

دراسة قياسية لأثر النمو الاقتصادي على البيئة بالجزائر في ظل فرضية منحنى كوزنتس

An econometric study on the environmental impact of the economic growth in Algeria, under the EKC hypothesis

د. بوخلخال عبد العزيز*

مركز البحث العلمي و التقني للمناطق القاحلة، تقرت، الجزائر

boukhziz@yahoo.fr

تاريخ النشر: 2023/04/22

تاريخ القبول: 2023/03/21

تاريخ الإرسال: 2023/02/02

ملخص:

في إطار دراسة أثر النمو الاقتصادي على جودة البيئة، تهدف هذه الدراسة إلى اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC) في الجزائر باستخدام مقياسين اثنين للتعبير عن التدهور البيئي هما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و البصمة البيئية، إذ يتم الاعتماد على مجموعة من البيانات الاحصائية التي تغطي الفترة 1965-2017، و تحليلها قياسيا باستخدام نماذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة (ARDL) التي تسمح بتقدير معلمات الأجلين القصير و الطويل. على عكس كثير من الدراسات السابقة، تأكدت صحة فرضية كوزنتس باستخدام كلا المقياسين، كما أثبتت النتائج أن الصادرات لها أثر ايجابي معنوي على جودة البيئة على المدين، بخلاف الواردات، و أن زيادة نسبة سكان المناطق الحضرية تساهم في تدهور البيئة، في النهاية تقدم هذه الدراسة جملة من التوصيات في سبيل تحقيق تنمية مستدامة على ضوء النتائج المتوصل اليها.

الكلمات المفتاحية: نمو اقتصادي، فرضية كوزنتس، تجارة الخارجية، بصمة بيئية، انبعاثات كربونية

Abstract :

This study examines the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis (EKC) in Algeria using two measures: carbon dioxide emissions and the ecological footprint during the period 1965-2017. The autoregressive distributed lags approach (ARDL) is used to estimate the short and long run parameters. Unlike many previous studies, the validity of EKC is confirmed by using both measures. Furthermore, the results reveal that exports have positive and significant effect on the environmental quality in the long and short run contrary to imports, and that urbanization contributes to environmental degradation. Based on the findings, this study makes several recommendations.

Keys words: Economic growth; EKC hypothesis; foreign trade; ecological footprint; CO2 emissions.

JEL Classification: F18, Q01.

*مرسل المقال: بوخلخال عبد العزيز (boukhziz@yahoo.fr)



المقدمة:

لا شك أن الاقتصاد العالمي عرف طفرة كبيرة في جميع جزئياته انعكست بشكل مباشر على وسائل و طرق الإنتاج من جهة، و على حجم و أنماط الاستهلاك من جهة أخرى، غير أن نمو اقتصادات دول العالم المدفوع بنموها السكاني المتواصل خلف آثارا متعددة الأبعاد، إذ برز البعد البيئي لتبعات التقدم الاقتصادي إلى الواجهة في السنوات الأخيرة بعد ما كان شيئا مهملا بعيدا عن اهتمامات الساسة و صناعات القرار، فقضايا التلوث و تغير المناخ و التدهور البيئي صارت تكتسي اليوم زخما منقطع النظير، و الحق أنها قضايا وجب أن تأخذ حقلها من الاهتمام لصلتها المباشرة بحياة البشر على الأرض التي بنيت رفاهية العالم اليوم على مواردها، و على التوازن البيئي الذي خلقت عليه.

يعتقد الكثير من المهتمين بقضايا البيئة أن الدول خاصة المتقدمة منها يجب أن تضحي بجزء من نموها الاقتصادي للسيطرة على التدهور البيئي، و هذا لا شك أمر في غاية الصعوبة، في ذات الوقت حاولت جملة من الدراسات الاقتصادية اختبار امكانية الحفاظ على جودة البيئة بالتوازي مع تحقيق نسب نمو مرتفعة، و قد خلص الكثير منها إلى امكانية حصول ذلك نظريا من خلال مبدأ فرضية منحني كوزنتس التي تنص على أن النمو الاقتصادي المستمر يضر بالبيئة في بداية الأمر لكنه يتحول ليصبح بعد بلوغ حد معين داعما لها.

تم اختبار ذلك المبدأ الذي سمي بفرضية منحني كوزنتس البيئي (EKC) على العديد من الحالات لاقتصادات دول متقدمة و ناشئة و دول نامية، حيث كان المعيار المستخدم لقياس التدهور البيئي غالبا هو انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، إلا أن عدم اقتصار الأضرار البيئية على التلوث الجوي حتم على الباحثين استخدام أداة أكثر شمولاً و هي البصمة البيئية (EFP) التي تتيح تتبع آثار الأنشطة البشرية على الجو و المياه و الأراضي.

تعد الجزائر بلدا ناميا مصنفا في خانة الدول ذات الدخل المتوسط، و هي بلد نفطي يعتمد بشكل أساسي على قطاع المحروقات التي تشكل أكثر من 95% من مجمل صادراته (حليمي، جوادي، و جريفي، 2021، صفحة 144)، و لكونها من أكبر الاقتصادات الأفريقية تحتل الجزائر المركز الثالث إفريقيا من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، من جهة أخرى و بالموازاة مع النمو الإيجابي لاقتصاد الجزائر المقترن بنمو سكاني في حدود 2% كمتوسط للعشرية الماضية، مع تحول نحو 3% من السكان سنويا من النمط الريفي إلى النمط الحضري، بالموازاة مع كل ذلك تستمر الموارد البيئية في التآكل، إذ تعرف اليوم عجزا بنحو 2.3 هكتارا للشخص الواحد، ما يجلبنا على التساؤل حول مسؤولية الاقتصاد في هذا التدهور البيئي وعن قدرة الجزائر على الوفاء بالتزاماتها المتعلقة بخفض الانبعاثات الكربونية بحلول عام 2030 في إطار اتفاقيات الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ، و التحول الطاقوي و الانتقال إلى الاقتصاد الأخضر.

إشكالية البحث: على ضوء ما تقدم نطرح الإشكالية التالية: هل يمكن أن تصح فرضية منحني كوزنتس (EKC) في الجزائر و هل يتأثر اختبار هذه الفرضية بنوع المقياس البيئي المستخدم؟
فرضيات البحث: للإجابة على إشكالية الدراسة تمت صياغة الفرضيات الآتية:



-تعد فرضية ال EKC في الجزائر صحيحة عند استخدام مقياس البصمة البيئية، خاطئة عند استخدام مقياس انبعاثات CO₂.

-يساهم كل من التحضر و التجارة الخارجية في التدهور البيئي للجزائر.

أهداف البحث: لهذه الدراسة مجموعة من الأهداف نلخصها فيما يلي: تسليط الضوء على الجزائر كحالة دراسة منفردة، تحتاج إلى المزيد من الاهتمام في الدراسات الاقتصادية-الاجتماعية-البيئية نظرا لحجمها القاري و الاقليمي. اختبار صحة فرضية EKC في الجزائر باستخدام مقياسين بيئيين مختلفين لضمان استنتاجات أكثر دقة. إبراز آثار النمو الاقتصادي، التجارة الخارجية، و التمدن على جودة البيئة في الجزائر.

أهمية البحث: تتلخص أهمية الدراسة الحالية في كونها واحدة من الدراسات القليلة التي تمحورت حول محددات التدهور البيئي ذات البعد الاقتصادي-الاجتماعي في الجزائر، حيث تهدف بجانب ذلك إلى اختبار امكانية تحول النمو الاقتصادي إلى داعم لجودة البيئة و هذا من خلال اختبار فرضية EKC باعتماد مقياسين اثنين؛ انبعاثات (CO₂) و البصمة البيئية (EFP)، باستخدام اساليب القياس الاقتصادي و بصورة خاصة طرق التكامل المشترك التي تساعد على تقدير العلاقة بين المتغيرات المدروسة على المدى البعيد.

منهجية البحث والأدوات المستخدمة: حتى تحقق الدراسة أهدافها، سنعتمد على المنهج الوصفي التحليلي من خلال التطرق لظاهرة التدهور البيئي، و المحركات الاقتصادية و الاجتماعية الدافعة اليها، و هذا بسررد بعض الأدبيات السابقة التي تناولتها، بالتوازي مع تناول مفهوم فرضية منحني كوزنتس البيئي في الجزائر و غيرها و اختبار صحة هذه الفرضية، بالإضافة إلى ذلك سنعتمد على الطرق القياسية متمثلة في طريقة التكامل المشترك باستخدام نماذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) في التقدير الكمي لمختلف المعلومات المتعلقة بالنماذج الرياضية المعتمدة.

هيكل البحث: اضافة إلى المقدمة التي تمثل القسم الأول في المقال، يمثل القسم الثاني الدراسة القياسية، بينما يمثل القسم الثالث و الرابع تحليل النتائج و الخاتمة على التوالي.

I. الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات السابقة التي تناولت محددات التدهور البيئي و اختبار فرضية منحني كوزنتس البيئي في الجزائر و غيرها، إلا أن هناك عددا قليلا من الدراسات التي استخدمت أكثر من معيار بيئي واحد لهذا الغرض، نذكر من بين تلك الدراسات مايلي:

1. دراسة (Lacheheb, Rahim, & Sirag, 2015):

تعد هذه الدراسة أول دراسة هدفت لاختبار فرضية ال EKC على الجزائر كحالة منفردة، حيث اعتمدت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمؤشر للتدهور البيئي خلال الفترة الزمنية 1971-2009، مع تقسيم هذه الانبعاثات إلى ثلاثة أصناف؛ انبعاثات ناتجة عن الوقود السائل، انبعاثات ناتجة عن الوقود الصلب، و انبعاثات



ناجحة عن توليد الكهرباء و انتاج الحرارة، إذ تم استخدام نماذج ال ARDL التي وظفت الدخل الفردي، التجارة الخارجية، تكوين رأس المال الثابت و عدد السكان كمتغيرات مستقلة، حيث خلصت للدراسة في النهاية إلى عدم صحة الفرضية بالنسبة لحالة الجزائر.

2. دراسة (Bouznit & P.Pablo-Romero, 2016):

على غرار الدراسة السابقة، هدفت هذه الدراسة إلى تقدير العلاقة بين التدهور البيئي في صورة الانبعاثات الكربونية و النمو الاقتصادي، مع اختبار صحة فرضية ال EKC في الجزائر خلال الفترة 1970-2010، و على الرغم من أن النتائج أشارت إلى صحة فرضية منحني كوزنتس البيئي، إلا أنها أبرزت في المقابل أن بلوغ نقطة الانعطاف التي يبدأ فيها النمو الاقتصادي بلعب دور العامل المحسن لجودة البيئة في الجزائر يحتاج إلى نمو هائل في الدخل الفردي يناهز المرتين و النصف مقارنة بما هي عليه المداخيل خلال فترة الدراسة.

3. دراسة (Mrabet & Alsamara, 2017):

ان صحة فرضية منحني كوزنتس البيئي تتعلق أيضا بنوع المعيار المستخدم كمؤشر على التدهور البيئي، لذلك أرادت هذه الدراسة استخدام مؤشر آخر إلى جانب الانبعاثات الكربونية و هو البصمة البيئية، لاختبار صحة تلك الفرضية في حالة قطر البلد الخليجي الغني، صاحب ثالث أكبر احتياطي للغاز الطبيعي في العالم، إذ وظف الباحثان بيانات عن مجموعة من المتغيرات الاقتصادية و البيئية غطت سلاسلها الفترة الزمنية 1980-2011، و قد أفضت عملية تقدير نماذج الانحدار الذاتي المستخدمة في الدراسة إلى عدم صحة الفرضية باعتماد مقياس الانبعاثات، بينما أثبتت صحتها باعتماد مقياس البصمة البيئية، في اشارة لحساسية الاختبار لنوع المقياس البيئي المستخدم.

4. دراسة (Altıntaş & Kassouri, 2020):

أراد الباحثان من خلال دراستهما ابراز أهمية الاختيار الصحيح لمؤشر التدهور البيئي المناسب عند اختبار أثر النمو الاقتصادي على جودة البيئة من جهة، و صحة فرضية ال EKC من جهة أخرى، إذ ركزت هذه الدراسة على 14 دولة أوروبية خلال الفترة 1990-2014 مع استخدام نماذج البانل غير المتجانسة، حيث خلصت النتائج إلى أن مقياس البصمة البيئية يبدو أكثر نجاعة في اختبار فرضية كوزنتس، و أن استخدام الطاقات المتجددة يعد حلا واعدا للتنمية المستدامة.

II. مؤشرات التدهور البيئي و فرضية EKC

قام النشاط المعيشي للإنسان منذ القدم على الموارد و الثروات الطبيعية التي تتوفر عليها الأرض، حيث تعاظمت الحاجة لتلك الموارد باطراد مع النمو الديموغرافي الذي ولد بمرور الزمن حاجات متنامية كما و كيفاً، و بدورها أحدثت هذه الحاجات ضغطا متزايدا على تلك الموارد المتمثلة أساسا في مصادر الطاقة و المواد الأولية، و جاءت الثورة الصناعية الأولى نهاية القرن 18 لتشكل بداية لمرحلة جديدة من الاقتصاد العالمي الذي سيقوم على المكتننة بما تتضمنه من استخدام متزايد لمصادر الطاقة الأحفورية و المعادن و المياه و غيرها من الموارد.



مع سعي دول العالم لسد حاجات شعوبها المتنامية من خلال تكثيف الأنشطة الاقتصادية لتحقيق نسب نمو اقتصادي مناسبة ، طفت إلى السطح مشكلة التدهور البيئي التي تمثلت أساسا في التلوث بأنواعه و اختلال النظام و التنوع الايكولوجي، حيث عرفت قضايا الانبعاثات الغازية التي تعزى اليها اليوم ظاهرة التغير المناخي اهتماما متزايدا، جعل الكثير من دراسات الاقتصاد البيئي تركز عليها بهدف فهم العلاقة بين النمو الاقتصادي و التدهور البيئي بشكل عام، و محاولة إيجاد حلول تضمن الرفاهية الاقتصادية و البيئية في آن واحد، في اطار ما يصطلح عليه اليوم بالتنمية المستدامة التي تحمل البعد الاقتصادي، الاجتماعي و البيئي (بختي و بهياني، 2018، صفحة 46).

اتفقت الكثير من الدراسات بأن التطور الاقتصادي غالبا ما يترافق مع تدهور البيئة و المحيط خصوصا في المراحل الأولى من النمو حيث تكون هناك حاجة ملحة لتحقيق مداخيل أكبر و نمو أسرع تجعل الاقتصاد يركز على الصناعات الثقيلة و الأنشطة ذات التلويث العالي، لكن في مراحل متقدمة و بعد الوصول إلى مستويات دخل مرتفعة تبدأ سرعة النمو بالتباطؤ ليفسح المجال للاهتمام بقضايا البيئة و أساليب الحفاظ على جودتها، إذ يهيمن القطاع الخدماتي حينئذ على الاقتصاد.

ان امكانية وصول النمو الاقتصادي إلى نقطة انعطاف يتحول فيها من مشكل إلى حل بيئي تعرف بفرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC)، و التي تشكل فيها العلاقة بين مستويات الدخل الفردي و درجات التدهور البيئي عبر الزمن منحنى على شكل جرس أو مقلوب حرف U، تعتبر دراسة (Grossman & Krueger, 1991, pp. 1-57) الدراسة المرجعية لهذه الفرضية التي يعد مبدأ نقطة الانعطاف فيها مقتبسا في الأساس من دراسة (Kuznets, 1955, pp. 1-28) التي تنص على أن التطور الاقتصادي يترافق في البداية مع عدم تساوي المداخيل الفردية، يستمر ذلك إلى حد معين يبدأ فيه التفاوت في المداخيل بالتقلص مع استمرار التطور الاقتصادي.

1. انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و البصمة البيئية

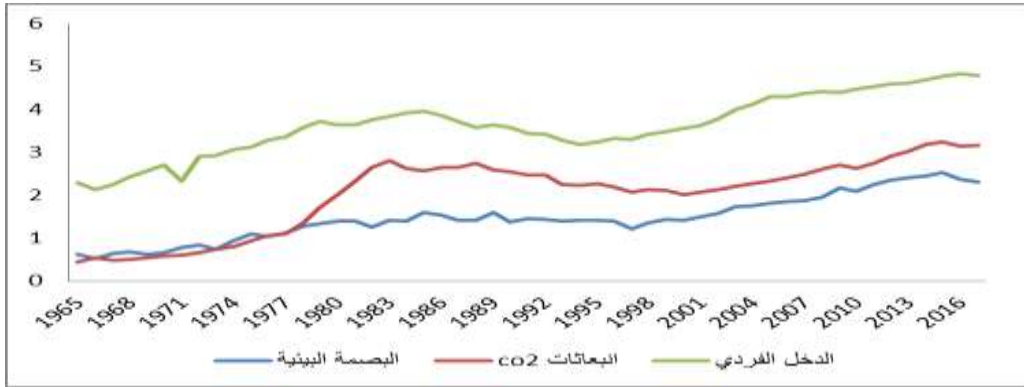
هناك العديد من المقاييس المستخدمة للتعبير عن التدهور البيئي لعل أبرزها و أكثرها توظيفا في دراسات الاقتصاد و البيئة، انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂)، حيث يعد مقياسا بسيطا و متاحا، و يتسم بالفعالية خصوصا حين يتعلق الأمر بدراسة تبعات الأنشطة الاقتصادية على جودة الهواء و مدى صحة فرضية EKC، أو العلاقة بين النمو الاقتصادي و ظاهرة تغير المناخ، إلا أن التدهور البيئي لا يقتصر على التلوث الهوائي، كما أن العمليات و الأنشطة الاقتصادية لها آثار تتجاوز ذلك النطاق ترتبط غالبا بمحدودية الموارد و نضوبها، لذا تم اللجوء مؤخرا إلى مقياس بيئي أكثر شمولاً و هو البصمة البيئية (EFP).

تمثل البصمة البيئية مؤشرا للاستدامة إذ تعبر عن أثر الأنشطة البشرية على المساحات ذات الانتاج البيولوجي، و عن حجم المياه و الموارد الطبيعية المستهلكة في تلك الأنشطة، و حجم المخلفات المترتبة عن عمليات الانتاج و الاستهلاك، وهي أيضا أداة تسمح بمقارنة مقدار ما يأخذه البشر من البيئة مع ما يمكن أن يتجدد منها لمقارنة



تلك العمليات، و هذا ما يعرف بالقدرة البيولوجية، باختصار البصمة البيئية هي طلب البشر على البيئة. بما في ذلك أراضي الغابات، أراضي الرعي، الأراضي الزراعية، مناطق الصيد و أراضي البناء (GFN, 2021). تبلغ البصمة البيئية في الجزائر حسب آخر الإحصائيات المستقاة من شبكة البصمة البيئية العالمية 2,34 هكتار للفرد بينما تبلغ قدرتها البيولوجية 0,57 هكتار ، و هذا يعني أنها تعاني من عجز بمقدار 1,77 هكتار للشخص الواحد ما يعني أن الموارد الطبيعية للجزائر يجب أن تتجدد بأكثر من ثلاثة أضعاف حتى تغطي ما يستهلك منها، من جهة أخرى تعرف انبعاثات غاز ثاني الكربون للجزائر تناميا مستمرا على غرار العديد من الدول النامية حيث بلغت 3,15 طن للفرد الواحد، الشكل رقم 1 يبين تطور البصمة البيئية و حجم الانبعاثات في الجزائر مقارنة بتطور نصيب الفرد من الناتج المحلي عبر الزمن.

الشكل 01: تطور الدخل الفردي و التدهور البيئي في الجزائر



المصدر: من اعداد الباحث باستخدام بيانات WDI و GFN

III. الدراسة القياسية

1. بيانات و نماذج الدراسة:

1.1. بيانات الدراسة:

بغرض اختبار المحددات الاقتصادية للتدهور البيئي في الجزائر باستخدام مقياسين مختلفين و هما انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، و البصمة البيئية مع اختبار صحة فرضية منحى كوزنتس البيئي (EKC)، تعتمد هذه الدراسة على سلسلة من البيانات الاحصائية التي تخص مجموعة من المتغيرات ذات الطابع البيئي و الاقتصادي-الاجتماعي و هي كالآتي؛ انبعاث الفرد من ثاني أكسيد الكربون (CO2) و البصمة البيئية للفرد (EFP) كمتغيرين تابعين، إضافة لكل من نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي (GDP)، نصيب الفرد من الصادرات (EXP)، نصيب الفرد من الواردات (IMP) و نسبة التحضر (URB)، كمتغيرات مستقلة، إذ يوضح الجدول 1 وصف هذه المتغيرات، وحدات قياسها و مصادر بياناتها التي تغطي الفترة الزمنية 1965-2017.



الجدول 01: بيانات الدراسة و مصادرها.

المتغيرة	الوصف	الوحدة	مصدر البيانات
EFP	البصمة البيئية	هكتار	شبكة البصمة البيئية العالمية (GFN, 2021)
CO2	الانبعاثات الكربونية	كيلوغرام	بريتش بتروليوم (BP, 2020)
GDP	نصيب الفرد من الناتج المحلي	الدولار الأمريكي (لسنة 2015)	بيانات البنك الدولي
EXP	نصيب الفرد من الصادرات	الدولار الأمريكي (لسنة 2015)	بيانات البنك الدولي
IMP	نصيب الفرد من الواردات	الدولار الأمريكي (لسنة 2015)	بيانات البنك الدولي
URB	نسبة التحضر	النسبة المئوية لسكان الحضر من مجمل السكان	بيانات البنك الدولي

المصدر: من اعداد الباحث

2.1. النماذج و الأساليب القياسية:

على غرار العديد من الدراسات السابقة تحاول هذه الدراسة اختبار جملة من المحددات ذات الطابع الاقتصادي و الاجتماعي للتدهور البيئي، و تقدير آثارها على جودة البيئة في الجزائر، كما تحاول في نفس السياق اختبار صحة فرضية EKC من خلال الانبعاثات و البصمة البيئية، و هذا يعني ادخال كل من نصيب الفرد و مربعه في نفس النموذج، من هذا المنطلق يمكن صياغة دالتين لتفسير التدهور البيئي على النحو التالي:

$$(1) CO_2 = f(GDP, GDP2, EXP, IMP, URB)$$

$$(2) EFP = f(GDP, GDP2, EXP, IMP, URB)$$

سنستخدم لغرض المعالجة القياسية للدالتين السابقتين طريقة الفجوات الزمنية الموزعة (ARDL)، التي تسمح بتقدير العلاقة قصيرة و طويلة الأجل بين المتغيرتين التابعتين و المتغيرات المستقلة، و هذا بعد التحقق من وجود علاقة توازينة طويلة الأجل فيما بينها من خلال اختبار التكامل المشترك، حيث نستخدم هنا اختبار الحدود (Bounds test)، لكن لا يتم هذا إلا بعد اختبار استقرارية سلاسل المتغيرات و تحديد درجات تكاملها للمضي قدما نحو المراحل الأخرى للتقدير، إذ يكفي أن تكون السلاسل متكاملة من الدرجة الصفر أو أن تكون متكاملة من الدرجة الأولى، ولا مانع من أن يكون هناك مزيج من درجات التكامل على ألا تكون من الدرجة الثانية، كما يوفر استعمال تقنيات التكامل المشترك امكانية الحصول على مقدرات متسقة و غير متحيزة في ظل عدم استقرار السلاسل الزمنية للمتغيرات قيد الدراسة في المستوى، كما توفر منهجية ال ARDL امكانية الحصول على تلك الجودة من التقدير في ظل اختلاف درجات التكامل و صغر العينة المدروسة.

بعد ادخال اللوغاريتم الطبيعي على المغيرات الخاصة بالدالتين (1) و (2) يمكن الحصول على النموذجين الرياضييين الآتيين:



النموذج 1:

$$\ln CO2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_t + \alpha_2 \ln GDP2_t + \alpha_3 \ln EXP_t + \alpha_4 \ln IMP_t + \alpha_5 \ln URB_t + \varepsilon_t$$

النموذج 2:

$$\ln EFP_t = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln GDP2_t + \beta_3 \ln EXP_t + \beta_4 \ln IMP_t + \beta_5 \ln URB_t + \mu_t$$

يمثل $\ln GDP2$ مربع اللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي، حيث سيخضع هذين النموذجين للتحليل باستخدام نماذج الانحدار الذاتي و نماذج تصحيح الخطأ، و سنبداً أولاً باختبار استقرارية السلاسل، و من ثم اختبار التكامل المشترك و في الأخير تقدير معلمات الأجلين القصير و الطويل.

2. اختبار استقرارية السلاسل الزمنية:

قبل التحقق من وجود علاقة توازنه بعيدة المدى بين متغيرات الدراسة، ثم تقدير المعلمات الخاصة بكل متغيرة وفقاً للنموذجين المحددين لا بد أولاً من اختبار استقرار السلاسل الزمنية للبيانات و التحقق من امكانية احتوائها على جذر وحدة أو عدمها، إذ تعد هذه الخطوة خطوة بالغة الأهمية حيث تسمح لنا بتحديد درجة تكامل المتغيرات الذي من خلاله يمكننا تحديد الطريقة الأنسب لاختبار التكامل المشترك بين المتغيرات. سنستخدم لهذا الغرض اختبارين اثنين من اختبارات جذر الوحدة التقليدية المعروفة في الدراسات القياسية هما اختبار ديكي- فولر الموسع (ADF test) و اختبار فيليب و بيرون (PP test)، الجدول رقم 2 يلخص نتائج اختبار استقرارية السلاسل في المستوى باستخدام برنامج Eviews 9.

الجدول 02: نتائج اختبارات جذر الوحدة لسلاسل الدراسة

المتغيرة	اختبار ADF		اختبار PP	
	حد ثابت	ثابت و اتجاه عام	حد ثابت	ثابت و اتجاه عام
	احصائية (t)	احصائية (t)	احصائية (t)	احصائية (t)
EFP	-1.516	-2.143	-1.580	-1.872
CO2	-1.733	-1.245	-2.359	-1.572
GDP	-2.446	-2.249	-1.613	-1.801
GDP2	-2.323	-2.172	-1.538	-1.770
EXP	-1.509	-1.577	-1.971	-1.930
IMP	-1.945	-1.876	-1.460	-1.466
URB	0.690	1.189	-0.213	-1.692

***، **، * المعنوية عند مستوى الدلالة 10%، 5% و 1% على التوالي

المصدر: من اعداد الباحث باستخدام نتائج برنامج Eviews9



تشير نتائج اختباري (ADF) و (pp) الملخصة في الجدول رقم 2 إلى أن جميع قيم t ليست معنوية و هو ما يفضي إلى قبول الفرضية الصفرية القائلة باحتواء كل السلاسل على جذر وحدة، و هذا يعني أنها ليست مستقرة في المستوى و تحتاج لحساب الفروق أولى و إعادة الاختبار عند هذه الفروق، و هذا ما يتضمنه الجدول رقم 3.

الجدول 03: نتائج اختبار جذر الوحدة للسلاسل بعد حساب الفروق الأولى

المتغيرة	اختبار ADF		اختبار PP	
	حد ثابت	ثابت و اتجاه عام	حد ثابت	ثابت و اتجاه عام
	احصائية (t)	احصائية (t)	احصائية (t)	احصائية (t)
ΔEFP	***-9.265	***-9.498	***-9.480	***-10.005
$\Delta CO2$	***-4.167	***-4.327	***-4.450	***-4.660
ΔGDP	***-4.661	***-4.823	***-8.730	***-8.868
$\Delta GDP2$	***-4.588	***-4.725	***-8.627	***-8.736
ΔEXP	***-6.480	***-6.685	***-8.876	***-9.126
ΔIMP	***-5.005	***-4.963	***-4.893	***-4.843
ΔURB	-2.062	***-11.607	***-4.570	***-4.589

*** المعنوية عند مستوى الدلالة 1%

المصدر: من اعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews9

من خلال النتائج المتوصل إليها يتبين رفض الفرضية الصفرية التي تنص على وجود جذر وحدة بالنسبة لكل المتغيرات، ما يعني أن السلاسل صارت مستقرة بعد احتساب الفروق الأولى، أي أنها جميعا مستقرة من نفس الدرجة و هي الدرجة الأولى ($I(1)$)، و هذا يفتح لنا المجال لاستخدام أكثر من طريقة لاختبار التكامل المشترك بين متغيرات الدراسة، و التحقق من امكانية وجود علاقة توازنه طويلة المدى بينها و وفقا للنموذج 1 و النموذج 2، و مع ذلك اخترنا استخدام اختبار الحدود للتكامل المشترك وفق نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة ($ARDL$ Bounds testing approach) لما تحمله هذه الطريقة من مميزات عديدة تجعلها تتفوق على غيرها من الطرق، حيث تعد مناسبة للعينات الصغيرة إضافة إلى امكانية استخدامها على متغيرات متكاملة من الدرجة الصفر، أو متغيرات متكاملة من الدرجة الأولى، أو على مزيج منها، و من ثم الحصول على تقديرات شديدة المتانة و الاتساق في المدى القصير و الطويل.

3. اختبار التكامل المشترك:

يعد اللجوء إلى أسلوب التكامل المشترك في تقدير النماذج القياسية خيارا جيدا لتفادي الحصول على نتائج مضللة للعلاقة طويلة المدى من خلال استخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) على المتغيرات التي تمثلها سلاسل زمنية غير مستقرة في المستوى، و بما أن نتائج اختبارات جذر الوحدة أفضت إلى عدم استقرار سلاسل



المتغيرات الخاصة بهذه الدراسة في المستوى، و أنها متكاملة من الدرجة الأولى فسنلجأ في هذه المرحلة الى اختبار التكامل المشترك باستخدام منهجية الحدود التي سبق ذكرها.

الجدول رقم 4 يوضح نتائج اختبار التكامل المشترك باستخدام طريقة الحدود وفق النموذج 1 و النموذج 2، إذ تبلغ قيمة الاحصائية F المحسوبة الخاصة بالنموذج 1؛ نموذج الانبعاثات 15.85، و هي تفوق الحد الأعلى بغض النظر عن مستوى الدلالة، ما يعني رفض الفرضية الصفرية التي تنص على عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات.

الجدول 04 : نتائج اختبار الحدود للتكامل المشترك للنموذج 1 و النموذج 2

نموذج 1	عدد المتغيرات المستقلة (K)	5
	القيمة المحسوبة للإحصائية - F	15.851***
نموذج 2	عدد المتغيرات المستقلة (K)	5
	القيمة المحسوبة للإحصائية - F	5.720***
القيم الحرجة للإحصائية: F		
العتبة	1%	5%
الحد الأدنى	3.06	2.39
الحد الأعلى	4.15	383.
	10%	2.08
		3

*** المعنوية عند مستوى الدلالة 1%، الفرضية الصفرية للاختبار: ليس هناك علاقة طويلة المدى بين المتغيرات

المصدر: من اعداد الباحث باستخدام نتائج برنامج Eviews9

هذا الأمر ينطبق على حالة النموذج 2 الخاص بالبصمة البيئية و التي بلغت فيها قيمة الاحصائية المحسوبة 5.72، هذه النتائج تقودنا إلى الحكم بوجود علاقة توازنه بعيدة المدى بين متغيرات الدراسة وفقا لكلا النموذجين، وهذا بدوره يعني أننا نستطيع أن نقدر النموذج 1 و 2 باستخدام طريقة الـ ARDL و نحدد معلمتهما في المدين القصير و الطويل، و نتحقق في نفس السياق من صلاحية فرضية منحى كوزنتس بالنسبة لحالة الجزائر باستخدام المعيارين البيئين الاثنين.

4. تقدير النموذجين 1 و 2:

بعد التحقق من وجود العلاقة التوازنية طويلة المدى بين متغيرات الدراسة وفق كلا النموذجين نستطيع الآن تقدير معلمات هذه العلاقة بالإضافة إلى معلمات الأجل القصير حيث نستخدم لهذا الغرض طريقة الـ ARDL، الجدولان رقم 5 و 6 يبرزان نتائج تقدير النموذج 1 و 2.

فيما يخص النموذج 1 و هو نموذج الانبعاثات الكربونية، فقد تم تحديد العدد الأمثل لدرجات التأخير لكل متغيرة مستقلة وفق معيار (Schwarz criterion) لنحصل على النموذج المناسب و هو $ARDL(1, 1, 3)$ ، إذ يؤكد حد تصحيح الخطأ الذي يساوي -0.49، العلاقة التوازنية طويلة المدى نظرا لكونه معنويا و يحمل اشارة سالبة، أما بالنسبة لمعلمات المدى الطويل فجميعها على درجة من المعنوية باستثناء معلمة الواردات (IMP)، بينما تؤكد الاشارة الموجبة لمتغير الدخل و الاشارة السلبية لمربعها صحة فرضية كوزنتس، أما بالنسبة



لاختبارات الجودة فجميع الاحتمالات الخاصة بالاختبارات المبينة في الجدول تفوق الـ 5% ما يعني أن النموذج المقدر جيد، حيث أن الأخطاء تتوزع توزيعاً طبيعياً، متجانسة و غير مرتبطة ذاتياً. بالنسبة للنموذج 2 الخاص بمحددات البصمة البيئية، فتقدير معلماته في المدين القصير و الطويل موضح في الجدول رقم 6 الذي يؤكد وجود علاقة توازنية طويلة المدى على اعتبار أن قيمة حد تصحيح الخطأ سالبة و معنوية (-) (0,89)، بينما يبدو أن معلمات المدى القصير جميعها معنوية باستثناء معلمتي الواردات $D(IMP)$ و نسبة التحضر $D(URB)$ ، أما فيما يخص معلمات المدى الطويل فهي معنوية عند المستوى 5%، باستثناء معلمة نسبة التحضر المعنوية عند المستوى 10% فقط، ومعلمة الواردات التي لا تتمتع بأي مستوى من المعنوية.

الجدول 05: نتائج تقدير النموذج 1

النموذج المختار: $ARDL(1, 1, 3, 0, 0, 4)$					
الاحتمال	احصائية - t	الخطأ المعياري	المعلمة المقدرة	المتغيرة	
0.279	1.099	4.651	5.112	D(GDP)	المدى القصير
0.369	-0.908	0.292	-0.265	D(GDP2)	
0.000	-4.099	0.007	-0.032***	D(GDP2(-1))	
0.000	-3.822	0.007	-0.027***	D(GDP2(-2))	
0.003	-3.113	0.112	-0.348***	D(EXP)	
0.732	-0.344	0.043	-0.014	D(IMP)	
0.538	-0.620	2.395	-1.487	D(URB)	
0.000	3.932	4.193	16.491***	D(URB(-1))	
0.244	-1.184	3.356	-3.975***	D(URB(-2))	
0.004	3.045	1.015	3.093	D(URB(-3))	
0.000	-10.391	0.048	-0.498***	CointEq(-1)	المدى الطويل
0.000	6.974	6.465	45.091***	GDP	
0.000	-6.670	0.398	-2.656***	GDP2	
0.000	-5.002	0.128	-0.644***	EXP	
0.635	-0.477	0.114	-0.054	IMP	
0.094	1.722	0.248	0.427*	URB	
0.000	-7.110	26.317	-187.145***	C	
0.150				Jarque-Bera test	اختبارات الجودة
0.425				LM test	
0.603				ARCH test	

***، **، * المعنوية عند مستوى الدلالة 10%، 5% و 1% على التوالي

المصدر: من اعداد الباحث و من خلال نتائج برنامج Eviews9



على غرار النموذج 1 فإن النموذج 2 خال من مشاكل الارتباط الذاتي، كما أن البواقي الناتجة عن التقدير تتوزع توزيعاً طبيعياً و تتمتع تبانياتها بالتجانس و هو ما تؤكد اختبارات الجودة في الجدول رقم 6، إذ أن قيم احتمالاتها جميعاً تتجاوز 5%.

الجدول 06: نتائج تقدير النموذج 2

النموذج المختار: ARDL(1, 2, 4, 3, 0, 0)					
المتغيرة	المعلمة	الخطأ المعياري	احصائية - t	الاحتمال	
D(GDP)	-14.316*	7.626	-1.877	0.069	المدى القصير
D(GDP(-1))	-22.167**	8.584	-2.582	0.014	
D(GDP2)	0.993**	0.484	2.047	0.048	
D(GDP2(-1))	1.379**	0.542	2.544	0.015	
D(GDP2(-2))	-0.074***	0.021	-3.461	0.001	
D(GDP2(-3))	-0.015	0.011	-1.308	0.199	
D(EXP)	-0.786***	0.202	-3.883	0.000	
D(EXP(-1))	-0.468**	0.204	-2.294	0.028	
D(EXP(-2))	0.396**	0.169	2.343	0.025	
D(IMP)	-0.040	0.075	-0.530	0.599	
D(URB)	0.329	0.504	0.653	0.517	
CointEq(-1)	-0.892***	0.134	-6.639	0.000	
GDP	13.092**	4.978	2.629	0.012	المدى الطويل
GDP2	-0.716**	0.316	-2.267	0.030	
EXP	-0.274**	0.117	-2.338	0.025	
IMP	-0.049	0.113	-0.431	0.668	
URB	0.409*	0.236	1.730	0.093	
C	-57.993***	20.457	-2.834	0.007	
Jarque-Bera test				0.275	اختبارات الجودة
LM test				0.528	
ARCH test				0.862	

***، **، * المعنوية عند مستوى الدلالة 10%، 5% و 1% على التوالي

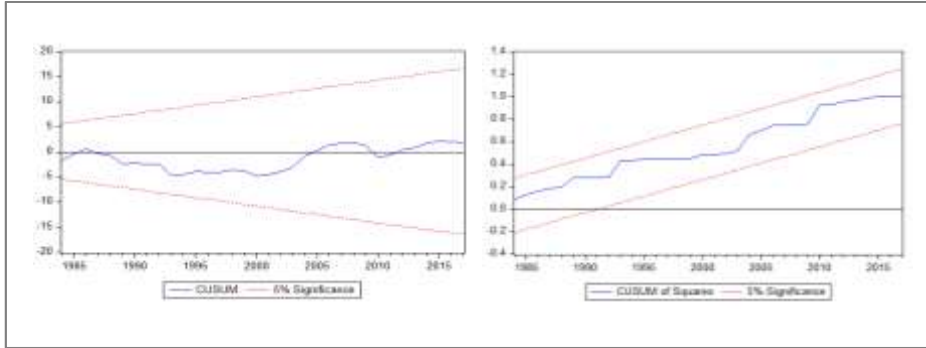
المصدر: من اعداد الباحث و من خلال نتائج برنامج Eviews9

من جهة أخرى يؤكد منحني المجموع التراكمي للبواقي المعاودة (CSUM) و منحني المجموع التراكمي لمربع البواقي المعاودة (CSUMSQ) الموضحين باللون الأزرق في الشكل 2 أن النموذج 1 و 2 مستقران وأن تقديراتهما

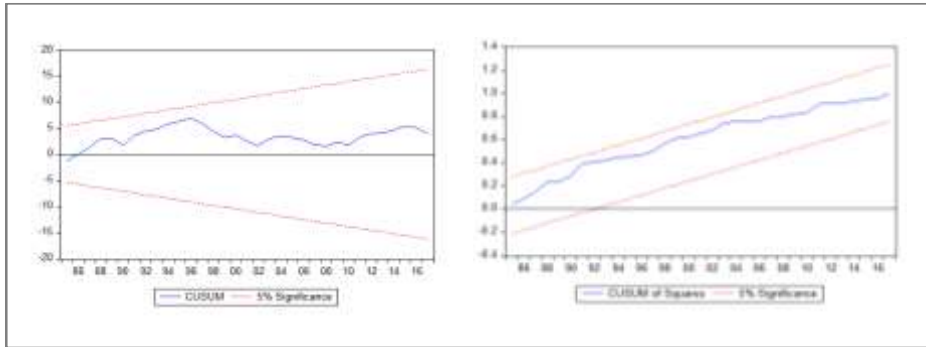
للأجلين القصير و الطويل منسجمة و تتمتع بالثبات، و هذا ما يبينه تموضع المنحنيات بين الحدين الحرجين للاحتمال 5% المتمثلين بالخطين الأحمرين.

الشكل 02: المنحنى البياني لاختباري CSUM و CSUMSQ للنموذجين 1 و 2

(1)



(2)



المصدر: من اعداد الباحث باستخدام برنامج Eviews9

IV. تحليل النتائج:

تشير النتائج المتحصل عليها إلى وجود علاقة توازنية طويلة المدى بين التدهور البيئي في صورة الانبعاثات الكربونية (CO2) و البصمة البيئية (EFP) من جهة، و النمو الاقتصادي، التجارة الخارجية و نسبة التحضر من جهة أخرى، و يؤكد ذلك حد تصحيح الخطأ السالب و المعنوي في كلا النموذجين، و الذي يوحي بأن التوازن و تصحيح انحرافات المدى القصير يستغرقان نحو العامين في النموذج 1، في حين أنهما يستغرقان 10 أشهر و 21 يوما في النموذج 2.

بالنسبة للنموذج 1، يبدو أن النمو الاقتصادي متمثلا في نصيب الفرد من الناتج المحلي يؤثر ايجابيا في الانبعاثات على المدى الطويل فهو بذلك عامل حاسم في التدهور البيئي بالجزائر، غير أن مقدار مربع هذا المتغير معنوي و يحمل اشارة سالبة، ما يوحي بوجود علاقة على شكل حرف U مقلوب بين النمو و الانبعاثات و هذا يؤكد صحة فرضية الـ EKC عند استخدام مؤشر الانبعاثات، هذه النتيجة توافق نتائج (Bouznit & P.Pablo-Romero, 2016, pp. 92-104) التي خلصت إلى أن نقطة الانعطاف في منحنى الانبعاثات الكربونية



الخاصة بالجزائر يمكن بلوغها فعليا لكن ذلك يتطلب زيادة المداخل الفردية بنحو ضعفين ونصف، من جهة أخرى تقلل الصادرات (EXP) من حجم الانبعاثات في الأجلين القصير و الطويل بصورة معنوية، في الحقيقة أن معظم صادرات الجزائر يهيمن عليها قطاع المحروقات، كما أن نسبة كبيرة من المنتجات الطاقوية و التي كان يفترض أن تزيد من الانبعاثات لو تم استخدامها محليا في عمليات التصنيع و الانتاج، توجه نحو التصدير لعدم وجود استثمارات ضخمة في قطاع الصناعة، في المقابل يظهر أن للواردات أثر سلبي لكنه غير معنوي و هذا يدل أن السلع المستوردة التي تحمل خصائص موفرة للطاقة أو مقلدة للانبعاثات و التكنولوجيا الخضراء لا تزال حصتها في اجمالي الواردات ضئيلة و غير مؤثرة.

تشير النتائج أيضا إلى أن نسبة التحضر تزيد من تدهور البيئة بشكل معنوي في حدود الـ 10%، و هذا أمر منطقي حيث أن تحول السكان من النمط الريفي الى النمط الحضري و مسار التمدن يعني استخداما متزايدا للوسائل الحديثة في البيوت و التنقلات و العمل و الترفيه، و تطورا في المرافق و المنشآت القاعدية، كل هذا يترجم في شكل استهلاك أكثر للطاقة غير النظيفة، هذه النتيجة مطابقة لما وصل إليه (Hanif, 2018, pp. 15057–15067)

لا تختلف نتائج تقدير النموذج 2 الخاص بالبصمة البيئية (EFP) كمؤشر للتدهور البيئي عن نظيرتها المتعلقة بالنموذج 1 لاسيما في مقدرات الأجل الطويل التي تؤكد صحة فرضية منحى كوزنتس البيئي (EKC)، إذ يحمل مقدر الأجل الطويل للدخل الفردي في هذا النموذج اشارة موجبة، بينما يحمل مقدر مربعه الاشارة السالبة، ما يوحي بأن النمو الاقتصادي في الجزائر سيؤدي في البداية الى زيادة التدهور البيئي، لكن سيبالغ النمو الاقتصادي المتواصل مع الوقت مرحلة يكون فيها عاملا محسنا لجودة البيئة، هذا يعني صحة فرضية EKC بالنسبة للجزائر سواء باستخدام مؤشر الانبعاثات أو مؤشر الـ EFP، هذه النتيجة مناقضة لنتائج (Mrabet & Shokoohi et al., 2017, pp. 1366–1375) بالنسبة لحالة قطر و نتائج دراسة (Alsamara, 2017, pp. 1366–1375) لحالي العراق و ايران، حيث تحققت الفرضية مع مؤشر EFP بعكس مؤشر CO2، (2022, pp. 1–12) ما يعني حساسية الفرضية للمقياس البيئي و الحالة المدروسة.

يؤكد النموذج 2 النتائج المتوصل إليها في النموذج 1 في كون الصادرات تساهم في زيادة الجودة البيئية من خلال خفضها للبصمة البيئية على المديين القصير و الطويل، و في كون زيادة نسبة التحضر تؤدي إلى زيادة التدهور البيئي في المدى الطويل، هذه النتيجة تتفق مع ما وصل إليه (Nathaniel, 2021, pp. 2057–2070) في حالة اندونيسيا، و تؤكد أن الانتقال من الطابع الريفي إلى الطابع الحضري سواء عن طريق النزوح الريفي نحو المدن أو بتطوير المناطق الريفية يكون على حساب البيئة من خلال الزحف على المساحات الغابية و ازالة الأشجار و الأحراش من أجل التوسعة، كما أن التحضر يعني أيضا تغير أنماط الاستهلاك و زيادته، و هذا بدوره يعني استهلاكاً أكبر للمياه و الطاقة و الغذاء و توسعا في المساحات المزروعة على حساب التنوع البيئي.



الخلاصة:

لا شك أن الدراسات الاقتصادية ذات الطابع البيئي صارت مصب اهتمام الكثير من الباحثين للارتباط الوثيق بين البيئة و الاقتصاد و الآثار المترتبة لكل منهما على الآخر، حيث ازداد هذا الاهتمام شدة في السنوات الأخيرة خصوصا مع بروز ظاهرة التغير المناخي و ظهور زخم التنمية المستدامة، في هذا السياق حاولت هذه الدراسة اختبار بعض المحددات الاقتصادية و الاجتماعية للتدهور البيئي في الجزائر باستخدام بيانات غطت الفترة الزمنية 1965-2017 و من خلال توظيف مؤشرين اثنين للتدهور البيئي، هما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) و البصمة البيئية (EFP)، مع اختبار فرضية الـ EKC باستعمال كلا المؤشرين، حيث تم استخدام منهجية التكامل المشترك من خلال تقنية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) لتقدير أثر كل من نصيب الفرد من الناتج المحلي، الصادرات، الواردات و نسبة التحضر على التدهور البيئي في البلاد.

أثبتت النتائج وجود علاقة توازنية طويلة المدى بين المتغيرات المدروسة، دون وجود أثر معنوي للمقياس البيئي المستخدم، حيث ثبت أن نمو نصيب الفرد من الناتج المحلي، ونمو سكان الحضر يؤديان إلى تدهور البيئة على المدى الطويل بخلاف الصادرات التي تساهم في جودة البيئة، بينما بدا أن للواردات أثر إيجابي غير معنوي على البيئة في المدينين، من جهة أخرى أثبتت النتائج صحة فرضية EKC سواء باعتماد مؤشر الانبعاثات أو مؤشر البصمة البيئية، ما يوحي بأن النمو الاقتصادي يؤدي إلى تدهور البيئة في مرحلة أولى لكنه يصل مع الوقت إلى نقطة انعطاف تجعله عاملا يساهم في تحسين جودتها في مرحلة متقدمة.

على ضوء ما وصلنا إليه من نتائج نقدم مجموعة من الاقتراحات التي قد تكون مساعدة لصانعي القرار الرامين لتكريس تنمية مستدامة كآلاتي:

- تعزيز الاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة و ترشيد استهلاكها في عمليات الانتاج و النقل و في القطاع الأسري، من خلال زيادة كفاءة الطاقة و استعمال أنواع الوقود الأقل تلويثا كالغاز الطبيعي، الذي ينبغي مضاعفة انتاجه لتغطية السوق المحلية و زيادة الصادرات مع مراعاة التبعات البيئية المترتبة عن ذلك.
- استغلال الامكانيات الهائلة للجزائر في مجال مصادر الطاقات المتجددة و خصوصا الطاقة الشمسية، إذ يسمح هذا بتزويد المناطق النائية بالكهرباء من جهة، و تقليل استخدام الوقود الاحفوري في توليدها.
- سن قوانين صارمة ضد الاستغلال غير القانوني للمساحات الغابية و الفلاحية.
- تفعيل دور الانفتاح التجاري و الاستثمار الأجنبي كأدوات جالبة للتكنولوجيا الخضراء، و مكرسة للوعي بالقضايا البيئية المترتبة عن التوسع الاقتصادي.



قائمة المراجع:

- حكيمة حليمي، سميرة جوادي، و زكريا جري. (2021). دور الجباية البترولية في تمويل الخزينة العمومية قبل وبعد الأزمة النفطية - دراسة تحليلية لواقع عوائد الجباية البترولية في الجزائر خلال الفترة 1980-2018. مجلة دراسات التنمية الإقتصادية، 04(08)، 143-161.
- فريد بخي، و رضا بهياني. (2018). صناعة الطاقات المتجددة ودورها في تحسيد التنمية المستدامة في الجزائر، مع الإشارة إلى البرنامج الوطني للطاقات المتجددة (2011-2030). مجلة الاقتصاد والبيئة، 01(01)، 41-62.
- Altıntaş, H., & Kassouri, Y. (2020). Is the environmental Kuznets Curve in Europe related to the per-capita ecological footprint or CO2 emissions? Ecological Indicators, 1-14.
- Bouznit, M., & P. Pablo-Romero, M. d. (2016). CO2 emission and economic growth in Algeria. Energy Policy, 93-104.
- BP. (2020). Statistical Review of World Energy . Retrieved 12 21, 2022, from <https://www.bp.com>
- GFN. (2021). Retrieved 12 21, 2022, from Global Footprint Network: <https://data.footprintnetwork.org>
- Grossman, G. M., & Krueger, I. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economics Research Working Paper NBER(3914), 1-57.
- Hanif, I. (2018). Impact of economic growth, nonrenewable and renewable energy consumption, and urbanization on carbon emissions in Sub-Saharan Africa. Environmental Science and Pollution Research, 15057-15067.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. American Economic Review, 1-28.
- Lacheheb, M., Rahim, A. S., & Sirag, A. (2015). Economic growth and carbon dioxide emissions: Investigating the environmental kuznets curve hypothesis in Algeria. International Journal of Energy Economics and Policy, 1125-1132.
- Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2017). Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1366-1375.
- Nathaniel, S. P. (2021). Ecological footprint, energy use, trade, and urbanization linkage in Indonesia. GeoJournal, 2057-2070.
- Shokoohi, Z., Dehbidi, N. K., & Tarazkar, M. H. (2022). Energy intensity, economic growth and environmental quality in populous Middle East countries. Energy, 1-12.