تواريخ البحث	استعمال أنموذج التنبؤ الرمادي (1,1) GM مع تطبيق عملي
تاريخ تقديم البحث : 2024/ 9 /5	
تاريخ قبول البحث : 2024/10/10	
تاريخ رفع البحث على الموقع:	المدرس المساعد دعاء بشير عباس
2025/6/15	جامعة البصرة /كلية التربية للعلوم الانسانية/قسم العلوم التربوية والنفسية

المستخلص :

توالت الدراسات والبحوث في استعمال نماذج الأنظمة الرمادية لتنبؤ بالظواهر المختلفة. اذ تميزت هذه النماذج في السنوات الاخيرة بدقة التنبؤات, وبالإمكان استعمال أنموذج GM(1,1) لتنبؤ وتحليل الظاهرة المدروسة على المدى البعيد.

قد تناول هذا البحث أنموذج التنبؤ الرمادي GM(1,1) لتنبؤ بكمية محصول الطماطة في محافظة البصرة , وهدف البحث لتقليل حالة عدم التأكد المتعلقة بالكميات المنتجة من المحصول لعام 2024 , ومن ثم امكانية التنبؤ بها لسنوات قادمة. ومن اجل تحقيق هدف البحث فقد تم مناقشة النتائج في الجانب التطبيقي من البحث اذ تم الاستعانة ببرنامج matlab2020 لتحليل البيانات.

بيانات الجانب التطبيقي, بعد زيارة الباحثة لمديرية الزراعة /قسم الانتاج النباتي/محافظة البصرة لتزويدها بالبيانات للمدة من (1995-2023), ومن اهم النتائج التي توصل لها البحث ان كميات الانتاج المتنبأ بها من محصول الطماطة لعام 2024 بلغ (259360) طن.

الكلمات المفتاحية: التنبؤ, نظرية النظام الرمادي , أنموذج GM(1,1).

Using the Gray (1,1) GM Prediction Model with a Practical Application

Assistant Lect. :Duaa Basheer Abbas

College of Education for Human Sciences / Department of Educational and Psychological Sciences
University of Basrah

Abstract :

Studies and research continued using gray systems models to predict various phenomena. In recent years, these models have been distinguished by the accuracy of their predictions, and the GM (1,1) model can be used to predict and analyze the phenomenon studied in the long term.

This research addressed the gray prediction model GM(1,1) to forecast the quantity of tomato crop in Basra Governorate. The aim of the research was to reduce the uncertainty related to the quantities produced from the crop for the year 2024, and subsequently to enable forecasting for the coming years. In order to achieve the research objective, the results were discussed in the practical aspect of the study, where the MATLAB 2020 program was used to analyze the data.

The data from the practical side, after the researcher visited the Directorate of Agriculture / Plant Production Department / Basra Governorate to provide data for the period from (1995-2023), revealed that one of the most important findings of the research is that the predicted production quantities of tomato for the year 2024 reached (259,360) tons.

Keywords: prediction, gray system theory, GM(1,1) model

management.

المقدمة :

ان منظومة النظام الرمادي تطورت في الأونة الاخيرة ,اذ تم تطبيقها على الانظمة التي لا تتطلب فرضيات عن مجموعة المشاهدات المدروسة سواء كانت بيانات مقطعية او مدخلات متعددة, وبناء على عدد من المتغيرات المدخلة في النموذج فقد وضع العالم Deng خوارزمية للأنموذج الرمادي Grey Modle والتي اظهرت قدرته الكبيرة على دراسة مشاكل عدم اليقين مع العينات الصغيرة. تطورت نظرية النظام الرمادي من نظرية المعلومات والنظرية السيبرانية والطريقة الرياضية لحل مشكلة غير مؤكدة, تركز نظرية النظام الرمادي على أنظمة (المعلومات الضعيفة) التي تحتوي على معلومات جزئية معروفة ومعلومات جزئية غير معروفة وتقوم النظرية بدراسة التنبؤات لإتقان النظام بأكمله, من خلال استخلاص المعلومات القيمة من المعلومات المعروفة.

على الرغم من وجود انواع مختلفة من النماذج الرمادية الا ان معظم الدراسات تتركز على النظام الرمادي من الدرجة الاولى GM(1,1) لكفاءتها الحسابية وهو نموذج للتنبؤ بالسلاسل الزمنية وهو قادر على اعطاء تنبؤات دقيقة للمعادلات التفاضلية التي لها معاملات زمنية متغيرة, ولذلك فإن نظرية النظام الرمادي لديها مجموعة واسعة من التطبيقات في المجال الصحي والزراعي, وإدارة حركة المرور, والسيطرة الصناعية وغيرها من المجالات لآخري.

2) مشكلة البحث Research Problem

مشكلة البحث تكمن في جود حالة عدم اليقين من سلوك الاتجاه الذي سيسير فيه انتاج محصول الطماطم في المحافظة وقلة توفر البيانات المؤكدة المتعلقة بالمحصول, فضلا عن التقلبات الكونية والمناخية المستمرة في معظم فصول السنة ودرجة ملوحة المياه جميع هذه الاسباب تؤدي الى عدم استقرار الظاهرة المدروسة.

3) اهداف البحث Research Aims

تتلخص اهداف البحث الى:

- 1- استعمال نموذج التنبؤ GM(1,1) الرمادي لتقليل حالة عدم التأكد بانتاج محصول الطماطة في محافظة البصرة.
- 2- تقدير معالم النموذج الرمادي وايجاد القيم التنبؤية لتقلبات الظاهرة وفحص مدى ملائمتة, ومحاولة ايجاد قيم تنبؤية مستقبلية بالانتاج.

4) الدراسات السابقة Previous Studies

ان الدراسات السابقة تساعد في التعرف على المقترحات والحلول التي تم اتخاذها في بحوث السابقة للمعالجة مشكلة عدم استقرار البيانات التاريخية واعطاء توقعات مقبولة عن الظواهر المدروسة, ونذكر اهم الدراسات السابقة في هذا المجال منها:

- 1 - نشر (Wang,2004) بحث تطبيقي (Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory) تناول فيه معالجة مشكلة عدم القدرة على مواجهة تقلبات الطلب على الخدمات السياحية, فتم استخدام نموذج GM(1,1) لتنبؤ بطلبات السياحة في تايوان لتتمكن الدولة من اتخاذ القرارات المناسبة لهذا الموضوع. وكشفت النتائج بان السنوات القادمة ستشهد طلب على السياحة بشكل كبير, وعلية ينبغي على القطاع الحكومي التايواني القيام بأعداد خطط مستقبلية وتوفير عدد من العاملين المرافقون للسواح للأطلاع التراث والمشاهد الاثرية للدولة.

2- عمد الباحث (CHIA-NAN & Ty,2013) الى دراسة (Forecasting The Manpower Requirement in Vietnamese Tertiary Institutions) وقد استهدفت معالجة نقص الكادر التدريسي في المؤسسة في ظل تزايد اقبال الطلبة للدراسة في الجامعات الفيتنامية وتحقيق التوازن بين اعداد الكادر التدريسي واعداد الطلبة مما ادى الى استخدام نموذج التنبؤ GM(1,1) للتنبؤ بعدد الطلاب المسجلين في الجامعات لتتمكن لوزارة التعليم الفيتنامي من وضع الخطط الاستراتيجية الجيدة للنهوض بواقع التعليم.

3- قام (Boran,2015) دراسة استهدفت (Forecasting Natural Gas Consumption in Turkey Using Grey Prediction) وتم اقتراح تطبيق نظرية التنبؤ الرمادية مع آلية التدوير (GPRM) للتنبؤ باستهلاك الغاز الطبيعي ولمساعدة متخذي القرار في سياسات الطاقة في تركيا. يتم استعمال نموذج (GPRM) لأنه يتمتع بدقة تنبؤية عالية وقابلية للتطبيق عند وجود بيانات محدودة، فضلاً عن اجراء تنبؤات مستقبلية لمقدار الغاز المستهلك في السنوات القادمة.

4- نشر (محمد وسليم, 2017) دراسة بعنوان (مقارنة بعض طرائق تقدير انموذج GM(1,1) بوجود بيانات مفقودة مع تطبيق عملي) وتم تقدير معالم النظام الرمادي لمتغير واحد وهي تقدير طريقة المربعات الصغرى، وطريقة المربعات الموزونة وطريقة الانحدار التدريجي، وطريقة المربعات الصغرى الكلية للمعالجة البيانات غير المؤكدة والمفقودة، وتمت المقارنة بين هذه الطرق الاربعة على وفق مقياس متوسط الخطأ النسبي ومقياس متوسط مربع الخطأ.

5- نشر (Yang & et al.,2018) دراسة (The analysis of GM (1, 1) grey model to predict the incidence trend of typhoid and paratyphoid fevers in Wuhan City, China) والتي استهدفت معالجة مشكلة صحية خطيرة في المجتمع الصيني وهو مواجهة فايروس حمى التيفويد (TPF) فتم تطبيق النموذج الرمادي بمتغير واحد GM(1,1) لتنبؤ باتجاه الاصابة لأخذ التدابير الوقائية والسيطرة المسبقة على المرض لتقليل الاضرار المتعلقة بصحة الافراد، وظهرت نتائج هذه الدراسة بأن الاصابة ستتخفف ببطء في الاعوام الثلاثة القادمة وعليه فمن الضروري تعزيز الوقاية الشاملة لتقليل خطر الاصابة.

6- عمد (Gao, et al.,2020) لدراسة (Time series analysis of cumulative incidences of typhoid and paratyphoid fevers in China using both Grey and SARIMA models) تم تحليل الحالات التراكمية للأصابة بحمى التيفويد ولبار اتيفود باستعمال نموذجي الرمادي SARIMA وبين عامي 2004 و2016 لاكتشاف السمات الوبائية، أظهرت معدلات الإصابة التراكمية لكلتا الوبائين انخفاضاً ملحوظاً على المستوى الصيني، حيث أظهر انخفاضاً بنسبة 73.9% للتيفويد و86.6% للبار اتيفود في عام 2016 مقارنة بعام 2004. و انخفض معدل الإصابة التراكمي في جميع الفئات العمرية الفرعية وكان الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين (0-4) سنوات هم الأكثر عرضة للإصابة.

7- قدم (Hong-hu & et al.,2021) بحث بعنوان (Grey prediction analysis of cutoff wall affected by construction effect) تم استعمال نموذج التنبؤ الرمادي للتنبؤ بالإزاحة الافقية للجدار المقطوع المتأثر بتأثير البناء حيث تم توقع وتقييم لاستقرار طويل المدى لجدار القطع تحت الحمل، وكشفت نتائج البحث ان الضغط الأقصى لجدار قطع المراقبة خلال دورة التخزين والصرف يميل تدريجياً إلى أن يكون مستقراً وهذا دليل على قوة تصميم المواد.

5- مفهوم التنبؤ Forecasting

يعد التنبؤ بأنه التخطيط لوضع فرضيات لأحداث المستقبل بأستعمال تقنيات علمية معينة محدد بفترات زمنية مختلفة، وعليه يعتبر العملية التي يعتمد عليها المسؤولون او متخذي القرارات في تطوير ونجاح الفرضيات لتخمين ما يحدث في المستقبل، وعادةً يتم استعمال اساليب تنبؤ أكثر دقة التي تكون نتائجها اقل خطأ في المستقبل (العامري والصباغ, 2018: 41). وانه يُقدر قيمة الظاهرة التي يمكن ان تحدث في المستقبل اعتماداً على بيانات ومعلومات الماضي والحاضر، لذا يعد

وسيلة مهمة في التخطيط للمستقبل باستخدام طرق احصائية ذات العلاقة وله دور بارز في عملية اتخاذ القرار، وذلك فان عملية التنبؤ ماهي الا رحلة لرؤية مستقبلية لما سوف تؤول عليه المتغيرات والظواهر في المستقبل (الكلاي، 2018: 12). ويتميز التنبؤ بنوعين من التنبؤات احدهما التنبؤ بنقطة Point Forecasting والذي يتنبئ بقيمة واحده للسلسلة الزمنية وعادةً تكون هذه القيمة ذات اصغر متوسط مربعات خطأ، ويرمز للقيمة التنبؤية Z_{t+1} بالرمز $Z_t(I)$ اما النوع الاخر التنبؤ بفترة Forecasting with Interval يتم التنبؤ بفترة من القيم المحسوبة الى Z_{t+1} ، اذ نكون واثقين عند نسبة احتمال معين ان قيمة التنبؤ الحقيقية تكون ضمن هذه الفترة (محمود، 2005: 36).

6- اهمية التنبؤ

يعد التنبؤ اساساً لأعداد الخطط الاستراتيجية لتنظيم الاعمال المستقبلية، وعلية فان اهمية عملية التنبؤ تتلخص بالاتي: (ريم، 2015: ص 6: ص 20)

- 1- يساعد في اتخاذ القرارات المستقبلية على مستوى الامد الطويل والمتوسط والقصير.
- 2- تسهم عملية التنبؤات الدقيقة في رفع مستوى اداء الكوادر العاملة وزيادة الطاقة الاستيعابية للمستشفيات والمراكز الصحية.
- 3- ان التطور التكنولوجي المستمر في عصرنا الراهن في مختلف الاصعدة فقد سادت حالات عدم التأكد نتيجة التغير الشديد للبيئة، فعليه يسعى مدراء الاعمال الناجحة الى استعمال اساليب التنبؤات الحديثة التي تساعدهم في انجاز اعمالهم بفترة قياسية وبجودة عالية.
- 4- يعد التنبؤ اساساً لتقييم الاداء والرقابة.
- 7- نظرية النظام الرمادي Gray system theory، نماذجها

تعد نظرية النظام الرمادي التي اكتشفها العالم الصيني Deng Julong لأول مرة في عام (1980) بانها منهجية تركز على دراسة المشاكل التي تحتوي على معلومات ضعيفة وعينات صغيرة حيث تم تقسيم انظمة المعلومات الى ثلاثة انظمة: النظام الابيض والنظام الاسود والنظام الرمادي، ويستخدم النظام الابيض عندما تكون المعلومات معروفة بالكامل، بينما عندما تكون المعلومات غير معروفة فيستخدم النظام الاسود، اما النظام الرمادي عندما تكون المعلومات معروفة جزئياً (Huang, et al., 2017: 606-607). فهو يتجنب العيوب الكامنة في الوسائل الاحصائية التقليدية ذات العينات الكبيرة ولا يحتاج سوى كمية معينة من البيانات المنفصلة لتقويم سلوك النظام الذي يشتمل على معلومات غير تامة، ولا يشترط النموذج لخاصية التوزيع للسلسلة الاصلية لان السلسلة المستعملة في النموذج الرمادي هي السلسلة التراكمية المبنية على السلسلة الاصلية والتي تزايد بصورة رتبة الى الابد (Li, et al. 2015: 298). ويتعامل النموذج مع المعلومات غير المؤكدة الجزئية من خلال توليد البيانات المفيدة والبحث عنها للوصول للمعلومة المفيدة، وان الرقم الرمادي يمكن ان يكون مجموعة ارقام عامة او عبارة عن فاصل زمني ليمثل درجة عدم التأكد في المعلومات (Liu, et al. 2016: 3).

تحتوي نظرية الانظمة الرمادية (GST) Gray systems theory على خمسة نماذج اساسية هي: صنع القرار الرمادي Gray (GDM) decision making، التنبؤ الرمادي Gray Forecast التحليل العلائقي الرمادي (GRA) Gray Relational Analysis، نظام التحكم الرمادي Gray Control System، البرمجة الرمادية (GP) Gray programming (kuang, et al., 2013: 2037).

(1-7) انموذج الرمادي GM(1,1) Gray Model

يعد GM(1,1) انموذج من الدرجة الاولى وبمتغير واحد وهو اكثر نماذج التنبؤ بالسلاسل الزمنية المتعلقة بالمعاملات المتغيرة زمنياً، وهذه المعاملات يتم تجديدها من خلال توفر بيانات جديدة، وعلية فان البيانات الحديثة تكون مؤثرة اكثر من البيانات القديمة ويتميز هذا الانموذج بدقة الحساب والمرونة (Benitez, et al.2013:4916). يتمثل جوهر طريقة التنبؤ الرمادي في تجميع تسلسل البيانات الأصلي دون قانون واضح لإنشاء قانون أسي واضح، هذه البيانات تتركب في منحني للتنبؤ بالمتغيرات وهو ترتيب لمعادلة تفاضلية مكونة من متغير واحد ومن الدرجة الاولى، ونظراً لضعف الانتظام يتم استعمال تقنية عملية التوليد المتراكمة (AGO) في التنبؤ الرمادي لتقليل عدم اليقين في البيانات الأولية بكفاءة (Asrari, et al.2012:229).

(2-7) خطوات تكوين انموذج التنبؤ رمادي

الهدف الرئيسي من استعمال انموذج GM(1,1) هو تراكم السلسلة البيانات الاصلية ثم توليد سلسلة جديدة منتظمة، وهذه السلسلة المتولدة تعكس اتجاه السلسلة الاصلية لتحقيق متطلبات عملية التنبؤ وتحليل السلسلة، اذ يتم اختبار سهولة تسلسل البيانات وبعد ذلك استخدام عملية التوليد التراكمي (Accumulated Generating Operation) بعدها يمكن نمذجة السلسلة مباشرة، وان تعذر نمذجتها فينبغي اجراء معالجة مناسبة لتقليل القيم المتوقعة باستعمال (العملية العكسية)، ثم اعداد النموذج للحصول على معادلة تفاضلية من الدرجة الاولى لنموذج GM(1,1)، وعلية فان عملية التنبؤ باستعمال النظام الرمادي يمر بثلاثة مراحل اساسية هي (عملية التوليد التراكمي (AGO)، عملية النمذجة، عملية التوليد التراكمي العكسي (IAGO) (Peng, et al.2014:769-770; Tan, et al.2022:2) وسوف يتم التطرق الى كل مرحلة من مراحل نموذج التنبؤ الرمادي GM(1,1) بتفصيل كماياتي:

(1-2-7) عملية التوليد التراكمي Accumulated Generating Operation

(AGO) تلعب دوراً هام في نظرية النظام الرمادي وتستخدم لتبويض العملية الرمادية ويمكن ان يقلل عشوائية سلسلة البيانات الاصلية (Zeng, et al.,2018:7) وهذه العملية تمر بعدد من الخطوات وهي:

افترض ان تكون سلسلة البيانات الفعلية $x^{(0)}$ وكما موضح في معادلة رقم (1) (Wang,2004:369).

$$x^{(0)} = x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n) \quad (1)$$

الخطوة (1)

تحويل تسلسل البيانات الفعلية $x^{(0)}$ الى تسلسل جديد للبيانات $x^{(1)}$ من خلال استخدام عملية التوليد التراكمي (AGO) ويتم ذلك بواسطة تطبيق معادلة رقم (2) (Liu, et al.,2014:770).

$$x^{(1)}(k) = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\}$$

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), k = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

2-2-7) عملية النمذجة الرمادية (GMO) Grag Modeling Operation

بعد اجراء عملية التوليد التراكمي التي قامت بتحويل سلسلة البيانات الاصلية التي تعاني من تداخل المعلومات العشوائية غير المنتظمة الى سلسلة سلسه ومتزايدة بشكل رتيب (Li,et al.,2006:1). ونظراً لأن حل المعادلات التفاضلية من الدرجة الأولى تأخذ أيضاً الشكل الأسّي، ليتم بعد ذلك إنشاء المعادلات التفاضلية الرمادية من الدرجة الأولى لنمذجة سلسلة البيانات والتنبؤ بالسلوك المستقبلي للنظام (Zhou,et al.,2006:2840). وسوف يتم نمذجة $x^{(1)}$ من خلال المعادلة التفاضلية لتحديد معالم النموذج (a,b) (حسين:2021; Wang,2004:369&167) كما في الخطوات التالية:

الخطوة (2)

$$\frac{\partial x_1(t)}{\partial t} + az = b \quad (3)$$

لتصبح

$$x^{(0)}(k) + az^1(k) = b \quad (4)$$

وان

$$z^{(1)}(k) = \alpha x^{(1)}(k-1) + (1-\alpha)x^{(1)}(k), k = 1, 2, \dots, n$$

اذ ان قيمة α تتراوح بين (0,1) وفي الغالب تكون 0.5،وعليه فان

$$z^{(1)}(k) = 0.5x^{(1)}(k-1) + 0.5x^{(1)}(k) \quad (5)$$

الخطوة (3)

سيتم استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) Ordinary Least Square لتقدير المعلمات (a و b) كما في معادلة (6) (Liu,et al.,2014:770).

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (6)$$

$$X = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix}; Y = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)]$$

الخطوة (4)

نحسب قيم الاستجابة الزمنية $\hat{x}^{(1)}(k)$ عن طريق تعويض قيمة كل من a و b في معادلة (7) (Wang, 2004:369).

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a}) e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (7)$$

3-2-7) عملية التوليد التراكمي العكسي Inverse Accumulated Generating Operation

بما ان نموذج التنبؤ الرمادي قد تمت صياغة باستعمال بيانات (AGO) بدل من البيانات الاصلية, وللحصول على القيم التنبؤية سنعتمد على معكوس عملية التوليد التراكمي وذلك من خلال معادلة (8) (Wu, 2019:3).

$$\hat{x}^{(0)}(k + 1) = \hat{x}^{(1)}(k + 1) - \hat{x}^{(1)}(k) \quad (8)$$

حيث ان

K=1,2,...,n والمتسلسلة ($\hat{x}^{(0)}$) نحصل عليها كالتالي:

$$\hat{x}^{(0)} = \hat{x}^{(0)}(2), \hat{x}^{(0)}(3), \dots, \hat{x}^{(0)}(n)$$

وتعرف سلسلة البواقي على النحو الآتي:

$$\varepsilon^{(0)} = [\varepsilon^{(0)}(2), \varepsilon^{(0)}(3), \dots, \varepsilon^{(0)}(n)]$$

$$\varepsilon^{(0)}(k) = X^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)}(k) \quad (9)$$

8- الجانب التطبيقي

جمعت البيانات من مديرية زراعة الصرة/قسم الانتاج النباتي للمدة(1995-2023) بهدف بناء أنموذج GM(1,1), والجدول (1) يوضح بعض المقاييس الاحصائية عن بيانات الفعلية ($X^{(0)}$) للسلسلة المدروسة.

جدول (1) بعض المقاييس الاحصائية للبيانات الدراسة

المقياس	القيمة
حجم العينة	29
الوسط الحسابي	313547.45
التباين	4416261727
الانحراف المعياري	66454.96
اعلى قيمة	460744
ادنى قيمة	180851
الوسيط	318765
الالتواء	0.032
التفطح	0.373

المصدر/ اعداد الباحث

يتضح من جدول (1) ان قيمة الوسط الحسابي بلغت(313547.45) وبتانحراف معياري (66454.96), ومعامل الالتواء (0.032) يشير الى ان منحني البيانات يميل الى اليمين, ومعامل التفطح اقل من 3 وهذا يعني ان منحني توزيع البيانات متفطح.

(1-8) تطبيق انموذج GM(1,1) على بيانات السلسلة المدروسة

1- عملية التوليد التراكمي (AGO)

الخطوة (1)

يتم تحويل البيانات الفعلية ($X^{(0)}$) الى سلسلة جديدة ($X^{(1)}$) من خلال عملية التوليد التراكمي باستخدام معادلة رقم (3) كالآتي:

$$\begin{aligned} X^{(0)} \quad X^{(1)} &\longrightarrow \\ X^{(1)}(1) &= X^{(0)}(1) = 387699 \\ X^{(1)}(2) &= X^{(1)}(1) + X^{(0)}(2) = 769832 \\ X^{(1)}(3) &= X^{(1)}(2) + X^{(0)}(3) = 1164109 \\ X^{(1)}(4) &= X^{(1)}(3) + X^{(0)}(4) = 1551748 \\ X^{(1)}(5) &= X^{(1)}(4) + X^{(0)}(5) = 1917230 \\ X^{(1)}(6) &= X^{(1)}(5) + X^{(0)}(6) = 2304884 \\ X^{(1)}(7) &= X^{(1)}(6) + X^{(0)}(7) = 2681482 \\ X^{(1)}(8) &= X^{(1)}(7) + X^{(0)}(8) = 3142226 \\ X^{(1)}(9) &= X^{(1)}(8) + X^{(0)}(9) = 3323077 \\ X^{(1)}(10) &= X^{(1)}(9) + X^{(0)}(10) = 3559248 \\ X^{(1)}(11) &= X^{(1)}(10) + X^{(0)}(11) = 3858002 \\ X^{(1)}(12) &= X^{(1)}(11) + X^{(0)}(12) = 4125534 \\ X^{(1)}(13) &= X^{(1)}(12) + X^{(0)}(13) = 4414193, X^{(1)}(14) = 4701832 \\ X^{(1)}(15) &= 4960575, X^{(1)}(16) = 5326073, X^{(1)}(17) = 562308 \\ X^{(1)}(18) &= 5945073, X^{(1)}(19) = 6230510, X^{(1)}(20) = 6505949 \\ X^{(1)}(21) &= 6762694, X^{(1)}(22) = 7099335, X^{(1)}(23) = 7435865 \\ X^{(1)}(24) &= 7770886, X^{(1)}(25) = 8107351, X^{(1)}(26) = 8319909 \\ X^{(1)}(27) &= 8520474, X^{(1)}(28) = 8771254, X^{(1)}(29) = 9092876 \end{aligned}$$

الخطوة (2)

اولاً سنطبق معادلة رقم (5) لاجاد $Z^{(1)}(k)$ وستكون القيم المتولدة الجديدة كالآتي، ثم نطبق معادلة رقم (4) لحل المعادلة التفاضلية لأنموذج GM(1,1).

$$\begin{aligned} Z^{(1)}(2) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] = 578765.5 \\ Z^{(1)}(3) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] = 966970.5 \\ Z^{(1)}(4) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(3) + X^{(1)}(4)] = 1357928.5 \\ Z^{(1)}(5) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(4) + X^{(1)}(5)] = 1734489 \\ Z^{(1)}(6) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(5) + X^{(1)}(6)] = 2111057 \\ Z^{(1)}(7) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(6) + X^{(1)}(7)] = 2493183 \\ Z^{(1)}(8) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(7) + X^{(1)}(8)] = 2911854 \\ Z^{(1)}(9) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(8) + X^{(1)}(9)] = 3232651.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z^{(1)}(10) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(9) + X^{(1)}(10)] = 3441162.5 \\
 Z^{(1)}(11) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(10) + X^{(1)}(11)] = 3708625 \\
 Z^{(1)}(12) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(11) + X^{(1)}(12)] = 3991768 \\
 Z^{(1)}(13) &= \frac{1}{2}[X^{(1)}(12) + X^{(1)}(13)] = 4269863.5, Z^{(1)}(14) = 4558012.5 \\
 Z^{(1)}(15) &= 4831203.5, Z^{(1)}(16) = 5143324, Z^{(1)}(17) = 2944190.5 \\
 Z^{(1)}(18) &= 3253690.5, Z^{(1)}(19) = 6087791.5, Z^{(1)}(20) = 6368229.5 \\
 Z^{(1)}(21) &= 6634321.5, Z^{(1)}(22) = 6931014.5, Z^{(1)}(23) = 7267600 \\
 Z^{(1)}(24) &= 7603375.5, Z^{(1)}(25) = 7939118.5, Z^{(1)}(26) = 8213630 \\
 Z^{(1)}(27) &= 8420191.5, Z^{(1)}(28) = 8645864, Z^{(1)}(29) = 8932065
 \end{aligned}$$

الخطوة(3)

سيتم استعمال طريقة (OLS) لتقدير معلمات الأنموذج الرمادي GM(1,1) وهي (a,b) من خلال تطبيق معادلة

رقم(6) بالاعتماد على قيم $Z^{(1)}(k)$ وبذلك تكون مصفوفة X و Y كالآتي.

$$Y = \begin{bmatrix} 382133 & 394277 & 387639 & 365482 & 387654 & 376598 & 460744 \\ 180851 & 236171 & 29875 & 267532 & 288659 & 287639 & 258743 \\ 365498 & 300235 & 318765 & 285437 & 275439 & 256745 & 336641 \\ 336530 & 335021 & 336465 & 212558 & 200565 & 250780 & 321622 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} -578765.5 & 1 \\ -966970.5 & 1 \\ -1357928.5 & 1 \\ -1734489 & 1 \\ -2111057 & 1 \\ -2493183 & 1 \\ -2911854 & 1 \\ -3232651.5 & 1 \\ -3441162.5 & 1 \\ -3708625 & 1 \\ -3991768 & 1 \\ \cdot & \\ \cdot & \\ \cdot & \\ -8932065 & 1 \end{bmatrix}$$

وحسب معادلة رقم (6) نحصل على قيمه (a,b) كالآتي:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.012 \\ 369767.204 \end{bmatrix}$$

الخطوة(4)

حساب قيم الاستجابة الزمنية $\hat{X}^{(1)}(k)$ من خلال استعمال معادلة رقم(7) ونتائج كالآتي:

$$\hat{X}^{(1)}(1) = X^{(0)}(1) = 387699$$

$$\hat{X}^{(1)}(2) = \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012} + \frac{369767.204}{0.012} = 750631.8637$$

$$\begin{aligned}\hat{X}^{(1)}(3) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(2)} + \frac{369767.204}{0.012} = 1109235.56 \\ \hat{X}^{(1)}(4) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(3)} + \frac{369767.204}{0.012} = 1463561.728 \\ \hat{X}^{(1)}(5) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(4)} + \frac{369767.204}{0.012} = 1813661.392 \\ \hat{X}^{(1)}(6) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(5)} + \frac{369767.204}{0.012} = 2159584.967 \\ \hat{X}^{(1)}(7) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(6)} + \frac{369767.204}{0.012} = 2501382.266 \\ \hat{X}^{(1)}(8) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(7)} + \frac{369767.204}{0.012} = 2839102.509 \\ \hat{X}^{(1)}(9) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(8)} + \frac{369767.204}{0.012} = 3172794.328 \\ \hat{X}^{(1)}(10) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(9)} + \frac{369767.204}{0.012} = 3502505.775 \\ \hat{X}^{(1)}(11) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(10)} + \frac{369767.204}{0.012} = 3828284.923 \\ \hat{X}^{(1)}(12) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(11)} + \frac{369767.204}{0.012} = 4150176.903 \\ \hat{X}^{(1)}(13) &= \left(387699 - \frac{369767.204}{0.012}\right) e^{-0.012(12)} + \frac{369767.204}{0.012} = 4468229.85 \\ \hat{X}^{(1)}(14) &= 4782489.543, \hat{X}^{(1)}(15) = 5092999.517, \hat{X}^{(1)}(16) = 5399806.205 \\ \hat{X}^{(1)}(17) &= 5702953.215, \hat{X}^{(1)}(18) = 6002484.2, \hat{X}^{(1)}(19) = 6298442.293 \\ \hat{X}^{(1)}(20) &= 6590870.114, \hat{X}^{(1)}(21) = 6879809.771, \hat{X}^{(1)}(22) = 7165302.873 \\ \hat{X}^{(1)}(23) &= 7447390.532, \hat{X}^{(1)}(24) = 7726113.368, \hat{X}^{(1)}(25) = 8001511.518 \\ \hat{X}^{(1)}(26) &= 8273624.64, \hat{X}^{(1)}(27) = 8542491.918, \hat{X}^{(1)}(28) = 8808152.07 \\ \hat{X}^{(1)}(29) &= 9070643.352, \hat{X}^{(1)}(30) = 9330003.562\end{aligned}$$

الخطوة(5)

نحسب قيم التنبؤ النهائية $(\hat{X}^{(0)})$ من خلال عكس عملية التوليد التراكمي، وهذا يتم من خلال تطبيق معادلة رقم (8) وكالاتي:

$$\hat{X}^{(0)}(1) = \hat{X}^{(1)}(1) = 387699$$

$$\hat{X}^{(0)}(2) = \hat{X}^{(1)}(2) - \hat{X}^{(1)}(1) = 750631.8637 - 387699 = 362932.864$$

$$\hat{X}^{(0)}(3) = \hat{X}^{(1)}(3) - \hat{X}^{(1)}(2) = 1109235.56 - 750631.8637 = 358603.696$$

$$\hat{X}^{(0)}(4) = \hat{X}^{(1)}(4) - \hat{X}^{(1)}(3) = 1463561.728 - 1109235.56 = 354326.168$$

$$\hat{X}^{(0)}(5) = \hat{X}^{(1)}(5) - \hat{X}^{(1)}(4) = 1813661.392 - 1463561.728 = 350099.664$$

$$\hat{X}^{(0)}(6) = \hat{X}^{(1)}(6) - \hat{X}^{(1)}(5) = 2159584.967 - 1813661.392 = 345923.575$$

$$\hat{X}^{(0)}(7) = \hat{X}^{(1)}(7) - \hat{X}^{(1)}(6) = 2501382.266 - 2159584.967 = 341797.299$$

$$\hat{X}^{(0)}(8) = \hat{X}^{(1)}(8) - \hat{X}^{(1)}(7) = 2839102.509 - 2501382.266 = 337720.243$$

$$\hat{X}^{(0)}(9) = \hat{X}^{(1)}(9) - \hat{X}^{(1)}(8) = 3172794.328 - 2839102.509 = 333691.819$$

$$\hat{X}^{(0)}(10) = \hat{X}^{(1)}(10) - \hat{X}^{(1)}(9) = 3502505.775 - 3172794.328 = 329711.447$$

$$\hat{X}^{(0)}(11) = \hat{X}^{(1)}(11) - \hat{X}^{(1)}(10) = 3828284.923 - 3502505.775 = 325779.148$$

$$\hat{X}^{(0)}(12) = \hat{X}^{(1)}(12) - \hat{X}^{(1)}(11) = 4150176.903 - 3828284.923 = 321891.98$$

$$\hat{X}^{(0)}(13) = \hat{X}^{(1)}(13) - \hat{X}^{(1)}(12) = 4468229.85 - 4150176.903 = 318052.947$$

$$\hat{X}^{(0)}(14) = 314259.693 , \hat{X}^{(0)}(15) = 310509.974 , \hat{X}^{(0)}(16) = 306806.688$$

$$\hat{X}^{(0)}(17) = 303147.01 , \hat{X}^{(0)}(18) = 299530.985 , \hat{X}^{(0)}(19) = 295958.093$$

$$\hat{X}^{(0)}(20) = 292427.821 , \hat{X}^{(0)}(21) = 288939.771 , \hat{X}^{(0)}(22) = 285493.102$$

$$\hat{X}^{(0)}(23) = 282087.659 , \hat{X}^{(0)}(24) = 278722.836 , \hat{X}^{(0)}(25) = 275398.15$$

$$\hat{X}^{(0)}(26) = 272113.112 , \hat{X}^{(0)}(27) = 268867.278 , \hat{X}^{(0)}(28) = 265660.152$$

$$\hat{X}^{(0)}(29) = 262491.282 , \hat{X}^{(0)}(30) = 259360.21$$

تمثل قيمة $\hat{X}^{(0)}(30)$ هي قيمة التنبؤ بإنتاج محصول الطماطة في البصرة لعام 2024 والتي تبلغ (259360.21) اي ما يقارب (259360) طن.

ولحساب سلسلة البواقي نتبع معادلة رقم(9) والجدول رقم (2) يبين قيم البواقي.

استعمال نموذج التنبؤ الرمادي GM (1,1) مع تطبيق عملي

جدول (2) بيانات السلسلة الفعلية ($X^{(0)}$) والقيم التنبؤية ($\hat{X}^{(0)}$) والبواقي $\varepsilon^{(0)}$ ومعلمات النموذج

$\varepsilon^{(0)}$	$\hat{X}^{(0)}$	$X^{(0)}$	السنة
0	387699	387699	1995
19200.136	362932.864	382133	1996
35673.304	358603.696	394277	1997
33312.832	354326.168	387639	1998
15382.336	350099.664	365482	1999
41730.425	345923.575	387654	2000
34800.701	341797.299	376598	2001
123023.757	337720.243	460744	2002
-152840.819	333691.819	180851	2003
-93540.447	329711.447	236171	2004
-27025.148	325779.148	298754	2005
-54359.98	321891.98	267532	2006
-29393.947	318052.947	288659	2007
-26620.693	314259.693	287639	2008
-51766.974	310509.974	258743	2009
58691.312	306806.688	365498	2010
-2912.01	303147.01	300235	2011
19234.015	299530.985	318765	2012
-10521.093	295958.093	285437	2013
-16988.821	292427.821	275439	2014
-32194.771	288939.771	256745	2015
51147.898	285493.102	336641	2016
54442.341	282087.659	336530	2017
56298.164	278722.836	335021	2018
61066.85	275398.15	336465	2019
-59555.112	272113.112	212558	2020
-68302.278	268867.278	200565	2021
-14880.152	265660.152	250780	2022
59130.718	262491.282	321622	2023
a= 0.012	b= 369767.204	معلمات النموذج	
طن (259360)		قيمة التنبؤ 2024	

المصدر/ اعداد الباحث استناداً لنتائج برنامج matlab2020

نلاحظ من جدول رقم (2) ان قيمة معلمات النموذج الرمادي والتي استخرجت بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية فقد بلغت قيمة معلمة الميل ($b=369767.204$) وقيمة الثابت ($a=0.012$). كما تم التنبؤ بالمحصول لعام 2024 تقريباً (259360) طن. وتم حساب قيمة البواقي من خلال اخذ الفرق بين القيم الاصلية للسلسلة مع القيم التقديرية لسلسلة ذاتها.

الاستنتاجات Conclusions

تظهر نتائج تطبيق النموذج الرمادي $GM(1,1)$ ينتج نتائج تقديرية أكثر انسجاماً و أفضل مع القيم الاصلية للسلسلة، ولكن قيم البواقي تبتعد عن القيم الاصلية. اثبت أنموذج $GM(1,1)$ قدرته على التنبؤ بكمية محصول الطماطة المتوقعة في محافظة البصرة وتقدر (259360) طن في عام 2024، وستساعد النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق أنموذج التنبؤ الرمادي في اخذ التدابير الاحتياطية للوقاية من التقلبات المستمرة للطقس من درجة الحرارة والرطوبة فضلاً عن ملوحة المياه التي ستؤثر على المحصول الناتج . وكما يعد أنموذج GM نموذج سهل وبسيط في التنبؤات المستقبلية للسلاسل الزمنية.

10- التوصيات Recommendations

- 1- يقترح الباحث دراسة نماذج النظام الرمادي وذلك لكفاءة وقدرة على التنبؤات المستقبلية في مختلف المجالات الصناعية والصحية والزراعية وغيرها.
- 2- يقترح الباحث استخدام أنموذج التنبؤ الرمادي $GM(1,1)$ مع نموذج ARCH في السلاسل الزمنية.
- 3- نقترح على الباحثين عند استعمال نماذج التنبؤات الرمادية ان يستعملون معه احد نماذج التنبؤات الرمادية المعدلة للبواقي، بهدف زيادة دقة التنبؤ ومعالجة البواقي.

المصادر العربية

- 1- ريم, صاحبي(2015). استخدام نماذج arima في التنبؤ بالطلب على المنتجات – دراسة حالة لتعاونية الحبوب والبقول الجافة لولاية ام البواقي. رسالة ماجستير, كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير/جامعة ام البواقي/الجزائر.
- 2- العامري, عامر عبد اللطيف والصباغ, عزام عبد الوهاب(2018). اثر راس المال البشري في التنبؤ بالطلب باستخدام اساليب التنبؤ النوعية- دراسة تطبيقية.مجلة بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة, العدد الرابع والخمسون, 31-62.
- 2- الكلابي, صفاء مجيد(2018). استعمال بعض طرائق التنبؤ المختلفة لتحليل اعداد المصايين بالاورام الخبيثة. رسالة ماجستير, كلية الادارة والاقتصاد/ جامعة كربلاء.
- 3- محمد, فراس احمد وسليم, نور(2018). مقارنة بعض طرائق تقدير انموذج GM(1,1) بوجود بيانات مفقودة مع تطبيق عملي.مجلة الاقتصاد والعلوم الادارية, المجلد 24, العدد 103, 420-437.
- 4- محمود, اسيل سمير محمد (2005). مقارنة بين طرائق تحليل وتنبؤ السلاسل الزمنية وتطبيقها على مبيعات الشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد ، اطروحة دكتوراه، كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد.

المصادر الاجنبية

- 1- Asrari, A. & Javan,D. & Javidi,M. & Monfared,M.(2012). Application of Gray-Fuzzy-Markov Chain Method for Day-Ahead Electric Load Forecasting, Przeglad Elektrotechniczny, pp.228-237.
- 2-Benítez,R. & Paredes,R. & Lodewijks,G. & Nabais,J. (2013). Damp trend Grey Model forecasting method for airline industry.An International Journal Expert Systems with Applications 40, pp.4915-4921.
- 3-Boran,F.E.(2015). Forecasting Natural Gas Consumption in Turkey Using Grey Prediction.Jornal of Economics, Planning, and Policy, Vol.(10),No.2, pp. 208-213.
- 4-Chia-Nan,W. & Ty,N.(2013). Forecasting The Manpower Requirement in Vietnamese Tertiary Institutions. Asian Journal of Empirical Research, Vol(3), No.5, pp.563-575.
- 5-Gao,J.&Li,J.&Wang,M.(2020). Time series analysis of cumulative incidences of typhoid and paratyphoid fevers in China using both Grey and SARIMA models. Journal PloS one, Vol.(15),No. 10, pp.1-14.
- 6-Hong-hu,Y.&Yao,D.&Yu,W.(2021). Grey prediction analysis of cutoff wall affected by construction effect. E3S Web of Conferences 293, pp.1-4.
- 7-Huang,D. & Deng,Zh. & Zhao,L. & Mi,B.(2017). A Short-term Traffic Flow Forecasting Method Based on Markov Chain and Grey Verhulst Model. IEEE 6th Data Driven Control and Learning Systems Conference. Chongqing, China, pp.606-610.
- 8-Kuang,K. & Hipel,K. & Kilgour,D. & Bashar,M.(2013). A Case Study of Grey-based Preference in a Graph Model for Conflict Resolution with Two Decision Makers. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.2037-2041.
- 9-Li,G. & Masuda,S & Nagai,M.(2015). Predictor design using an improved grey model in control systems. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 28, No. 3, pp.297–306.

- 10- Li,G. & Yamaguchi,D. & Nagai,M.(2006). Non-Equidistance Grey Model Based on Grey Interval Weighting Accumulated Generating Operation,Jornal Technologies & Applications,pp.1-7.
- 11- Liu,X. & Peng,H. & Bai,Y. & Zhu,Y. & Liao,L.(2014). Tourism Flows Prediction Based on an Improved Grey GM(1,1) Model, Procedia - Social and Behavioral Sciences 138 ,pp. 767 – 775.
- 12-Liu,S. & Yang,Y. & Xie,N. & Forrest,J.(2016). New progress of Grey System Theory in the new millennium.Jornal Emerald Insight, Vol. 6 Iss 1, pp. 2 – 31.
- 13- Tan,X. & Xu,J. & Li,F. & Wu,M. & Chen,D. & Liang,Y.(2022). Improved GM (1,1) Model by Optimizing Initial Condition to Predict Satellite Clock Bias,Jornal Mathematical Problems in Engineering,pp.1-10.
- 14-Wang, Chao- Hung(2004). Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory, Tourism Management 25,pp. 367–374.
- 15- Wu,C. & Zhang,Z. & Zhang,S.(2019). Price Forecast of Building Materials Based on GM (1,1) Model, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 612,pp.1-6.
- 16-Yang,X.&Zou,P.&Kong,M.&Phd,G.(2018). The analysis of GM (1, 1) grey model to predict the incidence trend of typhoid and paratyphoid fevers in Wuhan City, China.jornal Medicine (Baltimore) ,Vol.(97),No.34,pp.1-5.
- 17-Zeng,B. & Duan,H. & Baia,Y. & Meng,W.(2018). Forecasting the output of shale gas in China using an unbiased grey model and weakening buffer operator,Jornal Energy,Vol.3,No.45,pp.1-26.
- 18- Zhou,P. &Ang,B. & Poh,K.(2006). A trigonometric grey prediction approach to forecasting electricity demand,Jornal Energy 31,pp. 2839–2847.