استخدام نماذج التمهيد الأسى في التنبؤ بإنتاج محصولي القمح والفول

THE USE OF EXPONENTIAL SMOOTHING MODELS TO PREDICT THE PRODUCTION OF WHEAT AND BEAN CROPS

إعداد

رانيا فكري محمود

Rania Fikry Mahmoud

سحر عبد السلام إبراهيم

Sahar Abdel Salam Ibrahim

باحث اول- المعمل المركزي لبحوث التصميم والتحليل الإحصائي- مركز البحوث الزراعية

Doi: 10.21608/asajs.2022.212778

استلام البحث : ٥ / ١١ /٢٠٢١ قبول النشر: ٢١ / ١١ / ٢٠٢١

محمود ، رانيا فكري و إبراهيم ، سحر عبد السلام (٢٠٢٢). استخدام نماذج التمهيد الأسى في التنبؤ بإنتاج محصولي القمح والفول. ***المجلة العربية للعلوم الزراعية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، ٥ (١٣) ، ١- ٢٢.

استخدام نماذج التمهيد الأسى في التنبؤ بإنتاج محصولي القمح والفول

المستخلص:

استهدفت الدراسة التنبؤ بإنتاج محصولي القمح والفول بالاستعانة بالسلسلة الزمنية لإنتاج محصولي القمح والفول خلال الفترة (١٩٨٧- ٢٠١٩) والتي أخذت سياقاً عشوائياً غير مستقر حيث أظهر اختبار ***Durban Watson*** للكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية موضع الدراسة وأظهرت دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي أيضا وجود مشكلة الارتباط الذاتي بين البواقي، وأن استخدام نماذج التمهيد الآسي ***Smoothing models*** وهي احد نماذج معالجة السلاسل الزمنية للتنبؤ بكفاءة عالية بإنتاج محصولي القمح والفول، وأن النموذج الأفضل من بين النماذج التي اقترحت في هذه الدراسة للتنبؤ بمحصول القمح والفول هو نموذج التمهيد الآسي المزدوج(هولت) ***Double Exponential Smoothing(DES)*** حيث يقدر التنبؤ بالإنتاج لمحصول القمح بنحو ٥٧٤٩٥، ٥٧٠٠٥، ٥٦٥١٥، ٥٦٠٢٥ ألف إردب خلال الفترة (٢٠٢٢- ٢٠٢٥) على الترتيب، فى حين يقدر التنبؤ بأنتاج محصول الفول بنحو ٦٨٦، ٦٥٢، ٦١٨، ٥٨٥ ألف إردب خلال الفترة (٢٠٢٢- ٢٠٢٥) علي الترتيب . وتوصي الدراسة باستخدام نماذج التمهيد الآسي كأحد الطرق لمعالجة عدم استقرار السلاسل الزمنية، مع الأخذ في الاعتبار التنبؤات التي تعطيها النماذج المقترحة لوضع الخطط المستقبلية لمواجهة القصور في إنتاج محصولي القمح والفول موضع الدراسة، وكذلك تطبيق هذه النماذج على المزيد من المحاصيل الإستراتيجية الهامة.

ABSTRACT

The study aimed to predict the production of wheat and bean crops using the time series for the production of wheat and bean crops during the period (1987 - 2019), which took a random, unstable context. Durban Watson test was used to verify the autocorrelation between the residuals in the time series under study where the autocorrelation function and partial autocorrelation function showed the existence of the problem of autocorrelation between the residuals. Using the Exponential smoothing models, which is one of the time-series processing models showed high efficiency to predict the production of wheat and bean crops. The best model among the models

proposed in this study to predict the yield of wheat and beans was the Double Exponential Smoothing (Holt), where the prediction production for wheat crop is estimated at 57495, 57005, 56515 and 56025 thousand ardeb during the period (2022-2025), respectively. The prediction for the production of bean crop is estimated at 686, 652, 618, 585 thousand ardeb during the period (2022-2025), respectively. The study recommends using exponential smoothing models as one of the ways to address the instability of time series, taking into account the predictions given by the proposed models to develop future plans to face the shortfall in the production of the wheat and bean crops under study, as well as applying these models to more important strategic crops.

تمهيد:

يعد التنبؤ منهجا علميا يمكن أن يساعد متخذي القرارات سواء كانت اقتصادية أو غير اقتصادية في اتخاذ قراراتهم المستقبلية بدرجة كبيرة من الدقة، وبالتالي يمكن إتباع أدوات هذا المنهج بحذر وبدقة في التخطيط المستقبلي، أي أن التنبؤ يعتبر من بين أهم الأساليب العلمية التي يمكن استخدامها في التخطيط ورسم السياسات الزراعية المستقبلية، ويعتبر محصولي القمح والفول من أهم المحاصيل الإستراتيجية في النمط الغذائي المصري (محصول الحبوب ومحصول البقوليات) وأيضاً من أهم المحاصيل التي تنال اهتمام صانعي السياسات الاقتصادية، ويزرع القمح بمعظم محافظات مصر وتحتل مساحته نحو ٣,٢ مليون فدان عام ٢٠١٩، حيث يبلغ الإنتاج نحو ٥٨,٨ مليون إردب عام ٢٠١٩، ويزرع الفول في محافظات مصر وتحتل مساحته نحو ٦٩,٨ إلف فدان عام ٢٠١٩، حيث يبلغ الإنتاج نحو ٨٠٠ ألف إردب عام ٢٠١٩، لذلك فإن للتنبؤ بكمية الإنتاج من محصولي القمح والفول دوراً هاماً في عملية اتخاذ القرارات لما له من رؤية مستقبلية ومن هنا تأتي أهمية إيجاد نموذج مناسب يوافق البيانات المتوفرة لدى الباحث حيث يحتاج ذلك إلى الكثير من البحث والخبرة، وتعتبر طرق التمهيد الأسى إحدى الأساليب التي يمكن بواسطتها التنبؤ بالقيم المستقبلية والغرض من التمهيد الأسى عموماً هو محاولة تقليل التغايرات في قيم السلسلة حول خط المنحني والذي يمثل النمط العام.

مشكلة الدراسة:

تتمثل مشكلة الدراسة في كيفية التوصل إلي انسب وأفضل النماذج الإحصائية الحديثة، حيث أن معظم السلاسل الزمنية تكون غير مستقرة مما ينعكس سلباً على دقة التنبؤ، وبالتالي ارتفاع درجة المخاطرة في القرارات المتعلقة بالمستقبل ولذلك فإن دقة التقديرات تتطلب الحصول على نماذج تنبؤ لبيانات السلاسل الزمنية يكون لها المقدرة على تصوير الواقع ودقة عالية في التنبؤات المستقبلية لاستخدامها في التنبؤ بإنتاج محصولي القمح والفول من حيث جودة تمثيل البيانات للمعالم المقدرة منها، بحيث يتدني متوسط مربعات الأخطاء إلي ادني درجة ممكنة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلي التعريف بنموذجي التنبؤ الإحصائي (*Smoothing models*) والمفاضلة بين أنواعه بواسطة مجموعة من المعايير وتطبيق هذه النماذج علي السلاسل الزمنية لإنتاج محصولي القمح والفول، بهدف بناء أفضل نموذج قياسي للتنبؤ بالإنتاج في المدى القصير عن طريق الحصول علي سلسلة زمنية مستقرة، بما يفيد في رسم السياسات ووضع الخطط الاقتصادية للدولة مستقبليا.

الطريقة البحثية ومصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة علي أسلوب التحليل الكمي للسلاسل الزمنية باستخدام نموذجي التمهيد وهما:

١- نموذج التمهيد الآسي المفرد (*Single Exponential Smoothing (SES*

٢- نموذج التمهيد الآسي المزدوج (هولت)(*Double Exponential Smoothing(DES*

وتتم المقارنة بين جودة ملائمة هذه النماذج بواسطة مجموعة من المعايير وهي (متوسط مربع الانحراف *MSD*، متوسط مطلق الانحراف *MAD*، متوسط نسبة الخطأ المطلق *MAPE*) ، وقد تم الاستعانة بالبيانات الرسمية المنشورة بوزارة الزراعة واستصلاح الأراضي لإنتاج محصولي القمح والفول للفترة من (١٩٨٧-٢٠١٩)

نماذج التمهيد:

يقصد بالتمهيد محاولة تقليل التغيرات في قيم السلسلة حول خط المنحني الذي يمثل النمط العام للسلسلة ، ويعتمد التمهيد الآسي علي حساب ما يعرف بالمتوسط المتحرك *Moving Average* كوسيلة تمهيد او تنعيم، وهو عبارة عن سلسلة من المتوسطات الحسابية لقيم متتالية من السلسلة تتحرك علي طول زمن السلسلة لتشكل سلسلة جديدة، وتأثير المتوسط المتحرك التمهيدي يعتمد علي ترتيبه، فكلما زاد ترتيبه كلما أنتج سلسلة أفضل تمهيدا(تنعيما) ولكن زيادة ترتيب المتوسط

تأتي علي حساب طول السلسلة،فكلما زادت قيمة الترتيب كلما تقلص طول السلسلة المتكونة من قيم المتوسط المتحرك، وكلما زاد طول الفترة زادت درجة التنعيم ولكن ربما علي حساب درجة خطأ التوقع، وأيضا المتوسط المتحرك لا يعتمد إلا على قيم الفترة الأخيرة في السلسلة مهملا جميع قيم الفترات السابقة ويعطي كل قيم الماضية وزنا واحدا والقيمة المستقبلية تتأثر بشكل اكبر بالقيمة الأقرب لها (الأحدث) ولعلاج عيوب المتوسط المتحرك ظهر أسلوب التنعيم أو التمهيد الآسي.

والتمهيد الآسي يعتمد على جميع القيم السابقة بناء علي مايسمي المتوسط المتحرك الموزون ***Weighted Moving Average*** والذي يستخدم معامل معين(يطلق علية الفا) هو قيمته بين الصفر والواحد الصحيح. ويتميز نموذج التمهيد الآسي عن المتوسط المتحرك باشتراك جميع القيم السابقة للسلسلة في التوقع.ومسمي الآسي يعنى أن المعاملات تتناقص بحسب تأثير قوة آسية.

تتميز

هناك مجموعة من الخصائص تتميز بها هذه الطريقة وهي ***(Makridakis&wheel,1978 pl5)***

١-كلفتها قليلة.

٢-سهولة تطبيقها.

٣-سرعة الحصول علي النتائج.

ان هذه الخصائص تجعل من هذه الطرق مرغوبة بوجه خاص عندما يزداد التنبؤ بعدد كبير من المفردات ، وتنقسم النماذج المحددة الي نوعين من النماذج هما:

اولا:نماذج المتوسطات المتحركة*Moving Average Models*:

من عيوب الوسط الحسابي كوسيلة للتنبؤ الحاجة الي عدد كبير من البيانات وخاصة عندما يكون هناك بيانات سلسلة زمنية،وان حجم البيانات يزداد كلما مرالوقت، وبالتالي تتوفر بيانات جديدة يجب تضمينها في عملية حساب الوسط الحسابي، وان عملية تراكم البيانات بهذه الطريقة تخلق مشكلة تخزين البيانات وكذلك مشكلة الحساب خاصة عندما تكون هناك حاجة للتنبؤ بعدد كبير من المفردات، ومن اجل التغلب عن هذه المشاكل يتم اللجوء الي اسلوب استعمال عدد ثابت من البيانات لاجل حساب الوسط الحسابي، ان هذا الاسلوب يمكننا من الحصول علي سلسلة من الاوساط والتي يطلق عليها(الاوساط المتحركة).

١-المتوسط المتحرك المفرد *Single moving average*:

يتضمن اسلوب الاوساط المتحركة اخذ مجموعة من قيم المشاهدة لايجاد وسطها الحسابي تم استعمال هذا الوسط كتنبؤ للفترة القادمة، وان عدد قيم المشاهدة الذي يتم استعمالها لايجاد ذلك الوسط الحسابي يجب تحديده، ويتم استعمال الوسط الحسابي

الجديد لتنبؤ للفترة القادمة، وبهذا يكون عدد المشاهدات المستعملة في عملية التنبؤ ثابتا بصورة دائمة.

معادلة التنبؤ بواسطة المتوسط المتحرك المفرد الاتي:

$$F_{(t+1)} = \frac{X_t}{N} - \frac{X_{(t-N)}}{N} + F_t$$

N تمثل عدد المشاهدات

X_t تمثل احدث قيمة

٢-الاوساط المتحركة الخطية *Liner Moving Averages*

من اجل تجنب الاخطاء النظامية التي تحدث عند استعمال الاوساط المتحركة مع بيانات ذات اتجاه معين ***Trend*** يتم اللجوء عادة الي طريقة الاوساط المتحركة الخطية تعتمد هذه الطريقة علي حساب اوساط حسابية متحركة للاوساط الحسابية المحسوبة ، ويلاحظ علي هذه الاوساط المضاعفة هو ان الفروق بين القيم الفعلية والاوساط المتحركة الاحادية هي نفس قيمة الفروق بين الاوساط المتحركة المضاعفة وبالتالي حساب التنبؤ بواسطة هذه الطريقة كالاتي:

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_{t-m}$$

حيث m تمثل عدد الفترات الزمنية المستقبلية التي يراد لها التنبؤ حيث ان (a_t) يجعل التنبؤ مساويا للقيمة الواقعية في الوقت الحاضر (t)

١-نموذج التمهيد الآسي المفرد *Single Exponential Smoothing (SES)*

تمتاز هذه الطريقة بقلة الحسابات حيث تكون مفيدة عندما يتم التنبؤ لعدد كبير من المشاهدات وتأخذ هذه الطريقة التنبؤ للفترة السابقة ويعاب عليه أن التنبؤ يكون لسنة واحدة فقط ويتم التنبؤ بموجب المعادلة الآتية :

$$F_{t+m} = \alpha y_t + (1-\alpha)F_t$$

حيث:

α = المعلمة المستخدمة لتحديد أوزان البيانات حيث $0 \langle \alpha \leq 1$.

y_{t+m} = قيمة المتغير Y المتنبأ به عند الفترة (t+m).

y_t =, قيمة الظاهرة الأصلية عند الفترة (t)

F_t = القيمة التنبؤية للمتغير عند الفترة (t)

t =تعبر عن طول السلسلة الزمنية.

ومن المعلوم أن قيمة معامل التمهيد α تلعب دوراً فى مقدار التنبؤ وفى تقليل قيمة الخطأ ويتم إيجاد هذا النموذج بطريقتين:

أ - أسلوب المحاولة والخطأ:

يعتمد هذا الأسلوب على إعطاء قيم مختلفة لمعامل التمهيد الأسى (α) بطريقة تجريبية حيث يتم اختيار قيمة (α) التي تجعل مجموع مربع انحرافات الخطأ أقل ما يمكن

$$Q(\alpha) = \Sigma(y_{t+1} - \hat{y}_{t+1})^2 = Min$$

ويتم حساب الكمية $Q(\alpha$ (باستخدام قيم مختلفة ل(α) مبتدئين ب ٠,١ ثم زيادتها ثم نختار قيمة (α) التي تقابل أقل قيمة $Q(\alpha$ (وعادة تكون القيمة المثلى ل (α) بين ٠,١ و ٠,٣

ب- تقدير معامل التمهيد باستخدام النسبة الملائمة اللازمة:

تستخدم هذه الطريقة معامل تمهيد متغير وتسمى (ARRSES) وهى اختصار ل Adaptive Response Rate Simple Exponenntial Smoothing

وتهدف هذه الطريقة تغير قيمة (α) بشكل يتناسب نمط بيانات السلسلة الأصلية وتعتبر هذه الطريقة مفيدة في التطبيق العملي عندما تكون قيم السلسلة كبيرة وعندما لا تحتوى على تغيرات موسمية ولا اتجاه عام وتكون المعادلة على النحو التالي:

$$F_{t+1} = a_t X_t + (1-\alpha_t)F_t$$

حيث:

α = المعلمة المستخدمة لتحديد أوزان البيانات حيث $0 \langle \alpha \leq 1$.

X_t = قيمة الظاهرة الأصلية عند الفترة (t)

F_t = القيمة التنبؤية للمتغير عند الفترة (t)

t =تعبر عن طول السلسلة الزمنية.

٢- نموذج التمهيد الآسي المزدوج

تعطى أوزان نسبية متناقصة لبيانات السلسلة الزمنية، وتستخدم فيها طريقة المتوسطات المتحركة الخطية عند استخدامها للتنبؤ، وكذلك تستخدم في كثير من الحالات لتعويض الفترات الزمنية المفقودة في الحساب عند استخدام المتوسطات المتحركة وتشمل:

أ- طريقة (*هولت*) ***(DES)*** ***Double Exponential Smoothing*** طريقة هولت للتمهيد الآسي لا تستخدم معادلة التمهيد الآسي المزدوج الخطية، حيث تقوم بتمهيد القيم الاتجاهية باستخدام معلم مختلف عن المعلم المستخدم في السلسلة الأصلية، كما تعتمد علي تقدير معاملات النموذج α ، β بقيمة تتراوح بين الصفر

والواحد الصحيح، وعند استخدام نموذج هولت للتنبؤ لابد من توافر ثابتين للتنعيم وكذلك ثلاث معادلات كما يلي:

$$S_t = \alpha y_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \ldots\ldots 1$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta) b_{t-1} \ldots\ldots 2$$

$$F_{t+1} = S_t + .b_t .m \ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

حيث أن:

s_t = تمثل قيمة الظاهرة بعد تمهيدها

ay_t = تمثل قيمة الظاهرة الراجعة للاتجاه من الفترة b_{t-1} للقيمة الأخيرة بعد تمهيدها s_{t-1} وذلك باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد

b_1 = تمثل قيمة الاتجاه بعد تعديلها

β = تمثل قيمة المعلمة التي تخلص من العشوائية المتبقية وذلك بعد تعديلها باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد

$f_{t+m} = S_t + b_t(m)$ تمثل معادلة التنبؤ بالقيم الاتجاهية b_1 مضروبة في عدد الفترات المراد التنبؤ بها m ثم إضافتها لقيمة s_t بعد تمهيدها باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد

المعادلة(١) لحساب S_t تتكون من جزئيين، جزء راجع إلي الاتجاه من الفترة السابقة (b_{t-1}) وذلك بإضافتها للقيمة الأخيرة التي تم تنعيمها (S_{t-1}) والجزء الثاني راجع إلي قيمة الظاهرة في نفس الفترة y_t وذلك باستخدام طريقة التمهيد الآسي المفرد ***Single Exponential Smoothing***

المعادلة(٢) لإيجاد قيم b_t للاتجاه وذلك لتعديل الاتجاه والذي يظهر كفرق بين أخر قيمتين ثم تنعيمها $(S_t - S_{t-1})$ وذلك باستخدام طريق التمهيد الآسي المفرد ***SES***.

المعادلة (٣) تستخدم للتنبؤ بالقيم ويكون فيها الاتجاه b_t مضروبا في عدد الفترات الزمنية المراد التنبؤ بها (m) ثم إضافتها إلي قيم S_t

وتعتبر طريقة هولت مناسبة في حالة وجود بيانات بها اتجاه

ب- تمهيد براون الأسى الخطى ذو المعلمة الواحدة:

تعطى أوزان نسبية متناقصة لبيانات السلسلة الزمنية، وهى تفضل عن طريقة المتوسطات المتحركة الخطية عند استخدامها للتنبؤ، وتكون الصيغة الرياضية لنموذج براون الخطى على الصورة التالية:

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m)$$

حيث:

a_t، b_t يمثلان معالم النموذج

m تمثل الفترة الزمنية المراد التنبؤ بها

ويمكن تقدير قيم a_t، b_t من خلال المعادلات التالية:

$$a_t = 2\bar{S}_t - \bar{\bar{S}}_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(\bar{S}_t - \bar{\bar{S}}_t)$$

حيث أن:

$\bar{S}_t$ = تمثل قيمة التمهيد الأسى المفرد عند الفترة t

$\bar{\bar{S}}_t$ = تمثل قيمة التمهيد الأسى الثنائي عند الفترة t

ويمكن حساب $\bar{S}_t$ ، $\bar{\bar{S}}_t$ من المعادلات التالية:

$$\bar{S}_t = aX_t + (1-\alpha)\bar{S}_{t-1}$$

$$\bar{\bar{S}}_t = a\bar{S}_t + (1-\alpha)\bar{\bar{S}}_{t-1}$$

وكلما اقتربت قيمة α من الصفر كلما كانت قيم التمهيد أكثر معنوية للفترات الزمنية المتتالية.

معايير تقييم النماذج

١- متوسط مربع الانحرافات: Mean Square Deviation (MSD)

يعتبر مقياس لدقة تنبؤ النموذج المستعمل وكلما كانت قيمة متوسط الانحرافات قليلة فهذا مؤشر على أن القيم التقديرية للسلسلة قريبة من المشاهدات الحقيقية للسلسلة الزمنية.

$$MSD = \frac{1}{N}\sum et^2$$

٢- متوسط مطلق الانحرافات: Mean Absolute Deviation (MAD)

هو مؤشر يجعل الانحرافات موجبة بأخذ القيمة المطلقة لها حيث أن وجود قيم سالبة لبعض الانحرافات يؤدي إلى عدم دقة النتائج ثم يأخذ لها المعدل وهو عبارة عن معدل الانحرافات عن القيم الحقيقية ويستعمل أيضا لقياس دقة التنبؤ

ويعاب عليه انه لا يمكن من مقارنة نموذجين في سلسلتين مختلفتين، بمعني انه يتأثر بقيم السلسلة ولا يمكن استخدامه كمقياس عام.

$$MAD = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{n}|e_t|$$

٣- متوسط نسبة الخطأ المطلقة. Mean Absolute (MAPE) Percentage Error

هو مؤشر يعطي معلومات نسبية لمجموعة البيانات المتوفرة مع إهمال الإشارة، ومن عيوبه أن القيم السالبة للخطأ تلغي القيم الموجبة ولا يضخم الخطأ من خلال التربيع و هو أحد المقاييس الدقيقة الشائعة الاستعمال في الطرق الكمية للتنبؤ، وتستعمل هذه الصيغة للمقارنة بين عدة نماذج تنبؤية وتستعمل أيضا لمعرفة التحيز في الخطأ نحو الاتجاه الموجب أو السالب وكلما كانت القيمة قريبة من الصفر يشير هذا إلى دقة التنبؤ(والترر فاندل، ١٩٩٩).

$$PET = \left(\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}\right) * 100$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|PET|$$

حيث:

N = طول السلسلة

Y_t = البيانات الفعلية للسلسلة الزمنية موضع الدراسة

$\hat{Y}_t$ = البيانات المقدرة للسلسلة الزمنية موضع الدراسة

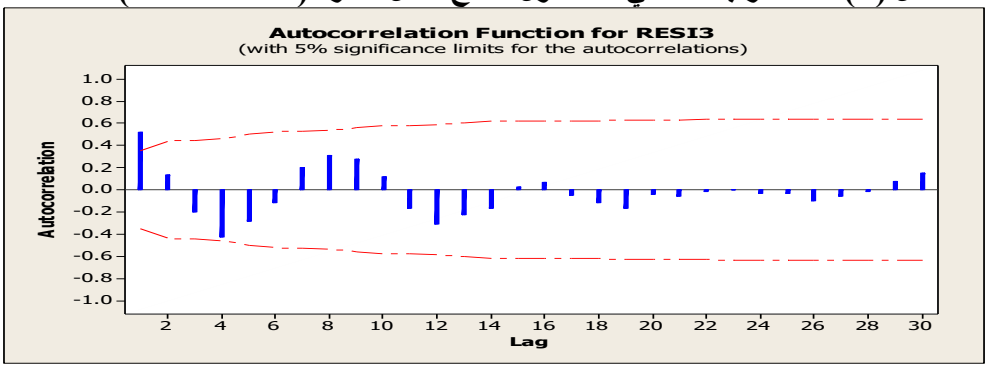
محصول القمح

بإجراء اختبار *Durban Watson* للكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية موضع الدراسة تبين أن قيمته تقدر بنحو ٠,٩٧وبالكشف عن قيمة *Durban Watson* في الجدول تبين وجود ارتباط ذاتي في السلسلة الزمنية مما يجعلها في حالة عدم السكون الأمر الذي يقلل من دقة التنبؤ بإنتاج المحصول مما يتطلب تنقية السلسلة بمعالجة هذه المشكلة، ويوضح شكل (١) دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي ومنها يتبين أن قيم الدالة تذبذبت بين القيم الموجبة والقيم السالبة علي امتداد السلسلة، إلا أنه يتبين بوضوح وجود ارتباط ذاتي موجب بين البواقي في فترة الإبطاء الأولي وقد تعدت الحد الأعلى لحدود الثقة بدرجة ثقة ٩٥%، لذلك ينبغي معالجة مشكلة الارتباط الذاتي الموجود بالسلسلة الزمنية لإنتاج سلسلة نقيه ساكنة ذات قدرة عالية علي التنبؤ.

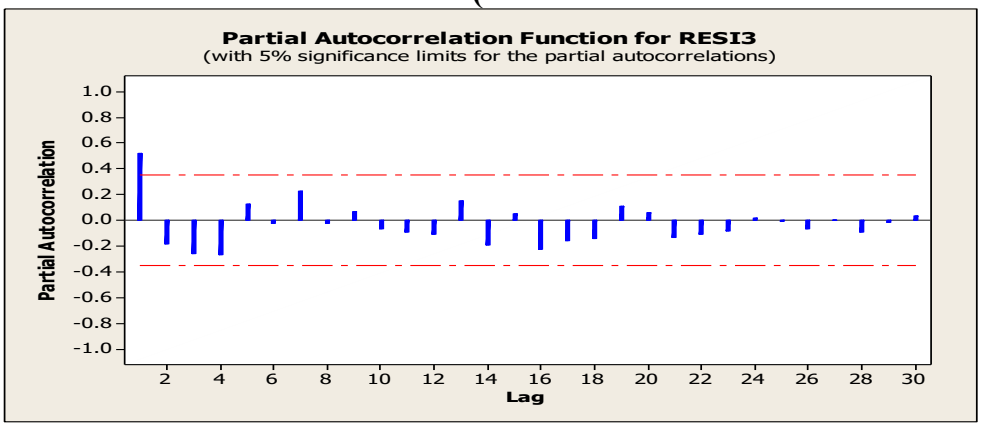
تحليل البيانات باستخدام أسلوب التمهيد الآسي :

تعتمد طريقة اختيار النماذج الملائمة من التمهيد الآسي على شكل السلسلة الزمنية قيد الدراسة، وتعتمد هذه الطريقة على طريقة التمهيد الآسي المفرد وطريقة هولت، وسيتم اختيار النموذج الأفضل الذي يعطي أقل متوسط مطلق *(MAD)*، ومتوسط مربع الانحرافات*(MSD)* ومتوسط نسبة الخطأ المطلقة *(MAPE)* .

شكل (١) دالة الارتباط الذاتي لمحصول القمح خلال الفترة (١٩٨٧-٢٠١٩)



شكل (٢) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لمحصول القمح خلال الفترة (١٩٨٧-٢٠١٩)



طريقة التمهيد الآسي المفرد:

تم استخدام طريقة التمهيد الآسي المفرد وكانت قيمة الفا المناسبة (٠,٤) التي تعطى أقل قيم لكلا من المتوسط المطلق (MAD) ، ومتوسط مربع الانحرافات (MSD) ومتوسط نسبة الخطأ المطلقة (MAPE) .

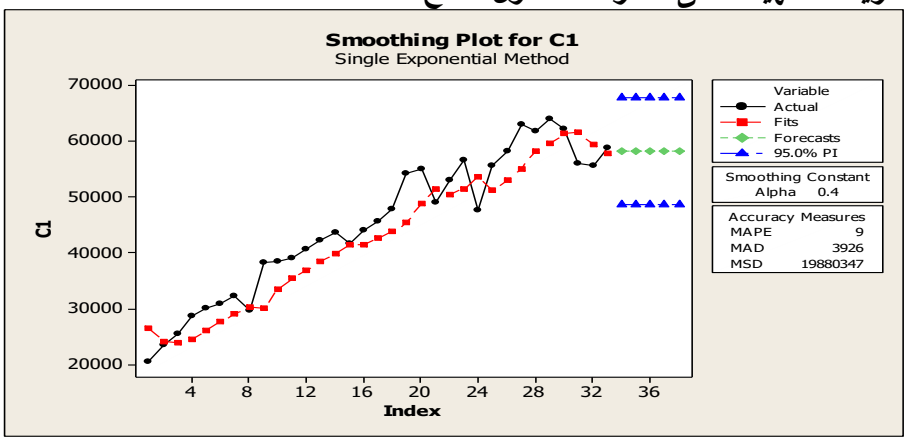
ويوضح الجدول رقم (١) قيم المعايير السابقة، كما يوضح الشكل رقم (٣) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الأسي المفرد.

جدول (١) معايير التقييم باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول القمح

ألفا (α)	٠,٤
MAD	٣٩٢٦
MSD	١٩٨٨٠٣٤٧
MAPE	٩

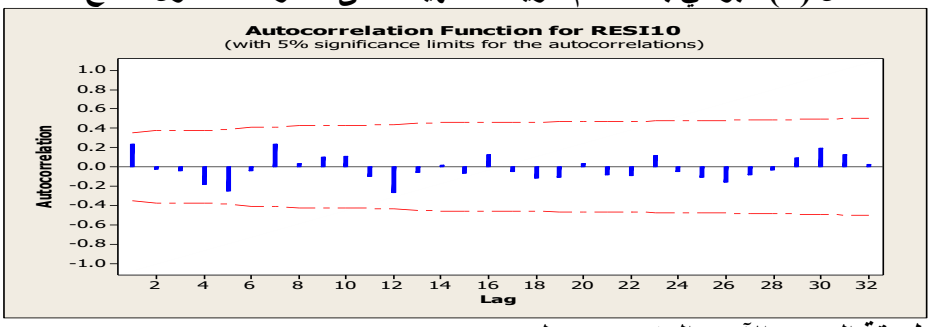
المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

شكل (٣) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول القمح



بإعادة الكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد للمحصول موضع الدراسة تبين أن السلسلة خالية من الارتباط الذاتي وأن السلسلة في حالة سكون *Stationarity* ويتبين من الشكل البياني (٤) أن قيم دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي تقع جميعها داخل الحد الأعلى والحد الأدنى بدرجة ثقة ٩٥%، مما يدل على ان قيمة ألفا المقدرة جيدة وملائمة للتنبؤ.

شكل (٤) البواقي باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول القمح



طريقة التمهيد الآسي المزدوج (هولت):

تم استخدام طريقة التمهيد الآسي المزدوج وكانت قيمة ألفا المناسبة (٠,٤) وقيمة جاما (٠,٣) التي تعطى أقل قيم لكلا من المتوسط المطلق (*MAD*) ، ومتوسط مربع الانحرافات (*MSD*) ومتوسط نسبة الخطأ المطلقة (*MAPE*) .

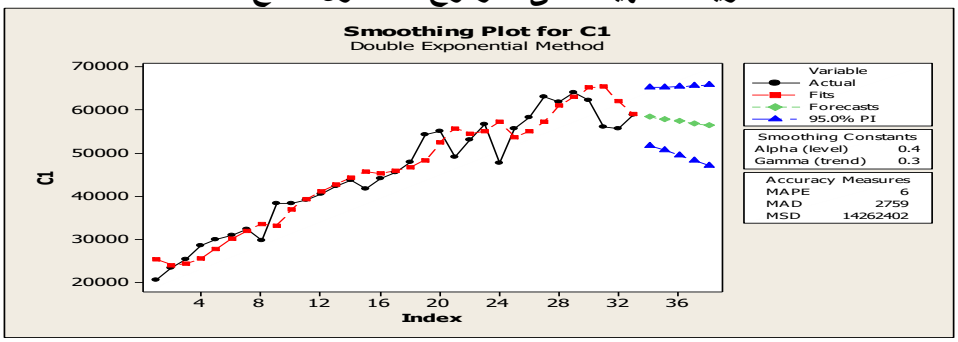
يوضح الجدول رقم (٢) قيم المعايير السابقة، كما يوضح الشكل رقم (٥) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الآسي المزدوج.

جدول (٢) معايير التقييم باستخدام طريقة التمهيد الأسى المزدوج(هولت) لمحصول القمح

ألفا (α)	٠,٤
جاما	٠,٣
MAD	٢٧٥٩
MSD	١٤٢٦٢٤٠٢
MAPE	٦

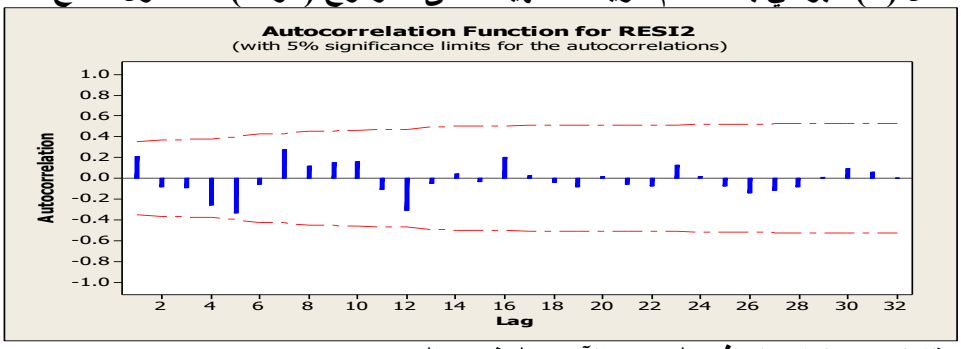
المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

شكل (٥) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الأسى المزدوج لمحصول القمح



بإعادة الكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية باستخدام طريقة التمهيد الأسى المزدوج للمحصول موضع الدراسة تبين أن السلسلة خالية من الارتباط الذاتي وأن السلسلة في حالة سكون Stationarity ويتبين من الشكل البياني (٦) أن قيم دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي تقع جميعها داخل الحد الأعلى والحد الأدنى بدرجة ثقة ٩٥%، مما يدل على ان قيمة ألفا المقدرة، وقيمة جاما جيدة والسلسلة ذات قدرة جيدة علي التنبؤ.

شكل (٦) البواقي باستخدام طريقة التمهيد الأسى المزدوج (هولت) لمحصول القمح



مقارنه بين نتائج نماذج التمهيد الآسي المفرد والمزدوج:

عند المقارنة بين نماذج التمهيد الآسي المفرد، التمهيد الآسي المزدوج لمحصول القمح فتبين أن التمهيد الآسي المزدوج أفضل من التمهيد الآسي المفرد حيث كانت قيم المعايير المقدرة أقل قيمة لجميع قيم المعايير المستخدمة مقارنة بنموذج التمهيد الآسي المفرد كما هو موضح بالجدول (٣).

جدول (٣) المقارنة بين قيم المعايير المستخدمة للتقييم باستخدام نماذج التمهيد الآسي المفرد والمزدوج (هولت) لمحصول القمح

المعايير	*MAD*	*MSD*	*MAPE*
طريقة التمهيد الأسى المفرد	٣٩٢٦	١٩٨٨٠٣٤٧	٩
طريقة التمهيد الأسى المزدوج	٢٧٥٦	١٤٢٦٢٤٠٢	٦

المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

بإجراء التنبؤ لمحصول القمح خلال الفترة (٢٠٢٢- ٢٠٢٥) قبل وبعد معالجة الارتباط الذاتي والتخلص منه كما يوضحه الجدول (٤) يتبين أن الإنتاج المتوقع يقدر بنحو ٥٧,٤٩، ٥٧ ، ٥٦,٥١، و ٥٦,٠٢ مليون إردب خلال الفترة (٢٠٢٢- ٢٠٢٥) علي الترتيب، ومن ثم يتبين الفارق بوضوح بين التنبؤ بإنتاج محصول القمح قبل وبعد التخلص من الارتباط الذاتي وتنقية السلسلة الزمنية من التشوه الموجود بها كما يوضح الجدول الحد الأعلى والحد الأدنى لإنتاج محصول القمح خلال الفترة المتنبأ بها.

جدول (٤) الإنتاج المتوقع من محصول القمح بالألف أردب خلال الفترة (٢٠٢٠-٢٠٢٥).

السنة	التنبؤ قبل إزالة الارتباط الذاتي	بعد إزالة الارتباط الذاتي		
		التنبؤ	الحد الأعلى	الحد الأدنى
٢٠٢٢	٦٩٠٨٥	٥٧٤٩٥	٦٥٤٦٩	٤٩٥٢٢
٢٠٢٣	٧٠٣٣٦	٥٧٠٠٥	٦٥٦٦٣	٤٨٣٤٨
٢٠٢٤	٧١٥٨٧	٥٦٥١٥	٦٥٨٩٤	٤٧١٣٧
٢٠٢٥	٧٢٨٣٨	٥٦٠٢٥	٦٦١٥٤	٤٥٨٩٧

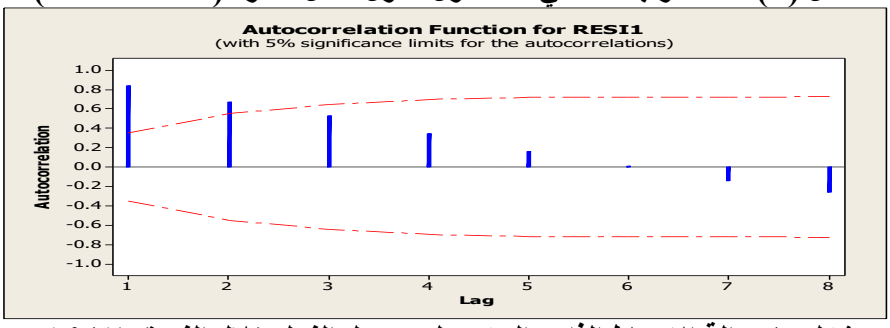
المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

محصول الفول:

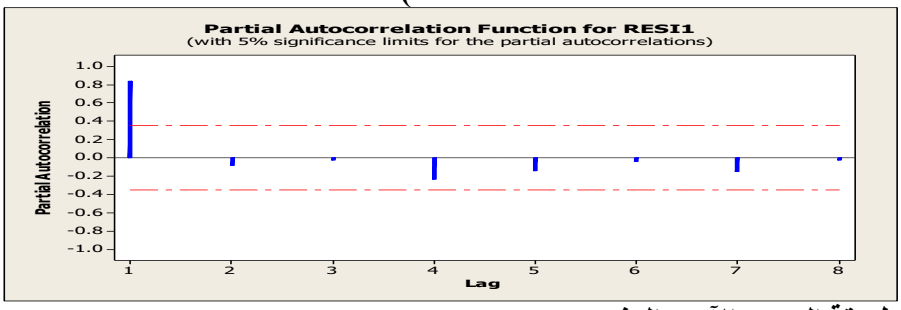
بإجراء اختبار *Durban Watson* للكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية لمحصول الفول تبين أن قيمته تقدر بنحو ٠,٢٦وبالكشف عن قيمة *Durban Watson* في الجدول تبين وجود ارتباط ذاتي في السلسلة الزمنية مما يجعلها في حالة عدم السكون الأمر الذي يقلل من دقة التنبؤ بإنتاج محصول الفول مما يتطلب تنقية السلسلة بمعالجة هذه المشكلة، ويوضح شكل (٨,٧) دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي ومنها يتبين أن قيم الدالة تذبذبت بين القيم الموجبة والقيم السالبة علي امتداد السلسلة، إلا أنه يتبين بوضوح وجود ارتباط ذاتي

موجب بين البواقي في فترة الإبطاء الأولي والثانية وقد تعدت الحد الأعلى لحدود الثقة بدرجة ثقة ٩٥%، لذلك ينبغي معالجة مشكلة الارتباط الذاتي الموجود بالسلسلة الزمنية لإنتاج سلسلة نقيه ساكنة ذات قدرة عالية علي التنبؤ.

شكل (٧) دالة الارتباط الذاتي لمحصول الفول خلال الفترة (١٩٨٧-٢٠١٩)



شكل (٨) دالة الارتباط الذاتي الجزئي لمحصول الفول خلال الفترة (١٩٨٧-٢٠١٩)



طريقة التمهيد الآسي المفرد:

تم استخدام طريقة التمهيد الآسي المفرد وكانت قيمة الفا المناسبة (٠,٦) التي تعطى أقل القيم لكل من المتوسط المطلق (MAD) ، ومتوسط مربع الانحرافات (MSD) ومتوسط نسبة الخطأ المطلقة (MAPE) .

ويوضح الجدول رقم (٥) قيم المعايير السابقة، كما يوضح الشكل رقم (٩) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الأسي المفرد.

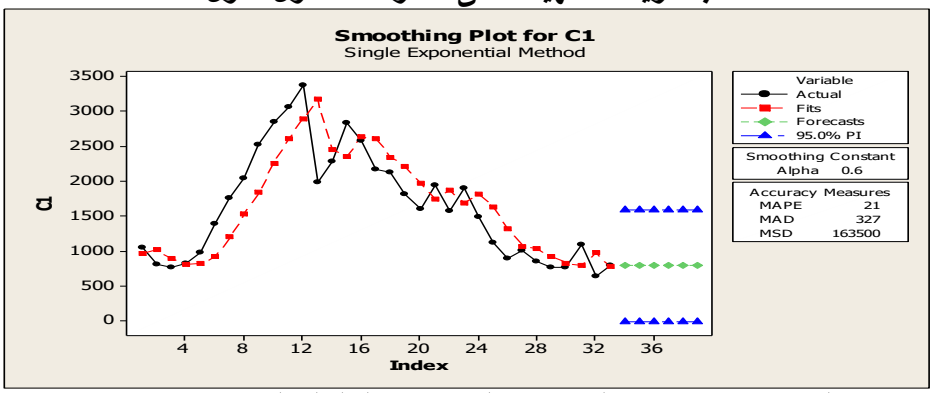
جدول (٥) معايير التقييم باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول الفول

ألفا (α)	٠,٦
MAD	٣٢٧
MSD	١٦٣٥٠٠

MAPE	٢١

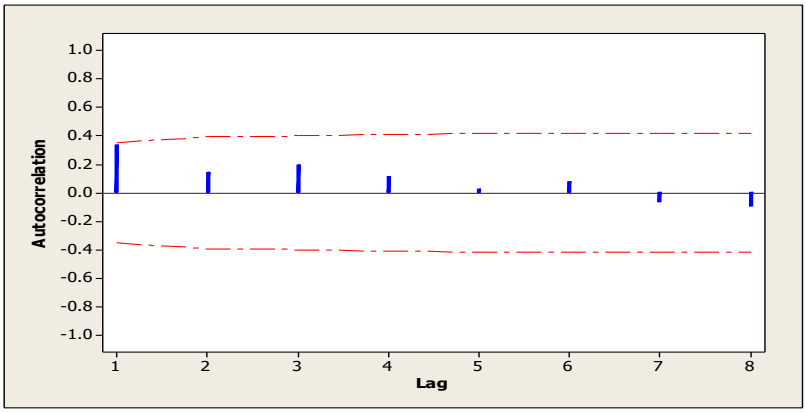
المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

شكل (٩) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول الفول



بإعادة الكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول الفول موضع الدراسة تبين أن السلسلة خالية من الارتباط الذاتي وأن السلسلة في حالة سكون *Stationarity* ويتبين من الشكل البياني (١٠) أن قيم دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي تقع جميعها داخل الحد الأعلى والحد الأدنى بدرجة ثقة ٩٥%، مما يدل على أن قيمة ألفا المقدرة جيدة وملائمة للتنبؤ.

شكل (١٠) دالة الارتباط الذاتي للبواقي باستخدام طريقة التمهيد الأسى المفرد لمحصول الفول



طريقة التمهيد الآسي المزدوج (هولت):

تم استخدام طريقة التمهيد الآسي المزدوج لمحصول الفول وكانت قيمة ألفا المناسبة (٠,٩٣) وقيمة جاما (٠,٠٦) التي تعطى أقل قيم لكلا من المتوسط المطلق (*MAD*) ، ومتوسط مربع الانحرافات (*MSD*) ومتوسط نسبة الخطأ المطلقة (*MAPE*) .

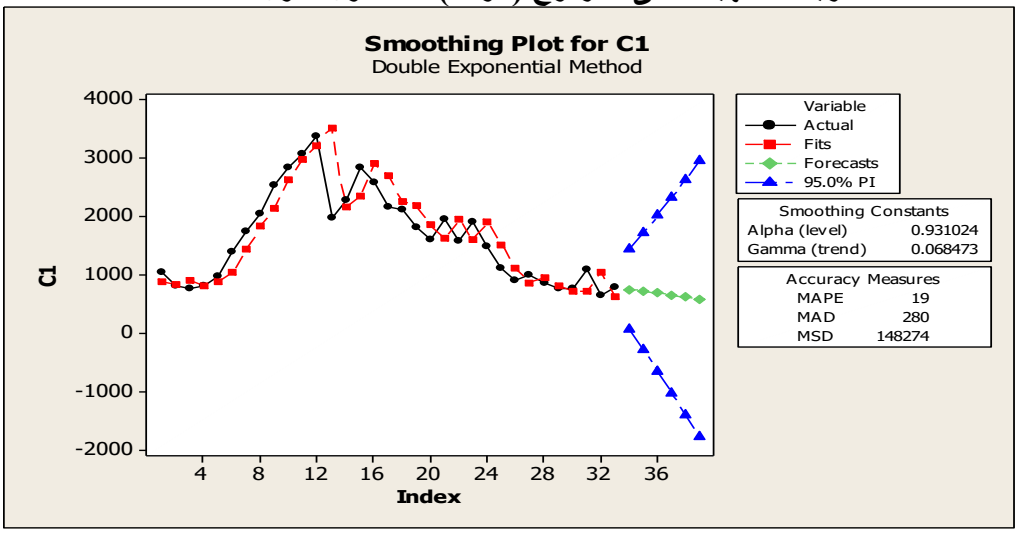
يوضح الجدول رقم (٦) قيم المعايير السابقة، كما يوضح الشكل رقم (١١) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الآسي المزدوج.

جدول (٦) معايير التقييم باستخدام طريقة التمهيد الأسى المزدوج(هولت) لمحصول الفول

ألفا (α)	٠,٩٣١٠٢٤
جاما	٠,٠٦٨١٧٣
MAD	٢٨٠
MSD	١٤٨٢٧٤
MAPE	١٩

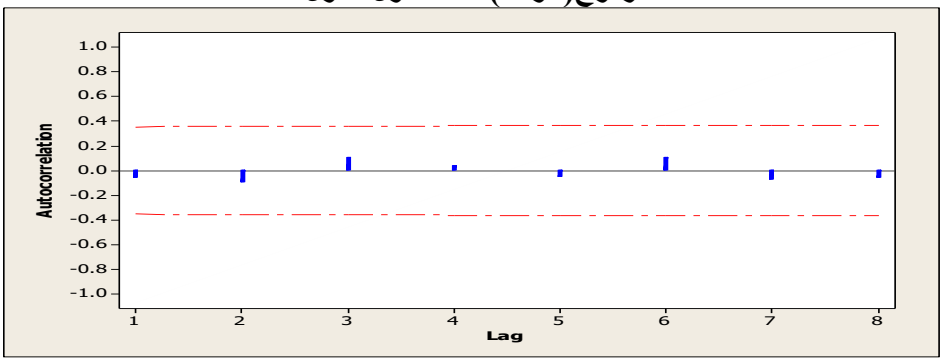
المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

شكل (١١) القيم الأصلية والقيم المقدرة والقيم المتنبأ بها وحدود الثقة لها حسب طريقة التمهيد الأسى المزدوج (هولت) لمحصول الفول



بإعادة الكشف عن الارتباط الذاتي بين البواقي في السلسلة الزمنية باستخدام طريقة التمهيد الأسى المزدوج لمحصول الفول موضع الدراسة تبين أن السلسلة خالية من الارتباط الذاتي وأن السلسلة في حالة سكون Stationarity ويتبين من الشكل البياني (١٢) أن قيم دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي تقع جميعها داخل الحد الأعلى والحد الأدنى بدرجة ثقة ٩٥%، مما يدل على ان قيمة ألفا المقدرة، وقيمة جاما جيدة والسلسلة ذات قدرة جيدة علي التنبؤ.

شكل (١٢) دالة الارتباط الذاتي للبواقي باستخدام طريقة التمهيد الأسى المزدوج(هولت) لمحصول الفول



مقارنه بين نتائج نماذج التمهيد الآسي المفرد والمزدوج:

عند المقارنة بين نماذج التمهيد الآسي المفرد، التمهيد الآسي المزدوج لمحصول الفول فتبين أن أفضل النماذج هو نموذج التمهيد الأسى المزدوج عن نموذج التمهيد الآسي المفرد حيث كانت قيم المعايير المقدرة أقل قيمة عن نموذج التمهيد الآسي المفرد كما هو موضح بالجدول (٧)

جدول (٧) المقارنة بين قيم المعايير المستخدمة للتقييم باستخدام نماذج التمهيد الآسي المفرد والمزدوج(هولت) لمحصول الفول

المعايير	*MAD*	*MSD*	*MAPE*
طريقة التمهيد الأسى المفرد	٣٢٧	١٦٣٥٠٠	٢١
طريقة التمهيد الأسى المزدوج	٢٨٠	١٤٨٢٧٤	١٩

المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

بـإجراء التنبـؤ لمحصـول الفـول خـلال الفتـرة (٢٠٢٢- ٢٠٢٥) قبـل وبعـد معالجـة الارتبـاط الـذاتي والـتخلص منـه كمـا يوضـحه الجـدول (٨) يتبـين أن الإنتـاج المتوقـع يقـدر بنحـو ٦٨٦، ٦٥٢ ، ٦١٨، ونحـو ٥٨٥ ألـف أردب خـلال الفتـرة (٢٠٢٢- ٢٠٢٥) علـي الترتيـب ، ومـن ثـم يتبـين الفـارق بوضـوح بـين التنبـؤ بإنتـاج محصـول الفول قبل وبعد التخلص من الارتباط الذاتي وتنقية السلسلة الزمنية من التشوه الموجود بها كما يوضح الجدول الحد الأعلى والحد الأدنى لإنتاج محصول الفول خلال الفترة المتنبأ بها.

جدول (٨) الإنتاج المتوقع من محصول الفول بالألف أردب خلال الفترة (٢٠٢٠- ٢٠٢٥).

السنة	التنبؤ قبل إزالة الارتباط الذاتي	بعد إزالة الارتباط الذاتي		
		التنبؤ	الحد الأدنى	الحد الأعلى
٢٠٢٢	١١٨٢	٦٨٦	٦٤٨	٢٠٢٠
٢٠٢٣	١١٥٩	٦٥٢	١٠٢٣	٢٣٢٨
٢٠٢٤	١١٣٥	٦١٨	١٤٠١	٢٦٣٨
٢٠٢٥	١١١٢	٥٨٥	١٧٨٣	٢٩٥١

المصدر: نتائج التحليل باستخدام برنامج *minitab*

المراجع:

حسام الدين حامد منصور(٢٠١٣) التنبؤ بإنتاج واستهلاك اللحوم في مصر باستخدام نماذج التنعيم الآسي، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مجلد (٢٣)، عدد(١)٣٣٣ -٣٥٦.

سامية عبد الفتاح وآخرون (٢٠١٥) استخدام نماذج السلاسل الزمنية المتحركة للتنبؤ بأسعار المحاصيل السكرية في مصر، المجلة المصرية للبحوث الزراعية، عدد(٤٦)، ٩٣-١٠٧.

غزوان هاني محمود(٢٠١٠)، تحسين طريقة التمهيد الآسي البسيط للتكهن بالسلاسل الزمنية ، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية،العدد (١٨).

محمد عمر الشويرف، نجاح الطاهر البيباص(٢٠١٥)، التنبؤ بالكميات المنتجة من النفط الخام في ليبيا باستخدام النماذج المحددة(نماذج التمهيد الأسى) خلال الفترة ١٩٧٢-٢٠١٣، مجلة العلوم الاقتصادية والسياسية ، عدد(٥)، يونيو ٢٠١٥.

نادية مهدي، الهام يونس(٢٠١٣) التحليل الكمي للطلب علي الأراضي الزراعية لتحقيق الأمن الغذائي من الحبوب بجمهورية مصر العربية والمحافظات الصحراوية، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، مجلد (٢٣)، عدد(١)، ٣٠٣-٣١٨

ياسمين صلاح كيشار(٢٠١٤) دراسة اقتصادية تحليلية لإنتاج واستيراد محصولي القمح والذرة الشامية في مصر، مجلة الإسكندرية للبحوث الزراعية، عدد(٥٩)، ٣٠١-٣١٦.

والتر فاندل (١٩٩٩) تعريب د. عبد الراضي حامد عزام السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية، نماذج بوكس جنكينز، دار المريخ للنشر، الرياض ، المملكة العربية السعودية،

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الميزان الغذائي، ٢٠١٩

Bowerman, B., Richard, T. and Anne, B. (2005). "Forecasting Time Series and Regression, 4th ed, Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole

Pons, J. (2000)"*The Accuracy of IMF and OECD Forecasts for G7 Countries*."Journal of Forecasting, 19.

الملحق

جدول(١) إنتاج محصول القمح والفول بالألف إردب خلال الفترة (١٩٨٧ - ٢٠١٩)

السنوات	القمح	الفول	السنوات	القمح	الفول
١٩٨٧	٢٠٥٠٠	١٠٤٧	٢٠٠٤	٤٧٨٥٢	٢١٣٢
١٩٨٨	٢٣٤٠٠	٨١٣	٢٠٠٥	٥٤٢٧٣	١٨١٧
١٩٨٩	٢٥٤٠٠	٧٦٠	٢٠٠٦	٥٥١٦٢	١٥٩٧
١٩٩٠	٢٨٥٩٥	٨٢٠	٢٠٠٧	٤٩١٩٣	١٩٤٧
١٩٩١	٣٠٠٣٢	٩٨٤	٢٠٠٨	٥٣١٨٠	١٥٧٥
١٩٩٢	٣٠٩٤٠	١٣٨٧	٢٠٠٩	٥٦٨٢٠	١٩٠٤
١٩٩٣	٣٢٣٧٨	١٧٥٥	٢٠١٠	٤٧٧٩٣	١٤٩٧
١٩٩٤	٢٩٧٢٨	٢٠٤٨	٢٠١١	٥٥٨٠٤	١١٢٣
١٩٩٥	٣٨٣٤٠	٢٥٣١	٢٠١٢	٥٨٣٦٣	٨٩٨
١٩٩٦	٣٨٤٢٦	٢٨٥٤	٢٠١٣	٦٣٠٦٨	١٠٠٥
١٩٩٧	٣٩١٨٩	٣٠٧٣	٢٠١٤	٦١٨٦٥	٨٥٠
١٩٩٨	٤٠٦٢١	٣٣٧٥	٢٠١٥	٦٤٠٥١	٧٦٦
١٩٩٩	٤٢٣١١	١٩٨١	٢٠١٦	٦٢٢٨٤	٧٦٦
٢٠٠٠	٤٣٧٦٠	٢٢٨٣	٢٠١٧	٥٦١٤٠	١٠٩٨
٢٠٠١	٤١٦٩٧	٢٨٣٥	٢٠١٨	٥٥٦٦٠	٦٤٠
٢٠٠٢	٤٤١٦٦	٢٥٨٧	٢٠١٩	٥٨٨٥٨	٨٠٠
٢٠٠٣	٤٥٦٣١	٢١٧٣			

المصدر: وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، قطاع الشئون الاقتصادية، نشرة الإحصاءات الزراعية، أعداد متفرقة.