Journal of Economic, Administrative and Legal Sciences (JEALS) • Vol 9, Issue 2 (2025) • P: 94 - 85
https://journals.ajsrp.com/index.php/jeals
ISSN: 2522-3372 (Online) • ISSN: 2522-3372 (Print)

Testing Kuznets curve hypothesis for the relationship between economic growth and environmental pollution in Sudan during the period 2000-2022

Co-Prof. Jaralnabi Babou Jaralnabi*[1], Asst-Prof. Salma Nour Al-Huda Ahmed[2], Asst-Prof. Safia Omer Hapallah[3]

[1] Faculty of Economics | Alsalam University | Sudan

[2] University of the Holy Quran and the Foundation of Sciences | Sudan

[3] College of Business Administration | Princess Noura bint Abdulrahman University | KSA

Received: 13/01/2025

Revised: 25/01/2025

Accepted: 30/01/2025

Published: 28/02/2025

* Corresponding author: majabi11@hotmail.com

Citation: Jaralnabi, J. B., Ahmed, S. N., & Hapallah, S. O. (2025). Testing Kuznets curve hypothesis for the relationship between economic growth and environmental pollution in Sudan during the period 2000-2022. *Journal of Economic, Administrative and Legal Sciences, 9*(2), 85 – 94. https://doi.org/10.26389/AJSRP.B150125

2025 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: The study attempted to test the Kuznets curve hypothesis for the relationship between economic growth and environmental pollution in Sudan during the period (2000-2022), and to verify the extent to which the environmental Kuznets curve hypothesis was achieved, it used the autoregression distributed lags method, and its results revealed existence of appositive relationship between economic growth and environmental pollution in the short and long run, and the positive relationship in the long run contradicts the hypothesis of the study, which means that the high growth rate of the Sudan's economy does not lead to improving environment level, and there is appositive relationship between population and environmental pollution, which indicates to un optimal use of environmental resources as a result of poor population distribution and overcrowding in cities. It recommended paying attention to the environment as the sustainable development variables by directing research and development expenditure to environmental quality projects, activating environmental protection laws that guarantee the rights of future generations, and reducing the increase in population density in capital and some parts of the country Cities through optimal distribution of development projects.

Keywords: Economic growth, Kuznets curve, environmental pollution, ARDL, population.

اختبار فرضية منحنى كوزنتس للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في السودان خلال المدة 2000-2022

الأستاذ المشارك / جارالنبي بابو جارالنبي*[1]، الأستاذ المساعد / سلمى نور الهدى أحمد[2]، الأستاذ المساعد / صفية عمر حب الله[3]

[1] كلية الاقتصاد | جامعة السلام | السودان

[2] كلية الاقتصاد | جامعة القرآن الكريم وتأصيل العلوم | السودان

[3] كلية إدارة الأعمال | جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن | المملكة العربية السعودية

المستخلص: حاولت الدراسة اختبار فرضية منحنى كوزنتس للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في السودان خلال المدة (2000-2022)، وللتأكد من مدى تحقق فرضية منحنى كوزنتس البيئي إستخدمت أسلوب الإنحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة، وكشفت نتائجها عن وجود علاقة موجبة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في الأجلين القصير والطويل، والعلاقة الموجبة في الأجل الطويل تخالف فرضية الدراسة، مما يعني أن ارتفاع معدل نمو اقتصاد السودان لا يؤدي إلى تحسين مستوى البيئة، ووجود علاقة موجبة بين عدد السكان والتلوث البيئي، مما يشير إلى عدم الإستخدام الأمثل للموارد البيئية نتيجة لسوء توزيع السكان وإزدحام المدن، وأوصت بالإهتمام بالبيئة كأحد متغيرات التنمية المستدامة وذلك من خلال توجيه الإنفاق إلى البحث والتطوير في مشروعات الجودة البيئية، وتفعيل قوانين حماية البيئة التي تضمن حقوق الأجيال القادمة، والحد من زيادة الكثافة السكانية في العاصمة وبعض المدن عن طريق التوزيع الأمثل لمشروعات التنمية.

الكلمات المفتاحية: النمو الاقتصادي، منحنى كوزنتس، التلوث البيئي، الإنحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة وعدد السكان.

1- الإطار العام للدراسة:

أولاً: المقدمة:

إن النمو الاقتصادي المتزايد وتأثيره على البيئة بات محل إهتمام للدول والمنظمات الدولية، مما أدى إلى إدخال متغير البيئة في صياغة العلاقات والنماذج الاقتصادية، ومع تطور الصناعة والانفجار السكاني تزيد حركة الإنتاج، الإستهلاك، الإستثمار، مما يؤدي إلى زيادة إنبعاث وتصاعد الغازات السامة والمخلفات التي قد تحدث تلوثاً في البيئة.

وفي خمسينيات القرن الماضي قام الاقتصادي سيمون كوزنتس بدراسة العلاقة بين عدم المساواة في توزيع الدخل والنمو الاقتصادي، وقدم منحنى كوزنتس البيئي الذي يوضح العلاقة الإفتراضية بين التلوث ويعبر عنه بأحد المؤشرات كأنبعاثات الغازات أو تلوث المياه، والنمو الاقتصادي.

ونجد أنه منذ بداية الألفية الثالثة ظل السودان يعاني من هجرة السكان إلى مناطق الإنتاج مما أدى إلى زيادة الكثافة السكانية، والسكن العشوائي والإستخدام غير الرشيد للموارد، هذا بالإضافة إلى الآثار السالبة لإستخدامات القطاعات الاقتصادية.

مشكلة الدراسة:

نجد أن معظم دول العالم تعمل على إستخدام عدد من السياسات التي تضمن لها الحصول على أكبر معدل نمو اقتصادي ممكن، حتى تتمكن من تحقيق أكبر قدر من الرفاهية لشعوبها، وكنتيجة لذلك تظهر الكثير من الأضرار التي قد تلحق بالبيئة، خاصة في الدول النامية، والسودان كأحد هذه الدول ظل يعاني من تلوث البيئة الذي ينتج عن إستخدامات القطاعات الإنتاجية وزيادة الكثافة السكانية في مناطق الإنتاج، ويمكن صياغة مشكلة الدراسة في الأسئلة التالية:

- هل هناك علاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في السودان تتفق مع فرضية منحنى كوزنتس البيئي؟
- كيف يمكن قياس هذه العلاقة؟

أهداف الدراسة:

- تتبع مسار التطور في كل من النمو الاقتصادي، عدد السكان والتلوث البيئي في السودان خلال الفترة (2000-2022م).
- التحقق من صحة فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC) للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في السودان.

أهمية الدراسة:

إن النمو الاقتصادي المتزايد وتأثيره على البيئة بات محل إهتمام للدول والمنظمات الدولية، مما أدى إلى إدخال متغير البيئة في صياغة العلاقات والنماذج الاقتصادية، وإن معرفة حجم تأثير النمو الاقتصادي في السودان على التلوث البيئي يمكن أن يساعد في وضع سياسات تساهم في الحصول على معدل نمو اقتصادي يسهم في تحسين البيئة ويزيد من رفاهية المجتمع.

فرضيات الدراسة:

بناءً على فرضية منحنى كوزنتس البيئي إعتمدت الدراسة على الفرضيات التالية:

- توجد علاقة موجبة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في الأجل القصير.
- هناك علاقة عكسية بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في الأجل الطويل.
- توجد علاقة موجبة بين حجم السكان والتلوث البيئي.

منهج الدراسة:

إعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لتتبع تطور النمو الاقتصادي والتلوث البيئي، ومنهج الاقتصاد القياسي من خلال إستخدام نموذج الإنحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة ARDL، لاختبار مدى تحقق فرضية منحنى كوزنتس البيئي للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في السودان بإستخدام برنامج Eviews10.

ثانياً: الدراسات السابقة:

الملخص:

هدفت دراسة الحويج(2024)، إلى اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي وتحري طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في الاقتصاد الليبي خلال الفترة 1970-2022، من خلال اختبار مدى انطباق فرضية منحنى كوزنتس البيئي EKC على حالة هذا الاقتصاد، وتم توظيف نموذج ARDL، وبينت النتائج انطباق فرضية منحنى كوزنتس البيئي على حالة الاقتصاد الليبي، وتتخذ العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في ليبيا الشكل التكعيبي، وبلغت نقطتي الانقلاب الأولى والثانية ما قيمته 9150.721 دولاراً و 1683التوالي4.02 دولاراً على .

تناولت دراسة الليحاني والشطي(2024)، العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في المملكة العربية السعودية، وهدفت إلى الكشف عن العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي بالمملكة العربية السعودية خلال المدة من(1990-2020م)، إستخدمت الدراسة منهجية ARDL وفق فرضية منحنى كوزنتس، وتوصلت إلى أن النمو الاقتصادي يؤدي إلى إنخفاض التلوث البيئي على المدى البعيد وانطباق افتراضية منحنى كوزنتس على الاقتصاد السعودي.

أما دراسة الحجي وفرج(2023)، تحليل العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي من خلال اختبار فرضيات منحنى كوزنتس البيئي، عملت على تحليل العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في مجموعة من الدول العربية النفطية (الجزائر، العراق، الكويت، ليبيا، المملكة العربية السعودية، الإمارات العربية المتحدة) خلال المدة من(2003-2022م)، وإتبعت الأسلوب الوصفي التحليلي واستخدام بيانات سلاسل زمنية لكل دولة وسلاسل زمنية مقطعية لتقدير العلاقة الكمية بين المتغيرات بإستعمال(Cointegration Regression PRM,FEM,REM,)، وأكدت على أن هناك علاقة طردية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي وعلاقة عكسية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي وإنطباق فرضيات منحنى كوزنتس على الدول المختارة.

بينما دراسة بوعافية، بلقاسم(2021)، العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في ظل فرضيات منحنى كوزنتس البيئي، قامت بقياس العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في ظل فرضيات منحنى كوزنتس البيئي في الجزائر خلال الفترة من(1980-2017) وأثبتت صحة الفرضية.

ودراسة(Hongfeng Peng, Xiaoyu Tan, Yanli Li, and Liqin Hu 2016) ، النمو الاقتصادي والإستثمار الأجنبي المباشر وإنبعاث ثاني أكسيد الكربون في الصين، وهدفت إلى تحليل سببية جرانجر، وأكدت نتائج الدراسة أن هناك علاقة سببية أحادية الإتجاه من الناتج المحلي الإجمالي إلى إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في مقاطعات (Neimenggu ، Hubei ، Gansu .Guangxi) ، في حين أن هناك سببية ثنائية الإتجاه بين هذين المتغيرين في مقاطعة (Shanxi) ، كما توجد علاقة سببية أحادية الإتجاه من الإستثمار الأجنبي المباشر إلى إنبعاث ثاني أكسيد الكربون في مقاطعات(Beijing, Henan, Guizhou and Shanxi)، وعلاقة سببية ثنائية الإتجاه بين الإستثمار الأجنبي المباشر وإنبعاث ثاني أكسيد الكربون في مقاطعة Neimenggu .

ثم تناولت دراسة علوان والطراونة(2014)، الآثار المتبادلة بين النمو الاقتصادي وانبعاث ثاني أكسيد الكربون في إطار فرضيات منحنى كوزنتس البيئي ،وهدفت إلى دارسة حالة الأردن، وتوصلت إلى أن المعاملات المقدرة لنموذج إنبعاث ثاني أكسيد الكربون تنسجم مع فرضيات منحنى كوزنتس البيئي، بالإضافة إلى وجود علاقة سببية ثنائية الإتجاه في الأجل القصير والطويل بين متغيرات نموذج الدارسة و إنبعاث ثاني أكسيد الكربون.

أما دراسة سماح(2002)، تحليل تأثير النمو الاقتصادي على التدهور البيئي في مصر وفقاً لفرضية منحنى كوزنتس، تناولت بالتحليل العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي بمصر خلال المدة(1980-2021)، وإتبعت منهجية ARDL لتقدير العلاقة الكمية بين المتغيرات وفق فرضية منحنى كوزنتس، وتوصلت إلى توافق النتائج مع فرضية منحنى كوزنتس وأن أكبر مسببات التلوث بمصر قطاع الطاقة، الزراعة، التصنيع والنفايات.

بينما دراسة سالم، نهلة(2015)،النمو الاقتصادي والتلوث البيئي اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي لكلا من مصر وتركيا والصين، هدفت إلى بحث تأثير النمو الاقتصادي على التلوث البيئي لكلاً من مصر وتركيا والصين خلال الفترة(1960-2014م)، وبإستخدام منهج الإنحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعةARDL، أشارت النتائج إلى أن العلاقة بين الدخل والتلوث تأخذ مقلوب حرف U بالنسبة لمصر، مما يعني تحقق فرضية منحنى كوزنتس البيئي، بينما لم تثبت صحة الفرضية بالنسبة لتركيا والصين متخذة شكل N.

وبناءً على ما جاء في الدراسات السابقة أنها قامت بدراسة العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في عدد من الدول، وإستخدمت المنهج الوصفي والأسلوب القياسي، مابين تصحيح الخطأ، سببية جرانجر ونموذج الإنحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة، خلال فترات متباينة تمتد من 1960- 2021م، بينما قامت هذه الدراسة بقياس أثر النمو الاقتصادي وزيادة السكان على التلوث البيئي في السودان خلال الفترة من 2000-2022م، مستخدمةً منهج الإنحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة ARDL كأحد أساليب القياس.

2- الإطار النظري:

النمو الاقتصادي والتلوث البيئي:

في النصف الثاني من القرن العشرين بدأت المنظمات الدولية بمراجعة إستراتيجيات النمو الاقتصادي وإبرام العديد من الإتفاقيات والمعاهدات الإقليمية والدولية لإلزام الدول بسن تشريعات للمحافظة على البيئة وذلك لتحقيق نمو وتنمية متوازنة تلبي الإحتياجات الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية إحتياجاتها الخاصة، لا سيما في ظل الجدل العالمي حول التنمية المستدامة التي باتت تطلق على دمج الاعتبارات البيئية بالتخطيط التنموي.

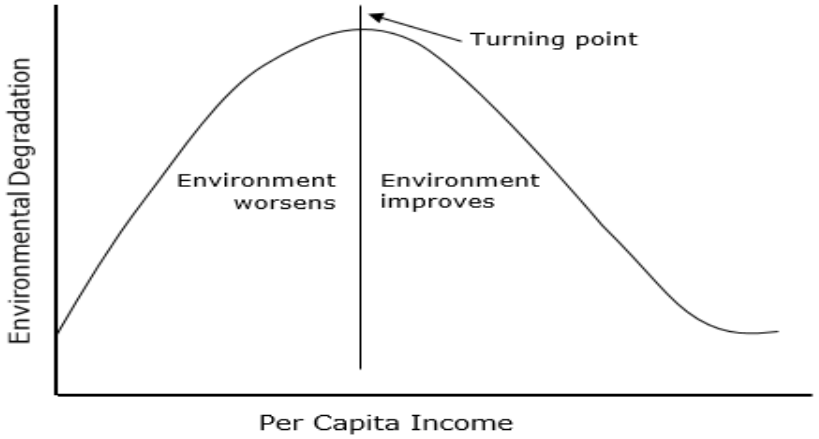
في عام 1972م صدر تقرير تحت عنوان "حدود النمو" من نادي روما قدم من خلال نموذج أطلق عليه "النهاية المحتومة للنمو الاقتصادي" يشرح صعوبة إستمرار معدلات النمو العالية نتيجة التلوث البيئي، وتنبأ بنفاد الموارد الطبيعية غير المتجددة في العالم، مما يؤدي إلى إرتفاع أسعارها، وإرتفاع تكاليف الإنتاج في القطاعات الاقتصادية وإنخفاض معدلات النمو الاقتصادي، ويواجه العالم إرتفاع معدلات الوفيات بسبب قلة الغذاء وسوء الرعاية الصحية، و في النهاية نقص كبير في عدد السكان.

ومن جانب نظرية النمو الكلاسيكية تم تعديل النظرية بإدراج البيئة كمتغير في دالة الإنتاج، وذلك لأن الإنتاج الاقتصادي يعتمد على حجم الموارد الطبيعية ونوعية البيئة، أي أن البيئة تعتبر عاملاً وسيطاً كما جاء في آراء مالتس(مالتس 1798)، ثم تزايد الإهتمام بالاقتصاد البيئي في بداية سبعينيات القرن الماضي (Nordhaus1972 Dasgupta and Heal, 1974 Solow, 1974)، ومن ثم ظهور عقبة الموارد الناضبة التي تفرض قيود على البيئة مما يؤثر على قدرتها في إنتاج الموارد أو معالجة النفايات(بروك تايلور، 2005).

أما نموذج ربلو AK قام باختبار أثر السياسات البيئية على النمو الاقتصادي، وخلص إلى أن هناك علاقة عكسية بين البيئة والنمو الاقتصادي، أي أن تحسن نوعية البيئة يصاحبه إنخفاض في معدل النمو الاقتصادي(زيدان و رانول، 2016)، وأكد (Stokey, 1998, p39) و(Romer,1986, p1050) على ضرورة الإهتمام بتأثير تحسن نوعية البيئة على الصحة مما يؤدي إلى تحسن الإنتاجية التي تعمل على زيادة معدل النمو مرة أخرى، وعلى الرغم من تطوير أنشطة وتكنولوجيا مكافحة التلوث البيئي إلا أن التلوث البيئي مازال يؤثر على النمو الاقتصادي.

ويعتبر نموذج لوكاس لرأس المال البشري ودوره في النمو الاقتصادي جزءاً مهماً من نماذج نظريات النمو الداخلي التي قامت بدراسة أثر التلوث البيئي على النمو الاقتصادي، وميز بين الأثر المباشر للتلوث البيئي على رأس المال البشري وأثره على الإنتاجية التي تنخفض بفعل المرض أو الوفاة(Chay and Greenstone, 2003, p1112).

أما فرضية منحنى كوزنتس البيئي للعلاقة بين النمو الاقتصادي والبيئة، ظهرت في خمسينات القرن الماضي في دراسة للاقتصادي "Simon Kuznets" وقامت بتحليل العلاقة بين النمو والبيئة، حيث أنه قبل بداية مرحلة التصنيع يتساوى الناس في مرحلة الفقر ومع التطور يزيد التفاوت الاقتصادي، ويكون مسار العلاقة على مرحلتين: في المرحلة الأولى يكون التركيز على القطاعات الزراعية والصناعية لزيادة الدخل مع عدم الإهتمام بسلامة البيئة، ومن ثم يزيد حجم التلوث بزيادة المخرجات السلبية من الإنبعاثات نتيجة لعمليات الإنتاج والاستهلاك، وفي المرحلة الثانية: مع تحسن النمو الاقتصادي وزيادة الدخل، يتم التوجه نحو الإهتمام بجودة البيئة والعمل في القطاعات الصناعية، ثم تتحسن المؤشرات النوعية للبيئة، ويتم تمثيل منحنى كوزنتس على شكل U مقلوب(تركي، 2017، ص 216) كما في الشكل رقم(1) أدناه.



الشكل رقم : (1) منحنى كوزنتس البيئي

المصدر: لقريشي محمد صالح تركي(2011)، مقدمة في علم اقتصاد البيئة، إثراء للنشر والتوزيع ، عمان، ص216.

وتشير النظرة الحديثة للعلاقة بين البيئة والنمو الاقتصادي، إلى أنها علاقة تكاملية وليست تبادلية، ومنذ عام 1987م أكدت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية أن الكثير من عمليات التنمية تؤدي إلى تدهور البيئة وإلحاق الضرر بالإنسان، ومن ثم دعت إلى إدخال البيئة

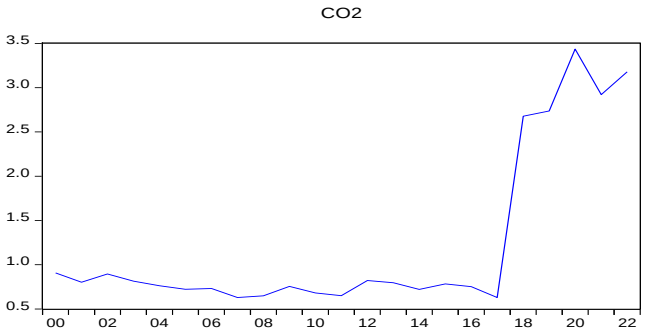
في معادلة النمو الاقتصادي وإدماج الإعتبارات البيئية في التخطيط التنموي، والتسليم بمفهوم التنمية المستدامة الذي يأخذ في الاعتبار القيم الإنسانية والأخلاقية والبيئية.

ويتنوع التلوث البيئي بين تلوث الهواء والمياه والتربة والضوضاء، فيشمل تلوث الهواء إنبعاث السيارات، إحتراق الوقود، الغبار، الأتربة، الصناعة والتخلص من النفايات، بينما ينحصر تلوث المياه في مياه الصرف الصحي من مخلفات المدن ومخلفات المصانع السائلة والمبيدات الزراعية التي ترش ثم تصب في البحار مؤثرة بذلك على مياه الشرب والبيئة البحرية، أما تلوث التربة يصدر عن الإفراط في إستخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية والمياه الملوثة، ثم تلوث الضوضاء نتيجة تداخل مجموعة من الأصوات العالية الحادة وغير المرغوب فيها التي تسبب التوتر العصبي.

ينعكس تلوث البيئة على النمو الاقتصادي بصورة مباشرة في إنتشار الفقر وتدني مستوى المعيشة بسبب تأثر الإنتاج الزراعي والحيواني والصناعي ومن ثم انخفاض حجم الصادرات وضعف قدرتها التنافسية، وإرتفاع معدلات التضخم وإنخفاض متوسط نصيب الفرد، مما يؤدي إلى ظهور السوق السوداء والسمسرة و ظهور الفوارق الطبقية بين الأفراد، وإرتفاع نسبة البطالة نتيجة توقف الوحدات الإنتاجية عن العمل وقلة الإستثمارات وما يصاحبه من تدني مستوى خدمات الصحة والتعليم وإنتشار الأمراض والأوبئة.

للتلوث البيئي تكاليف اقتصادية تتمثل في تكاليف العلاج، الغياب عن العمل، تلف المحاصيل الزراعية في مناطق التلوث والتخلص من النفايات، بالإضافة إلى التكاليف غير المباشرة التي تتمثل في تكاليف إستنزاف الموارد البيئية من خلال عملية الإنتاج، كالهواء، الماء والحياة البرية.

يعاني السودان من التلوث البيئي الذي يتمثل في تلوث الغلاف الجوي من مخلفات المصانع مثل ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين وأول أكسيد الكربون والتي تؤثر على طبقة الأوزون بسبب تركز الصناعة في ولاية الخرطوم مما يساهم بدرجة كبيرة على تلوث الهواء في المنطقة إضافة إلى مصانع الأسمنت والسكر في ولايات نهر النيل، الجزيرة و سنار، ونلاحظ من الشكل رقم(2) أدناه تطور إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون التي بلغت أعلاها في 2022م، وذلك لعدم نفعيل القوانين التي تعمل على حماية البيئة وغياب دور المؤسسات نتيجة للتدهور السياسي والاقتصادي الذي شهده السودان في هده المدة، بالإضافة إلى التصحر الذي يضرب ولايات شمال وشمال غرب السودان، والقطع الجائر للغابات وأثر الحروب وهجرة الحيوانات إلى المناطق المجاورة، وتدهور التربة بسبب عدم إتباع الأساليب العلمية في الزراعة وإستخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية السامة، وعدم الإستفادة من التقنية الحديثة خاصة في ولايات غرب السودان، ومن ثم تلوث مياه نهر النيل بسبب شبكات الصرف الصحي و صرف مياه الصناعة أو المياه المتخلفة من حقول البترول في حفر تمتد لآبار جوفية مع زيادة السكان وشح المياه بسبب الحفر الجائر للآبار الجوفية وعدم إتباع الأساليب العلمية في إستخراجها(أحمد، 2008، ص ص 20-25).



شكل رقم(2): تطورإنبعاثات غازثاني أكسيد الكربون في السودان

المصدر: تم إعداده من بيانات الدراسة

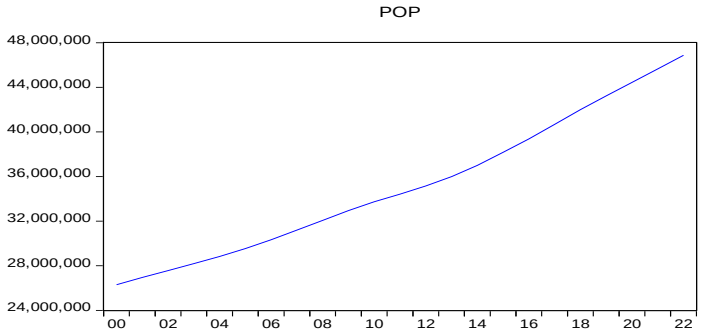
ونجد أن الكثير من أشكال النمو الاقتصادي قد يستنزف الموارد الطبيعية ويخل بوظائف النظم البيئية بسبب الأنشطة الاقتصادية للقطاعات المختلفة كالصناعة والزراعة والصحة وغيرها، ومن ثم يؤدي التلوث البيئي في المقابل إلى آثار سلبية على النمو والنشاط الاقتصادي، وهذا مايحدث بوضوح في السودان ومعظم الدول النامية.

ومن مسار تطور النمو الاقتصادي في السودان خلال المدة(2000-2022)، نلاحظ أن أعلى معدل نمو بلغ(6.53) في عام 2006م، وذلك لزيادة صادرات السودان النفطية، بينما بلغ أدنى معدل نمو حوالي(17.00-) في عام 2012م، وذلك لإنخفاض صادرات البترول نتيجة لإنفصال جنوب السودان، والجدول رقم(3) أدناه يوضح مسار نمو اقتصاد السودان خلال هذه المدة.

شكل رقم(3): مسار نمو اقتصاد السودان

المصدر: تم إعداده من بيانات الدراسة

وشهد السودان خلال الفترة من 2000-2022م نمواً متزايداً في عدد السكان مما أدى إلى زيادة الطلب وإرتفاع المستوى العام للأسعار، هذا بالإضافة إلى الحرب الأهلية التي أدت إلى نزوح السكان من الريف إلى الحضر الذي تسبب في تدهور الخدمات الأساسية كالصحة والتعليم وما نتج عنه من تلوث وأمراض، والشكل رقم(4) أدناه يوضح الزيادة المستمرة في حجم سكان السودان:



شكل رقم(4): تطور حجم سكان السودان

المصدر: تم إعداده من بيانات الدراسة

منهجية اختبار فرضية منحنى كوزنتس للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في السودان:

تحديد نموذج الدراسة:

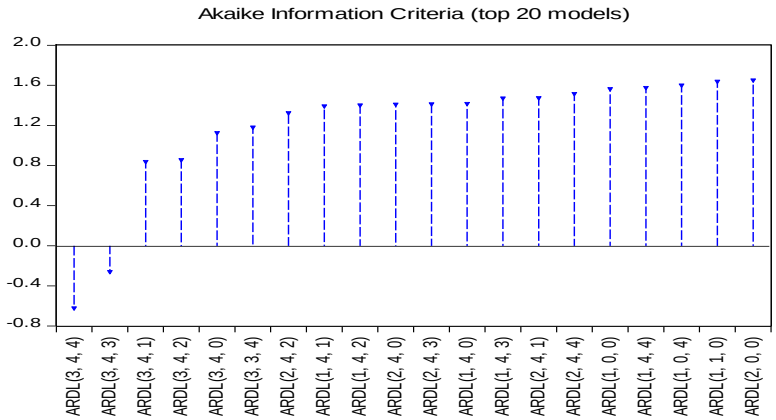
لتفدير العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي، تمت إضافة متغير حجم السكان للعلاقة لما له من أثر جيد على التلوث البيئي وفقاً للصيغة التالية:

$$co_2 = \beta_0 + \beta_1 gdp + \beta_2 pop + \varepsilon_i$$

حيث أن: co_2= إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون gdp = النمو الاقتصادي pop = حجم السكان β_i = معلمات النموذج

ε_i= حد الخطأ العشوائي

ومن نتائج اختبار Akaike كما في الشكل رقم(5) أدناه، تم إختيار نموذج الإنحدار الذاتي ذوالفجوات الموزعة ARDL من الرتبة(3, 4، 4).



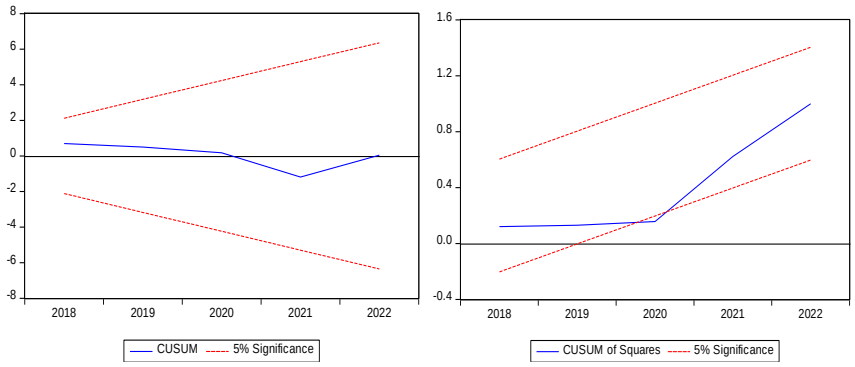
شكل رقم(5): نتائج اختبار Akaike information criteria

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

فحص إستقرار البيانات:

- التحولات الهيكلية:

يتضح من نتائج اختباري cusum و cusum of squares، كما في الشكل رقم(6) أدناه، أن بيانات الدراسة خالية من التحولات الهيكلية، ولاتوجد قفزات أو تغيرات مفاجئة مع مرور الزمن، وقد ثبت أن القيم المحسوبة تقع داخل الحدود الحرجة عند مستوى معنوية 5%، مما يعني أن هناك إستقراراً وإنسجاماً بين نتائج الأجلين القصير والطويل.



شكل رقم(6): اختباري cusum و cusum of squares

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

- اختبارات سكون السلاسل الزمنية:

من نتائج اختبارات السكون كما في الجدول رقم(1) أدناه، نلاحظ أن السلسلة الزمنية لمتغير نموذج الدراسة pop مستقرة في المستوى، أما السلاسل الزمنية للمتغيرين gdp و co_2 مستقرة في الفرق الأول.

جدول رقم(1): نتائج اختبارات السكون

المتغيرات	ADF			PP		
	عند المستوى	الفرق الأول	القرار	عند المستوى	الفرق الأول	القرار
GDP	-2.9292	-5.6030	1(1)	-2.8934	-12.9164	1(1)
pop	3.3115	0,3516	1(0)	6.1889	-0.9118	1(0)
Co2	-0.2694	-5.1950	1(1)	-0.2608	-5.1570	1(1)
القيم الحرجة : ADF= - 3.005; PP= -3.005 عند 5%						

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

- اختبار التكامل المشترك:

من الجدول رقم(2) أدناه نلاحظ من نتائج اختبار Bound، أن قيمة إحصاءة F أكبر من الحد الإدنى والحد الأعلى للاختبار ، مما يعني أن بيانات متغيرات نموذج الدراسة متكاملة.

جدول رقم(2):نتائج اختبار Bound

F-statistic	11.20663	10%	2.63	3.35
K	2	5%	3.1	3.87
		2.5%	3.55	4.38
		1%	4.13	5

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

تقدير النموذج ARDL:

أكدت نتائج تقدير نموذج الدراسة كما في الجدول رقم(3) ادناه، على وجود علاقة توازنية طردية في الأجل الطويل بين النمو الاقتصادي ، عدد السكان والتلوث البيئي.

جدول رقم(3): نتائج تقدير النموذج

Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0271	3.091024	9.16E-08	00702.83	POP
0.0066	4.469294	0.039234	0.175349	GDP
0.0067	-4.457821	1.572115	-7.008207	C

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

وتصبح معادلة الأجل الطويل كما يلي:

$$CO2 = 2.8300*POP + 0.1753*GDP \ -7.0082$$

تقدير نموذج تصحيح الخطأ:

وأكدت نتائج نموذج تصحيح الخطأ كما يوضح الجدول رقم(4) أدناه على وجود علاقة توازنية في الأجل القصير بين منغيرات الدراسة، وأن أي إختلال في الأجل القصير سيتم تصحيحه خلال تسعة أشهر تقريباً.

جدول رقم(4): نتائج نموذج تصحيح الخطأ

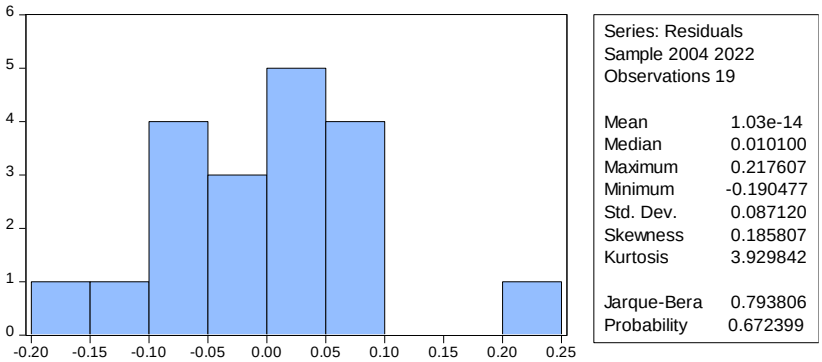
Prob.	t-Statistic	Std. Error	Coefficient	Variable
0.0012	6.577249	0.123475	0.812126	D(CO2(-1))
0.0001	11.77744	0.104356	1.229050	D(CO2(-2))
0.0021	-5.818435	5.93E-07	-3.45E-06	D(POP)
0.0005	7.937030	1.79E-06	1.42E-05	D(POP(-1))
0.0001	-11.09640	2.12E-06	-2.35E-05	D(POP(-2))
0.0003	9.206487	1.08E-06	9.97E-06	D(POP(-3))
0.0075	-4.324015	0.014890	-0.064386	D(RATGDP)
0.0001	-11.95416	0.011596	-0.138621	D(RATGDP(-1))
0.0001	-10.66964	0.010731	-0.114494	D(RATGDP(-2))
0.0146	-3.662490	0.008186	-0.029980	D(RATGDP(-3))
0.0004	-8.468909	0.129507	-1.096785	CointEq(-1)*

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

تقييم نتائج نموذج الدراسة:

أكدت جميع الاختبارات التشخيصية كما في الجداول(5، 6، 7 و 8) ادناه، على أن بيانات متغيرات الدراسة تتوزع توزيعاً طبيعياً، وأن نموذج الدراسة يخلو من مشاكل القياس مثل إختلاف التباين والإرتباط الذاتي للأخطاء، وهذا يؤكد جودة وصلاحية النموذج المقدر.

جدول رقم(5): نتائج اختبار التوزيع الطبيعي



المصدر: نتائج برنامج Eviews10

جدول رقم(6): نتائج اختبار إختلاف التباين

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
0.9753	Prob. F(13,5)	0.264555	F-statistic
0.8599	Prob. Chi-Square(13)	7.743036	Obs*R-squared

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

جدول رقم(7): نتائج اختبار إختلاف التباين

Heteroskedasticity Test: ARCH			
0.7974	Prob. F(1,16)	0.068129	F-statistic
0.7823	Prob. Chi-Square(1)	0.076320	Obs*R-squared

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

جدول رقم(8): نتائج اختبار الإرتباط الذاتي

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
0.9892	Prob. F(1,4)	0.000208	F-statistic
0.9749	Prob. Chi-Square(1)	0.000988	Obs*R-squared

المصدر: نتائج برنامج Eviews10

الخاتمة:

اولا" : النتائج:

نلاحظ أن الدراسة إعتمدت على منهج الإنحدار الذاتي ذو الفجوات الموزعة ARDL خلال الفترة (2000-2022م)، وكشفت نتائج الدراسة عن تحقق فرضية منحى كوزنتس في الأجل القصيرمن خلال القيمة السالب لمعامل تصحيح الخطأ الذي يبين ميكانيكية تصحيح أي إختلال في التوازن في الأجل القصير، بينما لم تتحقق العلاقة العكسية في الأجل الطويل، مما يعني أن أي إرتفاع في معدل نمو اقتصاد السودان يؤدي إلى زيادة التلوث البيئي في الأجل الطويل، ويمكن تلخيص نتائج الدراسة كما يلي:

- أكدت الدراسة على وجود علاقة توازنية موجبة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في الأجل القصير.
- هناك علاقة طردية بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في الأجل الطويل، وهذا يخالف فرضية الدراسة، مما يعني أن إرتفاع معدل نمو اقتصاد السودان لايؤدي إلى تحسن في مستوى البيئة.
- وجود علاقة موجبة بين حجم السكان والتلوث البيئي في الأجلين القصير والطويل، مما يشير إلى عدم التوازن في توزيع السكان وإزدحام المدن.
- أن قيمة معامل تصحيح الخطأ التي تشير إلى مقدار وسرعة التعديل المطلوب في الأجل القصير لتحقيق التوازن في الأجل الطويل بين متغيرات النموذج سالبة ومعنوية وبلغت(1.1-)، مما يعني أن أي إختلال في التوازن يتم تصحيحه خلال مدة مقدارها تسعة أشهر تقريباً.

ثانياً: التوصيات:

1- الإهتمام بالبيئة بإعتبارها أحد المتغيرات التي تؤثر على عملية التنمية المستدامة، وذلك بالتوجه نحو إستخدام الطاقة النظيفة.
2- ضرورة مواكبة تحديات التنمية المستدامة وذلك من خلال توجيه الإنفاق إلى البحث والتطوير في مشروعات الجودة البيئية.
3- الحد من زيادة الكثافة السكانية في العاصمة وبعض المدن عن طريق التوزيع الأمثل لمشروعات التنمية.
4- تفعيل برامج التثقيف البيئي لرفع الوعي بأضرار ومخاطر سوء إستخدام الموارد البيئية.
5- العمل على سن وتفعيل القوانين التي تنظم إستخدام البيئة، وذلك للمحافظة على الموارد البيئية وحقوق الأجيال القادمة.

قائمة المصادر والمراجع:

- حسين فرج الحويج (2024).، اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي في الاقتصاد الليبي،مجلة آفاق اقتصادية، مج10، ع2، ص ص 1-12.

- اللحياني شفاء، الشطي وليد(2024م)، العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في المملكة العربية السعودية خلال الفترة (1990-2020)، المجلة العربية للنشر العلمي، مج7، ع63.
- حجى إدريس، فرج ماردين (2023م)"تحليل العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي من خلال اختبار فرضيات منحنى كوزنتس البيئي- دراسة حالة مجموعة من الدول النفطية للمدة (2003-2022)" Al Kut Journal of Economics and Administrative Sciences، College of economics and management، Waslt University
- سمير بوعافية، رحالي بلقاسم، رضا زهواني(2021)، العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في ظل فرضيات منحنى كوزنتس البيئي، دراسة قياسية لحالة الجزائر،مجلةRevue des Réformes Economiques et Intégration En Economie Mondiale ، مج15، ع1، ص ص 242-254.
- قيس حسن علوان، سعيد محمود الطراونة(2014)، المجلة الأردنية للعلوم الاقتصادية، مج1، ع2، ص ص95-108.
- فهمي سماح(2022)، تحليل تأثير النمو الاقتصادي على التدهور البيئي في مصر وفقاً لمنحنى كوزنتس، المجلة المصرية للتنمية والتخطيط، كلية التجارة، جامعة الأزهر، مصر.
- سالم نهلة فتحي(2015)، النمو الاقتصادي والتلوث البيئي اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي لكلا من مصر وتركيا والصين، كلية التجارة، جامعة الزقازيق، مصر.
- فاطمة الزهرة بن زيدان، محمد راتول(2016)، نموذج النمو الاقتصادي والتلوث البيئي، منحنى كوزنتس في الجزائر، مجلة جامعة حسيبة بن بوعلي، الشلف، الجزائر، ص ص 261- 286.
- لقريشي محمد صالح تركي(2011)، مقدمة في علم اقتصاد البيئة، إثراء للنشر والتوزيع، ط1، عمان، ص216.
- محمد ناصر أحمد(2008)، "الآثار البيئية والاقتصادية لبعض المخلفات الصناعية(دراسة مقارنة السودان ومصر)" رسالة دكتوراه، معهد الدراسات البيئية، جامعة الخرطوم، السودان.
- Nancy L. Stokey, «Are There Limits to Growth?,» International Economic Review, vol. 39, no. 1 February 1998, pp. 1-39.
- Paul M. Romer, «Increasing Returns and Long-run Growth,» Journal of Political Economy, vol. 94, no. 5 (October 1986), pp. 1002-1037.
- Kenneth Y. Chay and Michael Greenstone, «The Impact of Air Pollution on Infant Mortality: Evidence from Geographic Variation in Pollution Shocks Induced by a Recession,» Quarterly Journal of Economics, vol. 118, no. 3 (August 2003), pp. 1121-116.