ASJP Algerian Scientific Journal Platform
https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/417

- دراسات اقتصادية -
ISSN 2602-7925

المجلد: 18 العدد: 03(2024) ص481-498

الآثار غير المتماثلة لتغيرات استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر

The Assymmetric Impact of Energy Consumption Changes on Carbon Dioxide Emission in Algeria

فلاك ركن الدين*	بن عطاالله عادل
جامعة سطيف 1 (الجزائر)	جامعة سطيف 1 (الجزائر)
Fellak28@yahoo.fr	Adelbenattallah@yahoo.fr

معلومات المقال

تاريخ الارسال:
2022/03/07
تاريخ القبول:
2023/04/13

الكلمات المفتاحية:
- ✓ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون
- ✓ استهلاك الطاقة
- ✓ نموذج الانحدار الذاتي غير الخطي

الملخص:

لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون آثار سلبية على البيئة، وترجع تلك الانبعاثات إلى عوامل عديدة منها استهلاك الطاقة. من جهة أخرى، فإنّ هاته الدراسة تهدف إلى تبيان الآثار غير المتماثلة للتغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، وذلك باستخدام نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة غير الخطي، كون هذا النموذج يأخذ بعين الاعتبار العلاقة غير الخطية للتأثير غير المتماثل بين المتغيرات في المديين القصير والطويل. ولقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة تكامل مشترك غير متماثلة بين متغيرات الدراسة في المدى الطويل، كما اتضح أنّ تأثير التغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر قد كان موجبا ضعيفا في المدى الطويل، بينما كان الأثر موجبا وضعيفا للتغيرات الموجبة لاستهلاك الطاقة في المدى القصير، أيضا أنّ درجة التأثير قد كانت متماثلة للتغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المدى الطويل.

Article info

Received
07/03/2022
Accepted
13/04/2023

Keywords:
- ✓ *Carbon Dioxide Emmissions*
- ✓ *Energy Consumptio*
- ✓ *NARDL Model*

Abstract :

This study aims to demonstrate the asymmetric effects of changes in energy consumption on carbon dioxide emissions in Algeria, using the non linear autoregressive of distributed lags model (NARDL).
the study found an asymmetric co-integration relationship between the variables in the long term, The results also showed that the impact of the positive and negative changes of the energy consumption on carbon dioxide emissions was positive and weak in the long run, while the impact was positive and weak for the positive changes of energy consumption in the short run, also that the effect was symmetrical to the positive and negative changes for energy consumption on carbon emissions in the long run.

* المؤلف المرسل

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

مقدمة:

يشكل الاحتباس الحراري وتغير المناخ مشكلة للعالم، ويرجع ذلك إلى التأثير الواضح للإنسان على المناخ العالمي، حيث يحدث الاحتباس الحراري بفعل امتصاص غازات الغلاف الجوي كثاني أكسيد الكربون لحرارة الشمس وحبسها بالقرب من الأرض؛ الأمر الذي يساهم في رفع درجة حرارة الأرض ويجعلها أكثر دفئا. بينما يحدث تغير المناخ نتيجة للاحتباس الحراري ويشمل ذوبان الجليد وتغير الطقس وارتفاع منسوب مياه البحار وزيادة موجات الجفاف والحرارة وغير ذلك من التغيرات المناخية. ومن أهم العوامل الاقتصادية التي تؤدي إلى زيادة الاحتباس الحراري زيادة النشاط الاقتصادي وزيادة استهلاك الطاقة، بالإضافة إلى عوامل أخرى غير اقتصادية كحرق الغابات والبراكين.

ولقد أخذت العلاقة بين استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون اهتماما كبيرا على مر السنين من قبل صانعي السياسات والباحثين، حيث أنّ تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة يتطلب استهلاك طاقة، كما أنّ استهلاك الطاقة من المصادر الأولية كالبترول والغاز والفحم يؤدي إلى زيادة انبعاث الغازات الدفيئة والتي من أهمها ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي يضر بالبيئة ويؤدي إلى زيادة الاستثمارات لمكافحة التلوث البيئي. لذلك وجب التحول نحو اقتصاد غير مضر بالبيئة، ممّا يؤدي إلى تراجع مستوى التدهور البيئي وانخفاض استنفاذ الموارد الطاقوية الناضبة.

وتجدر الإشارة إلى أنّ الجزائر تعتبر بلدا منتجا للطاقة الأحفورية من بترول وغاز، كما أنّ تأثير استهلاك هاته الطاقة الناضبة ينتج عنه تدهور بيئي في حين أنّ استهلاك الطاقة من مصادر متجددة كالشمس والرياح يعدّ صديقا للبيئة. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ تحقيق متطلبات السكان المتزايدة في الجزائر ترتب عليه التوسع في النشاط الاقتصادي وزيادة استهلاك الطاقة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

إشكالية البحث:

نسعى من خلال هذا البحث للإجابة على الإشكالية التالية:

ما مدى تأثير التغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1990-2020؟

وتندرج تحت السؤال السابق التساؤلات الفرعية التالية:

- ما نوع العلاقة التي تربط استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر ؟
- هل التأثير غير متماثل للتغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؟ في الجزائر ؟

فرضيات البحث:

- هناك علاقة طردية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر؛
- لاستهلاك الطاقة تأثير غير متماثل على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر في المديين الطويل والقصير.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى معرفة طبيعة العلاقة الموجودة بين استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1990-2020، كذلك يهدف إلى معرفة فيما إذا كان أثر التغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر متماثلا أم لا، وسنستخدم لتحقيق الهدف نموذج ARDL غير الخطي.

منهجية البحث:

من أجل تحقيق أهداف البحث اعتمدنا على المنهج الوصفي القياسي، حيث استخدمنا نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة غير الخطي (NARDL)، لتبيان الآثار غير المتماثلة للتغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، ولتحقيق الهدف اعتمدنا على برنامج Eviews 10، كما أنّ بيانات البحث سنوية وصادرة عن البنك العالمي وشركة بريتش بيتروليوم العالمية.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

الدراسات السابقة:

لقد تم صياغة العديد من النماذج القياسية التي لها صلة بموضوع الدراسة، ونذكر من هاته الدراسات ما يلي:

دراسة لـ Daniel Kwabena Twerefou و Frank Adusah-Poku و William Bekoe (2016) بعنوان " اختبار تجريبي لفرضية منحنى كوزنتس البيئي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في غانا" ، والتي كانت تهدف إلى معرفة العوامل التي تؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أيضا كانت تهدف إلى التأكد من تحقق فرضية منحنى كوزنتس في الاقتصاد الغاني؛ أي التأكد من وجود علاقة مقلوبة على شكل حرف U بين الملوثات المختلفة والنمو الاقتصادي. و للقيام بالدراسة استخدم الباحثون بيانات سنوية تغطي الفترة الزّمنية 1970-2010، كما أنّ تلك البيانات صادرة عن البنك العالمي. وللتحقق من فرضية منحنى كوزنتس البيئي في غانا استخدم الباحثون نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة (ARDL)، ولقد استخدموا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد كمتغيرة تابعة، أمّا المتغيرات التفسيرية في النموذج فلقد تمثلت في الناتج المحلي الاجمالي للفرد، مربع الناتج المحلي الاجمالي للفرد، استهلاك الطاقة للفرد، الاستثمار الأجنبي المباشر والمعبر عنه من خلال صافي التدفقات الوافدة كنسبة من إجمالي الناتج المحلي، درجة الانفتاح الاقتصادي والتي تعبر عن مجموع الصادرات والواردات كنسبة من الناتج المحلي الاجمالي. ولقد بينت نتائج الدراسة القياسية تواجد تكامل مشترك في المدى الطويل بين متغيرات الدراسة، كما اتضح عدم تحقق فرضية منحنى كوزنتس في الاقتصاد الغاني في المدى الطويل، حيث أنّ زيادة الناتج المحلي الاجمالي للفرد قد أدى إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛ لكن بعد عتبة معينة فإنّ الزيادة في الناتج لن تكون كافية لتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما اتضح أيضا أنّ استهلاك الطاقة ودرجة الانفتاح التجاري لهما تأثير معنوي موجب على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المدى الطويل. أما في المدى القصير، فلقد اتضح أنّ استهلاك الطاقة له تأثير معنوي ايجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما تبيّن عدم تحقق فرضية منحنى كوزنتس في الاقتصاد الغاني. ولقد خلصت الدراسة إلى توصيات منها تعزيز الانفتاح التجاري من خلال استخدام تكنولوجيات ومنتجات أنظف مع الاستثمار في الطاقة البديلة، ممّا يساعد في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما العمل على تنفيذ استراتيجية التنمية منخفضة الكربون التي تدمج إجراءات التنمية والتخفيف من انعكاسات تغير المناخ.

كما قام كل من Muhammad Kamran Khan و Muhammad Imran Khan و Muhammad Rehan (2020) بعنوان " الاستهلاك والنمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في باكستان "، والتي كانت تهدف إلى التحقيق في طبيعة العلاقة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في باكستان باستخدام نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة (ARDL)، كما استخدم الباحثون بيانات البنك العالمي السنوية للفترة 1965- 2015. و للقيام بالدراسة استخدموا كمتغيرة تابعة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد، بينما استخدموا كمتغيرات مفسّرة معدل نمو الناتج المحلي الاجمالي الحقيقي، استهلاك الفحم، استهلاك النفط، استهلاك الغاز الطبيعي. ولقد بيّنت أهمّ النتائج المتحصل عليها وجود علاقة توازنية في المدى الطويل بين متغيرة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد وباقي متغيرات الدراسة، وأنّ استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي معنويان إحصائيا ويعملان على زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في باكستان على المديين القصير والطويل. و بناء على النتائج المقدرة، فإن الباحثين يقترحون زيادة وعي السكان نحو مخاطر التدهور البيئي، أيضا ضرورة تبني مصادر الطاقة المتجددة التي ستساعد على تلبية الطلب المتزايد على الطاقة، وذلك من خلال استبدال مصادر الطاقة التقليدية القديمة مثل الفحم والغاز والنفط بمصادر قابلة للتجديد، ممّا يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ويضمن أيضا التنمية الاقتصادية المستدامة لباكستان.

أيضا قام كل من Mui Yin Chin و Chin-Hong Puah و Justina Joseph (2018) بدراسة بعنوان " محددات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ماليزيا " ، والتي كانت تهدف إلى التعرف على محددات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ماليزيا لتعزيز التنمية الاقتصادية المستدامة دون المساس بالجودة البيئية، ولتحقيق الهدف استخدم الباحثون نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة (ARDL)، ولقد

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

استخدم الباحثون بيانات سنوية للفترة 1997-2014، كما أنّ تلك البيانات صادرة عن كل من النشرات الإحصائية لشركة بريتش بيتروليوم ومكتب الإحصاء الوطني الصيني وقاعدة بيانات إحصاءات التجارة للأمم المتحدة. وفيما يخص متغيرات الدراسة، فلقد استخدم الباحثون انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ماليزيا كمتغيرة تابعة، كما استخدموا كمتغيرات تفسيرية كلا من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، الاستثمار الأجنبي المباشر الصيني نحو ماليزيا، قيمة التجارة الرأسية داخل الصناعة. ولقد خلص الباحثون إلى مجموعة من النتائج أهمها أنّ النمو الاقتصادي هو المساهم الرئيسي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما تعتبر كلا من التجارة الرأسية داخل الصناعة بين ماليزيا والصين وتدفق الاستثمار الأجنبي المباشر الصيني نحو ماليزيا كمحددات مهمة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ماليزيا. أيضا تشير هذه الدراسة إلى أنه يجب على الحكومة الماليزية مراقبة تنفيذ استراتيجية النمو الأخضر لتعزيز استدامة النمو الاقتصادي والتجاري مع المحافظة على الجودة البيئية.

كذلك قام Bensbahou Aziz و Seyagh Intissar (2020) بدراسة بعنوان " انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في المغرب " ، والتي كانت تهدف لمعرفة انعكاس النمو الاقتصادي على البيئة، وذلك من خلال التحقق من منحنى كوزنتس البيئي في المغرب، ولقد استخدم الباحثان في الدراسة بيانات سنوية للفترة 1980-2018 من البنك العالمي، ولتحقيق الهدف وظفا نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة (ARDL). أيضا استخدما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد كمتغيرة تابعة، أمّا المتغيرات المستقلة فلقد استخدما استهلاك الوقود الأحفوري، استهلاك الكهرباء، نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ومربع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي. ولقد أظهرت نتائج الدراسة في المدى القصير أنّ تأثير كلا من استهلاك الوقود الأحفوري واستهلاك الكهرباء قد كان معنويا موجبا على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. من جهة أخرى، تبيّن أنّ الوقود الأحفوري قد أظهر تأثيرا معنويا موجبا على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بينما كان تأثير نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي معنويا موجبا، أمّا تأثير مربع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي فلقد كان سلبيا على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي يظهر أنّ زيادة الناتج المحلي الاجمالي للفرد قد أدى إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المرحلة الأولى؛ لكن في المرحلة الثانية فإنّ زيادة الناتج المحلي الاجمالي للفرد قد أدى إلى تخفيض تلك الانبعاثات، وبالتالي تحقق فرضية منحنى كوزنتس في الاقتصاد المغربي.

2. مفاهيم حول الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون

سنتطرق إلى استهلاك الطاقة من المصادر المتجددة وغير المتجددة، كذلك سنتناول ثاني أكسيد الكربون ومصادر انبعاثه.

1.2 مفهوم الطاقات المتجددة وغير المتجددة ومصادرها:

سنتناول مفهوم الطاقات المتجددة وغير المتجددة، ثم سنتطرق إلى مصادر كل منهما

1.1.2 مفهوم الطاقات المتجددة وغير المتجددة:

يستهلك الانسان الطاقة من مصادر متجددة وغير متجددة، والطاقات المتجددة هي مجموعة من سلاسل التوريد المتنوعة التي لا يؤدي استعمالها لانقراض المورد الأولي، كما أنّها تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها، وكمثال على ذلك ذلك طاقات الرياح وأشعة الشمس وحرارة الأرض (قلوح، 2019، صفحة 269). أمّا الطاقات غير المتجددة التي تشكلت طبيعيا عبر ملايين السنين من خلال كائنات حية دفنت عبر أزمنة طويلة تحت قشرة الأرض، حيث تعرضت لدرجات حرارة عالية وضغط مرتفع جدا مع انقطاع الهواء، ممّا أدى إلى تفكيكها وتركيز الكربون فيها وتحويلها إلى وقود لإنتاج الطاقة، كما تسمى أيضا بالطاقة الأحفورية لأنها من الأحفوريات التي تستكشف وتستخرج عن طريق عمليات الحفر،وتشمل الفحم والبترول والغاز الطبيعي (متيجي و بوسلمة، 2020، صفحة 151).

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

2.1.2 مصادر الطاقات المتجددة وغير المتجددة:

للطاقة مصادر متجددة وأخرى غير متجددة، وسنتناول كلا منهما في ما يلي:

❖ **مصادر الطاقات المتجددة:**

من أهم مصادر الطاقات المتجددة ما يلي:

- الطاقة الشمسية:

يقصد بالطاقة الشمسية الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس، وتعتبر أهم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح الأرض، ويمكن استغلال الاشعاعات الشمسية من خلال تحويلها إلى طاقة حرارية أو كهربائية (لوشن ، 2015، صفحة 71).

- طاقة الرياح:

هي الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح، ويرتبط اليوم مفهوم هذه الطاقة باستعمالها في توليد الكهرباء بواسطة طواحين هوائية ومحطات توليد تنشأ في مكان معين، ويتم تغذية المناطق المحتاجة عبر الأسلاك الكهربائية، وبالإمكان توليد 20 مليون ميغاواط من هذا المصدر حسب تقديرات منظمة المقاييس العالمية (كردودي و صبيحي، 2019، صفحة 85).

- الطاقة المائية:

وهي استخدام المساقط المائية لإنتاج الطاقة، وتعتبر من أرخص مصادر الطاقة إلا أنّ استخدامها يتطلب عوامل طبيعية خاصة تتعلق بالمجرى المائي والمناخ السائد والتضاريس، وغير ذلك من العوامل. كما تستعمل المياه لتوليد الطاقة الكهربائية، حيث تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الآبار، وتبنى السدود الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء لضمان تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة، وتقدر حصة الطاقة الكهرومائية بنسبة 19% من إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي (بلجيلالي و بنية، 2020، الصفحات 35-36).

- طاقة الكتلة الحيوية:

يعتبر الوقود الحيوي أحد أشكالها، وهي تمثل أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، كما أنها ناتجة عن استغلال الطاقة الموجودة بالكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية (بختي و بهياني، 2018، صفحة 45).

- الطاقة النووية:

تعرف الطاقة النووية بأنها طاقة تنبعث نتيجة انشطار نواة الذرة التي تدعى النواة الأم، إذ تنقسم إلى نواتين مجموع كتلتيهما ينقص عن كتلة النواة الأم، وتتحول الكتلة المفقودة نتيجة الانشطار النووي إلى طاقة هائلة (عدنان و العطار، 2011، صفحة 331).

❖ **مصادر الطاقات غير المتجددة:**

من أهم مصادر الطاقات غير المتجددة نذكر ما يلي:

- النفط:

وهو عبارة عن سائل كثيف قابل للاشتعال، ويتواجد في الطبقة العلوية من القشرة الأرضية أو في باطنها، كما يتكون من خليط معقد من الهيدروكربونات، ويختلف مظهره وتركيبته ونقاوته باختلاف مكان استخراجه (بن رمضان و بلمقدم، 2014، صفحة 296).

- الغاز:

يستخرج الغاز الطبيعي من مستودعات طبيعية تحت الأرض، ويتكون من عدة غازات منها غاز الميثان الذي يشكل العنصر الأساسي في تركيبته، ويطلق على الغاز الذي يتم الحصول عليه مصاحبا للنفط اسم الغاز المصاحب، وأمّا الغاز الذي يستخرج من التكوينات الطبيعية فيطلق عليه اسم الغاز الحر.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

- **الفحم الحجري:**

هو عبارة عن صخور رسوبية قابلة للاشتعال، ويعتبر الفحم مصدر أولي للطاقة من خلال الحرق المباشر لتوليد الطاقة الحرارية، كما يمكن استخدامه كمادة خام لمختلف الصناعات البتروكيميائية، وما يعاب على الفحم الحجري أنه ملوث للبيئة مع ارتفاع نفقات استخراجه وقلة السعرات الحرارية التي تتولد منه (بن جيلالي و خليفة، 2020، صفحة 200).

2.2 انبعاث ثاني أكسيد الكربون ومصادرها:

سنتناول ثاني أكسيد الكربون من حيث المفهوم، كما سنتطرق إلى أهم مصادر انبعاثه.

1.2.2 مفهوم ثاني أكسيد الكربون:

يعتبر ثاني أكسيد الكربون أحد الغازات المكونة للغلاف الجوي، ويقوم هذا الغاز بامتصاص الأشعة المنعكسة من سطح الأرض ليعكسها مرة أخرى إلى سطح الأرض على شكل طاقة حرارية، بحيث يصبح بمثابة غطاء، ويعتقد علماء المناخ حاليا أن زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تعزز من وجود هذا الغطاء وتسبب ارتفاع درجات الحرارة في العالم، ويتسبب ثاني أكسيد الكربون المتراكم في الغلاف الجوي بأضرار بالغة على النظام البيئي لكوكب الأرض (مراد، 2021، صفحة 233).

2.2.2 مصادر انبعاث ثاني أكسيد الكربون:

ينطلق ثاني أكسيد الكربون إلى الجو عن طريق مجموعة من المصادر أبرزها ما يلي (مراد، 2021، الصفحات 233-234):

- **تفسخ وتحلل المركبات العضوية:**

تقوم الكائنات الحية الدقيقة بتحليل المركبات العضوية الموجودة في أجساد الكائنات الحية الميتة وكذلك مخلفات وفضلات الكائنات الحية وما يتساقط من النبات على الأرض من ثمار وأوراق وأغصان ومواد أخرى، وتنتج عن هذه العملية الكيميائية الحيوية إطلاق كميات هائلة من غاز ثاني أكسيد الكربون وتؤدي الى ارتفاع تركيزات هذا الغاز في طبقة التروبوسفير.

- **استعمال الوقود الأحفوري:**

لا يزال الوقود الأحفوري يشكل مصدرا مهمّا للطاقة في جميع البلدان، حيث تعتمد محطات توليد الطاقة الكهربائية بدرجة أساسية على الفحم والغاز والنفط من أجل توفير الطاقة الكهربائية للمصانع وللمزارع وللمنازل...الخ، لذلك يؤدي حرق الوقود الأحفوري المتزايد إلى زيادة معدلات تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

- **الاستخدامات المنزلية المتنوعة:**

إن ارتفاع عدد سكان العالم واعتمادهم على الطاقة الكهربائية لتأمين احتياجاتهم اليومية المتزايدة، قد زاد من استهلاك الطاقة، والتي تأتي مباشرة من حرق الوقود الأحفوري في البيوت كاستعمال الغاز الطبيعي لأغراض التدفئة والطبخ، أو بشكل غير مباشر عن طريق استهلاك الطاقة الكهربائية المنتجة في محطات توليد الطاقة الكهربائية.

- **وسائط النقل:**

يعد النفط الوقود الرئيسي في وسائط النقل المختلفة في الدول الصناعية، حيث تصل نسبة استخدامه حوالي 97 %، بينما تمثل نسبة استخدام الغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية ما يقارب 2% و 1% على التوالي، وينتج عن استهلاك وسائط النقل عالميا كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون تقدّر بـ 30% من مجموع كميات ثاني أكسيد الكربون المنبعثة إلى الغلاف الجوي سنويا.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

❖ **حرق الغابات والمزارع:**

لقد قام الإنسان بتدخل بشكل مباشر في تكوين طبيعة الغابات، وذلك بحرق مئات الآلاف من الكيلومترات المربعة من الغابات وحوّلها الى أراضي زراعية ورعوية، حيث ينتج عن عاته الحرائق حوالي 20% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة الى الغلاف الجوي ممّا يسهم في اختلال التوازن البيئي العالمي. ويعود السبب الرئيسي لتعرية الغابات الى نشاط الشركات متعددة الجنسيات والمختصة بتصدير الأخشاب، حيث تقطع الأشجار المعمّرة لأغراض صناعية كإنتاج الأثاث المنزلي أو صناعة الورق أو استعمالها كحطب ووقود.

❖ **البراكين:**

تعد البراكين من المصادر التي تزيد نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، كما تعمل على حدوث ظاهرة التغير المناخي لكوكب الأرض بسبب ضخامة الكميات المقذوفة من الحمم البركانية، حيث يحتوي المقذوف الغازي على خليط من الغازات، كما تبلغ نسبة ثاني أكسيد الكربون في هذا الخليط حوالي 15 %.

3. قياس أثر استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر

سنحاول قياس أثر التغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر للفترة 1990- 2020، وذلك من خلال تحديد متغيرات الدراسة ودراسة استقرارية السلاسل الزمنية، ثم سنتطرق إلى النموذج المختار وفق المنهجية الإحصائية، وفي الأخير سنتأكد من سلامة النموذج المقدّر من المشاكل القياسية.

1.3 متغيرات الدراسة:

بالنسبة لتحديد المتغيرات الاقتصادية المشكلة للنموذج، فلقد اعتمدنا في تحديدها على النظرية الاقتصادية وكذلك على الدراسات السابقة، وعليه فإن متغيرات الدراسة تتمثل في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالمليون طن (co_2) كمتغيرة تابعة، بينما تتمثل المتغيرات المستقلة فيما يلي:

Gdp: الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي بالدينار

Energy: استهلاك الطاقة بالاكساجول، أي استهلاك الطاقة من مصادر النفط (النفط الخام والمنتجات البترولية) و الغاز الطبيعي، وبدرجة أقل من مصادر الفحم والشمس والرياح

Trade: درجة الانفتاح الاقتصادي، والمعبر عنها بمجموع الصادرات والواردات كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي.

وفيما يخص بيانات الدراسة، فهي بيانات سنوية صادرة عن البنك العالمي وشركة بريتش بيتروليوم العالمية، وبما أنّ هاته البيانات غير متجانسة فإنّنا سندخل عليها اللوغاريتم النيبري.

2.3 نتائج اختبار استقرارية السلاسل الزمنية:

سنقوم بإجراء اختبار الاستقرارية للسلاسل الزمنية، وذلك لتحديد درجة تكاملها، حيث سنعتمد على اختباري(Dicky Fuller) و (Philips Perron)، وقاعدة القرار تتمثل في عدم رفض H_0 (وجود جذر أحادي) إذا كانت القيمة المحسوبة للإحصائية t أكبر من القيمة المجدولة عند مستوى معنويّة 5%. ولقد تبيّن لنا أنّ متغيرات الدراسة متكاملة من الدرجة 1، باستثناء متغيرة lgdp والتي هي متكاملة من الدرجة 0. والجدول التالي يوضح نتائج اختبار الاستقرارية:

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

الجدول رقم (1): نتائج اختبار استقرارية السلاسل

الاختبار	ADF						PP						القرار
النموذج	3		2		1		3		2		1		
	Tc	prob	Tc	prob	Tc	Prob	Tc	prob	Tc	prob	Tc	Prob	
Lco_2	-1.901	0.628	-0.581	0.860	1.318	0.949	-1.738	0.709	0.286	0.973	2.589	0.997	I(1)
$DLco_2$	-2.636	0.268	-2.877	0.060	-2.519	0.014	-2.630	0.271	-2.906	0.057	-2.693	0.008	
lenergy	-2.289	0.426	0.718	0.991	2.768	0.998	-2.287	0.428	0.586	0.987	2.249	0.995	I(1)
Dlenergy	-3.680	0.040	-3.703	0.009	-1.282	0.179	-3.471	0.062	-3.577	0.013	-3.004	0.004	
lgdp	-0.995	0.925	-5.247	0.000	5.206	1.000	-25.777	0.000	-14.499	0.000	0.765	0.874	I(0)
ltrade	-0.421	0.982	-1.261	0.634	-0.195	0.608	0.243	0.997	-1.255	0.637	-0.203	0.605	I(1)
Dltrade	-5.385	0.000	-0.422	0.891	0.444	0.000	-5.179	0.001	-4.553	0.001	-4.640	0.000	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10

وتجدر الإشارة إلى أنّ اختبارات الاستقرارية الكلاسيكية مثل Dicky Fuller و Philips Perron قد تؤدي إلى نتائج زائفة، وذلك إذا تجاهلنا الانكسار الهيكلي في السلسلة. لذلك سنقوم باستخدام الاختبار الذي يأخذ بعين الاعتبار وجود انكسار هيكلي في السلسلة (Raifu, Aminu, & Folawewo, 2020, P 8)، وعليه فإننا سنستخدم اختبار جذر الوحدة مع انكسارات هيكلية والذي وضحه Nelson and Plosser (1982)، ثم طوره الكثيرون أمثال Perron (1989) و Perron and Vogelsang (1992) و Zivot and Andrews (1992) و Perron (1997) و Lumsdaine and Papell (1998) و Lee and Strazicich (2003) و Perron (2005) وآخرون (Glynn, Perera, & Verma , 2007, pp. 65-68)، كما أنّ هذا الاختبار يعرف في برنامج (Eviews 10) بـ (Breakpoint Unit Root Test).

لكن قبل ذلك ينبغي التحقق من وجود انكسارات هيكلية، حيث توجد اختبارات كاختبار شاو (chow Breakpoints Test) والتي تتطلب التحديد المسبق لانكسار هيكلي أو أكثر ثم التحقق من تواجد تلك الانكسارات، كما توجد اختبارات كاختبار باي وبيرون (Multiple Breakpoints Test) والتي تعمل على التحقق من وجود انكسارات هيكلية غير محددة مسبقا، وفرضية العدم هنا هي عدم وجود انكسارات هيكلية في السلسلة (Periyaiah, 2019, pp. 66-67).

وعليه سنقوم باستخدام اختبار Bai and Perron (1998-2003)، والذي يوضح لنا فيما إذا كانت السلسلة تحتوي على انكسار هيكلي أم لا، وفرضية العدم هنا هي عدم وجود انكسار هيكلي في السلسلة(Alireza, Mohamed, & Law Siong, 2015, pp. 157-158) .

وكما هو موضح بالملحق رقم 1، فلقد اتضح لنا عند مستوى معنوية 5% وباستخدام اختبار باي وبيرون أنّ السلسلة lco_2 تحتوي على انكسارات هيكلية في السنوات 2005 و2009 و 2013، بينما السلسلة lenergy تحتوي على انكسارات هيكلية في السنوات 2004 و 2008 و 2014، في حين أنّ السلسلة lgdp تحتوي على انكسارات هيكلية في سنة 1994، أمّا السلسلة ltrade فإنّها تحتوي على انكسارين هيكليين في سنتي 2005 و 2016.

لذلك ينبغي هنا استخدام اختبار جذر الوحدة مع انكسارات هيكلية، ولا نرفض H_0 (وجود جذر أحادي) إذا كانت القيمة المحسوبة للإحصائية T_C أكبر من القيمة المجدولة T_t عند مستوى معنويّة 5%، كما نأخذ بعين الاعتبار معنوية كل من الثابت والاتجاه عام والانكسار في الثابت والانكسار في الاتجاه العام. والجدول رقم (2) يوضح نتائج اختبار الاستقرارية:

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

الجدول رقم (2): نتائج اختبار استقرارية السلاسل

النموذج	IV		III t		II c		I		القرار	ملاحظات	نوع السلسلة
	prob	T_c (T_t)	prob	T_c (T_t)	Prob	T_c (T_t)	prob	T_c (T_t)			
Lco_2	0.538	-3.976 (-5.176)	0.705	-3.000 (-4.525)	0.01	-5.515 (-4.860)	0.902	-2.506 (-4.444)	لا نرفض H_0	النموذج المناسب هو النموذج رقم IV	غير مستقرة
$DLco_2$	0.01	-6.331 (-5.176)	0.01	-6.442 (-4.525)	0.466	-3.854 (-4.860)	0.432	-3.417 (-4.444)	نرفض H_0	النموذج المناسب هو النموذج رقم III	مستقرة I(1)
lenergy	0.923	-3.204 (-5.176)	0.473	-3.385 (-4.525)	0.931	-2.930 (-4.860)	0.128	-4.088 (-4.444)	لا نرفض H_0	النموذج المناسب هو النموذج رقم I	غير مستقرة
Dlenergy	0.01	-7.249 (-5.176)	0.01	-7.218 (-4.525)	0.01	-6.124 (-4.860)	0.01	-4.930 (-4.444)	نرفض H_0	النموذج المناسب هو النموذج رقم III	مستقرة I(1)
lgdp	0.01	-220.894 (-5.176)	0.01	-21.999 (-4.525)	0.01	-257.229 (-4.860)	0.01	-59.701 (-4.444)	نرفض H_0	النموذج المناسب هو النموذج رقم I	مستقرة I(0)
ltrade	0.08	-4.999 (-5.176)	0.01	-5.209 (-4.525)	0.99	-2.042 (-4.860)	0.99	-1.834 (-4.444)	نرفض H_0	النموذج المناسب هو النموذج رقم III	مستقرة I(0)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10

حيث:

النموذج رقم IV: النموذج العام بثابت واتجاه عام، مع انكسار في الثابت وانكسار في الاتجاه العام

النموذج رقم III : النموذج بثابت واتجاه عام، مع انكسار في الاتجاه العام فقط

النموذج رقم II: النموذج بثابت واتجاه عام، مع انكسار في الثابت فقط

النموذج رقم I: النموذج بثابت فقط مع انكسار في الثابت فقط

من خلال الجدول رقم (2)، تبيّن لنا أنّ متغيرتي Lco_2 و lenergy متكاملتين من الدرجة 1، أمّا متغيرتي lgdp و ltrade فهما متكاملتين من الدرجة 0. وتجدر الإشارة إلى أنّ نتائج اختبارات جذر الوحدة مع انكسارات هيكلية قد كانت مطابقة لنتائج اختبارات (Dicky Fuller) و (Philips Perron) باستثناء الاختلاف في نتيجة اختبار جذر الوحدة لمتغيرة lgdp.

وعليه فإننا سنأخذ بعين الاعتبار نتائج اختبارات جذر الوحدة مع انكسارات هيكلية، أي نأخذ بعين الاعتبار أنّ متغيرتي Lco_2 و lenergy متكاملتين من الدرجة 1، أمّا متغيرتي lgdp و ltrade فهما متكاملتين من الدرجة 0. وبما أن المتغيرات متكاملة من الدرجة 0 أو 1 أو كلاهما، فإنّه يمكن استخدام نموذج NARDL لتبيان التأثير غير متماثل للتغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر.

3.3 وصف نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة غير الخطي (NARDL):

لقد قام Shin and al (2014) بتطوير نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة الخطي لـ Peasaran and al (2001)، لذلك يعتبر نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة غير الخطي (NARDL) لشين امتدادا لنموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة الخطي (ARDL)، حيث يأخذ بعين الاعتبار العلاقة غير الخطية للتأثير غير المتماثل بين المتغيرات في المديين القصير والطويل، كما يتسم بمرونته

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

في استخدام متغيرات مستقرة في المستوى أو في الفرق الأول أو كلاهما (منصوري و طيبي، 2018، صفحة 243) . ويمكن كتابة نموذج (NARDL) في المدى الطويل كما يلي (Raifu, Aminu, & Folawewo, 2020, p. 06) :

$$lco2_t = \alpha_0 + \alpha_1 lenergy_t^+ + \alpha_2 lenergy_t^- + \alpha_3 lgdp_t + \alpha_4 ltrade_t + \varepsilon_t$$

حيث:

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$: معاملات المدى الطويل

وتجدر الإشارة إلى أنّ متغيرة استهلاك الطاقة $lenergy_t$ مقسمة إلى مكونين إحداهما يعبر عن التغيرات الموجبة $lenergy_t^+$ والآخر يعبر عن التغيرات السالبة $lenergy_t^-$، وبعبارة أخرى فإنها مقسمة إلى مجموع جزئي للقيم الموجبة ومجموع جزئي للقيم السالبة كما يلي (Meo, 2018, p. 41):

$$lenergy_t^+ = \sum_{i=1}^{t} \Delta lenergy_i^+ = \sum_{i=1}^{t} \max(\Delta lenergy_i, 0)$$
$$lenergy_t^- = \sum_{i=1}^{t} \Delta lenergy_i^- = \sum_{i=1}^{t} \min(\Delta lenergy_i, 0)$$

ويمكن كتابة نموذج NARDL في المديين القصير والطويل معا، والذي يوضح الآثار غير المتماثلة للتغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، بالإضافة لأثر متغيرتي الناتج المحلي الاجمالي الحقيقي ودرجة الانفتاح الاقتصادي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وذلك كما يلي (خدير و بلمقدم، 2020، صفحة 246) :

$$\Delta lco2 = \alpha + \rho lco2_{t-1} + \theta^+ lenergy_{t-1}^+ + \theta^- lenergy_{t-1}^- + \beta lgdp_{t-1} + \gamma ltrade_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta lchom_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \varphi_i^+ \Delta lenergy_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{q-1} \varphi_i^- \Delta lenergy_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{q-1} \lambda_i \Delta lgdp_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \eta_i \Delta ltrade_{t-i} + \varepsilon_t$$

حيث:

Δ: الفروق الأولى للمتغيرات

$p-1, q-1$: فترات الإبطاء الزمني للمتغيرات

$\alpha, \rho, \theta^+, \theta^-, \beta, \gamma$: معاملات المدى الطويل

$\Sigma_{i=1}^{q-1} \delta_i, \Sigma_{i=1}^{q-1} \varphi_i^+, \Sigma_{i=1}^{q-1} \varphi_i^-, \Sigma_{i=1}^{q-1} \lambda_i, \Sigma_{i=1}^{q-1} \eta_i$: معاملات المدى القصير

ε_t: حد الخطأ العشوائي

و يمكن كتابة معاملات المدى الطويل غير المتماثلة كما يلي: $-\frac{\theta^-}{\rho}, -\frac{\theta^+}{\rho}$

وللقيام بالدراسة القياسية، فإنّنا سنقوم بتقدير نموذج (NARDL) باستخدام طريقة المربعات الصغرى، ثم نقوم باختبار التكامل المشترك، حيث يمكن صياغة فرضية العدم التي مفادها عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيّرات كما يلي (Shin, Yu, & Nim, 2013, p. 13) :

$$H_0: \rho = \theta^+ = \theta^- = 0$$

كما تصاغ الفرضية البديلة (وجود تكامل مشترك) كما يلي:

$$H_1: \rho \neq \theta^+ \neq \theta^- \neq 0$$

وللقيام باختبار التكامل المشترك بين المتغيرات، فإننا سنستخدم منهج التكامل المشترك لـ Peasaran and al (2001) وأيضا لـ Shin and al (2014)، والذي يعتمد على إحصائية فيشر المصححة F_{PSS}، فإذا كانت قيمة الاحصائية أقل من القيمة الحرجة الدنيا فإننا لا نرفض فرضية العدم وبالتالي لا يوجد تكامل مشترك، في حين إذا كانت قيمة الاحصائية أكبر من القيمة الحرجة العليا فإننا نرفض فرضية العدم وبالتالي

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

يوجد تكامل مشترك، أمّا إذا وقعت قيمة الاحصائية بين القيمتين الحرجتين الدنيا والعليا فإننا نكون غير قادرين على تحديد وجود تكامل مشترك بين المتغيرات من عدمه (DRIOUCHE & HAMRIT, 2020, p. 40). كذلك سنقوم باختبار عدم عدم التماثل في المديين القصير والطويل من خلال استخدام اختبار والد (wald test)، ففي المدى الطويل سنختبر فرضية العدم التي مفادها أنّ (Raifu, Aminu, & Folawewo, 2020, p. 06):

$$H_0: -\frac{\theta^-}{\rho} = -\frac{\theta^+}{\rho}$$

أمّا في المدى القصير، فسنختبر فرضية العدم التي مفادها أنّ:

$$H_0: \sum_{i=1}^{q-1} \varphi_i^- = \sum_{i=1}^{q-1} \varphi_i^+$$

4.3 نتائج اختبار التكامل المشترك غير المتماثل:

لقد قمنا باختيار ثلاثة فترات إبطاء للمتغيرات المستقلة وأيضا للمتغيرة التابعة، والجدول التالي يوضح نتائج اختبار التكامل المشترك غير المتماثل:

الجدول رقم (3): نتائج اختبار التكامل المشترك غير المتماثل

مستوى المعنوية	F	k	الحد الأدنى	الحد الأعلى
%10	14.557184	4	2.2	3.09
%5			2.56	3.49
%1			3.29	4.37

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10

يتضح لنا من الجدول السابق أنّ قيمة إحصائية F تتجاوز الحد الأعلى للقيم الحرجة عند مستويات المعنوية 1%، 5%، 10%، ممّا يؤكد وجود علاقة تكامل مشترك غير متماثلة بين متغيرات الدراسة، أي وجود علاقة بين متغيرات الدراسة في المدى الطويل.

5.3 نتائج التقدير في المديين القصير والطويل:

فيما يلي نتائج تقدير النموذج باستخدام نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة غير الخطي:

الجدول رقم (4): نتائج تقدير نموذج NARDL في المديين الطويل والقصير

المدى القصير			المدى الطويل		
الاحتمال (prob)	المعامل	المتغيرة	الاحتمال (prob)	المعامل	المتغيرة
0.0004	0.528847	D(DLENERGY_POS)	0.0000	0.985807	Dlenergy-POS
0.0260	0.260573	D(DLENERGY_POS(-1))	0.0002	0.873778	Dlenergy -NEG
0.0036	0.450892	D(DLENERGY_POS(-2))	0.0457	0.031950	LGDP
0.0000	-1.051550	CointEq(-1)	0.1022	0.100557	LTRADE
R^2=0.869732			0.0838		C

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10

يتضح لنا من خلال نتائج الجدول السابق أنّ قيمة معامل التحديد مرتفعة حيث بلغت 0.869732، وبالتالي فإنّ ما نسبته 87% من التغيرات الحاصلة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ترجع إلى التغيرات في المتغيرات المستقلة. بالإضافة إلى ذلك، فلقد توصّلنا إلى مجموعة من النتائج وذلك عند مستوى معنوية 5%، وهي كالتالي:

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

1.5.3 نتائج التقدير في المدى الطويل:

- وجود أثر معنوي موجب وضعيف في المدى الطويل للتغيرات الموجبة والسالبة لمتغيرة استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، وهذا يعني أنّ الزيادة في $DLENERY^+$ بـ 01% سوف تؤدي إلى زيادة DLCO2 بـ 0.99%، كما أنّ الانخفاض في $DLENERGY^-$ بـ 01% سوف يؤدي إلى انخفاض DLCO2 بـ 0.87%. وتجدلا الإشارة إلى أنّ الجزائر تعدّ دولة منتجة للطاقة من المصادر الأحفورية، حيث تنتج النفط الخام ومختلف المنتجات النفطية كما تنتج لغاز الطبيعي بكميات كبيرة، ضف إلى ذلك أنّها تستهلك جزءا مهمّا من تلك المواد الطاقوية لتلبية الطلب المحلي المتزايد عليها، فالجزائر تحتاج للغاز الطبيعي أساسا لتوليد الطاقة الكهربائية، والعائلات تحتاج لاستهلاك الغاز الطبيعي بغرض التدفئة وغير ذلك، أيضا قطاع النقل يستهلك المازوت والنبزين والغاز الطبيعي ومختلف أنواع الوقود والزيوت، ضف إلى ذلك أنّ المؤسسات الاقتصادية الانتاجية والخدمية تحتاج لمختلف المواد الطاقوية لإنتاج السلع والخدمات المختلفة، وبالتالي فإنّ استهلاك المواد الطاقوية أساسا من المصادر الأحفورية حتما يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر؛

- وجود أثر معنوي موجب وضعيف جدا في المدى الطويل لمتغيرة الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، وهذا يعني أنّ الزيادة في LGDP بـ 01% سوف تؤدي إلى زيادة DLCO2 بـ 0.03%، وترجع هاته العلاقة الطردية إلى أنّ انتاج السلع والخدمات يحتاج إلى الطاقة، كما أنّ السلع المنتجة تكون أحيانا غير مطابقة للمعايير البيئية، لذلك فإنّ زيادة الناتج المحلي الاجمالي الحقيقي تؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر. وتجدر الاشارة إلى أنّ ضعف تأثير الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر يرجع لارتباط الاقتصاد الوطني الكبير بقطاعي الفلاحة والطاقة ولضعف قطاع الصناعة. أيضا يرجع ضعف تأثير الناتج إلى ضعف الاقتصاد الوطني، والذي له أسباب عديدة منها الاعتماد الكبير على استيراد السلع والخدمات لتمويل الاقتصاد الوطني عوض انتاجها، ضف إلى ذلك ضعف مرونة الجهاز الانتاجي بالرغم من الانفاق العمومي المعتبر خلال أغلب فترة الدراسة؛

- على الرغم من أنّ معظم صادراتنا عبارة عن بترول وغاز طبيعي واللذان يعتبران ملوثين للبيئة، كما أنّ جزءا من وارداتنا خلال أغلب فترة الدراسة عبارة عن سلع مستعملة كالأجهزة الإلكترونية والسيارات القديمة وأجهزة التدفئة والتي يتم التخلص منها غالبا عن طرق الحرق، إلا أنّ تأثير متغيرة الانفتاح التجاري على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المدى الطويل قد كان إيجابيا إلا أنه ليس معنويا؛

2.5.3 نتائج التقدير في المدى القصير:

- معلمة التعديل قد أخذت الإشارة السالبة المتوقعة، والتي تؤكد على وجود آلية تصحيح الخطأ في النموذج؛

- وجود أثر معنوي موجب وضعيف في المدى القصير للتغيرات الموجبة لمتغيرة استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، حيث أنّ الزيادة في $DLENERGY^+$ للفترة الحالية بـ 01% سوف تؤدي إلى زيادة DLCO2 بـ 0.53%، كما أنّ الزيادة في $DLENERGY^+$ مبطأة بفترة وبفترتين بـ 01% سوف تؤدي إلى زيادة DLCO2 بـ 0.26% و 0.45% على التوالي. وتجدر الإشارة إلى أنّ العلاقة الطردية الضعيفة بين التغيرات الموجبة لمتغيرة استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون توضح أنّ الاستجابة ضعيفة في المدى القصير لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأن الأمر يحتاج لوقت أكثر؛

- عدم وجود تأثير معنوي لكل من الناتج المحلي الإجمالي والانفتاح التجاري على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر في المدى القصير.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

6.3 نتائج اختبار عدم التماثل في المدى الطويل:

سنقوم هنا باستخدام اختبار والد (wald test)، وذلك لمعرفة فيما إذا كانت التغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة تؤثر بشكل متماثل على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، بمعنى أنّنا نرغب في معرفة تماثل أو عدم تماثل تأثير كل من $DLENERGY^{+}$ و $DLENERGY^{-}$ على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، حيث سنختبر فرضية العدم التي مفادها أنّه يوجد تماثل بين التغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر.

كما سنقوم بهذا الاختبار في المدي الطويل فقط، باعتبار أنّ التأثير قد كان معنويا للتغيرات الموجبة فقط لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

الجدول رقم (5): نتائج اختبار والد للتماثل في المدى الطويل

الاحصائية	قيمة الاحصائية	الاحتمال (prob)
F	1.196795	0.2892

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10

بما أنّ: Prob>0.05، فإننا لا نرفض فرضية العدم التي مفادها وجود تماثل بين التغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر في المدى الطويل، أي أنّ التأثير متماثل للتغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر في المدى الطويل وذلك بمستوى معنوية 5%.

7.3 الاختبارات التشخيصية للنموذج المقدّر:

لقد قمنا بإجراء عدة اختبارات تشخيصية للتأكد من جودة النموذج المستخدم وخلوه من المشاكل القياسية، ولقد كانت النتائج كما يلي:

الجدول رقم (6): الاختبارات التشخيصية للنموذج المقدّر

الاختبار	Breush- Godfrey LM (2)	Ramsy Reset	Normality	ARCH(1)
الإحصائية (الاحتمال)	F -statistique (prob) 0.078152 (0.9252)	F -statistique (prob) 0.269986 (6105.0)	Jarque- Bera (prob) 3.290781 (0.192937)	F -statistique (prob) 0.190647 (0.6665)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10

من خلال الجدول السابق اتضح لنا قبول فرضية العدم لمختلف الاختبارات التشخيصية عند مستوى معنوية 5%، حيث تبيّن لنا من خلال إحصائية ثبات التباين المشروط ARCH أنّ تباينات الأخطاء متجانسة، كما اتضح لنا أنّ بواقي النموذج تتوزع توزيعا طبيعيا وذلك من خلال إحصائية Jarque- Bera، بينما أشارت إحصائية Ramsey Reset إلى ملائمة الشكل الدالي للنموذج، كذلك اتضح لنا من خلال إحصائية مضاعف لاغرانج Breush- Godfrey LM(2) أنّ النموذج خال من الارتباط التسلسلي بين البواقي. من جهة أخرى، فإنّ الأشكال البيانية لإحصائيتي CUSUM و CUSUMSQ قد كان ضمن الحدود الحرجة عند مستوى معنوية 5%، لذلك فإنّ المعاملات المقدّرة للنموذج مستقرة هيكليا خلال الفترة 1990-2020.

وعليه فإنّ النموذج قد تجاوز كل المشاكل القياسية، وبالتالي فإنّ النموذج المقدّر مقبول إحصائيا.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

4. الخاتمـــــــــة

لقد حاولنا في هذا البحث تبيان مدى تأثير التغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1990-2020، ولتحقيق الهدف استخدمنا منهجية NARDL، ولقد كانت بعض النتائج مقبولة ووضحت كيفية تأثير التغيرات في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

ولقد توصلنا من خلال بحثنا إلى النتائج التالية:

- ❖ وجود علاقة توازنية في المدى الطويل بين التغيرات في استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر؛
- ❖ وجود أثر معنوي موجب وضعيف في المدى الطويل للتغيرات الموجبة والسالبة في استهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، بينما كان الأثر معنويا موجبا وضعيفا للتغيرات الموجبة فقط لاستهلاك الطاقة في المدى القصير؛
- ❖ استجابة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للتغيرات في استهلاك الطاقة قد كانت أفضل في المدى الطويل؛
- ❖ وجود تأثير متماثل في المدى الطويل للتغيرات الموجبة والسالبة لاستهلاك الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر .

وبناءا على النتائج المتوصل إليها فإنّنا نضع المقترحات التالية:

- ❖ ينبغي على صانعي القرار صياغة سياسة تعمل على التقليص من الاعتماد على الطاقة من المصادر الملوثة للبيئة كالغاز الطبيعي والنفط، والاعتماد على إنتاج واستخدام طاقات بديلة خضراء متجددة ودمجها في عملية التنمية المستدامة، الأمر الذي يخفض من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويكون ذلك من خلال:
  - تشجيع البحث في تقنيات الطاقات المتجددة
  - تشجيع المستثمرين على الاستثمار في الطاقات النظيفة من أجل تحقيق التنمية المستدامة التي تراعي البيئة
  - استخدام الطاقة الشمسية في النقل والتدفئة ولتوليد الطاقة الكهربائية، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل الاعتماد على استهلاك الغاز الطبيعي والمنتجات النفطية، كما يمكن استخدام الطاقة من مصدر الرياح كبديل للغاز الطبيعي لتوليد الطاقة الكهربائية
  - إنتاج الهيدروجين الأخضر باستخدام الكهرباء المنتجة من مصادر متجددة، حيث لا ينبعث أكسيد الكربون عند انتاجه، ثم استخدامه كوقود صديق للبيئة في مجال النقل والصناعة أو كبديل للتدفئة بالغاز الطبيعي
  - استغلال النفايات العضوية والموارد الحيوية النباتية والحيوانية الموجودة في بلادنا في انتاج مختلف أشكال الطاقة الحيوية والتي منها الوقود الحيوي، واستخدامه كوقود نظيف لتلبية احتياجات مختلف الأنشطة الاقتصادية
  - تعزيز استخدام الطاقات المتجددة النظيفة من خلال توفير الحوافز للمستهلكين الذين سيستخدمون هاته الطاقات المتجددة
  - جذب المستثمرين الأجانب الذين يقدمون تقنية الانتاج الأخضر
  - تنفيذ ضريبة الكربون على المؤسسات الاقتصادية التي تضر بالبيئة
- ❖ تعزيز التنمية الريفية للحد من الهجرة من الريف نحو المدينة، ممّا يخفف من ظاهرة التمدن ويحافظ على البيئة من التلوث، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛
- ❖ منع استيراد السلع المستعملة كالسيارات والسلع الإلكترونية والتي هي أقرب للنفايات الإلكترونية من أن تكون سلعا، حيث يتم التخلص منها غالبا عن طريق الحرق، وبالتالي فهي تسبب ضررا للبيئة وزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

- زيادة الوعي بخطر تغير المناخ، وأيضا بأهمية الطاقات المتجددة باعتبارها صديقة للبيئة وبأنّها مصدرا للطاقة في المستقبل، كل هذا يؤدي إلى التقليل من التلوث البيئي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

5. قائمة المراجع:

المقالات:

- أسامة خدير، و مصطفى بلمقدم. (2020). صدمات أسعار النفط وتأثيرها على العمالة في الجزائر (دراسة قياسية باستخدام نماذج NARDL غير الخطية. دفاتر MECAS، المجلد 16، العدد 1، الصفحات 242-250؛
- أنيسة بن رمضان، و مصطفى بلمقدم. (2014). الموارد الطبيعية الناضبة وأثرها على النمو الاقتصادي " دراسة حالة البترول في الجزائر ". مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية، العدد 15، الصفحات 293-314؛
- حاج موسى منصوري، و عبد اللطيف طيبي. (2018). أثر عدم التماثل على عوائد مؤشر الأسهم باستخدام منهجية NARDL (دراسة حالة سوق الأسهم السعودي). مجلة آفاق علمية، المجلد 10، العدد 2، الصفحات 239-255؛
- رحيم متيجي، و حكيمة بوسلمة. (2020). الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية بين الواقع والمأمول " قراءة تحليلية لتجربة المغرب". مجلة المشكاة في الاقتصاد والتنمية والقانون المجلد 5، العدد 1، الصفحات 149-166؛
- زهراء عدنان، و أحمد العطار. (2011). الطاقة النووية كبديل عن مصادر الطاقة الأولية. مجلة البحوث الجغرافية، العدد 15، الصفحات 327-348؛
- سهام كردودي، و شهيناز صبيحي. (2019). الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية. مجلة أفاق للعلوم " القسم الاقتصادي"، المجلد 4، العدد 16، الصفحات 83-93؛
- عبد الحكيم قلوح. (2019). استخدام الطاقة المتجددة في تحقيق مجالات التنمية المستدامة دراسة حالة: برنامج بروسول (PROSOL) لتسخين المياه بالطاقة الشمسية " تونس" . مجلة دفاتر اقتصادية، لمجلد 10، العدد 2، الصفحات 267-280؛
- فتيحة بلجيلالي، و صابرينة بنية. (2020). الطاقة المتجددة في الجزائر كبديل للطاقة الأحفورية وأسلوب لحماية البيئة، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة. مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد 3، العدد 2، الصفحات 31-43؛
- فرج عبد القادر بن جيلالي، و مونية خليفة. (2020). التحول الطاقوي من الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة. مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد 3، العدد 2، الصفحات 197-217؛
- فريد بختي، و رضا بهياني. (2018). صناعة الطاقات المتجددة ودورها في تجسيد التنمية المستدامة في الجزائر مع الإشارة إلى البرنامج الوطني للطاقات المتجددة (2011-2030). مجلة الاقتصاد والبيئة، المجلد 1، العدد 1، الصفحات 41-62؛
- محمد لوشن . (2015). أبعاد وآفاق اهتمام الجزائر بالطاقة الشمسية كإحدى بدائل الطاقات المتجددة الحديثة " دراسة حالة مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر. مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، العدد 3، الصفحات 67-88؛
- مصطفى مراد. (2021). تحليل وقياس العوامل المسببة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر " دراسة قياسية للفترة 1980 - 2018 ". مجلة مجاميع المعرفة، المجلد7، العدد 1، الصفحات 230-246.
- Alireza, Z., Mohamed, A., & Law Siong, H. (2015). Identifying multiple structural breaks in exchange rate series in a finance research. Pertanika Jornal of Social Sciences and Humanities, Vol 23, N^0 5, pp. 155-166 ;

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

- DRIOUCHE, M., & HAMRIT, A. (2020). THE ASYMMETRIC IMPACT OF OIL PRICE SHOCKS ON THE EVOLUTION OF THE UNEMPLOYMENT RATE IN ALGERIA (NEW EVIDENCE USING NARDL ANALYSIS). Cread, Vol 36, N^0 2, pp. 27-58 ;
- Glynn, J., Perera, N., & Verma , R. (2007). Unit Root Tests and Structural Breaks: A Survey with Applications. Revista De M´Ethodos Cuantitativos Para La Economia Y La Empresa, Vol 3, pp. 63-79 ;
- Meo, M. S. (2018). Asymmetric impact of oil prices exchange rate and inflation on tourism demand in Pakistan (new evidence from nonlinear ARDL). Asia Pacific Journal of Tourism Research, Vol 23, N^0 4, pp. 408-422 ;
- Periyaiah, M. (2019). Uma Maheswari,Tests for Structural Breaks in Time Series Analysis: A Review of Recent Development. International Journal of Economics, Vol 7, N^0 4, pp. 66-79 ;
- Raifu, I., Aminu, A., & Folawewo, A. (2020). Investigating the relationship between changes in oil prices and unemployment rate in Nigeria (Linear and nonlinear autoregressive distributed lag approaches). Future Business Journal, Vol 6, N^0 1, pp. 1-18.

Webesites :

- Shin, Y., Yu, B., & Nim, M. (2013). Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a nonlinear ARDL Framework, PP 1-44. Récupéré sur :
https://www.readcube.com/articles/10.2139%2Fssrn.1807745 , *(10/07/2021)*

6. ملاحق:

الملحق 1:نتائج اختبار باي بيرون

Lco2

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 01/18/22 Time: 16:23
Sample: 1990 2020
Included observations: 31
Breaking variables: C
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:			3
Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	139.1003	139.1003	8.58
1 vs. 2 *	46.78392	46.78392	10.13
2 vs. 3 *	40.60565	40.60565	11.14
3 vs. 4	5.902903	5.902903	11.83

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009	2005
2	2013	2009
3	2005	2013

lenergy

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 01/18/22 Time: 16:26
Sample: 1990 2020
Included observations: 31
Breaking variables: C
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:			3
Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	129.9999	129.9999	8.58
1 vs. 2 *	26.84292	26.84292	10.13
2 vs. 3 *	49.85708	49.85708	11.14
3 vs. 4	0.641445	0.641445	11.83

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2009	2004
2	2014	2008
3	2004	2014

Lgdp

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 01/18/22 Time: 16:31
Sample: 1990 2020
Included observations: 31
Breaking variables: C
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:			1
Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	9.818857	9.818857	8.58
1 vs. 2	0.975380	0.975380	10.13

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	1994	1994

ltrade

Multiple breakpoint tests
Bai-Perron tests of L+1 vs. L sequentially determined breaks
Date: 01/18/22 Time: 16:33
Sample: 1990 2020
Included observations: 31
Breaking variables: C
Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5, Sig. level 0.05

Sequential F-statistic determined breaks:			2
Break Test	F-statistic	Scaled F-statistic	Critical Value**
0 vs. 1 *	28.50423	28.50423	8.58
1 vs. 2 *	29.75833	29.75833	10.13
2 vs. 3	6.155752	6.155752	11.14

* Significant at the 0.05 level.
** Bai-Perron (Econometric Journal, 2003) critical values.

Break dates:

	Sequential	Repartition
1	2000	2000
2	2016	2016

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

الملحق 2:نتائج اختبار التكامل المشترك

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	14.55718	10%	2.2	3.09
k	4	5%	2.56	3.49
		2.5%	2.88	3.87
		1%	3.29	4.37
Actual Sample Size	26		Finite Sample: n=35	
		10%	2.46	3.46
		5%	2.947	4.088
		1%	4.093	5.532
			Finite Sample: n=30	
		10%	2.525	3.56
		5%	3.058	4.223
		1%	4.28	5.84

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

الملحق 3:نتائج التقدير في المدى الطويل

Levels Equation
Case 2: Restricted Constant and No Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLENERGY_POS	0.985807	0.164566	5.990334	0.0000
DLENERGY_NEG	0.873778	0.180709	4.835288	0.0002
LGDP	0.031950	0.014818	-2.156129	0.0457
LTRADE	0.100557	0.058216	1.727303	0.1022
C	0.867205	0.472200	1.836520	0.0838

EC = DLCO2 - (0.9858*DLENERGY_POS + 0.8738*DLENERGY_NEG
+0.0320*LGDP + 0.1006*LTRADE + 0.8672)

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

الملحق 4:نتائج التقدير في المدى القصير

ARDL Error Correction Regression
Dependent Variable: D(DLCO2)
Selected Model: ARDL(1, 3, 0, 0, 0)
Case 2: Restricted Constant and No Trend
Date: 01/18/22 Time: 18:06
Sample: 1990 2020
Included observations: 26

ECM Regression
Case 2: Restricted Constant and No Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLENERGY_POS)	0.528847	0.120551	4.386916	0.0004
D(DLENERGY_POS(-1))	0.260573	0.106813	2.439527	0.0260
D(DLENERGY_POS(-2))	0.450892	0.133775	3.370541	0.0036
CointEq(-1)*	-1.051550	0.098907	-10.63166	0.0000

R-squared	0.869732	Mean dependent var	-0.003515
Adjusted R-squared	0.851968	S.D. dependent var	0.047554
S.E. of regression	0.018296	Akaike info criterion	-5.023579
Sum squared resid	0.007365	Schwarz criterion	-4.830026
Log likelihood	69.30653	Hannan-Quinn criter.	-4.967843
Durbin-Watson stat	2.056790		

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

الملحق 5:اختبار والد للتماثل في المدى الطويل

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Wald Test:
Equation: NARDL

Test Statistic	Value	df	Probability
t-statistic	-1.093981	17	0.2892
F-statistic	1.196795	(1, 17)	0.2892
Chi-square	1.196795	1	0.2740

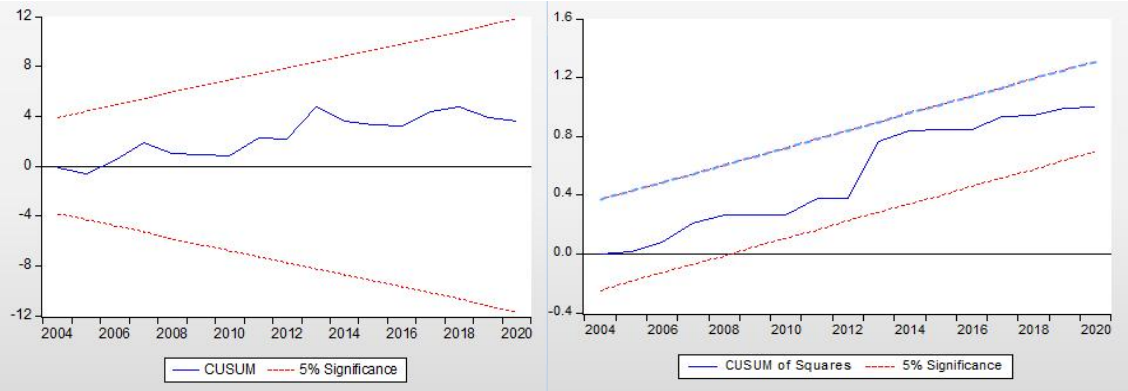
Null Hypothesis: -C(3)/C(2)=-C(4)/C(2)
Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
-C(3)/C(2) + C(4)/C(2)	-1.093005	0.999108

Delta method computed using analytic derivatives.

المصدر: مخرجات برنامج Eviews 10

الملحق 6: الأشكال البيانية لإحصائيتي CUSUM و CUSUMSQ



Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)