تقييم السياسات البيئية في الجزائر: آثار العولمة، النمو الاقتصادي والطاقة المتجددة

Essessment of environmental policies in Algeria: globalization, economic growth and renewable energy effects.

قادري محمد[1]

[1] جامعة تلمسان، مخبر الحوكمة العمومية والاقتصاد الاجتماعي (GPES)، الجزائر، mohammed-kadri@univ-tlemcen.dz

تاريخ الاستلام: 2026/05/14 تاريخ القبول: 2022/09/14 تاريخ النشر: 2026/09/15

ملخص:

يعد التلوث البيئي الذي يتزايد حجمه في الغلاف الجوي السبب الرئيسي للاحتباس الحراري وتغير المناخ، ويؤثر تغير المناخ الناجم عن زيادة الغازات المسببة للاحتباس الحراري على الصحة والبيئة بشكل واسع. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو قياس تأثير النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة، الانفتاح التجاري، الاستثمار الأجنبي المباشر والعولمة على التلوث البيئي في الجزائر خلال الفترة 1990–2024، باستخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL). تشير نتائج الدراسة إلى أن النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة غير المتجددة والعولمة تعزز التلوث البيئي، في حين يقلل الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري من التلوث البيئي على المدى الطويل. توصي الدراسة بأن يقوم صناع السياسات في الجزائر بتصميم سياسات تعزز تشكيل دولة منخفضة الكربون واستهلاك الطاقة المتجددة وتنفيذ الاستثمارات الأجنبية المباشرة الصديقة للبيئة والتي تقلل من استخدام الطاقة الأحفورية.

كلمات مفتاحية: استهلاك الطاقة المتجددة، استهلاك الطاقة الأحفورية، النمو الاقتصادي، العولمة، التلوث البيئي، أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL).

تصنيفات JEL : C22، F60، O47، Q42، Q53

Abstract:

Environmental pollution, whose atmospheric volume has been increasing, is the principal greenhouse gas that causes global warming and climate change. Climate change from increasing greenhouse gases has broad health and environmental influences. The main objective of this study is to investigate the impact of economic growth, Non-renewable and renewable energy consumption, trade openness foreign direct investment and globalisation on environmental pollution in Algeria over the period 1990–2024. The Autoregressive distributed lag (ARDL) approach was implemented to examine the relationship between the constituents. The study results indicate that economic growth, non-renewable energy consumption, and globalisation boost environmental pollution, whereas foreign direct investment and trade openness reduce environmental pollution in the long-run. The study recommends that policymakers in Algeria should design policies that foster the formation of a low-carbon country, the consumption of renewable energy, and the implementation of environment-friendly foreign direct investments that reduce the use of of fossil energy .

Keywords: renewable energy consumption; Fossil Energy Consumption; Economic Growth; Globalisation; Environmental Pollution ; Autoregressive Distributed Lag (ARDL).

Jel Classification Codes: C22, F60, O47, Q42, Q53

المؤلف المرسل: قادري محمد

1. مقدمة:

إن الاتجاه العالمي نحو التدهور البيئي والذي يتسم بارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وتوسع البصمة البيئية، يشكل خطرا كبيرا على الكوكب ويؤدي إلى ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي، ويعزى هذا التدهور البيئي في المقام الأول إلى الاستخدام المكثف لمصادر الطاقة غير المتجددة والأنشطة الاقتصادية الضخمة (Idroes & Hardi, 2024)، فقد شهد القرن الحادي والعشرين تحديا غير مسبوق في شكل تغير المناخ والاحتباس الحراري (Ansari , 2022) . ظل تأثير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على تغير المناخ مصدر قلق للقادة العالميين الذين دعوا الحكومات إلى تبني مناهج تستجيب للبيئة فيما يتعلق بالنمو الاقتصادي والتنمية، واستجابة لذلك اتجهت البلدان في جميع أنحاء العالم إلى سن أو تبني سياسات وممارسات يمكنها أن تقلل من الآثار السلبية للاحتباس الحراري على البيئة وتحقيق الحياد الكربوني (Yu, Radulescu, & Ifelunini, 2022). وتتطلب هذه السياسات والإجراءات استثمارات ضخمة لتحقيق النتائج المطلوبة، وبالتالي فهي تدعو إلى التزامات وطنية، إقليمية وعالمية، وهذا أمر مهم لأن تأثير تغير المناخ يتجاوز الحدود الجغرافية لأي بلد أو منطقة. ومن بين المجالات التي جذبت انتباه الباحثين وصناع السياسات الدور الذي تلعبه العولمة، الاستثمار الأجنبي المباشر، استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في الانبعاثات الكربونية العالمية.

تعتبر العولمة أكثر من مجرد تجارة في السلع والخدمات، فهي تكامل بين بلدان مختلفة وتشمل انتشار الأفكار والتكنولوجيا، الاستثمارات الأجنبية المباشرة، وحركة العمالة في مختلف أنحاء العالم، واجتماع الحكومات على المستوى الدولي في محاولة لحل المشاكل الاجتماعية والسياسية. فقد تطرق العديد من الباحثين إلى العلاقة بين العولمة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون (Ivanovski & Hailemarian, 2022) . حيث تعمل العولمة الاقتصادية، الاجتماعية والسياسية على خفض مستويات التلوث البيئي وضمان الاستدامة البيئية من خلال الحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري وتوفير المساعدات المالية للشركات لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة والتكنولوجيا الحديثة في الإنتاج (abbas, Yang, & Lahr, 2024) . إلى جانب ذلك يعتبر الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري عاملان مكملان للعولمة فقد يلعبان دورا مهما في التأثير على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (Adebayo & Acheampong, 2024). من المحددات الهامة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون تعتبر مصادر الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي المستدام محددين ذو أهمية بالغة في الحد من آثار تغير المناخ من خلال لعب دور أساسي في تقليل الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي، وتحسين جودة البيئة وضمان أمن إمداد الطاقة (Zuhal & Gocen, 2024).

1.1 إشكالية الدراسة:

هناك طلب متزايد على مناهج مبتكرة للحد من المشكلات البيئية العالمية. واستجابة لهذه المشكلات، تم تصميم مجموعة من السياسات البيئية التي تعتبر كأداة فعالة لمعالجة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، إذ تعزز الإنتاج الأنظف وكفاءة الطاقة. وقد أولت عدة دول من بينها الجزائر أولوية لخفض انبعاثات الكربون من خلال تطبيق تقنيات جديدة في مجال المناخ وتمويل الطاقة، ومن المتوقع أن تتمكن الجزائر من خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لديها لتحقيق الحياد الكربوني في السنوات المقبلة، وذلك من خلال تبني التكنولوجيا والاستثمار بشكل كبير في المشاريع الخضراء. ومن هنا يمكننا طرح التساؤل التالي:

إلى أي مدى تساهم العولمة، النمو الاقتصادي والطاقة المتجددة في تقييم السياسات البيئية في الجزائر؟

2.1 فرضيات الدراسة:

- ✓ تعمل العولمة على خفض مستويات التلوث البيئي وضمان الاستدامة البيئية في الجزائر على المدى الطويل.
- ✓ تعتبر مصادر الطاقة المتجددة عامل مهم في خفض الانبعاثات الكربونية في الجزائر على المدى الطويل

✓ هناك تأثير إيجابي ومعنوي للنمو الاقتصادي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر على المدى الطويل.

3.1 أهداف وأهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الورقة البحثية في نهجها الشامل لتحليل مصادر الطاقة المختلفة، النمو الاقتصادي، العولمة والتأثير البيئي في الجزائر، من خلال اختبار مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة، إلى جانب عوامل مثل النمو الاقتصادي، العولمة، الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري. تهدف الدراسة إلى توفير فهم أعمق لتأثيراتها على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والبصمة البيئية في الأجل الطويل خلال الفترة الممتدة مابين 1990-2024، باستخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL).

يعد هذا البحث عملا محوريا في تقديم توصيات هامة لصناع السياسات وأصحاب القرار والمصلحة، وبالتالي توجيه الجزائر – وربما الدول الأخرى التي تواجه تحديات مماثلة – نحو مستقبل أقل تلوثا حيث يتم تنسيق التنمية الاقتصادية مع الحفاظ على البيئة.

2. الدراسات السابقة

دراسة (Dogan & Seker, 2016) والتي تبحث في اختبار العلاقة بين النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة، التطور المالي، الانفتاح التجاري وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ضمن نموذج كوزنتز البيئي (EKC) في أفضل بلدان مستهلكة للطاقة المتجددة. وباستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية وأساليب الاقتصاد القياسي على اختبار جذر الوحدة، التكامل المتزامن، طريقة المربعات الصغرى العادية المصححة كليا (FMOLS) والمربعات الصغرى الديناميكية (DOLS) أظهرت النتائج أن الزيادة في استهلاك الطاقة المتجددة والانفتاح التجاري والتطور المالي تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بينما تساهم الزيادة في استهلاك الطاقة غير المتجددة في زيادة مستوى الانبعاثات، ويتم دعم فرضية EKC لأفضل بلدان الطاقة المتجددة.

دراسة (Liu & Zhang, 2017) وكان الهدف منها قياس تأثير استهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في أربع دول آسيوية (إندونيسيا، الفلبين، تايلند وماليزيا) خلال الفترة الممتدة ما بين 1970-2013 من خلال اختبار وجود فرضية كوزنيتز البيئي (EKC). وأشارت نتائج التقدير أن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة تساهم في الحفاظ على الجودة البيئية في البلدان المختارة، في حين أن استهلاك الطاقة غير المتجددة تؤثر بشكل إيجابي على الجودة البيئية، ويشير اختبار العلاقة السببية إلى عدم وجود علاقة سببية قصيرة الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كلا الاتجاهين.

دراسة (Behera & Dash, 2017) والتي تهدف إلى اختبار العلاقة بين التحضر، استهلاك الطاقة، الاستثمار الأجنبي المباشر وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 17 دولة من منطقة جنوب وجنوب شرق آسيا خلال الفترة 1980-2012. بتصنيف بلدان العينة الإجمالية إلى ثلاث مجموعات فرعية: البلدان ذات الدخل المرتفع والمتوسط والمنخفض. وباستخدام أساليب الاقتصاد القياسي أثبتت النتائج وجود تكامل متزامن بين التحضر، استهلاك الطاقة، الاستثمار الأجنبي المباشر وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون متكاملة في جميع المجموعات الفرعية للدول، بغض النظر عن مستويات الدخل القومي للفرد. كما أشارت النتائج أن استهلاك الطاقة، استهلاك طاقة الوقود الأحفوري والاستثمار الأجنبي المباشر تؤثر بشكل كبير على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في منطقة جنوب شرق آسيا. كما أنه في البلدان ذات الدخل المتوسط يؤدي استهلاك كل من الطاقة والوقود الأحفوري إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير، مما يؤدي إلى مشكلة الغازات المسببة للانحباس الحراري في منطقة جنوب شرق آسيا.

دراسة (Ahmad & Jiang, 2020) وتهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير التطور المالي والاستثمار الأجنبي المباشر على الجودة البيئة لمجموعة مكونة من 90 بلدا خلال الفترة الممتدة ما بين 1990 و2017. ومن خلال تطبيق أساليب الاقتصاد القياسي، كشفت النتائج التجريبية أن التطور المالي يؤدي إلى تدهور جودة البيئة من خلال زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بينما يحسن الاستثمار الأجنبي المباشر جودة البيئة. يؤدي استهلاك الطاقة والتحضر إلى التلوث البيئي، بينما يعزز الانفتاح التجاري جودة البيئة.

وعلاوة على ذلك، تؤكد نتيجة اختبار السببية وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين التنمية المستدامة، الانفتاح التجاري، استهلاك الطاقة، التوسع الحضري مع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتوفر النتائج التجريبية رؤى جديدة لصناع السياسات، كما أن لها العديد من الآثار المترتبة على تحسين جودة البيئة.

دراسة (Regmi, Qiao, & Batala, 2024) والتي تهدف إلى قياس تأثير كل من الابتكار الزراعي، استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في النيبال خلال الفترة الزمنية 1990-2018، باستخدام طريقة المربعات الصغرى المصححة كليا ومقدرات التكامل المتزامن الشرطي لاستنباط العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات، بالإضافة إلى استخدام اختبار سببية Toda-Yamamoto من أجل تحديد اتجاه العلاقة السببية. وأثبتت نتائج الدراسة خلال الفترة المدروسة أن الابتكارات الزراعية تؤدي إلى تحسينات طويلة الأجل في جودة البيئة، وبالمثل أشارت النتائج إلى أن التوسع الحضري والطاقة المتجددة يخفضان بشكل كبير من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في نيبال. واستكشف الاختبار السببي وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه بين الابتكارات الزراعية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبين الطاقة المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وعلى خلاف ذلك أشارت النتائج إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبين الابتكارات الزراعية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

دراسة (Adebayo, Kirikkaleli, 2021) والتي تكشف العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة المتجددة، العولمة والابتكار التكنولوجي في اليابان، باستخدام بيانات فصلية خلال الفترة 1990-2015. وبتطبيق أساليب الاقتصاد القياسي أشارت النتائج إلى وجدود تفاعل بين استهلاك الطاقة المتجددة، النمو الاقتصادي، العولمة، الابتكار التكنولوجي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما أن العولمة، النمو الاقتصادي والابتكار التكنولوجي تزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، في حين يخفف استخدام الطاقة المتجددة من ثاني أكسيد الكربون في الأمدين القريب والمتوسط. توضح النتائج أهمية تنفيذ السياسات المنسقة بشكل فعال من قبل صناع السياسات للحد من التدهور البيئي الكبير في اليابان، بدعم نشاط تطوير الطاقة المتجددة خلق مناخ أكثر تنافسية للاستثمار في سوق الطاقة المتجددة.

دراسة (Shinwari & Wang, 2022) والتي تهدف إلى استكشاف كيفية تأثير الاستثمارات الأجنبية المباشرة الصادرة من الصين على انبعاثات الكربون في 35 دولة خلال الفترة الممتدة ما بين 2000 و2019. باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية. وأظهرت نتائج الدراسة أنه في حين ساهمت الاستثمارات الأجنبية المباشرة لدول أخرى في تدهور البيئة في هذه البلدان، إلا أن الاستثمارات الصينية لم يكن لديها تأثير سلبي على الجودة البيئية في هذه البلدان. وتسلط هذه النتائج الضوء على أهمية مصدر ووجهة الاستثمارات الأجنبية المباشرة من حيث تأثيرها البيئي وانبعاثات الكربون في دول أخرى، كما تقدم نتائج جديدة حول فعالية سياسات ولوائح إدارة الاستثمار الأجنبي في الصين في إنتاج النتيجة البيئية المرجوة في البلدان المضيفة.

دراسة (Apergis & Kuziboev, 2023) والتي تهدف إلى اختبار العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، الطاقات المتجددة وغير المتجددة في أوزباكستان خلال الفترة الزمنية 1985-2020، باستخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL). وأظهرت نتائج الدراسة أن استهلاك الطاقة المتجددة لها تأثير سلبي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وأن استهلاك الطاقة غير المتجددة مثل الغاز الطبيعي والنفط له تأثير إيجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وذلك في الأجل الطويل. كما أشارت النتائج إلى أن الإجراءات السياسية مثل إشراك القطاع الخاص في مشاريع الطاقة المتجددة وتنفيذ سياسات فعالة لضريبة الكربون، قد تشكل خيارات أخرى للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

دراسة (Ria, Gupta, & Saini, 2023) والتي تبحث في اختبار العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والطاقات المتجددة مع الأخذ بعين الاعتبار متغيرات أخرى تحدد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مثل (الطاقات غير المتجددة، نمو الناتج المحلي الإجمالي، الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري) خلال الفترة الزمنية 1990-2019، باستخدام نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM). وأظهرت نتائج الدراسة أن الطاقة المتجددة تخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل فعال، لكن النمو الاقتصادي المرتفع واستخدام الطاقة غير المتجددة يساهمان بشكل كبير في التدهور البيئي. وسعت الدراسة إلى ضرورة التأكيد على متطلبات ابتكارات الطاقة التي لا غنى عنها لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، وتقليل حصة استخدام الطاقة غير المتجددة في إجمالي استهلاك الطاقة وزيادة النسبة المئوية لاستخدام الطاقة المتجددة.

دراسة (Idroes & Hardi, 2024) والتي كان الهدف منها قياس الأثر الديناميكي للطاقة المتجددة وغير المتجددة، النمو الاقتصادي وتكوين رأس المال الإجمالي على الجودة البيئية في إندونيسيا خلال الفترة الممتدة ما بين 1965 و 2022، باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية المصححة كليا (FMOLS) والمربعات الصغرى الديناميكية (DOLS). وأشارت نتائج الدراسة إلى الزيادة في استهلاك الطاقة المتجددة من شأنه أن يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتدهور البيئي في الأجل الطويل، كما أظهرت نتائج اختبار العلاقة السببية قصيرة الأجل وجود علاقة أحادية الاتجاه انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى استهلاك الطاقة المتجددة. وتقدم هذه الدراسة لصناع السياسات توصيات للحفاظ على الاستدامة البيئية، بما في ذلك الاستثمار في استخدام الطاقة المتجددة والانتقال بعيدا عن الطاقة غير المتجددة، نظرا للتحديات المناخية الملحة وهدف تحقيق الحياد الكربوني.

دراسة (Mantenda, Raihan, & Zhou, 2024) والتي تبحث في قياس تأثير كل من الابتكار التكنولوجي، النمو الاقتصادي، العولمة، استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة الزمنية 1990-2020، باستخدام طريقة المربعات الصغرى الديناميكية (DOLS). وأشارت نتائج الدراسة إلى أن النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة غير المتجددة، الابتكار التكنولوجي والعولمة تعزز انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، في حين أن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة تؤدي إلى انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما أشارت الدراسة إلى ضرورة قيام صناع السياسات في جنوب أفريقيا بتصميم سياسات تعزز من خفض مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، استهلاك الطاقة المتجددة، وتعزيز الابتكارات التكنولوجية المساهمة بدرجة عالية في تقليل استخدام الوقود الأحفوري.

دراسة (My & Khanh, 2024) والتي تهدف إلى اختبار تأثير العولمة المالية على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 39 بلدا آسيويا خلال الفترة الممتدة ما بين 2000 و 2020، باستخدام بيانات السلاسل الزمنية المقطعية ونماذج الاقتصاد القياسي على غرار نماذج الانحدار المدمجة، الآثار الثابتة والعشوائية. وأظهرت نتائج التقدير أن انخفاض مستوى العولمة المالية يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وتؤكد هذه النتائج على أهمية سياسات العولمة المالية المستدامة مع التأكيد على الحاجة إلى أن تعمل الدول الآسيوية بما في ذلك فيتنام، على موازنة النمو الاقتصادي مع حماية البيئة من خلال تعزيز الاستثمارات الخضراء وتبني التقنيات النظيفة والتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة.

دراسة (Eweade, Karlilar, & Pata, 2024) وتهدف إلى اختبار الأثر غير المتماثل للوقود الأحفوري، الاستثمار الأجنبي المباشر والعولمة على الجودة البيئية في المكسيك خلال الفترة 1975-2020، باستخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة غير الخطي (NARDL). وأشارت النتائج القياسية إلى النمو الاقتصادي والوقود الأحفوري يؤدي إلى التدهور البيئي، في حين يعمل الاستثمار الأجنبي المباشر على إصلاح الجودة البيئية، وعدم وجود تأثير معنوي للعولمة على الجودة البيئية. أما بالنسبة للنتائج غير الخطية فقد أشارت إلى أن الصدمات الإيجابية للاستثمار الأجنبي المباشر، العولمة والطاقات غير المتجددة تؤدي إلى

زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما تشير النتائج أيضا إلى ضرورة تبني الحكومة المكسيكية التوسع الاقتصادي مع مراعاة مبدأ التنمية المستدامة.

أظهرت مراجعة الأدبيات وجود اهتمام متزايد بدراسة العلاقة بين العولمة، النمو الاقتصادي، الطاقة المتجددة، الاستثمار الأجنبي المباشر، الانفتاح التجاري وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، إلا أن الدرسات السابقة ركزت أساسا على الدول المتقدمة والناشئة. على الرغم من أن موضوع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وعواملها المؤثرة يُعدد موضوعا ساخنا للنقاش بين صانعي السياسات والباحثين والأكاديميين على مستوى العالم، إلا أن الأبحاث المتعلقة به في الجزائر لا تزال محدودة جدا. لذا يلزم إجراء المزيد من البحوث لدراسة السياق الجزائري. استخدمنا في هذه الدراسة أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL) لدراسة تأثير النمو الاقتصادي، الانفتاح التجاري، الاستثمار الأجنبي المباشر، استخدام الطاقة المتجددة وغير المتجددة، والعولمة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة من 1990 إلى 2024، أي على مدى 35 عاما. وقد تم اعتماد أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة (ARDL) لاختبار العلاقة التوازنية بين المتغيرات في بيانات السلاسل الزمنية ذات العلاقات الديناميكية. تشير نتائج الدراسة إلى أن النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة غير المتجددة والعولمة تعزز التلوث البيئي، في حين يقلل الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري من التلوث البيئي على المدى الطويل. توصي الدراسة بأن يقوم صناع السياسات في الجزائر بتصميم سياسات تعزز تشكيل دولة منخفضة الكربون واستهلاك الطاقة المتجددة وتنفيذ الاستثمارات الأجنبية المباشرة الصديقة للبيئة والتي تقلل من استخدام الطاقة الأحفورية.

تضيف هذه الدراسة إسهاما قيما إلى الأدبيات الموجودة في هذا المجال من نواح عديدة، فهي تحلل تأثير النمو الاقتصادي، الانفتاح التجاري، الاستثمار الأجنبي المباشر، الطاقة المتجددة وغير المتجددة، والعولمة كعوامل محددة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر لتقييم السياسة البيئية، باستخدام أسلوب ARDL على مدى فترة رصد طويلة امتدت 35 سنة، أي من 1990 إلى 2024. ونظرا للخصائص الفريدة التي تميز اقتصاد الجزائر كونه من الدول الرائدة في صناعة الطاقة الأحفورية، تقدم هذه الدراسة تقييما للتأثيرات المحددة للمتغيرات المعتمدة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر.

3. المنهجية والبيانات

1.3 وصف البيانات:

في هذه الدراسة قمنا بتطبيق مجموعة من البيانات الخاصة بالجزائر والمستخرجة من قواعد بيانات مؤشرات التنمية العالمية (WDI) التابعة للبنك الدولي، وذلك خلال الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى 2024 أي 35 سنة. وتم استخدام انبعاثات ثاني أكسيد الكاربون بالكيلوطن كمتغير تابع، استهلاك الطاقة المتجددة كنسبة مئوية لاستخدام الطاقة الكلي، النمو الاقتصادي وتم تمثيله بالناتج المحلي الإجمالي للفرد (سنة الأساس 2015)، الانفتاح التجاري كنسبة إلى التجارة الخارجية، الاستثمار الأجنبي المباشر نسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي، العولمة، استهلاك الطاقة غير المتجددة تم تمثيلها بالوقود الأحفوري كمتغيرات مستقلة. وبالتالي يمكن لأصحاب القرار في الجزائر فهم محركات التلوث البيئي وتصميم استراتيجيات فعالة وكفؤة للتخفيف من استخدام الطاقات غير المتجددة وعواقب تغير المناخ مع تشجيع التنمية المستدامة.

الجدول 01: وصف البيانات

المتغيرات	وصف المتغيرات	الصيغة اللوغريتمية	وحدات القياس	المصدر
REC	Renewable energy	LREC	of total final energy use %	WDI

	consumption			
G	Globalisation	LG	KOF globalisation index	KOF Swiss Economic Institute
FDI	Foreign direct investment	LFDI	GDP %	WDI
CO2	CO2 emissions	LCO2	Kiloton	WDI
OP	Trade Openness	LOP	Trade (% of GDP)	WDI
NREC	Non-renewable energy consuption	LNREC	Fossil fuel energy consumption(% of total final energy use)	WDI
GDP	Economic growtn	LGDP	GDP per capita (constant 2015 US$)	WDI

2.3 المنهجية:

يتم التعبير عن العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، العولمة، النمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة باستخدام النموذج التالي:

$$L\,CO2_t = \alpha + \beta_1 \mathrm{LG}_t + \beta_2 \mathrm{LGDP}_t + \beta_3 \mathrm{LFDI}_t + \beta_4 \mathrm{LOP}_t + \beta_5 \mathrm{LNREC}_t + \beta_6 \mathrm{LREC}_t + \varepsilon_t \quad \ldots\ldots(1)$$

تشير α إلى الثابت، β_1، β_2، β_3، β_4، β_5، β_6،:معلمات كل من مؤشر العولمة، النمو الاقتصادي، الاستثمار الأجنبي المباشر، الانفتاح التجاري، استهلاك الطاقة غير المتجددة، استهلاك الطاقة المتجددة على التوالي، ε_t: حد الخطأ العشوائي.

تعد الخطوة الأولى لتطبيق أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL) ، دراسة استقرارية أو سكون السلاسل الزمنية المشمولة في الدراسة، فقد تكون هذه السلاسل غير ساكنة مما يؤدي بذلك إلى انتهاك الفرضيات الأساسية الخاصة بالنموذج القياسي، حيث يعتبر تحديد رتبة تكامل كل سلسلة زمنية على حدا ضروري جدا لتفادي الانحدار الزائف. ومن بين الاختبارات القبلية الأكثر استخداما في هذا المجال هي اختبارات Augmented Dickey-Fuller المطور من قبل (Dickey & Fuller, 1979)و (Phillips & Perron, 1988) لتحديد درجة تكامل المتغيرات. وتثبت درجات التكامل فيما إذا كانت السلاسل المستخدمة في الدراسة مستقرة عند المستوى I(0) أو تكون مستقرة بعد أخذ الفرق الأول للسلسلة الزمنية I(1)، وتدل الفرضية الصفرية على عدم استقرارية السلسلة الزمنية مقابل الفرضية البديلة التي تدل على استقرارية السلسلة محل الدراسة.

أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة هو نموذج ديناميكي غير مقيد (dynamic unrestricted model)، حيث يعبر عن المتغير التابع كدالة لتأخره الزمني مع متغيرات تفسيرية أخرى (explanatory variables)، ووفقا ل

(Charemza and Deadman (1997) يتبع أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة نهجا من العام إلى الخاص مما يمكن الباحث من حل مشكلات الاقتصاد القياسي(Mazengia, Bezabih, & Chekol, 2023) . كما أن هذا الأسلوب له العديد من المزايا. أولا: تتطلب أساليب التكامل المتزامن التقليدية أن تكون السلاسل الزمنية المدروسة لها نفس درجة التكامل أي تكون على شكل I(1)، بينما أسلوب ARDL للتكامل المتزامن يمكن توظيفه إذا كانت السلاسل الزمنية متكاملة من الدرجة الأولى I(1) أو تكون مختلطة I(0) و I(1) شرط عدم وجود أي سلسلة متكاملة من الدرجة الثانية I(2). ثانيا: يعتبر هذا الأسلوب كأفضل أسلوب قياسي مناسب لأحجام العينات الصغيرة. ثالثا: يقدر في الوقت نفسه النتائج على المدى الطويل والقصير ويوضح الفروق بين هذه النتائج. رابعا: يستوعب منهج ARDL بشكل مناسب الارتباط الذاتي ويقدم تقديرات قوية من خلال أخذ فترات إبطاء زمنية مناسبة، كما أن نتائجه تكون غير متحيزة(Tilahun, 2021) .

يتم تحويل المعادلة رقم 1 إلى نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد (UECM) في شكل المعادلة رقم 2 لإجراء عملية اختبار الحدود.

$$\Delta \mathrm{LCO2_t} = \alpha_0 + \lambda_1 LG_{t-1} + \lambda_2 LGDP_{t-1} + \lambda_3 LFDI_{t-1} + \lambda_4 LOP_{t-1} + \lambda_5 LNREC_{t-1} + \lambda_6 LREC_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \pi_i \Delta LCO2_{t-i} + \sum_{j=0}^{J} \beta_j \, \Delta LG_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \delta_j \, \Delta LGDP_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \gamma_j \, \Delta LFDI_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \varphi_j \, \Delta LOP_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \tau_j \, \Delta LNREC_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \rho_j \, LREC_{t-j} + \varepsilon_t \ldots\ldots (2)$$

حيث تعبر $\propto$ عن الثابت، λ_1، λ_2، λ_3، λ_4، λ_5، λ_6 : المعلمات طويلة الأجل، π_i، β_j، δ_j، γ_j، φ_j، τ_j، ρ_j: المعلمات قصيرة الأجل.

يتم إجراء منهج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL) وفق مرحلتين، ففي المرحلة الأولى يتم حساب القيمة الإحصائية F وعلاقة التكامل المتزامن، ويقوم منهج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة المتباطئة باختبار F فيما إذا كان هناك تكامل متزامن بين المتغيرات أم لا، و لتحقيق هذا الغرض تم الاعتماد على فرضيتين أساسيتين. حيث تفترض الفرضية العدمية عدم وجود تكامل متزامن مقابل الفرضية البديلة التي تنص على وجود تكامل متزامن. قام Pesaran et al بحساب مجموعتين من القيم الحرجة المقاربة. الأولى تفترض أن المتغيرات متكاملة عند I(0) أما الثانية فتفترض أن المتغيرات متكاملة عند I(1)، وتسمى قيم هاتين المجموعتان بالحد الأدنى للقيمة الحرجة (LCB) والحد الأعلى للقيمة الحرجة (UCB) على التوالي. يتم تحديد التكامل المتزامن بين المتغيرات من خلال القاعدة التالية: إذا كانت القيمة المحسوبة لإحصائية F أعلى من الحد الأعلى للقيمة الحرجة فسيتم رفض الفرضية الصفرية لعدم وجود تكامل متزامن، وبالتالي وجود تكامل متزامن بين النمو الاقتصادي الأخضر، الابتكار الأخضر، الرقمنة، استهلاك الطاقة المتجددة ونفقات الحماية البيئية. أما إذا كانت القيمة المحسوبة لإحصائية F أقل من الحد الأدنى للقيمة الحرجة فسيتم قبول الفرضية الصفرية لعدم وجود تكامل متزامن بين المتغيرات (Poku, Opoku, & Agyeiwaa, 2022).

تتضمن المرحلة الثانية النتائج قصيرة المدى و معالجة معلمة حد تصحيح الخطأ (ECT). بعد تحديد إحصائية F والعلاقة طويلة المدى بين المتغيرات، يكون نموذج تصحيح الخطأ (ECM) قابلا للتطبيق، ويتم التعبير عنه على النحو التالي في شكل المعادلة رقم 3:

$$\Delta LCO2_t = \alpha_0 + \lambda_1 LG_{t-1} + \lambda_2 LGDP_{t-1} + \lambda_3 LFDI_{t-1} + \lambda_4 LOP_{t-1} + \lambda_5 LNREC_{t-1} + \lambda_6 LREC_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \pi_i \Delta LCO2_{t-i} + \sum_{j=0}^{J} \beta_j \Delta LG_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \delta_j \Delta LGDP_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \gamma_j \Delta LFDI_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \varphi_j \Delta LOP_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \tau_j \Delta LNREC_{t-j} + \sum_{j=0}^{J} \rho_j LREC_{t-j} + \emptyset ECT_{t-1} + \varepsilon_t \ldots\ldots (3)$$

حيث تشير $\emptyset$ إلى سرعة التعديل أو التكييف للعودة إلى الوضع التوازني طويل الأجل بعد حدوث صدمة في الأجل القصير.

4. مناقشة النتائج

1.4 اختبارات جذر الوحدة:

الجدول 2: اختبار جذر الوحدة باستخدام اختبار (ADF) Augmented Dickey–Fuller

المتغيرات	عند المستوى			عند الفرق الأول		
	بدون	قاطع	قاطع واتجاه	بدون	قاطع	قاطع واتجاه
LG	3.870	1.730-	0.780-	**1.935-	**3.275-	***7.594-
LCO2	4.905	0.920-	1.122-	1.487-	***5.950-	***5.912-
LGDP	1.903	0.323-	1.542-	***3.546-	***3.966-	**3.899-
LOP	0.191-	2.225-	0.269-	***6.695-	***6.584-	***7.016-
LFDI	**2.579-	*2.619-	2.719-	***4.438-	***4.365-	***4.276-
LNREC	0.452-	***4.811-	***4.939-	/	/	/
LREC	1.322	1.901-	2.037-	***4.120-	***4.161-	**4.097-

*مستوى معنوية 10%،**مستوى معنوية 5%، ***مستوى معنوية 1%

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10.

الجدول 3 : اختبار جذر الوحدة باستخدام اختبار (PP) Phillips–Perron

المتغيرات	عند المستوى			عند الفرق الأول		
	بدون	قاطع	قاطع واتجاه	بدون	قاطع	قاطع واتجاه
LG	3.990	1.236-	0.780-	***4.685-	***6.561-	***7.594-
LCO2	4.610	0.904-	1.377-	***4.072-	***5.951-	***5.918-
LGDP	1.383	0.557-	2.068-	***3.507-	***3.932-	**3.899-
LOP	0.165-	1.698-	1.716-	***6.149-	***6.038-	***10.285-
LFDI	1.062-	2.294-	2358-	***9.678-	***10.737-	***10.944-
LNREC	1.287-	***4.855-	***4.939-	/	/	/
LREC	1.136	1.901-	2.037-	***3.983-	***4.029-	**3.999-

*مستوى معنوية 10%،**مستوى معنوية 5%، ***مستوى معنوية 1%

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10.

يتم اختبار خصائص جذر الوحدة للسلاسل الزمنية عبر اختبارات جذر وحدة Philips & Pearson (PP) و Augmented Dickey-Fuller (ADF). وقد تم ذكر خصائص جذر الوحدة لجميع السلاسل الزمنية المشمولة في الدراسة في الجدول رقم 02 و03. أظهرت النتائج أن السلاسل المتعلقة العولمة، استهلاك الطاقة المتجددة، الانفتاح التجاري، الاستثمار الأجنبي المباشر، النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون تكون غير مستقرة عند المستوى و لكن بعد أخذ الفرق الأول تصبح مستقرة، أما سلسلة استهلاك الطاقة غير المتجددة فهي مستقرة عند المستوى، وهذا يعني أن متغيرات العولمة، استهلاك الطاقة المتجددة، الانفتاح التجاري، الاستثمار الأجنبي المباشر، النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون متكاملة من الدرجة الأولى I(1)، في حين أن استهلاك الطاقة غير المتجددة متكامل من الدرجة صفر I(0)، وفي هذه الحالة يمكن استخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL).

2.4 اختبار التكامل المتزامن–اختبار الحدود:

الجدول 4: نتائج اختبار الحدود–التكامل المتزامن.

إحصائية الاختبار	القيمة الإحصائية	مستوى المعنوية	الحد الأدنى I(0)	الحد الأعلى I(1)
F-Statistic	10.46	10%	2.25	3.38
		5%	2.68	3.96
		1%	3.71	5.32

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

في تحليل السلاسل الزمنية يعد اختيار طول فترة الإبطاء الزمني المناسب ضروريا قبل تطبيق أسلوب ARDL للتكامل المشترك. تحدد هذه الدراسة طول فترة الإبطاء الزمني في ضوء معيار معلومات Akaike وتدير انحدار ARDL لاستهلاك الطاقة المتجددة والعولمة لدراسة معنوية إحصائية F. والجدول رقم 04 يوضح نتائج اختبار الحدود حيث تشير قيمة F المحسوبة إلى (10.46) وهي أكبر من الحد الأعلى للقيمة الحرجة (5.32) عند مستوى معنوية 1%، مما يعني رفض الفرضية العدمية وقبول الفرضية البديلة التي تنص على وجود علاقة تكامل متزامن بين استهلاك الطاقة المتجددة كمتغير تابع و متغيرات العولمة، الاستثمار الأجنبي المباشر، النمو الاقتصادي، التطور المالي، استهلاك الطاقة غير المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمتغيرات مستقلة.

3.4 تقدير معلمات الأجل الطويل ونموذج تصحيح الخطأ:

الجدول 5: نتائج مقدرات الأجل الطويل

النموذج الأمثل (1.1.1.0.1.0.0)				
المتغيرات	المعاملات	الخطأ المعياري	القيمة الإحصائية	الاحتمال
C	54.310-	22.578	2.405-	0.025
LG	1.949	0.337	5.768	0.000
LREC	0.180	0.131	1.370	0.184
LGDP	1.006	0.240	4.185	0.004
LOP	0.472-	0.080	5.857-	0.000
LFDI	0.006-	0.002	2.843-	0.009
LNREC	2.288	4.861	11.128	0.032

معامل التحديد المعدل: 0.995

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

يبين الجدول رقم 05 نتائج مقدرات الأجل الطويل وذلك على النحو التالي:

- وجود تأثير إيجابي معنوي لمؤشر العولمة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل بمرونة قدرها 1.949، وهذا يعني أن زيادة العولمة ب 1% يؤدي إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ب 1.949%. وهذه النتيجة تتوافق مع معظم الدراسات السابقة كدراسة (Adebayo, Kirikkaleli, 2021) في اليابان ، ودراسة (Mantenda, Raihan, & Zhou, 2024) في جنوب أفريقيا ودراسة (Eweade, Karlilar, & Pata, 2024) في المكسيك، دراسة (My & Khanh, 2024) في البلدان الآسيوية. وهذا يشير إلى أن العولمة لها عواقب بيئية ضارة في الجزائر، فقد تؤدي العولمة إلى النمو الاقتصادي من خلال توسع تدفقات التجارة والاستثمار بين اقتصاديات العالم، وبالتالي يمكن أن يؤدي هذا النمو الاقتصادي من خلال تدفقات التجارة والاستثمار إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما تؤدي التجارة الدولية إلى زيادة نقل الأشخاص والبضائع عبر الحدود. تشارك الجزائر في الاقتصاد العالمي من خلال تصدير واستيراد البضائع عبر الطائرات، السفن والشاحنات. نظرا لاستخدام الوقود الأحفوري كمصدر أساسي للطاقة فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون آخذة في الارتفاع. وقد تعمل العولمة على زيادة تحرير التجارة والأنشطة المرتبطة بها، ونظرا لأن معظم الخدمات والسلع المنتجة في الاقتصاد تحتاج إلى طاقة وعادة تكون من مصادر الطاقة غير المتجددة، فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تزداد.

- وجود تأثير إيجابي غير معنوي لاستهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل بمرونة قدرها 0.180، ويعني أن الزيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ب 1% يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة المتجددة ب 0,379%. وهذه النتيجة تختلف نوعا ما عن بقية الدراسات السابقة مثل دراسة (Liu & Zhang, 2017) في دول آسيا (إندونيسيا، الفلبين، تايلندا وماليزيا)، دراسة (Regmi, Qiao, & Batala, 2024) في النيبال، دراسة (Mantenda, Raihan, & Zhou, 2024) في جنوب أفريقيا ، وهذا راجع إلى أن استهلاك مصادر الطاقة المتجددة في الجزائر لازالت عند مستويات أقل لكبح انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، نظرا لعدم كفاية تنفيذ معايير كفاءة الطاقة، وتكامل محدود للطاقة المتجددة في شبكة الطاقة. وبالتالي تستمر مصادر الطاقة غير المتجددة في الهيمنة على قطاع الطاقة مما يساهم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ومن ناحية أخرى تنتج تقنيات الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية الكهرباء دون حرق الوقود الأحفوري، وبالتالي تتجنب الانبعاثات الكربونية المرتبطة بها. وقد أدى التحرك نحو الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء إلى الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ومن المهم كذلك أن تمتلك الجزائر مصادر وفيرة للطاقة المتجددة، بما في ذلك الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

- هناك تأثير إيجابي ومعنوي للناتج المحلي الإجمالي الحقيقي (النمو الاقتصادي) على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل بمرونة قدرها 1.006، بمعنى أن زيادة النمو الاقتصادي ب 1% يؤدي إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ب

1.006%. وتتوافق هذه النتيجة بشكل كبير مع بقية الأبحاث السابقة سواء في البلدان النامية أو المتقدمة كدراسة (Adebayo, Kirikkaleli, 2021) في اليابان، دراسة (Mantenda, Raihan, & Zhou, 2024) في جنوب أفريقيا، ودراسة (Ria, Gupta, & Saini, 2023). وهذا يدل على أن الناتج المحلي الإجمالي في الجزائر مصدره الاعتماد المفرط على الوقود الأحفوري الذي يظل المصدر الرئيسي للطاقة، مما يخلق هذا الاعتماد حاجزا هيكليا يجعل من الصعب على الطاقة المتجددة المنافسة، مما يؤدي إلى التأثير على الجودة البيئية. كما تتميز أنماط الاستهلاك المدفوعة بالنمو الاقتصادي في الجزائر بمستويات عالية من استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون العالية. وعلاوة على ذلك، نظرا للحاجة إلى لوائح بيئية أكثر صرامة وتوسع الصناعات النفطية الموجهة للتصدير والتي تعطي الأولوية لكفاءة الإنتاج والقدرة التنافسية على الاعتبارات البيئية، فإن النمو الاقتصادي مستمر دون قيود، مما يؤدي إلى ارتفاع انبعاثات الكربون.

- هناك تأثير سلبي معنوي لتدفقات الاستثمارات الأجنبية المباشرة الواردة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل بمرونة قدرها 0.006، معناه أن ارتفاع الاستثمار الأجنبي المباشر الوارد ب 1% يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ب 0.006%. كما تتوافق هذه النتيجة مع النظرية الاقتصادية مثل دراسة (Eweade, Karlilar, & Pata, 2024) في المكسيك، دراسة (Ahmad & Jiang, 2020) في 90 بلدا مختارا ودراسة (Shinwari & Wang, 2022)،إلا أن مساهمة نسبة الاستثمارات الأجنبية المباشرة الواردة إلى الجزائر ضعيفة جدا في التأثير على الجودة البيئية، وهذا يدل على أن معظم الاستثمارات الأجنبية المباشرة الواردة لازالت محصورة في قطاع الطاقة غير المتجددة وأن الزيادة في الاستثمارات الصديقة للبيئة يخلق بيئة أكثر ملائمة لاحتضان الطاقة المتجددة، من ناحية أخرى يمكن أن يؤدي تعزيز الاستثمار الأجنبي المباشر الصديق للبيئة إلى نشر تكنولوجيا الطاقة المتجددة والخبرات في هذا المجال خاصة في قطاعي الطاقة الشمسية والرياح.

- وجود تأثير سلبي معنوي للانفتاح التجاري على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل بمرونة قدرها 0.472، معناه أن زيادة الانفتاح التجاري ب 1% يخفض من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ب 0.472%. إلا أن الواقع الاقتصادي في الجزائر يعكس الدور الذي تلعبه السياسة التجارية في الحد من التلوث البيئي والاستدامة البيئية، لعدم وجود مقياس حقيقي لمستوى الانفتاح التجاري للدولة، الذي يسمح باتخاذ التدابير المناسبة لتعزيز الحواجز أمام دخول التكنولوجيات والمواد الملوثة، والاستثمار بشكل أكبر في التكنولوجيات الخضراء. وتؤكد هذه النتيجة على ضرورة دمج الاعتبارات البيئية في السياسات التجارية، ويمكن للجزائر أن تسعى إلى ممارسات تجارية مستدامة من أجل الإنتاج الموفر للموارد والاستهلاك المسؤول.

- وجود تأثير إيجابي معنوي لاستهلاك الطاقة غير المتجددة (الوقود الأحفوري) على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل بمرونة قدرها 11.128، معناه أن زيادة استهلاك الطاقة غير المتجددة ب 1% يؤدي إلى زياد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 11.128%. وتتوافق هذه النتيجة مع النظرية الاقتصادية الرامية إلى أن استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة

تؤدي إلى زيادة التدهور البيئي كدراسة (Eweade, Karlilar, & Pata, 2024) في المكسيك، دراسة (Mantenda, Raihan, & Zhou, 2024) في جنوب أفريقيا ودراسة (Apergis & Kuziboev, 2023) في أوزباكستان ودراسة (Ria, Gupta, & Saini, 2023). ومن المتوقع أن تظهر نتائج البحث أن استهلاك الطاقة غير المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ترتبط بشكل إيجابي. والنتيجة المترتبة على ذلك هي أن استخدام الطاقة الأحفورية في الجزائر يشكل عائقا أمام الاستدامة البيئية. تعتمد مصادر الطاقة في الجزائر بشكل كبير على الوقود الأحفوري (النفط والغاز بشكل أساسي)، مما يتسبب في أضرار بيئية، بالإضافة ذلك تعتمد الجزائر في صناعاتها على إنتاج النفط، مما يؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون. كما يعد قطاع النقل مساهما ملحوظا في استهلاك الطاقة الأحفورية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر، حيث يؤدي الاعتماد الكبير على المركبات التي تعمل بالبنزين والغاز إلى ارتفاع انبعاثات الكربون.

يشير معامل التحديد المعدل إلى 0.995، وتعني هذه النتيجة أن المتغيرات المستقلة المشمولة في النموذج تفسر حوالي 99.5% من التباينات التي تحدث في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وتبدو هذه النسبة مرتفعة جدا مما يدل على أن النموذج ذو جودة عالية.

الجدول 6: **نتائج نموذج تصحيح الخطأ والأجل القصير**.

المتغيرات	المعاملات	الخطأ المعياري	القيمة الإحصائية	الاحتمال
D(REC)	0.0004-	0.072	0.006-	0.995
D(LG)	0.306-	0.261	1.170-	0.254
D(LOP)	0.201-	0.042	4.770-	0.001
(1-)ECT	0.661-	0.062	10.504-	0.000

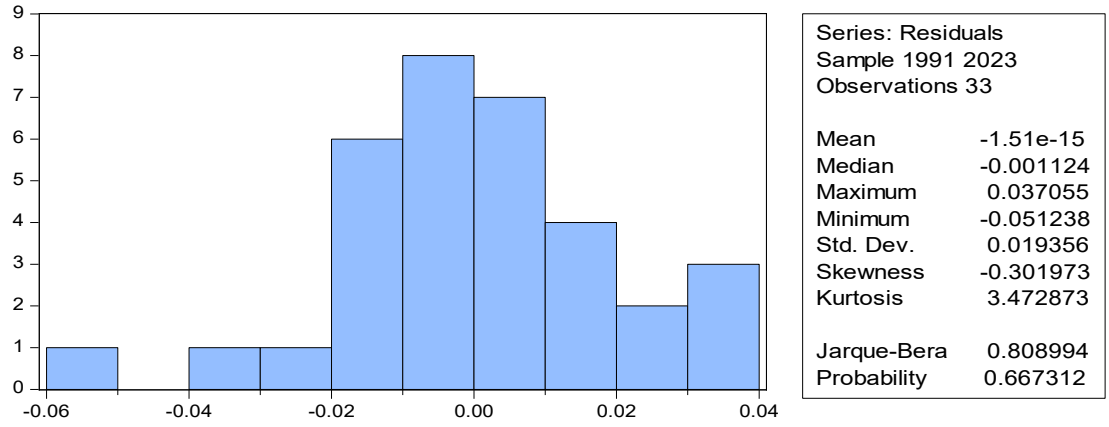
المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

استنادا إلى اختبار الحدود المرتبط بإحصائية F تظهر العولمة، الاستثمار الأجنبي المباشر، النمو الاقتصادي، الانفتاح التجاري، استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة كمتغيرات طويلة المدى تؤثر على متغير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. تعكس معلمة حد تصحيح الخطأ ECT العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات في الجدول رقم 05، وقيمة ECT للمعادلة رقم هي : (-0.661) وهي سالبة وذات دلالة إحصائية عند مستوى 1%، مما يضمن وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغير ثاني أكسيد الكربون و المتغيرات المستقلة المشمولة في الدراسة. وتشير معلمة حد تصحيح الخطأ في هذا النموذج إلى سرعة تعديل عالية نسبيا بعد حدوث الصدمة، حيث أنه في كل سنة يتم تعديل 66.1% من الاختلالات التي تحدث في الأجل القصير للعودة إلى الوضع التوازني طويل الأجل. على مستوى الأجل القصير هناك تأثير سلبي ومعنوي لمتغير الانفتاح التجاري على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند مستوى معنوية 1%.

4.4 اختبارات التشخيص والاستقرارية:

1.4.4 اختبارات تشخيص البواقي:

الشكل 1: **اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي باستخدام Jarque-Bera**



المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

من خلال الشكل رقم 1 يتبين أن احتمال إحصائية Jarque-Bera أكبر من 0.05، وبالتالي نقبل الفرضية العدمية التي تنص على أن البواقي تتوزع توزيعا طبيعيا.

الجدول 7. اختبار الارتباط التسلسلي للبواقي باستخدام اختبار Breusch-Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.928537	Prob. F(2,23)	0.1681
Obs*R-squared	4.739288	Prob. Chi-Square(2)	0.0935

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

من خلال نتائج الجدول رقم 5 يتبين أن احتمال كل من إحصائية F و Chi-Square أكبر من 0.05، وبالتالي نقبل الفرضية العدمية القائلة بأن البواقي خالية من الارتباط التسلسلي.

الجدول 8: اختبار ثبات تباين البواقي باستخدام اختبار ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH

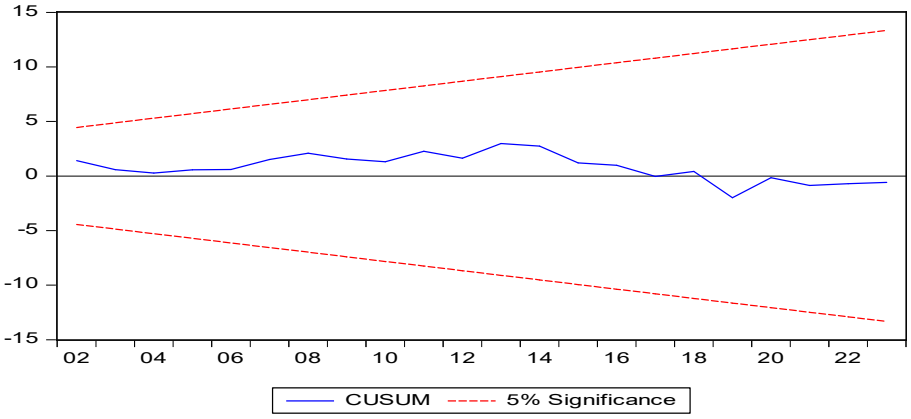
F-statistic	2.556655	Prob. F(1,30)	0.1203
Obs*R-squared	2.512941	Prob. Chi-Square(1)	0.1129

المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

من خلال نتائج الجدول رقم 8 يتبين أن احتمال كل من إحصائية F و Chi-Square أكبر من 0.05، وبالتالي نقبل الفرضية العدمية مما يعني أن تباين البواقي ثابت.

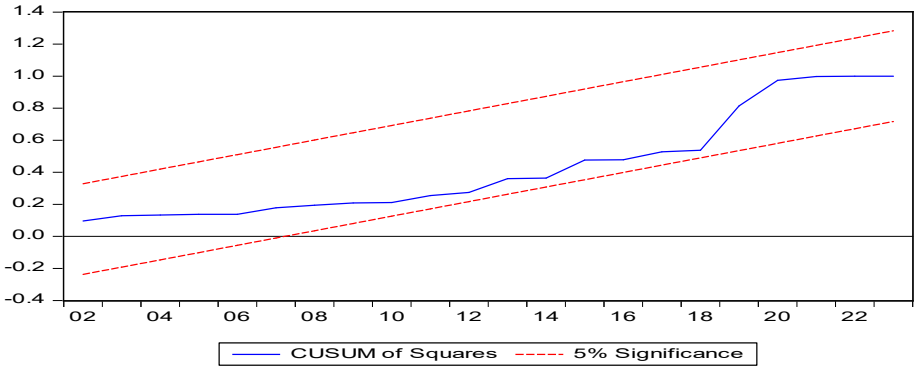
2.4.4 استقرارية النموذج:

الشكل 2: المجموع التراكمي للبواقي المعاودة CUSUM



المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

الشكل 3: المجموع التراكمي لمربعات البواقي المعاودة CUSUMSQ



المصدر: بالاعتماد على مخرجات Eviews10

من خلال الشكلين رقم 2 و3 نلاحظ أن المجموع التراكمي للبواقي المعاودة (**CUSUM**) والمجموع التراكمي لمربعات البواقي المعاودة (**CUSUM of Squares**) عبارة عن خط مستقيم داخل حدود المنطقة الحرجة مشيرا إلى استقرار النموذج عند مستوى معنوية 5%، مما يدل على أن هناك استقرار وانسجام بين نتائج الأجل الطويل و القصير كما أن البيانات المستخدمة في الدراسة تخلو من التغيرات الهيكلية.

5. خاتمة:

إلى جانب نمو وعولمة الاقتصاد العالمي بأكمله منذ الثورة الصناعية الأولى، أدى إنتاج واستخدام الوقود الأحفوري إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وفي نهاية المطاف إلى تدهور بيئي كبير. وقد يظهر تأثير العولمة، النمو الاقتصادي، الاستثمار الأجنبي المباشر، مصادر الطاقة المتجددة على ثاني أكسيد الكربون اتجاهات مع نقاط تحول مختلفة في البلدان النامية. حاولنا من خلال هذه الورقة البحثية استخدام أسلوب الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المتباطئة الموزعة (ARDL) لاختبار تأثير كل من العولمة، النمو الاقتصادي، الانفتاح التجاري، الاستثمار الأجنبي المباشر، استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1990-2023. وأظهرت نتائج مقدرات الأجل الطويل أن النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة غير المتجددة والعولمة تعزز التلوث البيئي، في حين يقلل الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري من التلوث البيئي على المدى الطويل، أي أن زيادة النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة غير المتجددة والعولمة ب 1% يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ب 1.006، 11.128، 1.949% على التوالي، في حين أن ارتفاع الاستثمار الأجنبي المباشر الوارد والانفتاح التجاري ب 1% يؤدي إلى انخفاض التلوث البيئي بنسبة 0.006 و 0,472 على التوالي. أشار معامل التحديد في إلى 99.6% مما يدل على صلاحية وجودة النموذج

المستخدم في الدراسة، وذلك إلى جانب اختبارات التشخيص والاستقرارية. من خلال النتائج المتحصل عليها تبرز الدراسة أن النمو الاقتصادي الحالي في الجزائر ما زال مرتبطا بالاعتماد على الوقود الأحفوري، وبالتالي يؤدي إلى زيادة الانبعاثات الكربونية، كما أن الطاقة المتجددة لم تصل بعد إلى المستوى الكافي لإحداث أثر بيئي معنوي في الأجل الطويل، بالإضافة إلى ذلك أثبتت الدراسة أن الاستثمار الأجنبي المباشر والانفتاح التجاري يمكن أن يكونا أدوات لتحسين الجودة البيئية إذا ارتبطا بنقل التكنولوجيا النظيفة. من المستحسن الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وجميع الانبعاثات بشكل عام لتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2035 في الجزائر، ويمكن تحقيق ذلك من خلال النظر في جميع مصادر هذه الانبعاثات والحلول وتصميم وتبني سياسات عامة وخاصة بالصناعة وأطر تشريعية ومبادرات تعزز الحد من التلوث البيئي. وتقدم الدراسة توصيات مهمة وقيمة لصناع القرار في الجزائر لتصميم سياسات الحد من الكربون التي تكون فعالة في البلدان ذات التلوث البيئي، وذلك على النحو التالي:

- تعد استراتيجيات التنمية المستدامة التي تعطي الأولوية لمسارات النمو المنخفضة الكربون حيوية للتخفيف من التأثيرات البيئية الضارة للتوسع الاقتصادي.

- إصدار لوائح تنظيمية تشمل تخزين الكربون، احتجاز الكربون، فرض ضرائب ضخمة على الكربون، وتداول مخططات الانبعاثات. ولابد من إشراك جميع أصحاب المصلحة من القطاعين الخاص والعام في جميع الجهود الرامية إلى تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2035.

- تشجيع الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة المبتكرة ودعم المستثمرين (الخاصة والعامة والتعاون بين القطاعين الخاص والعام) والتقدم المحرز في مجال الطاقة المتجددة، من خلال الحوافز الضريبية والإعانات المالية وما إلى ذلك.

- استبدال مصادر الطاقة كثيفة الكربون، مثل الطاقة الأحفورية، بالطاقة المتجددة وذلك تدريجيا من خلال تصميم سياسات ذات صلة وفعالة، وتشجيع التكنولوجيا وإجراء البحوث اللازمة للحد من التأثيرات السلبية للطاقة الأحفورية على جودة البيئة.

- تطوير تكنولوجيات تعمل على توفير الطاقة وتشجيع التوافق المؤسسي لتحفيز استخدام الطاقة المتجددة في الأنشطة الاقتصادية.

- نشر المعلومات المتعلقة بكفاءة الطاقة وتكنولوجيا الطاقة الخضراء باستخدام منصات متعددة.

- تبني مقياس حقيقي لمستوى الانفتاح التجاري يسمح لصناع القرار في الجزائر باتخاذ التدابير المناسبة لتعزيز الحواجز أمام دخول التكنولوجيات والمواد الملوثة، والاستثمار بشكل أكبر في التكنولوجيات الخضراء.

ومن الممكن أن تتبنى البلدان النامية الأخرى هذه الاقتراحات لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتعزيز استدامة البيئة والحفاظ على الجودة البيئية.

6. قائمة المراجع:

abbas, M., Yang, L., & Lahr, M. L. (2024). Globalization's effects on South Asia's carbon emissions, 1996–2019: a multidimensional panel data perspective via FGLS. *Humanities and Social Sciences Communications, 11*, 1171.

Adebayo, T. S., & Acheampong, A. O. (2024). Modelling the globalization-CO2 emission nexus in Australia: evidence from the quantile-on-quantile approach. *Environmental Science and Pollution Research, 29*(7), 9867-9882.

Adebayo, T. S., & Kirikkaleli, D. (2021). Impact of renewable energy consumption, globalization, and technological innovation on environmental degradation in Japan: application of wavelet tools. *Environment, Development and Sustainability*.

Ahmad, M., & Jiang, P. (2020). Does financial development and foreign direct investment improve environmental quality? Evidence from belt and road countries. *Environmental Science and Pollution Research, 27*, 23586-23601.

Ansari , M. A. (2022). Re-visiting the Environmental Kuznets curve for ASEAN: A comparison between ecological footprint and carbon dioxide emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 168*, 112867.

Apergis, N., & Kuziboev, B. (2023). Investigating the association among CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption in Uzbekistan: an ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research, 30*, 39666-39679.

Behera, S. R., & Dash, D. P. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70*, 96-106.

Dogan, E., & Seker, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60*, 1074-1085.

Eweade, B. S., Karlilar, S., & Pata, U. K. (2024). Examining the asymmetric effects of fossil fuel consumption, foreign direct investment, and globalization on ecological footprint in M exico. *Sustainable Development, 32*(4), 2899-2909.

Idroes, G. M., & Hardi, I. (2024). The dynamic impact of non-renewable and renewable energy on carbon dioxide emissions and ecological footprint in Indonesia. *Carbon Research, 35*(5), 44246.

Ivanovski, K., & Hailemarian, A. (2022). Is globalisation linked to CO2 emission? Evidence from OECD nations. *Environmental and Ecological Statistics, 29*, 241-270.

Liu, X., & Zhang, S. (2017). The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production, 164*, 1239-1247.

Mantenda, F. R., Raihan, A., & Zhou, H. (2024). The influence of economic growth, fossil and renewable energy, technological innovation, and globalisation on carbon dioxide emissions in South Africa. *Carbon Research, 69*(3), 44246.

Mazengia, T., Bezabih, M., & Chekol, F. (2023). Financial development and export diversification in Ethiopia: ARDL approach. *Cogent Economics & Finance, 11*(1), p. 2163079.

My, H. N., & Khanh, L. N. (2024). Impacts of financial globalization on CO2 emissions in Asian countries and implications for Vietnam. *Asia-Pacific-Journal Of Regional Science*, 1007.

Poku, K., Opoku, E., & Agyeiwaa, E. (s.d.). The influence of government expenditure on economic growth in Ghana: An Ardl approach. *Cogent Economics & Finance, 10*(1), p. 2160036.

Regmi, K., Qiao, J., & Batala, L. K. (2024). The role of agricultural innovations, renewable energy and economic growth in the CO2 emissions of Nepal: an empirical evidence from the environmental Kuznets curve. *Environment, Development and Sustainability*, 10668.

Ria, P., Gupta, P., & Saini, N. (2023). Assessing the impact of renewable energy and non-renewable energy use on carbon emissions: evidence from select developing and developed countries. *Environment, Development and Sustainability*, 10668.

Shinwari, R., & Wang, Y. (2022). Does Chinese foreign direct investment harm CO2 emissions in the Belt and Road Economies. *Environmental Science and Pollution Research, 29*, 39544-39528.

Tilahun, S. (2021). The determinants of public investment in Ethiopia: An ARDL approach. *Cogent Economics & Finance, 9*(1), p. 1929680.

Yu, Y., Radulescu, M., & Ifelunini, A. I. (2022). Achieving carbon neutrality pledge through clean energy transition: linking the role of green innovation and environmental policy in E7 Countries. *Energies, 17*(15), 6456.

Zuhal, M., & Gocen, S. (2024). The relationship between CO2 emissions, renewable energy and economic growth in the US: evidence from symmetric and asymmetric spectral granger causality analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 10668.