

نمذجة تقلبات أسعار نفط البرنت خلال فترة جائحة Covid-19 "من 2019/12/02 إلى 2022/01/26" باستخدام نماذج ARCH

Modeling fluctuations in Brent oil prices during the Covid-19 pandemic period "from 02/12/2019 to 01/26/2022" using ARCH models.

بولرباح بوخاري¹

¹ جامعة الشلف، (الجزائر)

تاريخ النشر: 2023-12-30

تاريخ القبول: 2023-09-28

تاريخ الاستلام: 2022-08-20

ملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى محاولة نمذجة تقلبات السلسلة اليومية لأسعار نفط برنت، وذلك باستخدام نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم ثبات التباين، خلال فترة جائحة covid-19 وتحديدًا من 2019/12/02 إلى غاية 2022/01/26، والتي تعتبر من أكثر الفترات التي عرفت تغيير كبير في أسعار نفط برنت، وذلك نظرا للظروف القاهرة التي شهدتها سوق النفط. و توصلت الدراسة إلى أن سلسلة أسعار نفط برنت تميزت بالتذبذب الكبير و عدم الاستقرار طيلة فترة الدراسة، و أن النموذج الأمثل المتوصل إليه لتمثيل بيانات السلسلة و كذلك تقلبات تباين البواقي هو نموذج $AR(1)-PARCH(1,1)$. الكلمات المفتاحية: أسعار نفط برنت، سلاسل زمنية، نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم ثبات التباين، تقلبات.

تصنيف JEL: Q47، Q41، Q430، C53

Abstract:

This study aimed to try to model the fluctuations of the daily series of Brent oil prices, using autoregressive models conditioned by the instability of the variance, during the period of the covid-19 pandemic, specifically from 12/12/2019 to 26/01/2022, which is considered one of the Most of the periods that witnessed a significant change in Brent oil prices, due to the force majeure conditions witnessed by the oil market.

1. مقدمة

تعرف أسعار النفط تذبذبات و تقلبات بشكل دائم، و ذلك نظرا إما لأزمات يعرفها السوق النفطي، أو نظرا لطبيعة و ما يميز السوق النفطي من تغير في كل من العرض و الطلب، مما جعل نموذج السلسلة الزمنية المعبر عن أسعار النفط يعاني من ظاهرة عدم تجانس التباين، و كذلك ظاهرة التقلبات المتعددة، و تتأرجح هذه التقلبات من فترة إلى أخرى تبعا للمشاكل و الأحداث الغير متوقعة التي يعرفها السوق النفطي، مما جعل ميزة و خاصية التذبذب أو التقلب (volatility) تبدو واضحة في سلسلة أسعار النفط.

و لتقدير و توقع التقلبات في أسعار النفط و التنبؤ بها مستقبلا توجد نماذج للسلاسل الزمنية تأخذ بعين الاعتبار هذه التقلبات و التذبذبات، و من بين هذه النماذج نجد نوعين: نماذج عدم ثبات التباين المشروط المتناظرة (ذو الأثر المتماثل)-(Generalized Auto-Regressive Conditional Heteroscedasticity) و الذي يرمز له اختصارا بـ GARCH، و الذي يعتبر وسيلة و أداة مناسبة لقياس التقلبات و الانحرافات التي تصيب أسعار النفط. أما النوع الثاني من نماذج GARCH فتسمى بالنماذج المعدلة و التي تأخذ بالأثر اللاخطي أو غير المتماثل في تقلبات أسعار النفط. و لقد ساهمت هذه النماذج في تقدير التقلبات في أسعار النفط، و كذلك التنبؤ بهذه التقلبات في المستقبل.

و قد تم الاهتمام في هذه الدراسة على أسعار نفط خام البرنت و ذلك بأخذ سلسلة يومية تبدأ من 2019/12/02 إلى غاية 2022/01/26، أي أنه تم التركيز على أسعار النفط خلال فترة جائحة كورونا، و ذلك من أجل معرفة تأثير هذه الجائحة على أسعار النفط.

إشكالية الدراسة: تتمحور إشكالية الدراسة في معالجة السؤال التالي: هل يمكن نمذجة تقلبات أسعار نفط خام البرنت باستعمال نماذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين GARCH؟

فرضيات الدراسة: للإجابة عن إشكالية الدراسة قمنا بطرح الفرضيات التالية:

- سلسلة أسعار نفط خام البرنت غير مستقرة؟

- يعاني نموذج سلسلة أسعار نفط خام البرنت من أثر عدم ثبات التباين ARCH؟

- نماذج GARCH المتناظرة قادرة على تقدير و توقع تقلبات أسعار نفط خام البرنت ؟

- نماذج GARCH الغير متناظرة قادرة على تقدير و توقع تقلبات أسعار نفط خام البرنت ؟

أهداف الدراسة: تهدف هذه الورقة البحثية إلى تحقيق الغايات الأساسية التالية:

- التعرف على نموذج السلاسل الزمنية التي تفسر سلوك سلسلة أسعار نفط خام البرنت ؟

- إجراء اختبار عدم تجانس التباين للنموذج المعبر عن سلسلة أسعار النفط خام البرنت ؟

- التعرف على شكل تذبذبات أو تقلبات سلسلة أسعار النفط خام البرنت ؟

- نمذجة تقلبات أسعار نفط خام البرنت عن طريق نمذجة سلوك التباين المشروط باستخدام نماذج GARCH المتناظرة أو الغير متناظرة.

منهجية و أدوات الدراسة: للإجابة عن إشكالية الدراسة و بلوغ أهدافها تم الاعتماد على المنهج الوصفي و التحليلي في الجزء النظري من الورقة البحثية، و ذلك من خلال عرض بعض المفاهيم النظرية المتعلقة بالسوق النفطية و أسعار النفط، و كذلك عرض الجزء النظري لنماذج ARCH، و نماذج GARCH، و ذلك من خلال التطرق إلى أهم مميزاتا و كيفية حسابها.

أما في الجزء التطبيقي فقد تم الاعتماد على المنهج الاستنباطي من خلال جمع البيانات المتعلقة بسعر نفط خام البرنت خلال الفترة 2019/12/02 إلى غاية 2022/01/26، حيث تم الحصول على 563 مشاهدة من الموقع الرسمي لوزارة البترول و الثروة المعدنية المصرية،

و تطبيق مجموعة من نماذج ARCH و بالاعتماد على معايير المعلومات: Hannan-Quinn، Schwarz، Akaike للمفاضلة بين تلك النماذج، ثم تم تطبيق اختبارات التشخيص للتأكد من صلاحية النموذج.

الدراسات السابقة:

1-دراسة (Lee, Ni, & Ratti, 1995): تم في هذه الورقة مناقشة و دراسة مدى تأثير تقلبات أسعار النفط على الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، و ذلك في بيئتين: في الأولى أسعار النفط مستقرة، إما في الثانية أسعار النفط غير مستقرة، و توصلت إلى أنه بعد 1986 أصبحت أسعار النفط تتميز بتقلباتها المستمرة أي أنها أصبحت ذات طبيعية تطايرية، و من أجل قياس تطاير سلسلة سعر النفط فقد استخدموا نماذج GARCH من أجل استخراج التباين الشرطي الذي يعتبر مقياس للتطاير، و توصلوا إلى وجود علاقة ارتباط سلبية بين صدمات أسعار الموجبة و نمو الناتج الداخلي الخام، بينما صدمات أسعار النفط السلبية لم يكن لديها ارتباط مع نمو الناتج الداخلي الخام.

2-دراسة (GRICI & MEDJANI, 2017): اهتمت الدراسة ببناء نموذج للتنبؤ بأسعار خام الأوبك في ظل الأزمة النفطية (2014-2016) باستخدام نموذج GARCH، و توصلت الدراسة إلى أن النموذج الأمثل للتنبؤ بأسعار النفط هو نموذج TGARCH (2,2) حيث يحقق أكبر معقولية عظمى.

3-دراسة (Chaido, 2018): تم في هذه الورقة البحثية فحص نموذج هجين يربط بين كل من نماذج ARMA و نماذج ARCH من أجل التنبؤ بتقلبات أسعار النفط، كما تم استخدام تحويل Box-Cox لتمهيد البيانات بغرض ثبات التباين و تقليل التغايرية. و ذلك بالاعتماد على معطيات أسعار النفط اليومية خلال الفترة 20 أكتوبر 1997 إلى غاية 31 ماي 2017، أي بإجمال 4980 مشاهدة . و توصلت الدراسة إلى النموذج GARCH(1,2)-ARIMA(33,0,14) هو أنسب نموذج للتنبؤ بالأسعار اليومية للنفط.

4-دراسة (جواب الله، 2019): هدفت هذه الدراسة إلى التنبؤ بأسعار النفط الجزائري لسنة 2018، و ذلك باستخدام نماذج السلاسل الزمنية و بالاعتماد على البيانات السنوية لمتوسط سعر خام الصحاري ببلد الجزائري خلال الفترة الممتدة 1957 إلى غاية 2017، و توصلت هذه الدراسة إلى أن نماذج ARIMA أفضل من نماذج ARCH في التنبؤ بأسعار النفط، و كذلك إلى أن أسعار النفط ستبقى مرتفعة رغم استمرار الأزمات الاقتصادية العالمية لتأثر أسعار النفط بالعوامل الجيوسياسية.

5-دراسة (غزازي، 2020): هدفت هذه الدراسة إلى محاولة نمذجة تقلبات أسعار النفط، و ذلك باستخدام المفاضلة بين نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم ثبات التباين لسلسلة شهرية نفط برنت خلال الفترة الممتدة من شهر جانفي 1990 إلى غاية شهر جويلية 2019، بالإضافة إلى التنبؤ بأسعاره للأشهر المتبقية لسنة 2019. و توصلت الدراسة إلى أن سلسلة أسعار نفط برنت تميزت بالتذبذب الكبير و عدم الاستقرار طيلة فترة الدراسة، و أن النموذج الأمثل المتوصل إليه لتمثيل السلسلة هو من نوع ARIMA(1,1,0)-ARCH(1)، كما أن متوسط أسعار نفط برنت المتوقعة للأشهر الأخيرة من سنة 2019 ستكون شبه ثابتة في حدود 63.83 دولار للبرميل.

2. الإطار النظري لأسعار النفط:

يحتل النفط المركز الأول من حيث الأهمية بين جميع مصادر الطاقة، حيث كان و لايزال عنصرا حيويا للتنمية الاقتصادية للدول المنتجة له، و كذلك بالنسبة للدول المستهلكة.

1.2. سعر النفط: و يعرف سعر النفط على أنه: "قيمة المادة أو السلعة معبرا عنها بالنقود، حيث أن مقدار و مستوى أسعار النفط يخضع و يتأثر بصورة متباينة لقوى فعل العوامل الاقتصادية، السياسية أو طبيعة السوق السائدة في عرضه أو في طلبه أو الإثنين". (حمزة و قرونة، 2016، الصفحات 85-90).

كما يعرف سعر النفط الخام على أنه: "قيمة السلعة النفطية معبرا عنها بوحدة نقدية في زمان و مكان معينين و معلومين، و أن العلاقة بين سعر النفط و قيمته ليست متساوية و ثابتة دائما، بل في كثير من الأحيان علاقة غير متكافئة نتيجة ارتباط السعر بعوامل متعلقة بطبيعة السلعة و كيفية استغلالها و استهلاكها. و بذلك يمثل سعر النفط الخام القيمة النقدية لبرميل النفط الخام معبرا عنه بالدولار الأمريكي عبر فترات تطور الصناعة النفطية. (فوزية، 2013، الصفحة 137).

2.2. أنواع أسعار النفط: توجد أنواع كثيرة من أسعار النفط، إلا أننا سنقتصر على ذكر أهمها استخداما:

-السعر المعلن: يقصد به أسعار النفط المعلنة رسميا من قبل الشركات النفطية في السوق النفطية،

-السعر المتحقق (سعر السوق): هو عبارة عن سعر المتفق عليه فيه السوق مطروح منه الحسومات و التسهيلات المختلفة التي يمنحها البائع للمشتري،

-سعر الإشارة: هو عبارة عن سعر النفط الخام، و الذي يقل عن سعر المعلن و يزيد عن السعر المتحقق، أي أنه سعر متوسط بينهما، (الرومي، 2000، الصفحة 23).

-السعر الآني أو الفوري: و هو سعر الوحدة النفطية المتبادلة بين الأطراف العارضة و المشتري آنيا أو فوريا في السوق النفطية الحرة.

-السعر المرجعي: يقصد به سعر البرميل من النفط الخام على أساس سعر مكوناته، أي هو قيمة الوحدة النفطية الخام في زمن معلوم، و بوحدات نقدية معلومة و محددة على أساس متوسط أسعار المنتجات النفطية المتفق عليها، مطروحا منها كلفة التكرير للوحدة النفطية المعلومة و هامش ربح التكرير، و كذلك كلفة نقل النفط من ميناء المشتري إلى ميناء البائع، و الصافي من ذلك هو مقدار السعر المرجعي للنفط الخام.

و نظرا لوجود أنواع مختلفة من النفط فقد تم الاتفاق بين المتعاملين على اختيار أنواع محددة تكون بمثابة معيار للجودة، و على أساسها يتم زيادة أو خفض قيمة السلع النفطية، و على مستوى العالم تم اختيار خام مزيج برنت ليكون مرجعا عالميا للتسعير. (اضاءات، 2013، الصفحة 02).

3.2. خام مزيج برنت (Brent): يتكون من مزيج نفطي من 15 حقلا مختلفا في منطقتي برنت و نينيان في بحر الشمال (المملكة المتحدة)، و تنتجان نحو 500 ألف برميل يوميا. و يستخدم خام برنت كمعيار لتسعير ثلثي إنتاج النفط العالمي خاصة في الأسواق الأوروبية و الإفريقية كما يعتبر من النفوط الخفيفة المثالية لإنتاج البنزين و وقود التدفئة.

و تستخدم الخامات القياسية مثل برنت Brent للمساعدة في تسعير 160 نوعا من النفوط المختلفة، و يتم تسعير هذه الخامات بناء على مدى اختلافها عن الخامات القياسية.

4.2. محددات تقلبات أسعار النفط: تتحدد أسعار النفط اقتصاديا وفقا لقوى العرض و الطلب في السوق العالمية، غير أن ذلك لا يعني أنها هي الوحيدة المحددة لأسعار النفط، فقد تتأثر هذه الأخيرة بعوامل غير اقتصادية أخرى. و فيما يلي عرض لأهم العوامل المؤثرة على أسعار النفط (زغبي، 2011، الصفحة 09):

-اختلال التوازن بين العرض و الطلب العالميين: إن اختلاف التوازن بين العرض و الطلب لصالح أحدهما يؤثر في انخفاض أو ارتفاع سعر النفط، فانخفاض المعروض في ظل تزايد الطلب يرفع من السعر.

و بحسب إحصائيات الهيئات العالمية، فإن حجم عرض النفط الخام في العالم بلغ في مجمله 85.5 مليون برميل يوميا، أما حجم الطلب فقد يصل إلى 88 مليون برميل يوميا، مما يوضح صعوبة الموازنة بين العرض و الطلب، و بالتالي الضغط على الأسعار. (بوعوينة و هاشم، 2017، الصفحة124). في حين يعتمد الطلب النفطي اعتمادا كبيرا على معدل النمو الاقتصادي العالمي، درجة التقدم الصناعي، أسعار المنتجات النفطية المكررة، الاستقرار السياسي في العالم.

-زيادة نشاط المضاربة في الأسواق الآجلة للنفط: حيث ترتب عن ارتفاع التعاقدات في السوق النفطية لغرض تحقيق عوائد مرتفعة نسبيا من سنة إلى أخرى زيادة في كميات الإنتاج الفعلي و الاستهلاك العالمي من النفط مما تسبب في الضغط على الأسعار.
-الأزمات الاقتصادية العالمية: تعد الأسواق النفطية حساسة للازمات الاقتصادية التي تحدث في الاقتصاد العالمي، و على سبيل المثال تأثرت أسعار النفط بالأزمة المالية العالمية لسنة 2008 نتيجة لتداعيات أزمة الرهون العقارية الأمريكية، و إثر ذلك على تراجع معدلات النمو في كل اقتصاديات العالم، مما أضعف من قوة الاستثمار العالمي، و بالتالي انخفاض الطلب على النفط و تراجع أسعاره.
-الظروف الجيوسياسية و المناخية: تؤدي الاضطرابات السياسية في الدول المنتجة للنفط الى ارتفاع الاسعار من خلال انخفاض العرض، كما تؤدي الكوارث الطبيعية الى اثار سلبية على المنشآت النفطية، مما يؤثر على عرض النفط، الامر الذي ينعكس في ارتفاع الاسعار (بودرامه، 2008، الصفحات40-47).

3. الجانب النظري لنماذج ARCH:

تعتبر النماذج الخطية للسلاسل الزمنية الأكثر استخداما و ملائمة لكثير من الظواهر، مع الأخذ بعين الاعتبار تحقق بعض الشروط، و من أهمها ثبات تباين البواقي العشوائية عبر الزمن، لكن في الواقع التجريبي نجد أنه من الصعب تحقيق تلك الشروط خاصة في السلاسل الزمنية المتعلقة بأسعار مختلف أسواق السلع و الخدمات، و التي تتميز بتقلبات كبيرة- لذلك تم التفكير بإيجاد نماذج أخرى تحاكي هذا النوع من البيانات من قبل الباحثين، و ظهرت بهذا الاتجاه نماذج عديدة تدخل ضمن نماذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين. و على العموم يمكن تقسيم تلك النماذج إلى نوعين رئيسيين هما: 1- نماذج ARCH ذات الأثر المتماثل، 2- نماذج ARCH ذات الأثر الغير متماثل (الأحمد و سلمان، 2019، الصفحات261-280).

1.3 نماذج ARCH ذات الأثر المتماثل: تتميز هذه النماذج بتحديد مربع التباين المشروط للأخطاء العشوائية لالتقاء عنقودية التذبذب، أي تقوم تلك النماذج على خاصية الأثر المتماثل للصدمة، و من بين هذه النماذج نذكر:

1.1.3 نموذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم تجانس التباين ARCH: حاولت عدة دراسات تقديم نماذج متعددة تمكن من الوقوف على الحقائق النمطية أو البارزة للسلاسل الزمنية، و كان نموذج ARCH الذي قدمه (1982) Robert Engle في بحثه المنشور في مجلة Econometrica من أهم هذه النماذج لأنه استطاع الوقوف على خاصية عنقودية التذبذب Clustering Volatility، حيث افترض و على عكس معظم النماذج التقليدية أن التباين المشروط Conditional Variance الذي يمثل دالة خطية لمربعات الأخطاء السابقة يتغير عبر الزمن، و يطلق على هذا التغير بعدم التجانس Heteroscedastic، الأمر الذي يمكن النموذج من الوقوف على ظاهرة عنقودية التذبذب. (Engle, 1982, pages987-1007)

يتكون نموذج ARCH من شقين، الأول (AR) Auto-Regression و التي تعني الانحدار الذاتي أي أن الأحداث القيمة تترك أثرا لها لمدة زمنية محددة بعد حدوثها، و الثاني (CH) Heteroskedasticity Conditional التي تعني أن التباين المشروط بالمعلومات المتوفرة يتغير مع الزمن و يعتمد على القيم القديمة له، يكتب هذا النموذج بالصيغة التالية: (Tuyen, 2011, page1937)

$$h_t = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

$$= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2$$

حيث:

$h_t \equiv \sigma_t^2$: التباين الشرطي للخطأ العشوائي ε_t ، و الذي يمثل مؤشر قياس تطاير (تذبذب) السلسلة الزمنية، و حسب المعادلة أعلاه فإن التباين الشرطي في الزمن t ل ε_t يعتبر دالة خطية لمربع القيم الماضية q للخطأ العشوائي ε_{t-i}^2 ، و هذا يعني أنه إذا كانت ε_{t-i} مرتفعا من حيث القيمة المطلقة يتوقع أن يكون التباين الشرطي (التطاير) ل ε_t هو كذلك مرتفع (القيمة المطلقة). بمعنى أن الصدمات الكبيرة (صغيرة) تتجه لتتبع بصدمات كبيرة (صغيرة) سواء كانت موجبة أو سالبة.

α_0, α_i : المعلمات حيث $\alpha_0 > 0$ و $\forall i \alpha_i > 0$ ، القيود المفروضة على المعاملات تضمن إيجابية التباين الشرطي، و في حالة $\alpha_i > 0$ ($i = 1, 2, 3, \dots, q$) يكون التباين الشرطي ثابت $\varepsilon_t^2 = \alpha_0$ و بالتالي تصبح سلسلة الخطأ العشوائي ε_t ثابتة التباين الشرطي (hans franses & van dijk, 2011, pages136-137)

2.1.3. نموذج الانحدار الذاتي المعمم المشروط بعدم التجانس التباين GARCH: لاحظ العديد من الباحثين أن نموذج ARCH يتطلب التوسع في قيم p للوقوف على خصائص تبعية التباين المشروط على قيمة السابقة أو ما سمي بذاكرة التباين، غير أن ذلك ينتج عنه قيم سالبة ل α و هذا يتناقض مع شروط استقرارية النموذج، و كحل لهذه المشكلة اقترح Bollerlev(1986) تعميما لنموذج ARCH أطلق عليه نموذج GARCH (General Conditional Heteroskedasticity) يقوم على خاصية الدرجة اللاهائية لنموذج ARCH، و يضيف النموذج المعمم إلى معادلة التباين حد جديد هو أثر GARCH الذي يمثل المعلومات المتعلقة بالتباين عن الفترة أو الفترات السابقة مع الاحتفاظ بالمتوسط و الخطأ العشوائي في المعادلات السابقة، و ذلك كما يلي: (Knight, Satchel, & John, 2007, page 107)

$$h_t = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \mu_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

$$\alpha_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, p, \quad \beta_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, q, \quad \alpha_0 > 0$$

حيث:

μ_t : مركب عشوائي في النموذج غير مرتبط ذاتيا زمنيا و توقعه صفر، و افترض Engle أنه يمكن تحليل مركب μ_t على شكل متغيرات عشوائية مستقلة و متماثلة التوزيع، أي أنه يكتب كما يلي:

$$\mu_t = \sigma_t \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \rightarrow IID \ N(0,1)$$

و يعكس μ_t المعلومات الجديدة التي ترد إلى السوق في الفترة t و من المفترض إلا تكون قيمة ثابتة مع مرور الزمن. يشترط في نموذج GARCH تحقيق عدم السلبية في قيم المعاملات، لذلك فإنه يشترط أن تكون قيم جميع المعاملات موجبة للحصول على القيمة الموجبة للتباين، و يتوقف مستوى استمرارية التذبذب على مجموع المعاملين $\alpha + \beta$ ، فإذا كان مجموع مساوي أو أكبر من الواحد فإن أثر التذبذب الناتج عن الصدمة سيستمر و يتزايد إلى ما لا نهاية، لذلك من الضروري تحقق شرط $\alpha + \beta < 1$ و ذلك لضمان أن التباين المشروط مستقر، أي أن تحقق هذا الشرط يضمن وجود استمرارية لأثر التذبذبات و الصدمات و التباينات السابقة في التباين الحالي و المستقبلي و لكن بشكل متناقص تدريجيا مع مرور الزمن بما يجعل التباين محدود أو متناه، أي تتجه قيمته على الأمد الطويل إلى

القيمة V_L و تدعى هذه العملية العودة إلى المتوسط Reversion to the Mean. (سام، الحسين، و غانم، 2013، الصفحات 127-142)

3.1.3. نموذج الانحدار الذاتي المعمم المشروط بعدم التجانس التباين في معادلة الوسط GARCH in Mean: قام كل من Engle et Al (1987) بتقديم نموذج مطور من نماذج ARCH، و الذي يتشابه بشكل كامل مع نموذج GARCH من حيث المعادلات و الشروط، باستثناء معادلة المتوسط التي أضيف إليها حد خاص بالتباين المشروط كمتغيرة مفسرة، أي أن في هذا النوع من النماذج GARCH-M يمكننا إدخال التباين الشرطي في معادلة التوقع الشرطي، و تكون الصيغة الرياضية لهذه النماذج بالشكل التالي (Brooks, 2008, page 140):

$$Y_t = X_t \beta + f(h_t) + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \eta_t \sqrt{h_t}$$

$$h_t = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}$$

2.3. نماذج عائلة GARCH غير المتماثلة (Asymmetric GARCH Models): جاءت هذه النماذج لتأخذ بعين الاعتبار الإشارة (موجبة أو سالبة) التي يكون عليها الخطأ السابق، حيث تنص هذه النماذج أن مفعول أو تأثير عدم تجانس التباين يختلف حسب إشارة الخطأ العشوائي.

1.2.3. نموذج عدم تجانس التباين الشرطي الاسي المعمم Exponential GARCH: جاء هذا النموذج تكملة لنماذج GARCH، و لمعالجة التقلبات بالسالب في النموذج GARCH، و ذلك عن طريق إدخال اللوغاريتم الطبيعي على نموذج التقلبات، و يعد هذا النموذج من النماذج غير متماثلة، و من مزايا هذا النموذج أن المعلمات التي تظهر بالسالب في نموذج GARCH سوف تصبح موجبة عن طريق اللوغاريتم الطبيعي، كما تم إضافة معلمة للنموذج و هي تأثير الرافعة، حيث أن تأثير الرافعة تعبر عن النماذج غير المتماثلة سواء كانت سلبية أم ايجابية التي تحصل في السلاسل المالية، و هذا يعني أن الصدمات السلبية لتقلبات الأسعار يختلف عن التقلبات الايجابية بنفس الحجم، و هذا التأثير يأتي نتيجة الارتباط السليبي بين التغير في السعر و التغير في التقلبات، و يرمز لهذا النموذج بـ EGARCH، و يمكن تعريف النموذج وفق الصيغة الرياضية التالية (karanasos & Kim, 2003, Pages 146-166):

$$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \log(\varepsilon_{t-i}^2) + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(\sigma_{t-j}^2) - \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}}$$

$\text{Log}(h_t)$: يمثل لوغاريتم التباين الشرطي و القيم السابقة للأخطاء

$(\alpha_0, \alpha_i, \beta_j, \gamma_k)$: يمثلون معالم نموذج EGARCH للتقلبات

γ : مقياس النموذج غير المتماثل و يمثل تأثير الرافعة، حيث:

$\gamma = 0$: النموذج متماثل

$\gamma < 0$: التقلبات ايجابية أي الأخبار تكون جيدة

$\gamma > 0$: التقلبات سلبية أي الأخبار تكون سيئة

لا توجد هناك قيود على معالم النموذج EGARCH، و المعالم هي $(\alpha_0, \alpha_i, \gamma_k)$ ما عدا المعلمة β ، و التي يجب أن تكون اقل من الواحد و قيمتها موجبة.

2.2.3. نموذج عدم تجانس التباين الشرطي ذات العتبة Threshold GARCH: الوجه الآخر من النماذج غير المتناظرة تسمى بنموذج TAR، أو ما يعرف بنماذج ARCH ذات العتبة التي اقترحها (Engle and Bollersleve, 1986) و طورت من طرف الباحثين (Rabemananjara and Zokoian, 1991) و أطلق عليه TAR، و تعطى الصيغة العامة لنموذج TAR كما يلي (Saurabh Singh, 2016, Pages93-101):

$$\sqrt{h_t} = \sigma_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q (\alpha_i |\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i I_{t-i} |\varepsilon_{t-i}|) + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$$

حيث: $\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, \gamma_i \geq 0, \beta_j \geq 0$

و لدينا: I_{t-i} تأخذ قيمتين بالشكل التالي:

$$\varepsilon_{t-i} < 0, I_{t-i} = 1$$

$$\varepsilon_{t-i} \geq 0, I_{t-i} = 0$$

3.2.3. نموذج Asymmetric Power GARCH: جاء به (Ding et al 1993) و يكتب بالشكل التالي (Ding, Granger, & Engle, 1993, Pages83-106):

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^\delta$$

حيث:

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, -1 < \gamma_i < 1 \quad i = 1, \dots, q$$

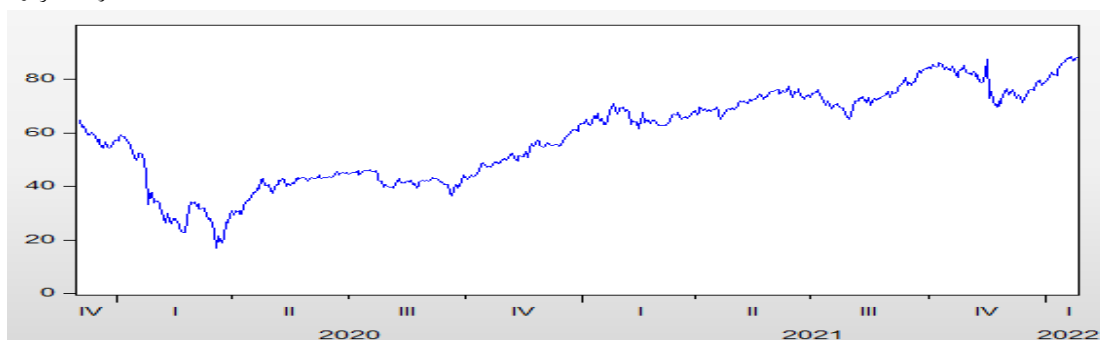
$$\beta_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, p, \quad \delta > 0$$

4. الدراسة القياسية:

1.4. الدراسة التحليلية لبيانات السلسلة: يمثل الشكل التالي منحني تغيرات السلسلة اليومية لأسعار نפט خام البرنت، و ذلك خلال الفترة الممتدة من 02 ديسمبر 2019 إلى غاية 26 جانفي 2022.

الشكل رقم 01: تطور أسعار نפט خام البرنت خلال الفترة (من 2019/12/02 إلى 2022/01/26)

الوحدة: دولار



المصدر: من إعداد الباحث انطلاقاً من معطيات وزارة البترول و الثروة المعدنية المصرية

نلاحظ من خلال التمثيل البياني لسلسلة أسعار النفط، أن هذه السلسلة و خلال فترة الدراسة شهدت مرحلتين، مرحلة الانخفاض من 02 ديسمبر 2019 إلى غاية 18 مارس 2020 حيث انخفض سعر النفط من 64.66 دولار إلى أدنى قيمة له و هي 16.95 دولار، و

نمذجة تقلبات أسعار النفط البرنت خلال فترة جائحة

Covid-19 "من 2019/12/02 إلى 2022/01/26" باستخدام نماذج ARCH

ذلك نظرا لزيادة تأثير جائحة كورونا على الاقتصاد العالمي و الإغلاق المستمر لمعظم دول العالم، و ازدياد التخوف من انتشار فيروس كورونا نظرا لظهور متحورات جديدة أكثر خطورة (مع وجود بعض التذبذبات خلال فترات معينة).

و المرحلة الثانية هي مرحلة الارتفاع (أو الزيادة) هي تمتد من 19 مارس 2020 إلى غاية نهاية فترة الدراسة 26 جانفي 2022، حيث شهدت أسعار النفط انتعاش معتبر و صعود مستمر مع وجود بعض التذبذبات، و ذلك نظرا لرفع بعض القيود على الأنشطة الاقتصادية و سماح معظم دول العالم للمواطنين بالتنقل مع إجبارية احترام إجراءات التباعد، و فرض جواز التلقيح مما ساعد على الرجوع إلى بعض الحركية الاقتصادية، و انتقل سعر النفط من 20 دولار و وصل إلى حوالي 87 دولار.

كما قامت منظمة أوبك على خفض الحصص الإنتاجية ليصل إجمالي التخفيض إلى 4.2 مليون برميل في اليوم " و هو أعلى مستوى للخفض على الإطلاق، مما أدى إلى بداية التحسن في أسعار النفط نتيجة لقرارات الخفض المطبقة.

الدراسة الوصفية: و لمعرفة أهم المؤشرات الإحصائية الوصفية لبيانات السلسلة محل الدراسة، نقوم بإعداد الجدول التالي:

الجدول رقم 01: المؤشرات الإحصائية الوصفية

Mean	Median	Maxi	Mini	Std. Dev	Skewness	Kurtosis	Jarq-Ber	Prob	N Obesr
58.51773	62.43000	88.39000	16.95000	17.07577	-0.24524	1.973246	30.37414	0.000	563

المصدر: من إعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews8

يتبين من مؤشرات الإحصاء الوصفي أن متوسط استعار النفط خلال فترة الدراسة كان حوالي 58.51773 دولار، كما تظهر النتائج وجود تذبذبات كبيرة لأسعار النفط و هذا ما تبرزه القيمة المرتفعة للانحراف المعياري 17.07577. و تشير القيمة السالبة لمعامل Skewness إلى التواء شكل توزيع أسعار النفط نحو اليسار، مشيرا إلى وجود احتمال كبير للحصول على أسعار منخفضة لسوق أسعار النفط. كما يلاحظ أيضا أن توزيع أسعار النفط تتخذ شكلا ليس متطاولا (أي أنه منخفض بعض الشيء)، و ذلك لأن معامل Kurtosis أقل من ثلاثة التي تقابل التوزيع الطبيعي. و هو ما يعني انحراف سلسلة أسعار النفط عن التوزيع الطبيعي، و هو ما تؤكد القيمة الكبيرة لإحصائية Jarque-Bera و المساوية لـ 30.37414، و كذلك القيمة الاحتمالية لإحصائية Jarque-Bera أقل من مستوى المعنوية (Prob=0.0000<0.05)

2.4 دراسة استقرار السلسلة الزمنية: من أجل القيام بعملية نمذجة أي سلسلة زمنية يجب أن نقوم في بداية الأمر بدراسة استقراريتها، أي دراسة مدى ثبات أهم الخصائص الإحصائية لها، و من أجل إجراء ذلك توجد عدة اختبارات يمكن استعمالها.

1.2.4 اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي للسلسلة: تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت معاملات دالة الارتباط الذاتي

ρ_k معدومة، أي تقع داخل مجال الثقة، الجدول التالي يبين دالة الارتباط الذاتي البسيطة و الجزئية للسلسلة Oil.

الجدول رقم 02: دالتي الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي للسلسلة Oil

Date: 02/05/22 Time: 20:33 Sample: 12902/2019-129/2022 Included observations: 563		Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.993	0.993	0.993	557.89	0.000		
2	0.986	0.057	1109.7	0.000			
3	0.980	0.057	1656.5	0.000			
4	0.973	-0.042	2194.7	0.000			
5	0.967	-0.014	2727.2	0.000			
6	0.960	0.009	3253.3	0.000			
7	0.954	0.044	3773.8	0.000			
8	0.948	-0.011	4288.4	0.000			
9	0.941	-0.008	4797.1	0.000			
10	0.935	-0.029	5299.5	0.000			
11	0.928	-0.008	5795.8	0.000			
12	0.922	0.022	6295.2	0.000			
13	0.915	-0.016	6787.6	0.000			
14	0.909	-0.018	7248.9	0.000			
15	0.902	-0.002	7721.2	0.000			
16	0.895	-0.004	8187.5	0.000			
17	0.889	0.025	8648.3	0.000			
18	0.883	-0.002	9103.5	0.000			
19	0.877	-0.004	9553.3	0.000			
20	0.870	-0.002	9997.7	0.000			
21	0.864	-0.020	10435.0	0.000			
22	0.857	-0.013	10866.0	0.000			
23	0.850	0.007	11292.0	0.000			
24	0.843	-0.013	11712.0	0.000			
25	0.838	0.080	12127.0	0.000			
26	0.832	-0.033	12537.0	0.000			
27	0.826	-0.016	12942.0	0.000			
28	0.820	-0.006	13341.0	0.000			
29	0.814	0.000	13735.0	0.000			
30	0.808	-0.019	14125.0	0.000			
31	0.803	0.021	14512.0	0.000			
32	0.797	-0.023	14892.0	0.000			

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

و نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي البسيط كلها معنوية تختلف عن الصفر، مما يدل على عدم استقرار السلسلة، و هذا ما تؤكدته نتائج اختبار Ljung-Box التي جاءت إحصائيتها Q-Stat بالنسبة لجميع فترات التأخير أكبر من القيمة الجدولة لتوزيع كاي تربيع ذو درجة حرية الموافقة للتأخير، و ذلك عند مستوى معنوية 5%.

2.2.4. اختبار الجذر الوحدوي: يمكننا التأكد من استقرار السلسلة الزمنية باستعمال اختبارات جذور الوحدة، و لعل أهمها اختبار ديكي-فولر الموسع ADF Test، حيث اقترح ثلاثة نماذج لتوصيف السلسلة الزمنية المدروسة: النموذج الأول دون ثابت و بدون اتجاه عام، النموذج الثاني مع ثابت و دون اتجاه عام، و النموذج الثالث مع ثابت و اتجاه عام. و في ما يلي النتائج المتعلقة بتطبيق اختبار ديكي فولر الموسع على سلسلة أسعار النفط Oil:

الجدول رقم 03: نتائج اختبار ديكي فولر

نموذج السلسلة	معلومات النموذج	القيمة المقدرة	الاحتمال
النموذج الثالث	B	0.003498	0.0000
	C	0.858145	0.0034
	t	-3.881259	0.1340

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

و من خلال الجدول أعلاه نلاحظ بالنسبة للنموذج الثالث أن احتمال معنوية معلمة الاتجاه العام يساوي 0.0000 و هو أقل من مستوى المعنوية 5%، و منه فإن النموذج الذي يصف السلسلة الزمنية Oil يحتوي على مركبة الاتجاه العام أي أنها من نوع (Trend Stationary)TS، و لذلك يتم اتخاذ قرار استقرار السلسلة الزمنية Oil على مستوى هذا النموذج، و عند ملاحظة احتمال المعنوية المتعلق بإحصائية ديكي فولر نجد أنها مساوية لـ 0.1340، و هي أكبر من مستوى المعنوية المعتمد 5%، لذلك فإن السلسلة الزمنية غير مستقرة عند المستوى، و لجعلها مستقرة نقوم بنزع مركبة الاتجاه العام من قيم السلسلة الزمنية الأصلية، أي أننا نجري العملية التالية:

$$oil - (b_1t + b_0)$$

حيث: t يعبر عن الفترات الزمنية أي أنها تأخذ القيم التالية: $t = 1, 2, 3, \dots, 37$

و بعد عملية تقدير معادلة خط الاتجاه العام باستعمال طريقة المربعات الصغرى، و بحساب بواقى عملية تقدير المعادلة الانحدارية التالية:

$$oil = b_1t + b_0 + e_t$$

نتحصل على السلسلة الجديدة و هي سلسلة بواقى عملية التقدير، و التي نرمز لها بالرمز e_t ، حيث نقوم بدراسة استقرار السلسلة e_t باستعمال اختبار ADF فنتحصل على النتائج التالية:

الجدول رقم 04: نتائج اختبار ديكي فولر

نموذج السلسلة	معلومات النموذج	القيمة المقدرة	الاحتمال
النموذج الثالث	B	0.000681	0.0972
	C	-0.241359	0.0705
	t	-3.881259	0.0134
النموذج الثاني	C	-0.049633	0.4565
	t	-3.877666	0.0024
النموذج الأول	t	-3.878561	0.0001

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

و بالنسبة لنتائج دراسة الاستقرارية بعد عملية نزع مركبة الاتجاه العام، فنلاحظ أن النموذج الثالث لا يعبر عن توصيف السلسلة، و ذلك لأن احتمال معنوية معامل الاتجاه (0.0972) أكبر من مستوى المعنوية 5%، و كذلك بالنسبة النموذج الثاني فهو لا يوصف السلسلة الزمنية لأن احتمال معنوية الثابت (0.4565) أكبر من مستوى المعنوية 5%، و منه فإن النموذج المعبر عن السلسلة الزمنية هو النموذج الأول بدون ثابت و بدون اتجاه العام، و يتم اتخاذ قرار الاستقرارية على مستوى هذا النموذج، و بما أن احتمال معنوية إحصائية ديكي فولر يساوي 0.0001 و هي أقل من مستوى المعنوية 5%، و منه فإن السلسلة مستقرة و ذلك بعد إزالة مركبة الاتجاه العام، و لذلك سوف نتعامل السلسلة الزمنية المستقرة.

3.4 التعرف على النماذج: في هذه المرحلة نقوم باختيار النموذج الملائم للسلسلة الزمنية المدروسة من بين نماذج ARMA، كما نقوم بتحديد درجة كثير الحدود المناظرة لنماذج الانحدار الذاتي AR و المتوسطات المتحركة MA، و لتحقيق ذلك نستخدم خصائص كل من دالة الارتباط الذاتي و دالة الارتباط الذاتي الجزئي التي تطرقنا إليها سابقا، حيث سوف نعتمد على التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي للسلسلة المستقرة المعبرة عن بيانات سلسلة أسعار النفط (في هذه الحالة لدينا السلسلة e_t) التالي:

الجدول رقم 05: دالتي الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي للسلسلة e_t

Date: 02/12/22 Time: 06:25
Sample: 12/02/2019 1/26/2022
Included observations: 563

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.969	0.969	531.21	0.000	
2	0.941	0.034	1032.9	0.000	
3	0.914	0.016	1507.6	0.000	
4	0.886	-0.034	1954.7	0.000	
5	0.859	-0.010	2375.2	0.000	
6	0.833	0.013	2771.6	0.000	
7	0.809	0.022	3146.5	0.000	
8	0.784	-0.038	3498.7	0.000	
9	0.759	-0.014	3829.1	0.000	
10	0.731	-0.045	4136.9	0.000	
11	0.705	-0.002	4423.5	0.000	
12	0.678	-0.023	4689.3	0.000	
13	0.652	-0.008	4935.3	0.000	
14	0.626	-0.016	5162.3	0.000	
15	0.601	0.009	5372.2	0.000	
16	0.574	-0.055	5563.9	0.000	
17	0.549	0.018	5739.6	0.000	
18	0.524	-0.021	5899.8	0.000	
19	0.498	-0.018	6045.1	0.000	
20	0.469	-0.077	6174.0	0.000	
21	0.440	-0.026	6287.7	0.000	
22	0.410	-0.037	6386.6	0.000	
23	0.381	-0.010	6472.0	0.000	
24	0.351	-0.023	6544.9	0.000	
25	0.324	0.017	6607.1	0.000	
26	0.296	-0.048	6659.0	0.000	
27	0.267	-0.023	6701.4	0.000	
28	0.239	-0.013	6735.5	0.000	
29	0.211	-0.025	6762.1	0.000	
30	0.183	-0.009	6782.1	0.000	
31	0.158	0.013	6797.0	0.000	
32	0.134	0.001	6807.7	0.000	
33	0.111	0.007	6815.1	0.000	

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8

من خلال التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي و الارتباط الذاتي الجزئي المبين في الجدول رقم 05، نلاحظ أن معاملات دالة الارتباط الذاتي البسيط (ACF) في تناقص مستمر كلما قمنا بزيادة فترة التأخير، أما بالنسبة لمعاملات دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) فنلاحظ أن جميعها معدومة باستثناء فترة التأخير الأولى فهي غير معدومة، و هذا ما يجعلنا أن نقول أن النموذج الذي تتبعه السلسلة هو نموذج AR(1).

4.4 تقدير النموذج: بعد معرفة نوع النموذج و رتبته سنقوم بتقدير معاملات النموذج المعبر عن السلسلة المستقرة، و الجدول التالي يبين نتائج عملية التقدير:

الجدول رقم 06: نتائج تقدير النموذج

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 02/12/22 Time: 22:22
Sample (adjusted): 12/03/2019 1/26/2022
Included observations: 562 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.145010	0.489174	4.384968	0.0000
RESID^2(-1)	0.147292	0.041727	3.529881	0.0004
R-squared	0.021766	Mean dependent var		2.520648
Adjusted R-squared	0.020019	S.D. dependent var		11.43391
S.E. of regression	11.31888	Akaike info criterion		7.694374
Sum squared resid	71745.57	Schwarz criterion		7.709789
Log likelihood	-2160.119	Hannan-Quinn criter.		7.700392
F-statistic	12.46006	Durbin-Watson stat		2.014470
Prob(F-statistic)	0.000450			

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

5.4 اختبار اثر ARCH: و لمعرفة نموذج الانحدار الذاتي الغير مشروط بثبات التباين يجب أولا نقوم بإجراء الاختبار الذي يبين وجود مشكلة عدم ثبات تباين. و لذلك تم اختيار اختبار LM-ARCH Test و الذي طبق على البواقي الناتجة من تقدير نموذج AR(1). يتضمن الجدول التالي نتائج اختبار أثر ARCH في سلسلة بواقي نموذج الانحدار AR.

الجدول رقم 07: نتائج اختبار أثر ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	12.46006	Prob. F(1,560)	0.0004
Obs*R-squared	12.23239	Prob. Chi-Square(1)	0.0005

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

حيث نجد إحصائية $LM=Obs \cdot R^2=12.23239$ لأسعار النفط أكبر تماما من القيمة الحرجة لتوزيع كاي مربع $\chi^2(1)_{\alpha=0.05} = 3.84$ ، و كذا نجد أن القيمة الاحتمالية المقابلة لـ F-statistic المحسوبة 0.0004 أقل من مستوى المعنوية $\alpha = 0.05$. و عليه نستنتج وجود أثر ARCH في سلسلة البواقي، ما يقودنا إلى أن تباين سلسلة أسعار النفط غير ثابت عبر الزمن، و يمكننا تطبيق نماذج GARCH على السلسلة محل الدراسة.

6.4 تقدير نماذج ARCH: يتم تحديد درجة أو رتبة نموذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم ثبات التباين ARCH من خلال مربع البواقي الناتجة عن عملية تقدير أفضل أو أنسب نموذج لبيانات السلسلة الزمنية محل الدراسة، و ذلك بالرجوع إلى دالتي الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي، و الموضحة في الشكل التالي:

**نمذجة تقلبات أسعار النفط البرنت خلال فترة جائحة
Covid-19 "من 2019/12/02 إلى 2022/01/26" باستخدام نماذج ARCH**

الجدول رقم 08: دالتي الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي لسلسلة النموذج AR(1)

Sample: 12/02/2019 1/26/2022
Included observations: 562

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.145	0.145	11.923	0.001
		2	0.079	0.059	15.424	0.000
		3	0.029	0.010	15.891	0.001
		4	-0.001	-0.011	15.892	0.003
		5	0.027	0.027	16.313	0.006
		6	0.028	0.022	16.770	0.010
		7	0.013	0.003	16.860	0.018
		8	0.016	0.010	17.005	0.030
		9	0.010	0.005	17.061	0.048
		10	0.003	-0.001	17.065	0.073
		11	0.022	0.020	17.335	0.098
		12	0.009	0.002	17.377	0.136
		13	0.003	-0.002	17.383	0.182
		14	0.007	0.005	17.413	0.235
		15	0.013	0.012	17.513	0.289
		16	0.013	0.008	17.605	0.348
		17	-0.008	-0.015	17.646	0.411
		18	-0.012	-0.011	17.730	0.474
		19	0.028	0.033	18.188	0.510
		20	0.009	0.002	18.234	0.572
		21	0.002	-0.005	18.236	0.634
		22	0.020	0.019	18.478	0.677
		23	0.018	0.015	18.675	0.720
		24	0.006	-0.002	18.695	0.768
		25	-0.008	-0.013	18.730	0.810
		26	0.009	0.011	18.777	0.846
		27	-0.005	-0.009	18.795	0.877
		28	-0.001	-0.001	18.795	0.904
		29	-0.007	-0.006	18.821	0.926
		30	-0.009	-0.009	18.874	0.943
		31	-0.018	-0.016	19.059	0.954
		32	-0.002	0.004	19.062	0.966
		33	-0.002	0.000	19.065	0.975
		34	-0.012	-0.013	19.148	0.981
		35	-0.002	0.000	19.151	0.986
		36	-0.001	0.003	19.152	0.990

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

و من خلال معاملات دالتي الارتباط الذاتي البسيط و الارتباط الذاتي الجزئي المتعلقة بسلسلة مربعات البواقي، يتبين أن رتبة أو درجة نموذج ARCH في هذه الحالة هي "1"، أي أننا بصدد التعامل مع نموذج ARCH(1). و نظرا لعدم معرفة شكل (أو دالة) عدم ثبات تبين البواقي فإننا سنقوم بتقدير أشهر النماذج المتعلقة بأثر ARCH، و في الجدول التالي قيم معايير المفاضلة بين النماذج المقدره.

الجدول رقم 09: معايير المفاضلة بين النماذج المقدره

PARCH(1,1)	EGARCH(1,1)	GARCH-M(1,1)	GARCH(1,1)	ARCH(1)	النماذج المعايير
3.454449	3.463105	3.453047	7.072216	7.694374	AIC
3.500693	3.501642	3.499291	7.103045	7.709789	SIC
3.472504	3.478150	3.471101	7.084252	7.700392	HQC
0.963615	0.963629	0.963527	0.011032	0.021766	R2

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

نلاحظ من خلال النتائج أن النموذج PARCH(1,1) يتميز بمعايير معلومات منخفضة نسبيا مقارنة بالنماذج الأخرى، كما أن معامل التحديد لهذا النموذج هو الأكبر، مما يجعله ذو القوة التفسيرية الأفضل. و منه و من خلال معايير المفاضلة بين النماذج المأخوذة في الجدول أعلاه أن أفضل و أنسب نموذج للتعبير عن تقلبات تبين بواقي نموذج السلسلة اليومية لأسعار نפט خام برنت خلال فترة الدراسة هو نموذج PARCH(1,1)، و الذي يكتب كما يلي:

$$\sqrt{h_t}^{2.354231} = 0.364241 + 0.326250|\varepsilon_{t-1}| - 0.068304\varepsilon_{t-1}^{2.354231} + 0.529202\sqrt{h_{t-1}}^{2.354231}$$

7.4. تشخيص النموذج الأمثل: و للتأكد من صلاحية استعمال النموذج الأمثل المتحصل عليه نقوم بإجراء بعض الاختبارات التشخيص العامة.

الجدول رقم 10: نتائج تقدير النموذج PARCH(1,1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.976247	0.005338	182.9007	0.0000
Variance Equation				
C(2)	0.364241	0.110271	3.303148	0.0010
C(3)	0.326250	0.046291	7.047743	0.0000
C(4)	0.068304	0.037403	1.826178	0.0678
C(5)	0.529202	0.064395	8.218096	0.0000
C(6)	2.354231	0.627873	3.749534	0.0002
R-squared	0.963615	Mean dependent var	-0.056657	
Adjusted R-squared	0.963615	S.D. dependent var	8.280796	
S.E. of regression	1.579560	Akaike info criterion	3.454449	
Sum squared resid	1399.700	Schwarz criterion	3.500693	
Log likelihood	-964.7003	Hannan-Quinn criter.	3.472504	
Durbin-Watson stat	2.143941			
Inverted AR Roots	.98			

المصدر: من إعداد الباحث بالاستعانة ببرنامج Eviews8.

يتبين من نتائج تقدير نموذج PARCH أن كل من معلمة نموذج السلسلة الزمنية محل الدراسة معنوي، وكذلك معاملات معادلة تباين بواقي النموذج وفق صيغة PARCH معنوية، مع ملاحظة أن المعلمة C(4) معنوية عند 10%، إلا أنها لا تتعد عن مستوى المعنوية 5% بكثير لذلك يمكن قبول معنويتها عند 5%. أما بالنسبة للمعنوية الكلية للنموذج فنلاحظ أن $LM = nR^2 = (562) * (0.963615) = 541,5516$ و لدينا $\chi^2(1)_{\alpha=5\%} = 3.8415$ و بما أن $LM > \chi^2(1)_{\alpha=5\%}$ فإننا نرفض فرضية العدم H_0 و منه فإن النموذج المتحصل عليه معنوي بشكل كامل، أي مقبول من الناحية الإحصائية و ذلك عند مستوى المعنوية $\alpha = 5\%$.

بالإضافة إلى أن النموذج لا يعاني من مشكلة الارتباط الذاتي للبواقي، و ذلك نظرا لأن قيمة إحصائية داربن واتسون $DW=2.143941$ تقترب من القيمة 2. كما أن النموذج لا يعاني مشكلة عدم تجانس تباين البواقي، و ذلك لأن القيمة الاحتمالية لاحصائية F-statistic المحسوبة 0.6364 أكبر من مستوى المعنوية $\alpha = 5\%$.

و منه و من خلال النتائج السابقة يتبين أن النموذج المعبر عن تغيرات سلسلة أسعار النفط خام برنت، و خلال الفترة من 2019/12/02 إلى غاية 2022/01/26، و ذلك بعد الأخذ بعين الاعتبار معادلة مركبة الاتجاه العام التي حذفت لجعل السلسلة مستقرة، نتوصل إلى الكتابة التالية للنموذج:

$$\begin{cases} Oil_t = 32.435073 + 0.991051Oil_{t-1} + 0.292875t + \varepsilon_t \\ \sqrt{h_t}^{2.354231} = 0.364241 + 0.326250|\varepsilon_{t-1}| - 0.068304\varepsilon_{t-1}^{2.354231} + 0.529202\sqrt{h_{t-1}}^{2.354231} \end{cases}$$

5. الخاتمة:

حاولنا من خلال هذه الدراسة معرفة مدى فعالية نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم تجانس التباين في قياس تقلبات أسعار النفط البرنت اليومية خلال الفترة من 2019/12/02 إلى غاية 2022/01/26، و تطلب هذا الاعتماد على المنهجية العلمية للدراسات القياسية، حيث توصلنا إلى مجموعة من النتائج، و المتمثلة فيما يلي:

-شهدت سلسلة أسعار النفط البرنت خلال فترة الدراسة تقلبات كبيرة، مما يفسر استعمال النموذج المقترح في الدراسة.

-السلسلة الزمنية لأسعار النفط البرنت غير مستقرة لأنها تحتوي على مركبة الاتجاه العام، حيث بعد نزعها تحصلنا على سلسلة مستقرة.

-اختبار ARCH يؤكد عدم تباين البواقي، و هذا يسمح لنا باستعمال نماذج ARCH

-أفضل نموذج يعبر عن السلسلة الزمنية محل الدراسة هو نموذج $AR(1)$ ، أما النموذج الذي يفسر تقلبات تباين البواقي هو نموذج $PARCH(1,1)$ ، و الذي يكتب كما يلي:

-بعد إجراء معظم اختبارات تشخيص جودة النموذج تبين أن النموذج المتوصل إليه يخلو من أهم المشاكل القياسية، كما أن جميع المعلومات المرتبطة به معنوية، و منه يمكن استعمال النموذج في التحليل و التنبؤ.

التوصيات: بناء على ما سبق تقترح ما يلي:

-تعزيز استخدام النماذج الحديثة في مختلف الدراسات التي تهتم بنمذجة أسعار النفط، و ذلك لقدرتها على إعطاء نتائج دقيقة لمتخذي القرار و واضعي السياسات الاقتصادية لمواجهة تقلبات أسعار النفط، و آثارها على الاقتصاديات المختلفة.

-لا بد من وضع آلية مراقبة لتقلبات أسعار النفط و وضع خطط و سياسات لمواجهة و التعامل مع هذه التقلبات.

المراجع:

- C Brooks .(2008) .*Introductory econometrics for finance* .Cambridge England: Cambridge University Press.
 - Dritsaki Chaido .(2018) .The performance of hybrid ARIMA GARCH modeling and forecasting oil price .*International journal of energy economics and polic.*،(8) 3, pages14-21.
 - J Knight ،S Satchel و k John .(2007) .Forecasting Volatility in the Financial Markets.107 .
 - Kisek Lee ،Shawn Ni و Ronald A Ratti .(1995) .Oil Shocks and the Macroeconomy: The Role of Price Variability .*The Energy Journal*.56-39 الصفحات 16 ، (4) ،
 - L T Saurabh Singh .(2016) .Modelling Stock Market Return Volatility: Evidence from India .*Research Journal of Finance and Accounting*، (13) 7, pages93-101 .
 - M karanasos و J Kim .(2003) .Moment of the ARMA-EGARCH model .*Econometrics Journal* ، 166-146 .
 - philip hans franses و Dick van dijk .(2011) .Nonlinear Time Series Models in Empirical Finance .*Cambridge university press*.137-136 ،
 - Robert F Engle) .July, 1982 .(Autoregressive Conditional Heteroscedasticity With Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation) .*Econometric Society* (المحرر) ،*Econometrica*، الصفحات 50 ، (4) ، 1007-987 .
 - T M Tuyen .(2011) .Modeling volatility using GARCH models: evidence from Vietnam .*Economics Bulletin*.1937 صفحة ،
 - YACINE GRICI و GHANIA MEDJANI النفطية الأزمة في ظل الأوبك في ظل الأزمة النفطية .(2017, 06 30) .*Revue d'économie et de statistique appliquée* باستخدام نموذج GARCH.
 - Z Ding ،C W J Granger و R F Engle .(1993) .A long memory property of stock market returns and a new model .*Journal of Empirical Finance* 1.106-83 ،
- (2013) .*اضاءات* . الكويت: معهد الدراسات المصرفية.

نمذجة تقلبات أسعار النفط البرنت خلال فترة جائحة

ARCH Covid-19 ”من 2019/12/02 الى 2022/01/26“ باستخدام نماذج ARCH

- بن الزين حمزة، و وليد قرونة. (2016). أثر تطور أسعار النفط على السياسة المالية للجزائر 2000-2015. *المجلة الجزائرية للدراسات المحاسبية و المالية ، الصفحات 90-85.*
- زينة الأحمد، و آلاء قصي سلمان. (2019). نمذجة التذبذبات في الأسواق المالية الناشئة: حالة سوق دمشق للاوراق المالية خلال الفترة 2010-2016. *مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية ، 2 (41)، الصفحات 261-280.*
- عماد غزالي. (05, 01, 2020). نمذجة تقلبات أسعار النفط باستخدام نماذج الانحدار الذاتي المشروطة بعدم ثبات التباين، دراسة حالة سعر نفط برنت للفترة (جانفي 1990-جويلية 2019). *مجلة الاستراتيجية و التنمية .*
- غالب عمر فوزية. (2013). دراسة تذبذبات اسعار النفط على المستوى العالمي و التحليل الاحصائي للسلسلة الزمنية 2000-2009. *جامعة البصرة .*
- محمد سام، محمد الحسين، و عدنان غانم. (2013). اختبار اثر الرافعة و سلوك التذبذب في سوق دمشق للاوراق المالية. *سلسلة العلوم الاقتصادية و القانونية ، 7 (35)، 127-142.*
- مصطفى بودرامه. (2008). التحديات التي تواجه مستقبل النفط في الجزائر. *المؤتمر العلمي الدولي للتنمية المستدامة و الكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة . سطيف: جامعة سطيف.*
- مصطفى جاب الله. (30, 06, 2019). استخدام نماذج ARIMA-GARCH للتنبؤ باسعار خام مزيج الصحاري. *مجلة الدراسات المالية و المحاسبية و الادارية .*
- مولود بوعوينة، و جمال هاشم. (25, 06, 2017). العلاقة بين أسعار النفط و بعض المتغيرات الاقتصادية الكلية في الجزائر-مقارنة تحليلية وصفية- *. الريادة لاقتصاديات الاعمال ، صفحة 124.*
- نبيل زغبي. (2011). أثر السياسات الطاقوية للاتحاد الاوربي على قطاع المحروقات في الاقتصاد الجزائري. *مذكرة لنيل شهادة الماجستير . العلوم الاقتصادية، جامعة فرحات عباس سطيف.*
- نواف الرومي. (2000). *منظمة الأوبك و أسعار النفط العربي الخام. ليبيا: الدار الجماهيرية.*