

تأثير إستهلاك الطاقة المتجددة في الجزائر على إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة (2000-2022)

The Impact of Renewable Energy Consumption in Algeria on Carbon Dioxide Emissions During the Period (2000-2022)

إيمان خياطي^{1*}، علي تالم²

¹مخبر تطوير المؤسسة الاقتصادية الجزائرية، جامعة تيارت، الجزائر، imane.khiati@univ-tiaret.dz

²جامعة تيارت، الجزائر، ali.talem@univ-tiaret.dz

تاريخ القبول: 2024/11/17

تاريخ الاستلام: 2024/08/16

الملخص:

تهدف دراستنا لتحليل أثر إستهلاك الطاقة المتجددة على إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة (2000-2022)، باستخدام نموذج الإنحدار الذاتي VAR وبالإعتماد على المتغيرات المتمثلة في: إستهلاك الطاقة المتجددة، إستهلاك الطاقة التقليدية وإنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، خلصت الدراسة إلى أنه هناك علاقة عكسية بين إستهلاك الطاقة المتجددة وإنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وهذا ما يؤثر إيجاباً على البيئة خلال فترة الدراسة. الكلمات المفتاحية: إستهلاك الطاقة المتجددة، إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، نموذج الإنحدار الذاتي، الجزائر. تصنيف JEL: Q52, Q42, E21, C52.

Abstract:

Our study aims to analyze the impact of renewable energy consumption on carbon dioxide emissions in Algeria during the period (2000-2022), using the VAR autoregressive model and relying on variables such as renewable energy consumption, traditional energy consumption, and carbon dioxide emissions. The study found that there is an inverse relationship between renewable energy consumption and carbon dioxide emissions, which positively affects the environment during the study period.

Keywords: Renewable Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions, VAR Model, Algeria.

JEL Classification: C52, E21, Q42, Q52.

* المؤلف المرسل: إيمان خياطي، imane.khiati@univ-tiaret.dz

1. مقدمة:

تعتبر الطاقة التقليدية من المصادر الأساسية التي يعتمد عليها العالم في توليد الكهرباء وتلبية احتياجاته من الطاقة، حيث تلعب دورا محوريا في نمو الإقتصاد وتوفير الإمدادات اللازمة لمختلف الصناعات، ومع ذلك، فإن تزايد المخاوف البيئية الناتجة عن إرتفاع معدلات الإحتباس الحراري وزيادة الإنبعاثات الكربونية الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري ومايسببه من إختلال في التوازن البيئي، خلق حاجة ماسة لتعديل نمط إستهلاك الطاقة من المصادر التقليدية ودمج الطاقات المتجددة ضمن الإستهلاك العالمي للطاقة،

إذ تعد الطاقات المتجددة من الركائز الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة، حيث تساهم في الحفاظ على البيئة وتقليل إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، نظرا لمصادرهما الطبيعية مثل: الشمس، الرياح والماء،

وفي هذا السياق تعد الجزائر من بين الدول النامية التي تملك مصادر طاقوية ضخمة سواء في مجال الطاقة التقليدية أو الطاقات المتجددة، إلا أن الإستهلاك الطاقوي مرتكز على الوقود الأحفوري بنسبة عالية عن غيره من المصادر، ومع تزايد ظاهرة الإحتباس الحراري في الجزائر والتغيرات المناخية الذي أدى لإرتفاع غير مسبوق في درجات الحرارة، أصبح من الضروري التحول نحو إستهلاك الطاقات المتجددة لتلبية الإحتياجات الطاقوية بشكل مستدام وتقليل الإنبعاثات الكربونية، وعليه تبني دراستنا التي تخص مساهمة إستهلاك الطاقة المتجددة في خفض من إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون،

إشكالية الدراسة: ماهو أثر إستهلاك الطاقة المتجددة على إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 2000-2022؟ والتي تتفرع إلى سؤالين:

- هل يؤثر إستهلاك الطاقة المتجددة على إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر؟

- هل توجد علاقة بين إستهلاك الطاقة التقليدية وإنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون؟

فرضيات الدراسة: وللإجابة عن إشكالية الدراسة نفترض مايلي:

- زيادة إستهلاك الطاقة المتجددة يقلل من معدلات إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون،

- زيادة إستهلاك الطاقة التقليدية يزيد من إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة في موضوع الطاقات المتجددة الذي يعتبر من المواضيع المهمة في تحقيق التنمية المستدامة والنظافة البيئية لاسيما التقليل من إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الوقود الأحفوري، ومن جهة أخرى تبرز أهمية الدراسة في توجه الجزائر نحو زيادة إستهلاك مصادر الطاقة المتجددة والتقليل من الإستهلاك المفرط للطاقات التقليدية.

أهداف الدراسة: تهدف دراستنا ل:

- معرفة واقع الطاقة في الجزائر وتحليل الإنبعاثات الكربونية،

- إبراز أثر إستهلاك الطاقة المتجددة على إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون،

- دراسة العلاقة بين المتغيرات التابعة والمتغير المستقل.

منهجية الدراسة: قمنا بالإعتماد في دراستنا على المنهج الوصفي من خلال عرض مفاهيم حول متغيرات الدراسة، إضافة للمنهج الإحصائي معتمدين على نموذج أشعة الإنحدار الذاتي VAR لدراسة أثر إستهلاك الطاقات المتجددة على إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر.

2. الجانب النظري للدراسة

2.1 الطاقة:

هي إحدى العناصر والمقومات الأساسية للمجتمع وكل القطاعات التي تتطلب قدرة طاقوية، بها تحرك الآلات وتشغل المصانع ووسائل النقل (وهيبة وسمير، 2016، صفحة 224)،

وتعرف أيضا على أنها قدرة الإنسان على القيام بعمل يتطلب منه جهد عضلي، أما إقتصاديا، الطاقة هي القطاع الذي يؤثر بشكل مباشر على تطور القطاعات ونمو الإقتصاديات، ويتأثر سعر الطاقة في الأسواق العالمية بعوامل الإنتاج والإستهلاك في منطقة ما، توجد نوعان من الطاقة هناك طاقة ناضبة وطاقة متجددة، هذان العنصران الأساسيان للطاقة وعليه تبنى دراستنا،

2.2 الطاقة التقليدية:

وتسمى بالطاقة الناضبة، هي طاقة أحفورية مخزونة تحت الأرض يتم إستخراجها بتقنيات معينة، وسميت بالناضبة لأنها طاقات محدودة وزمن إعادة تكوينها بطيء جدا مقارنة بمعدلات إستهلاكها، والإحتياطي يحدد بدراسات ونماذج إقتصادية تسمح بمعرفة القدرة المتبقية أو المخزون من الطاقة، ونخص هنا بذكر الطاقات التقليدية التي تتكون من الوقود الأحفوري والذي يضم (النفط والغاز الطبيعي والفحم)، وهي طاقة منتجة من ترسب بقايا الكائنات الحية ومن المواد الصخرية مثل: الغاز الطبيعي والفحم والنفط، تعتبر مواد محدودة وغير متجددة ومن سلبياتها إنبعاث الغازات المسببة للإحتباس الحراري أثناء عمليات الإحتراق (Michel & Autre, 2009, p. 145).

2.3 الطاقة المتجددة

وتسمى بالطاقة النظيفة، هي أول مصادر الطاقة التي ظهرت في الأرض ولكن لم تستغل كمورد طاقي لإنتاج الكهرباء إلا في العصور الوسطى، ومنها طاقة الرياح التي استغلت في هولندا لإنتاج دقيق القمح، وتتكون مصادر الطاقة المتجددة من: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، الطاقة الحيوية، طاقة الهيدروجين، أو كما يطلق عليها الإقتصاديون "الطاقة الجديدة" وتعني بذلك السلعة الجديدة في السوق والتي تم تداولها تجاريا منذ أواخر القرن العشرين (عمرعلي، 2021، صفحة 37)، هي شكل من أشكال الطاقة الصادرة من مصدر طبيعي تتجدد بمعدل أكبر أو يساوي معدل استهلاكها (بن هني وزياد، 2022، صفحة 200)

2.4 غاز ثاني أكسيد الكربون:

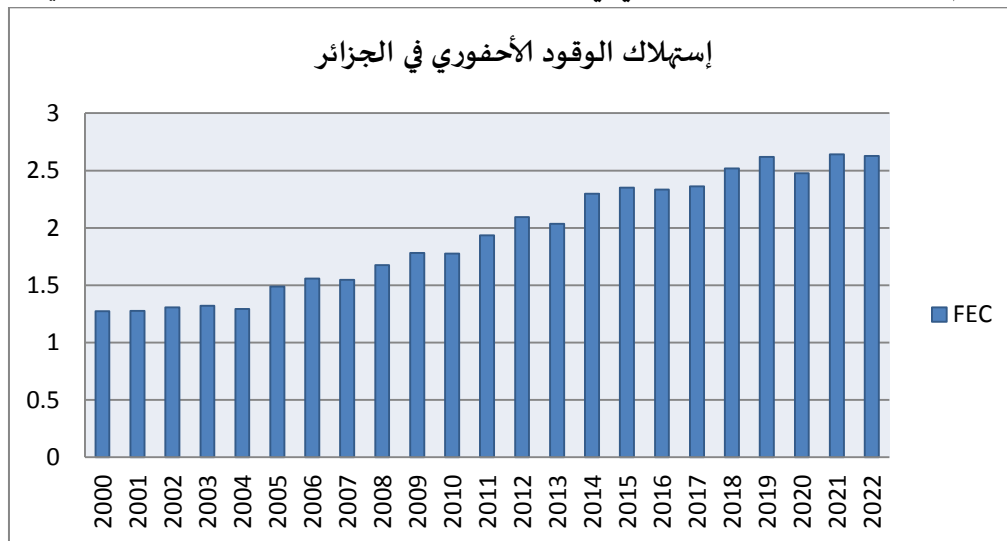
عرفت المنظمة الدولية لحماية المناخ السويسرية غاز ثاني أكسيد الكربون على أنه غاز لا لون له ولا رائحة، يعد جزءا من المكونات الطبيعية للهواء ومن المكونات الأساسية في عمليات التركيب الضوئي للنباتات، إلا أن زيادة كميات الإنبعاث من غاز ثاني أكسيد الكربون قد أثرت على الغلاف الجوي وزاد من معدلات الإحتباس الحراري وتغير المناخ، يتم تكوين غاز ثاني أكسيد الكربون من عمليات حرق الوقود الأحفوري والأنشطة البشرية والحيوانية وكذلك توجد بعض النباتات تنتج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون (myclimate, 2024)، كما قدمت المنظمة الأوروبية للبيئة تعريفا مختصرا لغاز ثاني أكسيد الكربون على أنه غاز يمثل 0.04% من الغلاف الجوي، تنتجه الحيوانات أثناء عمليات التنفس وتحلل الكتلة الحيوية وهو من الغازات الأساسية للنباتات أثناء عمليات التركيب الضوئي، كما يعد من المسببات لإرتفاع مستويات الإحتباس الحراري في الجو (Agency, 2024).

ومنه نقدم تعريفاً لغاز ثاني أكسيد الكربون على أنه من الغازات المتواجدة في الطبيعة، إذ يعتبر جزء من عمليات نمو النباتات، إلا أن زيادة معدلات الانبعاث تسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري وإتلاف الغلاف الجوي.

3. الإستهلاك الطاقوي في الجزائر والانبعاثات الكربونية:

تعد الجزائر من أكبر منتجي النفط والغاز الطبيعي في إفريقيا حيث تحتل المرتبة الرابعة من إجمالي إمدادات النفط سنة 2021 بقدرة 902997 تيراجول، والمرتبة 34 عالمياً بعد جنوب إفريقيا في نفس السنة بقدرة 2722420 تيراجول من إجمالي إنتاج النفط الخام (IEA, 2024)، أما الإستهلاك الوطني للطاقة شهد إنخفاضاً سنة 2020 بقدرة 1174.4 (ألف برميل مكافئ نفط/اليوم) بإنخفاض قدره 95.3 (ألف برميل مكافئ نفط/اليوم) ويرجع سبب الإنخفاض لجائحة كورونا التي ضربت العالم، وفي سنة 2022 إرتفع الإستهلاك الطاقوي بقدرة 1329.6 (مليون برميل مكافئ نفط/اليوم) (OPEC, 2023, p. 40)، تنقسم الطاقة المستهلكة في الجزائر لنوعين (الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة) إلا أن الطاقة التقليدية تستحوذ على الحصة الأكبر في الإستهلاك الوطني للطاقة والكهرباء، في سنة 2022 قدر الإستهلاك المحلي للنفط الخام حوالي 423.1 (ألف برميل مكافئ نفط/اليوم) والغاز الطبيعي بقدرة 901.7 (ألف برميل مكافئ نفط/اليوم) والفحم بقدرة 4.8 (ألف برميل مكافئ نفط/اليوم)، أما الطاقات المتجددة فلم تستحوذ إلا على 0.002 (وحدة حرارية بريطانية) وهذا مايفسر أن الجزائر تعتمد بشكل كبير على مصادر الوقود الأحفوري ولم تنتقل إلى مرحلة مزج الطاقة وإدخال الطاقة المتجددة ضمن الطاقة المستهلكة محلياً بعد، بالرغم من السياسات الداعمة للطاقة المتجددة وفتح الأبواب أمام المشاريع المصغرة والخاصة والدعم الوطني للقطاع إلا أن الإستهلاك الكهربائي الناتج من الغاز الطبيعي في تزايد ولم تشهد الطاقة المتجددة الإقبال الكبير، ويعود سبب ذلك لإرتفاع تكاليف معدات توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة من جهة ومن جهة أخرى التخوف من تحمل الخسائر المحتملة الناتجة عن عطل الألواح الشمسية أثناء إنتاج الكهرباء أو تقلب الطقس، هذه فقط عبارة عن بعض الإحتمالات التي تفسر عدم اللجوء لإنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة.

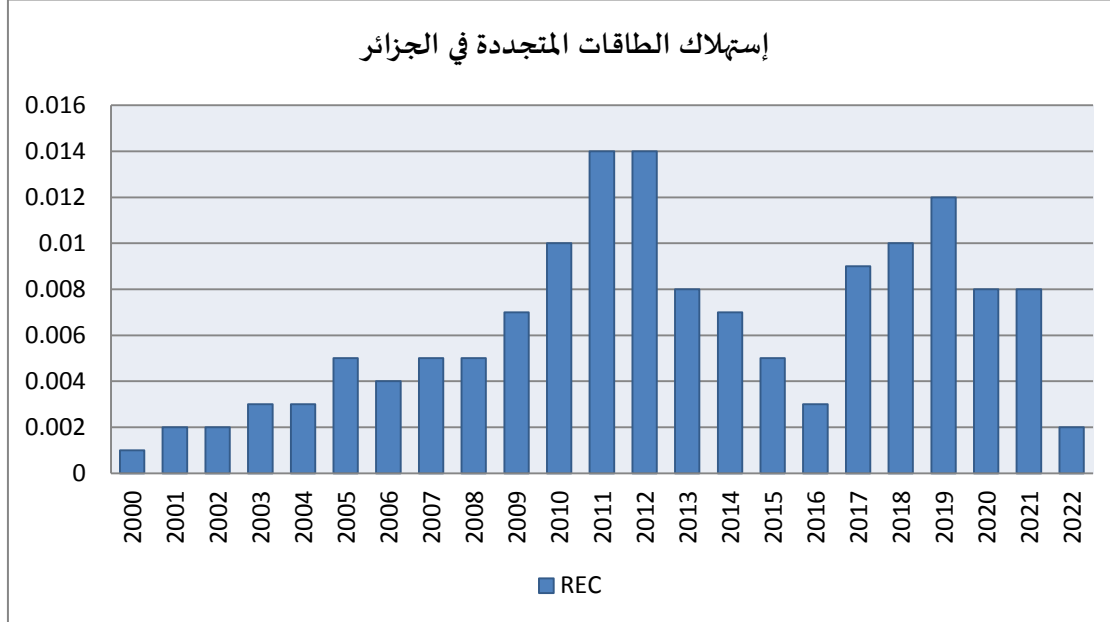
شكل رقم 01: إستهلاك الوقود الأحفوري في الجزائر خلال الفترة 2000-2022 (وحدة حرارية بريطانية)



المصدر: من إعداد الباحثين إعتقاداً على: (EIA, 2024)

كما نلاحظ من الشكل أعلاه، تزايد الإستهلاك المحلي للوقود الأحفوري منذ سنة 2005 والذي قدر بحوالي 1.487 (وحدة حرارية بريطانية) بعدما شهد إنخفاضا سنة 2004، لتستمر الزيادة بوتيرة ضئيلة إلى غاية سنة 2014 شهدت إرتفاعا قدره 2.298 (وحدة حرارية بريطانية)، أما سنة 2019 كانت أعلى قدرة إستهلاك منذ سنة 2000 بلغت 2.62 (وحدة حرارية بريطانية)، وإنخفضت سنة 2020 بقدرة 0.143 (وحدة حرارية بريطانية) وإستمرت في الزيادة مع حلول سنة 2021.

شكل رقم 02: إستهلاك الطاقة المتجددة في الجزائر خلال الفترة 2000-2022 (وحدة حرارية بريطانية)

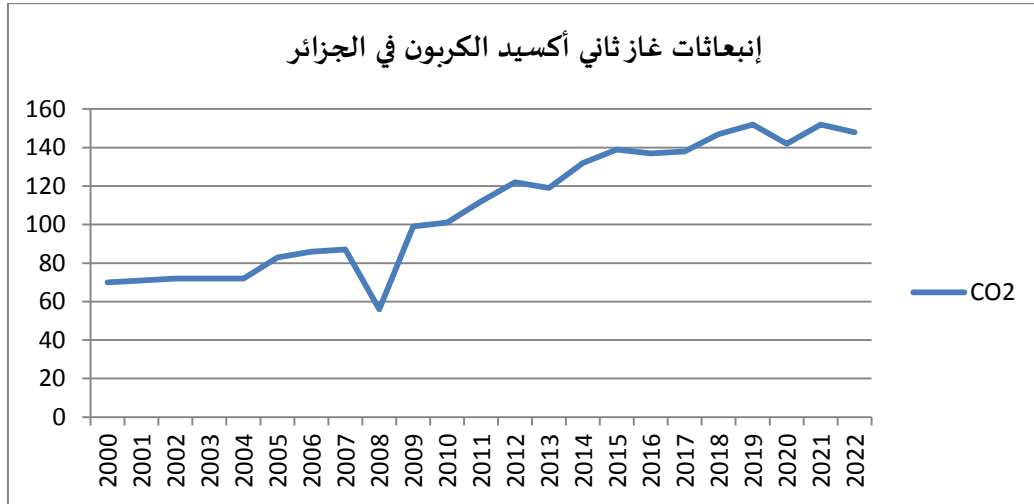


المصدر: من إعداد الباحثين إعتقادا على: (EIA, 2024)

نلاحظ من الشكل إرتفاع مستويات الإستهلاك الوطني للطاقة المتجددة خلال سنتي 2011 و 2012 وتطور قطاع الطاقات المتجددة حيث بلغ الإستهلاك ذروته بقدرة 0.014 (وحدة حرارية بريطانية) ، لكن مع حلول سنة 2013 إنخفض الإستهلاك بقدرة 0.008 (وحدة حرارية بريطانية) وإستمر الإنخفاض إلى غاية سنة 2016 حيث بلغ 0.003 (وحدة حرارية بريطانية) بفارق 0.011 (وحدة حرارية بريطانية) بالرغم من الإمكانيات الهائلة التي تمتلكها الجزائر من مصادر الطاقات المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية والطاقة المائية، وفي سنة 2017 تزايدت نسبة الإستهلاك بقدرة 0.009 (وحدة حرارية بريطانية)،

وبتحليل الشكلين نلاحظ أن الجزائر تعتمد على مصادر الطاقة التقليدية بشكل كبير مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة، إلا أن المخاطر الناتجة عن الإستهلاك المفرط للغاز الطبيعي والنفط أدى لإرتفاع مستويات الإحتباس الحراري في الجزائر، حيث قدرت نسبة أكسيد الكربون الناتجة عن الغاز الطبيعي بنسبة 98.5% ونسبة 1.5% ناتجة عن النفط (IEA, 2024)، وفي هذا الشأن أطلقت وزارة البيئة والطاقات المتجددة مخططا وطنيا للتكيف مع التغيرات المناخية سنة 2023 بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للتنمية، ويتضمن هذا المخطط 155 مشروعا منقسم إلى 76 مشروع خاص بالتخفيض من الإنبعاثات الغازية الدفيئة و 63 مشروع مخصص للتكيف مع التغيرات المناخية (المتجددة، 2023)، بالرغم من ذلك، شهدت الجزائر إرتفاع في نسب غاز ثاني أكسيد الكربون منذ سنة 2000 إلى سنة 2021 بنسبة 37%، حيث بلغت نسبة الإنبعاثات الصادرة عن حرق النفط والغاز الطبيعي قدرة 143.249 مليون طن في نفس السنة،

شكل رقم 03: إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة (2000-2022)

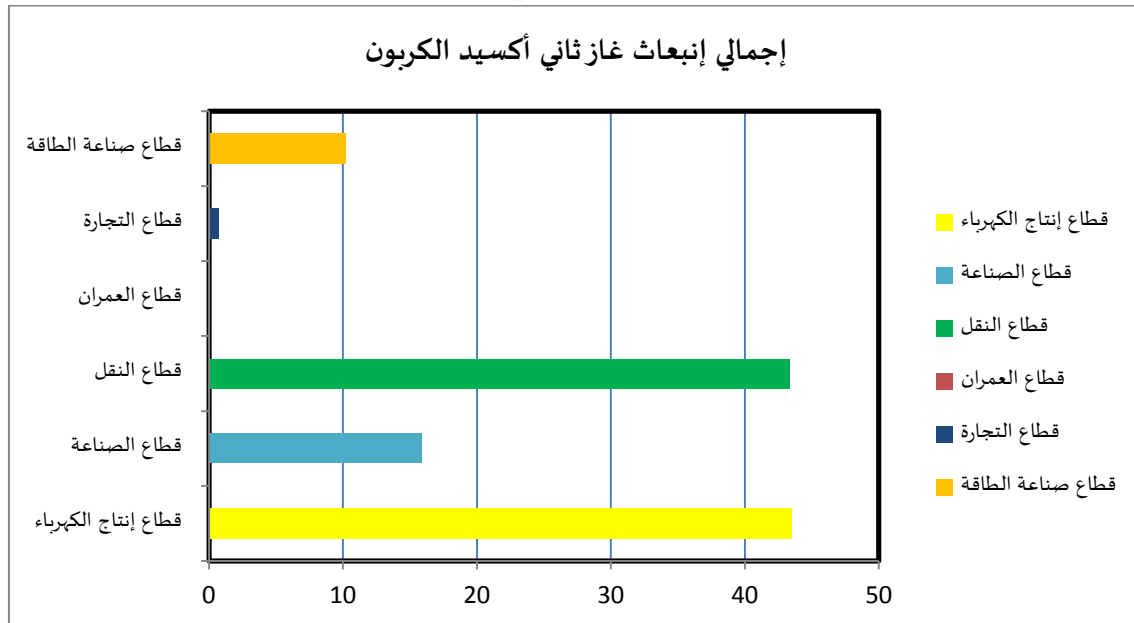


المصدر: من إعداد الباحثين إعتقادا على : <https://data.albankaldawli.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>

في عام 2008 شهدت الجزائر إنخفاضا في إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بقدرة 56 كيلوطن، ومع ذلك، إرتفعت الإنبعاثات سنة 2009 بقدرة 99 كيلوطن مما يمثل تحولا ملحوظا مقارنة بالإنخفاض الذي لم تشهده الجزائر منذ بداية الألفية إلى غاية سنة 2008، إستمر إرتفاع غاز ثاني أكسيد الكربون بشكل تدريجي لغاية سنة 2019 حيث بلغ القيمة العظمى للإنبعاث بقدرة 152 كيلوطن، وفي سنة 2020 إنخفض بشكل طفيف بقدرة 142 كيلوطن لتستمر في الإرتفاع سنة 2021 بقدرة 152 كيلوطن وفي سنة 2022 إنخفضت بفارق ضئيل جدا قدرته 8 كيلوطن.

لاتقتصر الإنبعاثات الغازية على قطاع الطاقة فقط وإنما تنتج كذلك عن قطاعات أخرى مستهلكة للطاقة وكذا نشاط الإنسان من أسباب الإحتباس الحراري وتلوث البيئة،

شكل رقم 04: إنبعاثات الكربون في الجزائر حسب القطاع



المصدر: <https://www.iea.org/countries/algeria/emissions>

4. دراسة قياسية لتأثير استهلاك الطاقة المتجددة على إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر

من أجل دراسة مدى تأثير إستهلاك الطاقة المتجددة من مصادر مختلفة في الجزائر على إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون قمنا بالإعتماد على نموذج الإنحدار الذاتي VAR معتمدين على برنامج Eviews12، وللوصول للنتائج المنشودة قمنا بإختيار متغيرات الدراسة كما يلي:

المتغير التابع: إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون ونرمز له CO2 وحدة قياسه (كيلو طن)

المتغيرات المستقلة:

إستهلاك الطاقة المتجددة ونرمز له REC وحدة قياسه (وحدة حرارية بريطانية quad-btu)

إستهلاك الطاقة الأحفورية ونرمز له FEC وحدة قياسه (وحدة حرارية بريطانية quad-btu)

وعليه ستكون المعادلة الرياضية للنموذج كالآتي:

$$CO_2 = f(REC; FEC)$$

أما النموذج الإحصائي كما يلي:

$$CO_2_t = \beta_0 + \beta_1 REC_t + \beta_2 FEC_t + \varepsilon_t$$

حيث تمثل $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ المعاملات التي سيتم تقديرها في النموذج، و ε_t الخطأ العشوائي

قمنا بتحديد فترة الدراسة من سنة 2000 إلى 2022 وهذا يعني أن:

عدد المشاهدات $n = 23$ وعدد المتغيرات المستقلة $k = 2$ وعليه ستكون درجة الحرية:

$$df = n - k - 1 = 20$$

4.1 إختبار الإستقرارية: بالنسبة للدراسات القياسية وخاصة في حالة السلاسل الزمنية فإن مشكل عدم

إستقرار السلاسل الزمنية هو أكثر مشكل يعيق إعطاء نتائج دقيقة للدراسة لذلك قبل القيام بعملية التقدير

يجب أولا إجراء إختبار الإستقرارية وهناك عدة إختبارات في دراستنا سنعتمد على إختبار "ديكي فولر المطور"

Augmented Dickey-Fuller ويرمز له ب ADF يعتمد على فرضيتين:

- فرضية العدم H_0 : السلسلة تحتوي على جذر وحدة (السلسلة ليست مستقرة)

- الفرضية البديلة H_1 : السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة (السلسلة مستقرة)

جدول رقم 01: إختبار الإستقرارية حسب ADF

القرار مستقرة عند	الفرق الأول 1 stdifference			المستوى level			قيم t المجدولة عند 5%
	Non	Trend and intercept	Intercept	Non	Trend and intercept	Intercept	
	-1.958088	-3.644963	-3.012363	-1.958088	-3.632896	-3.012363	
I(1)	-6.317225	-6.855146	-7.050762	1.710503	-3.396508	-0.549113	CO2
I(1)	-3.582484	-3.624509	-3.455468	-0.854065	-1.360734	-1.963060	REC
I(1)	-0.535351	-5.176925	-5.341206	2.729432	-3.457656	-0.363569	FEC

المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج Eviews12

من خلال نتائج إختبار الإستقرارية الخاص ب ADF نلاحظ أن كل السلاسل الزمنية المرتبطة بمتغيرات النموذج لم تستقر عند المستوى حيث كانت إحصائية t المجدولة أكبر من المحسوبة يعني قبول الفرضية المعدومة H_0 التي تفترض وجود جذر الوحدة في السلسلة الزمنية وهذا يعني عدم الإستقرار، لكن بعد أخذ الفرق الأول إستقرت جميعا حيث أصبحت t المحسوبة أكبر من المجدولة عند مستوى معنوية 0.05 وهذا يعني قبول الفرضية البديلة H_1 وهذا معناه عدم وجود جذر الوحدة ومنه فهي مستقرة وعليه فهي متكاملة بنفس الدرجة الأولى I(1)، وهذا ما يثبت النظرية القياسية التي تقول أن أغلب المتغيرات الإقتصادية الكلية تكون غير مستقرة عند المستوى ولكنها تستقر عند أخذ الفرق الأول،

وبما أن السلاسل متكاملة من نفس الدرجة I(1) فهذا يعتبر شرطا لإعتماد إختبار التكامل المشترك بمنهجية جوهانسون للكشف عن وجود تكامل مشترك في المدى الطويل

1- إختبار التكامل المشترك باستخدام منهجية جوهانسون:

تعتمد منهجية جوهانسون على نتائج إحصائيتين هما إحصائية الأثر وإحصائية القيمة العظمى وفق لفرضيتين:

- فرضية العدم: H_0 عدم وجود أي علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج،

- الفرضية البديلة H_1 : وجود علاقة تكامل واحدة عند مستوى $=0.05$ H_1

لكن قبل إجراء الإختبار يجب معرفة فترة الإبطاء المثل ذلك بالإعتماد على معايير إختيار فترة الإبطاء،

جدول رقم 02: نتائج معايير تحديد فترة الابطاء المثلى

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	2.762550	NA	0.000206	0.023745	0.173105	0.052902
1	40.48399	60.35430*	1.18e-05*	-2.848399*	-2.250959*	-2.731772*
2	47.62640	9.285135	1.54e-05	-2.662640	-1.617121	-2.458544
3	55.71774	8.091345	2.06e-05	-2.571774	-1.078176	-2.280208

المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج EvIEWS12

نلاحظ من خلال الجدول أن فترة الإبطاء الملائمة للنموذج هي lag=1 وقد اتفقت جميع المعايير على هذه الفترة، وعليه يمكننا إجراء اختبار جوهانسون، حيث تظهر النتائج الملخصة في الجدولين التاليين:

• نتائج إحصائية الأثر:

جدول رقم 03: نتائج اختبار إحصائية الأثر trace statistic

Hypothesized	Trace	0.05		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None	0.369285	17.15489	29.79707	0.6286
At most 1	0.281116	7.475975	15.49471	0.5230
At most 2	0.025610	0.544822	3.841465	0.4604

المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج EvIEWS12

• نتائج إحصائية القيمة العظمى:

جدول رقم 04: نتائج اختبار إحصائية القيمة العظمى max-eigen statistic

Hypothesized	Max-Eigen	0.05		
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None	0.369285	9.678919	21.13162	0.7742
At most 1	0.281116	6.931152	14.26460	0.4973
At most 2	0.025610	0.544822	3.841465	0.4604

المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج EvIEWS12

من خلال تحليل نتائج الإختبارين السابقين يتضح لنا أن قيم الإحصائيتين كانت أقل من القيم الحرجة وكذلك الإحتمالية الموافقة لكل مستوى كانت أكبر من مستوى المعنوية 0.05 وهذا ما يجعلنا نقبل الفرضية العدمية H_0 التي تفترض عدم وجود أي علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج،

وعليه، بما أن إختبار جوهانسون أظهر لنا عدم وجود أي تكامل مشترك فإن أنسب نموذج لدراستنا هو نموذج أشعة الانحدار الذاتي VAR وذلك وفق لشروط إختيار النماذج المناسبة للدراسات القياسية،

4.2 نموذج أشعة الانحدار الذاتي VAR:

فيما يلي سنقوم تقدير نموذج الانحدار الذاتي VAR والذي يسمح لنا بقياس العلاقات التبادلية بين المتغيرات الداخلية وتحليل دوال الاستجابة للصدمات العشوائية في النموذج VAR بعد تقدير نموذج VAR(1) وفق فترة الابطاء السابقة $lag=1$ كانت النتائج كالتالي:

$$CO2 = -0.0289607091898 * CO2(-1) - 382.208872056 * REC(-1) + 62.5610899274 * FEC(-1) - 7.87989226196 [-0.10816] \quad [0.50830] [3.51626] [-0.10816]$$

جدول رقم 05: مخرجات النموذج

R-squared	0.911177
Adjusted R-squared	0.896373
S.E. of regression	10.23305
Durbin-Watson stat	2.148959
F-statistic	61.55011

المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج Eviews12

4.3 تفسير النتائج

التفسير الإحصائي: من خلال النتائج السابقة نلاحظ أن :

قيمة معامل التحديد $R^2=0.91$ وهذا يعني أن الإرتباط قوي بين المتغيرات المفسرة إستهلاك الطاقات المتجددة REC وإستهلاك الطاقة الأحفورية FEC والمتغير التابع إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، وبعبارة أخرى نقول أن الإستهلاك المفرط للطاقة المتجددة أو التقليدية تؤثر بنسبة 91 % على المتغير التابع، أما نسبة 9% فهي ناتجة عن عوامل أخرى خارج إستهلاك الطاقة.

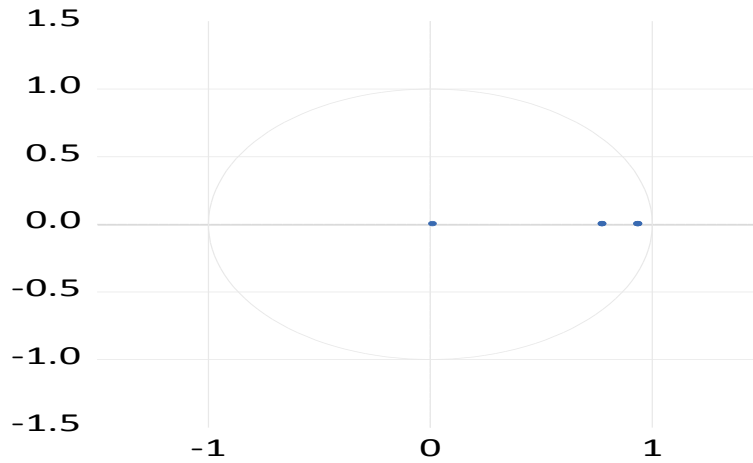
- بلغت قيمة معامل التحديد المصحح Adjusted R-squared 0.8963 وهذا يدل على أن إستهلاك الطاقة المتجددة والطاقة الأحفورية في الجزائر تفسر النموذج بنسبة 89.63% ونسبة 10.37% راجع إلى عوامل أخرى تؤثر كذلك على إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2

- النموذج معنوي إحصائيا وهذا ما تدل عليه إحصائية فيشر التي بلغت $F\text{-statistic} = 61.55$ وهي أكبر من الإحصائية المجدولة مما يفسر قبول الفرضية البديلة والنموذج معنوي كليا

- بلغت إحصائية Durbin-Watson stat $DW=2.14$ وهذا يعني أن بواقي لتقدير لا تعاني من مشكلة الارتباط الذاتي

وقبل التطرق للتفسير الاقتصادي لنتائج التقدير علينا أن نتأكد أولاً من إستقرار نموذج VAR وذلك بالإعتماد على إختبار الإستقرارية الهيكلية لنموذج VAR(1)

الشكل رقم 05: نتائج إختبار الإستقرارية الهيكلية لنموذج VAR(1)
Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج Eviews 12

من خلال الشكل نلاحظ أن جميع الجذور تقع داخل محيط الدائرة يعني أنها $1 >$ "اقل من الواحد" وعليه فنموذج VAR(1) يحقق شرط الإستقرارية

التفسير الاقتصادي: من خلال النتائج السابقة نلاحظ أن:

- العلاقة العكسية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وقيمه المبثثة بتأخير 1 وهذا يعني انه في حالة كانت هناك زيادة بنسبة 1% هذه السنة فإنه من المتوقع أن تنخفض في السنة المقبلة بنسبة 0.02% وهذا مايفسر التوجه إلى الطاقة المتجددة النظيفة،
- العلاقة العكسية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 وإستهلاك الطاقة المتجددة REC بقيمة مبثاة بـ 1 وهذه العلاقة منطقية بالنظر إلى أن الطاقة المتجددة هي طاقة نظيفة على عكس الطاقة الأحفورية التي تعتبر طاقة ملوثة،
- العلاقة الطردية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 وإستهلاك الطاقة الأحفورية وهذا ما يؤكد الاستنتاج السابق،

إجراء الإختبارات الشخصية للنموذج:

سنقوم بإختبار صلاحية النموذج ومشاكل القياس وذلك بإختبار التوزيع الطبيعي للبواقي وإختبار الارتباط الذاتي للأخطاء،

- اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي: سنعتمد على اختبار Jarque-Bera ومن خلال نتائج الإختبار يتبين لنا أن البواقي تخضع للتوزيع الطبيعي في المعادلة 2 و 3 لأن الإحتمالية اكبر من 0.05 وعليه نرفض الفرضية الصفرية أي قبول فرضية التوزيع الطبيعي للبواقي عند مستوى معنوية 5%،

جدول رقم 06 : نتائج اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

Component	Jarque-Bera	Df	Prob.
1	35.18693	2	0.0000
2	1.294265	2	0.5235
3	0.412772	2	0.8135
Joint	36.89397	6	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثين بالإعتماد على مخرجات برنامج Eviews 12

- اختبار الارتباط الذاتي للبواقي:

سنعتمد هنا على اختبار LM Test لنموذج $var(1)$ الذي يفترض في الفرضية المعدومة عدم وجود ارتباط ذاتي للبواقي، وعليه، بعد إجراء الاختبار عند إبطاء قدره 3 كانت النتائج كما في الجدول الموالي ويتضح من خلال النتائج أن الإحتمالات كانت جميعها أكبر من 0.05 وعليه نقبل الفرضية المعدومة بعدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي،

جدول رقم 07: نتيجة اختبار LM Test لنموذج $var(1)$

Null hypothesis: No serial correlation at lag h						
Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	8.931687	9	0.4436	1.025240	(9, 22.1)	0.4510
2	11.02115	9	0.2743	1.321376	(9, 22.1)	0.2817
3	7.270815	9	0.6089	0.806524	(9, 22.1)	0.6151

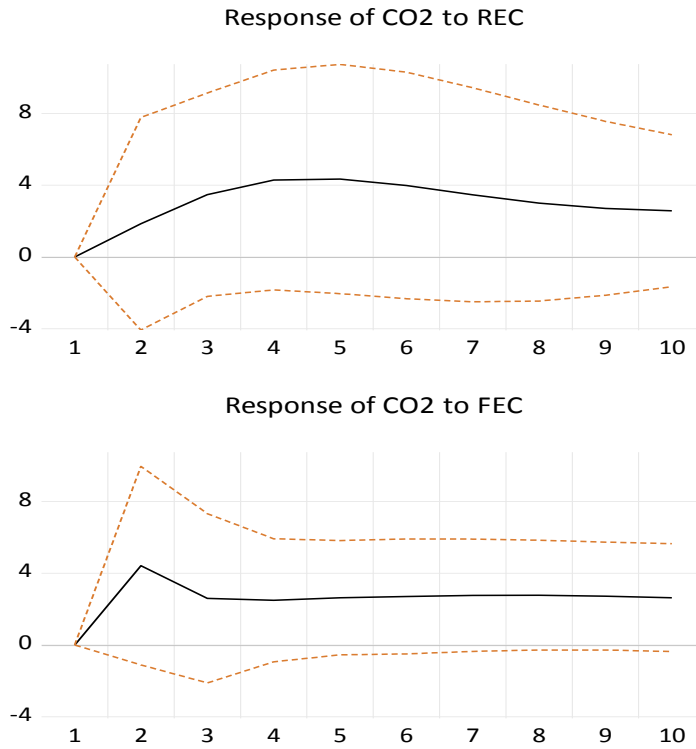
Null hypothesis: No serial correlation at lags 1 to h						
Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	8.931687	9	0.4436	1.025240	(9, 22.1)	0.4510
2	17.61888	18	0.4810	0.967807	(18, 17.5)	0.5281
3	34.87002	27	0.1422	1.362989	(27, 9.4)	0.3200

المصدر: من إعداد الباحثين إعتمادا على مخرجات برنامج Eviews 12

4.4 تحليل دوال الاستجابة النبضية:

نموذج var يكون دائما مرفوق بدوال الاستجابة النبضية وهي حالة استجابة كل متغير من متغيرات النموذج للصدمات المفاجئة التي قد تصيبه عبر الزمن وبالتحديد سندرس من خلال الاشكال البيانية الموالية حالة استجابة المتغير التابع CO2 للصدمات المفاجئة التي قد تصيب كل من المتغيرين المستقلين REC و FEC وهذا ما سنعمل عليه فيما يلي :

الشكل رقم 06: دوال الاستجابة النبضية في نموذج VAR
Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations ± 2 S.E.



المصدر: من إعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات برنامج Eviews 12

من خلال الشكل السابق نلاحظ أن أي صدمة مفاجئة ايجابية في إستهلاك الطاقة المتجددة ستؤثر إيجاباً على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بداية من السنة الأولى وتبدأ في التزايد خلال 5 سنوات ، ولكنها ستبدأ في التناقص بعد السنة الخامسة وهذا ما يعكس حقيقة أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تتأثر عكسياً بإستهلاك الطاقة المتجددة،

أما بالنسبة لإستهلاك الطاقة الأحفورية فأن استجابة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون للصدمة في الإستهلاك للطاقة الأحفورية ستكون إيجابية بداية من السنة الأولى ثم تبدأ في التعافي بين السنة 2 وتبدأ في التناقص على طول مدة 10 سنوات وهذا ما يعكس التوجه نحو إستغلال مصادر الطاقة المتجددة بدل الطاقة الأحفورية.

5. الخاتمة:

الجزائر لاتزال في المراحل الأولى من إتغلال الطاقات المتجددة كمصدر طاقي لإنتاج الكهرباء في البلاد، بالرغم من التداعيات الدولية للخفض من الانبعاثات الكربونية والتقليل من إستهلاك الطاقات التقليدية بالتوجه لمصادر أكثر نظافة وأقل ضرراً للبيئة إلا أن الجزائر تعتمد بشكل كبير على النفط والغاز الطبيعي لتلبية حاجاتها من الطاقة حسب ماتطرقنا إليه في دراستنا.

نتائج إختبار الفرضيتين: تم التحقق من صحة الفرضيتين حيث زاد إستهلاك الطاقة المتجددة إنخفض معدل إنبعاث الكربون في الجو، وكلما زاد حرق الوقود كلما زادت معدلات إنبعاث الكربون في الجزائر خلال فترة الدراسة.

نتائج الدراسة: من خلال الدراسة القياسية تم التوصل إلى:

- وجود علاقة عكسية بين إستهلاك الطاقة المتجددة وإنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون،
 - وجود علاقة طردية بين إستهلاك الطاقة التقليدية وإنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة الدراسة،
 - لانزال الجزائر في المراحل الأولى من إستخدام الطاقة المتجددة كمصدر لتوليد الكهرباء،
 - القطاع الطاقوي يؤثر بنسبة عالية في زيادة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون،
 - الإنتقال الطاقوي في الجزائر أصبح أمرا ضروريا للحفاظ على الموارد الطاقوية من جهة، ومن جهة أخرى للحفاظ على نظافة المناخ والحد من ظاهرة الإحتباس الحراري.
- الإقتراحات: من خلال النتائج المتوصله لها نقترح ماييلي:
- فتح المجال أمام المستثمرين في مجال الطاقة المتجددة وتسهيل عملية الإستثمار خاصة في الجنوب،
 - التحفيز على إستخدام الطاقة المتجددة في المباني والمحلات، وإستهلاكها من طرف المواطنين،
 - التنويه على مخاطر الإحتباس الحراري من خلال المؤتمرات والندوات،

6. قائمة المراجع:

أولاً: المراجع باللغة العربية

أوابك. (2023). لتقرير السنوي الإحصائي. الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول.

إبراهيم الصيد عمرعلي. (2021). وضع الطاقة المتجددة في البلاد العربية. جمهورية مصر العربية، القاهرة: دار حميثرا للنشر.

أحمد بن هني، و أمحمد زياد. (2022). استراتيجية الانتقال الطاقوي في الجزائر لتعزيز الاستدامة البيئية. دفاتر بوادكس ، المجلد 11 (العدد 02)، 200.

فحام وهيبة، وشرقرق سمير. (2016). الواقع الطاقوي في الجزائر بين الإمكانيات والإستغلال. مجلة دراسات وأبحاث إقتصادية في الطاقات المتجددة (05).

وزارة البيئة والطاقات المتجددة. (2023). المخطط الوطني للتكيف مع التغيرات المناخية. الجزائر، وكالة الأنباء الجزائرية، الجزائر.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:

[illegible]

تاریخ الاسترداد 08 08، 2024، من *European Environment Agency* .(2024) .European Environment Agency
Abbreviation for carbon dioxide: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/other-eea-terms/co2>

IEA. (2024). Retrieved 08/05/2024, from International Energy Agency: <https://www.iea.org/countries/algeria/oil>

Michel, P., & Autre. (2009). ÉNERGIES RENOUVELABLES MARINES Étude prospective à l'horizon 2030. France: Éditions Quae.

myclimate international climate protection organisation: (2024). تاريخ الاسترداد 08 08, 2024، من <https://www.myclimate.org/en/information/faq/faq-detail/what-is-co2-and-where-does-it-come-from/>