



قوائم المحتويات متاحة على ASJP المنصة الجزائرية للمجلات العلمية
الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية
الصفحة الرئيسية للمجلة: www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/552



النماذج الهجينة و التنبؤ بالبطالة في ظل جائحة كورونا (2003-2020) الجزائر

The hybride models in predicting unemployment under the Corona pandemic (2003-2020) Algeria

وفاء بن عياد^{1*}، وهيبته حليمي²
¹ جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر.
² جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر.

Key words:

unemployment
corona epidemic
(ARIMA) model
(ARIMAX) model
ARIMAX-GARCH hybrid model.

Abstract

The problem of unemployment is among the problems that countries are trying to reduce its severity and negative impact, and this is due to the extent to which it is related to economic and social progress. This study aimed to predict unemployment rates in Algeria using the integrated autoregressive model with moving averages (ARIMA), the integrated autoregressive model For moving averages with an external variable (ARIMAX) represented in the dummy variable (Corona epidemic), and the hybrid model (ARIMAX-GARCH) for the period extending from the last quarter of 2003 to the last quarter of 2020, and the selection of the appropriate statistical model in dynamic and static prediction, according to the expected results. The performance of the ARIMA (2.1.1) model is better in static prediction, and for the dynamic prediction, the performance of the ARIMAX-GARCH (2.1.0) (0.2) model has outperformed, based on the results of the predictive accuracy criteria of: RSME, MAPE and MAE.

ملخص

معلومات المقال

تاريخ المقال:

الإرسال: 2022-01-15

القبول: 2022-04-19

الكلمات المفتاحية:

البطالة

وباء كورونا

نماذج (ARIMA)

(ARIMAX)

ARIMAX-

GARCH

تعد عملية تحليل السلاسل الزمنية أمر ضروري للقيام بالتنبؤ بقيم الظواهر العشوائية، حيث يمثل الزمن عنصر أساسي في ذلك وله تأثير في جملة من التحولات التي تحدث في الظواهر الاقتصادية مثل البطالة التي تحاول الدول التقليل من حدتها وتأثيرها السلبي، وهذا راجع لمدى ارتباطها بالتقدم الاقتصادي والاجتماعي، هدفت هذه الدراسة للتنبؤ بمعدلات البطالة في الجزائر باستخدام نموذج الانحدار الذاتي المتكامل مع المتوسطات المتحركة (ARIMA)، نموذج الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسطات المتحركة مع متغير خارجي (ARIMAX) المتمثل في المتغير الوهمي (وباء كورونا)، والنموذج الهجين (ARIMAX-GARCH) للفترة الممتدة من الربع الأخير لعام 2003 إلى الربع الأخير لعام 2020، واختيار النموذج الاحصائي الأمثل في التنبؤ الديناميكي والسكن، وحسب النتائج المتوقعة تبين أن أداء نموذج ARIMA(2.1.1) أفضل في التنبؤ الساكن، وبالنسبة للتنبؤ الديناميكي فقد تفوق أداء نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0) (0.2) وهذا بناء على نتائج معايير الدقة التنبؤية المتمثلة في: RSME، MAPE و MAE. حيث يعود سبب القيام بالدمج بين النماذج الاحصائية لتقليص القصور الناجم عن تبني نموذج غير مناسب، وبالتالي يكون دور النموذج الثاني تعويض نقائص النموذج الأول.

1. مقدمة

ذو رتبة معدومة)، وتقوم الثانية على استخدام نماذج التحويل أي تحديد رتب هذه الدالة بالاعتماد على دالة الارتباط التقاطعي CCF، والقيام بعملية تبيض للسلاسل الزمنية الساكنة (لبدة، 2017، صفحة 60)، في هذه الدراسة تم تبني الطريقة الأولى التي تعتبر نموذج دالة التحويل من الرتبة صفر.

- نموذج ARIMAX-GARCH: تمت عملية الدمج بين نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة مع متغير خارجي ونماذج التباين الشرطي المقترحة.

الدراسات السابقة

في عام (2013) قدم كل من (Chalean pougkonggaroen) دراسة هدفت لتقدير نموذج الانحدار الذاتي للمتوسطات المتحركة مع متغير توضيحي للتنبؤ بصادرات تايلاندا ومقارنتها بنتائج نموذج الانحدار الذاتي للمتوسطات المتحركة، تمثل المتغير التوضيحي في مؤشر المركب التوضيحي الرئيسي CLI، بينت النتائج تفوق نموذج ARIMAX على نموذج ARIMA بناء على مقاييس الدقة التنبؤية. كما قدم كل من (Suleman Nasiru) وآخرون) دراسة هدفت لمقارنة أداء نموذج ARIMA ونموذج SARIMA في توقع العملات الشهرية المتداولة في غانا، وحسب النتائج تم اختيار نموذج ARIMA(0.1.1)12 كأفضل نموذج بناء على معايير الملائمة AIC، BIC، AICC، وتبين أنه لا يوجد فرق كبير في دقة التنبؤ لكلا النموذجين، حيث تم اقتراحهما للتنبؤ بالعملية المتداولة، وقام كل من (جمال أحمد الشوافي، عبد الوهاب السيد حجاج) دراسة هدفت لمقارنة أداء نموذج الشبكات العصبية مع نموذج الانحدار الذاتي التلقائي للمتوسطات المتحركة وتعميم طريقة Alshawaldfi للتنبؤ بالسلاسل الزمنية الناتجة من نماذج ARIMAX بالاعتماد على الشبكات العصبية، وبلغ هذا الهدف تم توليد 32000 عينة وبأحجام مختلفة لنماذج ARIMAX وبمعلمات مختلفة مستخدمة لتدريب الشبكة، ومن تم مقارنة البيانات الناتجة مع الفعلية، بينت النتائج كفاءة الطريقة المقترحة للتنبؤ بنماذج ARIMAX بالاعتماد على نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية في حالة العينات الصغيرة وبمتوسط عام لجميع العينات والمشاهدات المستقبلية. في عام (2015) قام كل من (Sri Aryani, Heri Kuswanto Suhartono) بدراسة هدفت لتطوير نموذج معدل الانحدار التلقائي الذاتي المتحرك المتكامل للتنبؤ بالتضخم بإضافة عوامل خارجية تمثلت في أسعار النفط، تم تقييم أداء التنبؤ خارج العينة لنماذج التباين الشرطي مع الأخذ بعين الاعتبار فئتين من النماذج هما نموذج GARCH(1.1) ونموذج GJR-GARCH(1.1) لاستبعاد تقلبات التضخم، بينت النتائج أن نموذج GJR-GARCH أفضل من نموذج GARCH في التقاط تقلبات التضخم، وتم

تعد عملية تحليل السلاسل الزمنية أمر ضروري للقيام بالتنبؤ بقيم الظواهر العشوائية، حيث يمثل الزمن عنصر أساسي في ذلك وله تأثير في جملة من التحولات التي تحدث في الظواهر الاقتصادية في دراستنا هذه تم الاهتمام بدراسة متغير معدلات البطالة، باعتبارها من بين المشكلات الأساسية التي تواجه أغلب دول العالم، وبمختلف مستويات تقدمها، فهي عبارة عن مؤشر هام يدل على مدى تدهور النظام الاقتصادي لأي دولة، ونجد أن التقدم الاقتصادي يرتبط بشكل مباشر بالاستخدام الفعال للقوى البشرية المتواجدة لديه. (فارس، 2019، صفحة 234)، من خلال النظر في معدلات البطالة في الجزائر نجد أنها تصنف من أهم أشكال اختلال سوق العمل، ففي عام 1995 إلى غاية 2003 لم تنخفض معدلاتها المتوسطة عن نسبة 20% من الفئة النشيطة، وبالنظر لرصد انخفاضها في الأعوام السابقة إلا أن هذا الانخفاض ظل نسبي. (أديوش، 2013، صفحة 1296)، فهي كغيرها من دول العالم التي لا تزال تعاني من تأثيراتها السلبية التي تمس الجوانب الاقتصادية والاجتماعية لها في عام 2020 شهد الاقتصاد الجزائري تدهور كبير، بسبب تفشي وباء كورونا والذي فرض تدابير وقائية صحية (الحجر الصحي، العزل، إغلاق مؤسسات الدولة، والشركات والمصانع) عرقلت المسار الاقتصادي وشلت حركته، حيث انخفضت معدلات النمو الاقتصادي مصاحبة بذلك ارتفاع ملحوظ في معدلات البطالة، ومن هذا المنطلق سنحاول في مقالنا هذا الإجابة على الإشكالية التالية: بالمفاضلة بين نموذج ARIMA، ونموذج ARIMAX ونموذج ARIMAX-GARCH ما مدى فعاليتهم في النمذجة القياسية والتنبؤ بمعدلات البطالة في ظل وجود وباء كورونا في الجزائر خلال الفترة 2003.2020 ؟

المنهجية

■ بيانات الدراسة

تمثلت في سلسلة معدلات البطالة (المتغير الداخلي) من الربع الثالث لعام 2003 إلى الربع الرابع لعام 2020، والمتغير الوهمي (أثر وباء كورونا) (المتغير الخارجي) من ديسمبر عام 2019 إلى ديسمبر 2020، حيث تمت عملية تحويل البيانات السنوية المستخرجة من موقع Kneoma لبيانات على أساس ربع سنوي بالاعتماد على أسلوب رياضي في برنامج Eviews9

■ الطريقة المتبعة

- نموذج ARIMA: تم اتباع خطوات منهجية بوكس وجنكينز.

- نموذج ARIMAX: من خلال الدراسات السابقة المعروضة تبين وجود طريقتين لبنائه، تمثلت الأولى في تقدير نموذج ARIMA المعروف على سلسلة بيانات المتغير الداخلي وبعدها إضافة المتغير المستقل بشكل بسيط (نموذج دالة التحويل يكون

والمدخل لكلا النموذجين لنموذج الصندوق الأسود، وقام كل من (محمد عبد الرحمن جاد الله أبو لبة) بدراسة شملت تطبيق نماذج ARIMAX للتنبؤ بسلسلة الناتج المحلي الاجمالي للولايات المتحدة الأمريكية، تمثل المتغير الخارجي في سلسلة العمالة، بينت النتائج أن نموذج ARIMA(1.1.0) كان أفضل لسلسلة الناتج المحلي الاجمالي ونموذج ARIMA(0.1.1) لسلسلة حجم العمالة، تم ترشيح نموذج ARIMAX(1.1.0) كأفضل نموذج من بين النماذج المقترحة المقدره لسلسلة الناتج المحلي الاجمالي باستخدام سلسلة حجم العمالة، بينت النتائج أن نماذج ARIMAX لها أداء جيد مقارنة بنماذج ARIMA بناء على معايير الدقة MAPE و RSME، وفي عام (2019) قام كل من (Shilpa G.N , GS sheshadri) بدراسة التنبؤ بالطلب بالحمل الكهربائي قصير المدى باستخدام نموذج ARIMAX في ولاية كاواناتاكا، وتم اعتبار أيام الأسبوع وعطلات أيام الأسبوع متغيرات خارجية، حسب النتائج المتوصل إليها تم تشريح ARIMAX(2.1.2) كأفضل نموذج، ومن خلال المقارنة بين سلسلة الحمل المتوقع الفعلي تبين أن النموذج المقترح من له الدقة التنبؤية جيدة وفقا لقيم متوسط الخطأ المطلق. وبالنسبة للباحثين (M.Gopinath, M.Karithamani)، فقد قاموا بتحليل إنتاج قصب السكر في الهند والتنبؤ باستخدام نموذج ARIMAX، بينت النتائج أن نموذج ARIMAX (1.2.2) ملائم لعملية التقدير والتنبؤ، وحسب نتائج التنبؤ بالقيم المستقبلية لإنتاج قصب السكر تبين أنه سيكون هناك انخفاض تدريجي في إنتاجه لغاية عام 2026، ونجد كذلك أن كل من (Tien-lichen, Dian-Fuchang)، قد درسوا توقع العلاقات المترامنة بين توسع الناتج المحلي الاجمالي وتوسع إجمالي الناتج المحلي في اليابان وكوريا باستخدام نموذج ARIMAX، حيث تم تقدير تأثير العلاقات المترامنة بين الناتج المحلي الاجمالي وإجمالي الناتج المحلي لكل رأس مال، كما تم تقدير معدلات عائد الاستثمار في التعليم بدافع الفضول لمعرفة العلاقات بين التوسع في التعليم العالي والنمو الاقتصادي، ووقع الاختيار على هاتين المنطقتين لأهداف بحثية، بينت النتائج أن نموذج ARIMAX(2.1.1) مناسب في كل من اليابان و كوريا، وأنه يوجد ارتباط إيجابي بين معدل الالتحاق المتوقع للتعليم العالي والناتج المحلي الاجمالي لكل رأس مال في اليابان وكوريا، وبناء على الاتجاهات تبين أن معدل الالتحاق المتوقع للتعليم العالي في اليابان وسينخفض بشكل كبير في العقد المقبل. في عام (2020) قام كل من (Thamma wit prasert, Vichai rungreunganum)، بدراسة التنبؤ بأسعار جوز الهند في تايلاند باستخدام نموذج ARIMAX، بحيث شمل المتغيرات الخارجية صادرات و واردات جوز الهند، بينت النتائج أن نموذج ARIMA(2.1.0) هو الأنسب للتنبؤ بسعر جوز الهند، وتم ترشيح نموذج ARIMAX(1.1.0) كأفضل نموذج يحتوي على متغيرات خارجية وبناء على مقاييس

ترشيح نموذج ARIMAX(1.0.0) كأفضل نموذج من بين النماذج المقترحة، كما أشارت نتائج دقة التنبؤات أن نموذج ARIMAX(1.0.0)GJR-GARCH(1.1) مناسب لشرح تقلبات التضخم الوطنية في أندونيسيا، أما بالنسبة للباحثين Wiwik Anggraeni وآخرون فقد قدموا دراسة مقارنة بين نمودجي ARIMA و ARIMAX في التنبؤ بالطلب على ملابس الأطفال المسلمين بأندونيسيا، حيث تم اعتبار أوقات العيد المختلفة كل عام بأنه المتغير الخارجي، وبناء على مقاييس الدقة التنبؤية RMSE, MAPE و AIC، تفوق نموذج ARIMAX على نموذج ARIMA في كل من عملية الاختبار والتقدير. وفي عام (2016) قام كل من (Uyodhu Ame Kauma victor Edma, Isaac, Didiessi) بدراسة هدفت لتطبيق نموذج ARIMAX للتصدير النيجيري الغير نفطي بإدراج سعر الصرف (بالدولار) كمتغير خارجي، بينت النتائج أن نموذج ARIMAX(2.1.5) ملائم لعملية التقدير والتنبؤ بناء على معايير المقارنة AIC، وتبين أن النموذج المقدر بإدراج المتغير التوضيحي ليس له تأثير على الصادرات النيجيرية الغير نفطية، وفي دراسة أخرى قام كل من (Ranjit Kumar paul, Kanchan sinha) بالتنبؤ بإنتاجية القمح في منطقة كاينور باستخدام نموذج ARIMAX ونموذج NARX، واعتبر المتغير الخارجي درجة الحرارة القصوى في مرحلة CRI لمحصول القمح، بينت النتائج أنه من بين عشرين نموذج مقترح لـ NARX تم اختيار نموذج مكون من طبقتين مخفيتين وتأخيرين، وبناء على نتائج معايير الدقة التنبؤية كان أداء نموذج NARX جيد مقارنة بنموذج ARIMAX، في عام (2017) قام كل من (Wiwik anggraen وآخرون) دراسة هدفت لتبيان أداء نموذج ARIMAX ونموذج VAR للتنبؤ بسعر الأرز المستهلك في أندونيسيا، وتمثلت المتغيرات الخارجية في سعر الأرز، الإنتاج، الأرز المطحون الجاف، منطقة الحصاد، بينت النتائج أن نموذج ARIMAX يستطيع التنبؤ بشكل أفضل من نموذج VAR وكان النموذج المختار هو ARIMAX.(0.1.1)، وتبين أن المتغيرات الأكثر تأثير في سعر الأرز هي سعر الأرز السابق وإنتاج الأرز، أما بالنسبة للباحثين (أحلام أحمد جمعة وأنمار رسول شعبث) فقد قدموا دراسة هدفت لاستخدام نموذج ARX و نموذج ARMAX للتنبؤ بالسلاسل الزمنية تمثلت في بيانات يومية لتصفية مياه الشرب باستخدام عكورة الماء الخاص بمشروع الكرخ ببغداد، تم استخدام نماذج خطأ المعادلة الخاص بنموذج الصندوق الأسود (تضم نموذج NARX مع مدخلات خارجية ونموذج انحدار ARIMAX) ويتمثل دورها في ربط سلسلة المدخلات (مقياس عكورة الماء الخام) مع سلسلة المخرجات (مقياس عكورة الماء الصالح للشرب) بنموذج رياضي، حسب النتائج المتوصل إليها تم ترشيح نموذج ARX(5.4.1) ونموذج ARIMAX(1.2.1) الموافق لأقل قيم AIC، وبينت نتائج اختبار كفاءة النموذج عدم وجود علاقة بين الخطأ

الدقة المتمثلة في MAPE تفوق نموذج الانحدار الذاتي للمتوسطات المتحركة بوجود متغيرات خارجية على نموذج الانحدار الذاتي للمتوسطات المتحركة، كما قدم كل من (Sounnik Ray, Banjul Bahattacharya) دراسة هدفت لتحليل اتجاهات الأرز والقمح والحبوب الغذائية في الهند باستخدام نموذج ARIMAX ونموذج ARIMA، تم تحليل نماذج الانحدار البارامترية للسلاسل الزمنية والنموذج الآسي والنموذج التربيعي والنموذج اللوغاريتمي، و من أجل تقدير نموذج اقتصادي قياسي مناسب لالتقاط اتجاه الحبوب الغذائية، الأرز والقمح والتوافر الصافي لسلسلة بيانات الحبوب الغذائية الاجمالية تم الاعتماد على مقاييس الدقة MAPE, MAE, RMSE, وقيم R²، بينت النتائج المحققة أن نموذج ARIMA ملائم لسلسلة بيانات الانتاج ونموذج (1.1.1) ARIMAX لسلسلة توافر الصافي لسلسلة بيانات الحبوب الغذائية الاجمالية ونموذج (2.1.2) ARIMAX لسلسلة القمح، ونموذج (1.1.2) ARIMAX لسلسلة الأرز، كما بينت النتائج تفوق النموذج التربيعي في جميع السلاسل لبيانات الانتاج والتوافر الصافي لسلسلة بيانات الحبوب الغذائية الاجمالية، وتطرق كل من Newton, Anang kurnia و Imade sumertajaya لتحليل التضخم باستخدام بيانات BDS مع نموذج ARIMAX في Diki jakarta، حيث تم اختيار أفضل نموذج لـ ARIMA بناء على معيار AIC ومن ثم تقدير نموذج ARIMAX بإدراج متغيرات خارجية شملت أسعار الفائدة، أسعار الصرف، وسبع مجموعات من نفقات اتجاهات Google (الأغذية، الاسكان، النقل، التعليم، الصحة، الملابس وأوقات العام الدراسي الجديد ورمضان وعيد الفطر)، وبعد حساب معايير الدقة التنبؤية المتمثلة في MSE, MAPE، تفوق نموذج (2.0.3) ARIMAX لجميع المتغيرات المستقلة بحيث كانت نتائجها قريبة جدا من بيانات BDS الأصلية، وتبين أن التنبؤ باستخدام بيانات اتجاهات Google يعتبر جيد وملائم للتنبؤ بالتضخم في Diki jakarta. وفي عام (2021) قام كل من Raad Mozib lalon و Nusrat jahan بدراسة هدفت للتنبؤ بالأداء الاقتصادي لبينغلاش والمقاس على أساس بيانات الناتج المحلي الاجمالي السنوي باستخدام نموذج الانحدار الذاتي التلقائي للمتوسطات المتحركة، تم التوصل لست نماذج مقترحة، بينت النتائج أن النموذج الملائم لنمذجة بيانات الناتج المحلي الاجمالي هو ARIMA(1.0.1) وهذا بناء على معايير اختيار جودة الملائمة المتمثلة في AIC و BIC، كما قام كل من (Eni farida و Mohamed asad) بدراسة التنبؤ بالتضخم الشهري في مالانج باستخدام نموذج الانحدار الذاتي التلقائي للمتوسطات المتحركة، تم التوصل لثلاثة نماذج مقترحة وبناء على معايير AIC تم اختيار نموذج (2.0.3) ARIMA كأفضل نموذج ملائم، كما بينت نتائج اختبار أثر ARCH/ GARCH لبيانات التضخم الشهري ونموذج

ARIMA(2.0.3) أن كلا النموذجين لا تحتوي على تأثير ARCH. وبالنسبة للباحثين Rungsarit Intaramo و Kanittha yimnak، فقد قاموا بإنشاء نماذج للتنبؤ بمؤشر أسعار Monthong الدوري في مزرعة بالصين، وتمت المقارنة بين كفاءة نموذج ARIMAX ونموذج انحدار فورييه من حيث الدقة التنبؤية بناء على معيار MAPE، شملت المتغيرات الخارجية المدرجة في نموذج ARIMAX مؤشر الانتاج وثقة المستهلك، وبينت النتائج أن نموذج ARIMAX(1.1.1) ونموذج انحدار فورييه مناسب للتنبؤ بمؤشر أسعار Monthong الدوري، كما بينت نتائج المقارنة كفاءة نموذج انحدار فورييه على نموذج الانحدار الذاتي للمتوسطات المتحركة بإضافة متغيرات خارجية.

2. نموذج الانحدار الذاتي التلقائي المتكامل للمتوسطات المتحركة (ARIMA)

تعد نماذج ARIMA من بين السلاسل الزمنية التي تحتوي على متغير واحد (حسن قهوي، 2020، صفحة 2)، حيث تستخدم لنمذجة الهياكل الديناميكية الخطية وتوضيح العلاقات الخطية بين المتغيرات المتأخرة، (yonghong Hao and al, 2012, p. 2608)

2.1. نموذج الانحدار الذاتي التلقائي (AR)

تم اقتراح نموذج الانحدار الذاتي التلقائي من طرف (Yule) عام 1926، وتأخذ صيغته الرياضية الشكل التالي: (بالحاج، 2020، صفحة 86)

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t$$

بحيث: y_t : تمثل القيم الحقيقية، ϕ_i : معاملات النموذج،

p : هو عدد صحيح يعبر عن رتبة النموذج، ϵ_t : تمثل الخطأ

عند الزمن t

2.2. نموذج المتوسطات المتحركة (MA)

تم اقتراح نماذج المتوسطات المتحركة من قبل الباحثين (Slutsky) عام 1927 و (Wold) عام 1938. (yonghong Hao and al, 2012) وتأخذ صيغته الرياضية الشكل التالي: (بالحاج، 2020، صفحة 86)

$$y_t = \mu + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

حيث تمثل: μ : المتوسط، θ_i : معاملات النموذج، ϵ_t :

الخطأ العشوائي خلال الزمن t ، q : رتبة النموذج وهو عبارة

عن عدد صحيح، y_t : القيم الحقيقية

ويعطى بالعلاقة التالية: $AIC = \ln(SCR/n) + 2k/n$

■ معيار (Schwarz 1978)

ويعطى بالعلاقة التالية: $SC = \ln(SCR/n) + K \ln(n) / n$

حيث: تمثل SC مجموع مربعات بواقي النموذج و n عدد المشاهدات و K عدد المتغيرات المستقلة

- مرحلة التقدير

بعد القيام بعملية التعرف يتم تقدير النموذج باستخدام أسلوب غير خطي وفي الغالب يتم تطبيق طريقة الاحتمال الأعظم Maximum likelihood، وهذا باعتبار أن حد الخطأ في المتوسطات المتحركة غير منظور، ولكن في حالة كانت قيمة q مساوية للصفر فيمكن استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية في عملية التقدير (ياسين، 2011، صفحة 6)

- مرحلة التشخيص

بعد القيام بتحديد النموذج الملائم الأولي وتقدير معالمته يتم التحقق من ملائمته بتطبيق فحوصات واختبارات احصائية وهي: رسم البواقي من أجل الحكم على مدى طبيعة البواقي من خلال رسم Histogramme و Normal Q-Q plot، ورسم دالتي الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية الخاصة بمربعات البواقي والخاصة بالقيمة المطلقة من أجل التأكد من وجود صفة الارتباط الذاتي للبواقي، بالنسبة للاختبارات الاحصائية وتتمثل في اختبار (Ljung-box) لمعرفة مدى ارتباط البواقي بين بعضها البعض، اختبار (ARCH-LM) لمعرفة ما إذا كان النموذج به مشكل عدم ثبات التباين واختبار (JARQUE-BERA)، ويطبق هذا الاختبار لمعرفة ما إذا كانت سلسلة البواقي تتبع التوزيع الطبيعي

وبناء على ما يتم التوصل إليه في هذه المرحلة يتم إما اعتماد النموذج المقترح في مرحلة التنبؤ أو يتم ادخال تعديلات عليه من أجل تطويره والزيادة في كفاءته (العيسي، 2019، صفحة 174)

- مرحلة التنبؤ

تعتبر عملية التنبؤ أو السلوك المتوقع للسلسلة قيد الدراسة الهدف الرئيسي من عملية تحليل السلاسل الزمنية، حيث يتم استخدام النموذج المرشح النهائي للتنبؤ بالقيم المستقبلية وبعدها يتم حساب أخطاء التنبؤ للتأكد من جودة وكفاءة ودقة التنبؤات (زاده، 2017، صفحة 95).

3. نموذج الانحدار الذاتي التلقائي والمتوسطات المتحركة مع

متغيرات خارجية (ARIMAX)

يطلق على نموذج ARIMAX أيضا نموذج BOX-JENKINS مع متغير خارجي (M.Gopinath, 2019, p. 597)، وتم تقديره من طرف الباحثين (Tiao and box) عام 1981 (Kanittha yimmak, 2021, p. 74)، ويعتبر هذا النموذج تعميم لنموذج ARIMA، ويعتمد في بناءه على نموذج أريما المرشح للمتغير الداخلي. (Somik Ray, 2020, p. 300)، وبالتالي يمكن القول أن نموذج ARIMAX

2. 3. نموذج الانحدار الذاتي التلقائي للمتوسطات المتحركة

من خلال علمية الدمج بين نموذجين الانحدار الذاتي التلقائي (AR) ونموذج المتوسطات المتحركة (MA) للسلسلة الثابتة (Soumik Ray, 2020, p. 298)، وبالتالي يمكن كتابة النموذج كالتالي: (لبس، 2018، صفحة 41)

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

2. 4. نموذج الذاتي المتكامل مع المتوسطات المتحركة

يتكون نموذج ARIMA من نموذج ARMA ويتم ادخال درجة الفرق (d) المختلفة للسلسلة الزمنية الساكنة، وبالتالي تصبح العلاقة الرياضية الممثلة لنموذج ARIMA المتكامل للسلسلة المستقرة كالتالي (المشاط الصادق عبود، 2018، صفحة 12):

$$\lambda(B)mt = \lambda p(B) \nabla d = \delta \theta q (B) \alpha t$$

$$\alpha t / mn(0. \sigma 2)$$

بحيث: $\lambda p(B)$: تمثل معامل الانحدار الذاتي، $\theta q (B)$

: تمثل معامل المتوسطات المتحركة، δ : يعبر عن معامل

الازاحة، ∇ : عامل التفريق ويساوي $\nabla = (1-B)$

2. 5. منهجية بوكس وجنكيز Box and Jenkins

يطلق على نماذج ARIMA باسم منهجية بوكس وجنكيز، بحيث تشمل هذه المنهجية أربع مراحل تكرارية، وهي مرحلة التعرف والتقدير والتشخيص والتنبؤ، ولكن قبل القيام بالمرحلة الأولى يتم أولاً تحويل بيانات السلسلة المدروسة لسلسلة مستقرة وتعتبر هذه الخطوة ضرورية، باعتبار أن أغلب السلاسل الزمنية تعاني من وجود اتجاه عام أو تغيرات موسمية، ومن بين الاختبارات الإحصائية المطبقة لدراسة لاستقرارية السلسلة: اختبار ADF و P.P واختبار KPSS (حسن فهوي، 2020، صفحة 3)

-مرحلة التعرف

من خلال الاعتماد على دالتي الارتباط الذاتي البسيط والارتباط الذاتي الجزئية يتم تحديد قيم p و q ومقارنتها مع الحدود النظرية، ومن أجل اختبار كفاءة النموذج واختيار النموذج الأمثل يتم الاعتماد على معايير الملائمة المتمثلة في: (قهوي، التنبؤ بأسعار البترول باستخدام النموذج الهجين ARIMA-GARCH للمدة (2000.2020)، 2020، صفحة 312)

■ معيار (AIC 1974-1973)

■ تحديد قيم b.s.f. لنموذج دالة التحويل: لتحديد قيمة b يجب النظر في قيم أوزان دالة التحويل بحيث أن b تساوي عدد الأوزان التي تساوي قيمة معدومة بعد الوزن V_0 ، ويتم فحص الارتباطات الذاتية المقطعية p، تعتبر هذه الطريقة غير سهلة فإن تعذر تحديد القيم وجب تجربة عدة مجموعات من القيم، وبعدها اختيار المجموعة ذات أقل خطأ

تقدير مبدئي للضجة (نموذج ARIMA لسلسلة الضجيج): بعد القيام بعملية تقدير الأوزان يتم تقدير الضجة n_t كالتالي: $n_t = y_t - v(B)x_t$ ، وبعد تقدير سلسلة الازعاجات تم تحديد النموذج الملائم وتشخيصه بالاعتماد على دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي وأدوات التعرف للحصول على سلسلة بواقي تمثل تشويش أبيض.

- تقدير النموذج

يتم في هذه المرحلة تقدير معلمات النموذج بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$c(B)y_t = d(B)x_{t-n} + e(B)a_t$$

بحيث يتبع حد الخطأ التوزيع الطبيعي، وعليه يتم تقدير متجه المعلمات بتطبيق دالة الترجيح الأعظم

- تشخيص النموذج

من أجل التأكد من كفاءة النموذج لتطبيقه في عملية التنبؤ يتم أولاً فحص من دالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئية لسلسلة البواقي والارتباط المتقاطع بين سلسلة المدخلات المبيضة a_t والبواقي، حيث يجب أن تكون نتائجهما عدم ظهور أي نمط واضح.

- مرحلة التنبؤ

بعد القيام بعملية التشخيص يتم التنبؤ بسلسلة المخرج y_t بناء على بيانات ماضية لسلسلة المدخل x_t وسلسلة y_t ، والتأكد من كفاءة النموذج المقترح. (لبدة، 2017، الصفحات 40-47)

4. نماذج الانحدار الذاتي ذات التباين الشرطي الغير متجانس المعممة (GARCH)

تم تقديم هذه النماذج من طرف الباحث (Bollerslev) عام 1986 (علي، 2015، صفحة 13)، وتعتبر من بين الأساليب الهامة التي تصف التغير عبر الزمن، (العيسى س، 2019، الصفحات 175-176) ويمكن التعبير عن هذا النموذج في الشكل التالي (قهوي، التنبؤ بأسعار البترول باستخدام النموذج الهجين ARIMA-GARCH للمدة (2000-2020)، (2020، صفحة 313):

$$Y_t = \mu_t + \alpha_t$$

حيث: μ_t تمثل المتوسط الشرطي لـ Y

α_t تعبر عن الصدمة في الزمن t، ويعبر عنها بالعلاقة التالية: $\varepsilon(t) \sim iidN(0,1) / \alpha_t = \sigma_t * \varepsilon_t$

يصف انحدار العلاقة التفسيرية، بينما تهتم طريقة ARIMA بالارتباط التلقائي لبقايا نموذج الانحدار (Tien lichen, 2019, p. 158)، تمثل الخطوة الأولى لبناء نموذج ARIMAX تحديد نموذج ARIMA المناسب واختبار ثبات المتغير الخارجي قبل النمذجة، حيث يتم لإضافة المتغير المحول لنموذج ARIMA، وإجراء عملية التقدير باستخدام طريقة المربعات الصغرى الغير خطية، (Ranjit Kumar paul, 2016, p. 78)

3.1 خطوات بناء نموذج ARIMAX

يتم بناء هذه النماذج باستخدام منهجية بوكس وجنكينز، ولكن توجد مرحلة إضافية تسمى بالتبييض، ويتم فيها إزالة الارتباط بين المتغيرات الخارجية

- مرحلة التعرف: ويتم فيها

■ تجهيز سلسلة المدخل X_t وسلسلة المخرج Y_t : يتم في هذه المرحلة دراسة استقرارية المتغيرين X_t و Y_t من أجل بناء نموذج دالة التحويل، وكذلك نزع أي تأثير موسمي إن وجد في السلسلتين

■ إجراء تبييض مسبق لكل من سلسلة المدخل والمخرج: أي يتم تنقية السلسلتين X_t و Y_t من خلال نزع أي نمط معروف ناتج عن عملية الانحدار الذاتي أو حتى المتوسطات المتحركة

■ حساب الارتباطات التقاطعية: ويتم فيها حساب الارتباطات التقاطعية بين سلسلة المدخل α_t وسلسلة المخرج β_t بتأخيرات مختلفة بين α_t و β_t

$$\rho_{\alpha_t \beta_t} = \frac{c_{\alpha_t \beta_t}}{\sigma_{\alpha_t} \sigma_{\beta_t}} \text{ حيث:}$$

وتمثل $\rho_{\alpha_t \beta_t}$: الارتباط التقاطعي بين السلسلتين α_t و β_t و $c_{\alpha_t \beta_t}$: التغاير التقاطعي بين السلسلتين α_t و β_t ، $\sigma_{\alpha_t} \sigma_{\beta_t}$: الانحرافات المعيارية لكل من السلسلتين α_t و β_t ✓ تقدير أوزان دالة التحويل: يتم كتابة النموذج بدلالة السلاسل الثلاث n, g, x التي إجراء عليها الفروق لتصبح مستقرة وتعطي العلاقة كالتالي: $y_t = v(B)x_t + n_t$

حيث تمثل: $v(B)$ الأوزان

✓ عند القيام بعملية تبيض السلاسل الثلاث بتطبيق تحويلة $\frac{\varphi_x(B)}{\theta_x(B)}$ نتحصل على المعادلة التالية:

$$B_t = v(B)\alpha_t + a_t$$

بافتراض أن a ضجة مستقلة عن α ، α ، σ ، s مستقلين عن بعضهما البعض يتم الحصول على معادلة التغير المقطعي في

$$v_K = \frac{c_{\alpha\beta}}{\sigma_a^2} = \frac{\rho_{\alpha\beta}(K)\sigma_\beta}{\sigma_\alpha} \text{ الشكل التالي:}$$

حيث تمثل: v_K : أوزان الدالة التحويلية، $\rho_{\alpha\beta}(K)$: الارتباط المقطعي للسلسلتين α_t و β_t .

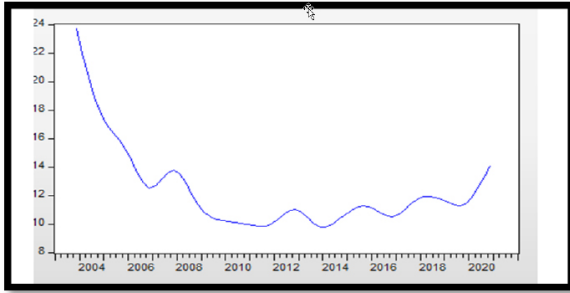
، وكلما كانت قيمها صغيرة دل ذلك على دقة وجود النموذج في عمليات التنبؤ. (المشاط الصادق عبود، 2018، الصفحات 13-14).

7. النتائج والمناقشة

1.7. تحليل بيانات معدلات البطالة

بناءً على نتائج الشكل رقم (01) الذي يمثل معدلات البطالة للفترة من 4Q لعام 2003 إلى 4Q لعام 2020 ونتائج المؤشرات الوصفية في الجدول رقم (02) يتضح أن سلسلة معدلات البطالة بها تقلبات ملحوظة، حيث بدأ التقلب التصاعدي والتنازلي من الربع الثاني لعام 2006 إلى غاية الربع الرابع لعام 2020، وكانت أدنى قيمة مسجلة هي 9.78 عام 2014 للربع الأول، وأعلى قيمة في الربع الثالث لعام 2003 بلغت نسبة 23.71، بمتوسط حسابي يقدر بـ 12.62 وانحراف معياري بـ 2.88، و يدل ذلك على تشتت العينة المدروسة.

الشكل رقم (01): رسم بياني لمعدلات البطالة في الجزائر للفترة من 4Q لعام 2003 إلى 4Q لعام 2020



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

الجدول رقم (01): نتائج المؤشرات الوصفية

	Employment
Mean	12.261
Median	11.2539
Maximum	23.71
Minimum	9.7836
Std.dev	2.8869
Skewness	2.0982
Kurtosis	7.4084
Jarque-Bera	106.5
Probability	0.000
Sum	846.0134
Sum sq Dev	566.7299
Observation	69

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

وبالإضافة لذلك فإن α_t يتبع نموذج GARCH(r,s) حالة كان :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=0}^r \alpha_i \alpha_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^s \beta_i \sigma_{t-i}^2$$

مع العلم أن: σ^2 تعبر عن التباين الشرطي لـ Y ولها القيود التالية: $0 < \alpha_0$ و $\sum_{i=1}^{\max(r,s)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$

تعبّر عن β_i و α_i معاملات نموذجي ARCH و GARCH على التوالي

يتم الاعتماد على ذاتي الارتباط البسيط والجزئي (ACF) و (PACF) من أجل تحديد رتبة r

5. النموذج الهجين ARIMAX-GARCH (Hybrid Models)

يعود سبب القيام بالدمج بين النماذج الاحصائية تقليص القصور الناجم عن تبني نموذج غير مناسب، وبالتالي يكون دور النموذج الثاني تعويض نقائص النموذج الأول، ونجد في غالب الأحيان أن تطبيق نموذج واحد لا يكفي للتعبير عن الظاهرة المدروسة مما يستدعي ذلك لاستخدام نماذج هجينة، تساعد في الزيادة في دقة التنبؤ والحصول على نتائج تحاكي الواقع بشكل أفضل (العيسي س.، 2019، صفحة 176).

6. اختبارات الدقة التنبؤية

من أجل معرفة دقة التنبؤ للنموذج المقترح وكذا المفاضلة بين عدة نماذج مقترحة يتم حساب معايير إحصائية تتمثل في:

- الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ (RSME)

ويعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^n e_t^2 / n}$$

- متوسط القيم المطلقة للخطأ (MAE)

ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$MAE = \sum_{t=1}^n e_t / n$$

- متوسط نسب القيم المطلقة للخطأ (MAPE)

ويعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{|e_t|}{y_t} \right) / n$$

حيث تمثل: e_t : القيم المطلقة للخطأ، n : حجم العينة

تستخدم هذه الاختبارات لمعرفة الدقة التنبؤية للنموذج المرشح

الجدول رقم (02): نتائج المقارنة بين نماذج ARIMA

النماذج المقترحة	R2	عدد معلمات العلامات	AIC	BIC	HQ
ARIMA(2,2)	%4898.	3	9.71-	9.51-	9.63-
ARIMA(2,1)	%3298.	3	9.6-	9.48-	9.58-
ARIMA(2,0)	%995.	2	8.84-	8.71-	8.78-
ARIMA(1,2)	%95.89	1	8.72-	8.56-	8.66-
ARIMA(1,1)	%4594.	1	8.5-	8.37-	8.45-
ARIMA(0,2)	%88.85	لا يوجد	7.79-	7.66-	7.74-
ARIMA(1,0)	%77.08	1	7.36-	7.27-	7.32-
ARIMA(0,1)	%4372.	لا يوجد	6.97-	6.87-	6.93-

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

وبالتالي يمكن كتابة نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة المقدرة في الصيغة الرياضية التالية:

$$d(logalg) = -0.0025 + 1.6529d(logalg)_{t-1} - 0.8636d(logalg)_{t-2} + 0.9386\varepsilon_{t-1} + e_t$$

واتضح أن جميع معاملات النموذج معنوية عند مستوى الدلالة 5% و 10% حسب نتائج الشكل رقم (04)

الشكل رقم (04): نتائج تقدير نموذج ARIMA(2.1.1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002575	0.002292	-1.123109	0.2657
AR(1)	1.652903	0.056457	29.27732	0.0000
AR(2)	-0.863617	0.057772	-14.94870	0.0000
MA(1)	0.938661	0.083094	11.29643	0.0000
SIGMASQ	2.86E-06	6.20E-07	4.608318	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

2.3.7. تشخيص نموذج ARIMA(2.1.1)

من أجل معرفة ما إذا كان نموذج ARIMA(2.1.1) يتبع التوزيع الطبيعي وأنه لا يعاني من مشكل عدم تجانس التباين تم إجراء الاختبارات الاحصائية والفحوصات البيانية التالية:

- اختبار التوزيع الطبيعي

ومن خلال الشكل رقم (5) تبين أن الأخطاء العشوائية تخضع للتوزيع الطبيعي حيث بلغت احتمالية JARQUE-BERA قيمة 0.304 عند مستوى الدلالة 5% وهذا يدل على كفاءة النموذج المقترح

2.2.7. نموذج ARIMA :

2.1.7. دراسة استقرارية السلسلة الزمنية

من أجل القيام بعملية النمذجة باستخدام نموذج ARIMA، تم فحص استقرارية السلسلة المدروسة، وذلك بالاعتماد على نتائج اختبار ADF للنموذج الذي يضم الثابت والاتجاه العام، حيث بينت نتائج الشكل رقم (2) أن سلسلة معدلات البطالة غير مستقرة في المستوى عند درجة معنوية 5% و 10% وبالتالي تم قبول الفرضية العدمية، وبعد أخذ اللوغاريتم الطبيعي للفرق الأول تم قبول الفرضية البديلة التي تنص على أن السلسلة الزمنية مستقرة وهذا عند درجة معنوية 5% و 10%.

الشكل رقم (02): نتائج اختبار ADF لسلسلة معدلات البطالة

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.477607	0.3376
Test critical values:		
1% level	-4.124205	
5% level	-3.489228	
10% level	-3.172114	

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

2.2.7. مرحلة التعرف والتقدير

بناء على نتائج الشكل رقم (3) الذي يمثل رسم دالتى الارتباط الذاتي البسيط والجزئي تم ترشيح 8 نماذج لـ ARIMA وبالاعتماد على نتائج الجدول رقم (2) التي تبين قيم كل من AIC و BIC و HQ و R2 ومعنوية العلامات تم اختيار نموذج ARIMA(2.1.1) كأفضل نموذج مناسب لتمثيل تطور معدلات البطالة .

الشكل رقم (03): رسم دالتى ACF.PACF لـ (DLOGALG)

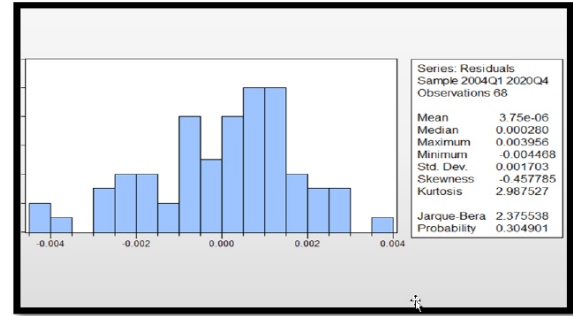
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.859	0.859	52.392	0.000	
2	0.598	-0.531	78.192	0.000	
3	0.315	-0.081	85.468	0.000	
4	0.109	0.166	86.347	0.000	
5	0.036	0.216	86.442	0.000	
6	0.075	0.066	86.876	0.000	
7	0.166	-0.014	89.023	0.000	
8	0.238	-0.035	93.549	0.000	
9	0.249	-0.030	98.595	0.000	
10	0.202	0.041	101.91	0.000	
11	0.129	0.038	103.31	0.000	
12	0.068	0.014	103.70	0.000	
13	0.043	0.012	103.86	0.000	
14	0.054	-0.004	104.12	0.000	
15	0.088	0.035	104.81	0.000	
16	0.130	0.066	106.35	0.000	
17	0.166	0.058	108.93	0.000	
18	0.191	0.041	112.40	0.000	
19	0.196	-0.012	116.11	0.000	
20	0.173	-0.050	119.07	0.000	
21	0.122	-0.055	120.59	0.000	
22	0.052	-0.044	120.87	0.000	
23	-0.021	-0.030	120.91	0.000	
24	-0.076	-0.031	121.54	0.000	
25	-0.104	-0.040	122.74	0.000	
26	-0.104	-0.040	123.96	0.000	

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

الشكل رقم (05): نتائج اختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي لنموذج ARIMA

النموذج	AIC	HC	HQ	R ²	معنوية المعامل
ARIMAX(2.1.1)	-9.64	-9.44	-9.56	98.36%	وجود معلمة واحدة غير معنوية والثابت عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX(2.1.0)	-8.85	-8.69	-8.79	96.09%	وجود ثلاث معاملات معنوية عند مستوى الدلالة 5% وجميع المعلمات معنوية عند مستوى الدلالة والثابت عند 10%

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

2.3.7. تقدير نموذج ARIMAX(2.1.0)

من خلال نتائج الشكل رقم (07) يمكن كتابة نموذج ARIMAX(2.1.0) المقدر في الشكل الرياضي التالي:

$$d(\logalg) = -0.0029 + 0.0066D_t + 1.6878d(\logalg)_{t-1} - 0.9008d(\logalg)_{t-2} + e_t$$

وعليه يمكن القول أن معدلات البطالة قد تأثرت بوباء كورونا بشكل سلبي حيث كانت معلمة المتغير الوهمي ذات علاقة طردية إيجابية بمعدلات البطالة من شهر ديسمبر لعام 2020 إلى شهر ديسمبر 2021.

الشكل رقم (07): نتائج تقدير نموذج ARIMAX(2.1.0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002981	0.001751	-1.702474	0.0936
@DURING("2019m12 2020m12")	0.006697	0.003687	1.816071	0.0741
AR(1)	1.687822	0.056298	29.97995	0.0000
AR(2)	-0.900883	0.053991	-16.98591	0.0000
SIGMASQ	6.68E-06	1.49E-06	4.469072	0.0000

R-squared	0.960910	Mean dependent var	-0.002637
Adjusted R-squared	0.958428	S.D. dependent var	0.013168
S.E. of regression	0.002685	Akaike info criterion	-8.559001
Sum squared resid	0.000454	Schwarz criterion	-8.596602
Log likelihood	306.2333	Hannan-Quinn criter.	-8.795137
F-statistic	387.1687	Durbin-Watson stat	0.636670
Prob(F-statistic)	0.000000		

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

3.3.7. تشخيص نموذج ARIMAX(2.1.0)

اختبار التوزيع الطبيعي

حسب النتائج الموضحة في الشكل أدناه يتبين أن بواقي نموذج ARIMAX(2.1.0) تتبع التوزيع الطبيعي، حيث بلغت القيمة الاحتمالية لـ JARQUE-BERA 0.4446 وهي أكبر من مستوى 5%

اختبار أثر ARCH

بينت نتائج الجدول رقم (5) أن نموذج ARIMA(2.1.1) لا يعاني من عدم ثبات تباين الأخطاء العشوائية وبالتالي تم قبول الفرضية العدمية التي تنص على أن تباين الخطأ ثابت عبر الزمن، وعليه فالسلسلة غير قابلة للتقدير باستخدام نماذج GARCH

الشكل رقم (06): نتائج اختبار LM ARCH لنموذج ARIMA(2.1.1)

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.086526	Prob. F(1,65)	0.7696
Obs*R-squared	0.089070	Prob. Chi-Square(1)	0.7654

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

3.7. نموذج ARIMAX

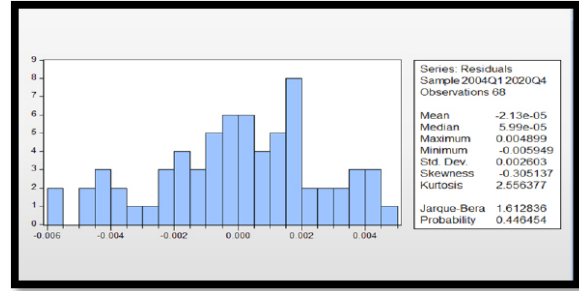
1.3.7. تحديد النموذج الملائم

من أجل تقدير نموذج ARIMAX المناسب لبيانات معدلات البطالة تم الاستعانة بنموذجي ARIMA (2.1.1) و ARIMA (2.1.0)، باعتبار أنهما أفضل نموذجين مرشحين في نموذج ARIMA، حيث تم إدراج المتغير الخارجي (في شكل متغير وهمي) وهو متغير وباء كورونا في الفترة من الشهر الأخير لعام 2019 إلى الشهر الأخير من عام 2020

حسب نتائج الجدول رقم (03)، اتضح أن النموذج الملائم هو ARIMAX (2.1.0)، كانت جميع معلماته معنوية مستوى الدلالة 5% والثابت عند 10% مقارنة بالنموذج الثاني، أما بالنسبة لنتائج معايير الملائمة ومعامل التحديد فكانت النتائج متقاربة لكلا النموذجين مع تفوق نموذج ARIMAX(2.1.1)

الشكل رقم (08): نتائج اختبار التوزيع الطبيعي للسلسلة البواقي لنموذج ARIMAX(2.1.0) **الجدول رقم (03): نتائج المقارنة بين نماذج ARIMAX-GARCH**

النموذج	AIC	SC	HQ	R2	عدد معيونة المعامل
ARIMAX GARCH(2.1.0)(1.0)	-9.18	-8.94	-9.08	95.20%	جميع المعاملات معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(0.1)	-9.49	-9.26	-9.40	94.20%	جميع المعاملات معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(0.2)	-8.78	-8.62	-8.89	95.25%	جميع المعاملات معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(2.0)	-8.32	-8.05	-8.22	93.37%	وهيكون ثلاثة معاملات معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(1.1)	-9.64	-9.38	-9.54	94.40%	وهيكون معلمة واحدة غير معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(0.3)	-8.97	-8.67	-8.86	95.20%	جميع المعاملات معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(3.0)	-8.30	-8.00	-8.18	88.56%	وهيكون معلمة واحدة غير معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(3.3)	-8.40	-8.01	-8.25	91.07%	وهيكون ثلاثة معاملات غير معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10%
ARIMAX GARCH(2.1.0)(2.2)	-8.55	-8.22	-8.42	92.21%	جميع المعاملات معيونة عند مستوى الدلالة 5% و 10% ومعلمة واحدة غير معيونة عند مستوى الدلالة 5%



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

اختبار أثر ARCH

من خلال نتائج الشكل رقم (09)، يتبين أن نموذج ARIMAX(2.1.0)، يعاني من مشكل تجانس التباين حيث بلغت القيمة الاحتمالية لـ $Obs^*R-squared$ 0.00، وهي أصغر من مستوى 5%، وعليه فالسلسلة الزمنية قابلة للتقدير باستخدام نماذج GARCH.

الشكل رقم (09): نتائج اختبار ARCH-LM لنموذج ARIMAX(2.1.0)

Heteroskedasticity Test ARCH		
F-statistic	24.53692	Prob. F(1,65) 0.0000
Obs*R-squared	18.36085	Prob. Chi-Square(1) 0.0000

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

2.4.7. تقدير نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2)

من خلال نتائج تقدير نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2) والعلم أن الاخطاء تتبع التوزيع GED(Generalized Error)

يمكن كتابة النموذج في الشكل الرياضي التالي:

$$d(\log alg) = -0.0040 + 0.0114D_t + 1.5444d(\log alg)_{t-1} - 0.7180d(\log alg)_{t-2}$$

$$\sigma^2 = 2.35 * 10^{-5} - 8.8532\sigma_{t-1}^2 - 1.0.354\sigma_{t-2}^2$$

الشكل رقم (10): نتائج تقدير نموذج

ARIMAX-GARCH(2.1.0) (0.2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.004019	5.30E-05	-75.86454	0.0000
@DURING(2019m12 2020m12*)	0.011448	0.002519	4.544119	0.0000
AR(1)	1.544421	0.029447	52.44820	0.0000
AR(2)	-0.718082	0.030903	-23.23639	0.0000
Variance Equation				
C	2.35E-05	4.98E-06	4.715583	0.0000
GARCH(1)	-0.853232	0.011504	-74.16689	0.0000
GARCH(2)	-1.035407	0.033933	-30.51332	0.0000
GED PARAMETER				
	0.863054	0.195771	4.408495	0.0000
R-squared	0.952557	Mean dependent var	-0.001954	
Adjusted R-squared	0.950262	S.D. dependent var	0.012751	
S.E. of regression	0.002844	Akaike info criterion	-8.894394	
Sum squared resid	0.000501	Schwarz criterion	-8.528982	
Log likelihood	301.5150	Hannan-Quinn criter.	-8.789517	
Durbin-Watson stat	0.723509			
Inverted AR Roots	.77-.35i	.77+.35i		

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

4.7. نموذج ARIMAX-GARCH

بناء على نتائج تشخيص نموذج ARIMAX(2.1.0) تبين أنه يعاني من مشكل عدم تجانس التباين، وهذا ما أدى لتقدير نموذج هجين Hybrid، حيث تم اقتراح نماذج هجينة تضم كل من نموذج ARIMAX ونموذج GARCH، وتمت المفاضلة بينهم بناء على نتائج معايير الملائمة ومعامل التحديد ومعنوية المعامل

1.4.7. اختيار نموذج ARIMAX-GARCH المناسب

بناء على النتائج الموضحة في الجدول أدناه تبين أنه يوجد ثلاثة نماذج مقترحة لتمثيل بيانات معدلات البطالة حيث تفوق نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0) (1.0) من حيث قيم معايير الملائمة، أما بالنسبة لنموذجي ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2) و ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.3) لم يكن هناك اختلاف ملحوظ في معايير التقويم، وبالتالي تم اعتبار أن لهما نفس الأداء وتم الاعتماد على نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2) في عملية التقدير.

الجدول رقم (04): نتائج معايير الدقة التنبؤية للنماذج المقترحة

النموذج	التنبؤ الساكن			التنبؤ الدينامي		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
ARIMA(2.1.1)	0.0043	0.0034	0.1379	0.3511	0.3147	13.105
ARIMA(2.1.0)	0.0066	0.0052	0.2120	0.3651	0.3271	13.619
ARIMAX(2.1.0)	0.0065	0.0050	0.2025	0.3362	0.2947	12.2651
ARIMAX-GARCH(2.1.0)(1.0)	0.0070	0.0054	0.2174	0.4687	0.4441	18.45
ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2)	0.00689	0.0049	0.1975	0.2229	0.1909	7.91
ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.3)	0.0068	0.0048	0.1954	0.2384	0.2014	8.3759

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

8. خاتمة

يعود دراسة مشكل البطالة لطبيعة الاقتصادي الجزائري الذي يصنف على أنه اقتصاد نامي به إختلالات هيكلية كبيرة تعيق حدوث التوازن، فمن خلال القيام بتحليل هذه السلسلة باستخدام أساليب إحصائية يتم سن حلول واقتراحات تساعد من شأنها في التقليل من حدة المشكل وبناء على ذلك قامت هذه الدراسة بنمذجة معدلات البطالة باستخدام نموذج ARIMA ونموذج ARIMAX-GARCH، والمقارنة بينهم من الهجين حيث معايير دقة التنبؤ (الدينامي والتنبؤ الساكن)، بينت النتائج المتوصل إليها تفوق أداء نموذج ARIMA(2.1.1) على جميع المقترحة في التنبؤ الساكن و يليه نموذج ARIMAX أما بالنسبة للتنبؤ الدينامي فقد كان أداء النموذج الهجين ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2) أفضل بكثير من النماذج الأخرى، و يليه نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.3)، ونموذج ARIMAX(2.1.0)، من خلال نتائج هذه يمكن القول أن نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة ونموذج الانحدار الذاتي المعمم المشروط بعدم تجانس تباين البواقي أفضل في عملية التنبؤ بمعدلات البطالة في الجزائر للفترة من الربع الثالث لعام 2003 إلى عام 2020، وهذه النتيجة يبرز أهمية استخدام النماذج الهجينة، وكذلك نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسطات المتحركة بوجود متغير خارجي، وبالتالي تقترح هذه الدراسة تطبيق نموذج ARIMAX في متغيرات اقتصادية كلية أخرى ويادراج أكثر من متغير خارجي واحد فقط.

تضارب المصالح

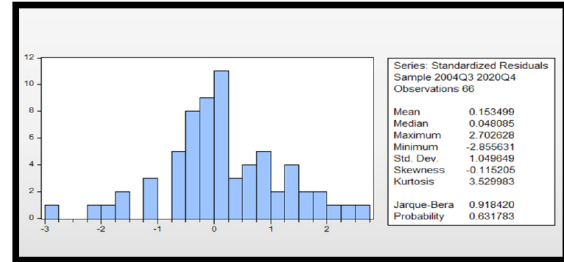
يعلن المؤلفون أنه ليس لديهم تضارب في المصالح.

3.4.7. تشخيص نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2)

اختبار التوزيع الطبيعي

بينت نتائج اختبار JARQUE-BERA أن بقايا النموذج المقدر تتبع التوزيع الطبيعي حيث بلغت قيمته الاحتمالية 0.6317 وهي أكبر من مستوى معنوية 5%

الشكل رقم (11): نتائج اختبار التوزيع الطبيعي للسلسلة البواقي لنموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2)



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

اختبار أثر ARCH

من خلال نتائج الشكل رقم (12)، يتبين أن النموذج الهجين ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2) لا يعاني من مشكل تجانس التباين حيث بلغت قيمة احتمالية $Obs * R-squared$ قيمة 0.1466، وهي أكبر من مستوى 5%

الشكل رقم (12): نتائج اختبار ARCH-LM لنموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2)

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	2.110939	Prob. F(1,63)	0.1512
Obs*R-squared	2.107343	Prob. Chi-Square(1)	0.1466

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج eviews9

5.7. مقارنة أداء النماذج المقترحة من حيث دقة التنبؤ الساكن والتنبؤ الدينامي

من خلال نتائج معايير الدقة التنبؤية في التنبؤ الساكن تبين أن نموذج ARIMA أفضل من نموذج ARIMAX والنموذج الهجين Hybrid، وبالأخص نموذج ARIMA(2.1.1)، حيث بلغت قيم RMSE و MAE و MAPE: 0.0043 و 0.0034 و 0.1379 و على التوالي و يليه نموذج ARIMAX، بينما تفوق نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.2) في التنبؤ الدينامي على النماذج الأخرى المقدره، حيث بلغت قيم RMSE و MAE و MAPE: 0.2229 و 0.1909 و 7.91 و على التوالي و يليه نموذج ARIMAX-GARCH(2.1.0)(0.3) و نموذج ARIMAX(2.1.0).

- كيفية الإستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA

بن عياد وفاء، وآخرون (2022)، النماذج الهجينة والتنبؤ بالبطالة في ظل جائحة كورونا (2003-2020) الجزائر، مجلة الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية، المجلد 14، العدد 02، جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف، الجزائر، الصفحات: 219-208.

1. Kanittha yimmak. R. I. (2021). Fourier regression and ARIMAX Model for forecasting Monthong Durian price index. current applied science and technology. 22 (4).
2. M.Gopinath. M. (2019). production of sugarcane forecasting using ARIMAXmodel. International journal of Innovative technology and exploring engineering. 8 (12).
3. Ranjit Kumar paul. K. s. (2016). Forecasting crop yield :A comparative Assessment of ARIMAX and NARX Model . Rachi .
4. Somik Ray. B. B. (2020). Statistical modeling and forecasting of ARIMA and ARIMAX models for food grains production and net availability of india. journal of experimental biology and agricultural sciences . 8 (3).
5. Tien lichen. D. F. (2019). predicting the concurrent relationships between GDP and GER expansion in Japan and Korea by using ARIMAX . Advance in computer science research .
6. yonghong Hao and al. (2012. June 8). simulating effect of anthropogenic activities and climate variation on liulin springs discharge depletion by using the ARIMA model. Retrieved from Published online in Wiley Online Library.
7. أدريوش. د. (2013). النمو الاقتصادي والبطالة في الجزائر: دراسة قياسية. مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الانسانية) . 27 (6).
8. العيسى. س. ا. (2019). النمذجة والتنبؤ بأسعار النفط الخام لمنظمة الأوبك باستخدام نموذج ARIMA-GARCH الهجين. مجلة كلية التجارة للبحوث العلمية. 56 (2).
9. المشاط الصادق عبود. (2018). استخدام نماذج ARIMA في التنبؤ بالتضخم الاقتصادي في الاقتصاد الليبي للفترة من 2016 إلى 2025. مجلة آفاق اقتصادية.
10. بن الضب علي. (2015). استخدام نماذج GARCH للتنبؤ بالصدمات في البورصات العربية لإدارة الأزمات. مجلة الدراسات الاقتصادية الكمية (1).
11. زاده. م. ص. (2017). استخدام نماذج السلسلة الزمنية للتنبؤ عن أسعار الأسهم في سوق الأسهم لسعودي. مجلة قه لاي زانست العلمية. 2 (4).
12. سلوى المحمد، ابتسام جاسم، مي تبس. (2018). استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بإنتاج محصول القطن في سورية. المجلة السورية للبحوث الزراعية ، 5 (1).
13. سهيلته فرهود ،سمية بن ناصر ،منال العيسى. (2019). النمذجة والتنبؤ بأسعار النفط الخام لمنظمة الأوبك باستخدام نموذج ARIMA-GARCH الهجين. مجلة كلية التجارة والبحوث العلمية، 56 (2).
14. عبد القادر ساهد ، حسن قهوي. (2020). استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بعدد السياح الأجانب الوافدين إلى الجزائر خلال الفترة الزمنية (1995-2030). International journal of hospitality and tourism studies
15. عبد القادر ساهد ، حسن قهوي. (2020). التنبؤ بأسعار البترول باستخدام النموذج الهجين ARIMA-GARCH للمدة (2000-2020). مجلة نور للدراسات الاقتصادية.
16. فارس. ص. م. (2019). محددات البطالة في الجزائر: دراسة قياسية باستعمال نماذج أشعة الارتباط الذاتي (VAR) خلال الفترة 1970-2015. مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية. 13 (1).
17. محمد عبد الرحمن جاد الله أبو لبة. (2017). رسالة ماجستير بعنوان : استخدام نماذج ARIMAX في التنبؤ بالسلاسل الزمنية. جامعة الأزهر، غزة.
18. محمد عمر العشايفي ،الحديق ابراهيم بالحاج. (2020). استخدام نماذج ARIMA للتنبؤ بكمية الانتاج بمصنع الصلب 2 بالشركة الليبية للحديد والصلب بمصراتة. مجلة العلوم .
19. ياسين. ف. ج. (2011). التنبؤ الاقتصادي بالمساحات المزروعة بمحصول الحنطة في العراق باستخدام نموذج ARIMA للفترة 2008-2015. مجلة