# دراسة مقارنة بين نتائج المقاربة اليدوية، الآلية والنصف آلية في تحديد رتبة نماذج (ARIMA) "حالة معدل التضخم في الجزائر"

## *Comparative study between manual, automatic and semi automatic approch for deteminig ARIMA models ordre "Algerian inflation rate case"*

لمين ابليله[1]*، مروة ناصري[2]، محمد بوشه[3]

[1]جامعة التكوين المتواصل (الجزائر)؛ مخبر العولمة والسياسات الاقتصادية (جامعة الجزائر3)؛l-bleila@ufc.dz

[2]جامعة الجزائر3 (الجزائر)؛ مخبر الحوكمة وعصرنة المناجمنت العمومي؛macroeconomie4@gmail.com

[3]جامعة امحمد بوقرة بومرداس (الجزائر)؛ مخبر مستقبل الاقتصاد الجزائري خارج المحروقات ؛m.boucha@univ-boumerdes.dz

**تاريخ الاستلام:** 2025/02/16؛ **تاريخ القبول:** 2025/05/26؛ **تاريخ النشر:** 2025/06/30؛

**ملخص:**

تهدف هذه الدراسة الى محاولة اجراء مقارنة بين نتائج كل من مقاربة التحديد اليدوي، التحديد الآلي والنصف الآلي في عملية تحديد الرتب المثلى لنموذج (ARIMA) الخاص بتقلبات معدل التضخم الشهري في الجزائر. باستعمال معطيات شهرية تمتد من سنة 1990 الى سنة 2020 وباستعمال أسلوب تحليل السلاسل الزمنية.

بينت نتائج الدراسة تفوق المقاربة اليدوية في تحديد الرتب المثلى لنموذج (ARIMA) على المقاربتين الالية والنصف الية اعتماد على الخصائص الاحصائية للنموذج وجودته التنبئية، عكس ذلك تميزت نماذج المقاربة الالية بنوعيها بعدم قدرتها على تجاوز مرحلة اختبارات الجودة الاحصائية.

**الكلمات المفتاحية:** معدل التضخم، المقاربة اليدوية، المقاربة الآلية، التنبؤ.

**تصنيف JEL C32 ,C53 ,F31**

***Abstract:***

*This study aims to attempt conducting a comparison between the results of manual, automatic and semi-automatic approaches to determine the optimal orders of ARIMA model for monthly inflation rate fluctuations in Algeria, using monthly data extending from 1990 to 2020 through time series analysis method.*

*The results of the study showed superiority of the manual approach in determining the optimal orders of the ARIMA model over the automatic and semi-automatic approaches based on the statistical characteristics of the model and its predictive quality. On the contrary, the two types of the automatic approach showed their inability to trespass the stage of statistical quality tests.*

***Key words**: inflation rate, manual approach, automatic approach, forecasting.*
***JEL :C32 ,C53 ,F31***

*لمين ابليله ؛جامعة التكوين المتواصل (الجزائر)،مخبر العولمة والسياسات الاقتصادية (جامعة الجزائر3)**l-bleila@ufc.dz**

**مقدّمة:**

شهد منهج تحليل السلاسل الزمنية في مجال التنبؤ كمقاربة بديلة لمنهج الاقتصاد القياسي في نمذجة السلوك الديناميكي للمتغيرات الاقتصادية تطورا كبيرا خلال السنوات الأخيرة، وقد شكلت في هذا الإطار نماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك (ARIMA) المقترحة من قبل (Box-jenkins,1976) أسلوب فعال في تفسير متوسط السلوك الخطي الديناميكي للسيرورة المولدة لبيانات المتغيرات الاقتصادية التي يراد التنبؤ بقيمها المستقبلية، مما جعل منها أداة هامة وفعالة من ناحية دقة التنبؤ وقلة حجم المعلومات المطلوبة قياسا بنماذج الاقتصاد القياسي التي تتطلب معلومات أكثر.

يشتمل نموذج (ARIMA)على جزء يعبر عن الانحدار الذاتي (AR) الذي يفسر الارتباط الموجود بين قيم السلسلة بين كل فترة وأخرى، والجزء الخاص بالمتوسط المتحرك الذي يحتوي على خطأ التنبؤ للفترات السابقة (MA)، كما يتضمن مفهوم التكامل (I) الذي يعني نمذجة الصيغة المحولة للبيانات الخاصة بالسلسلة عن طريق اجراء الفرق المناسب للسلسلة الاصلية.

شكل موضوع تحديد الرتب المثلى (P,D,Q) (p,d,q) لنموذج (ARIMA) او نموذج (SARIMA) المعبر بشكل كامل على السلوك الديناميكي للسيرورة المولدة لبيانات السلاسل الزمنية تحديا رئيسيا في الادبيات الخاصة بنمذجة السلاسل الزمنية، اذ ان اعتماد مقاربة (Box and Jenkins,1970)على دوال الارتباط الذاتي في تحديد الرتب المثلى جعلها عرضة لكثير من الانتقادات من حيث تأثر عملية الاختيار بخبرة الباحث، مما يضفي الطابع الذاتي على هذه العملية. في المقابل ونتيجة هذا الانتقاد طور العديد من الباحثين (Hannan and Rissanen ,1982)(G ´omez ,1998) (Liu ,1989) (Hyndman et Khandakar,2008) طرق بديلة تعتمد أساسا على الذكاء الالي من خلال برمجة الية يتم من خلالها تحديد نموذج (ARIMA) الأمثل لأي سلسلة زمنية بدون أي تدخل من طرف الباحث او الخبير، كما يسمح هذا الأسلوب بالتوصيف النصف الالي للنموذج من خلال وضع بعض القيود على شكل النموذج المحدد، وترك المجال لعمل البرنامج في استخراج الرتب المثلى تحت هذه القيود، ويطلق على هذه الطريقة بالتحديد النصف الي للنموذج. نحاول من خلال هذه الدراسة الإجابة على السؤال الجوهري التالي:

ما هي الطريقة المثلى لتحديد الرتب(P,D,Q) (p,d,q) لنموذج (ARIMA) او نموذج (SARIMA) المفسر للسلوك الديناميكي لسلسلة معدل التضخم في الجزائر.

**فرضيات البحث:**

– لا تحتوي سلسلة معدل التضخم على تغيرات هيكلية في الفترة المحددة للدراسة.

–المقاربة اليدوية أفضل من المقاربة الالية بالاعتماد على معيار الجودة الإحصائية للنموذج.

– المقاربة الالية أفضل من المقاربة اليدوية بالاعتماد على معايير المعلومات.

**اهداف البحث**

يهدف هذا البحث الى الفصل بين احقية استعمال المقاربة اليدوية والمقاربة الالية في تحديد الرتب المثلى لنموذج (ARIMA) او (SARIMA) خالي من المشاكل القياسية، ويفسر بشكل كلي السلوك الديناميكي لبيانات سلسلة معدل التضخم في الجزائر. كما يهدف الى المقارنة بين جودة النماذج المستخرجة من استعمال المقاربتين.

**أهمية البحث**

تكمن أهمية هذا البحث في انه يحاول اكتشاف مدى ملائمة الطريقة اليدوية او الالية في نمذجة السلوك الخطي الأمثل للسيرورة المولدة لبيانات السلاسل الزمنية من خلال بيانات معدل التضخم في الجزائر، وبالتالي تحديد مزايا ومساوئ كل طريقة بناء على النتائج المستخرجة من دراسة الحالة، وتأكيد او نفي افضلية الطريقة الأولى او الثانية.

**منهج ومحاور الدراسة**

سنستعين في هذه الدراسة على منهج تحليل السلاسل الزمنية، من خلال تحليل دوال الارتباط الذاتي الكلية والجزئية، اختبارات الاستقرارية الى جانب معايير المعلومات في اختيار النموذج الامثل، بالإضافة الى المعايير الإحصائية الخاصة بجودة التنبؤ. و للإحاطة بجميع عناصر إشكالية البحث سيتم التطرق في المحور الاول الى مجموعة من الاسهامات المتعلقة بموضوع البحث، ثم التطرق في المحور الثاني الى الاطار النظري لكيفية تحديد الرتب المثلى لنموذج (ARIMA) من خلال المقاربة اليدوية لـــــــــــــ( Box and Jenkins,1976) ، تتبعها المقاربة الالية باستعمال خوارزمية برامج الاعلام الالي المؤسسة على منهجية ( Hyndman et Khandakar ,2008) في برنامج (R). اما المحور الثالث فقد خصصناه الى الدراسة التطبيقية المتعلقة بنمذجة سلوك متغيرة معدل التضخم في الجزائر للفترة الممتدة من الشهر الأول لسنة 1990 الى غاية الشهر الثاني عشر لسنة 2020 باستعمال المقاربتين، أخيرا يتم تلخيص جميع نتائج البحث في إطار خاتمة عامة.

**أولا–الدراسات السابقة**

–دراسة (Grogan,M,2020) بعنوان ( Automatic vs. Manual ARIMA Configuration Optimizing ARIMA model forecasts) حاول من خلالها الباحث اجراء مقارنة بين المقاربة اليدوية والمقاربة الالية باستعمال برمجية (Python) لاستخراج النموذج الأمثل من قسم نماذج ((ARMA(p,d,q) لاستهلاك الكهرباء في مدينة دبلن (ايرلندا)، بينت نتائج البحث افضلية المقاربة اليدوية المبنية على التدقيق في دوال الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية من حيث الجودة والمعنوية الإحصائية عكس المقاربة الالية.

–دراسة (Sharmistha Chatterjee,2020) بعنوان ( Basic Understanding of ARIMA/SARIMA vs Auto ARIMA/SARIMA using Covid-19 Data Predictions) حاولت من خلاله الباحثة استخراج أمثل نموذج من عائلة نماذج ((ARMA(p,d,q) من خلال استعمال المقاربة اليدوية ثم المقاربة الالية باستعمال برمجية (Python) للتنبؤ بتطور حالات جائحة كورونا في الهند، بينت نتائج البحث تفوق البرمجة الالية على الطريقة اليدوية في استخراج امثل نموذج بناء على معيار جذر المربع المتوسط للخطأ (RMSE).

–دراسة (Haneen Alabdulrazzaq et al,2020) بعنوان( On the accuracy of ARIMA based prediction of COVID-19 spread) هدفت الدراسة الى بناء نموذج تنبئي لسرعة انتشار حالات مرضى كورونا في الكويت باستعمال المقاربة الالية والمقاربة اليدوية مستعينين في ذلك ببرمجة (R)، بينت نتائج الدراسة بناء على اغلب معايير الجودة الإحصائية والتنبئية تفوق المقاربة الالية على المقاربة اليدوية في تفسير السلوك الديناميكي لسرعة انتشار حالات مرضى كورونا.

–دراسة (Santosh A, S, (2020 بعنوان ( Comparitive Study of Time Series and Deep Learning Algorithms for Stock Price Prediction) ، حاول من خلالها الباحث اجراء مقارنة بين نتائج دقة التنبؤ الخاصة ببيانات أسعار الأسهم في

مجموعة من الأسواق المالية، باستعمال التحليل الكلاسيكي للسلاسل الزمنية من خلال نماذج (ARIMA) بالاعتماد على المقاربتين اليدوية و الالية وباستعمال نماذج التعلم العميق (deep learning models)، بينت نتائج الدراسة تفوق نماذج التعلم العميق (LSTM, GRU, CNN2D-LSTM)على نماذج (ARIMA) المستخرجة سواء بالطريقة الالية او اليدوية، مع الإشارة الى تفوق المقاربة اليدوية على المقاربة الالية من حيث ان المقاربة الالية أعطت نموذج بفروقات أكبر من المقاربة اليدوية مما افقد النموذج جزء كبير من قدرته التنبئية.

-دراسة (Mondal et al,2014)بعنوان ( Study of Effectiveness of Time Series Modeling (Arima) in Forecasting Stock Prices) اهتمت المحاولة بدراسة إمكانية استعمال نماذج (ARIMA) للتنبؤ بعدد كبير من اسعار أسواق الأسهم لمختلف القطاعات في الهند، باستعمال دائما البرمجة الالية والمقاربة اليدوية التقليدية حسب منهج ( Box and Jenkins,1970) ، بينت نتائج البحث جودة نماذج (ARIMA) المعممة على معظم القطاعات محل الدراسة ، كما بينت ان المقاربة الالية لا تقود في كثير من الأحيان الى الرتبة الفعلية لدرجة تكامل السلاسل الزمنية من جهة والى الرتب الحقيقية التي تؤول اليها النماذج من جهة أخرى.

**ثانيا–منهجية تحديد رتب نماذج (ARIMA)**

تسمح أدوات تحليل السلاسل الزمنية بتحديد البنية الداخلية التي تتحكم في سلوك بيانات السلسلة عبر الزمن والتي يمكن كتابتها في شكل معادلة (Delcor. L et al, 2008,p5)، لسنوات عديدة بقيت طريقة اختيار الرتب (p,d,q) في نموذج ((ARMA(p,d,q تعتمد على دوال الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية بالاعتماد على منهجية (Box and Jenkins,1976) في توصيف النموذج أي في تحديد بنيته الهيكلية من حيث التركيبة (AR) والتركيبة (MA) المشكلان لنموذج (ARMA)، حيث تسمح لنا دوال الارتباط الكلي والجزئي بنمذجة الطبيعة العشوائية للسلسة الزمنية وبالتالي يمكننا من احتواء المعلومات الخاصة بالتغيرات العشوائية، المركبة الدورية والارتباط التسلسلي داخل السلسلة(Gritli,M,I, 2018, p2).

غير انه في السنوات الأخيرة ظهر استعمال خوارزميات التوصيف الأمثل لنموذج (ARMA) المستعملة في عملية التنبؤ كوسيلة بديلة لمقاربة (Box and Jenkins,1976)في تحديد عدد التأخيرات المثلى، وتشتمل هذه الخوارزميات على طرق متعددة لتحديد نماذج التنبؤ المثلى كما انها موجودة في العديد من البرامج الحاسوبية (Eviews, R, Gauss..). فقد اقترح ( Hannan and Rissanen 1982,) طريقة لتحديد هذه الرتب لنماذج (ARMA) المستقرة من خلال تقدير نموذج الانحدار ذاتي بتأخيرات كبيرة، ثم يتم حساب المعقولية لاهم النماذج من خلال سلسلة من الانحدارات المعيارية، كما قاما باستخراج الخصائص التقاربية لهذه الطريقة تحت شروط عامة. بعد ذلك قام (Gomez,1998) بتوسيع هذه الطريقة لتشمل نماذج (ARMA) الفصلية الجدائية، استعملها فيما بعد في شكل خوارزمية للتحديد الالي للرتب داخل برنامج (TRAMO) من خلال البحث عن النموذج الذي يعطي اقل قيمة لمعيار (BIC). اما (Liu ,1989) فقد اقترح طريقة للتحديد الالي لنماذج (ARMA) الفصلية باستعمال طريقة الترشيح وبعض القواعد البسيطة، وتستعمل هذه الخوارزمية داخل برنامج (SCA-Expert software) (Hyndman, R, J .Khandakar, Y,2007,p14).

**1–التوصيف الأمثل لنماذج (ARMA) باستعمال مقاربة (Box and Jenkins,1976)**

تعتمد مقاربة (Box-jenkins,1976) في نمذجة السلاسل الزمنية على ثلاث خطوات رئيسية وهي تحديد رتبة النموذج، ثم تقديره وتأكيد خلوه من المشاكل القياسية وأخيرا استعماله بغرض التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة محل الدراسة (Toure.M, 2000,p2)، تسبق هذه الخطوات كلها عملية تحليل الخصائص الأساسية للسلسلة (مركباتها) وتأكيد او نفي استقراريتها .

مرحلة تحديد الرتب المثلى لنموذج (ARMA) في هذه المقاربة مبنية بالأساس على التدقيق في دالة الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية، اذ تمكننا هذه الدالة من معرفة جميع معالم الارتباط الذاتي المعنوية وغير المعنوية وبالتالي تمكننا من ترشيح عدد من النماذج ذات الذاكرة القصيرة المعبرة بدقة عن هيكل الارتباط الموجود داخل بيانات السلسلة (Lardic , Mingnon,1999, p6)، اذ ان دالة الارتباط الذاتي تشرح بصورة جيدة شكل الارتباط الخطي الموجود بين قيم السلسلة، مما يمكننا من الاعتماد عليها في اجراء عملية التنبؤ للقيم المستقبلية.

يتم التشخيص الاحصائي بعد عملية ترشيح مجموعة من النماذج بحساب كمية المعلومات التي يعطيها كل نموذج على حدا من خلال معايير المعلومات المختلفة كمعيار (Akaike,1973) ، (Schwarz's Bayesian Criterion,1978) او (Hannan-Quinn ,1979) . وبناء على معيار التدنية الخاص بكل هذه المعايير يمكن ترتيب هذه النماذج حسب حجم المعلومات المتوفر في كل نموذج.

بعد تجاوز مرحلة اختيار الرتب الخاصة بالنموذج تأتي مرحلة التقدير التي من خلالها نقوم بتقدير المعالم الخاصة للنموذج المختار، كما نقوم بالتحقق من جودة النموذج المقدر، وفي حالة ان عملية التحقق من الجودة الإحصائية للنموذج بينت ان النموذج غير ملائم للبيانات الخاصة بالسلسلة الزمنية فإننا نلجأ الى إعادة اختيار رتب أخرى وإعادة اجراء عملية التقدير للنموذج الجديد، وتنتهي هذه المرحلة فور التأكد من الجودة الإحصائية للنموذج المرشح. مع الإشارة الى ان اهم المعايير المستعملة لقياس جودة النموذج تتمثل في خاصية الصخب الأبيض لبواقي التقدير والتي إذا تحققت فإنها تعني ان النموذج امتص كل السلوك الديناميكي للظاهرة المدروسة. ويمكن التحقق من هذه الخاصية عن طريق اجراء مجموعة من الاختبارات أهمها اختبار (Box et Pierce, 1970)، إضافة الى هذا الشرط فانه من الواجب أيضا اختبار معنوية المعالم المقدرة بغرض تلبية الشرط الأساسي لهذه المقاربة وهي استخراج النموذج البسيط بمعنى احتوائه على اقل عدد من المعلمات، إذا يفضل دائما النموذج الذي يحتوي على اقل الرتب (p,q) (Jose M, V, B,2020 , p20).

تنتقد طريقة (Box and Jenkins,1976) في توصيف النموذج من حيث انها طريقة تعتمد في الغالب على الخبرة الذاتية للباحث، كما انها تصبح أكثر تعقيد في حالة وجود عدد كبير من السلاسل المراد نمذجتها (Julien Salotti,2019,p62 ).

## 2– تحديد الرتب وفق منهجية (Hyndman et Khandakar,2008)

تعطي البرمجة الالية لنموذج (ARIMA) قيم تنبئية دقيقة عند كل خطوة كتلك القيم التي تستخرج اليا من قبل خبراء النمذجة ( De Gooijer, J, G, Hyndman, R J,2005,p9,) ، تتمثل منهجية (Hyndman et Khandakar,2008) في مجموعة إجراءات للتعلم الاوتوماتيكي، تتمثل الفكرة الأساسية في جعل عملية البحث الية هو إيجاد الرتب البسيطة (p,d,q) والرتب الخاصة بالمعاملات الموسمية(P,D,Q) الملائمة في حالة البيانات الفصلية من بين عدد كبير من النماذج المرشحة (Julien Salotti,2019,p63).

**الاجراء الاول:** يتم البحث عن رتب الفروقات (d) و(D) بالاستعمال المتكرر للفروقات ومن ثم اجراء اختبار الاستقرارية (KPSS) (Kwiatkowski, D.; Phillips, P. C. B.; Schmidt, P.; Shin, Y. ,1992) للفروقات البسيطة واختبار ( Canova and Hansen ,1995) للفروقات االموسمية، بمعنى اننا نجري أولا الفرق من الرتبة الأولى، ثم نجري اختبار للاستقرارية، وفي حالة عدم رفض فرض الاستقرارية فإننا نثبت رتبة الفرق عند الواحد، وفي حالة العكس نمر الى الفرق الثاني ونعيد اجراء اختبار الاستقرارية، ويتم التوقف عند التأكد من عدم إمكانية رفض فرض العدم الخاص باستقرارية السلسلة. نفس هذه الخطوات يتم استعمالها بخصوص رتبة الفرق الموسمي.

**الاجراء الثاني:** هو اختيار عدد التأخيرات (p) الممثلة للجزء الخاص بالانحدار الذاتي (AR) وعدد التأخيرات (q) الممثلة للجزء الخاص بالمتوسطات المتحركة (MA)، في هذا الإطار يقترح (Hyndman.R.J, Khandakar,Y ,2008,p3) مقاربة تكرارية لاختيار النموذج الأمثل في عائلة نماذج (ARMA) المستقرة اعتماد على معيار المعلومات اكايك المصحح (AICc). يتم تقدير العديد من النماذج البسيطة وتقييمها، ثم يتم الاحتفاظ بالنموذج الأمثل، فاذا كان لدينا سيرورة ($ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$) التالية:

يتم اختيار النموذج الأمثل من خلال حساب معايير المعلومات ($AIC$) و($AIC_c$)، حيث تستعمل قيمهم لتقدير دالة المعقولية لنموذج التنبؤ بالقيم المستقبلية، فاذا كانت (d) و(D) معروفة فيمكننا تحديد الرتب ($p+q+P+Q$) من خلال معيار المعلومات ($AIC$) حيث:

$$AIC = -2log(L) + 2\,(p+q+P+Q+k)$$

مع: ($k=1$) اذا كان($c \neq 0$) و ($k=0$) في حالة($c=0$)، و(L) (Likelihood) يمثل المعقولية العظمى للنموذج المقدر عند الفرق.

قام كل من (Hurvich and tsai,1989) بإجراء تصحيح لهذا المعيار يناسب اكثر العينات الصغيرة حيث يعطى المعيار المصحح في الصيغة التالية (Snipes M, Taylor DC,2014,p4):

$$AIC_c = AIC + \frac{2k(k+1)}{n-k-1}$$

$n$ : حجم العينة و $(k)$: تمثل عدد المعالم المقدرة (درجة الحرية).

من خلال الاجراء الالي يتم استعمال على التوالي رتب مختلفة لـــــــ (p, q) و(P Q) ويتم بعدها اختيار النموذج الذي يحقق اقل قيمة لمعيار (AIC) الذي يشترط ان لا يكون هناك تقدير اكبر من اللازم او تقدير اقل من اللازم للنموذج ( Snipes M, Taylor DC,2014,p4)، مع الإشارة الى ان هذا التغيير المتتالي للرتب المختلفة لا يتم بطريقة عشوائية، كما ان هذا الاجراء الالي لا يحاول اجراء مسح لجميع قيم الرتب المقترحة بغرض الحصول على جميع التوليفات الممكنة، اذ ان هذه العملية تأخذ وقت كبيرا.

اقترح (Hyndman et Khandakar ,2007,p17) خطوات منهجية تسمح بتشكيل النموذج الأمثل بدون اللجوء الى وقت كبير في اجراء الحسابات،في البداية يتم اجراء المحاولة على النماذج الأربع التالية في حالة وجود مركبة فصلية($s > 1$):

$$ARIMA(2,d,2)(1,D,1), \qquad ARIMA(0,d,0)(0,D,0),$$
$$ARIMA(1,d,0)(1,D,0), \qquad ARIMA(0,d,1)(0,D,1)$$

وفي حالة عدم وجود مركبة فصلية ($s=1$) على النماذج الأربع التالية:

$$ARIMA(2,d,2), \quad ARIMA(0,d,0), \quad ARIMA(1,d,0), \quad ARIMA(0,d,1)$$

**الاجراء الثالث:**

من خلال تقدير النماذج السابقة نقوم باختيار النموذج الذي يعطي اقل قيمة لمعيار (AIC) وفي حالة كانت احدى القيم (d) او (D) معدومة يتم تعديل النموذج مع ($c \neq 0$) وفي حالة العكس يكون لدينا ($c = 0$).

يتحول النموذج الذي له اقل قيمة لمعيار (AIC) الى النموذج الجاري الذي يتم من خلاله في مرحلة ثانية توليد العديد من النماذج من خلال عملية التغيير المتتالي للرتب باتباع قواعد التغيير التالية:

- نقوم بتغيير احدى الرتب ل ( p, q, D , Q) بـــ ($\pm 1$) بالنسبة الى النموذج الجاري.
- بعدها نقوم بتغيير (p) و (q) في نفس الوقت بـــ ($\pm 1$) بالنسبة الى النموذج الجاري.
- بعدها نقوم بتغيير (P) و (Q) في نفس الوقت بـــ ($\pm 1$) بالنسبة الى النموذج الجاري.
- بعدها نقوم باقحام الثابت ( $c_1$) اذا كان في النموذج الجاري ($c_1 = 0$)، عكس ذلك نضع ($c_1 = 0$) اذا كان في النموذج الجاري ($c_1 \neq 0$) .

هذه العملية تسمح لنا بالحصول على عشرات النماذج، عملية المقارنة بينها بما فيها النموذج الجاري تسمح لنا باستخراج النموذج الذي يحقق اقل قيمة لمعيار (AIC)ويتحول هذا النموذج الى النموذج الجاري الجديد. انطلاقا من هذا النموذج الجاري نعيد العملية السابقة باتباع نفس القواعد السابقة المطبقة على النموذج الجاري الأول. ويبقى تكرار عمل هذه الالية حتى الحصول على النموذج الأمثل. بمعنى ان العملية تتوقف عندما لا يتم الحصول على أي نموذج حيث تكون قيمة معيار (AIC) الخاصة به اقل من قيمة معيار (AIC) للنموذج الجاري. مع الإشارة الى إمكانية التحديد اليدوي للرتب (p)و (q) و(P) و(Q) التي يتم اختبارها، اما البرنامج (R) فانه عادة يثبتها عند الحد الخامس بالنسبة ل (p)و (q) وعند الحد الثاني بالنسبة لـــــــــــــ (P) و(Q).

تجدر الإشارة في الأخير ان هذه الإجراءات الالية المقترحة من قبل (Hyndman et Khandakar,2008) تتمثل أساسا في اختيار النموذج الأمثل من عائلة نماذج (ARMA) بناء على معيار (AIC) غير انها لا تختبر جودة او معنوية النموذج الإحصائية، كما لا ننسى انه في حالة تأكدنا من خلال الملاحظة التجريبية لوجود رتبة معينة إمكانية فرض هذه الرتبة في النموذج ومن ثم الشروع في البحث الالي للرتب الأخرى وتسمى هذه الطريقة بالطريقة نصف الية (semi-automatique).

تنتقد المقاربة الالية في تضخيمها لخطأ التنبؤ في حالة كانت البيانات تحتوي على تغير في الاتجاه يكون قريبا من فترة الانكسار (cutoff) وبالتالي فهي تعجز عن استخلاص اية مركبة موسمية داخل السلسلة ( Sean J. Taylor ,Benjamin Letham,2017,p5)

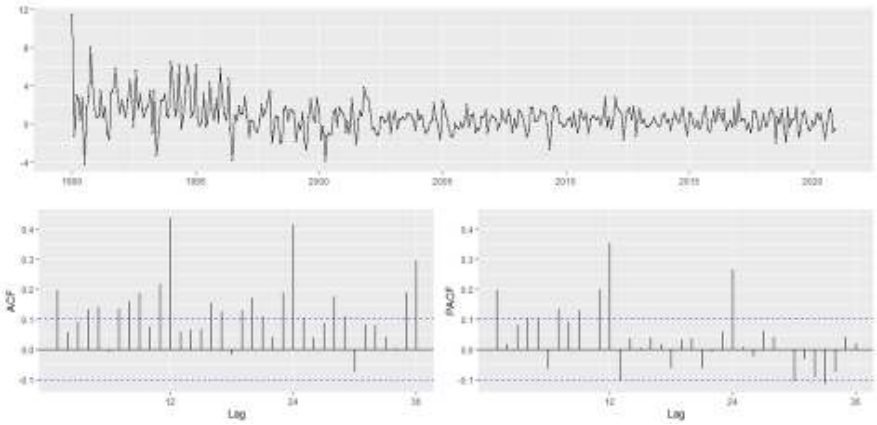
**ثالثا: الدراسة التطبيقية**

**بيانات الدراسة**

تمثل السلسلة البيانات الخاصة بتقلبات معدل النمو الشهري للتضخم في الجزائر حيث تتكون من 372 مشاهدة، ممتدة من الشهر الأول لسنة 1990 إلى غاية الشهر الثاني عشر لسنة 2020 مستخرجة من الديوان الوطني للإحصائيات، خلال كل هذه المدة كان متوسط تغير معدل التضخم يقدر ب 0.73 % وتشتت حول المتوسط ب1.67 % كما ان اكبر قيمة عظمى للتغير قدرت ب11.4 % وادنى قيمة قدرت ب-4.2% واللتان تمثلان اكبر نسبتي نمو وانخفاض عرفهما تغير معدل التضخم في الجزائر خلال

هذه الفترة، كما ان تغير المعدل كان خلال كل الفترة اكبر واصغر من 0.6 بنفس عدد المرات ، يبين الشكل رقم (1) بيانات السلسلة الى جانب دالتي الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية:

**الشكل رقم (1) : التمثيل البياني لتقلبات معدل النمو الشهري للتضخم في الجزائر**




**المصدر: مخرجات برنامج R**

**1-تحديد الرتب** (p) و(q) **باستعمال مقاربة** (Box and Jenkins,1976)

تعتبر اختبارات استقرارية السلسلة الزمنية اول المراحل الأساسية في عملية النمذجة، اذ ان الهدف منها هو التأكد من خلو السلسلة من أنماط منتظمة كالاتجاه العام العشوائي او المركبة الفصلية التي تؤثر في نتائج الاستدلال الاحصائي للنموذج.

**1-1 اختبارات جذر الوحدة**

سوف نستعمل ثلاثة أنواع من اختبارات جذر الوحدة وهي اختبار (Dickey et Fuller,1979) واختبار ( Phillips et Perron,1988) واختبار (KPSS,1992) مع العلم ان الاختباران الاولان مبنيان على تقدير ثلاث نماذج، اما الاختبار الأخير فمبني على نموذجين فقط، نتائج الاختبار مبينة في الجدول رقم (1).

**جدول رقم(1): نتائج اختبار ADF وPPو kpssعند المستوى**

| | ADF | PP | kpss | عند المستوى |
|---|---|---|---|---|
| t-Statistic | -2.4407 | -17.2881* | 1.5859 | نموذج بثابت |
| ***Prob.*** | 0.1313 | 0.0000 | | |
| t-Statistic | -2.8704 | -17.8392* | 0.5011 | نموذج ثابت واتجاه عام |
| ***Prob.*** | 0.1735 | 0.0000 | | |
| t-Statistic | -2.1079** | -16.8686* | | نموذج بدون ثابت او اتجاه عام |
| ***Prob.*** | 0.0338 | 0.0000 | | |

*:معنوية عند مستوى1 %، ** معنوية عند مستوى5 %،*** معنوية عند مستوى10 %

**المصدر: مخرجاتEviews.12**

تختلف نتائج اختبار (ADF) مع نتائج اختبار (PP)، مما استدعى مقارنة هذه النتائج مع نتائج اختبار (KPSS) الذي أكد نتائج اختبار (ADF) اذ ان القيم المحسوبة أكبر من القيم المجدولة، وبالتالي فالقرار النهائي هو عدم استقرارية السلسلة عند المستوى، مما يفرض علينا استعمال البيانات عند الفرق الأول وهي النتيجة التي اكدتها اختبارات جدر الوحدة عند الفرق الأول (الجدول رقم (2)).

**جدول رقم (2): نتائج اختبار ADF و PPعند الفرق الاول**

| At First Difference | ADF | PP | عند الفرق الاول |
|---|---|---|---|
| | DINF | DINF | |
| t-Statistic | *-10.83 | *-107.00 | نموذج بثابت |
| *Prob.* | 0.0000 | 0.0001 | |
| t-Statistic | *-10.82 | *-106.78 | نموذج ثابت واتجاه عام |
| *Prob.* | 0.0000 | 0.0001 | |
| t-Statistic | *-10.83 | *-106.13 | نموذج بدون ثابت او اتجاه عام |
| *Prob.* | 0.0000 | 0.0001 | |

*:معنوية عند مستوى1 %، ** معنوية عند مستوى5 %،*** معنوية عند مستوى10 %

المصدر: مخرجاتEviews.12

## 2-1 -توصيف النموذج

بعد تحديد رتبة التكامل التي تجعل السلسلة مستقرة نمر الى مرحلة التعرف على النموذج وتقديره من خلال البحث عن الرتبة (p) و(q) لتمثيلARIMA:

تكون الصيغة الرياضية للسيرورة ARIMA (p,d,q)المعرفة للسلسلةinf من الشكل:

$$Dinf_t = \emptyset_1 Dinf_{t-1} + \emptyset_2 Dinf_{t-2} + .. + \emptyset_p Dinf_{t-p} + \delta \quad + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \theta_p \varepsilon_{t-q}$$

يمكن ترشيح من خلال الشكل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية عدة نماذج ممثلة للسيرورة المولدة للسلسلة لنماذج ARIMAالمختلفة حسب المراتب (p,q)، يتم تقدير النماذج المرشحة بطريقة المربعات الصغرى، وبعدها تتم المفاضلة بينها على أساس مجموعة من المعايير، ويكون النموذج المختار هو الذي يحقق لنا ادنى توليفة بين المعايير AIC,SC, H-Qالى جانب خلوه من المشاكل القياسية المتعلقة ببواقي التقدير(البواقي صخب ابيض)وهو الشرط الضروري لفعالية النموذج التنبئية ( Bishnu, N et al,2020,p67).

باتباع الخطوات المنهجية Box-jenkins. من خلال مراقبة المنحنى البياني لمعاملات الارتباط الذاتي الكلية والجزئية أمكننا ترشيح ثمانية نماذج، تبين من خلال مقارنة معايير المعلومات الخاصة بكل نموذج ان هناك نموذجين امثليين اذ ان قيمة معيار المعلومات (AIC) و(BIC)متساويان. سنقوم في هذه المرحلة بإجراء تقدير للنموذجين وتشخيص جودة كل نموذج. نتائج تقدير النموذجين ونتائج التشخيص مبينة في الجدول رقم (3) والشكل رقم (2).

**جدول رقم (3): نتائج تقدير النماذج المرشحة**

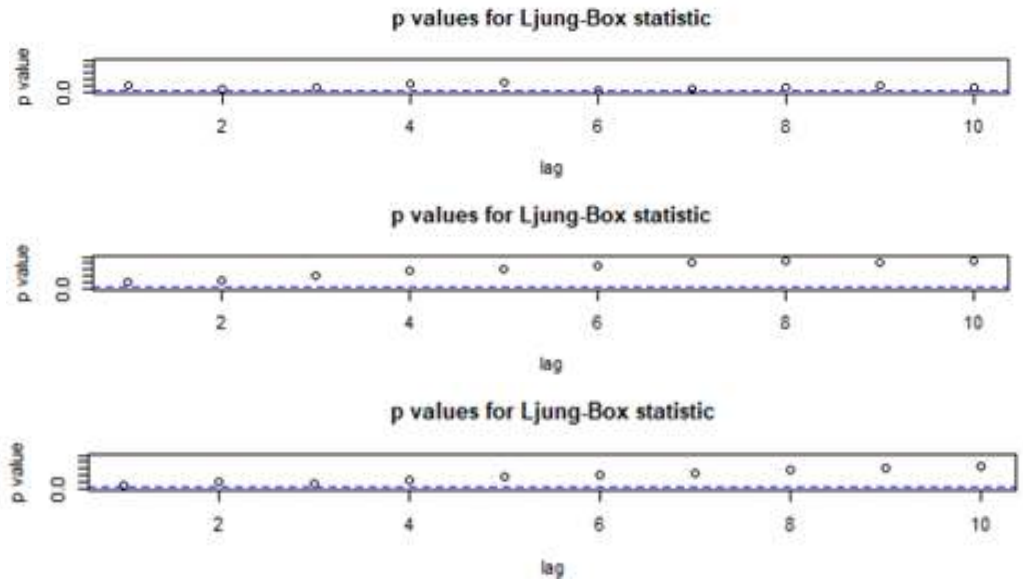
| | c | AR(1) | MA(1) | MA(2) | SAR(1) | AIC | AICc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ARIMA (1,1,1)** | -0.006 (0.089)*** | 0.08 (0.152) | -0.996 (0.000)* | | | **3.766** | **3.767** |
| **ARIMA (1,1,2)** | -0.006 (0.09)*** | -0.64 (0.000)* | -0.22 (0.093)*** | -0.71 (0.000)* | | **3.762** | **3.762** |
| **SARIMA(1,1,1)(1,0,0)** | -0.006 (0.091)*** | 0.118 (0.035)** | 0.972- (0.000)* | | 0.473 (0.000)* | **3.579** | **3.579** |

*:معنوية عند مستوى1 %، ** معنوية عند مستوى5 %،*** معنوية عند مستوى10 % ، (..):p-value، AICc: معيار اكايك المصحح

**المصدر مخرجات برنامج R**

الجدول رقم (3) يعطي نتائج التقدير الخاصة بالنموذج (**ARIMA(1,1,1)**) والنموذج (**ARIMA(1,1,2)**)، اما النموذج الثالث (**SARIMA(1,1,1)(1,0,0)**) فيمثل الصيغة المطورة من النموذج الأول عند الاخذ بعين الاعتبار لوجود مركبة موسمية من الرتبة الثانية عشر بالاعتماد على الملاحظة النظرية لدوال الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية حسب مقاربة (Box-jenkins). تتم مراقبة الجودة الإحصائية للنماذج الثلاث من خلال اختبار الصخب الأبيض للبواقي باستعمال اختبار (Ljung-Box,1978)، يعطي الشكل رقم (2) القيم الاحتمالية للاختبار، وانتشارها داخل او خارج مجال الثقة.

**الشكل رقم (2) : اختبار الصخب الأبيض للنماذج الثلاث على التوالي**




**المصدر مخرجات برنامج R**

### 3-1 تحليل النتائج:

نلاحظ ان جميع القيم الاحتمالية (p.value) لاختبار الصخب الأبيض ل(Ljung-Box) خارج مجال الثقة للنماذج الثلاث مما يعني قبول فرض العدم، مما يدل على ان بواقي التقدير للنماذج الثلاث تتبع سيرورة صخب ابيض، كما ان اختبار المعنوية الإحصائية للمعالم المقدرة بينت ان المعالم معنوية كلها عند مستوى 5 % بالنسبة الى النموذج الثالث الذي يحتوي على المعامل الفصلي، عكس النموذج الأول والثاني اللذان يحتويان على بعض المعلمات الغير معنوية. كما تجدر الإشارة الى ان مقارنة قيمة معيار (AIC) للنماذج الثلاث

المستخرجة بالمقاربة اليدوية المؤسسة على ملاحظة دالة الارتباط الذاتي وفق منهجية (Box-Jenkins) قد بينت ان أدنى قيمة لهذا المعيار يحققها النموذج الثالث، الى جانب ذلك فان معيار جودة التنبؤ الممثل في جذر المتوسط التربيعي لخطأ التنبؤ(RMSE) يحقق أدنى قيمته عند نفس النموذج، وبالتالي فان مقارنة النماذج الثلاث تبين تفوق النموذج الثالث بناء على جميع المعايير المستعملة.

**2– المقاربة الالية باتباع خوارزمية(Hyndman et Khandakar ,2008)**

سوف نحـــــاول في هذه الخطوة الجـــديدة من الدراسة استـــخلاص امثل نمـــوذج يمثل السيرورة المولدة للمعطيات الخـــــــاصة بسلسلة تغير معـــدل التضخم في الجزائر من خلال تحديد الرتب (p,d,q) و(P,D,Q) باستعمال المقـــــــــــاربة الالية (Hyndman et Khandakar ,2008)الموجودة في امر(auto-arima) داخل برنامج (R)، حيث يعتبر الباحثان ان قرار اختيار الرتب (p) و(q) التي في كثير من الأحيان تكون بصورة ذاتية من ادق المهام التي يواجهها الباحثون في بناء نماذج التنبؤ عند استعمال نماذج (ARIMA). تستعمل الالية طريقة المعقولية العظمى، والبحث عن تدنية معيار (Akaike,1973) لتحديد الرتب المثالية.

عملية البحث الالي بصفة تكرارية مكنتنا منالحصول على النموذج SARIMA (4,1,0)(2,0,0)[12] بثابت باعتباره امثل نموذج. نتائج تقدير النموذج معطاة من خلال الجدول رقم (4) واختبار الصخب الأبيض للبواقي مبينة في الشكل رقم (3).

**جدول رقم (3):نتائج تقدير النموذج آليا**

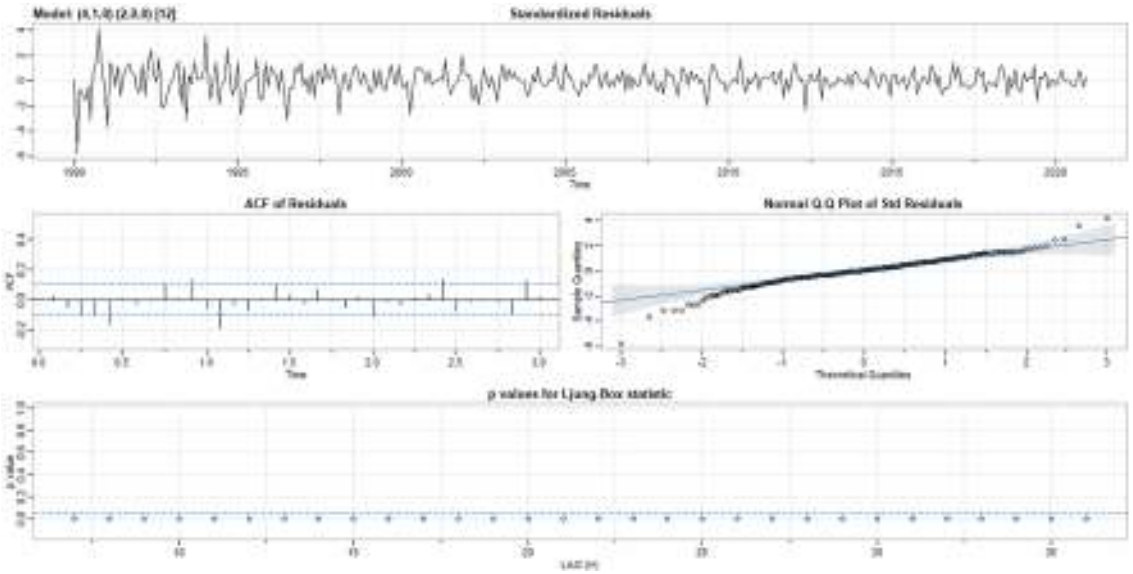
**SARIMA(4,1,0)(2,0,0)[12] with drift**

| AR(1) | AR(2) | AR(3) | AR(4) | Sar(1)12 | Sar(2)24 | c | AIC | AICc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -0.693 | -0.556 | -0.347 | -0.242 | 0.332 | 0.311 | -0.021 | 3.6624 | 3.663 |
| (0.000)* | (0.000)* | (0.000)* | (0.000)* | (0.000)* | (0.000)* | (0.76) | | |

*:معنوية عند مستوى1 %، ** معنوية عند مستوى5 %،*** معنوية عند مستوى10 % ، p-value:(..)، AICc: معياراكايك المصحح

**المصدر مخرجات برنامج R**

**الشكل رقم (3) : اختبار الصخب الأبيض للبواقي للنموذج SARIMA(4,1,0)(2,0,0)[12]**




**المصدر مخرجات برنامج R**

### 2-1 تحليل النتائج:

ما يلاحظ في هذا النموذج ان الالية المبرمجة حسب مقاربة (Hyndman et Khandakar ,2008) اعطتنا نموذج يحتوي فقط على الجزء الانحدار الذاتي (AR) وخالي من اية معالم لجزء المتوسطات المتحركة، كما انها استخلصت وجود تأثير موسمي ثنائي في جزء الانحدار الذاتي (**Sar(1)12**) و(**Sar(2)12**) مع انعدام اية مركبة موسمية في جزء المتوسطات المتحركة، كما يلاحظ ان جميع المعالم ذات معنوية إحصائية مقبولة عند مستوى 5%.

يبين التدقيق في المنحنى البياني لأخطاء النموذج المقدر عدم وجود قيم شاذة فاغلب القيم منتظمة في شكل تذبذبات منتظمة حول المتوسط المعدوم، اما التمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي الكلية واحتمالات اختبار (Ljung-Box)فقد بينت ان كل الاحتمالات اقل من 0.05 (داخل مجال الثقة) وبالتالي نرفض فرض العدم لعدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي، وبالتالي فبواقي الانحدار لا تتبع سيرورة الصخب الأبيض مما يعني ان النموذج لم يمتص كل الخصائص الديناميكية لبيانات سلسلة تطور معدل التضخم الى جانب ذلك فانه لا يمكن الاعتماد على مجالات الثقة الخاصة بالتنبؤ.

### 3- المقاربة نصف الالية

من خلال نتائج المقاربة الالية المستنبطة من خوارزمية (Hyndman et Khandakar) نلاحظ ان الالية قامت بإجراء الفرق الأول على البيانات الاصلية نتيجة اكتشافها وجود جذر الوحدة، غير انها لم تبين اية أثر لإمكانية وجود جذر الوحدة الموسمي. من خلال الملاحظة النظرية للبيانات وخصائص السلسلة (التضخم) نقوم في هذه المرحلة باختبار المقاربة نصف الالية، بحيث اننا سنستعمل نفس الإجراءات الالية السابقة غير اننا سنقوم بالتحديد الذاتي للرتبة (**D**) الخاصة بالفروقات الموسمية حيث (**D=1**)،مما يعني اننا أجرينا تحويل على البيانات من خلال اجراء الفروقات من الرتبة الثانية عشر، أي اننا اشترطنا وجود فرق موسمي في نموذج تحدده الإجراءات الالية لاختيار النموذج الأمثل. نتائج التقدير ممثلة في الجدول رقم (**4**) واختبار الصخب الابيض في الشكل رقم (4) للنموذج المرشح (**SARIMA(1,0,2)(2,1,2)[12]**) بثابت.

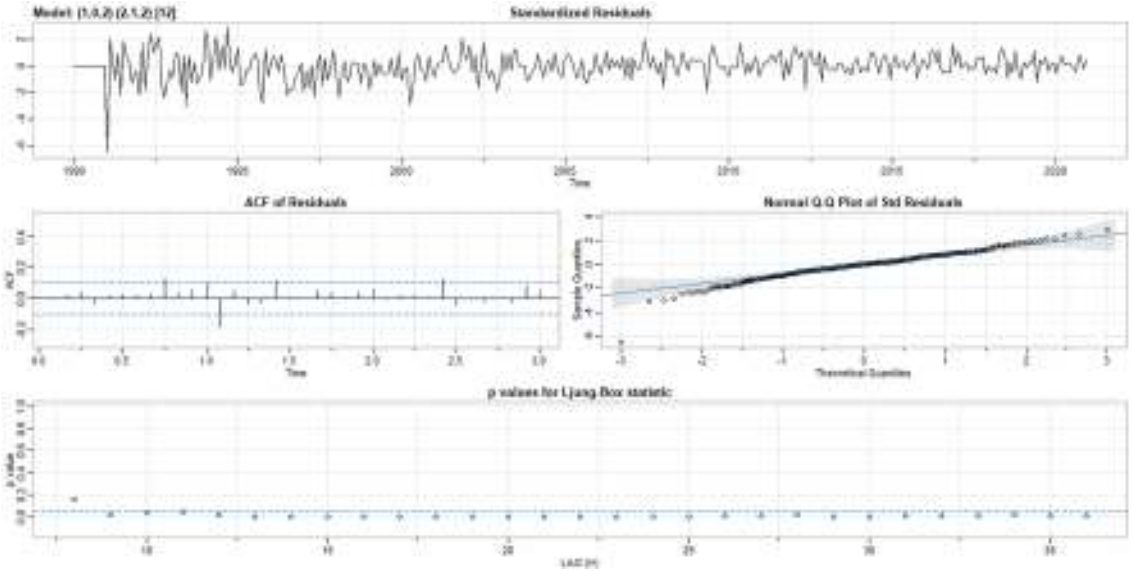
**جدول رقم (4): نتائج تقدير النموذج المحدد بالإجراء نصف الالي**

| AR(1) | MA(1) | MA(2) | SAR(1) | SAR(2) | SMA(1) | SMA(2) | C | AIC | AICc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **-0.9445** | **1.0548** | **0.0784** | **0.154** | **0.244** | -0.798 | -0.064 | -0.005 | 3.412 | 3.413 |
| (0.000)* | (0.000)* | (0.20) | (0.67) | (0.01)* | (0.03)** | (0.80) | (0.004)* | | |

*:معنوية عند مستوى **1 %**، ** معنوية عند مستوى **5 %**،*** معنوية عند مستوى **10 %** ، (..):**p-value**، AICc: معيار اكايك المصحح

**المصدر مخرجات برنامج R**

**الشكل رقم (4) : اختبار الصخب الأبيض للبواقي للنموذج ARIMA(1,0,2)(2,1,2)[12]بثابت**




**المصدر مخرجات برنامج R**

### 3-1 تحليل النتائج:

نتائج المعنوية الإحصائية لمعالم النموذج الثاني تبين ان المعاملات الموسمية سواء للجزء(AR) ((SAR(1)) او الجزء (MA)((SMA(2)) غير معنوية، كما انه لا يمكن القبول بفرض العدم لسيرورة الصخب الأبيض الخاصة ببواقي الانحدار حيث ان اغلب قيم الاحتمالات الخاصة باختبار (Ljung-Box) اصغر من 5 % اما عند مقارنة معيار (AIC) مع النموذج السابق فإننا نلاحظ ان قيمة المعيار لهذا النموذج اقل قيمة كما تعطي اقل قيمة لـــــــ (RMSE)، مما يعني ان ادنى قيمة لمعيار (AIC) يتوافق دائما مع ادنى قيمة لـــــــ (RMSE)(Yean, P, K,2020,p17) . الملاحظة الأهم في هذا النموذج المقيد بوجود فرق موسمي ان الاختيار الالي لنموذج (ARIMA) الأمثل لا يحتوي على الفرق من الرتبة الأولى، بمعنى ان استقرارية السلسلة قد تحققت بالفرق الموسمي ولا تحتاج الى اجراء الفرق البسيط الخاص بالاتجاه العشوائي، كما ان هذه النتيجة تعني انه لا يمكن مقارنة هذا النموذج مع النماذج الأخرى بناء على معيار (AIC)، اذ ان المقارنة تكون دقيقة فقط بالنسبة الى النماذج التي لها نفس رتبة الفرق.

**الخاتمة**

حاولنا من خلال هذا البحث اجراء مقارنة بين الطريقة اليدوية (Box and Jenkins,1976)وطريقة البرمجة الالية المعتمدة على خوارزمية (Hyndman et Khandakar ,2008) في استخراج الرتب المثلى لنموذج (ARIMA) او (SARIMA)يشرح بصورة جيدة السلوك الديناميكي للسيرورة المولدة لبيانات تطور معدل التضخم في الجزائر خلال الفترة الممتدة من الشهر الأول لسنة 1990 الى غاية الشهر الثاني عشر لسنة 2020.

تقسم الدراسات التنبئية بين التنبؤ الاحصائي المؤسس على النموذج المقدر الذي يحاكي بيانات السلسلة، والتنبؤ المسير الذي يشارك في بنائه الخبير اعتماد على الخصائص الأساسية للسلسلة محل الدراسة، وأيضا على حقيقة قيم التنبؤ ومسايرتها بشكل جيد للتقلبات السابقة للسلسلة، الطريقة المشتركة لكثير من الباحثين في مجال نماذج التنبؤ هي اجراء تعديل في التنبؤ الاحصائي بناء على المعلومات المستخرجة من بيانات السلاسل (Sanders, N,2005,p406)، بناء عليه يمكن تلخيص نتائج البحث في العناصر التالية:

– سمحت لنا المقاربة البدوية من خلال استغلال المعلومات التي توفرها لنا دوال الارتباط الذاتي من استخراج ثلاث نماذج مقبولة من حيث المعنوية الإحصائية والقياسية، حيث ان بواقي التقدير للنماذج الثلاث تتبع سيرورة الصخب الأبيض، وبالتالي فيمكن القول انها احتوت على النسبة الكبيرة من المعلومات الخاصة بالسلوك الديناميكي لبيانات سلسلة تطور معدل التضخم الشهري في الجزائر.

– بينت مقارنة قيمة معيار (AIC) ومعيار جودة التنبؤ (RMSE) للنماذج الثلاث المستخرجة بالطريقة البدوية ان أدنى قيمة لهذه المعايير يحققها النموذج الثالث ( (SARIMA(1,1,2)(1,0,0)، وهو النموذج الذي يحتوي على المعامل الموسمي في جزء الانحدار الذاتي، وبالتالي فان مقارنة النماذج الثلاث تبين بشكل جلي تفوق النموذج الثالث بالاعتماد على معيار الجودة الإحصائية للنموذج ومعيار (AIC)، مما يعني قبول الفرضية الثانية للبحث.

– مكنتنا البرمجة الالية باستعـــمال خوارزمية (Hyndman et Khandakar ,2008) من الحصول على نمـــوذج ( SARIMA (4,1,0)(2,0,0)) بثابت باعتباره امثل نموذج يحقق ادنى قيمة لمعيار (AIC). مع الإشارة الى ان النموذج يحتوي فقط على الجزء الخاص بالانحدار الذاتي (AR) ، الى جانب وجود تأثير موسمي ثنائي في جزء الانحدار الذاتي (**Sar(1)12**) و(**Sar(2)12**)، كما يلاحظ ان جميع المعالم ذات معنوية إحصائية مقبولة عند مستوى5%، غير ان اختبار (Ljung- Box) بين ان بواقي التقدير لا تتبع سيرورة الصخب الأبيض، مما يعني ان صيغة النموذج لا تحتوي على جميع المعلومات المفسرة للتطور الديناميكي لبيانات تطور معدل التضخم في الجزائر خلال فترة الدراسة.

– أعطتنا طريقة البرمجة نصف الالية نموذج ((SARIMA(1,0,2)(2,1,2)كأحسن نموذج يفسر سلوك بيانات متغير الدراسة، غير ان التدقيق الاحصائي بين ان اغلب معالم هذا النموذج غير معنوية الى جانب

عدم امكانية القبول بفرض العدم لسيرورة الصخب الأبيض الخاصة ببواقي الانحدار حيث ان الاحتمال الخاص باختبار ( Ljung-Box) اصغر من **5%** . بالرغم من كل المشاكل القياسية التي يتميز بها هذا النموذج الا انه يعطي اقل قيمة من حيث معيار (AIC) و(RMSE) ، مما يعني عدم إمكانية قبول الفرضية الثالثة للبحث الا اذا كانت البرمجة الالية مقيدة.

– تميزت جميع النماذج المستخرجة باستعمال البرمجة الالية بوجود مشاكل في الخصائص الإحصائية والقياسية، سواء من حيث عدم معنوية بعض المعالم الخاصة بجزء الانحدار الذاتي (AR) او معالم المتوسطات المتحركة (MA) او حتى المعالم الخاصة بالمركبة الفصلية، تعتبر هذه النتيجة الموافقة لكثير من نتائج البحوث الخاصة بمجال السلاسل الزمنية المدخل الأساسي للانتقادات الموجهة الى طريقة البرمجة الالية في استخراج رتب نماذج (ARIMA).

– اعتماد على حقيقة افضلية نماذج (ARIMA) البسيطة ذات المعالم المحدودة مقارنة بنماذج (ARIMA) كبيرة الحجم من جهة، وعلى حجم المعلومات ودقتها التي تعطيها النماذج البسيطة في مجال التنبؤ، وبناء على جميع النتائج السابقة، تؤكد محاولتنا القياسية في هذا البحث نتائج الكثير من الدراسات وهي تفوق المقاربة البدوية المبنية على الملاحظة الدقيقة لخصائص السلسلة الزمنية من حيث تطورها عبر الزمن ومن حيث مركباتها النظامية على الطريقة الالية المبنية على معايير المعلومات، وفي هذا الاطار يمثل نموذج (( SARIMA(1,1,1)(1,0,0)) امثل نموذج في قسم النماذج الخطية المستقرة التي تحتوي بشكل وافي على اهم المعلومات الخاصة بالسلوك الديناميكي لتطور معدل التضخم في الجزائر خلال فترة الدراسة.

## المراجع


1. ***Bishnu Nepal, Motoi Yamaha, Aya Yokoe and Toshiya Yamaji (2020),*** *Electricity load forecasting using clustering andARIMA model for energy management in buildings, Jpn Archit Rev |January 2020| vol. 3 | no. 1 |62–76.*
2. ***Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. (1976),*** *«Times Series Analysis : Forecasting and Control», Revise Edition, San Francisco : Holden-Day.*
3. ***Delcor L, Delignières D, Cadopi M, Brouillet D,(2008),*** *Analyse de la Variabilite par les Modeles ARIMA : une Source D'information pour la Comprehension des Processus Mnesiques, DOI: 10.4074/S0003503308004053, Article in L?Année psychologique, https://www.researchgate.net/publication/232416829*
4. ***Gritli,M,I, (2018),****What future of the Tunisian dinar against the euro? Prediction with the ARIMA model, Online at https://mpra.ub.uni-muenchen.de/83937/ MPRA Paper No. 83937, posted 15 Jan 2018 14:20 UTC.*
5. ***Grogan. Michael, (2020),*** *Automatic vs. Manual ARIMA Configuration, Optimizing ARIMA model forecasts.https://towardsdatascience.com/automatic-vs-manual-arima-configuration-ceb06fe074da*
6. ***Haneen Alabdulrazzaq, Mohammed N.AleneziYasmeen Rawajfih,Bareeq A Alghannam,(2020) ,*** *On the accuracy of ARIMA based prediction of COVID-19 spread, Results in Physics 27(2021)104506, journal homepage: www.elsevier.com/locate/rinp*
7. ***Hyndman .R. J and Khandakar (2007) ,*** *Automatic time series forecasting: the forecast package for R, Working Paper 06/07, June 2007, Monash university Australia, ISSN 1440-771X.*
8. ***Hyndman.R.J, Khandakar,Y (2008)****, Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R, Journal of Statistical Software, July 2008, Volume 27, Issue 3.*
9. ***Jan G. De Gooijer and Rob J. Hyndman (2005)****, 25 Years of IIF Time Series Forecasting: A Selective Review, May 2005, Working Paper 12/05,Monash university Australia.*
10. ***Jose. M. V. B, (2020),*** *Adding external factors in Time Series Forecasting Case study: Ethereum price forecasting, Degree Project in Information and Communication Technology, Second Cycle, 30 Credits Stockholm, Sweden.*
11. ***Lardic.S, Mingnon.V(1999)****, La mémoire longue en économie : une revue de la littérature Journal de la société française de statistique, tome 140, no 2 (1999), p. 5-48*
12. ***Mondal .P, Shit. L, and Goswami .S*** *(2014), "Study of Effectiveness of Time Series Modeling (Arima) in Forecasting Stock Prices," Int. J. Comput. Sci. Eng. Appl., vol. 4, no. 2, pp. 13–29, 2014, doi: 10.5121/ijcsea.2014.4202*
13. ***Nada R. Sanders, Larry P. Ritzman(2001)****,Principles of Forecasting, Armstrong (ed.), Principles of Forecasting © Springer Science+Business Media New York 2001,International Series in Operations Research & Management Science book series (ISOR, volume 30),J. S.*
14. ***Salotti. Julien (2019),*** *Méthodes de sélection de voisinage et de prévision à court-terme pour l'analyse du trafic urbain. Apprentissage [cs.LG]. INSA Lyon; Université de Lyon, 2019. Français.*
15. ***Santosh Ambaprasad Sivapurapu****, (2020),Comparitive Study of Time Series and Deep Learning Algorithms for Stock Price Prediction, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 11, No. 6, 2020,*
16. ***Sean J. Taylor ,Benjamin Letham(2017)****, Forecasting at Scale, PeerJ Preprints | https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3190v2 | CC BY 4.0 Open Access.*
17. ***Sharmistha Chatterjee, (2020),*** *Basic Understanding of ARIMA/SARIMA vs Auto ARIMA/SARIMA using Covid-19 Data Predictions, https://hackernoon.com/basic-understanding-of-arimasarima-vs-auto-arimasarima-using-covid-19-data-predicions-8o1v3x4t*
18. ***Snipes M, Taylor DC(2014)****, Model selection and Akaike information criteria: anexample from wine ratings and prices.Wine Economics and Policy. 3 (2014) 3-9*
19. ***Toure.M****,(2000), Modele de Prevision pour L'indice des Prix à la Consommation des Menages a Bamako, Notes D'information et Statistiques, Banque Centrale des Etats de L'afrique de L'ouest, N° 504 Juin 2000.*
20. ***Yean Pyng Kam,(2020)*** *Interactive Analysis And Preddiction of us Stock Prices Using Time Series Models in R, Higher Diploma in Science in Data Analytics, Dublin Business School .*