

# كلية هندسة العمارة

## الإحصاء والاحتمالات

### Statistics & Probability



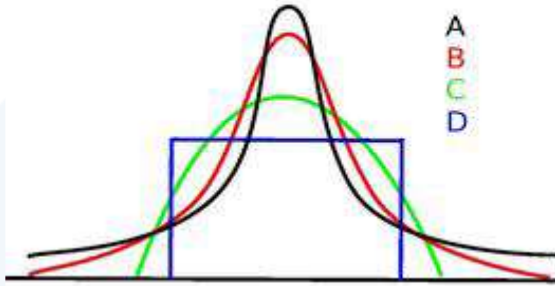
## المحاضرة الثامنة

الأستاذ الدكتور محمود محمد ديب طيوب

## مقاييس الشكل – الالتواء والتطاول:

عند تمثيل بيانات الظاهرة في **شكل منحنى تكراري** ، فإن هذا **المنحنى يأخذ أشكالاً مختلفة** ، فقد يكون هذا المنحنى **متماثل**، مثل منحنى التوزيع الطبيعي، وعندما يكون **الشكل متماثل**، فإن **الوسط والوسيط والمنوال** كلهم يقعون على **نقطة واحدة**، ولكن في كثير من الحالات يكون هناك قيم كبيرة في البيانات تجذب إليها الوسط الحسابي، وهذا معناه أن المنحنى التكراري **سوف يكون له ذيل جهة اليمين**، مشيراً بوجود **التواء جهة اليمين** ، وكذلك العكس لو أن البيانات بها قيم صغيرة، فإنها **تجذب الوسط إليها**، ويدل **المنحنى التكراري على وجود التواء جهة اليسار**، كما يمكن من خلال الشكل البياني معرفة ما إذا كان توزيع البيانات **مفرطح أو مدبب**، إلا أن هناك مقاييس كثيرة لوصف اتجاه تركيز البيانات تعتمد في حسابها على مقاييس النزعة المركزية والتشتت معاً، ومنها **مقاييس الالتواء**، والتفرطح، ولكن قبل ذلك سنتطرق إلى العزوم أولاً

**إن انحراف التوزيع التجريبي عن التوزيع الاعتدالي يحدث كثيراً من الناحية العملية**، وعادة يحصل الباحث على منحنى معتدل متناظر أو ملتو وانحراف التوزيع التجريبي عن التوزيع الاعتدالي قد يكون بسيطاً ليس له دلالة إحصائية ويكون عادة ناتجاً عن عوامل الصدفة، أو قد يكون هذا الانحراف كبيراً بحيث لا يستطيع الباحث أن يفترض أن القيم التي حصل عليها في بحثه موزعة توزيعاً اعتدالياً وانحراف التوزيع التجريبي عن الاعتدالي قد يأخذ شكلاً يجعل المنحنى مائلاً نحو القيم الكبيرة أي أن التكرارات تتجمع نحو القيم الكبيرة وفي هذه الحالة يكون الالتواء سالباً أما إذا أخذ انحراف التوزيع شكلاً يجعله مائلاً نحو القيم الصغيرة تعني هذه الحالة أن يكون الالتواء



موجباً كما في الأشكال التالية:

وفي المنحنيات الملتوية تكون قيم المتوسط الحسابي والوسيط والمنوال مختلفة عن بعضها البعض حيث في الالتواء الموجب يكون الالتواء مائلاً نحو اليمين حيث يكون الوسط الحسابي أي من المنوال في حين أنه في الالتواء السالب يكون المنحنى مائلاً نحو اليسار حيث يكون المنوال أكبر من الوسط الحسابي .

يعرّف الالتواء: بأنه انحراف منحنى التوزيع التكراري عن التماثل وقد يكون موجباً أو سالباً هذا وتوجد عدة مقاييس تستخدم لقياس دون التواء التوزيعات ونذكر منها:

**بشكل عام يستفاد من الالتواء في أمرين هما:**

**الأمر الأول:** معرفة نوعية التوزيع التكراري فإذا كان مقياس الالتواء موجب يعني ذلك أن الوسط الحسابي أكبر من المنوال والوسيط وأن الطرف الأيمن ممتد أكثر وبالتالي يكون الالتواء نحو اليمين. أما إذا كان مقياس الالتواء سالباً هذا يعني أن الالتواء نحو اليسار.

**الأمر الثاني:** يمكن من إمكانية المقارنة بين توزيعين تكرارين أو مجموعتين من البيانات. أما القسمة على الانحراف المعياري في تعريف مقياس الالتواء لجعله غير معتمد على وحدة القياس المستعملة في البيانات.

$$p = \frac{\bar{x} - M_0}{\sigma_x}$$

معامل الالتواء =

ونظراً لصعوبة تحديد قيمة المنوال فقد استعيز عن المنوال بالوسيط لقياس الالتواء في العلاقة الآتية:

$$p = \frac{3(\bar{x} - m_e)}{\sigma_x}$$

معامل الالتواء =

فقد وجد بيرسون أن هذا المعامل يكون قريباً من الاعتدالي إذا امتدت قيمته بين (-3) في الالتواء السالب و إلى (+3) في الالتواء الموجب ومن الطبيعي أن الالتواء يتلاشى عنده ويصبح الفرق بين المتوسط والوسيط صفراً وهذا لا يكون إلا في حالة التوزيع الاعتدالي.

كما يمكن حساب الالتواء من الإرباعيات معامل التواء يول كما يلي:

$$p = \frac{q_3 + q_1 - 2M_e}{q_3 - q_1}$$

معامل الالتواء =

ويمكن أيضاً حساب الالتواء من خلال المئينيات كما في العلاقة التالية:

$$P = \frac{P_{10} + P_{90} - 2 \times Me}{P_{90} - P_{10}} = \text{معامل الالتواء المئيني}$$

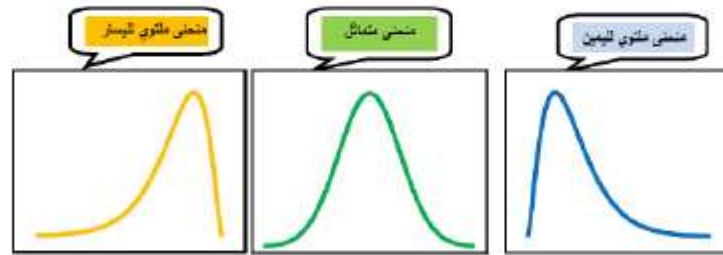
$$P = \frac{P_{90} - 2Me + P_{10}}{P_{90} - P_{10}} = \text{ويمكن أن يحسب بالعلاقة}$$

أما الخطأ المعياري للالتواء يحسب بالعلاقة الآتية:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{6}{n}} = \text{الخطأ المعياري للالتواء}$$

## 2. الالتواء skewness

يعبر الالتواء عن درجة توزيع البيانات حول نقطة التمرکز فيها، فوجود الالتواء دليل على انعدام الانتظام في التوزيع، ويمكن معرفة طبيعة أي توزيع بمجرد النظر إلى منحنى التوزيع الذي يأخذ أحد الأشكال التالية:



ويُقاس الالتواء بأحد المعاملات التالية:

### 1.2 معامل بيرسون الأول:

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$Sk_1 = \frac{\bar{X} - M_o}{\sigma}$$

### 2.2 معامل بيرسون الثاني:

ويعطى بالعلاقة التالية:

$$Sk_2 = \frac{3(\bar{X} - M_e)}{\sigma}$$

### 3.2 معامل الالتواء بدلالة العزوم:

ويسمى كذلك بمعامل فيشر للالتواء، ويكثر من أكثر المعاملات تطبيقاً ويعتمد في ذلك على قيمة العزم الثالث حول المتوسط الحسابي، ولاستبعاد وحدة القياس نقسمه على الانحراف المعياري من نفس القوة، والذي يعطى بالصيغة التالية:

$$Sk_3 = \frac{m_3}{\sigma^3}$$

### 3.2. معامل الالتواء بدلالة العزوم:

ويسمى كذلك بمعامل فيشر للالتواء، ويختبر من أكثر المعاملات تطبيقاً ويعتمد في ذلك على قيمة العزم الثالث حول المتوسط الحسابي، ولاستبعاد وحدة القياس نقسمه على الانحراف المعياري من نفس القوة، والذي يعطى بالصيغة التالية:

$$Sk_3 = \frac{m_3}{\sigma^3}$$

### 4.2. معامل يول للالتواء:

يستخدم هذا المعامل في حالة جداول التوزيع التكراري المفتوحة، ويسمى كذلك بمعامل الالتواء الربيعي، وهو معطى بالعلاقة التالية:

$$Sk_4 = \frac{Q_3 - 2Q_2 + Q_1}{Q_3 - Q_1} \quad \text{أو} \quad Sk_4 = \frac{(Q_3 - Q_2) - (Q_2 - Q_1)}{(Q_3 - Q_1)}$$

### 5.2. معامل الالتواء المنيني:

ويُعبّر عنه بالعلاقة التالية:

$$Sk_5 = \frac{P_{90} - 2P_{50} + P_{10}}{P_{90} - P_{10}} \quad \text{أو} \quad Sk_5 = \frac{(P_{90} - P_{50}) - (P_{50} - P_{10})}{(P_{90} - P_{10})}$$

وبناء على القيمة المتحصّل عليها في معامل الالتواء يتم تحديد شكل التوزيع كما يلي:

- إذا كان:  $0 =$  معامل الالتواء فإن منحنى التوزيع يكون متماثل.
- إذا كان:  $0 >$  معامل الالتواء فإن منحنى التوزيع يكون مائل لليمين.
- إذا كان:  $0 <$  معامل الالتواء فإن منحنى التوزيع يكون مائل لليسار.

مثال

يبين الجدول الآتي درجات مجموعة من الطلاب في مقرر الإحصاء:

-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	الفئات
100	90	80	70	60	50	40	30	20	
2	3	5	15	40	20	10	6	4	التكرار

المطلوب:

- بين طبيعة توزيع هذه السلسلة باستخدام مختلف معاملات الالتواء.
- احسب الخطأ المعياري للالتواء.
- احسب معامل التفلطح.
- احسب الخطأ المعياري للتفلطح.

الحل:

الفئات	التكرار n	$x_i'$	$x_i' n$	$x_i'^2$	$x_i'^2 n$	التكرار الصاعد
20-10	4	15	60	225	900	4
30-20	6	25	150	625	3750	10
40-30	10	35	350	1225	12250	20
50-40	20	45	900	2025	40500	40
60-50	40	55	2200	3025	121000	80
70-60	150	65	975	4225	63375	95
80-70	5	75	375	5625	28125	100
90-80	3	85	255	7225	21675	103
100-90	2	95	190	9025	18050	105
المجموع	105		5455		309625	

1- حساب المتوسط الحسابي:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i' n}{\sum n_i} = \frac{5455}{105} = 51.957$$

2- حساب الانحراف المعياري:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x_i'^2 n_i}{\sum n_i} - \bar{x}^2}$$

$$= \sqrt{\frac{309625}{105} - 51.953^2} = 15.803$$

3- حساب المئين العاشر:

$$P_n = Lp_n + Cp_n \left[ \frac{rp_n - P_{n-1}}{P_n} \right]$$

- ترتيب المئين العاشر =  $\frac{10}{100} \times 105 = 10.5$

$$P_{10} = 30 + 10 \frac{10.5 - 10}{10} = 30.5$$

- حساب المئين 90:

ترتيب المئين 90 =  $\frac{90}{100} \times 105 = 95.4$

$$P_{90} = 60 + 10 \frac{94.5 - 80}{15} = 69.67$$

- حساب الوسيط:

ترتيب الوسيط =  $\frac{105}{2} = 52.5$

$$Me = 50 + 10 \frac{52.5 - 40}{40} = 53.125$$

- حساب الربع الأول:

ترتيب الربع الأول =  $\frac{105}{4} = 26.25$

$$q_1 = 40 + 10 \frac{26.25 - 20}{20} = 43.125$$

- حساب الربع الثالث:

ترتيب الربع الثالث =  $\frac{105 \times 3}{4} = 78.75$

$$q_3 = 50 + 10 \frac{78.75 - 40}{40} = 59.6875$$

حساب المنوال:

$$Mo = 50 + 10 \frac{40 - 20}{(40 - 20) + (40 - 15)} = 54.444$$

حساب الالتواء:

$$P = \frac{\bar{x} - Mo}{\sigma_x} = \frac{\text{توسط الحدساي - المنوال}}{\text{الانحراف المعياري}} = \text{معامل الالتواء}$$

$$P = \frac{(\bar{X} - Mo)}{\sigma} = \frac{(51.957 - 54.444)}{15.803} = -0.15737$$

بما أن معامل الالتواء

أصغر من الصفر

فالالتواء نحو اليسار لأن المنوال أكبر من المتوسط الحسابي.

$$P = \frac{3(\bar{x} - Me)}{\sigma_x} = \frac{3(51.957 - 53.125)}{15.803} = -0.22173$$

معامل الالتواء =

$$P = \frac{3(\bar{x} - Me)}{\sigma_x}$$

$$P = \frac{3(\bar{X} - Me)}{\sigma} = \frac{3(51.957 - 53.125)}{15.803} = -0.22173$$

$$P_r = \frac{q_3 + q_1 - 2 * Me}{q_3 - q_1}$$

$$P_r = \frac{q_3 + q_1 - 2 * Me}{q_3 - q_1} = \frac{59.6875 + 43.125 - 2 * 53.125}{59.6875 - 43.125} = \frac{102.8125 - 106.25}{16.5625} = -0.2075$$



- حساب معامل الالتواء بواسطة المئينيات:

$$P = \frac{P_{90} + P_{10} - 2 * Me}{P_{90} - P_{10}} = \text{معامل الالتواء}$$

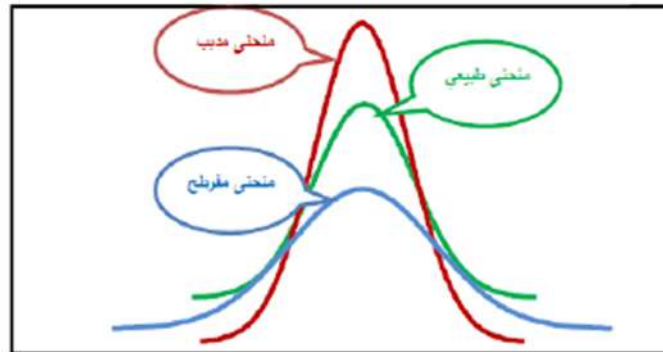
$$= \frac{53.125 \times 2 - 30.5 + 64.67}{30.5 - 69.67} = -0.156 = \text{معامل الالتواء}$$

$$= \sqrt{\frac{6}{105}} = 0.239 = \text{حساب الخطأ المعياري للالتواء}$$

## مقاييس التفلطح والتطاول:

### 3. التفرطح Kurtosis

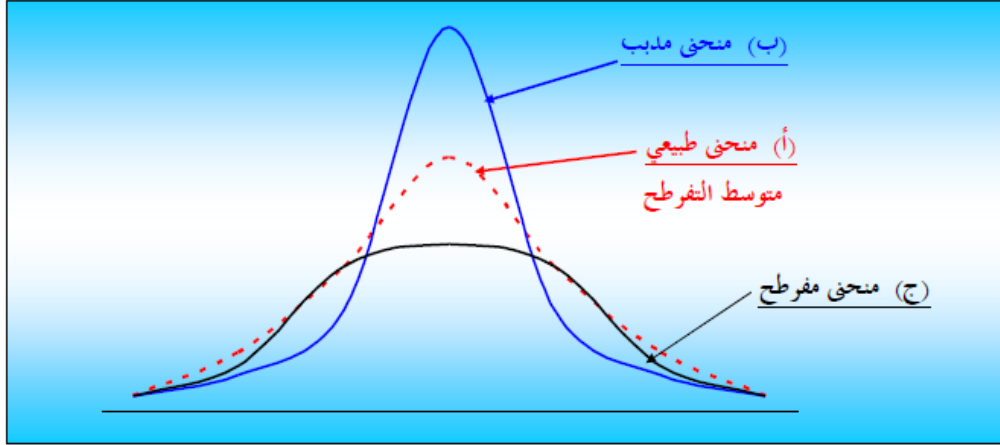
التفرطح هو قياس درجة علو قمة التوزيع بالنسبة للتوزيع الطبيعي، أي يقصد به مدى اتساع أو ضعف قمة منحنى التوزيع، فكلما كان الشكل أكثر ارتفاعاً من الشكل الطبيعي نقول أن الشكل مدبب، أما إذا كان أقل ارتفاعاً من الشكل الطبيعي فنقول عنه أنه مفرطح، والتمثيل البياني التالي يبين ذلك:



ويمكن قياس التفرطح باستخدام عدة طرق منها:

قد تأخذ التوزيعات التكرارية الملتوية أو الاعتدالية شكلاً مفلطحاً أو مدبباً في قمة المنحني، حيث يكون للمنحني قيمة مدببة رقيقة أو قيمة عريضة مسطحة، ويدعى التوزيع الذي يؤدي إلى قمة مدببة وحادة بالتوزيع المتطاول ويدعى التوزيع الذي يؤدي إلى قمة مسطحة بالتوزيع المسطح وعادة أن صفة التفلطح لها علاقة بالمتوسط الحسابي للتوزيع والشكل التالي يوضح ذلك:

**تعريف التفريط:** يُقصد بالتفريط درجة تدب (الارتفاع أو الانخفاض) في قمة المنحنى مقارنةً بقمة منحنى التوزيع الطبيعي الذي يُعد متوسط التفريط



- فإذا كانت قمة المنحنى أعلى من مثيلتها في التوزيع الطبيعي يُسمى المنحنى **مدب**
- وإذا كانت قمة المنحنى أدنى من مثيلتها في التوزيع الطبيعي يُسمى المنحنى **مفريط** [تكون قمته مسطحة لحد ما]
- أما إذا كانت القمة ليست مدبة أو مسطحة [أي قريبة من المنحنى الطبيعي] يُسمى المنحنى **متوسط التفريط**

وَيُقاس تفرطح أي توزيع بعدة مقاييس ، أحد هذه المقاييس يعتمد على الربيعات والمئينات ويُسمى بـ معامل التفرطح المئيني ويُعطي بـ :

$$\text{معامل التفرطح المئيني} = \frac{\text{نصف المدى الربيعي}}{\text{الانحراف الربيعي}} = \frac{\text{المدى المئيني}}{\text{المدى المئيني}}$$

وهذا المعامل يساوي (تقريباً) 0.26 في حالة التوزيع الطبيعي ، وبالتالي إذا كان معامل التفرطح لأي توزيع :  
• أكبر من 0.26 كان التوزيع مدبباً  
• أقل من 0.26 كان التوزيع مفرطحاً

وإذا كان للتوزيع البيانات التالية :  $Q_1 = 69$  ,  $Q_3 = 91$  ,  $P_{10} = 59$  ,  $P_{90} = 94$

$$\text{المدى المئيني : } P_{90} - P_{10} = 94 - 59 = 35$$

$$\text{المدى الربيعي : } Q_3 - Q_1 = 91 - 69 = 22$$

$$\text{الانحراف الربيعي} = \text{نصف المدى الربيعي} = 11$$

$$\text{إذن معامل التفرطح المئيني} = \frac{\text{الانحراف الربيعي}}{\text{المدى المئيني}} = \frac{11}{35} = 0.31$$

أي أكبر من 0.26 وبالتالي يكون التوزيع مدبباً

فمثلاً إذا كان الانحراف الربيعي لتوزيع ما = 20 ،  
والمدى المئيني لهذا التوزيع = 100 فإن :

$$\text{معامل التفرطح المئيني} = \frac{\text{الانحراف الربيعي}}{\text{المدى المئيني}} = \frac{20}{100} = 0.2$$

أي أقل من 0.26 وبالتالي يكون التوزيع مفرطحاً



### 1.3. معامل التفرطح المنيني:

يستخدم هذا المعامل في حالة جداول التوزيع التكراري المفتوحة، وهو معطى بالعلاقة التالية:

$$Ku_1 = \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{90} - P_{10})}$$

ويتم تحديد شكل التوزيع كما يلي:

- إذا كان  $Ku_1 = 3$  فان منحنى التوزيع طبيعي
  - إذا كان  $Ku_1 > 3$  فان منحنى التوزيع مدبب
  - إذا كان  $Ku_1 < 3$  فان منحنى التوزيع مفرطح
1. معامل التفرطح بدلالة العزوم:

$$Ku_2 = \frac{m_4}{\sigma^4} = \frac{m_4}{m_2^2}$$

ويتم تحديد شكل التوزيع كما يلي:

- إذا كان  $Ku_2 = 3$  فان منحنى التوزيع طبيعي
- إذا كان  $Ku_2 > 3$  فان منحنى التوزيع مدبب
- إذا كان  $Ku_2 < 3$  فان منحنى التوزيع مفرطح

### 2.3. معامل فيشر للتفرطح:

والبعض يعرفه على انه معامل فيشر للتفرطح، ففي معامل التفرطح بدلالة العزوم يقاس اتجاه توزيع المنحنى بالنسبة الى 3، ففضل الاحصائيون استخدام معامل تفرطح اخر في الصورة التالية:

$$Ku_3 = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$$

ويتم تحديد شكل التوزيع كما يلي:

- إذا كان  $Ku_3 = 0$  فان منحنى التوزيع طبيعي
- إذا كان  $Ku_3 > 0$  فان منحنى التوزيع مدبب
- إذا كان  $Ku_3 < 0$  فان منحنى التوزيع مفرطح

ويقاس التفلطح بالعلاقة الآتية:

$$\text{معامل التفلطح} = \frac{\text{العزم الرابع}}{3 \cdot (\text{حرف المع ياري})^4}$$

$$Y = \frac{\sum n_i (x'_i - \bar{x})^4}{\sum n_i \sigma_x^3} =$$

كما يقاس بالعلاقة الآتية:

$$\text{معامل التفلطح} = \frac{\text{نصف المدى الربيعي}}{(\text{نن الا تسعين - الام ننين العاشر})}$$

$$Y = \frac{q_3 - q_1}{P_{90} - P_{10}} =$$

حساب معامل التفلطح = لمعطيات المثال:

- يعاب على معامل بيرسون بالصيغتين السابقتين أنه لا يمكن حسابه في حالة المنحنيات شديدة الالتواء، وفي هذه الحالة يفضل استخدام معامل الالتواء يول وكيندال حسب العلاقة التالية:

$$Sk_y = \frac{(Q_3 - Me) - (Me - Q_1)}{Q_3 - Q_1} = \frac{Q_1 + Q_3 - 2Me}{Q_3 - Q_1}$$

• إذا كان معامل يول موجب فإن منحنى التوزيع موجب الالتواء.

• إذا كان معامل يول سالبا فإن منحنى التوزيع سالب الالتواء.

• إذا كان معامل يول معدوماً فإن منحنى التوزيع متماثل.

ج. قياس الالتواء بمعامل الالتواء العزمي:

يطلق على هذا المعامل اسم معامل الالتواء العزمي لأنه يعتمد في طريقة حسابه على العزم الثالث ( $m_3$ ) حسب

العلاقة التالية:  $Sk_m = \frac{m_3}{\sigma^3}$  وذلك حسب حالة البيانات المستخدمة كما يلي:

$$Sk_m = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{\frac{n}{\sigma^3}} \quad \text{.....(حالة البيانات غير المبوبة)}$$

$$Sk_m = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3 \cdot f_i}{\sum f_i} \quad \text{.....(حالة البيانات المبوبة)}$$

• إذا كان معامل الالتواء العزمي موجب فإن منحنى التوزيع موجب الالتواء.

• إذا كان معامل الالتواء العزمي سالبا فإن منحنى التوزيع سالب الالتواء.

• إذا كان معامل الالتواء العزمي معدوماً فإن منحنى التوزيع متماثل.

مثال<sub>1</sub> (حالة البيانات غير المبوبة): لتكن القيم: 50، 60، 70، 50، 82، 100، 92.

المطلوب: بفرض استخدام أسلوب الحصر الشامل قم ببيان شكل توزيع هذه البيانات من ناحية الالتواء

باستخدام الالتواء العزمي.

الحل:

$$Sk_m = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3}{\frac{n}{\sigma^3}}$$

- نحسب الوسط الحسابي كما يلي:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{92 + 100 + 82 + 50 + 70 + 60 + 50}{7} = \frac{504}{7} = 72$$

- نحسب الانحراف المعياري:



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{(92-72)^2 + (100-72)^2 + (82-72)^2 + (50-72)^2 + (70-72)^2 + (60-72)^2 + (50-72)^2}{7}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{20^2 + 28^2 + 10^2 + 22^2 + 2^2 + 12^2 + 22^2}{7}} = \sqrt{\frac{2400}{7}} = \sqrt{342.86} = 18.52$$

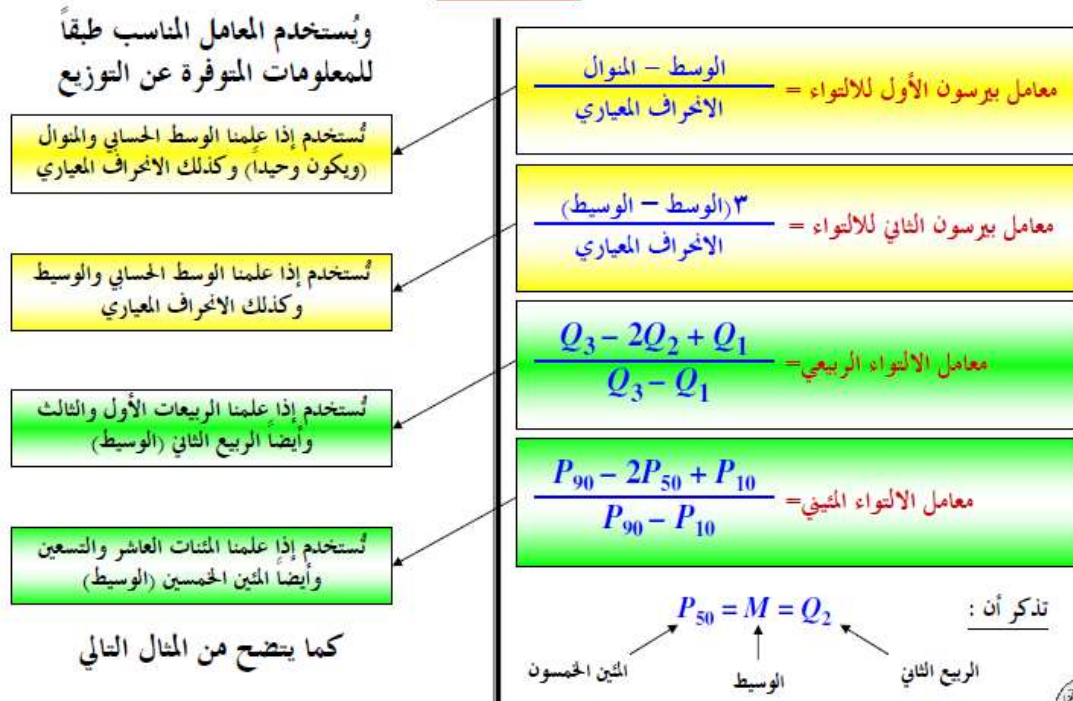
- بالتعويض في علاقة معامل الالتواء العزمي:

$$Sk_m = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{n}{\sigma^3} = \frac{(92-72)^3 + (100-72)^3 + (82-72)^3 + (50-72)^3 + (70-72)^3 + (60-72)^3 + (50-72)^3}{(18.52)^3} =$$

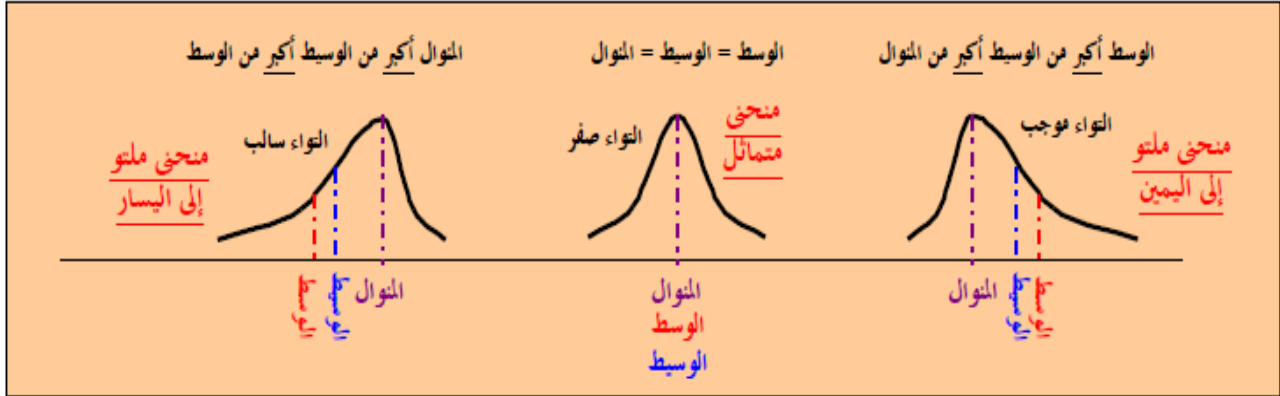
$$Sk_m = \frac{20^3 + 28^3 + 10^3 + 22^3 + 2^3 + 12^3 + 22^3}{(18.52)^3} = \frac{53984}{(18.52)^3} = \frac{7712}{6352.18} = 1.21$$

- بما أن معامل الالتواء العزمي موجب فإن منحنى التوزيع موجب الالتواء.

ويُقاس الالتواء بعدة مقاييس [كل منها يُسمى بـ **معامل الالتواء**] منها :



ذكرنا سابقاً [في الباب الثالث/المحاضرة التاسعة] أن المنحنيات التكرارية التي تظهر في الناحية العملية تأخذ أشكالاً مميزة منها الآتي :



**تعريف الالتواء :** على أنه درجة تماثل أو البعد عن التماثل لتوزيع ما .

- فإذا كان المنحنى له ذيل أكبر إلى يمين النهاية العظمى للمنحنى عنه إلى يسارها يُسمى التوزيع ملتوي إلى اليمين [أو موجب الالتواء] وعندئذ يقع الوسط الحسابي يمين المتوال [أي الوسط يكون أكبر من المتوال] .
- وإذا كان المنحنى له ذيل أكبر إلى يسار النهاية العظمى للمنحنى عنه إلى يمينها يُسمى التوزيع ملتوي إلى اليسار [أو سالب الالتواء] وعندئذ يقع الوسط الحسابي يسار المتوال [أي المتوال يكون أكبر من الوسط] .

**مثال :** في كل حالة من الحالات التالية احسب معامل الالتواء المناسب للتوزيع المعطى بياناته مع توضيح نوع الالتواء

(أ) (اليمين/اليسار) : الوسط الحسابي  $\bar{x} = 80$  ، المتوسط  $\hat{x} = 82$  ، الانحراف المعياري  $s = 20$

(ب) الوسط الحسابي  $\bar{x} = 80$  ، الوسيط  $M = 79$  ، الانحراف المعياري  $s = 10$

(ج) الربع الأول  $Q_1 = 68$  ، الوسيط  $M = 79$  ، الربع الثالث  $Q_3 = 91$

(د) المئين العاشر  $P_{10} = 58$  ، الوسيط  $M = 79$  ، المئين التسعون  $P_{90} = 99$

<p>(د) هنا نستخدم معامل الالتواء المئيني نظراً لمعرفتنا لكل من المئينات العاشر والخمسين (الوسيط) والتسعين</p> <p><math>P_{10} = 58</math> ، <math>P_{90} = 99</math>  <math>P_{50} = M = 79</math></p> <p>إذن معامل الالتواء يساوي</p> $\frac{P_{90} - 2P_{50} + P_{10}}{P_{90} - P_{10}} = \frac{99 - 2 \times 79 + 58}{99 - 58} = \frac{-1}{41} \cong -0.02$ <p>التواء سالب (ملتو لليسار)</p>	<p>(ج) هنا نستخدم معامل الالتواء الربيعي نظراً لمعرفتنا لكل من الربيعات الأول والثاني (الوسيط) والثالث</p> <p><math>Q_1 = 68</math> ، <math>Q_3 = 91</math>  <math>Q_2 = M = 79</math></p> <p>إذن معامل الالتواء يساوي</p> $\frac{Q_3 - 2Q_2 + Q_1}{Q_3 - Q_1} = \frac{91 - 2 \times 79 + 68}{91 - 68} = \frac{1}{23} \cong 0.04$ <p>التواء موجب (ملتو لليمين)</p>	<p>(ب) هنا نستخدم معامل بيرسون الثاني للالتواء نظراً لمعرفتنا لكل من الوسط والوسيط والانحراف المعياري</p> <p><math>\bar{x} = 80</math> ، <math>M = 79</math>  <math>s = 10</math></p> <p>إذن معامل الالتواء يساوي</p> $\frac{3(\bar{x} - M)}{s} = \frac{3(80 - 79)}{10} = \frac{3}{10} = 0.3$ <p>التواء موجب (ملتو لليمين)</p>	<p>(أ) هنا نستخدم معامل بيرسون الأول للالتواء نظراً لمعرفتنا لكل من الوسط والمتوال والانحراف المعياري</p> <p><math>\bar{x} = 80</math> ، <math>\hat{x} = 82</math>  <math>s = 20</math></p> <p>إذن معامل الالتواء يساوي</p> $\frac{\bar{x} - \hat{x}}{s} = \frac{80 - 82}{20} = \frac{-2}{20} = -0.1$ <p>التواء سالب (ملتو لليسار)</p>
---	--	--	--



مثال<sup>2</sup> (حالة البيانات المبوبة): ليكن الجدول التكراري التالي:

60-52	52-44	44-36	36-28	28-20	الإنفاق ( $C_i$ )
8	10	20	14	8	عدد الأسر ( $f_i$ )

المطلوب: أوجد شكل منحى التوزيع من ناحية الالتواء باستخدام معامل الالتواء العزمي.  
الحل:

نضع الجدول التالي كملخص للعمليات الحسابية:

$(C_i)$	$f_i$	$X_i$	$X_i \times f_i$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^2 \times f_i$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^3 \times f_i$
20-28	8	24	192	-15.47	239.32	1914.57	-3702.29	-29618.35
28-36	14	32	448	-7.47	55.80	781.21	-416.83	-5835.66
36-44	20	40	800	0.53	0.28	5.62	0.15	2.98
44-52	10	48	480	8.53	72.76	727.61	620.65	6206.50
52-60	8	56	448	16.53	273.24	2185.93	4516.67	36133.38
$\Sigma$	60	/	2368	/	/	5614.94	/	6888.85

$$Sk_m = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^3 \cdot f_i}{\sum f_i \cdot \sigma^3}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{2368}{60} = 39.47$$

• حساب الوسط الحسابي:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2 \cdot f_i}{\sum f_i}} = \sqrt{\frac{5614.94}{60}} = \sqrt{93.58} = 9.67$$

• حساب الانحراف المعياري:

## Distribution Shape: Skewness

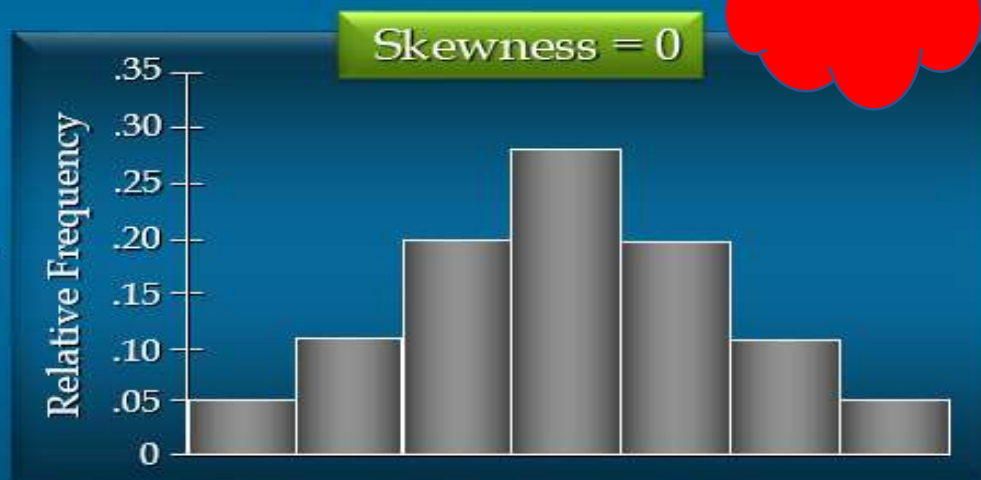
- ▶ ■ An important measure of the shape of a distribution is called skewness.
- ▶ ■ The formula for the skewness of sample data is

$$\text{Skewness} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3$$

- ▶ ■ Skewness can be easily computed using statistical software.

## Distribution Shape: Skewness

- Symmetric (not skewed)
  - ▶ • Skewness is zero.
  - Mean and median are equal.



## Distribution Shape: Skewness

### ■ Moderately Skewed Left

- ▶ • Skewness is negative.
- Mean will usually be less than the median.

التواء نحو اليسار



## Distribution Shape: Skewness

### ■ Moderately Skewed Right

- ▶ • Skewness is positive.
- Mean will usually be more than the median.

التواء نحو اليمين



## Distribution Shape: Skewness

- Highly Skewed Right
- ▶
  - Skewness is positive (often above 1.0).
  - Mean will usually be more than the median.



مثال      لتكن لدينا المعطيات الآتية:

الربيع الثالث = 59.6875

الربيع الأول = 43.125

المتنين التسعين = 69.67

المتنين العاشر = 30.5

ومنه يكون:

$$Q = \frac{q_3 - q_1}{2} = \text{نصف المدى الربيعي}$$

$$k_1 = \frac{1}{2} \frac{q_3 - q_1}{p q_0 - p_1 0} \quad \text{معامل التفرطح المئينين:}$$

$$\frac{43.125 - 59.6875}{2} = 8.28125$$

$$\frac{8.28125}{30.5 - 69.67} = 0.1251 = \text{معامل التفلطح -}$$

وعادة يقارن معامل التفلطح في أي توزيع بمعامل التفلطح المقابل له في المنحني الاعتدالي وقد وجد الإحصائيون أن معامل التفلطح في التوزيع الاعتدالي يساوي (0.263) فإذا كان معامل التفلطح التجريبي أكبر من معامل التفلطح الاعتدالي كان التوزيع مسطحاً وإذا كان معامل التفلطح التجريبي أقل من المعامل الاعتدالي كان التوزيع مدبباً وفي مثالنا نجد أن قيمة معامل التفلطح أقل من الاعتدالي فالتوزيع مدبباً قليلاً وملتون نحو اليسار لأن قيمة معامل الالتواء سالبة.

أما ما يتعلق الخطأ المعياري للتفلطح فيحسب بالعلاقة الآتية:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{24}{n}} = 2\sqrt{\frac{6}{n}}$$

وفي مثالنا يكون:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{24}{105}} = 0.4781$$

مثال

بالعودة إلى معطيات درجات الطلاب في الإحصاء كلية الاقتصاد:

$$q_1 = 43.84 \quad x = 57.12 \quad \text{الوسط الحسابي}$$

$$Mo = 56.67 \quad \text{المنوال}$$

$$q_3 = 70.17 \quad Me = 57.06 \quad \text{الوسيط}$$

$$\sigma x = 18.72 \quad \text{الانحراف المعياري}$$



والمطلوب: حساب معامل الالتواء وتحديد طبيعة توزيع هذه البيانات؟

الحل:

-حساب معامل التواء بيرسون:

$$p = \frac{\bar{x} - Mo}{\sigma_x} = \frac{57.12 - 56.67}{18.72} = 0.024$$

$p > 0$  فالتوزيع ملتو والالتواء نحو اليمين لأن المتوسط أكبر من المنوال.

حساب معامل التواء يول:

$$p = \frac{3(\bar{x} - Mo)}{\sigma_x} = \frac{3(57.12 - 56.67)}{18.72} = 0.072$$

وبالتالي  $p > 0$  فالتوزيع ملتو والالتواء نحو اليمين لأن المتوسط الحسابي أكبر من الوسيط.

$$= \frac{3(57.12 - 56.67)}{18.72} = 0.072$$

ويطبق معامل الالتواء الربيعي (بفرض السلسلة مفتوحة):

$$\gamma = \frac{q_3 + q_1 - 2Me}{q_3 - q_1} = \frac{70.17 + 43.84 - 2 \times 57.06}{70.17 - 43.84} = \frac{0.111}{26.33} = -0.004$$

معامل التفرطح (*coefficient d'Aplatisement*):

التفرطح أو التطاول هو انحراف قمة منحنى التوزيع التكراري عن قمة المنحنى الطبيعي. وبالتالي فإن المميزات التي تميز بها التوزيعات التكرارية ومتمماتها هو مقدار التفرطح. التفرطح هو قياس درجة علو قمة التوزيع بالنسبة للتوزيع الطبيعي. وعادة يعتمد العزم الرابع حول الوسط الحسابي ويسمى معامل التفرطح العزومي ويعرف بالعلاقة التالية:

$$k = \frac{\sum ni (x_i - \bar{x})^4}{\frac{\sum ni}{\sigma_x^4}} = \frac{\sum ni (x_i - \bar{x})^4}{\sigma_x^4}$$

فإذا كانت:

$k < 3$ : التوزيع يكون قليل التطاول (مفرطح).

$k = 3$ : التوزيع منتظم.

$k > 3$ : التوزيع متطاول أو مدبب.

ولتسهيل المقارنة يمكن تعديل العلاقة بتقديم العدد 3 من العلاقة السابقة.

$$k = \frac{M_4}{\sigma_x^4} - 3$$

فإذا كانت:

$y = 0$ : التوزيع متناظر أو قريب من التوزيع الطبيعي.

$y < 0$ : التوزيع مفطح / قليل التطاول.

$y > 0$ : التوزيع مدبب أو مرتفع.

مثال

بالعودة الى معطيات درجات الطلاب في الإحصاء كلية الاقتصاد نجد أن:

$$\sum ni (x_i' - \bar{x})^4 = 7481030.06$$

$$\sum ni = 250$$

$$\sigma_x = 18.72 \text{ الانحراف المعياري}$$

ومنه نجد أن العزم الرابع يساوي:

$$k = \frac{\sum ni (x_i' - \bar{x})^4}{250} = \frac{7481030.06}{250} = 29924.12$$

ومنه معامل التطاول يساوي:

$$k = \frac{M_4}{\sigma_x^4} = \frac{29924.12}{(18.72)^4} - 3 = -0.24$$

بما أن  $k < 0$  فالتوزيع مفطح قليلاً.

