المحور الرابع: التشتت ومقاييسه

مقدمة:

في مجال التربية الرياضية، لا يكفي أن نعرف متوسط أداء مجموعة من الرياضيين في اختبار ما. فهمنا لمدى تقارب أو تباعد هذه الأداءات حول هذا المتوسط يمنحنا رؤية أعمق وأكثر دقة حول تجانس المجموعة ومستوى أدائها بشكل عام. هذا المفهوم هو ما يعرف بـ **التشتت.**

التشتت يشير إلى درجة انتشار أو تبعثر البيانات حول قيمة مركزية (عادةً المتوسط الحسابي). فهم مقاييس التشتت يمكّننا كمدربين ومعلمين رياضيين من:

- تقييم مدى تجانس مستوى أداء الرياضيين في فريق ما؛
- مقارنة تجانس أداء مجموعات رياضية مختلفة؛
- تحديد مدى حساسية أداء رياضي معين للظروف المحيطة أو التدريب؛
- اتخاذ قرارات أفضل بشأن اختيار اللاعبين، وتصميم البرامج التدريبية، وتقييم التقدم.

فهم مقاييس التشتت يساعدنا على تحليل البيانات الرياضية بدقة، سواء في الأبحاث أو التطبيقات الميدانية مثل تقييم الأداء أو وضع الخطط التدريبية. لأنها تمكننا من تحليل البيانات بشكل أعمق، واتخاذ قرارات مستنيرة لتحسين أداء الرياضيين وتطوير البرامج التدريبية الفعالة.

من خلال حساب المدى، التباين، الانحراف المعياري، ومعامل الاختلاف، يمكننا الحصول على صورة واضحة حول مدى تجانس أو تباين أداء المجموعات الرياضية المختلفة.

أولاً: مفهوم التشتت

التشتت ببساطة يجيب على السؤال: إلى أي مدى تتشابه أو تختلف قيم البيانات عن بعضها البعض وعن المتوسط؟

- **تشتت منخفض** :يعني أن القيم متقاربة جدًا من المتوسط، مما يشير إلى تجانس في الأداء.
- **تشتت مرتفع** :يعني أن القيم متباعدة ومنتشرة بشكل كبير حول المتوسط، مما يشير إلى تباين في الأداء.

ثانياً: أهم مقاييس التشتت

هناك عدة مقاييس إحصائية تستخدم لقياس التشتت، وأكثرها شيوعًا في المجال الرياضي هي:

3. **المدى:(Range)**
   - **التعريف** :هو أبسط مقاييس التشتت ويحسب عن طريق طرح أصغر قيمة في مجموعة البيانات من أكبر قيمة فيها، ويرمز له بالرمز R
   - **الصيغة** :المدى = القيمة القصوى - القيمة الدنيا
   - **المميزات** :سهل الحساب والفهم.

- **العيوب** :يتأثر بشكل كبير بالقيم المتطرفة (القيم الشاذة) ولا يأخذ في الاعتبار توزيع البيانات بين القيمتين القصوى والدنيا، كما لا يمكن حسابه من التوزيعات المفتوحة.

مثال 1:بيانات غير مبوبة:

إذا كانت نتائج قفزة طويلة لخمسة طلاب هي (3.5 م، 3.8 م، 4.1 م، 3.2 م، 4.5 م)، فإن المدى هو:

$$R = 4,5 - 3,2 = 1,3 \text{متر}$$

مثال 2: بيانات مبوبة:

الفئات	التكرار f_i	الطريقة الأولى:
$]20 - 10]$	15	R =مركز الفئة الاولى-مركز الفئة الاخيرة
$]30 - 20]$	27	R =75-15=60
$]40 - 30]$	30	الطريقة الثانية:
$]50 - 40]$	58	R =الحد الادنى للفئة الاولى-الحد الأعلى للفئة الاخيرة
$]60 - 50]$	26	R =80-10=70
$]70 - 60]$	14	
$]80 - 70]$	10	
المجموع	180	

2.الانحراف المعياري (Standard Deviation)

مما لا شك فيه أن الانحراف المعياري σ يعتبر من أكثر مقاييس التشتت أهمية لأنه مفهوم جبري محدد بدقة، وهو أقوى مقاييس التشتت حساسية وأكثرها شيوعا. ويعرف بأنه الجذر التربيعي لمتوسط مجموع مربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابي ومربع الانحراف المعياري يسمى التباين، ويمكن حسابه كما في المثالين التاليين:

مثال 1: الانحراف المعياري لبيانات غير مبوبة:

نستخدم في هذه الحالة العلاقة:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

مثال:

أوزان 4 لاعبين (بالكجم): (70, 75, 80, 85)

1. احسب المتوسط:

$$\bar{X} = \frac{70 + 75 + 80 + 85}{4} = 77.5$$

2. احسب الانحراف المعياري:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(70 - 77.5)^2 + (75 - 77.5)^2 + (80 - 77.5)^2 + (85 - 77.5)^2}{4}} = 5.59 \text{ كجم}$$

التفسير:

كلما زاد الانحراف المعياري، زاد تباين الأوزان بين اللاعبين.

ومربع الانحراف المعياري يسمى التباين ومنه قيمة التباين هي: $\sigma^2 \cong 31,25$

مثال 2: الانحراف المعياري لبيانات مبوبة:

نستخدم في هذه الحالة العلاقة:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i(X_i - \bar{X})^2}{\sum f_i}}$$

مثال:

احسب الانحراف المعياري والتباين للبيانات المبوبة الاتية:

الفئات	التكرار f_i
$]20-10]$	15
$]30-20]$	27
$]40-30]$	30
$]50-40]$	58
$]60-50]$	26
$]70-60]$	14
$]80-70]$	10
المجموع	180

الحل:

الفئات	مركز الفئة X_i	التكرار f_i	f_iX_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$f_i(X_i - \bar{X})^2$
$]20-10]$	15	15	225	-27.5	756.25	11343.8
$]30-20]$	25	27	675	-17.5	306.25	8268.8
$]40-30]$	35	30	1050	-7.5	56.25	1687.5
$]50-40]$	45	58	2610	2.5	6.25	362.5
$]60-50]$	55	26	1430	12.5	156.25	4062.5
$]70-60]$	65	14	910	22.5	506.25	7087.5
$]80-70]$	75	10	750	32.5	1056.25	10562.5
المجموع	/	180	7650	/	/	43375.1

نحسب أولا $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i} = \frac{7650}{180} = 42,5$$

ثم نحسب σ وفق الصيغة المتعلقة بالبيانات المبوبة كالاتي

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i(X_i - \bar{X})^2}{\sum f_i}} = \sqrt{\frac{43375.1}{180}} \cong 15.5$$

ومنه التباين $\sigma^2 \cong 240.25$

مميزات وعيوب الانحراف المعياري:

مميزات الانحراف المعياري: سهل التفسير ويعكس متوسط بعد القيم عن المتوسط الحسابي. يستخدم على نطاق واسع في التحليلات الإحصائية .

عيوب الانحراف المعياري: يتأثر بالقيم المتطرفة .

3. **معامل الاختلاف:(Coefficient of Variation - CV)**
   - **التعريف** :هو مقياس نسبي للتشتت ويطلق عليه أيضا الانحراف المعياري النسبي؛ يعبر عنه كنسبة مئوية من المتوسط الحسابي. يستخدم لمقارنة تشتت بيانات مجموعات ذات وحدات قياس مختلفة أو متوسطات مختلفة.
   - **الصيغة** $CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\%$

حيث :

1. CVهو معامل الاختلاف.
2. σ هو الانحراف المعياري.
3. $\bar{X}$هو المتوسط الحسابي.

   - **المميزات** :يسمح بمقارنة التشتت بين مجموعات ذات بيانات مختلفة.
   - **العيوب** :لا يكون مفيدًا إذا كان المتوسط الحسابي قريبًا من الصفر.

مثال:

في اختبار للرشاقة، سجل فريقان من لاعبي كرة القدم الزمن التالي (بالثواني):

الفريق الأول: 15، 16، 14، 15، 17

الفريق الثاني: 13، 18، 12، 17، 15

أيهما أكثر تجانسًا في مستوى الرشاقة؟ استخدم معامل الاختلاف للمقارنة.

الحل:

الفريق الأول:

- المتوسط الحسابي

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad \Rightarrow \bar{X} = \frac{17+15+14+16+15}{5} = 15{,}4 \text{ ثانية}$$

- التباين σ^2

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N} = \frac{(17-15{,}4)^2+(15-15{,}4)^2 +(14-15{,}4)^2 +(16-15{,}4)^2 +(15-15{,}4)^2}{5} = \frac{5{,}2}{5} = 1{,}04 \text{ مربعة ثانية}$$

- الانحراف المعياري

$$\sigma = \sqrt{1{,}04} \cong 1{,}02$$

- معامل الاختلاف

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\% = \frac{1,02}{15,4} 100\% \cong 6.62\%$$

التفسير:

معامل الاختلاف = 6.62% يشير إلى أن:

- البيانات لديها تشتت منخفض نسبياً حول المتوسط
- الأداء أو القياسات متجانسة إلى حد ما
- هذا يعني أن مجموعة اللاعبين لديهم أداء متقارب

الفريق الثاني:

- المتوسط الحسابي

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad \Rightarrow \bar{X} = \frac{13+18+12+17+15}{5} = \frac{75}{5} = 15 \text{ ثانية}$$

- التباين σ^2

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N} = \frac{(13-15)^2+(18-15)^2 +(12-15)^2 +(17-15)^2 + (15-15)^2}{5} = \frac{26}{5} =$$

5,2 مربعة ثانية

- الانحراف المعياري

$$\sigma = \sqrt{5,2} \cong 2,28$$

- معامل الاختلاف

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\% = \frac{2,28}{15} 100\% \cong 15,2\%$$

التفسير:

معامل الاختلاف = 15,2%

يشير إلى:

- تشتت متوسط في البيانات (يقع ضمن النطاق 10%-20%).
- يعني أن الأداء أو القياسات متباينة إلى حد معقول، لكنها ليست متطرفة.
- يدل على اختلافات طبيعية في أداء اللاعبين أو نتائج الاختبارات.

الاستنتاج:

بما أن معامل الاختلاف للفريق الأول6.62% أقل من معامل الاختلاف للفريق الثاني 15,2%، فإن الفريق الأول أكثر تجانسًا في مستوى الرشاقة.

ملاحظة:

مقارنة بتفسير معامل الاختلاف:

أقل من 10% ← تشتت منخفض (تجانس عالي)

بين 10%-20% ← تشتت متوسط

أكثر من 20% ← تشتت عالي (تباين كبير في الأداء)

تذكير بأهمية مقاييس التشتت في التربية الرياضية

- **تقييم أداء الفريق** :يساعد المدرب على فهم مدى تقارب مستويات اللاعبين في مهارة معينة. تشتت منخفض يشير إلى فريق متجانس، بينما تشتت مرتفع قد يشير إلى وجود لاعبين بمستويات مختلفة.
- **تصميم البرامج التدريبية** :إذا كان التشتت في مستوى لياقة بدنية معين مرتفعًا، قد يحتاج المدرب إلى تصميم برامج تدريبية فردية أو مجموعات تدريبية مختلفة لتلبية احتياجات اللاعبين المختلفة.
- **مقارنة مجموعات رياضية** :يمكن مقارنة تجانس أداء فرق مختلفة أو مجموعات من رياضيين مختلفين باستخدام مقاييس التشتت، خاصة عند استخدام معامل الاختلاف للمقارنة بين بيانات ذات وحدات مختلفة.
- **تحديد القيم الشاذة** :التشتت المرتفع قد يشير إلى وجود قيم شاذة (أداءات غير معتادة)، والتي قد تحتاج إلى فحصها وتحليل أسبابها.
- **قياس التقدم** :يمكن تتبع التغير في التشتت مع مرور الوقت لتقييم مدى تأثير برنامج تدريبي على تجانس أداء الفريق. انخفاض التشتت قد يشير إلى أن البرنامج التدريبي يساعد على تقريب مستويات اللاعبين.