

التنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي في الأسواق العالمية الرئيسية باستخدام نماذج ARIMA Forecasting Natural Gas Prices in the Main Global Markets Using ARIMA Models

د. حاج قويدر عبد الهادي¹ ، ط.د. بغفار عبد القادر²

¹ جامعة أحمد درايعية، مخبر دراسات التنمية المكانية وتطوير المقاولاتية- أدرار (الجزائر) h.abdelhadi@univ-adrar.edu.dz

² جامعة أحمد درايعية، مخبر التكامل الاقتصادي الجزائري الإفريقي- أدرار (الجزائر) a.kaderbagheffar@univ-adrar.edu.dz

تاريخ النشر: 2023/06/15

تاريخ القبول: 2023/06/04

تاريخ الارسال: 2023/05/01

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى محاولة التنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي في الأسواق العالمية الرئيسية لكل من الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا، وهذا باستخدام نماذج ARIMA والتي أثبتت فعاليتها التنبؤية خاصة في أجل القصير، وتوصلت الدراسة بأن سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي غير مستقرة خلال فترة الدراسة، وذلك نتيجة ارتباط أسعار الغاز الطبيعي ارتباطاً وثيقاً بأسعار النفط، إضافة إلى التوترات الجيوسياسية لاسيما مع الخلافات المستمرة بين روسيا وأوكرانيا. من جهة أخرى نجد أن سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للولايات المتحدة الأمريكية غير مستقرة، ويرجع ذلك إلى ثورة الغاز الصخري التي أدت إلى تحمة في العرض الشيء الذي ساهم في انخفاض في الأسعار، أما بالنسبة للسوق الآسيوي فإن سلسلة أسعار الغاز الطبيعي هي الأخرى غير مستقرة، ويمكن إرجاع سبب ذلك إلى ارتفاع حجم الطلب من الصين والهند، الشيء الذي ساهم في ارتفاع واردات الغاز الطبيعي المسال.

كلمات مفتاحية: أسعار الغاز. أسواق الغاز الطبيعي، نماذج ARIMA .

تصنيفات JEL : C53, C58

Abstract:

This study aims to predict natural gas prices in the main global markets of the European Union, the United States of America, and Asia, using ARIMA models. These models have proven their predictive effectiveness, especially in the short term. The study concluded that the natural gas price chain of the European Union was unstable during the study period. That may happen as a result of the high correlation between natural gas prices and oil prices, in addition to geopolitical tensions, especially with the ongoing disputes between Russia and Ukraine. On the other hand, the study found that the chain of natural gas prices in the United States of America is unstable as well. This is due to the shale gas revolution that led to an oversupply, which contributed to a drop in prices. As for the Asian market, the natural gas price chain is unstable too, and the reason behind this can be attributed to the high volume of demand from China and India, which contributed to the rise in Liquefied Natural Gas imports.

Keywords: Gas prices; Natural Gas Markets; ARIMA Models

JEL Classification Cods : C53, C58

المؤلف المرسل: عبد الهادي حاج قويدر، الإيميل: abdelhadi201@gmail.com

المقدمة:

يعتبر الغاز الطبيعي من أهم مصادر الطاقة في العالم اليوم. يمثل حوالي 24 ٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية ومن المتوقع أن يلعب دورًا أكبر في مزيج الطاقة المستقبلي بسبب وفرته النسبية وتأثيره البيئي المنخفض مقارنة بأنواع الوقود الأحفوري الأخرى.

يتم تداول الغاز الطبيعي على نطاق واسع في الأسواق العالمية كسلعة. ومع ذلك، فإن أسعار الغاز الطبيعي متقلبة للغاية بسبب عوامل مثل التقلبات في العرض والطلب، والأحداث الجيوسياسية، والظروف الجوية، وتحركات أسعار النفط، ونظرًا لأهمية أسعار الغاز الطبيعي، فإن القدرة على التنبؤ بدقة بحركات الأسعار المستقبلية يمكن أن توفر فوائد اقتصادية لكل من المستهلكين والمنتجين، حيث توفر طرق السلاسل الزمنية الإحصائية نهجًا صارمًا قائمًا على البيانات لنمذجة ديناميكيات أسعار الغاز الطبيعي والتنبؤ بها. على وجه الخصوص، تم تطبيق منهجية المتوسط المتحرك المتكامل التلقائي لـ Box-Jenkins (ARIMA) على نطاق واسع للتنبؤ بأسعار سلع الطاقة، بحيث يمكن أن يساعد تطوير نماذج تنبؤ دقيقة لأسعار الغاز الطبيعي المنتجين والمستهلكين وصانعي السياسات على اتخاذ قرارات بشكل أفضل فيما يتعلق بإنتاج الغاز الطبيعي واستخدامه وتنظيمه.

الإشكالية: هل يمكن لنماذج ARIMA التنبؤ بدقة بأسعار الغاز الطبيعي الشهرية في الإتحاد الأوروبي و الولايات المتحدة و آسيا؟

فرضية الدراسة: تنطلق الدراسة من فرضية رئيسية تنص على أنه يمكن استخدام نمذجة ARIMA بشكل فعال لتطوير نماذج السلاسل الزمنية للتنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي الشهرية في الإتحاد الأوروبي و الولايات المتحدة و آسيا. **الهدف من هذه الدراسة:** تهدف هذه الدراسة إلى توضيح كيف يمكن للنماذج الاقتصادية القياسية للسلاسل الزمنية أن تعزز فهمنا وتوقعنا لتحركات أسعار الغاز الطبيعي العالمية، والتي لها آثار كبيرة على الاقتصاد وصنع السياسات والعمليات التجارية في جميع أنحاء العالم.

المنهج المتبع: اتبعت الدراسة المنهج الوصفي لاستعراض الإطار النظري للدراسة ومتعلق بالأسواق العالمية الرئيسية للغاز الطبيعي، واستخدام المنهج الإحصائي والقياسي في جانب تطبيقي من خلال تطبيق نمذجة ARIMA على سلاسل أسعار الغاز الطبيعي الشهرية للأسواق محل الدراسة.

1- الإطار المفاهيمي للدراسة:

1-1 تعريف أسعار الغاز الطبيعي:

يمثل تسعير الغاز الطبيعي معيارًا حاسمًا في تحديد القرارات والخيارات المتعلقة بالاستثمار سواء للدول المنتجة أو الدول المستهلكة، حيث يمكن تقييم أسعار الغاز في عدة مراحل، وعموماً فإن أهم مكونات سعر الغاز هي (رجب، 2007، ص28): السعر عند رأس البئر وهي تكلفة الغاز نفسه، تكلفة النقل، وتكلفة التوزيع. كما قد يتوقف الأمر في تسعير الغاز في التجارة العالمية أيضا على ما تفرضه الدول المستهلكة من ضرائب على الغاز، وكذا على ما تمنحه الدول المنتجة من إعانات ودعم.

ومن المتعارف عليه علميًا أنه لا توجد طريقة واحدة لتسعير الغاز الطبيعي، ولا توجد أيضًا سوق واحدة للتجارة في الغاز الطبيعي، بل توجد عدة طرق لتسعير الغاز في أسواق الغاز الطبيعي بحسب الموقع والبلد، الشيء الذي انعكس على مستوى الأسعار وأدى إلى اختلافها.

1-2 آليات تسعيرة الغاز الطبيعي:

من الناحية النظرية ومن وجهة نظر المنتج (البائع) يفترض أن يشمل سعر الغاز على المكونات التالية (رجب، 2007، ص44):

❖ **التكاليف:** أي التكاليف الكلية لمراحل الإنتاج والمعالجة والنقل بالنسبة لغاز الأنابيب، أما بالنسبة للغاز المسال فتضاف

التكاليف الناجمة عن عملية التسييل وإعادة السائل ثانية إلى حالته الغازية.

❖ **الربح:** أي المردود الاقتصادي ويكون عادل ومعقول للاستثمار في تطوير مشروع الغاز والذي يفترض إن يتماشى مع

مستويات المردود من الفرص البديلة المتاحة.

❖ **علاوة النضوب:** وهو جزء من السعر يفترض إن يعوض عن نضوب الاحتياطات لان الغاز مصدر غير قابل للتجديد.

❖ **الميزة البيئية:** بالرغم من الميزة البيئية للغاز بالمقارنة مع المصادر الأخرى للطاقة، إلا أن سعر الغاز لا يشمل عادة على

علاوة بيئية بل غالباً ما يترك الغاز يتنافس مع المصادر الأخرى للطاقة على أساس الكفاءة والقيمة الحرارية.

يمكن أن تتبع عملية تسعير الغاز الطبيعي عدة آليات، أو مبادئ عامة، متأثرة في ذلك بطبيعة الاستخدام النهائي، سوق الغاز

المستهدفة، عدد وطبيعة الجهات الموردة للغاز في تلك السوق، وغيرها من الاعتبارات الإدارية والسياسية والمالية والفنية . وعلى

العموم يمكن إيجاز جملة مختلف نماذج تسعير الغاز المستخدمة عبر العالم فيما يلي (IEA, 2009,p511):

◆ **المنافسة الغاز مع مصادر الغاز الأخرى (Gas-to-gas competition):** في ظل هذه الطريقة يتم التسعير في

سوق حرة ومفتوحة لتجارة الغاز على أساس الأسعار الفورية أو تحت عقود الأجل، ويتمركز استخدامها بمناطق أمريكا

الشمالية وأوروبا.

◆ **الربط بأسعار النفط (الربط السعري Indexation):** تتحدد الأسعار من خلال هذه الطريقة بمعادلة وفق عقود

طويلة الأجل لمدة سنوات عديدة ، ويتمركز استخدامها بمناطق أوروبا وآسيا المحيطية.

◆ **الاحتكار الثنائي:** وهي آلية التسعير المهيمنة في صفقات الغاز ما بين مناطق الاتحاد السوفيتي السابق، في أوروبا

الوسطى والشرقية، وفي عدد من أسواق الغاز غير الناضجة ذات مورد واحد مهيم مقابل واحد أو اثنين من المشترين

المهيمنين.

◆ **وفق التسعير الترجيحي من المنتج النهائي:** من خلال هذه الطريقة فإن السعر المتلقي من طرف البائع يعكس السعر

المتلقي من طرف مشتري هذا المنتج.

◆ **وفق نظام تكلفة الخدمة:** يتفق على الأسعار وفق إجراءات تضعها السلطة المنظمة كي تغطي تكاليف العرض متضمنة

عائد معقول على الاستثمارات.

- ◆ وفق نظام -اجتماعي- سياسي: توضع الأسعار وتعديل على نحو نموذجي من طرف الحكومة بناء على لجنة مشتركة مع الأخذ في الحسبان القدرة الممكنة للمشتريين على الدفع والتكاليف الممكنة للبائعين وكذا احتياجات العائد الحكومي.
- ◆ وفق نظام دون التكلفة: تعتمد الحكومة إلى وضع أسعار دون إجمالي تكلفة الإنتاج والنقل كشكل من أشكال دعم المشتريين، وعادة ما يتم تعويض البائعين من ميزانية الدولة، وتتمركز بالدول ذات الاحتياطات الكبيرة من الغاز.

1-3 محركات الطلب والعرض العالمي للغاز الطبيعي

ساهم التطور التكنولوجي في تغلب على مشاكل عديدة في صناعة الغاز الطبيعي خاصة في مجال نقله وتوسيع استعماله (بوشري و حاج قويدر، 2019، ص47)، في العديد من المجالات والقطاعات على غرار نقل، قطاع السكني، قطاع الكهرباء (حاج قويدر و سنوسي، 2015، ص29)، وعليه سوف يزداد مستوى الطلب على الطاقة في العالم بالتأكيد مع زيادة مستوى النشاط الاقتصادي (بن أحمد، 2016، ص190) وارتفاع معدلات النمو السكانية، فالمستوى الحالي الذي وصل إليه استهلاك الغاز في أي منطقة هو نتيجة جملة من العوامل التي ساهمت في التطور التاريخي لصناعة الغاز، متضمنة: الطلب الإجمالي على الطاقة للاستخدامات الثابتة وضمنيا فإن النشاط الاقتصادي يحكم هذا الطلب، قرب الموارد وتكلفة توزيعها نحو الأسواق، تنافسية الغاز مع أنواع الوقود البديلة، المناخ، التطور التكنولوجي المؤثر في مسار الغاز ومصادر الطاقة البديلة المستخدمة، وكذا السياسات والبيئة الجيوسياسية والتنظيمية، ولذلك فإن توقعات طلب الغاز في أي منطقة على المدى القصير وال المدى الطويل يعتمد على كيفية التغير المستقبلي لهذه العوامل المختلفة وللأهمية النسبية التي تتنوع بشكل واضح حسب القطاع والمنطقة.

الجدول رقم (01): المحركات الرئيسية للطلب على الغاز حسب القطاع

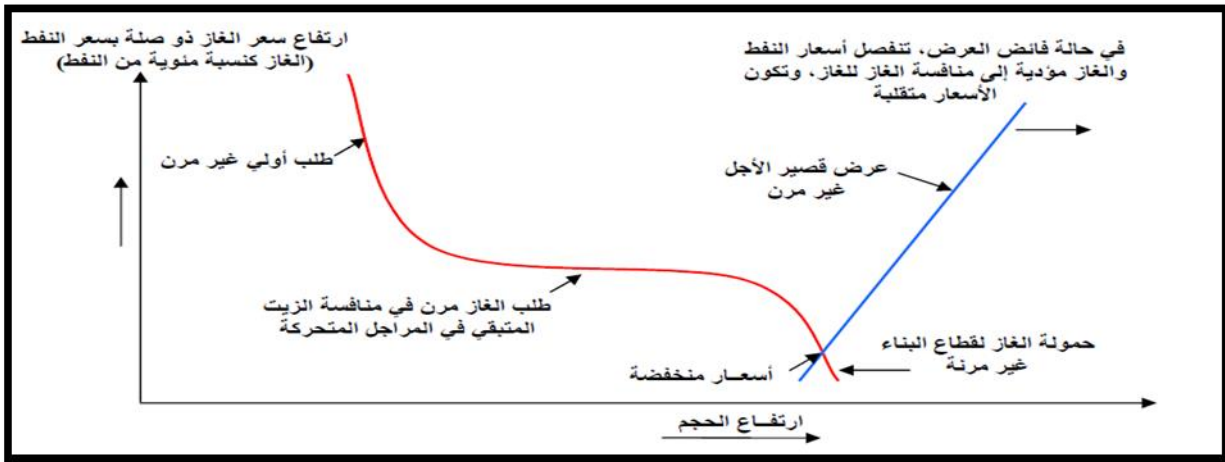
القطاع	النشاط الاقتصادي	السعر	السياسات	التكنولوجيا
توليد الطاقة	الطلب على الكهرباء ذو علاقة قوية مع الإنتاج الصناعي و مداخيل الأسر	تنافسية الغاز المحترق في المصانع ذو حساسية عالية للتغيرات في الأسعار النسبية للوقود	التأثير القوي لسياسات الطاقة النووية والداعمة للطاقات المتجددة تستلزم طاقة غاز محترق.	احتمال أقل لتحسين الكفاءة الحرارية لمصانع الغاز منه في مصانع الفحم وفي الطاقات المتجددة
الصناعة	الإنتاج الصناعي هو المحرك الرئيسي؛	قابلية تحول محدودة في الأجل القصير ويفضل الغاز عادة للتجهيزات الجديدة.	في بعض الدول، سياسة سعر الغاز وضبطه يمكن أن تكون لصالح استخدام الغاز لأسباب بيئية.	بعض الاحتمال متبقي لتعزيز كفاءة المراحل المستخدمة في الإحماء ومصانع الطاقة.
البناء	دخل الأسرة يحدد الطلب على المجال المعيشي وحاجيات التدفئة والتبريد.	استعمال الغاز في قطاع البناء غير حساس نسبيا للسعر	مستويات المواد العازلة ومعاييرها وكفاءة المراحل والمبردات يمكن أن تؤثر بقوة على الطلب.	تحسين كفاءة وفعالية مراحل المكثفات يمكن أن يحفز عدم استخدام الغاز وتقليل طلبه.
أخرى	الطلب على الغاز كلقيم) ذو علاقة قوية مع الإنتاج الصناعي والنتائج الداخلي الخام	طلب اللقيم للغاز حساس جدا لسعر الغاز بالنسبة إلى النافتا وغاز البترول المسالLPG.	السياسات الحكومية في إنتاج الأسمدة الطبيعية يمكنها وتسهيل الغاز GTL التأثير على طلب الغاز	التقدم التكنولوجي في إنتاج GTL لا سيما بالنظر (للكفاءة الحرارية) يمكن أن يحفز كثيرا استخدام الغاز المتبقي

Source : International Energy Agency (IEA),Prospects For Natural Gas, World Energy Outlook 2009, p: 375.

لكن عمليا وخلال عملية بناء نماذج التوقعات التي تعتمد على الإسقاطات، فإنه من الصعب التأكد من كيفية تطور أي من العوامل خلال فترة الإسقاط، رغم وجود بعض التغيرات أسهل توقعًا من الأخرى.

ويعتبر سعر الغاز محددًا رئيسيًا لحصة الغاز في إجمالي مزيج الطاقة في أي اقتصاد معين، ويمكن أن يُستبدل الغاز على الأقل بوقود واحد آخر في أي استعمال (تحويل واستخدامات نهائية)، ذلك أنّ المنافسة ما بين أنواع الوقود عادة ما تكون حادة، بالرغم من أن المرونة محدودة جدا في الأجل القصير، فأغلب مستخدمي الغاز غير قادرين طبيعيا على التحول نحو وقود بديل في إشعار قصير، والمستخدمون في أغلبهم يتواجهون دائما مع خيار الوقود عند أخذ قرار إقامة أي نوع من التجهيزات المستهلكة للطاقة، سواء أكانت نظام تدفئة أو تبريد، مراجل، أو معمل طاقة.

الشكل رقم(01): منحنى عرض/طلب الغاز في الأجل القصير



Source: James T. Jensen, The Development of a Global LNG Market :Is it Likely? If so, When ? , Oxford Institute for Energy Studies, 2004, p: 29

وفق أسس النظرية الاقتصادية، فإن منحنى العرض والطلب يبين أنه مع ارتفاع السعر ينخفض الطلب، ويرتفع العرض إلى غاية الوصول لتوازن عند سعر واضح في السوق، لكن حقيقة أسواق الغاز أكثر تعقيدا مما تقدمه النظرية الاقتصادية، وذلك بسبب المنافسة ما بين أنواع الوقود، وفي المقام الأول مع النفط في حالة الاستخدامات الثابتة، فتكون علاقة سعر الغاز بالنفط الغاز كنسبة مئوية من النفط، أكثر منها سعر مطلق للغاز، مما يميل إلى تحديد طلب الغاز.

وفي حالة فائض العرض، يمكن أن تنتقل الحمولات من النفط إلى الغاز، بينما تبقى الحمولات الموجهة لقطاع البناء إلى حد ما غير مرنة، وتصبح أسعار الغاز منفصلة عن أسعار النفط، وتكون النتيجة الوصول إلى حالة من منافسة الغاز للغاز "Gas-to-gas Competition" ولكن مع اختناقات عرض الغاز، ترتفع الأسعار إلى أن يبدأ تحول نحو وقود النفط المتبقي ويرسخ علاقة السعر النفط-الغاز ما دام هناك عدد متبقي من المستهلكين القادرين على التحول ما بين الغاز والنفط. ومن جانب آخر، فإن تكاليف نقل الغاز المرتفع جدا يمكن أن تكون سببا حقيقيا لجعل الأسعار متباينة في مختلف المناطق الجغرافية، مما يجعل عملية تحديد أسعار الغاز تأخذ أيضا آليات مختلفة.

2- الدراسة التطبيقية:

1-2 منهجية الدراسة القياسية:

تعتمد هذه الدراسة على منهجية Box-Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والمقدمة من طرف العالمين George Box و Gwilyn Jenkins في كتابهم الشهير (Time Series Analysis Forecasting and Control, 1970)، وتعتبر منهجية Box-Jenkins طريقة اختيار النموذج الأنسب للتنبؤ بمتغير السلاسل الزمنية، ويتم تطبيق هذه المنهجية فقط عندما يحقق المتغير بعض الافتراضات. بادئ ذي بدء، يجب أن يكون المتغير ثابتاً ولا توجد موسمية، ولكن إذا كان المتغير يخالف الافتراض أو أي نمط وفقاً للمقياس أو الموقع، فإن المهمة الأولى هي جعله ثابتاً لتطبيق نموذج Box-Jenkins. تُظهر الممارسة أن معظم المتغيرات غير ثابتة في الحياة الواقعية، لذلك لتحويل المتغيرات غير الثابتة إلى متغيرات ثابتة، فإننا نأخذ اختلاف المتغيرات وتُعرف المتغيرات الجديدة باسم المتغير المتكامل (Ali, Iqbal ch, Qamar, Akhtar, Mahmud, & Jamshed, 2016). و يتكون النموذج Box-Jenkins أو ما يعرف بنموذج ARIMA من AR و I و MA. هنا يمثل AR نموذج الانحدار التلقائي، ويمثل MA نموذج المتوسط المتحرك. (Lihua, Chao, Rongchao, & Yanben, 2018)، يمكن إتباع منهجية Box-Jenkins بهذه الطريقة:

- التعرف: اختبار الفرضية الصفرية "البيانات ليست مستقرة"، يتم الحكم على استقرار التسلسل على أساس الرسم البياني الخطي، مخطط التبعر، وظيفة الارتباط التلقائي والرسوم البيانية لوظيفة الارتباط التلقائي الجزئي للوقت مسلسل. عادةً ما يتم استخدام جذر وحدة ديكي فولر المعزز (ADF) لاختبار التباين والاتجاه والاختلاف الموسمي وتحديد الثبات. وتأخذ الفروق للسلسلة إذا لم تكن مستقرة وذلك لتحديد قيمة (d).
- التقدير: بناء على نتائج الخطوة الأولى معامل الارتباط التلقائي (ACF) و يتم حساب معامل الارتباط الجزئي (PACF) للتسلسل، حيث يتراوح كل من ACF و PACF من -1 إلى $+1$. يسمى التمثيل الرسومي ل ACF و PACF Correlogram. في مخطط الارتباط ACF يُظهر ترتيب نموذج الانحدار الذاتي (p) ويظهر PACF ترتيب نموذج المتوسط المتحرك (q).
- التشخيص: يتم تشخيص النموذج المقدر باستخدام الرسوم البيانية وتحليل دالة الارتباط للبواقي، للحكم على صلاحية النموذج للتنبؤ، أما إذا كان غير ملائم فيتم الرجوع إلى المرحلة السابقة.
- التنبؤ: بعد تحديد النموذج الملائم والتأكد من أنه مناسباً إحصائياً يتم استخدام نموذج $ARIMA(p,d,q)$ في التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة.

2-2 نتائج والمناقشة:

سنحاول من خلال هذا الجزء القيام بدراسة قياسية لمحاولة التنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي لكل من الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا باستخدام نماذج ARIMA والتي أثبتت فعاليتها التنبؤية خاصة في أجل القصير، مع تطور منهجية بوكس جانكيز المستخدمة للتنبؤ، وتم اعتماد على البيانات الشهرية لأسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي خلال فترة 2000/01/01 إلى 2022/12/01، في حين تم اعتماد على البيانات الشهرية لأسعار الغاز الطبيعي للولايات المتحدة الأمريكية وآسيا من فترة 1997/01/01 إلى 2022/12/01، وقد تم جمع البيانات من موقع: <https://fred.stlouisfed.org> وسنطبق منهجية منهجية Box-Jenkins على النحو التالي:

- الخطوة الأولى: فحص استقرار السلاسل الزمنية: يتم الحكم على استقرار السلاسل الزمنية من خلال فحص التوقع البياني لسلسلة، وذلك من خلال رسم المنحنى التاريخي للظاهرة للتعرف على الخصائص المميزة للسلسلة من حيث وجود اتجاه عام

من عدمه، أو عدم ثبات التباين، أو وجود قيم متطرفة أو قيم شاذة ضمن السلسلة، ومن ثم إجراء التحويلات اللازمة لجعلها مستقرة إن لم تكن كذلك.

ويلاحظ من خلال الرسم البياني لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا الموضحة في الملحق (الشكل 2 و3 و4)، وجود العديد من الصعود والهبوط في سعر الغاز الطبيعي ويظهر ذلك من خلال التذبذب لمنحنى سلاسل دراسة، وهذا يعني أنها غير مستقرة في التباين، إضافة أنها لا تحتوي على اتجاه عام واحد وهذا خلال فترة الدراسة، لذلك وجب أخذ سلسلة الفروق الأولى لسلاسل محل دراسة لجعلها، ساكنة ومستقرة في التباين. ولتأكد من صحة السكون تم إجراء اختبار ADF لفحص استقرارية السلاسل بعد إجراء الفروق الأولى للوغاريتم لسلاسل الأصلية، ويعتمد اختبار ADF على إحصائية t معامل الانحدار الذاتي من أجل اختبار الفرضية التالية:

- الفرضية الصفرية: سلسلة الأسعار غير مستقرة وتحتوي على جذر وحدة: $H_0 = \alpha_0$

- الفرضية البديلة: سلسلة الأسعار مستقرة ولا تحتوي على جذر وحدة: $H_1 > \alpha_0$

في حال تم رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة فإن سلسلة الأسعار تكون ساكنة ولا تحتوي على جذر وحدة. (بغفار و ساوس، 2022).

وتبين نتائج اختبار ديكي فولر ADF ظاهرة في الملحق (الجدول 2 و3 و4) لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا بعد إجراء الفروق الأولى أن قيمة ADF المحسوبة سالبة وأصغر من القيم الحرجة لتوزيع Mackinnon عند كل المستويات (10%، 5%، 1%) لكل سلاسل، وهذا يعني أن القرار يكون رفض الفرضية الصفرية حيث أن سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية و آسيا بعد إجراء الفروق الأولى للوغاريتم لسلاسل الأصلية لا تحتوي على جذر الوحدة فهي ساكنة ومستقرة، وبالتالي فإن أصغر رتبة للفروق اللازمة لتسكين سلاسل محل دراسة هي ($d=1$). وهذا يعني أن تقدير السلاسل يعتمد على نماذج $ARIMA(p, 1, q)$.

- الخطوة ثانياً: تحديد النموذج وتقدير المعلمات: تهدف هذه الخطوة إلى تحديد نموذج ARIMA المناسب لتمثيل البيانات، من خلال تحديد رتبة جزء الانحدار الذاتي $AR(p)$ ، ورتبة جزء المتوسطات المتحركة $MA(q)$ ، ويتم تحديد قيم p و q على أساس دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي المقدرتين.

وبعد جعل البيانات ثابتة، نختار نموذج $ARIMA(p, d, q)$ مع $d = 1$ ، ويتم تحديد قيم p و q على أساس ACF و BIC. و تجدر الإشارة فان الإحصائيين يعتمدون على الخبرة في هذه المرحلة أي مرحلة التحديد او التعرف، و بعد معاينة كل من دالتي الارتباط الذاتي والارتباط لسلاسل محل الدراسة بعد أخذ الفروق الأولى للوغاريتم لسلاسل الأصلية والموضحة في الملحق (الجدول 5 و6 و7)، يمكن اقتراح النماذج التالية:

الجدول رقم (8): نتائج تقدير نماذج $ARIMA(p, d, q)$

نماذج $ARIMA(p, d, q)$ مقترحة لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي				
ARIMA(2,1,1)	ARIMA(3,1,2)	ARIMA(3,1,1)	ARIMA(3,1,3)	Model
-2.142557	-2.156878	-2.140887	-2.1495596	AIC
-2.076624	-2.064572	-2.061768	-2.044103	BIC
نماذج $ARIMA(p, d, q)$ مقترحة لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للولايات المتحدة الأمريكية				
ARIMA(1,1,0)	ARIMA(4,1,3)	ARIMA(3,1,4)	ARIMA(3,1,2)	Model
-1.398893	-1.386338	-1.396629	-1.4626926	AIC
-1.342552	-1.277857	-1.288148	-1.342552	BIC

التنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي في الأسواق العالمية الرئيسية باستخدام نماذج ARIMA

نماذج ARIMA(p,d,q) مقترحة لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا				
ARIMA(6,1,5)	ARIMA(5,1,5)	ARIMA(6,1,3)	ARIMA(6,1,6)	Model
-2.607128	-2.68872	-2.69850	-2.610502	AIC
-2.462144	-2.463888	-2.476948	-2.441354	BIC

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

يتبين لنا من خلال الجدول أعلاه أن أفضل نموذج من بين نماذج المقترحة هو نموذج ARIMA(3,1,2) بالنسبة لكل من سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية ، ونموذج ARIMA(6,1,6) بالنسبة لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا وذلك لامتلاكهم أقل قيمة للمعايير الإحصائية ACF و BIC، وبذلك فإن النماذج النهائية الذي يمكن اعتمادها في التنبؤ هي نموذج ARIMA(3,1,2) و ARIMA(6,1,6). كما يظهر في الملقق (جداول 9 و10 و11).

– **الخطوة الثالثة: مرحلة تشخيص:** تسعى هذه الخطوة إلى التأكد من صحة النموذج المختار وذلك من خلال تحليل دالة الارتباط للبقايا من أجل معرف مدى تطابق المشاهدة مع القيم المحسوبة من النموذج المرشح:

● **مقارنة بين السلاسل الأصلية والمقدرة:**

يظهر من خلال الأشكال 4 و5 و6 ظاهرة في ملحق، تطابق شبه تام بين منحنى السلاسل الأصلية (Actual) ومنحنى السلاسل المقدرة (Fitted) لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا. الأمر الذي يفتح لنا المجال للحكم على دقة النماذج المقدرة.

● **تحليل دالة الارتباط الذاتي للبقايا:**

وفق دالة الارتباط الذاتي لبقايا التقدير (ملحق جداول 12 و13 و14) فأنتنا نلاحظ أن معاملات دالة الارتباط غير معنوية عند مستوى الثقة 90% الأمر الذي يؤكد دقة النماذج المقدرة.

– **الخطوة الرابعة:** استخدام النموذج للتنبؤ: يتم في هذه الخطوة استخدام النموذج المتوصل إليه ARIMA(3,1,2) في التنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية ونموذج ARIMA(6,1,6) في التنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي في آسيا بحيث يمكن أن تكون توقعات من داخل العينة أو من خارجها :

جدول رقم (15) : القيم التنبؤات لنماذج ARIMA(3,1,2) و ARIMA(6,1,6).

أسعار الغاز الطبيعي في آسيا		أسعار الغاز الطبيعي للولايات المتحدة الأمريكية		أسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي		الأشهر
				القيم الفعلية	التنبؤات	
44.6822	44.7534	7.8350	7.8174	55.1791	55.130	2022/09
29.7420	29.260	6.0938	7.1078	20.8663	20.8958	2022/10
25.2177	24.9655	5.4509	5.5326	28.7908	28.5365	2022/11
30.717	30.9517	5.5295	5.4907	35.367	35.3150	2022/12
20.68	18.3897	3.273	3.034	19.8861	21.5676	2023/01
/	15.9914	/	3.0935	/	12.5529	2023/02
/	23.5771	/	4.9223	/	20.9653	2023/03
/	24.8623	/	4.1094	/	27.0049	2023/04
/	21.7861	/	3.6610	/	30.1799	2023/05
/	22.4794	/	3.4975	/	32.3102	2023/06
/	19.8448	/	2.8908	/	28.3102	2023/07

/	18.8099	/	2.6874	/	35.7132	2023/08
---	---------	---	--------	---	---------	---------

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

الخلاصة:

شهدت الأسواق العالمية للغاز الطبيعي تغيرات كبيرة في السنوات الأخيرة ، متأثرة بمجموعة متنوعة من العوامل مثل التوترات الجيوسياسية، وديناميكيات العرض والطلب، والتقدم التكنولوجي، وحولنا من خلال هذه الدراسة بناء أفضل نموذج للتنبؤ بأسعار الغاز الطبيعي في الأسواق العالمية الرئيسية، من خلال استخدام تقنية النمذجة ARIMA، والتي أثبتت فعاليتها في التقاط الأنماط والاتجاهات والموسمية المعقدة الكامنة في هذه الأسواق، وتوصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

- سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي غير مستقرة خلال فترة الدراسة، وذلك نتيجة ارتباط أسعار الغاز الطبيعي ارتباطاً وثيقاً بأسعار النفط ومع انخفاض أسعار النفط في السنوات الأخيرة، انخفضت أسعار الغاز الطبيعي الأوروبي، إضافة إلى التوترات الجيوسياسية لا سيما مع الخلافات المستمرة بين روسيا وأوكرانيا.
- سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للولايات المتحدة الأمريكية غير مستقرة، ويرجع ذلك إلى ثورة الغاز الصخري التي أدت إلى تحمة في العرض وانخفاض الأسعار تاريخياً خلال العقد الماضي.
- سلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا غير مستقرة، ويمكن إرجاع سبب ذلك إلى ارتفاع واردات الغاز الطبيعي المسال لتلبية نمو الطلب القوي على الغاز الطبيعي، خاصة في الصين والهند.
- تم أخذ سلسلة الفروق الأولى لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا لجعلها ساكنة ومستقرة في التباين، وذلك من أجل تطبيق منهجية Box-Jenkins.
- تم تطبيق منهجية Box-Jenkins على سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية وآسيا لبناء نموذج ARIMA لتنبؤ بأسعار الغاز، ووجدنا أن أفضل نموذج من بين نماذج المقترحة هو نموذج ARIMA(3,1,2) بالنسبة لكل من سلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية، ونموذج ARIMA(6,1,6) بالنسبة لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا، واستخدمت للتنبؤ بـ8 قيم مستقبلية.
- وفي الأخير ستكون القدرة على التنبؤ الدقيق بأسعار الغاز الطبيعي ذات أهمية حاسمة للمشاركين في السوق وصانعي السياسات ومحليي الصناعة على حد سواء. من خلال تسخير قوة منهجية Box-Jenkins وتحسين فهمنا المستمر للعوامل التي تؤثر على أسعار الغاز الطبيعي، يمكننا المساهمة في تطوير أسواق طاقة أكثر كفاءة واستدامة حول العالم. ومن المهم ملاحظة أنه لا يوجد نموذج تنبؤ مثالي وأن الأحداث غير المتوقعة يمكن أن تؤثر دائماً على اتجاهات السوق. وذلك لأن التنبؤ بأسعار السوق على وجه اليقين أمر صعب، وأن الأداء السابق لا يشير دائماً إلى النتائج المستقبلية.

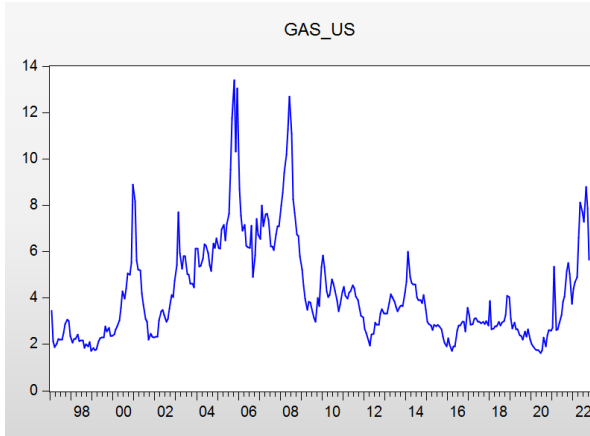
قائمة المراجع:

1. أحمد بن أحمد. (2016 ,12). أسعار العالمية للغاز الطبيعي ومستقبلها. مجلة رؤى الإقتصادية، العدد11 ، الصفحات 179-200.
2. عبد الغني بوشري، و عبد الهادي حاج قويدر. (2019). آليات استخدام الغاز الطبيعي لتحقيق تنمية مستدامة في الجزائر. مجلة معهد العلوم الإقتصادية، المجلد22، العدد01 ، الصفحات 31-50.
3. عبد القادر بغفار، و الشيخ ساوس. (2022). اختبار أثر يوم من الأسبوع في الإمارات للأوراق المالية دراسة قياسية. مجلة الميادين الإقتصادية، المجلد 05 العدد 01 ، الصفحات 365-386.

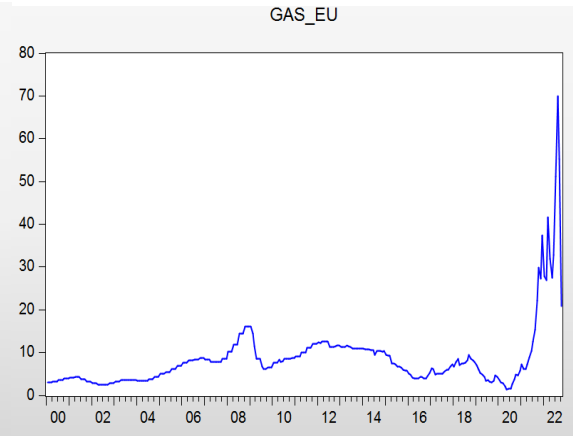
4. عبد الهادي حاج قويدر، و بن عبو سنوسي. (2015). الغاز الطبيعي الجزائري إستراتيجيات التصدير والأفاق المستقبلية. مجلة التكامل الإقتصادي، المجلد 03، العدد 04، الصفحات 24-43.
5. علي رجب. (2007). أساسيات تسعير الغاز في الأسواق العالمية. مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 33، العدد 120، الصفحات 23-112.
6. Ali, A., Iqbal ch, m., Qamar, S., Akhtar, N., Mahmud, T., & Jamshed, M. t. (2016). FORECASTING OF DAILY GOLD PRICE BY USING BOX-JENKINS METHODOLOGY. *International Journal of Asian Social Science*, pp. 614-624.
7. IEA. (2009). *Prospects For Natural Gas, World Energy Outlook 2009*, p: 375. IEA.
8. Lihua, M., Chao, H., Rongchao, L., & Yanben, H. (2018). ARIMA model forecast based on EViews software. *conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1-8.

ملحق:

الشكل رقم (03): الرسم البياني لسلسلة أسعار
الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي

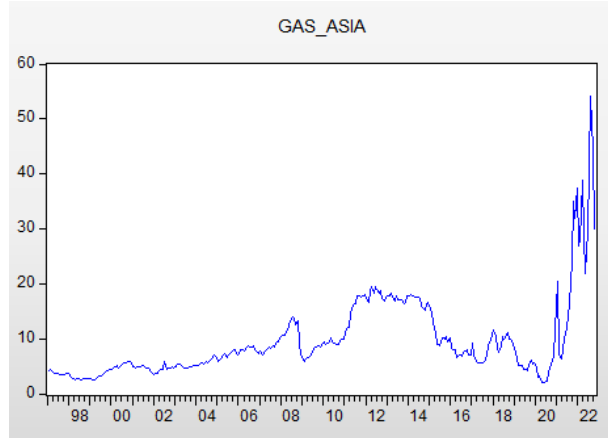


الشكل رقم (02): الرسم البياني لسلسلة أسعار
الغاز الطبيعي للولاية المتحدة الأمريكية



المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

الشكل رقم (04): الرسم البياني لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا



المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

الجدول رقم (02): نتائج اختبار ADF لسلسلة أسعار

الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي بعد إجراء الفروق الأولى

Null Hypothesis: D(LGAS_EU) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.49403	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.454263	
5% level	-2.871961	
10% level	-2.572396	

Null Hypothesis: D(LGAS_US) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-18.57125	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.451421	
5% level	-2.870712	
10% level	-2.571728	

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

الجدول رقم (04): نتائج اختبار ADF لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا بعد إجراء الفروق الأولى

Null Hypothesis: D(LGAS_ASIA) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-14.62383	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.451421	
5% level	-2.870712	
10% level	-2.571728	

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

جدول (06): اختبار الارتباط الذاتي لسلسلة

أسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي

Date: 02/04/23 Time: 19:34
Sample: 2000M01 2022M12
Included observations: 275

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.236	0.236	15.417	0.000	
2	-0.039	-0.101	15.846	0.000	
3	0.101	0.144	18.671	0.000	
4	0.009	-0.064	18.693	0.001	
5	0.035	0.076	19.040	0.002	
6	0.024	-0.026	19.204	0.004	
7	-0.097	-0.090	21.841	0.003	
8	0.010	0.056	21.868	0.005	
9	0.144	0.118	27.772	0.001	
10	0.095	0.059	30.333	0.001	
11	0.150	0.138	36.784	0.000	
12	-0.062	-0.169	37.880	0.000	
13	-0.031	0.057	38.151	0.000	
14	0.065	-0.021	39.363	0.000	
15	-0.119	-0.124	43.516	0.000	
16	-0.159	-0.087	50.870	0.000	

جدول (05): اختبار الارتباط الذاتي لسلسلة

أسعار الغاز الطبيعي للولاية المتحدة الأمريكية

Date: 02/04/23 Time: 19:40
Sample: 1997M01 2022M12
Included observations: 310

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.050	-0.050	0.7755	0.379	
2	-0.014	-0.017	0.8402	0.657	
3	0.006	0.004	0.8511	0.837	
4	0.059	0.059	1.9476	0.745	
5	-0.099	-0.093	5.0417	0.411	
6	0.046	0.039	5.7163	0.456	
7	-0.040	-0.041	6.2335	0.513	
8	-0.059	-0.064	7.3291	0.502	
9	-0.085	-0.083	9.6225	0.382	
10	-0.004	-0.028	9.6270	0.474	
11	0.088	0.099	12.102	0.356	
12	-0.075	-0.071	13.925	0.306	
13	-0.101	-0.108	17.256	0.188	
14	-0.024	-0.050	17.442	0.233	
15	0.036	0.021	17.868	0.270	
16	-0.029	-0.011	18.152	0.315	

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

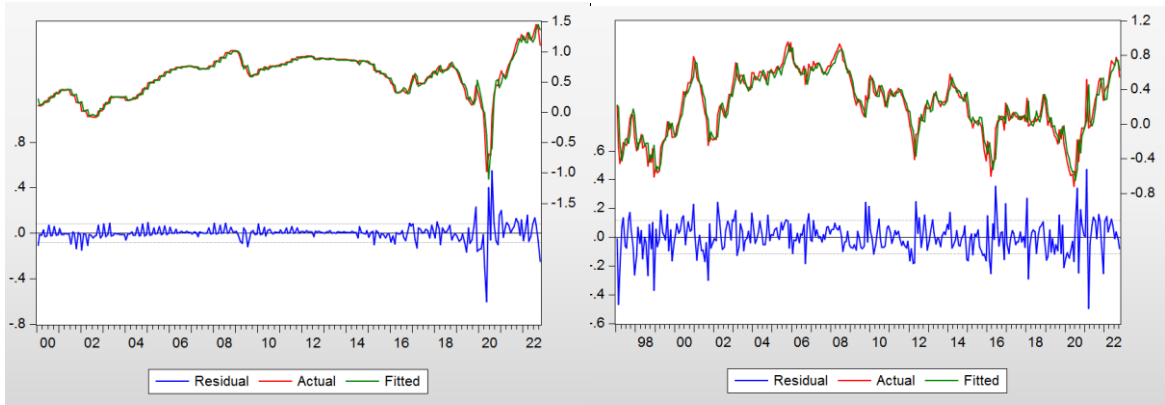
جدول (07): اختبار الارتباط الذاتي لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا

Date: 02/05/23 Time: 14:16
Sample: 1997M01 2022M12
Included observations: 310

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.157	0.157	7.7112	0.005		
2	-0.053	-0.079	8.5756	0.014		
3	0.037	0.060	9.0085	0.029		
4	-0.029	-0.051	9.2706	0.055		
5	0.038	0.060	9.7167	0.084		
6	-0.173	-0.207	19.263	0.004		
7	-0.205	-0.135	32.666	0.000		
8	-0.049	-0.032	33.447	0.000		
9	0.118	0.144	37.941	0.000		
10	0.178	0.149	48.117	0.000		
11	0.129	0.126	53.479	0.000		
12	0.104	0.070	56.956	0.000		
13	0.002	-0.086	56.958	0.000		
14	0.111	0.072	60.940	0.000		
15	0.025	-0.012	61.138	0.000		
16	-0.185	-0.100	72.326	0.000		

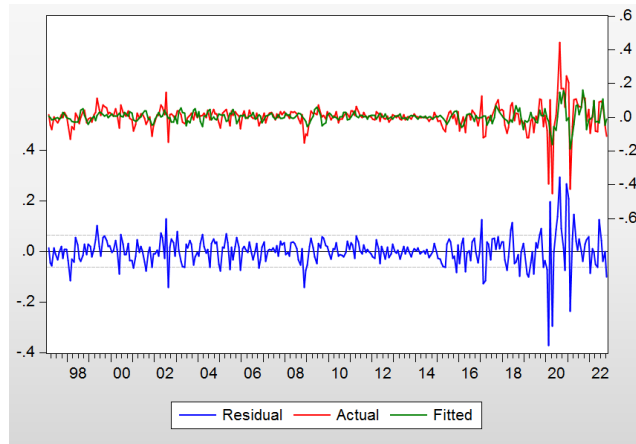
المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

الشكل رقم (05): الرسم البياني لسلسلة الأصلية الشكل رقم (06): الرسم البياني لسلسلة الأصلية وسلسلة وسلسلة المقدرة لأسعار الغاز الطبيعي للاتحاد الأوروبي. المقدرة لأسعار الغاز الطبيعي للولايات المتحدة



المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

الشكل رقم 4: الرسم البياني لسلسلة الأصلية وسلسلة المقدرة لأسعار الغاز الطبيعي في آسيا



المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

جدول رقم (10): نتائج تقدير نموذج ARIMA(3,2,1)

لسلسلة أسعار الغاز الولايات المتحدة الأمريكية

Dependent Variable: LOG(LGAS_US)
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 02/03/23 Time: 17:51
Sample: 1997M01 2022M12
Included observations: 311
Convergence achieved after 117 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.244229	0.132133	1.848356	0.0055
AR(1)	0.965237	0.043950	21.96194	0.0000
AR(2)	-0.904170	0.056286	-16.06391	0.0000
AR(3)	0.832697	0.046537	17.89333	0.0000
MA(1)	-0.074017	0.721274	-0.102620	0.0083
MA(2)	0.999999	19.50967	0.051257	0.0000
SIGMASQ	0.013123	0.127477	0.102946	0.0000

R-squared	0.898818	Mean dependent var	0.226880
Adjusted R-squared	0.896815	S.D. dependent var	0.360720
S.E. of regression	0.115872	Akaike info criterion	-1.426926
Sum squared resid	4.068191	Schwarz criterion	-1.342552
Log likelihood	228.1735	Hannan-Quinn criter.	-1.393197
F-statistic	448.6016	Durbin-Watson stat	2.003112
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.94	.01+.94i	.01-.94i
Inverted MA Roots	-.04-1.00i	.04+1.00i	

جدول رقم (09): نتائج تقدير نموذج ARIMA(3,2,1)

لسلسلة أسعار الغاز الإتحاد الأوروبي

Dependent Variable: LOG(LGAS_EU)
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 02/06/23 Time: 10:28
Sample: 2000M01 2022M12
Included observations: 276
Convergence achieved after 29 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.589163	0.168510	3.496299	0.0006
AR(1)	2.342471	0.175137	13.37505	0.0000
AR(2)	-2.079437	0.270648	-7.683178	0.0000
AR(3)	0.722205	0.106508	6.780728	0.0000
MA(1)	-1.150394	0.181850	-6.326045	0.0000
MA(2)	0.610337	0.082879	7.364198	0.0000
SIGMASQ	0.006360	0.000205	30.98375	0.0000

R-squared	0.948436	Mean dependent var	0.594567
Adjusted R-squared	0.947278	S.D. dependent var	0.351837
S.E. of regression	0.080787	Akaike info criterion	-2.156878
Sum squared resid	1.742571	Schwarz criterion	-2.064572
Log likelihood	302.4923	Hannan-Quinn criter.	-2.119829
F-statistic	818.5096	Durbin-Watson stat	1.955565
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.96	.69-.52i	.69+.52i
Inverted MA Roots	.58-.53i	.58+.53i	

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

جدول رقم (12): اختبار الارتباط الذاتي لبواقي التقدير

لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للإتحاد الأوروبي

Date: 02/04/23 Time: 19:38
Sample: 2000M01 2022M12
Included observations: 276
Q-statistic probabilities adjusted for 6 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.020	0.020	0.1158		
2	0.041	0.041	0.5868		
3	-0.006	-0.008	0.5984		
4	-0.020	-0.021	0.7103		
5	0.056	0.058	1.5950		
6	0.038	0.037	1.9964		
7	0.095	0.089	4.5476	0.033	
8	-0.049	-0.056	5.2413	0.073	
9	0.109	0.108	8.6016	0.035	
10	0.006	0.005	8.6104	0.072	
11	0.015	0.007	8.6790	0.123	
12	-0.001	-0.015	8.6792	0.192	
13	-0.003	0.001	8.6818	0.276	
14	0.047	0.032	9.3128	0.317	
15	-0.064	-0.066	10.502	0.311	
16	-0.021	-0.046	10.625	0.387	

جدول رقم (11): نتائج تقدير نموذج ARIMA(6,1,6)

لسلسلة أسعار الغاز في آسيا

Dependent Variable: DLOG(LGAS_ASIA)
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 02/05/23 Time: 15:07
Sample: 1997M02 2022M12
Included observations: 311
Convergence achieved after 55 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002746	0.006016	0.456508	0.0064
AR(1)	0.293861	0.143676	2.045302	0.0417
AR(2)	-0.246033	0.108944	-2.258336	0.0247
AR(3)	-0.680039	0.135393	-5.022694	0.0000
AR(4)	-0.005595	0.080305	-0.069676	0.0008
AR(5)	0.189902	0.094070	2.018739	0.0444
AR(6)	-0.670057	0.103112	-6.498340	0.0000
MA(1)	-0.163650	0.151726	-1.078593	0.0000
MA(2)	0.344052	0.105568	3.259052	0.0012
MA(3)	0.931440	0.162881	5.718528	0.0000
MA(4)	0.121465	0.105667	1.149514	0.0025
MA(5)	0.078716	0.108413	0.726082	0.0000
MA(6)	0.596468	0.155428	3.837593	0.0002
SIGMASQ	0.003895	0.000186	20.91286	0.0000

R-squared	0.242012	Mean dependent var	0.002737
Adjusted R-squared	0.208609	S.D. dependent var	0.071797
S.E. of regression	0.063870	Akaike info criterion	-2.610502
Sum squared resid	1.203428	Schwarz criterion	-2.441354
Log likelihood	417.3225	Hannan-Quinn criter.	-2.542876
F-statistic	7.245257	Durbin-Watson stat	2.023649
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.70-.57i	.70+.57i	.25+.95i	.25-.95i
Inverted MA Roots	-.81-.42i	-.81+.42i	.64-.70i	.24+.91i
	.64+.70i	-.80+.35i		.24-.91i

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews

جدول (14): اختبار الارتباط الذاتي لبواقي التقدير

لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي في آسيا

Date: 04/11/23 Time: 00:48
Sample: 1997M01 2022M12
Included observations: 311
Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.002	-0.002	0.0017
		2	0.001	0.001	0.0023
		3	-0.019	-0.019	0.1205
		4	0.088	0.088	2.5700
		5	0.016	0.017	2.6528
		6	0.039	0.039	3.1349 0.077
		7	-0.083	-0.080	5.3095 0.070
		8	-0.056	-0.064	6.3086 0.098
		9	0.038	0.037	6.7743 0.148
		10	-0.025	-0.035	6.9795 0.222
		11	0.122	0.136	11.761 0.068
		12	-0.043	-0.032	12.370 0.089
		13	-0.018	-0.018	12.475 0.131
		14	-0.043	-0.040	13.090 0.159
		15	0.026	-0.012	13.307 0.207
		16	-0.053	-0.046	14.245 0.220

جدول (13): اختبار الارتباط الذاتي لبواقي التقدير

لسلسلة أسعار الغاز الطبيعي للولاية المتحدة الأمريكية

Date: 02/05/23 Time: 15:11
Sample: 1997M01 2022M12
Included observations: 311
Q-statistic probabilities adjusted for 12 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.017	-0.017	0.0872
		2	-0.009	-0.009	0.1130
		3	-0.046	-0.046	0.7671
		4	-0.019	-0.020	0.8751
		5	-0.021	-0.023	1.0178
		6	-0.047	-0.050	1.7043
		7	-0.040	-0.044	2.2159
		8	0.048	0.043	2.9543
		9	-0.044	-0.049	3.5722
		10	0.047	0.040	4.2886
		11	0.019	0.020	4.4035
		12	0.096	0.092	7.3685
		13	0.019	0.023	7.4803 0.006
		14	-0.023	-0.015	7.6564 0.022
		15	-0.011	-0.000	7.6951 0.053
		16	0.024	0.029	7.8817 0.096

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews