المحاضرة الثانية (02)

الأهداف: في نهاية هذه المحاضرة يكون الطالب قادرا على:

- **التمييز بين النماذج المحددة والحسية والعشوائية.**
- **التنبؤ باستخدام نموذج المتوسطات المتحركة.**
- **معرفة مميزات وعيوب كل نموذج.**

طرق التنبؤ

يمكن تجميع طرق التنبؤ الكمية المعروفة في أدبيات السلاسل الزمنية في أسلوبين أساسيين هما:

أسلوب الانحدار: يعتمد على تحديد المتغيرات الأخرى التي قد ترتبط بعلاقة سببية بالظاهرة او المتغير موضع الدراسة الذي يراد التنبؤ به يعرف بالمتغير التابع مع تحديد العلاقة الدالية الملاءمة التي توضح الكيفية التي يرتبط بها هذا المتغير بالمتغيرات الأخرى والتي تسمى بالمتغيرات المستقلة او المفسرة. وباستخدام هذا النموذج يمكن التنبؤ بالمتغير التابع موضع الدراسة في المستقبل إذا أمكن تحديد القيم المستقبلية للمتغيرات المفسرة.

عادة ما يتوافر لدى الباحث مشاهدات تاريخية عن المتغير موضع الدراسة فقط ويريد التنبؤ بالمشاهدات المستقبيلة لهذا المتغير بالاعتماد فقط على هذه المشاهدات. في مثل هذه الحالات يستخدم الأسلوب الثاني للتنبؤ التالي.

تحليل السلاسل الزمنية: والذي يضم تحت مضلته ما يعرف بنماذج السلاسل الزمنية. ويعتمد على تحليل البيانات التاريخية التي أخذت عن الظاهرة او المتغير موضع الدراسة وذلك بغرض تحديد نمط البيانات. بعد ذلك وبافتراض أن هذا النمط سيستمر في المستقبل يستكمل هذا النمط لإعطاء التنبؤات المطلوبة، مثلا إذا كان الهدف من الدراسة التنبؤ بمعدلات النمو الاقتصادي لبد ما، فقد يستطيع الباحث تفسير سلوك هذا المتغير جزئيا بواسطة عدد العمال ورأس المال والصادرات، ولكن جزء من تطور النمو الاقتصادي قد يعود لبعض العوامل الأخرى التي لا يمكن أخذها بعين الاعتبار بسهولة مثل سعر الصرف الاستهلاك العائلي وغيرها من العوامل التي يكون من الصعب أو المستحيل إدراجها في النماذج السببية (الانحدارية) وفي هذه الحالة قد يفضل دراسة التطور التاريخي للنمو الاقتصادي بمعزل عن جميع العوامل المفسرة الأخرى واكتشاف الكيفية التي يتطور بها النمو الاقتصادي واستخدام احد نماذج السلاسل الزمنية لاستكمال هذه السلسلة في المستقبل.

والسؤال الأن هو كيف يمكن التنبؤ بالظاهرة أو المتغير موضع الدراسة باستخدام أسلوب السلاسل الزمنية دون اللجوء إلى متغيرات أخرى مفسرة؟ للإجابة عن هذا السؤال يمكن القول بأن أدبيات السلاسل الزمنية قد عرفت العديد من الطرق ونماذج السلاسل الزمنية والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

النماذج المحددة (غير العشوائية).

الطرق الحسية (ad hoc).

نماذج السلاسل الزمنية العشوائية.

نقدم فيما يلي عرضا سريعا لهذه الطرق والنماذج

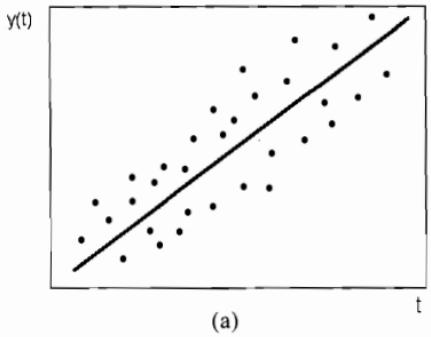
أولا) النماذج المحددة

يقصد بنماذج محددة تلك النماذج التي تأخذ شكل رياضي محدد غير عشوائي بدلالة الزمن، حيث تعتمد على فرضيتين أساسيتين وهما، أن الدالة الرياضية بدلالة الزمن محددة ليس لها طابع العشوائية، والفرض الثاني مركبة الخطأ متغيرة عشوائية غير مرتبطة توقعها صفر وتباينها ثابت، وتؤدي هذه الفروض على ان المتغيرات $y_1, y_2, y_3, \dots y_n$ تكون متغيرات عشوائية غير مرتبطة، ومن أمثلة الدوال الرياضية التي تستخدم في هذه النماذج كثيرات الحدود والدوال الأسية والدوال المثلثية، وفي ما يلي عرضا مبسطا لكثيرات الحدود والدوال الأسية.

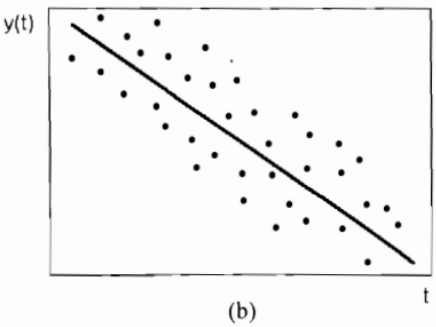
كثيرات الحدود polynomials

يفترض هنا أن الدالة $f(t)$ أي متوسط الظاهرة تأخذ إحدى صور كثيرات الحدود في الزمن t. تعتبر الصورة الخطية أهم هذه الصور وتعرف على الشكل الآتي: $E(y_t) = f(t) = \beta_0 + \beta_1 t$

وتكون هذه الدالة ملائمة إذا أمكن تمثيل متوسط الظاهرة بواسطة خط مستقيم وذلك بعد توقيع مشاهدات السلسلة على ورقة الرسم البياني كما في شكل التالي الذي يوضح كثيرات الحدود الخطية:



(a)

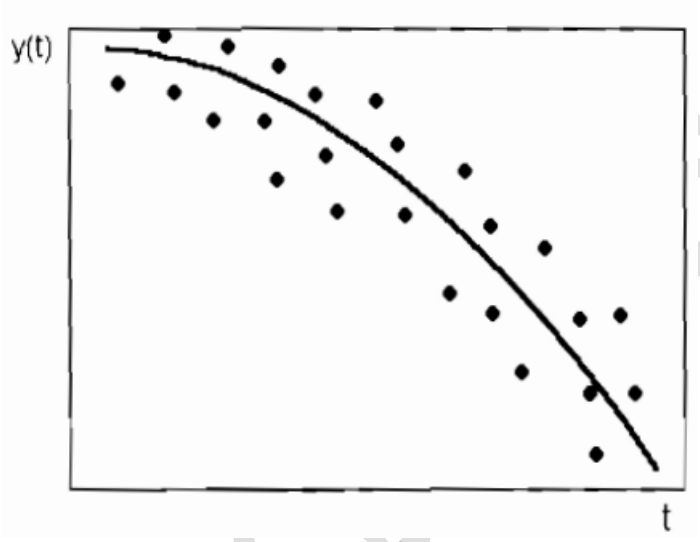


(b)

وتفترض كثيرات الحدود الخطية أن متوسط الظاهرة يتزايد بمعدل ثابت β_1 كما في الشكل a أو يتناقص بمعدل ثابت β_1 كما في الشكل b.

في بعض الأحيان قد يكون الشكل الخطي غير ملائم لتمثيل متوسط الظاهرة او الدالة $f(t)$ ومن الأفضل تمثيل هذا المتوسط بكثيرة حدود من الدرجة الثانية كما في الشكل التالي التي تأخذ الصورة التالية:

$$E(y_t) = f(t) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$$



وتعاني الطرق او النماذج المحددة في تحليل السلاسل الزمنية العديد من العيوب أهمها:

التركيز على المنطق الرياضي في محاولة لإيجاد دالة رياضية جيدة ممكن ان تستخدم في توفيق البيانات أكثر من اهتمامها بمحاولة استكشاف الخصائص الإحصائية الهامة للسلسلة وأهمها نمط الارتباط الموجود بين المشاهدات، فهذه النماذج لا تصف خصائص السلسلة الإحصائية ولكنها مجرد نماذج تنتج المشاهدات $y_1, y_2, y_3, \dots y_n$.

تفترض هذه الطرق ان التطور طويل الأجل في السلسلة يكون نمطي أو منتظم الشكل وممكن التنبؤ به بشكل كبير.

تفترض هذه الطرق عدم وجود ارتباط ذاتي بين مشاهدات السلسلة، وهذا الفرض من النادر أن يكون متحققا في مجالات التطبيق المختلفة.

يسبب كل هذه العيوب ففن هذه الطرق عادة ما تؤدي إلى تنبؤات غير دقيقة من الناحية الإحصائية

ثانيا) الطرق الحسية Ad Hoc Method

ذكرنا أن طرق التنبؤ المحددة تعتمد على التعبير عن قيمة السلسلة عند الزمن t أي y_1 كدالة رياضية مباشرة في الزمن. وهذا الاتجاه له عيوبه كما ذكرنا وأهمها أنه يفترض عدم وجود علاقة بين مشاهدات السلسلة $y_1, y_2, y_3, \dots y_n$

الاتجاه الثاني في التنبؤ يعتمد على التعبير عن تنبؤ السلسلة عند الزمن t بدلالة حاضر السلسلة y_t وماضي السلسلة $y_1, y_2, y_3, \dots y_{t-1}$ وهذا ما يتناقض وافتراض الاتجاه الأول للنماذج المحددة. فإذا افترضنا أن t تمثل

نقطة أصل معينة وأننا نريد التنبؤ بقيمة السلسلة بعد k من الفترات الزمنية فإن الاتجاه الثاني يفترض العلاقة الدالية الآتية:

$$\widehat{y_{t+k}} = f(y_1, y_2, y_3, \dots y_{t-1}, y_t)$$

ويوجد العديد من الطرق والنماذج التي تنتمي بشكل أو بآخر للمعادلة أعلاه وتعتمد على الحس الإنساني أكثر من اعتمادها على أسلوب احصائي منظم، ومن امثلة ذلك طريقة التنبؤ السطحي وتنبؤ التغير الثابت وطريقة المتوسطات المتحركة البسيطة وطريقة التمهيد الأسي، وفيما يلي نقدم عرضا مبسطا لهذه الطرق.

1. التنبؤ السطحي

تستخدم طريقة التنبؤ السطحي قيمة المشاهدة الحالية كتنبؤ مباشر للمشاهدة التالية، أي ان:

$$\widehat{y_{t+1}} = y_t$$

والنموذج أعلاه يكون ملائما عندما تكون قيم السلسلة ثابتة بشكل تقريبي على الفترة الزمنية موضع الدراسة الطابع غير المنتظم أي عندما تتغير السلسلة بشكل عشوائي كبير لا يتبع نمطا أو نظاما أو اتجاها معينا يمكن معه التنبؤ بقيمة السلسلة في الفترة الزمنية التالية، وتعتبر درجات الحرارة اليومية وأسعار الوراق المالية في البورصة أشهر مثال على هذا النوع من السلاسل الزمنية.

مثال: ليكن لديك بيانات سلسلة زمنية لدرجات حرارة منطقة ما لثماني ايام كما يلي:

26.1 25.7 25.3 25 26 25.5 25

فإن اليوم التاسع نتنبأ ان تكون القيمة الأحدث وهي تساوي درجة حرارة اليوم الثامن = 26.1 درجة حرارية

2. تنبؤ التغير الثابت

في كثير من التطبيقات خاصة الاقتصادية منها تتميز بعض السلاسل بثبات في التغيرات المتتالية، فإذا افترضنا أن t تمثل نقطة أصل معينة فإن التغير السابق في السلسلة يكون:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$$

وإذا كانت y_{t+1} تمثل التنبؤ بقيمة السلسلة الزمنية، فإن التغير القادم في السلسلة يقدر كالتالي:

$$\widehat{\Delta y_{t+1}} = \hat{y}_{t+1} - y_t$$

وبمساواة التغير السابق Δy_t بالتغير اللاحق $\hat{\Delta} y_{t+1}$ نصل إلى:

$$\hat{y}_{t+1} - y_t = y_t - y_{t-1}$$

ومن ثم نصل إلى النموذج الآتي:

$$\hat{y}_{t+1} = y_t + (y_t - y_{t-1})$$

أي ان التنبؤ في الفترة الزمنية القادمة يساوي القيمة الحاضرة y_t مضافا إليه قيمة التغير الذي حدث في الفترة السابقة Δy_t

3. المتوسطات المتحركة البسيطة

يعتمد التنبؤ السطحي على القيمة الحالية y_t فقط للتنبؤ بالقيمة التالية y_{t+1} بينما يعتمد تنبؤ التغير الثابت على احدث قيمتين $y_t; y_{t-1}$ للتنبؤ بالقيمة التالية y_{t+1}. أما طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة فتستخدم أحدث k قيمة للسلسلة للتنبؤ بالقيمة التالية أي تستخدم القيم $y_1, y_{t-1}, y_{t-2}, \dots y_{t-(k-2)}, y_{t-(k-1)}$ وذلك بأخذ متوسط هذه القيم كما يلي:

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{1}{k}[y_1 + y_{t-1} + y_{t-2}, + \cdots + y_{t-(k-2)} + y_{t-(k-1)}]$$

وهذا يعني أن:

$$\hat{y}_{t+2} = \frac{1}{k}[y_1 + y_{t-1} + y_{t-2}, + \cdots + y_{t-(k-2)}]$$

أي انه لإيجاد المتوسط المتحرك البسيط $\hat{y}_{t+2}$ تستخدم نفس القيم التي استخدمت في حساب المتوسط السابق له مباشرة $\hat{y}_{t+1}$ مكان القيمة الأحدث $y_{t-(k-1)}$. وهذا معنى التحرك أي أن المتوسط يتم تحديثه دائما بحذف المشاهدة الأقدم ووضع بدلا منها المشاهدة التالية. فعلى سبيل المثال إذا كانت k=3 فإنه يمكن تكوين (n-3) متوسط كتحرك بسيط مناظر لقيم السلسلة المتاحة كما يلي:

$$\hat{y}_4 = \frac{1}{3}[y_1 + y_2 + y_3]$$

$$\hat{y}_5 = \frac{1}{3}[y_4 + y_2 + y_3]$$

$$\hat{y}_6 = \frac{1}{3}[y_5 + y_4 + y_3]$$

.

.

.

$$\hat{y}_n = \frac{1}{3}[y_{n-1} + y_{n-2} + y_{n-3}]$$

واختيار العدد الصحيح k يعتمد على رأي الباحث وخبرته العملية وهو أحد المشاكل التي تواجه مستخدم طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة. ودقة التنبؤ تعتمد على اختيار العدد الملائم ولذلك يمكن اختيار هذا العدد بطريقة التجربة والخطأ حيث تحسب جميع التنبؤات التي تناظر كل قيمة من k الممكنة (k=1 , 2 , 3 ,...n-1) وحساب الأخطاء ومن ثم حساب أحد المعايير الهامة لقياس حجم الأخطاء وليكن متوسط مربعات الأخطاء المناظر لكل قيمة من قيم k واختيار قيمة k التي تناظر أصغر قيمة لهذا المعيار.

مثال: (تم حله في الأعمال الموجهة)

الجدول الآتي يوضح قيمة المبيعات السنوية من إحدى السلع بالملايين الدولارات خلال الفترة (2014/2022)

السنة	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
قيمة المبيعات	9	11	10	12	11	9	13	11	9

استخدم طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة في إيجاد جميع التنبؤات الممكنة مرة باستخدام k=2 **ومرة باستخدام** k=3 **، وأوجد متوسط مربعات الأخطاء المناظرة في كل حالة؟**

المحاضرة الثانية أ.د عماري زهير