الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة

كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير

سكيكدة في :**2024/03/10**

مستخرج من محضر اجتماع المجلس العلمي للكلية

في اجتماعه بتاريخ **10 مارس 2024** برئاسة الأستاذ الدكتور: **زرزار العياشي**

وبعد الإطلاع على التقارير الايجابية للجنة تقييم **المطبوعة** المتكونة من الأعضاء التالية أسماؤهم:

المؤلف	الجامعة	عنوان المطبوعة	لجنة التقييم	الجامعة
د. عرقوب خديجة	جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة	محاضرات في تقنيات التنبؤ، موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس تخصص إدارة أعمال	أ.د. طيار أحسن	جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة
			أ.د. بوجعادة الياس	جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة

قرر المجلس العلمي اعتماد **المطبوعة** المقدمة من طرف **د. عرقوب خديجة** الموسومة بـ " **محاضرات في تقنيات التنبؤ، موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس تخصص إدارة أعمال**".

رئيس المجلس العلمي للكلية

رئيس المجلس العلمي للكلية
زرزار العياشي

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة

كلية العلوم الإقتصادية، التجارية وعلوم التسيير

قسم علوم التسيير

مطبوعة محاضرات في:

مقياس تقنيات التنبؤ

موجهة لطلبة السنة ثالثة ليسانس تخصص إدارة أعمال

إعداد:

الدكتورة خديجة عرقوب

السنة الجامعية: 2023/ 2024

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرس المحتويات

فهرس المحتويـــات	الصفحة
قائمة المحتويات	I – I
قائمة الأشكال	I
مقدمة	أ–ب
المحور الأول: عموميات حول التنبؤ	
تمهيد:	02
1. مفهوم التنبؤ:	02
2. أهمية التنبؤ:	02
أ. بالنسبة للظواهر الإقتصادية	02
ب. بالنسبة للمؤسسة	03
3. أنواع التنبؤ:	03
أ. حسب معيار فترة التنبؤ	03
ب. حسب معيار صيغة التنبؤ	03
ج. حسب معيار درجة التأكد	04
د. حسب معيار درجة الشمولية	04
4. مجال التنبؤ بالنسبة للمؤسسة:	04
أ. التنبؤ الإقتصادي	04
ب. التنبؤ التكنولوجي (التقني)	04
ج. التنبؤ بدرجة المنافسة	04
د. التنبؤ بدرجة سلوك المستهلك أو العملاء	04
5. مراحل عملية التنبؤ	05
6. الإعتبارات التي تحدد اختيار طريقة التنبؤ	05

7. الفرق بين التقدير، التوقع، التنبؤ والتخطيط	05
المحور الثاني: الطرق الكيفية في التنبؤ	
تمهيد:	09
1. أساليب الطرق النوعية المعتمدة على التناظر والمقارنة	10
2. أساليب الطرق النوعية المعتمدة على آراء ذوي الشأن والخبرة	10
أ. الحدس والخبرة	10
ب. طريقة دلفي	11
ج. أسلوب لجنة الخبراء أو طريقة الخبراء	12
د. طريقة السيناريوهات	12
هـ. طريقة الإستقصاء (المسح)	13
المحور الثالث: الطرق الكمية للتنبؤ	
تمهيد:	16
1. عموميات حول السلاسل الزمنية	16
2. مركبات السلاسل الزمنية:	16
أ. مركبة الإتجاه العام (T)	17
ب. المركبة الدورية (C)	18
ج. المركبة الموسمية (التغيرات الموسمية) (S):	18
د. المركبة العشوائية (التغيرات العشوائية) (I):	19
3. أشكال نماذج السلاسل الزمنية وطرق تحديدها:	19
أ. الشكل التجميعي	20
ب. الشكل الجدائي	20
4. طرق الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية	23
أ. طرق الكشف عن مركبة الإتجاه العام T:	23
1) طريقة التمثيل البياني (التمهيد باليد):	23
2) طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة:	24

3) طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة:	28
4) طريقة نصفي السلسلة:	31
5) طريقة أشباه المتوسطات:	33
6) طريقة المربعات الصغرى OLS:	34
7) تخليص الظاهرة من أثر الإتجاه العام:	41
ب. طرق الكشف عن المركبة الموسمية S (تقدير التغيرات الموسمية):	42
1) طريقة النسب الموسمية (متوسطات كل موسم):	42
2) طريقة النسبة إلى الإتجاه العام:	46
3) طريقة النسبة إلى المتوسطات المتحركة:	52
المحور الرابع: الطرق الإستقطابية	
تمهيد:	56
1. طريقة التمهيد الأسي البسيط (الأحادي) (Exponential Smoothing Method):	56
2. طريقة التمهيد الأسي المزدوج (الثنائي أو المضاعف):	62
أ. نموذج Brown:	62
ب. نموذج Holt:	65
3. التمهيد الأسي الثلاثي لـ Holt-Winters:	67
أ. طريقة Holt-Winters التجميعية (المضافة):	67
ب. طريقة Holt-Winters (المضاعفة):	68
أسئلة التقييم الذاتي	75
المراجع	100

قائمة الأشكال

جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة

قائـــمة الأشكـــال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(01)	طرق وأساليب التنبؤ	10
(02)	المنحنى التاريخي (المنحنى البياني) لتطور حجم انتاج إحدى المؤسسات	17
(03)	التمثيل البياني لسلسة زمنية تحتوي على مركبة اتجاه عام	18
(04)	التمثيل البياني لسلسة زمنية تحتوي على مركبة دورية	18
(5)	التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة موسمية	19
(6)	التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة عشوائية	19
(7)	نموذج لسلسلة زمنية مستقرة (عشوائية)	58

مقدمة

مقدمة:

تمهيد:

إن تغير بيئة الأعمال واتسامها بالديناميكية والتغيرات السريعة، اضافة إلى التطورات التكنولوجية واشتداد المنافسة، جعل المؤسسات الإقتصادية تواجه بعض التحديات والمخاطر الناجمة عن تغيرات طارئة ومفاجئة أحيانا في هذه البيئة، ومن أجل تفاديها أو الإستعداد لها، ظهرت الحاجة لإستخدام التنبؤ في هذه المؤسسات، بعدما كان يستعمل في المجال العسكري فقط في الخمسينات.

إن التنبؤ جاء ليسهل على المؤسسات الإقتصادية عملها ويمكنها من التحوط ضد بعض الأخطار والتهديدات الإقتصادية، الإجتماعية، الديموغرافية، السياسية والصحية...، حيث انطلاقا من معلومات تاريخية حول المشكلة أو الظاهرة التي تواجهها، وسلوكها في الفترة الماضية والحالية، يمكن توقع ما سيكون في الفترة المستقبلية، وبناء على ذلك تتخذ القرارات المناسبة.

ونظرا لإختلاف الظواهر والمشكلات الإقتصادية وتمايزها، ما بين البسيطة منها والمعقدة، وما بين القابلة للقياس والتكميم وغير القابلة....، تم استحداث العديد من الطرق المستخدمة في التنبؤ داخل المؤسسات، لتتناسب مع هذه الظواهر والمشكلات، حيث انقسمت هذه الطرق إلى طرق نوعية (كيفية) وطرق كمية. وبفضلها تمكنت المؤسسات من توقع ما سيحدث وما سيكون وبالتالي وضع الخطط لمواجهة التغيرات والتطورات الطارئة وحماية مكانتها في بيئة الأعمال.

إن هذه المطبوعة الموجهة لطلبة السنة ثالثة ليسانس تخصص إدارة أعمال، تهدف لتحقيق النقاط التالية:

- تعريف الطالب بمفهوم التنبؤ؛
- توضيح للطالب أهمية التنبؤ للظواهر الإقتصادية من جهة وللمؤسسات الإقتصادية من جهة أخرى؛
- جعل الطالب يميز بين مفهوم التنبؤ وبعض المصطلحات المتداخلة والمشابهة له كالتقدير والتوقع؛
- تمكين الطالب من اسقاط الجانب النظري على الجانب التطبيقي؛
- تعريف الطالب بمختلف الطرق الكيفية في التنبؤ؛
- تعريف الطالب بمختلف الطرق الكمية في التنبؤ؛
- تعريف الطالب بمختلف الطرق الإستقطابية في التنبؤ؛

للوصول للأهداف السابقة الذكر، تم تقسيم هذه المطبوعة لأربعة محاور تتمثل في:

- **المحور الأول: عموميات حول التنبؤ**

- **المحور الثاني: الطرق الكيفية في التنبؤ**
- **المحور الثالث: الطرق الكمية للتنبؤ (عموميات حول السلاسل الزمنية، مركبات السلاسل الزمنية، طرق الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية**
- **المحور الرابع: الطرق الإستقطابية (طريقة التمهيد الأسي البسيط، طريقة التمهيد الأسي المزدوج، نموذج التمهيد الأسي لهولت-وينترز (Holt-Winters)**

المكتسبات القبلية: لدراسة المحاور السابقة يجب أن يكون الطالب ملما بـ:

- ملما بمبادئ الإحصاء الوصفي؛
- ملما بمبادئ الإحصاء الرياضي؛
- ملما بمفهوم المؤسسات الإقتصادية ومختلف وظائفها؛
- مطلعا على أهم التغيرات الحديثة في بيئة الأعمال وأهم الأخطار التي يمكن أن تواجهها فيها المؤسسات الإقتصادية.

حيث هذه المعارف القبلية من شأنها تسهيل وتبسيط عملية التعلم بالنسبة للطلبة، وتجعل الأستاذ قادرا على تقديم المزيد من المعلومات دون التوقف عند بعض النقاط، التي من المفروض تعد مكتسبة لدى الطالب من قبل.

أهداف التعلم (المهارات المراد الوصول إليها): في نهاية دراسة هذا المقياس سيكون الطالب قادرا على:

- التمييز بين مصطلح التنبؤ وبعض المصطلحات المشابهة أو ذات العلاقة كالتوقع والتقدير؛
- التمييز بين الطرق الكيفية والكمية للتنبؤ الممكن استخدامها داخل المؤسسات؛
- معرفة كيفية استخدام الطرق الكيفية للتنبؤ؛
- معرفة كيفية القيام بمختلف العمليات الحسابية الخاصة بالطرق الكمية للتنبؤ.

د. خديجة عرقوب

المحور الأول

المحور الأول: عموميات حول التنبؤ

تمهيد:

ظهرت الحاجة لإستخدام التنبؤ في المؤسسات، من أجل تفادي الأخطار التي تهددها، في البيئة التي تعمل فيها، ومن أجل التصدي للتغيرات الطارئة التي قد تحدث سواء أكانت تغيرات اقتصادية، اجتماعية، ديموغرافية...الخ.

1. مفهوم التنبؤ:

إن التنبؤ قد حظي باهتمام كبير في مجال تسيير المؤسسات، وقد قدمت له العديد من التعريفات، نذكر منها؛

- **التنبؤ** هو: "عملية توقع ما سيحدث مستقبلا لظاهرة ما، اعتمادا على اتجاه هذه الظاهرة في الماضي، باستخدام أحد نماذج التنبؤ المعروفة. بعبارة أخرى هو معرفة سلوك ظاهرة ما في المستقبل، انطلاقا من سلوكها في الفترة الماضية".[1]
- **التنبؤ** هو أيضا: "فن وعلم التوقع بالأحداث المستقبلية. فن، لأن الخبرة والحدس والتقدير الإداري له دور في التنبؤ وفي اختيار الأسلوب الملائم في التنبؤ. علم، لأنه يستخدم الأساليب والطرق الرياضية والإحصائية في التنبؤ، مما يرفع من درجة الدقة ويقلص من التحيز".[2]

مما سبق يمكن القول أن التنبؤ عبارة عن عملية تستهدف التوقع بما سيحدث مستقبلا لظاهرة ما، انطلاقا من المعلومات المتوفرة عنها في الماضي والحاضر، وهذه العملية تتم باستخدام أساليب ونماذج علمية.

2. أهمية التنبؤ: يمكن الحديث عن أهمية التنبؤ بالنسبة للظواهر الإقتصادية وبالنسبة للمؤسسة كمايلي:

أ. **بالنسبة للظواهر الإقتصادية:** يهدف التنبؤ هنا إلى دراسة الظاهرة الإقتصادية من أجل اكتشاف طبيعتها ومعرفة العوامل التي تؤثر فيها وتتأثر بها، ويساعد التنبؤ في هذه الحالة على:

---

[1] سمير بوعناني، **تجليات ظاهرة التنبؤ في الرسوم المتحركة الأمريكية: "سيمبسون Simpson The" أنموذجا**، مجلة آفاق سينمائية، المجلد1، العدد 01، 2021، ص: 336. على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/158/8/2/153827. تاريخ التحميل: 27/ 11/ 2023، على الساعة: 11:55.

[2] محمد الشريف مدور، **التنبؤ بحجم المبيعات كأداة للرقابة في المؤسسة باستخدام نموذج الإنحدار الخطي البسيط –دراسة حالة مؤسسة مطاحن أعمر بن عمر (2012-2013)**، مذكرة مكملة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علوم التسيير، تخصص: مالية المؤسسة، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، 2012، ص: 02. على الرابط: http://bibliotheque.univ-skikda.dz/m/gestion/%D9%85%D8%AF%D9%88%D8%B1%20%D9%85%D8%AD%D9%85%D8%AF%20%D8%B4%D8%B1%D9%8A%D9%81.pdf. تاريخ التحميل: 2019/09/09، على الساعة: 15:20.

- جمع أكبر قدر ممكن من البيانات والمعلومات حول سلوك الظاهرة والعوامل المرتبطة بها؛
- اكتشاف القوانين والعلاقات التي تتحكم في سلوك الظاهرة؛
- استخدام المعلومات والقوانين والمفاهيم والعلاقات لتوجيه سلوك الظاهرة.

ب. **بالنسبة للمؤسسة**: يعتبر التنبؤ مهم جدا بالنسبة للمؤسسة، تظهر هذه الأهمية في العناصر التالية:

- يساعد التنبؤ في مراقبة وتسيير الجهود المبذولة من طرف الإدارة لمتابعة تطوراتها؛
- يساعد التنبؤ المؤسسة من خلال بحوث التسويق على دراسة الطلب المتوقع في حالة اضافة منتج أو خدمات جديدة؛
- يساعد التنبؤ على تحديد حجم الأرباح المتوقعة للمؤسسة في نهاية الفترة؛
- يساعد التنبؤ في تقدير الإحتياجات من اليد العاملة حسب التخصص والمجال الوظيفي، وكذلك تحديد نفقات الأجور المقابلة لذلك؛
- التنبؤ هو أساس التخطيط في المؤسسة؛
- التنبؤ عنصر مهم في ترشيد القرارات في المؤسسة ومراقبة آثارها في المستقبل؛
- التنبؤ يقلل من عامل العشوائية ويساعد في توضيح المسار الذي ستنتهجه المؤسسة مستقبلا؛
- التنبؤ يضمن كفاءة وفعالية المؤسسة في التعامل مع المحيط الخارجي، ويحد من المخاطر التي قد تواجه هذه الأخيرة.

3. **أنواع التنبؤ**: للتنبؤ أنواع مختلفة وفقا لمجموعة مختلفة من معايير التصنيف المتمثلة في: معيار فترة التنبؤ، معيار صيغة التنبؤ، معيار درجة التأكد، معيار درجة الشمول، معيار أسلوب التنبؤ. وذلك كمايلي:[3]

أ. **حسب معيار فترة التنبؤ**: نميز نوعين من التنبؤ: تنبؤ بعد التحقق، تنبؤ قبل التحقق.

1) **تنبؤ بعد التحقق**: يتضمن التنبؤ بالمتغير التابع في فترات زمنية فيها بيانات تاريخية فعلية عن المتغيرات التفسيرية. وفقا لهذا النوع من التنبؤ يكون لدينا قيمتين (المتوقعة والفعلية) وهذا يتيح فرصا للتأكد من مدى صحة التوقعات من خلال المقارنة بين القيمتين.

2) **التنبؤ قبل التحقق**: يتم فيه التنبؤ بقيم المتغير التابع في فترات زمنية مستقبلية لا تتاح عنها بيانات خاصة بالمتغير المستقل.

ب. **حسب معيار صيغة التنبؤ**: هناك نوعين من التنبؤ:

أ. **تنبؤ النقطة**: هو التنبؤ بقيمة وحيدة للمتغير التابع في سنة التنبؤ أو في كل فترة مقبلة، أي إعطاء قيمة واحدة متوقعة للمتغير التابع.

[3] عبلة مخرمش، **تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات باستخدام السلاسل الزمنية (نماذج بوكس وجينكينز)–دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز (منطقة ورقلة)–**، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير، كلية الحقوق و العلوم الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، جوان 2006، ص ص: 08-09. على الرابط: http://bbekhti.online.fr/trv_pdf/memoire_mekharmeche.pdf . تاريخ التحميل: 2019/11/01، على الساعة: 17:52.

ب. **التنبؤ بمجال أو فترة:** يتمثل في التنبؤ بمدى معين تقع بداخله قيمة المتغير التابع باحتمال معين، كأن يتحدد حد أقصى وحد أدنى يمكن أن تقع داخله القيمة المقدرة والمحتملة.

ج. **حسب معيار درجة التأكد:** نميز كذلك نوعين هما:

1) **التنبؤ المشروط:** يقصد به أن عملية التنبؤ بسلوك المتغير التابع، خاضعة أو مشروطة بسلوك إحدى المتغيرات المستقبلية التفسيرية، التي سيتم على أساسها التوقع، ولا تكون معروفة على وجه التأكيد، ويتعين علينا معرفتها بطريقة ما أو تخمينها، ومن ثم فإن دقة التنبؤ بقيمة المتغير التابع تكون مشروطة بمدى دقة القيم المفترضة للمتغير التفسيري.

2) **التنبؤ غير المشروط:** يتمثل في التنبؤ بقيم المتغير التابع بناءا على معلومات مؤكدة، متاحة عن المتغيرات التفسيرية. وعليه فإن كل أنواع التنبؤ بعد التحقق، تعتبر غير مشروطة.

د. **حسب معيار درجة الشمولية:** نعني بذلك، عدد المعادلات المكونة للنموذج، وفيه قد يتم التنبؤ باستخدام إما نموذج مكون من معادلة أو نموذج مكون من عدة معادلات.

هـ. **حسب معيار أسلوب التنبؤ: يوجد أسلوبين للتنبؤ هما:** التنبؤ القياسي والتنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية.

1) **التنبؤ القياسي:** يعتمد على نماذج الإنحذار الذاتي التي تربط بين متغيرات تابعة ومتغيرات مستقلة، ويساعد على تقديم تفسير للتغيرات في قيم المتغير التابع، ويستخدم للتنبؤ في الآجال الطويلة.

2) **التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية:** يعتمد على القيم الماضية لمتغير ما للتنبؤ بقيمته المستقبلية، دون تقديم تفسير للتغيرات في قيم هذا المتغير، ويستخدم للتنبؤ في الآجال القصيرة.

4. **مجال التنبؤ بالنسبة للمؤسسة:** إن التنبؤ الذي يهم المؤسسة، يمكن أن ننظر إليه من أربع زوايا كمايلي:

أ. **التنبؤ الإقتصادي:** يهتم هذا النوع بالتعرف على حالة الإقتصاد الوطني أو المنطقة الجغرافية التي تقع في دائرتها نشاط المؤسسة، وذلك من حيث احتمالات الكساد، الرواج، الإنتعاش.

ب. **التنبؤ التكنولوجي (التقني):** يهتم بالتعرف على أنواع التكنولوجيا أو المعارف الفنية المتوقع إدخالها في مجال الصناعة أو الخدمات التي تعمل فيها المؤسسة، وما قد يترتب على ذلك من آثار على التكنولوجيا الحالية أو ما هي التعديلات المطلوب إدخالها عليها.

ج. **التنبؤ بدرجة المنافسة:** من حيث ردود أفعال المنافسين في حالة تغيير سعر السلعة أو الخدمات الجديدة المقدمة في المستقبل.

د. **التنبؤ بسلوك المستهلك أو العملاء:** من حيث الطلب أو التغير في الأذواق أو عادات الشراء.

مما سبق يتضح أن اطار التنبؤ بالنسبة للمؤسسة، يشمل تقدير جميع الجوانب والمجالات التي يمكن أن تؤثر على نشاطها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وهذا لإكتساب وجهة نظر مستقبلية والإستعداد لأي طارئ محتمل.

5. مراحل عملية التنبؤ: يمكن تقسيم مراحل عملية التنبؤ إلى خمس مراحل هي:[4]

1) تحديد الهدف من إجراء عملية التنبؤ؛
2) تجميع البيانات التاريخية اللازمة للظاهرة محل التنبؤ، ودراسة كافة الظروف المحيطة بها والتي تؤثر عليها؛
3) عرض البينات وتحليلها وانتقاءها لإستعمالها وتحديد الفترة المراد التنبؤ بها؛
4) اختيار النموذج المناسب من أساليب التنبؤ للتنبؤ بالظاهرة محل الدراسة؛
5) اتخاذ القرار المناسب؛
6) التأكد من النتائج المتحصل عليها من خلال متابعة عملية التنبؤ.

6. الإعتبارات التي تحدد اختيار طريقة التنبؤ: هناك مجموعة من الإعتبارات أهمها:

- **الفترة التنبؤية:** يمكن أن تكون قصيرة، متوسطة أو طويلة المدى. وكلما كانت الفترة قصيرة، كلما كان ذلك أحسن.
- **التكلفة:** يجب مقارنة الفوائد التي سيجنيها القائم بالعملية وتكلفة التنبؤ، حيث يفضل الطرق ذات التكاليف الأقل.
- **الدقة:** لا يسمح بالخطأ في حالة وجوده إذا تجاوز **10%**.
- **سهولة التطبيق:** من الأحسن استعمال الطرق البسيطة.

7. الفرق بين التقدير، التوقع، التنبؤ والتخطيط:

أ. **التقدير Estimation:** هي عملية إدراك الواقع وصياغته في شكل نموذج رياضي احصائي، يوضح العلاقة السببية أو الإرتباطية بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة، وعادة ما يأخذ هذا النموذج الشكل التالي:[5]

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \ldots.) + \mu$$

✓ حيث **y**: هي الظاهرة المدروسة كمعدل النمو الإقتصادي مثلا.

x_1, x_2, x3,...: هي المتغيرات المستقلة التي نعتقد أنها تفسر وتحكم الظاهرة **y** مثل: حجم الإستثمارات، نمو الإنتاجية، معدل نمو السكان وغيرها.

هذه الدالة أو النموذج قد تأخذ أشكالا مختلفة فقد تكون خطية، أسية، لوغاريتمية....

✓ أما **μ** فهي قيمة عشوائية تعبر عن:

- أخطاء القياس وأخطاء المعلومات المدخلة في النموذج.

---

[4] هدى بن عبيد، فريد بن ختو، **التنبؤ بالطلب على البنزين العادي في مؤسسة نفطال–حاسي مسعود–**، مجلة الدراسات الإقتصادية الكمية، العدد 03، 2017، ص: 139. على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/328/3/1/35213. تاريخ التحميل: 2020/11/28.

[5] ميلود وارزقي، **استعمال طرق التنبؤ في تحليل مخطط التسيير التقديري للموارد البشرية في المديرية العامة للضرائب**، مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، العدد السادس، ديسمبر 2016، ص:101. على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/58/3/2/5282. تاريخ التحميل: 2023/11/27، على 14:34.

- المتغيرات التي لم تأخذ بعين الإعتبار في النموذج لسبب أو آخر.
- الفرق بين الشكل الحقيقي للعلاقة والشكل الرياضي الذي تبناه واضع النموذج.
- عوامل عشوائية قد تحدث وقد لا تحدث.

إن وجود القيمة العشوائية μ في النموذج مهما كانت صغيرة، هي التي تعطي الطابع الإحصائي للدالة، حيث مهما اجتهد الباحث في إدراج كل العوامل المفسرة للظاهرة المدروسة في النموذج، فإن هناك دوما مجالا لعوامل عشوائية يظهر تأثيرها من حين لآخر. مثلا: عملية تقدير العلاقة الإرتباطية بين المحصول الزراعي كتابع والعوامل المفسرة له مثل: كمية الأمطار المتساقطة، كمية الأسمدة الكيميائية المستعملة....فإنه يبقى دوما مجال لعوامل عشوائية قد تحدث وقد لا تحدث مثل هبوب رياح عاتية مثلا....

إن التقدير يمكن أن يعني كذلك صياغة العلاقة التي تربط ظاهرة معينة بالزمن، هذه العلاقة يمكن كتابتها كالتالي:

$y = f(t) + \mu$. حيث (t) هو الزمن.

وقد تأخذ العلاقة الشكل الخطي أو الأسي أو اللوغاريتمي. كما أن μ لها نفس المعنى السابق.

ب. **التوقع Prevision**: يعتمد التوقع على النموذج الناتج عن عملية التقدير وبالتالي فإن التوقع يعني الحصول على المستويات المستقبلية للظاهرة المدروسة، وذلك بإحلال قيم مفترضة محل المتغيرات التفسيرية في النموذج ثم حساب قيمة الظاهرة في الفترة المستقبلية. إن عملية التوقع تقوم على الفروض التالية:[6]

- النموذج المعتمد يطابق الواقع إلى حد كبير؛
- الظروف والشروط العامة المحيطة بالظاهرة المدروسة، تبقى على حالها في الفترة المستقبلية، ومن هنا فإن عملية التوقع هي إسقاط للماضي على المستقبل بواسطة معطيات الحاضر، لهذا فإن التوقع بطبيعته لا يهتم بمعرفة التطورات الطارئة التي قد تحدث للظاهرة المدروسة في الفترة المستقبلية، كما أنه لا يهتم سوى بتطور الظواهر القابلة للقياس والتكميم مثل: عدد السكان، حجم المبيعات، معدل النمو الإقتصادي.

ج. **التنبؤ Prediction:** يختلف التنبؤ عن التوقع، بكون التنبؤ يهتم بالتغيرات الطارئة وبالظواهر الإقتصادية والإجتماعية، مثل: اكتشاف مصدر جديد للطاقة، انهيار دولة معينة أو وصول تيار سياسي معين للحكم. بينما يقتصر التوقع على المؤشرات الكمية كما ذكرنا سابقا.

إن طبيعة موضوع التنبؤ، تجعله لا يعتمد على بناء النماذج الرياضية، لأنه يعتمد على الخبرة الهائلة والمعرفة العلمية والعملية في مجال الظاهرة المدروسة، بحيث أن أهم الطرق المتبعة فيه هي طريقة تقديرات الخبراء.

---

[6] عدنان فرحان الجوراني، **نظرية التوقعات الرشيدة...الإطار النظري**، مقالة إلكترونية منشورة بتاريخ: 2016/06/22، على موقع مركز الدراسات والأبحاث العلمانية في العالم العربي، على الرابط: https://www.ssrcaw.org/ar/show.art.asp?aid=521577#، تاريخ الزيارة: 2019/11/28، على الساعة: 18:09.

د. **التخطيط Planification**: إذا كان التوقع والتنبؤ يختصان في انجاز معرفة معينة حول المستقبل، فإن التخطيط هو عملية واعية وهادفة، ترمي إلى إحداث تغييرات معينة في مسار الظاهرة المدروسة، أي تغير اتجاه الظاهرة عن مسارها العفوي. مثلا: إذا كنا نتوقع انخفاض في الطلب على منتج معين، فإن مهمة المخطط تكمن في وضع خطة تهدف إلى تجنب الآثار السلبية لهذا التوقع على المؤسسة، سواء بالبحث عن أسواق جديدة أو بإنتاج منتجات أخرى، وبالتالي يمكن القول بأن معرفة المستقبل ما هي إلا مدخل في العملية التخطيطية.[7]

[7] ميلود وارزقي، **مرجع سابق**، ص: 102.

المحور الثاني

المحور الثاني: الطرق الكيفية للتنبؤ

تمهيد:

تتوقف فعالية التنبؤ على قدرة المؤسسة على إختيار أسلوب التنبؤ، الذي يتلاءم مع قدراتها واحتياجاتها. وهنا تجذر الإشارة إلى أنه لا توجد طريقة واحدة مثلى للتنبؤ، ولكن من الممكن ومن الأفضل استخدام أكثر من طريقة واحدة ثم مقارنتها، حتى يتمكن الباحث من الوصول إلى تقديراته في ضوء حكمه وخبرته.

تنقسم عموما طرق التنبؤ لمعيار المنهجية المعتمدة، إلى قسمين هما؛ طرق أو أساليب نظامية (كمية) وطرق غير نظامية (كيفية).

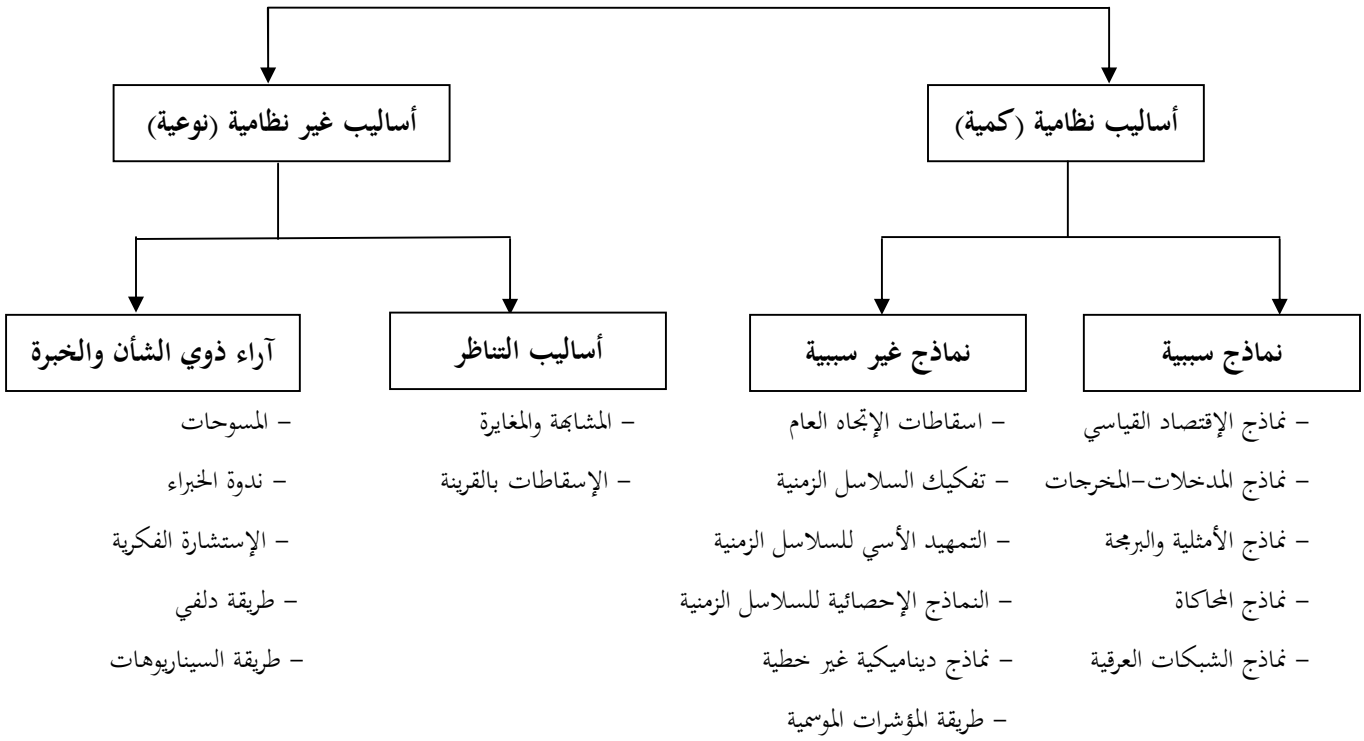
- ✓ **الأساليب النظامية (الكمية)**: تعتمد هذه المجموعة من التقنيات جميعها على المعطيات التاريخية لقيم الظاهرة، أي السلسلة الزمنية. وقد لاقت إقبالا كبيرا من طرف رجال الأعمال في السنوات الأخيرة، لأنها تتسم بالموضوعية وتعتمد طرق علمية بالإضافة لتحقيقها نتائج ايجابية، وكذا ادخال الحاسوب في العمليات الحسابية، الشيء الذي سهّل مهمة تخزين المعطيات وكذلك إجراء الحسابات.

  هذه الطرق أكثر تطورا واستعمالا من الطرق النوعية.
- ✓ **الأساليب غير النظامية (الكيفية أو النوعية)**: تعتمد على الخبرة ورأي الأفراد داخل وخارج المؤسسة وحسب المستوى الهرمي للقرارات.

تستخدم هذه المجموعة من الأساليب في حالات محددة مثل: عدم توافر بيانات رقمية أو تاريخية، يمكن استخدامها في عملية التنبؤ، أو عندما لا يمكن تحديد عدد المتغيرات الكمية التي ترتبط مثلا بالطلب الخاص بالسلعة أو الخدمة محل الدراسة، أو عندما يتطلب الموقف تقديرا شخصيا بسبب تعقد الظاهرة المدروسة أو عدم قابليتها للقياس الكمي.

ونظرا لصعوبة وتكلفة الطرق النوعية (الكيفية)، فإنها عادة ما تستخدم في التنبؤات متوسطة وطويلة المدى، أو عند اتخاذ قرارات حاسمة في حياة المؤسسة. لذلك عادة ما يقتصر استخدام الطرق النوعية على المؤسسات والشركات الضخمة. ويمكن اظهار أهم هذه الطرق كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل رقم (1): طرق وأساليب التنبؤ



المصدر: جمال حامد، **أساليب التنبؤ**، إصدارات جسر التنمية، العدد الرابع عشر، فبراير، 2003، ص: 03. على الرابط: http://www.arab-api.org/images/publication/pdfs/103/103_develop_bridge14.pdf. تاريخ التحميل: 2019/09/09، على الساعة: 14:41.

1. **أساليب الطرق النوعية المعتمدة على التناظر والمقارنة:** يتم التنبؤ فيها بمسار متغير ما، باستخدام المسار المحتمل لنفس المتغير في حالات مشابهة، مثال ذلك: في حالة التنبؤ بأثر تخفيض العملة على التضخم، وذلك من خلال المقارنة بأثر تخفيض العملة على التضخم لدولة مشابهة جدا لإقتصاد البلد المعني.[1]

2. **أساليب الطرق النوعية المعتمدة على آراء ذوي الشأن والخبرة:**

أ. **الحدس والخبرة:** تعتبر من الأساليب النوعية الأكثر شيوعا في القيام بعملية التنبؤ والمتعلقة بالقرارات اليومية، لأنها قرارات سريعة النتائج، كما أن جمع البيانات يعتبر مضيعة للوقت، أين يكون متخذ القرار يعتمد كليا على خبرته أكثر من النماذج العلمية والإحصائية.[2]

[1] جمال حامد، **أساليب التنبؤ**، إصدارات جسر التنمية، العدد الرابع عشر، فبراير، 2003، ص: 04. على الرابط: http://www.arab-api.org/images/publication/pdfs/103/103_develop_bridge14.pdf. تاريخ التحميل: 2019/09/09، على الساعة: 14:41.

[2] بلقاسم تومي، رشيد فضاض، **إدارة وتسيير التنبؤ للموارد البشرية**، مجلة دراسات في علم اجتماع المنظمات، مجلد 5، العدد 02، 2016، ص: 59. على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/234/4/2/42957. تاريخ التحميل: 2022/11/27، على الساعة: 13:55.

من مزايا هذه الطريقة:

- ✓ نتائج التنبؤ تكون في وقت محدود نسبيا؛
- ✓ انخفاض تكلفة القيام بعملية التنبؤ؛
- ✓ تتميز قراراتها بالمرونة.

عيوب هذه الطريقة: وجود الذاتية في عملية التقدير والتنبؤ.

ب. **طريقة دلفي:** تعتبر هذه الطريقة من أهم طرق التنبؤ الكيفية المعتمدة من طرف الشركات الكبرى، خاصة اليابانية والأمريكية. تعود التسمية إلى معبد مدينة دلفي الإغريقية، حيث كان يتم فيه استشارة الحكماء حول أمور المستقبل، فقد كانت لديهم القدرة على استبصار المستقبل حسب الأساطير اليونانية.

ظهرت هذه الطريقة في نهاية الخمسينات من قبل المؤسسة الأمريكية راند **(Rand)** من طرف أولف هلمر، حيث استخدمت لأول مرة في التنبؤات التكنولوجية في الحروب خصوصا الحرب الباردة آنذاك، ثم تطورت وتعدت ذلك لتشمل التنبؤ بالمبيعات والعوامل المؤثرة فيها، التطورات الإقتصادية، الإجتماعية....إلخ.[3]

تتلخص هذه الطريقة في الإعتماد على الخبراء المتخصصين في موضوع معين لحل مشكلة ما، أو التنبؤ باتجاهات المستقبل. وتتم وفق المراحل التالية:[4]

- يتم اختيار شخص يكون مسؤولا عن مهمة القيام بعملية التنبؤ يسمى بالمنسق أو الوسيط، يتميز هذا الأخير بدرجة عالية من الخبرة والمعرفة بالظاهرة محل التنبؤ؛
- يقوم المنسق بإرسال استفسارات إلى الخبراء في صورة قائمة أسئلة لإبداء الرأي حول الظاهرة محل التنبؤ، دون الكشف عن هوية هؤلاء الخبراء؛
- عند وصول الإجابات من قبل الخبراء، يقوم المنسق بتجميعها وتصنيفها وإعادة إرسالها مرة أخرى للخبراء أنفسهم وتشجيعهم على مراجعة إجاباتهم في ضوء إجابات بقية الخبراء، لإستطلاع آرائهم مرة أخرى. يطلق على هذه المرحلة بالجولة الثانية؛
- يتم تكرار الخطوة السابقة عدة مرات، حتى يتم التوصل إلى درجة كبيرة من الإتفاق في تقديرات الخبراء حول الظاهرة محل الدراسة.

مزايا طريقة دلفي:

- ✓ تساهم في الإستفادة من آراء مجموعة كبيرة من الخبراء المختصين؛

---

[3] علاء جراد، **طريقة دلفي لإستشراف المستقبل**، مقالة إلكترونية منشورة على موقع الإمارات اليوم، يوم 31 أكتوبر 2016، على الرابط: https://www.emaratalyoum.com/opinion/2016-10-31-1.941732. تاريخ الإطلاع: 2021/11/01، على الساعة: 17:29.

[4] بلقاسم تومي، رشيد فضاض، **مرجع سابق**، ص ص: 59-60.

- ✓ انخفاض التكلفة المادية نتيجة تبادل الآراء عن طريق المراسلة؛
- ✓ الإنفراد والحيادية وعدم التأثير لعدم اجتماع الخبراء شخصيا.

عيوب طريقة دلفي:

- ✓ شدة حماس الخبراء في المرحلة الأولى للإستبيان (قائمة الأسئلة) ثم تضاؤله في المراحل اللاحقة؛
- ✓ طول الفترة التي تستغرقها هذه العملية،، مما يؤدي إلى صعوبة التنبؤ وعرقلة عملية اتخاذ القرارات، خاصة في المجالات التي تتسم بالتطورات السريعة والكثيرة.

ج. **أسلوب لجنة الخبراء أو طريقة الخبراء:** تعتمد هذه الطريقة على إعلان إجتماع رسمي بين عدد معين من الخبراء، يحضرون شخصيا لتقدير ظاهرة معينة كمايلي:[5]

- يتم اختيار شخص من قبل المؤسسة ليقوم بدور المنسق بحيث يكون على درجة كبيرة من الخبرة والمعرفة بالموضوع أو الظاهرة محل التنبؤ؛
- يقوم المنسق بتوجيه دعوة للإجتماع لعدد معين من المختصين والخبراء في هذا المجال؛
- يبدأ الإجتماع والإعلان عن كتابة استفسار عن الظاهرة محل التنبؤ على لوحة مخصصة لهذا الغرض، أين يطلب من الأعضاء عدم تبادل الآراء أو إجراء مناقشات، وتقديم فكرة رئيسية لكل عضو؛
- بعد كتابة كل الأفكار على اللوحة، تبدأ عملية المناقشة؛
- تجرى عملية التصويت والإختيار السري للفكرة الرئيسية التي تدعم الموضوع المتوقع، ويتم اتخاذ القرار حول الظاهرة محل التنبؤ في النهاية.

من مزايا هذا الأسلوب:

- ✓ الإستفادة من آراء مجموعة كبيرة من الخبراء؛
- ✓ اتخاذ القرار خلال فترة زمنية قصيرة جدا، أي عند نهاية الإجتماع؛

من العيوب: أهم عيب لهذا الأسلوب هو: ارتفاع التكلفة المادية نتيجة لحضور عدد كبير من الخبراء من أماكن مختلفة.

د. **طريقة السيناريوهات:** السيناريو هو وصف أو تصور لوضع مستقبلي ممكن أو محتمل أو مرغوب فيه، مع توضيح المسار أو المسارات التي يمكن أن تؤدي إلى هذا الوضع المرغوب، وذلك انطلاقا من الوضع الراهن أو الوضع الإبتدائي المفترض.[6] يعتمد هذا الأسلوب على ترتيب منطقي لتسلسل الأحداث ومحاولة تحديد جميع الروابط القائمة بينها، بإعتبار أن هذه الأحداث لا تقع منعزلة عن بعضها البعض للوصول إلى أهداف محددة.

---

[5] بلقاسم تومي، رشيد فضاض، **مرجع سابق**، ص: 60.

[6] محمد جمال جارحي سعداوي، **بناء السيناريو في ضوء الدراسات المستقبلية**، رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير في الفنون التطبيقية، تخصص التصميم الصناعي، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الصناعي، جامعة حلوان، 2016، ص: 64. على الرابط: http://staff.du.edu.eg/upfilestaff/789/researches/3789_1466413258__.pdf، تاريخ التحميل: 2023/11/01، على الساعة: 17:47.

أثناء عملية توضيح أو استطلاع تطورات مستقبلية ممكنة وآثارها، تكون السيناريوهات مصدرا في أغلب الأحيان لإستلهام أفكار جديدة وخلاّقة، كما أنها تساعد على تنمية عدد من الإستراتيجيات البديلة، يمكن أن تتناسب مع كل موقف يحتمل حدوثه في المستقبل.

- **أهداف السيناريوهات:**
  - ✓ تجنب المفاجأة "عش المستقبل قبل حدوثه".
  - ✓ فهم العالم بشكل أفضل واتخاذ قرارات صائبة.
  - ✓ التحفيز على المناقشة والفكر الخلاق.
  - ✓ التحفيز على وضع تصميم مستقبلي لحياة أفضل.
  - ✓ تحديد نقاط القوة والضعف لتقييم وتوقع المستقبل.
- **معايير جودة السيناريوهات:** هناك عدة معايير يمكن استخدامها في تقويم السيناريوهات المطروحة حول المستقبل، والحكم على جودتها وصلاحيتها للتنبؤ بالمستقبل بدرجة عالية من الدقة وهي:[7]
  - ✓ **قدر من التمايز والإختلاف:** أن تكون السيناريوهات بينها قدر واضح من الإختلاف والتمايز وأن يتصف كل سيناريو بالإتساق الداخلي.
  - ✓ **سهولة الفهم والمعقولية:** من سمات السيناريو الجيد أنه سهل الفهم ويكون ممكن الحدوث وليس محض خيال.
  - ✓ **توقع الإضطرابات ونقاط التحول:** أي القدرة على الكشف عن الإنقطاع أو نقاط التحول في المسارات.
  - ✓ **أساس لإتخاذ القرارات والتخطيط:** أي مفيدة لعملية صناعة القرارات والتخطيط لمستقبل أفضل، وإشراك المستخدمين المحتملين لهذه السيناريوهات في عملية بنائها وتحليلها.

هـ. **طريقة الإستقصاء (المسح):** الإستقصاء هو كل عمل يحقق جمع المعلومات بطريقة منظمة وممنهجة، حسب خصائص بعض (استطلاع الرأي) أو كل المجتمع (استقصاء شامل) بالإستعانة بمفاهيم، مناهج وطرق محددة، بهدف استخراج نتائج منها.

يبدأ الإستقصاء عادة من الحاجة للمعلومة أو عدم وجود بيانات أو أن تلك البيانات تكون ناقصة. ويكون الطلب عليها من قبل الجهة المنفذة للمسح لغايات إجراء تحليل ظاهرة أو مشكلة اقتصادية، اجتماعية، ديموغرافية..إلخ.

قد تكون الجهة المنفذة هي جهة إحصائية أو تكون مؤسسات حكومية رسمية أو خاصة.[8]

---

[7] محمد جمال جارحي سعداوي، **مرجع سابق**، ص ص: 85-86.

[8] جمعاسي ابراهيم، **محاضرات في تقنيات الإستقصاء**، مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة السنة أولى ماستر، تخصص اقتصاد كمي، جامعة أمحمد بوقرة-بومرداس-، 2017/2016، ص: 03. على الرابط: http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/5141/1/Djemaasi%20Ibrahim.pdf، تاريخ التحميل: 2019/11/22، على الساعة: 11:51.

- **مراحل طريقة الإستقصاء:** تتمثل هذه المراحل في أربع مراحل رئيسية هي: التخطيط، التصميم والتطوير، التنفيذ، التقييم.

إن التعرف على تفاصيل هذه المراحل، يتطلب التعرف على المهام أو الخطوات التفصيلية التي تتضمنها كل مرحلة منها، تتمثل هذه الخطوات في:[9]

- ✓ تخطيط الإستقصاء أو المسح الإحصائي؛
- ✓ صياغة أهداف الإستقصاء؛
- ✓ اختيار اطار معاينة المسح والوحدة الإحصائية؛
- ✓ تحديد تصميم المعاينة المناسب؛
- ✓ تصميم استمارة الإستقصاء (المسح)؛
- ✓ جمع البيانات الإحصائية؛
- ✓ تدقيق البيانات وترميزها؛
- ✓ معالجة البيانات؛
- ✓ التقدير الإحصائي؛
- ✓ تحليل البيانات؛
- ✓ نشر البيانات؛
- ✓ اتخاذ القرار.

[9] **دليل تصميم وتنفيذ المسوح الإحصائية –أداة المنهجية والجودة– دليل رقم (8)**، مركز الإحصاء، ص: 05. على الرابط: https://www.scad.gov.ae/MethodologyDocumentLib/8-%20%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%AA%D8%B5%D9%85%D9%8A%D9%85%20%D9%88%D8%AA%D9%86%D9%81%D9%8A%D8%B0%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D9%88%D8%AD%20%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9.pdf. تاريخ التحميل: 22/ 11/ 2019، على الساعة: 11:50.

المحور الثالث

المحور الثالث: الطرق الكمية للتنبؤ

تمهيد:

سوف نركز في الطرق الكمية على السلاسل الزمنية، حيث يعتبر تحليل السلاسل الزمنية من الموضوعات الهامة لرجال الأعمال والمسؤولين والمخططين، خاصة في المجال الإقتصادي.

1. عموميات حول السلاسل الزمنية:

تعتبر السلسلة الزمنية من بين أهم الوسائل الإحصائية، خاصة فيما يتعلق بعملية إتخاذ القرار. قدمت لها العديد من التعاريف من بينها:

السلسلة الزمنية هي: "مجموعة من المشاهدات أو القياسات التي تأخذ على إحدى الظواهر (الإقتصادية، الإجتماعية، الطبية، الطبيعية.....) على فترات زمنية متتابعة عادة ما تكون متساوية الطول".[1]

كذلك السلسلة الزمنية هي: "مجموعة القراءات الرقمية التي تأخذها ظاهرة ما في فترات زمنية غالبا ما تكون متساوية".

وتحتوي السلسلة الزمنية على متغيرين، أحدهما مستقل وهو الزمن (**t**)، والثاني تابع وهو قيمة الظاهرة (**y**)، وعليه تكون **y** دالة في **t**، ويمكن التعبير عنها رياضيا كمايلي: $y= f(t)$.[2]

تعرض السلسلة الزمنية عادة في صورة جدول أو خط أو منحنى بياني، يعرف بالخط التاريخي أو المنحنى الزمني كما في المثال التالي:

الجدول التالي يبين تطور حجم إنتاج منتج ما لإحدى المؤسسات خلال الفترة الزمنية (**2016-2020**):

السنة	2016	2017	2018	2019	2020
حجم الإنتاج	1000	2000	3000	3500	4000

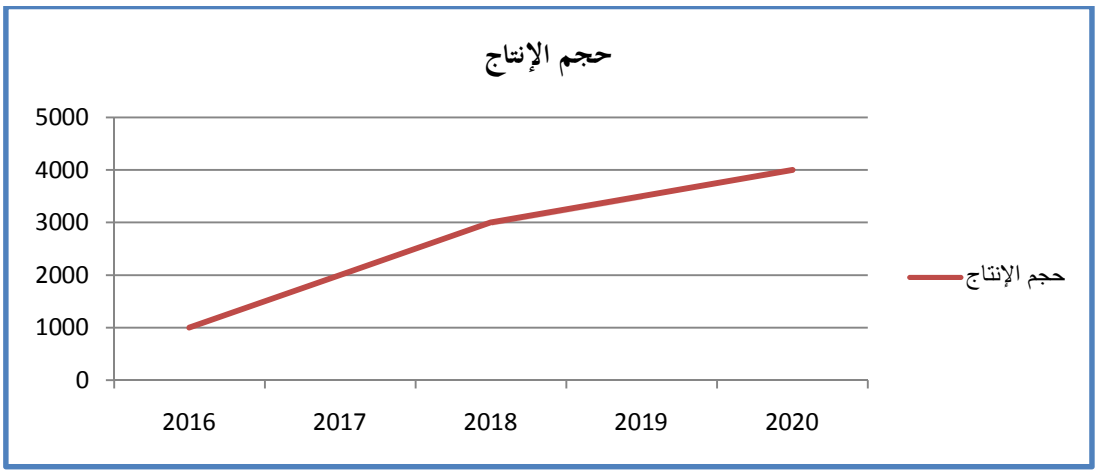
الوحدة/ بالطن

ويمكن تمثيل هذا التطور بيانيا كمايلي:

[1] سمير مصطفى شعراوي، **مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية**، مركز النشر العملي، مطابع جامعة الملك عبد العزيز، الطبعة الأولى، 2005، ص: 05.

[2] أحسن طيار، **الإحصاء الوصفي (دروس مفصلة وتمارين محلولة)**، د ط، دار هومة للطباعة والنشر والتوزيع، الجزائر، مارس 2019، ص: 243.

الشكل رقم (02): المنحنى التاريخي (المنحنى البياني) لتطور حجم انتاج إحدى المؤسسات



إن الهدف الرئيسي من دراسة السلاسل الزمنية يتلخص كالآتي:

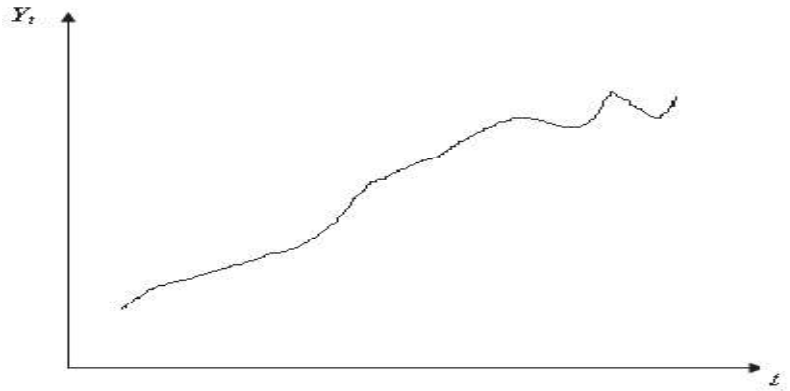
- ✓ التعرف على طبيعة التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة خلال فترة زمنية محددة.
- ✓ تشخيص الأسباب التي أدت إلى حدوث التغير في الظاهرة وتفسيرها.
- ✓ اتخاذ القرارات المناسبة في حالات عدم التأكد لتحاشي الوقوع في الأخطاء.
- ✓ التنبؤ لما سيحدث من التغيرات في قيم الظاهرة مستقبلا في ضوء ما حدث في الماضي.

2. **مركبات السلاسل الزمنية:** تتكون السلسلة الزمنية من أربع مركبات مختلفة، يتم من خلالها دراسة الآثار المختلفة التي تعرضت لها الظاهرة قيد الدراسة، خلال فترة زمنية سابقة، مما يساعد في التنبؤ بقيمتها خلال الفترة المستقبلية. هذه المركبات تتمثل فيمايلي:

أ. **مركبة الإتجاه العام (T)**: تمثل اتجاه السلسلة الزمنية عبر الزمن، ويقصد بها الحركة المنتظمة للسلسلة عبر فترة زمنية طويلة نسبيا (التغير في المدى الطويل)، بميل موجب أو سالب. تعتبر هذه المركبة في العادة أهم عناصر السلسلة الزمنية، وغالبا ما تعتمد كعنصر وحيد في بناء التوقعات.

يكون الإتجاه العام بصيغة عامة على شكل خط مستقيم، ويقال عنه موجب إذا كان الإتجاه نحو التزايد بمرور الزمن، ويقال عنه سالب إذا اتجهت السلسلة نحو التناقص بمرور الزمن. الشكل التالي يوضح التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة اتجاه عام.

الشكل رقم (03): التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة اتجاه عام

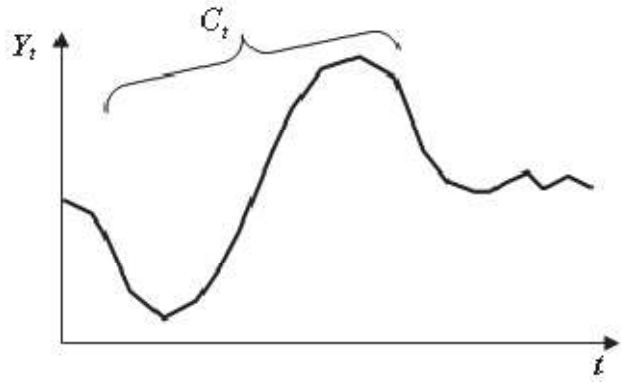


المصدر: محمد شيخي، **طرق الإقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات**، دار الحامد، الطبعة الأولى، 2011، عمان-الأردن، ص: 196.

ب. **المركبة الدورية (C)**: تعبر عن تغيرات تؤدي إلى حدوث نمط دوري في السلسلة، يتكرر كل فترة زمنية طويلة. عادة ما يكون طول الدورة خمس أو عشر سنوات، ولهذا تسمى هذه التغيرات بالتغيرات طويلة الأجل. وهي تعكس آثار الدورات والتقلبات الإقتصادية من حيث الكساد أو الرواج أو الإنتعاش وغيرها.

يصعب معرفة التقلبات الدورية ومقاديرها، لأنها تختلف اختلافا كبيرا من دورة لأخرى، سواء من حيث طول الفترة الزمنية للدورة أو اتساع تقلباتها أو مداها.[3] الشكل التالي يوضح التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة دورية.

الشكل رقم (04): التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة دورية

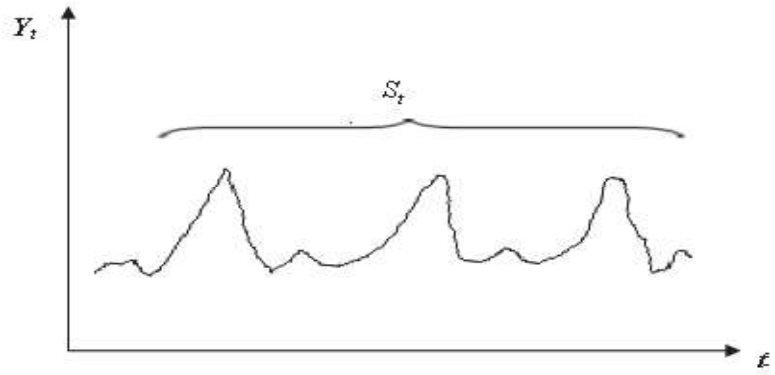


المصدر: محمد شيخي، **طرق الإقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات**، دار الحامد، الطبعة الأولى، 2011، عمان-الأردن، ص: 197.

ج. **المركبة الموسمية (التغيرات الموسمية) (S)**: تعبر عن تغير الظاهرة في المدى القصير (خلال سنة). قد تكون التغيرات شهرية أو ثلاثية أو سداسية أو أسبوعية. والشكل التالي يوضح التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة موسمية.

[3] محمد شيخي، **طرق الإقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات**، دار الحامد، الطبعة الأولى، 2011، عمان-الأردن، ص: 197.

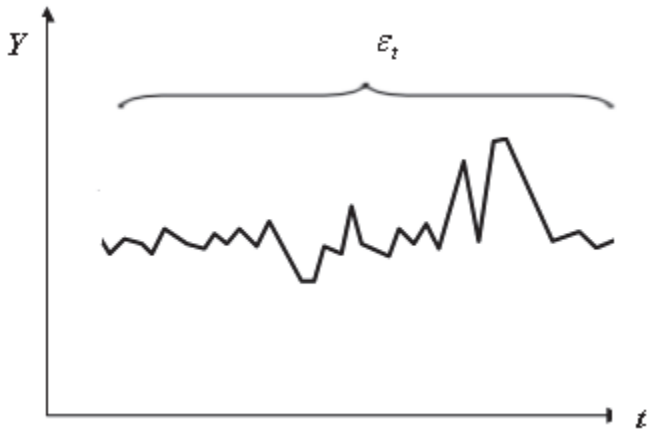
الشكل رقم (05): التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة موسمية



المصدر: محمد شيخي، **طرق الإقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات**، دار الحامد، الطبعة الأولى، 2011، عمان-الأردن، ص: 197.

د. **المركبة العشوائية (التغيرات العشوائية) (I)**: هي تغيرات غير منتظمة، طارئة، لا يمكن التنبؤ بوقوعها أو تحديد نطاق تأثيرها. لا توجد لها علاقة بعنصر الزمن، تنتج عن عوامل غير منتظرة كإنخفاض الإنتاج مثلا بسبب إضراب العمال أو حدوث حريق.....إلخ.[4] الشكل التالي يوضح التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة عشوائية.

الشكل رقم (06): التمثيل البياني لسلسلة زمنية تحتوي على مركبة عشوائية



المصدر: محمد شيخي، **طرق الإقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات**، دار الحامد، الطبعة الأولى، 2011، عمان-الأردن، ص: 197.

3. أشكال نماذج السلاسل الزمنية وطرق تحديدها: يمكن أن نميز بين شكلين من أشكال هذه النماذج بناءا على أنواع العلاقات بين المتغير التابع والمتغير المستقل، ويمكن أن نختصرها في علاقتين؛ الخطية وغير الخطية، فالعلاقة الخطية تتعلق بالشكل التجميعي والعلاقة غير الخطية ترتبط بالشكل المضاعف.

[4] عبلة مخرمش، **مرجع سابق**، ص: 23.

أ. **الشكل التجميعي**: يكون العرض البياني للسلسلة الزمنية متشابها عبر مختلف الفترات الزمنية، حيث تتغير السلسلة الزمنية حسب هذا النوع بشكل ثابت تقريبا. في هذه الحالة تكون قيم الظاهرة المدروسة عبارة عن مجموع قيم مركبات السلسلة الزمنية كمايلي:

$$y_t = T + S + C + I$$

ب. **الشكل الجدائي (المضاعف)**: نفترض هنا أن السلسلة الزمنية تتغير بشكل مضاعف، أي تتزايد على شكل متتالية هندسية، فتكون قيم الظاهرة المدروسة هي عبارة عن جداء مركبات السلسلة الزمنية كمايلي:

$$y_t = T . S . C . I$$

يمكن تحديد شكل السلسلة الزمنية بطريقتين هما:

أ. **الطريقة البيانية**: يمكن أن نحدد شكل السلسلة الزمنية من خلال عرض بياني، فإذا كانت تذبذبات هذه السلسلة ثابتة، نقول أننا في حالة نموذج تجميعي، أما إذا كانت هذه التغيرات غير ثابتة (متزايدة) نقول أننا في حالة نموذج مضاعف.

ب. **الطريقة التحليلية لتحديد شكل نموذج السلسة الزمنية**: توجد عدة طرق عملية لتحديد شكل هذا النموذج، ذكر من بينها مايلي:

- **طريقة الوسط السنوي**: تستعمل هذه الطريقة إذا كانت السنة مقسمة إلى عدة فترات (سداسيات، أشهر، ثلاثيات...)، ولهذه الطريقة خطوتان:
  - ✓ **الخطوة الأولى**: حساب الوسط الحسابي السنوي لكل سنة $\overline{X}$
  - ✓ **الخطوة الثانية**: حساب الفرق بين قيم أجزاء السنة (الثلاثي، السداسي..) والوسط الحسابي السنوي، فإذا كانت الفروق تشكل متتالية حسابية، نستنتج أن النموذج تجميعي، أما إذا كانت هذه الفروق على شكل متتالية هندسية، نقول أننا في حالة نموذج مضاعف.
- **طريقة الإنحراف المعياري**: تحتوي هذه الطريقة على خطوتين هما:
  - ✓ **أولا**: تحديد الإنحراف المعياري لكل سنة $\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{n}}$
  - ✓ **ثانيا**: نقارن بين الإنحرافات المعيارية المتحصل عليها، حيث إذا كانت متساوية وثابتة أو متقاربة، نكون في حالة نموذج تجميعي، أما إذا كانت هذه الإنحرافات متباينة ومتباعدة، فإننا نكون في حالة نموذج مضاعف.

مثال تطبيقي: تبين السلسلة الزمنية التالية، مبيعات سلعة معينة من سنة **2016** حتى سنة **2020** حسب عدد الوحدات المباعة في الثلاثي.

الثلاثيات	1	2	3	4
2016	20	28	22	34
2017	19	39	25	44
2018	21	49	33	55
2019	23	60	37	66
2020	24	71	42	76

المطلوب: تحديد شكل نموذج السلسلة باستعمال طريقة الوسط السنوي وطريقة الإنحراف المعياري.

الحـــل:

أولا/ باستعمال طريقة الوسط السنوي:

أ. حساب الوسط الحسابي السنوي: $\overline{X}$

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

السنة	$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$
2016	$\overline{X} = \frac{20+28+22+34}{4} = \frac{104}{4} = 26$
2017	$\overline{X} = \frac{19+39+25+44}{4} = \frac{127}{4} = 31.75$
2018	$\overline{X} = \frac{21+49+33+55}{4} = \frac{158}{4} = 39.5$
2019	$\overline{X} = \frac{23+60+37+66}{4} = \frac{186}{4} = 46.5$
2020	$\overline{X} = \frac{24+71+42+76}{4} = \frac{213}{4} = 53.25$

ب. حساب الفرق بين قيم أجزاء السنة (الثلاثي) والوسط الحسابي السنوي:

	التغيرات الموسمية				
السنة	$\overline{X}$	1	2	3	4
2016	26	20-26 = **-6**	28-26 = **2**	22-26= **-4**	34-26= **8**

2017	31.75	19-31.75= **-12.75**	39-31.75= **7.25**	25-31.75= **-6.75**	44-31.75=**12.25**
2018	39.5	21-39.5= **-18.5**	49-39.5= **9.5**	33-39.5= **-6.5**	55-39.5=**15.5**
2019	46.5	23-46.5= **-23.5**	60-46.5= **13.5**	37-46.5= **-9.5**	66-46.5=**19.5**
2020	53.25	24-53.25= **-29.25**	71-53.25= **17.75**	42-53.25= **-11.25**	76-53.25=**22.75**

نلاحظ أن التغيرات الموسمية للثلاثي الأول تتضاعف من سنة إلى أخرى، وهي مضاعفات العدد **6** تقريبا. إذن النموذج الذي تتبعه السلسلة الزمنية في المدى الطويل هو نموذج مضاعف ويكتب على الشكل: $y = T.S.C.I$

ثانيا/ باستعمال طريقة الإنحراف المعياري:

لدينا: $\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{n}}$

ومنه:

السنوات	$\overline{X}$	$\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{n}}$
2016	26	$\delta = \sqrt{\frac{(20-26)^2+(28-26)^2+(22-26)^2+(34-26)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{120}{4}}$ $\delta = 5.477$
2017	31.75	$\delta = \sqrt{\frac{(19-31.75)^2+(39-31.75)^2+(25-31.75)^2+(44-31.75)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{410.75}{4}}$ $\delta = 10.13$
2018	39.5	$\delta = \sqrt{\frac{(21-39.5)^2+(49-39.5)^2+(33-39.5)^2+(55-39.5)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{715}{4}}$ $\delta = 13.37$
2019	46.5	$\delta = \sqrt{\frac{(23-46.5)^2+(60-46.5)^2+(37-46.5)^2+(66-46.5)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{1205}{4}}$ $\delta = 17.36$

2020	53.25	$\delta = \sqrt{\frac{(24-53.25)^2+(71-53.25)^2+(42-53.25)^2+(76-53.25)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{1814.75}{4}}$ $\delta = 21.30$

نلاحظ أن الإنحرافات المعيارية غير ثابتة من سنة لأخرى، اذن النموذج الموافق لهذه السلسلة هو: **النموذج المضاعف (الجدائي)**.

4. طرق الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية:

أ. **طرق الكشف عن مركبة الإتجاه العام T**: يعبر الإتجاه العام للسلسلة الزمنية عن مقدار الإندفاع في الزيادة أو النقصان أو الثبوت في قيم ظاهرة ما خلال فترة زمنية معينة.

يساعدنا الكشف عن مركبة الإتجاه العام وقياسه في إزالة أو استبعاد أثره من قيم الظاهرة المدروسة، حتى نتمكن من دراسة مكونات السلسلة الأخرى.

يتم قياس تأثير الإتجاه العام في عملية التنبؤ بشكل عام طبقا لطرق معينة أهمها:

1) **طريقة التمثيل البياني (التمهيد باليد)**: إن هذه الظاهرة تعتمد على إمكانية الشخص في دقة التعبير عن الظاهرة، من خلال الرسم البياني، حيث يتم تحديد رمز معين لأحد الظواهر، ورمز آخر لظاهرة أخرى كمايلي:

t (المتغير المستقل)، y (المتغير التابع أو الظاهرة المدروسة)

حيث يأخذ المحور الأفقي قيم المتغير المستقل (**t**)، أما المحور العمودي فيأخذ قيم المتغير التابع. بعدها يتم تمثيل النقاط والربط بينها لمعرفة اتجاه الظاهرة المدروسة.

مثال تطبيقي: إحدى المؤسسات بدأ انتاجها الفعلي لمادة قطع السكر عام **2015** وامتد لغاية نهاية سنة **2020**، حيث تم طرح كميات من السلع الإستهلاكية المختلفة خلال السلسلة الزمنية المذكورة.

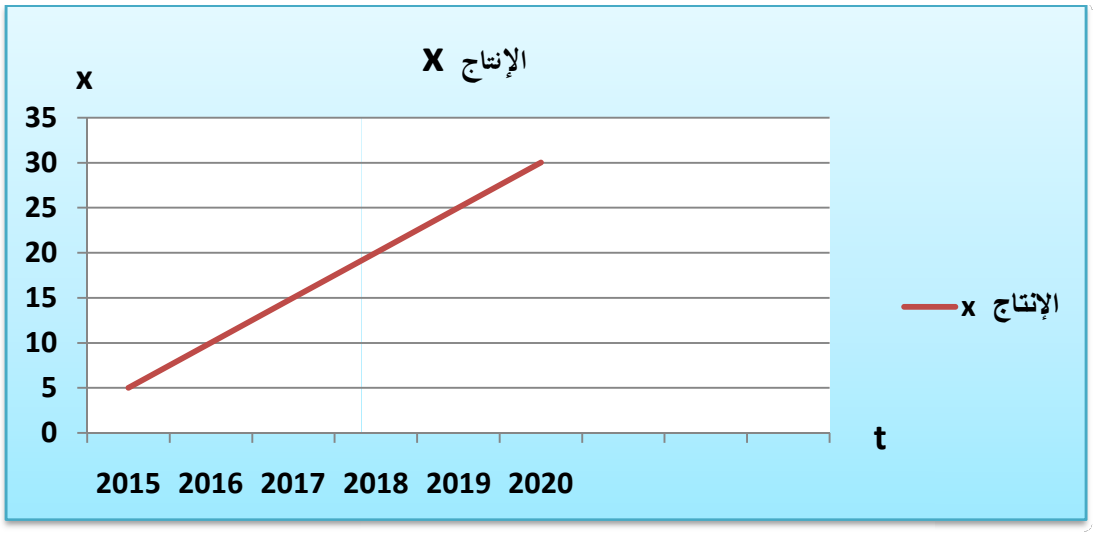
ترغب هذه المؤسسة في معرفة خط الإتجاه العام لنشاطها الإنتاجي باستخدام طريقة التمثيل البياني، علما أن البيانات المتوفرة عن هذه المشكلة هي كمايلي:

السنوات	الإنتاج
2015	05
2016	10
2017	15
2018	20

2019	25
2020	30

المطلوب: رسم المنحنى الذي يعبر عن الإتجاه العام للسلسلة الزمنية

الحـــــــــل:



نلاحظ أن هناك نمو طردي ثابت في السلسلة الزمنية، وأن الإتجاه العام للظاهرة هو اتجاه نحو الإرتفاع.

2) طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة:

أ. **التعريف بطريقة المتوسطات المتحركة البسيطة**: تعتبر هذه الطريقة من أبسط الطرق المستعملة في تحديد مركبة الإتجاه العام، وتمكن من رؤية واضحة لإتجاه الظاهرة المدروسة في المدى الطويل، حيث تبين مدى سرعتها أو تباطئها.

تقوم الطريقة على حساب متوسط حسابي على أساس عدد معين من الفترات (**ثلاثي، خماسي**..) لعدد فردي من قيم متتالية لسلسلة زمنية معينة، بحيث تعبر قيمة المتوسط المتحرك عن قيمة المتغير للسنة الوسطى.

هذه الطريقة تمكننا من الحصول على سلسلة المتوسطات المتحركة، التي تساوي إلى عدد قيم السلسلة الأصلية، مطروحا منه عدد قيم الوسط المتحرك، مضافا إليه واحد.

فائدة هذه الطريقة هي إلغاء التذبذبات الكبيرة من السلسلة، أي إلغاء الفجوات الكبيرة بين القيم المشاهدة للسلسلة واتجاهها العام.

مثال تطبيقي: تبين السلسلة الزمنية التالية، مبيعات مادة معينة خلال **10** سنوات.

المطلوب: تحديد الإتجاه العام للمبيعات بإستعمال طريقة المتوسطات المتحركة على أساس ثلاث سنوات (**n=3**)، ثم خمس سنوات (**n=5**)، مع التمثيل البياني.

الحـــــل:

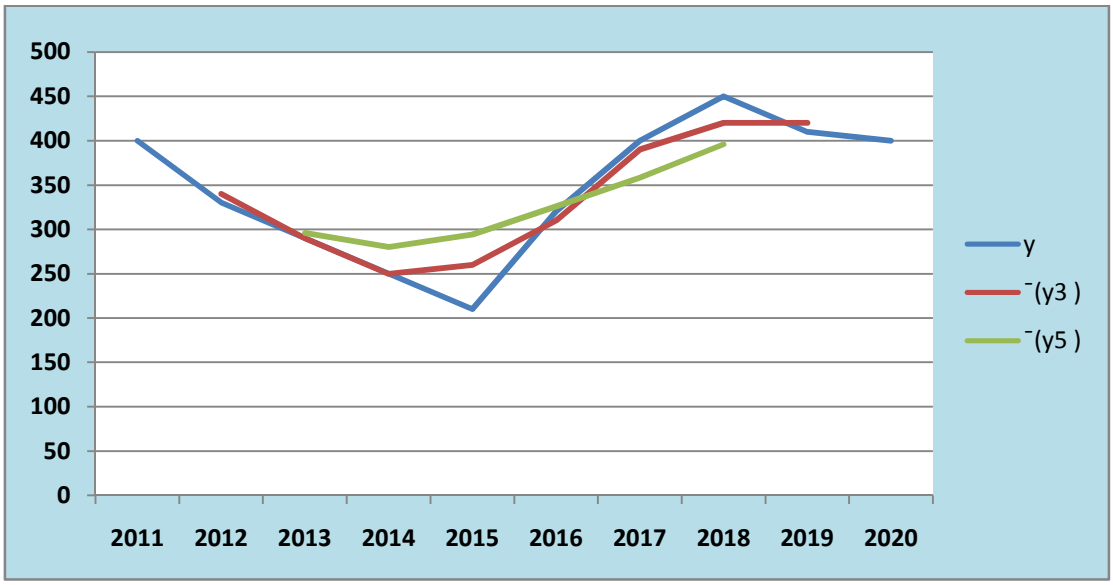
ملاحظة:

عدد قيم سلسلة المتوسطات المتحركة على أساس n=3 هي: 10- 3 +1 = 8

عدد قيم سلسلة المتوسطات المتحركة على أساس n=5 هي: 10 – 5 + 1= 6

السنوات	المبيعات y_t	المجموع المتحرك لثلاث سنوات n=3	المتوسط للسنوات الثلاث $\overline{y_3}$	المجموع المتحرك لخمس سنوات n=5	المتوسط للسنوات الخمس $\overline{y_5}$
2011	400	–	–	–	–
2012	330	400+330+290 **= 1020**	$\frac{1020}{3}$= **340**	–	–
2013	290	330+290+250 **= 870**	$\frac{870}{3}$= **290**	400+330+290+250 +210 **= 1480**	$\frac{1480}{5}$= **296**
2014	250	290+250+210 **= 750**	$\frac{750}{3}$= **250**	330+290+250+210 +320 **= 1400**	$\frac{1400}{5}$= **280**
2015	210	250+210+320 **= 780**	$\frac{780}{3}$= **260**	290+250+210+320 +400 **= 1470**	$\frac{1470}{5}$= **294**
2016	320	210+320+400 **= 930**	$\frac{930}{3}$= **310**	250+210+320+400 +450 **= 1630**	$\frac{1630}{5}$= **326**
2017	400	320+400+450 **= 1170**	$\frac{1170}{3}$= **390**	210+320+400+450 +410 **= 1790**	$\frac{1790}{5}$= **358**
2018	450	400+450+410 **= 1260**	$\frac{1260}{3}$= **420**	320+400+450+410 +400 **= 1980**	$\frac{1980}{5}$= **396**
2019	410	450+410+400 **= 1260**	$\frac{1260}{3}$= **420**	–	–
2020	400	–	–	–	–

التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة:



ب. **استخدام طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة في التنبؤ**: إن طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة ليست فقط إحدى الطرائق المستخدمة في تحديد الإتجاه العام في السلسلة الزمنية، وإنما تعد أيضا من أبسط الأساليب الكمية المستخدمة في التنبؤ بالطلب على المنتجات. وبموجب هذه الطريقة فإن التنبؤ بالطلب للفترة المقبلة يساوي مجموع الطلب لعدد معين من الفترات الماضية مقسوما على عدد تلك الفترات. فلو أردنا إعداد تنبؤ باستخدام أربع فترات ماضية فينبغي إيجاد مجموع الطلب لتلك الفترات وقسمة المجموع على أربعة. لفهم استخدام الطريقة أكثر في التنبؤ، لدينا المثال التطبيقي التالي:

مثال تطبيقي: البيانات التالية تبين الطلب الذي تحقق على المصابيح الكهربائية لشركة النور خلال الأشهر (جانفي حتى ديسمبر 2022):

الأشهر	الطلب (1000)
جانفي	25
فيفري	30
مارس	32
أفريل	40
ماي	48
جوان	58
جويلية	65
أوت	75
سبتمبر	70

أكتوبر	45
نوفمبر	40
ديسمبر	35

المطلوب: إجراء تنبؤ للأشهر (5-12) باستخدام متوسط متحرك طوله (n=4)

الحل:

الأشهر	الطلب (1000)	متوسط متحرك طوله (n=4)
جانفي	25	-
فيفري	30	-
مارس	32	-
أفريل	40	-
ماي	48	$\bar{y}_5 = \frac{40+32+30+25}{4} = 32$
جوان	58	$\bar{y}_6 = \frac{48+40+32+30}{4} = 38$
جويلية	65	$\bar{y}_7 = \frac{58+48+40+32}{4} = 45$
أوت	75	$\bar{y}_8 = \frac{65+58+48+40}{4} = 53$
سبتمبر	70	$\bar{y}_9 = \frac{75+65+58+48}{4} = 62$
أكتوبر	45	$\bar{y}_{10} = \frac{70+75+65+58}{4} = 67$
نوفمبر	40	$\bar{y}_{11} = \frac{45+70+75+65}{4} = 64$
ديسمبر	35	$\bar{y}_{12} = \frac{40+45+70+75}{4} = 58$

ملاحظات: بما أن المتوسط المتحرك طوله **4** فترات، فإن التنبؤات التي نحصل عليها تبدأ اعتبارا من الشهر الخامس أي شهر ماي. أي أن تنبؤ الطلب لشهر ماي يبلغ **32000 وحدة**، وبعد مرور شهر ماي ومعرفة المبيعات المتحققة، فإن التنبؤ للشهر السادس أي شهر جوان، يمكن إجراءه بنفس القاعدة السابقة وذلك بالإعتماد على أحدث أربعة بيانات متوفرة، أي أن المتوسط المتحرك سيأخذ بالإعتبار الشهر الخامس والرابع والثالث والثاني ويستبعد الشهر الأول.

وهكذا، فكلما تتقدم فترة واحدة يجري إسقاط فترة واحدة من الماضي، ولهذا السبب تُطلق تسمية المتوسطات المتحركة على هذا الأسلوب. وتفترض هذه الطريقة أن الطلب مستقر نوعا ما وأنه لا ينطوي على عوامل موسمية. ومن مزايا هذه الطريقة أنها سهلة الفهم والتطبيق ولا تتطلب بيانات كثيرة عن الماضي.

ومن عيوب هذا الأسلوب هو أن نتائج التنبؤ تعتمد على طول المتوسط. لذلك ينبغي اختيار فترة زمنية مناسبة لحساب التنبؤ، ومن المعروف أنه كلما طالت فترة المتوسط كلما ساعد ذلك على ازالة أثر العوامل العشوائية. ومن عيوب هذا الأسلوب أيضا أنه يتطلب الإحتفاظ بجميع البيانات عن الماضي مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف حفظ واسترجاع البيانات سواء يدويا أم بالحاسوب. بالإضافة إلى ما تقدم فإن هذا الأسلوب يعطي نفس الوزن أو الأهمية لجميع البيانات التي تدخل في حساب التنبؤ. والوزن أو الأهمية هو واحد مقسوما على طول الفترة الزمنية. فالوزن النسبي لكل مشاهدة في مثالنا السابق كان **0.25**، ولتذليل هذه المشكلة فإنه بالإمكان تغيير الأوزان النسبية أو أهمية كل مشاهدة حسب ما تمليه الخبرة الشخصية عن الطلب في الماضي على أن يكون مجموع الأوزان مساويا إلى واحد.[5]

3) طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة:

أ. **التعريف بطريقة المتوسطات المتحركة المرجحة:** انطلاقا من إحدى النقائص الأساسية لنموذج المتوسطات المتحركة البسيطة، باعتبارها تعطي نفس الوزن لجميع قيم المشاهدات على أساس الفترة **n**، فإن تقنية الأوساط المتحركة المرجحة لا تعطي نفس الوزن للمشاهدات القديمة والحديثة، وتعتمد على معيار مرجح في تحديد القيم، حيث إذا كان المستوى المتوقع y_{t+1} يتحدد بأوساط متحركة على أساس **3** فترات، فإن:

$$\overline{y_{t+1}} = \alpha_1 y_t + \alpha_2 y_{t-1} + \alpha_3 y_{t-2}$$

حيث: α_1، α_2، α_3 هي معاملات الترجيح، والشرط الأساسي في كل الحالات هو أن مجموع:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$$

أي أن قيم α محصورة بين **[0، 1]**.

مثال تطبيقي: بالرجوع لنفس المثال السابق:

- حدد الإتجاه العام للمبيعات بإستعمال طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة على أساس n= 3 (ثلاث سنوات)، حيث: α_1=0.5، α_2= 0.3، α_3= 0.2.
- حدد الإتجاه العام للمبيعات بإستعمال طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة على أساس **n= 5** (خمس سنوات)، حيث: α_1=0.1، α_2= 0.3، α_3= 0.2، α_4=0.1، α_5=0.3.

[5] **أسلوب المتوسطات المتحركة البسيطة**، مدونة منشورة على موقع المعرفة، تاريخ النشر 2001/01/03، على الرابط: https://almerja.com/reading.php?idm=144356. تاريخ الزيارة: 2024/02/26.

الحـــل:

السنوات	المبيعات y_t	المتوسط المتحرك المرجح لثلاث سنوات n=3	المتوسط المتحرك المرجح لخمس سنوات n=5
2011	400	-	-
2012	330	(400× 0.5) + (330× 0.3)+ (290× 0.2) = **375**	-
2013	290	(330× 0.5)+(290× 0.3) +(250× 0.2) = **302**	(400× 0.1)+(330× 0.3)+(290× 0.2)+(250× 0.1)+(210× 0.3) = **285**
2014	250	(290× 0.5)+(250× 0.3) +(210× 0.2) = **262**	(330× 0.1)+(290× 0.3)+(250× 0.2)+(210× 0.1)+(320× 0.3) = **287**
2015	210	(250× 0.5)+(210× 0.3) +(320× 0.2) = **251**	(290× 0.1)+(250× 0.3)+(210× 0.2)+(320× 0.1)+(400× 0.3) = **298**
2016	320	(210× 0.5)+ (320× 0.3)+(400× 0.2) = **281**	(250× 0.1)+(210× 0.3)+(320× 0.2)+(400× 0.1)+(450× 0.3) = **327**
2017	400	(320× 0.5)+(400× 0.3) +(450× 0.2) = **370**	(210× 0.1)+(320× 0.3)+(400× 0.2)+(450× 0.1)+(410× 0.3) = **365**
2018	450	(400× 0.5)+(450× 0.3) +(410× 0.2) = **417**	(320× 0.1)+(400× 0.3)+(450× 0.2)+(410× 0.1)+(400× 0.3) = **403**
2019	410	(450× 0.5)+(410× 0.3) +(400× 0.2) = **428**	-
2020	400	-	-

ب. **استخدام طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة في التنبؤ**: تستخدم طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة في تحديد الإتجاه العام للظاهرة، وأيضا في التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة كما يتضح في المثال التطبيقي التالي:

مثال تطبيقي: باستخدام نفس معطيات المثال السابق:

- تنبأ بالمبيعات بإستعمال طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة على أساس **n= 3** (ثلاث سنوات)، حيث: α_1**=0.5**، α_2**= 0.3**، α_3**= 0.2**.
- تنبأ بالمبيعات بإستعمال طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة على أساس **n= 5** (خمس سنوات)، حيث: α_1**=0.1**، α_2**= 0.3**، α_3**= 0.2**، α_4**=0.1**، α_5**=0.3**.

الحل:

السنوات	المبيعات y_t	المتوسط المتحرك المرجح لثلاث سنوات n=3	المتوسط المتحرك المرجح لخمس سنوات n=5
2011	400	-	-
2012	330	-	-
2013	290	-	-
2014	250	(290× 0.5)+(330× 0.3) +(400× 0.2) = **324**	-
2015	210	(250× 0.5)+(290× 0.3) +(330× 0.2) = **278**	-
2016	320	(210× 0.5)+ (250× 0.3)+(290× 0.2) = **238**	(210× 0.1)+(250× 0.3) +(290× 0.2) +(330× 0.1) +(400× 0.3) = **307**
2017	400	(320× 0.5)+(210× 0.3) +(250× 0.2) = **273**	(320× 0.1)+(210× 0.3) +(250× 0.2) +(290× 0.1) +(330× 0.3) = **273**
2018	450	(400× 0.5)+(320× 0.3) +(210× 0.2) = **338**	(400× 0.1)+(320× 0.3) +(210× 0.2) +(250× 0.1) +(290× 0.3) = **290**
2019	410	(450× 0.5)+(400× 0.3) +(320× 0.2) = **409**	(450× 0.1)+(400× 0.3) +(320× 0.2) +(210× 0.1) +(250× 0.3) = **325**
2020	400	(410× 0.5)+(450× 0.3) +(400× 0.2) = **420**	(410× 0.1)+(450× 0.3) +(400× 0.2) +(320× 0.1) +(210× 0.3) = **351**

ملاحظات: في طريقة المتوسطات المتحركة:

- كلما كان **n** كبيرا، كان التمهيد الناتج أشد، أي أن التمثيل البياني يكون أقرب إلى الخط المستقيم، مما يعطي توضيحا أكبر للتوجه العام وطمسا للتقلبات في السلسلة الأصلية والقيم المتطرفة. والعكس، كلما كان **n** صغيرا، جاء التمثيل الذي يمثل التوسطات المتحركة أقرب إلى تمثيل السلسلة الأصلية، وبالتالي أقل اظهارا للتوجه العام.
- طريقة المتوسطات المتحركة البسيطة سهلة الإستخدام وغير مكلفة، بالإضافة إلى أنها تستخدم في المؤسسات التي تخزن المنتجات. لكن من سلبياتها: أنها تتنبأ بفترة واحدة بإعتبار أن التنبؤ بفترة أخرى يتطلب مشاهدات أخرى، بالإضافة إلى أنها لا تعطي اعتبارات للمشاهدات الفعلية المتاحة.
- طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة جاءت انطلاقا من نقائص طريقة المتوسطات البسيطة، حيث أنها تعطي لكل قيمة معاملا خاصا في السلسلة الزمنية وهو ما يسمى بالترجيح.

4) طريقة نصفي السلسلة: تستخدم هذه الطريقة في قياس وتحديد تأثير الإتجاه العام باتباع الخطوات التالية:

- **أولا/** تقسيم السلسلة الزمنية إلى قسمين متساويين؛
- **ثانيا/** استخراج الوسط الحسابي لقيم الظاهرة للنصف الأول من السلسلة ($\overline{X}_1$)، والوسط الحسابي لقيم الظاهرة للنصف الثاني من السلسلة ($\overline{X}_2$)، حيث $\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$؛
- **ثالثا/** يجب أن يقع الوسط الحسابي ($\overline{X}_1$) في وسط النصف الأول من السلسلة، بينما يقع ($\overline{X}_2$) في وسط النصف الثاني من السلسلة؛
- **رابعا/** يتم تثبيت قيم افتراضية لسنوات السلسلة الزمنية، يطلق عليها بالرمز t_i، حيث يتحدد موقع أصل المعادلة ($t_i = 0$) في منتصف الفترة الزمنية، إما للنصف الأول أو الثاني للسلسلة، والقيم التي تسبق الوسط الفرضي تأخذ قيم سالبة (**-1، -2، -3، -4...**)، أما القيم التي تأتي بعده تكون موجبة (**1، 2، 3، 4....**).
- **خامسا/ حساب معادلة الإتجاه العام** $y_t = a + b\ t_i$

حيث: y الظاهرة المدروسة؛

a قيمة الظاهرة المدروسة عندما **x=0**؛

b ميل قيم الإتجاه العام

- يكون الوسط الحسابي لقيم الظاهرة للنصف الأول من السلسلة يساوي **a** في حالة تثبيت أصل المعادلة $t_i = 0$ في منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول من السلسلة.
- **b** وهو ميل خط الإتجاه العام، تحدد قيمته على أساس $\overline{X}_1$، $\overline{X}_2$، ويحسب كمايلي: $b = \frac{\overline{X}_2 - \overline{X}_1}{n_i}$، حيث n_i هي عدد السنوات لأحد نصفي السلسلة.

مثال تطبيقي: إليك المعطيات التالية والتي تتعلق بتطور كمية إنتاج إحدى المؤسسات خلال الفترة (**2011 – 2020**)

السنوات	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
كمية الإنتاج	10	13	15	14	18	19	22	23	27	29

المطلوب: تحديد قيم معادلة الإتجاه العام مع التمثيل البياني لها.

الحـــــل:

نلاحظ أن عدد سنوات السلسلة هو **10** سنوات، إذن **n** عدد سنوات أحد نصفي السلسلة هو **5** وعليه نحسب $\overline{X}_1$ و$\overline{X}_2$ كمايلي:

$$\overline{X}_1 = \frac{10+13+15+14+18}{5} = \frac{70}{5} = 14$$

$$\overline{X}_2 = \frac{19+22+23+27+29}{5} = \frac{120}{5} = 24$$

السنوات	كمية الإنتاج	الوسط $\overline{X}$		$\hat{y} = a + b\ t_i$	
2011	10		-2	14+(2) (-2) =10	10
2012	13		-1	14+(2) (-1) = 12	12
2013	15	$\overline{X}_1 = 14$	0	14+(2) (0) = 14	14
2014	14		1	14+(2) (1) = 16	16
2015	18		2	14+(2) (2) = 18	18
2016	19		3	14+(2) (3) = 20	20
2017	22		4	14+(2) (4) = 22	22
2018	23	$\overline{X}_2 = 24$	5	14+(2) (5) = 24	24
2019	27		6	14+(2) (6) = 26	26
2020	29		7	14+(2) (7) = 28	28

نحسب ميل خط الإتجاه b:

$$b = \frac{\overline{X}_2 - \overline{X}_1}{n_i} \quad / \ n_i = 5,\ \overline{X}_1 = 14,\ \overline{X}_2 = 24$$

$$b = \frac{24-14}{5} = = \frac{10}{5} = 2$$

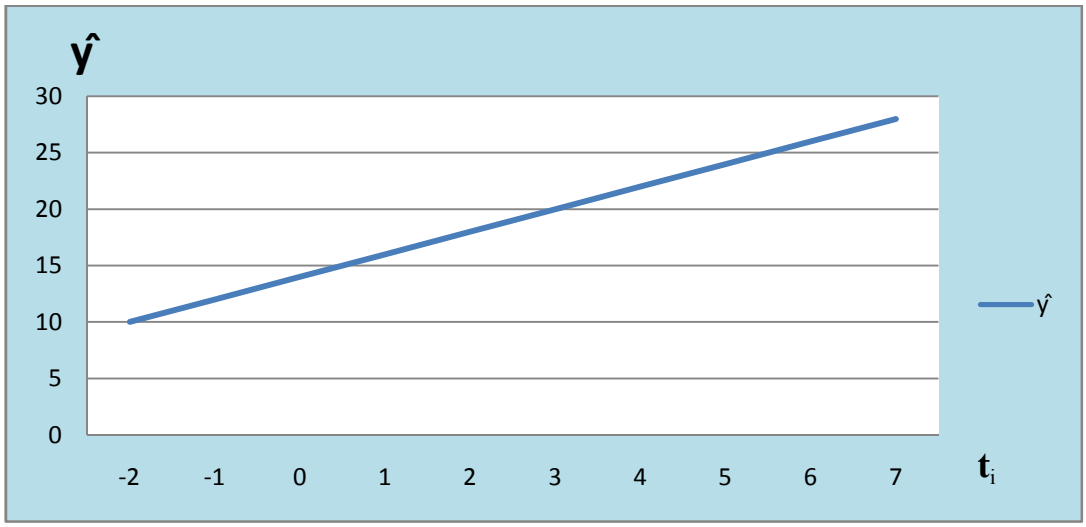
حساب a: بما أن أصل المعادلة $X_i = 0$ تم تثبيته في منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول من السلسلة، فإن **a** تساوي الوسط الحسابي لقيم الظاهرة للنصف الأول من السلسلة، أي $a = \overline{X}_1$ **ومنه:** $a = 14$.

وبالتالي تكون معادلة الإتجاه العام كمايلي:

$$\hat{y} = a + b\ t_i \Rightarrow \hat{y} = 14 + 2\ t_i$$

بتعويض قيمة **t** في المعادلة نجد قيمة **y** لكل سنة، ثم يتم تمثيل القيم المقدرة بيانيا وتحديد خط الإتجاه العام للسلسلة الزمنية.

التمثيل البياني:



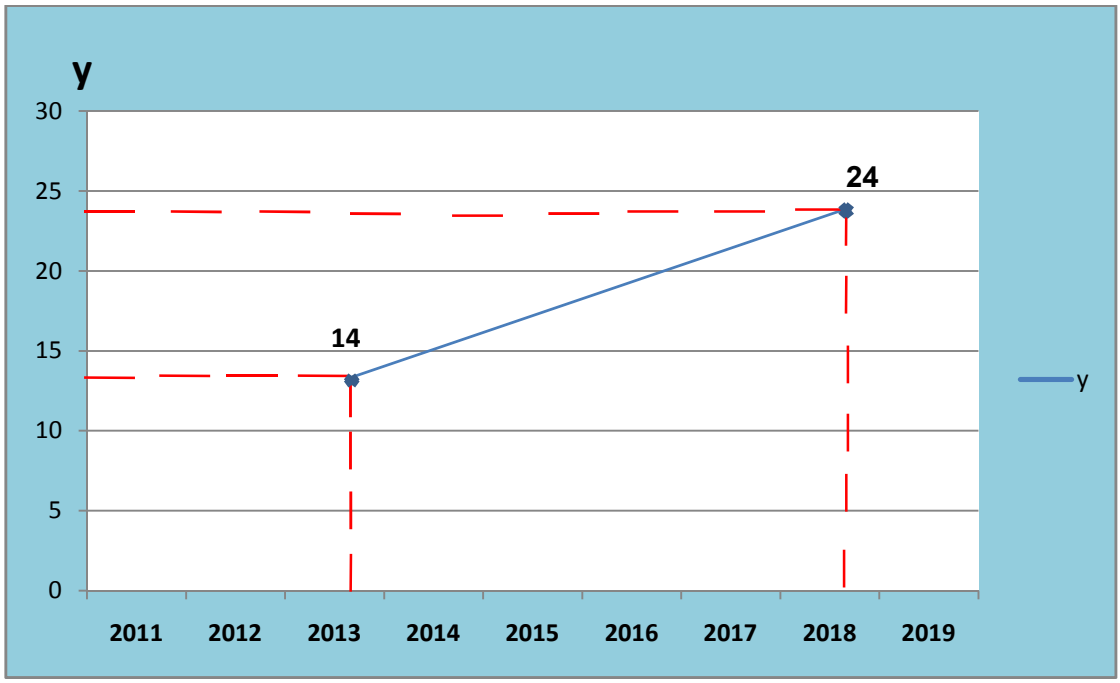
5) طريقة أشباه المتوسطات: تتمثل هذه الطريقة في تقسيم البيانات إلى مجموعتين يفضل أن تكون متساويتين، ثم حساب الوسط الحسابي لكل نصف، فنحصل على نقطتين يتم بواسطتها رسم خط الإتجاه العام.

تمتاز هذه الطريقة بأنها بسيطة في التطبيق، إلاّ أن نتائجها غير دقيقة (مضللة) خاصة إذا استخدمت بدون مؤهلين، كما أنها تستخدم في حالة ما إذا كان الإتجاه العام خط أو يقترب منه.

مثال تطبيقي: باستخدام المثال السابق وطريقة أشباه المتوسطات، أوجد خط الإتجاه العام للسلسلة الزمنية.

السنوات	كمية الإنتاج	الوسط $\overline{X}$
2011	10	$\overline{X} = \frac{10+13+15+14+18}{5}$
2012	13	
2013	15	$\overline{X}_1 = 14$
2014	14	$\overline{X} = \frac{19+22+23+27+29}{5}$
2015	18	
2016	19	
2017	22	
2018	23	$\overline{X}_2 = 24$
2019	27	
2020	29	

التمثيل البياني:



نلاحظ أن سلوك الظاهرة في اتجاه موجب

6) **طريقة المربعات الصغرى OLS:** جاءت فكرة توفيق خط الإتجاه العام باستخدام طريقة المربعات الصغرى من واقع بيانات السلسلة الزمنية موضوع الدراسة.

تقوم فكرتها على تصغير مجموع انحرافات القيم المتعلقة بالظاهرة y عند قيمها الإتجاهية المقدرة $\hat{y}$، وتبدأ هذه الطريقة بتمثيل الظاهرة بيانيا وتحديد اتجاهها العام.

إذا كشف التمثيل البياني للسلسلة عن وجود اتجاه عام يأخذ شكل الخط المستقيم، كانت معادلته من الدرجة الأولى وصورتها العامة هي:

$$y = a + b\,t \quad \text{أو} \quad y = \alpha + \beta\,t$$

حيث: **y** ..... تمثل القيم المشاهدة للسلسلة الزمنية

t..... تمثل الوحدات الزمنية للسلسلة الزمنية

a..... تمثل الجزء المقطوع من محور قيم السلسلة، أي قيمة y لما t =0

b..... تمثل ميل خط الإتجاه العام للسلسلة

بحساب القيم المقدرة لـ $\hat{a}$ و $\hat{b}$ نحصل على معادلة الإتجاه العام المقدرة كمايلي:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\,t \quad \text{أو} \quad \hat{y} = \hat{a} + \hat{b}\,t$$

يمكن استخدام طريقة المربعات الصغرى بطريقتين؛ الطريقة العادية (المطولة) والطريقة المختصرة.

أ. **الطريقة المطولة:** يتم حساب قيمة α و β عن طريق المعادلتين التاليتين:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \quad \text{أو} \quad \hat{\alpha} = \frac{\sum y}{n} - \beta\frac{\sum t}{n}$$

و

$$\hat{\beta} = \frac{n\sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

حيث:

n: تمثل عدد السنوات للسلسلة الزمنية

t: عدد الوحدات الزمنية للسلسلة الزمنية، تبدأ من $t = 0$ وهي تقابل سنة الأساس، وتنتهي عند $t = n-1$ وهي تقابل السنة الأخيرة من السلسلة الزمنية.

ب. **الطريقة المختصرة:** يمكن تبسيط الحل السابق باختيار نقطة الأصل، بحيث يكون عدد قيم الظاهرة التي تسبقها مساو لعدد القيم التي تليها وذلك ما يجعل مجموع $t = 0$.

يتم حساب α و β كمايلي:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y).(\sum t^2)}{n\sum t^2} \Rightarrow \hat{\alpha} = \frac{\sum y}{n}$$

$$\hat{\beta} = \frac{n\sum y\,t}{n\sum t^2} \Rightarrow \hat{\beta} = \frac{\sum y\,t}{\sum t^2}$$

مثال تطبيقي: إذا افترضنا أن إجمالي مبيعات مؤسسة ما خلال الفترة (2012- 2020) هي حسب الجدول التالي:

السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
المبيعات	15	21	18	23	27	20	25	28	30

المطلوب:

1. باستخدام طريقة المربعات الصغرى حدد معادلة الإتجاه العام للسلسلة الزمنية بالطريقتين المطولة والمختصرة.
2. احسب القيم الإتجاهية للسلسلة الزمنية $\hat{y}$.
3. قدر كمية المبيعات لهذه المؤسسة في سنتي **2008** و **2022**.
4. مثل المنحنى التاريخي لهذه السلسلة وارسم خط معادلة الإتجاه العام.

الحـل:

1. تحديد معادلة الإتجاه العام للسلسلة الزمنية:

✓ باستخدام الطريقة المطولة للمربعات الصغرى:

السنوات	المبيعات y	t		y.t		$\frac{y}{\hat{y}} \times 100$
2012 (سنة الأساس)	15	0	0	0	16 .87	$\frac{15}{16.87} \times 100 = 88.92$
2013	21	1	1	21	18.4	$\frac{21}{18.4} \times 100 = 104.13$
2014	18	2	4	36	19.93	$\frac{18}{19.93} \times 100 = 92.83$
2015	23	3	9	69	21.50	$\frac{23}{21.50} \times 100 = 106.97$
2016	27	4	16	108	23	$\frac{27}{23} \times 100 = 117.40$
2017	20	5	25	100	24.52	$\frac{20}{24.52} \times 100 = 81.56$
2018	25	6	36	150	26.05	$\frac{25}{26.05} \times 100 = 95.97$
2019	28	7	49	196	27.60	$\frac{28}{27.60} \times 100 = 101.45$
2020	30	8	64	240	29.11	$\frac{30}{29.11} \times 100 = 103.05$
المجموع	$\sum y = 207$	$\sum t = 36$	$\sum t^2 = 204$	$\sum y.t = 920$	/	/

حساب $\hat{\alpha}$ و β:

❖ $\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{(207)(204) - (920)(36)}{9(204) - (36)^2} = \frac{9108}{540} = 16.87$

❖ $\hat{\beta} = \frac{n \sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{9(920) - (207)(36)}{9(204) - (36)^2} = \frac{828}{540} = 1.53$

أو

❖ $\hat{\alpha} = \frac{\sum y}{n} - \hat{\beta} \frac{\sum t}{n} = \frac{207}{9} - 1.53 (\frac{36}{9}) = 16.87$

ومنه معادلة الإتجاه العام المقدرة هي:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} t \quad \Longrightarrow \quad \hat{y} = 16.87 + 1.53 t$$

على اعتبار سنة الأساس هي سنة 2012.

✓ **باستخدام الطريقة المختصرة للمربعات الصغرى:**

يمكن تبسيط الحل السابق باختيار نقطة الأصل بحيث يكون عدد قيم الظاهرة التي تسبقها مساو لعدد القيم التي تليها وذلك بكون مجموع **t=0**.

نلاحظ أن السلسلة الزمنية عدد سنواتها فردي وهو **9** والسنة التي تقسم السلسلة إلى سلسلتين متساويتين هي سنة **2016**، وعليه تكون هي نقطة الأصل أي سنة الأساس.

السنوات	المبيعات ^{2}	t		y.t	
2012	15	-4	16	-60	16.88
2013	21	-3	9	-63	18.41
2014	18	-2	4	-36	19.94
2015	23	-1	1	-23	21.50

سنة الأساس 2016	27	0	0	0	23
2017	20	1	1	20	24.53
2018	25	2	4	50	26.06
2019	28	3	9	84	27.60
2020	30	4	16	120	29.12
المجموع	$\sum y = 207$	$\sum t = 0$	$\sum t^2 = 60$	$\sum y.t = 92$	/

حساب α و β:

❖ $\hat{\alpha} = \frac{\sum y}{n} = \frac{207}{9} = 23$

❖ $\hat{\beta} = \frac{\sum y\, t}{\sum t^2} = \frac{92}{60} = 1.53$

ومنه معادلة الإتجاه العام المقدرة هي:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\, t \quad \Longrightarrow \quad \hat{y} = 23 + 1.53\, t$$

2. حساب القيم الإتجاهية $\hat{y}$ للسلسلة الزمنية:

نعوض قيم **t** في معادلة الخط المستقيم، فنحصل على القيم الإتجاهية

– حساب القيمة الإتجاهية لسنة الأساس (2012) بالطريقة المطولة:

لدينا: $t=0$ /

$\hat{y}_{2012} = 16.87 + 1.53(0)$

$\hat{y}_{2012} = 16.87$

– حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2013:

$\hat{y}_{2013} = 16.87 + 1.53\,(1)$ / $t = 1$

$\hat{y}_{2013} = 16.87 + 1.53 \Longrightarrow \hat{y}_{2013} = 18.4$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2014:

$\hat{y}_{2014} = 16.87 + 1.53\ (2)$ / t = 2

$\hat{y}_{2014} = 16.87 + 3.06 \Longrightarrow \hat{y}_{2014} = 19.93$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2015:

$\hat{y}_{2015} = 16.87 + 1.53\ (3)$ / t = 3

$\hat{y}_{2015} = 16.87 + 4.59 \Longrightarrow \hat{y}_{2015} = 21.50$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2016:

$\hat{y}_{2016} = 16.87 + 1.53\ (4)$ / t = 4

$\hat{y}_{2016} = 16.87 + 6.12 \Longrightarrow \hat{y}_{2016} = 22.99 \approx 23$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2017:

$\hat{y}_{2017} = 16.87 + 1.53\ (5)$ / t = 5

$\hat{y}_{2017} = 16.87 + 7.65 \Longrightarrow \hat{y}_{2017} = 24.52$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2018:

$\hat{y}_{2018} = 16.87 + 1.53\ (6)$ / t = 6

$\hat{y}_{2018} = 16.87 + 9.18 \Longrightarrow \hat{y}_{2018} = 26.05$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2019:

$\hat{y}_{2019} = 16.87 + 1.53\ (7)$ / t = 7

$\hat{y}_{2019} = 16.87 + 10.71 \Longrightarrow \hat{y}_{2019} = 27.58$

- حساب القيمة الإتجاهية لسنة 2020:

$\hat{y}_{2020} = 16.87 + 1.53\ (8)$ / $t = 8$

$\hat{y}_{2020} = 16.87 + 12.24 \Longrightarrow \hat{y}_{2020} = 29.11$

3. تقدير كمية المبيعات لهذه المؤسسة في سنتي 2008 و 2022:

- باستخدام معادلة خط الإتجاه العام للطريقة المطولة:

❖ في سنة 2008:

$\hat{y}_{2008} = 16.87 + 1.53\ (2008-2012)$

$\hat{y}_{2008} = 16.87 + 1.53\ (-4)$

$\hat{y}_{2008} = 16.87 - 6.12$

$\hat{y}_{2008} = 10.75 \approx 10.80$

❖ في سنة 2022:

$\hat{y}_{2012} = 16.87 + 1.53\ (2022-2012)$

$\hat{y}_{2012} = 16.87 + 1.53\ (10)$

$\hat{y}_{2012} = 16.87 + 15.3$

$\hat{y}_{2012} = 32.17 \approx 32.20$

- باستخدام معادلة خط الإتجاه العام للطريقة المختصرة:

❖ في سنة 2008:

$\hat{y}_{2008} = 23 + 1.53\ (2008-2016)$

$\hat{y}_{2008} = 23 + 1.53\ (-8)$

$\hat{y}_{2008} = 23 - 12.24$

$\hat{y}_{2008} = 10.76 \approx 10.80$

❖ في سنة 2022:

$\hat{y}_{2012} = 23 + 1.53\ (2022-2016)$

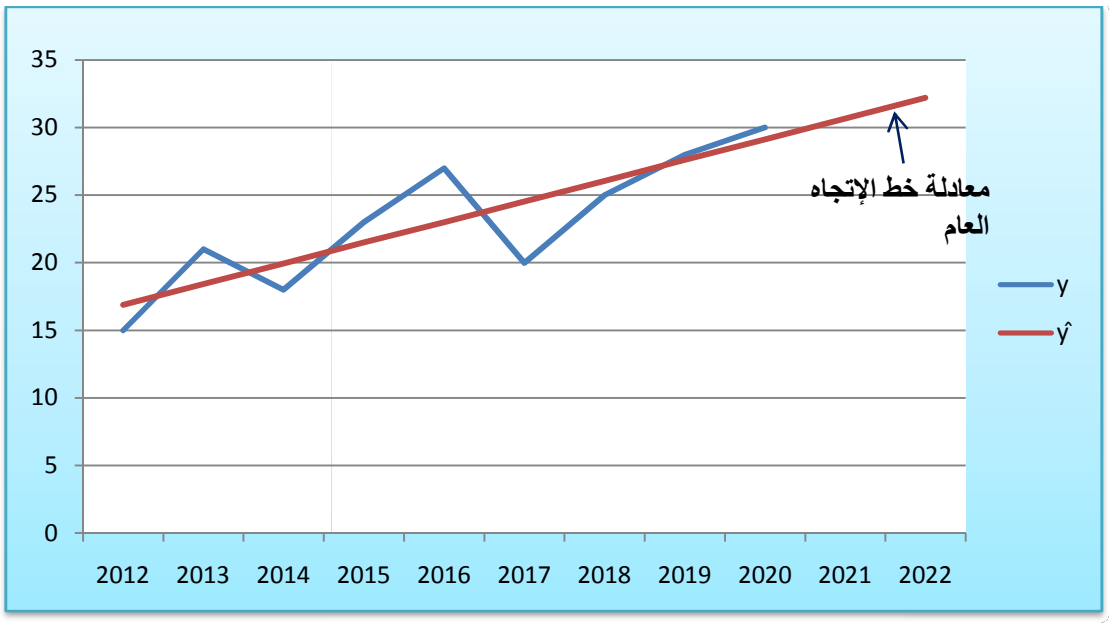
$\hat{y}_{2012} = 23 + 1.53\ (6)$

$\hat{y}_{2012} = 23 + 9.18$

$\hat{y}_{2012} = 32.18 \approx 32.20$

ملاحظة: بمقارنة نتائج الطريقتين، نجد أن كل النتائج متساوية باستثناء α التي تمثل نقطة تقاطع خط المعادلة مع محور قيم الظاهرة، **والسبب في ذلك هو أن عملية نقل نقطة الأصل أو سنة الأساس لا تؤثر على ميل الخط المستقيم بقدر ما أنها تنقل** نقطة تقاطع خط الإتجاه العام مع محور القيم، وتعتبر نقطة التقاطع هنا هي نقطة الأصل الجديدة.

4. **تمثيل المنحنى التاريخي للسلسلة ورسم خط معادلة الإتجاه العام:** من المعلوم أن القيم الإتجاهية جميعها تقع على خط المعادلة، ولرسم الخط يكفي أخذ ثنائيتين ولتكن الثنائية الأولى $(\mathbf{t\ ;\ \hat{y}}) = (\mathbf{0\ ;16.87})$ التي تقابل سنة **2012**، والثنائية الثانية هي: $(\mathbf{t\ ;\ \hat{y}}) = (\mathbf{1\ ;18.4})$ المقابلة لسنة **2013**. يمكن اضافة ثنائية أخرى وهي المقابلة لسنة **2022** $(\mathbf{t\ ;\ \hat{y}}) = (\mathbf{10\ ;32.20})$.



7) **تخليص الظاهرة من أثر الإتجاه العام:** تخليص الظاهرة من أثر الإتجاه العام يعني، حصولنا على قيمة الظاهرة متأثرة بالعوامل الأخرى دون أثر الإتجاه العام. ولكي نستبعد أثر الإتجاه العام فإننا نقسم القيمة الحقيقية للظاهرة (y) على القيمة الإتجاهية للظاهرة $(\hat{y})$ ونضرب في 100. أي $\frac{\mathbf{y}}{\hat{\mathbf{y}}} \times \mathbf{100}$ هي قيمة الظاهرة بعد تخليصها من أثر الإتجاه العام.

مثال تطبيقي: بالرجوع للمثال السابق، أوجد قيم الظاهرة بعد استبعاد أثر الإتجاه العام.

الحـــل:

ارجع للجدول السابق تجد القيم

ب. طرق الكشف عن المركبة الموسمية S (تقدير التغيرات الموسمية):

كما سبق الذكر، فإن التغيرات الموسمية تحدث في فترات زمنية لا تفوق السنة، قد تكون سداسية، ثلاثية، شهرية أو أسبوعية...، ويقصد بتقدير التأثيرات الموسمية؛ معرفة قيم الظاهرة لو لم تتأثر إلا بالمتغير الموسمي فقط، أي تقدير قيمة الظاهرة بعد استبعاد كل العوامل المؤثرة الأخرى.

يتم الكشف عن التغيرات الموسمية وحسابها بعدة طرق، أهمها:

- طريقة النسب الموسمية (متوسطات كل موسم)
- طريقة النسبة إلى الإتجاه العام.
- طريقة النسبة إلى المتوسطات المتحركة.

1) طريقة النسب الموسمية (متوسطات كل موسم): تتلخص هذه الطريقة في جملة من الخطوات كمايلي:

أولا/ حساب متوسط قيم كل موسم من مواسم السلسلة الزمنية بغض النظر عن كون الموسم ربع سنة أو شهر أو أسبوع....الخ. $\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$؛

ثانيا/ حساب الوسط العام لقيم الظاهرة أو ما يسمى **متوسط المتوسطات** $\overline{\overline{X}} = \frac{\overline{X}_1+\overline{X}_2+.....+\overline{X}_n}{n}$

ثالثا/ حساب التغير الموسمي عن طريق الإنحرافات أو النسب:

✓ **التغير عن طريق الإنحرافات D_i:** يحسب بطرح متوسط المتوسطات من متوسط كل موسم. $(D_i = \overline{X}_i - \overline{\overline{X}})$

✓ **التغير النسبي P_i:** يحسب عن طريق قسمة متوسط كل موسم على متوسط المتوسطات، ثم نضرب الناتج في مائة.

$$P_i = \frac{\overline{X}_i}{\overline{\overline{X}}} \times 100$$

مثال تطبيق: الجدول التالي يبين الإنتاج الموسمي لأحد المصانع خلال الفترة (2019-2022) بآلاف الوحدات:

الموسم / السنة	2019	2020	2021	2022
الموسم 01	92	88	94	94
الموسم 02	78	80	82	92
الموسم 03	72	78	80	86
الموسم 04	86	90	88	96

المطلوب: تقدير الحركة الموسمية باستخدام طريقة النسب الموسمية

الحل:

1. حساب متوسط قيم كل موسم ($\bar{X}$):

الموسم 01: $\bar{X}_1 = \frac{92+88+94+94}{4} = \frac{368}{4} = 92$

الموسم 02: $\bar{X}_2 = \frac{78+80+82+92}{4} = \frac{332}{4} = 83$

الموسم 03: $\bar{X}_3 = \frac{72+78+80+86}{4} = \frac{316}{4} = 79$

الموسم 04: $\bar{X}_4 = \frac{86+90+88+96}{4} = \frac{360}{4} = 90$

2. حساب متوسط المتوسطات أو المتوسط العام $\bar{\bar{X}}$:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1+\bar{X}_2+.....+\bar{X}_n}{n} = \frac{92+83+79+90}{4} = \frac{344}{4} = 86$$

3. حساب التغيرات الموسمية عن طريق الإنحرافات والنسب المئوية:

- التغيرات عن طريق الإنحرافات D_i:

$$D_1 = \bar{X}_1 - \bar{\bar{X}} = 92 - 86 = 6$$
$$D_2 = \bar{X}_2 - \bar{\bar{X}} = 83 - 86 = -3$$
$$D_3 = \bar{X}_3 - \bar{\bar{X}} = 79 - 86 = -7$$
$$D_4 = \bar{X}_4 - \bar{\bar{X}} = 90 - 86 = 4$$

- التغيرات عن طريق النسب المئوية P_i:

$$P_1 = \frac{\bar{X}_1}{\bar{\bar{X}}} \times 100 = \frac{92}{86} \times 100 = 106,97 \approx 107$$
$$P_2 = \frac{\bar{X}_2}{\bar{\bar{X}}} \times 100 = \frac{83}{86} \times 100 = 96,51$$
$$P_3 = \frac{\bar{X}_3}{\bar{\bar{X}}} \times 100 = \frac{79}{86} \times 100 = 91,86 \approx 91,90$$
$$P_4 = \frac{\bar{X}_4}{\bar{\bar{X}}} \times 100 = \frac{90}{86} \times 100 = 104,65$$
$$\sum P_i = 400,06$$

ندون كل النتائج السابقة في الجدول التالي ثم نعلق عليها:

السنوات / المواسم	2019	2020	2021	2022	المجموع	المتوسطات الفصلية	الإنحرافات	التغيرات النسبية
الموسم 01	92	88	94	94	368	92	6	107
الموسم 02	78	80	82	92	332	83	-3	96,51
الموسم 03	72	78	80	86	316	79	-7	91,90
الموسم 04	86	90	88	96	360	90	4	104,65
المجموع	328	336	344	368	1376	344	0	400
المتوسطات السنوية	82	84	86	92	344	$\overline{\overline{X}} = 86$	/	/

التعليق: نلاحظ أن مجموع النسب الموسمية الأربعة تساوي **400**، وهذا يدل على أنه إذا كانت المواسم كلها متساوية من حيث الإنتاج، فإن التغيرات الموسمية تكون معدومة. ومنه نجد أن متوسط كل موسم يساوي المتوسط العام $\frac{400}{4} = 100$، حيث:

- ✓ **النسبة الموسمية الأولى 107%**: وهذا يعني أن متوسط الإنتاج في هذا الموسم **يزيد** عن المتوسط العام بـ **7%**، أي ما يعادل **6 وحدات** من الإنتاج.
- ✓ **النسبة الموسمية الثانية 96.51%**: وهذا يعني أن متوسط الإنتاج في هذا الموسم **يقل** عن المتوسط العام بـ **3.49%**، أي ما يعادل **3 وحدات** من الإنتاج.
- ✓ **النسبة الموسمية الثالثة 91.90%**: وهذا يعني أن متوسط الإنتاج في هذا الموسم **يقل** عن المتوسط العام بـ **08.10%**، أي ما يعادل **7 وحدات** من الإنتاج.
- ✓ **النسبة الموسمية الرابعة 104.65%**: وهذا يعني أن متوسط الإنتاج في هذا الموسم **يزيد** عن المتوسط العام بـ **4.65%**، أي ما يعادل **4 وحدات** من الإنتاج.

حيث إذا ما جمعنا النقص والزيادة في متوسطات النسب عن المتوسط العام أو مجموع الإنحرافات، يكون الناتج **صفر**.

استبعاد الأثر الموسمي (تخليص الظاهرة من التغيرات الموسمية):

إذا أردنا ايجاد القيم اللاموسمية، أي المجردة من أثر التغيرات الموسمية. نقسم قيمة الظاهرة الحقيقية على النسبة المقابلة لها، أي: $\frac{X_{ij}}{P_i} \times 100$، فنحصل على قيمة الظاهرة بعد استبعاد أثر الموسم.

مثال تطبيقي: بالعودة للمثال السابق، أوجد القيم بعد استبعاد الأثر الموسمي.

الحل:

2019

$$\frac{92}{107} \times 100 = 85,98 \approx 86$$

$$\frac{78}{96,51} \times 100 = 80,82$$

$$\frac{72}{91,90} \times 100 = 78,35$$

$$\frac{86}{104,65} \times 100 = 82,17 \approx 82,20$$

2020

$$\frac{88}{107} \times 100 = 82,24$$

$$\frac{80}{96,51} \times 100 = 82,89 \approx 82,90$$

$$\frac{78}{91,90} \times 100 = 84,87$$

$$\frac{90}{104,65} \times 100 = 86$$

2021

$$\frac{94}{107} \times 100 = 87,85$$

$$\frac{82}{96,51} \times 100 = 84,97 \approx 85$$

$$\frac{80}{91,90} \times 100 = 87,05$$

$$\frac{88}{104,65} \times 100 = 84,10$$

2022

$$\frac{94}{107} \times 100 = 87,85$$

$$\frac{92}{96,51} \times 100 = 95,33$$

$$\frac{86}{91,90} \times 100 = 93,98 \approx 94$$

$$\frac{96}{104,65} \times 100 = 91,73$$

يصبح الجدول بعد استبعاد الأثر الموسمي كمايلي:

الموسم / السنة	2019	2020	2021	2022
الموسم 01	86	82.24	87.85	87.85
الموسم 02	80.82	82.90	85	95.33
الموسم 03	78.35	84.87	87.05	94
الموسم 04	82.20	86	84.10	91.73

2) **طريقة النسبة إلى الإتجاه العام**: يمكن تلخيص هذه الطريقة في الخطوات التالية:[6]

أ. حساب القيم الإتجاهية باستخدام طريقة المربعات الصغرى؛

ب. قسمة القيم الحقيقية (المشاهدة) على القيم الإتجاهية (المقدرة) في حالة الشكل الجدائي أو طرح القيم الحقيقية (المشاهدة) من القيم الإتجاهية (المقدرة) في حالة الشكل التجميعي؛

ج. حساب المعاملات الموسمية لكل موسم (شهر، فصل، ..الخ)، حيث أن المعامل لكل موسم يقابل متوسط المعاملات لهذا الموسم في كل سنة؛

د. تصحيح المعاملات الموسمية، إذا كان مجموعها يختلف عن طول الفترة في حالة الشكل الجدائي أو يختلف عن الصفر في حالة الشكل التجميعي.

مثال تطبيقي: الجدول التالي يبين تطور سلسلة زمنية فصلية

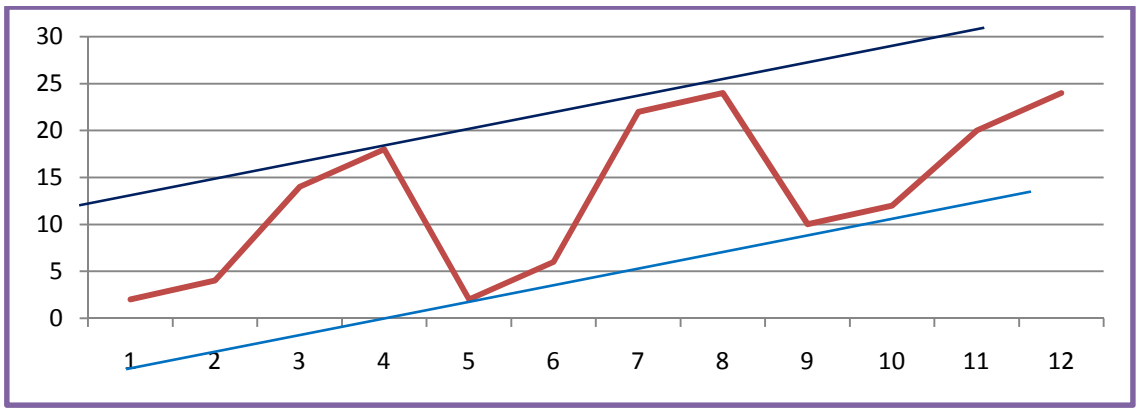
الفصول / السنوات	2020	2021	2022
الفصل الأول	2	2	10
الفصل الثاني	4	6	12
الفصل الثالث	14	22	20
الفصل الرابع	18	24	24

المطلوب: أوجد المعاملات الموسمية بطريقة النسبة إلى الإتجاه العام

[6] أحسن طيار، **مرجع سابق**، ص: 252.

الحل:

1. التعرف على شكل نموذج السلسلة بالتمثيل البياني:



يتضح من التمثيل البياني للسلسلة الزمنية، أنها تتميز بخاصتين هما:

- ✓ السلسلة الزمنية المدروسة تتبع النموذج التجميعي، لأن التغيرات حول الإتجاه العام ثابتة تقريبا.
- ✓ وجود مركّبة موسمية (فصلية) مرافقة للإتجاه العام للسلسلة الزمنية.

2. حساب القيم الإتجاهية (المقدرة) $\hat{y}$:

	y	t	t^2	yt	$\hat{y}$
2020	2	1	1	2	**5.20**
	4	2	4	8	**6.65**
	14	3	9	42	**8.10**
	18	4	16	72	**9.55**
2021	2	5	25	10	**11.00**
	6	6	36	36	**12.45**
	22	7	49	154	**13.90**
	24	8	64	192	**15.35**
2022	10	9	81	90	**16.80**
	12	10	100	120	**18.25**
	20	11	121	220	**19.70**
	24	12	144	288	**21.15**
	$\sum y = 158$	$\sum t = 78$	$\sum t^2 = 650$	$\sum yt = 1234$	

حساب $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{(158)(650) - (1234)(78)}{12\,(650) - (78)^2} = \frac{102700 - 96252}{7800 - 6084} = \frac{6448}{1716} = 3{,}75$$

ومنه:

$$\hat{\alpha} = 3{,}75$$

$$\hat{\beta} = \frac{n \sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{12(1234) - (158)(78)}{12\,(650) - (78)^2} = \frac{14808 - 12324}{7800 - 6084} = \frac{2484}{1716} = 1{,}45$$

ومنه:

$$\hat{\beta} = 1{,}45$$

وعليه معادلة الإتجاه العام هي:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\, t \quad \Longrightarrow \quad \hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\, t$$

حساب $\hat{y}$:

$t = 1$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(1) = 5{,}20$

$t = 2$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(2) = 6{,}65$

$t = 3$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(3) = 8{,}10$

$t = 4$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(4) = 9{,}55$

$t = 5$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(5) = 11{,}00$

$t = 6$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(6) = 12{,}45$

$t = 7$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(7) = 13{,}90$

$t = 8$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(8) = 15{,}35$

$t = 9$ / $\hat{y} = 3{,}75 + 1{,}45\,(9) = 16{,}80$

t = 10 / $\hat{y}$ = 3,75+ 1,45 (10) = 18,25

t = 11 / $\hat{y}$ = 3,75+ 1,45 (11) = 19,70

t = 12 / $\hat{y}$ = 3,75+ 1,45 (12) = 21,15

بعد الإنتهاء من حساب القيم الإتجاهية، يتم تدوينها في الجدول.

3. **حساب المعاملات الموسمية:** لحساب المعاملات الموسمية، يجب أولا حساب القيم الإتجاهية للسلسلة من خلال التعويض بقيم الزمن في المعادلة السابقة، ثم طرحها من القيم الفعلية للسلسلة الزمنية كما هو موضح في الجدول التالي:

	t_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
2020	1	2	**5.20**	-3,20
	2	4	**6.65**	-2,65
	3	14	**8.10**	5,90
	4	18	**9.55**	8,45
2021	5	2	**11.00**	-9,00
	6	6	**12.45**	-6,45
	7	22	**13.90**	8,10
	8	24	**15.35**	8,65
2022	9	10	**16.80**	-6,80
	10	12	**18.25**	-6,25
	11	20	**19.70**	0,30
	12	24	**21.15**	2,85

ولحساب المعاملات الموسمية، نقوم بحساب الوسط الحسابي لقيم كل فصل على مدار السنوات الثلاث كمايلي:

- ✓ $C_1 = \frac{-3,20 - 9 - 6,80}{3} = \frac{-19}{3} = -6,33$
- ✓ $C_2 = \frac{-2,65 - 6,45 - 6,25}{3} = \frac{-15,35}{3} = -5,12$
- ✓ $C_3 = \frac{5,90 + 8,10 + 0,30}{3} = \frac{14,30}{3} = 4,77$
- ✓ $C_4 = \frac{8,45 + 8,65 + 2,85}{3} = \frac{19,95}{3} = 6,65$

وبجمع المعاملات الأربعة نجد:

$$-6,33 - 5,12 + 4,77 + 6,65 = \mathbf{-0,03}$$

بما أن المجموع يساوي تقريبا الصفر، لا نقوم بتصحيح المعاملات الموسمية، ولكن لو كان المجموع لا يساوي الصفر، نقوم بتصحيح المعاملات الموسمية باستخدام العلاقة التالية:

$$\mathbf{P = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{4} C_i}$$

ونتحصل على المعاملات الموسمية المصححة كمايلي:

$$\mathbf{\grave{C}_i = C_i - P}$$

4. **تخليص الظاهرة أو السلسلة الزمنية من الأثر الموسمي**: يتم تخليص السلسلة الزمنية من أثر التغيرات الموسمية، من خلال قسمة البيانات الأصلية على المعاملات الموسمية في حالة الشكل الجدائي، وطرح المعاملات الموسمية من القيم الأصلية في حالة الشكل التجميعي.

وتفيد السلسلة منزوعة الموسمية في الحصول على تطورات واضحة للسلسلة الزمنية، حيث أن التغيرات الموسمية تغطي أحيانا الإتجاه العام مثل سلاسل البطالة التي تعطينا الإنطباع أحيانا أنه هناك زيادة أو نقصان في البطالة، بينما هي فقط مناصب عمل موسمية.[7]

بالعودة للمثال التطبيقي السابق، احسب قيم السلسلة الزمنية المخلصة من أثر الموسم.

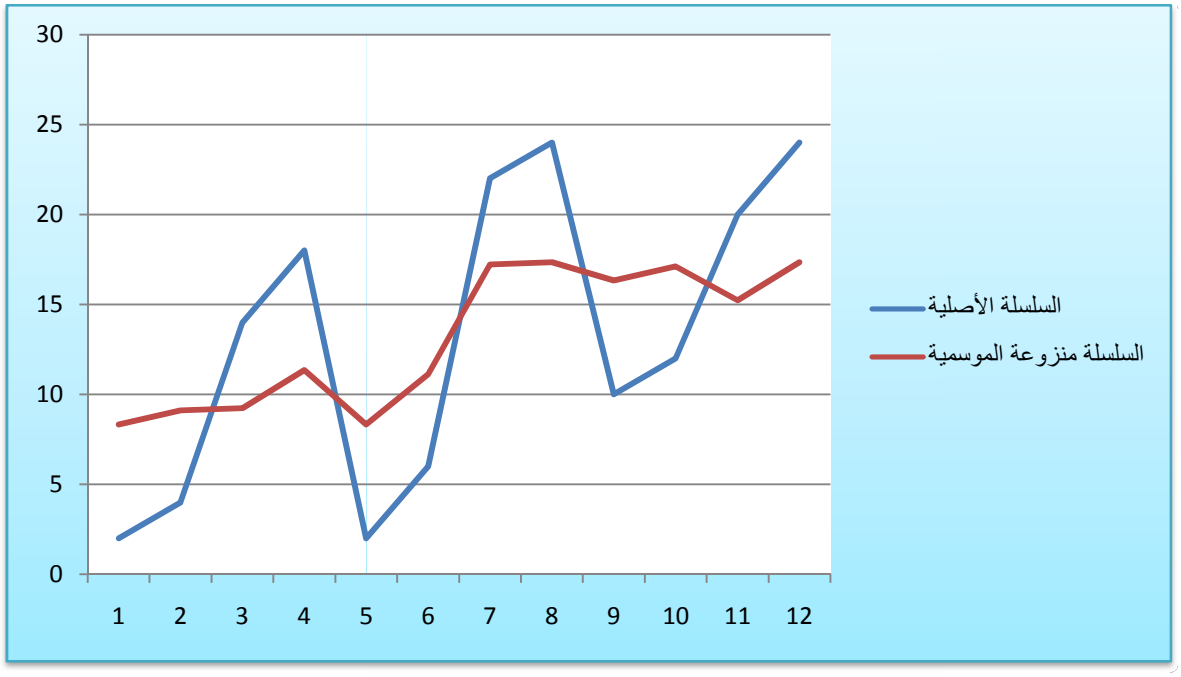
الحل:

بما أن شكل نموذج السلسلة الزمنية هو شكل تجميعي، فإنه لتخليص السلسلة من التغيرات (الأثر) الموسمي، نقوم بطرح المعاملات الموسمية من القيم الأصلية للسلسلة، فنحصل على الجدول التالي:

الفصول / السنة	2020	2021	2022
الفصل الأول	$2 - (-6,33) = \mathbf{8,33}$	$2 - (-6,33) = \mathbf{8,33}$	$10 - (-6,33) = \mathbf{16,33}$
الفصل الثاني	$4 - (-5,12) = \mathbf{9,12}$	$6 - (-5,12) = \mathbf{11,12}$	$12 - (-5,12) = \mathbf{17,12}$
الفصل الثالث	$14 - 4,77 = \mathbf{9,23}$	$22 - 4,77 = \mathbf{17,23}$	$20 - 4,77 = \mathbf{15,23}$
الفصل الرابع	$18 - 6,65 = \mathbf{11,35}$	$24 - 6,65 = \mathbf{17,35}$	$24 - 6,65 = \mathbf{17,35}$

[7] أحسن طيار، **مرجع سابق**، ص: 258.

التمثيل البياني للسلسلة الأصلية والسلسلة منزوعة الموسمية: نحصل على الشكل التالي:



5. **التنبؤ**: يتم التنبؤ بحساب القيم الإتجاهية ثم ضربها في المعاملات الموسمية (**في حالة النموذج الجدائي**) أو جمعها معها (**في حالة النموذج التجميعي**).

بالرجوع للمثال التطبيقي السابق، تنبأ بقيم السلسلة الزمنية لسنة **2023**.

الحل:

1. **نقوم بحساب القيم الإتجاهية** من خلال تعويض الفترات الزمنية الموسمية الأربعة لسنة **2023** في معادلة الإتجاه العام فنحصل على القيم التالية:

$\hat{y}_{13} = 3{,}75 + 1{,}45\ (13) =$ **22,6**

$\hat{y}_{14} = 3{,}75 + 1{,}45\ (14) =$ **24,05**

$\hat{y}_{15} = 3{,}75 + 1{,}45\ (15) =$ **25,50**

$\hat{y}_{16} = 3{,}75 + 1{,}45\ (16) =$ **26,95**

2. **حساب قيم السلسلة الزمنية للمواسم الأربعة لسنة 2023**: بما أن شكل نموذج السلسلة هو: **النموذج التجميعي**، فإننا نجمع القيم الإتجاهية مع المعاملات الموسمية كمايلي:

الفصل الأول: $22,6 - 6,33 = \mathbf{16,27}$

الفصل الثاني: $24,05 - 5,12 = \mathbf{18,93}$

الفصل الثالث: $25,50 + 4,77 = \mathbf{30,27}$

الفصل الرابع: $26,95 + 6,65 = \mathbf{33,6}$

3) **طريقة النسبة إلى المتوسطات المتحركة:** نتبع نفس خطوات الطريقة السابقة وهذه الخطوات تتمثل في حساب القيم الإتجاهية أولا ثم المعاملات الموسمية ثانيا.

مثال تطبيقي: بالعودة للمثال السابق، أوجد المعاملات الموسمية باستخدام طريقة النسبة إلى المتوسطات المتحركة.

الحل:

1. **حساب القيم الإتجاهية (المتوسطات المتحركة):** بما أن السلسلة فصلية، فإن الدورة تساوي أربعة. ولحساب المتوسطات المتحركة على أساس **n** تساوي أربعة، فإنه يحسب المتوسط الحسابي للفترات الخمسة الأولى مع أخذ نصف قيمة الفترة الأولى ونصف قيمة الفترة الخامسة، ويكتب المتوسط أمام الفترة الثالثة وذلك كمايلي:

$$\mathbf{y_3 = \frac{\frac{y_1}{2} + y_2 + y_3 + y_4 + \frac{y_5}{2}}{4}}$$ وهكذا.

وبالنسبة لقيمة الفترة **n** فهي تعتمد على دورية السلسلة الزمنية، ففي حالة سلسلة زمنية موسمية، يمكن أخذ فترة $\mathbf{n = 4}$ في حالة سلسلة فصلية، و $\mathbf{n = 12}$ في حالة سلسلة شهرية.

تدون القيم الإتجاهية في الجدول كمايلي:

t_i	y_i	$\hat{y}_i$
1	2	-
2	4	-
3	14	$\hat{y} = \frac{\frac{2}{2} + 4 + 14 + 18 + \frac{2}{2}}{4} = \frac{38}{4} = 9,5$
4	18	$\hat{y} = \frac{\frac{4}{2} + 14 + 18 + 2 + \frac{6}{2}}{4} = \frac{39}{4} = 9,75$
5	2	$\hat{y} = \frac{\frac{14}{2} + 18 + 2 + 6 + \frac{22}{2}}{4} = \frac{44}{4} = 11,00$
6	6	$\hat{y} = \frac{\frac{18}{2} + 2 + 6 + 22 + \frac{24}{2}}{4} = \frac{51}{4} = 12,75$

7	22	$\widehat{y} = \frac{\frac{2}{2} + 6 + 22 + 24 + \frac{10}{2}}{4} = \frac{58}{4} = 14{,}5$
8	24	$\widehat{y} = \frac{\frac{6}{2} + 22 + 24 + 10 + \frac{12}{2}}{4} = \frac{65}{4} = 16{,}25$
9	10	$\widehat{y} = \frac{\frac{22}{2} + 24 + 10 + 12 + \frac{20}{2}}{4} = \frac{67}{4} = 16{,}75$
10	12	$\widehat{y} = \frac{\frac{24}{2} + 10 + 12 + 20 + \frac{24}{2}}{4} = \frac{66}{4} = 16{,}5$
11	20	-
12	24	-

2. حساب المعاملات الموسمية:

t_i	y_i	$\widehat{y}_i$	$y_i - \widehat{y}_i$
1	2	-	-
2	4	-	-
3	14	9,5	14 – 9,5 = 4,5
4	18	9,75	18 – 9,75 = 8,25
5	2	11,00	2 – 11 = -9
6	6	12,75	6 – 12,75 = -6,75
7	22	14,5	22 -14,5 = 7,5
8	24	16,25	24 -16,25 = 7,75
9	10	16,75	10 – 16,75 = -6 ,75
10	12	16,50	12 – 16,5 = -4,5
11	20	-	-
12	24	-	-

ولحساب المعاملات الموسمية، نقوم بحساب الوسط الحسابي لقيم كل فصل على مدار السنوات الثلاث كمايلي:

- ✓ $C_1 = \frac{-9 - 6{,}75}{2} = \frac{-15{,}75}{2} = -7{,}875$
- ✓ $C_2 = \frac{-6{,}75 - 4{,}5 - 6{,}25}{2} = \frac{-11{,}25}{2} = -5{,}625$

✓ $C_3 = \frac{4,5 + 7,5}{2} = \frac{12}{2} = 6,00$

✓ $C_4 = \frac{8,25 + 7,75}{2} = \frac{16}{2} = 8,00$

نجمع المعاملات الأربعة:

$$\sum C_i = -7,875 - 5,625 + 6,00 + 8,00$$

$$\sum C_i = 0,5$$

نلاحظ أن المجموع لا يساوي الصفر، اذن نقوم بتصحيح المعاملات الموسمية باستخدام العلاقة التالية: $P = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{4} C_i$

$$P = \frac{0,5}{4} = 0,125$$

نتحصل على المعاملات الموسمية المصححة كمايلي:

$$\grave{C}_i = C_i - P$$

$\grave{C}_1 = -7,875 - 0,125 = -8,00$

$\grave{C}_2 = -5,625 - 0,125 = -5,75$

$\grave{C}_3 = 6 - 0,125 = 5,875$

$\grave{C}_4 = 8 - 0,125 = 7,875$

المحور الرابع

المحور الرابع: الطرق الإستقطابية

تمهيد:

سوف نركز في هذا المحور الرابع والأخير على أهم الطرق الإستقطابية في التنبؤ والمتمثلة في: طريقة التمهيد الأسي البسيط؛ طريقة التمهيد الأسي المزدوج؛ نموذج التمهيد الأسي (الثلاثي) لهولت-وينترز **(Holt-winters).**

1. طريقة التمهيد الأسي البسيط (الأحادي) (Exponential Smoothing Method):

يقصد بالتمهيد صقل أو تنعيم البيانات التي لها تشويش، أي محاولة تقليل التغيرات في قيم السلسلة حول خط المنحنى الذي يمثل النمط العام للسلسلة.

يعد التمهيد الأسي أحد التقنيات المألوفة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية، فضلا عن أنه يعطي نتائج ذات كفاءة عالية ويقلل من القيم المفقودة باستخدام التنبؤ بالطرائق التقليدية مثل طريقة **(Naïve)** أو ما تعرف بطريقة المشي العشوائي وطريقة الوسط الحسابي البسيط وطريقة الوسط الحسابي المتحرك.[1]

هذا النموذج يعطي أوزان نسبية لقيم الظاهرة القديمة تتناقص بمعدل متتالية هندسية، بمعنى أنها تعطي أوزانا للبيانات الحديثة تكون أكبر من أوزان البيانات القديمة، وذلك للبيانات التي بها اتجاهية فقط، ويمكن حساب التنبؤ بهذه الطريقة كمايلي:[2]

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)\,\hat{y}_t \qquad / \qquad \alpha \in [0, 1]$$

حيث:

α: ثابت التمهيد أو معامل التمهيد، يستخدم لتحديد أوزان البيانات ويكون $\alpha \in [0, 1]$

y_t: قيمة السلسلة الأصلية أو المشاهدة أو القيمة الفعلية في الفترة t.

$\hat{y}_t$: القيمة المقدرة في الفترة t.

$\hat{y}_{t+1}$: القيمة المقدرة في الفترة $t+1$

---

[1] غزوان هاني محمود، **تحسين طريقة التمهيد الأسي البسيط للتكهن بالسلاسل الزمنية**، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد 18، 2010، ص: 263. على الرابط: https://www.iasj.net/iasj/download/37f03f47f93b2555، تاريخ التحميل: 2022/12/08، على الساعة: 18:28.

[2] محمد عمر الشويرف، نجاح الطاهر البياص، **التنبؤ بالكميات المنتجة من النفط الخام في ليبيا باستخدام النماذج المحددة (نماذج التمهيد الأسي) خلال الفترة 1972-2013**، مجلة العلوم الإقتصادية والسياسية، كلية الإقتصاد والتجارة زليتن/ الجامعة الأسمرية الإسلامية، العدد الخامس، يونيو 2015، ص: 10. على الرابط: https://www.docdroid.net/file/download/XrdBICq/1-pdf.pdf. تاريخ التحميل: 08 ديسمبر 2022، على الساعة 18:54.

تعتمد التنبؤات $\hat{y}_{t+1}$ على ترجيح أحدث المشاهدات (القيمة الفعلية) بوزن α وترجيح أحدث التنبؤات بـ $(1-\alpha)$

اذن للقيام بعملية التنبؤ، نحتاج إلى تنبؤ أولي وقيمة فعلية وثابت التمهيد α. إذا كانت القيمة المقدرة $\hat{y}_1$، غير معروفة، يمكننا:[3]

- وضع أو افتراض أن القيمة المقدرة الأولى تساوي القيمة الفعلية (المشاهدة) الأولى. أي نستخدم $\hat{y}_1 = y_1$.
- استخدام متوسط المشاهدات الخمس أو الست الأولى للقيمة الأولية الممهدة.

إن تأسيس التمهيد الأسي يعود للباحث **Holt** في سنة **1957**م، وكذلك الباحث **Brown** سنة **1962**م. وتعتبر هذه الطريقة من بين الأساليب الشائعة في الحياة العملية، وتعتمد على فكرة أن المعلومات القديمة أقل أهمية من المعلومات الحديثة، لهذا يجب أن تعطي وزنا أقل، بحيث يؤخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة ويجرى عليه التعديل للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة اللاحقة. ويعبر هذا التعديل على خطأ التنبؤ في الفترة السابقة، ويتم حسابه بضرب خطأ التنبؤ في الفترة السابقة في المعامل الثابت α الذي يتراوح بين **0** و **1** كما سبق الذكر.

يصطلح أيضا على هذه الطريقة اسم طريقة التصفية أو الترشيح، وهي تعتبر أكثر دقة وفعالية من المتوسطات المتحركة، كما أنها لا تحتاج إلى عدد كبير من البيانات التاريخية.[4]

يستخدم نموذج التهميد الأسي البسيط والذي يسمى أيضا بالنموذج المستقر، عندما تكون السلسلة الزمنية مستقرة، بمعنى عشوائية لا تحتوي على مركبة اتجاه عام ولا على مركبة موسمية. أما في حالة عدم توفر هذا الشرط، يستخدم نموذج آخر للتنبؤ.[5] كما هو موضح في الشكل التالي:

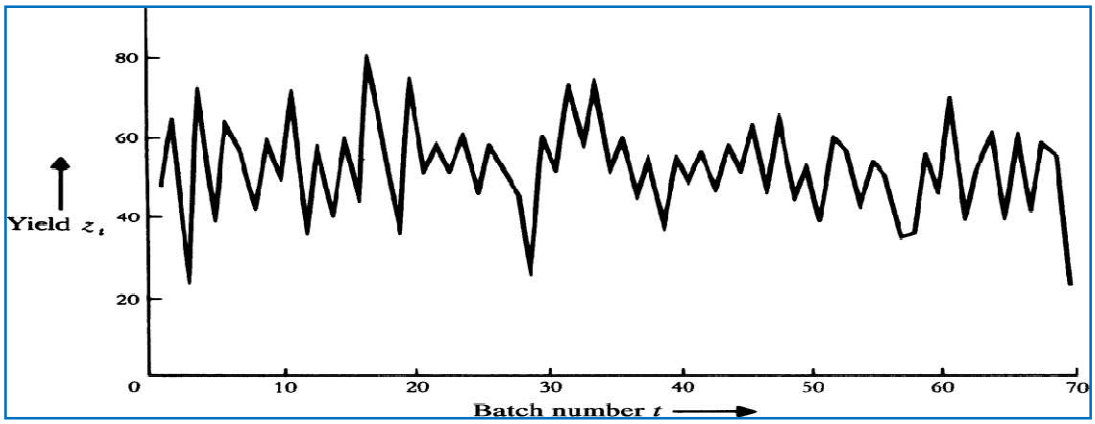
---

[3] Eva Ostertagová, Oskar Ostertag, **THE SIMPLE EXPONENTIAL SMOOTHING MODEL,** MODELLING OF MECHANICAL AND MECHATRONIC SYSTEMS 2011, The 4th International conference, September 20 – 22, 2011, Faculty of Mechanical engineering, Technical university of Košice, Herľany, Slovak Republic, P :381.

[4] سهيلة عتروس، جمال خنشور، **التنبؤ بالمبيعات بمؤسسة مطاحن الزيبان القنطرة –بسكرة– دراسة مقارنة باستخدام طريقتي التمهيد الأسي الثلاثي لـ Holt-Winters ومنهجية BOX-Jenkins في التنبؤ بالمبيعات**، مجلة رؤى اقتصادية، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي– الجزائر، العدد 9، ديسمبر 2015، ص: 192. على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/126/5/9/39888. تاريخ التحميل: 2022/12/22، على الساعة: 20:37.

[5] بن معزوز محمد زكريا، **مطبوعة بيداغوجية: نماذج التنبؤ**، موجهة للسنة الثالثة ليسانس، تخصص اقتصاد وتسيير المؤسسات، جامعة باجي مختار عنابة، 2022/2021، ص: 53. على الرابط: https://facsceg.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2022/09/%D9%85%D8%B7%D8%A8%D9%88%D8%B9%D8%A9-%D9%85%D9%82%D9%8A%D8%A7%D8%B3-%D9%86%D9%85%D8%A7%D8%B0%D8%AC-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%86%D8%A8%D8%A4.pdf. تاريخ التحميل: 2022/11/27، على الساعة: 10:31.

الشكل رقم (07): نموذج لسلسلة زمنية مستقرة (عشوائية)



المصدر: بن معزوز محمد زكريا، **مطبوعة بيداغوجية: نماذج التنبؤ**، موجهة للسنة الثالثة ليسانس، تخصص اقتصاد وتسيير المؤسسات،جامعة باجي مختار عنابة، 2022/2021، ص: 53.

مثال تطبيقي 01:

لتكن السلسلة الزمنية التالية لمبيعات سلعة ما أسبوعيا:[6]

الأسبوع	المبيعات
الأول	39
الثاني	44
الثالث	40
الرابع	45
الخامس	38
السادس	43
السابع	39

المطلوب: حساب تنبؤات التمهيد الأسي البسيط باستخدام $\alpha = 0.2$ مع أخطاء التنبؤ.

الحل:

بما أن $\alpha = 0.2$، فإن: $1-\alpha = 1-0.2 = 0.8$

[6] متوفر على اليوتيوب على الرابط التالي: https://www.youtube.com/watch?v=k_HN0wOKDd0.

وعليه تصبح معادلة التمهيد الأسي البسيط كمايلي:

$$\hat{y}_{t+1} = 0.2\ y_t + 0.8\ \hat{y}_t$$

إذا لم تعطى القيمة المقدرة للفترة الأولى، نفترض أن: $\hat{y}_1 = y_1$، أي نفترض أن القيمة المقدرة للفترة الأولى هي نفسها القيمة الحقيقية الأولى، وبالتالي: $\hat{y}_1 = 39$، وبالتالي يتم حساب بقية القيم كمايلي:

الأسبوع	المبيعات (y_i)	
الأول	39	39
الثاني	44	$\hat{y}_2 = 0.2\ (39) + 0.8\ (39) = 39$
الثالث	40	$\hat{y}_3 = 0.2\ (44) + 0.8\ (39) = 40$
الرابع	45	$\hat{y}_4 = 0.2\ (40) + 0.8\ (40) = 40$
الخامس	38	$\hat{y}_5 = 0.2\ (45) + 0.8\ (40) = 41$
السادس	43	$\hat{y}_6 = 0.2\ (38) + 0.8\ (41) = 40.4$
السابع	39	$\hat{y}_7 = 0.2\ (43) + 0.8\ (40.4) = 40.92$
		$\hat{y}_8 = 0.2\ (39) + 0.8\ (40.92) = 40.5$

حساب الأخطاء:

الأسبوع	المبيعات (y_i)		الأخطاء $e = (y_i - \hat{y}_i)$	
الأول	39	-	-	-
الثاني	44	39	**5**	**25**
الثالث	40	40	**0**	**0**
الرابع	45	40	**5**	**25**
الخامس	38	41	**-3**	**9**
السادس	43	40.4	**2.60**	**6.76**
السابع	39	40.92	**-1.92**	**3.69**

مثال تطبيقي02: يمثل الجدول التالي مبيعات منتج ما لأحد المصانع خلال 12 شهرا.[7]

الأشهر	المبيعات (y_i)
جانفي	17
فيفري	21
مارس	19
أفريل	23
ماي	18
جوان	16
جويلية	20
أوت	18
سبتمبر	22
أكتوبر	20
نوفمبر	15
ديسمبر	22

المطلوب: التنبؤ بالمبيعات باستخدام طريقة التمهيد الأسي البسيط وحساب أخطاء التنبؤ، مع العلم أن ثابت التمهيد $\alpha = 0.3$

الحل:

بما أن $\alpha = 0.3$، فإن: $1-\alpha = 1- 0.3 = 0.7$

وعليه تصبح معادلة التمهيد الأسي البسيط كمايلي:

$$\hat{y}_{t+1} = 0.3\, y_t + 0.7\, \hat{y}_t$$

[7] ديفيد أندرسون، دينيس سويني، توماس وليامز، تعريب ومراجعة؛ محمد توفيق البلقيني، مرفت طلعت المحلاوي، **الأساليب الكمية في الإدارة**، دار المريخ للنشر، الطبعة الإنجليزية، الرياض-المملكة العربية السعودية، 2006، ص: 231.

إذا لم تعطى القيمة المقدرة للفترة الأولى، نفترض أن: $\hat{y}_1 = y_1$، أي نفترض أن القيمة المقدرة للفترة الأولى هي نفسها القيمة الحقيقية الأولى، وبالتالي: $\hat{y}_1 = 17$، وبالتالي يتم حساب بقية القيم كمايلي:

الأشهر	المبيعات (y_i)	
جانفي	17	**17**
فيفري	21	$\hat{y}_2 = 0.3\ (17) + 0.7\ (17) =$ **17**
مارس	19	$\hat{y}_3 = 0.3\ (21) + 0.7\ (17) =$ **18.20**
أفريل	23	$\hat{y}_4 = 0.3\ (19) + 0.7\ (18.20) =$ **18.44**
ماي	18	$\hat{y}_5 = 0.3\ (23) + 0.7\ (18.44) =$ **19.81**
جوان	16	$\hat{y}_6 = 0.3\ (18) + 0.7\ (19.81\ ) =$ **19.27**
جويلية	20	$\hat{y}_7 = 0.3\ (16) + 0.7\ (19.27) =$ **18.29**
أوت	18	$\hat{y}_8 = 0.3\ (20) + 0.7\ (18.29) =$ **18.80**
سبتمبر	22	$\hat{y}_9 = 0.3\ (18) + 0.7\ (18.80) =$ **18.56**
أكتوبر	20	$\hat{y}_{10} = 0.3\ (22) + 0.7\ (18.56) =$ **19.59**
نوفمبر	15	$\hat{y}_{11} = 0.3\ (20) + 0.7\ (19.59) =$ **19.71**
ديسمبر	22	$\hat{y}_{12} = 0.3\ (15) + 0.7\ (19.71) =$ **18.30**

حساب الأخطاء:

الأشهر	المبيعات (y_i)		الأخطاء $e = (y_i - \hat{y}_i)$	e^2
جانفي	17	17	-	-
فيفري	21	$\hat{y}_2 = 17$	$21-17 =$ **4.00**	**16.00**
مارس	19	$\hat{y}_3 = 18.20$	$19-18.20 =$ **0.80**	**0.64**
أفريل	23	$\hat{y}_4 = 18.44$	$23-18.44 =$ **4.56**	**20.79**
ماي	18	$\hat{y}_5 = 19.81$	$18-19.81 =$ **-1.81**	**3.28**
جوان	16	$\hat{y}_6 = 19.27$	$16-19.27 =$ **-3.27**	**10.69**
جويلية	20	$\hat{y}_7 = 18.29$	$20-18.29 =$ **1.71**	**2.92**

أوت	18	$\hat{y}_8 = 18.80$	$18 - 18.80 = -0.8$	**0.64**
سبتمبر	22	$\hat{y}_9 = 18.56$	$22 - 18.56 = 3.44$	**11.83**
أكتوبر	20	$\hat{y}_{10} = 19.59$	$20 - 19.59 = 0.41$	**0.17**
نوفمبر	15	$\hat{y}_{11} = 19.71$	$15 - 19.71 = -4.71$	**22.18**
ديسمبر	22	$\hat{y}_{12} = 18.30$	$22 - 18.30 = 3.7$	**13.69**

2. طريقة التمهيد الأسي المزدوج (الثنائي أو المضاعف):

إن التنبؤات التي تولدها طريقة التمييد الأسي البسيط فيها أخطاء كبيرة بسبب أنها لا تعترف بمركبة الإتجاه العام في السلسلة الزمنية. أما نموذج التمهيد الأسي المزدوج (الثنائي) فيعترف بمركبة الاتجاه العام في السلسلة الزمنية، ويكون في شكلين؛ نموذج **Brown** ونموذج **Holt** وذلك كمايلي:

أ. **نموذج Brown:** نموذج التمهيد الأسي المزدوج (الثنائي) يستعمل في حالة السلاسل الزمنية ذات الإتجاه العام والتي تأخذ الشكل التالي:

$$y_t = a_{0t} + a_{1t}\, t$$

ونلاحظ أنها تأخذ نفس خصائص الإتجاه العام، مع العلم أن المتوسط $\hat{a}_{0t}$ والميل $\hat{a}_{1t}$ يتغيران على مدى الزمن. وكما يدل اسم هذا النموذج، فإن تقنية التمهيد الأسي المزدوج تعمل على تمهيد سلسلة زمنية ممهدة من قبل وذلك باتباع المعادلات التالية:[8]

$$S_t = \alpha\, y_t + (1-\alpha)\, S_{t-1}$$
$$SS_t = \alpha\, S_t + (1-\alpha)\, SS_{t-1}$$

مع:

$$a_{1t} = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_t - SS_t) \quad \text{و} \quad a_{0t} = 2S_t - SS_t$$

وللتنبؤ للأفق h تحسب المعادلة التالية: $\hat{y}_{t+h} = a_{0t} + h\, a_{1t}$

[8] قليل محمد صغير، **محاضرات في تحليل السلاسل الزمنية –مدعمة بأمثلة محلولة–**، مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة الليسانس والماستر في ميدان العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم العلوم الإقتصادية، جامعة مصطفى اسطمبولي معسكر، 2019/2018، ص: 32.

مثال تطبيقي: لدينا عدد الوحدات التالفة المنتجة في معمل ما شهريا

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
y	57	55	63	66	63	67	67	69	75	79	76	82

المطلوب: استخدم نموذج التمهيد الأسي المزدوج لـ **Brown** للتنبؤ بعدد المنتجات المعيبة للأشهر الأربع المقبل، حيث α يساوي **0.5.**

الحل:

t	Y	$S_t = \alpha\, y_t + (1-\alpha)\, S_{t-1}$	$SS_t = \alpha\, S_t + (1-\alpha)\, SS_{t-1}$	$a_{1t} = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_t - SS_t)$	$a_{0t} = 2S_t - SS_t$	$\hat{y}_{t+h} = a_{0t} + h\, a_{1t}$
1	57	57	57	0	57	
2	55	0.5(55) + 0.5(57)= **56**	0.5(56) + 0.5(57)= **56.5**	$\frac{0.5}{1-0.5}$(56 – 56.5) = **–0.5**	2(56)-56.5= **55.5**	**57**
3	63	0.5(63) + 0.5(56)= **59.5**	0.5(59.5) + 0.5(56.5)= **58**	$\frac{0.5}{1-0.5}$(59.5 – 58) = **1.5**	2(59.5)-58= **61**	55.5 -0.5(1)= **55**
4	66	0.5(66) + 0.5 (59.5)= **62.75**	0.5 (62.75) + 0.5(58)=**60.38**	$\frac{0.5}{1-0.5}$(62.75 – 60.38) = **2.37**	2(62.75)- 60.38= **65.12**	61 + 1.5 (1)= **62.5**
5	63	0.5(63) + 0.5 (62.75)= **62.88**	0.5 (62.88) + 0.5 (60.38)= **61.63**	$\frac{0.5}{1-0.5}$(62.88 – 61.63) = **1.25**	2(62.88)- 61.63= **64.13**	65.12+ 2.37(1)= **67.5**
6	67	0.5(67) + 0.5 (62.88)=**64.94**	0.5 (64.94) + 0.5 (61.63)= **63.28**	$\frac{0.5}{1-0.5}$(64.94 – 63.28) = **1.66**	2(64.94)- 63.28= **66.60**	64.13+1.25 (1) **=65.40**
7	67	0.5(67) + 0.5 (64.94)=**65.97**	0.5 (65.97) + 0.5 (63.28)= **64.63**	$\frac{0.5}{1-0.5}$(65.97 – 64.63) = **1.34**	2(65.97)- 64.63= **67.31**	66.60+1.66 (1)= **68.30**

8	**69**	$0.5(69) + 0.5(65.97) = \mathbf{67.50}$	$0.5(67.50) + 0.5(64.63) = \mathbf{66.06}$	$\frac{0.5}{1-0.5}(67.50 - 66.06) = \mathbf{1.44}$	$2(67.50) - 66.06 = \mathbf{68.94}$	$67.31 + 1.34(1) = \mathbf{68.65}$
9	**75**	$0.5(75) + 0.5(67.50) = \mathbf{71.25}$	$0.5(71.25) + 0.5(66.06) = \mathbf{68.65}$	$\frac{0.5}{1-0.5}(71.25 - 68.65) = \mathbf{2.6}$	$2(71.25) - 68.65 = \mathbf{73.85}$	$68.94 + 1.44(1) = \mathbf{70.40}$
10	**79**	$0.5(79) + 0.5(71.25) = \mathbf{75.12}$	$0.5(75.12) + 0.5(68.65) = \mathbf{71.88}$	$\frac{0.5}{1-0.5}(75.12 - 71.88) = \mathbf{3.24}$	$2(75.12) - 71.88 = \mathbf{78.36}$	$73.85 + 2.6(1) = \mathbf{76.45}$
11	**76**	$0.5(76) + 0.5(75.12) = \mathbf{75.56}$	$0.5(75.56) + 0.5(71.88) = \mathbf{73.72}$	$\frac{0.5}{1-0.5}(75.56 - 73.72) = \mathbf{1.84}$	$2(75.56) - 73.72 = \mathbf{77.4}$	$78.36 + 3.24(1) = \mathbf{81.6}$
12	**82**	$0.5(82) + 0.5(75.56) = \mathbf{78.78}$	$0.5(78.78) + 0.5(73.72) = \mathbf{76.25}$	$\frac{0.5}{1-0.5}(78.78 - 76.25) = \mathbf{2.53}$	$2(78.78) - 76.25 = \mathbf{81.31}$	$77.4 + 1.84(1) = \mathbf{79.24}$
13						$81.31 + 2.53(1) = \mathbf{83.84}$
14						$81.31 + 2.53(2) = \mathbf{86.37}$
15						$81.31 + 2.53(3) = \mathbf{88.9}$
16						$81.31 + 2.53(4) = \mathbf{91.43}$

ب. نموذج Holt: يمكن استخدام نموذج التمهيد الأسي **Holt** الذي يضم معلمتين؛ الأولى من أجل التمهيد المتوسط a_{0t}، والثانية تخص الميل a_{1t}، بحيث:[9]

- a_{0t} التمهيد المتوسط مع معامل التمهيد α، حيث $\alpha \in [0, 1]$.
- a_{1t} تمهيد الميل أو الإتجاه العام مع معامل التمهيد β، حيث $\beta \in [0, 1]$.

ملاحظة: في حالة $\alpha = \beta$، فإن النموذج **Holt** هو نفسه نموذج التمهيد الأسي الثنائي **Brown**.

أما صيغة هذا النموذج فهي كالتالي:

$$a_{0t} = \alpha\, y_t + (1-\alpha)\,(a_{0t-1} + a_{1t-1})$$
$$a_{1t} = \beta\,(a_{0t} - a_{0t-1}) + (1-\beta)\,a_{1t-1}$$

والتنبؤ بالأفق h يحسب بالمعادلة السابقة: $\hat{y}_{t+h} = a_{0t} + h\,a_{1t}$

ومن أجل البدء لدينا: $a_{0t} = y_t$ و $a_{1t} = 0$

مثال تطبيقي: باستخدام نفس معطيات المثال السابق في نموذج **Brown**:

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
y	57	55	63	66	63	67	67	69	75	79	76	82

المطلوب: استحدم نموذج **Holt** للتنبؤ بعدد الوحدات التالفة خلال الأشهر الأربعة اللاحقة وذلك باعتماد

$\alpha = 0.3$ و $\beta = 0.2$

الحل:

من أجل البدء لدينا: $a_{0t} = y_t = 57$ و $a_{1t} = 0$

$\alpha = 0.3$ و $\beta = 0.2$ و $(1-\alpha) = (1-0.3) = 0.7$ و $(1-\beta) = (1-0.2) = 0.8$

[9] قليل محمد صغير، **مرجع سابق**، ص: 34.

t	Y	$a_{0t} = \alpha y_t + (1 - \alpha)(a_{0t-1} + a_{1t-1})$	$a_{1t} = \beta (a_{0t} - a_{0t-1}) + (1 - \beta) a_{1t-1}$	$\hat{y}_{t+h} = a_{0t} + h\, a_{1t}$
1	57	57	0	
2	55	0.3(55) + (1-0.3) (57+0)= 56.4	0.2 (56.4-57) + (1-0.2)0= -0.12	57
3	63	0.3(63) + (0.7) (56.4-0.12)= 58.3	0.2 (58.3 -56.4) + (0.8) (-0.12) = 0.3	56.4 – 1.12(1)= 56.28
4	66	0.3(66) + (0.7) (58.3+0.3)= 60.82	0.2 (60.82-58.3) + (0.8) (0.3) = 0.74	58.3 + 0.3(1)= 58.6
5	63	0.3(63) + (0.7) (60.82+0.74)= 62	0.2 (62-60.82) + (0.8) (0.74) = 0.83	60.82 + 0.74(1)= 61.56
6	67	0.3(67) + (0.7) (62+ 0.83)= 64.1	0.2 (64.1-62) + (0.8) (0.83) = 1.1	62 + 0.83(1)= 62.83
7	67	0.3(67) + (0.7) (64.1+1.1)= 65.74	0.2 (65.74-64.1) + (0.8) (1.1) = 1.21	64.1 + 1.1(1) = 65.2
8	69	0.3(69) + (0.7) (65.74+1.21)= 67.60	0.2 (67.60-65.74) + (0.8) (1.21) = 1.34	65.74 + 1.21 (1) = 66.95
9	75	0.3(75) + (0.7) (67.60+1.34)= 70.76	0.2 (70.76-67.60) + (0.8) (1.34) = 1.70	67.60 + 1.34 (1) = 68.94
10	79	0.3(79) + (0.7) (70.76+1.70)= 74.42	0.2 (74.42-70.76) + (0.8) (1.70) = 2.10	70.76 + 1.70 (1) = 72.46
11	76	0.3(76) + (0.7) (74.42+2.10)= 76.40	0.2 (76.40-74.42) + (0.8) (2.10) = 2.10	74.42 + 2.10 (1) = 76.52
12	82	0.3(82) + (0.7) (76.40+2.10)= 79.55	0.2 (79.55-76.40) + (0.8) (2.10) = 2.31	76.40 + 2.10 (1) = 78.5
13 h =1				79.55+ 2.31(1)= 81.86

14 h =2				79.55+ 2.31(2)= 84.17
15 h =3				79.55+ 2.31(3)= 86.48
16 h =4				79.55+ 2.31(4)= 88.79

3. التمهيد الأسي الثلاثي لـ Holt-Winters:

تستخدم طرق التمهيد الأسي البسيط والتمهيد الأسي المزدوج للتنبؤ عندما تكون السلسلة الزمنية خالية من المركبة الموسمية، أما في حالة تواجدها (بالإضافة إلى مركبة الإتجاه العام والمركبة العشوائية)، فإننا نلجأ إلى طريقة **Holt-Winters**. تستخدم هذه الطريقة ثلاث معادلات للتمهيد تصاحبها ثلاث معاملات مختلفة هي كالآتي:[10]

- a_t: وهي تمثل تمهيد المستوى أو المتوسط مع معامل تمهيد α، حيث $\alpha \in [0, 1]$.
- b_t: وهي تمثل تمهيد الإتجاه مع معامل تمهيد β، حيث $\beta \in [0, 1]$.
- S_t: وهي تمثل تمهيد الموسمية مع معامل تمهيد γ، حيث $\gamma \in [0, 1]$.

تظهر طريقة التمهيد الأسي الثلاثي لـ **Holt-Winters** في شكلين مختلفين حسب أسلوب نمذجة الموسمية، فهو يكون إما بطريقة خطية (موسمية مضافة تجميعية) في حالة الشكل التجميعي للسلسلة الزمنية، أو بطريقة غير خطية (موسمية مضاعفة) في حالة الشكل الجدائي أو المضاعف للسلسلة الزمنية.

أ. **طريقة Holt-Winters التجميعية (المضافة)**: وفق هذه الطريقة فإن المركبة الموسمية تأخذ الشكل التجميعي في معادلة التنبؤ التي تكون وفق إحدى الصيغتين التاليتين:

- **إذا كان لدينا:** $1 \leq h \leq p$ فإن التنبؤ هو كالآتي: $\hat{y}_{t+h} = a_t + b_t * h + S_{t+h-p}$
- **إذا كان لدينا:** $p+1 \leq h \leq 2p$ فإن التنبؤ هو كالآتي: $\hat{y}_{t+h} = a_t + b_t * h + S_{t+h-2p}$

حيث p هو مدة المركبة الموسمية و h هو أفق التنبؤ، أما $\hat{y}_{t+h}$ فهي تمثل القيمة المتنبأ بها للفترة $t+h$.

أما معادلات التمهيد والتي تعبر عن معادلات الثوابت a_t، b_t، S_t، في معادلة التنبؤ، فتحسب بالعلاقات التالية:

- **تمهيد المستوى (المتوسط)**: $a_t = \alpha (y - S_{t-p}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$

[10] سهيلة عتروس، جمال خنشور، **مرجع سابق**، ص ص: 192-193.

- تمهيد الإتجاه: $b_t = \beta\,(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)\,b_{t-1}$
- تمهيد الموسمية: $S_t = \gamma\,(\gamma_t - a_t\,) + (1-\gamma\,)\;S_{t-p}$

حيث:

- γ_t: تمثل القيمة الحقيقية للسلسلة الزمنية.
- S_t: وهي تعبر عن معامل الموسمية في الفترة t.

تشترط بعض نماذج التنبؤ التأكد من تحقق الشرط التالي: $\sum_{i=1}^{p} S_i = 0$

حيث أن (p) يعبر عن دورية البيانات (p=4 ، p=12....)، وفي حالة عدم تحقق هذا الشرط، فإن التصحيح يكون باستخدام الصيغة التالية:

$$S_t^* = S_i - \overline{S} \qquad / \qquad \overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{p} S_i}{P}$$

ب. **طريقة Holt-Winters (المضاعفة)**: وفق هذه الطريقة، فإن المركبة الموسمية تأخذ الشكل الجدائي المضاعف في معادلة التنبؤ التي تكون وفق إحدى الصيغتين التاليتين:

- **إذا كان لدينا:** $1 \le h \le p$ فإن معادلة التنبؤ تكتب كمايلي: $\hat{y}_{t+h} = (a_t + b_t * h)S_{t+h-p}$
- **إذا كان لدينا:** $p+1 \le h \le 2p$ **فإن صيغة التنبؤ تكون كمايلي:** $\hat{y}_{t+h} = (a_t + b_t * h)S_{t+h-2p}$

وعليه فإن معادلات الثوابت التي تعبر عن معادلات التمهيد هي كالآتي:

- تمهيد المستوى (المتوسط): $a_t = \alpha\,(\frac{y_t}{S_{t-p}}) + (1-\alpha)(\,a_{t-1} + b_{t-1}\,)$
- تمهيد الإتجاه: $b_t = \beta\,(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)\,b_{t-1}$
- تمهيد الموسمية: $S_t = \gamma\,(\frac{\gamma_t}{a_t}) + (1-\gamma)\;\;S_{t-p}$

تشترط بعض نماذج التنبؤ التأكد من تحقق الشرط التالي: $\sum_{i=1}^{p} S_i = p$

حيث أن (p) يعبر عن دورية البيانات (p=4 ، p=12....)، وفي حالة عدم تحقق هذا الشرط، فإن التصحيح يكون باستخدام الصيغة التالية:

$$S_t^* = \frac{S_i}{\overline{S}} \qquad / \qquad \overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{p} S_i}{P}$$

✓ **القيم الإبتدائية للثوابت**: إن القيم الإبتدائية للثوابت هي نفسها في الطريقتين السابقتين تجميعية كانت أم ضربية، ما عدا المعاملات الموسمية، ويتم حسابها للسنة الأولى (t=1,.....p) على الشكل التالي:

- **القيمة الإبتدائية للمتوسط تكون كمايلي:** $\bar{y}$ $a_p = \bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^{p} y_t}{p}$ حيث **p** تمثل طول المركبة الموسمية، و
- **القيمة الإبتدائية للإتجاه:** $b_p = 0$
- **القيمة الإبتدائية للموسمية:** تكون وفق إحدى الصيغتين التاليتين:
  - ❖ **بالنسبة للنموذج التجميعي:** $S_t = y_t - \bar{y}$ من أجل $t = 1,\ldots,p$
  - ❖ **بالنسبة للنموذج الضربي:** $S_t = \frac{yt}{\bar{y}}$ من أجل $t = 1,\ldots,p$

مثال تطبيقي: استخدم صيغة النموذج الجمعي لنموذج **Holt-Winters** معتمدا: $\alpha = 0.4$ / $\beta = 0.1$ / $\gamma = 0.3$، للتنبؤ بالمبيعات الربع سنوية للسنة الرابعة، بالإضافة إلى مبيعات الربع الأول من السنة الخامسة انطلاقا من البيانات الموضحة في الجدول التالي:[11]

الفترات الزمنية	الثلاثي الأول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع
السنة الأولى	1248.30	1392.10	1056.60	3159.10
السنة الثانية	890.80	1065.30	1117.60	2934.20
السنة الثالثة	1138.20	1456	1224.30	3090.20

الحل:

معادلات التمهيد والتي تعبر عن معادلات الثوابت a_t، b_t، S_t، في معادلة التنبؤ، تحسب بالعلاقات التالية:

- **تمهيد المستوى (المتوسط):** $a_t = \alpha\,(y - S_{t-p}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$
- **تمهيد الإتجاه:** $b_t = \beta\,(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)\,b_{t-1}$
- **تمهيد الموسمية:** $S_t = \gamma\,(y_t - a_t) + (1-\gamma)\,S_{t-p}$

t	الفترات الزمنية		a_t	b_t	S_t	S_t^*	$\hat{y}_{t+h}$
1	السنة الأولى: T1	1248.30	-	-	-465.725	-465.725	-
2	T2	1392.10	-	-	-321.925	-321.925	-
3	T3	1056.60	-	-	-657.425	-657.425	-
4	T4	3159.10	1714.025	0.0	1445.075	1445.075	-
5	السنة الثانية: T1	890.80	1571.025	-14.3	-530.075	-516.007	-

[11] بن معزوز محمد زكريا، **مرجع سابق**، ص ص: 72-76.

6	**T2**	1065.30	**1488.925**	**-21.080**	**-352.435**	**-338.367**	**1234.800**
7	**T3**	1117.60	**1590.717**	**-8.793**	**-602.133**	**-588.065**	**810.420**
8	**T4**	2934.20	**1544.805**	**-12.505**	**1428.371**	**1442.439**	**3026.999**
9	**T1** :السنة الثالثة	1138.20	**1581.063**	**-7.628**	**-503.911**	**-511.200**	**1016.293**
10	**T2**	1456	**1661.807**	**1.209**	**-308.447**	**-316.850**	**1235.067**
11	**T3**	1224.30	**1722.756**	**7.183**	**-571.030**	**-580.158**	**1074.951**
12	**T4**	3090.20	**1697.067**	**3.896**	**1417.800**	**1408.208**	**3172.377**
13	**T1** :السنة الرابعة						**1189.763**
14	**T2**						**1388.009**
15	**T3**						**1128.597**
16	**T4**						**3120.858**
17	**T1** :السنة الخامسة						**1205.346**

شرح العمليات الحسابية:

✓ بالنسبة للسنة الأولى:

- **القيمة الإبتدائية للمتوسط تكون كمايلي:** $a_p = \bar{y}$ حيث **p** تمثل طول المركبة الموسمية، و $\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^{p} y_t}{p}$

المتوسط الحسابي لمشاهدات السنة الأولى) $a_p = a_4 = \bar{y}$

$$\bar{y} = \frac{1248.30+1392.10+1056.60+3159.10}{4} = \frac{6856.1}{4} = 1714.025$$

- **القيمة الإبتدائية للإتجاه:** $b_p = b_4 = 0$
- **القيمة الإبتدائية للموسمية: بالنسبة للنموذج التجميعي:** $S_t = y_t - \bar{y}$ من أجل $t = 1,\ldots,p$

$S_t = y_t - \bar{y} = y_t - 1714.025$ من أجل $t = 1,\ldots,p$

$S_1 = 1248.30 - 1714.025 = -465.725$

$S_2 = 1392.10 - 1714.025 = -321.925$

$S_3 = 1056.60 - 1714.025 = -657.425$

S_4 = 3159.10- 1714.025 = **1445.075**

نتحقق من الشرط: $\sum_{i=1}^{p} S_i = 0$

-465.725 + (- 321.925) + (- 657.425) + 1445.075 = **0**

وعليه فإن المؤشرات الموسمية للسنة الأولى لا تحتاج إلى تصحيح.

بالنسبة للسنة الثانية:

الثلاثي الأول (t=5):

انطلاقا من السنة الثانية نشرع في استخدام المعادلات التي يقوم عليها نموذج **Holt-Winters** كما يلي:

$$a_t = \alpha (y - S_{t-p}) + (1- \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$$

$$a_5 = 0.4 (y_5 - S_{5-4}) + (1-0.4) (a_{5-1} + b_{5-1})$$

$$a_5 = 0.4 (y_5 - S_1) + (1-0.4) (a_4 + b_4)$$

$$a_5 = 0.4 (890.80 - (-465.725)) + (0.6) (1714.025+0)$$

$$a_5 = 1571.025$$

$$b_t = \beta (a_t - a_{t-1}) + (1- \beta) b_{t-1}$$

$$b_5 = 0.1 (a_5 - a_{5-1}) + (1- 0.1) b_{5-1}$$

$$b_5 = 0.1 (a_5 - a_4) + (1- 0.1) b_4$$

$$b_5 = 0.1 (1571.025-1714.025) + (0.9) 0$$

$$b_5 = -14.3$$

$$S_t = \gamma (\gamma_t - a_t) + (1- \gamma) S_{t-p}$$

$$S_5 = 0.3 (\gamma_5 - a_5) + (1-0.3) S_{5-4}$$

$$S_5 = 0.3 (890.80 - 1571.025) + (0.7) S_1$$

$$S_5 = 0.3 (890.80 - 1571.025) + (0.7) (-465.725)$$

$$S_5 = -530.075$$

$$\hat{y}_t = a_{t-1} + b_{t-1} + S_{t-p}$$

$$\hat{y}_6 = a_5 + b_5 + S_2$$

$$\hat{y}_6 = 1571.025 + (-14.3) + (-321.925)$$

$$\hat{y}_6 = 1234.8$$

وهكذا نستمر بنفس الطريقة في العمليات الحسابية إلى غاية نهاية السنة الثانية (t=8):

قبل الإنتقال للسنة الثالثة نتحقق من الشرط $\sum_{i=1}^{p} S_i = 0$

$\sum_{i=1}^{p} S_i = -530{,}075 + (-352{,}435) + (-602{,}133) + 1428{,}371 = \mathbf{-56{,}272 \neq 0}$

بما أن مجموع المؤشرات الموسمية للسنة الثانية يختلف عن الصفر، يتوجب اذن تصحيحها على النحو التالي:

$S_t^* = S_i - \overline{S}$ / $\overline{S} = \frac{\sum_{i=1}^{p} S_i}{P} = \frac{-56{,}272}{4} = \mathbf{-14.068}$

$S_1^* = (-530{,}075) - (-14.068) = \mathbf{-516.007}$

$S_2^* = (-352{,}435) - (-14.068) = \mathbf{-338.367}$

$S_3^* = (-602{,}133) - (-14.068) = \mathbf{-588.065}$

$S_4^* = 1428{,}371 - (-14.068) = \mathbf{1442.439}$

إعادة التحقق من الشرط: $\sum_{i=1}^{p} S_i = 0$

$(\mathbf{-516.007}) + (\mathbf{-338.367}) + (\mathbf{-588.065}) + (\mathbf{1442.439}) = 0$

نلاحظ أنه قد تم تصحيح المؤشرات الموسمية بحيث أن مجموعها أصبح معدوما.

يتم الإستمرار في باقي الحسبات بنفس الطريقة إلى غاية نهاية المشاهدات أي إلى غاية (**t=12**)، ولكن في هذه المرة نعتمد على المؤشرات الموسمية المصححة بدلا من المؤشرات الأصلية.

التنبؤ في الأفق (h):

$$\hat{y}_{t+h} = a_t + b_t * h + S_{t+h-p}$$

التنبؤ للثلاثي الأول من السنة الرابعة (t = 13):

$\hat{y}_{13} = a_t + b_t * h + S_{t+h-p}$

$\hat{y}_{13} = 1697.067 + (3.896 * 1) + S_9$

$\hat{y}_{13} = 1697.067 + (3.896 * 1) + (-511.200)$

$\hat{y}_{13} = \mathbf{1189.763}$

التنبؤ للثلاثي الثاني من السنة الرابعة (t = 14):

$\hat{y}_{14} = 1697.067 + (3.896 * 2) + S_{10}$

$\hat{y}_{14} = 1697.067 + (3.896 * 2) + (-316.850)$

$\hat{y}_{14} = \mathbf{1388.009}$

التنبؤ للثلاثي الثالث من السنة الرابعة (t = 15):

$$\hat{y}_{15} = 1697.067 + (3.896 * 3) + S_{11}$$

$$\hat{y}_{15} = 1697.067 + (3.896 * 3) + (-580.158)$$

$$\hat{y}_{15} = 1128.597$$

التنبؤ للثلاثي الرابع من السنة الرابعة ($t = 16$):

$$\hat{y}_{16} = 1697.067 + (3.896 * 4) + S_{12}$$

$$\hat{y}_{16} = 1697.067 + (3.896 * 4) + 1408.208$$

$$\hat{y}_{16} = 3120.859$$

التنبؤ للثلاثي الأول من السنة الخامسة ($t = 17$):

$$\hat{y}_{17} = 1697.067 + (3.896 * 5) + S_{9}$$

$$\hat{y}_{17} = 1697.067 + (3.896 * 5) + (-511.2)$$

$$\hat{y}_{17} = 1205.347$$

ملاحظة: عند حساب التنبؤ للثلاثي الأول من السنة الخامسة، استخدمنا المؤشر الموسمي للثلاثي الأول من السنة الثالثة (**511.2−**) وهذا لأن السنة الرابعة لا تحتوي على مؤشرات موسمية، مما اضطرنا بالعودة إلى السنة الثالثة صعودا.

أسئلة التقييم الذاتي

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

الإمتحان التطبيقي الأول في مقياس تقنيات التنبؤ

اختر الجواب الصحيح (6 نقاط):

1. السيناريو هو تصور لوضع:

أ. غير مرغوب مع توضيح المسار المؤدي لهذا الوضع ☐

ب. مرغوب مع عدم توضيح المسار المؤدي لهذا الوضع ☐

ج. مرغوب مع توضيح المسار المؤدي لهذا الوضع ☐

2. يختلف التنبؤ عن التوقع في كون التوقع:

أ. يهتم بالتغيرات الطارئة وبالظواهر القابلة للقياس فقط ☐

ب. لا يهتم بالتغيرات الطارئة ويهتم بالظواهر القابلة للقياس فقط ☐

ج. يهتم بالتغيرات الطارئة ولا يهتم بالظواهر القابلة للقياس فقط ☐

3. يقتصر استخدام الطرق النوعية في التنبؤ على:

أ. التنبؤات طويلة المدى في المؤسسات الصغيرة ☐

ب. التنبؤات قصيرة المدى في المؤسسات الكبيرة ☐

ج. التنبؤات طويلة المدى في المؤسسات الكبيرة ☐

4. يتم الإعتماد على الأساليب غير النظامية في التنبؤ عندما:

أ. لا تتوافر بيانات تاريخية عن الظاهرة وتكون الظاهرة قابلة للقياس الكمي ☐

ب. تتوافر بيانات تاريخية عن الظاهرة وتكون الظاهرة غير قابلة للقياس الكمي ☐

ج. لا تتوافر بيانات تاريخية عن الظاهرة وتكون الظاهرة غير قابلة للقياس الكمي ☐

5. في طريقة المتوسطات المتحركة، كلما كان n صغيرا:

أ. كان التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة أقل اظهارا للتوجه العام ☐

ب. كان التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة أكثر اظهارا للتوجه العام ☐

ج. كان التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة أقل أو أكثر اظهارا للتوجه العام ☐

6. من معايير جودة السيناريو أن تكون:

أ. متشابهة وكل سيناريو متسق داخليا ☐

ب. متشابهة وكل سيناريو غير متسق داخليا ☐

ج. مختلفة وكل سيناريو متسق داخلي ☐

بالتوفيق/ د.خديجة عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

الإمتحان التطبيقي الأول في مقياس تقنيات التنبؤ

اختر الجواب الصحيح (6 نقاط):

1. السيناريو هو:

أ. ترتيب غير منطقي للأحداث، لأن الأحداث تقع منعزلة عن بعضها البعض ☐

ب. ترتيب منطقي للأحداث، لأن الأحداث تقع منعزلة عن بعضها البعض ☐

ج. ترتيب منطقي للأحداث، لأن الأحداث لا تقع منعزلة عن بعضها العض ☐

2. يختلف التوقع عن التنبؤ في كون التنبؤ:

أ. يهتم بالتغيرات الطارئة وبالظواهر الكمية ☐

ب. لا يهتم بالتغيرات الطارئة ويهتم بالظواهر غير الكمية ☐

ج. يهتم بالتغيرات الطارئة وبالظواهر غير الكمية ☐

3. يقتصر استخدام الطرق الكيفية في التنبؤ على:

أ. التنبؤات طويلة المدى في المؤسسات الصغيرة كاستخدام الإنحذار الذاتي ☐

ب. التنبؤات طويلة المدى في المؤسسات الكبيرة كاستخدام الإستقصاء الشامل ☐

ج. التنبؤات طويلة المدى في المؤسسات الكبيرة كاستخدام السلاسل الزمنية ☐

5. المسح هو عملية:

أ. جمع المعلومات بطريقة غير منظمة عندما تكون تلك المعلومات غير متوفرة ☐

ب. جمع المعلومات بطريقة منظمة عندما تكون تلك المعلومات متوفرة ☐

ج. جمع المعلومات بطريقة منظمة عندما تكون تلك المعلومات ناقصة ☐

5. التنبؤ المشروط هو:

أ. تنبؤ بالمتغير التابع بناءا على معلومات مؤكدة عن المتغيرات التفسيرية ☐

ب. تنبؤ بالمتغير التفسيري بناءا على معلومات غير مؤكدة عن المتغيرات التابعة ☐

ج. تنبؤ بالمتغير التابع بناءا معلومات غير مؤكدة عن المتغيرات التفسيرية ☐

6. عملية التوقع تقوم على الفرضيات التالية:

أ. النموذج المعتمد لا يطابق الواقع والشروط العامة المحيطة بالظاهرة المدروسة تبقى على حالها في المستقبل. ☐

ب. النموذج المعتمد يطابق الواقع والشروط العامة المحيطة بالظاهرة المدروسة لا تبقى على حالها في المستقبل. ☐

ج. النموذج المعتمد يطابق الواقع والشروط العامة المحيطة بالظاهرة المدروسة تبقى على حالها في المستقبل. ☐

بالتوفيق/ د.خديجة عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

الإمتحان التطبيقي الأول في مقياس تقنيات التنبؤ

اختر الجواب الصحيح (6 نقاط):

1. المركبة الموسمية في السلسلة الزمنية تعبر عن:

أ. تذبذبات غير متكررة طويلة الأجل ☐

ب. تذبذبات غير متكررة قصيرة الأجل ☐

ج. تذبذبات متكررة طويلة الأجل ☐

2. من معايير جودة السيناريوهات أن تكون:

أ. متمايزة ومعقولة ☐

ب. غير متمايزة ومعقولة ☐

ج. متمايزة وغير معقولة ☐

3. في طريقة ندوة الخبراء:

أ. يجتمع الخبراء دون مناقشة الأفكار ☐

ب. ترسل للخبراء قائمة أسئلة دون اجتماع ☐

ج. يجتمع الخبراء وتتم مناقشة الأفكار ☐

4. في طريقة دلفي:

أ. تكتب الأفكار على اللوحة ثم تبدأ المناقشة ☐

ب. تبدأ المناقشة ثم تكتب الأفكار ☐

ج. لا تكتب الأفكار ولا تتم المناقشة ☐

5. التنبؤ القياسي يعتمد على:

أ. نماذج الإنحدار الذاتي ويستخدم في المدى القصير ☐

ب. نماذج الإنحدار الذاتي ويستخدم في المدى الطويل ☐

ج. السلاسل الزمنية ويستخدم في المدى الطويل ☐

6. U هي القيمة العشوائية في نموذج التقدير تعبر عن:

أ. الشكل الحقيقي للعلاقة السببية أو الإرتباطية بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة ☐

ب. الفرق بين الشكل الحقيقي والشكل الرياضي للعلاقة السببية أو الإرتباطية بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة ☐

ج. الشكل الرياضي للعلاقة السببية أو الإرتباطية بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة. ☐

بالتوفيق/ د.خديجة عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

الإمتحان التطبيقي الأول في مقياس تقنيات التنبؤ

اختر الجواب الصحيح (6 نقاط):

1. **مركبة الإتجاه العام في السلسلة الزمنية تعبر عن:**
   - أ. تذبذبات غير منتظمة طويلة الأجل ☐
   - ب. تذبذبات منتظمة طويلة الأجل ☐
   - ج. تذبذبات غير منتظمة قصيرة الأجل ☐
2. **تفشل السيناريوهات عندما تكون:**
   - أ. متمايزة ومعقولة تطابق الواقع ☐
   - ب. غير متمايزة وغير معقولة لا تطابق الواقع ☐
   - ج. متمايزة وغير معقولة لا تطابق الواقع ☐
3. **في طريقة ندوة الخبراء:**
   - أ. يجتمع الخبراء مع مناقشة الأفكار ☐
   - ب. ترسل للخبراء قائمة أسئلة دون اجتماع ☐
   - ج. يجتمع الخبراء بدون مناقشة الأفكار ☐
4. **في طريقة دلفي:**
   - أ. تقديم دعوة لمجموعة من الخبراء للإجتماع شخصيا للتنبؤ بظاهرة ما ☐
   - ب. ارسال قائمة أسئلة لخبير واحد لابداء رأيه حول الظاهرة مع الكشف عن هويته ☐
   - ج. ارسال استبيان لمجموعة من الخبراء لابداء رأيهم حول الظاهرة دون الكشف عن هويتهم ☐
5. **التنبؤ القياسي يعتمد على:**
   - أ. نماذج الإنحدار الذاتي ويستخدم في المدى القصير ☐
   - ب. نماذج الإنحدار الذاتي ويستخدم في المدى الطويل ☐
   - ج. السلاسل الزمنية ويستخدم في المدى الطويل ☐
6. **التنبؤ قبل التحقق هو التنبؤ بالمتغير التابع في:**
   - أ. فترات زمنية لا تتضمن بيانات تاريخية عن المتغيرات التفسيرية ☐
   - ب. فترات زمنية تتضمن بيانات تاريخية عن المتغيرات التفسيرية ☐
   - ج. فترات زمنية قد تتضمن وقد لا تتضمن بيانات تاريخية عن المتغيرات المستقلة ☐

بالتوفيق/ د.خديجة عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

الإمتحان التطبيقي الأول في مقياس تقنيات التنبؤ

اختر الجواب الصحيح (6 نقاط):

1. في طريقة المتوسطات المتحركة، كلما كان n كبيرا:

أ. كان التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة أكثر اظهارا للتوجه العام ☐

ب. كان التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة أقل اظهارا للتوجه العام ☐

ج. كان التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة أقل أو أكثر اظهارا للتوجه العام ☐

2. التنبؤ غير المشروط هو:

أ. تنبؤ بالمتغير التابع بناءا على معلومات مؤكدة عن المتغيرات التفسيرية ☐

ب. تنبؤ بالمتغير التفسيري بناءا على معلومات غير مؤكدة عن المتغيرات التابعة ☐

ج. تنبؤ بالمتغير التابع بناءا معلومات غير مؤكدة عن المتغيرات التفسيرية ☐

3. القيمة العشوائية في نموذج التقدير تعبر عن:

أ. المتغيرات التي تؤخذ بعين الإعتبار في النموذج +عوامل عشوائية قد تحدث ☐

ب. المتغيرات التي لم تؤخذ بعين الإعتبار في النموذج + عوامل عشوائية قد لا تحدث ☐

ج. المتغيرات التي لم تؤخذ بعين الإعتبار في النموذج + عوامل عشوائية قد تحدث وقد لا تحدث. ☐

4. المسح هو عملية:

أ. جمع المعلومات بطريقة غير منظمة عندما تكون تلك المعلومات غير متوفرة ☐

ب. جمع المعلومات بطريقة منظمة عندما تكون تلك المعلومات متوفرة ☐

ج. جمع المعلومات بطريقة منظمة عندما تكون تلك المعلومات ناقصة ☐

5. في طريقة نصفي السلسلة، موقع أصل المعادلة يتحدد في:

أ. منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول من السلسلة والقيم التي تسبق الوسط الفرضي تكون سالبة ☐

ب. منتصف الفترة الزمنية للنصف الثاني من السلسلة والقيم التي تسبق الوسط الفرضي تكون موجبة ☐

ج. منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول أو الثاني من السلسلة والقيم التي تأتي بعد الوسط الفرضي تكون موجبة ☐

6. التغيرات غير المنتظمة في السلسلة الزمنية هي:

أ. المركبة الموسمية ☐

ب. المركبة العشوائية ☐

ج. مركبة الإتجاه العام ☐

بالتوفيق/ د.خديجة عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

الإمتحان التطبيقي الأول في مقياس تقنيات التنبؤ

اختر الجواب الصحيح (6 نقاط):

1. طريقة دلفي في التنبؤ تقوم على:

أ. تقديم دعوة لمجموعة من الخبراء للإجتماع شخصيا للتنبؤ بظاهرة ما ☐

ب. ارسال قائمة أسئلة لخبير واحد لابداء رأيه حول الظاهرة مع الكشف عن هويته ☐

ج. ارسال استبيان لمجموعة من الخبراء لابداء رأيهم حول الظاهرة دون الكشف عن هويتهم ☐

2. التنبؤ المشروط هو:

أ. تنبؤ بالمتغير التابع بناءا على معلومات مؤكدة عن المتغيرات التفسيرية ☐

ب. تنبؤ بالمتغير التفسيري بناءا على معلومات غير مؤكدة عن المتغيرات التابعة ☐

ج. تنبؤ بالمتغير التابع بناءا معلومات غير مؤكدة عن المتغيرات التفسيرية ☐

3. السيناريو هو تصور لوضع مستقبلي:

أ. غير ممكن لكن مرغوب فيه وذلك انطلاقا من الوضع في الماضي ☐

ب. ممكن لكن غير مرغوب فيه وذلك انطلاقا من الوضع الحالي ☐

ج. ممكن ومرغوب فيه وذلك انطلاقا من الوضع الحالي ☐

4. من معايير جودة السيناريوهات أن تكون:

أ. ممكنة الحدوث وتتوقع نقاط التحول في المسارات ☐

ب. غير ممكنة الحدوث ولا تتوقع نقاط التحول في المسارات ☐

ج. ممكنة الحدوث ولا تتوقع نقاط التحول في المسارات ☐

5. في طريقة نصفي السلسلة، موقع أصل المعادلة يتحدد في:

أ. منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول من السلسلة والقيم التي تسبق الوسط الفرضي تكون موجبة ☐

ب. منتصف الفترة الزمنية للنصف الثاني من السلسلة والقيم التي تسبق الوسط الفرضي تكون سالبة ☐

ج. منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول أو الثاني من السلسلة والقيم التي تأتي بعد الوسط الفرضي تكون موجبة ☐

6. المركبة الدورية في السلسلة الزمنية تعبر عن:

أ. تذبذبات متكررة طويلة الأجل ☐

ب. تذبذبات غير متكررة قصيرة الأجل ☐

ج. تذبذبات غير متكررة طويلة الأجل ☐

بالتوفيق/ د.خديجة عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

امتحان مقياس تقنيات التنبؤ (2020/2019)

أولا/ الجانب التطبيقي:

التمرين01: (6 نقاط)

البيانات الواردة في الجدول التالي تمثل قيمة المشتريات لكل ثلاثي (بآلاف الدنانير)، من أجهزة الحاسوب لإحدى المؤسسات الجزائرية، خلال الفترة (2017-2020):

الثلاثيات / السنة	1	2	3	4
2017	10	18	14	16
2018	13	11	12	15
2019	10	19	15	16
2020	16	18	15	17

المطلوب: حدد شكل نموذج السلسلة الزمنية باستعمال طريقة الإنحراف المعياري.

التمرين02: (11 نقطة)

البيانات التالية تمثل قيمة الواردات (بآلاف الدنانير) من المعدات الطبية لإحدى الدول العربية:

السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
قيمة الواردات (y)	600	740	440	620	520	580	620	800	1200

المطلوب:

1. باستخدام طريقة المربعات الصغرى المطولة والمختصرة، أوجد معادلة خط الإتجاه العام.
2. احسب القيم الإتجاهية للسلسلة الزمنية باستخدام الطريقة المطولة للمربعات الصغرى
3. قدر قيمة الواردات لسنة **2010** وسنة **2025** بالطريقتين المطولة والمختصرة
4. أوجد قيم الظاهرة بعد استبعاد أثر الإتجاه العام.
5. ارسم كل من المنحنى التاريخي للسلسلة وخط الإتجاه العام.

ثانيا/ الجانب النظري: (3 نقاط)

1. ما المقصود بالتنبؤ بعد التحقق؟
2. ما العلاقة بين التنبؤ والتخطيط؟
3. ما المقصود بالمركبة العشوائية في السلسلة الزمنية؟

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

امتحان مقياس تقنيات التنبؤ (2021/2020)

التمرين01: (7 نقاط)

إليك المعطيات التالية المتعلقة بتطور مبيعات مؤسسة "لينا" خلال الفترة (2010-2019):

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
كمية المبيعات	200	260	300	280	360	380	440	460	540	580

المطلوب: باستخدام طريقة نصفي السلسلة، حدد قيم معادلة الإتجاه العام ومثلها بيانيا.

التمرين02: (13 نقطة)

البيانات التالية تمثل قيمة الإنتاج لأكياس الحليب لمؤسسة مصغرة خلال الفترة (2014-2020):

السنوات	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
قيمة الإنتاج (y)	44	62	52	58	62	80	120

المطلوب:

1. باستخدام طريقة المربعات الصغرى المطولة، أوجد معادلة خط الإتجاه العام.
2. احسب القيم الإتجاهية للسلسلة الزمنية باستخدام الطريقة المطولة للمربعات الصغرى.
3. قدر قيمة الإنتاج لهذه المؤسسة لسنة **2011** وسنة **2024**.
4. ارسم كل من المنحنى التاريخي للسلسلة وخط الإتجاه العام.

بالتوفيق

الأستاذة/ خ. عرقوب

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

امتحان مقياس تقنيات التنبؤ (2022/2021)

التمرين01: (11.75 نقاط)

البيانات التالية توضح تطور قيمة مبيعات منتج ما لمؤسسة مصغرة خلال الفترة الزمنية (2014-2020):

السنة	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
كمية المبيعات	200	247	147	207	173	193	207

المطلوب:

1. باستخدام طريقة المربعات الصغرى المطولة، أوجد معادلة خط الإتجاه العام.
2. احسب القيم الإتجاهية للسلسلة الزمنية.
3. قدر قيمة المبيعات لهذه المؤسسة لسنة **2010** وسنة **2025**.
4. ارسم كل من المنحنى التاريخي للسلسلة وخط الإتجاه العام.

التمرين02: (8.25 نقطة)

إليك المعطيات التالية الخاصة بنمو مبيعات مؤسسة العطور "ياسمين"، خلال الفترة (2013-2022)

السنوات	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
المبيعات	20	26	30	28	36	38	44	46	54	58

المطلوب: باستخدام طريقة نصفي السلسلة، حدد قيم معادلة الإتجاه العام.

بالتوفيق

الأستاذة/ خ. عرقوب

الحل:

التمرين01:

1. ايجاد معادلة خط الإتجاه العام باستخدام طريقة المربعات الصغرى المطولة:

السنوات	y	t		y.t	
2014	200	0	0	0	202.82
2015	247	1	1	247	200.62
2016	147	2	4	294	198.42
2017	207	3	9	621	196.22
2018	173	4	16	692	194.02
2019	193	5	25	965	191.82
2020	207	6	36	1242	189.62
المجموع	$\sum y = 1374$	$\sum t = 21$	$\sum t^2 = 91$	$\sum y.t = 4061$	/

معادلة الإتجاه العام:

$$\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\, t$$

حساب $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{(1374)(91) - (4061)(21)}{7\,(91) - (21)^2} = \frac{125\,034 - 85\,281}{637 - 441} = \frac{39\,753}{196}$$

$$\hat{\alpha} = 202.82$$

$$\hat{\beta} = \frac{n \sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{7\,(4061) - (1374)(21)}{7\,(91) - (21)^2} = \frac{28\,427 - 28\,851}{637 - 441} = -\frac{427}{196}$$

$$\hat{\beta} = -2.17 \approx -2.20$$

ومنه معادلة الإتجاه العام هي: $\hat{y} = 202.82 - 2.20\, t$

2. حساب القيم الإتجاهية $\hat{y}$:

$t = 0$ / $\hat{y}_{2014} = 202.82 - 2.20\,(0) = 202.82$

$t = 1$ / $\hat{y}_{2015} = 202.82 - 2.20\,(1) = 200.62$

$t = 2$ / $\hat{y}_{2016} = 202.82 - 2.20\,(2) = 198.42$

$t = 3$ / $\hat{y}_{2017} = 202.82 - 2.20\,(3) = 196.22$

t = 4 / $\hat{y}_{2018} = 202.82 - 2.20\ (4) =$ **194.02**

t = 5 / $\hat{y}_{2019} = 202.82 - 2.20\ (5) =$ **191.82**

t = 6 / $\hat{y}_{2020} = 202.82 - 2.20\ (6) =$ **189.62**

3. تقدير قيمة الإنتاج لسنتي 2010 و 2025:

$\hat{y}_{2010} = 202.82 - 2.20\ (2010 - 2014)$

$= 202.82 - 2.20\ (-4)$

$= 202.82 + 8.8$

$\hat{y}_{2010} = 211.62$

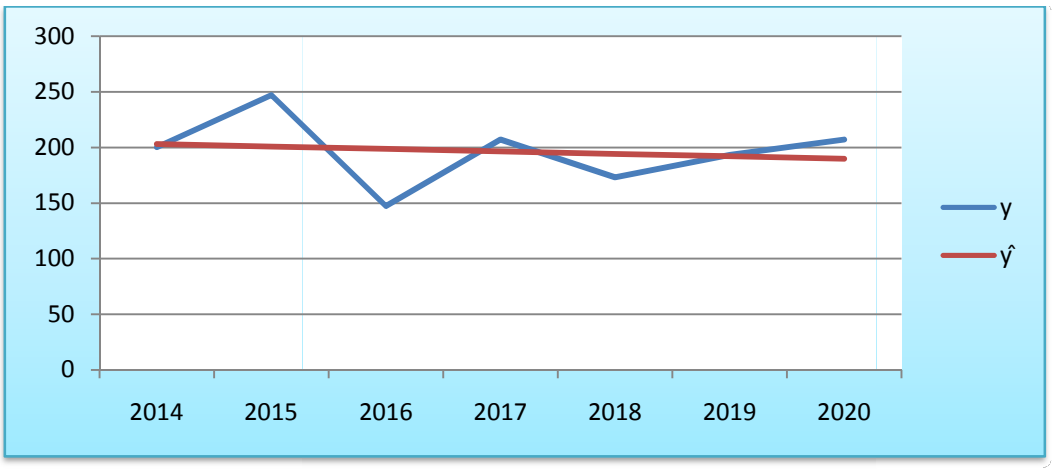
$\hat{y}_{2010} = 202.82 - 2.20\ (2025 - 2014)$

$= 202.82 - 2.20\ (11)$

$= 202.82 + 24.2$

$\hat{y}_{2025} = 178.62$

4. التمثيل البياني للمنحنى التاريخي (y) ومعادلة الإتجاه العام ($\hat{y}$):



التمرين02:

تحديد قيم معادلة الإتجاه العام باستخدام طريقة نصفي السلسلة:

نلاحظ أن عدد سنوات السلسلة هو 10 سنوات، اذن n عدد سنوات نصفي السلسلة هو:

$$n = \frac{10}{2} = 5$$

وعليه نحسب $\overline{X}_1$ و $\overline{X}_2$ كمايلي:

$$\overline{X}_1 = \frac{20+26+30+28+36}{5} = \frac{140}{5} = 28$$

$$\overline{X}_2 = \frac{38+44+46+54+58}{5} = \frac{240}{5} = 48$$

ايجاد قيم معادلة الإتجاه العام:

- **حساب ميل خط الإتجاه العام b:**

$$\mathbf{b} = \frac{\overline{X}_2 - \overline{X}_1}{n_i} = \frac{48-28}{5} = \frac{20}{5} = 4$$

- **حساب a:** نثبت أصل المعادلة $X_i = 0$ في منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول من السلسلة، وعليه فإن **a** يساوي الوسط الحسابي لقيم الظاهرة للنصف الأول من السلسلة، أي: $\mathbf{a} = \overline{X}_1$. ومنه **a = 28**

معادلة الإتجاه العام تكون كمايلي: $\hat{y} = a + b\, t_i$ ⟹ $\hat{y} = 28 + 4\, t_i$

حساب قيم معادلة الإتجاه العام:

بتعويض قيمة t_i، نجد قيمة $\hat{y}$ لكل سنة، والتي تمثل قيم خط الإتجاه العام للسلسلة الزمنية. النتائج موضحة في الجدول التالي:

السنوات	كمية المبيعات	الوسط $\overline{X}$		$\hat{y} = a + b\, t_i$
2013	20		-2	$\hat{y} = 28 + 4(-2) = 20$
2014	26		-1	$\hat{y} = 28 + 4(-1) = 24$
2015	30	$\overline{X}_1 = 28$	0	$\hat{y} = 28 + 4(0) = 28$
2016	28		1	$\hat{y} = 28 + 4(1) = 32$
2017	36		2	$\hat{y} = 28 + 4(2) = 36$
2018	38		3	$\hat{y} = 28 + 4(3) = 40$
2019	44		4	$\hat{y} = 28 + 4(4) = 44$
2020	46	$\overline{X}_2 = 48$	5	$\hat{y} = 28 + 4(5) = 48$
2021	54		6	$\hat{y} = 28 + 4(6) = 52$
2022	58		7	$\hat{y} = 28 + 4(7) = 56$

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

امتحان مقياس تقنيات التنبؤ (2023/2022)

التمرين01: (6 نقاط)

البيانات التالية توضح تطور كمية انتاج إحدى المؤسسات خلال الفترة الزمنية (2018-2023):

السنة	2018	2019	2020	2021	2022	2023
كمية الإنتاج	58	54	46	44	38	36

المطلوب: باستخدام طريقة نصفي السلسلة، حدد قيم معادلة الإتجاه العام مع التمثيل البياني لها.

التمرين02: (14 نقطة)

الجدول التالي يمثل تطور المبيعات الفصلية من الألبسة الشتوية لمتجر معين خلال ثلاث سنوات:

السنوات / الفصول	2021	2022	2023
الفصل الأول	100.5	110	122.5
الفصل الثاني	97.5	105	112.5
الفصل الثالث	92.5	95	100
الفصل الرابع	105	115	125

المطلوب:

1. أوجد المركبات الموسمية باستخدام النسبة إلى الإتجاه العام.
2. تنبأ بقيم المبيعات الفصلية من الألبسة الشتوية لسنة 2026.

بالتوفيق

الأستاذة/ خ. عرقوب

الحل:

التمرين01:

نلاحظ أن عدد سنوات السلسلة الزمنية هو **6** سنوات، اذن **n** عدد سنوات أحد نصفي السلسلة ويساوي:

$$n=\frac{6}{2}=3$$

وعليه نحسب $\overline{X}_1$ و $\overline{X}_2$ كمايلي:

$$\overline{X}_1=\frac{58+54+46}{3}=\frac{158}{3}=52.66$$

$$\overline{X}_2=\frac{44+38+36}{3}=\frac{118}{3}=39.33$$

ايجاد قيم معادلة الإتجاه العام:

- **حساب ميل خط الإتجاه العام b:**

$$b=\frac{\overline{X}_2-\overline{X}_1}{n_i}=\frac{39.33-52.66}{3}=\frac{-13.33}{3}=-4.44$$

- **حساب a:** نثبت أصل المعادلة $X_i=0$ في منتصف الفترة الزمنية للنصف الأول من السلسلة، وعليه فإن **a** يساوي الوسط الحسابي لقيم الظاهرة للنصف الأول من السلسلة، أي: $a=\overline{X}_1$. ومنه **a = 52.66**

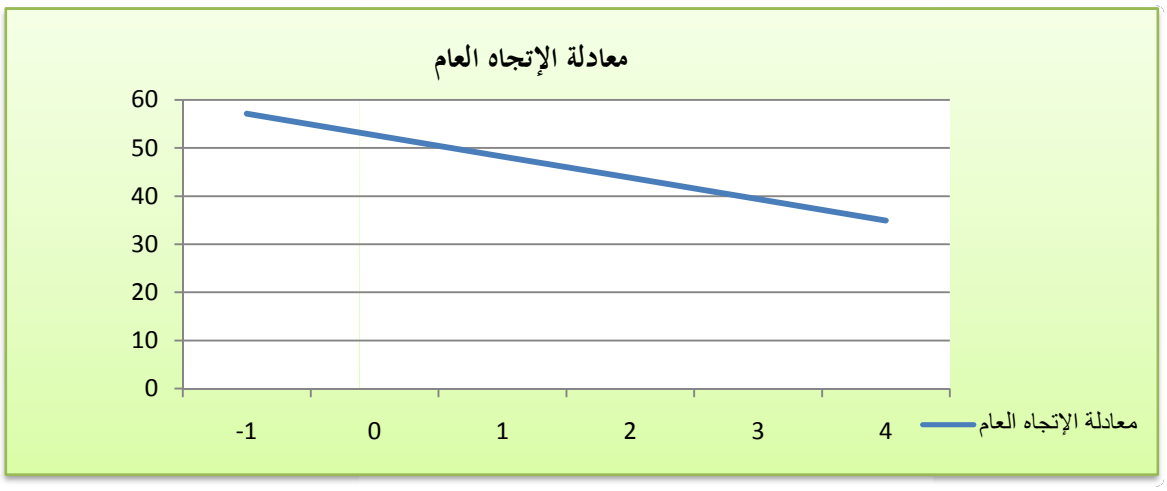
معادلة الإتجاه العام تكون كمايلي: $\hat{y}=a+b\,t_i$ ⟹ $\hat{y}=52.66-4.44\,t_i$

بتعويض قيمة t_i، نجد قيمة $\hat{y}$ لكل سنة، ثم نمثل القيم المقدرة بيانيا ونحدد خط الإتجاه العام للسلسلة الزمنية.

النتائج موضحة في الجدول التالي:

السنوات	كمية الإنتاج	الوسط $\overline{X}$		$\hat{y}=a+b\,t_i$
2018	58		-1	$\hat{y}=52.66-4.44\,(-1)=57.1$
2019	54	$\overline{X}_1=52.66$	0	$\hat{y}=52.66-4.44\,(0)=52.66$
2020	46		1	$\hat{y}=52.66-4.44\,(1)=48.22$
2021	44		2	$\hat{y}=52.66-4.44\,(2)=43.78$
2022	38	$\overline{X}_2=39.33$	3	$\hat{y}=52.66-4.44\,(3)=39.34$
2023	36		4	$\hat{y}=52.66-4.44\,(4)=34.9$

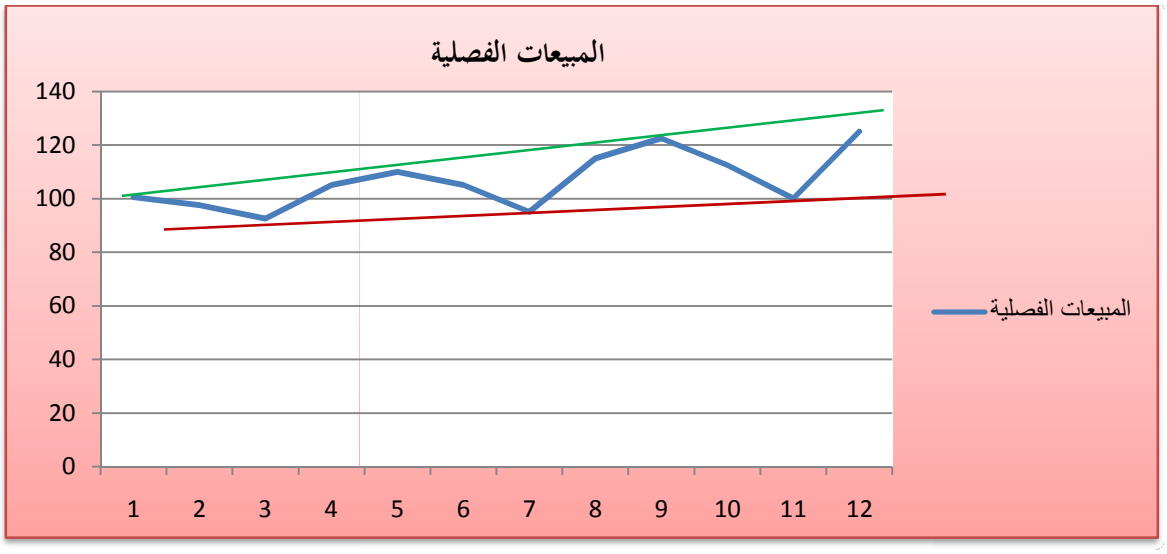
التمثيل البياني:



التمرين02:

1. ايجاد المركبات الموسمية باستخدام النسبة إلى الإتجاه العام:

أولا/ التعرف على شكل السلسلة الزمنية بالتمثيل البياني:



يتضح من الرسم البياني للسلسلة الزمنية، أن السلسلة المدروسة تتبع النموذج الجدائي، لأن التغيرات حول الإتجاه العام غير ثابتة.

كما توجد مركبة موسمية (فصلية) مرافقة للإتجاه العام للسلسلة الزمنية.

ثانيا/ حساب القيم الإتجاهية باستخدام طريقة المربعات الصغرى:

نبحث عن معادلة الإتجاه العام: $\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\, t$

حيث:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad \text{و} \quad \hat{\beta} = \frac{n \sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

انظر الجدول الموالي:

	y	t	t^2	yt	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ t$
2021	100.5	1	1	100.5	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (1) = 96.63$
	97.5	2	4	195	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (2) = 98.46$
	92.5	3	9	277.5	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (3) = 100.29$
	105	4	16	420	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (4) = 102.12$
2022	110	5	25	550	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (5) = 103.95$
	105	6	36	630	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (6) = 105.78$
	95	7	49	665	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (7) = 107.61$
	115	8	64	920	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (8) = 109.44$
2023	122.5	9	81	1102 .5	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (9) = 111.27$
	112.5	10	100	1125	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (10) = 113.10$
	100	11	121	1100	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (11) = 114.93$
	125	12	144	1500	$\hat{y} = 94.80 + 1.83\ (12) = 116.76$
المجموع	$\sum y = 1280.5$	$\sum t = 78$	$\sum t^2 = 650$	$\sum yt = 8585.5$	/

حساب $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{(1280.5)(650) - (8585.5)(78)}{12\,(650) - (78)^2} = \frac{832\,325 - 669\,669}{7800 - 6084} = \frac{162\,656}{1716}$$

$$\hat{\alpha} = 94.78 \approx 94.80$$

$$\hat{\beta} = \frac{n \sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{12(8585.5) - (1280.5)(78)}{12\,(650) - (78)^2} = \frac{103\,026 - 99\,879}{7800 - 6084} = \frac{3147}{1716} = 1.83$$

$$\hat{\beta} = 1.83$$

ومنه معادلة الإتجاه العام هي: $\hat{y} = 94.80 + 1.83\ t$

ثالثا/ حساب المعاملات الموسمية c:

لحساب المعاملات الموسمية، نقسم القيم الفعلية للسلسلة الزمنية على القيم الإتجاهية (المقدرة)، لأن النموذج جدائي للسلسلة الزمنية وذلك كمايلي:

	t_i	y_i	$\hat{y}_i$	$\frac{y_i}{\hat{y}_i}$
2021	1	100.5	96.63	$\frac{100.5}{96.63} = 1.04$
	2	97.5	98.46	$\frac{97.5}{98.46} = 0.99$
	3	92.5	100.29	$\frac{92.5}{100.29} = 0.92$
	4	105	102.12	$\frac{105}{102.12} = 1.028 \approx 1.03$
2022	5	110	103.95	$\frac{110}{103.95} = 1.058 \approx 1.06$
	6	105	105.78	$\frac{105}{105.78} = 0.99$
	7	95	107.61	$\frac{95}{107.61} = 0.88$
	8	115	109.44	$\frac{115}{109.44} = 1.05$
2023	9	122.5	111.27	$\frac{122.5}{111.27} = 1.10$
	10	112.5	113.10	$\frac{112.5}{113.10} = 0.99$
	11	100	114.93	$\frac{100}{114.93} = 0.87$
	12	125	116.76	$\frac{125}{116.76} = 1.07$

ولحساب المعاملات الموسمية نقوم بحساب الوسط الحسابي لقيم كل فصل على مدار السنوات الثلاث كمايلي:

$$C_1 = \frac{1.04+1.06+1.10}{3} = \frac{3.2}{3} = 1.066 \approx 1.07$$

$$C_2 = \frac{0.99+0.99+0.99}{3} = \frac{2.97}{3} = 0.99$$

$$C_3 = \frac{0.92+0.88+0.87}{3} = \frac{2.67}{3} = 0.89$$

$$C_4 = \frac{1.03+1.05+1.07}{3} = \frac{3.15}{3} = 1.05$$

نجمع المعاملات الأربعة فنجد:

$$\sum_{i=1}^{4} C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$
$$\sum_{i=1}^{4} C_i = 1.07 + 0.99 + 0.89 + 1.05$$
$$\sum_{i=1}^{4} C_i = 3.99 \approx 4$$

بما أن المجموع يساوي **4** (أربعة) وهو نفسه طول الفترة، **لا نقوم بتصحيح المعاملات الموسمية**.

2. التنبؤ بقيم المبيعات من الألبسة الشتوية لسنة 2026:

أولا/ حساب القيم الإتجاهية لسنة 2026:

نعوض الفترات الزمنية الموسمية الأربعة لسنة 2026 في معادلة الإتجاه العام، فنحصل على مايلي:

2024: $t_1 = 13$, $t_2 = 14$, $t_3 = 15$, $t_4 = 16$

2025: $t_1 = 17$, $t_2 = 18$, $t_3 = 19$, $t_4 = 20$

2026:
- $t_1 = 21$ / $\hat{y}_{21} = 94.80 + 1.83\,(21) = 133.23$
- $t_2 = 22$ / $\hat{y}_{22} = 94.80 + 1.83\,(22) = 135.06$
- $t_3 = 23$ / $\hat{y}_{23} = 94.80 + 1.83\,(23) = 136.89$
- $t_4 = 24$ / $\hat{y}_{24} = 94.80 + 1.83\,(24) = 138.72$

ثانيا/ حساب قيم السلسلة الزمنية للمواسم الأربعة لسنة 2026 من خلال ضرب القيم الإتجاهية في المعاملات الموسمية كمايلي:

الموسم الأول: $133.23 \times 1.07 = 142.55$

الموسم الثاني: $135.06 \times 0.99 = 133.71$

الموسم الثالث: $136.89 \times 0.89 = 121.83$

الموسم الرابع: $138.72 \times 1.05 = 145.656$

جامعة 20 أوت 1955 -سكيكدة-

امتحان مقياس تقنيات التنبؤ

التمرين01: (**6 نقاط**)

البيانات الواردة في الجدول التالي تمثل قيمة المبيعات لكل ثلاثي بآلاف الدنانير من أجهزة التدفئة لإحدى المؤسسات، خلال الفترة الزمنية (2020-2023):

الثلاثيات / السنوات	1	2	3	4
2020	30	54	42	48
2021	39	33	36	45
2022	30	57	45	48
2023	48	54	45	51

المطلوب: حدد شكل نموذج السلسلة الزمنية باستعمال طريقة الإنحراف المعياري.

التمرين02: (**14 نقطة**)

الجدول التالي يمثل تطور المشتريات الفصلية من المواد الأولية لأحد المصانع خلال ثلاث سنوات:

السنوات / الفصول	2022	2023	2024
الفصل الأول	300	330	368
الفصل الثاني	275	315	338
الفصل الثالث	278	285	300
الفصل الرابع	315	345	375

المطلوب:

1. أوجد المركبات الموسمية باستخدام النسبة إلى الإتجاه العام.
2. تنبأ بقيم المبيعات الفصلية من الألبسة الشتوية لسنة 2027.

بالتوفيق

الأستاذة/ خ. عرقوب

الحل:

التمرين01:

تحديد شكل نموذج السلسلة الزمنية باستعمال طريقة الإنحراف المعياري:

لدينا: $\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{n}}$

أولا/ حساب الوسط الحسابي السنوي $\overline{X}$:

السنة	$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$
2020	$\overline{X} = \frac{30+54+42+48}{4} = \frac{174}{4} = 43.5$
2021	$\overline{X} = \frac{39+33+36+45}{4} = \frac{153}{4} = 38.25$
2022	$\overline{X} = \frac{30+57+45+48}{4} = \frac{180}{4} = 45$
2023	$\overline{X} = \frac{48+45+45+51}{4} = \frac{198}{4} = 49.5$

ثانيا/ حساب الإنحراف المعياري δ:

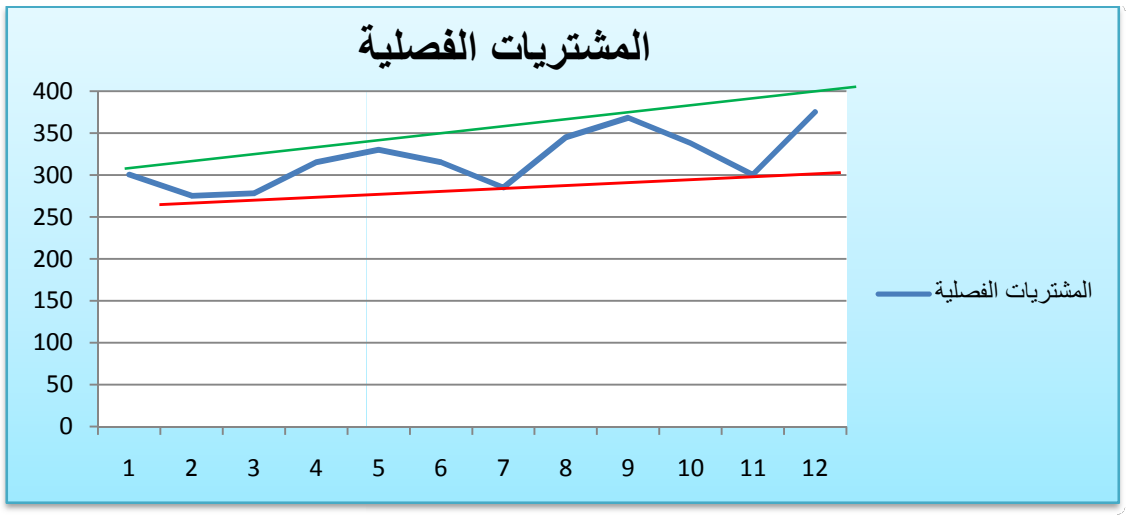
السنوات	$\overline{X}$	$\delta = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{n}}$
2020	43.5	$\delta = \sqrt{\frac{(30-43.5)^2+(54-43.5)^2+(42-43.5)^2+(48-43.5)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{315}{4}}$ $\delta = 8.87$
2021	38.25	$\delta = \sqrt{\frac{(39-38.25)^2+(33-38.25)^2+(36-38.25)^2+(45-38.25)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{78.75}{4}}$ $\delta = 4.43$

2022	45	$\delta = \sqrt{\frac{(30-45)^2+(57-45)^2+(45-45)^2+(48-45)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{378}{4}}$ $\delta = 9.72$
2023	49.5	$\delta = \sqrt{\frac{(48-49.5)^2+(54-49.5)^2+(45-49.5)^2+(51-49.5)^2}{4}}$ $= \sqrt{\frac{45}{4}}$ $\delta = 17.36$
نلاحظ أن الإنحرافات **غير ثابتة** من سنة إلى أخرى، اذن النموذج الموافق لهذه السلسلة هو: **النموذج المضاعف (الجدائي)**		

التمرين 02:

1. ايجاد المركبات الموسمية باستخدام النسبة إلى الإتجاه العام:

أولا/ التعرف على شكل السلسلة الزمنية بالتمثيل البياني:



يتضح من التمثيل البياني للسلسلة الزمنية، أن السلسلة المدروسة تتبع **النموذج الجدائي**، لأن التغيرات حول الإتجاه العام **غير ثابتة.**

كما توجد **مركبة موسمية (فصلية)** مرافقة للإتجاه العام للسلسلة الزمنية.

ثانيا/ حساب القيم الإتجاهية باستخدام طريقة المربعات الصغرى:

نبحث عن معادلة الإتجاه العام: $\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}\, t$

حيث:

$$\hat{\beta} = \frac{n \sum y.t - (\sum y)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad \text{و} \quad \hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

انظر الجدول الموالي:

	y	t	t^2	yt	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\, t$
2022	300	1	1	300	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(1) = 285.01$
	275	2	4	550	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(2) = 291.12$
	278	3	9	834	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(3) = 297.23$
	315	4	16	1260	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(4) = 303.34$
2023	330	5	25	1650	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(5) = 309.45$
	315	6	36	1890	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(6) = 315.56$
	285	7	49	1995	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(7) = 321.67$
	345	8	64	2760	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(8) = 327.78$
2024	368	9	81	3312	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(9) = 333.89$
	338	10	100	3380	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(10) = 340$
	300	11	121	3300	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(11) = 346.11$
	375	12	144	4500	$\hat{y} = 278.90 + 6.11\,(12) = 352.22$
المجموع	$\sum y = 3824$	$\sum t = 78$	$\sum t^2 = 650$	$\sum yt = 25\,731$	/

حساب $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$:

$$\hat{\alpha} = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum y.t)(\sum t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{(3824)(650) - (25\,731)(78)}{12\,(650) - (78)^2} = \frac{2\,485\,600 - 2\,007018}{7800 - 6084}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{478\,582}{1716}$$

$\widehat{\alpha} = 278.89 \approx 278.90$

$$\widehat{\beta} = \frac{n\sum y.t-(\sum y)(\sum t)}{n\sum t^2-(\sum t)^2} = \frac{12(25\,731)-(3824)(78)}{12(650)-(78)^2} = \frac{308\,772-298\,272}{7800-6084} = \frac{10\,500}{1716} = 6.11$$

$\widehat{\beta} = 6.11$

ومنه معادلة الإتجاه العام هي: $\widehat{y} = 278.90 + 6.11\ t$

ثالثا/ حساب المعاملات الموسمية c:

لحساب المعاملات الموسمية، نقسم القيم الفعلية للسلسلة الزمنية على القيم الإتجاهية (المقدرة)، لأن النموذج جدائي للسلسلة الزمنية وذلك كمايلي:

	t_i	y_i	$\widehat{y}_i$	$\frac{y_i}{\widehat{y}_i}$
2022	1	300	285.01	$\frac{300}{285.01} = 1.05$
	2	275	291.12	$\frac{275}{291.12} = 0.94$
	3	278	297.23	$\frac{278}{297.23} = 0.94$
	4	315	303.34	$\frac{315}{303.34} = 1.038 \approx 1.04$
2023	5	330	309.45	$\frac{330}{309.45} = 1.066 \approx 1.07$
	6	315	315.56	$\frac{315}{315.56} = 0.99 \approx 1$
	7	285	321.67	$\frac{285}{321.67} = 0.88 \approx 0.90$
	8	345	327.78	$\frac{345}{327.78} = 1.05$
2024	9	368	333.89	$\frac{368}{333.89} = 1.10$
	10	338	340	$\frac{338}{340} = 0.99 \approx 1$
	11	300	346.11	$\frac{100}{114.93} = 0.86 \approx 0.90$
	12	375	352.22	$\frac{375}{352.22} = 1.06$

ولحساب المعاملات الموسمية نقوم بحساب الوسط الحسابي لقيم كل فصل على مدار السنوات الثلاث كمايلي:

$$C_1 = \frac{1.05+1.07+1.10}{3} = \frac{3.22}{3} = 1.07$$

$$C_2 = \frac{0.94+1+1}{3} = \frac{2.94}{3} = 0.98$$

$$C_3 = \frac{0.94+0.90+0.90}{3} = \frac{2.74}{3} = 0.91$$

$$C_4 = \frac{1.04+1.05+1.06}{3} = \frac{3.15}{3} = 1.05$$

نجمع المعاملات الأربعة فنجد:

$$\sum_{i=1}^{4} C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$
$$\sum_{i=1}^{4} C_i = 1.07 + 1 + 0.91 + 1.05$$
$$\sum_{i=1}^{4} C_i = 4.03 \approx 4$$

بما أن المجموع يساوي **4** (أربعة) وهو نفسه طول الفترة، **لا نقوم بتصحيح المعاملات الموسمية**.

2. التنبؤ بقيم المشتريات الفصلية من المواد الأولية لسنة 2027:

أولا/ حساب القيم الإتجاهية لسنة 2027:

نعوض الفترات الزمنية الموسمية الأربعة لسنة 2027 في معادلة الإتجاه العام، فنحصل على مايلي:

2025: $t_1 = 13$, $t_2 = 14$, $t_3 = 15$, $t_4 = 16$

2026: $t_1 = 17$, $t_2 = 18$, $t_3 = 19$, $t_4 = 20$

2027:

- $t_1 = 21$ / $\hat{y}_{21} = 278.90 + 6.11\,(21) = 407.21$
- $t_2 = 22$ / $\hat{y}_{22} = 278.90 + 6.11(22) = 413.32$
- $t_3 = 23$ / $\hat{y}_{23} = 278.90 + 6.11(23) = 419.43$
- $t_4 = 24$ / $\hat{y}_{24} = 278.90 + 6.11\,(24) = 425.54$

ثانيا/ حساب قيم السلسلة الزمنية للمواسم الأربعة لسنة 2026 من خلال ضرب القيم الإتجاهية في المعاملات الموسمية كمايلي:

الموسم الأول: $407.21 \times 1.07 = 435.71$

الموسم الثاني: $413.32 \times 1 = 413.32$

الموسم الثالث: $419.43 \times 0.91 = 381.68$

الموسم الرابع: $425.54 \times 1.05 = 446.81$

المراجع

أولا/ المراجع العربية:

- **الكتب:**

1. أحسن طيار، **الإحصاء الوصفي (دروس مفصلة وتمارين محلولة)**، د ط، دار هومة للطباعة والنشر والتوزيع، الجزائر، مارس 2019.
2. ديفيد أندرسون، دينيس سويني، توماس وليامز، تعريب ومراجعة؛ محمد توفيق البلقيني، مرفت طلعت المحلاوي، **الأساليب الكمية في الإدارة**، دار المريخ للنشر، الطبعة الإنجليزية، الرياض-المملكة العربية السعودية، 2006، ص: 231.
3. سمير مصطفى شعراوي، **مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية**، مركز النشر العملي، مطابع جامعة الملك عبد العزيز، الطبعة الأولى، 2005.
4. محمد شيخي، **طرق الإقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات**، دار الحامد، الطبعة الأولى، عمان-الأردن، 2011.

- **المطبوعات البيداغوجية:**

1. ابراهيم جمعاسي، **محاضرات في تقنيات الإستقصاء**، مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة السنة أولى ماستر، تخصص اقتصاد كمي، جامعة أمحمد بوقرة-بومرداس-، 2017/2016، على الرابط: http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/5141/1/Djemaasi%20Ibrahim.pdf، تاريخ التحميل: 2019/11/22، على الساعة: 11:51.
2. محمد زكريا بن معزوز، **مطبوعة بيداغوجية: نماذج التنبؤ**، موجهة للسنة الثالثة ليسانس، تخصص اقتصاد وتسيير المؤسسات، جامعة باجي مختار عنابة، 2022/2021. على الرابط: https://facsceg.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2022/09/%D9%85%D8%B7%D8%A8%D9%88%D8%B9%D8%A9-%D9%85%D9%82%D9%8A%D8%A7%D8%B3-%D9%86%D9%85%D8%A7%D8%B0%D8%AC-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%86%D8%A8%D8%A4.pdf. تاريخ التحميل: 2022/11/27، على الساعة: 10:31.
3. محمد صغير قليل، **محاضرات في تحليل السلاسل الزمنية –مدعمة بأمثلة محلولة–**، مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة الليسانس والماستر في ميدان العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم العلوم الإقتصادية، جامعة مصطفى اسطمبولي معسكر، 2019/2018.

- **الأطروحات والرسائل والمذكرات العلمية:**

1. عبلة مخرمش، **تقدير نموذج للتنبؤ بالمبيعات باستخدام السلاسل الزمنية (نماذج بوكس وجينكينز)–دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز (منطقة ورقلة)–**، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماجستير، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية،

جامعة قاصدي مرباح ورقلة، جوان 2006، على الرابط: http://bbekhti.online.fr/trv_pdf/memoire_mekharmeche.pdf، تاريخ التحميل: 2019/11/01، على الساعة: 17:52.

2. محمد جمال جارحي سعداوي، **بناء السيناريو في ضوء الدراسات المستقبلية**، رسالة مقدمة للحصول على درجة الماجستير في الفنون التطبيقية، تخصص التصميم الصناعي، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الصناعي، جامعة حلوان، 2016، على الرابط: http://staff.du.edu.eg/upfilestaff/789/researches/3789_1466413258__.pdf، تاريخ التحميل: 2023/11/01، على الساعة: 17:47.

3. محمد الشريف مدور، **التنبؤ بحجم المبيعات كأداة للرقابة في المؤسسة باستخدام نموذج الإنحدار الخطي البسيط – دراسة حالة مؤسسة مطاحن أعمر بن عمر (2012-2013)**، مذكرة مكملة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علوم التسيير، تخصص: مالية المؤسسة، جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة، 2012، على الرابط: http://bibliotheque.univ-skikda.dz/m/gestion/%D9%85%D8%AF%D9%88%D8%B1%20%D9%85%D8%AD%D9%85%D8%AF%20%D8%B4%D8%B1%D9%8A%D9%81.pdf. تاريخ التحميل: 2019/09/09، على الساعة: 15:20.

- **المقالات العلمية:**

1. بلقاسم تومي، رشيد فضاض، **إدارة وتسيير التنبؤ للموارد البشرية**، مجلة دراسات في علم اجتماع المنظمات، مجلد 5، العدد 02، 2016، على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/234/4/2/42957. تاريخ التحميل: 2022/11/27، على الساعة: 13:55.

2. جمال حامد، **أساليب التنبؤ**، إصدارات جسر التنمية، العدد الرابع عشر، فبراير، 2003، على الرابط: http://www.arab-api.org/images/publication/pdfs/103/103_develop_bridge14.pdf. تاريخ التحميل: 2019/09/09، على الساعة: 14:41.

3. سمير بوعناني، **تجليات ظاهرة التنبؤ في الرسوم المتحركة الأمريكية: "سيمبسون The Simpson" أنموذجا**، مجلة آفاق سينمائية، المجلد1، العدد 01، 2021، على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/158/8/2/153827. تاريخ التحميل: 27/ 11/ 2023، على الساعة: 11:55.

4. سهيلة عتروس، جمال خنشور، **التنبؤ بالمبيعات بمؤسسة مطاحن الزيبان القنطرة –بسكرة– دراسة مقارنة باستخدام طريقتي التمهيد الأسي الثلاثي لـ Holt-Winters ومنهجية BOX-Jenkins في التنبؤ بالمبيعات**، مجلة رؤى اقتصادية، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي-الجزائر، العدد 9، ديسمبر 2015. على الرابط:

https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/126/5/9/39888. تاريخ التحميل: 2022/12/22، على الساعة: 20:37.

5. محمد عمر الشويرف، نجاح الطاهر البياص، **التنبؤ بالكميات المنتجة من النفط الخام في ليبيا باستخدام النماذج المحددة (نماذج التمهيد الأسي) خلال الفترة 1972-2013**، مجلة العلوم الإقتصادية والسياسية، كلية الإقتصاد والتجارة زليتن/ الجامعة الأسمرية الإسلامية، العدد الخامس، يونيو 2015. على الرابط: https://www.docdroid.net/file/download/XrdBICq/1-pdf.pdf. تاريخ التحميل: 08 ديسمبر 2022، على الساعة 18:54.

6. ميلود وارزقي، **استعمال طرق التنبؤ في تحليل مخطط التسيير التقديري للموارد البشرية في المديرية العامة للضرائب**، مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، العدد السادس، ديسمبر 2016، على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/58/3/2/5282. تاريخ التحميل: 2023/11/27، على 14:34.

7. هاني محمود غزوان، **تحسين طريقة التمهيد الأسي البسيط للتكهن بالسلاسل الزمنية**، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد 18، 2010، ص: 263. على الرابط: https://www.iasj.net/iasj/download/37f03f47f93b2555، تاريخ التحميل: 2022/12/08، على الساعة: 18:28.

8. هدى بن عبيد، فريد بن ختو، **التنبؤ بالطلب على البنزين العادي في مؤسسة نفطال-حاسي مسعود-**، مجلة الدراسات الإقتصادية الكمية، العدد 03، 2017، على الرابط: https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/328/3/1/35213. تاريخ التحميل: 2020/11/28.

ثانيا/ المواقع الإلكترونية ومراجع أخرى:

1. عدنان فرحان الجوراني، **نظرية التوقعات الرشيدة...الإطار النظري**، مقالة إلكترونية منشورة بتاريخ: 2016/06/22، على موقع مركز الدراسات والأبحاث العلمانية في العالم العربي، على الرابط: https://www.ssrcaw.org/ar/show.art.asp?aid=521577#، تاريخ الزيارة: 2019/11/28، على الساعة: 18:09.

2. علاء جراد، **طريقة دلفي لإستشراف المستقبل**، مقالة إلكترونية منشورة على موقع الإمارات اليوم، يوم 31 أكتوبر 2016، على الرابط: https://www.emaratalyoum.com/opinion/2016-10-31-1.941732. تاريخ الإطلاع: 2021/11/01، على الساعة: 17:29.

3. **أسلوب المتوسطات المتحركة البسيطة**، مدونة منشورة على موقع المعرفة، تاريخ النشر 2001/01/03، على الرابط: https://almerja.com/reading.php?idm=144356. تاريخ الزيارة: 2024/02/26.

4. **دليل تصميم وتنفيذ المسوح الإحصائية -أداة المنهجية والجودة- دليل رقم (8)**، مركز الإحصاء، على الرابط: https://www.scad.gov.ae/MethodologyDocumentLib/8-

%20%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%AA%D8%B5%D9%85%D9%8A%D9%85%20%D9%88%D8%AA%D9%86%D9%81%D9%8A%D8%B0%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D9%88%D8%AD%20%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9.pdf.. تاريخ التحميل: 22/ 11/ 2019، على الساعة: 11:50.

5. متوفر على اليوتيوب على الرابط التالي: https://www.youtube.com/watch?v=k_HN0wOKDd0.

ثالثا/ المراجع الأجنبية:

- Eva Ostertagová, Oskar Ostertag, **THE SIMPLE EXPONENTIAL SMOOTHING MODEL,** MODELLING OF MECHANICAL AND MECHATRONIC SYSTEMS 2011, The 4th International conference, September 20 – 22, 2011, Faculty of Mechanical engineering, Technical university of Košice, Herľany, Slovak Republic, P :381.