

أ/ بنين وفاء
جامعة الوادي، الجزائر
ouafa79@gmail.com

د/ زكرياء بله باسي
جامعة الوادي، الجزائر
B_zakaria39@yahoo.fr

د/فريدة عزازي
جامعة البليدة، الجزائر
azzazifarida1@gmail.com

" استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بإنتاج القمح دراسة حالة الجزائر "

Abstract	ملخص
<p>In this research, time series models were used to study and analyze the annual data of Algeria's production of wheat crop from 1960 to 2018 in order to predict the quantity of production over the next 10 years. Where the results of data analysis showed that the autoregressive integrated moving average class ARIMA model (0,1,1) is an appropriate model for data representation under study and the proven predictive values rapprochement with the values of the original series which shows the efficiency of the model used, there is a general pattern of increase in wheat production in Algeria. As well as proven model parameters significance when (Sig<0.05).,Accordingly, it was used to predict future values during the period (2019-2028).</p>	<p>في هذا البحث تم استخدام نماذج السلاسل الزمنية لدراسة وتحليل البيانات السنوية لكمية إنتاج محصول القمح في الجزائر من (1960 - 2018) وذلك بغية التنبؤ بكمية الإنتاج خلال العشر سنوات القادمة، حيث أظهرت نتائج تحليل البيانات أن نموذج الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسطات المتحركة من الدرجة (ARIMA0,1,1) هو النموذج الملائم في تمثيل البيانات قيد الدراسة، وقد أثبتت القيم التنبؤية تقارباً مع قيم السلسلة الأصلية، الأمر الذي يدل على كفاءة النموذج المستخدم بالإضافة إلى تسجيل نط عام بالزيادة في إنتاج القمح في الجزائر، كما أثبتت معالم النموذج معنوية عند (Sig>05.0).وعليه تم استخدام هذا النموذج في التنبؤ بالقيم المستقبلية خلال الفترة (2019-2028).</p>

الكلمات المفتاحية: السلاسل الزمنية، بوكس وجينكنز، إنتاج القمح، التنبؤ، الجزائر.

1. تمهيد:

تعتبر الزراعة حجر الزاوية والركن الأساسي في الاقتصاد، لما لها من دور كبير وفاعل في تحقيق كل من الرفاه الاقتصادي والاجتماعي للشعوب لتأثيرها المباشر على الناتج المحلي الإجمالي (GDP) من جهة، ودورها البالغ في تحسين المستوى المعيشي لسكان المناطق الريفية خصوصا والاقتصاد الكلي عموما من جهة ثانية.

وبعد القمح من أهم المنتجات الزراعية في العالم، حيث يمثل أهم المحاصيل الغذائية الأساسية التي تلعب دورا بارزا في معيشة البشرية من أجل تلبية الاحتياجات الغذائية المتنوعة في المناطق الريفية والمدنية على حد سواء. وتعتبر زراعة القمح ذات تكاليف زراعية منخفضة (Karim et al., 2010) كما أنها أسهل طريقة وأقل وقتاً من ناحية الري إذا ما قورنت بمحاصيل أخرى بديلة كالأرز و البطاطا وغيرها (Saeed et al, 2000).

ويغطي القمح أكبر مساحة من سطح الكرة الأرضية مقارنة بأي محصول غذائي آخر. وأكبر الدول المنتجة له في العالم: كندا، الصين، فرنسا، الهند، روسيا، أوكرانيا والولايات المتحدة. وقد بلغت مساحة القمح المزروع في العالم سنة 2004 نحو 213.8 هكتار حول العالم، أما المساحة المزروعة قمحاً في الوطن العربي خلال نفس السنة نحو 11.64 مليون هكتار حيث تسهم المغرب، مصر، سورية، الجزائر والسعودية بنسبة 85% منها (أحمد، 2017).

زاد إنتاج القمح في العالم بشكل كبير خلال الفترة 1951-1990، ليس بسبب التوسع في المساحات المزروعة لكن بسبب تحسين الممارسات الزراعية السليمة والأصناف المحسنة وراثيا (شادي، 2015). كما نشرت منظمة الفاو توقعاتها للإنتاج العالمي للقمح لعام 2019 حيث توقعت زيادة سنوية تبلغ 5.0 في المائة مع مستويات 2018، إلا أنه من المتوقع أيضا زيادة استهلاك القمح، وهو من الأغذية الرئيسية، بنسبة 1.0 في المائة وذلك بسبب الارتفاع المستمر في عدد سكان العالم. (منظمة الأغذية والزراعة، 2019)

ومنه فان العالم اليوم يواجه تحديا حقيقيا يتمثل في مواكبة الزيادة السكانية بما يلي احتياجاتها من القمح حيث أن هناك سباقاً قائما وحقيقيا بين توفير الغذاء وزيادة السكان (Amin et al., 2014).

وتعتبر الجزائر أحد أهم هذه الدول التي تواجه مثل هذا التحدي على الرغم من توافر الإمكانيات المادية والطبيعية الهائلة، بعدما كان القمح الجزائري أبان الاحتلال يحتل وزنا كبيرا في مجموع المزروعات مقارنة بمجموع الأراضي الصالحة للزراعة والتي تتركز بصفة خاصة في الأراضي الأكثر خصوبة والمعروفة بالإنتاج الوفير ذي الجودة العالية، حيث كانت أكبر مصدر

للفائض عن الطلب المحلي منه إلى فرنسا و الولايات المتحدة الأمريكية، أهم المستوردين للقمح الجزائري، لكن هذا الاهتمام تراجع لعدة عوامل أهمها: انخفاض أسعار القمح في السوق العالمية مقابل ارتفاع أسعار الخمر، حيث تقلصت المساحات الخاصة بزراعة الحبوب لصالح زراعة أشجار الكروم خاصة في أراضي المعمرين، ولم يتم تدارك ذلك بعد الاستقلال بالرغم من الإصلاحات المتعاقبة لتطوير إنتاج القمح خاصة فترة ما بعد التسعينات، نظرا لأهمية القمح الذي يعتبر أكثر المواد الغذائية تداولاً في السوق العالمية، كما أصبح سلاحاً استراتيجياً تستعمله الدول للضغط على الدول المستوردة لتحقيق أغراضها السياسية.

حيث سجل إنتاج القمح في الجزائر تذبذباً بين الارتفاع والانخفاض نظراً لتدهور الظروف المناخية، وعدم فعالية الإجراءات المتخذة لتحسين الإنتاج، مما يقي إنتاج القمح في الجزائر عاجزاً على تلبية الاحتياجات المحلية الأمر الذي يتطلب الزيادة المطردة في نسبة استيراد الحبوب من مجموع الواردات الغذائية (فوزية، 2008)، التي كانت 28% عام 1969 لترتفع إلى 60% عام 1984 لتصل إلى 70% عام 1997 (فوزية، 2004).

2. إشكالية الدراسة:

إن الجزائر تواجه تحدياً كبيراً يتمثل في إنتاج المزيد من القمح لمواجهة الزيادة السكانية الكبيرة، وتلبية احتياجات السكان البالغ تعدادهم في جانفي 2018، حوالي 42,2 مليون نسمة حسب الديوان الوطني للإحصائيات 2019، وتحقيق الاكتفاء الذاتي من خلال الرجوع لمكانتها العالمية في إنتاج القمح. ولبناء استراتيجيات النمو وتحديد الآفاق المستقبلية لإنتاج القمح في الجزائر، فقد تركزت مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيسي التالي: ما هو النموذج الأمثل من بين نماذج ARIMA للتنبؤ بإنتاج القمح في الجزائر؟

3. أهداف الدراسة:

تبلورت أهداف البحث في:

- ✓ تقديم منهجية بوكس-جينكنز كأداة إحصائية دقيقة للتنبؤ بإنتاج القمح في الجزائر.
- ✓ تحديد النموذج الأمثل من بين نماذج ARIMA للتنبؤ بإنتاج القمح في الجزائر.
- ✓ تحديد الاحتياجات السنوية للجزائر من القمح.
- ✓ دعم وتعزيز جهود متخذي القرار عند قيامهم بالتخطيط لمنظومة إنتاج القمح لتغطية هذه الاحتياجات في الجزائر، بل واستعادة المكانة العالمية للقمح الجزائري.
- ✓ تقديم المساعدة للقطاعات المرتبطة بمحصول القمح على مواجهة الاحتياجات السنوية من المحصول.

4. الدراسات السابقة:

■ دراسة شادي إسماعيل يوسف التلباني، 2015، بعنوان: استخدام منهجية بوكس-جينكنز للتنبؤ بإنتاج القمح : دراسة حالة الصين.

هدف هذا البحث إلى استخدام منهجية بوكس وجينكنز للتنبؤ بإنتاج القمح في الصين. حيث انه تجاوز نموذج $ARIMA(0,2,1)$ من بين عدة نماذج مقترحة مرحلة الفحص والتشخيص بسهولة. و تم استخدامه في التنبؤ بالقيم المستقبلية خلال الفترة (2011-2020) حيث وجد أن هناك تقارب بين القيم التنبؤية والقيم الحقيقية بالإضافة إلى وجود نمط عام بالزيادة في إنتاج القمح في الصين.

■ دراسة سلوى المحمد وآخرون، 2018، بعنوان: استخدام نماذج $ARIMA$ للتنبؤ بإنتاج محصول القطن في سورية.

هدفت هذه الدراسة إلى استخدام نماذج $ARIMA$ للتنبؤ بإنتاج وإنتاجية ومساحة محصول القطن على مستوى الجمهورية العربية السورية، ثم على مستوى أهم المحافظات المنتجة له: الحسكة، والرقعة، وحلب، ومنطقة الغاب، حيث تم استخدام البيانات السنوية للفترة (1985 - 2012). وأظهرت النتائج أن النموذج $(ARIMA1.0.0)$ هو الأكثر ملائمة للتنبؤ. كما أشارت النتائج إلى زيادة المساحة المزروعة والإنتاجية والإنتاج من القطن في سورية حسب النموذج المقترح خلال السنوات الثمان القادمة بمعدل نمو سنوي أعلى من معدل النمو السنوي للفترة المدروسة، حيث بلغ معدل النمو السنوي للمساحة والإنتاج (0.48 % و 0.30 %) على التوالي.

■ دراسة Nyoni, Thabani، 2019، بعنوان: $ARIMA$ النمذجة والتنبؤ بمؤشر أسعار المستهلك (CPI) في ألمانيا.

استخدمت هذه الورقة البحثية بيانات السلاسل الزمنية السنوية حول مؤشر أسعار المستهلك في ألمانيا من 1960 إلى 2017، لنمذجة وتوقع مؤشر أسعار المستهلك باستخدام تقنية $ARIMA$ (Box – Jenkins). حيث قدمت الدراسة نموذج $ARIMA(1,1,1)$ للتنبؤ بمؤشر أسعار المستهلك في ألمانيا. وأشارت الاختبارات التشخيصية أيضاً إلى أن النموذج الأمثل الذي تم عرضه مستقر ومقبول للتنبؤ. كما بينت النتائج أن مؤشر أسعار المستهلك في ألمانيا من المرجح أن يستمر في اتجاه تصاعدي في العقد المقبل. وتشجع الدراسة صانعي السياسات على الاستفادة من تدابير السياسة النقدية والمالية المشددة من أجل التعامل مع التضخم في ألمانيا.

■ دراسة BholaNath et.al، 2019، بعنوان: التنبؤ بإنتاج القمح في الهند: منهج $ARIMA$ للنمذجة. من خلال نموذج $ARIMA$ لـ Box-Jenkins تم استخدام أسلوب نمذجة السلاسل الزمنية للتنبؤ بإنتاج القمح في الهند. حيث تم العثور على نموذج $(ARIMA,1,1,0)$ ليكون أفضل نموذج لهذه الدراسة. بذلت الجهود للتنبؤ

إنتاج القمح المستقبلي لمدة تصل إلى عشر سنوات بكل دقة، من خلال ربط نموذج (ARIMA1,1,0) ببيانات السلاسل الزمنية الحالية. فأظهرت النتائج أن الإنتاج السنوي للقمح سينمو في 2026-2027. بشكل مستمر بمعدل نمو يبلغ حوالي 4٪ سنوياً.

5. الأدبيات النظرية:

السلسلة الزمنية: هي مجموعة من القيم المشاهدة لمتغير ما تحدث خلال فترات زمنية متساوية عادة تكون إما أسبوعية، أو شهرية أو فصلية، أو سنوية، وحيث أن أكثر الأنماط الشائعة للسلاسل: الاتجاه العام المتزايد أو المتناقص، الدورية، الموسمية، غير المنتظمة وتعتبر هذه الأنماط الأربعة مكونات أو عناصر السلاسل الزمنية. (محمد وحسن، 2015).

ويعد التوقع للمستقبل من الأغراض الرئيسية لدراسة متغيرات السلسلة الاقتصادية كما هو الحال في الكثير من استخدامات بيانات السلاسل الزمنية، فكما أوضح سلفا " تور وزميله ريجيل،" التوقع للمستقبل من خلال السلاسل الزمنية ليس مبنياً على خلفية نظرية، بل يستخدم التحركات الماضية في قيم المتغير للتوقع للتحركات المستقبلية وهذا يعني أنا لتوقع للمستقبل لا يتم بتأثير قيمة المتغير ببقية المتغيرات، بل يركز على متغير وحيد يتابع قيمه على مدى زمني معين ليتوقع قيمه على مدى زمني مستقبلي معين". (عمار شهاب، 2017).

ومن أهم هذه الطرق المستخدمة في التنبؤ منهجية بوكس-جينكنز والتي ظهرت عام 1976. وتتيح هذه المنهجية للبيانات الوصول الى أفضل نموذج بأقل أخطاء (شادي، 2015) حيث تجمع هذه المنهجية بين نموذجين في معادلة واحدة:

النموذج الأول: هو نموذج الانحدار الذاتي (Auto correlation AC) حيث يعبر عن المتغير y_t كدالة في المشاهدات الماضية لنفس المتغير التابع y_{t-i} كما يلي:

$$y_t = \varepsilon_t + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p}$$

حيث: ϕ_1 تعبر عن معاملات الانحدار الذاتي.

P تعبر عن رتبة الانحدار الذاتي ويسمى هذا النموذج نموذج الانحدار الذاتي من الرتبة P ، ويرمز له : AR (P).

النموذج الثاني: نموذج المتوسطات المتحركة (MA) Moving Average، حيث يعبر عن المتغير التابع y_t كدالة في قيم حد الخطأ السابقة كما يلي:

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

حيث: θ_1 تعبر عن معاملات المتوسطات المتحركة.

Q : تعبر عن رتبة المتوسطات المتحركة.

ε_{t-i} تعبر عن القيم الماضية لحد الخطأ. ويطلق عليه نموذج المتوسطات المتحركة من الرتبة q، ويرمز له بالرمز: AR(q).
وبجمع النموذجين السابقين MA(q) و AR(p) نتحصل على نموذج ARMA كما يلي (احمد، 2017) :

$$Y_t = \varepsilon_t + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

ويسمى نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة المختلط ويشار إليه ARMA(p,q). ويشترط هذا النموذج أن تكون السلسلة الأصلية y_t ساكنة عبر الزمن stationary، والمقصود بكونها ساكنة أن تكون ثابتة في المتوسط والتباين، أما السلسلة الزمنية غير المستقرة Non-stationary فتُعرف بأنها السلسلة التي لها تباين واتجاه غير ثابتين، أي متزايد أو متناقص. و بما أنّ معظم السلاسل الاقتصادية غير مستقرة، فيجب تحويلها لسلسلة مستقرة بإيجاد الفرق الأول للمتغير y كما يلي (سلوى وآخرون ، 2018):

$$\Delta Y = Y_t - Y_{t-1}$$

وإذا لم ينتج من الفروق الأولى سلسلة مستقرة، يمكن تكرار عملية الفروق حتى يتم الحصول على سلسلة مستقرة، ويُعبّر عن عدد مرات الفروق اللازمة لتحويل السلسلة إلى سلسلة مستقرة بدرجة التكامل الذي يعبر عنه بالرمز (d) ليصبح النموذج ARIMA (p,d,q) بثلاث رتب حيث: (p) رتبة الانحدار الذاتي ، (d) رتبة التكامل، ورتبة المتوسط المتحرك (q). ويتم بناء نموذج للتنبؤ باستخدام أسلوب بوكسو جينكيز على بأربع مراحل (KUMAR,2011) وهي:

1. التعرف على النموذج Model Identification :

يتم اختيار نموذج رياضي معين اعتمادا على بعض المقاييس الإحصائية التي تميز نموذج عن آخر وعلى الخبرة المستمدة من الدراسات والأبحاث، حيث يتم تحديد الرتب p,d,q بعد عملية التأكد من استقرار السلسلة الزمنية من خلال عدة اختبارات إحصائية. (الشيماء، 2012)

2. تقدير النموذج Model Estimation :

إن عملية ترشيح نموذج مناسبة أكثر لوصف السلسلة الزمنية المشاهدة التي تعد عملية صعبة على الباحث، لذلك تم وضع عدة معايير إحصائية مساعدة للمفاضلة بين النماذج المقترحة أهمها:

- معيار أكاي (Akaike Information Criterion) 1969 (AIC) (بشيشي وآخرون، 2018) الذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$AIC(p, q) = \delta^2 \cdot \exp \left\{ 2 \left(\frac{p + q}{T} \right) \right\}$$

- معيار المعلومات البيزي 1979 Bayesian Information Criterion (BIC) الذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$BIC = Ln(\hat{\sigma}^2) + \left(\frac{p + q}{T}\right) LnT$$

- معيار Hannan-Quinn(1979) ويعطى بالعلاقة التالية: (لقوقي، 2014)

$$HQ(p, q) = Ln(\hat{\sigma}^2) + (p + q)C \frac{LnLnT}{T} . C > 2$$

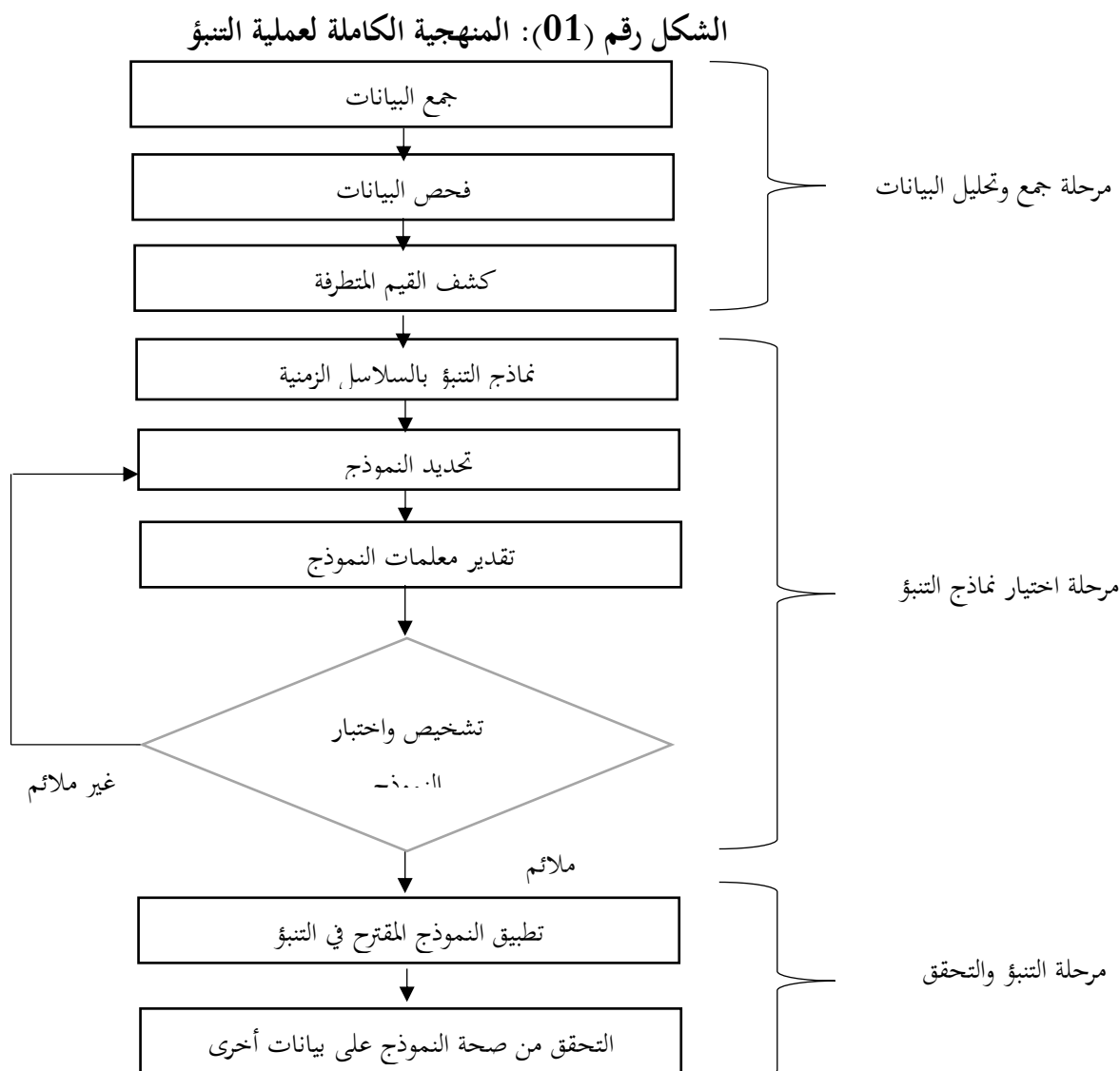
حيث يتم اختيار النموذج الأفضل الذي يملك أقل قيمة لهذه المعايير ومن ثم يتم تقدير معالم هذا النموذج من البيانات المشاهدة باستخدام طرق التقدير الإحصائي الخاصة بالسلاسل الزمنية.

3. تشخيص واختبار النموذج Model Diagnostic:

يتم إجراء اختبارات تفحصيه على البواقي لمعرفة مدى تطابق المشاهدات مع القيم المحسوبة من النموذج المرشح ومدى صحة فرضيات هذا النموذج. وفي حالة اجتيازه لهذه الاختبارات نقوم باعتماده واستخدامه لتوليد التنبؤات المستقبلية، أما في حالة عدم الاجتياز فإننا نعود للخطوة الأولى لتعيين نموذج جديد.

4. التنبؤ Fore casting:

يستخدم النموذج النهائي لتوليد التنبؤات المستقبلية ومن ثم حساب أخطاء التنبؤ كلما استجدت قيم جديدة مشاهدة من السلسلة الزمنية ومراقبة تلك الأخطاء. والشكل الموالي يوضح الخطوات التفصيلية المعتمدة في عملية التنبؤ:



المصدر: 2011. Manish Shukla and Sanjay Jharkharia

6. الجانب التطبيقي:

1.6. جمع البيانات:

تتكون بيانات سلسلة زمنية من (59) مشاهدة والتي تمثل كمية إنتاج القمح في الجزائر للفترة من 1960 إلى 2018 مقاسةً بألف مليون طن، حيث تم الحصول على البيانات المستخدمة في البحث والمتعلقة بالسلسلة الزمنية السنوية لإنتاج القمح من موقع Index Mundi، وسيتم تحليل هذه البيانات باستخدام برنامج SPSS الحزمة 25، وكذا برنامج EViews10.

الجدول رقم(01) : يمثل كمية منتوج القمح في الجزائر

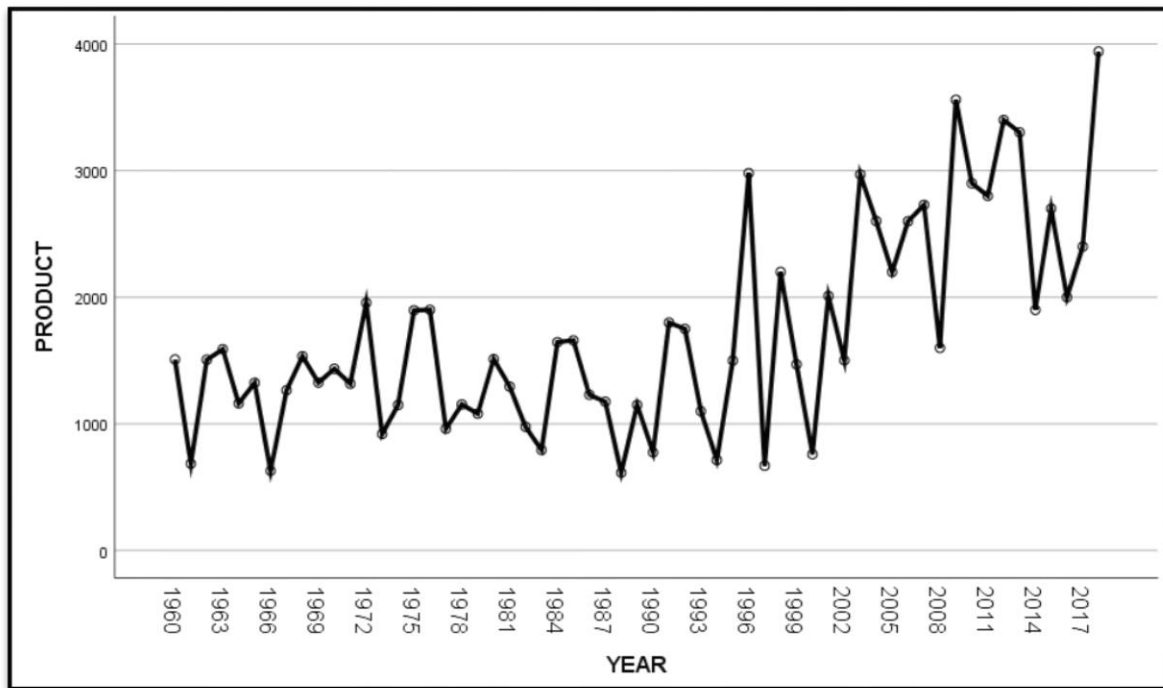
الرقم	السنة	الإنتاج	الرقم	السنة	الإنتاج	الرقم	السنة	الإنتاج
1	1960	1509	21	1980	1512	41	2000	760
2	1961	686	22	1981	1295	42	2001	2010
3	1962	1507	23	1982	977	43	2002	1502
4	1963	1590	24	1983	794	44	2003	2970
5	1964	1162	25	1984	1646	45	2004	2602
6	1965	1325	26	1985	1660	46	2005	2200
7	1966	630	27	1986	1230	47	2006	2600
8	1967	1266	28	1987	1175	48	2007	2730
9	1968	1534	29	1988	615	49	2008	1600
10	1969	1326	30	1989	1150	50	2009	3560
11	1970	1435	31	1990	775	51	2010	2900
12	1971	1317	32	1991	1800	52	2011	2800
13	1972	1956	33	1992	1750	53	2012	3400
14	1973	920	34	1993	1100	54	2013	3302
15	1974	1150	35	1994	715	55	2014	1900
16	1975	1897	36	1995	1500	56	2015	2700
17	1976	1901	37	1996	2980	57	2016	2000
18	1977	962	38	1997	670	58	2017	2400
19	1978	1154	39	1998	2200	59	2018	3940
20	1979	1081	40	1999	1470			

المصدر: للمزيد من المعلومات أنظر الموقع التالي: <https://www.indexmundi.com>

2.6. في مرحلة التعرف يجب التأكد من استقرار السلسلة الأصلية وذلك من خلال الرسم البياني كما هو موضح من

الشكل(02):

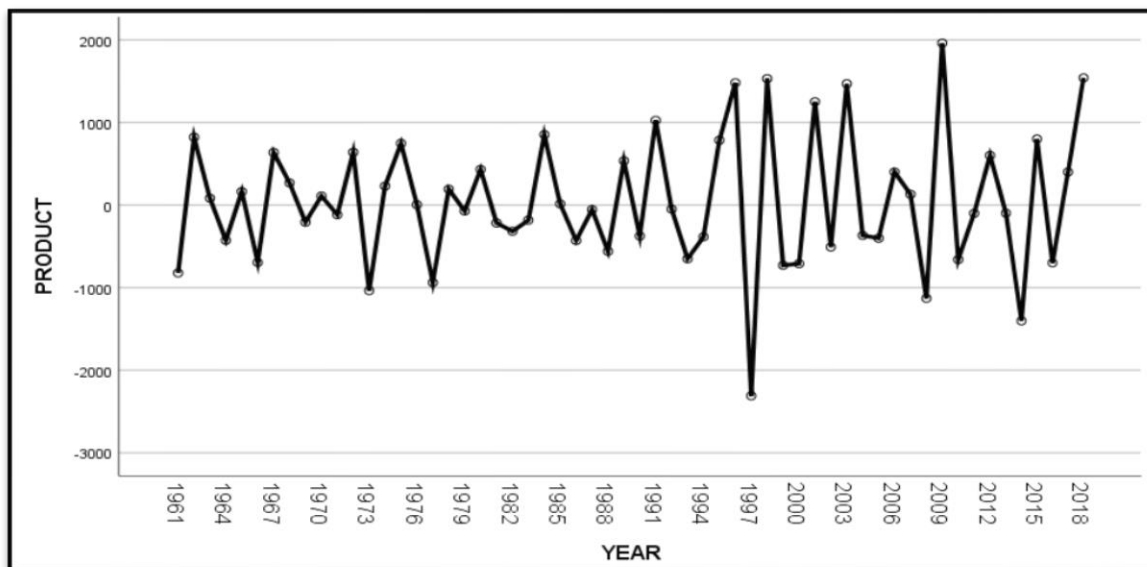
الشكل رقم (02): السلسلة الأصلية لإنتاج القمح في الجزائر



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

من خلال الشكل يتضح أن السلسلة الزمنية لإنتاج القمح في الجزائر لها اتجاه عام متزايد، مما يعني أن السلسلة الزمنية غير مستقرة، ولتسكين السلسلة نأخذ الفروق الأولى للسلسلة الأصلية فوجدت أنها مستقرة كما هو مبين في الشكل الموالي:

الشكل رقم (03): السلسلة الزمنية لإنتاج القمح في الجزائر بعد أخذ الفروق الأولى.



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

وللتأكد من سكون السلسلة بعد اخذ الفروق الأولى وذلك من خلال استخدام الاختبارات الإحصائية الموضحة في الجدول التالي:

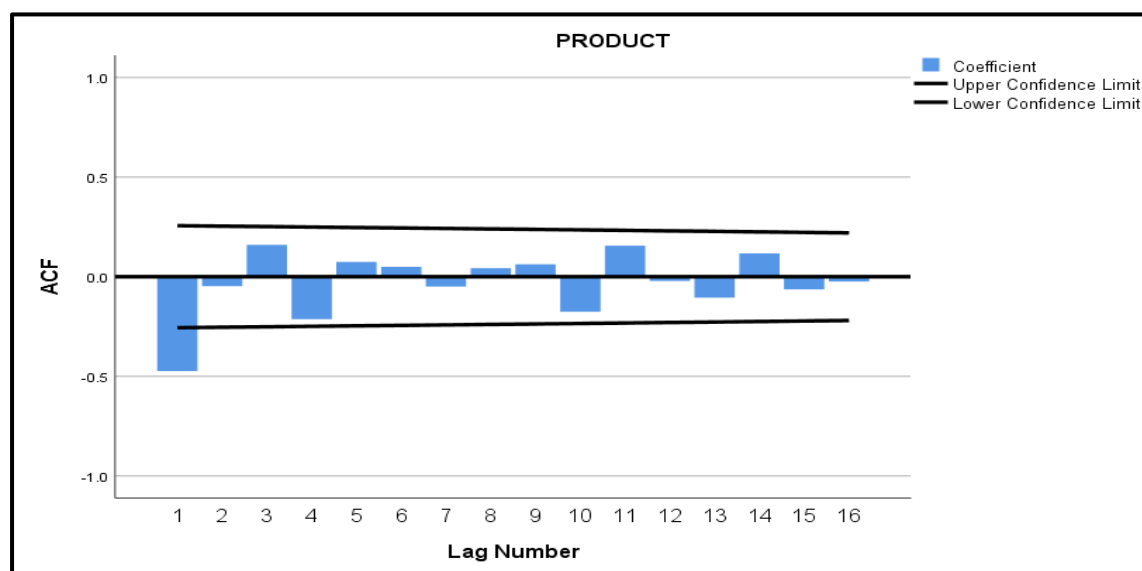
الجدول رقم(02): اختبارات فحص سكون السلسلة

اختبار	السلسلة الأصلية	الفروق الأولى
اختبار ADF	0.679	0.000
اختبار pp	0.0017	0.0001
اختبار KPSS	0.8106	0.124

المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات Eviews

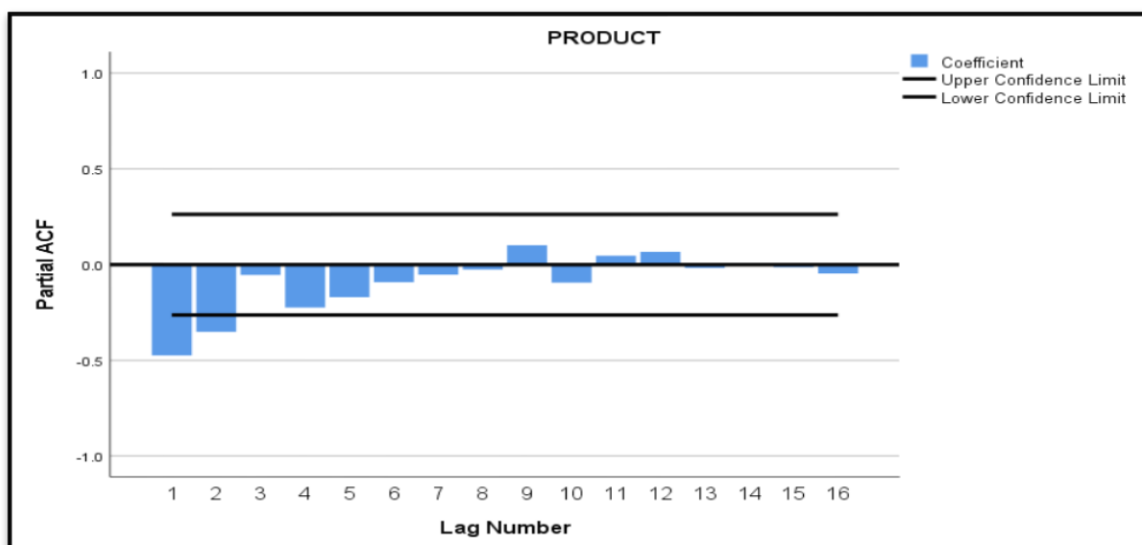
بعد أن تم الحصول على سلسلة زمنية مستقرة من خلال اخذ الفروق الأولى وتحديد رتبة عنصر التكامل ($d=1$)، لابد من تحديد رتب كل من الانحدار الذاتي (AR) والمتوسط المتحرك (MA) ذلك من خلال رسم منحنى دالة الارتباط الذاتي (ACF) ومنحنى دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF).

الشكل رقم(04): دالة الارتباط الذاتي للفروق الأولى للسلسلة الأصلية



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

الشكل رقم(05): دالة الارتباط الذاتي الجزئي للفروق الأولى للسلسلة الأصلية



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

يتضح من الشكلي (04) و(05) لدالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للفروق الأولى وجود قطع بعد الإزاحة الأولى بالنسبة لدالة الارتباط الذاتي وبعد الإزاحة الثانية بالنسبة لدالة الارتباط الذاتي الجزئي ، مما يجعلنا نقترح $AR(2)$ ، $MA(1)$ ، $MA(0)$ ، $AR(0)$ ، $AR(1)$ ، وبالتالي يتم اقتراح النماذج التالية:

$ARIMA(2,1,1)$ $ARIMA(1,1,0)$ $ARIMA(1,1,1)$ $ARIMA(2,1,0)$ $ARIMA(0,1,1)$

3.6. مرحلي التقدير والتشخيص:

لتحديد النموذج الأمثل من بين النماذج المقترحة، تم احتساب متوسط القيم المطلقة للخطأ MAE ، متوسط القيم المطلقة للخطأ $MAPE$ ، الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ $RMSE$ ، بالإضافة إلى معيار Hannan-Quinn، ومعيار أكاي ومعيار المعلومات البيزي BIC ، ويكون النموذج الأفضل حسب هذه المعايير ذلك الذي يعطي أقل قيمة، كما هو مبين في الجدول التالي:

الجدول رقم (03): مقارنة بين النماذج المقترحة

SIC	H-Q	AIC	MAPE	MAE	RMSE	النموذج
15.861	15.796	15.754	36.534	491.504	616.086	ARIMA(0.1.1)
15.922	15.835	15.78	36.304	492.696	619.087	ARIMA(1.1.1)
16.130	16.065	16.023	40.071	538.956	705.955	ARIMA(1.1.0)
16.403	16.337	16.296	36.746	494.609	651.168	ARIMA(2.1.0)
15.928	15.842	15.786	35.826	490.122	621.459	ARIMA(2.1.1)

المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات Eviews

من خلال الجدول يتم اختيار ARIMA(0.1.1) كأفضل نموذج لحصوله على أقل القيم في المعايير الموضحة في الجدول من بين النماذج المقترحة وعليه يتم تقدير معالم النموذج الذي يحتوي على معلمة واحدة θ_1 كما يلي:

الجدول رقم (04): نتائج تقدير معالم النموذج

ARIMA Model Parameters							
				Estimate	SE	t	Sig.
PRODUCT -Model_1	PRODUCT	No Transformation	Constant	30.358	16.089	1.887	.064
			Difference	1			
			MA Lag 1	.816	.082	9.977	.000

المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

أظهرت نتائج الجدول (04) معنوية معلمة النموذج إحصائياً عند (sig < 0.05) حيث أن قيمة معلمة المتوسطات المتحركة MA هي: $\hat{\theta} (=0.816)$ ومنه فإن نموذج التنبؤ يكون بالصيغة التالية :

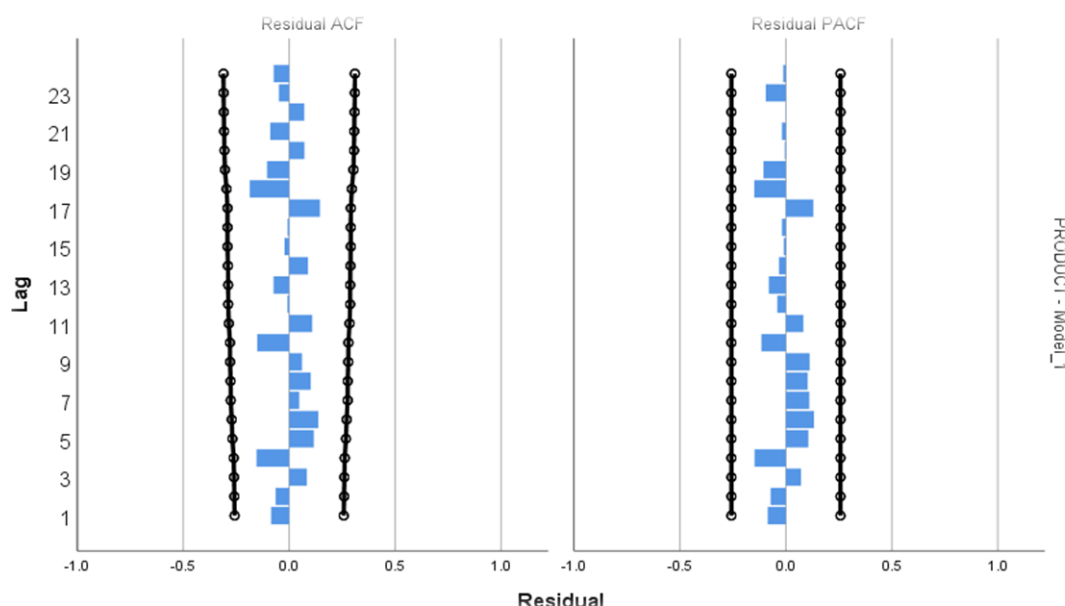
$$x_t = 0.064 + x_{t-1} + a_t - 0.816a_{t-1}$$

حيث أن t تمثل قيمة التنبؤ.

و a_t تمثل أخطاء التنبؤ.

إن مرحلة فحص واختبار النموذج تتم من خلال عملية تحليل البواقي وذلك برسم كل من دالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي للتعرف على مدى صلاحية النموذج لعملية التنبؤ كما هي موضحة في الشكل رقم 06:

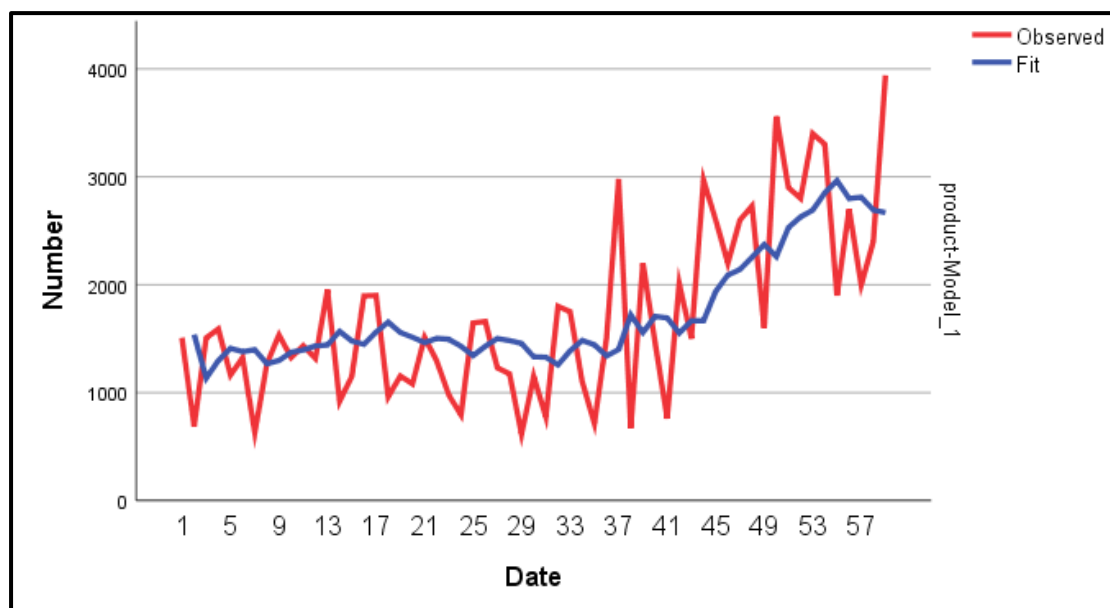
الشكل رقم (06): دالتي الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي للبواقي لعملية التنبؤ



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

من الشكل رقم (06)، نلاحظ أن جميع المعاملات تقع داخل حدي فترة الثقة كما أنها جميعا متمحورة بشكل ثابت حول الصفر مما يعني أن سلسلة البواقي عشوائية ومتوزعة توزيعا طبيعيا بمتوسط "صفر" وتباين σ^2 وهي تتبع نمط white noise (Peter et Al. 2002) الأمر الذي يدل على استقلالية البواقي، وعليه يمكن القول بأن النموذج ARIMA(0.1.1) قد تجاوز مرحلة الفحص ليتم استخدامه في عملية التنبؤ بنجاح. كما يمثل الشكل (07) اختبار حسن المطابقة حيث نلاحظ وجود تقارب بين القيم الحقيقية لسلسلة إنتاج القمح في الجزائر والقيم المقدرة لها حسب نموذج ARIMA (0.1.1).

الشكل رقم (07): القيم الحقيقية والمقدرة لمنتج القمح في الجزائر حسب $ARIMA(0.1.1)$



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

4.6. مرحلة التنبؤ:

وعليه فإن القيم التقديرية المتنبأ بها للسنوات العشر القادمة لمنتج القمح في الجزائر للفترة الممتدة من 2019 إلى 2028 كما هي موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم(06):القيم التقديرية المتنبأ بها للسنوات العشر القادمة لمنتج القمح

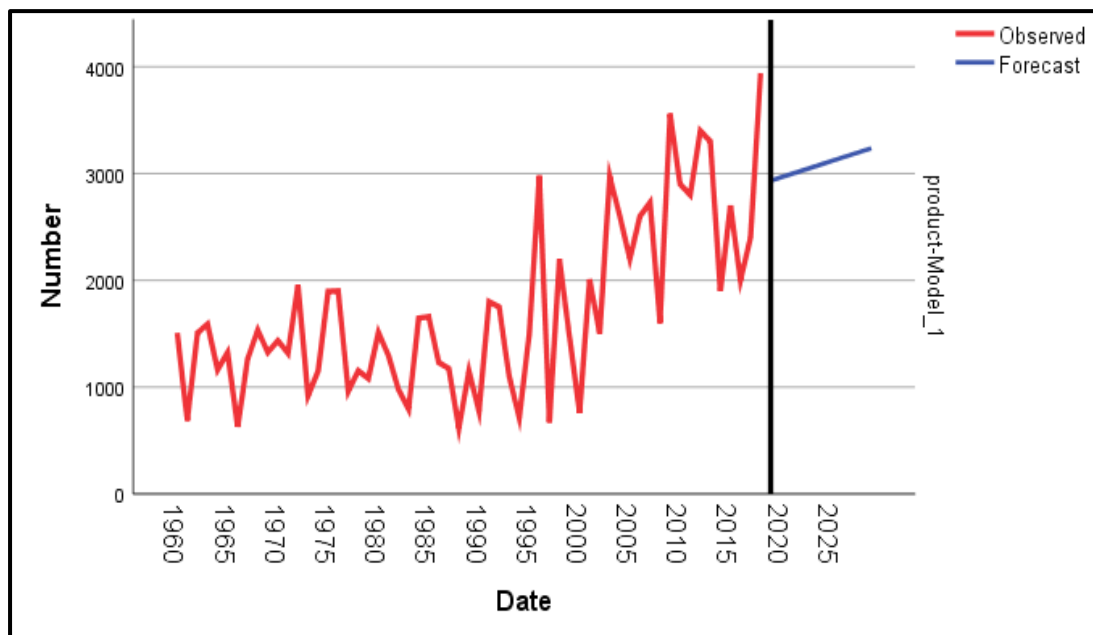
في الجزائر للفترة الممتدة من 2019 إلى 2028

الرقم	السنة	القيم التنبؤية	القيم الأدنى	القيم الأعلى
01	2019	2933	1709	4157
02	2020	2964	1719	4208
03	2021	2994	1729	4259
04	2022	3024	1740	4309
05	2023	3055	1751	4359
06	2024	3085	1762	4408
07	2025	3115	1773	4458
08	2026	3146	1785	4507
09	2027	3176	1796	4556
10	2028	3206	1808	4605

المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

نلاحظ من خلال الجدول تزايد في منتج القمح في الجزائر خلال العشر سنوات المقبلة وهذا ما يؤكد الشكل (08) للقيم الحقيقية للفترة من 1960 إلى 2018 والقيم التنبؤية للفترة من 2019 إلى 2028.

الشكل رقم (08): منحنى التنبؤ لسلسلة القمح في الجزائر (1960-2028)



المصدر: من إعداد الباحثون بناء على مخرجات SPSS

7. الاستنتاجات:

إن من أبرز نتائج هذه الورقة البحثية ما يلي:

- تبين من خلال نتائج تحليل السلسلة الزمنية قيد الدراسة بأن إنتاج القمح في الجزائر له اتجاه عام متزايد.
- أن السلسلة الزمنية قيد الدراسة غير مستقرة في المتوسط لذا تم اخذ الفروق الأولى لجعلها مستقرة.
- تم التوصل أن النموذج الأمثل للسلسلة قيد الدراسة هو نموذج الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسط.
- المتحرك هو $ARIMA(0,1,1)$ ، حيث كانت معالم النموذج معنوية عند $(Sig < 0.05)$ ، كما بينت نتائج التنبؤ تناسقاً مع القيم الحقيقية.
- يسجل إنتاج القمح تزايداً ملحوظاً في الجزائر خلال العشر سنوات القادمة (2019-2028) إلا أنه في حاجة إلى أن يرقى ليحقق الاكتفاء الذاتي بل ويتعداه إلى أن يكون في مقدمة الصادرات الجزائرية كسابق عهدها.

المراجع:

1. احمد عاطف عدوان، استخدام نماذج ARFIMA في التنبؤ بأسعار القمح العالمية، مذكرة ماجستير، جامعة الأزهر، فلسطين، 2017.
2. سلوى المحمد، ابتسام جاسم، ميلبس، استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بإنتاج محصول القطن في سورية، المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(1)، ص ص 39-51، 2018.
3. شادي اسماعيل التلباني، محمد فايق الصوص، استخدام نماذج ARFIMA في التنبؤ بمؤشر منظمة الأغذية والزراعة، مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات الاقتصادية والإدارية، جامعة الأزهر، فلسطين، مجلد 24، العدد 1، 2016، ص ص 168/178.
4. شادي إسماعيل يوسف التلباني، استخدام منهجية بوكس-جينكنز للتنبؤ بإنتاج القمح دراسة حالة: الصين، مجلة جامعة الأزهر، فلسطين، 2015، 17، ص ص 147/160.
5. علي ناصر حسين، استخدام السلاسل الزمنية للمدة (2006-2016) للتنبؤ بكمية الأمطار في العراق، مجلة العلوم الاقتصادية، جامعة البصرة، العراق، ص ص 104/121.
6. عمار شهاب أحمد، استخدام نماذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بكمية صادرات العراق النفطية لعامي 2016/2017، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، العدد الثاني والخمسين، 2017، ص ص 428/417.
7. فوزية غربي، الزراعة الجزائرية بين الاكتفاء والتبعية، أطروحة دكتوراه، جامعة منتوري، قسنطينة، 2008،
8. فوزية غربي، واقع إنتاج الحبوب في الجزائر، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة محمد خيضر، العدد الخامس، 2004، ص 259.
9. لقوقي فاتح، جودة نماذج السلاسل الزمنية الموسمية المختلطة في التنبؤ بالمبيعات، رسالة ماجستير، كلية العلوم لاقتصاديات والتجارة وعلوم التسيير، بسكرة، الجزائر، 2014، ص 81.
10. محمد عبد العال النعيمي، حسن ياسين طعمة، الإحصاء التطبيقي، دار وائل للنشر، الطبعة الثانية، الأردن، 2015.
11. وليد بشيشي، سليم مجلخ، حمزة بعلي، استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بسعر صرف الدولار مقابل الدينار الجزائري، المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، الجزائر، 2018، ص ص 112/127.
12. BholaNath, DS Dhakre and Debasis Bhattacharya., Forecasting wheat production in India: An ARIMA modelling approach. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2019; 8(1): 2158-2165.
13. Karim, R., Awal, A. and Akter, M. (2010) "FORECASTING OF WHEAT PRODUCTION IN BANGLADESH", Bangladesh Journal Agricultural Researches, 35(1), Bangladesh.

14. KUMAR Manoj , ANAND Madhu , AN APPLICATION OF TIME SERIES ARIMA FORECASTING MODEL FOR PREDICTING SUGARCANE PRODUCTION IN INDIA , Studies in Business and Economics, 2011,pp 81_94.
15. Manish Shukla and Sanjay Jharkharia, Applicability of ARIMA Models in Wholesale Vegetable Market: An Investigation. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Kuala Lumpur, Malaysia, 2011, pp 1125/1130.
16. Peter J. Brockwell Richard A. Davis, Introduction to Time Series and Forecasting, Springer-Verlag New York, 2002, 2nd ed, p 434.
17. Ratnadip Adhikari, R. K. Agrawal , An Introductory Study on Time Series Modeling and Forecasting,pp 3-68.
18. Saeed, N., Saeed, A., Zakria, M. and Bajwat. M. (2000). "Forecasting of Wheat Production in Pakistan using Arima Models, International Journal of Agriculture & Biology , Vol. 2:No. 4, Pakistan.
19. THABANI NYONI, ARIMA modeling and forecasting of Consumer Price Index (CPI) in Germany, University of Zimbabwe, MPRA Paper No. 92442, 2019, pp 01/13.
20. Zou, H., Xia, G., Yang, F., and Wang, H., 2007, "An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese food grain price forecasting," Neurocomputing, 70(16-18), 2913-2923.
21. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ar9/5/201911:14>.
22. <https://www.indexmundi.com15/5/20199:35>
23. <http://www.radioalgerie.dz10/5/201923:28>