مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية

اسم المقال: النمذجة والتنبؤ بتقلبات أسعار خام برنت
اسم الكاتب: د. ماهر صالح الليوا، د. رولا غازي إسماعيل، نيروز تغلب إسماعيل
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/index.php/library/10098
تاريخ الاسترداد: 2026/11/01 07:50 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية – ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

Modelling and Forecasting of Brent Crude Oil Price Volatility

Dr.Maher S Alliwa [*]
Dr.Roula G Ismail [**]
Nairouz T Ismail[***]

(Received 6 / 7 / 2024. Accepted 2 / 12 / 2024)

□ ABSTRACT □

This paper aims at providing an in-depth analysis of forecasting ability of different GARCH models and finding the best GARCH model for Value at Risk (VaR) estimation for Brent crude oil. Analysis of VaR forecasting performance of different GARCH models is done using both Kupiecs test and Christoffersens test. Also, Backtesting VaR Loss Function. Sharp oil price changes delay business investment because they raise uncertainty thus reducing aggregate output. Continued development and improvement of models used in analyzing prices improve forecasting accuracy which in turns leads to better costs and revenue prediction by businesses. This paper uses Brent Crude Oil prices data over a period of ten years from the year 2014 to 2024. The study finds that the IGARCH with T-distribution model is the best model out of the four models for VaR estimation based on LR.uc and LR.cc Statistics which are the least among the values realized. ME and RMSE for the four models used for forecasting have negligible difference. However, the IGARCH model stands out with IGARCH T-distribution being the best out of the four models we used. We therefore conclude that the IGARCH with T-distribution model is the best model out of the four models used in this study for forecasting Brent crude oil price volatility as well as for VaR estimations

Keywords: Brent, GARCH Model, Volatility, Value at Risk, Modelling and Forecasting.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **Assistant Professor, Economics & Planning Department, Faculty Of Economic, Tishreen University, Latakia, Syria.**
[**] **Professor, Economics & Planning Department, Faculty Of Economic, Tishreen University, Latakia, Syria.**
[***] **Postgraduate Student, Economics & Planning Department, Faculty Of Economics, Tishreen University, Latakia, Syria.**

النمذجة والتنبؤ بتقلبات أسعار خام برنت

د. ماهر صالح الليوا*

د. رولا غازي إسماعيل**

نيروز تغلب اسماعيل***

(تاريخ الإيداع 6 / 7 / 2024. قُبِل للنشر في 2 / 12 / 2024)

□ ملخّص □

تهدف هذه الورقة إلى تقديم تحليل متعمق لقدرة التنبؤ لنماذج GARCH المختلفة وإيجاد أفضل نموذج لتقدير القيمة المعرضة للخطر (VaR) لنفط خام برنت. يتم تحليل أداء التنبؤ بـ (VaR) لنماذج GARCH المختلفة باستخدام اختبارات كوبيكس وكريستوفرسن. إضافةً الى الاختبار الخلفي للمخاطر المعرضة للخطر. إن التغيرات الحادة في أسعار النفط تؤدي إلى تأخير الاستثمار في الأعمال التجارية لأنها تزيد من عدم اليقين وبالتالي تقلل من الناتج الإجمالي. يؤدي التطوير المستمر وتحسين النماذج المستخدمة في تحليل الأسعار إلى تحسين دقة التنبؤ مما يؤدي بدوره إلى تحسين التنبؤ بالتكاليف والإيرادات من قبل الشركات. يستخدم هذا البحث بيانات أسعار خام برنت على مدى عشر سنوات من عام 2014 إلى عام 2024. وتوصلت الدراسة إلى أن نموذج IGARCH مع توزيع (t) هو النموذج الأفضل من بين النماذج الأربعة لتقدير القيمة المعرضة للخطر بناءً على LR.uc و إحصائيات LR.cc وهي الأقل بين القيم المحققة. ME وRMSE للنماذج الأربعة المستخدمة للتنبؤ لها فرق ضئيل. ومع ذلك فإن نموذج IGARCH يبرز مع كون ان توزيع (t) IGARCH هو الأفضل من بين النماذج الأربعة التي استخدمناها. لذلك نستنتج أن نموذج IGARCH مع توزيع (t) هو أفضل نموذج من بين النماذج الأربعة المستخدمة في هذه الدراسة للتنبؤ بتقلبات أسعار نفط خام برنت وكذلك لتقديرات القيمة المعرضة للخطر.

الكلمات المفتاحية: برنت، نموذج غارتش، التقلب، القيمة المعرضة للخطر، النمذجة والتنبؤ.

* **مدرس، قسم الاقتصاد والتخطيط، كلية الاقتصاد، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

** **أستاذ ، قسم الاقتصاد والتخطيط، كلية الاقتصاد، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

*** **طالبة ماجستير، قسم الاقتصاد والتخطيط، كلية الاقتصاد، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

مقدمة:

اكتسب سوق الطاقة الاهتمام باستمرار بسبب الطبيعة المتقلبة لأسعار سلع الطاقة وخاصةً النفط الخام، حيث يوضح تقلب أسعار النفط اليومية حجم ارتفاع وانخفاض هذه الأسعار على مدى فترة من الزمن. من خلال علم الاقتصاد القياسي؛ ينشأ التقلب في سلسلة ما عندما تكون بعض حدود الخطأ أكبر من البقية، حيث تصبح مصطلحات الخطأ هذه مسؤولة عن السلوك الفريد للسلسلة وهذا ما يُعرف بـ (عدم التجانس)[1]. وقد أظهرت الدراسات السابقة أنه إلى جانب الظروف الاقتصادية الكلية والجيوسياسية العالمية، أن أسعار النفط الخام أيضاً تتأثر بالتقلبات في العرض والطلب. يعتبر النفط سلعة حيوية، وبالتالي فإن السيطرة على سوق النفط أمر بالغ الأهمية لضمان تلبية العرض والطلب العالمي من النفط.

تعد نمذجة أسعار النفط وتحديد حجم المخاطر من المواضيع الشائعة بسبب التأثيرات الكبيرة لتغيرات أسعار النفط على الاقتصاد. القيمة المعرضة للخطر (VaR)[2] هي المقياس الأكثر استخداماً؛ وهو يقيس الحد الأقصى لخسارة المحفظة خلال فترة زمنية معينة من خلال فاصل ثقة معين. على الرغم من وجود بعض الدراسات النظرية حول عيوب (VaR) بسبب افتقارها إلى الإضافة الفرعية والتحدّب، إلا أن (Peng et al, 2023) يعترفون بأنه لا يوجد حتى الآن مقياس أفضل لتحديد المخاطر. يعد تحليل نماذج غارش (GARCH)[3] باستخدام توزيعات مختلفة أمراً مهماً لأن اختيار النماذج المناسبة سيحسن تقييم القيمة المعرضة للمخاطر مما يؤدي إلى تحسين قياس وإدارة المخاطر في سوق النفط الخام. يعد تقدير تقلب أسعار النفط الخام (المخاطر) أمراً حيوياً في تحسين قياس القيمة المعرضة للخطر (VaR).

يشرح (Bastianin and Manera, 2015) أعمال (Kilian and Park, 2009). حيث درسوا تأثير صدمات أسعار النفط على تقلبات سوق الأوراق المالية باستخدام نموذج (Kilian, 2009) للانحدار الذاتي الهيكلي (VAR). تم تصميم التغيرات في أسعار النفط الخام على أنها ناشئة عن ثلاثة مصادر مختلفة: أي الصدمات التي يتعرض لها المعروض من النفط الخام، وإجمالي الطلب على جميع السلع الصناعية، والطلب الخاص بالنفط

بنى (Degiannakis et al, 2014) أيضاً على عمل (Kilian, 2009) وتم استخدام نموذجه والأبحاث المتعلقة باستجابة التقلبات للصدمات الهيكلية في سوق النفط. خلص (Demirbas et al, 2017) في دراستهم إلى أن تقلب أسعار النفط يعتمد على التأثيرات المجتمعة لعدد من العوامل الثابتة والمتغيرة. كما وجدوا أن انخفاض أسعار النفط يحدث بسبب عوامل العرض أكثر من عوامل الطلب.

بحثت دراسة (Kuhe et al, 2024) في الخصائص المتماثلة وغير المتماثلة وكذلك استمرار الصدمات في عوائد النفط الخام النيجيري، تم استخدام نماذج ARMA (1,1)-GARCH (2,1) و ARMA (1,1)-TGARCH (2,1) غير المتماثلة للعوائد الشهرية واليومية، بكثافات ابتكار متفاوتة، جنباً إلى جنب مع نماذج GARCH (1,1) المتماثلة ونماذج ((1,1) TARCH غير المتماثلة. كشفت النتائج عن توزيعات غير طبيعية لكل من الأسعار والعائدات الشهرية واليومية، وعدم ثبات الأسعار، وثبات ضعيف في سجل العائدات مع اكتشاف تأثيرات لـ ARCH في كلا العائدين. وأظهرت النماذج المتماثلة تجمعات التقلبات، واستمرارية الصدمات العالية، وسلوك التراجع المتوسط، والقدرة على التنبؤ في كلا العائدين. وحددت النماذج غير المتماثلة عدم التماثل مع تأثيرات الرفع المالي في كلا العائدين، مما يشير إلى أن الصدمات السلبية تؤدي إلى تقلبات أكبر من الصدمات الإيجابية ذات الحجم نفسه.

[1] heteroscedasticity
[2] Value-at-Risk
[3] Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

على مدى السنوات القليلة الماضية، أصبحت نمذجة التقلبات في السلاسل الزمنية المالية مجالاً يتم بحثه بشكل متكرر لأن التقلب يعتبر مفهوماً هاماً لإدارة المخاطر وتسعير الأصول. تتم بعد ذلك مقارنة التقلبات من نماذج GARCH المختلفة لاختبار أهمية كل نموذج. تتم أيضاً مقارنة نتائج القيمة المعرّضة للخطر للنماذج التي ستتطرق لها هذه الدراسة لمعرفة فيما إذا كانت نتائج القيمة المعرّضة للخطر (VaR) هي الأفضل لنماذج GARCH والتي تقود إلى نموذج تنبؤ أفضل. تنطلق مشكلة البحث من حقيقة انه لا توجد إجابة قاطعة حول ما هو أفضل نموذج للتنبؤ بالتقلبات وتقدير القيمة المعرضة للخطر. التغيرات في أسعار النفط لها تأثير مباشر على أسعار السلع الأخرى. وبينما يسعى المستثمرون إلى تقدير الأسعار المستقبلية التي تمكنهم من اتخاذ قرارات استثمارية، فمن المهم بنفس القدر قياس مخاطر خسارة الاستثمارات.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو المساهمة في تطوير أسواق الطاقة من خلال تحليل النماذج المستخدمة في النمذجة والتنبؤ بتقلبات أسعار نفط خام برنت ونماذج تقدير القيمة المعرضة للخطر (VaR). ينصب التركيز على نماذج عائلة (GARCH) التي تم استخدامها على نطاق واسع لنمذجة السلاسل الزمنية. السلسلة الزمنية عبارة عن مجموعة من عناصر البيانات المحددة جيداً والتي تم جمعها في نقاط متتالية على فترات زمنية موحدة.

تقيس القيمة المعرضة للمخاطر الحد الأقصى للخسارة التي يمكن أن تتكبدها المحفظة خلال فترة زمنية معينة بمستوى ثقة معين. تعد نماذج GARCH من النماذج الأكثر استخداماً لتقديرات القيمة المعرضة للخطر.

سوف نحلل في هذه الدراسة خصائص البيانات المُختارة، والتأكد من وجود تقلبات في الأسعار الفورية لخام برنت، وملاءمة النماذج، وإجراء اختبار رجعي للمخاطر المعرضة للمخاطر، والتنبؤ بالتقلبات باستخدام نماذج متماثلة وغير متماثلة مُختارة، واختيار أفضل نموذج من خلال مقارنة نتائج التقلبات من النماذج وتوفير تحليل للتحقق من صحة اختيار هذه النماذج المُختارة.

منهجية البحث:

والنموذج القياسي

1)- وصف النموذج

نقدم هنا النماذج المستخدمة لتقدير تقلبات أسعار نفط خام برنت وتقديرات القيمة المعرضة للخطر. يتم تحديد اختيار نهج النمذجة المستخدم من خلال خصائص بيانات الأسعار الفورية التاريخية للنفط الخام. تتسم أسعار الطاقة بتوزيع/خصائص معقدة، وبالتالي لا توجد إجابة مقبولة على نطاق واسع حول أفضل نماذج تقلب الأسعار. الخطوات التي يتم اتباعها لنمذجة التقلبات هي كما يلي؛ تحليل البيانات التاريخية للعثور على خصائصها؛ اختبار ثبات السلسلة والتحقق من وجود تأثيرات ARCH؛ يتم استخدام اختبار ديكي فولر (ADF) المعزز بالإضافة إلى اختبار فيليبس بيرون (PP) لاختبار الثبات ويتم إجراء اختبار مضاعف لاغرانج للكشف عن وجود تأثيرات ARCH (الانحدار التلقائي المتكامل للمتوسط المتحرك). شرح نماذج GARCH المستخدمة في هذه الدراسة وإجراءات تقديرها لنمذجة أسعار نفط خام برنت والتنبؤ بها. تتم بعد ذلك مقارنة نتائج VaR مع نتائج التنبؤ لاختيار النموذج الأفضل المناسب.

2)- البيانات:

يتم استخدام الأسعار الفورية اليومية لخام برنت لمدة عشر سنوات (2014-2024)[4] لنمذجة التقلبات. حيث يرجع اختيار هذه البيانات إلى أن خام برنت ظل متفوقاً في سوق النفط. يتم تداول نفط خام برنت إما بمفرده أو تنعكس أسعاره في أنواع أخرى من النفط الخام. يعد توفر المعلومات والبيانات أيضاً عاملاً في اتخاذ هذا الاختيار.

يتم إجراء تحليل البيانات للعثور على خصائص إحصائية مختلفة للبيانات، مثل المتوسط، والتباين، والإلتواء، والتفرطح، وعوائد اللوغاريتم، ومربع عوائد اللوغاريتم، وعدم التجانس. كما يتم التأكد من وجود تقلبات في البيانات.

أضفى (Lux et al, 2015) الطابع الرسمي على العوائد المالية كما في المعادلة (1)؛

$$r_t = \mu_t + \sigma_t \epsilon_t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

حيث أن

$r_t = 100 \times [ln(\rho_t) - ln(\rho_{t-1})]$ حيث أن $ln(\rho_t)$ هو لوغاريتم سعر الأصل.

$\mu_t = E_t[r_t]$ هو سلسلة عوائد المتوسط الشرطي.

σ_t هو عملية التقلبات. و ϵ_t هو التوزيع الطبيعي المعياري.

تحديد العوائد المركزية $X_t = r_t - \mu_t$، يُعطى بواسطة $X_t = \sigma_t \epsilon_t$؛ وذلك ضمن فرضية أن μ_t تتبع عملية AR(1).

يتم استخدام اختبار (ARCH Lagrangian Multiplier (LM)) الذي اقترحه (Engle, 1982) للتأكد من وجود تقلب في البيانات بينما يتم استخدام اختبار (Jarque and Bera, 1980) لاختبار الحالة الطبيعية للعائدات اللوغاريتمية. يتم استخدام جزء من البيانات لبناء النموذج والتحقق من صحته. يتم استخدام بقية البيانات للتنبؤ. ويتم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائية.

3)- اختيار معادلة المتوسط:

1.3)- يتم أخذ نموذج الانحدار الذاتي (AR):

مثال على نموذج AR هو نموذج AR(1)، المعطى بواسطة المعادلة (2)؛

$$y_t = \alpha_0 + \alpha x_{t-1} + \epsilon_t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

حيث ϵ_t عبارة عن سلسلة ضوضاء بيضاء بمتوسط 0 وتباين σ^2.

الصيغ العامة لعملية الانحدار الذاتي AR(p) هي كما في المعادلة (3):

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \cdots + \alpha_p x_{t-p} + \epsilon_t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

2.3)- نمذجة تأثيرات ARCH:

للتحقق من تأثيرات ARCH نستخدم الاختبار الرئيسي لعدم التجانس وهو اختبار لاغرانج المضاعف (LM) لـ(Engle, 1982). هذا الاختبار يعادل إحصائية F لإختبار $\alpha_i = 0 (i = 1,2,\cdots,m)$ في نموذج الانحدار الخطي في المعادلة (4):

$$y_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_m y_{t-m}^2 + \epsilon_t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

حيث ان $t = m+1, m+2, \cdots T$، و ϵ_t تشير إلى أن حد الخطأ هو عدد صحيح محدد مسبقاً و T هو حجم العينة.

وفقاً لاختبار ARCH-LM، يجب رفض فرضية العدم عندما تكون القيم الاحتمالية $p \leq 0.05$.

[4] البيانات تبدأ بتاريخ 26 أيار 2014 لغاية 20 أيار 2024

4)- اختبارات الاستقرارية:

الافتراض الشائع في العديد من تقنيات السلاسل الزمنية هو أن البيانات مستقرة. عملية الاستقرار هي العملية التي تميل فيها البيانات إلى العودة إلى الوسط، أي العودة المتوسطة. وهذا يعني سلسلة مسطحة بدون اتجاهات وتباين ثابت وارتباط ذاتي مع مرور الوقت وبدون موسمية.

5)- اختبار الحالة الطبيعية

اختبار (Jarque and Bera, 1980) هو مقياس مدى ملاءمة الانحراف عن الحالة الطبيعية، استناداً إلى عينة التفرطح والانحراف. تختبر إحصائية JB فرضية العدم القائلة بأن البيانات مأخوذة من التوزيع الطبيعي. فرضية العدم هي فرضية مشتركة مفادها أن الانحراف هو صفر والتفرطح الزائد هو صفر، نظراً لأن العينات من التوزيع الطبيعي لها انحراف متوقع قدره صفر وتفرطح زائد متوقع قدره صفر (وهو نفس التفرطح 3). وكما يوضح تعريف JB، فإن أي انحراف عن هذا يزيد من إحصائية JB.

6)- شرح النماذج:

سيطرت منهجية ARIMA الخاصة بـ Box Jenkins على التنبؤ بالسلاسل الزمنية لفترة طويلة. ومع ذلك، فإن الحاجة إلى نمذجة البيانات المتقلبة أفسحت المجال لتطوير نماذج أخرى. يصف نموذج ARCH الذي قدمه (Engle, 1982) تباين مصطلح الخطأ الحالي كدالة للأحجام الفعلية لمصطلحات الخطأ في الفترة السابقة. كما وجد (Engle, 1982) أن التباين يرتبط أيضاً بمربعات مصطلحات الخطأ السابقة. ويشيع استخدام هذا النموذج في نمذجة السلاسل الزمنية المالية التي تظهر تقلبات متفاوتة مع مرور الوقت وتكتلات التقلب.

1.6 نموذج غارش (GARCH):

يمكن لنموذج ARCH المعممة (نماذج GARCH) التقاط حقائق مبسطة مثل الذاكرة الطويلة والقصيرة. تفترض نماذج ARCH أن تباين العائد في الغد هو متوسط مرجح متساوٍ للقيم التربيعية للبواقي لآخر البيانات المتاحة.

نموذج ARCH (q) للسلسلة ϵ_t يُعطى بالمعادلة (5):

$$\epsilon_t/\psi_{t-1} \sim N(0,\nu_t)$$
$$\nu_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \epsilon_{t-1}^2 \quad \text{(5)}.....$$

حيث أن $\alpha_0 > 0$، $\alpha_i \geq 0$ لكل قيم i و $\sum_{i=1}^{q} \alpha_i < 1$ هي متطلبات ضمان ان يكون التباين غير سالب وغير مشروط للسلسلة المستقرة ϵ_t.

يعد نموذج GARCH مثل نموذج ARCH، متوسطاً مرجحاً لبقايا المربعات السابقة. إلا أن أوزانها تقل ولكنها لا تصبح صفراً أبداً. النموذج له الشكل كما هو موضح في المعادلة (6):

$$\epsilon_t = \xi \nu_t^{1/2}$$
$$\nu_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \epsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^{p} b_j \nu_{t-1} \quad \text{(6)}.....$$

حيث أن $\xi \sim IID(0,1)$ لمعرف الهوية لكي يكون التباين الشرطي موجباً؛ $\alpha_0 > 0$، $\alpha_i \geq 0$، $i=1,2,....,q$، $b_j \geq 0, j = 1,2,\dots,p$

لتكن $\eta_t = \epsilon_t^2 - h_t$، وبالتالي فإن نموذج GARCH هو امتداد لنهج ARMA للوحدات المربعة. كما يظهر ضمن المعادلة (7):

$$\epsilon_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + b_i)\epsilon_{t-1}^2 + \eta_t + \sum_{j=1}^{p} b_j \eta_{t-j} \quad \text{(7)}.....$$

لذلك فان نموذج غارش (GARCH) يعتبر امتداد لنهج (ARMA) الى مربعات البواقي ϵ_t^2. استخدام نموذج ARMA كنموذج ضمن معادلة المتوسط وهو كما في المعادلة (8):

$$E(\epsilon_t^2) = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + b_i)} \quad \text{(8)}.....$$

2.6 نموذج غارش الأسي (EGARCH).

تم اعتماد نموذج EGARCH، المعتمد لدى (Nelson, 1991)، لتلبية أوجه القصور في نماذج GARCH. يسمح النموذج بتأثيرات غير متماثلة بين الصدمات الإيجابية والسلبية وليس له أي قيود على المعلمات. التباين الشرطي h_t هو دالة غير متماثلة للتوزيعات المتأخرة. في السلاسل الزمنية المالية، فقد ذكر أن التقلبات تتصرف بشكل مختلف اعتماداً على ما إذا كانت هناك صدمة إيجابية أو سلبية (تأثير الرافعة المالية) ويصف كيف تؤدي الصدمة السلبية إلى ارتفاع التقلبات أكثر مما لو كانت صدمة إيجابية بنفس الحجم قد حدثت. النموذج كما هو موضح في المعادلة (9):

$$\epsilon_t = \xi \nu_t^{1/2}$$
$$ln\,(\nu_t) = \alpha_0 + \frac{1 + b_1 B + \cdots + b_{q-1} B^{q-1}}{1 - \alpha_1 B + \cdots + \alpha_p B^p} g(\epsilon_{t-1}) \quad \text{(9)}.....$$

حيث أن:

$$g(\epsilon_{t-1}) = \begin{cases} (\theta + \gamma)\epsilon_t - \gamma E(|\epsilon_t|), if\ \epsilon_t \geq 0 \\ (\theta + \gamma)\epsilon_t - \gamma E(|\epsilon_t|), if\ \epsilon_t < 0 \end{cases}$$

وB هو عامل التأخر بحيث:$B_g(\epsilon_t) = g(\epsilon_{t-1})$

(Lama et al., 2015) يحدد لوغاريتم التباين الشرطي ويذكر أنه يمكن تمثيل النموذج أيضاً كما في المعادلة (10):

$$ln(\epsilon_t) \equiv \alpha_0 + \beta \ln(\nu_{t-1}) + \alpha \left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sqrt{\nu_{t-1}}} \right| + \gamma \frac{\epsilon_{t-1}}{\sqrt{\nu_{t-1}}} \quad \text{(10)}.....$$

3.6. نموذج غارش المتكامل (IGARCH):

بالنسبة لنموذج غارش تكون عملية GARCH(p,q) مستقرة بشكل ضعيف إذا كان $\sum_{i=1}^{q} \alpha + \sum_{j=1}^{p} b_j < 1$. لكن الاستقرار لا يتطلب مثل هذا التشديد. التباين غير المشروط لا يعتمد على الوقت. التباين ليس مستقر. لذلك فان $\sum_{i=1}^{q} \alpha + \sum_{j=1}^{p} b_j \equiv 1$.

يأخذ النموذج الذي تم تطويره بواسطة (Engle and Bollerslev, 1986)، الشكل كما في المعادلة (11):

$$h_t = \alpha_0 + (1 - b_1)\epsilon_{t-1}^2 + b_2 \sigma_{t-1}^2 \quad \text{(11)}.....$$

يمكن أيضاً النظر إلى النموذج على أنه نتاج للفواصل الهيكلية المحذوفة وليس نتيجة لسلوك IGARCH الحقيقي.

4.6. نموذج عتبة غارش (TGARCH).

نموذج (TGARCH) الذي اقترحه (Zakoian, 1994) هو نموذج آخر يمكن استخدامه للتعامل مع تأثيرات الرافعة المالية. لقد تم تصميمه لتقسيم توزيع الابتكارات إلى فترات منفصلة ثم تقريب دالة خطية جزئية للانحراف المعياري

الشرطي والتباين الشرطي. إذا كان هناك فترتان فقط، يكون التقسيم عادة عند الصفر، أي يتم التمييز بين تأثير الابتكارات الإيجابية والسلبية على التقلب. يمكن كتابة نموذج (TGARCH) كما في المعادلة (12):

$$y_t = b_0 + b_1 X_t + \epsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum \beta_j \sigma_{t-j}^2 \sum \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum \gamma_k \epsilon_{t-k} \mathrm{I}_{t-k} \quad \text{.....(12)}$$

حيث أن:

$\mathrm{I}_{t-k} = 1$ اذا كان $\epsilon_{t-k} < 0$

$\mathrm{I}_{t-k} = 0$ عدا ذلك

اذا كان $\epsilon_{t-k} > 0$ فإنه يدل على الأخبار الجيدة. واذا كان $\epsilon_{t-k} \leq 0$ فإنه يدل على الأخبار السيئة. فاذا كان $\epsilon_{t-k} \leq 0$ فان $\mathrm{I}_{t-k} = 0$.

اذا كان $\gamma_k > 0$ ثمة أخبار سيئة فهنا تزداد التقلبات، اذا كان $\gamma_k < 0$ ثمة أخبار جيدة فهنا تنخفض التقلبات.

7)- الاختبار الخلفي:

ويمكن النظر إلى القيمة المعرضة للمخاطر (VaR) على أنها مقياس يلخص أسوأ خسارة خلال فترة مستهدفة لن يتم تجاوزها عند مستوى ثقة معين (Wipplinger, 2007). وبشكل أدق يتم التعبير عن (VaR) في المعادلة (13)؛

$$P_r(L > VaR) = \alpha \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (13)$$

حيث أن L هي الخسارة في يوم معين وهو مستوى الأهمية. وبالتالي فإن القيمة المعرضة للخطر هي كمية في توزيع الربح والخسارة الذي من المتوقع أن يتم تجاوزه فقط مع احتمال معين، معبر عنه بشكلٍ دقيق في المعادلة (14)؛

$$P = \int_{\infty}^{-VaR(p)} f_q(X) dX \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (14)$$

في هذا البحث؛ يتم إعطاء أرقام القيمة المعرضة للمخاطر (VaR) باستخدام مستوى دلالة 1%. في دراستنا، يفترض التوزيع الطبيعي وبالتالي فإن الكمية هي -2.33.

سيتم تقييم تقديرات القيمة المعرضة للمخاطر في هذا البحث باستخدام اختبارين: اختبار غير مشروط واختبار مشروط للتغطية حسب ما تم تطويره في الأصل من قبل (Kupiec, 1995) و ولاحقاً من قبل (Christoffersen, 1998).

8)- معايير اختيار النموذج:

يشرح هذا القسم معايير اختيار النموذج المستخدمة لاختيار النموذج المشترك للاستخدام. حيث يتم استخدام معيار معلومات أكاكي (AIC) الذي قدمه (Akaike, 1998) لاختيار النموذج المتوسط الذي سيتم استخدامه. معايير المعلومات المستخدمة في هذه الدراسة هي Akaike وBayes وShibata وHanan-Quinn.

ويتم تحليل الأداء التنبؤي للنماذج الأربعة من خلال مقارنة الأخطاء، أي مقارنة العوائد المتوقعة مع العوائد المحققة. ويتم ذلك عن طريق مقارنة متوسط الخطأ (ME)، ومتوسط الخطأ المطلق (MAE)، وجذر متوسط مربع الخطأ (RMSE). كلما كانت الأخطاء أقل؛ كلما كان النموذج أكثر دقة في التنبؤ بالعائد الصحيح لخام برنت. يتم حساب ME وMAE وRMSE باستخدام الصيغ الموجودة في المعادلة (15)

$$ME = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(y_i - y_j^*)$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}|y_i - y_j^*| \quad \text{(15)}.....$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(y_i - y_j^*)^2}$$

حيث أن y^* هي القيم المتوقعة و y هي القيم المحققة.

تحليل البيانات

تتضمن هذه الدراسة تحليل تقلب الأسعار الفورية لخام برنت وتقدير القيمة المعرضة للمخاطر باستخدام اربعة نماذج. تم استخدام الأسعار الفورية لخام برنت من عام 2014 إلى عام 2024 في التحليل. تم الحصول. تم استخدام جزء من البيانات لبناء النماذج (داخل العينات) والباقي للتنبؤ خارج العينة.

1.3. استكشاف البيانات

1.1.3. الأسعار الفورية:

يتم التحليل باستخدام مخططات السلاسل الزمنية والتحليل الوصفي. مخطط أسعار خام برنت للفترة ما بين 26 أيار 2014 لغاية 20 أيار 2024 كما في الشكل (1).



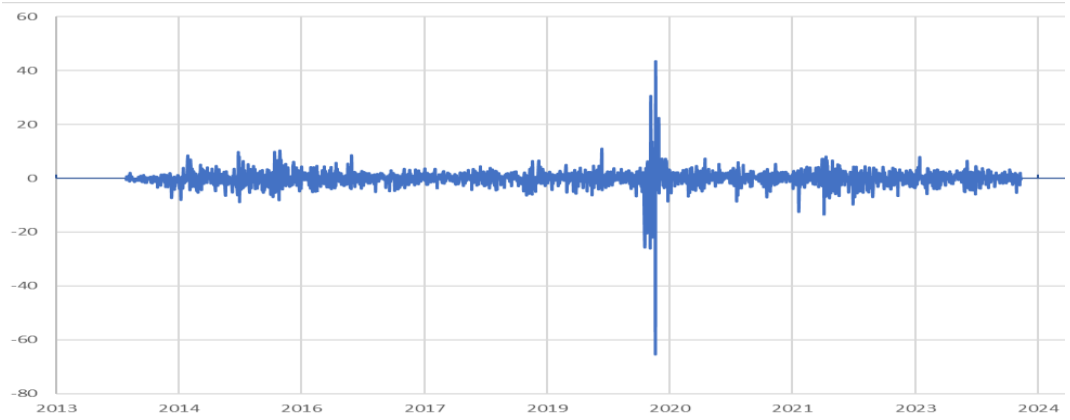
الشكل (1) سعر خام برنت اليومي.

من الشكل (1)، يمكن ملاحظة أن الأسعار الفورية شديدة التقلب وكان لها اتجاه هبوطي من عام 2014 إلى عام 2016 وخلال الفترة من عام 2018 الى العام 2020. من المهم ملاحظة الانخفاض الكبير في أسعار النفط في وقت سابق من عام 2020 وتحديداً بين آذار 2020 ونيسان 2021 الذي أججته جائحة كوفيد-19. كان هذا هو الوقت الذي انتشر فيه فيروس كورونا في معظم البلدان وبدأت الحكومات في فرض الإغلاق وتقييد الحركة. وهذا مثال جيد على كيفية تأثر أسعار النفط بعوامل أخرى في العالم.

2.1.3. العوائد:

لتحليل تقلب أسعار نفط خام برنت، نستخدم عوائد النفط للفترة 2014-2024 المحسوبة من خلال التغيرات اللوغاريمية وفق المعادلة $r_t = 100 \times [ln(\rho_t) - ln(\rho_{t-1})]$. يمكن أن تكون العوائد قابلة للمقارنة مع بعضها البعض بينما الأسعار من ناحية أخرى تعتمد دائماً على السعر السابق. تُستخدم المخططات الزمنية لتحديد الخصائص

التي يمكن ملاحظتها للعائدات كما هو موضح في الشكل (2). من الواضح من عوائد اللوغاريتم أن السلاسل الزمنية المالية تظهر سمات مشتركة. التباين ليس ثابتاً في جميع الأرقام، وهو دليل على خاصية الارتداد المتغاير/متوسط الانعكاس. ويمكن أيضاً رؤية تجمعات التقلب من خلال الرسم.



الشكل (2) عوائد نفط خام برنت اليومية.

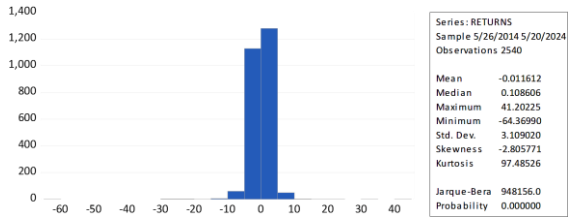
توصيف البيانات والذي يشمل المتوسط، الانحراف المعياري، التفرطح، الانحراف لوصف خصائص سلسلة عوائد النفط الخام كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول (1) توصيف بيانات سلسلة عوائد أسعار نفط خام برنت

الوسط الحسابي	−0.011612
الوسيط	0.108606
القيمة العظمى	41.20225
القيمة الدنيا	−64.3699
الانحراف المعياري	3.10902
الالتواء	−2.805771
التفرطح	97.48526

نلاحظ ان التفرطح أكبر من ثلاثة ويشير إلى أن العوائد لها ذيول عريضة اكثر من التوزيع الطبيعي. الانحراف لا يساوي الصفر مما يدل على أن العوائد غير متماثلة.

ويساعدنا الشكل (3) أيضاً على فهم كيفية توزيع سلسلة العوائد بالتوزيع الطبيعي لنفس البيانات الواردة بالجدول (1). مخطط عوائد لديه منحنى أكثر انحداراً من منحنى التوزيع الطبيعي. وهذا يدل على وجود ذيول مدببة اكثر من التوزيع الطبيعي وهو اقرب الى توزيع ستودينت.



الشكل (3) مخطط توزيع سلسة الدراسة

2.3. اختبار الاستقرارية

للتحقق مما إذا كانت سلسلة العوائد مستقرة أم لا، يتم استخدام اختبار ديكي فولر المعزز (ADF) تم تطبيق اختبار (ADF).لتأكيد النتائج السابقة، نستخدم ايضاً اختبار ((Philips Perron (PP) وهو تصحيح غير حدودي لـ ADF لحساب الارتباط التلقائي المرتبط بالفواصل/تحولات النظام في البيانات كما هو موضح في الجدول (2). قيمة p لاختبار PP أقل من 0.05 وهي نفس القيمة p لاختبار ADF. ومن ثم نستنتج أن سلسلة العودة ثابتة.

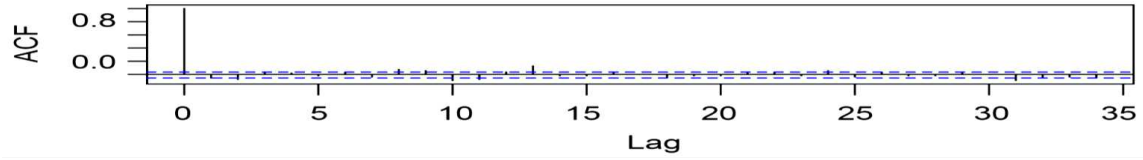
الجدول (2) اختبار ديكي فولر المعزز (ADF) واختبار فيليب بيرون (PP)

	اختبار ADF	اختبار PP
	−11.972	−52.17448
عدد مراحل الابطاء	12	8
p−value	0.001	0.001

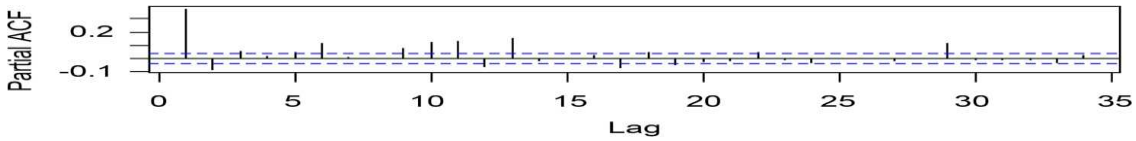
3.3. تحديد المعادلة المتوسطة

الخطوة الأولى في اختيار المعادلة المتوسطة هي رسم نموذج دالة الارتباط التلقائي (ACF) ووظيفة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF). إذا تناقصت عينة ACF وانقطعت PACF عند التأخر p، فهذا يشير إلى عملية AR (p). وبالمثل، إذا عينة PACF وانقطع ACF عند تأخر q فإن العملية ستكون عملية MA (q).

ويبين الشكل (4) والشكل (5) أدناه مخططات ACF و PACF.



الشكل (4) مخطط ACF



الشكل (5) مخطط PACF

4.3. النمذجة والتنبؤ بالتقلبات

ويهدف هذا القسم إلى ملاءمة النماذج المستخدمة لمقارنة التقلبات. ويتم ذلك عن طريق:

1.4.3. اختبار تأثيرات ARCH:

تم تطبيق اختبار مضاعف لاغرانج (LM) بواسطة (Engle, 1982) على بواقي نماذج السلاسل الزمنية البسيطة. توفر نتائج اختبارات ARCH-LM دليلاً قوياً على رفض فرضية العدم كما هو موضح في الجدول (3). وهذا يؤكد وجود تأثيرات ARCH؛ ومن ثم، ينبغي استخدام نموذج ARCH أو GARCH في نمذجة السلسلة الزمنية لعوائد نفط برنت.

الجدول (3) اختبار ARCH-LM

Chi-squared	233.24
df	10
p-value	$2.2\epsilon^{-16}$

2.3.4. تركيب نماذج التقلب:

على الرغم من أنه قد يكون من الصعب تقدير الترتيب *(p,q)* الذي سيتم استخدامه أثناء النمذجة، فقد أظهرت دراسات مختلفة أن التأثير التنبؤي للنماذج لا يتحسن بالضرورة مع زيادة الترتيب (Bollerslev, 1986). وبذلك اخترنا الترتيب *(p,q)*= (1,1) في هذه الدراسة. تم تجهيز النماذج (GARCH, EGARCH, IGARCH, (TGARCH).

3.3.4. الاختبار الخلفي للمخاطر المعرضة للخطر:

يتم استخدام حساب عدد استثناءات القيمة المعرضة للمخاطر (VaR) (الأيام التي تتجاوز فيها الخسائر الفعلية النتائج التنبؤية للمخاطر المعرضة للمخاطر) بشكل شائع لتقدير القيمة المعرضة للمخاطر في السلاسل المالية. إذا كانت نسبة استثناءات القيمة المعرضة للمخاطر أقل من مستوى الثقة المحدد، فسيتم المبالغة في تقدير المخاطر والعكس صحيح. من المهم أن نلاحظ أن الاستثناءات الدقيقة وفقاً لمستوى الثقة بالكاد يتم مراعاتها. وبالتالي فإن التحليل الإحصائي ضروري لدراسة ما إذا كانت الاستثناءات معقولة أم لا. عادةً ما يتم حساب القيمة المعرضة للمخاطر عند مستوى ثقة 99% أو 95%. هذه هي الخسارة التي من المتوقع أن يتم تجاوزها بنسبة 1٪ أو 5٪ فقط من الوقت على التوالي.
وفقاً لـ (Li et al, 2016)، القيمة الحرجة لاختبار التغطية غير المشروط هي 3.841؛ والقيمة الحرجة لاختبار التغطية المشروطة هي 5.991.

بالنسبة لاختبار كريستوفرسن (Christoffersen's test))، فإن فرضية العدم هي التجاوزات الصحيحة واستقلال حالات الفشل. من الجداول (4، 5، 6، 7)، يمكن معرفة أن كلا من الاحتمالية اللوغاريتمية (.L.R) الإحصائيات أصغر من القيمة الحرجة، مما يوضح أن كلا من اختبار كوبيك واختبار كريستوفرسن لا يرفضان فرضية العدم عند 1%. وتشير هذه النتائج أيضاً إلى أن النماذج يمكن أن تنتج تنبؤات دقيقة للمخاطر المعرضة للخطر والتعامل مع التقلبات المتغيرة باستمرار في معدل عائد سعر خام برنت. تم تلخيص نتائج الاختبار الخلفي للنماذج الأربعة للتوزيع الطبيعي والتوزيع (t) كما في الجداول (4، 5، 6، 7). جميع نماذج GARCH اجتازت اختبارات LR.uc[5] وLR.cc[6]. ويتجلى ذلك من حقيقة أن نتائج الاختبارات الأربعة فشلت في رفض فرضية العدم القائلة بأن معدل الفشل الملحوظ يساوي معدل الفشل المقترح من قبل فترة الثقة. وهذا يوضح أن نماذج القيمة المعرضة للمخاطر أنتجت العدد الصحيح من التجاوزات عند مستوى 1%. تتفوق نماذج GARCH وIGARCH البسيطة على بقية الجرعات العادية. يعد نموذج IGARCH هو الأفضل للتوزيع (t)، ويتبعه نموذج GARCH. إحصائيات LR.uc وإحصائيات LR.cc لتوزيع (t) IGARCH هما الأقل. لذلك نستنتج أن نموذج (IGARCH) الذي يتبع توزيع (t) هو الأفضل لتقديرات VaR.

[5] Likelihood Ratio for the Conditional Criteria values.
[6] Likelihood Ratio for the Unconditional Criteria values.

الجدول (4) اختبار كوبيك – التوزيع الطبيعي.

	GARCH	EGARCH	IGARCH	TGARCH
alpha	1%	1%	1%	1%
Backtest Length	224	224	224	224
Expected Exceed	2.2	2.2	2.2	2.2
Actual VaR Exceed	5	7	5	7
Actual %	2.2 %	3.1%	2.2%	3.1%
LR.uc Statistic:	2.544	6.535	2.544	6.535
LR.uc Critical:	6.635	6.635	6.635	6.635
LR.uc p-value:	0.111	0.011	0.111	0.011
Reject Null:	NO	NO	NO	NO

الجدول (5) اختبار كريستوفرسن – التوزيع الطبيعي.

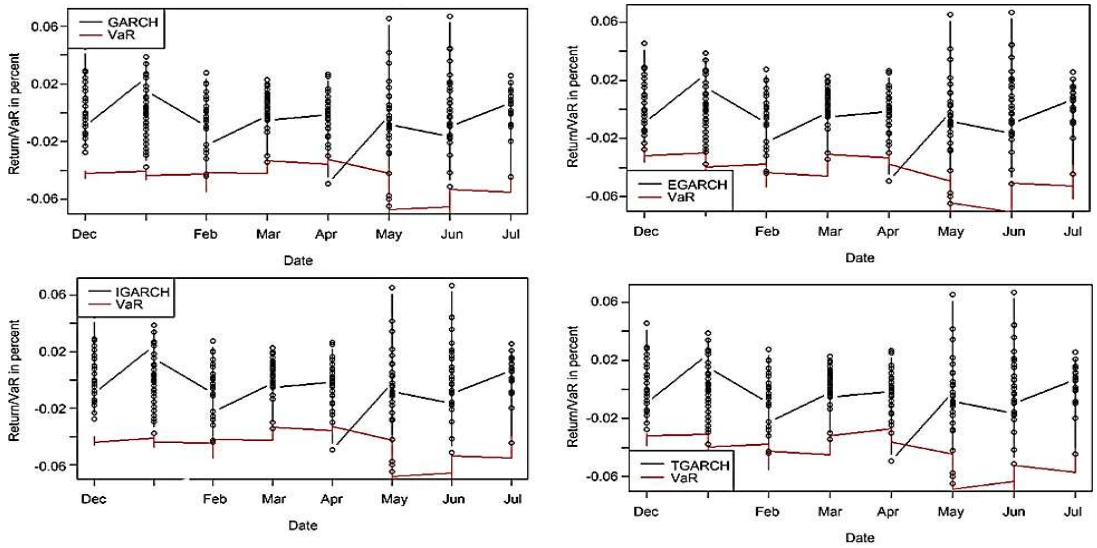
	GARCH	EGARCH	IGARCH	TGARCH
alpha	1%	1%	1%	1%
Backtest Length	224	224	224	224
Expected Exceed	2.2	2.2	2.2	2.2
Actual VaR Exceed	5	7	5	7
Actual %	2.2 %	3.1%	2.2%	3.1%
LR.cc Statistic:	2.773	6.989	2.773	6.989
LR.cc Critical:	9.21	9.21	9.21	9.21
LR.cc p-value:	0.25	0.03	0.25	0.03
Reject Null:	NO	NO	NO	NO

الجدول (6) اختبار كوبيك – توزيع (t).

	GARCH	EGARCH	IGARCH	TGARCH
alpha	1%	1%	1%	1%
Backtest Length	224	224	224	224
Expected Exceed	2.2	2.2	2.2	2.2
Actual VaR Exceed	4	5	3	5
Actual %	1.8 %	2.2%	1.3%	2.2%
LR.uc Statistic:	1.133	2.544	0.235	2.544
LR.uc Critical:	6.635	6.635	6.635	6.635
LR.uc p-value:	0.287	0.111	0.628	0.111
Reject Null:	NO	NO	NO	NO

الجدول (7) اختبار كريستوفرسن – توزيع (t).

	GARCH	EGARCH	IGARCH	TGARCH
alpha	1%	1%	1%	1%
Backtest Length	224	224	224	224
Expected Exceed	2.2	2.2	2.2	2.2
Actual VaR Exceed	4	5	3	5
Actual %	1.8 %	2.2%	1.3%	2.2%
LR.cc Statistic:	1.279	2.773	0.317	2.773
LR.cc Critical:	9.21	9.21	9.21	9.21
LR.cc p-value:	0.528	0.25	0.853	0.25
Reject Null:	NO	NO	NO	NO



الشكل (6) نتائج الاختبار الخلفي (VaR)

المخططات التي تظهر نتائج الاختبار الخلفي (VaR) كما هو مبين في الشكل (6)؛ تظهر أن نتائج VaR أقل من العوائد من نماذج GARCH الأربعة . وهذا مؤشر واضح على أن النماذج تم تركيبها بشكل صحيح. تظهر المخططات أن نتائج VaR أقل من العوائد من نماذج GARCH الأربعة . وهذا مؤشر واضح على أن النماذج تم تركيبها بشكل صحيح.

4.3.4. **التنبؤ:**

وبما أننا أكدنا الآن أن نماذج المخاطر لدينا تعمل بشكل جيد إلى حد معقول، فإننا نواصل إنتاج توقعات العوائد. تحتوي بياناتنا على 2530 إرجاعاً للسجل. من بينها، تم استخدام 2024 لتركيب النماذج. نستخدم الآن الـ 506 المتبقية للمقارنة مع القيم المتوقعة. ولذلك فإننا سوف نتوقع قيم 506 باستخدام نماذج GARCH الأربعة. لمقارنة دقة النماذج نحصل على الفرق بين القيم المحققة والقيم المتوقعة للحصول على الأخطاء. النتائج كما هو موضح في الجدول (8) والجدول (9).

من الجدول (8) والجدول (9)؛ لجميع النماذج الأربعة نتائج جيدة نسبياً. وهذا يدل على أنه لا يمكننا التقليل من أهمية أي من النماذج في التنبؤ بأسعار النفط الخام. ومع ذلك فإن نموذج IGARCH يتفوق على جميع النماذج ويتبعه نموذج GARCH البسيط. وهذا يدل على أنه حتى مع تطوير نماذج امتداد GARCH الجديدة، فإن نموذج GARCH البسيط لا يزال مناسباً في نمذجة أسعار نفط خام برنت. يحتوي نموذج IGARCH ذو توزيع (t) على أخطاء أقل من نموذج IGARCH ذو التوزيع الطبيعي. لذلك نستنتج أن نموذج IGARCH ذو توزيع (t) هو الأفضل للتنبؤ بالأسعار الفورية لخام برنت.

الجدول (8) ملخص الأخطاء – التوزيع الطبيعي.

	GARCH	EGARCH	IGARCH	TGARCH
ME	0.0002444	0.0007117	0.00024771	0.00068444
RMSE	0.053504	0.0533582	0.05350445	0.05337032
MAE	0.02567	0.0254072	0.02567104	0.02542058

الجدول (9) ملخص الأخطاء – توزيع (t).

	GARCH	EGARCH	IGARCH	TGARCH
ME	0.0000992997	0.000363858	0.000096359	0.0003084
RMSE	0.05304368	0.0532057	0.05304335	0.053194
MAE	0.02505944	0.02527749	0.0250589	0.025269

النتائج والمناقشة:

لقد شرعنا في تحليل نماذج التقلب المختلفة وقدرتها على التنبؤ بتقلبات أسعار النفط الخام. تناولت الدراسة اربعة نماذج للتقلب نظراً لقدرتها على التقاط الخصائص المختلفة لسلاسل البيانات. النماذج التي تم تحليلها في هذه الدراسة هي نماذج GARCH وEGARCH وIGARCH وTGARCH. حيث تم استخدام بيانات الأسعار اليومية الفورية لخام برنت في دراستنا.

أولاً، تم إجراء تحليل إرجاعات اللوغاريتم للبيانات. لقد وجدنا أن العوائد تتناسب تقريباً مع التوزيع الطبيعي ولكن لها آثار ثقيلة. وقد قادنا هذا إلى تركيب توزيع (t) بالإضافة إلى التوزيع الطبيعي. تفوق توزيع (t) على التوزيع الطبيعي. وهذا مؤشر واضح على أن توزيع (t) أفضل من التوزيع الطبيعي عندما تكون البيانات المعنية ذات ذيول/قيم متطرفة ثقيلة. تم التحقق أيضاً من وجود متوسط الارتداد والتغايرية من خلال المخططات واختبار ARCH-LM. أشارت هذه الخصائص إلى أن نماذج GARCH كانت الأفضل لاستخدامها في دراستنا.

تم تركيب نماذج GARCH للحصول على المعلمات. كلما ارتفعت قيمة احتمالية اللوغاريتم القصوى، كان ملاءمة النموذج أفضل، وكلما انخفضت معايير المعلومات، كان النموذج أفضل. يعد نموذج EGARCH هو النموذج الأفضل بناءً على قيمة الاحتمالية اللوغاريتمية البالغة 5446.41 وقيمة AIC البالغة (5.370−) من النماذج المجهزة. ثم شرعنا بعد ذلك في إجراء الاختبار الخلفي لاختبار VaR الذي أشار إلى أن جميع النماذج الأربعة تم تركيبها بشكل صحيح. ومع ذلك من بين النماذج الأربعة ، كان نموذج IGARCH توزيع (t) هو الأفضل لتقديرات القيمة المعرضة للمخاطر استناداً إلى إحصائية LR.uc البالغة 0.235 وإحصائيات LR.cc البالغة 0.317. لذلك استنتجنا أن توزيع t) IGARCH هو الأفضل لتقديرات القيمة المعرضة للمخاطر لأسعار خام برنت.

وبعد التحقق من أن جميع النماذج تعمل بشكل صحيح، تابعنا وتوقعنا الأسعار اليومية لخام برنت. وتمت مقارنة عوائد اللوغاريتم المتوقعة مع عوائد اللوغاريتم المحققة لنفس الفترة. يعطي كل نموذج GARCH نفس النتائج نسبياً لتقارير الأخطاء. ومع ذلك، تفوق نموذج IGARCH على نماذج GARCH الأخرى. أعطى توزيع (t) IGARCH أفضل التقديرات في جميع الاختبارات التي تم إجراؤها بناءً على قيمة ME المنخفضة البالغة 0.000096359 وRMSE البالغة 0.05304335. لذلك نستنتج أن نموذج التوزيع (t) لـ IGARCH هو الأفضل للتنبؤ بالأسعار الفورية لخام برنت.

الخاتمة:

من دراستنا نجد أن نموذج EGARCH هو النموذج الأفضل المجهز استناداً إلى أعلى قيمة احتمالية لوغاريتمية والتي تبلغ 5446.41 وأقل قيمة AIC تبلغ 35.37. لكن هذا لم يُترجم إلى أن هذا النموذج هو الأفضل لتقدير القيمة المعرضة للمخاطر (VaR) وللتنبؤ بالتقلبات.

يعد نموذج IGARCH هو الأفضل لتقدير القيمة المعرضة للمخاطر (VaR) استناداً إلى أدنى إحصائيات لـ (LR.uc) والبالغة 0.235 وأدنى إحصائية لـ (LR.cc) والبالغة 0.317 وكذلك التنبؤ بالتقلبات استناداً إلى قيمة ME المنخفضة البالغة 0.0000963591 وRMSE البالغة 0.05304335 لأسعار خام برنت.

هذا يوضح أهمية اختبار أداء النماذج في جميع المراحل، أي النموذج الأفضل، والاختبار الخلفي، والتنبؤ بالأداء وذلك لاختيار النموذج الأفضل.

ومن النتائج السابقة يمكننا أن نستنتج أنه لا تزال القيمة المعرضة للمخاطر أداة مفيدة في إدارة المخاطر. لا يكاد يوجد أي نموذج يناسب سلعة ما إلى الأبد. ولذلك، فمن الأفضل دائماً مقارنة جميع النماذج واختيار النموذج المناسب للتنبؤ بالقيمة المعرضة للمخاطر لسلعة ما في المدى طويل الأجل.

حتى بالنسبة لنفس السلعة لنفس البلد او الشركة، وفي فترات زمنية مختلفة، قد يختلف النموذج المناسب للتنبؤ بالمخاطر المعرضة للمخاطر في المستقبل أيضاً. ولذلك من المهم للشركات أن تأخذ في الاعتبار الخصائص الإحصائية للسلسلة الزمنية في فترات زمنية محددة عند اختيار نماذج إدارة المخاطر.

التوزيع المستخدم في النمذجة مهم؛ فضمن دراستنا استخدمنا التوزيع الطبيعي والتوزيع (t). لقد كان أداء توزيع (t) أفضل في جميع النماذج الأربعة المدروسة؛ ويعزى هذا بشكل رئيسي إلى وجود ذيل ثقيل في البيانات. ولذلك فإن اختيار التوزيع مهم لضمان تقليل أخطاء التنبؤ.

References:

(1) Akaike H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Selected papers of hirotugu akaike: Springer; 1998. p. 199–213.
(2) Bastianin A, Galeotti M, Manera M. The impacts of exogenous oil supply shocks on Mediterranean economies. Available at SSRN 2672953 2015.
(3) Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. J Econ 1986;31(3):307–327.
(4) Christoffersen PF. Evaluating interval forecasts. International economic review 1998:841–862.
(5) Degiannakis S, Filis G, Kizys R. The effects of oil price shocks on stock market volatility: Evidence from European data. The Energy Journal 2014;35(1):35–56.
(6) Demirbas A, Omar Al-Sasi B, Nizami A. Recent volatility in the price of crude oil. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy 2017;12(5):408–414.
(7) Dickey DA, Fuller WA. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. Journal of the American statistical association 1979;74(366a):427–431.
(8) Engle R. Risk and volatility: Econometric models and financial practice. Am Econ Rev 2004;94(3):405–420.
(9) Engle RF. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. Econometrica 1982;50(4):987–1007.
(10) Engle RF, Bollerslev T. Modelling the persistence of conditional variances. Econometric reviews 1986;5(1):1–50.
(11) Jarque CM, Bera AK. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. Economics letters 1980;6(3):255–259.
(12) Kilian L. Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. Am Econ Rev 2009;99(3):1053–1069.
(13) Kilian L, Park C. The impact of oil price shocks on the US stock market. International economic review 2009;50(4):1267–1287.
(14) Kuhe DA, Udoumoh EF, Oche D. VOLATILITY ANALYSIS OF CRUDE OIL PRICES IN NIGERIA. FUDMA JOURNAL OF SCIENCES 2024;8(1):125–134.
(15) Kupiec PH. Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. : Division of Research and Statistics, Division of Monetary Affairs, Federal …; 1995.
(16) Lama A, Jha GK, Paul RK, Gurung B. Modelling and forecasting of price volatility: an application of GARCH and EGARCH models §. Agricultural Economics Research Review 2015;28(1):73–82.
(17) Li Y, Lian J, Zhang H. Forecast and backtesting of VaR models in crude oil market. Research and Review: Journal of Statistics and Mathematical Sciences 2016;2(1):131–140.
(18) Lux T, Segnon M, Gupta R. No title. Modeling and forecasting crude oil price volatility: Evidence from historical and recent data 2015.
(19) Miletic M, Miletic S. Performance of Value at Risk models in the midst of the global financial crisis in selected CEE emerging capital markets. Economic research-Ekonomska istraživanja 2015;28(1):132–166.
(20) Nelson DB. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. Econometrica: Journal of the econometric society 1991:347–370.
(21) Peng S, Yang S, Yao J. Improving value-at-risk prediction under model uncertainty. Journal of Financial Econometrics 2023;21(1):228–259.
(22) Wipplinger E. Philippe jorion: value at risk-the new benchmark for managing financial risk. Financial Markets and Portfolio Management 2007;21(3):397.
(23) Zakoian J. Threshold heteroskedastic models. J Econ Dyn Control 1994;18(5):931–955