المحور 01: عموميات حول السلاسل الزمنية وتقدير مركباتها

المحاضرة 01

نهتم في هذا المحور بدراسة وتحليل السلاسل الزمنية ومكوناتها.

تمهيد:

كثيرا ما نسمع أشخاصًا يقولون إن سعر سلعة معينة ارتفع أو انخفض مع مرور الوقت (مثل الذهب والفضة وأي مواد غذائية والبنزين والمازوت وغيرها). وكثيرا ما نسمع أيضًا أن سعر الفائدة قد ارتفع في البنوك. لقد انخفض معدل الفائدة على قروض السكن. ما كل هذه ؟ وكيف هي مفيدة لنا؟

هذه الأنواع من البيانات هي السلسلة الزمنية للبيانات.

1- تعريف السلسلة الزمنية:

- ✓ **سؤال**؛ كيف يعرف الناس أن سعر السلعة قد ارتفع خلال فترة من الزمن؟
- ✓ **الإجابة**؛ ويمكنهم القيام بذلك عن طريق مقارنة أسعار السلعة لفترة زمنية معينة. مجموعة الملاحظات المرتبة فيما يتعلق بالفترات الزمنية المتعاقبة هي سلسلة زمنية. وبعبارة أخرى، فإن ترتيب البيانات وفقا لزمن حدوثها هو سلسلة زمنية. يمكن أن يكون الوقت ساعات أو أيام أو أشهر أو سنوات.

تصور السلسلة الزمنية العلاقة بين متغيرين. والزمن هو أحد تلك المتغيرات والثاني هو أي متغير كمي. وليس من الضروري أن تظهر العلاقة دائما زيادة في تغير المتغير بالنسبة للزمن. العلاقة لا تتناقص دائما أيضا. وتعد درجة حرارة مدينة معينة في أسبوع أو شهر معين أحد هذه الأمثلة.

2- استخدامات السلاسل الزمنية:

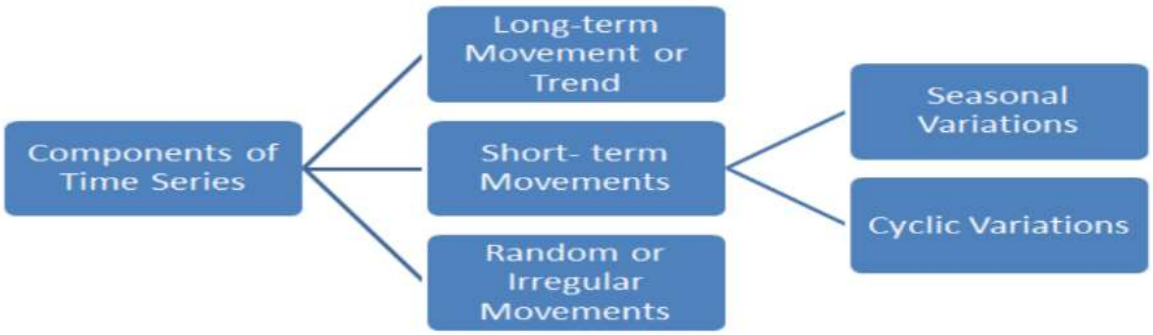
- أهم استخدامات دراسة السلاسل الزمنية هي أنها تساعدنا على التنبؤ بالسلوك المستقبلي للمتغير بناء على الخبرة السابقة.
- مفيد لتخطيط الأعمال لأنه يساعد في مقارنة الأداء الحالي الفعلي مع الأداء المتوقع.
- من السلاسل الزمنية نصل إلى دراسة السلوك الماضي للظاهرة أو المتغير قيد الدراسة.
- يمكننا مقارنة التغيرات في قيم المتغيرات المختلفة في أوقات أو أماكن مختلفة، الخ.

3- مكونات (مركبات) السلاسل الزمنية:

الأسباب المختلفة التي تؤثر على القيم الملاحظة في سلسلة زمنية هي مكونات السلسلة الزمنية. وتتكون السلسلة الزمنية من أربعة مركبات:

- الاتجاه العام (Trend)
- التغيرات الموسمية (Seasonal variations)
- التغيرات الدورية (Cyclic variations)
- الحركات العشوائية أو غير المنتظمة (Random or Irregular Movements)

التغيرات الموسمية والدورية هي التغيرات الدورية أو التقلبات قصيرة المدى.



– الاتجاه العام (T): يبين الاتجاه العام للبيانات الزيادة أو النقصان خلال فترة زمنية طويلة. وقد يكون الاتجاه العام تزايديا إذا كانت قيمة الظاهرة تتزايد عبر الزمن، كما قد يكون الاتجاه العام تناقصيا إذا ما اتجهت قيمة الظاهرة إلى النقصان. فإذا قمنا برسم قيم السلاسل الزمنية على الرسم البياني وفقًا للزمن t. يُظهر نمط تجميع البيانات نوع الاتجاه. فإذا كانت مجموعة البيانات تتمركز حول خط مستقيم، فإن الاتجاه يكون خطيًا أما غير ذلك فيعتبر الاتجاه غير خطي.

- التغيرات الفصلية (S): تعبّر عن التغيرات والتذبذبات الموسمية أو الفصلية الناتجة عن التغيرات في الفصول بسبب تأثير عوامل خارجية وهي تتم غالبا بطريقة منتظمة، في شكل دورات لا يزيد طولها عن 12 شهرا، فقد تكون أسبوعية أو شهرية أو فصلية، أي أنها تمثل التغيرات المتشابهة التي تظهر في الأسابيع أو الأشهر أو الفصول المتناظرة خلال الفترات الزمنية المختلفة التي تعود إليها مشاهدات السلسلة الزمنية.

- التغيرات الدورية (C): هذا النوع من المركبات ينتج في السلاسل الزمنية الطويلة الأجل . فالتغيرات في سلسلة زمنية والتي تعمل من تلقاء نفسها على مدى أكثر من سنة تسمى بالتغيرات الدورية. وتسمى أيضا بمركبة الدورات الاقتصادية، وهي تبرز أثر انتقال الأحوال الاقتصادية مثلا من الكساد إلى الانتعاش ثم الرواج ثم الكساد...الخ. تختلف هذه المركبة عن المركبة الفصلية في أنها تحدث في مجال أكثر من سنة (من 08 سنوات إلى 10 سنوات).
- المركبة العشوائية (R): عبارة عن تقلبات غير متوقعة، ولا يمكن السيطرة عليها، ولا يمكن التنبؤ بها، وغير منتظمة. ومن بين الأمثلة الزلازل والحروب والفيضانات والمجاعات وأية كوارث أخرى.

4- الشكل الرياضي للسلسلة الزمنية:

رياضيا، السلسلة الزمنية تكتب كمايلي:

$$y_t = f(t)$$

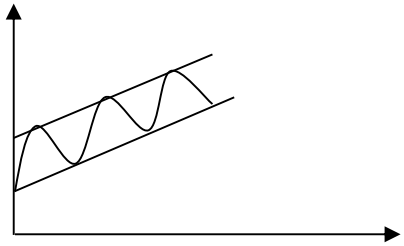
y_t: قيمة المتغير محل الدراسة عند الزمن t. ويفترض نموذج السلسلة الزمنية أنّ قيم السلسلة الزمنية دالة في مجموعة من العناصر المكونة لها وفقا للزمن.

ويجب أن نميز بين ثلاثة أشكال رياضية للسلسلة الزمنية وهي:

- **الشكل التجميعي: Additive Model**

$$y_t = T_t + S_t + C_t + R_t.$$

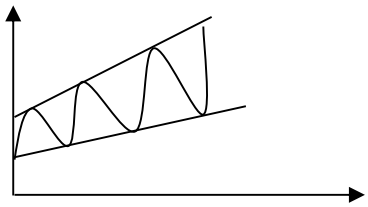
ويفترض هذا النموذج جميع المركبات مستقلة عن بعضها البعض.



- **الشكل الجدائي Multiplicative Model**

ويفترض هذا النموذج أنّ مركبات السلسلة الزمنية تعتمد على بعضها البعض:

$$y_t = T_t \times S_t \times C_t \times R_t$$



- **الشكل المختلط:Mixed models**

يجمع بين النموذج التجميعي والجدائي، ويكتب بالشكل:

$$y_t = T_t + S_t \times C_t \times R_t$$

أو

$$y_t = T_t \times C_t + S_t \times R_t$$

5- طرق تحديد شكل السلسلة الزمنية:

يقصد بتحديد شكل السلسلة الزمنية، معرفة ما إذا كانت السلسلة تجميعية أو مضاعفة أو مختلطة.

هناك عدة طرق لتحديد شكل السلسلة الزمنية.

- ✓ **طريقة المتوسط السنوي:** تستعمل هذه الطريقة فيما إذا كانت السنة مقسمة إلى فترات (شهر، ثلاثي، سداسي...)، ولهذه الطريقة خطوتان:
  - حساب المتوسط السنوي لكل سنة.
  - حساب الفرق بين القيم الأصلية الخاصة بكل سنة والوسط السنوي المقابل لها، فإذا كانت هذه الفروق تشكل متوالية حسابية أو قيم متقاربة نستنتج أن نموذج السلسلة الزمنية نموذج تجميعي. أما إذا كانت الفروق تشكل متتالية هندسية أي أنّ الفروق تتضاعف من سنة لأخرى فنكون في حالة نموذج مضاعف.
- ✓ **طريقة الانحراف المعياري السنوي:** نقوم بتحديد الانحراف المعياري السنوي لكل سنة، فإذا كانت قيم الانحرافات المعيارية متساوية أو متقاربة نكون في حالة نموذج تجميعي، أما إذا كانت هذه القيم متباعدة فنكون في حالة نموذج مضاعف.
- ✓ **طريقة المعادلة الانحدارية:** تعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق (والتي سنعتمدها) في تحديد شكل السلسلة الزمنية. تعتمد هذه الطريقة على معامل انحدار المعادلة التالية:

$$\sigma_i = a + b\overline{y_i}$$

فمن خلال قيمة معامل الانحدار نبين فيما إذا كانت السلسلة الزمنية تجميعية أو جدائية أو مختلطة. فإذا كانت:

$b < 0.05 \Leftarrow$ في حالة نموذج تجميعي

$b > 0.10 \Leftarrow$ في حالة نموذج جدائي أو مضاعف

$0.05 < b < 0.10 \Leftarrow$ في حالة نموذج تجميعي

مثال 01: تمثل السلسلة الزمنية التالية مبيعات سلعة معينة خلال 5 سنوات، المطلوب تحديد شكل السلسلة باستخدام الطرق الثلاثة السابقة.

السنة	الثلاثي الأول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع
1	20	28	22	34
2	19	39	25	44
3	21	49	33	55
4	23	60	37	66
5	24	71	42	76

الحل:

- **طريقة المتوسط السنوي:**

		الفروقات (قيمة كل ثلاثي – المتوسط)				
السنة	الثلاثي	**1**	**2**	**3**	**4**	$\bar{y}_i$
1		-6	2	-4	8	26
2		-12.75	7.25	-6.75	12.25	31.75
3		-18.5	9.5	-6.5	15.5	39.5
4		-23.5	13.5	-9.5	19.5	46.51
5		-29.25	17.75	-11.25	22.75	53.25

نلاحظ أنّ الفروقات أو التغيرات مثلا بالنسبة للثلاثي الأول تتضاعف من سنة لأخرى (6، 12.75، 18.5، 23.5، 29.25) وبالتالي نستنتج أنّ نموذج أو شكل السلسلة الزمنية هو ذو شكل جدائي (مضاعف).

- **طريقة الانحراف المعياري السنوي:**

لهذه الطريقة خطوة واحدة وهي حساب الانحراف المعياري السنوي لكل سنة:

السنوات	$\bar{y}_i$	σ_i
1	26	5.477
2	31.75	11.77
3	39.5	13.37
4	41.51	17.36
5	53.25	21.29

نلاحظ أنّ الانحرافات المعيارية σ_i غير ثابتة وغير متقاربة من سنة لأخرى وبالتالي النموذج الموافق لهذه السلسلة هو النموذج المضاعف.

- **طريقة المعادلة الانحدارية:** حيث نتبع الخطوات التالية:

أ- حساب المتوسط السنوي لكل سنة $\bar{y}_i$

ب- حساب الانحرافات المعيارية لكل سنة σ_i

جـ- حساب معامل الانحدار b من خلال المعادلة التالية $b = \frac{\sum \sigma_i \bar{y}_i - n\bar{\sigma}_i \bar{\bar{y}}_i}{\sum \bar{y}_i^2 - n\bar{\bar{y}}_i^2}$

من خلال الجدول السابق نجد:

$$\bar{\sigma}_i = \frac{69.267}{5} = 13.85 \quad , \quad \bar{\bar{y}}_i = \frac{203}{5} = 40.602 \Rightarrow \bar{\bar{y}}_i{}^2 = 1648.52$$

$$\sum \sigma_i \bar{y}_i = 3055.94 \quad , \quad \sum \bar{y}_i^2 = 8660.05$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{b = 0.58 > 0.10} \quad \Rightarrow (\text{شكل مضاعف}) \text{ نموذج مضاعف}$$