ارتباط طردية قوية جداً بين نسبة الدهون وزمن العدو.

أي أن زيادة نسبة الدهون تؤدي إلى زيادة زمن السباق (انخفاض الأداء).

الخلاصة:

في ختام دراسة هذا المحور، يتضح أن اختبار بيرسون للارتباط يُعد من أهم الأدوات الإحصائية لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين كميين. فهو يمكّن الباحث من تحديد ما إذا كانت التغيرات في أحد المتغيرات مرتبطة بتغيرات المتغير الآخر، وتقدير مدى خطية هذه العلاقة بدقة كمية. ويُعتبر هذا الاختبار حجر الأساس في العديد من الدراسات التطبيقية، حيث يوفّر وسيلة لفهم العلاقات بين الظواهر وتحليل تأثير كل متغير على الآخر، مما يعزز من القدرة على التنبؤ واتخاذ القرارات المبنية على البيانات.

تكمن أهمية اختبار بيرسون في اعتماده على القيم العددية للمتغيرات والتوزيع الطبيعي للبيانات، وهو ما يمنحه مصداقية عالية عند تحليل العلاقات الخطية. كما يوفر تفسيرًا واضحًا من خلال القيمة العددية لمعامل الارتباط، حيث تشير القيم الموجبة إلى علاقة طردية، والسالبة إلى علاقة عكسية، والقيم القريبة من الصفر إلى ضعف العلاقة أو انعدامها. ويكتمل التحليل بتطبيق اختبار الدلالة الإحصائية، للتأكد من أن العلاقة المكتشفة ليست نتيجة للصدفة، وإنما تعكس ارتباطًا حقيقيًا بين المتغيرين في المجتمع الإحصائي.

وعليه، يُمثل اختبار بيرسون أداة فعّالة وأساسية في البحث العلمي، إذ يمكّن الباحث من تحليل العلاقات بين المتغيرات الكمية بدقة وموضوعية، ويدعم استنتاجاته العلمية بالاعتماد على البيانات، مما يجعله عنصرًا لا غنى عنه في الدراسات البحثية والتحليلية المعاصرة.

المحاضرة الثامنة

اختبار سبيرمان للارتباط

المحاضرة الثامنة

معامل الارتباط سبيرمان

تمهيد:

يُعدّ معامل الارتباط من أهم الأساليب الإحصائية المستخدمة في دراسة العلاقة بين المتغيرات، إذ يهدف إلى قياس درجة وقوة الارتباط بينها، وتحديد اتجاه هذه العلاقة سواء كانت طردية أم عكسية، ومن بين معاملات الارتباط غير المعلمية يبرز معامل ارتباط سبيرمان كأداة إحصائية مهمة تُستخدم عندما لا تتوافر شروط الارتباط الخطي البسيط، أو عندما تكون البيانات ذات طبيعة رتبية (ترتيبية) لا عددية مطلقة.

يعتمد معامل ارتباط سبيرمان على ترتيب القيم بدل الاعتماد على القيم الأصلية نفسها، مما يجعله مناسبًا في الحالات التي لا تتبع فيها البيانات التوزيع الطبيعي، أو عندما تكون العلاقة بين المتغيرات غير خطية ولكنها ذات اتجاه رتيب (أي تزداد أو تنقص بانتظام)، كما يُستخدم في الدراسات التي تعتمد على الاستبيانات ومقاييس التقدير (مثل مقياس ليكرت)، حيث تكون البيانات في صورة مراتب أو درجات وصفية.

وتكمن أهمية هذا المعامل في مرونته وسهولة تطبيقه مقارنة ببعض المعاملات الأخرى، إذ لا يشترط تجانس التباين أو التوزيع الطبيعي للبيانات، مما يجعله مناسبًا في البحوث الاجتماعية والتربوية والرياضية والنفسية. كما أنه يُعد خيارًا مناسبًا عند صغر حجم العينة، أو عند وجود قيم شاذة قد تؤثر في نتائج معاملات الارتباط الأخرى.

يقيس معامل سبيرمان قوة العلاقة من خلال قيمة تتراوح بين −1 و +1؛ فالقيمة الموجبة تشير إلى علاقة طردية، بينما تدل القيمة السالبة على علاقة عكسية، أما القيم القريبة من الصفر فتعني ضعف الارتباط أو انعدامه. وتُفسَّر هذه القيم في ضوء مستوى الدلالة الإحصائية لتحديد ما إذا كانت العلاقة ذات دلالة معنوية أم لا.

ويهدف هذا المحور إلى تقديم الإطار النظري لمعامل ارتباط سبيرمان، من خلال التعرف على مفهومه، وشروط استخدامه، وخطوات حسابه، وكيفية تفسير نتائجه في ضوء أهداف البحث، ففهم هذا المعامل يُعد خطوة أساسية للباحثين الذين يسعون إلى تحليل العلاقات بين المتغيرات بطريقة علمية دقيقة، خاصة في الدراسات التي تعتمد على البيانات الرتبية أو التي لا تستوفي شروط الاختبارات المعلمية.

يُعد اختبار سبيرمان من الاختبارات الإحصائية اللامعلمية التي تُستخدم لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين عندما تكون البيانات **رتبية** أو عندما لا تتحقق شروط اختبار بيرسون (مثل شرط التوزيع الطبيعي).

وضع هذا المعامل العالم الإحصائي تشارلز سبيرمان لقياس الارتباط بين الرتب بدلاً من القيم الأصلية.

1. تعريف معامل سبيرمان:

يُعرف معامل ارتباط سبيرمان ρ أو rs بأنه:

مقياس إحصائي لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين رتبيين أو بين متغيرين كميين لا يتبعان التوزيع الطبيعي، وذلك بالاعتماد على ترتيب القيم.

تتراوح قيمة معامل سبيرمان بين:

1. 1+ ارتباط طردي تام
2. 0 لا يوجد ارتباط
3. 1− ارتباط عكسي تام

2. متى نستخدم اختبار سبيرمان؟

يُستخدم في الحالات التالية:

1. إذا كانت البيانات رتبية (مثل الترتيب، التقديرات).
2. إذا لم يتحقق شرط التوزيع الطبيعي.
3. عند وجود قيم شاذة تؤثر في اختبار بيرسون.
4. إذا كانت العلاقة غير خطية ولكنها رتيبة.(Monotonic)

الفرق بين بيرسون وسبيرمان:

المقارنة	بيرسون	سبيرمان
نوع البيانات	كمية فترية/نسبية	رتبية أو كمية غير طبيعية
نوع الاختبار	معلمي	لامعلمي
نوع العلاقة	خطية	رتيبة
التأثر بالقيم الشاذة	عالي	أقل

الفرضيات الإحصائية:

H_0: لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين.

H_1: توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين.

3. الصيغة الرياضية لمعامل سبيرمان:

عندما لا توجد رتب متساوية:

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

حيث:

d الفرق بين رتب كل زوج من القيم

n حجم العينة

Σd^2 مجموع مربعات فروق الرتب

4. خطوات حساب سبيرمان:

ترتيب قيم المتغير الأول

ترتيب قيم المتغير الثاني

حساب الفرق بين الرتب (d)

تربيع الفرق (d^2)

حساب مجموع d^2

التعويض في القانون

مقارنة القيمة المحسوبة بالقيمة الجدولية

تفسير قيم سبيرمان: نفس تفسير بيرسون تقريبًا:

التفسير	قيمة rs
ضعيف جدًا	**0.00 – 0.19**
ضعيف	**0.20 – 0.39**
متوسط	**0.40 – 0.59**
قوي	**0.60 – 0.79**
قوي جدًا	**0.80 – 1.00**

5. اختبار الدلالة الإحصائية:

1. إذا كان حجم العينة صغيرًا (أقل من 30)، نستخدم جدول سبيرمان مباشرة.
2. إذا كان حجم العينة كبيرًا، يمكن تحويل معامل سبيرمان إلى قيمة t باستخدام:

$$\frac{\sqrt{n-2}_s r}{\sqrt{{}^2_s r-1}} = t$$

ودرجة الحرية: df = n − 2

مزايا اختبار سبيرمان:

1. لا يشترط التوزيع الطبيعي
2. مناسب للبيانات الرتبية
3. أقل تأثرًا بالقيم الشاذة

عيوب اختبار سبيرمان:

1. أقل قوة إحصائية من بيرسون عند تحقق الشروط
2. يعتمد على الرتب وليس القيم الحقيقية

مثال تطبيقي:

قياس العلاقة بين: ترتيب اللاعبين في السرعة، وترتيبهم في مهارة المراوغة

بما أن البيانات رتبية، فإن اختبار سبيرمان هو الأنسب.

الفرق بين العلاقة الخطية والرتيبة:

العلاقة الخطية: زيادة منتظمة بمعدل ثابت (بيرسون).

العلاقة الرتيبة: اتجاه ثابت دون شرط الخط المستقيم (سبيرمان).

تفسير النتيجة في البحث العلمي:

مثال صياغة أكاديمية:

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين$0.76 = rs$ ، $p < 0.05$

متى نفضل سبيرمان في البحوث الرياضية؟

1. عند استخدام مقاييس تقديرية (ضعيف – متوسط – ممتاز).
2. عند تقييم الأداء بالترتيب.

3. عند عدم تحقق الاعتدالية في بيانات اللياقة البدنية.

تمرين في اختبار سبيرمان:

أراد مدرب معرفة العلاقة بين:

- **ترتيب اللاعبين في الالتزام بالتدريب(X)**
- **ترتيبهم في الأداء الفني خلال البطولة(Y)**

وكانت النتائج كما يلي (عدد اللاعبين = 8):

ترتيب الأداء(Y)	ترتيب الالتزام(X)	اللاعب
2	1	**1**
1	2	**2**
4	3	**3**
3	4	**4**
6	5	**5**
5	6	**6**
8	7	**7**
7	8	**8**

المطلوب: اختبار العلاقة باستخدام **معامل سبيرمان** عند مستوى دلالة 0.05

الخطوة 1: صياغة الفرضيات

H0: لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين الالتزام والأداء.

H1: توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين الالتزام والأداء.

الخطوة 2: حساب الفرق بين الرتب(d)

نضيف عمود الفرق بين الرتب:

اللاعب	رتبةX	رتبةY	d = X – Y	d²
1	1	2	−1	1
2	2	1	1	1
3	3	4	−1	1
4	4	3	1	1
5	5	6	−1	1
6	6	5	1	1
7	7	8	−1	1
8	8	7	1	1

$\sum d^2=8$

الخطوة 3: تطبيق قانون سبيرمان

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

$n = 8$

$\Sigma d^2 = 8$

$$r_s = 1 - \frac{8 \times 6}{8(1-64)}$$

$$r_s = 1 - \frac{48}{63 \times 8}$$

$$r_s = 1 - \frac{48}{504}$$

$$r_s = 1 - 0.095$$

$$r_s = 0.905$$

الخطوة 4: استخدام الجدول الإحصائي:

عدد الأفراد $n = 8$

من جدول سبيرمان عند مستوى 0.05

القيمة الجدولية ≈ 0.738

الخطوة 5: اتخاذ القرار

بما أن: $0.905 > 0.738$ نرفض H_0

التفسير النهائي: توجد علاقة ارتباط طردية قوية جدًا ودالة إحصائيًا بين الالتزام بالتدريب والأداء الفني، أي كلما ارتفع ترتيب الالتزام ارتفع ترتيب الأداء.

صيغة الإجابة في الامتحان

"بلغ معامل ارتباط سبيرمان($rs = 0.905$) ، وهي قيمة أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى 0.05، مما يدل على وجود علاقة ارتباط طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين الالتزام بالتدريب والأداء الفني".

الخلاصة:

في ختام دراسة هذا المحور، يتضح أن معامل ارتباط سبيرمان يُعد من أهم الأدوات الإحصائية غير المعلمية التي تمكّن الباحث من قياس قوة واتجاه العلاقة بين المتغيرات، خاصة تلك التي تكون رتبية أو لا تستوفي شروط الارتباط المعلمي. فهو يوفر وسيلة دقيقة وموضوعية لفهم طبيعة العلاقات بين المتغيرات في الحالات التي لا يمكن الاعتماد فيها على معاملات الارتباط البسيطة مثل معامل بيرسون، سواء بسبب عدم توافر التوزيع الطبيعي للبيانات أو وجود قيم شاذة تؤثر على النتائج.

يعتمد معامل سبيرمان على ترتيب القيم بدلًا من القيم الأصلية نفسها، وهذا ما يجعله أكثر مرونة في التعامل مع البيانات الرتبية والبيانات المعيارية التي تعتمد على التقديرات أو المراتب. من خلال هذا الأسلوب، يمكن للباحث تحليل العلاقة بين المتغيرات بطريقة تقلّل من تأثير القيم المتطرفة وتقدّم نتائج أكثر استقرارًا. كما أن هذا المعامل يتيح معرفة اتجاه العلاقة: فإذا كانت القيمة موجبة، فإن ذلك يشير إلى علاقة طردية تزداد فيها إحدى المتغيرات مع الأخرى، أما إذا كانت سالبة، فهي تشير إلى علاقة عكسية تقل فيها إحدى المتغيرات بزيادة الأخرى، في حين تشير القيم القريبة من الصفر إلى ضعف العلاقة أو عدم وجود ارتباط ذي دلالة.

تكمن أهمية هذا المعامل أيضًا في إمكانية تطبيقه على عينات صغيرة أو بيانات مرتبة، مما يجعله أداة مثالية للبحوث التربوية، النفسية، الرياضية والاجتماعية، حيث كثيرًا ما تكون البيانات غير كمية أو لا تحقق شروط المعاملات المعلمية. ويُمكّن الباحث من التحقق من فرضياته العلمية بدقة، ومقارنة نتائج مختلف الدراسات، وكذلك دعم اتخاذ القرار المبني على نتائج موضوعية.

ومع ذلك، يبقى استخدام معامل سبيرمان فعالًا فقط عند فهم الباحث لشروط تطبيقه وكيفية تفسير النتائج. فالتفسير الصحيح للنتائج يعتمد على معرفة طبيعة البيانات، وفهم قوة العلاقة واتجاهها، وربط النتائج بسياق البحث وأهدافه، وليس الاكتفاء بالقيم العددية فقط. وهذا يبرز الدور التكميلي للمعرفة النظرية جنبًا إلى جنب مع التطبيق العملي للمعامل لضمان مصداقية النتائج ودقتها.

وبناءً على ما سبق، يمكن التأكيد على أن معامل ارتباط سبيرمان يُمثل أداة لا غنى عنها في البحوث العلمية التي تتعامل مع البيانات الرتبية أو غير الخطية، فهو يمكّن الباحث من تحليل العلاقات بطريقة علمية دقيقة، وتقديم نتائج يمكن تعميمها بدرجة معقولة من الثقة، مما يعزز من جودة البحث ويجعل الاستنتاجات المستخلصة منه أكثر موثوقية وقابلية للتطبيق العملي.

المحاضرة التاسعة

اختبارمعامل الانحدار

المحاضرة التاسعة

مـــعـــامـــل الانـــــحـــدار

تمهيد:

يُعتبر معامل الانحدار أحد الأدوات الإحصائية الأساسية في دراسة العلاقات بين المتغيرات، ويهدف إلى تحديد مدى تأثير متغير مستقل أو أكثر على متغير تابع، مع إمكانية التنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغير التابع استنادًا إلى قيم المتغيرات المستقلة. فبينما يقيس معامل الارتباط قوة العلاقة بين المتغيرين فقط، يتيح معامل الانحدار فهم طبيعة هذه العلاقة بشكل أعمق، من خلال تحديد مقدار التغير في المتغير التابع الناتج عن وحدة التغير في المتغير المستقل.

ويُعد الانحدار أداة مركزية في العديد من البحوث التطبيقية، سواء في العلوم الطبيعية، الاجتماعية، الاقتصادية، أو الرياضية، إذ يمكن من خلاله اختبار الفرضيات، وتقدير العلاقات الخطية، وتحليل التأثير النسبي للمتغيرات المختلفة على الظاهرة المدروسة. كما أنه يوفر أساسًا لتطوير النماذج التنبؤية التي تساعد الباحثين والممارسين على اتخاذ قرارات مبنية على البيانات، مثل التنبؤ بالأداء الرياضي، أو تقدير النتائج الاقتصادية، أو دراسة العلاقة بين العوامل البيئية والصحية.

وتُقسم نماذج الانحدار بشكل عام إلى الانحدار البسيط، الذي يدرس العلاقة بين متغير مستقل واحد ومتغير تابع واحد، والانحدار المتعدد، الذي يتعامل مع أكثر من متغير مستقل لتفسير التغيرات في المتغير التابع. كما يعتمد تحليل الانحدار على افتراضات معينة تتعلق بخطية العلاقة، واستقلال الأخطاء، وتجانس التباين، ووزيع الأخطاء الطبيعي، لضمان صحة النتائج وقابليتها للتفسير.

ويهدف هذا المحور إلى تقديم مدخل نظري شامل لمعامل الانحدار، يوضح مفهومه، وأسسه، وأنواعه، وطرق حسابه، بالإضافة إلى تفسير نتائجه وتطبيقاته العملية في البحوث العلمية. ففهم الانحدار واستخدامه بشكل صحيح يمكّن الباحث من تحويل البيانات إلى معرفة قابلة للاستخدام، ويمنحه القدرة على تحليل العلاقات بين المتغيرات بطريقة علمية دقيقة وموضوعية، وهو ما يجعل هذا المعامل أداة لا غنى عنها في الدراسات البحثية والتحليلية المعاصرة.

يُعد تحليل الانحدار من الأساليب الإحصائية المعلمية التي تُستخدم لدراسة العلاقة بين متغير مستقل ومتغير تابع بهدف التنبؤ بقيم المتغير التابع اعتمادًا على المتغير المستقل.

ويختلف الانحدار عن الارتباط في أن الارتباط يقيس قوة العلاقة فقط، بينما الانحدار يحدد شكل العلاقة ومعادلتها الرياضية (**العساف، 2010، ص. 325**).

ملاحظة: الارتباط يجيب عن سؤال "هل توجد علاقة؟"، أما الانحدار فيجيب عن سؤال "كم مقدار التأثير؟".

1. تعريف معامل الانحدار:

يُعرف معامل الانحدار بأنه: قيمة إحصائية تعبّر عن مقدار التغير المتوقع في المتغير التابع نتيجة تغير وحدة واحدة في المتغير المستقل (**أبو علام، 2013، ص. 241**).

ويُرمز له عادة بالرمز: b

2. معادلة الانحدار الخطي البسيط:

تأخذ معادلة الانحدار الشكل التالي:

$$bX + a = Y$$

حيث:

Y = المتغير التابع

X = المتغير المستقل

a = الثابت (المقطع)

b = معامل الانحدار (ملحم، 2012، ص. 205)

3, حساب معامل الانحدار (b):

يُحسب معامل الانحدار من خلال:

$$\frac{(\bar{Y} - Y)(\bar{X} - X)\sum}{^{2}(\bar{X} - X)\sum} = b$$

ويُلاحظ أن بسط المعادلة هو نفسه المستخدم في معامل بيرسون، مما يدل على الترابط بين الأسلوبين (**العساف، 2010، ص. 330**).

ملاحظة: يمكن حساب b أيضًا باستخدام العلاقة:

$$\frac{_{y}S}{_{x}S}r = b$$

4. تفسير معامل الانحدار: (أبو علام، 2013، ص. 245)

إذا كانت قيمة:b

- موجبة ← العلاقة طردية
- سالبة ← العلاقة عكسية

مثال رياضي:

إذا كان b = 2.5 في دراسة العلاقة بين عدد ساعات التدريب (X) واللياقة (Y) ، فهذا يعني أن كل زيادة ساعة تدريب تؤدي إلى زيادة 2.5 درجة في اللياقة تقريبًا.

الثابت (a) في معادلة الانحدار

يُحسب الثابت من المعادلة:

$$\bar{X}b - \bar{Y} = a$$

ويمثل قيمة Y عندما تكون X = 0 **(ملحم، 2012، ص. 210)**.

ملاحظة: أحيانًا لا يكون للتفسير الواقعي للثابت معنى منطقي إذا كانت قيمة X=0 غير ممكنة عمليًا.

الفرضيات في اختبار دلالة معامل الانحدار:

H_0: لا يوجد تأثير دال إحصائيًا للمتغير المستقل على التابع (b=0)

H_1: يوجد تأثير دال إحصائيًا.($b \neq 0$)

اختبار دلالة معامل الانحدار:

يتم اختبار الدلالة باستخدام اختبار t:

$$\frac{b}{{}_bSE}$$

حيث:

SE_b: الخطأ المعياري لمعامل الانحدار **(العساف، 2010، ص. 336)**

ودرجة الحرية: df = n − 2

معامل التحديد (R^2) :

يُعرف معامل التحديد بأنه مربع معامل الارتباط:

$${}^2r = {}^2R$$

ويمثل نسبة التباين في المتغير التابع التي يفسرها المتغير المستقل **(أبو علام، 2013، ص. 248)**.

مثال:

إذا كان $R^2 = 0.64$

فهذا يعني أن 64% من التغير في الأداء يفسره التدريب.

افتراضات الانحدار الخطي:

1. وجود علاقة خطية
2. التوزيع الطبيعي للأخطاء
3. تجانس التباين
4. استقلالية الأخطاء **(ملحم، 2012، ص. 215)**

مثال تطبيقي:

دراسة العلاقة بين:

- عدد الحصص التدريبية الأسبوعية (X)
- مستوى الأداء البدني (Y)

إذا كانت المعادلة الناتجة:

$$3X + 40 = Y$$

فهذا يعني:

- المستوى الأساسي = 40
- كل حصة تدريبية إضافية تزيد الأداء بمقدار 3 درجات

الفرق بين الانحدار والارتباط:

المقارنة	الارتباط	الانحدار
الهدف	قياس قوة العلاقة	التنبؤ والتفسير
عدد المتغيرات	متغيران	مستقل وتابع
الناتج	R	معادلة

مزايا تحليل الانحدار:

1. يساعد في التنبؤ
2. يحدد مقدار التأثير
3. يستخدم في البحوث الرياضية والتربوية

عيوب الانحدار:

1. حساس للقيم الشاذة
2. يتطلب تحقق الافتراضات
3. لا يثبت السببية المطلقة

الخلاصة:

في ختام دراسة هذا المحور، يتضح أن معامل الانحدار يُعد من الأدوات الإحصائية الحيوية لفهم العلاقات بين المتغيرات وتحليل تأثير المتغيرات المستقلة على المتغير التابع. فهو لا يكتفي بقياس قوة العلاقة كما يفعل معامل الارتباط، بل يتيح للباحث تحديد مقدار التغير في المتغير التابع نتيجة وحدة التغير في المتغير المستقل، مما يمكّن من التنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغير التابع بناءً على البيانات المتاحة.

تكمن أهمية معامل الانحدار في تطبيقاته العملية الواسعة في مجالات متعددة، مثل العلوم الاجتماعية، الاقتصادية، الطبية، والرياضية، حيث يساعد الباحثين على اختبار الفرضيات، وتقدير العلاقات الخطية، وتحليل التأثير النسبي للمتغيرات المختلفة، فضلاً عن تطوير نماذج تنبؤية دقيقة تدعم اتخاذ القرارات العلمية المبنية على البيانات.

ويُظهر تحليل الانحدار فائدة إضافية عند التعامل مع أكثر من متغير مستقل من خلال الانحدار المتعدد، إذ يتيح تقييم العلاقة المعقدة بين عدة عوامل وتأثيرها المشترك على المتغير التابع. كما يرتكز تطبيق هذا المعامل على مجموعة من الافتراضات الأساسية، مثل خطية العلاقة، واستقلال الأخطاء، وتجانس التباين، مما يضمن دقة النتائج وموثوقيتها عند تفسيرها واستخدامها في اتخاذ القرارات.

وعليه، يمثل معامل الانحدار أداة قوية تمكّن الباحث من تحويل البيانات الخام إلى معرفة عملية قابلة للتطبيق، وتحليل العلاقات بين المتغيرات بدقة وموضوعية. ويظل الاستخدام الأمثل لهذا المعامل مرتبطًا بالجمع بين الفهم النظري لمبادئه والأساليب الإحصائية الصحيحة من جهة، والمهارة العملية في تطبيقه وتحليل نتائجه من جهة أخرى، بما يضمن إنتاج نتائج بحثية موثوقة وفعّالة.

المحاضرة العاشرة

مدخل لاستخدام البرامج الاحصائية

المحاضرة العاشرة

مدخل لاستخدام البرامج الاحصائية

تمهيد:

مع التطور التكنولوجي المتسارع وزيادة حجم البيانات في مختلف المجالات العلمية، أصبح الاعتماد على البرامج الإحصائية ضرورة ملحّة في إنجاز البحوث وتحليل نتائجها بدقة وموضوعية. فلم يعد التحليل اليدوي كافيًا لمواكبة متطلبات الدراسات الحديثة، خاصة في ظل تنوع الأساليب الإحصائية وتعقّدها، مما جعل استخدام البرمجيات المتخصصة خطوة أساسية في مسار البحث العلمي.

تُسهم البرامج الإحصائية في تسهيل عملية إدخال البيانات وتنظيمها وترميزها، كما تتيح للباحث إجراء مختلف الاختبارات الإحصائية بسرعة ودقة، مع تقليل احتمالية الوقوع في الأخطاء الحسابية، إضافة إلى ذلك، توفر هذه البرامج إمكانيات متقدمة لعرض النتائج في شكل جداول ورسوم بيانية واضحة، مما يساعد على تفسير النتائج وتقديمها بصورة علمية دقيقة.

ولا يقتصر دور البرامج الإحصائية على تنفيذ العمليات الحسابية فحسب، بل تمتد أهميتها إلى دعم اتخاذ القرار البحثي، من خلال تمكين الباحث من اختيار الاختبار المناسب، والتحقق من شروط تطبيقه، وقراءة المخرجات الإحصائية بطريقة صحيحة، غير أن الاستخدام الفعّال لهذه البرامج يتطلب فهمًا جيدًا للمفاهيم الإحصائية النظرية، حتى لا يتحول التحليل إلى عملية آلية تخلو من التفسير العلمي السليم.

وعليه، فإن هذا المدخل يهدف إلى إبراز أهمية البرامج الإحصائية في البحث العلمي، وتوضيح دورها في تسهيل تحليل البيانات واستخلاص النتائج، مع التأكيد على ضرورة الجمع بين المعرفة النظرية والمهارة التطبيقية لضمان تحقيق نتائج دقيقة وموثوقة.

أصبحت البرامج الإحصائية أداة أساسية في البحث العلمي، حيث تُمكّن الباحث من إدخال البيانات وتحليلها واستخراج النتائج بدقة وسرعة تفوق الطرق اليدوية التقليدية. وقد ساهم التطور التكنولوجي في انتشار استخدام البرمجيات الإحصائية في مختلف التخصصات، خاصة في العلوم التربوية والرياضية والاجتماعية (**العساف، 2010، ص. 389**).

ملاحظة: البرامج الإحصائية لا تُغني عن الفهم النظري للإحصاء، بل تُسهّل تطبيقه.

1. مفهوم البرامج الإحصائية:

تُعرَّف البرامج الإحصائية بأنها أنظمة حاسوبية متخصصة في معالجة البيانات الرقمية وتحليلها باستخدام أساليب إحصائية متنوعة **(أبو علام، 2013، ص. 312)**.

ومن أشهر هذه البرامج:

1. SPSS
2. Microsoft Excel
3. R
4. Stata

2. أهمية استخدام البرامج الإحصائية: تكمن أهمية البرامج الإحصائية في:

1. تقليل الأخطاء الحسابية
2. السرعة في معالجة البيانات
3. إمكانية التعامل مع عينات كبيرة
4. استخراج تقارير ورسوم بيانية دقيقة **(ملحم، 2012، ص. 276)**

3. خطوات العمل الإحصائي باستخدام البرامج:

1. إدخال البيانات
2. تنظيف البيانات
3. اختيار الاختبار المناسب
4. تنفيذ التحليل
5. تفسير النتائج

ملاحظة: اختيار الاختبار يعتمد على نوع البيانات ومستوى القياس.

4. أنواع البيانات في البرامج الإحصائية: تنقسم البيانات إلى: **(أبو علام، 2013، ص. 118)**

1. اسمية
2. رتبية
3. فترية
4. نسبية

5. إدخال البيانات في برنامج SPSS:

في برنامج SPSS يوجد نافذتان أساسيتان:

1. Data View
2. Variable View

تعريف المتغيرات:

في Variable View يتم تحديد:

1. اسم المتغير
2. نوعه (رقمي/نصي)
3. مستوى القياس (Nominal, Ordinal, Scale)

ملاحظة: مستوى القياس يحدد نوع الاختبار الإحصائي الممكن استخدامه.

الإحصاء الوصفي: يُستخدم الإحصاء الوصفي لاستخراج:

1. المتوسط الحسابي
2. الوسيط
3. الانحراف المعياري
4. التكرارات **(العساف، 2010، ص. 145)**

قائمة Analyze → Descriptive Statistics

اختبار الفرضيات:

تُستخدم البرامج الإحصائية لاختبار الفرضيات مثل:

1. اختبار t
2. تحليل التباين
3. معامل بيرسون
4. سبيرمان **(ملحم، 2012، ص. 289)**

مثال تطبيقي: اختبار بيرسون:

الخطوات في SPSS:

Analyze → Correlate → Bivariate → Pearson

قراءة المخرجات (Output): يتضمن التقرير:

1. قيمة معامل الارتباط
2. قيمة Sig
3. حجم العينة

ملاحظة: إذا كانت Sig < 0.05 تكون النتيجة دالة إحصائيًا.

تحليل الانحدار في البرامج الإحصائية:

Analyze → Regression → Linear

اختبار سبيرمان

Analyze → Correlate → Bivariate → Spearman

الرسوم البيانية:

تُستخدم الرسوم البيانية لعرض النتائج مثل:

المدرج التكراري

مخطط الانتشار (Scatter Plot)

مزايا البرامج الإحصائية:

1. دقة عالية
2. سرعة التنفيذ
3. إمكانية حفظ النتائج
4. سهولة التعديل

عيوب البرامج الإحصائية:

1. الاعتماد الكامل عليها دون فهم نظري
2. احتمال إدخال بيانات خاطئة
3. تفسير خاطئ للنتائج

أخطاء شائعة لدى الباحثين:

1. اختيار اختبار غير مناسب
2. تجاهل شروط الاختبار
3. عدم فحص القيم الشاذة **(العساف، 2010، ص. 401)**

أخلاقيات استخدام البرامج الإحصائية:

1. عدم التلاعب بالبيانات
2. توثيق الإجراءات
3. عرض النتائج بشفافية

تطبيق في المجال الرياضي:

مثال: تحليل العلاقة بين عدد ساعات التدريب ومستوى اللياقة باستخدام SPSS لاستخراج معامل الارتباط والانحدار.

الخلاصة:

في ضوء ما تم عرضه، يمكن التأكيد على أن البرامج الإحصائية أصبحت ركيزة أساسية في منهجية البحث العلمي الحديث، إذ لم يعد من الممكن إنجاز دراسات دقيقة وموثوقة دون الاستعانة بأدوات تحليل متخصصة قادرة على معالجة كميات كبيرة من البيانات بكفاءة عالية، فقد أسهمت هذه البرامج في إحداث نقلة نوعية في أساليب التحليل، من خلال توفير بيئة منظمة لإدخال البيانات وترميزها وتنقيحها، ثم إخضاعها لمختلف الاختبارات الإحصائية بطريقة سريعة ودقيقة.

وتكمن أهمية هذه البرامج في قدرتها على تنفيذ طيف واسع من الأساليب الإحصائية، بدءًا من التحليل الوصفي البسيط، مرورًا باختبارات الفرضيات، ووصولًا إلى النماذج الإحصائية المتقدمة. كما توفر إمكانيات لعرض النتائج في جداول ورسوم بيانية تسهّل عملية الفهم والتفسير والمقارنة، وهذا من شأنه أن يدعم الباحث في اتخاذ قرارات مبنية على معطيات علمية واضحة، ويساعده على عرض نتائجه بصورة احترافية ومنهجية.

غير أن الاستخدام الفعّال للبرامج الإحصائية لا يقتصر على الجانب التقني فقط، بل يتطلب إلمامًا عميقًا بالمفاهيم النظرية التي تقوم عليها الأساليب الإحصائية. ففهم طبيعة البيانات، واختيار الاختبار المناسب، والتحقق من شروط تطبيقه، وقراءة المخرجات الإحصائية قراءة صحيحة، كلها خطوات أساسية لضمان مصداقية النتائج، إذ قد يؤدي سوء الفهم أو التفسير الخاطئ للمخرجات إلى استنتاجات مضللة، مهما بلغت دقة البرنامج المستخدم.

كما ينبغي التأكيد على أن البرامج الإحصائية هي أدوات مساعدة لا تُغني عن التفكير العلمي والتحليل النقدي. فهي لا تتخذ القرار نيابة عن الباحث، بل تقدم له مؤشرات كمية تحتاج إلى تفسير في ضوء أهداف الدراسة وإطارها النظري وواقعها التطبيقي. لذلك فإن التكامل بين المعرفة النظرية والمهارة التطبيقية يُعدّ شرطًا أساسيًا لتحقيق أقصى استفادة من هذه البرامج.

وفي النهاية، يمكن القول إن إتقان استخدام البرامج الإحصائية يمثل مهارة ضرورية لكل باحث يسعى إلى إنتاج معرفة علمية رصينة، قائمة على أسس منهجية سليمة. فهي وسيلة لتعزيز دقة البحث وموضوعيته، وتطوير جودة النتائج، والمساهمة في ترسيخ ثقافة الاعتماد على البيانات في اتخاذ القرارات العلمية والعملية.

المحاضرة الحادي عشر

التطبيقات العملية في البحوث الرياضية

المحاضرة الحادي عشر

التطبيقات العملية في البحوث الرياضية

تمهيد:

يشهد مجال علوم الرياضة والتربية البدنية تطورًا ملحوظًا في أساليبه البحثية، حيث لم يعد الاعتماد على الملاحظة والخبرة الشخصية كافيًا لتفسير الظواهر الرياضية أو تقييم الأداء والبرامج التدريبية. بل أصبح من الضروري توظيف الأساليب العلمية الدقيقة التي تمكّن الباحث من تحليل البيانات واستخلاص نتائج موضوعية يمكن الوثوق بها، ومن هنا تبرز أهمية الإحصاء الاستدلالي بوصفه أداة علمية تساعد في فهم العلاقات بين المتغيرات الرياضية، واختبار الفرضيات، واتخاذ القرارات المبنية على الأدلة.

فمن خلال الإحصاء الاستدلالي يستطيع الباحث الانتقال من دراسة عينة محدودة من اللاعبين أو الفرق إلى تعميم النتائج على مجتمع رياضي أوسع، مع تحديد درجة الثقة في تلك النتائج. كما يُسهم في قياس فعالية البرامج التدريبية، وتقييم خطط التأهيل، وتحليل الأداء البدني والمهاري والنفسي، مما يجعله عنصرًا أساسيًا في منهجية البحث الرياضي المعاصر.

وتهدف هذه المحاضرة إلى إبراز الجوانب التطبيقية للإحصاء الاستدلالي في البحوث الرياضية، من خلال توضيح كيفية استخدام أدواته المختلفة في معالجة البيانات وتحليلها وتفسيرها بطريقة علمية دقيقة، بما يخدم تطوير الأداء الرياضي والارتقاء بمستوى البحث العلمي في هذا المجال.

الإحصاء الاستدلالي هو فرع من فروع الإحصاء يختص باستخلاص استنتاجات حول مجتمع الدراسة بناءً على بيانات عينة محدودة. يعتمد الباحث في هذا النوع من الإحصاء على أدوات رياضية ومنهجيات دقيقة لتحليل البيانات واختبار الفرضيات والتنبؤ بالمتغيرات المستقبلية.

يعد الإحصاء الاستدلالي أساسًا في البحوث العلمية، سواء في العلوم الاجتماعية، الاقتصادية، الصحية، أو الهندسية، حيث يوفر وسيلة منهجية لاتخاذ القرارات المبنية على الأدلة.

أهداف المحاضرة:

توضيح الأسس الرياضية للإحصاء الاستدلالي.

عرض التطبيقات العملية لاختبارات الفرضيات والتحليل الإحصائي.

تقديم أمثلة حقيقية من البحوث العلمية.

1. الأسس الرياضية للإحصاء الاستدلالي:

1.1 نظرية الاحتمالات:

نظرية الاحتمالات تعتبر حجر الأساس في الإحصاء الاستدلالي، حيث تساعد في تحديد مدى وقوع حدث معين ضمن مجموعة من النتائج الممكنة. يتم تعريف الاحتمال للحدث A بالعلاقة:

$$P(A) = \frac{\text{عدد النتائج المؤدية إلى A}}{\text{عدد النتائج الكلية الممكنة}}$$

1.2 التقدير والمعاير:

التقدير النقطي: قيمة واحدة تستخدم لتقدير معلمة المجتمع (مثل المتوسط μ)

التقدير بالفاصل: يعطي نطاقًا للمعلمة مع مستوى ثقة معين، مثل فاصل الثقة 95% للمتوسط.

1.3 اختبار الفرضيات:

يتمثل في مقارنة فرضية البحث H_0 بالفرضية البديلة H_1 باستخدام إحصاءات اختبار مثل:

اختبار t للعينات الصغيرة.

اختبار z للعينات الكبيرة.

أمثلة تطبيقية:

تقدير متوسط عمر مرضى مصابين بمرض معين بناءً على عينة.

اختبار الفرضية بأن طريقة تعليم جديدة تؤثر في درجات الطلاب.

تطبيقات في تصميم التجارب:

2.1 تصميم التجارب

تصميم تجارب عشوائي كامل.

اختيار العينة بطريقة تمثل المجتمع بدقة.

تحديد المتغيرات المستقلة والتابعة.

2.2 تحليل التباين (ANOVA)

يستخدم لتحليل الفروق بين متوسطات مجموعتين أو أكثر. المعادلة الأساسية:

$$F = \frac{\text{تباين بين المجموعات}}{\text{تباين داخل المجموعات}}$$

تطبيق عملي: دراسة تأثير نوعين من الأسمدة على محصول زراعي، مع قياس الفرق في الإنتاجية باستخدام ANOVA.

تطبيقات في تحليل الانحدار:

3.1 الانحدار الخطي البسيط:

يستخدم لتقدير العلاقة بين متغير تابع ومتغير مستقل واحد. المعادلة:

$$\epsilon + \beta_1 X + {}_0\beta = Y$$

3.2 الانحدار المتعدد لعدة متغيرات مستقلة:

$$\epsilon + {}_n\beta_n X + \ldots + {}_2\beta_2 X + {}_1\beta_1 X + {}_0\beta = Y$$

تطبيق عملي: توقع استهلاك الكهرباء بناءً على دخل الأسرة وعدد الأفراد.

تطبيقات في الاختبارات غير المعلمية:

4.1 اختبار كاي تربيع

يستخدم لفحص العلاقة بين متغيرين اسميين في جدول تكراري.

4.2 اختبار ويلكوكسون

اختبار لمقارنة مجموعتين مرتبطتين عند عدم وجود افتراض التوزيع الطبيعي.

مثال: تحليل نتائج استبيان حول رضا العملاء عن خدمة معينة.

نماذج الإحصاء الاستدلالي في البحث العلمي:

1. كيفية كتابة نتائج الاستدلال الرياضي في الدراسات العلمية.
2. تجنب الأخطاء الشائعة مثل سوء تفسير قيمة p.
3. تقديم توصيات لتحسين التحليل وتقرير النتائج بدقة.

من أبرز التطبيقات العملية ما يلي:

1) تقييم البرامج التدريبية:

يُستخدم اختبار الفرضيات (مثل اختبار ت وتحليل التباين) للمقارنة بين متوسطات الأداء قبل وبعد برنامج تدريبي، أو بين مجموعتين تتبعان أسلوبين مختلفين في التدريب. ويساعد ذلك المدرب على تحديد ما إذا كان التحسن في السرعة أو القوة أو التحمل ناتجًا عن البرنامج فعلًا أم عن عوامل عشوائية.

2) تحليل الأداء والمقارنة بين اللاعبين:

تُستخدم فترات الثقة واختبارات الدلالة لتحديد ما إذا كانت الفروق بين لاعبين أو فرق ذات معنى إحصائي. فعلى سبيل المثال، يمكن دراسة دقة التصويب، أو معدل اللياقة البدنية، أو زمن الإنجاز، لمعرفة التفوق الحقيقي بعيدًا عن التقلبات العارضة.

3) التنبؤ بالنتائج الرياضية:

تعتمد النماذج الإحصائية الاستدلالية مثل الانحدار الخطي والانحدار اللوجستي على بيانات سابقة للتنبؤ بنتائج المباريات أو احتمالية الفوز، مما يفيد في التخطيط الاستراتيجي وتحليل المنافسين.

4) دراسات الإصابات الرياضية:

يُستخدم الإحصاء الاستدلالي لتحليل العلاقة بين شدة التدريب واحتمال الإصابة، أو لاختبار فعالية برامج الوقاية والعلاج. كما يمكن تقدير نسب انتشار نوع معين من الإصابات داخل مجتمع رياضي معين بدرجة محددة من الثقة.

5) القياس والتقويم في التربية البدنية:

يُسهم في تقنين الاختبارات البدنية والمهارية، والتحقق من صدقها وثباتها، وضبط معايير الأداء. كما يُستخدم لتحديد المستويات المعيارية للطلبة أو الرياضيين.

6) الدراسات النفسية في المجال الرياضي:

يُوظف لاختبار أثر الدافعية، أو القلق، أو الضغط النفسي في مستوى الأداء، وذلك عبر تصميم تجارب وتحليل نتائجها إحصائيًا.

إن أهمية الإحصاء الاستدلالي في البحوث الرياضية تكمن في أنه يحوّل الملاحظات الميدانية إلى نتائج علمية قابلة للتعميم، ويساعد على تقليل التحيز الشخصي في تقييم الأداء. وبهذا يصبح القرار الرياضي سواء كان تدريبيًا أو إداريًا قائمًا على دليل كمي موضوعي، مما يعزز كفاءة العمل الرياضي ويرفع من مستوى الإنجاز.

الخلاصة:

في ختام، يتبيّن أن الإحصاء الاستدلالي يُعدّ أداة محورية في تطوير البحوث الرياضية والارتقاء بمستواها العلمي والتطبيقي. فقد أصبح البحث في مجال التربية البدنية وعلوم الرياضة يعتمد بشكل أساسي على الأساليب الإحصائية لاختبار الفرضيات، وتحليل النتائج، والتأكد من فعالية البرامج التدريبية والتدخلات المختلفة.

لقد أبرزت التطبيقات العملية أهمية استخدام العينات الممثلة للاعبين أو الفرق الرياضية بدل دراسة المجتمع الرياضي كاملاً، وذلك لتقليل الجهد والتكلفة مع الحفاظ على دقة النتائج، ومن خلال التقدير الإحصائي وفترات الثقة، يمكن للباحث تحديد مستوى اللياقة البدنية، أو متوسط الأداء المهاري، أو معدلات التحسن بعد برنامج تدريبي معين بدرجة محددة من الثقة العلمية.

كما شكّلت اختبارات الفرضيات حجر الأساس في مقارنة الأداء قبل وبعد التدريب، أو في المقارنة بين مجموعتين (تجريبية وضابطة)، أو بين أساليب تدريبية مختلفة. فمن خلال استخدام اختبارات مثل اختبار (ت) وتحليل التباين ومعامل الارتباط والانحدار، أصبح بالإمكان الكشف عن الفروق الدالة إحصائياً وتحديد قوة العلاقة بين المتغيرات مثل العلاقة بين شدة التدريب والتحمل البدني، أو بين الدافعية النفسية ومستوى الإنجاز الرياضي.

وتبرز أهمية الإحصاء الاستدلالي كذلك في تقييم البرامج التأهيلية والإصابات الرياضية، حيث يساعد على قياس مدى فعالية خطط العلاج والتأهيل، وتحديد الزمن المتوقع للعودة إلى المنافسة. كما يساهم في الدراسات المتعلقة بعلم النفس الرياضي، من خلال تحليل استبيانات الدافعية والقلق والتوتر وعلاقتها بالأداء.

ومن الجوانب المهمة التي أكد عليها الفصل ضرورة التفسير العلمي الدقيق للنتائج، وعدم الاكتفاء بوجود دلالة إحصائية، بل ربطها بالدلالة التطبيقية والعملية في الميدان الرياضي، فنجاح برنامج تدريبي لا يُقاس فقط بالفروق الرقمية، بل بمدى تأثيره الحقيقي على تحسين الأداء وتحقيق الأهداف التنافسية.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن الإحصاء الاستدلالي لم يعد مجرد أداة تحليلية مساندة في البحوث الرياضية، بل أصبح جزءًا أساسياً من منهجية البحث العلمي في المجال الرياضي. فهو يمكّن الباحث من الوصول إلى نتائج موضوعية قابلة للتعميم، ويساعد المدربين والمختصين على اتخاذ قرارات مبنية على بيانات علمية دقيقة، مما يساهم في تطوير الأداء الرياضي وتحقيق الإنجازات وفق أسس علمية راسخة.

الخاتمة:

الإحصاء الاستدلالي هو أداة مركزية في البحوث الرياضية، فهو يمكن الباحثين من اتخاذ قرارات مبنية على الأدلة، وتقديم استنتاجات دقيقة حول المجتمع بناءً على عينات محددة. استخدام التطبيقات العملية يعزز فهم النظرية ويزيد من دقة البحث العلمي.

في ختام دراسة مقياس الإحصاء الاستدلالي، يتضح لنا أنّ هذا الفرع من علم الإحصاء لا يقتصر على كونه مجموعة من القوانين والصيغ الرياضية، بل هو منهج علمي متكامل يهدف إلى تفسير البيانات واتخاذ القرارات في ظل ظروف يسودها عدم اليقين. فقد مكّننا هذا المقياس من فهم الكيفية التي يمكن من خلالها الانتقال من دراسة عينة محدودة إلى إصدار أحكام وتعميمات حول مجتمع كامل، مستندين في ذلك إلى أسس علمية دقيقة تقوم على نظرية الاحتمالات ومفاهيم التقدير واختبار الفرضيات.

لقد أبرزت دراسة الإحصاء الاستدلالي أهمية اختيار العينة بطريقة صحيحة، لما لذلك من أثر مباشر في دقة النتائج ومصداقيتها. كما تعرّفنا على مفاهيم جوهرية مثل التقدير النقطي والتقدير الفتري، وفترات الثقة، ومستويات الدلالة، وأنواع الأخطاء الإحصائية، وهي عناصر تشكّل الإطار العملي لاتخاذ القرار الإحصائي السليم. ومن خلال تطبيق اختبارات الفرضيات المختلفة، أصبح بالإمكان تقييم الادعاءات العلمية بطريقة موضوعية، بعيدًا عن الانطباعات الشخصية أو التخمين.

كما ساعد هذا المقياس على تنمية التفكير التحليلي والنقدي، إذ تعلّمنا كيف نقرأ النتائج الإحصائية قراءة واعية، ونفرّق بين الدلالة الإحصائية والدلالة العملية، وندرك حدود التعميم وشروطه. فليست كل نتيجة ذات دلالة إحصائية تعني بالضرورة وجود أثر عملي مهم، وهو ما يبرز أهمية التفسير المتزن للنتائج في سياقها العلمي والواقعي.

وتكمن القيمة الحقيقية للإحصاء الاستدلالي في تطبيقاته الواسعة في مختلف المجالات؛ فهو أداة أساسية في البحث العلمي، وفي الدراسات الاقتصادية والاجتماعية، وفي التجارب الطبية، وفي مجالات الإدارة والهندسة وغيرها، إذ لا يكاد يخلو مجال حديث يعتمد على البيانات من الحاجة إلى أساليب الاستدلال الإحصائي لدعم قراراته وتوجيه سياساته.

وعليه، يمكن القول إن الإحصاء الاستدلالي يمثّل ركيزة أساسية في بناء المعرفة العلمية، لأنه يمكّن الباحث من التعامل مع الظواهر المدروسة بطريقة منهجية دقيقة، ويمنحه أدوات لقياس درجة الثقة في نتائجه. ومن خلال الإلمام بمفاهيمه وتطبيقاته، يصبح الطالب أو الباحث أكثر قدرة على فهم الدراسات العلمية وتحليلها وتقييمها بشكل موضوعي.

وفي النهاية، فإن استيعاب مبادئ الإحصاء الاستدلالي لا يهدف فقط إلى النجاح الأكاديمي، بل إلى اكتساب مهارة أساسية في عصر تتزايد فيه أهمية البيانات يومًا بعد يوم. فهو علم يساعدنا على تحويل الأرقام إلى قرارات، والبيانات إلى معرفة، والاحتمالات إلى استنتاجات مدروسة قائمة على أسس علمية راسخة.

قائمة المراجع:

مراجع باللغة العربية:

1. عزت، أحمد. الإحصاء الاستدلالي في البحوث التطبيقية. القاهرة: دار الفكر العربي، 2018.
2. الراوي، محمود. الإحصاء الاستدلالي واختبارات الفرضيات. عمان: دار اليازوري العلمية، 2020.
3. أبو علام، رجاء محمود. (2013). مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية. القاهرة: دار النشر للجامعات.
4. العساف، صالح بن حمد. (2010). المدخل إلى البحث في العلوم السلوكية. الرياض: دار الزهراء.
5. ملحم، سامي محمد. (2012). مناهج البحث في التربية وعلم النفس. عمان: دار المسيرة.
6. أبو علام، (2017). مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية. دار المسيرة.
7. عطية، م. ع. (2019). الإحصاء التطبيقي في التربية والعلوم الإنسانية. دار الفكر.

مراجع باللغة الأجنبية:

8. Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
9. Cumming, G. (2012). Understanding the new statistics. Routledge.
10. Field, A. (2018). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.).
11. Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2017). Statistics for the behavioral sciences (10th ed.). Cengage Learning.
12. Moore, D. S., McCabe, G. P., & Craig, B. A. (2018). Introduction to the practice of statistics (9th ed.). W. H. Freeman.
13. Navidi, W. (2021). Statistics for engineers and scientists (5th ed.). McGraw-Hill.
14. Ross, S. (2014). Introduction to probability models (11th ed.). Academic Press.
15. Triola, M. F. (2022). Elementary statistics (14th ed.).
16. Wasserstein, R. L., & Lazar, N. A. (2016). The ASA statement on p-values. The American Statistician, 70(2).
17. Huck, S. W. (2012). Reading statistics and research (6th ed.).
18. Montgomery, D.C., Peck, E.A., & Vining, G.G. (2012) Introduction to Linear Regression Analysis, Wiley.
19. Box, G.E.P., Hunter, W.G., & Hunter, J.S (1997). Statistics for Experimenters, Wiley.
20. Siegel, S., & Castellan, N.J. (1988). Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences, McGraw-Hill.
21. Neyman, J., & Pearson, E.S. (1988). Statistical Methods Based on the Neyman-Pearson Theory. Philosophical Transactions of the Royal Society.
22. Draper, N.R., & Smith, H. (1998). Applied Regression Analysis.