مجلة العلوم البحتة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.lyISSN 2521-9200
Received 05/05/2018 Revised 09/11/2018 Published online 31/12/2018

استخدام نماذج بوكس جينكنز للتنبؤ بانتاج البذور المحسنة
(دراسة حالة: مشروع تساوة لإنتاج البذور المحسنة)

*عبدالسلام كامل سليمان و السعيدي المهدي الطاهر و نجاة محمد أحمد كرمي و مروة إبراهيم المهدي مطر
قسم الإحصاء– كلية العلوم– جامعة سبها، ليبيا
*للمراسلة abd.suliman@sebhau.edu.ly

الملخص هدفت هذه الدراسة إلى وضع نموذج قياسي للتنبؤ بإنتاج البذور المحسنة لمشروع تساوه الإنتاجي، وذلك باستخدام منهجية بوكس جنكينز (Box-Jenkins)، حيث تم استخدام مقياس معلومات أكايكي (AIC) لاختيار النموذج الملائم،ودلت النتائج على أن النموذج $ARIMA(0,1,3)$ هو النموذج الملائم لتمثيل سلسلة القمح الصلب والنموذج $ARIMA(0,1,1)$ للقمح الطري و النموذج $ARIMA(0,2,2)$ للشعير. وبعد اختيار النموذج الأفضل تم التنبؤ بالإنتاج حتى عام 2026م؛ وهذا ما يشكل قاعدة علمية سليمة لوضع الخطط المستقبلية للمشروع لمساعدة صناع القرار في اتخاذ قراراتهم الصائبة والمناسبة.

الكلمات المفتاحية:السلسلة الزمنية، النموذج المختلط،منهجية بوكس جنكينز، مشروع تساوة.

Time Series Prediction using Box-Jenkins Models

*Abdslam K. Suliman , Alsaidi M. Altaher , Najat A.Karami , Marwa A.Matar
Department of Statistics , faculty of Science, University of Sebha, Libya
*Corresponding author: abd.suliman@sebhau.edu.ly

Abstract This study aimed to develop a standard model for predicting the production of improved seeds for Tessawa production project using the Box-Jenkins methodology. The Akaike's Information Criterion (AIC) was used to select the appropriate model. Results indicated that the appropriate model for representing the hard wheat series is $ARIMA(0,1,3)$ and $ARIMA(0,1,1)$ for soft wheat and $ARIMA(0,2,2)$ for barley series. After choosing the best model, prooduction was predicted until 2026, which constitutes a sound scientific basis for the development of future plans for the project to help decision-makers make the right decisions.

Keywords: Time series, ARIMA MODEL, Box-Jenkins methodology, Tessawa production.

المقدمة

يقع مشروع تساوه في نطاق الحدود الإدارية لمدينة مرزق (بلدية وادي عتبه) ويبعد عن مدينة مرزق بمسافة 60 كيلومتر غربا و10 كيلومتر من منطقة تساوه والمساحة المستغلة الآن للزراعة هي 975هكتار ومقترح التوسيع فيه بمساحة 2025 لتصبح المساحة الإجمالية 3000 هكتار وتم بدء العمل بالمشروع في الموسم الشتوي 2000/99ف.

ويهدف المشروع للمساهمة في سد حاجة ليبيا من البذور المحسنة من الحبوب والبقوليات الغذائية والخضر.

وإنتاج المشروع يتمثل في موسمين :

الموسم الشتوي (إنتاج بذور المحاصيل من الحبوب والبقوليات الغذائية الشتوية والخضر).

الموسم الصيفي (إنتاج بذور الحبوب والبقوليات الغذائية الصيفية والخضر).

وينتج المشروع العديد من المحاصيل وهى كالتالي :-

القمح الصلب والطري، الشعير الثنائي والسداسي، الشوفان((القصيبة))، الذرة الشامية ((السبول))

،البازلاء والحمص والفول كبير الحبة وصغير الحبة.

أما في مجال الخضر فالمشروع ينتج البطاطس، وبذور البصل وبذور الطماطم وبذور المحاصيل الورقية مثل الخس والسلك والكرنب الزهرة والملفوف والمعدنوس وإنتاج بذور القرعيات مثل الكوسا والدلاع والشمام.

ونظرا للاهتمام الكبير والمنزلة التي يحتلها مشروع تساوه الإنتاجي في توزيع الأنواع المختلفة من البذور المحسنة دعت الحاجة إلى االتنبؤ بإنتاجات البذور المحسنة لمشروع تساوه لإكثار وإنتاج البذور المحسنة ودراسة المشاكل التي تواجه هذا المشروع ووضع اليد على مناطق الضعف لديه والتي تشمل جميع المشاكل التي تواجهه بعد فترة الإنتاج. ولعل استخدام أساليب تحليل السلاسل الزمنية يصبح معه من المتيسر التنبؤ بقيم هذه الظاهرة والتغيرات التي سوف تطرأ عليها في المستقبل في ضوء ما حدث عليها في الحاضر والماضي . نماذج (بوكس جنكينز) Box-Jenkins تعتبر واحدا من أشهر الأساليب الإحصائية التي تستفيد من معلومات الماضي في التنبؤ بالمستقبل والتي انتشرت بحيث أصبحت الطريقة الأكثر استخداما في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، وهي تقوم علي

مجموعة من المراحل تبدأ بالتأكد من استقرار السلسلة الزمنية ثم التعرف على المواصفات الأولية للنموذج وذلك باستخدام دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي. يتم بعدها تقدير معالم النموذج المختار والتأكد من معنويته إحصائيا وتنتهي بالتنبؤ بالقيم المستقبلية باستخدام النموذج المختار.

1- الإطار العام للبحث:

1-1 مشكلة البحث:

نظراً لتذبذب إنتاج مشروع تساوة لإنتاج البذور المحسنة من القمح والشعير في السنوات الأخيرة وذلك نتيجة لعديد من العوامل منها الاقتصادي والسياسي وغيره. وهذا يقودنا للتساؤل التالي:

ما هو النموذج القياسي الأمثل للتنبؤ بإنتاج القمح والشعير لمشروع تساوة؟

1-2 أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى استخدام منهجية بوكس جنكينز في التنبؤ بإنتاج مشروع تساوه للبذور المحسنة وذلك لغرض إيجاد نموذج قياسي يمكن استخدامه في التنبؤ بإنتاج هذا المشروع في السنوات القادمة.

1-3 أهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من حيث كونه يقدم أحد أهم المنهجيات العلمية المستخدمة في التنبؤ بالإنتاج الزراعي ((منهجية بوكس جنكينزBox Jenkins)) حيث تساعد هذه المنهجية في إيجاد النموذج الملائم لوصف البيانات قيد الدراسة بدقة عالية ،ويتم استخدامه في التنبؤ بالإنتاج المستقبلي. هذا النموذج المقدر سوف يكون مرجعية علمية تساعد صناع القرار لاتخاذ القرارات الصائبة والمناسبة.

1-4 حدود البحث:

الحد الزماني: سلسلة زمنية لإنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري وسلسلة الشعير خلال الفترة من السنة2000-2016م

الحد المكاني:مشروع تساوة لإنتاج البذور المحسنة (لبلدية وادي عتبة).

1-5 منهجية البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي المتمثل في تطبيق نماذج التنبؤ الإحصائي لملائمته وأهداف هذه الدراسة.

1-6 الدراسات السابقة:

يوجد العديد من الدراسات السابقة التي تستخدم منهجية بوكس جنكينزBox Jenkins. للتنبؤ بالسلاسل الزمنية في شتى المجالات في الزراعة والإرصاد والاقتصاد ....الخ .نذكر منها على سبيل الاستشهاد لا الحصر.

- الدراسة الاولى: الهدف الأساسي من هذا البحث كما في [4] هو استخدام منهجية بوكس- جينكنز للتنبؤ بإنتاج القمح في الصين، تم التوصل إلى أن النموذج الأمثل هو نموذج ARIMA(0,2,1)،و تم استخدام هذا النموذج في التنبؤ بالإنتاج خلال الفترة 2011-2020.
- الدراسة الثانية لـــ[3] : حيث هدفت هذه الدراسة إلى وضع نماذج قياسية للتنبؤ بأعداد التلاميذ المتوقع توافدهم إلى الصف الأول من التعليم الأساسي باستخدام منهجية بوكس جنكينز(Box-Jenkins) وخلصت الدراسة إلى **إن** النموذج الأفضل هو ARIMA(0,1,1)و الذي تم استخدامه في التنبؤ بأعداد التلاميذ حتى عام2015.
- الدراسة الثالثة لـــ [5] : هدفت هذه الدراسة إلى استخدام نماذج السلاسل الزمنية لدراسة وتحليل البيانات الشهرية لصادرات النفط العراقية خلال الفترة 2007-2015،وذلك بغية التنبؤ بكمية الصادرات لعامي 2016- 2017

حيث أظهرت النتائج إلى أن النموذج الأمثل هو نموذج ARIMA(0,1,1).

- الدراسة الرابعة لـــ[6] : استهدفت الدراسة التنبؤ بمحصول الطماطم بعرواته الثلاث بالاستعانة بالسلسلة الزمنية لانتاج محصول الطماطم في الفترة من(1999-2014م)، المبنية على استخدام منهجية بوكس جنكينز(Box-Jenkins) حيث أظهرت النتائج إلى أن النموذج الأفضل هو نموذج ARIMA(0,0,1).

2- الإطار النظري:

هذا الإطار يشمل تعريف السلسلة الزمنية وعرضا نظريا لمفهوم السلاسل الزمنية وأهدافها ومكوناتها و أخيرا منهجية بوكس جنكينزBox Jenkins.

2-1تعريف السلسلة الزمنية:

تعرف السلسة الزمنية (Time series) على أنها بيانات عن قيم متغير ما في فترات زمنية متتابعة، فقد تكون بيانات سنوية أو ربع سنوية أو شهرية أو ربع شهرية أو أسبوعية أو يومية عن المتغير موضوع الدراسة وتعرف السلسلة الزمنية رياضيا بالقيم التي يأخذها المتغير (درجات الحرارة ،أسعار،ولادات...وغيرها) عند الزمن $t_1,t_2,...$ وهذا يعبر أن المتغير هو دالة في الزمن t أي:

$$X = f(t)$$

2-2 أهداف تحليل السلاسل الزمنية:

- يهدف إلي مقارنة قيم المتغيرات في الفترات الزمنية المتتابعة للكشف عن التغيرات المختلفة التي يحتمل أن تكون قد أصابت هذا المتغير خلال المدة موضوع الدراسة.
- التعرف علي التغيرات التي يحتمل أن تصيب ظاهرة ما وتحديد اتجاهها العام نحو النمو أو الضمور يعتبر أساسا للوصول إلي التنبؤات العلمية الخاصة بها.
- استخدام النتائج للتنبؤ بسلوك السلسلة في المستقبل وذلك اعتماداً علي معلومات الماضي.

2-3 مكونات السلسلة الزمنية:

تتكون السلسلة الزمنية من أربعة عناصر هي:الإتجاه العام- التغيرات الدورية -التغيرات الموسمية التغيرات العرضية أو غير المنتظمة.

- الإتجاه العام(Trend)

وهو اتجاه نحو النمو أو الضمور ولا يمكن ملاحظته في الأجل القصير وإنما يتراكم ويصبح واضحا في الأجل الطويل.أي أنه ميل خط الاتجاه العام الصاعد أو الهابط نحو اليمين مع ملاحظة إن الميل الصاعد نحو اليمين يعني نمواً أي تزايدً في الوحدة الزمنية وإن الميل الهابط يعني ضموراً أي تناقصاً في الوحدة الزمنية.

- التغيرات الموسمية (Seasonal Variations)

هي تغيرات منتظمة الحدوث تؤثر على قيمة الظاهرة خلال فترة زمنية أقل من السنة ويطلق عليها الموسم.

ويمكن تعريفها أيضا بتغيرات منتظمة أي يتكرر حدوثها في فترات معينة من كل عام .ويقصد بها زيادة أو نقص بنسبة معنية في فترة معينة من السنة بالمقارنة مع المعدل الذي تأخذه الظاهرة في الوحدة الزمنية موضوع الدراسة.

- التغيرات الدورية (Cyclical Variations)

هي تغيرات موسمية تتعرض لها الظاهرة بانتظام متكرر إما من أعلى أو من أسفل الخط أو منحنى الاتجاه العام على فترات زمنية أطول من السنة والفارق الأساسي بين التغيرات الموسمية والتغيرات الدورية في طول الفترة الزمنية التي تمر بين ظهورها وعودتها حيث تظهر التغيرات الدورية على فترات متباعدة تتجاوز السنة وقد تتطلب عدة سنوات بينما تعود التغيرات الموسمية لظهور خلال السنة غير أن كلا من التغيرات الدورية والموسمية تمتاز بالتكرار والعودة للظهور فمثلا [النشاط الاقتصادي لدول تمر بفترات رواج وزيادة ثم تتبعها فترات تباطؤ و كساد ينخفض فيها مستوى النشاط الاقتصادي].

- التغيرات العشوائية أو غير المنتظمة Irregular (Variations)

هي تغيرات شاذة وطارئة ،بمعني أنه لا يمكن التنبؤ بوقوعها أو تحديد نطاق تأثيرها حيث أنها لا تتبع أي قاعدة أو قانون وليس لها أي شكل من أشكال الانتظام وتتميز هذه التغيرات بعدم إمكانية التحكم فيها والتنبؤ بها مثل الزلازل و البراكين والحروب والفيضانات والأوبئة.

2-4 منهجية بوكس جنكينز(Box Jenkins) في بناء النماذج:

تعتمد منهجية بوكس جينكينز علي مجموعة من المراحل وهي:

أولا. فحص استقرار السلسلة الزمنية:

❖ الرسم البياني:

الخطوة الأولى في تحليل أي سلسلة زمنية هي الرسم البياني للمشاهدات مع الزمن وهي خطوة أساسية لأنها تظهر الملامح الوصفية للبيانات مثل الاتجاه العام ، والتغيرات الموسمية والبيانات الشاذة. وتكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كان الوسط الحسابي والتباين ثابتين خلال الزمن(لكل منهما قيمة محدودة) وكان الارتباط الذاتي بين قيم العملية عند نقطتين زمنيتين t ,s يعتمد فقط على الفجوة الزمنية بينهما و ليس على t ,s أي:

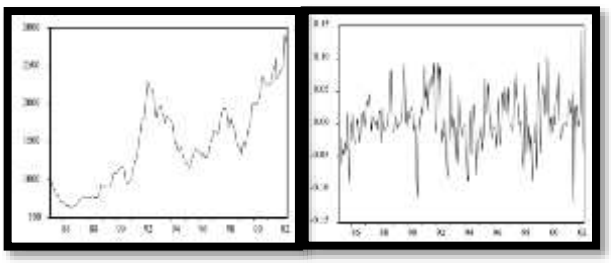
$$E(X_t) = \mu$$

$$var(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$$

$$\gamma_{t-s} = cov(X_t, X_s)$$

أما إذا كان تباين السلسلة الزمنية ليس ثابتا مع الزمن أو يوجد اتجاه عام في البيانات أو يوجد بها نمط موسمي فهذا يدل على أن السلسلة غير مستقرة انظر[1],[2]. والشكل رقم (1) يبين السلسلة الزمنية المستقرة وغير المستقرة.

سلسلة زمنية مستقرة سلسلة زمنية غير مستقرة



شكل رقم1: السلسلة الزمنية المستقرة وغير المستقرة

❖ اختبارات جذر الوحدة:

• **اختبار Augmented Dickey-Fuller Test_(ADF)**:

يعتبر اختبار ديكي فوللر الموسع هو تطوير لاختبار ديكي فوللر البسيط حيث يقوم اختبار DF البسيط علي افتراض أنه لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء. فإذا تبين عن طريق اختبار داربن واتسون رفض هذا الفرض فان تطبيق اختبار DF لا يكون مناسبا ويعطي نتائج غير دقيقة بشأن استقرار أو عدم استقرار السلسلة. ولهذا السبب اقترح ديكي – فوللر إذا كان حد الخطأ ε_t في النماذج المذكورة يعاني من الارتباط الذاتي، فيمكن أن يصحح بإضافة عدد مناسب من حدود الفرق المبطأ ويسمى حينها اختبار ديكي فوللر الموسع (ADF)، وتكون معادلته بالنسبة للنماذج الثلاثة تأخذ الشكل التالي:-

النموذج الأول: بدون حد ثابت واتجاه زمني

$$\nabla Y_t = \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \nabla Y_{t-i} + \varepsilon_t \ldots(1)$$

النموذج الثاني: بدون اتجاه زمني

$$\nabla Y_t = \mu + \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \nabla Y_{t-i} + \varepsilon_t \ldots(2)$$

النموذج الثالث: مع حد ثابت واتجاه زمني

$$\nabla Y_t = \mu + \beta T + \lambda Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \nabla Y_{t-i} + \varepsilon_t \ldots(3)$$

حيث أن μ الحد الثابت ، T الاتجاه الزمني بحيث أن $T = t - 1 - \frac{n}{2},\ t = 2,3,\ldots,n$ بينما p تمثل مدة التباطؤ الأعظم، التي يمكن تحديدها اعتمادا على الصيغة التالية $p = \text{int}\, egr\{12(\frac{n}{100})^{\frac{1}{4}}\}$.ويلاحظ هنا أن هذه المشكلة سوف تختفي بعد إدراج عدد مناسب من الفروق ، إذ تصبح ε_t غير مرتبطة ذاتيا. وفي جميع الحالات الثلاثة يكون الفرض المراد اختباره هو:

فرضية العدم : السلسلة غير مستقرة $H_0 : \lambda = 0$

الفرضية البديلة : السلسلة مستقرة $H_0 : \lambda < 0$

ويتم تقدير النموذج المستخدم بإحدى الطرق الإحصائية ثم حسابي إحصائي الاختبار $\hat{\tau}_C = \frac{\hat{\lambda}}{\hat{S}_{\hat{\lambda}}}$ ومقارنة هذه القيمة بقيمة τ_T المستخرجة من جداول ADF واتخاذ القرار بشأن قبول أو رفض فرض العدم أو بمعني آخر بشأن ما إذا كانت السلسلة مستقرة أم لا.

• **اختبار Philips and Perron (PP)**:

يعتبر اختبار فيليبس بيرونPP واحدا من أشهر الاختبارات الخاصة المستخدمة لاختبار استقرار السلاسل الزمنية،حيث يعتمد تقديره على معادلة ديكي فوللر البسيط (DF) نفسها إلا أن اختبارPP يختلف عن اختبارADF بكونه لا يحتوي على قيم متباطئة للفروق وطريقة معالجة وجود الارتباط الذاتي من الدرجة الأعلى وكذلك عدم التجانس،إذ يقوم بعملية تصحيح غير معلميه (Non-Parametric) في حين (DF) يواجه مشكلة الارتباط الذاتي بعملية تصحيح معلميه Parametric من خلال حدود الفروق، ويجري اختبار فيليبس_بيرونPP في خمسة مراحل :

تقدير النماذج الثلاثة لاختبار DF باستخدام طريقة OLS مع حساب الإحصائيات المرافقة

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \hat{\varepsilon}_t^2$$

تقدير تباين قصير المدى

تقدير المعامل المصحح المسمي بتباين طويل الأجل وفقا للصيغة التالية

$$S_1^{\,2} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \hat{\varepsilon}_t^2 + 2\sum_{i=1}^{L}(1 - \frac{i}{L+1})\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-1}$$

ومن أجل تقدير هذا التباين من الضروري ايجاد عدد التباطؤ وفقا للصيغة التالية $L \approx 4(\frac{n}{100})^{2/9}$

حساب إحصائيةPP

$$PP = \sqrt{K} \times \frac{(\hat{\lambda} - 1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\lambda}}} + \frac{n(k-1)\hat{\sigma}_{\hat{\lambda}}}{\sqrt{K}} \ldots(4)$$

حيث أن $K = \frac{\hat{\sigma}^2}{S_1^2}$

تقارن قيمة إحصائية الاختبار مع القيمة الجدولية المستخرجة من جداول ماك كينون. ويتم اختبار فرضية العدم بعدم استقرار السلسلة الزمنية $H_0 : \lambda = 0$ والفرضية البديلة باستقرار السلسلة الزمنية $H_0 : \lambda < 0$ وعندما تكون قيمة λ معنوية فيعني هذا رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة والتي تعني بأن السلسلة لا تحتوي على جذر الوحدة (أي مستقرة)،واتخاذ القرار سيكون بنفس الخطوات السابق ذكرها في اختبار (ADF) وكذلك سيتم استخدام القيم الحرجة نفسها للاختبارين ، وذلك لان الاختبارين لهما نفس التوزيع في العينات الكبيرة فقط. انظر[3]. ويمكن تحويل السلسلة غير المستقرة إلى سلسلة مستقرة وذلك بأخذ الفروق المناسبة.

ثانيا. التعرف على المواصفات الأولية للنموذج:

يتم ذلك باستخدام دالة الارتباط الذاتي Auto(ACF) Correlation Function ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) Partial Auto Correlation Function .فإذا كانت ACF تتناقص تدريجيا سالكة سلوكاً أسيا أو سلوك موجات الجيب وPACF تنقطع بعد الفترة الفاصلةp فهذا يدل على أن النموذج هو نموذج الانحدار الذاتي و الصيغة العامة لنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة (p) والذي يرمز له بالرمز AR(P)هي:

$$z_t = \emptyset_1 z_{t-1} + \emptyset_2 z_{t-2} \dots\dots + \emptyset_p z_{t-p} + a_t \dots (5)$$

z_t :قيمة المشاهدة عند الزمن t

$\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$: تمثل معالم نموذج الانحدار الذاتي التي يجب تقديرها والتي تصف أثر تغير كل من $z_t, z_{t-1}, z_{t-2}, \ldots\ldots, z_{t-p}$:المشاهدات عند الزمن-t,t-1 .2,……, t- p

a_t : حد الخطأ العشوائي ويتوزع طبيعيا بمتوسط صفر و تباينه σ^2_εوإنها مستقلة عن Z_t .

أما إذا كانت ACF تتقطع (cut off) بعد الفترة الفاصلة p و PACFتتناقص تدريجيا بسلوك أسي أو سلوك موجات الجيب فهذا يدل على أن النموذج هو نموذج الأوساط المتحركة والصيغة العامة لنموذج الأوساط المتحركة من الدرجة (q) والذي يرمز له بالرمز MA(q)هي:

$$X_t = \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \ldots (6)$$

$\theta_1, \theta_2, \ldots\ldots, \theta_q$:تمثل معالم نموذج الأوساط المتحركة التي يجب تقديرها.

$\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \ldots\ldots, \varepsilon_{t-q}$:الأخطاء العشوائية مستقلة عن بعضها البعض ولها توزيع معتدل متوسطة صفر و تباين σ^2_ε .

و إذا كانت ACF تتناقص تدريجيا سالكة سلوكاً أسيا أو سلوك موجات الجيب وPACF أيضا تتناقص تدريجيا(tails off) سالكة سلوكاً أسيا أو سلوك موجات الجيب فهذا يدل على أن النموذج هو نموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة و إن الصيغة العامة لنموذج المختلط من الدرجة (p, q) والذي يرمز له بالرمز ARMA(p ,q)هي:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \ldots. + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \ldots (7)$$

حيث أن : $-1 < \phi < 1$, $-1 < \theta < 1$

وبعد التعرف مبدئيا على النموذج من حيث كونه نموذجAR(P) أوMA(q)أو ARMA(p ,q) يتطلب الأمر معرفة درجة النموذج المختار وتوجد عدة طرق لتحديد هذه الدرجة منها **AIC**

مقياسAkikes criterion ويعرف بالشكل التالي

$$AIC(p) = \ln(\sigma^2) + \frac{2(p+q)}{n} \ldots (8)$$

حيث أن:

σ^2 :تمثل تباين النموذج. انظر[7]و[8].

ثالثا. تقدير معالم النموذج والتأكد من معنوياته إحصائيا:

بعد ترشيح نموذج أو أكثر كنموذج مناسب لوصف المتسلسلة المشاهدة نقوم بتقدير معالم هذا النموذج من البيانات المشاهدة باستخدام طرق التقدير الإحصائي الخاصة بالسلاسل الزمنية. فإذا كان نموذج انحدار ذاتيا يمكننا استخدام طريقة المربعات الصغرى ،وفي حالة نموذج ARMA فتقدير المعاملات يصبح معقدا وهناك عدة خوارزميات مقترحة لتقدير وهي طريقة الإمكانية القصوى وطريقة المربعات الصغرى أما بالنسبة لنا نستخدم برنامج(R) وهو يعتمد علي طريقة المربعات الصغرى في تقدير النموذج.

رابعا. اختبار سوء التوصيف:

اختبار سوء التوصيف ويعنى التأكد من ملائمة النموذج للسلسلة الزمنية قيد الدراسة. وعندما يكون غير ملائم نعود للمرحلة الثانية ، ولا ننتقل للمرحلة التالية.

وإحدى طرق التشخيص لجودة النموذج هو دراسة البواقي المعيارية المقدرة حيث يفترض أن تكون هذه الأخطاء مستقلة وغير مرتبطة ذاتيا و منتشرة بشكل عشوائي وتتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط صفر و تباين ثابت.

خامسا. التنبؤ:

في هذه المرحلة يتم إيجاد القيم المستقبلية للسلسلة الزمنية من خلال استخدام النموذج الملائم بمجرد الاقتناع بملائمة النموذج الموفق للعملية التي تولدت وفقا لها بيانات السلسلة المشاهدة ،حيث يمكن استخدام هذا النموذج للتنبؤ بمشاهدات السلسلة المستقبلية.

3- الجانب التطبيقي:

في هذا الجانب سوف نقوم بتحليل بيانات السلسة الزمنية قيد الدراسة والمتمثلة في إجمالي أنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري وإجمالي الشعير في الفترة الزمنية من 2000إلى2016 بمشروع تساوه لإنتاج البذور المحسنة.

الغرض الأساسي من تحليل هذه البيانات هو وصف سلوك الإنتاج ومحاولة الوصول إلى نموذج قياسي للتنبؤ بالإنتاج

للسنوات المستقبلية.، وقد تم استخدام البرنامج الإحصائيRللحصول على هذه التنبؤات.

ويبين جدول رقم 1 إنتاج القمح الصلب والطري و الشعير بالطن من سنة 2000 إلى سنة 2016حيث أخذت هذه البيانات من إدارة مشروع تساوه الإنتاجي.

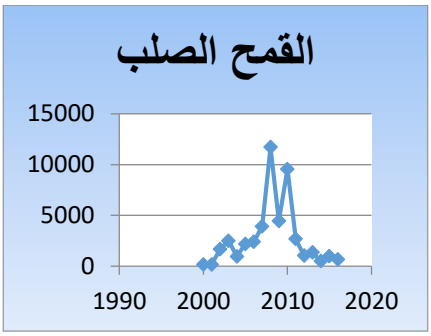
جدول رقم1:إنتاج القمح الصلب والطري و الشعير بالطن

السنة	القمح الصلب (بالطن)	القمح الطرى(بالطن)	الشعير(بالطن)
2000	168.000	75.000	170.000
2001	170.000	152.000	230.000
2002	1691.000	127.340	1507.000
2003	2504.000	328.000	828.000
2004	961.380	221.340	755.480
2005	2183.700	252.218	1461.220
2006	2404.220	243.950	1930.985
2007	3925.000	2072.360	4247.000
2008	11702.488	1201.700	5047.070
2009	4449.6000	115.600	5112.000
2010	9556.685	448.130	4507.985
2011	2671.230	4199.949	2954.300
2012	1034.420	787.820	1502.680
2013	1356.440	1375.220	1028.690
2014	506.440	987.180	1822.410
2015	969.440	983.336	1953.880
2016	657.040	488.280	1295.820
الإجمالي	**46911.083**	**14059.423**	**36354.520**

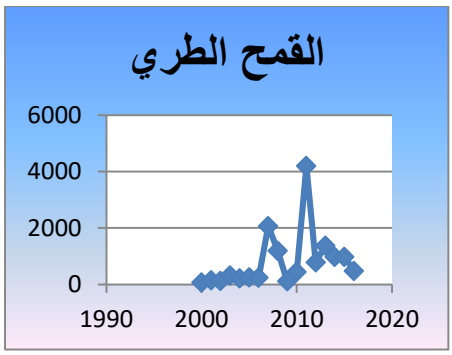
3-1 تطبيق منهجية بوكس جنكينز:

المرحلة الأولى. فحص استقرار السلسلة الزمنية:

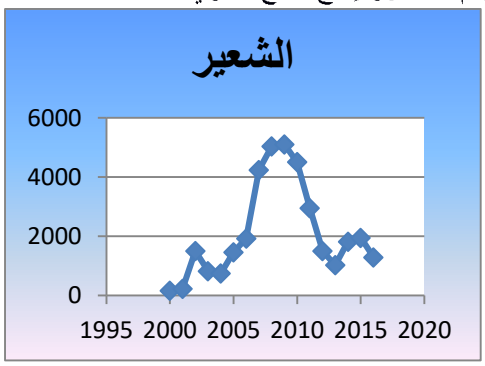
لمعرفة ما أذا كانت السلسلة الزمنية لإنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري وانتاج الشعير مستقرة أم غير مستقرة نرسم السلسلة،فبعد رسم السلسلة ظهر لدينا الشكل البياني رقم 4,3,2



شكل رقم2: تطور إنتاج القمح الصلب



شكل رقم3: تطور إنتاج القمح الطري



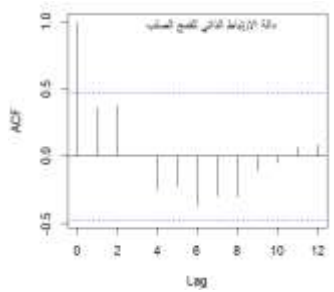
شكل رقم4: تطور إنتاج الشعير

ويتضح من الرسم عدم استقرار السلسلة الزمنية لكل من انتاج القمح بنوعيه الصلب والطري و الشعير.

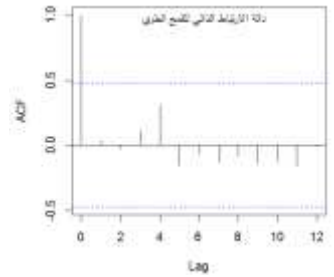
كما تم أيضا تطبيق اختبارات جذر الوحدة ADF,PPدلت النتائج أيضا على أن سلسلة القمح الصلب غير مستقرة في المستوى بقيمة (P-Value=0.4803)بل مستقرة في الفرق الأول بقيمة(P-Value=0.01) بينما سلسلة القمح الطري غير مستقرة في المستوى بقيمة (P-Value=0.0804)بل مستقرة في الفرق الأول بقيمة(P-Value=0.042),أما سلسلة الشعير هي أيضا غير مستقرة في المستوى بقيمة (P-Value=0.8752)بل مستقرة في الفرق الثاني بقيمة(P-Value=0.01).

المرحلة الثانية. التعرف على النموذج المناسب:

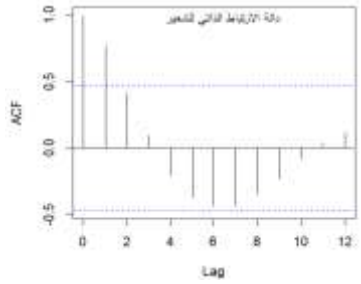
بعد فحص دالة الارتباط الذاتيACF و دالة الارتباط الجزئي PACFلسلسلة الفرق الأول لإنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري وسلسلة الفرق الثاني لإنتاج الشعير كما في الأشكال من 5 إلى9، نلاحظ أن لها سلوك جيبي فهذا يدل إن النموذج الذي نتوقع إنه يكون ملائما للبيانات هو النموذج المختلط.



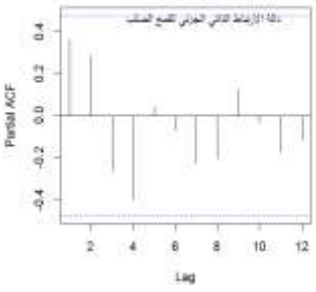
شكل رقم 5: دالة الارتباط الذاتيACF لسلسلة الفرق الأول لإنتاج القمح الصلب



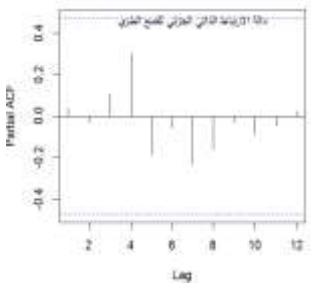
شكل رقم6: دالة الارتباط الذاتيACF لسلسلة الفرق الأول لإنتاج القمح الطري



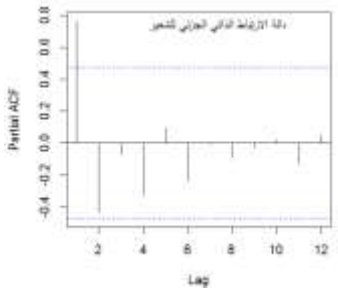
شكل رقم 7: دالة الارتباط الذاتيACF لسلسلة الفرق الثاني لإنتاج الشعير



شكل رقم8: دالة الارتباط الذاتيPACF لسلسلة الفرق الأول لإنتاج القمح الصلب



شكل رقم 9: دالة الارتباط الذاتيPACF لسلسلة الفرق الأول لإنتاج القمح الطري



شكل رقم 10: دالة الارتباط الذاتيPACF لسلسلة الفرق الثاني لإنتاج الشعير

و لتوفيق درجة أفضل نموذج من نماذج السلاسل الزمنية تم استخدام معيار معلومات أكايكي حيث دلت النتائج على أن أفضل نموذج لسلسلة إنتاج القمح الصلب هو *ARIMA*(0,1,3) من جملة النماذج الإثنى عشر المستخدمة (p=0,1,2,3, ,q=1,2,3,) وتم اختيار النموذج الذي له اقل قيمة لـــــ AIC.و أن أفضل نموذج لسلسلة إنتاج القمح الطري هو *ARIMA*(0,1,1)و أفضل نموذج لسلسلة إنتاج الشعير هو *ARIMA*(0,2,2) .

المرحلة الثالثة. تقدير معالم النماذج:

وتم استخدام البرنامج الإحصائيR version 3.0.2 والحزمة الإحصائية forecast لتقدير النموذج الأفضل لكل سلسلة (القمح الصلب – القمح الطري– الشعير) وهو ARIMA(p,d,q) وكانت النتائج المستخرجة باستخدام البرنامج موضحة بالجدول رقم 2.

جدول رقم2:النتائج المستخرجة باستخدام البرنامج الإحصائيR

ARIMA(0,1,3) Coefficients: ma1 ma2 ma3 -0.5602 0.9202 -0.6779 s.e. 0.2874 0.3912 0.4216 sigma^2 estimated as 5e+06: log likelihood = -148.21, aic = 304.43
ARIMA(0,1,1) Coefficients: ma1 -0.7883 s.e. 0.1832 sigma^2 estimated as 1137458: log likelihood = -134.74, aic = 273.49
ARIMA(0,2,2) Coefficients: ma1 ma2

```
      -0.4372  -0.5621
s.e.   0.5693   0.4798
sigma^2 estimated as 815635:  log likelihood = -124.52,  aic
= 255.04
```

وبذلك تكون المعادلة المقدرة ل $ARIMA(0,1,3)$ هي:

$$y_t = -0.5602\,\varepsilon_{t-1} + 0.922\,\varepsilon_{t-2} - 0.6779\,\varepsilon_{t-3} \ldots (9)$$

والمعادلة المقدرة ل $ARIMA(0,1,1)$ هي:

$$y_t = -0.7883\,\varepsilon_{t-1} \ldots (10)$$

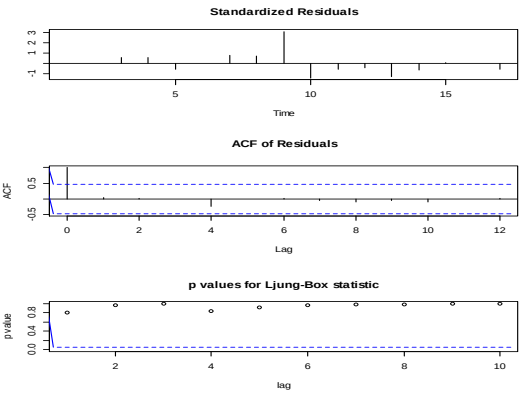
والمعادلة المقدرة ل $ARIMA(0,2,2)$ هي:

$$y_t = -0.4372\,\varepsilon_{t-1} - 0.5621\,\varepsilon_{t-2} \ldots (11)$$

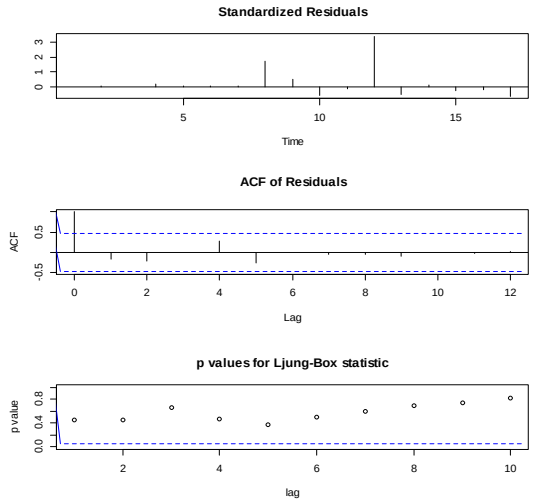
المرحلة الرابعة. اختبار سوء التوصيف والتأكد من النموذج ملائم للسلسلة:

بعد تقدير معالم النموذج المختار تأتي مرحلة تشخيصه لمعرفة فيما إذا كان النموذج صالحا للتنبؤ أم لا.

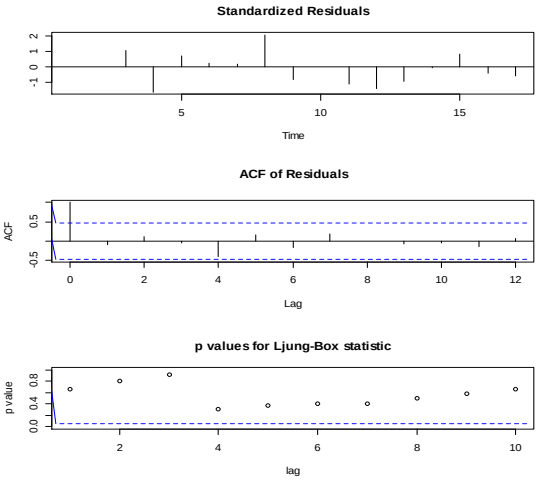
يتضح من الشكل (12,11,10)أن الأخطاء المعيارية تتبع التوزيع الطبيعي ومستقلة عن بعضها البعض وبذلك يمكن القول بأن النموذج يصلح للتنبؤ لكل من سلاسل أنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري و سلسلة الشعير.



شكل رقم10: اختبار سوء التوصيف لسلسلة (القمح الصلب)



شكل رقم11: اختبار سوء التوصيف لسلسلة (القمح الطري)



شكل رقم12: اختبار سوء التوصيف لسلسلة (الشعير)

المرحلة الخامسة: التنبؤ باستخدام النموذج المختار.

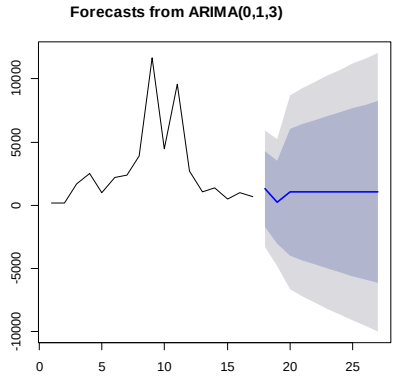
التنبؤ هو المرحلة الأخيرة من مراحل تحليل السلسلة الزمنية باستخدام منهجية بوكس جنكينزBox – Jenkins وهو الهدف النهائي من تحليل السلسلة الزمنية والجدول رقم 3يعطي التنبؤات المستقبلية لإنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري وإنتاج الشعير. بواسطة النماذج المختارة وهي $ARIMA(0,1,3)$ للقمح الصلب $ARIMA(0,1,1)$للقمح الطري و $ARIMA(0,2,2)$ للشعير.

جدول رقم3: قيم التنبؤات المستقبلية

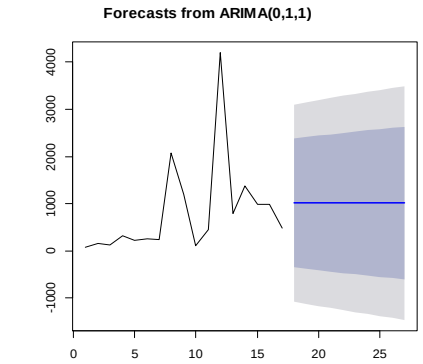
السنة	القمح الصلب (بالطن)	القمح الطري(بالطن)	الشعير(بالطن)
2017	1279.3632	1015.563	1043.037
2018	223.6369	1015.563	1068.841
2019	1024.3200	1015.563	1094.644
2020	1024.3200	1015.563	1120.448
2021	1024.3200	1015.563	1146.251

1172.055	1015.563	1024.3200	2022
1197.858	1015.563	1024.3200	2023
1223.661	1015.563	1024.3200	2024
1249.465	1015.563	1024.3200	2025
1275.268	1015.563	1024.3200	2026

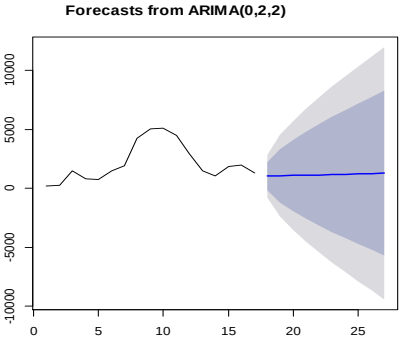
والأشكال 15,14,13 توضح التنبؤات بواسطة النماذج المختارة لسلسلة أنتاج القمح بنوعيه الصلب والطري وسلسة انتاج الشعير وهي: *ARIMA*(0,1,3) ، *ARIMA*(0,1,1) و *ARIMA*(0,2,2) على التوالي.



شكل رقم13:التنبؤ بواسطة النموذج المختار لسلسلة(انتاج القمح الصلب)



شكل رقم14:التنبؤ بواسطة النموذج المختار لسلسلة(انتاج القمح الطري)



شكل رقم15:التنبؤ بواسطة النموذج المختار لسلسلة(انتاج الشعير)

النتائج

بعد تحليل بيانات السلسلة الزمنية لكل من سلسلة (القمح بنوعيه الصلب والطري وسلسلة انتاج الشعير) توصلنا إلي النتائج التالية:

1- السلاسل الزمنية لإنتاج (القمح بنوعيه الصلب والطري وإنتاج الشعير) هي سلاسل زمنية غير مستقرة واظهر اختبار Dickey and Fuller و Philips and Perronوجود جذر الوحدة، وبذلك تم أخذ الفرق الأول لسلسلة القمح بنوعيه الصلب والطري و الفرق الثاني لسلسلة إنتاج الشعير بهدف تحقيق الإستقرارية.

2- أن النموذج الملائم لتمثيل السلاسل (القمح بنوعيه الصلب والطري والشعير) هو على التوالي *ARIMA*(0,1,3) ، *ARIMA*(0,1,1) و *ARIMA*(0,2,2) والذي تم تحديد درجته اعتمادا على بواسطة معامل AIC.

التوصيات

1- نوصي باستخدام النموذج الذي تم التوصل إليه في التنبؤ بإنتاج البذور المحسنة الأخرى في المشروع مثل البقوليات والشوفان والذرة الشامية.

2- نوصي باستخدام المنهجية لاستنتاج النموذج الملائم للتنبؤ بالمحاصيل الزراعية في المشاريع الأخرى القائمة داخل ليبيا.

المراجع

[1]- بري. عدنان ماجد عبدالرحمن. يناير 2002 م. طرق التنبؤ الإحصائي (الجزء الأول)جامعة الملك سعود.

[2]- والتر، فاندل، تعريب ومراجعة: عزام. عبد المرضي حامد، هارون .احمد حسين .1992م.السلاسل الزمنية من الوجهة التطبيقية و نماذج بوكس جنكيز، دار المريخ للنشر.

[3]- عثمان نقار، منذر العواد، منهجية Box-Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ دراسة تطبيقية على أعداد تلاميذ الصف الأول من التعليم الأساسي في سورية ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية–المجلد– 27 العدد الثالث– 2011م.

[4]- شادلي التلباني: استخدام منهجية بوكس- جنكنز للتنبؤ بانتاج القمح –دراسة حالة الصين(2015)(بحث منشور في Journal of Al Azhar(Natural Sciences), 2015, 17 University-Gaza.

[5]- الوقائع العراقية(2016م)،"قانون الموازنة العامة الاتحادية لجمهورية العراق للسنة المالية /2016م"،العدد4394.

[6]- سالم، محمد حمدي وآخرون(2008) ،دراسة اقتصادية لإنتاج وتصنيع الطماطم في مصر، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، الجمعية المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد) (18،العدد(3) ،ص - 841ص856.

[7]- M.B.Priestly 1981. Spectral Analysis and Time Series.

[8]- Akaike , H. (1969):Fitting autoregressive models for prediction.Annals of the institute of Statistical Mathematics,21:243-247.