المحور الاول مدخل إلى تحليل السلاسل الزمنية

الدرس الأول

أولا:مفهوم السلاسل الزمنية وخصائصها وأنواعها :

1.**مفهوم السلاسل الزمنية** :عند ترتيب كميه لظاهرة ما بحسب وقت حدوثها فأن ترتيب الإحصائي المتكون يطلق عليه (السلاسل الزمنية) وعليه يمكن وصف السلسلة على انها مجموعه من المشاهدات والبيانات المسجلة رقميا لظاهرة ما تولده في فترات زمنيه متتابعة وتكون محدده وذات فترات وابعاد متساوية في الطول ومنتظمة.

وتعرف السلسلة الزمنية رياضيا بأنها متتابعة من المتغيرات العشوائية معرفه ضمن فضاء الاحتمالية متعددة المتغيرات ومؤشر بالدليل tوالذي يعود الى مجموعه دليليه T ويرمز للسلسلة الزمنية عادة)X(T وتتكون من متغيرين احدهما توضيحي وهو متغير الزمن والاخر الاستجابة وهو قيمة الظاهرة المدروسة.

2.**مكونات السلاسل الزمنية** :تبدأ دراسة السلسة الزمنية بحوالة التعرف على مكوناتها او مكوناتها او مركباتها للمعاونة في بحث ماتعرضت له الظاهرة في الماضي وللتنبؤ بقيمة الظاهرة في المستقبل ؟

ويستدعى تحقيق الهدف الاول تحليل السلسلة الزمنية الى مكوناتها الاربعة وهي :-

-.الاتجاه العام :يقصد به التغير المنتظم والمستمر الحاصل في قيم الظاهرة المدروسة نتيجة لتأثرها بعوامل معينه.

-التغيراتالموسمية:فترات خاصةكالاعياد او بداية العام الدراسي مثلا حيث يكثر بيع سلعه معينه وتعد هذه الفترات مجالا جيدا للدراسة وقد يلعب الطقس والتقاليد والاحتفالات الدينية كالحج بالتأثيرعلى التغير الموسمي الذي لايزيد طول فترته عن السنه فقد يكون اسبوعا او يوميا للصحف اليوميه او انتاج البيض كل اربعة اشهر .

-التغيرات الدورية :التغيرات التي تطرأ على الدورات الاقتصادية من ارتفاع وهبوط بمده تتجاوز السنه وبيانها كبيان دالة الجيب او الجيب تمام مع وجود اختلاف في الطول والسعه وتضم عدة خمسة مراحل في الدورة الكاملة9هي الارتفاع الاولي _التراجع _الركود_الانتعاش _الارتفاع النهائي وقدتمتد طول الفترة (الدورة الكاملة) من ثماني سنوات الى عشر سنوات وترجع لعوامل كثيره مثل سياسة الحكومة والعلاقات الدولية وغيرها ويقاس طول الدورة (التجارية) بطول الفترة الزمنية بيمرحلتين ازدهار متتاليتين اوركود متتاليتين.

- التغيراتالعشوائية:وهي التغيرات التي تحدث في قيم الظاهرة المدروسة نتيجة لعوامل فجائية ولعوامل الصدفه أي انها حركات غير منتظمة ومنفصلة قد تحدث من وقت لأخر بسبب الحروب والكوارث الطبيعيه . وهي عشوائية التوزيع على المدى البعيد ونادرة الوقوع لذا يجب تميزها عن الحركات والتغيرات التي تعمل طيلة الوقت وقد تكون ذات تأثيرات موجبه في فترات زمنية معينه وسالبة في فترات اخرى ولابدمن استبعاد هذه التغيرات من السلسلة الاصلية عند القيام بدراسة الاتجاه العام او الموسميه لأغراض التنبؤ اذ انها بالرغم من قصر مدتها قد تكون قويهبالشكل الذي يؤدي الى تغيير السلسلة الزمنية فتغير اتجاها العام وحركتها الموسميه او الدورية.

3.انواع السلاسل الزمنية:

1.نوعية قيم السلسلة : من حيث كونها قيما متصلة او غير متصلة ويؤدي هذا المعيار الى الصنفين التاليين:-

• السلاسل الزمنية المتصلة: وهي السلاسل الزمنية التي نقيس فيها قيم ظاهرة متغيره خلال فتره من الزمن الساعة ,اليوم ,الاسبوع,الشهر,ربع سنة ...الخ , ومن امثلة هذه السلاسل كمية استهلاك الطاقة الكهربائية شهريا , ونسب المواليد خلال العام , وحجم الاستيراد والتصدير في بلد ما خلال العام , وكمية الامطار السنوية وغيرها .

• السلاسل الزمنية غير المتصلة (المتقطعة): وهي السلاسل الزمنية التي نقيس فيها قيم ظاهرة متغيرة عند لحظة من الزمن , ومن امثلة هذه السلاسل عدد السكان في مدينة ما في اليوم الاول من كل سنة .

2. طبيعة الزمن الذي تحدث فيه قيم السلسلة الزمنية , ومن حيث هذا الزمن محدد مسبقا او غير محدد , ويؤدي هذا المقياس الى الصنفين التاليين:

•السلاسل الزمنية النقطية: وهي السلاسل التي تقاس قيمتها في ازمنة غير متوقعه مثل سلاسل الكوارث ,سقوط الطائرات , حوادث القطارات ,حوادث السيارات ,سلسلة الهزات الارضية.

•السلاسل الزمنية غير النقطية:وهي التي تقاس في ازمنة محدده مسبقه ومن امثلة هذه السلاسل سلسلة ارباح شركة الاسمنت في منتصف العام , وسلسلة معدل الدخل السنوي لأفرادوالتي تقاس في نهاية كل عام وغيرها .

3.عدد القيم التي تأخذها السلسلة عند كل قياس ويؤدي هذا المقياس الى النوعيين التاليين من السلاسل الزمنيه :-

• السلاسل الزمنية الثنائية:وهي السلاسل التي تأخذ احدى القيمتين صفر او واحد (فشل او نجاح) وتظهر مثل هذه السلاسل في الهندسة الكهربائية وفي نظرية الاتصالات .

•السلاسل الزمنية غير الثنائية : وهي التي تأخذ اكثر من قيمتين ومن امثلة هذه السلاسل: اعداد السكان واعداد المواشي

4. التغيرات التي تحدث في السلسلة مع الزمن: ويقصد بالتغيرات الاتجاه العام لنمو السلسلة والامور التي تكرر فيها . وهذا المقياس يؤدي الى الاصناف التاليه .

• السلاسل ذات الاتجاه المتزايد: وهي السلاسل التي يمكن ان يتوسط نقطها خط مستقيم متزايد (ميلة موجب) ومن امثلة هذه السلاسل تلك التي تمثل اعداد السكان والسلاسل الدخل القومي وسلاسل حوادث السيارات .

• السلاسل ذات الاتجاه التناقص : وهي السلاسل التي يمكن ان يتوسط نقطها ط مستقيم متناقص (ميله سالب) ومن امثلة ذلك سلاسل مساحة الاراضي الزراعية في منطقه معينة والتي هي في تناقص مستمر بسبب انتشار الابنية عليها .

• السلاسل ذات الاتجاه الثابت : وهي السلاسل التي يمكن ان يتوسط نقطها خط مستقيم ثابت (ميله صفر) ومن امثلة ذلك سلسلة الطاقة الكهربائية المستهلكة في اضاءة الاشارات الضوئية , والشوارع الرئيسية في احدى المدن.

• السلاسل ذات التغيرات المتكررة على فترات متباعدة: وهي السلاسل التي يمكن ان يتوسط نقطها خط يشبه منحني اقتر الجيب (او جيب التمام) بعد تعرضه لدوران بزاوية مناسبه وذلك

لان قيم السلسلة قد تتأثر بأمور فصلية او سنوية ومن امثلة ذلك سلسلة مبيعات الملابس الصوفية التي تتم في كافة ايام السنة ولكنها تزداد في فصل الشتاء وتنقص في الصيف

ثانيا: اسلوب تحليل السلاسل الزمنية واهدافها

يعد اسلوب تحليل السلاسل الزمنية من الاساليب الاحصائية الجديدة والتي تطورت كثيرا واصبح بالأمكان استخدامها لغرض التوقع لمستقبل العرض والطلب على خدمه او سلعه ما ,يعتمد اسلوب تحليل السلاسل الزمنية على تتبع الظاهرة المدروسة او (المتغير) على مدى زمني معين (عدة سنوات مثلا) ثم يتوقع للمستقبل بناء على القيم المختلفة التي ظهرت في السلسلة الزمنية وعلى نمط النمو في القيم . وبهذا فهو يتفوق على الاسلوب التقليدي . اذ ان الاسلوب التقليدي يحسب فرق القيمة بين زمنين اثنين فقط من السلسلة الزمنية ويبنى التوقع المستقبلي على اساسهما دون مراعاة للنمط العام للسلسلة او الارتفاع والانخفاض الذي يحدث لقيم السلسلة الزمنية المتصلة .

<u>اهداف تحليل السلاسل الزمنية</u> :

1- الحصول على وصف دقيق للسلسلة الزمنية وانشاء نموذج رياضي للمشاهدات .

2- يستخدم النموذج الرياضي للتنبؤ (التوقع) سلوك السلسلة في المستقبل

1- تحليل السلسلة إلى مكوناتها الرئيسية :

يتطلب تحليل السلسلة الزمنية صياغة نموذج رياضي يمثل السلسلة المعطاة . وقد طور الأخصائيون عدة نماذج رياضية تربط بين قيم المشاهدات ، وقيم المركبات المختلفة للسلسلة الزمنية . وقبل أن نذكر بعض هذه النماذج سنتفق على استخدام الرموز التالية في السلسلة الزمنية . يستخدم الرمز T ليدل على الاتجاه العام ، والرمز S ليدل على المركبة الفصلية (الموسمية) ، والرمز C ليدل على المركبة الدورية ، والرمز I ليدل على التغيرات العرضية . ومن أبرز النماذج الرياضية التي تصف السلسلة الزمنية هي النموذج الضربي والنموذج الجمعي.

- النموذج الضربي والنموذج الجمعي

- **النموذج الضربي :**هو النموذج الذي يفترض أن قيمة الظاهرة (المشاهدة) عند أي نقطة زمنية يساوي حاصل ضرب المركبات الأربعة أي أن:$Y= T . S . C . I$

ويستعمل هذا النموذج غالباً في الحالات التي تكون فيها المركبات S , C , I معطاة أو مطلوبة على صورة نسب مئوية ،وذلك من أجل أن تكون وحدات قياس T هي نفس وحدات قياس Y .

ومن صفات النموذج أنه يستخدم في الحالات التي يمكن أن نفرض فيها أن المركبات الأربع يؤثر بعضها فى بعض على الرغم من أن مصادر حدوثها تكون مختلفة.

ومن أمثلة السلاسل التي يصلح لها النموذج الضربي سلسلة كميات المبيعات من سلعة معينة ، لأنه يبدو أن هناك تأثيرًا واضحاً للمركبات فيما بينها .

- **النموذج الجمعي :**حيث يفترض أن قيمة الظاهرة (المشاهدة) في أي نقطة زمنية هي حاصل جمع المركبات الأربعة أي أن : $Y = T+ S + C + I$

ويستعمل هذا النموذج إذا فرضنا أن وحدة قياس جميع المركبات متشابهة وتشابه وحدة قياس المشاهدات Y ،ويحدث ذلك أيضاً عندما نريد أن نقدر قيم المركبات لا نسبها .

وعند استعمال هذا النموذج يجب أن يكون بالإمكان فرض أن جميع المركبات مستقل بعضها عن بعض بمعنى أن حدوث إحداها لا يؤثر فى حدوث المركبات الأخرى .

وفي هذا النموذج يجب أن يكون مجموع قيم المركبة الفصلية على مدار السنة مساويا صفراً.

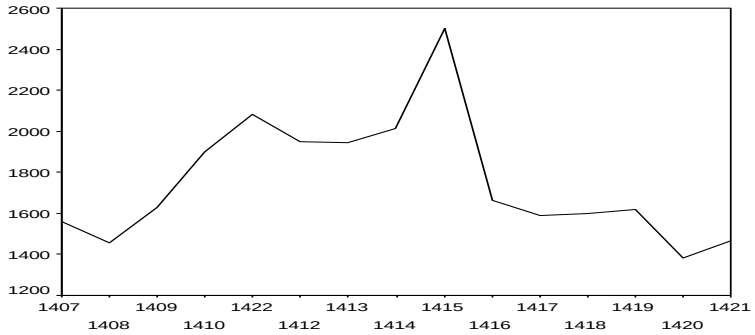
مثال 02: الجدول التالي يمثل أعداد الحجاج في الفترة من 1407 إلى 1420 بالألف

السنة	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
العدد	1558	1456	1628	1899	2080	1950	1943	2012
السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
العدد	2502	1665	1590	1601	1619	1380	1467	

المطلوب: حلل هذه السلسلة حسب المركبات المؤثرة فيها.

الحل :

نمثل السلسلة بيانيا كما بالرسم



يتضح من ملاحظة المشاهدات والشكل البياني أن هذه السلسلة تتعرض للاتجاه العام والتغيرات الدورية والتغيرات العشوائية.

كما أننا نلاحظ أن المركبة الفصلية غير موجودة حيث أن أعداد الحجاج تعطى سنويا.

ومعنى هذا أن النموذج الذي يمثل هذه السلسلة لا يحتوي على المركبة S .

2-2- تحليل الاتجاه العام

يتم تحديد الاتجاه العام لأي ظاهرة بطرق كثيرة ، ومن أهم الطرق التي نستخدمها في هذا المجال هي :

طريقة المربعات الصغرى :

يمكن تقدير الاتجاه العام للسلسلة الزمنية بطريقة المربعات الصغرى ، بحيث نستخدم الزمن كمتغير مستقل X وقيم السلسلة Y كمتغير تابع ، ويمكن استخدام معادلة الانحدار للتنبؤ عن قيم مستقبلية لهذه السلسلة .

وهناك أنواع عديدة من معادلات الاتجاه العام منها .

- **الاتجاه العام الخطي**

إذا كانت الظاهرة تزيد أو (تنقص) بمقدار ثابت كل فترة زمنية فإن معادلة الاتجاه العام تكون على صورة خط مستقيم أي أن معادلته هي

$$\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x$$

حيث $\hat{a}$ هو الجزء المقطوع من المحور الرأسي

$\hat{b}$ ميل خط الاتجاه

$\hat{y}$ قيمة الظاهرة الاتجاهية

x دليل الزمن (تبدأ بالواحد لأول فترة ثم اثنين للفترة الثانية وهكذا .....)

ملاحظة : إن إعطاء ترقيم متسلسل للزمن على النحو 1,2,3 ليس ملزماً إذ يمكن الابتداء من صفر ثم واحد وهكذا . وتكون

$$\hat{b} = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}$$

بعد تقدير $\hat{a}$ ، $\hat{b}$ يمكن استخدام معادلة الاتجاه العام في التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة وذلك بالتعويض عن قيم X في المعادلة : $\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x$

- **الاتجاه العام غير الخطي**

قد نواجه حالات مغايرة للاتجاه الخطي عند وصف التغيرات للسلسلة بحيث لا يمكن معها استخدام معادلة الاتجاه الخطي خاصة مع الظواهر الاقتصادية التي تتصف بالتغير على الأمد الطويل ، حينئذ نستخدم معادلة غير خطية مناسبة لقياس منحنى الاتجاه . ومن أهم هذه الطرق

– **معادلة الاتجاه العام الآسي :**

إذا كانت الظاهرة تزيد (أو تنقص) بمعدل ثابت كل فترة زمنية فان معادلة الاتجاه العام تأخذ الشكل

$\hat{y} = \hat{a}\hat{b}^x$ وللحصول على $\hat{a}, \hat{b}$ نأخذ لوغاريتم الطرفين فتصبح المعادلة

$$\log \hat{y} = \log \hat{a} + x \log \hat{b}$$

وبنفس الأسلوب السابق نقدر $\log \hat{a}, \log \hat{b}$ ومن ثم نوجد $\hat{a}, \hat{b}$ ونحصل على معادلة الاتجاه الآسية التي يمكن استخدامها في التنبؤ

– **معادلة الاتجاه التربيعي :**

إذا دل التمثيل البياني للسلسلة البيانية على وجود علاقة منحنية من الدرجة الثانية مثلًا (قطعاً مكافئاً) ، فإن معادلة الاتجاه العام تكون على صورة معادلة من الدرجة الثانية في متغير واحد وتأخذ الصورة التالية

$$\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x + \hat{c}x^2$$

وباستخدام طريقة المربعات الصغرى نقدر كلا من c, b, a وبالتعويض في المعادلة السابقة نحصل على معادلة الاتجاه العام التي يمكن استخدامها في التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة .