وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم–
كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير
قسم العلوم الاقتصادية

مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس

تخصص: اقتصاد وتسيير المؤسسات

تحت عنوان

نماذج التنبؤ

من إعداد:
د / بوقروة مريم
أستاذة محاضرة قسم " أ "

السنة الجامعية: 2023/2022

تقديم المادة

اسم المادة: نماذج التنبؤ			
الميدان:	علوم اقتصادية وعلوم تجارية وعلوم التسيير	**الفرع الشعبة:**	العلوم الاقتصادية
التخصص:	اقتصاد وتسيير المؤسسات	**المستوى:**	الثالثة ليسانس
السداسي:	الثاني	**السنة الجامعية:**	2024/2023

التعرف على المادة التعليمية			
اسم المادة	**نماذج التنبؤ**	**وحدة التعليم**	**أساسية**
عدد الأرصدة	**05**	**المعامل**	**02**
الحجم الساعي الأسبوعي	03 ساعات	**المحاضرة (عدد الساعات في الأسبوع)**	1.5ساعة
أعمال م/تط(عدد الساعات في الأسبوع)	/	**أعمال م/ت (عدد الساعات في الأسبوع)**	1.5ساعة

مسؤول المادة التعليمية			
الاسم، اللقب	**بوقروة مريم**	**الرتبة**	**أستاذة محاضرة أ**
رقم الهاتف	**0559531163**	**البريد الالكتروني**	**meriem.bougueroua@univ-mosta.dz**

وصف المادة التعليمية	
المكتسبات	**يجب على الطالب أن يكون ملما بالمفاهيم الأساسية للإحصاء الوصفي والإحصاء الاستدلالي. ولفهم التطبيقات لابد للطالب من معرفة أساسيات استخدام برنامج Office خاصة Excel.**
الهدف العام للمادة التعليمية	**تهدف هذه المادة إلى تعريف الطالب بمفهوم النماذج وببعض الأساليب التنبؤية التي يمكنه استخدامها للتنبؤ مثلا بالاستهلاك الشهري للكهرباء، حالة السوق والأسعار، المبيعات والأرباح... الخ. هناك العديد من تقنيات التنبؤ المختلفة والتي لا يمكن حصرها كلها، لذلك سنتطرق في المحاضرات إلى أهم هذه التقنيات(الخطية)، التي تتناسب مع المستوى العام لطلاب السنة الثالثة ليسانس.**
أهداف التعلم (المهارات المراد الوصول إليها)	- **تطوير مهارات الطالب في توظيف الأساليب الإحصائية المناسبة للتنبؤ بمختلف الظواهر الاقتصادية.** - **تحفيز الطالب على استخدام برامج الحاسوب لتطبيق مختلف النماذج المقررة في البرنامج.**

الفهرس

العناوين	الصفحة
تقديم المادة	–
الفهرس	–
مقدمـــــــة	**01**
المحور الأول: مفاهيم أساسية حول النمذجة والتنبؤ	**02**
مفهوم النموذج	**02**
تعريف التنبؤ وأهميته	**03**
أساليب التنبؤ	**05**
الأساليب الكيفية	**05**
الأساليب الكمية	**08**
خطوات بناء نموذج للتنبؤ	**09**
تعيين أو تحديد النموذج Model Identification	**09**
تقدير النموذج Model Fitting	**09**
تشخيص النموذج Model Diagnostics	**09**
توليد التنبؤات Forecast Generation	**09**
أسئلة وتمارين حول المحور الأول	**12**
المحور الثاني: تحليل السلاسل الزمنية	**13**

تعريف السلسلة الزمنية	**13**
التمثيل البياني للسلسلة الزمنية	**14**
مركبات السلسلة الزمنية	**16**
الاتجاه العام General Trend	**16**
التغيرات الموسمية Seasonal Variations	**18**
التغيرات الدورية Cyclical Variations	**18**
التغيرات غير المنتظمة Irregular Variations	**19**
طرق الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية	**20**
الطريقة البيانية	**20**
الطريقة التحليلية	**20**
شكل السلسلة الزمنية	**43**
النموذج الجدائي	**43**
النموذج الجمعي	**44**
الطريقة التحليلية للكشف عن نموذج السلسلة الزمنية	**45**
تحليل مركبات السلسلة الزمنية	**49**
تحليل مركبة الاتجاه العام (T)	**49**
تحليل مركبة الموسمية(S)	**55**
تحليل مركبة الدورية (C)	**62**
تحليل مركبة العشوائية (I)	**58**
سلسلة تمارين المحور الثاني	**63**
المحور الثالث :التنبؤ باستخدام المتوسطات المتحركة	**65**
تقنية الأوساط المتحركة البسيطة (MM)	**65**

تقنية الأوساط المتحركة المرجحة (MMP)	**68**
سلسلة تمارين المحور الثالث	**72**
المحور الرابع :التنبؤ باستخدام المسح الأسي	**74**
نموذج التمهيد الأسي البسيط (Simple Exponential Smoothing: SES)	**75**
نموذج التمهيد الأسي المزدوج (Double Exponential Smoothing: DES	**77**
نموذج التمهيد الأسي لـ Holt–Winter	**82**
سلسلة تمارين المحور الرابع	**87**
المحور الخامس: تطبيقات على الحاسوب	**88**
المراجع	**102**
الملاحق	**103**

مقدمـــــــــة

يحتاج التخطيط الفعال في المجال الاقتصادي إلى دراسة التطور التاريخي لقيم الظواهر (أو المتغيرات) المختلفة كما وكيفا، وذلك من خلال اللجوء إلى مختلف أدوات وأساليب التنبؤ التي تساعد على اتخاذ القرارات. ويمكن التمييز بين نوعين من أساليب التنبؤ، الأساليب الكيفية والأساليب الكمية.

وبالرغم من اعتبار الأساليب الكمية أكثر دقة وموضوعية في توليد التنبؤات، إلا أننا نجد الكثير من المسيرين ومتخذي القرار يلجؤون إلى بعض الطرق الكيفية، التي لا تشترط توفر بيانات تاريخية حول المتغير المراد التنبؤ به (كالتنبؤ بالمبيعات لمنتوج جديد).

وسنقدم في هذه المطبوعة البيداغوجية مجموعة من المفاهيم الأساسية التي تساعد الطلبة على التمييز بين الطرق الكمية والطرق الكيفية للتنبؤ. وذلك بالتركيز أكثر على بعض الأساليب الكمية للتنبؤ، التي تتوافق مع المقرر الوزاري لمادة نماذج التنبؤ، الخاص بطلبة السنة الثالثة ليسانس تخصص اقتصاد وتسيير المؤسسات. سنحاول في هذه المطبوعة البيداغوجية تقديم باقة من المحاضرات بطريقة مبسطة ومختصرة ومدعمة بأمثلة وتمارين متنوعة، تسهل على الطالب فهم محتوى المادة.

وتنقسم هذه المطبوعة البيداغوجية إلى خمس محاور أساسية، بحيث يحتوي كل محور على مجموعة من المحاضرات، تسمح للطالب متابعة واستيعاب برنامج المادة.

المحور الأول: مفاهيم أساسية حول النمذجة والتنبؤ.
المحور الثاني: تحليل السلاسل الزمنية.
المحور الثالث: التنبؤ باستخدام المتوسطات المتحركة
المحور الرابع: التنبؤ باستخدام المسح الأسي
المحور الخامس: تطبيقات على الحاسوب.

المحور الاول

مفاهيم أساسية حول النمذجة والتنبؤ

المحور الأول

مفاهيم أساسية حول النمذجة والتنبؤ

المحاضرة الأولى:

سنقوم في هذه المحاضرة بالتعرف على المفاهيم الأساسية حول النمذجة والتنبؤ، كما سوف نتطرق إلى أهمية نماذج التنبؤ بالنسبة للأفراد والشركات والحكومات.

1. مفهوم النموذج والنمذجة

نقصد بالنموذج (Model) صياغة العلاقات الاقتصادية في صورة رياضية، بحيث يمكن قياس معاملاتها باستخدام ما يسمى بالطرق القياسية. ويتم اللجوء إلى النمذجة بهدف فهم العلاقات بين المتغيرات والظواهر المختلفة، التنبؤ والتوقع. كما يمكن استخدام النموذج لاختبار فرضيات معينة أو للوصول إلى استنتاجات جديدة.

وتعرف النمذجة (Modeling) « بأنها فكر منظم لتحقيق غاية عملية، وبعبارة أخرى هي مجموعة من العمليات والمعالجات لبناء النماذج التي يراد بها تسهيل الظاهرة المعقدة».[1]

وتعتمد النمذجة على مجموعة من العناصر الأساسية تشمل حسب M.Kilbridge مايلي[2]:

- موضوع النموذج: أي بماذا يتعلق النموذج؟
- الهدف من النموذج: أي ماذا سيفعل النموذج؟
- الخلفية النظرية للنموذج: أي على أي نظرية يستند النموذج؟

[1] محمد الجيزاوي، الإدارة الاستراتيجية والأعمال الالكترونية: إشكالية النظرية والتطبيق، E-Kutub Ltd.، لندن، 2018، ص 37.

[2] نفس المرجع، ص37.

- طريقة النمذجة: أي كيف يتم تطبيق النظرية في بناء النموذج؟

2. تعريف التنبؤ وأهميته

إن التنبؤ (Forecasting) ما هو إلا عملية إجراء تقديرات للمستقبل (رؤية مستقبلية) لمتغيرات أو ظواهر اقتصادية، من خلال دراسة البيانات السابقة. أي أن التنبؤ هو إسقاط للماضي على المستقبل من خلال الحاضر.

وتعتبر النماذج الاقتصادية القياسية من أهم النماذج المستخدمة في تفسير الظواهر الاقتصادية والتنبؤ بسلوكها المستقبلي، وذلك من أجل التخطيط واتخاذ القرارات.

ويمكن استخدام النماذج التنبؤية في الكثير من المجالات، كالتنبؤ بحالة الطقس، التنبؤ بالاستهلاك الشهري للكهرباء، حالة السوق والأسعار، التنبؤ بالمبيعات والأرباح... الخ.

وللتنبؤ بالظواهر الاقتصادية أهمية كبيرة للأفراد والشركات والحكومات، حيث تساعد التنبؤات في:

- اتخاذ القرارات الفعّالة: التنبؤ بالظواهر الاقتصادية يساعد في فهم الاتجاهات المستقبلية للاقتصاد، وهذا يمكن الأفراد والشركات والحكومات من اتخاذ القرارات الأفضل والأكثر استدامة. على سبيل المثال، التنبؤ بالتضخم أو انخفاض سعر الفائدة يمكن أن يؤثر بشكل كبير على استراتيجيات الاستثمار وسياسات النقد الاقتصادي.
- تخطيط الأعمال والاستثمار: يمكن للشركات استخدام التنبؤ بالظواهر الاقتصادية لتخطيط أعمالها المستقبلية واستراتيجيات الاستثمار، وهذا يمكن أن يساعدها في تحقيق النمو وتحقيق الأرباح.
- إدارة المخاطر: فهم الظواهر الاقتصادية المتوقعة يمكن أن يساعد في تقليل المخاطر وتحديدها. على سبيل المثال، إذا كان هناك تنبؤ بتدهور الاقتصاد، يمكن للأفراد والشركات اتخاذ إجراءات للتعامل مع هذا التدهور وتخفيف تأثيراته السلبية.

- وضع السياسات الملائمة: التنبؤ بالظواهر الاقتصادية يمكن أن يساعد الحكومات في وضع السياسات الاقتصادية الصحيحة واتخاذ القرارات الحكيمة، سواء كان ذلك في مجال النقد أو السياسات الضريبية أو سياسات التنمية الاقتصادية.
- التخطيط الاستراتيجي للأفراد: التنبؤ بالظواهر الاقتصادية يمكن أن يساعد الأفراد في تحديد خططهم المالية الشخصية واتخاذ القرارات المناسبة بشأن الادخار، الاستثمارات، والنفقات اليومية.

☜***ملاحظة:*** عادة ما يطلق مصطلح التنبؤ كمرادف لمصطلح التوقع في مجال الاقتصاد القياسي، ولكن في الحقيقة فإن مصطلح التنبؤ مرتبط بالمتغيرات الطارئة وبالظواهر الاقتصادية الاجتماعية المعقدة، بينما يهتم التوقع بتطور الظواهر القابلة للقياس من خلال النماذج الناتجة عن عملية التقدير[3].

[3] عبد العزيز شرابي، طرق إحصائية للتوقع الاقتصادي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2000، ص11.

المحاضرة الثانية:

3. أساليب التنبؤ

لازالت أساليب التنبؤ في تطور مستمر عبر الزمن، وهي عديدة ومتنوعة. يمكن تقسيم هذه الأساليب إلى نوعين: أساليب التنبؤ الكمية بنوعيها الخطية وغير الخطية وأساليب التنبؤ الكيفية.

1.3 الأساليب الكيفية

تعد الأساليب الكيفية أدوات تستخدم للتنبؤ المستقبلي دون الحاجة إلى بيانات سابقة، حيث تعتمد على آراء الخبراء أو نتائج استطلاعات الرأي. ومن أبرز هذه الأساليب نجد[4]:

1.1.3 طريقة دلفي:

تعتمد هذه الطريقة على جمع و تنسيق آراء مجموعة من الخبراء من خلال خطوات محددة، تتم بالمراحل الآتية:

- اختيار شخص يكون مسؤولا عن عملية التنبؤ ويسمى بالمنسق يتميز هذا الأخير بدرجة عالية من الخبرة والمعرفة بالظاهرة محل التنبؤ.
- إرسال قائمة استفسارات إلى الخبراء لإبداء آرائهم حول الظاهرة محل التنبؤ.
- تحليل وتبويب الإجابات، ثم اعادة إرسال استفسارات لهؤلاء مع تزويدهم بالمعلومات المتجددة والمستوحاة من قبل بعض الخبراء المشاركين في عملية التنبؤ لإعادة تقييم الظاهرة.
- تكرار العملية عدة مرات حتى يتم التوصل إلى اجماع بين الخبراء حول الظاهرة محل الدراسة.

من مزاياها:

- تجمع بين خبرات مجموعة كبيرة من المختصين.
- انخفاض التكلفة المادية بسبب استخدام المراسلة.

[4] كرم الله علي عبد الرحمان، التنبؤ ودوره في اتخاذ القرار، مجلة دورية يصدرها معهد الإدارة العامة، العدد 32، السعودية 1982، ص:91

- ضمان الحيادية وعدم التأثير نتيجة لعدم الاجتماع المباشر.

ومن عيوبها:

- تحتاج الى فترة زمنية طويلة في عملية اتخاذ القرارات.

2.1.3 الحدس والخبرة:

وتعتبر من الأساليب الوصفية الأكثر شيوعا في القيام بعملية التنبؤ والمتعلقة بالقرارات اليومية، لأن هذا الاسلوب يعتمد على خبرة متخذ القرار في اصدار توقعات سريعة دون النماذج العلمية.

من مزاياها:

- توفر نتائج التنبؤ في وقت قصير.
- انخفاض التكاليف.
- تتميز بمرونة في اتخاذ القرارات.

و من عيوبها:

- احتمالية التحيز الشخصي في عملية التقدير والتنبؤ لاتخاذ قرار معين.

3.1.3 أسلوب لجنة الخبراء:

ينظم اجتماع رسمي بين مجموعة من الخبراء لتقديم آرائهم ومناقشة الظاهرة محل التنبؤ وفق ما يلي:

- يتم تعيين شخص من قبل المنظمة ليقوم بدور المنسق، بحيث يكون يمتلك الخبرة الكافية في الموضوع.
- يتم دعوة الخبراء للاجتماع لمناقشة الافكار حول الظاهرة.
- تسجل الافكار على لوحة مخصصة لهذا الغرض، ثم تبدأ عملية المناقشة.
- يتم فيما بعد إجراء عملية التصويت بشكل سري لاختيار الحل الانسب للظاهرة محل التنبؤ.

من مزاياها:

- الاستفادة من وجهات نظر متعددة خلال الاجتماع.
- اتخاذ القرار في فترة زمنية قصيرة.

و من عيوبها:

- ارتفاع التكاليف نتيجة تنظيم الاجتماعات و حضور الخبراء من أماكن مختلفة.

الجدول أدناه ملخصا للأساليب الكيفية:

جدول 1: ملخص الاساليب الكيفية.

الأسلوب	الخطوات الاساسية	المزايا	العيوب
طريقة دلفي	اختيار منسق، مراسلة الخبراء، تحليل الاجابات، الوصول الى اجماع.	– الاستفادة من خبرات متعددة. – تكاليف منخفضة. – حيادية عالية.	مدة طويلة.
الحدس والخبرة	يعتمد على خبرة متخذ القرار دون الحاجة إلى نماذج أو بيانات سابقة	– نتائج سريعة. – تكاليف منخفضة. – قرارات مرنة.	تحيز شخصي محتمل.
لجنة الخبراء	اجتماع رسمي، تسجيل الأفكار، مناقشة الآراء، تصويت سري لاختيار القرار النهائي.	– آراء متنوعة من الخبراء. – قرارات سريعة.	تكاليف مرتفعة بسبب الاجتماعات.

المحاضرة الثالثة:

2.3 الأساليب الكمية

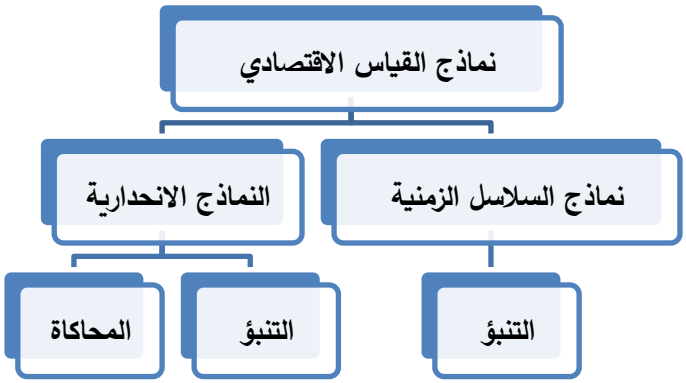
وهي تلك الأساليب التي تعتمد على توفر البيانات اللازمة عن الظاهرة قيد الدراسة، والتي يتم استخدامها لصياغة وتحديد النماذج الرياضية الملائمة للتنبؤ. ومن بين أهم النماذج الاقتصادية الكمية نجد نماذج البرمجة الرياضية (Mathematical programming programs) ونماذج القياس الاقتصادي (Econometric models)[5].

1.2.3 نماذج البرمجة الرياضية: يهتم هذا النوع من النماذج بالبحث عن الحلول المثلى عن طريق عملية بناء نموذج علاقات رياضية ومنطقية استجابة لضرورات البحوث الميدانية. أبسط هذه النماذج نذكر نماذج البرمجة الخطية والديناميكية.

2.2.3 نماذج القياس الاقتصادي: هذه النماذج تستخدم لفهم الظواهر الاقتصادية المعقدة ولتوقع النتائج والتأثيرات المحتملة لسياسات معينة أو تغييرات في الاقتصاد، عن طريق معرفة ورصد سلوك المتغيرات في الماضي، ثم التنبؤ بسلوكها المستقبلي.

ويمكن تقسيم نماذج القياس الاقتصادي إلى نوعين وفق المخطط الموالي.

[5] مولود حشمان، السلاسل الزمنية وتقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2010، ص16



رسم توضيحي 1: أنواع نماذج الاقتصاد القياسي[6].

☜***ملاحظة:*** إن اختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ يعتمد على مجموعة من المعايير منها: طبيعة الظاهرة المدروسة، الدقة المطلوبة والأفق الزمني.

4. خطوات بناء نموذج للتنبؤ

يمكن على العموم تقسيم مراحل بناء نموذج قياسي للتنبؤ كالتالي[7]:

1.4 تعيين أو تحديد النموذج Model Identification

يتم في هذه المرحلة صياغة المشكلة محل الدراسة في شكل رياضي، من خلال بناء الدالة وتحديد الشكل الرياضي للنموذج.

2.4 تقدير النموذج Model Fitting

يتم في هذه المرحلة اختيار الأسلوب الأنسب للقياس، والذي يتوقف على طبيعة النموذج والعلاقات التي يتكون منها، وكذلك الخصائص الإحصائية للتقديرات المراد الوصول إليها.

3.4 تشخيص النموذج Model Diagnostics

---

[6] نفس المرجع السابق ص 17.

[7] حسين بخيث، الاقتصاد القياسي، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2018 ص14-15.

بعد عملية تقدير النموذج، تأتي المرحلة الموالية وهي تقييم النموذج. ويتم في هذه المرحلة تحديد ما إذا كانت قيم معلمات النموذج لها مدلول من الناحية الاقتصادية والاحصائية. ويتم ذلك وفق ثلاث معايير: معايير اقتصادية، معايير إحصائية ومعايير قياسية.

4.4 توليد التنبؤات Forecast Generation

بعد التأكد من جودة النموذج المقدر، يتم تطبيق النموذج لتوليد التنبؤات واتخاذ القرارات المناسبة.

ويمكن تلخيص خطوات تحليل السلاسل الزمنية في الشكل الموالي:

رسم توضيحي 2: المراحل الأساسية في تحليل سلسة زمنية.

أسئلة حول المحور الأول

1- ما هو الفرق بين التنبؤ والتوقع في مجال الاقتصاد.

2- أذكر باختصار الفرق بين الطرق الكمية والطرق الكيفية في عملية التنبؤ.

3- أذكر كيف يمكن المفاضلة بين الطرق الكمية والطرق الكيفية في عملية التنبؤ.

4- لخص في جدول مميزات وسلبيات الطرق الكيفية للتنبؤ التي تم التطرق إليها في هذا المحور.

5- من بين الطرق الكيفية للتنبؤ، في رأيك أيها أنسب في الحالات التالية:

- البحث عن معلومات بصفة مستعجلة.
- قلة ميزانية البحث.
- أهمية التنبؤات لرسم استراتيجية المؤسسة.

6- ما هو الفرق بين التنبؤ على المدى القصير والتنبؤ على المدى الطويل.

7-أذكر المراحل الأساسية لبناء نموذج قياسي.

8-أذكر الخطوات الأساسية في تحليل سلسلة زمنية.

المحور الثاني

تحليل السلاسل الزمنية

المحور الثاني

تحليل السلاسل الزمنية

المحاضرة الرابعة:

إن دراسة طرق التنبؤ الكمية تتطلب منا دراسة تحليلية للسلاسل الزمنية عن طريق تعريفها وتحديد مركباتها وأشكالها.

ويقصد بالتحليل الإحصائي للسلاسل الزمنية:[8]

- تفكيك السلسلة الزمنية إلى مركباتها الأساسية.
- تحديد النموذج الرياضي المناسب للسلسلة الزمنية.
- دراسة أساليب قياس التغيرات المختلفة التي تتضمنها السلسلة الزمنية والتعرف على طبيعتها ومقدارها واتجاهها.
- دراسة طرق التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية.

1.تعريف السلسلة الزمنية

توجد تعاريف عديدة للسلاسل الزمنية نذكر منها ما يلي:

- السلاسل الزمنية هي: مجموعة من المشاهدات تم قياسها على نفس المتغير خلال عدد من الفترات الزمنية المتعاقبة.[9]
- السلاسل الزمنية هي: مجموعة من المشاهدات $Y_1, Y_2, Y_3, \ldots\ldots Y_n$ للمتغير الإحصائي Y_t في الفترات $t_1, t_2, t_3, \ldots\ldots t_n$ والتي غالبا ما تكون متساوية.[10]

---

[8] سعد يحي زغلول وعبد العزيز أسامة حسين، 2001، الإحصاء الوصفي للتجاريين، مطبعة ومكتبة الإشعاع، مصر، ص 358.

[9] حسن محمد امتثال وحلاوة محمود عادل، 2001، مبادئ الإحصاء الوصفي، الدار الجامعية للنشر والتوزيع، مصر، ص 314.

[10] Pupion. P, 2004, Statistique pour la gestion, Edition Dunod, France, p 69.

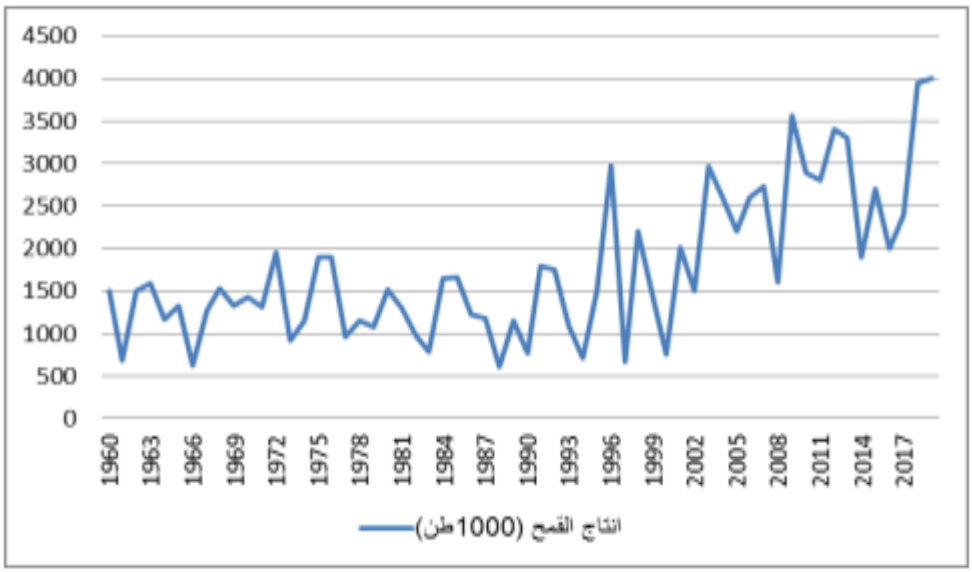
ومن خلال التعاريف السابقة نستنتج أن السلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات مرتبة حسب الزمن، كالسنين أو الفصول أو الأشهر أو الأيام أو أية وحدة زمنية. فهي بذلك عبارة عن سجل تاريخي يتم اعتماده لبناء التوقعات المستقبلية.

فعلى سبيل المثال، التنبؤ بحالة الجو، تدفق المياه، استهلاك الكهرباء، سعر منتج، كمية النقود المتداولة، حجم المبيعات والأرباح ...الخ، يمكن أن تأخذ أشكال سلاسل زمنية إذا لاحظنا تطورها حسب الزمن.

2.التمثيل البياني للسلسلة الزمنية

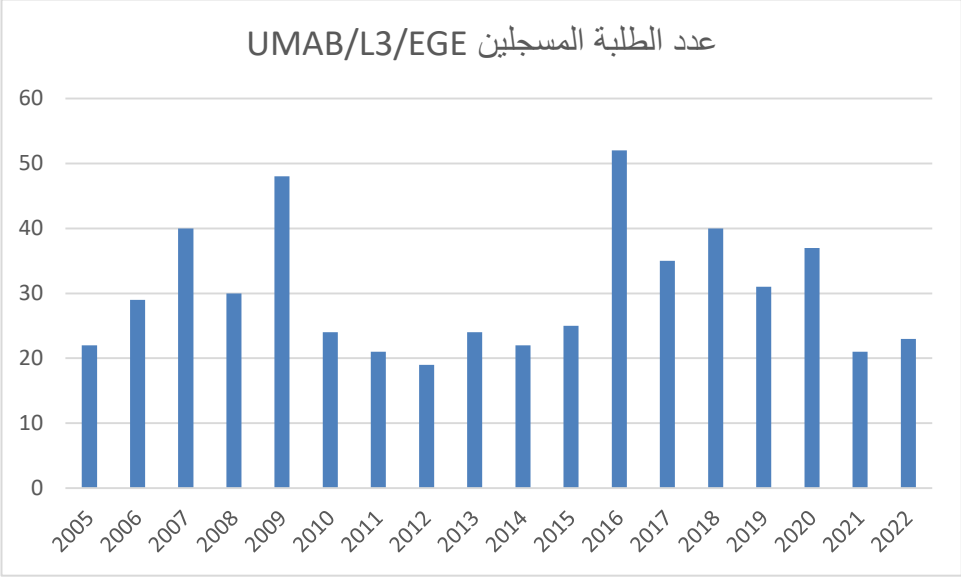
يعتبر التمثيل البياني للسلسلة الزمنية الخطوة الأولى في مراحل التنبؤ بقيمها المستقبلية. ويعتبر التمثيل البياني للسلسلة الزمنية مفيدًا جدا، لفهم الاتجاهات والتغيرات في البيانات مع مرور الزمن. ويمكن استخدام مجموعة متنوعة من الرسوم البيانية لتمثيل السلاسل الزمنية، نذكر منها:

- المنحنى البياني (Line chart): يتم عرض تغير القيم عبر الزمن (t) بواسطة خطوط متصلة، وهذا الرسم مناسب لعرض الاتجاهات والتقلبات.



رسم توضيحي 3: منحنى تطور إنتاج القمح في الجزائر (1960-2018)[11]

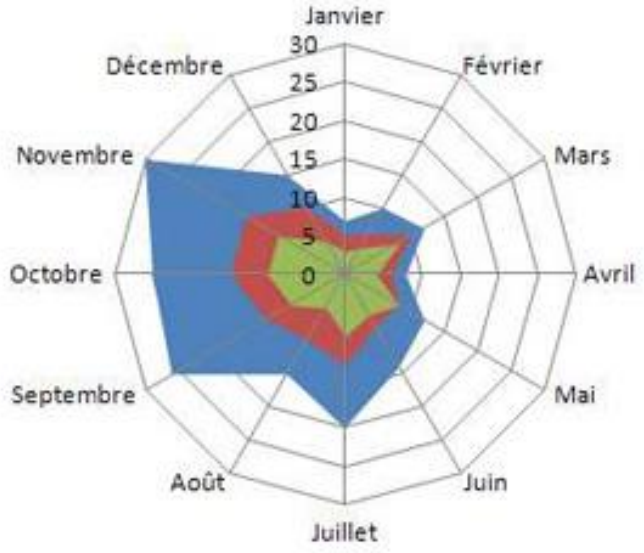
- الأعمدة البيانية (Bar Charts): يظهر هذا الرسم البياني القيم في نقاط زمنية معينة باستخدام أعمدة رأسية، ويفيد في عرض القيم التي تتغير في فترات زمنية محددة.



رسم توضيحي 4: تطور سلسلة زمنية افتراضية باستخدام أعمدة بيانية.

[11] مروان حايد، نمذجة واستشراف عجز إنتاج القمح في الجزائر، مجلة العلوم التجارية والتسيير، المجلد 02 العدد 1، 2019.

- مخطط الرادار (Radar chart): هو رسم بياني ثنائي الأبعاد يستخدم لرسم مجموعات بيانات متعددة المتغيرات على محاور لها نفس الأصل. في بعض الحالات الخاصة يمكن استخدام هذا المخطط لعرض البيانات الزمنية عبر الفئات المختلفة في نقطة زمنية معينة. يمكن استخدام الفئات على المحور الدائري لتمثيل الفترات الزمنية المختلفة (على سبيل المثال: فصول السنة أو الأشهر)، وتمثيل القيم الخاصة بكل فترة زمنية محددة عبر الخطوط التي تنطلق من المركز نحو الحواف.



رسم توضيحي 5: تطور سلسلة شهرية باستخدام مخطط الرادار

☜***ملاحظة:*** اختيار الرسم البياني المناسب يعتمد على نوع البيانات والمعلومات المراد تمثيلها. قد يحتاج الباحث إلى اختبار أنواع مختلفة من الرسوم البيانية لتحديد أيها يظهر البيانات بشكل أفضل ويساعد في فهم السلسلة الزمنية بشكل أفضل.

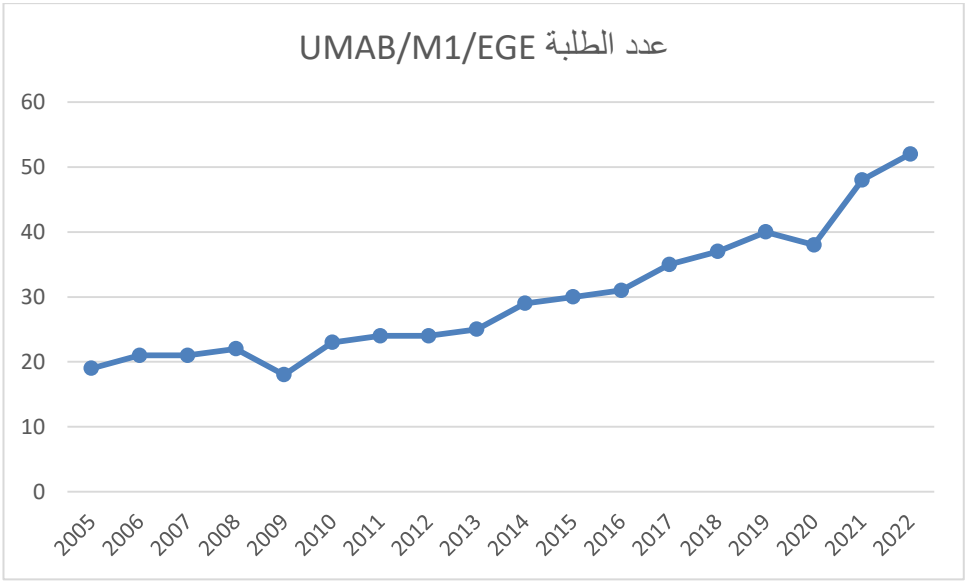
3.مركبات السلسلة الزمنية

يمكن تجزئة السلسلة الزمنية إلى أربع مركبات أساسية:

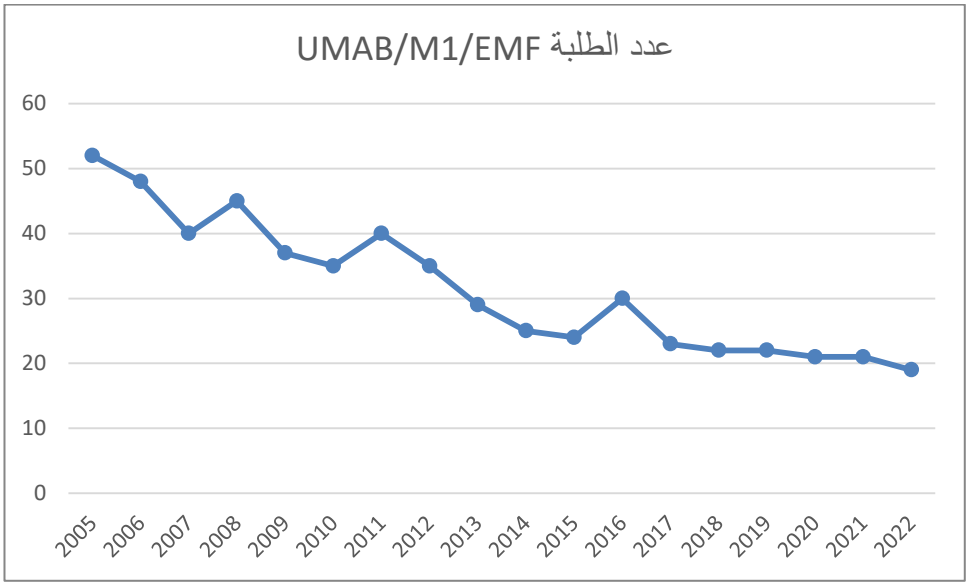
1.3 الاتجاه العام General Trend

يقصد بمركبة الاتجاه العام (T) ميل الظاهرة نحو الزيادة أو النقصان خلال فترة زمنية طويلة. ويقال إن الاتجاه العام للسلسلة **موجب** إذا كان الاتجاه **نحو التزايد** بمرور الزمن

(أنظر الشكل رقم 5). ويقال إن الاتجاه العام **سالب** إذا اتجهت السلسلة **نحو التناقص** بمرور الزمن (أنظر الشكل رقم 6).



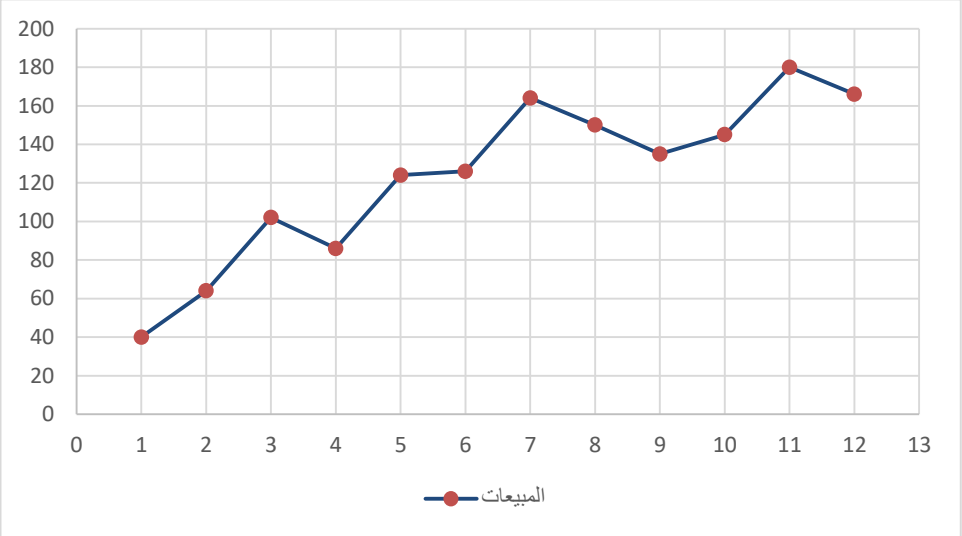
رسم توضيحي 6: سلسلة زمنية افتراضية ذات اتجاه عام موجب.



رسم توضيحي 7: سلسلة زمنية افتراضية ذات اتجاه عام سالب.

2.3 التغيرات الموسمية Seasonal Variations

التغيرات الموسمية أو الفصلية (S) هي التغيرات التي تحدث لقيم السلسلة الزمنية بصفة منتظمة خلال الفترة الزمنية الواحدة، والتي لا يزيد طولها عن السنة. فقد تكون أسبوعية أو شهرية أو فصلية...



رسم توضيحي 8: سلسلة زمنية افتراضية ذات تغيرات موسمية.

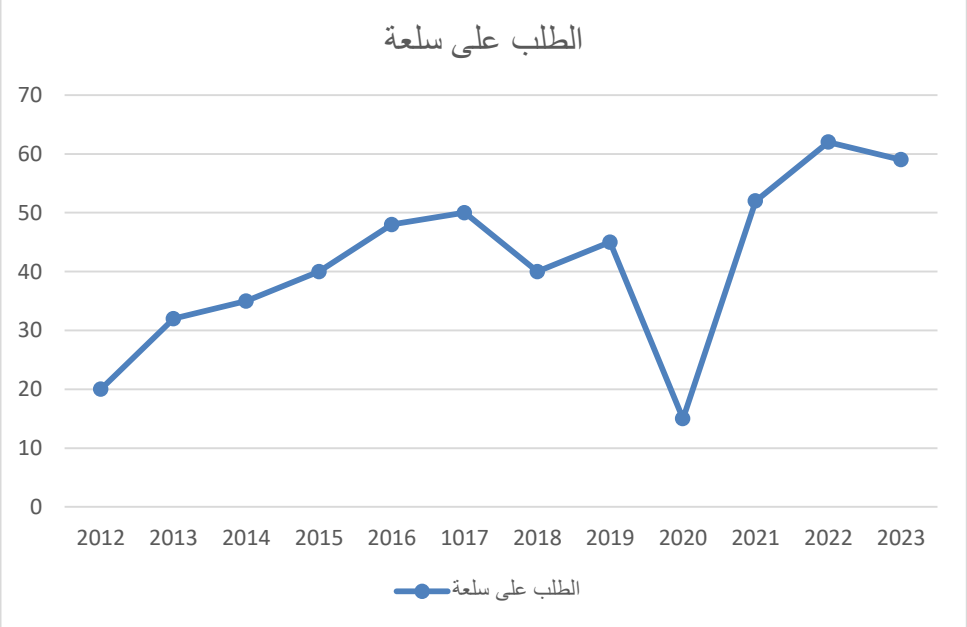
3.3 التغيرات الدورية Cyclical Variations

التغيرات الدورية (C) هي تغيرات تحدث للسلسلة كل عدة سنوات بحيث تكرر السلسلة نفسها على فترات دورية منتظمة يزيد أمدها عن السنة. مثل دورات النمو والانكماش في الاقتصاد العالمي.

رسم توضيحي 9: سلسلة زمنية تحتوي على تغيرات دورية[12].

4.3 التغيرات غير المنتظمة Irregular Variations

التغيرات العشوائية أو التغيرات غير المنتظمة (I) هي تغيرات تحدث بصفة غير منتظمة وبسبب عوامل فجائية لا يمكن التنبؤ بها. ومن أمثلتها ما يحدث للنشاط الاقتصادي في بلد ما بسبب الزلازل أو الفيضانات أو الحروب غير المتوقعة.



رسم توضيحي 10: سلسلة زمنية افتراضية تحتوي على تغيرات فجائية.

[12] https://www.calculatedriskblog.com/

المحاضرة الخامسة:

4.طرق الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية

يمكن الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية عن طريق الرسومات البيانية (الطريقة البيانية) أو عن طريق الاختبارات الإحصائية (الطريقة التحليلية).

1.4 الطريقة البيانية: تعتمد هذه الطريقة على العرض البياني للتطور الزمني للظاهرة المدروسة، بحيث يتم الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية عن طريق ملاحظة شكل التغيرات الطارئة على المنحنى البياني للظاهرة، فمثلا يمكن للباحث التعرف على مركبة الموسمية بالعين المجردة من خلال الارتفاعات أو الانخفاضات المنتظمة التي تحدث خلال فترة زمنية واحدة والتي لا يزيد طولها عن السنة.

2.4 الطريقة التحليلية: في حالة صعوبة الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية باستخدام الرسومات البيانية، يمكن للباحث اللجوء إلى الاختبارات الإحصائية، الموضحة في الجدول الموالي. وفي هذه الحالة يجب التمييز بين نوعين من الاختبارات: الاختبارات الحرة (الاختبارات غير المعلمية)، التي لا تشترط معرفة التوزيع الاحتمالي للأخطاء والاختبارات غير الحرة (الاختبارات المعلمية)، التي تشترط معرفة التوزيع الاحتمالي للأخطاء.

جدول 2: الطرق التحليلية للكشف عن مركبات السلسلة الزمنية (الاتجاه العام و الموسمية)

نوع الاختبارات	الكشف عن الاتجاه العام (T)	الكشف عن الموسمية (S)
الاختبارات غير الحرة	اختبار ستودنت	الطريقة الانحدارية دالة الارتباط الذاتي بايز–بالو
الاختبارات الحرة	اختبار دانيال اختبار التوالي (تعاقب الاشارات) اختبار نقطة الانعطاف اختبار الإشارة	كروكسال–واليس

1.2.4 الكشف عن الاتجاه العام (T):

أ-طريقة الاختبارات الحرة:

سميت هذه الاختبارات بالحرة لأن المتغير العشوائي ε_t لا يخضع لأي توزيع احتمالي، علما أنه من بين فرضيات طريقة المربعات الصغرى ونجد فيها عدة اختبارات منها:

❖ **اختبار دانيال (Daniel Test):**

يعتبر اختبار دانيال من أقوى وأحسن اختبارات الكشف عن مركبة الاتجاه العام، وهو يستعين بمعامل الارتباط لسبيرمان Spearman.

وتكتب فرضية الاختبار فيما يلي:

H_0: السلسلة عشوائية (لا يوجد اتجاه عام).

H_1: يوجد اتجاه عام في السلسلة الزمنية.

ويعتمد اختبار دانيال على قياس الارتباط الخطي بين ترتيبين الترتيب التصاعدي R_t والزمني t ويعرف بالعلاقة الرياضية التالية:

$$R_t = \mathrm{f(t)}, R_t = 1, t = 1 \dots \dots T$$

بحيث يكون معامل الارتباط النظري r_s:

$$r_s = \frac{cov.(R_t, t)}{\sqrt{(v(r), v(t)}}$$

أين: $\mathrm{Var}(R_t) = \mathrm{Var}(t)$

وفي حالة سلسلة غير مكررة المشاهدات:

$$r_s = \frac{\sum_{t=1}^{T}(R_t - \bar{R})(t - \bar{t})}{\sum_{t=1}^{T}(t - \bar{t})^2}$$

ولتبسيط هذا المعامل لتبسيط يمكن إعطاءه في الشكل النهائي التالي:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_{t=1}^{T} d_t^2}{T(T^2 - 1)}$$

Σd^2هو الفرق بين الترتيب التصاعدي و الزمني أي: $d_t = (\quad_t - t)$ و كون أن r_s معامل ارتباط خطي فإن:

$$-1 \leq r_s \leq 1$$

T: عدد المشاهدات.

فبعد حساب معامل الارتباط الخطي $_s$ ، يتم رفض H_0 حسب حجم العينة، لما:

- في العينات الصغيرة $T \leq 30$

$$|r_s| > r_{\alpha/2}$$

- العينات الكبيرة $T > 30$

$$|z| > Z_{\propto/2}$$

حيث:

$$Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}}$$

$$\mu_{rs} = 0$$

$$\sigma_{rs} = \frac{1}{\sqrt{T-1}}$$

$$1 \leftrightarrow Z = r_s\sqrt{T-1}$$

مثال: تأكد من وجود مركبة الاتجاه العام في المعطيات التالية الخاصة بمبيعات مؤسسة ما (10^3 وحدة) من سنة 2005 إلى غاية سنة 2016 باستعمال اختبار دانيال.

السنة	2005	2006	2007	2008	2009	2010
المبيعات	155	158	163	171	153	156
السنة	2011	2012	2013	2014	2015	2016
المبيعات	162	172	162	164	173	181

الحل:

باستعمال معطيات الجدول أعلاه نجد:

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الرتبة	2	4	7	9	1	3	5,5	10	3,5	8	11	12
d	−1	−2	−4	−5	4	3	1,5	−2	3,5	2	0	0
d^2	1	4	16	25	16	9	2,25	4	12,25	4	0	0

$$\sum d_t^2 = 1 + 4 + \cdots + 0 = 93{,}5$$

$$r_s = 1 - \frac{6(93{,}5)}{12(144-1)} = 0{,}67$$

$$r_{\alpha/2} = r_{2.5\%} = 0{,}5804 \leftarrow T = 12\,, \alpha = 5\%$$

بما ان: $r_s > r_{\alpha/2}$ فانه سيتم رفض الفرضية H_0 ،أي أنه يوجد مركبة الاتجاه العام في السلسلة الزمنية.

❖ اختبار التوالي (Run Test):

يستخدم اختبار التوالي أو اختبار تعاقب الإشارات لمعرفة مدى عشوائية السلسلة الزمنية ويدعي أيضا باختبار العشوائية Test of Randomness.

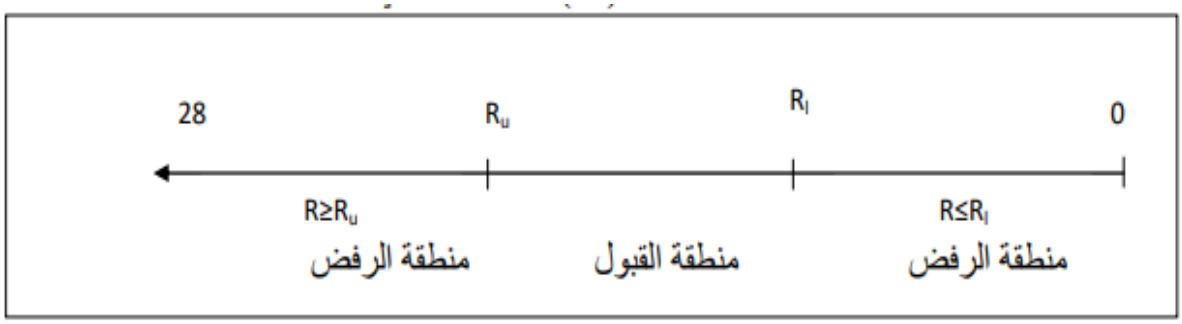
وهو يقوم على الفرضيتين التاليتين:

: H_0 السلسلة عشوائية (لا يوجد اتجاه عام).

: H_1 يوجد اتجاه عام.

ويتم هذا الاختبار وفق الخطوات التالية:

- ✓ ترتيب المشاهدات ترتيبا تصاعديا، من أصغر قيمة إلى أكبر قيمة.
- ✓ حساب الوسيط (Md)، وهي المشاهدات المقابلة للرتبة m حيث:
  - إذا كان T فردي : $Md = Y_m \leftarrow m = (T+1)/2$
  - إذا كان T زوجي : $Md = \frac{Y_m + Y_{m+1}}{2} \leftarrow m = T/2$
- ✓ إعطاء اشارة سالبة $(-)$ للقيم التي هي أصغر من Md وموجبة $(+)$ لمن هي اكبر.
- ✓ حساب R والذي يمثل عدد مرات توالي الإشارة من الموجب إلى السالب و العكس.
- ✓ نأخذ القرار على أساس:
  - لما: $m \geq 20$ فإنه يتم اتخاذ القرار وفق مخطط التوالي التالي[13]:



[13] مولود حشمان، ص32.

بحيث: R_l، R_u القيم الحرجة المجدولة الدنيا والعليا على التوالي.

- لما: $m > 20$ فإن:

$$|Z| = \frac{R - U_R}{\sigma_R}$$

$$U_R = m + 1 \quad , \quad \sigma_R = \sqrt{\frac{m(m+1)}{2m-1}}$$

في هذه الحالة يتم رفض $_0$ إذا كان : $|Z| > Z_{\frac{\propto+1}{2}}$

ويتم استخراج قيم $\frac{\propto+1}{2}$ من جدول التوزيع الطبيعي.

مثال: تأكد من وجود مركبة الاتجاه العام، باستخدام اختبار التوالي على معطيات الجدول الموالي.

الزمن t	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
المشاهدة	**14,12**	**14,42**	**16,12**	**16,78**	**17,34**
الزمن t	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
المشاهدة	**17,86**	**18,37**	**18,96**	**19,56**	**20,19**
الزمن t	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
المشاهدة	**20,84**	**21,52**	**22,19**	**22,81**	**23,45**

الحل:

نلاحظ في معطيات المثال السابق أن الترتيب الزمني هو نفسه الترتيب التصاعدي، إذا باستعمال العلاقات السابقة نجد:

$$Md = 18{,}96 \leftarrow m = 8$$

و كذا : $R = 2$

ومن الجدول نستخرج قيمتي الحد الأدنى والحد الاعلى وهي:

$$R_l = 14{,}12\ , R_u = 23{,}45$$

القرار:

رفض $_0$ كون $R < R_l < R_u$ ، و بالتالي فالسلسلة تحتوي على مركبة الاتجاه العام.

❖ **اختبار نقطة الانعطاف (Turning point Test):**

حسب هذا الاختبار تعتبر نقطة الانعطاف تلك الفترة التي تكون الإشارة فيها مختلفة عن إشارة الفترة السابقة فإذا كانت السلسلة الزمنية عشوائية بدون اتجاه عام، فإنه توزيع عدد مرات تغيير الإشارة يكون تقريبا طبيعيا حتى بالنسبة للعينات الصغيرة، مما يستدعي الاستعانة بجداول التوزيع الطبيعي لاستخراج القيمة الحرجة ويكون الاختيار هنا:

- ✓ حساب الفروق من الدرجة الأولى للسلسلة المعنية.
- ✓ اعطاء إشارة موجبة للفروق الموجبة وسالبة للفروق السالبة.

علما أن فرضية الاختبار:

H_0 : توزيع عشوائي.

H_1 : وجود اتجاه عام.

يرمز لهذا الاختبار u، وهو عدد مرات تغير الإشارة في y ، ويستعمل في حالة العينات الأكبر من 10.

ترفض الفرضية H_0 : لا يوجد اتجاه عام، اذا كان: $|z| < Z_{\alpha/2}$

$$Z = \frac{u - u_n}{\sigma_n}$$

$$u_n = \frac{2(T-2)}{3}$$

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{16T - 29}{90}}$$

مثال: نأخذ نفس معطيات المثال السابق الخاص بمبيعات مؤسسة ما (10^3 وحدة) من سنة 2005 إلى غاية سنة 2016 ونختبر وجود الاتجاه العام، باستخدام اختبار تعتبر نقطة الانعطاف.

12	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**T**
181	173	164	162	172	162	156	153	171	163	158	155	Y_t
8	9	2	−10	10	6	3	−18	8	5	3	/	**الفرق**
+	+	+	−	+	+	+	−	+	+	+	/	**الإشارة**

بما أنه **عدد المشاهدات أكبر من 10** فإنه يمكننا تطبيق هذا الاختبار.

في هذا المثال لدينا: $u = 5$

وبتطبيق العلاقتين: $u_n = 6{,}66$; $\sigma_n = 1{,}34$

نجد: $|Z| = 1{,}23$

لدينا أيضا: $Z_{/2} = Z_{2.5\%} = 1{,}96$

بما أن $|\quad| < Z_{\alpha/2}$ ، فانه سيتم قبول الفرضية H_0 أي التسليم بعشوائية السلسلة الزمنية و بالتالي فان السلسلة الزمنية لا تحتوي على اتجاه عام.

❖ اختبار الإشارة (Sign Test) :

يعتمد اختبار الإشارة v على اشارة الفروق من الدرجة الأولى من موجبة وسالبة.

- تحديد عدد الفروق الموجبة v وعدد الفروق الغير صفرية n.
- يستعمل لما: $n \geq 20$

$$z = (v - u_v)/\sigma_v$$

$$u_v = \frac{n}{2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{n}{4}}$$

لما: $|Z| < Z_{\alpha/2}$ ترفض الفرضية $_0$ أي يوجد اتجاه عام.

مثال: الجدول التالي يضم مجموعة من المشاهدات المحسوبة على أساس الفروقات من الدرجة الأولى للمتغير: Y_t

12	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	t
−24	42	11	−22	−39	56	0	−20	−32	45	9	–	ΔY_t
24	**23**	**22**	**21**	**20**	**19**	**18**	**17**	**16**	**15**	**14**	**13**	t
−24	34	11	−11	−49	50	8	−39	−14	53	5	−30	ΔY_t

من الجدول المبين أعلاه، نستنتج ما يلي:

- عدد الإشارات الموجبة $v = 11$.
- عدد الفروقات غير الصفرية. $n = 22$

إذا:

$$Z = \frac{v - \mu_v}{\sigma_v} = \frac{11 - \mu_v}{\sigma_v}$$

بينما:

$$\mu_v = \frac{n}{2} = 11 \quad \text{و} \quad \sigma_v = \sqrt{\frac{22}{4}} = 2{,}345$$

وبالتالي نجد:

$$Z = \frac{11 - 11}{2{,}345} = 0$$

لدينا: $\alpha = 5\% \leftarrow \left|Z_{\alpha/2}\right| = Z_{2.5\%} = 1{,}96$

بما ان: $|Z| < Z_{\alpha/2}$، فإننا سنقبل الفرضية H_0 بمعنى ان السلسلة عشوائية و بالتالي فان السلسلة الزمنية خالية من مركبة الاتجاه العام.

ب-الاختبارات غير الحرة:

عند اللجوء إلى الاختبارات غير الحرة، فإنه يتم افتراض وجود اتجاه عام في السلسلة الزمنية إضافة إلى المركبة العشوائية، مع معرفة التوزيع الاحتمالي للأخطاء أي:

$$y_t = f(t, u_t) \quad \text{حيث} \quad u_t \to n(0, \sigma^2)$$

وبعد تحديد شكل الدالة f يتم تقدير معالمها ثم اختبار معنوية معلمة الاتجاه العام باستعمال إحصائية Student مع افتراض أن الخطأ العشوائي μ_t يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط معدوم وتباين ثابت σ^2.

المحاضرة السادسة:

2.2.4 الكشف عن الموسمية:

يعتبر الكشف عن المركبة الفصلية أو الموسمية أكثر بساطة وذلك عند معرفة موضوع السلسلة الزمنية مسبقا، فمثلا الطلب على أجهزة التدفئة أو الطلب على المثلجات، عادة يكون الطلب عليها مرتفع في وقت معين على حسب فترة أخرى، إلا أنه يتعذر كشف الموسمية في بعض السلاسل الزمنية الشديدة التذبذب، لذلك نلجأ إلى الاختبارات الإحصائية للكشف عنها، ومن بينها:

أ- الاختبارات الحرة:

نذكر أن الاختبارات الحرة لا تشترط أي فرضية حول التوزيع الاحتمالي للمتغير العشوائي ε_t. ومن بين هذه الاختبارات التي تسمح بالكشف عن مركبة الموسمية نجد:

- **اختبار Kurskall–Wallis:** يعتبر هذا الاختبار من أهم الاختبارات استعمالا للتأكد من وجود أو عدم وجود مركبة الموسمية، ويرمز له بالرمز kw ، ويقوم هذا الاختبار على الفرضيتين:

H_0: لا توجد مركبة موسمية.

H_1: توجد مركبة موسمية.

وتعطى إحصائية الاختبار بالشكل التالي:

$$kw = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{mi} - 3(n+1)$$

علما أن هذا الاختبار يتبع توزيع كاي مربع بـ $(p-1)$ كدرجة حرية:

$$kw \rightarrow x^2_{(p-1)}$$

حيث ان:

i : مجموع رتب الفصل.

i : عدد القيم أو المشاهدات المقابلة للفصل.

P : دورية المركبة الفصلية فإذا كانت السلسلة مقسمة إلى ثلاثيات فإن $p = 4$

ومن أجل تطبيق هذا الاختبار يجب تتبع الخطوات الآتية:

- ✓ إزالة مركبة الاتجاه العام قبل المركبة الموسمية لتفادي الوقوع في الخطأ.
- ✓ تحديد وجود أو عدم وجود الموسمية من خلال تحديد الرتب R_i تم تعديل هذه الرتب.
- ✓ تحديد القيمة المجدولة لـ $^{2}_{(p-1)}$ عند مستوى معنوية α و درجة حرية $p-1$.
- ✓ مقارنة القيمة المحسوبة مع الجدولية إذا كانت $kw > x^2_{\alpha,(p-1)}$ نقول ان السلسلة تحتوي على مركبة موسمية.

مثال: باستخدام اختبار KW اختبر وجود المركبة الفصلية للسلسلة الزمنية التالية.

الفصل/السنة	المشاهدة	الفصل/السنة	المشاهدة	الفصل/السنة	المشاهدة
2013/1	**14**	2015/1	**12**	2017/1	**6**
2	**20**	2	**12**	2	**11**
3	**44**	3	**68**	3	**64**
4	**21**	4	**29**	4	**50**
2014/1	**10**	2016/1	**7**		
2	**19**	2	**18**		
3	**64**	3	**60**		

4	**32**	4	**36**

نقوم بترتيب المشاهدات فنتحصل على الجدول التالي:

T	2013/1	2	3	4	2014/1	2	3	4
المشاهدة	**14**	**20**	**44**	**21**	**10**	**19**	**64**	**32**
الرتبة	**7**	**10**	**15**	**11**	**3**	**9**	**18**	**13**
T	2015/1	2	3	4	2016/1	2	3	4
المشاهدة	**12**	**12**	**68**	**29**	**7**	**18**	**60**	**36**
الرتبة	**5**	**5**	**20**	**12**	**2**	**8**	**17**	**14**
T	2017/1	2	3	4				
المشاهدة	**6**	**11**	**64**	**50**				
الرتبة	**1**	**4**	**18**	**16**				

ويكون الترتيب حسب الفصل كالتالي (ترتيب الرتب):

الفصل//السنة	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**المجموع**
1	7	3	5,5	2	1	**18,5**
2	10	9	5,5	8	4	**36,5**
3	15	18,5	20	17	18,5	**89**
4	11	13	12	14	16	**66**

باستخدام العلاقة التالية لـ kw:

$$kw = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{mi} - 3(n+1)$$

علما أن: $T = 20$ و $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 5$

نتحصل على النتيجة التالية:

$$kw = \frac{12}{20(20+1)} \sum \left[\frac{18{,}5^2}{5} + \frac{36{,}5^2}{5} + \frac{89^2}{5} + \frac{66^2}{5} \right] - 3(20+1)$$

$$kw = 16{,}46$$

وانطلاقا من الجدول الاحصائي لمربع كاي يتم تحديد القيمة الجدولية لـ $x_\alpha^2(p-1)$ عند مستوى معنوية قدره 5% و درجة الحرية 3، فنجد:

$$x_\alpha^2(p-1) = x_\alpha^2(3) = 7{,}815$$

بما ان $kw > x_\alpha^2$ فإننا نرفض فرضية x_α^2 و نقبل فرضية x_α^2، و بالتالي السلسلة الزمنية تحتوي على مركبة موسمية.

ب- الاختبارات غير الحرة:

للكشف عن مركبة الموسمية يمكن استخدام اختبارات غير حرة من بينها:

❖ **الطريقة الانحدارية:**

تتمثل الطريقة الانحدارية في افتراض وجود المركبة الفصلية الزمنية بـ p من المؤشرات بحيث يعبر عنها بنفس العدد من المتغيرات التمثيلية، التي يتم تقدير معلماتها بطريقة المربعات الصغرى.

❖ **دالة الارتباط الذاتي:**

تعتمد هذه الطريقة على فكرة الارتباط بين المشاهدات و في فترات مختلفة و تظهر الموسمية في الرسم البياني على شكل قمم او انخفاضات في فترات زمنية معينة p .

ويتم حساب معاملات دالة الارتباط الذاتي وفق العلاقة التالية:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{T}(y_t - \bar{y}).(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{T}(y_t - \bar{y})^2}$$

بحيث:

$$k = 1, k \qquad \text{ويمثل ربع العينة} \quad k = \frac{T}{4}$$

❖ طريقة Buys-Ballot

تعتبر طريقة **Buys-Ballot** من أهم وأكثر الطرق استعمالا، وتتمثل هذه الطريقة في حساب المتوسط والانحراف المعياري لكل سنة من السنوات ثم مراجعة العلاقة بينهما. وذلك باتباع المراحل التالية[14]:

المرحلة الأولى: التمثيل البياني للسلسلة الزمنية وإنشاء جدول Buys-Ballot:

بعد التمثيل البياني للسلسلة الزمنية، سنقوم بإنشاء جدول Buys-Ballot الذي يحتوي على بيانات السلسلة الزمنية المحققة خلال عدة سنوات، مع حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل سنة من جهة، وحساب متوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل فصل، إذا كانت البيانات فصلية، وحساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل شهر إذا كانت البيانات شهرية، وكذلك حساب المتوسط العام والانحراف المعياري العام.

المرحلة الثانية: تحليل التباين واختبار فيشر Fisher:

[14] Bourbonnais, Régis, et Michel Terraza. *Analyse des séries temporelles. Applications à l'économie et à la gestion.* Dunod, 2016, p21.

ليكن لدينا:

n: عدد المشاهدات.

P: عدد الملاحظات في السنة ($P = 4$ إذا كانت البيانات فصلية، $P = 12$ إذا كانت البيانات شهرية...الخ).

ij : قيم السلسلة الزمنية من أجل $i = 1,2,3 \dots N.$ و $j = 1,2,3 \dots P$

N :عدد سنوات

لنفرض أن السلسلة الزمنية تأخذ قيمها التالية:

$$x_{ij} = m_{ij} - e_{ij}$$

حيث ان:

e_{ij} : الخطأ العشوائي مع العلم ان $e_{ij} \to N(0, \sigma^2)$

m_{ij} : العناصر المكونة السلسلة الزمنية

والتباين الكلي يأخذ الصيغة التالية:

$$S_T = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{P} (x_{ij} - x_{..})^2$$

مع:

$$x_{..} = \frac{1}{NP} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{P} x_{ij}$$

حيث ان:

S_T : مجموعة التباين الكلي مربع.

x : المتوسط العام للسلسلة الزمنية.

متوسط السنة i:

$$x_{i.} = \frac{1}{P}\sum_{j=1}^{P} x_{ij}$$

متوسط الفترة j :

$$x_{.j} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_{ij}$$

جدول3 : جدول تحليل التباين للكشف عن التغيرات الموسمية والاتجاه العام

العناصر	التباين	درجة الحرية	مجموع المربعات
الفترة	$\boldsymbol{v_p = \frac{S_p}{P-1}}$	$\boldsymbol{P-1}$	$\boldsymbol{S_p = P\sum_{j=1}^{P}(x_{.j} - x_{..})^2}$
السنة	$\boldsymbol{v_A = \frac{S_A}{N-1}}$	$\boldsymbol{N-1}$	$\boldsymbol{S_A = N\sum_{j=1}^{N}(x_{i.} - x_{..})^2}$
البواقي	$\boldsymbol{v_R = \frac{S_R}{(P-1)(N-1)}}$	$\boldsymbol{(P-1)(N-1)}$	$\boldsymbol{S_R = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{P}(x_{ij} - x_{i.} - x_{.j} + x_{..})}$
المجموع	$\boldsymbol{v_T = \frac{S_T}{N.P-1}}$	$\boldsymbol{N.P-1}$	$\boldsymbol{S_T}$

- **اختبار تأثير الاتجاه العام:**

لتكن الفرضيتين التاليتين:

H_0: لا يوجد اتجاه عام.

H_1: يوجد اتجاه عام.

ومن الجدول السابق، لتحليل التباين يتم حساب معلمة Fisher:

$$F'_{CAL} = \frac{v_A}{v_R}$$

ومقارنتها مع F'_{tab} الجدولية. درجة المعنوية تعطى بالشكل التالي:

$$F'^{\alpha}_{v_3 v_2} \rightarrow \begin{cases} v_3 = N-1 \\ v_2 = (N-1)(P-1) \end{cases}$$

α : مستوى المعنوية.

إذا كان $F'_{CAL} > F'_{tab}$ نرفض الفرضية العدمية H_0 وبالتالي القرار يكون كالتالي:

السلسلة الزمنية تتأثر بمركبة الاتجاه العام.

- **اختبار تأثير التغيرات الموسمية:**

H_0: لا يوجد تغيرات موسمية.

H_1: يوجد تغيرات موسمية.

ومن الجدول أعلاه، لتحليل التباين يتم حساب معلمة Fisher:

$$F_{CAL} = \frac{v_P}{v_R}$$

ومقارنته مع F'_{tab} الجدولية. درجة المعنوية تعطى بالشكل التالي:

$$F^{\alpha}_{v_3 v_2} \rightarrow \begin{cases} v_3 = P-1 \\ v_2 = (N-1)(P-1) \end{cases}$$

α : مستوى المعنوية.

إذا كان $F'_{CAL} > F'_{tab}$ نرفض الفرضية العدمية H_0 وبالتالي القرار يكون كالتالي:

السلسلة الزمنية تتأثر بالتغيرات الموسمية .

مثال: الجدول التالي يمثل البيانات الشهرية لمبيعات منتج ما للفترة الممتدة من 2011 إلى 2017 (84 مشاهدة).

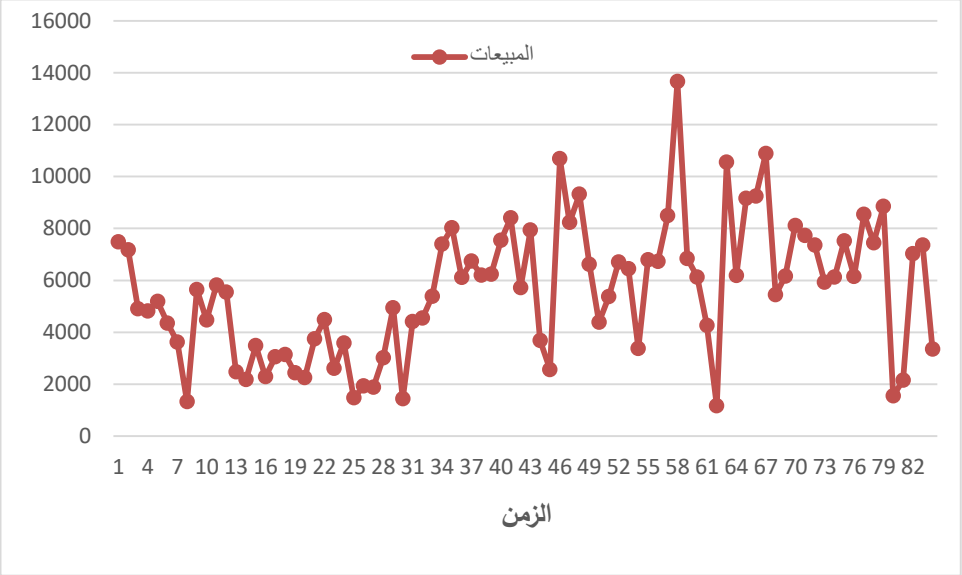
الشهر// السنة	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
جانفي	7486	2477	1472	6736	6620	4262	5928
فيفري	7176	2173	1925	6200	4391	1162	6121
مارس	4907	3485	1880	6233	5375	10549	7521
أفريل	4823	2283	3017	7544	6701	6182	6153
ماي	5185	3057	4944	8403	6440	9154	8544
جوان	4349	3138	1434	5715	3377	9241	7447
جويلية	3619	2435	4412	7932	6785	10883	8845
أوت	1322	2255	4546	3683	6729	5440	1548
سبتمبر	5646	3749	5386	2566	8486	6166	2154
أكتوبر	4469	4478	7393	10686	13664	8113	7027
نوفمبر	5817	2606	8028	8228	6842	7722	7358
ديسمبر	5543	3586	6108	9314	6125	7358	3346

-اكتشف وجود الاتجاه العام والتغيرات الموسمية باستخدام اختبار **Buys-Ballot** .

الحل:

المرحلة الأولى: التمثيل للسلسلة الزمنية وإنشاء جدول **Buys-Ballot** :

- التمثيل البياني للسلسلة الزمنية:



- إنشاء جدول **Buys-Ballot**:

الشهر// السنة	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	المتوسط الحسابي	الانحراف لمعياري
جانفي	7486	2477	1472	6736	6620	4262	5928	4997,3	2139,3
فيفري	7176	2173	1925	6200	4391	1162	6121	4164,0	2238,9
مارس	4907	3485	1880	6233	5375	10549	7521	5707,1	2600,5
أفريل	4823	2283	3017	7544	6701	6182	6153	5243,3	1820,86
ماي	5185	3057	4944	8403	6440	9154	8544	6532,4	2099,1
جوان	4349	3138	1434	5715	3377	9241	7447	4957,3	2498,96
جويلية	3619	2435	4412	7932	6785	10883	8845	6415,9	2827,82
أوت	1322	2255	4546	3683	6729	5440	1548	3646,1	1900,08
سبتمبر	5646	3749	5386	2566	8486	6166	2154	4879,0	2055,12
أكتوبر	4469	4478	7393	10686	13664	8113	7027	7975,7	3058,75
نوفمبر	5817	2606	8028	8228	6842	7722	7358	6657,3	1817,5
ديسمبر	5543	3586	6108	9314	6125	7358	3346	5911,4	1922,79
المتوسط الحسابي	5028,5	2977	4212,1	6940	6794,8	7186	599,5	المتوسط الحسابي العام= 5591,1	
الانحراف المعياري	1541,1	697,8	2192,1	2183,2	2417,6	2648,7	2301,7	الانحراف المعياري العام= 2551,12	

المرحلة الثانية: تحليل التباين اختبار Fisher .

تحليل التباين لسلسلة الزمنية:

العناصر	مجموع الفروق	درجة الحرية	التباين
الفترة	$S_p = 149836403$	**11**	$V_p = 13621491,2$
السنة	$S_A = 36108656,9$	**6**	$V_A = 6018109,48$
البواقي	$S_R = 165603757$	**66**	$V_R = 2509147,83$
المجموع	$S_T = 351548817$	**77**	$V_T = 4565569,05$

اختبار تأثير التغيرات الموسمية والاتجاه العام:

اختبار تأثير الاتجاه العام:

H_0: لا يوجد اتجاه عام

H_1: يوجد اتجاه عام

ومن جدول تحليل التباين يتم حساب قيمة Fisher تجريبية المبينة على الملاحظة:

$$F'_{CAL} = \frac{v_A}{v_R} = 7,71$$

$$F'_{tab} = F_{6;66}^{0.05} = 2,32$$

وبما أن $F'_{CAL} > F'_{tab}$ فهذا يعني أن هنالك وجود تأثير سنوي للسلسلة الزمنية أي أنها تتأثر بمركبة الاتجاه العام .

اختبار تأثير التغيرات الموسمية:

H_0: لا يوجد تغيرات موسمية.

H_1: يوجد تغيرات موسمية.

ومن الجدول السابق لتحليل التباين نقوم بحساب Fisher تجريبي المبني على الملاحظة:

$$F_{CAL} = \frac{v_A}{v_R} = 2{,}57$$

$$F_{tab} = F_{11;66}^{0.05} = 1{,}93$$

وبما أن $F_{CAL} > F_{tab}$ فإننا نرفض الفرضية العدمية وبالتالي نستنتج ان السلسلة الزمنية تتأثر بالتغييرات الموسمية.

المحاضرة السابعة:

5.شكل السلسلة الزمنية

يتطلب تحليل السلسلة الزمنية صياغة نموذج رياضي يمثل هذه السلسلة. ومن أبرز النماذج الرياضية التي تربط بين قيم المشاهدات وقيم المركبات المختلفة للسلسلة الزمنية هي: النموذج الجدائي أو الضربي (Multiplicative model) والنموذج الجمعي (Additive model).

1.5 النموذج الجدائي

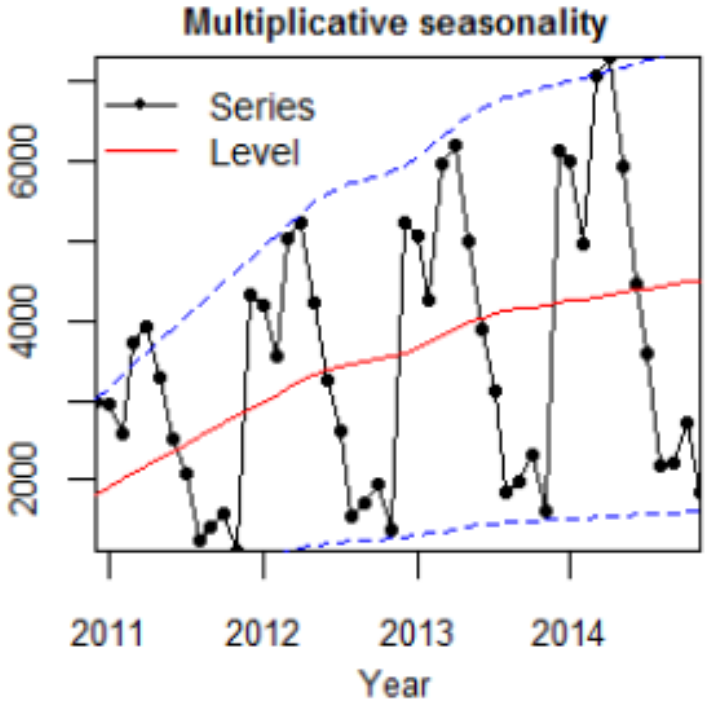
هو النموذج الذي يفترض أن قيمة الظاهرة (المشاهدة) عند أي نقطة زمنية يساوي حاصل ضرب المركبات الأربعة أي أن:

$$Y_t = T_t \text{ x } S_t \text{ x } C_t \text{ x } I_t$$

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

ومن أمثلة السلاسل الزمنية التي تفترض النموذج الجدائي، سلسلة كميات المبيعات من سلعة معينة، لأنه يبدو أن هناك تأثيرا واضحًا للمركبات فيما بينها.

ويمكن افتراض أن نموذج السلسلة الزمنية جدائي إذا كان تمثيلها البياني عبارة عن تغيرات متزايدة غير ثابتة، كما هو موضح في الشكل أدناه.



رسم توضيحي 11: النموذج الجدائي لسلسلة زمنية.

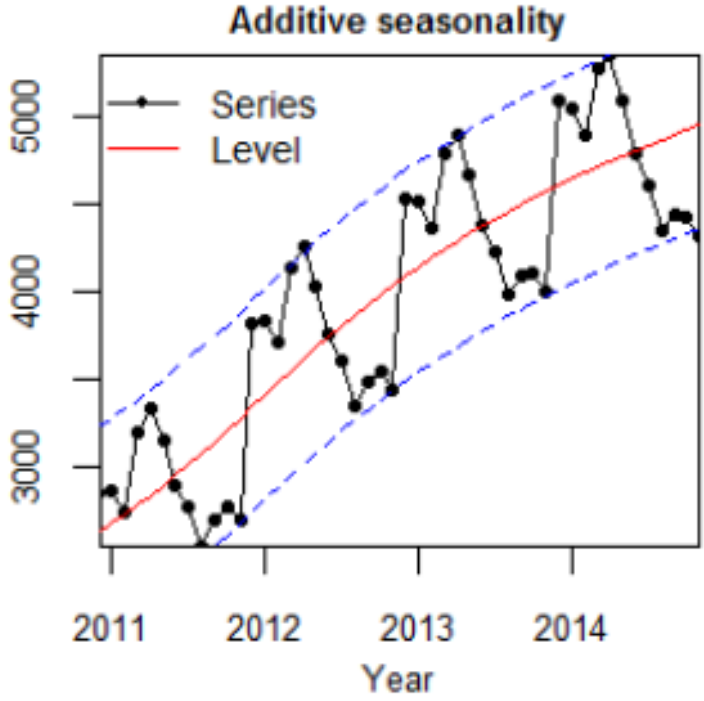
2.5 النموذج الجمعي

هو النموذج الذي يفترض أن قيمة الظاهرة (المشاهدة) عند أي نقطة زمنية يساوي حاصل جمع المركبات الأربعة أي أن:

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

وعند استعمال هذا النموذج يجب أن نفترض أن جميع المركبات مستقل بعضها عن بعض بمعنى أن حدوث إحداها لا يؤثر في حدوث المركبات الأخرى.

ويمكن افتراض أن نموذج السلسلة الزمنية جمعي إذا كان تمثيلها البياني عبارة عن تغيرات متزايدة ثابتة، تكون فيه قيم السلسلة الزمنية محصورة بين خطين متوازيين، كما هو موضح في الشكل أدناه.



رسم توضيحي 12: النموذج الجمعي لسلسلة زمنية.

☜***ملاحظة:*** على العموم، تكون مكونات السلسلة الزمنية **مستقلة عن بعضها البعض وعن الزمن ولها تباين ثابت** في **النموذج الجمعي** بينما تكون هذه المكونات **غير مستقلة عن بعضها البعض وعن الزمن ولها تباين غير ثابت** في **النموذج الجدائي**.

كما يمكن أن يكون **النموذج مزدوج أو مختلط**، إذا كان مثلا مكونان من السلسلة الزمنية مرتبطان مثلا الاتجاه العام والموسمية، بينما يكون المتغير العشوائي مستقل عنهما.

يمكن أيضا تحويل النموذج الجدائي إلى نموذج جمعي من خلال التحويل اللوغاريتمي.

3.5 الطريقة التحليلية للكشف عن نموذج السلسلة الزمنية: يمكن التأكد من شكل نموذج السلسلة الزمنية باستخدام الطريقة التحليلية، التي تعتبر أكثر دقة من الطريقة البيانية. سنقوم فيما يلي بعرض طريقة واحدة من بين هذه الطرق وهي طريقة المعادلة الانحدارية[15].

بحيث يتم في هذه الطريقة حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل فترة من الفترات، وتقدير باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية، دالة الانحدار التالية:

[15] مولود حشمان، السلاسل الزمنية وتقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2010، ص53.

$$\sigma_i = a + b\bar{y}_i$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

بحيث يمثل عدد السنوات.

أين:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{p}\sum_{j=1}^{p} y_{ij}$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{p}\sum_{j=1}^{p}(y_{ij} - \bar{y}_i)^2}$$

و

$$j = 1, 2, \dots, p$$

يمكن تقدير المعلمة المهمة بالمربعات الصغرى في العلاقة أعلاه كما يلي:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sigma_i \bar{y}_i - m\bar{\sigma}\bar{\bar{y}}}{\sum_{i=1}^{m} \bar{y}_i{}^2 - m\bar{\bar{y}}^2}$$

من خلال قيمة معامل الانحدار، نستنتج أن شكل نموذج السلسلة الزمنية يكون:

- **جمعي**، إذا كان:

$$\hat{b} < 0{,}05$$

- **جدائي**، إذا كان:

$$\hat{b} > 0{,}10$$

- **مختلط**، إذا كان:

$$0{,}05 \leq \hat{b} \leq 0{,}10$$

مثال: لتكن لدينا المعطيات التالية، والتي تمثل الاستهلاك الفصلي لأحد المنتجات الغذائية، خلال ثلاث سنوات.

الفصل / السنة	1	2	3	4
1	155	158	163	171
2	153	156	162	172
3	162	164	173	181

المطلوب: تحديد الشكل المناسب لهذه السلسلة الزمنية.

الحل: باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية، نقوم بتقدير دالة الانحدار التالية:

$$\sigma_i = a + b\bar{y}_i$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

بحيث: $p = 4$,$m = 3$، في هذه الحالة.

الفصل / السنة	1	2	3	4	$\bar{y}_i$	σ_i
1	155	158	163	171	161,75	6,057
2	153	156	162	172	160,75	7,2586

3	162	164	173	181	170	7,5828

بما أن: $p = 4$, $m = 3$، في هذه الحالة، و بغض النظر عن عدد المشاهدات السنوية المحدود و لغرض التبسيط ، و بتطبيق العلاقة:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sigma_i \bar{y}_i - m\bar{\sigma}\bar{\bar{y}}}{\sum_{i=1}^{m} \bar{y}_i{}^2 - m\bar{\bar{y}}^2}$$

قدرت معلمة الانحدار بـ: $\hat{b} = 0{,}09$.

حيث تكون العلاقة بين مركبات السلسة الزمنية مختلطة كون:

$$0{,}05 \leq \hat{b} \leq 0{,}1$$

المحاضرة الثامنة:

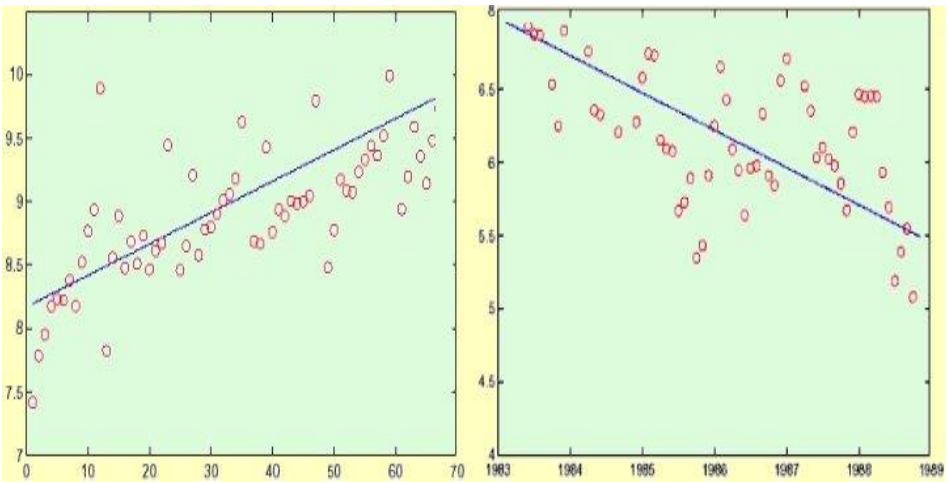
6.تحليل مركبات السلسلة الزمنية

1.6 تحليل مركبة الاتجاه العام (T)

عند التمثيل البياني للسلسلة الزمنية (Y_t) يمكن أن يأخذ الاتجاه العام شكلا خطيا (Linear)أو غير خطي(Nonlinear) . ويتم تحديد الاتجاه العام لأي ظاهرة بطرق كثيرة، نذكر منها:

1.1.6 طريقة الانتشار (التمهيد باليد)

يعطي شكل الانتشار فكرة سريعة عن طبيعة الاتجاه العام للظاهرة موضوع الدراسة. وشكل الانتشار عبارة عن رسم بياني لمتغيرين، بحيث يكون الزمن t على المحور السيني وقيم الظاهرة y_t على المحور الصادي. وهذه الطريقة هي الأسهل ولكنها غير دقيقة، مما يقلل استخدامها لتحديد الاتجاه العام لأي ظاهرة.



رسم توضيحي 13: طريقة الانتشار (التمهيد باليد) لتحديد الاتجاه العام.

2.1.6 طريقة المتوسطات المتحركة

تعتمد هذه الطريقة على حساب متوسطات متتابعة لمجموعات متتابعة من البيانات، والهدف من هذه الطريقة هو إزالة التعرجات من خط السلسلة الزمنية، وتعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من الشكل الانتشاري (التمهيد باليد).

كيف يتم حساب المتوسطة المتحركة؟

يجب أولا معرفة طول المجموعة التي يتم تقسيم البيانات إليها، مثلا إذا أخذنا طول البيانات 5: $\overline{\quad_1}$ ← في منتصف المشاهدات.

$$\frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5} = \overline{X_1} \rightarrow X_3$$

مثال: أوجد المتوسطات المتحركة بطول (5) للسلسلة الزمنية التالية

المشاهدة	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
القيم	7	13	21	23	27	19	17

أولا

المتوسط المتحرك رقم 1 $= \frac{91}{5} = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{5} = 18{,}2$

المتوسط المتحرك رقم 2 $= \frac{103}{5} = \frac{x_2+x_3+x_4+x_5+x_6}{5} = 20{,}6$

المتوسط المتحرك رقم 3 $= \frac{107}{5} = \frac{x_3+x_4+x_5+x_6+x_7}{5} = 21{,}4$

أصبح لدينا 3 قيم بدل 7، نقوم برسم خط الاتجاه العام لهذه المتوسطات المتحركة كالتالي:

3.1.6 طريقة متوسط نصف السلسلة

تعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من شكل الانتشار وطريقة المتوسطات المتحركة ويمكن حسابها باتباع الخطوات التالية:

1-نقسم السلسلة الى مجموعتين وفق تسلسل السنوات:

$\boldsymbol{n}$ زوجي ← $\boldsymbol{n = 8}$ ← $\boldsymbol{n_1 = 4}$ ، $\boldsymbol{n_2 = 4}$

$\boldsymbol{n}$ فردي ← $\boldsymbol{n = 9}$ ← نهمل المشاهدة الوسطى

2-نحسب المتوسط الحسابي للنصف الأول والمتوسط الحسابي للنصف الثاني.

3-نوجد معادلة الاتجاه العام من خلال العلاقة:

$$\frac{Y - Y_1}{X - X_1} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

مثال: ليكن لدينا المعطيات التالية:

السنة	السنة بالرقمx	عدد السيارات المنتجة(y)
2011	1	53
2012	2	64
2013	3	67
2014	4	60
2015	5	69
2016	6	74
2017	7	67
2018	8	79
2019	9	85
2020	10	90

المتوسط الأول لنصف (X) X_1 :

$$X_1 = \frac{1 + 2 + 3 + 4 + 5}{5} = \frac{15}{5} = 3$$

المتوسط الثاني لنصف (X) X_2 :

$$X_2 = \frac{6 + 7 + 8 + 9 + 10}{5} = \frac{40}{5} = 8$$

المتوسط الأول لنصف (Y) Y_1 :

$$Y_1 = \frac{53 + 64 + 67 + 60 + 69}{5} = \frac{313}{5} = 62,6$$

المتوسط الثاني لنصف (Y) Y_2 :

$$Y_2 = \frac{74 + 67 + 79 + 85 + 90}{5} = \frac{395}{5} = 79$$

ثم نمثل النقطتين (α) (3 ، 62,6) و(β) (8 ، 79,8) فنتحصل على:

$$\frac{Y - Y_1}{X - X_1} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - 62,6}{X - 3} = \frac{79 - 62,6}{8 - 3} = \frac{16,4}{5}$$

$$\frac{Y - Y_1}{X - X_1} = \frac{16,4}{5}$$

بضرب طرفي المعادلة كالتالي:

$$5Y - (62,6 \times 5) = 16,4X - (16,4 \times 3)$$

$$5Y = 16,4X - 49,2 + 313$$

$$Y = 3,28X + 52,6$$

4.1.6 طريقة المربعات الصغرى (Oridinary Least Squares))

تعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من الطرق السابقة. وتهدف هذه الطريقة إلى تقدير معادلة الاتجاه العام، وذلك باستخدام أسلوب الانحدار الخطي البسيط، أين يتم تقليل مجموع مربعات الفروق بين القيم الحقيقية أو الفعلية (Y) والقيم التقديرية أو الاتجاهية $(\hat{Y})$.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + U_t$$

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t$$

بحيث:

$\hat{Y}_t$ القيمة الاتجاهية للسلسلة الزمنية في الفترة t.

b_0نقطة تقاطع خط الاتجاه العام مع المحور الصادي او الجزء الثابت.

b_1ميل خط الاتجاه العام.

t الزمن.

و نجد $_1$ و b_0 بتطبيق المعادلتين التاليتين:

$$b_1 = \frac{n\sum ty_t - \sum t \sum y_t}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_t}{n} - b_1 \frac{\sum t}{n}$$

حيث:

y_t القيمة الفعلية للسلسلة الزمنية في الفترة t.

n عدد الفترات.

مثال: لتكن البيانات التالية والتي تمثل تطور مبيعات منتوج A خلال 7 أسابيع :

الأسبوع	01	02	03	04	05	06	07
y_t(وحدة $\times 10^3$)	17	25	33	41	39	48	53

1-تقدير معادلة الاتجاه العام لتطور مبيعات المنتوج.

2-ما هو مستوى المبيعات المتوقع في الأسبوع الثامن؟

الحل:

1-تقدير معادلة الاتجاه العام:

الأسبوع	y	t	$y * t$	t^2
01	17	1	17	1
02	25	2	50	4
03	33	3	99	9
04	41	4	164	16
05	39	5	195	25
06	48	6	288	36
07	53	7	371	49
المجموع	**256**	**28**	**1184**	**140**

$$b_1 = \frac{n\sum ty_t - \sum t \sum y_t}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{7(1184) - 28(256)}{7(140) - (28)^2}$$

$$b_1 = 5{,}714$$

$$b_0 = \frac{\sum y_t}{n} - b_1 \frac{\sum t}{n} = \frac{256}{7} - 5{,}714 \times \frac{28}{7}$$

$$b_0 = 13{,}715$$

وبذلك تكون معادلة الاتجاه العام:

$$\widehat{y_t} = 13{,}715 + 5{,}714\, t$$

2-مستوى المبيعات المتوقع خلال الأسبوع الثامن:

الأسبوع الثامن يقابل المشاهدة رقم 10 وبالتالي عند تعويضها في معادلة الاتجاه العام التقديرية نتحصل على:

$$\hat{y}_{08} = 13{,}715 + 5{,}714\ (10)$$

$$\hat{y}_{08} = 70{,}855 \times 10^3$$

المحاضرة التاسعة:

2.6 تحليل مركبة الموسمية (S)

تتركز أهمية دراسة التغيرات الموسمية في كل من تخليص البيانات من أثر الموسم وفي التنبؤ.

وهناك عدة طرق لتقدير المركبة الموسمية (الفصلية). سنكتفي بذكر واحدة منها والتي تسمى **النسبة إلى الاتجاه العام**، والتي تعتمد هذه الطريقة على حساب **الدليل الموسمي**. ويمكن تعريف الدليل الموسمي على أنه نسبة مئوية توضح أثر الموسم في السلسلة الزمنية محل الدراسة، فإذا كان الدليل الموسمي لأحد المواسم **95%** مثلا، فهذا يدل على أن هذا الموسم يسجل **نقص قيم السلسلة الزمنية** بنسبة **5%**. أما إذا كان الدليل الموسمي مثلا **105%** دل ذلك على **قيم السلسلة الزمنية تزيد في هذا الموسم** بنسبة **5%**.

ويمكن حساب الدليل الموسمي باتباع الخطوات التالية:

1) رسم السلسلة الزمنية، وتحديد معادلة الاتجاه العام المناسبة.

2) إيجاد معادلة خط الاتجاه العام باستخدام طريقة OLS مع أخذ قيم t موسميا.

3) تكوين القيم الاتجاهية بالتعويض عن t في معادلة خط الاتجاه العام.

4) تكوين النسب الموسمية لكل موسم = $(100)\ X/\widehat{X}$

5) تكوين متوسط النسب الموسمية لكل موسم عبر السنوات وليكن m_i.

6) حساب الدليل الموسمي من المعادلة:

$$S_i = \frac{m_i}{\sum m_i} 100\ m$$

بحيث:

S_i الدليل الموسمي لكل موسم.

m عدد المواسم.

مثال: نفترض أن المعطيات التالية تمثل مبيعات فصلية (كل ثلاث أشهر) لشركة مختصة في بيع الأجهزة الكهرو منزلية، خلال ثلاث سنوات:

السنة	2020				2021				2022			
ربع السنة	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
المبيعات (10^2 وحدة)	3	7	9	2	4	5	6	4	8	10	12	6

1-أرسم تطور المبيعات لهذه الشركة، ماذا تلاحظ؟

2-أوجد معادلة الاتجاه العام.

3-أوجد القيم التقديرية (الاتجاهية) المقابلة للقيم الفعلية للمبيعات.

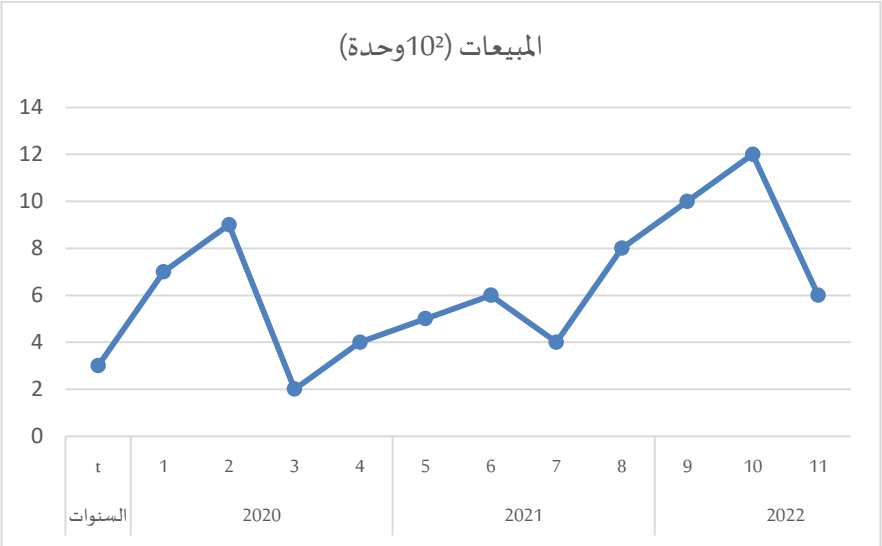
4-أوجد القيم المخلصة من أثر الاتجاه العام.

5-حدد تأثير كل موسم.

6-قدر المبيعات المتوقعة لسنة 2023.

الحل:

1-رسم تطور المبيعات لهذه الشركة:



رسم توضيحي 14: تطور المبيعات الفصلية لشركة مختصة في بيع الأجهزة الكهرو منزلية.

نلاحظ من الشكل أعلاه، أن السلسلة الزمنية لمبيعات الفصلية للأجهزة الكهرو منزلية تحتوي على مركبة الموسمية.

2-معادلة الاتجاه العام:

بتطبيق المعادلتين التاليتين:

$$b_1 = \frac{n\sum ty_t - \sum t \sum y_t}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_t}{n} - b_1 \frac{\sum t}{n}$$

نجد معادلة الاتجاه العام:

الحل:

1-تقدير معادلة الاتجاه العام:

السنة	الربع	الزمن t	المبيعات y_t	$y_t\,t$	t^2
2020	1	1	3	3	1
	2	2	7	14	4
	3	3	9	27	9
	4	4	2	8	16
2021	1	5	4	20	25
	2	6	5	30	36
	3	7	6	42	49
	4	8	4	32	64
2022	1	9	8	72	81
	2	10	10	100	100
	3	11	12	132	121
	4	12	6	72	144
المجموع	**n=12**	**Σt=78**	**Σy_t=76**	**$\Sigma y_t t$=552**	**Σt^2=650**

n: الفترات الزمنية.

لتقدير المعادلة التقديرية للاتجاه العام:

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 t$$

لدينا:

$$b_1 = \frac{n\sum ty_t - \sum t \sum y_t}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{12(552) - 78(76)}{12(650) - (78)^2}$$

$$\boldsymbol{b_1 = 0,40559}$$

وبالتالي يكون معدل التزايد كل فترة ربع سنة هو 0,40559 ألف وحدة.

$$b_0 = \frac{78}{12} - b_1 \frac{78}{12}$$

$$\boldsymbol{b_0 = 3,8636}$$

2-تقدير القيم الاتجاهية المقابلة للقيم الاصلية للمبيعات:

بالتعويض في قيم المعادلة:

$$\hat{y}_t = 3,8636 + 0,40559t$$

نجد القيم الاتجاهية، كما هو مبين في الجدول الموالي:

السنة	الربع	الزمن t	المبيعات y_t	القيم الاتجاهية $\hat{y}_t$	القيم المخلصة من أثر الاتجاه العام
2020	1	1	3	4,10256	0,7313
	2	2	7	4,50815	1,5527
	3	3	9	4,91374	1,8316
	4	4	2	5,31933	0,376
2021	1	5	4	5,72492	0,6987
	2	6	5	6,13051	0,8156
	3	7	6	6,94169	0,918
	4	8	4	7,34728	0,5762
2022	1	9	8	7,75287	1,0888
	2	10	10	8,15846	1,2898
	3	11	12	8,56405	1,4709
	4	12	6		0,7006
المجموع	**n=12**	**Σt=78**	**Σy_t=76**		

3-إيجاد القيم المخلصة من أثر الاتجاه العام:

نقسم قيمة الظاهرة / القيمة الاتجاهية (انظر الجدول أعلاه).

4-تأثير كل موسم:

لإيجاد تأثير كل موسم، سنقوم بترتيب القيم المخلصة من أثر الاتجاه العام، ثم نقوم بإيجاد متوسط القيم المخلصة من أثر الاتجاه العام لكل ربع للتعبير عن أثر هذا الربع، كالتالي:

تأثير الربع الأول: $\frac{0,7313+0,6987+1,0888}{3} = 0,8396$

تأثير الربع الثاني: $\frac{1,5527+0,8156+1,2898}{3} = 1,2194$

تأثير الربع الثالث: $\frac{1,8316+0,918+1,4709}{3} = 1,4068$

تأثير الربع الرابع: $\frac{0,376+0,5762+0,7006}{3} = 0,5509$

الموسم	2020	2021	2022	تأثير الموسم
الربع الأول	0,7313	0,6987	1,0888	0,8396
الربع الثاني	1,5527	0,8156	1,2898	1,2194
الربع الثالث	1,8316	0,918	1,4709	1,4068
الربع الرابع	0,376	0,5762	0,7006	0,5509
				4,0167

نلاحظ ان مجموع تأثير المواسم (الدليل الموسمي) = 4,0167، أي 401,76%.

وحيث يوجد 4 مواسم لذا فإن مجموع تأثيرات المواسم لا بد ان يساوي 400%.

ومنه لابد من تعديل قيم الدليل الموسمي **بمعامل التصحيح: 4,0167/4**

الموسم	تأثير الموسم	تأثير الموسم المعدل
الأول	0,8396	0,836109
الثاني	1,2194	1,21433
الثالث	1,4068	1,400951
الرابع	0,5509	0,54861
المجموع	**4,0167**	**4**

5-المبيعات المتوقعة لسنة 2023:

2023	**13**	10,592	8,856069
	14	10,99759	13,35471
	15	11,40318	15,9753
	16	11,80877	6,478404
المجموع			**Σ=44,66448**

ويتضح لنا أن المبيعات المتوقعة لسنة 2023 هو: 4466,448 وحدة.

3.6 تحليل مركبة الدورية (C)

هناك عدة طرق تسمح لنا حساب التغيرات الدورية، بهدف استبعاد أثر هذه التغيرات. ففي حالة ما إذا كانت السلسلة ذات بيانات سنوية، فهذا يعني عدم وجود تغيرات موسمية وتبعاً لنموذج الدورة الفجائية، ولفصل التغيرات العرضية نستخدم أسلوب المتوسطات المتحركة لإزالة التذبذب العشوائي في السلسلة الزمنية، وللتخلص من هذا الأثر يجمع كل عدد متتالي من السنوات (حسب طول الدورة) وبإيجاد المتوسط فتكون هذه المتوسطات هي القيم الاتجاهية.

أما إذا كانت السلسلة ذات بيانات موسمية فهذا يعني وجود تأثيرات اتجاهية وموسمية ودورية وفجائية، ولتقدير التغيرات الدورية لابد من إزالة أثر الاتجاه العام، وكذلك أثر التغيرات الموسمية أي قسم القيم الاصلية على حاصل ضرب (القيم الاتجاهية ضرب النسب الموسمية) ليبقى لدينا التغيرات الدورية فقط، وهذا على أساس أن التغيرات الفجائية هي تغيرات عشوائية يمكن اهمالها.

4.6 تحليل مركبة العشوائية (I)

تعتبر التغيرات العشوائية أحد مركبات السلسلة الزمنية التي تظهر بشكل غير منتظم وعموما خلال فترات قصيرة، يصعب أو يستحيل التنبؤ بها. وعادة ما يتم اعتبار مكونات السلسلة الزمنية التي لا يمكن تحليلها على أنها تغيرات عشوائية. بمعنى أخر ويمكن تقدير قوة تأثير التغيرات غير المنتظمة أو العشوائية عن طريق مقارنة القيم الأصلية بالقيم التقديرية المحسوبة على أساس خط الاتجاه العام والتقديرات الموسمية، فأي فرق أو انحراف بين القيمة الاصلية والقيمة النظرية تمثل التغيرات العشوائية.

سلسلة تمارين المحور الثاني

التمرين الأول: لتكن البيانات التالية والتي تمثل تطور سعر منتج خلال 10 أسابيع:

T=الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
السعر(ون)	40	30	50	60	40	70	50	60	80	85

1. مثل بيانيا هذه السلسلة الزمنية، ماذا تلاحظ؟
2. حدد الاتجاه العام للسلسة الزمنية بواسطة المتوسطات المتحركة البسيطة (k=3).
3. حدد الاتجاه العام للسلسة الزمنية بواسطة المتوسطات المتحركة (k=5).

التمرين الثاني: يمثل الجدول الموالي أجور العاملين بآلاف الدولار في احدى المؤسسات الأجنبية للفترة 2010-2017م.

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
الاجور	22	18	25	20	30	28	24	20

1. مثل بيانيا هذه السلسلة الزمنية، ماذا تلاحظ؟
2. حدد خط الاتجاه العام للأجور بطريقة المتوسطات النصفية.
3. احسب القيمة الاتجاهية لسنة 2020 بأخذ سنة 2010 كسنة أساس.

التمرين الثالث: إليك السلسلة الزمنية التالية والتي تمثل تطور المديونية الخارجية للجزائر من سنة 1994 إلى غاية 2003 (الوحدة: مليار دولار):

السنوات T=	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
المديونية الخارجية	29	32	34	31	30	28	25	23	23	22

المصدر: بنك الجزائر

1. حدد معادلة خط الاتجاه العام لتطور المديونية الخارجية للجزائر بطريقة المربعات الصغرى العادية.
2. أرسم خط الاتجاه العام لهذه السلسلة.
3. ماهي قيمة المديونية المتنبأ بها لسنة 2007.
4. أوجد مجال الثقة للتنبؤ عند مستوى الثقة 95%.

التمرين الرابع: يمثل الجدول التالي المبيعات الفصلية لإحدى المحلات خلال 3 سنوات:

السنوات	المبيعات (مليون دينار)			
	الفصل 1	الفصل 2	الفصل 3	الفصل 4
2015	1	2	7	9
2016	1	3	11	12
2017	5	6	11	14

المطلوب:

1. مثّل بيانيا السلسلة الزمنية؟ ماذا تلاحظ؟
2. باستخدام طريقة الشريط، اعط النموذج الرياضي الملائم لهذه الظاهرة؟
3. قدّر معادلة الاتجاه العام؟
4. أوجد المؤشرات الموسمية؟
5. قدّر المبيعات المتوقعة للفصل الثالث لسنة 2018؟

التمرين الخامس: يمثل الجدول التالي نفقات شركة النقل خلال 3 سنوات (أي خلال 6 سداسيات متتالية):

	2015	2016	2017
السداسي الأول	3	6	9
السداسي الثاني	9	14	15.5

المطلوب:

1. تمثيل السلسلة البيانية مع ذكر النموذج الرياضي الملائم؟
2. تقدير معادلة الاتجاه العام باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية؟
3. تحليل المركبة الموسمية (الفصلية)؟
4. تقدير النفقات المتوقعة للسداسي الأول لسنة 2019؟

المحور الثالث

التنبؤ باستخدام المتوسطات المتحركة

المحور الثالث

التنبؤ باستخدام المتوسطات المتحركة

المحاضرة العاشرة:

هناك العديد من تقنيات التنبؤ المختلفة والتي لا يمكن حصرها كلها. من بين هذه التقنيات نجد المتوسطات المتحركة. تعتبر طريقة المتوسطات المتحركة (Moving Average) من بين طرق تمهيد السلسلة الزمنية، بحيث تسمح بطمس تذبذبات المدى القصير لاستخراج التوجه العام من أجل اتخاذ القرار. تستخدم المتوسطات المتحركة غالبا لمعرفة تحركات الأسهم والبورصات والتداولات.

وسنتطرق في هذا المحور إلى كيفية الحصول على المتوسطات المتحركة البسيطة (نرمز لها MM) المتوسطات المتحركة المرجحة (نرمز لها MMP) والمتوسطات المتحركة التراكمية (نرمز لها MMC).

1. تقنية الأوساط المتحركة البسيطة (MM)

تعتمد تقنية MMعلى حساب متوسط حسابي لمجموعة من القيم المشاهدة، على أساس عدد معين من الفترات، وأخذ هذا المعدل كتنبؤ للمرحلة القادمة. والصيغة المستعملة في الحساب هي:

$$\hat{X}_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \cdots + X_{t-N+1}}{N}$$

بحيث:

$\hat{X}_{t+1}$: التوقع للفترة t+1

X_t : دليل الفترة

N عدد المستويات التي حسب على أساسها الوسط الحسابي.

مثال: نفترض أن لدينا سلسلة زمنية للطلب على سلعة معينة خلال 11 شهر.

أشهر السنة	الفترة t	الطلب الفعلي Xt
جانفي	1	2000
فيفري	2	1350
مارس	3	1950
أفريل	4	1975
ماي	5	3100
جوان	6	1750
جويلية	7	1550
أوت	8	1300
سبتمبر	9	2200
أكتوبر	10	2770
نوفمبر	11	2350
ديسمبر	12	-

المطلوب:

1-التوقع بالطلب لشهر ديسمبر، على أساس N=3 و N=5.

2-في رأيك ماهي أفضل قيمة توقعية؟

الحل:

1-التوقع بالطلب لشهر ديسمبر، على أساس N=3 و N=5.

أشهر السنة	الفترة t	الطلب الفعلي Xt	التوقع (على أساس N=3)	التوقع (على أساس N=5)
جانفي	1	2000	-	-
فيفري	2	1350	-	-
مارس	3	1950	-	-
أفريل	4	1975	**1767**	-
ماي	5	3100	**1758**	-
جوان	6	1750	**2342**	**2075**
جويلية	7	1550	**2275**	**2025**
أوت	8	1300	**2133**	**2065**
سبتمبر	9	2200	**1533**	**1935**
أكتوبر	10	2770	**1683**	**1980**
نوفمبر	11	2350	**2092**	**1915**
ديسمبر	12	-	**2440**	**2034**

2. تقنية الأوساط المتحركة المرجحة (MMP)

هذه الطريقة تعطي أوزنا مختلفة لقيم المشاهدات الفعلية والتي عددها N وذلك بإعطاء وزن أكبر للقيم الفعلية الحديثة. فمثلا إذا أردنا حساب الأوساط المتحركة على أساس ثلاث فترات نجد أن المستوى المتوقع $\hat{X}_{t+1}$ يحسب كمايلي:

$$\hat{X}_{t+1} = K_1 X_t + K_2 X_{t-1} + K_3 X_{t-2}$$

وإذا أردنا حساب الأوساط المتحركة على أساس أربع فترات نجد أن المستوى المتوقع $\hat{X}_{t+1}$ يحسب كمايلي:

$$\hat{X}_{t+1} = K_1 X_t + K_2 X_{t-1} + K_3 X_{t-2} + K_4 X_{t-3}$$

والشرط الأساسي في كل حالة هو أن:

$$\sum_{i=1}^{N} K_i = 1$$

مثال: نفترض أن لدينا سلسلة زمنية للطلب على سلعة معينة خلال 11 شهر.

أشهر السنة	الفترة t	الطلب الفعلي Xt
جانفي	1	4200
فيفري	2	4100
مارس	3	4300
أفريل	4	3800
ماي	5	3500
جوان	6	3700
جويلية	7	3400
أوت	8	3300
سبتمبر	9	3800
أكتوبر	10	4200
نوفمبر	11	4400
ديسمبر	12	-

المطلوب: تطبيق تقنية الأوساط المتحركة المرجحة على أساس ثلاث فترات N=3. باستخدام هيكلين مختلفين:

- الهيكل الأول: $K_1 = 0,5; K_2 = 0,3; K_3 = 0,2$
- الهيكل الثاني : $K_1 = 0,6; K_2 = 0,25; K_3 = 0,15$

- في رأيك أي الهيكلين أفضل؟

الحل:

بتطبيق تقنية الأوساط المتحركة المرجحة على أساس ثلاث فترات N=3. باستخدام هيكلين الهيكل الأول: $K_1 = 0,5; K_2 = 0,3; K_3 = 0,2$ ، نتحصل على النتائج الموضحة في الجدول الموالي:

أشهر السنة	الفترة t	الطلب الفعلي Xt	التوقع $K_1 = 0,5; K_2 = 0,3; K_3 = 0,2$
جانفي	1	4200	-
فيفري	2	4100	-
مارس	3	4300	-
أفريل	4	3800	4220
ماي	5	3500	4010
جوان	6	3700	3750
جويلية	7	3400	3660
أوت	8	3300	3510
سبتمبر	9	3800	3410
أكتوبر	10	4200	3570
نوفمبر	11	4400	3900
ديسمبر	12	-	**4220**

بتطبيق تقنية الأوساط المتحركة المرجحة على أساس ثلاث فترات N=3. باستخدام هيكلين الهيكل الأول: $K_1 = 0,6; K_2 = 0,25; K_3 = 0,15$ ، نتحصل على النتائج الموضحة في الجدول الموالي:

أشهر السنة	الفترة T	الطلب الفعلي Xt	التوقع $K_1 = 0,6; K_2 = 0,25; K_3 = 0,15$
جانفي	1	4200	-
فيفري	2	4100	-
مارس	3	4300	-
أفريل	4	3800	4235
ماي	5	3500	3970
جوان	6	3700	3695
جويلية	7	3400	3665
أوت	8	3300	3490
سبتمبر	9	3800	3385
أكتوبر	10	4200	3615
نوفمبر	11	4400	3965
ديسمبر	12	-	**4500**

سلسلة تمارين المحور الثالث

التمرين الأول: لتكن البيانات التالية والتي تمثل تطور الطلب على منتج خلال 09 أشهر:

T=الأشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9
االطلب	50	70	60	40	80	60	50	40	70

1. استخدم طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة للتنبؤ بالطلب للشهر العاشر (k=3).
2. استخدم طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة للتنبؤ بالطلب للشهر العاشر (k=4).
3. مثل في نفس الرسم البياني القيم الفعلية والقيم التقديرية. ماذا تلاحظ؟
4. في رأيك أي النموذجين أفضل؟

التمرين الثاني: تمثل السلسلة الزمنية التالية تطور المبيعات في احدى المؤسسات خلال 11 شهرا.

السنة	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
المبيعات	420	410	430	380	350	370	340	330	380	420	440

1. استخرج المتوسطات المتحركة المرجحة بالأوزان 4،3،2،1،5.
2. مثل في نفس الرسم البياني القيم الفعلية والقيم التقديرية. ماذا تلاحظ؟

التمرين الثالث: تمثل البيانات التالية تطور الطلب على منتج خلال الفترة من 2015 إلى 2020.

السنة	2015	2016	2017	2018	2019	2020
الطلب (10^3 وحدة)	5	10	12	12	16	17

1. أحسب القيمة التنبئية لفترة واحدة باستخدام المتوسطات المتحركة المرجحة لثلاث فترات مع إعطاء الأوزان للفترات الأحدث الأوزان التالية على التوالي: 0.5/0.3/0.2.
2. مثل في نفس الرسم البياني القيم الفعلية والقيم التقديرية. ماذا تلاحظ؟

التمرين الرابع: لتكن البيانات التالية والتي تمثل قيم سهم خلال 10 شهر:

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_t	52	51	53	48	45	47	44	43	48	52

1. استخدم طريقة الأوساط المتحركة المرجحة على أساس ثلاث فترات وهيكلين مختلفين:
   - الهيكل الأول: $K_1 = 0,5; K_2 = 0,3; K_3 = 0,2$
   - الهيكل الثاني: $K_1 = 0,6; K_2 = 0,25; K_3 = 0,15$
   - في رأيك أي الهيكلين أفضل؟
2. ارسم القيم الفعلية والقيم التقديرية في شكل واحد؟ علق على الرسم؟

التمرين الخامس: يمثل الجدول الموالي كمية استهلاك الغاز الطبيعي ($م^3$) لمجموعة من الأسر في مدينة معينة، خلال أربع سنوات حسب فصول السنة.

الفصول/ السنوات	2017	2018	2019	2020
الأول	1520	1879	2045	2486
الثاني	2514	2697	3258	3458
الثالث	3251	4523	3458	4856
الرابع	2458	1952	1523	2698

1. استخدم طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة للتنبؤ باستهلاك الغاز (k=3).
2. مثل بيانيا قيم السلسلة الفعلية وقيم السلسلة بعد حساب المتوسطات المتحركة، ماذا تلاحظ؟
3. قدر التغيرات الموسمية لهذه السلسلة الزمنية.
4. اشرح كيف يمكننا التنبؤ بقيمة استهلاك الغاز لسنة 2021؟

المحور الرابع

التنبؤ باستخدام المسح الأسي

المحور الرابع

التنبؤ باستخدام المسح الأسي

المحاضرة الحادية عشر:

إن تقنيات المتوسطات المتحركة تتطلب تخزين N من المشاهدات الفعلية الأخيرة التي تدخل في حساب الوسط الحسابي، وهذا ما قد يكون مكلفا أو غير متاح. وكما لاحظنا في المحور السابق فإن تقنية الأوساط المتحركة البسيطة تعطي نفس الأوزان لجميع قيم N، كما أنه ليس من الأمر البديهي تحديد هيكل معين في تقنية الأوسط المتحركة المرجحة.
ولتجاوز هذه النقائص استحدثت تقنية المسح الأسي، التي تهدف إلى إعطاء أوزان متناقصة أسيا للمشاهدات السابقة للسلسلة الزمنية.

وتمتاز نماذج التمهيد الأسي بـ:

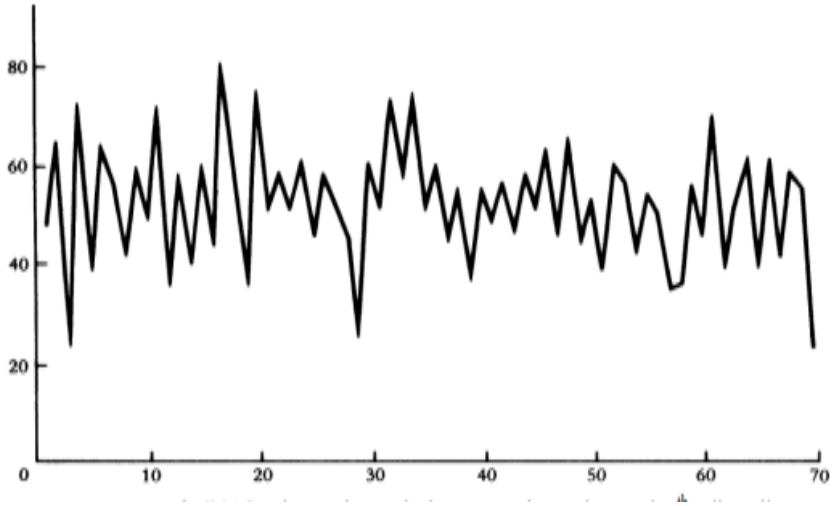
- ✓ سهولة استخدامها.
- ✓ دقة نتائجها.
- ✓ كفاءة تقديرها.
- ✓ عدم تقيدها بأي شروط ومحددات إحصائية.

وفق نماذج التمهيد، الذي يعطي لكل مشاهدة وزن مرافق لها يكبر هذا الوزن مع مشاهدات الفترة الزمنية القريبة من فترة التنبؤ ولأحدث المشاهدات، فإن ذلك يعني تمتع هذا الاسلوب بخاصية فقدان الذاكرة بحيث يجعل أهمية المشاهدة الحالية أفضل من سابقتها. وسنتطرق في هذا المحور تقديم أبرز طرق التمهيد الأسي.

1.1 نموذج التمهيد الأسي البسيط (Simple Exponential Smoothing: SES)

تستخدم هذه الطريقة في حالة السلاسل الزمنية التي تسلك مسارا عشوائيا حول وسط حسابي ثابت، أي أن السلسلة لا تحتوي على مركبة اتجاه عام ولا على مركبة أو تقلبات فصلية. ونقصد به كذلك النموذج المستقر.

مثال: نموذج لسلسلة مستقرة



رسم توضيحي 15: نموذج لسلسلة زمنية مستقرة

كما يقوم SES على المعادلات من الشكل:

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}_{t-1} + \alpha(Y_t - \hat{Y}_{t-1})$$

$$\hat{Y}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_{t-1}$$

بحيث:

$\hat{Y}_t$: القيمة المتنبأ بها في الفترة t

Y_t: قيمة المشاهدة في الفترة t

α : معامل التمهيد أو التلميس $\alpha \in [0,1]$

$\hat{Y}_{t-1}$: القيمة المتنبأ بها في الفترة السابقة $t-1$

علما أن القيمة المتنبأ بها في الفترة الأولى تعادل قيمة المشاهدة الحقيقية $\hat{Y}_1 = {}_1$.
نطبق المعادلة الأخيرة خلال الفترة الأولى فقط، ثم نعتمد على المعادلة الأولى حتى آخر مشاهدة، بعد ذلك يبدأ أفق التنبؤ الذي نرمز له بـ h وتكون المعادلة كالتالي:
$\hat{y}_{n+h} = \hat{y}_n$ مهما تكن قيمة h.

مثال: إليك المبيعات الشهرية لإحدى المؤسسات خلال 08 أسابيع:

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Y	30	40	40	30	20	20	30	30

المطلوب: قدر المبيعات خلال الأسابيع الثلاث الموالية، بالاعتماد على نموذج التمهيد الأسي البسيط *SES*، بأخذ $\alpha = 0.3$

الحل:

✓ عند الفترة الأولى $t=1$: $Y_1 = \widehat{\ }_1 = 30$

✓ نستعمل العلاقة التالية في حساب باقي القيم:

$$\hat{Y}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_{t-1}$$

$$\hat{Y}_2 = 0.3 * 40 + (1-0.3)30 = 33$$

$$\hat{Y}_3 = 0.3 * 40 + (1-0.3)33 = 35.1$$

$$\hat{Y}_4 = 0.3 * 30 + (1-0.3)35.1 = 33.57$$

$$\hat{Y}_5 = 0.3 * 20 + (1-0.3)33.57 = 29.499$$

$$\hat{Y}_6 = 0.3 * 20 + (1-0.3)29.499 = 26.649$$

$$\hat{Y}_7 = 0.3 * 30 + (1 - 0.3)26.649 = 27.654$$

$$\hat{Y}_8 = 0.3 * 30 + (1 - 0.3)27.654 = 28.35$$

✓ التنبؤ خلال الأفق h: $\hat{y}_{n+h} = \hat{y}_n$

$$\hat{y}_9 = \hat{y}_{10} = \hat{y}_{11} = \hat{y}_8 = 28.35$$

☜***<u>ملاحظة :</u>*** يتم تحديد ثابت التمهيد $\alpha \in [0,1]$ من خلال المقارنة بين عدة قيم مختلفة بالاعتماد على الرسم البياني أو مؤشرات الدقة، كقيم الانحراف المعياري (التي سنتطرق لها لاحقا).

2.1 نموذج التمهيد الأسي المزدوج(Double Exponential Smoothing: DES)

يستخدم التمهيد الأسي المضاعف في حالة احتواء السلسلة الزمنية على اتجاه عام وتكون من الشكل $y_t = a_t + \beta_t * t$ كما يعتمد قبل تقدير α و β على تمهيد أو تلميس السلسلة الزمنية مرتين متتاليتين وهذا ما جعله يسمى النموذج المزدوج أو الثنائي.

عند استخدام تقنية التمهيد الأسي المضاعف، يجب التمييز بين نوعين من التمهيد المضاعف: التمهيد المضاعف لـ **Holt**(1957) والتمهيد المضاعف لـ ***Brown*** (1957). سنقوم في هذه المحاضرة بشرح نموذج ***Brown***.

يتم التمهيد الأسي المضاعف وفق امرحلتين:

✓ **المرحلة الأولى:** نقوم بتمهيد السلسلة الأصلية بنفس طريقة التمهيد الأسي البسيط، وفقا للمعادلة التالية:

$$\hat{Y}_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_{t-1}$$

كما يمكن الحساب وفقا للمعادلة التالية:

$$\hat{Y}_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha)\hat{Y}_{t-1}$$

ثم نقوم بتمهيدها مرة ثانية بحيث تصبح المعادلة:

$$\hat{\hat{Y}}_t = a\hat{Y}_t + (1-a)\hat{\hat{Y}}_{t-1}$$

علما أن : $Y_1 = \hat{Y}_1 = \hat{\hat{Y}}_1$.

✓ **المرحلة الثانية:** بعد الحصول على السلسلة المملسة أو التي تم تمهيدها مرتين، نقوم بتقدير قيم a_t و β_t وفقا للمعادلات التالية:

$$a_t = 2\hat{Y}_t - \hat{\hat{Y}}_t$$

$$\beta_t = \frac{a}{1-a}\left(\hat{Y}_t - \hat{\hat{Y}}_t\right)$$

بعد تقدير القيمتين: نحسب القيمة التالية:

$$\mathrm{Y^p}_{t-1,t} = \alpha_t + \beta_t, (t = 1.2 \dots \dots \dots n+1)$$

ثم نقوم بالتنبؤ حسب h:

$$Y^{\mathrm{p}}{}_{n,n+h} = \alpha_{n+1} + \beta_{n+1} * \mathrm{h}\,, \qquad (\mathrm{h} = 2,3,4 \dots\dots)$$

مثال: ليكن لدينا المعطيات التالية:

t	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Y	**12**	**16**	**22**	**30**	**40**	**40**	**50**	**50**

المطلوب: أحسب القيم التنبؤية للأشهر 4 الموالية باستخدام طريقة التمهيد الأسي المضاعف؟ نأخذ معامل ثابت التمهيد $\alpha = 0.5$.

الحل:

الخطوة الأولى:

قيمة الانطلاق: $Y_1 = \hat{Y}_1 = 12$.

✓ $\hat{Y}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_{t-1}$

$$\hat{Y}_2 = 0.5 * 12 + (1-0.5)12 = 14$$

$$\hat{Y}_3 = 0.5 * 16 + (1-0.5)14 = 14$$

$$\hat{Y}_4 = 0.5 * 22 + (1-0.5)14 = 18$$

$$\hat{Y}_5 = 0.5 * 30 + (1-0.5)18 = 24$$

$$\hat{Y}_6 = 0.5 * 40 + (1-0.5)24 = 32$$

$$\hat{Y}_7 = 0.5 * 40 + (1-0.5)32 = 36$$

$$\hat{Y}_8 = 0.5 * 50 + (1-0.5)36 = 43$$

$$\hat{Y}_9 = 0.5 * 50 + (1-0.5)36 = 46.50$$

قيمة الانطلاق بالنسبة للتمهيد الثاني: $12 = Y_1 = \hat{Y}_1 = \hat{\hat{Y}}_1$

✓ $\hat{\hat{Y}}_t = a\hat{Y}_t + (1-a)\hat{\hat{Y}}_{t-1}$

$$\hat{\hat{Y}}_2 = 0.5 * 12 + 0.5 * 12 = 12$$

$$\hat{\hat{Y}}_3 = 0.5 * 14 + 0.5 * 12 = 13$$

$$\hat{\hat{Y}}_4 = 0.5 * 18 + 0.5 * 13 = 15.50$$

$$\hat{\hat{Y}}_5 = 0.5 * 24 + 0.5 * 15.50 = 19.75$$

$$\hat{\hat{Y}}_6 = 0.5 * 32 + 0.5 * 19.75 = 25.88$$

$$\hat{\hat{Y}}_7 = 0.5 * 36 + 0.5 * 25.88 = 30.94$$

$$\hat{\hat{Y}}_8 = 0.5 * 43 + 0.5 * 30.94 = 36.97$$

$$\hat{\hat{Y}}_9 = 0.5 * 46.50 + 0.5 * 36.97 = 41.73$$

ثم نقوم بتمهيد السلسلة مرة ثانية بحيث تصيح المعادلة:

$$a_t = 2\hat{Y}_t - \hat{\hat{Y}}_t$$

$$\beta_t = \frac{a}{1-a}\left(\hat{Y}_t - \hat{\hat{Y}}_t\right)$$

t	y	$\hat{Y}_t$	$\hat{\hat{Y}}_t$	a_t	β_t	$Y^p_{t-1,t}$
1	12	12	12	–	–	–
2	16	12	12	12	0	12
3	22	14	13	15	1	16
4	30	18	15.5	20.5	2.5	23
5	40	24	19.75	28.25	4.25	32.5
6	40	32	25.88	38.13	6.13	44.26
7	50	36	30.94	41.06	5.06	46.13
8	50	43	36.97	49.03	6.03	55.06
9		46.50	41.73	51.27	4.77	56.03
10						60.80
11						65.56
12						70.33

الخطوة الثانية: نقدر القيم

$$a_t = 2\hat{Y}_t - \hat{\hat{Y}}_t$$

$$a_2 = 2\hat{Y}_2 - \hat{\hat{Y}}_2 = 2 * 12 - 12 = 12$$

$$a_3 = 2\hat{Y}_3 - \hat{\hat{Y}}_3 = 2 * 14 - 13 = 15$$

$$a_4 = 2\hat{Y}_4 - \hat{\hat{Y}}_4 = 2 * 18 - 15.50 = 20.5$$

ونكمل باقي القيم حتى:

$$a_9 = 2\hat{Y}_9 - \hat{\hat{Y}}_9 = 2 * 46.50 - 41.37 = 51.27$$

$$\beta_t = \frac{a}{1-a}\left(\hat{Y}_t - \hat{\hat{Y}}_t\right)$$

$$\beta_2 = \frac{0.5}{1-0.5}(12-12) = 0$$

$$\beta_2 = 1(14-13) = 1$$

ونكمل حتى β_9 بنفس الطريقة النتائج مبينة في الجدول أعلاه.

نحسب قيم التنبؤ الجديدة للسلسلة:

$$\mathrm{Y^p}_{t-1,t} = \alpha_t + \beta_t, (t = 1.2 \dots \dots \dots n+1)$$

$$\mathrm{Y^p}_{2-1,2} = \alpha_2 + \beta_2 = 12 + 0 = 12$$

$$\mathrm{Y^p}_{3-1,3} = \alpha_3 + \beta_3 = 15 + 1 = 16$$

ونكمل باقي القيم حتى $\mathrm{Y^p}_{9-1,9}$.

$$\mathrm{Y^p}_{9-1,9} = \alpha_9 + \beta_9 = 51.27 + 4.77 = 56.03$$

ثم نقوم بالتنبؤ حسب h:

$$Y^{\mathrm{p}}{}_{\mathrm{n,n+h}} = \alpha_{n+1} + \beta_{n+1} * \mathrm{h}\,, \qquad (\mathrm{h} = 2,3,4 \dots\dots)$$

$$Y^{\mathrm{p}}{}_{8,8+2} = Y^{\mathrm{p}}{}_{8,10} = \alpha_9 + \beta_9 * 2 = 51.27 + 4.77 * 2 = 60.80$$

$$Y^{\mathrm{p}}{}_{8,8+3} = Y^{\mathrm{p}}{}_{8,11} = \alpha_9 + \beta_9 * 3 = 51.27 + 4.77 * 3 = 65.564$$

$$Y^{\mathrm{p}}{}_{8,8+4} = Y^{\mathrm{p}}{}_{8,12} = \alpha_9 + \beta_9 * 4 = 51.27 + 4.77 * 4 = 70.33$$

المحاضرة الثانية عشر:

3.1 نموذج التمهيد الأسي لـ Holt–Winter:

في عام 1960، نشر الباحث P.R.Winter بحثا يتضمن شرحا لكيفية استخدام أسلوب التمهيد الأسي في حالة التنبؤ بسلسلة زمنية تحتوي على الاتجاه العام والموسمية. ولقد قدم الباحث Prajakta S.Kalekar(2004) بحثا تضمن تحليل بيانات السلسلة الزمنية بواسطة طريقة Winters –Holt باستخدام نموذجين رئيسيين هما النموذج الموسمي الجمعي والنموذج الموسمي الضربي:Holt–Winter–additive /–Holt–Winter multiplicative.

وتعتمد طريقة Holt–Winters على ثلاث معادلات، تهدف كل منها إلى تقدير المكونات الثلاثة للسلسلة الزمنية وهي: العشوائية والاتجاه والموسمية.

يتم تقدير المكونات الثلاث من خلال استخدام ثلاث معاملات α و β و γ كأوزان.

1.1.3 تمهيد Holt–Winters للنموذج الجدائي

يتم إدخال المكون الموسمي بطريقة مضاعفة، في هذه الحالة:

$$\hat{y}_t = (\alpha_t + \beta)_t S_t + \varepsilon_t$$

–تجانس المتوسط a بمعامل تجانس α ، مع$\alpha \in [0; 1]$.

– تجانس الاتجاه b بمعامل تجانس β ، مع $\beta \in [0; 1]$.

– تجانس الموسمية S بمعامل تجانس γ مع$\gamma \in [0; 1]$.

صياغة:

تجانس المتوسط: $a_t = \alpha\left(\frac{y_t}{S_{t-p}}\right) + (1-\alpha)(\alpha_{t-1} + b_{t-1})$

تجانس الاتجاه: $b_t = \beta(\alpha_t - \alpha_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$

تجانس الموسمية: $S_t = \gamma\left(\frac{y_t}{\alpha_t}\right) + (1-\gamma)\, S_{t-p}$

التنبؤ على مدى أفق من فترات h:

$1 \leq h \leq p$ $\quad \hat{y}_{t+h} = (\alpha_t + hb_t)S_{t-p} + h$

$p+1 \leq h \leq 2p$ $\quad \hat{y}_{t+h} = (\alpha_t + hb_t)S_{t-2p+h}$

مع :

a_t = المتوسط السلس للسلسلة في t .

y_t =القيمة المرصودة للسلسلة في t .

S_t =المعامل الموسمي في t .

p = دورية البيانات p = 12 شهريًا ، p = 4 ربع سنوي.

b_t =الاتجاه المقدر في t .

في بعض كتابات النموذج، ترضي المعاملات الموسمية الخاصية:

$$\sum_{i=1}^{p} S_i = p$$

وفقًا لمبدأ حفظ المناطق، إذا لم يكن الأمر كذلك، فهذه المعاملات يتم تصحيحها (Si ′)بنفس الطريقة كما في الطريقة التقليدية.

يتم تقدير المعاملات الموسمية للسنة الأولى بالقيمة الملحوظة في (y_t) t مقسومة على المتوسط y من الملاحظات p الأولى للسنة الأولى.

$$S_t = \frac{\hat{y}}{y} \qquad \text{حيث :} \quad t = 1 \dots p$$

مثال: ليكن لديك سلسلة زمنية شهرية لمبيعات منتج ما خلال سنتين.

السنة 1	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبنمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
Y_t	109	85	145	117	94	133	105	91	172	154	114	173
السنة 2	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبنمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
Y_t	162	135	177	187	154	197	204	154	197	176	188	241

المطلوب:

- مثل هذه السلسلة الزمنية بيانيا، ماذا تلاحظ؟
- استخدام التمهيد الأسي لـ HW بالمعاملات 0.07 و 0.27 مع تقدير قيم المبيعات للثلاث أشهر من السنة الموالية.

2.1.3 تمهيد Holt–Winters للنموذج الجمعي

يتم إدخال المكون الموسمي في هذه الحالة:

$$y_t = (\alpha_t + \beta_t) + S_t + \varepsilon_t$$

صياغة:

تجانس المتوسط:

$$a_t = \alpha\left(y_t - S_{t-p}\right) + (1-\alpha)(\alpha_{t-1} + b_{t-1})$$

تجانس الاتجاه

$$b_t = \beta(\alpha_t - \alpha_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

تجانس الموسمية:

$$S_t = \gamma(y_t - \alpha_t) + (1-\gamma)S_{t-p}$$

التنبؤ على مدى أفق من فترات h :

$$1 \le h \le p \qquad \hat{y}_{t+h} = (\alpha_t + hb_t)S_{t-p+h}$$

$$p+1 \le h \le 2p \qquad \hat{y}_{t+h} = (\alpha_t + hb_t)S_{t-2p+h}$$

في هذه الحالة ، فإن مبدأ الحفاظ على المنطقة يعني:

$$\sum_{i=1}^{p} S_i = 0$$

اختيار المعلمات:

تم تحسين المعلمات α ،β ،γ كما هو الحال بالنسبة للطرق غير الموسمية عن طريق تقليل مجموع مربعات أخطاء التنبؤ بين القيمة المرصودة للسجل وقيم التنبؤ.

مثال: ليكن لديك سلسلة زمنية فصلية لمبيعات منتج ما خلال 03 سنوات.

السنة	1				2				3			
ربع السنة	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Y_t	47	51	65	55	51	53	73	61	56	63	79	68

المطلوب:

- مثل هذه السلسلة الزمنية بيانيا، ماذا تلاحظ؟
- استخدام التمهيد الأسي لـ HW الجمعي بالمعاملات 0.2 و 0.1 و 0.6 مع تقدير قيم المبيعات للسنة الموالية.

سلسلة تمارين المحور الرابع

التمرين الأول: لديك البيانات التالية للمبيعات الشهرية لمؤسسة ما.

الشهر	ديسمبر	مارس	جوان	سبتمبر	ديسمبر	مارس	جوان	سبتمبر	ديسمبر	مارس	جوان	ديسمبر
Y	50	48	40	34	45	42	38	30	40	38	36	30

1- قم بتمهيد السلسلة بمعامل $\alpha = 0,4$ وقدر المبيعات الثلاثية للسنة المقبلة.

2- مثل بيانيا القيم الفعلية والقيم التقديرية، ماذا تلاحظ؟

التمرين الثاني: لتكن البيانات التالية والتي تمثل قيم سهم خلال 10 شهر:

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_t	42	41	43	38	35	37	34	33	38	42

3. قم بتمهيد أسي للسلسلة مع اعتماد: $\alpha = 0,3$ $\alpha = 0,7$ مع التنبؤ للأشهر الثلاث المقبلة؟
4. أحسب خطأ التقدير في كلا الحالتين، ماذا تلاحظ؟
5. قارن من خلال الرسم بين القيم الفعلية والقيم التنبؤية.

التمرين الثالث: ليكن لديك المعطيات التالية:

t	1	2	3	4	5	6	7	8
Y_t	55	63	66	63	67	67	69	75

1. أحسب القيم التنبؤية للأشهر 4 الموالية باستخدام طريقة التمهيد الأسي المضاعف؟ نأخذ معامل ثابت التمهيد $\alpha = 0.5$.

المحور الخامس

تطبيقات على الحاسوب

المحور الخامس

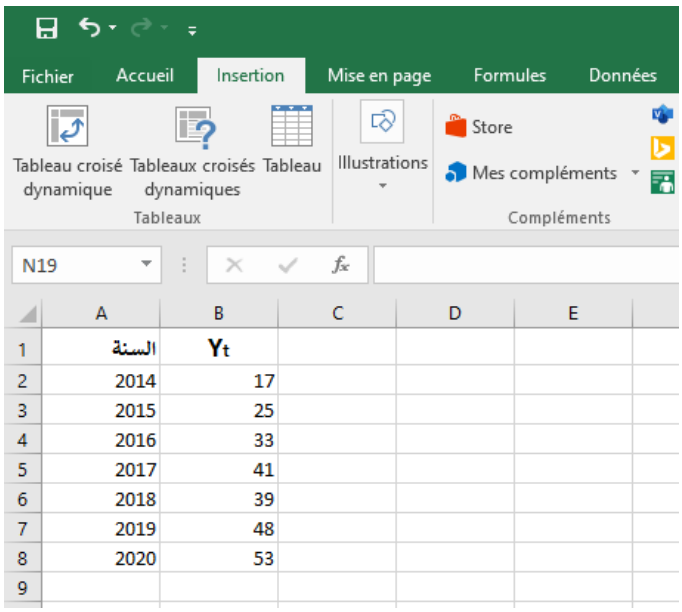
تطبيقات على الحاسوب

التطبيق رقم 01: تمثيل سلسلة زمنية.

يعتبر تمثيل السلسلة الزمنية أول خطوة يجب القيام بها قبل أي دراسة تحليلية. وسنقوم في هذا التطبيق بإعطاء الطالب أهم خطوات رسم سلسلة زمنية باستخدام برنامج Excel.

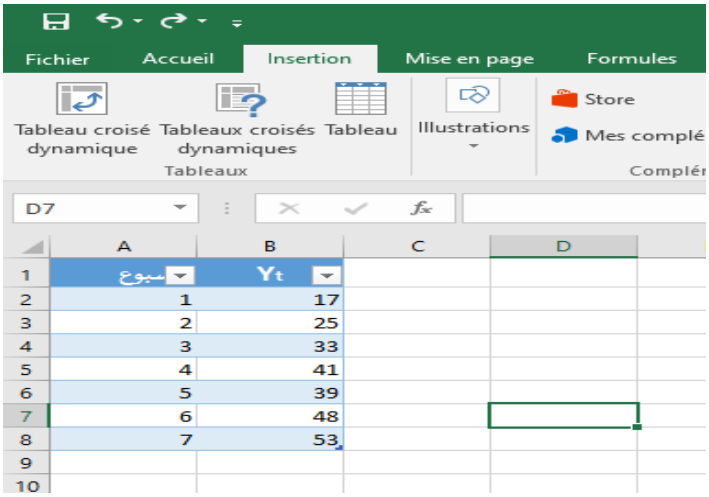
1- نقوم أولا بإدخال البيانات في ورقة Excel:

نأخذ مثال تطور مبيعات منتوج A خلال 7 أسابيع ص53



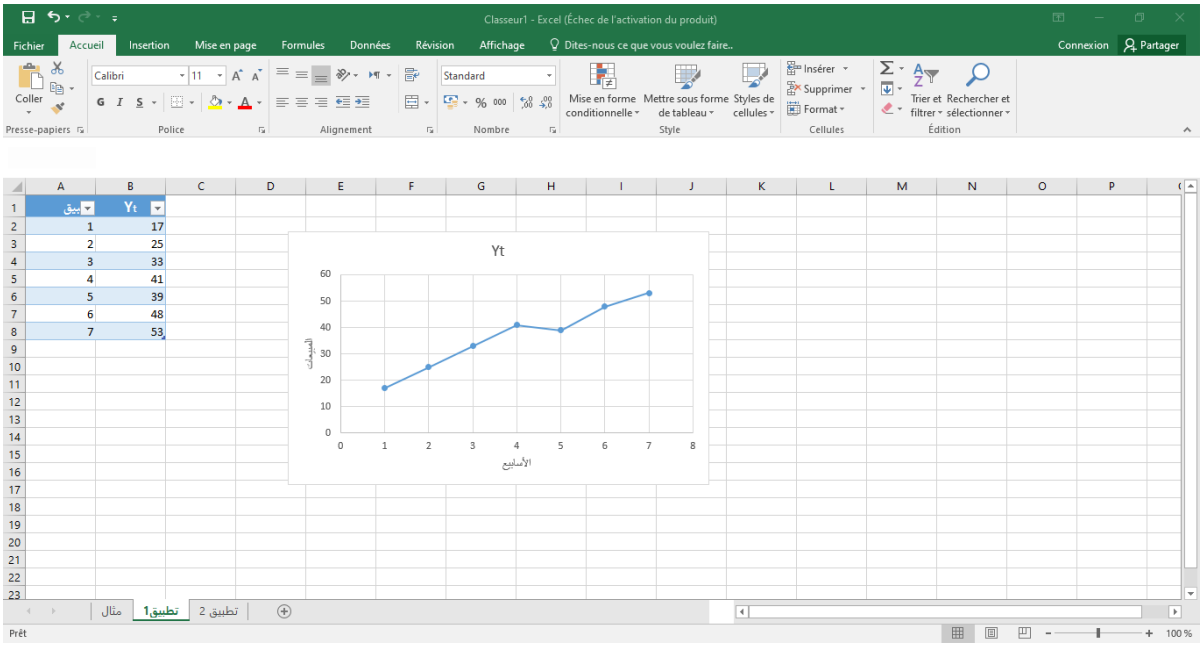
	A	B	C	D	E
1	السنة	Y_t			
2	2014	17			
3	2015	25			
4	2016	33			
5	2017	41			
6	2018	39			
7	2019	48			
8	2020	53			
9					

2- نحول البيانات إلى جدول: Insert→Table→ ok



3- نختار الرسم البياني المناسب للسلسلة الزمنية، عادة المنحنى البياني:

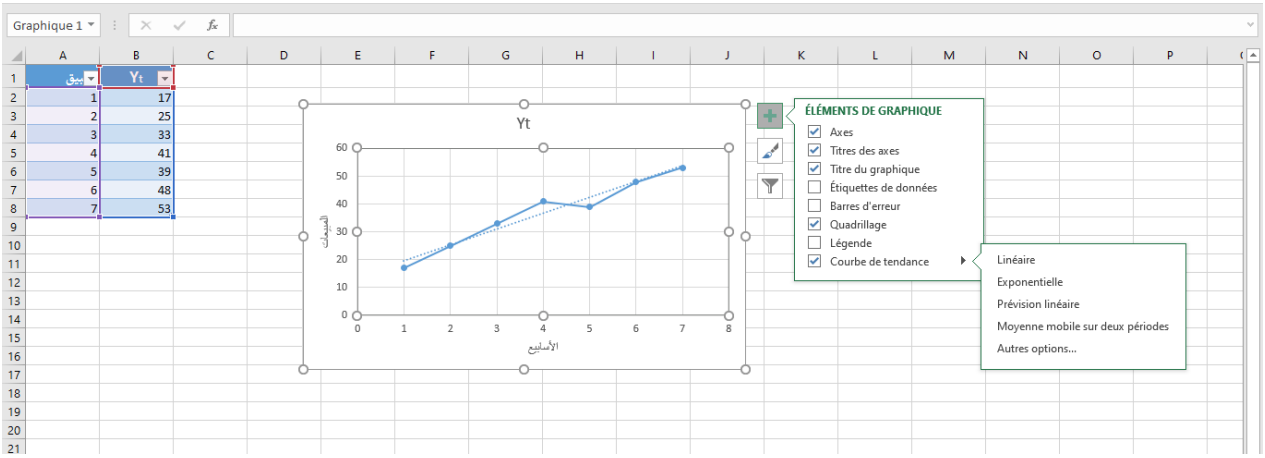
Insert→Charts→Line



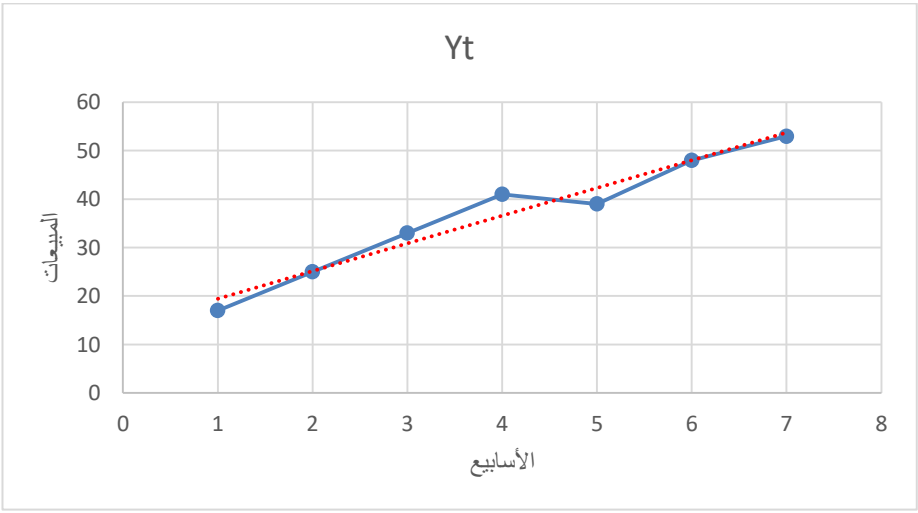
التطبيق رقم 02: تمثيل خط الاتجاه العام لسلسلة زمنية.

نأخذ نفس المثال السابق لتطور مبيعات منتوج A خلال 7 أسابيع ص53.

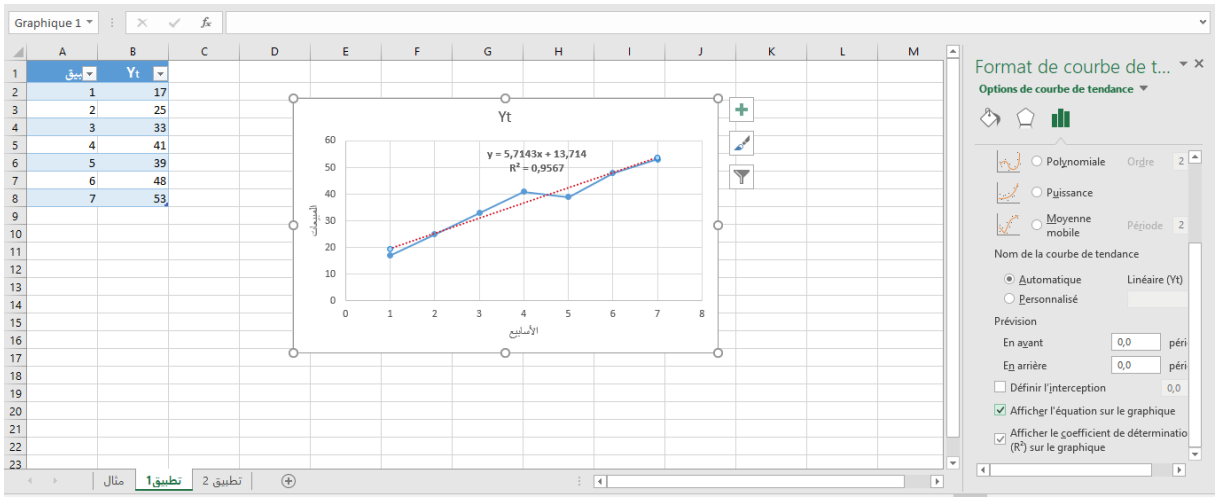
يتم رسم خط الاتجاه العام لسلسلة زمنية بالنقر على الزر الأيمن للفأرة على الرسم البياني، ثم نقوم بإضافة الاتجاه العام المناسب (الخطي في هذا المثال) من قائمة الاختيارات:



فنتحصل على خط الاتجاه العام، كما هو موضح في الشكل التالي:



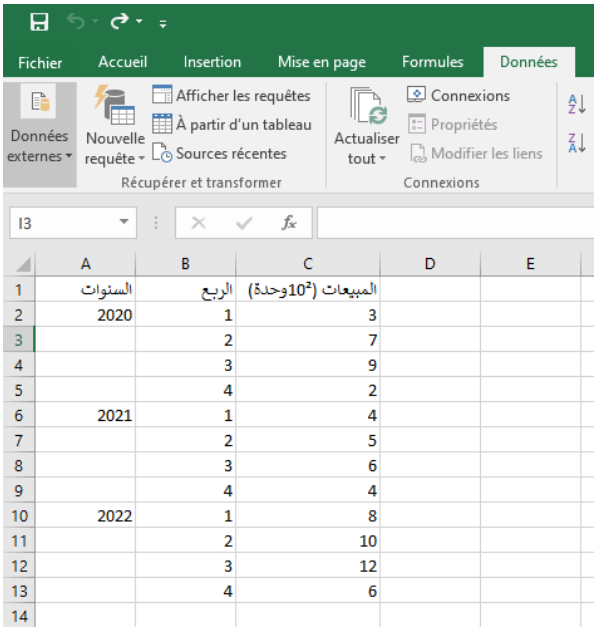
يمكن أيضا إظهار معادلة الاتجاه العام ومعامل الارتباط من قائمة المربع الذي يظهر على اليمين، كما هو موضح في الشكل التالي:


Graphique 1
Yt
y = 5,7143x + 13,714
R² = 0,9567
Format de courbe de t...
Options de courbe de tendance
Polynomiale
Puissance
Moyenne mobile
Nom de la courbe de tendance
Automatique
Linéaire (Yt)
Personnalisé
Prévision
En avant
En arrière
Définir l'interception
Afficher l'équation sur le graphique
Afficher le coefficient de détermination sur le graphique
مثال
تطبيق1
تطبيق 2

التطبيق رقم 03: التنبؤ في حالة سلسلة زمنية موسمية.

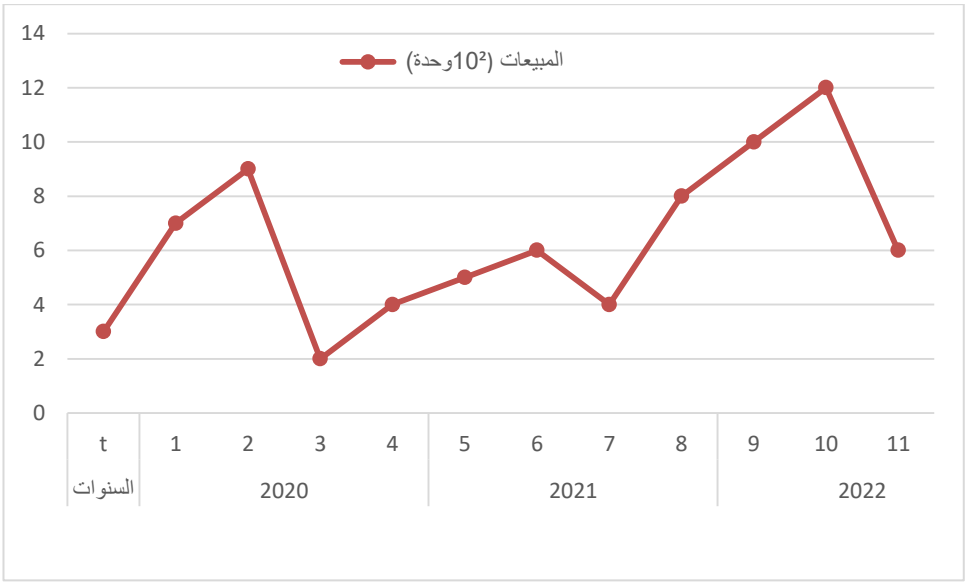
في هذا التطبيق سنقدم كيفية التنبؤ بقيم سلسلة زمنية موسمية باستخدام برنامج Excel وذلك من خلال تطبيق معطيات المثال ص56، الخاص بالمبيعات الفصلية (كل ثلاث أشهر) لشركة مختصة في بيع الأجهزة الكهرو منزلية، خلال ثلاث سنوات.

1-نقوم أولا بإدخال البيانات في ورقة Excel:

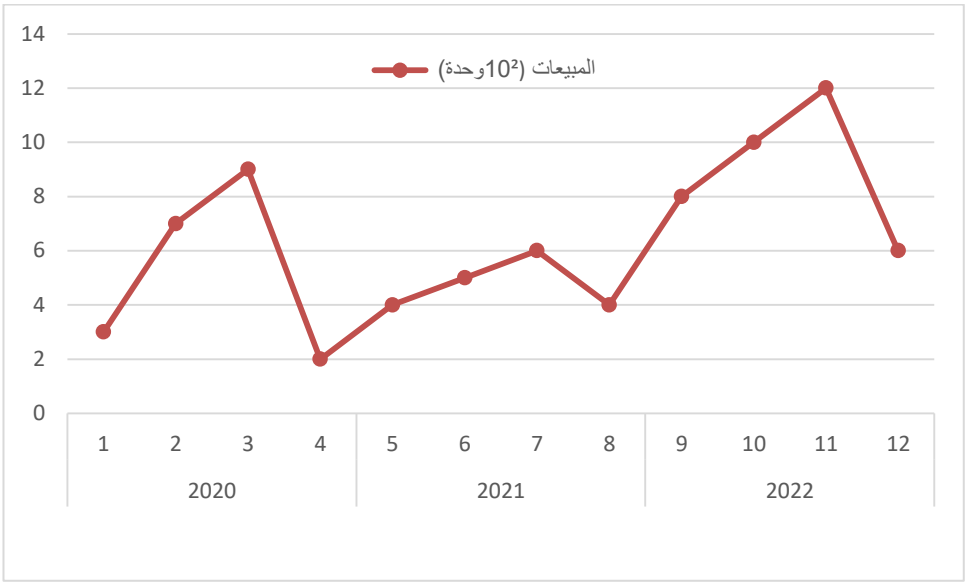


	A	B	C	D	E
1	السنوات	الربع	المبيعات (10^2وحدة)		
2	2020	1	3		
3		2	7		
4		3	9		
5		4	2		
6	2021	1	4		
7		2	5		
8		3	6		
9		4	4		
10	2022	1	8		
11		2	10		
12		3	12		
13		4	6		
14					

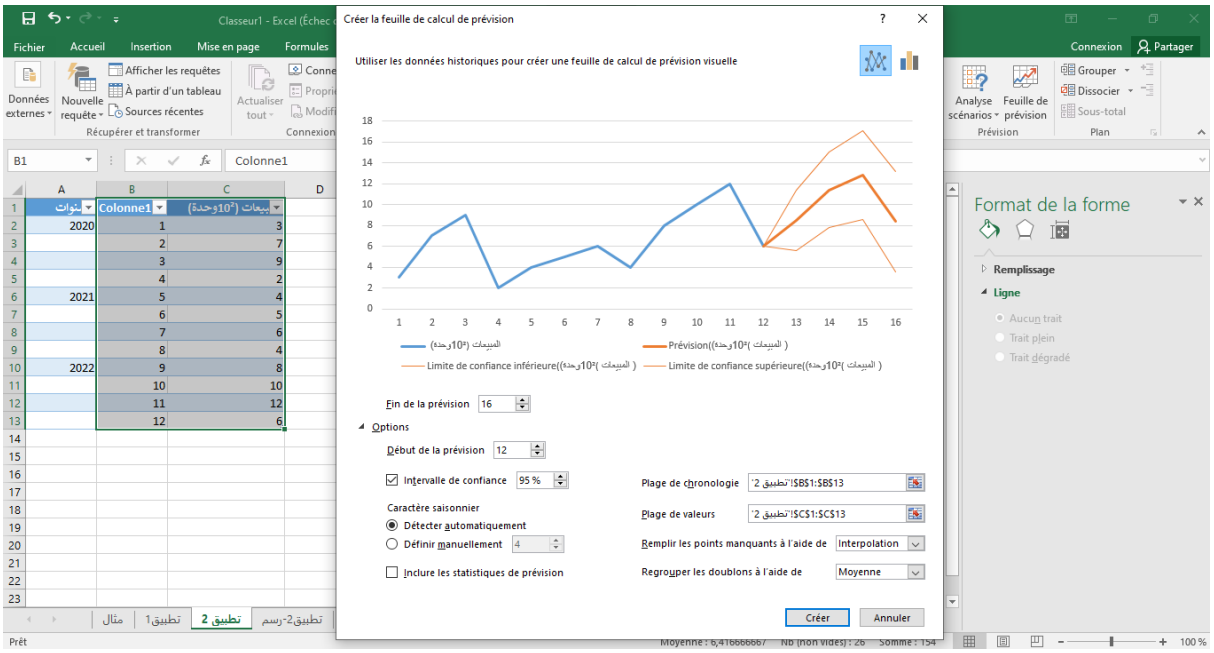
2-نقوم برسم السلسلة الزمنية:



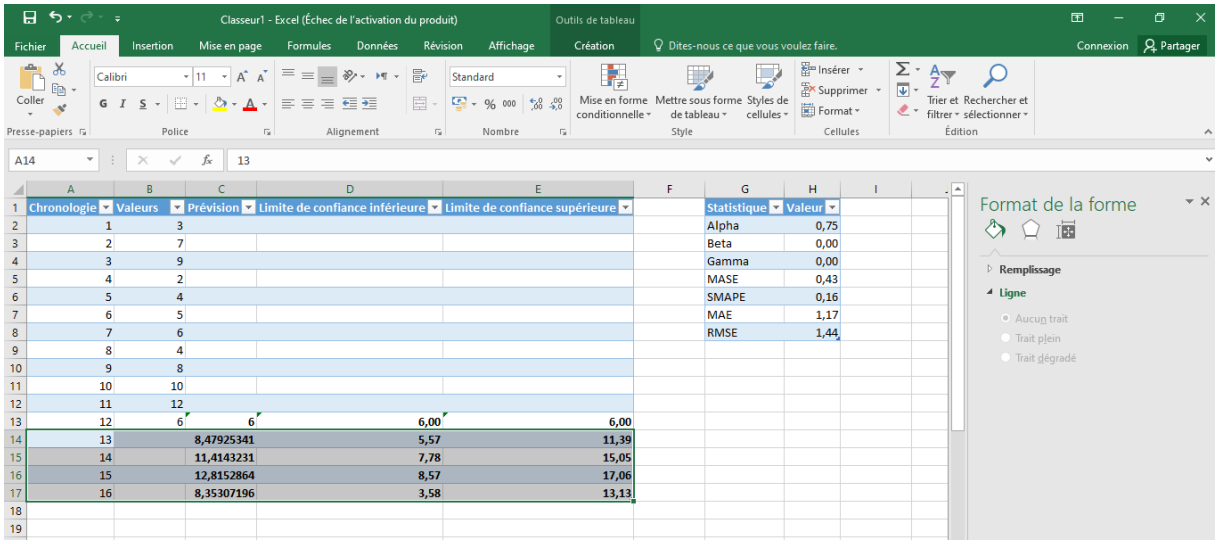
3-نقوم برسم السلسلة الزمنية:



4- بما أن السلسلة الزمنية تحتوي على الموسمية، نقوم بإيجاد القيم المتوقعة (التنبؤات) لسنة 2023 من خلال الضغط على: DATA→ Forecast Sheet فنتحصل على الشاشة التالية:

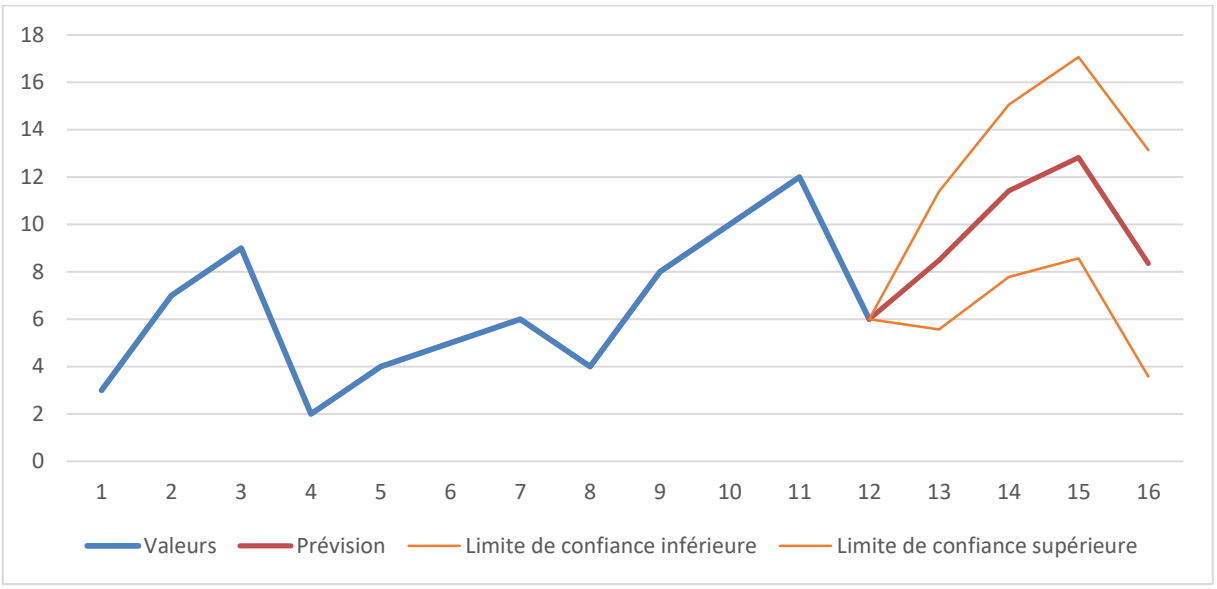


من خلال هذه الشاشة نستطيع التنبؤ بقيمة المبيعات لسنة 2023 بأخذ الموسمية بعين الاعتبار ونتحصل على النتائج التالية:



Chronologie	Valeurs	Prévision	Limite de confiance inférieure	Limite de confiance supérieure
1	3			
2	7			
3	9			
4	2			
5	4			
6	5			
7	6			
8	4			
9	8			
10	10			
11	12			
12	6	6	6,00	6,00
13	8,47925341	5,57	11,39	
14	11,4143231	7,78	15,05	
15	12,8152864	8,57	17,06	
16	8,35307196	3,58	13,13	

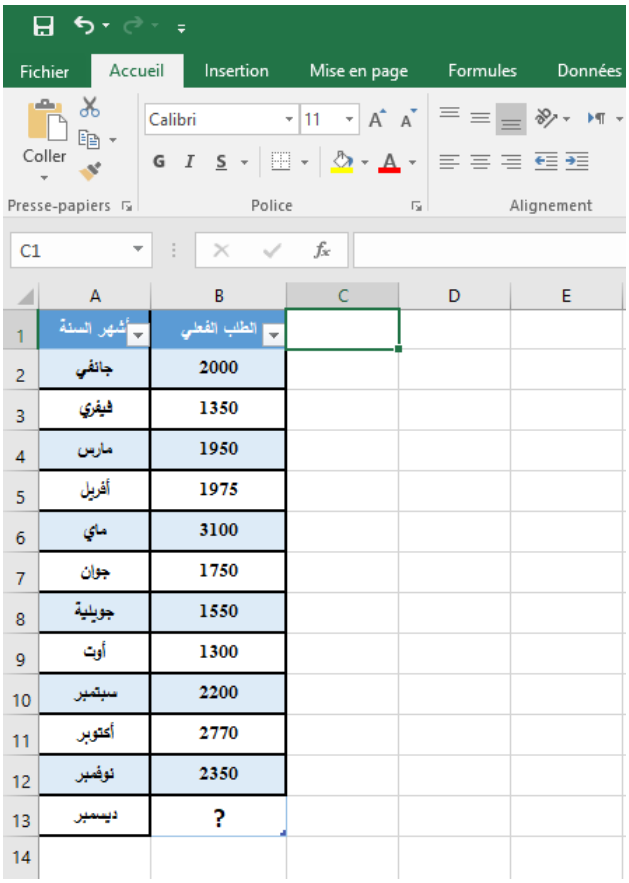
Statistique	Valeur
Alpha	0,75
Beta	0,00
Gamma	0,00
MASE	0,43
SMAPE	0,16
MAE	1,17
RMSE	1,44



التطبيق رقم 04: حساب وتمثيل المتوسطات المتحركة البسيطة.

سنقوم في هذا التطبيق بشرح كيفية حساب وتمثيل المتوسطات المتحركة وذلك من خلال معطيات المثال ص 66، وذلك للتوقع بالطلب الشهري على سلعة معينة باستخدام الأوساط المتحركة البسيطة على أساس N=3.

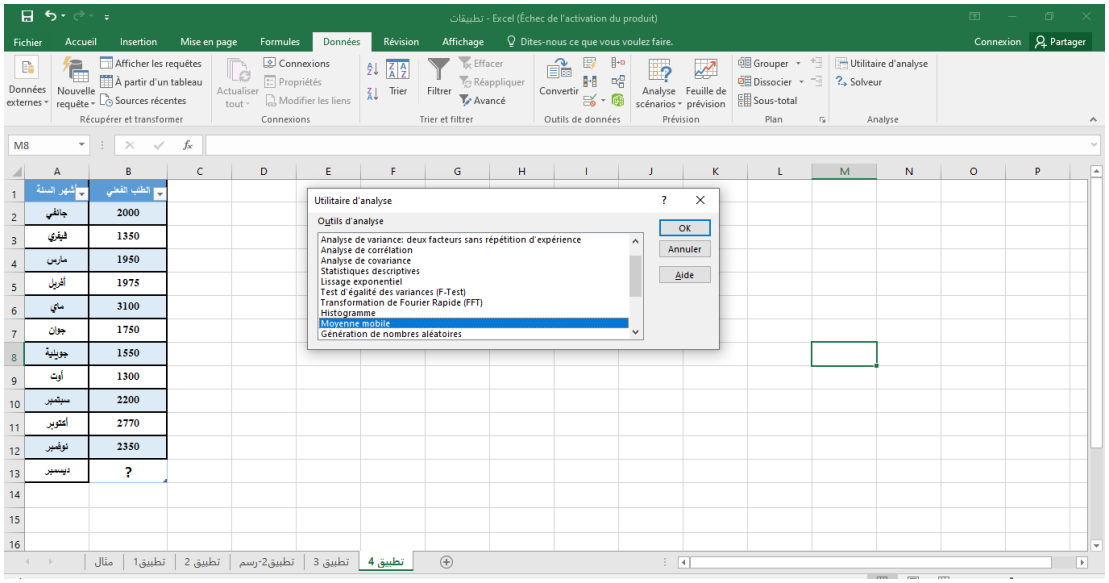
1-نقوم أولا بإدخال البيانات في ورقة Excel:



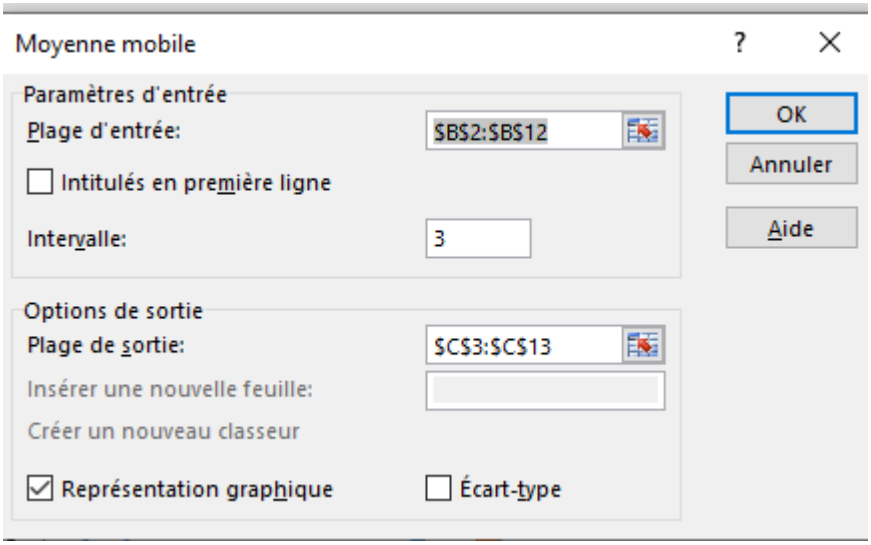
	A	B	C	D	E
1	أشهر السنة	الطلب الفعلي			
2	جانفي	2000			
3	فيفري	1350			
4	مارس	1950			
5	أفريل	1975			
6	ماي	3100			
7	جوان	1750			
8	جويلية	1550			
9	أوت	1300			
10	سبتمبر	2200			
11	أكتوبر	2770			
12	نوفمبر	2350			
13	ديسمبر	?			
14					

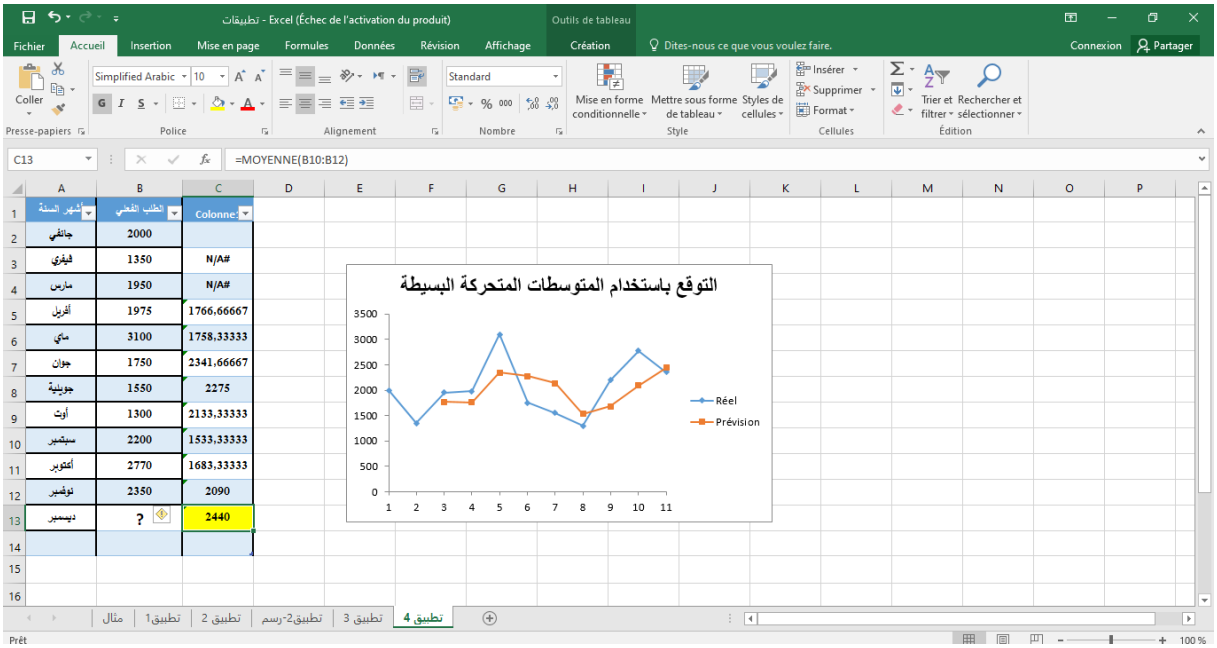
2-نقوم بحساب المتوسطات المتحركة على أساس N=3:

Data→Data Analysis→Moving Average

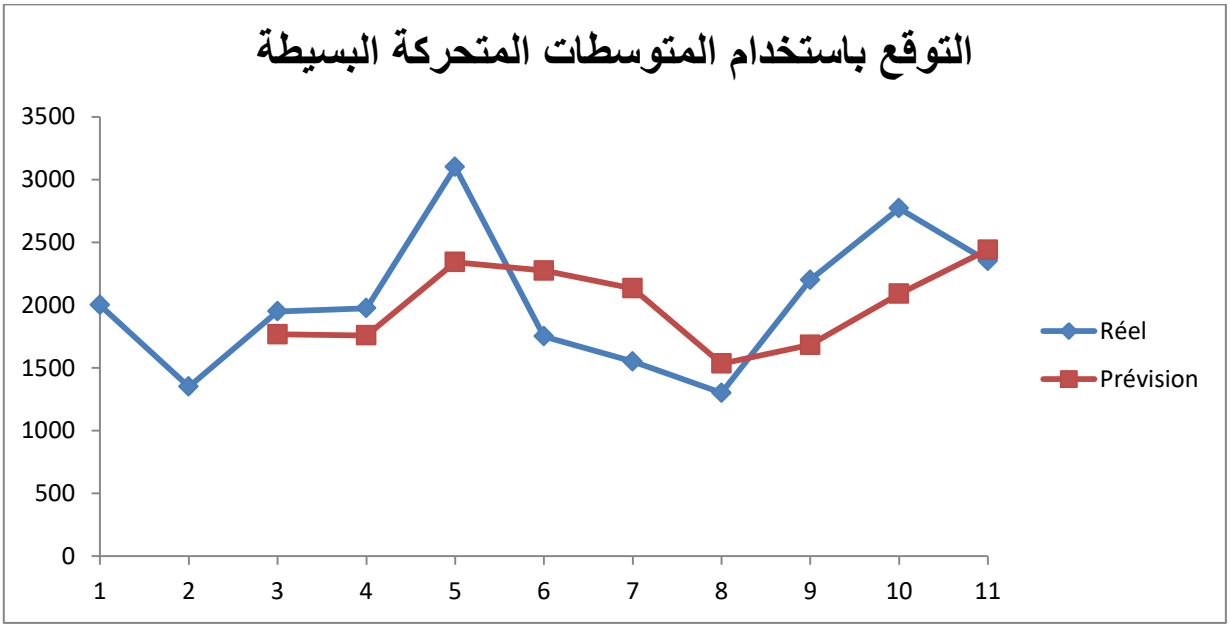


3-نقوم بحساب المتوسطات المتحركة على أساس N=3، من خلال ملء الشاشة التالية:





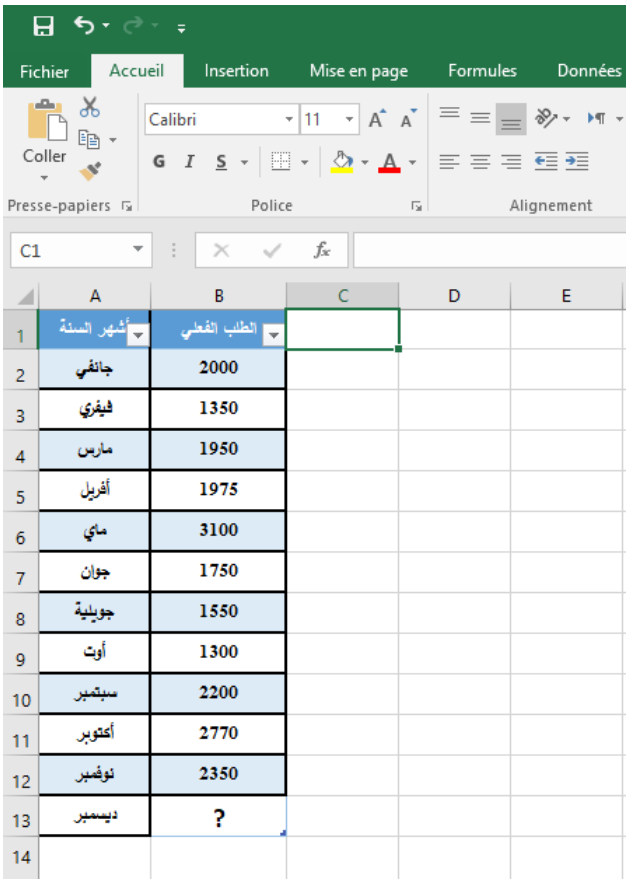
أشهر السنة	الطلب الفعلي	Colonne1
جانفي	2000	
فيفري	1350	N/A#
مارس	1950	N/A#
أفريل	1975	1766,66667
ماي	3100	1758,33333
جوان	1750	2341,66667
جويلية	1550	2275
أوت	1300	2133,33333
سبتمبر	2200	1533,33333
أكتوبر	2770	1683,33333
نوفمبر	2350	2090
ديسمبر	?	2440



التطبيق رقم 5: التمهيد الأسي البسيط.

سنقوم في هذا التطبيق بشرح كيفية التنبؤ باستخدام تقنية المسح الأسي، وذلك من خلال معطيات نفس المثال السابق ص 66، وذلك للتوقع بالطلب الشهري على سلعة معينة، وذلك بأخذ ثلاث قيم مختلفة لثابت المسح α.

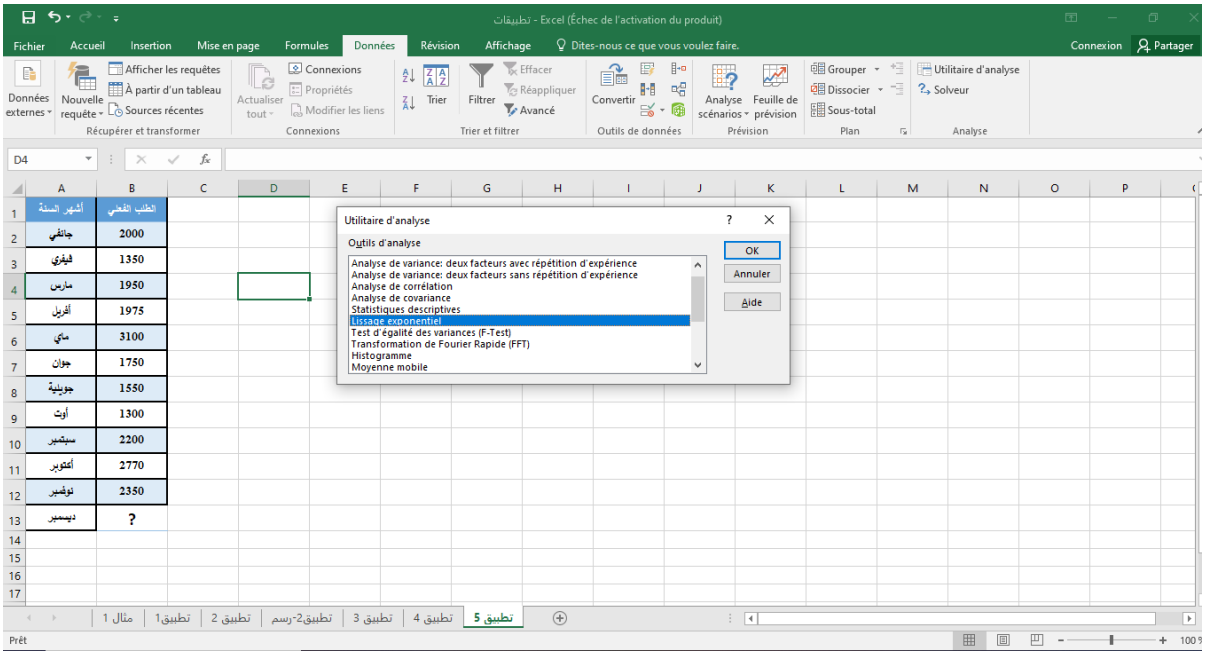
1-نقوم أولا بإدخال البيانات في ورقة Excel:



	A	B	C	D	E
1	أشهر السنة	الطلب الفعلي			
2	جانفي	2000			
3	فيفري	1350			
4	مارس	1950			
5	أفريل	1975			
6	ماي	3100			
7	جوان	1750			
8	جويلية	1550			
9	أوت	1300			
10	سبتمبر	2200			
11	أكتوبر	2770			
12	نوفمبر	2350			
13	ديسمبر	?			
14					

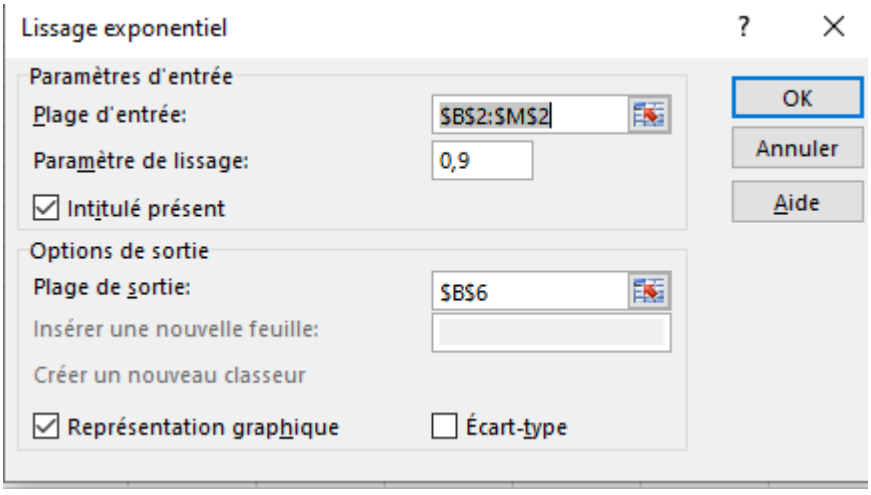
2-نقوم بحساب المتوسطات المتحركة على أساس N=3:

Data→Data Analysis→Exponentiel Smoothing

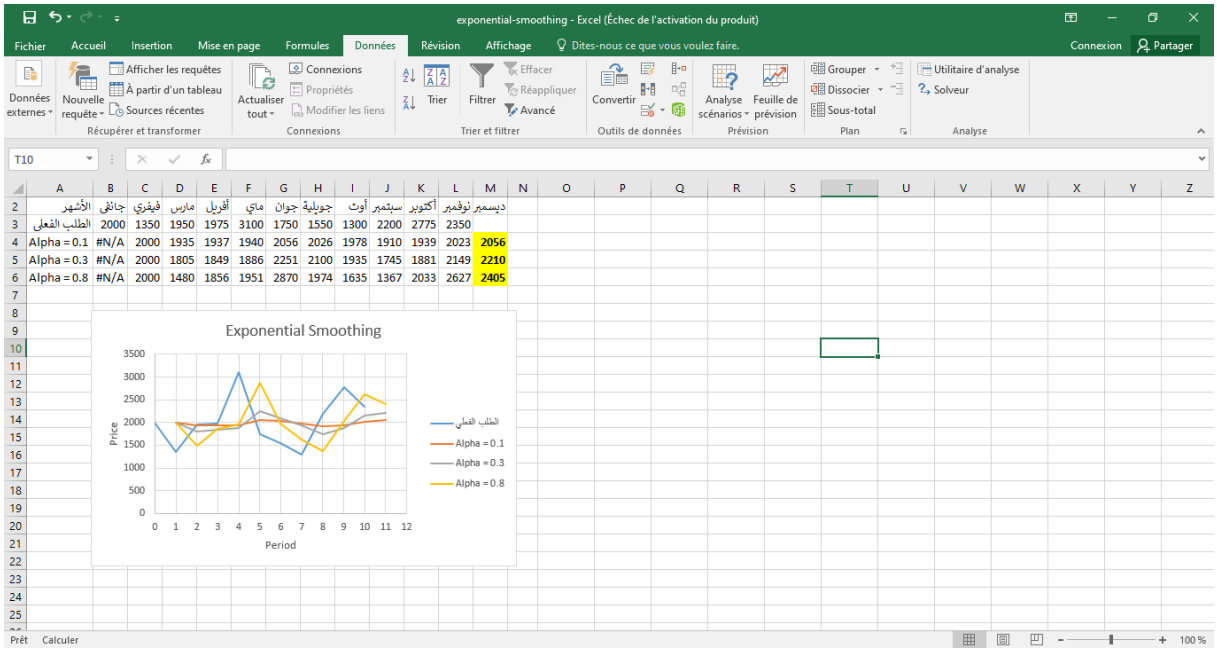


3- نقوم بملء الشاشة الظاهرة بع الضغط على ok ونختار ثلاث قيمة α:

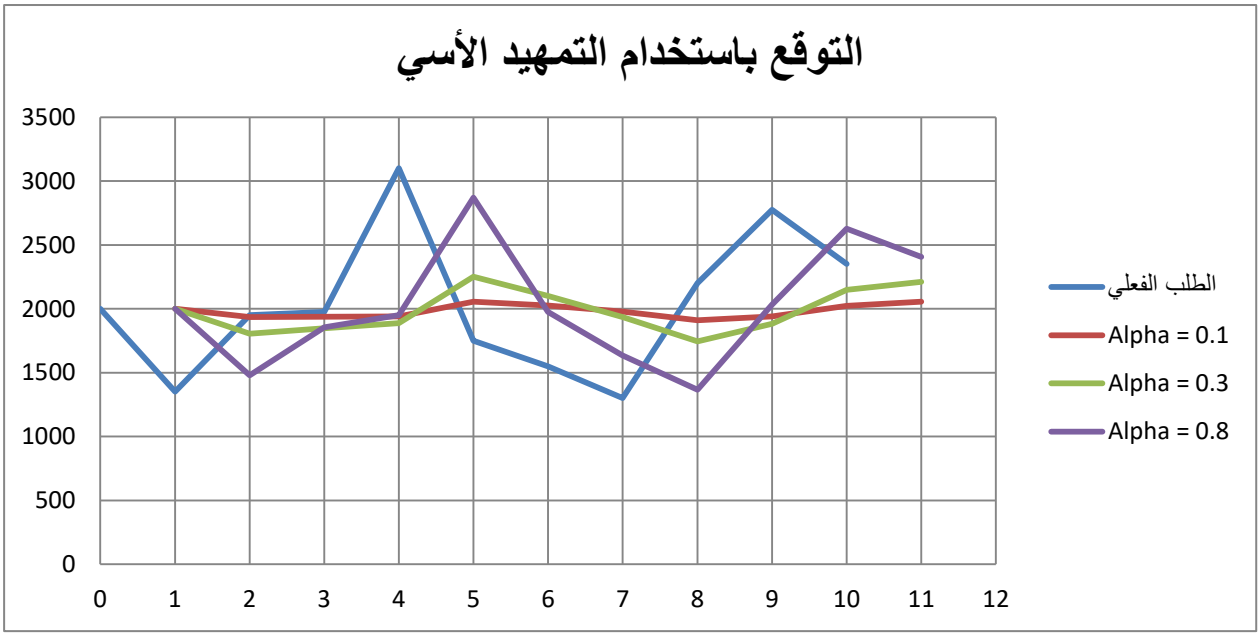
Alpha = 0.1
Alpha = 0.3
Alpha = 0.8



فنتحصل على النتائج:



الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الطلب الفعلي	2000	1350	1950	1975	3100	1750	1550	1300	2200	2775	2350	
Alpha = 0.1	#N/A	2000	1935	1937	1940	2056	2026	1978	1910	1939	2023	2056
Alpha = 0.3	#N/A	2000	1805	1849	1886	2251	2100	1935	1745	1881	2149	2210
Alpha = 0.8	#N/A	2000	1480	1856	1951	2870	1974	1635	1367	2033	2627	2405



التطبيق رقم 6: التمهيد الأسي المضاعف.

سنقوم في هذا التطبيق بشرح كيفية التنبؤ باستخدام تقنية المسح الأسي المضاعف، وذلك من خلال معطيات المثال السابق وذلك بأخذ ثابت التمهيد $\alpha = 0,5$.

للقيام بذلك نقوم بقس الخطوات التي قمنا بها في التمهيد البسيط. في المرحلة الأولى نتحصل على تمهيد السلسلة الأصلية، ثم في المرحلة الثانية نقوم بتمهيد السلسلة الممهدة.

Data→Data Analysis→Exponentiel Smoothing

ولاستخراج القيم التقديرية لـ t و β_t نستخدم الدوال المناسبة كما هو موضح في الجدول الموالي:

	A	B	C	D	E	F	G
1	t	y	S	S'	a	b	LED
2	1	57	=B2	=C2	=(0,5/(1-0,5))*(C2-D2)	=2*C2-D2	=E2+F2
3	2	55	=0,5*B3+0,5*C2	=0,5*C3+0,5*D2	=(0,5/(1-0,5))*(C3-D3)	=2*C3-D3	=E3+F3
4	3	63	=0,5*B4+0,5*C3	=0,5*C4+0,5*D3	=(0,5/(1-0,5))*(C4-D4)	=2*C4-D4	=E4+F4
5	4	66	=0,5*B5+0,5*C4	=0,5*C5+0,5*D4	=(0,5/(1-0,5))*(C5-D5)	=2*C5-D5	=E5+F5
6	5	63	=0,5*B6+0,5*C5	=0,5*C6+0,5*D5	=(0,5/(1-0,5))*(C6-D6)	=2*C6-D6	=E6+F6
7	6	67	=0,5*B7+0,5*C6	=0,5*C7+0,5*D6	=(0,5/(1-0,5))*(C7-D7)	=2*C7-D7	=E7+F7
8	7	67	=0,5*B8+0,5*C7	=0,5*C8+0,5*D7	=(0,5/(1-0,5))*(C8-D8)	=2*C8-D8	=E8+F8
9	8	69	=0,5*B9+0,5*C8	=0,5*C9+0,5*D8	=(0,5/(1-0,5))*(C9-D9)	=2*C9-D9	=E9+F9
10	9	75	=0,5*B10+0,5*C9	=0,5*C10+0,5*D9	=(0,5/(1-0,5))*(C10-D10)	=2*C10-D10	=E10+F10
11	10	79	=0,5*B11+0,5*C10	=0,5*C11+0,5*D10	=(0,5/(1-0,5))*(C11-D11)	=2*C11-D11	=E11+F11
12	11	76	=0,5*B12+0,5*C11	=0,5*C12+0,5*D11	=(0,5/(1-0,5))*(C12-D12)	=2*C12-D12	=E12+F12
13	12	82	=0,5*B13+0,5*C12	=0,5*C13+0,5*D12	=(0,5/(1-0,5))*(C13-D13)	=2*C13-D13	=E13+F13
14	13						=G13+E$13
15	14						=G14+E$13
16	15						=G15+E$13
17	16						=G16+E$13

صورة 1. الدوال المستخدمة في Excel لاستخراج التمهيد الأسي المضاعف والتنبؤ.

المراجع

المراجع

- حسن محمد امتثال وحلاوة محمود عادل، مبادئ الإحصاء الوصفي، الدار الجامعية للنشر والتوزيع، مصر، 2001،
- حسين بخيث، الاقتصاد القياسي، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2018.
- سعد يحي زغلول وعبد العزيز أسامة حسين، الإحصاء الوصفي للتجاريين، مطبعة ومكتبة الإشعاع، مصر، 2001.
- عبد العزيز شرابي، طرق إحصائية للتوقع الاقتصادي،OPU ، الجزائر،2000.
- كرم الله علي عبد الرحمان، التنبؤ ودوره في اتخاذ القرار، مجلة دورية يصدرها معهد الإدارة العامة، العدد 32، السعودية 1982.
- محمد الجيزاوي، الإدارة الاستراتيجية والأعمال الالكترونية: إشكالية النظرية والتطبيق، E-Kutub Ltd.، لندن، 2018.
- مروان حايد، نمذجة واستشراف عجز إنتاج القمح في الجزائر، مجلة العلوم التجارية والتسيير، المجلد 02 العدد 1، 2019.
- معتوق أمحمد، الإحصاء الرياضي والنماذج الإحصائية، OPU، الجزائر،2007.
- مولود حشمان، نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى،OPU ، الجزائر،2002.

- Bourbonnais, Régis, et Michel Terraza. *Analyse des séries temporelles. Applications à l'économie et à la gestion.* Dunod, 2016.
- BOURBOUNNAIS R., TERRAZA M., Analyse des séries temporelles, Application à l'économie et à la gestion, Ed. DUNOD, Paris, 2004.
- Hamilton (J), Times series analysis, Princenton University Press, 1994
- JEAN-LOINS BRILLET: « Modélisation économétrique », éd ECONOMICA,1994.
- Prajakta, S.kalekar, Time series forecasting using Holt Winters Exponential Smoothing, Kanwal Rekhi School of Information Technology, 2004.
- Pupion. P, Statistique pour la gestion, Edition Dunod, France, 2004.

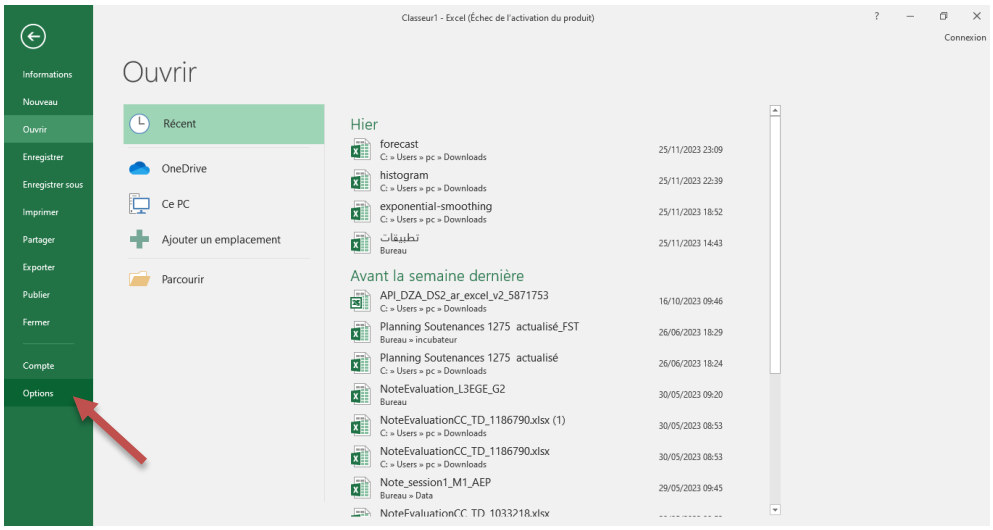
الملاحق

الملاحق

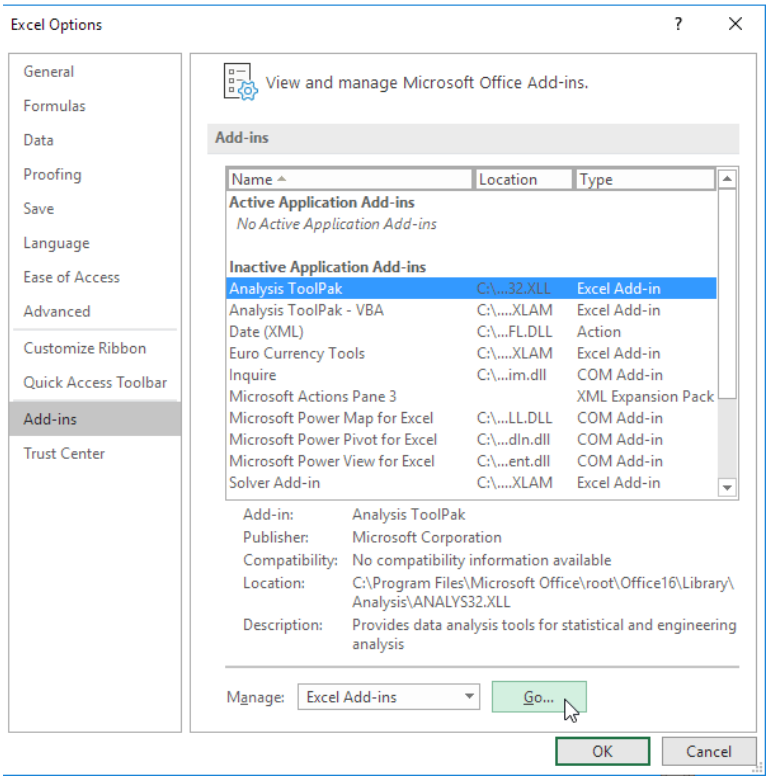
لقد تم استخدام النسخة Excel 2016 في جميع التطبيقات الخاصة بالمحور الأخير لهذه المطبوعة.

ويمكن للطلبة تحميل الإضافة: Add-ins الخاصة بتحليل البيانات Data Analysis باتباع الخطوات التالية:

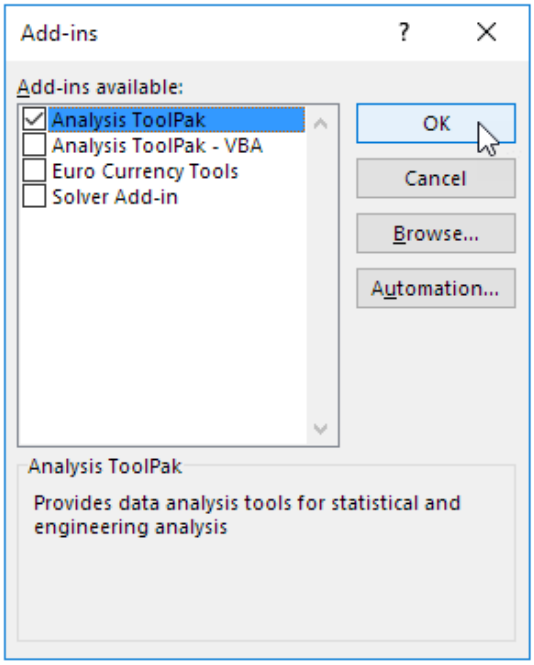
1- من قائمة File نختار Options



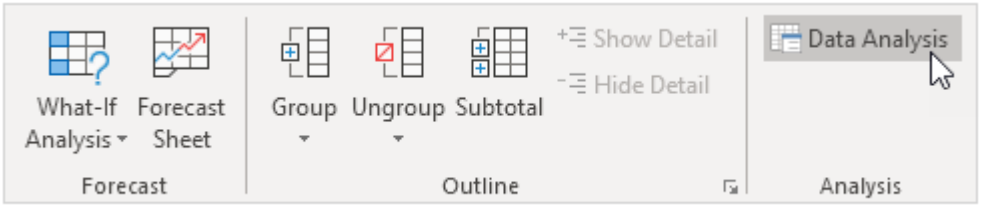
2- نختار من قائمة الخاصة بتحليل البيانات Analysis ToolPack ونضغط على Go

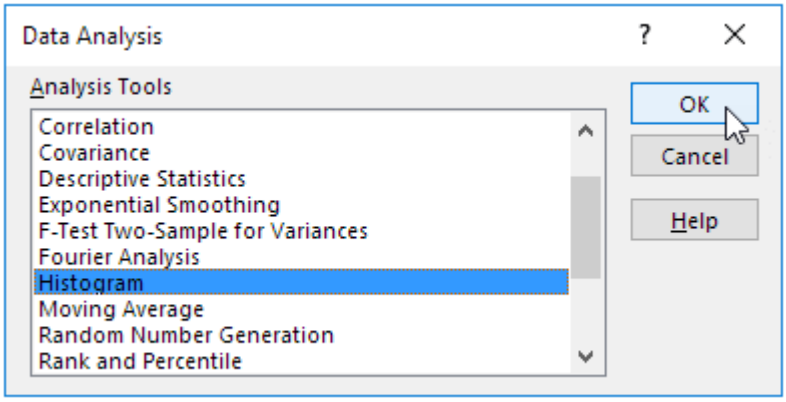


3- تختار Analysis ToolPack ونضغط على Ok



4- بالرجوع إلى Data يمكن الأن استخدام Data Analysis وإعادة التطبيقات المدرجة في المحور الخامس لهذه المطبوعة.


What-If Analysis
Forecast Sheet
Forecast
Group
Ungroup
Subtotal
Show Detail
Hide Detail
Outline
Data Analysis
Analysis


Data Analysis
Analysis Tools
Correlation
Covariance
Descriptive Statistics
Exponential Smoothing
F-Test Two-Sample for Variances
Fourier Analysis
Histogram
Moving Average
Random Number Generation
Rank and Percentile
OK
Cancel
Help