محاضرات في تحليل السلاسل الزمنية

المحاضرة الثالثة: مركبات السلاسل الزمنية والكشف عنها

السلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات المتعلقة بفترات زمنية. في العلاقات الإحصائية يتم التعامل مع متغيرات عشوائية ذات توزيعات احتمالية معينة.

مثال: المحصول الزراعي كدالة لدرجة الحرارة، تساقط الأمطار، الأسمدة، والتعرض لأشعة الشمس. في هذه الحالة نقول أن هناك اختلاف إما أصيل (جوهري) أو عشوائي في المتغير التابع الذي لا يمكن تفسيره بصفة كلية مهما كان عدد المتغيرات المستقلة التي يتم استخدامها.

نماذج السلاسل الزمنية تعتمد على السلوك أو التحركات في الماضي وتستخدم هذه المعلومات في التنبؤ بتحركاته المستقبلية. وبالتالي نماذج السلاسل الزمنية تتبنى وسيلة فعالة للتنبؤ.

جرت العادة في الكثير من نماذج السلاسل الزمنية عندما لا تتوفر معلومات كافية حول محددات أو العوامل المؤثرة في المتغير التابع، يتم اللجوء إلى إجراء تقدير المتغير موضوع الدراسة على تباطؤاته الزمنية بشرط أن يكون حجم العينة كبيرا.

1/ مركبات السلسلة الزمنية

تتشكل السلسلة الزمنية من مجموعة من المركبات التي تحدد طبيعة سلوك السلسلة وطبيعة ومقدار تغيراتها واتجاهها عبر الزمن، كل هذه المركبات تسمح للباحثين بالتنبؤ بقيم السلسلة في المستقبل والتقديرات المناسبة سواء من خلال النماذج وحيدة المتغير أو النماذج متعددة المتغير.

1.1. الاتجاه العام

الاتجاه العام يمثل النمو الطبيعي للسلسلة أو الظاهرة، حيث يعبر عن تطور سلسلة ما أو متغير ما عبر الزمن، وإما أن يكون هذا التطور موجبا أم سالبا عبر الزمن، وهذا التطور (أو المركبة) يلاحظ في

المدى الطويل ولا يظهر في المدى القصير ويرمز له بالرمز (T)، وهنا تكون السلسلة الزمنية (ولنسميها Y_t) تابعة للزمن الذي يحدد سمتها أو خاصيتها الرئيسة، وقد تأخذ هذه الدالة عدة صيغ.

2.1. المركبة الموسمية

الموسمية هي التغيرات التي في المدى القصير (على عكس مركبة الاتجاه العام) وتتكرر بنفس الشكل بوصول الفترة المعنية (إما ساعة أو فترة من اليوم، يوما في الأسبوع، أ, أسبوعا من الشهر، أ, فصلا من السنة،...) وتحدث بانتظام في وحدات زمنية متتالية والتي تحدث بفعل عوامل خارجية(ورمزها St).

ومن أمثلتها نجد التغيرات التي تحصل في تساقط الأمطار عبر فصول وأشهر السنة، مبيعات نوع معين من الألبسة خلال فصل معين، مبيعات المكيفات في فصل الصيف، ...

3.1. المركبة الدورية

تظهر المركبة الدورية في السلاسل الزمنية طويلة المدى، وتعكس أثر انتقال الأوضاع الاقتصادية مثلا، وتشبه التغيرات الموسمية إلا أنها تتم في فترات زمنية أطول نسبيا من التغيرات الموسمية، وطول الفترة الزمنية (الدورة) التي تتكرر خلالها سلوك هذه المركبة غير معلوم وبالتالي غير منتظم عادة يكون بين 03 إلى 10 سنوات ويمكن أن يكون أكثر، وبالتالي يصعب التعرف على التقلبات الدورية من حيث مقدارها ومواعيدها (اتساع التقلبات ومداها) إذ تختلف اختلافا جوهريا من دولة لأخرى (ويرمز لها بالرمز (C_t).

1.4. المركبة العشوائية أو غير المنتظمة (أو العرضية)

تظهر المركبة العشوائية أو غير المنتظمة بشكل مفاجئ وغير منتظر، في شكل تقلبات وتغيرات شاذة ومفاجئة وهامة إما بالانخفاض الهام أو بالزيادة الهامة في قيم السلسلة بشكل لا يمكن معه التنبؤ بهذه المركبة ولا توقعها مسبقا. وتحدث هذه التقلبات بفعل كوارث طبيعية كالزلازل والبراكين والفياضانات، أو حروب إضرابات العمال انفجارات، ... ويرمز للمركبة العشوائية بالرمز (U_t).

2. اختبارات الكشف عن الاتجاه العام:(Trend)

أ/ اختبار سبيرمان للرتب: (Spearman's Rank Correlation Test)

يستخدم لتحديد وجود ارتباط رتبي بين الزمن وقيم السلسلة الزمنية.

تعطى المعادلة التالية:

$$\rho = 1 - (6\Sigma d_i^2 / (n(n^2 - 1)))$$

حيث:

ρ: معامل ارتباط سبيرمان.

d_i: الفرق بين رتبتي القيمتين المتناظرتين.

n: عدد القيم.

اتخاذ القرار:

إذا كانت قيمة ρ قريبة من 1 أو -1، فهذا يشير إلى وجود اتجاه قوي.

يتم مقارنة قيمة ρ بالقيمة الحرجة من جدول توزيع سبيرمان عند مستوى دلالة معين.

ب/ تحليل الانحدار: (Regression Analysis)

يستخدم لتقدير خط الاتجاه وتحديد مدى قوته.

تعطى المعادلة التالية:

$$y = a + bx$$

حيث:

y: قيمة السلسلة الزمنية.

x: الزمن.

a: التقاطع.

b: ميل خط الاتجاه.

اتخاذ القرار:

إذا كان معامل b (الميل) ذا دلالة إحصائية) قيمةp احتمالية القيمة المحسوبة للاختبار صغيرة (فهذا يشير إلى وجود اتجاه).

يتم **استخدام اختبارات t** لاختبار الدلالة الإحصائية لمعامل الانحدار.

3. اختبارات الكشف عن الموسمية(Seasonality) :

أ/ اختبار كريسكال-واليس:(Kruskal-Wallis Test)

يستخدم لمقارنة توزيعات البيانات عبر فترات موسمية مختلفة.

اتخاذ القرار:

إذا كانت قيمة اختبار كريســكال-واليس ذات دلالة إحصــائية (قيمة p صــغيرة)، فهذا يشــير إلى وجود موسمية.

ب/ الرسوم البيانية الموسمية: (Seasonal Plots)

تعرض البيانات مقسمة حسب الفترات الموسمية للكشف عن الأنماط المتكررة.

اتخاذ القرار:

إذا ظهرت أنماط متكررة بوضوح في الرسوم البيانية، فهذا يشير إلى وجود موسمية.

4. اختبارات الكشف عن الدورية:(Cyclicity)

أ/تحليل الطيف:(Spectral Analysis)

يستخدم لتحليل الترددات في السلسلة الزمنية والكشف عن الدورات.

اتخاذ القرار:

إذا ظهرت قمم واضحة في طيف القدرة، فهذا يشير إلى وجود دورات.

ب/ الرسوم البيانية للارتباط الذاتي:(Autocorrelation Plots)

تعرض الارتباط بين قيم السلسلة الزمنية المتأخرة.

اتخاذ القرار:

إذا ظهرت أنماط متكررة في الرسوم البيانية للارتباط الذاتي، فهذا يشير إلى وجود دورات.

5. اختبارات الكشف عن العشوائية:(Randomness)

أ/ اختبار ديكي-فولر :(Dickey-Fuller Test)

يستخدم لتحديد ما إذا كانت السلسلة الزمنية ثابتة (لا تحتوي على اتجاه أو دورية).

اتخاذ القرار:

إذا كانت قيمة اختبار ديكي-فولر أقل من القيمة الحرجة، يتم رفض الفرضية الصفرية بأن السلسلة الزمنية غير ثابتة.

ب/ اختبار ليجنج-بوكس:(Ljung-Box Test)

يستخدم للتحقق من وجود ارتباط ذاتي في البواقي.

اتخاذ القرار:

إذا كانت قيمة اختبار لنج-بوكس ذات دلالة إحصائية) قيمة p صغيرة(، يتم رفض الفرضية الصفرية بأن البواقي عشوائية.

ملاحظات هامة:

- ✓ يجب استخدام برامج إحصائية مثل R أو Python لتنفيذ هذه الاختبارات بدقة.
- ✓ يجب تفسير النتائج بحذر وفهم القيود المرتبطة بكل اختبار.
- ✓ اختيار الاختبارات المناسبة يعتمد على طبيعة البيانات والأهداف التحليلية.
- ✓ ويبقى الاعتماد على الاختبارات الحديثة لاستقرارية السلاسل الزمنية يمنح نتائج أكثر مصداقية، نظرا لما تتيحه هذه الاختبارات من قدرة للتعامل مع بيانات سلاسل زمنية تحتوي على الاتجاه العام أو الموسمية أو غيرها من المركبات