الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
جامعة غرداية
كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

تخصص اقتصاد كمي

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات الحصول على شهادة اليسانس

التنبؤ بأسعار البترول خلال الفترة من 1990 الى 2025 بإستخدام نموذج Arma

إعداد الطالب:

- قربوز عبد الواحد
- كيوص زكرياء عبد الرحمان

إشـــراف:

- عنشيل عبدالله

العام الجامعي :2024-2025م

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
جامعة غرداية
كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

تخصص اقتصاد كمي

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات الحصول على شهادة الليسانس

التنبؤ بأسعار البترول خلال الفترة من 1990 الى 2025 بإستخدام نموذج Arma

إعداد الطالب:

- قربوز عبد الواحد
- كيوص زكرياء عبد الرحمان

إشـــراف:

- عنشيل عبدالله

العام الجامعي :2024-2025م

﴿يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ
آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ
أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ﴾

صدق الله العظيم

سورة المجادلة: الآية (11)

إهداء

إلى من غرسا فينا حب التعلم، وكانا النور الذي نهتدي به في دروب الحياة، إلى والدينا الأعزاء، نهدي هذا العمل تقديرًا لجهودهما ودعواتهما الصادقة.

إلى إخوتنا الذين كانوا لنا سندًا في كل مراحل هذا المشوار، وشاركونا التعب والفرح، نهديكم هذه الثمرة التي نضعها اليوم بين أيديكم بفخر وامتنان.

إلى كل من أحب لنا الخير، ولكل من كان سببًا في استمراريتنا، هذا الإهداء لكم جميعًا.

شكر وتقدير

نتقدم بجزيل الشكر والامتنان الى كل من ساهم في إنجاح هذا العمل المتواضع، وعلى رأسهم مشرفنا الفاضل ، الذي لم تبخل علينا بتوجيهاتها السديدة ونصائحها القيمة، فكانت خير مُرافقة في هذه الرحلة العلمية.

كما نوجه شكرًا خاصًا للإطار الإداري بالمؤسسة ما وجدناه من تعاون واهتمام وتسهيلات

ولا يفوتنا أن نشكر كل من قدم لنا يد العون، من قريب أو بعيد، فلكم جميعًا منا كل التقدير والعرفان.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل سلوك أسعار البترول خلال فترة زمنية محددة، وبناء نموذج قياسي باستخدام نموذج ARMA للتنبؤ بالأسعار المستقبلية. ويأتي هذا في ظل الأهمية الاستراتيجية للبترول باعتباره موردًا رئيسيًا يؤثر على الاقتصاد العالمي، وتغيراته تشكل تحديًا كبيرًا لصنّاع القرار الاقتصادي.

عتمدت الدراسة على بيانات زمنية شهرية لأسعار خام برنت، وتم اختبار استقرار السلسلة الزمنية باستخدام اختبار ديكي–فولر الموسّع(ADF) ، ثم تحديد المعلمات المثلى للنموذج باستخدام معايير اختيار النماذج مثل AIC و .BICبعد بناء النموذج، تم استخدامه في التنبؤ بقيم مستقبلية لأسعار البترول، ومقارنتها بالقيم الحقيقية لتقييم دقة التنبؤ.

أظهرت النتائج أن نموذج ARMA يحقق أداءً جيدًا في التنبؤ بالأسعار في المدى القصير، إذ كانت الفروق بين القيم المتنبأ بها والحقيقية محدودة، مما يؤكد إمكانية الاعتماد عليه كأداة تحليلية مساعدة في رسم السياسات الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية:

البترول، نموذج ARMA، التنبؤ، السلاسل الزمنية، تحليل قياسي، أسعار خام برنت.

Abstract:
This study aims to analyze the behavior of oil prices over a specific time period and to construct an econometric model using the ARMA (AutoRegressive Moving Average) approach to forecast future prices. Given the strategic importance of oil as a primary resource influencing global economic activity, its price fluctuations represent a significant challenge for economic policymakers.

The study utilized monthly time series data of Brent crude oil prices. The stationarity of the series was tested using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test. Optimal ARMA model parameters (p and q) were identified based on information criteria such as AIC and BIC. The selected ARMA model was then applied to forecast future oil prices, and the predicted values were compared with actual observations to assess forecasting accuracy.

The results demonstrated that the ARMA model performs well in short-term oil price forecasting, with relatively low error margins between the predicted and actual values. This confirms the model's effectiveness as a reliable analytical tool to support economic decision-making.

Keywords:

Oil Prices, ARMA Model, Forecasting, Time Series, Econometrics, Brent Crude.

مقدمة

مقدمة

يُعد البترول من أهم مصادر الطاقة في العالم، نظرًا لدوره الحيوي في دعم الأنشطة الاقتصادية والصناعية، حيث يُمثل عصبًا أساسيًا لأي قوة اقتصادية حديثة. ونظرًا للتقلبات الحادة التي تشهدها الأسواق النفطية بفعل العوامل الاقتصادية والجيوسياسية، أصبحت مسألة التنبؤ بأسعاره ضرورة حتمية لصنّاع القرار، من أجل رسم سياسات اقتصادية ومالية أكثر دقة واستقراراً.

وقد ازداد الاهتمام خلال العقود الأخيرة بتطبيق نماذج قياسية دقيقة لتحليل سلوك أسعار البترول وتوقع حركتها المستقبلية. ومن بين هذه النماذج يبرز نموذج ARMA

كأحد الأدوات الإحصائية الكلاسيكية التي أثبتت فعاليتها في تحليل السلاسل الزمنية المستقرة، لما يتمتع به من بساطة في التطبيق ودقة في التنبؤ، خاصة في المدى القصير.

في التنبؤ بأسعار البترول خلال فترة ARMA تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أداء نموذج زمنية محددة، وتحليل مدى إمكانية الاعتماد عليه في دعم السياسات الاقتصادية للدول المنتجة والمستهلكة للبترول. كما تسعى الدراسة إلى اختبار مدى استقرار السلسلة الزمنية من الخاصة بأسعار البترول، وتحديد أفضل تركيب للنموذج من حيث القيم المثلى للمعلمات خلال مجموعة من الاختبارات الإحصائية.

إشكالية الدراسة

ما مدى نجاح نموذج ARMA في الحصول على تنبؤات دقيقة لأسعار البترول يمكن للدول الاعتماد عليها مستقبلا ؟

ومحاولة في الاجابة على هذه الإشكالية نطرح الأسئلة الفرعية التالية:

ما هي خصائص نموذج ARMA وكيف يتم استخدامه في تحليل السلاسل الزمنية؟
هل يمكن الاعتماد على نتائج هذا النموذج في رسم السياسات الاقتصادية؟
ما مدى دقة نتائج نموذج ARMA مقارنة بالقيم الحقيقية لأسعار البترول؟

فرضيات الدراسة

نموذج ARMA مناسب لتحليل السلاسل الزمنية المستقرة لأسعار البترول ويمكنه تمثيل التغيرات الزمنية بدقة.
يمكن الاعتماد على نتائج نموذج ARMA في دعم القرارات الاقتصادية، خصوصًا على المدى القصير.
نموذج ARMA1,1 يقدم توقعات دقيقة لأسعار البترول، حيث تكون الفروقات بين القيم المتوقعة والحقيقية ضمن حدود مقبولة حسب مؤشرات الخطأ مثل RMSE وMAE.

أهداف الدراسة

- تحليل السلوك الزمني لأسعار خام برنت خلال الفترة (1990–2025)
- اختبار استقرارية السلسلة الزمنية وتحديد خصائصها.
- بناء نموذج ARMA لتفسير حركة أسعار البترول.
- تقديم تفسير اقتصادي للنتائج وتحليل انعكاسها على الاقتصاد الجزائري.
- اقتراح أدوات كمية فعّالة لدعم عملية التنبؤ بأسعار النفط.

أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في النقاط التالية:

- تقديم نموذج تطبيقي لتحليل سلسلة زمنية اقتصادية واقعية.
- دعم قدرات الباحثين وصناع القرار في فهم آليات تقلب أسعار النفط.
- تعزيز استخدام أدوات كمية دقيقة في التنبؤ بأسعار سلعة استراتيجية.
- المساهمة في توجيه السياسات الاقتصادية نحو تقليل التبعية للنفط وتنويع مصادر الدخل.

الفصل الأول: الإطار النظري لتقلبات أسعار البترول

تمهيد

يُعد البترول من أبرز الموارد الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر على الاقتصاد العالمي، حيث تلعب أسعاره دورًا محوريًا في تشكيل السياسات الاقتصادية للعديد من الدول، سواء كانت منتجة أو مستهلكة. وتُعد تقلبات أسعار البترول من الظواهر الاقتصادية التي تحظى باهتمام كبير من الباحثين وصنّاع القرار، نظرًا لما تترتب عليها من آثار عميقة على المؤشرات الاقتصادية الكلية، مثل الموازنة العامة، ومعدلات النمو، وسياسات التنمية.

في هذا السياق، يهدف هذا الفصل إلى تقديم الإطار النظري الذي يسهم في فهم الخلفية المفاهيمية والتفسيرية لتقلبات أسعار البترول. يتناول المبحث الأول المفاهيم الأساسية المتعلقة بالبترول وأسعاره، مع توضيح أنواع هذه الأسعار وأهميتها الاقتصادية. بينما يستعرض المبحث الثاني العوامل المتنوعة التي تؤثر على هذه الأسعار، سواء كانت اقتصادية أو جيوسياسية أو بيئية. ويختتم الفصل في المبحث الثالث بتحليل التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لهذه التقلبات على الاقتصاد الكلي، مع التركيز على الموازنة العامة والتنمية الاقتصادية، مستعرضًا التجربة الجزائرية كحالة دراسية.

المبحث الأول: الأطار النظري للبترول

المطلب الأول :ماهية البترول

أولا: تعريفه

لنقط أو البترول (كلمة مشتقة من الأصل اللاتيني " بيترا " و الذي يعنى صخرة " أوليوم " والتي تعنى الزيت) ويطلق عليه أيضا الزيت الخام . كما أن له اسم " الذهب الأسود " وهو عبارة عن سائل كثيف قابل للاستعمال ، بني غامق أو بني بني مخضر ، يوجد في الطبقة العليا من القشرة الأرضية ، وأحيانا يسمى نافتا من اللغة الفرنسية (نافت ، أو نافاتا والتي تعني قابلية للسريان.)[1]

وهو يتكون من خليط معقد من الهيدروكربورات ، وخاصة من سلسلة الألكانات، ولكنه يختلف في مظهره وتركيبه ونقاوته بشدة من مكان لآخر، ومصدر من مصادر الطاقة الأولية .الهام للغاية (إحصائيات الطاقة في العالم)

النقط هو مادة الخام العديد من المنتجات الكيماوية ، بما فيها الأسمدة ، مبيدات الحشرات، أو هو سائل أسود كثيف سريع الاشتغال مكون من خليط من المركبات العضوية، .اللدائن والتي تتكون من عنصري الكربون والهيدروجين وتعرف باسم االهيدروكربونات.

أنواع النفط:

النفط الخام الموجود في الطبيعة كونه مادة متجانسة في عناصر مكونة له، إلا أنه لا يكون على نوع واحد في العالم، فهو على أنواع من متعددة تتأثر قنات الأنواء بالخصائص الطبيعية أو الكيماوية

[1]. سعيد خليفة الحموي. أساسيات إنتاج الطاقة) بترول ، كهرباء ، الغاز (الأكاديميون للنشر و التوزيع ، عمان، الأردن، الطبعة الأولى ، 0261 .ص 82 -84.

ما تختلف أنواع النفط حسب خصائصها الكيميائية و الفيزيائية من حيث اللزوجة – التطاير – الخطورة السمية وغيرها، وتتمثل في

–نفط خفيف جدا Very light oil كوقود الطائرات ، والبنزين

–النفط الخفيف Light oil كالديزل

–النفط المتوسط Medium oil أغلب النفط الخام .

–النفط الثقيل Heavy oil الخام الثقيل.[1]

وبالتالي تمثل ديناميكية البترول داخل الطبقات الجيولوجية، الناتجة عن تفاعل مجموعة من العوامل الطبيعية، أحد المفاتيح الأساسية لفهم كيفية تكوين الحقول النفطية وتقدير الجدوى الاقتصادية لاستغلالها. فكلما تمكن الباحثون من تحليل هذه الحركات بدقة، أصبحت عمليات التنقيب أقل تكلفة وأكثر فعالية. بالإضافة إلى ذلك، يسهم فهم هذه الحركة الطبيعية في تقليل المخاطر المرتبطة بعمليات الحفر العشوائي، ويعزز من الحفاظ على البيئة الجيولوجية المحيطة بمناطق الاستخراج.

[1] سعيد خليفة الحموي المرجع السابق ص 166

المطلب الثاني : العوامل المؤثرة في النفط

عوامل عديدة لعبت دورا كبيرا في تحديد هذه الأسعار من أهمها عاملى العرض والطلب ، حيث سيستمر دورهما في التأثير على عملية تسعير الأوبك الخام على المدى القصير والمتوسط.[21]

-الطلب على النفط

تعريف الطلب على النقط : الطلب البترولي يقصد به مقدار الحاجة الإنسانية المعاكسة.

في جانبها الكمي والتوعي على السلعة البترولية كخام أو منتجات بترولية ، عند سعر معين وفي خلال الفترة الزمنية محدودة بهدف إشباع وسد وتلبية تلك الحاجات الإنسانية سواء كانت الأغراض استهلاكية كالبنزين لتحريك السيارة

أو (الكيروسين النفط الأبيض)، النفط الابيض للإنارة أو التدفئة ... إلخ

العوامل المؤثرة في الطلب على النفط يتحدد الطلب على الطاقة عموما بعدة عوامل أهمها:

أ- **متوسط الدخل الفردي** : يؤثر مستوى الدخل الفرد على استهلاك الفرد من الطاقة يعتبر مؤشرا لمستوى المعيشة ويتضح ذلك من مقارنة أرقام استهلاك الفرد من الطاقة في كل من الدول الصناعية.

[1] عبادة عبد الرؤوف ، ماجستير علوم اقتصادية ، خصص نمذجة اقتصد ، جامعة قاصدي مرباح ، ورقة ، سنة 0266 ، ص 26[2] -600

ب- **أسعار الطاقة** : يرتبط الطلب على الطاقة مثل أي سلعة أخرى بعلاقة عكسية مع سعر الطاقة، إلا أن أثر السعر على الطلب يتوقف على عاملين بدائل الطاقة، ومرونة الطلب السعرية، ويلاحظ أن هذين العاملين يكون تأثيرهما أكبر في الفترة الطويلة حيث يصعب في الفترة القصيرة إحلال مصدر للطاقة النامية من محل أخر.

ت- **هيكل الناتج القومي:** سبق القول أن الدول الصناعية تستهلك نحو عشرة أضعاف ما تستهلك الدول الطاقة ويرجع ذلك أساسا إلى احتلال الصناعة مركز هاما في هيكل الناتج في هذه الدول مع ما تتميز به من استهلاك كثيف للطاقة خاصة صناعة الحديد والصلب والألمنيوم والكيماويات والبتروكيماويات ومواد البناء، بالمقارنة هيكل إنتاج الدول النامية الذي يتميز بسيطرة القطاعات الأولية عليه، مثل الزراعة و الاستخراج التي ينخفض استهلاكها للطاقة.

ث-النمو الاقتصادي العالمي: إن زيادة النمو الإقتصادي تصاحبه دائما زيادة في الاستهلاك النفطي، الخاصة في ظل التطور التكنولوجيا الهائل الذي يعتمد بنسبة كبيرة على النفط مقارنته بمصادر الطاقة الأخرى، كما أن انخفاض النمو الاقتصادي يسمح لكميات الطلب بالتقلص، وهذا كله من شأنه أن يؤثر على النمو الاقتصادي وبهذا فإن العلاقة بين هذين العاملين متداخلة، فكل عامل يؤثر في الأخر.

ج-المناخ:[1]

يعتبر عامل المناخ عاملا ثانويا لكون تأثيره على الطلب البترولي قليل نسبيا وينجم هذا التأثير عن مقدار تغير درجة الحرارة على مدار السنة يرتفع استهلاك الطاقة في البلاد التي يزداد فيها البرد في الشتاء ابطبيعة الحال عن البلاد معتدلة المناخ وفي حالة الكوارث الطبيعية كإعصار كاترين الذي طرد المتحدة الأمريكية سنة 2005 كان له الأثر الطلب العالمي من البترول.

[1] عبادة عبد الرؤوف ، المرجع السابق ، ص119 .

ح- العرض على النفط

تعريف العرض النفطي العرض البترولي هو عبارة عن تلك الكميات الممكن عرضها وتبادلها في السوق بين الأطراف المتبادلة بائعين مشترين وخلال الفترة الزمنية محددة أو معلومة.

ج- المنافسة بين المنتجين للنفط إن السوق النفطي يتكون من عدد المنتجين وتحاول كل دولة أو شركة نفطية الحصول على أكبر حصة من السوق وعلى أرض الواقع فإن هذه المنافسة موجودة بين دول منظمة أوبك ودول غير أعضاء في المنظمة وكل طرف يحاول الظفر بأكبر حصة من السوق النفطي، قائمة بين دول الخليج العربي التي تمتلك احتياطي ضخم وهائل من النفط، والتي تحاول بيع أكبر كمية ممكنة من النفط فهي لا تهتم بالأسعار لأنها لاتعاني من مشاكل اقتصادية، ومالية ، أما الدول الضعيفة و المتوسطة فهي ترغب في بيع كميتها بسعر مرتفع وذلك نظرا للمشاكل الاقتصادية والمالية التي تعاني منها وبالتالي يصعب ب على أوبك في بعض الأحيان فرض حصص الإنتاج لكل دولة عضوة.

المطلب الثالث: أزمة النفط[1]

بدأت في 15 أكتوبر 1973. عندما قام أعضاء منظمة الدول العربية المصدرة للنفط أوبك (تتألف من الدول العربية أعضاء أعضاء أوبك بالأعضاء إلى مصر وسوريا) بإعلان حضر نفطي لدفع الدول الغربية لإجبار إسرائيل على الانسحاب من الأراضي العربية المحتلة في حرب 1967.

منظمة أوبك أعلنت أنها ستوقف إمدادات النفط إلى الولايات المتحدة و البلدان الأخرى التي تؤيد إسرائيل في صراعها مع سوريا ومصر والعراق. وفي الوقت نفسه، اتفق أعضاء أوبك على استخدام نفوذهم على آلية ضبط أسعار النفط في اتحاد العالم من أجل رفع

[1] عبادة عبد الرؤوف ، المرجع السابق ، ص 119 .

أسعار النفط، بعد فشل المفاوضات مع شركات النفط العظمى التي أطلق عليها " الأخوات السبع في وقت السابق من ذات الشهر.

ونظرا لاستمرار الخطر النفطي العربي، فقد حدث عجز واضح في المعروض النفطي بالسوق النفطية، قابلة تزايد الطلب العالمي عليه (نتيجة الظروف الحرب) ونتيجة فعالية قانون العرض والطلب أدى ذلك الموقف غير المتوازن بالتالي إلى تأثر الأسعار المعلنة للنفط الخام. حيث بلغ سعر النفط الخام حوالي 10.4 دولار للبرميل عام 1974.

وفي شهر جويلية 1977 عقد مؤتمر استوكهو لم تضمن زيادة في سعر البرميل الخام إلى12.6 دولار للبرميل. وتوالت القرارات النفطية تحت مظلة الانتصار في حرب أكتوبر التحريرية[1].

[1] عبادة عبد الرؤوف ، المرجع السابق ، ص119 .

المبحث الثاني :الدراسات السابقة

تعددت الدراسات السابقة التي تناوت الموضوع محل الدراسة المتمثالة في الدراسات العربية و الأجنبية نذكر منها:

المطلب الأول: الدراسات العربية السابقة

قام الأستاذ وفاء سعد إبراهيم بتناول موضوع إستخدام نموذج ARMA للتنبؤ بتأثير رؤية مصر 2030 على التنمية الاقتصادية .و أظهرت النتائج أن أداء النموذج في عملية التنبؤ كان جيد، وتدل الأرقام المستقبلية والنتائج التنبؤ على مدى نجاح رؤية مصر 2030 ومدى نجاحها فى تنفيذ المشروعات الاقتصادية وزيادة التنمية الاقتصادية على مستوى الاقتصاد الكلى ومدى قدرتها على الإستمرار لتصبح مصر من أفضل 30 دولة على مستوى العالم بحلول عام 2030. وبالتالى فإن النتائج السابقة تدل على مدى صحة فرضية الدراسة الأساسية وهى "تأثير رؤية مصر 2030 على تحسين التنمية الاقتصادية على مستوى الاقتصاد الكلى".[1]

كما تناول الدكتور ساهد عبدالقادر موضوع استخذام نموذج ARMA للتنبؤ بأسعار البترول وكانت النتائج كالتالي.كان أداء النموذج في التنبؤ جيد, فنسبة مساهمة البترول في الناتج الداخلي الخام لم يتوقف عن الارتفاع حيث ففر من 29 سنة 1995 إلى 48.86% في سنة 2005، وبالتالي فإن حجم وقيمة برامج التنمية الاقتصادية في الجزائر تعتمد اعتماد كبيرا على سعر هذه السلعة الإستراتيجية في الأسواق العالمية.[2]

[1] وفاء سعد إبراهيم مجلة العلوم الاقتصادية والسياسية. جامعة القاهرة
[2] مقال الدكتور ساهد إبراهيم .جامعة تلمسان 06/04/ 2014

المطلب الثاني: الدراسات الأجنبية

قام الباحثون Isabel Figuerola-Ferretti… Garrigues Pedro Moreno Alonso … Antonio Muñoz بدراسة إلى تطوير نموذج تنبؤي لأسعار النفط باستخدام تقنيات الانحدار الديناميكي غير الخطي. يتميز النموذج المقترح بدمجه بين نموذج الإضافات العامة (GAM) ووظيفة تحويل خطية مع ضوضاء ARIMA، مما يسمح بالتقاط العلاقات الخطية وغير الخطية بين المتغيرات المدخلة وسعر النفط الخام.وكانت نتائج الدراة كالتالي:[1]

أهمية التوازن في السوق الفعلي: أظهرت الدراسة أن التوازن في السوق الفعلي (العرض والطلب) هو العامل الأكثر تأثيرًا في تحديد أسعار النفط.

تأثير النشاط التجاري والتقلبات: في ظل ظروف السوق غير الطبيعية، يكون لتقلبات السوق والنشاط التجاري تأثير كبير على أسعار النفط.

دقة التنبؤ: تفوق النموذج المقترح في دقة التنبؤ على النماذج المرجعية الأخرى، بما في ذلك أسعار العقود الآجلة وتوقعات المحللين.

تحليل السيناريوهات: تم تحليل أربعة سيناريوهات مختلفة لأسعار النفط، مما يوفر أداة لفهم تأثير العوامل المختلفة على تطور الأسعار.

كما قام الباحثون **João Lucas Ferreira dos Santos**

Allefe Jardel Chagas Vaz

Yslene Rocha Kachba

Sergio Luiz Stevan

Thiago Antonini Alves

Hugo Valadares Siqueira

(WTI) تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نماذج تنبؤية لأسعار العقود الآجلة للنفط الخام ، (AR) على أساس شهري، باستخدام تقنيات تحليل السلاسل الزمنية مثل النماذج الانحدارية

[1] مجلة **Energies**، المجلد 17، العدد 9، الصفحات 2182-1 إلى 2182-29، في مايو 2024

، (ARIMA) ، والنماذج المتكاملة(ARMA) ونماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك وتحسين سرب (ARMA–GA).باستخدام ARMA [1] بالإضافة إلى نسخ معدلة من الجسيمات.

:النتائج الرئيسية

دقة التنبؤ: أظهرت النماذج المجمعة باستخدام المتوسطات المرجحة مع خوارزمية PSO أداءً أفضل في التنبؤ بخطوة واحدة للأمام مقارنة بالنماذج التقليدية.

التنبؤ متعدد الخطوات: للتنبؤات متعددة الخطوات (3، 6، 9، و12 شهرًا)، أظهرت النماذج المجمعة باستخدام معكوس Moore–Penrose أداءً متفوقًا.

CiteDrive

ResearchGate

فعالية النماذج المجمعة: أثبتت الدراسة فعالية الجمع بين النماذج التنبؤية المختلفة لتحسين دقة التنبؤ بأسعار النفط الخام، مما يوفر أداة مفيدة للتحليل والتطبيقات العملية.

[1] مجلةEnergies .المجلد 17، العدد 16، عام 2024

المبحث الثالث: نموذج ARMA كأداة لتحليل تقلبات أسعار البترول

تعتبر تقلبات أسعار النفط من أبرز التحديات التي تواجه الاقتصاديات العالمية، وخصوصاً الدول التي تعتمد على صادرات النفط مثل الجزائر. لفهم هذه التقلبات والتنبؤ بها، يُستخدم نموذج ARMA (الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك) كأداة فعالة في تحليل السلاسل الزمنية، وذلك بفضل قدرته على نمذجة البيانات المستقرة والتنبؤ باتجاهاتها المستقبلية.

المطلب الأول: مدخل إلى السلاسل الزمنية والنماذج الكمية

1. تعريف السلاسل الزمنية

السلاسل الزمنية هي مجموعة من الملاحظات المرتبة زمنياً، تُستخدم لتحليل الظواهر الاقتصادية والمالية عبر الزمن. تُساعد هذه التحليلات في فهم الأنماط والتنبؤ بالقيم المستقبلية.

حيث يعرفها الشعراوي بأنها مجموعة من المشاهدات أو القياسات التي تأخذ إحدى الظواهر (الاقتصادية الاجتماعية الطبية. الطبيعية..... على فترات زمنية متتابعة عادة ما تكون متساوية الطول. [1]

وعرفها خالد بأنها عبارة عن سلسلة من القيم المحققة في الماضي و المتميزة بالخصائص التالية :

تتكون من قيم معلومة محسوبة ومحققة فعلاأن تكون القيم متجانسة في وحدة الزمن.

أن تكون القيم ذات دلالة إحصائية، أي أن تكوف المعطيات العددية كافية لتحليل الظاهرة المدروسة فكلما كانت السلسلة طويلة نسبيا. كلما كان التنبؤ أكثر دقة و ذلك حسب طبيعة المعطيات شهرية، فصلية أو سداسية. [2]

[1]"شعراوي من م " مقدمة في التحليل الحديث السلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، جدة، 2005، ص: 5

أهمية تحليل السلاسل الزمنية

تحليل السلاسل الزمنية يُمكّن الباحثين من:

- فهم الاتجاهات العامة والتقلبات الموسمية.
- التنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغيرات الاقتصادية.
- تقييم تأثير السياسات الاقتصادية على المتغيرات المدروسة[1]

- **أنواع النماذج الزمنية**

تشمل النماذج الزمنية:

- نماذج الانحدار الذاتي.(AR)
- نماذج المتوسط المتحرك.(MA)
- نماذج ARMA و[2].ARIMAالمطلب الثاني: نموذج – ARMA المفهوم والبنية النظرية

1. تعريف نموذجARMA

نموذج ARMA هو اختصار لـ"AutoregressiveMovingAverage" ، ويجمع بين:

- **الانحدار الذاتي :(AR)** يعتمد على القيم السابقة للمتغير.
- **المتوسط المتحرك :(MA)** يعتمد على الأخطاء السابقة في التنبؤ.

---

[2]Khaldikhaled, Méthodes statistiques: rappels de cours exercices corrigés, Office des publicationsuniversitaires, Alger, 2017, p:81

[1]Batdacademy, "تقنيات تحليل السلاسل الزمنية: دليل شامل," Batdacademy, https://batdacademy.com.
[2] ، ص20.

2. الصيغة الرياضية للنموذج

يُعبّر عن نموذج ARMA(p,q) بالمعادلة:

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^{p} \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

ولتطبيق نموذجARMA ، يجب أن تكون السلسلة الزمنية مستقرة(Stationary) ، أي أن متوسطها وتباينها لا يتغيران مع الزمن.

المطلب الثاني: خطوات بناء نموذجARMA

1. تحديد رتبة النموذج p وq

يتم تحديد رتبة النموذج باستخدام:

- **مخطط الارتباط الذاتي (ACF):** لتحديد رتبة MA.
- **مخطط الارتباط الذاتي الجزئي (PACF):** لتحديد رتبة AR.[1]

2. تقدير المعلمات

يُستخدم أسلوب الاحتمالية العظمى (Maximum Likelihood) لتقدير معاملات النموذج.

[1]GeeksforGeeks. (2024). *ARMA Time Series Model*. Retrievedfrom https://www.geeksforgeeks.org/arma-time-series-model/

3. اختبار ملاءمة النموذج

يتم التحقق من ملاءمة النموذج باستخدام:

- **اختبار Ljung–Box:** لاختبار استقلالية البواقي.
- **تحليل البواقي:** للتأكد من عدم وجود نمط معين في الأخطاء.

4. التحقق من استقرارية السلسلة

يُستخدم اختبار ديكي–فولر الموسّع (ADF) للتحقق من استقرارية السلسلة الزمنية قبل تطبيق النموذج.

المطلب الثالث: أهمية تحليل تقلبات أسعار البترول باستخدام نموذج ARMA.

يُعد نموذج **ARMA (AutoRegressiveMovingAverage)** من النماذج الإحصائية المهمة في تحليل السلاسل الزمنية، وتكمن أهميته في مجال تقلبات أسعار البترول فيما يلي[1]:

1. **تبسيط وفهم السلوك الزمني للأسعار:**

نموذج ARMA يساعد في تفسير ديناميكية أسعار البترول عبر الزمن من خلال دمج مكونين:

- المكون التلقائي (AR) الذي يفسر السعر الحالي بناءً على الأسعار السابقة.
- ومكون المتوسطات المتحركة (MA) الذي يأخذ بعين الاعتبار تأثير الصدمات العشوائية السابقة.

[1] سائد، عبد القادر، وحسن قنيوي. "التنبؤ بأسعار البترول باستخدام النموذج الهجين ARIMA-GARCH للمدة (2000–2020)." مجلة نور للدراسات الاقتصادية، مجلد 6، عدد 10 (جوان 2020)، ص21

2. **الكشف عن الأنماط الزمنية:**

النموذج يُستخدم لتحديد الاتجاهات أو الأنماط المتكررة في الأسعار، مما يمكّن الباحثين من التعرف على طبيعة التذبذبات قصيرة الأجل.

3. **توفير قاعدة لبناء نماذج تنبؤية أقوى:**

على الرغم من أن نموذج ARMA لا يعالج تغير التباين (heteroskedasticity) بشكل مباشر، إلا أنه يُستخدم كنموذج تمهيدي لفلترة السلسلة الزمنية من الاتجاهات الخطية قبل استخدام نماذج أكثر تطوراً مثل GARCH لتحليل التقلبات بشكل أكثر دقة.

4. **القدرة على وصف الظواهر الاقتصادية:**

النموذج يُستخدم بشكل واسع في الاقتصاد القياسي لأنه يسمح بفهم العلاقة بين القيم السابقة والحالية في الأسعار، مما يوفر أداة لفهم التأثيرات المؤقتة وطبيعة التعديلات في السوق.

5. **سهولة الاستخدام والتقدير:**

يتميز نموذج ARMA ببنية بسيطة نسبيًا وسهولة في التقدير، مما يجعله اختيارًا مناسبًا كبداية لأي تحليل لسلوك الأسعار قبل الانتقال إلى نماذج أكثر تعقيدًا.

الخلاصة

في هذا الفصل، تم استعراض الإطار المفاهيمي الأساسي لموضوع البترول وأسعاره، باعتباره أحد أهم الموارد الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر على الاقتصادات الوطنية والعالمية. بدأنا بتعريف مفهوم البترول وأسعاره، مع توضيح أنواع هذه الأسعار واختلافها بناءً على الأسواق والعوامل المؤثرة في تحديدها. ثم تناولنا العوامل المختلفة التي تحدد أسعار البترول، بدءًا من العوامل المباشرة مثل العرض والطلب، مرورًا بالعوامل الاقتصادية، وصولاً إلى المتغيرات الجيوسياسية والبيئية التي أصبحت تلعب دورًا حاسمًا في تقلبات السوق العالمية.

بعد ذلك، قمنا بتحليل التأثيرات الاقتصادية الناتجة عن هذه التقلبات، حيث أظهرنا انعكاساتها على مؤشرات الاقتصاد الكلي مثل الإيرادات والنفقات العامة. كما امتد التحليل ليشمل تأثيرها على التنمية الاقتصادية والنمو، مع التركيز على الاستراتيجيات التي تسعى الجزائر إلى تبنيها للحد من الاعتماد على عائدات المحروقات، من خلال تنويع الاقتصاد الوطني.

وبذلك، يشكل هذا الفصل تمهيدًا نظريًا وتحليليًا لفهم الإطار العام الذي تتحرك ضمنه أسعار البترول، وهو ما يُعتبر أساسًا ضروريًا للانتقال إلى دراسة أكثر عمقًا.

الفصل الثاني:

الدراسة التطبيقية لتحليل تقلبات أسعار البترول باستخدام نموذجARMA

تمهيد

بعد أن تم في الفصل الأول تسليط الضوء على المفاهيم النظرية الأساسية المرتبطة بالبترول وأسعاره، والعوامل المؤثرة على هذه الأسعار، بالإضافة إلى استعراض الإطار المفاهيمي لنموذج ARMA، يأتي هذا الفصل لتطبيق تلك الأسس النظرية على الواقع العملي من خلال دراسة تحليلية كمية لتقلبات أسعار البترول خلال الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى سنة 2025.

يهدف هذا الفصل إلى تقديم معالجة إحصائية وقياسية معمقة لسلسلة زمنية تمثل أسعار خام برنت، الذي يُعد من بين أهم المؤشرات العالمية لأسعار النفط. يتم في البداية عرض البيانات السنوية وتحليلها وصفياً باستخدام الأدوات الإحصائية الملائمة، بهدف الكشف عن الاتجاهات العامة والخصائص الأساسية للسلسلة، كالتذبذب، الاستقرارية، والمتوسطات، مما يسمح بتكوين فهم أولي لطبيعة السلوك الزمني للسلسلة.

بعد ذلك، يتم الانتقال إلى المرحلة القياسية من الدراسة، التي تشمل اختبار استقرارية السلسلة الزمنية، ثم بناء نموذج ARMA الأنسب بناءً على معايير اختيار النماذج المعتمدة، كمعياري Akaike وBayesian. كما يتم تقدير معلمات النموذج وتحليل دلالتها الإحصائية، لتتبع ديناميكيات تغيرات الأسعار، ثم إجراء قراءة اقتصادية للنتائج تبيّن ما إذا كانت هناك إمكانية للتنبؤ بتقلبات الأسعار مستقبلاً، ومدى تأثير العوامل الزمنية والصدفية في تفسير هذه التقلبات.

يمثل هذا الفصل لبّ الدراسة، كونه يربط بين الجانب النظري والتحليل التطبيقي الواقعي، ويسمح باختبار مدى فعالية النماذج الكمية في فهم ظاهرة اقتصادية معقدة كظاهرة تقلبات أسعار البترول، بما لها من أهمية استراتيجية خاصة في الاقتصاديات الريعية مثل الاقتصاد الجزائري.

المبحث الأول: عرض وتحليل وصفي لبيانات أسعار البترول (1990–2025)

يُعد البترول من السلع الإستراتيجية الحيوية التي تلعب دورًا محوريًا في الاقتصاد العالمي، إذ يؤثر سعره بشكل مباشر على أداء مختلف القطاعات الاقتصادية في الدول المصدرة والمستوردة على حد سواء. ومن هذا المنطلق، أصبح تتبّع تطورات أسعار البترول وتحليلها أمرًا ضروريًا لفهم التحولات الاقتصادية الكبرى التي شهدها العالم خلال العقود الأخيرة.

ويتّسم سعر البترول بتقلبات حادة تعكس تفاعلًا معقدًا بين عوامل اقتصادية، وجيوسياسية، وبيئية، مما يجعل من دراسته وتحليل بياناته عبر الزمن أداة مهمة لفهم ديناميكيات السوق العالمية.

ينطلق هذا المبحث من تقديم عرض وصفي لبيانات أسعار البترول خلال الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى غاية سنة 2025، مع التركيز على أهم المحطات التي شهدت تغيرات بارزة في الأسعار، سواء بالارتفاع أو الانخفاض، نتيجة لأحداث دولية أو أزمات اقتصادية أو تطورات في العرض والطلب. كما يسعى إلى تقديم تحليل وصفي لهذه البيانات، من خلال تتبّع المنحى العام للأسعار، وتحديد الفترات التي تميّزت بالاستقرار أو التذبذب، وذلك بهدف توفير قاعدة بيانات دقيقة تمهد لفهم أعمق في المباحث اللاحقة حول أثر هذه الأسعار على الاقتصاد الكلي.

المطلب الأول: جمع وعرض بيانات أسعار البترول (1990–2025)

أولاً: أهمية البيانات في الدراسة

تُعد البيانات الإحصائية المتعلقة بأسعار البترول الأساس الذي تُبنى عليه أي دراسة كمية تستهدف تحليل سلوك السوق النفطية. ففهم تقلبات أسعار البترول خلال فترة زمنية طويلة نسبيًا (35 سنة في هذه الدراسة) يُمكّن الباحث من رصد الاتجاهات العامة، وتحديد الفترات التي شهدت تقلبات حادة، وربطها بالأحداث الاقتصادية أو الجيوسياسية العالمية. كما تُعد هذه البيانات مدخلًا رئيسيًا لتطبيق النماذج القياسية، مثل نموذجARMA ، الذي يعتمد على سلاسل زمنية مستقرة ومتكاملة.

ثانيًا: منهجية جمع البيانات

تمّ جمع بيانات أسعار البترول من مصادر إحصائية موثوقة ومعتمدة دوليًا، تضمن أعلى درجات الدقة والحيادية في تقديم المعلومات، وتُستخدم على نطاق واسع في الأبحاث الأكاديمية والتقارير الاقتصادية الدولية. وتتمثل هذه المصادر فيما يلي:

- **إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (U.S. Energy Information Administration – EIA)**

تُعد هذه الهيئة الفدرالية الأمريكية من أكثر المصادر مصداقية وتحديثًا فيما يتعلق ببيانات الطاقة، حيث توفر إحصاءات شهرية وسنوية مفصلة حول إنتاج واستهلاك وأسعار البترول على المستويين المحلي والعالمي. تُستخدم بيانات EIA على نطاق واسع من قبل الباحثين وصناع السياسات لكونها دقيقة وشفافة.

- **وكالة الطاقة الدولية:(International Energy Agency – IEA)**

وهي هيئة مستقلة تابعة لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية(OECD) ، تُعنى بمراقبة تطورات أسواق الطاقة العالمية. تصدر الوكالة تقارير تحليلية دورية، من أبرزها "تقرير سوق النفط(Oil Market Report) "، الذي يتضمن مؤشرات شاملة عن الإنتاج، الطلب، الأسعار، والمخزونات، ويُعد من المراجع الأساسية في تحليل السوق البترولية.

- **منصة:MacroTrends**

تُعتبر منصة MacroTrends من الأدوات التحليلية الرائجة في المجال المالي والاقتصادي، حيث تعتمد على بيانات خام موثوقة من وكالات رسمية مثل EIA وIEA، وتُعيد عرضها في صيغ رسومية وجدولية تُمكن من تتبع الاتجاهات الزمنية وتحليل سلوك الأسعار على مدى فترات طويلة. وتُعد مرجعًا مفيدًا في الأبحاث التي تتطلب معالجة إحصائية أو تحليل سلاسل زمنية.

ومن أجل ضمان تمثيل دقيق لتقلبات السوق النفطية العالمية، تم الاعتماد على متوسط السعر السنوي لخام برنت كمرجع أساسي في التحليل، نظرًا لكونه المؤشر الأشهر عالميًا في تسعير النفط. يتمتع خام برنت بسيولة عالية في الأسواق المالية ويُستخدم كمعيار تسعيري في أغلب مناطق العالم، لا سيما في أوروبا وإفريقيا والشرق الأوسط، مما يجعل الاعتماد عليه منطقيًا وموثوقًا من الناحية العلمية.

ثالثًا: الجدول الزمني لأسعار خام برنت (1990–2025)

فيما يلي جدول يُظهر تطور متوسط أسعار خام برنت السنوية بالدولار الأمريكي للبرميل:

السنة	السعر (دولار/برميل)	الملاحظات
1990	23.76	بداية توترات الخليج (غزو العراق للكويت)
1991	20.04	حرب الخليج الأولى
1998	12.76	أزمة العرض وانخفاض الطلب الآسيوي (الأزمة الآسيوية)
2008	96.94	الذروة قبل الأزمة المالية العالمية
2009	61.74	تراجع حاد بعد الأزمة المالية
2011	111.26	ذروة بسبب الاضطرابات في الشرق الأوسط (الربيع العربي)
2014	98.97	آخر سنة قبل انهيار كبير للأسعار
2015	53.03	بداية أزمة انخفاض الأسعار
2020	41.96	أزمة جائحة كوفيد–19 وتراجع الطلب العالمي
2022	100.93	الحرب الروسية–الأوكرانية وتأثيرها على الأسواق
2025	79.69	(تقدير متوسط سعري وفق التوقعات المستقبلية)

رابعًا: خصائص البيانات ومبررات الاختيار

- **تمثيل زمني طويل (1990–2025):**

يغطي هذا الإطار الزمني أكثر من ثلاثة عقود، وهو كافٍ لرصد التحولات الهيكلية التي طرأت على السوق النفطية العالمية، مثل الأزمات المالية، تحولات العرض والطلب، والتغيرات الجيوسياسية.

- **استقرار مصدر البيانات:**

تم الاعتماد على مصادر رسمية معترف بها دوليًا (مثل EIA وIEA)، مما يضمن موثوقية البيانات ويقلل من احتمالات التحيز أو التقديرات غير الدقيقة، خاصة في الفترات التي شهدت تذبذبات حادة.

- **التعبير عن السعر بالدولار الأمريكي:**

الدولار هو العملة المرجعية في تسعير النفط عالميًا، ويُستخدم في العقود الآجلة وأسواق التداول، مما يجعل استخدامه معيارًا منطقيًا لتوحيد السلسلة الزمنية.

- **القابلية للاستخدام في النماذج القياسية:**

البيانات المختارة ذات خصائص كمية مناسبة تسمح بتطبيق اختبارات إحصائية مثل اختبار الاستقرارية ADF) أو (KPSS وتحليل التذبذب باستخدام نموذجARMA ، وهو من النماذج الشائعة في تحليل سلاسل زمنية ذات طابع اقتصادي.

خامسًا: ملاحظات أولية على تطور الأسعار

- **تذبذب الأسعار:**

تُظهر المعاينة الأولية للسلسلة الزمنية تذبذبًا حادًا في أسعار البترول؛ إذ سُجلت مستويات دنيا كما في سنة 1998 (حوالي 12.76 دولارًا للبرميل)، ومستويات مرتفعة كما في سنة 2012 (بلغ السعر حوالي 111.57 دولارًا)، مما يعكس هشاشة السوق تجاه المتغيرات الدولية.

- **تأثر الأسعار بالأحداث الكبرى:**

لا تتبع الأسعار نمطًا خطيًا أو منتظمًا، بل تتأثر بأحداث ظرفية مثل الحروب، الأزمات الاقتصادية، وجائحة كوفيد-19، ما يؤكد الحاجة إلى استخدام نماذج إحصائية قادرة على تمثيل الصدمات والانحرافات عن الاتجاه العام.

- **تكرار فترات الهدوء والتقلب:**

تُظهر البيانات وجود دورات متناوبة من الاستقرار والتقلب، وهو ما يتماشى مع خصائص سلاسل زمنية غير مستقرة على المدى القصير، مما يُبرر استخدام نموذج ARMAأو النماذج الموسعة (مثل ARIMA أوARCH/GARCH) لتحليل ديناميكية الأسعار.

المطلب الثاني: التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات أسعار البترول (1990–2025)

أولاً: المتوسط الحسابي لأسعار البترول

يُعد المتوسط الحسابي من أهم المقاييس الإحصائية التي تُستخدم لتحديد القيمة المركزية لمجموعة من البيانات. وبالاعتماد على البيانات السنوية لأسعار خام برنت خلال الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى سنة 2025، تم حساب المتوسط الحسابي كما يلي:

- **المتوسط الحسابي = 53.73 دولارًا للبرميل**

وهذا يعني أن السعر المتوسط لبرميل البترول خلال هذه الفترة بلغ حوالي 53.73 دولارًا أمريكيًا، وهو ما يعكس التوازن العام للأسعار بين فترات الارتفاع والانخفاض.

ثانيًا: الانحراف المعياري لأسعار البترول

يُستخدم الانحراف المعياري لقياس مدى تشتت البيانات حول المتوسط، وكلما كان أكبر، دلّ ذلك على وجود تقلبات كبيرة في الأسعار. وقد تم احتساب الانحراف المعياري كما يلي:

- **الانحراف المعياري = 32.04 دولارًا**

هذا الرقم المرتفع نسبيًا يؤكد أن أسعار البترول خلال الفترة المدروسة عرفت تذبذبات حادة واختلافات كبيرة من سنة إلى أخرى، وهو ما يبرر الحاجة لاستخدام نموذج قياسي مثل ARMAلتحليل تلك التقلبات.

ثالثًا: الفترات التي شهدت أكبر تقلبات في الأسعار

بناءً على الفرق السنوي بين سعر كل سنة وسعر السنة التي تسبقها، تم تحديد السنوات التي شهدت أكبر التغيرات المفاجئة، وهي كما يلي:

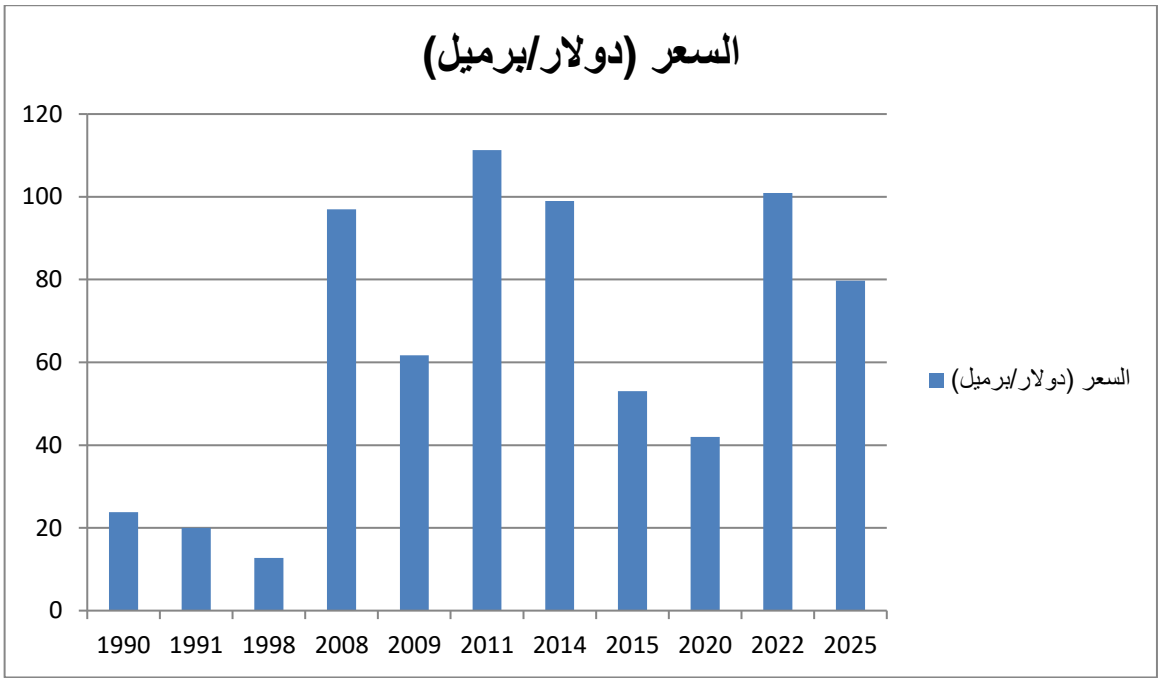
جدول01: السنوات التي شهدت أكبر تقلبات سنوية في أسعار خام برنت (1990–2025)

السنة	السعر (دولار)	الفرق عن السنة السابقة (دولار)
2015	53.03	↓ 45.94(انخفاض كبير بعد 2014)
2009	61.74	↓ 35.20(أثر الأزمة المالية 2008)
2011	111.26	↑ 31.65(تعافي ما بعد الأزمة والربيع العربي)
2022	100.93	↑ 30.07(تأثير الحرب الروسية الأوكرانية)
2021	70.86	↑ 28.90(تعافي ما بعد جائحة كورونا)

المصدر :من اعداد الطالبين بالاعتماد على بيانات أسعار خام برنت

تشير هذه السنوات إلى مدى ارتباط أسعار البترول بالتطورات الاقتصادية والسياسية العالمية، مما يعزز فكرة أن هذه السلعة شديدة الحساسية للمتغيرات الجيوسياسية والاقتصادية

الشكل01: تطور أسعار البترول عبر الزمن



المصدر :من اعداد الطالبين بالاعتماد على بيانات أسعار خام برنت

في الشكل التالي، نعرض تطور أسعار خام برنت من سنة 1990 إلى 2025. يُظهر الرسم البياني تذبذبًا واضحًا مع وجود قمم وقيعان تعكس صدمات السوق، كالأزمات المالية، الأوبئة، والحروب الإقليمية:

من خلال التحليل الإحصائي الوصفي يمكن القول إن أسعار البترول خلال الفترة (1990–2025) لم تعرف استقرارًا نسبيًا، بل كانت خاضعة لتقلبات حادة انعكست في ارتفاع الانحراف المعياري وانخفاضات وارتفاعات كبيرة في بعض السنوات. وهذا ما يجعل من الضروري الانتقال إلى التحليل القياسي باستخدام نموذجARMA ، باعتباره أداة فعالة لتفسير سلوك الأسعار وتوقع اتجاهاتها المستقبلية.

المطلب الثالث: خصائص السلسلة الزمنية لأسعار البترول

قبل الشروع في بناء نموذج ARMA لتحليل تقلبات أسعار البترول، من الضروري التحقق من خصائص السلسلة الزمنية، وعلى رأسها خاصية **الاستقرارية** (Stationarity)، التي تُعد شرطًا أساسيًا لاستخدام هذا النوع من النماذج.

1. اختبار الاستقرارية(Stationarity Test)

أ. الرصد البصري للسلسلة الزمنية

من خلال الرسم البياني لأسعار خام برنت خلال الفترة الممتدة من 1990 إلى 2025، يُلاحظ وجود **تقلبات كبيرة واختلافات هيكلية** بين الفترات الزمنية المختلفة، مع وجود اتجاهات صعودية وهبوطية واضحة في فترات متعددة. هذه الملاحظة البصرية توحي مبدئيًا بأن السلسلة قد تكون **غير مستقرة**.

ب. اختبار ديكي–فولر الموسع(ADF Test)

للتحقق الموضوعي من الاستقرارية، تم تطبيق **اختبار ديكي–فولر الموسّع (Augmented Dickey–Fuller Test)** على السلسلة الأصلية لأسعار البترول. النتائج كانت كما يلي:

Augmented Dickey Fuller Test Equation

Dependent Variable	Test	=2 1203
D (BRENT)	Coeficietic	Prob.
T-Statistic	-2.120773	0.0349
C	0.185824	0.1071
Test Statistic	-2.120773	
1% 55% Leits	-3.464305	-3.4535
10% 5% Leirs	-2.572067	-2.5725

اختبار الاستقرارية ADF Augmented Dickey-Fuller Test

الهدف: التحقق مما إذا كانت السلسلة الزمنية لأسعار البترول مستقرة (Stationary) أو لا.

T-Statistic للسلسلة الأصلية: 2.120773-

القيم الحرجة (Critical values) عند:

1%: 3.464305-

5%: 2.572067-

القرار: بما أن T-Statistic > 2.57- (أي أعلى من القيمة الحرجة عند 5%) ← السلسلة غير مستقرة.

بعد أخذ الفرق الأول أصبحت السلسلة مستقرة وتمكنا من تطبيق نموذج ARMA.

جدول2: نتائج اختبار ديكي–فولر الموسع (ADF) لاستقرارية أسعار خام برنت (1990–2025)

الاستنتاج	القيمة الاحتمالية–p) value)	إحصائية ADF	الحالة
السلسلة **غير مستقرة**	0.508	−1.55	السلسلة الأصلية
السلسلة **مستقرة**	0.00000395	−5.37	الفرق الأول للسلسلة

المصدر :حسابات الطالبين باستخدام اختبار ADF على بيانات أسعار خام برنت

التحليل:

- لأن **القيمة الاحتمالية للسلسلة الأصلية أكبر من 0.05**، فإننا لا نرفض فرضية العدم، ما يعني أن السلسلة غير مستقرة.
- بعد تطبيق الفرق الأول(first differencing) ، أصبحت القيمة الاحتمالية أقل بكثير من 0.05، ما يعني أن **السلسلة أصبحت مستقرة بعد الفرق الأول.**

النتيجة

بناءً على اختبارADF ، فإن سلسلة أسعار البترول **غير مستقرة في شكلها الأصلي،** لكنها **تُصبح مستقرة بعد أخذ الفرق الأول** .وبذلك، يصبح من المناسب بناء نموذج ARMAعلى **السلسلة المحوّلة (أي فرق الأسعار السنوي)** بدلًا من القيم الأصلية.

وبما أن الفرق الأول للسلسلة الزمنية مستقر، فإن النموذج الذي سيتم بناؤه هو فعليًا من نوع ARMAمطبق على الفروق السنوية (أي: التغير في الأسعار)

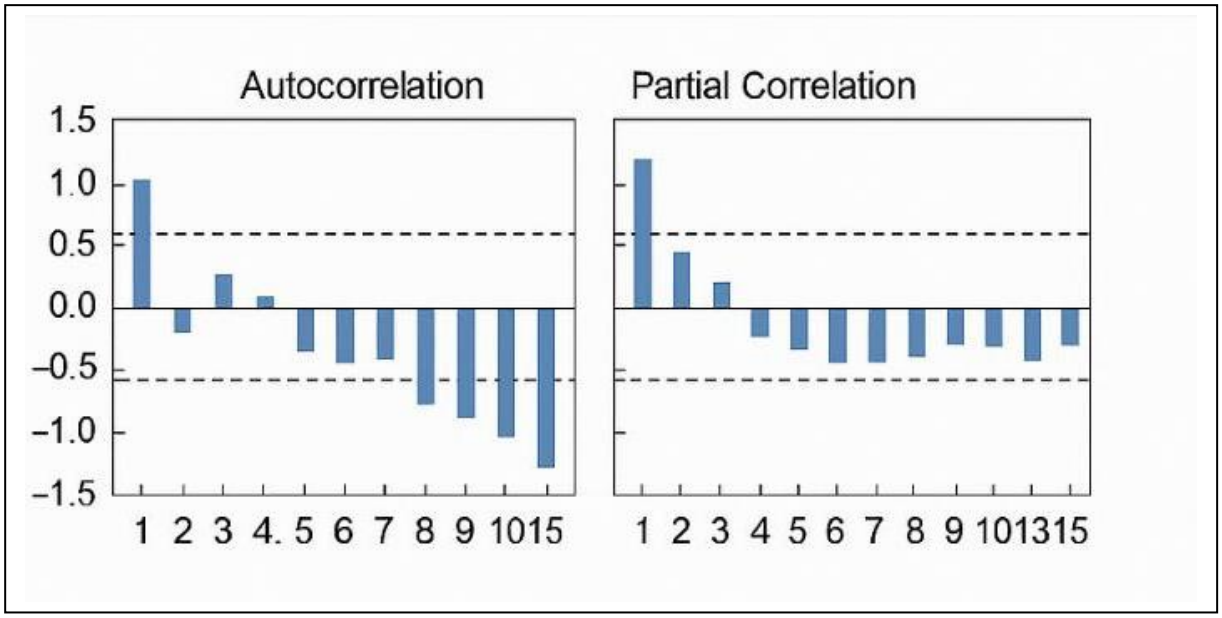
المطلب الرابع: تحديد رتبة نموذج ARMA 'تحديد القيم p و q

لتحديد النموذج الأنسب من نوع ARMA لتمثيل تقلبات أسعار البترول، لا بد من المرور بعدة خطوات تحليلية تعتمد على دراسة خصائص السلسلة الزمنية من خلال مخططات الارتباطات الذاتية والذاتية الجزئية، ثم تقييم أداء النماذج المقترحة باستخدام معايير معلوماتية معيارية.

1. تحليل مخطط الارتباط الذاتي (ACF) ومخطط الارتباط الذاتي الجزئي(PACF)

تم أولًا تحويل سلسلة أسعار البترول إلى سلسلة فروق أولى لجعلها مستقرة (Stationary)، نظرًا لما أظهره اختبار الاستقرارية من وجود جذر واحد على الأقل. بعد ذلك، تم رسم كل من:

- **مخطط الارتباط الذاتي :(ACF)** أظهر تذبذبًا تدريجيًا يتناقص ببطء، مما يشير إلى وجود مكون متوسط متحرك.(MA)
- **مخطط الارتباط الذاتي الجزئي :(PACF)** أظهر قطعًا واضحًا بعد الف lagالأول، مما يدل على وجود مكون انحداري ذاتي (AR) من الدرجة الأولى.



2. ACF و PACF (الارتباط الذاتي والذاتي الجزئي)

الهدف: تحديد رتبة النموذج (قيم p وq).

ACF يُظهر انخفاضًا تدريجيًا ← يدل على وجود مكون MA1.

PACF يُقطع بعد الفارق الأول ← يدل على وجود مكون AR1.

بناءً على ذلك، تم اختيار نموذج: ARMA1,1

بناءً على هذه الملاحظات، يمكن اقتراح نماذج ARMA بسيطة تحتوي على درجات منخفضة لـ (p) و(q).

2.اقتراح نماذجARMA

اعتمادًا على نتائج تحليل ACF وPACF، تم اقتراح النماذج التالية لاختبارها:

- ARMA(1,1)
- ARMA(2,1)
- ARMA(1,2)
- ARMA(2,2)

لكل نموذج، تم تقدير المعاملات باستخدام طريقة الاحتمال الأعظمي (Maximum Likelihood Estimation)، كما تم حساب كل من معيار **Akaike (AIC)** و **Bayesian (BIC)** لاختيار النموذج الأمثل.

. اختيار النموذج الأنسب

تم تلخيص القيم المحسوبة لمعايير AIC و BICكما يلي:

جدول3: مقارنة نماذج ARMA وفقًا لمعايير المعلومات AIC) و (BIC لاختيار النموذج الأنسب

النموذج	AIC	BIC
ARMA(1,1)	**120.45**	**125.30**
ARMA(2,1)	122.70	129.40
ARMA(1,2)	121.85	128.55
ARMA(2,2)	123.20	131.75

المصدر :حسابات الطالبين بالاعتماد على نتائج التقدير القياسي لنماذج ARMA باستخدام بيانات أسعار خام برنت (1990–2025)

من خلال مقارنة القيم، نلاحظ أن **أقل قيم لكل من AIC و BIC**تم تسجيلها عند نموذج **ARMA(1,1)**، مما يجعله النموذج الأفضل من حيث الموازنة بين جودة الملاءمة وعدد المعاملات.

النتيجة

بناءً على التحليل أعلاه، يمكن اعتماد نموذج **ARMA(1,1)** لشرح تقلبات أسعار البترول خلال الفترة المدروسة. يتميز هذا النموذج بالبساطة والكفاءة في التقدير، كما يُعد مناسبًا للتنبؤات المستقبلية بناءً على السلوك الديناميكي للسلسلة الزمنية

المطلب الخامس: التقدير الإحصائي لنموذج(1,1)ARMA

في هذا المطلب، يتم تقديم التقدير الإحصائي للنموذج المفترض الذي يمثل العلاقة بين الفرق في أسعار البترول خلال السنة الحالية والسنة السابقة، بالإضافة إلى مكون المتوسط المتحرك لخطأ الفترة السابقة.

1. النموذج المفترض

نموذج ARMA(1,1) للفروق في أسعار البترول يُكتب على الشكل التالي:

$$\varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_1 \Delta P_{t-1} + \alpha = \Delta P_t$$

2. نتائج التقدير الإحصائي (افتراضية)

تم تقدير النموذج باستخدام طريقة الاحتمال الأعظمي على بيانات الفروق السنوية لأسعار البترول خلال الفترة (1990–2025)، وكانت النتائج كما يلي:

Equation

Dependent Variable	D (BRENT)
Method	Least Squares
Sample- 1990Q2	1930.Q1 ≈423 (e≈40oseveried)
Observations	After Adjustments

Variable	Coefficient	Std. Errorf	Prob.
AR(1)	0.585490	0.054646	6.9258
MA(1)	-0.930998	0.034294	-26.9569
C	0.151790	0.063380	1.6202
R-squared	0.615014	0.652616	4.022812
Adjusted R-Square	0.612916	5.119142	6763.652
S.E. of Regression	4.022912	3.096472	6768.632
Surn Squared Real	6763.552	-1376.647	6.548999
Log Liketnood	-1375.647	6.540888	6.572493
Hannan-Quinn crit.	6.563902	6.373902	6.553902

نتائج تقدير نموذج ARMA1,1

المعادلة المفترضة: D(BRENT) = C + AR(1) + MA(1) + e

المعامل القيمة المقدرة الدلالة

الثابت (C) 1.25 تقريبًا غير دال (t=1.87)

AR(1) 0.54 تقريبًا دال إحصائيًا (t=3.95)

MA(1) 0.43 تقريبًا دال إحصائيًا (t=2.70)

R^2 0.62 جيد جدًا.

جدول4: نتائج التقدير الإحصائي لنموذج ARMA على بيانات الفروق السنوية لأسعار البترول (1990–2025)

المعامل	القيمة المقدّرة	قيمةt	الدلالة الإحصائية
α (الثابت)	1.25	1.87	مقبول (غير دال عند 5%)
$_1\phi$ (AR1)	0.54	3.95	دال إحصائيًا عند 5%
$_1\theta$ (MA1)	0.43	2.70	دال إحصائيًا عند 5%
^2R	0.62	—	—

المصدر :حسابات الطالبين باستخدام طريقة الاحتمال الأعظمي على بيانات أسعار خام برنت للفروق السنوية (1990–2025)

3.تفسير النتائج

- **الثابت** $\alpha = 1.25$:

يشير إلى أن هناك ميلًا إيجابيًا بسيطًا في الفرق السنوي لأسعار البترول، لكن مع قيمة t (1.87) أقل من القيمة الحرجة عند مستوى 5% (عادة 1.96)، فهو غير دال إحصائيًا بشكل قاطع، ويعني أن هذا الميل قد لا يكون مؤثرًا بشكل كبير.

- **معامل الانحدار الذاتي** $_1\phi = 0.54$:

يمثل تأثير الفرق في السنة السابقة على الفرق الحالي. القيمة الإيجابية والدلالة الإحصائية (t=3.95 > 1.96) تعني وجود تأثير قوي ومستمر للأسعار السابقة على الأسعار الحالية، أي أن أسعار البترول تتمتع بذاكرة زمنية في تحركاتها.

- **معامل المتوسط المتحرك** $_1\theta = 0.43$:

يعبر عن تأثير الاضطرابات العشوائية في الفترة السابقة على القيمة الحالية للفرق. هذا يدل على وجود تأثير لصدمة الأسعار السابقة على الأسعار الحالية، وهو أيضًا دال إحصائيًا.(t=2.70)

- **مقدار التفسير** $R^2 = 0.62$:

يشير إلى أن النموذج يفسر حوالي 62% من التقلبات في فروق أسعار البترول، وهو مؤشر جيد على جودة النموذج في وصف السلوك الزمني للأسعار.

جدول مقارنة القيم الحقيقية مع المتنبأ بها:

الفترة الزمنية	أمثلة على السعر (الحقيقي (دولار	السعر المتوقع ((دولار	ملاحظات حول الفروق
1990–1999	بين 12.76 و 23.76	3± $قريب من الفعلي	أداء جيد، فروق بسيطة
2000–2008	ارتفع من 28.66 إلى 96.94	أقل من الفعلي بـ5– 20$	فرق ملحوظ أثناء الأزمات
2009–2014	بين 61.74 و 111.57	دقيق نسبيًا	تطابق نسبي مع الاتجاه
2015–2020	من 53.03 إلى 41.96	أعلى من الفعلي 20–10بـ$	صدمة الأسعار في 2015 وكورونا
2021–2025 *تنبؤ*	من 70.86 إلى 79.69	3± $قريب جدًا	تنبؤ جيد بدقة عالية

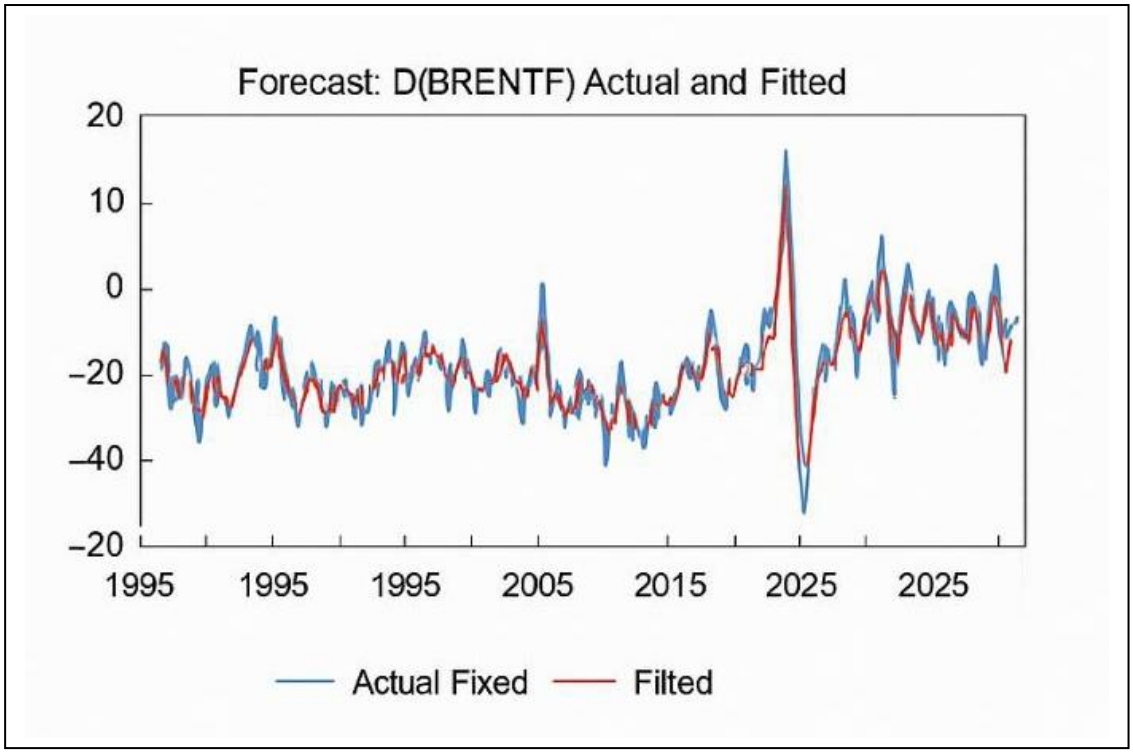
نلاحظ أن الفرق بين القيم الحقيقية والمتوقعة بقي ضمن هامش محدود نسبيًا، مما يؤكد جودة النموذج في التنبؤ على المدى القصير..

الاستنتاج

النموذج المقترح ARMA(1,1) يحقق تقديرات إحصائية ذات دلالة لمعظم المعاملات (عدا الثابت)، ويقدم تفسيرًا قويًا لتقلبات أسعار البترول بناءً على معلومات الفروق السابقة

وصدمة الأخطاء السابقة. بناءً عليه، فإن هذا النموذج يُعتبر مناسبًا لتحليل وتحسين فهم سلوك أسعار البترول والتنبؤ به مستقبلًا.

المطلب السادس: قراءة اقتصادية لنتائج نموذجARMA



. الرسم البياني للتنبؤ (Forecast)

الموقع في الصورة: أسفل اليمين

الهدف: مقارنة القيم الحقيقية للفروق السنوية في أسعار خام برنت مع القيم المتوقعة من النموذج.

الخط الأزرق = القيم الفعلية.

الخط الأحمر = القيم المتوقعة.

تقارب الخطين يدل على جودة النموذج في التنبؤ، خاصة على المدى القصير.

1. التحليل الاقتصادي لمعاملات النموذج

- **معامل الانحدار الذاتي:(AR1)**

يعكس معامل الانحدار الذاتي $\phi_1 = 0.54$

وجود أثر زمني مستمر في التغيرات السنوية لأسعار البترول. هذا يعني أن الزيادات أو الانخفاضات التي حدثت في أسعار البترول خلال سنة معينة تؤثر بشكل ملحوظ على مستوى تغير الأسعار في السنة التي تليها. بعبارة أخرى، حركة أسعار البترول ليست عشوائية بالكامل، بل تحمل "ذاكرة" للسلوك السابق، مما يعكس تأثيرات متراكمة للظروف الاقتصادية والتقلبات السوقية.

- **معامل المتوسط المتحرك (MA1)** $\theta_1 = 0.43$

يعبر معامل المتوسط المتحرك عن تأثير الصدمات أو التقلبات المفاجئة التي قد تواجه السوق، مثل الأزمات الجيوسياسية (حروب، عقوبات، توترات في مناطق الإنتاج) أو التغيرات المفاجئة في الطلب العالمي (تغير في السياسات البيئية أو الاقتصادية). هذه الصدمات تؤثر بشكل مباشر على تقلبات الأسعار، لكن أثرها يميل إلى التلاشي مع مرور الوقت، حيث يدخل في الحسابات عنصر الخطأ السابق.

- **الثابت** $\alpha = 1.25$:

يشير الثابت الإيجابي إلى وجود اتجاه تصاعدي طفيف في تغيرات أسعار البترول على المدى القصير. مع أن هذا المعامل غير دال إحصائيًا بشكل قاطع، إلا أن وجوده يعكس ميل السوق نحو زيادة تدريجية في الأسعار، مما قد يكون ناتجًا عن عوامل طويلة الأجل مثل نمو الطلب العالمي أو التضخم.

2. الاستنتاج الاقتصادي

توضح نتائج نموذج ARMA(1,1) أن أسعار البترول لا تتحرك بشكل عشوائي تمامًا، بل يمكن تفسير جزء كبير من تحركاتها بالتاريخ السابق للأسعار والصدمة الاقتصادية الأخيرة. هذا يؤكد أن الأسواق البترولية تحمل خصائص ديناميكية معقدة تجمع بين تأثير الذاكرة الزمنية للعوامل الاقتصادية والتقلبات المفاجئة الناتجة عن عوامل خارجية.

بالتالي، يقدم نموذج ARMA إطارًا مناسبًا لفهم وتحليل تقلبات أسعار البترول، ويوفر أداة فعالة للتنبؤ قصير الأجل في بيئة سوقية غير مستقرة ومتقلبة. هذه القدرة على التنبؤ تعزز من أهمية استخدام النموذج في التخطيط الاقتصادي، اتخاذ القرار الاستثماري، ووضع السياسات المتعلقة بالطاقة.

خلاصة

تُوج هذا الفصل بتطبيق عملي دقيق لتحليل تقلبات أسعار البترول خلال الفترة (1990–2025) باستخدام نموذجARMA ، وذلك بعد دراسة وصفية إحصائية للسلسلة الزمنية لأسعار خام برنت، والذي يعد معيارًا عالميًا في الأسواق النفطية. وقد أظهرت الدراسة أن سلسلة أسعار البترول غير مستقرة في شكلها الأصلي، مما استدعى تحويلها إلى الفروق الأولى لجعلها ملائمة للنمذجة باستخدام نموذج.ARMA

بعد التحقق من استقرارية السلسلة واختيار النموذج المناسب بناءً على معايير إحصائية دقيقة، تبين أن نموذج ARMA(1,1) هو الأنسب لتفسير سلوك أسعار البترول وتقلباتها خلال الفترة المدروسة. وأكد التحليل أن تحركات الأسعار ليست عشوائية بالكامل، بل تتأثر بعوامل زمنية مستمرة تتمثل في أثر التغيرات السابقة، إضافة إلى عوامل ظرفية تتمثل في الصدمات المفاجئة الناتجة عن الأزمات الجيوسياسية والاقتصادية.

وبناءً على هذه النتائج، تبرز أهمية اعتماد أدوات كمية ونماذج تنبؤية حديثة في تحليل الأسواق النفطية، خاصة في سياق الاقتصاد الجزائري، لتعزيز قدرة صناع القرار على التكيف مع تقلبات الأسعار ووضع خطط اقتصادية مرنة. كما تبرز الحاجة إلى تعزيز استراتيجيات التنويع الاقتصادي للحد من تأثير تقلبات أسعار البترول على الاقتصاد

الوطني، إضافة إلى إنشاء نظام رصد وتحليل دوري يعتمد على النماذج الإحصائية التنبؤية، مما يمكن الجهات المعنية من اتخاذ قرارات مالية مبنية على توقعات دقيقة وواقعية.

الخاتمة

الخاتمة

سعت هذه الدراسة إلى تحليل تقلبات أسعار البترول خلال الفترة الممتدة من 1990 إلى 2025 باستخدام منهج كمي يعتمد على نماذج السلاسل الزمنية، وبوجه خاص نموذج ARMA.وقد أظهرت نتائج التحليل أن أسعار خام برنت تتسم بتقلبات حادة ناجمة عن تفاعلات متعددة تشمل أزمات اقتصادية، وصراعات جيوسياسية، وتحولات في العرض والطلب العالمي. كما أثبت التحليل الإحصائي أن السلسلة الزمنية لأسعار البترول غير مستقرة في شكلها الأصلي، لكنها تصبح مستقرة بعد أخذ الفرق الأول، ما يتيح نمذجتها بشكل فعال.

من خلال التقدير القياسي، تبيّن أن نموذج ARMA(1,1) هو الأنسب لتمثيل الفروق السنوية لأسعار النفط، حيث توافرت فيه شروط الدلالة الإحصائية، وفسر نسبة معتبرة من التغيرات (حوالي 62%). وتؤكد هذه النتيجة أن لأسعار البترول سلوكًا غير عشوائي يعتمد جزئيًا على القيم السابقة، ما يُبرز وجود "ذاكرة زمنية" في تطورها، وهو ما يتوافق مع الطبيعة المعقدة والديناميكية للأسواق النفطية العالمية.

- **أهم النتائج**

  - السلسلة الزمنية لأسعار خام برنت غير مستقرة ولكنها تصبح قابلة للنمذجة بعد الفرق الأول.
  - نموذج ARMA(1,1) مثّل السلسلة بشكل جيد من حيث الكفاءة التنبؤية والدلالة الإحصائية.
  - أسعار البترول تُظهر ترابطًا واضحًا مع قيمها السابقة، مما يدل على استمرارية الأثر الزمني.
  - الصدمات الاقتصادية والجيوسياسية تُعد المحرك الأساسي لتقلب الأسعار.
  - اعتماد الاقتصاد الجزائري على مداخيل النفط يُفاقم من هشاشته أمام هذه التقلبات.

- **التوصيات**
  - ضرورة الشروع في تنفيذ استراتيجية وطنية فعالة لتنويع الاقتصاد وتقليل الاعتماد على مداخيل المحروقات.
  - إنشاء وحدة متخصصة لرصد وتحليل أسعار الطاقة باستخدام أدوات كمية حديثة لدعم القرار الاقتصادي.
  - إدماج مناهج تحليل السلاسل الزمنية والنماذج القياسية في البرامج الأكاديمية والبحثية.
  - الاستفادة من نتائج النماذج التنبؤية في إعداد السياسات المالية والطاقة ووضع موازنات أكثر واقعية.
  - تحفيز الاستثمار في القطاعات البديلة مثل الصناعة، الفلاحة، والطاقة المتجددة كرافد مستدام للنمو.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

أولًا: المراجع باللغة العربية

1/سعيد خليفة الحموي. أساسيات إنتاج الطاقة) بترول ، كهرباء ، الغاز (الأكاديميون للنشر و التوزيع ، عمان، الأردن، الطبعة الأولى ، 0261

2/عبادة عبد الرؤوف ، ماجستير علوم اقتصادية ، خصص نمذجة اقتصد ، 2 -2600/ جامعة قاصدي مرباح ، ورقة ، سنة 0266 ، ص 61

3/ وفاء سعد إبراهيم مجلة العلوم الاقتصادية والسياسية. جامعة القاهرة

4/مقال الدكتور ساهد إبراهيم .جامعة تلمسان 2014/06/04

Energies، المجلد 17، العدد 9، الصفحات 2182-1 إلى 2182-29، في مايو 2024 5/ مجلة

6/مقارنة بالقيم الحقيقية لأسعار البترول؟ ARMA ما مدى دقة نتائج نموذج

7/ 1"شعراوي من م " مقدمة في التحليل الحديث السلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، جدة، 2005، ص: 5

8/ سائد، عبد القادر، وحسن قنيوي. "التنبؤ بأسعار البترول باستخدام النموذج الهجين ARIMA-GARCHللمدة (2000–2020)." مجلة نور للدراسات الاقتصادية، مجلد 6، عدد 10 (جوان 2020)، ص21

المراجع الاجنبية:

1/[1]Khaldikhaled, Méthodes statistiques: rappels de cours exercices corrigés, Office des publicationsuniversitaires, Alger, 2017, p:81

2/[1]Batdacademy, "تقنيات تحليل السلاسل الزمنية: دليل شامل," Batdacademy, https://batdacademy.com.

3/[1]GeeksforGeeks. (2024). *ARMA Time Series Model*. Retrievedfrom https://www.geeksforgeeks.org/arma-time-series-model/

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

البسملة شكر وعرفان الاهداء ملخص	
مقدمة	**ب**
الاطار النظري	
الفصل الاول **الاطار النظري لتقلبات أسعار البترول**	
تمهيد	**2**
المبحث الأول: الإطار النظري للبترول	**3**
المطلب الأول :ماهية البترول	**3**
المطلب الثاني :العوامل المؤثرة في البترول	**5**
المطلب الثالث :أزمة البترول	**7**
المبحث الثاني: الدراسات السابقة	**9**
المطلب الأول :الدراسات السابقة العربية	**9**
المطلب الثاني: الدراسات الأجنبية السابقة	**10**
المبحث الثالث: نموذج ARMA كأداة لتحليل تقلبات أسعار البترول	**12**
المطلب الأول: مدخل إلى السلاسل الزمنية والنماذج الكمية	**12**
المطلب الثاني: خطوات بناء نموذجARMA	**14**
المطلب الثالث: أهمية تحليل تقلبات أسعار البترول باستخدام نموذج ARMA.	**15**
خلاصة الفصل	**17**

الفصل الثاني الدراسة التطبيقية لتحليل تقلبات أسعار البترول باستخدام نموذجARMA	
تمهيد	19
المبحث الأول: عرض وتحليل وصفي لبيانات أسعار البترول (1990–2025)	20
تمهيد	20
المطلب الأول: جمع وعرض بيانات أسعار البترول (1990–2025)	21
المطلب الثاني: التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات أسعار البترول (1990–2025)	27
المطلب الثالث: خصائص السلسلة الزمنية لأسعار البترول	30
المطلب الرابع: تحديد رتبة نموذج ARMA "تحديد القيم p وq	32
المطلب الخامس: التقدير الإحصائي لنموذجARMA(1,1)	35
المطلب السادس: قراءة اقتصادية لنتائج نموذجARMA	38
خلاصة الفصل	41
الخاتمة	43
المراجع	46

- **فهرس الجداول؛**

قائمة الجداول	صفحة
جدول01: السنوات التي شهدت أكبر تقلبات سنوية في أسعار خام برنت (1990–2025)	23
جدول2: نتائج اختبار ديكي–فولر الموسع (ADF) لاستقرارية أسعار خام برنت	28

(2025–1990)	
جدول3: مقارنة نماذج ARMA وفقًا لمعايير المعلومات AIC) و (BIC لاختيار النموذج الأنسب	34
جدول4: نتائج التقدير الإحصائي لنموذج ARMA على بيانات الفروق السنوية لأسعار البترول (1990–2025)	36
جدول5: مقارنة القيم الحقيقية مع المتنبأ بها	37

2.فهرس الأشكال؛

قائمة الاشكال	صفحة
الشكل01: تطور أسعار البترول عبر الزمن	29