International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST)
ISSN: 2528-9810
Vol. 9 Issue 9, September - 2024

تطبيق معادلة الاتجاه العام في السلاسل الزمنية للتنبؤ بالمبيعات الشهرية لشركة أدوية بولندية

فاطمة خليفة بنيني
قسم الإحصاء، كلية العلوم
جامعة الزاوية، ليبيا
f.banini@zu.edu.ly

الملخص—يعد اسلوب تحليل السلاسل الزمنية من الاساليب الاحصائية المهمة التي تعتمد على تتبع المتغير على فترات زمنية معينة ثم التنبؤ للمستقبل بناء على القيم المختلفة التي ظهرت في السلسة الزمنية, تم في هذا البحث استخدام السلاسل الزمنية (معادلات الاتجاه العام) وتحليل البيانات الشهرية لمبيعات شركة ادوية بولندية لسنة 2018 وذلك لما يميز هذه المعادلات من دقة عالية و أداة مفيدة في التنبؤ بمبيعات الأدوية، ومع هذا يجب استخدامها بحذر نظرًا لوجود عوامل أخرى قد تؤثر على المبيعات ولا يتم أخذها في الاعتبار في هذه المعادلة البسيطة .اظهرت النتائج ان النموذج الافضل والملائم لمعادلات الاتجاه العام هو النموذج التربيعي لتمثيل السلسلة الزمنية مقارنة مع النماذج الاخرى, مما يوفر أداة قيمة للتنبؤ بالمبيعات المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: معادلات الاتجاه العام – سلاسل زمنية.

المقدمة

تعتبر صناعة الأدوية من القطاعات الحيوية التي تشهد تطورًا مستمرًا وتأثرًا بعوامل متعددة مثل التقدم العلمي، التغيرات الديموغرافية، والسياسات الحكومية. إن القدرة على التنبؤ بدقة بمبيعات الأدوية أمر بالغ الأهمية للشركات العاملة في هذا المجال، حيث يساعدها على اتخاذ قرارات استراتيجية سليمة فيما يتعلق بالإنتاج، والتسويق، والتخطيط المالي.

تعد السلاسل الزمنية أداة تحليلية قوية لفهم وتوقع التغيرات في البيانات المتسلسلة بمرور الوقت. ومن بين الطرق الإحصائية المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية، تأتي معادلة الاتجاه العام كأحد أهم الأدوات الأساسية. تهدف هذه المعادلة إلى تحديد الاتجاه العام للبيانات، سواء كان تصاعديًا أو تنازليًا أو ثابتًا، وتقدير قيم المستقبل بناءً على هذا الاتجاه.

الهدف من البحث search objectives

يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية استخدام معادلة الاتجاه العام في التنبؤ بمبيعات إحدى شركات الأدوية البولندية وسيتم تحليل سلسلة زمنية لمبيعات الأدوية التي تسوقها الشركة، وتقدير معادلة الاتجاه العام المناسبة لهذه البيانات والمقارنة بينهم ومعرفة أفضلهم بالاعتماد على مقاييس معينة. بعد ذلك، سيتم استخدام المعادلة المقدرة للتنبؤ بمبيعات الدواء في الفترات المستقبلية، وتقييم دقة هذه التنبؤات.

فرضية البحث research assumes

- تتوقع هذه الدراسة أن معادلة الاتجاه العام ستكون قادرة على التنبؤ بدقة بمبيعات الأدوية الشهرية لشركة الأدوية المدروسة خلال عام 2018، مقارنة بالطرق الأخرى للتنبؤ.
- ستظهر معادلة الاتجاه العام وجود اتجاه واضح في مبيعات الأدوية خلال العام المدروس، سواء كان تصاعديًا أو تنازليًا أو ثابتًا.
- ستكون معادلة الاتجاه العام أكثر دقة في التنبؤ بالمبيعات على المدى الطويل مقارنة بالتنبؤات قصيرة المدى.

منهجية البحث Research Methodology

تم تصميم هذه الدراسة لتقييم فعالية معادلة الاتجاه العام في التنبؤ بدقة مبيعات الأدوية الشهرية لشركة ادوية بولندية خلال عام 2018. حيث اعتمد البحث على الجانب النظري على معادلات الاتجاه العام (الخطية والتربيعية والاسية) في السلاسل الزمنية وتم الاعتماد على بيانات مبيعات الشركة الشهرية شاملة للفترة المحددة من خلال سجلات الشركة، ومن ثم تم تحليلها باستخدام البرنامج الإحصائي Minitab.

حدود البحث Research Limits

تم تقسيم حدود الدراسة الى حدود زمانية وموضوعية

1. **الحدود الزمانية**: الفترة الزمنية من شهر يناير الى شهر ديسمبر من 2018.
2. **الحدود الموضوعية:** المبيعات الشهرية من كل انواع الادوية المباعة للمستشفيات (الحكومية والخاصة) والصيدليات لشركة ادوية في بولندا.

الإطار النظري

السلاسل الزمنية (Time Series)

هي مجموعة من القيم المرتبة زمنياً، أي قياسات لمتغير ما يتم جمعها على فترات زمنية متساوية وان المشاهدات المتتالية عادة ما تكون غير مستقلة أي تعتمد على بعضها البعض

والمقصود من تحليل السلسلة الزمنية هو معرفة التغيرات التي تطرأ على الظاهرة خلال مدة معينة قد تكون أشهر او ايام او سنين.

أهداف تحليل السلسلة الزمنية

1. **فهم التغيرات بمرور الوقت:**
   - **كشف الاتجاهات:** تحديد ما إذا كانت البيانات تميل إلى الزيادة أو النقصان أو الاستقرار بمرور الوقت.
   - **تحديد الأنماط الموسمية:** اكتشاف التغيرات المتكررة في البيانات التي تحدث في فترات زمنية منتظمة (مثل التغيرات الموسمية في المبيعات).
   - **كشف الأحداث الشاذة:** تحديد النقاط التي تخرج عن النمط العام للبيانات، مما قد يشير إلى حدوث أحداث غير متوقعة.
2. **التنبؤ بالمستقبل:**
   - **تقدير القيم المستقبلية:** بناء نماذج إحصائية للتنبؤ بقيم المتغير المدروس في المستقبل.
   - **تقييم المخاطر:** تقييم احتمالية حدوث أحداث مستقبلية غير مرغوب فيها (مثل الانكماش الاقتصادي).
   - **تخطيط المستقبل:** مساعدة المنظمات على التخطيط لمستقبلهم من خلال توفير معلومات حول التطورات المحتملة.
3. **تحليل التأثير:**
   - **تقييم تأثير التدخلات:** قياس تأثير التغييرات في السياسات أو الحملات التسويقية على البيانات.
   - **فهم العلاقة السببية:** تحديد العلاقة بين المتغير المدروس ومتغيرات أخرى.
4. **اكتشاف الأنماط المخفية:**
   - **كشف العلاقات المعقدة:** اكتشاف العلاقات غير الخطية أو غير المتجانسة بين البيانات.
   - **تحسين العمليات:** استخدام النتائج لتحسين العمليات والكفاءة.

مكونات السلسلة الزمنية (Time Series Components)

تتكون السلسلة الزمنية من عدة مكونات أساسية تعمل معًا لتشكيل النمط العام للبيانات. هذه المكونات هي:

1. الاتجاه العام:(Trend)

هو الميل العام الذي تتبعه البيانات بمرور الوقت، سواء كان صعودا (زيادة مستمرة)، أو هبوطا (نقصان مستمر)، أو ثابتًا.

2. التغيرات الموسمية:(Seasonality)

وهي التغيرات المتكررة في البيانات التي تحدث خلال فترات زمنية منتظمة، مثل الفصول، أو الأيام من الأسبوع.

3. التغيرات الدورية:(Cyclical Variations)

وهي التغيرات المنتظمة في البيانات ولكن بفترات أطول من التغيرات الموسمية، مثل الدورات الاقتصادية.

4. التغيرات العشوائية أو العرضية (Irregular Variations):

وهي التغيرات غير المتوقعة والغير منتظمة في البيانات، والتي لا يمكن تفسيرها من خلال المكونات الأخرى. يكمن الهدف من تفكيك السلاسل الزمنية في التعرف على انماط تقلبها لتحسين دقة التنبؤ.

تقدير مركبة الاتجاه العام

تعتبر مركبة الاتجاه العام من اهم المركبات التي تتكون منها السلسلة الزمنية لاستخدامها بعملية التنبؤ للقيم المستقبلية للظاهرة وهو التغير المستمر في قيمة ظاهرة ما على المدى الطويل .يمكن أن يكون هذا التغير صعودا (زيادة مستمرة)، هبوطا (نقصان مستمر)، أو ثابتًا (لا تغير يذكر)

تُصنف الاتجاهات بشكل عام إلى خطية وغير خطية . **الاتجاه الخطي** يتمثل في تغير منتظم ومستمر في القيمة، ويمكن تمثيله رياضيًا بخط مستقيم .أما **الاتجاه غير الخطي** فيكون أكثر تعقيدًا، وقد يأخذ أشكالًا مختلفة مثل الأسي أو التربيعي أو اللوجستي.

وتستخدم طرق مختلفة لتقدير هذا الاتجاه، كل منها له مزاياه وعيوبه وتناسب طبيعة البيانات المختلفة. ومن بين هذه الطرق الرئيسية للتقدير

1. **طريقة الرسم:** (Graphical method)
   - **الرسم البياني للسلسلة الزمنية:** يتم رسم القيم على المحور الرأسي والزمن على المحور الأفقي. من خلال النظر إلى الشكل العام للرسم البياني، يمكننا الحصول على فكرة أولية عن الاتجاه العام.
   - **خط الاتجاه العام:** يتم رسم خط مستقيم أو منحنى يمثل الاتجاه العام بشكل تقريبي. هذه الطريقة بسيطة ولكنها تعتمد على التقدير البصري وقد تكون غير دقيقة.

2. **طريقة المربعات الصغرى:** Least Squares (Method)

هي إحدى الطرق الإحصائية الشائعة لتقدير الاتجاه العام في السلاسل الزمنية. تعتمد هذه الطريقة على مبدأ تقليل مجموع مربعات الانحرافات بين القيم الفعلية للسلسلة الزمنية والقيم المتوقعة من خلال خط مستقيم يمثل الاتجاه العام. مميزات هذه الطريقة أنها سهلة الفهم والتنفيذ وتقدم تقديرات جيدة للاتجاه العام في العديد من الحالات وتستخدم بشكل واسع في العديد من المجالات.

نفترض هذه الطريقة أن هناك علاقة خطية بين الزمن t والذي نرمز له بالرمز X_t على المشاهدة قيد الدراسة Y_t. أي يمكن تمثيل الاتجاه العام بخط مستقيم وتكون المعادلة

$$Y_t = a_0 + a_1 X_t + e_t$$

حيث a_0, a_1 معاملات النموذج ويتم تقديرها باستخدام طريقة المربعات الصغرى

e_t هو الخطأ العشوائي في النموذج وله نفس مواصفات الخطأ العشوائي في نماذج الانحدار الخطي بمتوسط 0 وتباين ثابت

ويتميز النموذج اعلاه بانه خطي في المعاملات ويعتبر X_t متغير مستقلا ويمثل الاشهر في هذا البحث وY_tمتغير تابعا يمثل المبيعات من الادوية والغاية الاساسية هي تقدير المعالم

$$\widehat{Y_t} = \widehat{a_0} + \widehat{a_1} X_t$$

$$\boldsymbol{e_t = Y_t - \widehat{Y}_t}$$

$$\boldsymbol{e_t = Y_t - \widehat{a_0} - \widehat{a_1} X_t}$$

ولتوفيق معادلة خط الانحدار نجعل مجموع مربعات الفروق بين القيم الحقيقية والتقديرية اقل ما يمكن

$$W = \sum (\boldsymbol{Y_t} - \widehat{a_0} - \widehat{a_1} X_t)^2$$

حيث $W = \sum e_i^2$

نقوم باشتقاق جزئيا الكمية اعلاه بالنسبة a_0, a_1 والمساواة بالصفر

$$\frac{dw}{da_0} = -2 \sum (\boldsymbol{Y_t} - \widehat{a_0} - \widehat{a_1} X_t)(-1) = 0$$

$$\sum Y_t = n\hat{a}_0 + \hat{a}_1 \sum X_t$$

بقسمة الطرفين على n

$$\bar{Y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{X}$$

بالتالي

$$\hat{a}_0 = \bar{Y}_t - \hat{a}_1 \bar{X}_t \ \dots\dots\dots (1)$$

بأخذ المشتقة الجزئية بالنسبة ل a_1

$$\frac{dw}{d\hat{a}_1} = -2 \sum X_t (Y_t - \widehat{a_0} - \widehat{a_1} X_t) = 0$$

$$\sum X_t Y_t - \hat{a}_0 \sum X_t - \hat{a}_1 \sum X_t^2 = 0$$

$$\sum X_t Y_t = \hat{a}_0 \sum X_t + \hat{a}_1 \sum X_t^2 \ \dots\dots (2)$$

المعادلتين (1) و (2) تسمى بالمعادلات الطبيعية والتعويض بقيمة a_0 نتحصل على المعادلة

$$\sum X_t Y_t = (\bar{Y}_t - \hat{a}_1 \bar{X}_t) \sum X_t + \hat{a}_1 \sum X_t^2$$

بما ان $\sum X_t$ هو عبارة عن $n\bar{X}$ فأن

$$\sum X_t Y_t = n\bar{X}\bar{Y} - n\hat{a}_1 \bar{X}_t^2 + \hat{a}_1 \sum X_t^2$$

$$\sum X_t Y_t - n\bar{X}\bar{Y} = \hat{a}_1 \sum (X_t^2 - n\bar{X}^2)$$

ومنها

$$\hat{a}_1 = \frac{\sum X_t Y_t - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum (X_t^2 - n\bar{X}^2)}$$

3. طريقة المتوسطات المتحركة (Moving Average)

هي أداة تحليلية تستخدم على نطاق واسع في مجال التنبؤ، وتحليل السلاسل الزمنية، وتصفية البيانات. تعتمد هذه الطريقة على حساب متوسط مجموعة من القيم المتتالية في سلسلة زمنية، ثم تحريك هذا المتوسط عبر السلسلة الزمنية لحساب قيم جديدة.

استخدامات المتوسطات المتحركة

- **تخفيف التقلبات:** تساعد في تخفيف التقلبات القصيرة الأجل في البيانات، مما يجعل الاتجاهات طويلة الأجل أكثر وضوحًا.
- **التنبؤ:** تستخدم للتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية.
- **تحديد الاتجاهات:** تساعد في تحديد الاتجاه العام للسلسلة الزمنية (صاعد، هابط، أو ثابت).

أنواع المتوسطات المتحركة:

- **المتوسط المتحرك البسيط** (Simple Moving Average - SMA): يتم حساب هذا المتوسط عن طريق أخذ متوسط عدد محدد من القيم المتتالية.
- **المتوسط المتحرك الأسي** (Exponential Moving Average - EMA): يعطي هذا المتوسط وزناً أكبر للقيم الحديثة مقارنة بالقيم القديمة.
- **المتوسط المتحرك الموزون** (Weighted Moving Average - WMA): يسمح هذا المتوسط بتحديد أوزان مختلفة للقيم المختلفة.

كيفية حساب المتوسط المتحرك البسيط:

$$SMA = \frac{X_1 + X_2 + \dots\dots\dots + X_n}{n}$$

حيث:

- SMA: المتوسط المتحرك البسيط
- $X_1, X_2, \dots, X_n$: القيم المتتالية
- n: عدد القيم المستخدمة في الحساب

المفاضلة بين النماذج

للمفاضلة بين النماذج يتم استخدام مؤشرات دقة التنبؤ والتي من خلالها نستطيع تحديد أفضل نموذج يمكن الاعتماد عليه في التنبؤ على المدى البعيد وهي كالاتي:

1. نسبة متوسط القيمة المطلقة للأخطاء MAPA

$$MAPE = \left\{ \sum \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \right\} \times 100$$

2. متوسط القيمة المطلقة للإخطاء MAD

$$MAD = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n}$$

3. متوسط مربع الاخطاء MSD

$$MSD = \frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}$$

y_t: القيمة الفعلية للمتغير

$\hat{y}_t$ قيمة المتغير المقدرة من النموذج

الجانب التطبيقي

مقدمة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل سلوك المبيعات الشهرية لشركة أدوية بولندية خلال عام 2018، وذلك باستخدام بيانات من مستودعات Kaggle. تم اختيار نموذج السلاسل الزمنية كأداة تحليلية، حيث تم تطبيق معادلات الاتجاه الخطي والتربيعي والأسي لتحديد أفضل نموذج يصف التغيرات في المبيعات . استُخدم برنامج Minitab لإجراء التحليلات الإحصائية وتقييم أداء النماذج المختلفة، مع الاعتماد على مؤشر متوسط الخطأ التربيعي (MSD) لاختيار النموذج الأمثل للتنبؤات طويلة الأجل .يفترض أن النموذج الذي يحقق أقل قيمة لـ MSD هو الأكثر دقة في تمثيل البيانات وتوقع الاتجاهات المستقبلية، ومن المتوقع أن يساهم هذا النموذج في دعم عملية اتخاذ القرارات المستقبلية للشركة، من خلال توفير رؤى قيمة حول الاتجاهات المتوقعة في المبيعات".

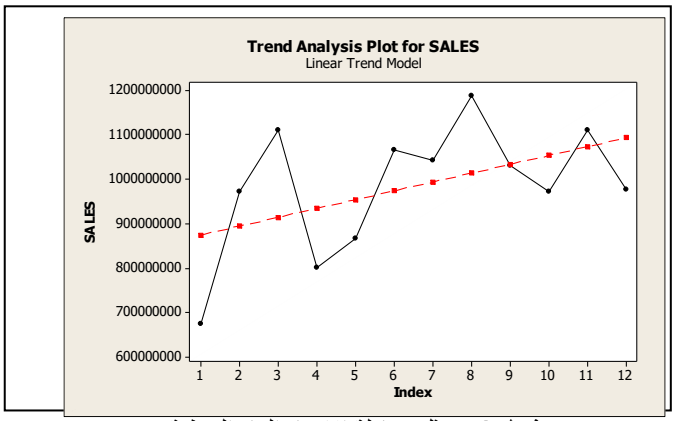
تطبيق نماذج الاتجاه العام

تم ادخال المبيعات الشهرية لشركة الادوية البولندية من شهر يناير الى شهر ديسمبر لسنة 2018 وباستخدام برنامج MINITAB تم تقدير معادلة الاتجاه العام حيث تم تناول ثلاث نماذج من نماذج الاتجاه العام وهي الخطية ومتعددة الحدود (التربيعية) والاسية وحساب متوسط مربع الانحرافات (MSD) والمقارنة بينهم واختيار أفضلهم للتنبؤ بالقيم المستقبلية لمبيعات الشركة.

1. معادلة الاتجاه العام الخطية (General trend equation)

عند تقدير معادلة الاتجاه العام الخطية كان الشكل البياني للمبيعات على النحو التالي

من الشكل (1) أظهرت التحليلات الإحصائية للسلسلة الزمنية لمبيعات الأدوية للشركة البولندية خلال عام 2018، والتي تم تقديرها باستخدام معادلة اتجاه عام خطية، نمطًا متذبذبًا حول اتجاه عام تصاعدي.



شكل 1. يمثل معادلة الاتجاه العام الخطية

وتم تقدير معادلة الاتجاه العام الخطية وحساب متوسط مربع الانحرافات (MSD) وكانت النتائج كما موضحة بالجدول

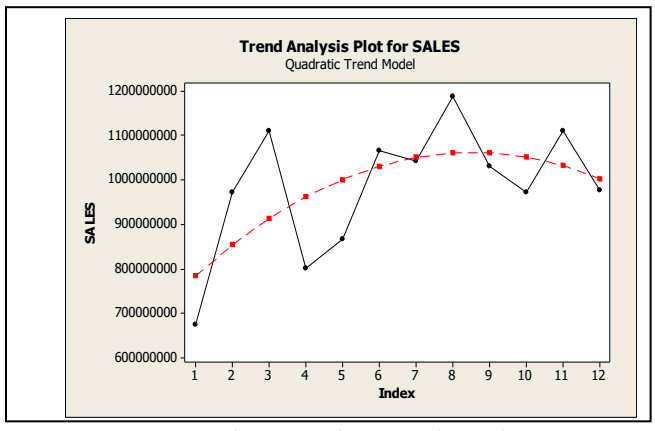
جدول 1

النموذج	معادلة النموذج	MSD
اتجاه عام خطي	Y_t = 854350196 + 19830581*t	1.43525E+16

تشير المعادلة الخطية إلى وجود زيادة تدريجية في المبيعات على مدار العام، مما يشير إلى نمو مستمر في الطلب على منتجات الشركة.

2. معادلة اتجاه عام كثيرة الحدود (تربيعية)

يمثل شكل (2) السلسلة الزمنية لمبيعات الشركة والمقدرة باستخدام معادلة اتجاه عام كثيرة الحدود (تربيعية)



شكل 2: يمثل معادلة الاتجاه العام كثيرة الحدود (تربيعية)

من الشكل (2) اظهرت السلسلة الزمنية تزايدًا في البداية أي اتجاه تصاعدي، ثم وصلت إلى نقطة عظمى (قمة)، وبعدها بدأت في التناقص.

وتم تقدير معادلة الاتجاه العام كثيرة الحدود (التربيعية) وحساب متوسط مربع الانحرافات (MSD) وكانت النتائج كما موضحة بالجدول التالي:

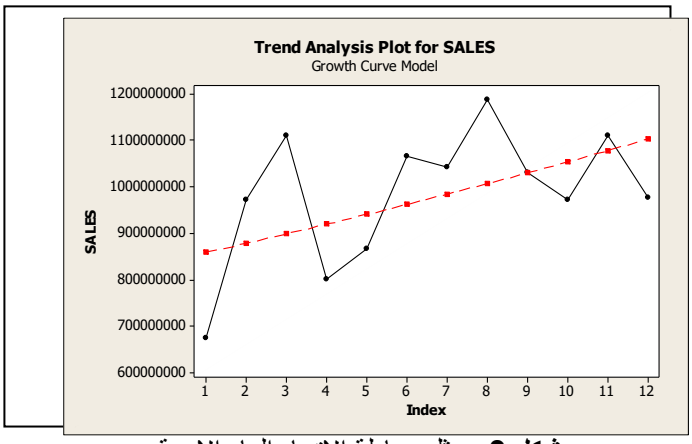
جدول 2

النموذج	معادلة النموذج	MSD
اتجاه عام كثيرة الحدود (تربيعية)	$Y_t = 706370689 + 83250369*t - 4878445t^2$	1.17055E+16

نظرًا لكون معامل الحد الخطي موجبًا في المعادلة التربيعية فإن المبيعات ستشهد زيادة في البداية ويشير الحد التربيعي السالب إلى أن المنحنى يمثل قوسًا مقعراً إلى أسفل .بمعنى آخر، بعد فترة زمنية معينة، سيبدأ معدل الزيادة في المبيعات في التباطؤ ثم الانخفاض.

3. معادلة اتجاه عام أسي

يمثل شكل (3) السلسلة الزمنية لمبيعات الشركة والمقدرة باستخدام معادلة اتجاه عام أسي



شكل 3. يمثل معادلة الاتجاه العام الاسية

يوضح الرسم البياني نموًا أسيًا طرديا في مبيعات الشركة .شكل المنحني التصاعدي للمبيعات يشير إلى تسارع في معدل النمو . وتم تقدير معادلة الاتجاه العام الاسي وحساب متوسط مربع الانحرافات (MSD) وكانت النتائج كما موضحة بالجدول التالي

جدول 3

النموذج	معادلة النموذج	MSD
اتجاه عام أسي	$Y_t = 838856970 * (1.0230*t)$	1.47570E+16

حيث المعادلة تشير إلى أن مبيعات الشركة تشهد نموًا مستمرًا ومتسارعًا على مر السنين .هذا النمو ليس خطيًا (أي بمعدل ثابت)، بل هو نمو أسي، مما يعني أن الزيادة في المبيعات تصبح أكبر كل عام ومعدل النمو السنوي (2.3 %) يبقى ثابتًا على مدار الفترة الزمنية التي تغطيها المعادلة .هذا يعني أن الشركة قادرة على الحفاظ على هذا المعدل من النمو بشكل مستمر.

من خلال تطبيق نماذج الاتجاه العام وتقدير المعادلات وحساب متوسط مربع الانحرافات (MSD) وهو مقياس لمدى تباعد القيم الفعلية للمبيعات عن القيم التي يتنبأ بها النموذج. حيث قيمة MSD الأصغر تعني أن النموذج أقرب إلى الواقع وأفضل في التنبؤ.

لدينا ثلاث قيم لـ MSD:

- **نموذج الاتجاه العام الخطي:** 1.43525E +16
- **نموذج الاتجاه العام التربيعي:** 1.17055E+16
- **نموذج الأسي:** 1.47570E+16

أفضل نموذج بناءً على هذه القيم، سيكون النموذج التربيعي الأفضل للتنبؤ بمبيعات شركة الادوية البولندية. وذلك لأن قيمة MSD الخاصة به هي الأقل بين النماذج الثلاثة هذا يعني أن النموذج التربيعي يلائم البيانات الفعلية للمبيعات بشكل أفضل من النموذجين الآخرين، وبالتالي يتوقع بشكل أكثر دقة المبيعات المستقبلية.

الاستنتاجات

1. **ملاءمة النموذج التربيعي:** أظهرت النتائج أن النموذج التربيعي هو الأنسب لتمثيل سلسلة زمنية مبيعات الأدوية مقارنة بالنماذج الأخرى. هذا يدل على أن العلاقة بين المبيعات والوقت تتبع نمطًا منحنيًا، حيث هناك مرحلة نمو سريع تليها مرحلة تباطؤ.
2. **الدقة في التنبؤ:** تشير قيمة MSD المنخفضة للنموذج التربيعي إلى دقة عالية في التنبؤ بالمبيعات المستقبلية بناءً على الاتجاه العام للبيانات.
3. **وجود نقطة عظمى:** أظهرت السلسلة الزمنية وجود نقطة عظمى، مما يشير إلى أن المبيعات وصلت إلى ذروتها في فترة معينة ثم بدأت في الانخفاض. هذا الاكتشاف مهم لفهم دورة حياة المنتج وتخطيط استراتيجيات التسويق المستقبلية.
4. أهمية العوامل الخارجية: على الرغم من أن النموذج التربيعي يوفر تنبؤات جيدة، إلا أنه من المهم أن نأخذ في الاعتبار أن هناك عوامل أخرى قد تؤثر على المبيعات ولم يتم تضمينها في النموذج، مثل المنافسة، التغيرات التشريعية، أو الأحداث العالمية.

التوصيات

1. **تحليل أعمق للعوامل المؤثرة:** من المستحسن إجراء تحليل أعمق للعوامل الخارجية التي قد تؤثر على المبيعات، مثل

تحليل العلاقة بين المبيعات والمؤشرات الاقتصادية أو المنافسين.

2. **تحديث النموذج بشكل دوري:** يجب تحديث النموذج بشكل دوري باستخدام بيانات جديدة لضمان دقة التنبؤات.
3. **الاحتياط في التنبؤ على المدى الطويل:** على الرغم من أن النموذج التربيعي يوفر تنبؤات جيدة على المدى القصير، إلا أنه قد يكون أقل دقة في التنبؤ على المدى الطويل بسبب التغيرات المحتملة في السوق والعوامل الخارجية.

المراجع

أ- **المراجع العربية**

1. بن معزو محمد زكريا (2020-2021) نماذج التنبؤ، قسم العلوم الاقتصادية - كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التيسير –جامعة باجي مختار –عنابة – الجزائر.
2. م.م زانا نجم عبد الله (2021) استخدام معادلة الاتجاه العام في السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بفيروس كوفيد 19 , كلية الادارة والاقتصاد – جامعة كركوك – العراق.
3. جمال حامد، أساليب التنبؤ (2003)، مجلة جسر التنمية، العدد الرابع عشر – السنة الثانية.
4. عماد عبد الستار طه زيدان (2021)، تطبيق السلاسل الزمنية في التنبؤ بأعداد المترددين على مكتبة كلية الآداب جامعة كفر الشيخ، قسم المكتبات والتوثيق – كلية الآداب- جامعة كفر الشيخ- مصر
5. سمير فرج رشيد ابو دحرج (2023)، استخدام نموذج SARIMA في التنبؤ بالسلاسل الزمنية الموسمية، كلية الاقتصاد والعلوم الادارية – جامعة الازهر – فلسطين- غزة.
6. م. م سعدية عبد الكريم طعمه (2012)، استخدام تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الانبار، كلية الادارة والاقتصاد – جامعة الانبار – العراق.

ب- **المراجع الاجنبية**

1. Introduction to Time Series and Forecasting (1996) by Peter J. Brockwell and Richard A. Davis.
2. Manfred Mudelsee (2018), Trend analysis of climate time series: A review of methods- Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany
3. https://www.kaggle.com