

التنبؤ بأسعار البترول باستخدام النموذج الهجين -ARIMA- GARCH للمدة (2000-2020)

حسن قهوي

المركز الجامعي مغنية

hacenkahwi@gmail.com

عبد القادر ساهد

المركز الجامعي مغنية

sahed14@yahoo.fr

الملخص:

في السنوات الاخيرة، كان لتطايير أسعار البترول تأثير كبير وبشكل متزايد على التنمية الاقتصادية والاجتماعية. لذلك، فإن التنبؤ الأكثر دقة بأسعار البترول يكون مفيدا في الحفاظ على الاستقرار الاقتصادي وتجنب المخاطر عدم التوازن بين العرض والطلب على هذا الذهب الاسود. هدفت الدراسة الحالية إلى فحص أداء نماذج التهجين للتنبؤ بأسعار البترول، مستخدمين في ذلك كل من نموذج ARIMA ونموذج ARIMA-GARCH، خلال الفترة الممتدة من جانفي 2000 إلى جوان 2020، في البداية تم دراسة استقراريه السلسلة قيد الدراسة وتبين أنها مستقرة من الدرجة الاولى، بعد ذلك تم التعرف وتقدير النموذج من النوع $ARIMA(1,1,0)$ ، ليتم بعد ذلك اختبار ARCH على سلسلة البواقي، حيث تبين أن تباين البواقي غير ثابت، ليتم نمذجة البواقي عن طريق نموذج ARIMA-GARCH، وقد توصلت نتائج الدراسة إلى أن النموذج الهجين $ARIMA(1,1,0)$ -GARCH(0,1) هو النموذج الامثل للتنبؤ بأسعار البترول مقارنةً مع نموذج $ARIMA(1,1,0)$ وهذا بالاعتماد على كل من معيار MSE ومعيار RMSE.

الكلمات المفتاحية: أسعار البترول، التنبؤ، ARIMA، GARCH، التهجين

Astract:

In recent years, the volatility of oil prices has had a significant effect and increasingly on economic and social development. Therefore, accurate forecasting of oil prices is useful in maintaining economic stability and avoiding risks The imbalance between supply and demand for this black gold. This study focused on building a model for predicting oil prices, using both the ARIMA model and the ARIMA-GARCH model. the study period was from January 2000 to Joan 2020. Initially, the stationary series under study was studied and found to be a first-level stationary, then the ARIMA (1,1,0) model was identified and evaluated, ARCH was tested on the residuals series, where the residuals variance was found to be unstable, then we move to the modeling of the residuals from through the ARIMA-GARCH model, and we finally found that the ARIMA (1,1,0) - GARCH (1,1) model is the ideal model for predicting oil prices compared to the ARIMA(1,1,0) model, and this is based on each MSE criterion and RMSE criterion.

Keywords: OIL PRICE, FORECASTING, ARIMA, GARCH, HYBRID

المقدمة:

يعتبر البترول نوع من مصادر الطاقة الأساسية التي لا غنى عنها باعتبارها مادة أولية في الصناعات الكيماوية والمصادر الاستراتيجية في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، مما قد تؤثر التغيرات في أسعار البترول بشكل كبير على التنمية الاقتصادية والاستقرار الاجتماعي وحتى الأمن القومي¹، ولهذا تعتبر دراسة أسعار البترول من أكثر الدراسات تعقيدا نظرا للمتغيرات الديناميكية الضخمة التي تحيط بهذه السلعة الاستراتيجية² حيث يتم تحديد سعر البترول بشكل أساسي من خلال قوى العرض والطلب ولكن يتأثر بشكل كبير بالعديد من الأحداث الماضية، الحالية، المستقبلية غير المنتظمة مثل الطقس ومستويات المخزون ونمو الناتج المحلي الإجمالي والجوانب السياسية إلى غير ذلك³.

تعد الجزائر من بين إحدى الدول التي تعتبر البترول سلعة استراتيجية يتحدد من خلالها اتجاه التنمية الاقتصادية فيها، ولهذا يعتبر البترول أهم مصدر من مصادر التي تستخدمها الجزائر من أجل تنفيذ سياستها وكذلك برامجها الاقتصادية والاجتماعية إلى غير ذلك.

يعتبر التنبؤ الدقيق للسلسلة الزمنية لأسعار البترول من أكبر التحديات ومن بين أهم القضايا التي تواجه اقتصاديات الطاقة، ولهذا السبب كرس العديد من الباحثين جهودا كبيرة لتطوير أنواع مختلفة من النماذج للتنبؤ بأسعار البترول المستقبلية⁴.

تعد نماذج ARIMA من بين أحد أهم نماذج السلاسل الزمنية والأكثر استخداما في التنبؤ⁵، كما كانت الكثير من الدراسات السابقة التي أظهرت أن نماذج ARCH و GARCH في التنبؤ بالسلاسل الزمنية ذات التقلبات في البيانات استخداما واسعا⁶، وبما أن أسعار البترول تتميز بالخطية والغير الخطية في البيانات، لذا سوف نتطرق في هذه الدراسة لتحليل سلسلة أسعار البترول وهذا باستخدام النموذج الهجين ARIMA-GARCH.

من خلال ما سبق ذكره، فإن التقلبات في أسعار البترول هي المشكلة الرئيسية التي تواجه الحكومات والمستثمرين في هذا القطاع الحيوي، وبالتالي فإن معرفة درجة التقلبات في أسعار البترول تمكنها أن تساعدهم في بناء خطط لمواجهة هذه التقلبات، وبناء على ما سبق تتبلور الإشكالية التالية:

ما مدى فعالية النموذج الهجين ARIMA-GARCH في التنبؤ بأسعار البترول مقارنةً بنماذج ARIMA؟

وتتمحور أهداف هذه الدراسة في التعرف على نماذج ARIMA والتعرف على نماذج GARCH، وتحديد نماذج التهجين بين نماذج ARIMA ونماذج GARCH، وتشخيص النموذج الأمثل في التنبؤ بأسعار البترول.

وتتمثل أهمية هذه الدراسة من الناحية الاقتصادية، في توفير المعلومات لأصحاب القرار في هذا المجال عن أسعار البترول وما ينجر عنها من وضع خطط اقتصادية لمواجهة حالة عدم التأكد لأسعار النفط، أي أزمة اقتصادية محتملة نتيجة التقلبات الكثيرة التي لوحظت في الآونة الأخيرة. ومن الناحية الإحصائية، في استخدام نماذج التهجين والتي تجمع بين نماذج النمط الخطي وممثلة في نماذج ARIMA ونماذج النمط غير الخطي وممثلة في نماذج GARCH ومقارنةً بنماذج السلاسل الزمنية الخطية ممثلة في نماذج ARIMA.

II الدراسات السابقة:

دراسة قام بها كل من شادلي إسماعيل التلباني ومحمود سهيل الحاج⁷ والموسومة بالتنبؤ بأسعار البترول العالمية باستخدام نموذج GARCH-ARIMA الهجين، تم استخدام النموذج الهجين من خلال الدمج بين نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ونماذج الانحدار الذاتي العام المشروطة بعدم ثبات التباين، وقد توصلوا إلى أن نموذج $ARIMA(0,1,1)$ -GARCH(1,1) هو النموذج الانسب والملائم للتنبؤ المستقبلي بأسعار البترول.

دراسة (Suleiman، 2015)⁸ بعنوان النمذجة والتنبؤ بسعر البترول في نيجيريا، هدف هذه الدراسة التنبؤ بأسعار البترول وهذا باستخدام نماذج ARIMA و GARCH لنيجيريا للفترة الزمنية الممتدة من جانفي 1998 إلى سبتمبر 2013، أظهرت النتائج أن نماذج ARIMA و GARCH تعتبر من بين أفضل نماذج التنبؤ بسلسلة بيانات أسعار البترول.

دراسة (Aamir، 2016)⁹ بعنوان التنبؤ بسعر البترول الشهري لباكستان، الهدف من هذه الدراسة مقارنة نموذج GARCH و ARIMA و ARIMA Kalman وهذا من أجل اختيار أفضل نموذج للتنبؤ بأسعار البترول الشهرية لباكستان، بينت النتائج أن النموذج الهجين ARIMA Kalman أعطى نتائج أفضل مقارنة مع نماذج ARIMA و GARCH.

دراسة (Aamir، 2015)¹⁰ بعنوان التنبؤ بأسعار البترول في باكستان، دراسة مقارنة لنماذج ARIMA و GARCH و ARIMA-GARCH، تناولت هذه الدراسة التنبؤ بأسعار البترول الشهرية لباكستان وهذا باستخدام النماذج الثلاثة، بينت النتائج أن النموذج الهجين الذي يجمع بين ARIMA-GARCH يعمل بشكل جيد بالمقارنة مع نماذج ARIMA و GARCH .

دراسة (الفرهود، 2019)¹¹ بعنوان النمذجة والتنبؤ بأسعار النفط الخام لمنظمة أوبك باستخدام نموذج ARIMA-GARCH الهجين، حيث تناولت هذه الدراسة تطبيق نمودجا هجينا من خلال الجمع بين نماذج ARIMA ونماذج GARCH، وذلك باستخدام بواقى نموذج ARIMA كمدخلات لنموذج GARCH على بيانات أسعار برميل النفط الخام لمنظمة الدول المصدرة للنفط خلال الفترة الزمنية (يناير 2003 - مايو 2018)، وتوصلت الدراسة إلى أن نموذج $ARIMA(2,2,1)$ -GARCH(1,1) الهجين هو النموذج الانسب مقارنة بنموذج ARIMA وفقا لمعايير MAPE و MAE.

دراسة (Yaziz، 2011)¹² بعنوان دراسة مقارنة لنماذج Box-Jenkins و Garch في التنبؤ بأسعار البترول، تناولت هذه الدراسة إلى التنبؤ بأسعار البترول اليومية لغرب تكساس للفترة الزمنية الممتدة من 2 جانفي 1986 إلى 30 سبتمبر 2009 وهذا باستخدام منهجية Box-Jenkins و GARCH، بينت النتائج أن نموذج ARIMA قادر على إعطاء توقعات جيدة بناء على وصف أنماط التاريخية في أسعار البترول رغم هذا فان نموذج GARCH هو الأفضل للتنبؤ بأسعار البترول اليومية نظرا لقدرته على التقاط التقلبات من خلال عدم ثبات التباين غير الشرطي .

دراسة (Faruk، 2020)¹³ بعنوان دراسة مقارنة نماذج ARIMA ونماذج مرونة التباين الذاتي الانحدار العام GARCH : بحثا عن سعر الزيت المناسب والمثالي، هدف هذه الدراسة هو المقارنة بين نماذج ARIMA و GARCH من أجل تحديد أفضل نموذج اقتصادي للتنبؤ بأسعار البترول النيجيري، تم استخدام بيانات سلسلة زمنية لسعر الشهري من ابريل 1986 إلى نوفمبر 2018، أظهرت النتائج من خلال المقارنة أن نموذج GARCH أفضل من نموذج ARIMA .

III الطرق والادوات:

1 مصادر البيانات:

تم الحصول على بيانات الدراسة وهي أسعار البترول الشهرية من جانفي لسنة 2000 إلى جوان لسنة 2020 من خلال الموقع الإلكتروني INDEX MUNDI. معتمدين في هذه الدراسة على مدخل واحدة ممثلا في أسعار البترول ومخرج واحد ممثلا النموذج الامثل لهذه البيانات.

2 نموذج ARIMA:

إن السمة الاساسية في نماذج ARIMA هي أن تكون السلسلة مستقرة، ومعنى الاستقرارية هي أن تكون بنية الارتباط الذاتي للوسط الحسابي والتباين ثابتة على مدار السلسلة الزمنية أي أن البيانات لا يوجد بها اتجاه ولا تغيرات موسمية.

أما إذا كانت السلسلة الزمنية غير مستقرة فسيتم تحويل السلسلة الزمنية إلى سلسلة مستقرة عن طريق أخذ الفروق المتتالية حتى نحصل على الهدف المطلوب.

وتستخدم نماذج ARIMA بشكل شائع لقياس الاعتماد التسلسلي في السلسلة الزمنية (Y) والذي يعرف بنماذج الانحدار الذاتي AR، وهناك نوع آخر يتمثل في مدى اعتماد السلسلة (Y) على الاخطاء السابقة والتي تعرف بنماذج المتوسطات المتحركة MA. وبالتالي فإن نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة ARIMA(p,q) هي سلسلة زمنية أحادية المتغير وتأخذ الصيغة التالية:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

ومن أجل تحديد كل من p و q ، يتم استخدام دالة الارتباط الذاتي البسيطة (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئية (PACF) ومقارنتها مع الحدود النظرية. ولاختبار النموذج الامثل يمكن الاعتماد على معيار تدننية المعلومات لـ AKAIKE¹⁴ (1973; 1974) والذي يعطى العلاقة التالية:

$$AIC = Ln\left(\frac{SCR}{n}\right) + \frac{2k}{n}$$

أو معيار المعلومات لـ Schwarz (1978):

$$SC = Ln\left(\frac{SCR}{n}\right) + \frac{kLn(n)}{n}$$

مع:

SCR: مجموع مربعات بواقي النموذج

n: عدد المشاهدات

K: عدد المتغيرات المفسرة

3 نموذج GARCH:

حيث تم اقتراح نماذج GARCH من طرف Bollerler سنة 1986، والتي تعرف على أنها تعميم اختلاف التباين الشرطي ذي الانحدار الذاتي¹⁵.

ليكن لدينا سلسلة أحادية المتغير¹⁶

$$Y_t = \mu_t + a_t$$

حيث μ_t هو عبارة عن المتوسط الشرطي في السلسلة Y_t ، و a_t هي صدمة في اللحظة t والتي تعطى بالعلاقة التالية:

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

حيث

$$\varepsilon_t \sim iid N(0,1)$$

بالإضافة إلى ذلك فإن a_t يتبع نموذج GARCH(r,s) إذا كان:

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

حيث σ_t^2 هو التباين الشرطي لسلسلة Y_t ، والتي تعطى تحت القيود التالية:

$$\begin{aligned} 0 < \alpha_0 \\ \sum_{i=1}^{\max(r,s)} (\alpha_i + \beta_i) < 1 \end{aligned}$$

بالإضافة إلى أن α_i و β_i هي معاملات معاملات النموذج ARCH و GARCH على التوالي.

كما يتم استخدام كل من دالة الارتباط البسيطة (ACF) ودالة الارتباط الجزئية (PACF) لتحديد رتبة r للنموذج ARCH والرتبة s للنموذج GARCH.

4 نموذج الهجين ARIMA-GARCH:

يتم الحصول على نموذج الهجين ARIMA-GARCH من خلال تطبيق ثلاث خطوات¹⁷:

في الخطوة الأولى، يتم استخدام النموذج ARIMA الامثل الذي يتماشى مع استقرارية البيانات قيد الدراسة ونمطية الخطية، والحصول على الجزء المتبقي في السلسلة والذي يحتوي النمط غير الخطي.

في الخطوة الثانية، يتم استخدام نموذج GARCH الامثل من أجل نمذجة النمط غير الخطي الموجود في سلسلة البواقي قيد البحث.

في الخطوة الثالثة، يتم الجمع بين النموذج ARIMA ونموذج GARCH الذي يحتوي على أنماط خطية وأنماط غير الخطية للسلسلة قيد البحث.

5 فحص النموذج:

من أجل التأكد من جودة النموذج ARIMA-GARCH، من خلال اختبار هل البواقي تتبع توزيع طبيعي لـ Jarque و Bera (1980)، واستخدام اختبار هل يوجد ارتباط بين البواقي بالاعتماد على احصائيات Ljung و Box (1978)، واستخدام اختبار ARCH من أجل التأكد من تباين تسلسل البواقي.

6 حساب دقة التنبؤ:

يتم استخدام كلا من التنبؤ الثابت والتنبؤ الديناميكي في نماذج التهجين ARIMA-GARCH. التنبؤ الديناميكي والمعروف بـ n التنبؤ خطوة إلى الامام ويتم استخدام القيم الفعلية المتأخرة لمتغير Y لحساب القيمة المتنبأ بها الاولى. والتنبؤ الثابت الذي يدعى التنبؤ بخطوة واحدة إلى الامام لـ Y_{t+1} والذي يعتمد على النموذج الهجين ARIMA-GARCH والذي يعرف بـ :

$$E(Y_{t+1}/Y_t, Y_{t-1}, \dots) = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t+1-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t+1-j}$$

ومن أجل قياس دقة وفعالية النموذج المتبأ به، نستخدم كلا من المقياسيين الاحصائيين متوسط مربع الاخطاء (MSE) وجذر متوسط الخطأ (RMSE)، والتي تعطى بالصيغ التالية:

$$MSE = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} \quad (3)$$

حيث:

Y_i : القيم الفعلية

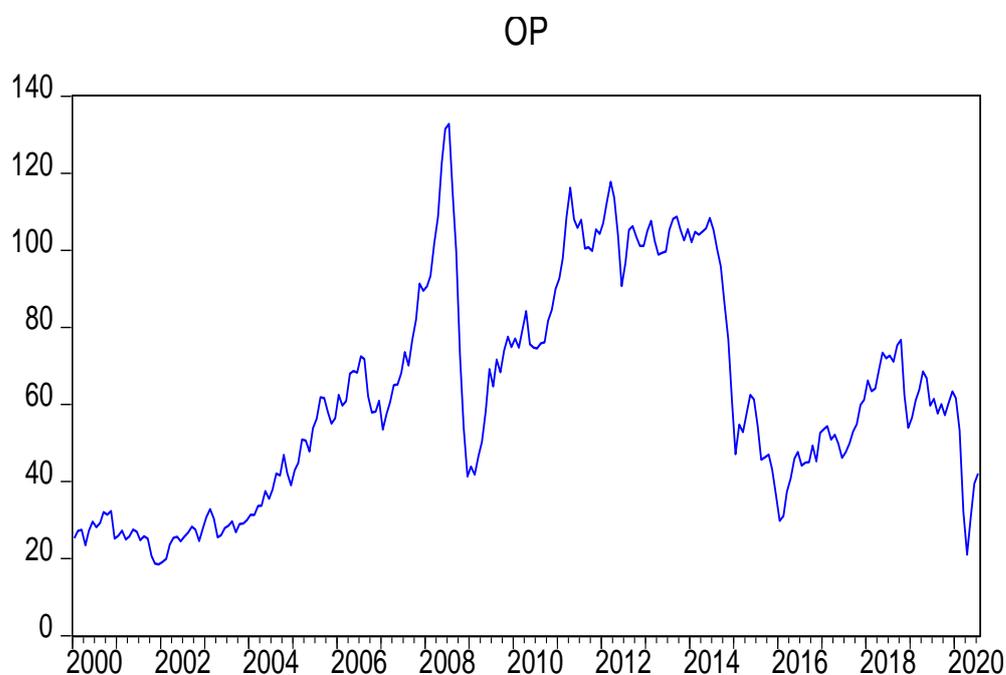
\hat{Y}_i : القيم المتنبأ بها

n : حجم العينة

IV تحليل النتائج:

تتكون سلسلة أسعار البترول (OP) من 247 مشاهدة، ممتدة من جانفي 2000 إلى جوان 2020، يوضح الشكل (1) أن سلسلة أسعار البترول بها تذبذبات كبير مرة في حالة الصعود ومرة في حالة النزول، وذلك بأعلى قيمة تقدر بـ 132.83 تم تسجيلها في شهر جويلية 2008، وأدنى قيمة تقدر بـ 18.52 تم تسجيلها في ديسمبر 2001، وبمستوى متوسط يقدر بـ 62.163 وبانحراف معياري يقدر بـ 28.366 مما يدل على السلسلة قيد الدراسة غير متجانسة، أي أن هناك تشتت كبير للقيم حول وسطها الحسابي (أنظر الجدول 1).

الشكل 1: رسم بياني لسلسلة أسعار البترول



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

الجدول 1: نتائج المؤشرات الوصفية

	OP
Mean	62.16340
Median	59.70000
Maximum	132.8300
Minimum	18.52000
Std. Dev.	28.36624
Skewness	0.393675
Kurtosis	2.103866
Jarque-Bera	14.64478
Probability	0.000661
Sum	15354.36
Sum Sq. Dev.	197942.3
Observations	247

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

وقبل الانتقال إلى نماذج ARIMA، يجب أن تكون السلسلة قيد الدراسة مستقرة، لذلك تم اختبار استقرارية السلسلة (OP) في المستوى باستخدام كل من اختبار ADF و PP و KPSS، إذ نلاحظ من الجدول (2) أن القيمة الاحصائية المطلقة لاختبار ADF و PP جاءت أصغر من القيمة الجدولية، إذن نقبل الفرضية العدمية والتي تنص على أن السلسلة غير مستقرة في المستوى، أما بالنسبة لاختبار KPSS فإن القيمة الاحصائية جاءت أكبر من القيمة الجدولية، إذن نقبل الفرضية البديلة والتي تنص على أن السلسلة قيد الدراسة غير مستقرة، من أجل هذا تم تحويل السلسلة في المستوى إلى سلسلة من الفروق الأولى واختبارها مرة ثانية، حيث أن قيمة الاحصائية المطلقة لاختبار ADF و PP جاءت أكبر من القيمة الجدولية، إذن نقبل الفرضية البديلة والتي تنص على أن سلسلة الفروق من الدرجة مستقرة، وهذا ما يؤكد اختبار KPSS حيث جاءت القيمة الاحصائية أصغر من القيمة الجدولية، إذن نقبل الفرضية العدمية والتي تنص على أن سلسلة الفروق الأولى مستقرة.

الجدول 2: نتائج اختبار ADF و PP و KPSS لدراسة الاستقرارية

السلسلة	ADF	PP	KPSS	%5	%5	%5	القرار
سلسلة أسعار البنترول في المستوى	-2.44	-1.91	0.39	-3.42	-3.42	0.14	غير مستقرة
سلسلة أسعار البنترول للفروق الأولى	-10.01	-9.48	0.03	-3.42	-3.42	0.14	مستقرة

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

من أجل التعرف على النموذج المحدد للسلسلة المسقرة $D(OP)$ يتضح من الشكل (2) لرسم دالة الارتباط الذاتي البسيطة ودالة الارتباط الذاتي الجزئية، أن هناك عدد من نماذج ARIMA يمكن التعرف عليها، لكن باعتماد على أقل قيمة لمعيار المعلومات لـ AKAIKE و Schwarz و Hannan-Quinn ومعامل التحديد المصحح ومعنويات المعلمات المقدرة (أنظر الجدول 3)، أتضح لنا أن النموذج $ARIMA(1,1,0)$ هو الملائم لهذه للسلسلة $D(OP)$.

بعدما تم التعرف على النموذج الملائم، تأتي مرحلة التقدير، إذ نلاحظ من نتائج التقدير المبينة في الجدول (3) أن معلمة النموذج AR تختلف جوهريا عن الصفر، إذن النموذج مقبول إحصائيا.

الشكل (2): رسم دالة الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية للسلسلة $D(OP)$

Date: 08/11/20 Time: 03:09 Sample: 2000M01 2020M07 Included observations: 246						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.416	0.416	43.116	0.000
		2	0.140	-0.041	47.985	0.000
		3	-0.057	-0.122	48.815	0.000
		4	-0.087	-0.016	50.728	0.000
		5	-0.098	-0.046	53.155	0.000
		6	-0.143	-0.109	58.331	0.000
		7	-0.099	-0.005	60.838	0.000
		8	-0.089	-0.052	62.889	0.000
		9	-0.053	-0.026	63.618	0.000
		10	0.026	0.054	63.790	0.000
		11	0.044	-0.006	64.299	0.000
		12	0.010	-0.051	64.328	0.000
		13	-0.070	-0.083	65.598	0.000
		14	-0.077	-0.027	67.146	0.000
		15	0.027	0.088	67.336	0.000

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

الجدول (3): نتائج تقدير النموذج

Dependent Variable: D(OP)				
Method: ARMA Generalized Least Squares (Gauss-Newton)				
Date: 08/11/20 Time: 03:30				
Sample: 2000M02 2020M07				
Included observations: 246				
Convergence achieved after 3 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
d.f. adjustment for standard errors & covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.416741	0.058111	7.171530	0.0000
R-squared	0.173304	Mean dependent var		0.068130
Adjusted R-squared	0.173304	S.D. dependent var		5.522870
S.E. of regression	5.021549	Akaike info criterion		6.070186
Sum squared resid	6177.910	Schwarz criterion		6.084436
Log likelihood	-745.6329	Hannan-Quinn criter.		6.075924
Durbin-Watson stat	1.966924			
Inverted AR Roots	.42			

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

ونظرا لوجود تقلبات كبير في السلسلة قيد الدراسة، كان من الضروري اجراء اختبار ثبات التباين، ومن خلال نتائج الجدول (4) لاختبار عدم ثبات التباين، اتضح أن احتمال $n.R^2$ (0.0000) أقل من 5%، أي رفض الفرضية العدمية وقبول الفرضية البديلة والتي تنص على أن تباين الاخطاء غير ثابت عبر الزمن، وعليه فإن السلسلة محل الدراسة قابلة للتقدير باستخدام نماذج GARCH.

الجدول 4: نتائج اختبار ARCH لنموذج ARMA(1,1,0)

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	21.24734	Prob. F(2,241)	0.0000
Obs*R-squared	36.57459	Prob. Chi-Square(2)	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

ومن أجل تقدير الاخطاء عن طريق نماذج GARCH، فقد تم تجريب العديد من النماذج وتم المفاضلة بين هذه النماذج على أساس معيار المعلومات لـ AKAIKE و Schwarz و Hannan-Quinn ومعامل التحديد المصحح، اختبار معنوية المعلمات المقدر. توصلنا إلى أن النموذج الملائم للسلسلة قيد الدراسة هو النموذج ARIMA(1,1,0)-GARCH(0,1) وأن الاخطاء تتبع التوزيع Generalized Error (GED) مقارنةً بالنماذج المنافسة، بعد ذلك تم تقدير معلمات النموذج المتحصل عليه، حيث يتضح

من الجدول (5) أن معلمة GARCH تخلف معنوياً عن الصفر وموجبة وأن مجموع المعلمات GARCH أقل من الواحد وبالتالي فإن شرط الاستقرار محقق، ولتأكد مرة ثانية من ثبات التباين من عدمه تم استخدام اختبار ARCH على النموذج ARIMA(1,1,0)-GARCH(0,1). وبالتالي يمكن التعبير عن المتوسط الشرطي والتباين الشرطي لنموذج ARIMA(1,1,0)-GARCH(0,1) بالصيغة الرياضية التالية:

$$d(OP)_t = 0.363d(OP)_{t-1}$$

$$\sigma_t^2 = 0.257 + 0.993\sigma_{t-1}^2$$

الجدول 5: نتائج تقدير النموذج ARMA(1,1,0)-GARCH(0,1)

Dependent Variable: D(OP)				
Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (OPG - BHHH / Marquardt steps)				
Date: 08/11/20 Time: 04:31				
Sample (adjusted): 2000M03 2020M07				
Included observations: 245 after adjustments				
Convergence achieved after 41 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(2) + C(3)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.363330	0.047833	7.595815	0.0000
Variance Equation				
C	0.257966	0.172025	1.499586	0.1337
GARCH(-1)	0.993979	0.007794	127.5290	0.0000
GED PARAMETER	1.547152	0.174315	8.875612	0.0000
R-squared	0.170500	Mean dependent var	0.060612	
Adjusted R-squared	0.170500	S.D. dependent var	5.532914	
S.E. of regression	5.039205	Akaike info criterion	5.999135	
Sum squared resid	6196.035	Schwarz criterion	6.056298	
Log likelihood	-730.8940	Hannan-Quinn criter.	6.022155	
Durbin-Watson stat	1.862183			
Inverted AR Roots	.36			

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

ولتقييم صحة التنبؤات بأسعار البترول من خلال النماذج المعروضة في هذه الورقة، لاحظنا من الشكل (6) أن كلا من النموذجين $ARIMA(1,1,0)$ و $ARIMA(1,1,0)$ - $GARCH(0,1)$ يحاكيان وبدقة سلوك أسعار البترول الحقيقية، لكن لا يظهر لنا جليا أي من النماذج أكثر دقة، لهذا تم مقارنة بين هذه النماذج بالاعتماد على المعيارين MSE و $RMSE$ ، إذ نلاحظ من الجدول (7) أن نموذج $ARIMA(1,1,0)$ - $GARCH(0,1)$ أكثر ملائمة في التنبؤ بأسعار البترول وذلك لحصوله على أقل قيمة لكل من معيار MSE و $RMSE$ مقارنةً بنموذج $ARIMA(1,1,0)$.

الشكل 6: مقارنة دقة التنبؤات بين نموذج $ARIMA$ والنموذج الهجين $ARIMA(1,1,0)$ - $GARCH(0,1)$



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

الجدول 7: نتائج مقارنة دقة التنبؤات بين نموذج $ARIMA(1,1,0)$ والنموذج الهجين $ARIMA(1,1,0)$ - $GARCH(0,1)$

النموذج	MSE	RMSE
$ARIMA(1,1,0)$ - $GARCH(0,1)$	0.47477481	0.68903905
$ARIMA(1,1,0)$	1.3783021	1.17401112

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البرنامج EViews 10

V الخلاصة

سعت هذه الدراسة إلى اختبار أداء نماذج التهجين التي تجمع بين نماذج السلاسل الزمنية ذات النمط الخطي ARIMA ونماذج التقلبات والتي تدعى بنماذج GARCH للتنبؤ بأسعار البترول خلال الفترة الممتدة من جانفي 2000 إلى جوان 2020. وقد تم استخدام كل من اختبار ADF واختبار PP واختبار KPSS لاختبار جذر الوحدة، وبعد التأكد من أن سلسلة أسعار البترول مستقرة من الرتبة الأولى، فقد تم التعرف على النموذج $ARIMA(1,1,0)$ وتقديره، وبعد استخدام اختبار ARCH تبين أن النموذج يعاني من مشكلة عدم ثبات التباين، ليتم استخراج البواقي وتقديرها باستخدام نماذج GARCH لنحصل في الأخير على النموذج الهجين من الشكل $ARIMA(1,1,0)-GARCH(0,1)$.

وقد توصلت الدراسة إلى أن نماذج $ARIMA(1,1,0)-GARCH(0,1)$ الحاصل على أقل القيم لمعايير التقييم والدقة التنبؤية MSE و RMSE هو الأنسب والملائم للتنبؤ بأسعار البترول مقارنةً بنموذج $ARIMA(1,1,0)$ ، وقد كانت القيم التنبؤية محاكية مع القيم الاصلية للسلسلة قيد الدراسة مما يدل على كفاءة النموذج. بالإضافة إلى ذلك كانت النتائج المتحصل عليها متوافقة مع معظم الدراسات السابقة في هذا المجال.

VI المراجع

- ¹ Zhang, J. L., Zhang, Y. J., & Zhang, L. A novel hybrid method for crude oil price forecasting. *Energy Economics*, 2015, 49, 649-659.P649
- ² ساهد، عبد القادر، و مكيديش، محمد. "دراسة مقارنة بين الانحدار المبهم باستخدام البرمجة بالأهداف و الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بأسعار البترول". *El-Bahith Review*: 233.1354، (2014)، 1-27.
- ³ Xie, W., Yu, L., Xu, S., & Wang, S. A new method for crude oil price forecasting based on support vector machines. In *International conference on computational science* (pp. 444-451). (2006), Springer, Berlin, Heidelberg.p 444.
- ⁴ Shabri, A., & Samsudin, R. Daily crude oil price forecasting using hybridizing wavelet and artificial neural network model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014.p1.
- ⁵ Md-Khair, N. Q. N., & Samsudin, R. (2017, April). Forecasting crude oil prices using wavelet arima model approach. In *International conference of reliable information and communication technology*, 2017, pp. 535-544. Springer, Cham.P535.
- ⁶ Wei, Y., Wang, Y., & Huang, D. Forecasting crude oil market volatility: Further evidence using GARCH-class models. *Energy Economics*, 2010, 32(6), 1477-1484.P1477.
- ⁷ شادلي إسماعيل التلباني، محمود سهيل الحاج، التنبؤ بأسعار البترول العالمية باستخدام نموذج GARCH-ARIMA الهجين، مجلة جامعة الأزهر - غزة، سلسلة العلوم الإنسانية 2018، المجلد 81، عدد خاص (B) ص 555 - 580.
- ⁸ Suleiman, S., Usman, U., & Adamu, U. Modeling and forecasting the crude oil price in Nigeria. *Nov. Journals*, 2015, 2(1), 1-13.
- ⁹ Aamir, M., & Shabri, A. Modelling and forecasting monthly crude oil price of Pakistan: A comparative study of ARIMA, GARCH and ARIMA Kalman model. In *AIP Conference Proceedings*, 2016, (Vol. 1750, No. 1, p. 060015). AIP Publishing LLC.
- ¹⁰ Aamir, M., & Shabri, A. B. Modelling and Forecasting Monthly Crude Oil Prices of Pakistan: A Comparative Study of ARIMA, GARCH and ARIMA-GARCH Models. *Science International*, 2015, 27(3), 2365-2371.

- ¹¹ سهيلة الفرهود، سمية بن ناصر، منال العيسي، النمذجة والتنبؤ بأسعار النفط الخام لمنظمة أوبك باستخدام نموذج ARIMA-GARCH الهجين، مجلة كلية التجارة للبحوث العلمية، المجلة 56، العدد الثاني، 2019 ص ص 167-191.
- ¹² Yaziz, S. R., Ahmad, M. H., Nian, L. C., & Muhammad, N. A comparative study on Box-Jenkins and Garch models in forecasting crude oil prices. *Journal of Applied Sciences*, 2011, 11(7), 1129-1135.
- ¹³ Faruk, B. U., & Muhammed, G. Comparative Study of Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH) models: In Search of Appropriate and Optimal Oil Price Benchmark, 2020.
- ¹⁴ Aamir, Muhammad, and Ani Shabri. "Modelling and forecasting monthly crude oil price of Pakistan: A comparative study of ARIMA, GARCH and ARIMA Kalman model." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 1750. No. 1. AIP Publishing LLC, 2016. pp. 1-7.
- ³ فاتح لقوي، محمد شيخي، استخدام نماذج ARCH لنمذجة تقلبات أسعار الأسهم في سوق المال السعودي-دراسة حالة شركة اتحاد اتصالات السعودية-(2017): ص ص 173-185.
- ¹⁶ Yaziz, S. R., et al. "The performance of hybrid ARIMA-GARCH modeling in forecasting gold price." *20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide*. 2013. pp 1201- 1207
- ¹⁷ Dritsaki, Chaido. "The performance of hybrid ARIMA-GARCH modeling and forecasting oil price." (2018), pp 14-21.