Derna University Journal of Humanities and Social Sciences, Vol. 4, Issue 7, March 2026.

مجلة جامعة درنة للعلوم الإنسانية والاجتماعية
Derna University Journal of Humanities and Social Sciences (DUJHSS)
Source Homepage: https://dujhss.uod.edu.ly
P-ISSN: 2959-6475 | E-ISSN: 2959-6483 | Impact Factor: 0. 84
https://doi.org/10.58987/dujhss.v4i7.262

العلاقة بين التكنولوجيا الناشئة والنمو الاقتصادي والتغير المناخي في الدول العربية
دراسة قياسية للفترة 2000-2021

د.أيوب محمد الفارسي
قسم الاقتصاد، جامعة بنغازي، ليبيا
aiyoub.abdelsalam@uob.edu.ly

تاريخ الاستلام: 2025/12/14 ؛ تاريخ القبول: 2026/02/19 ؛ تاريخ النشر: 2026/03/02

المستخلص

تناولت هذه الدراسة الدور الذي يمكن أن تلعبه التكنولوجيا الناشئة في إحداث التوازن بين النمو الاقتصادي والتغير المناخي، ومحاولة فهم هذه العلاقة الثلاثية بين هذه العوامل، واستخدمت في هذه الدراسة منهجية الاقتصاد القياسي لقياس نماذج قياسية تحاول استجلاء هذا الأثر في الدول العربية للفترة من 2000 إلى غاية 2021 ببيانات ربع سنوية، وذلك باستخدام طريقة نموذج حدود الارتباط الذاتي المتباطئ الموزع Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Bounds Test ، وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة قوية وذات دلالة إحصائية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية، أما التكنولوجيا الناشئة فقد كان لها أثر سالب على التغير المناخي في، كذلك الأمر بالنسبة للطاقة المتجددة فهي ترتبط كذلك بعلاقة سالبة مع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. أما الأثر المعاكس وهو أثر التغير المناخي على النمو فقد توصلت الدراسة إلى أن أثر التغير المناخي كان سلبيا على النمو الاقتصادي في الدول العربية. أما الطاقة المتجددة فلتعب دورا مهما في الحد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. ونستنتج من هذه الدراسة أن التكنولوجيا الناشئة يمكن أن تلعب دورا مهما في خلق التوازن بين هدف تحقيق التنمية الاقتصادية وهدف مكافحة التغير المناخي. وتوصي هذه الدراسة الدول العربية بزيادة الإنفاق على البحث والتطوير في مجالات التكنولوجيا الناشئة وذلك دعما لعجلة التنمية وكذلك من أجل إحداث أثر إيجابي على البيئة .كما توصي الدراسة بالتحول التدريجي نحو الطاقة النظيفة مما ينعكس إيجابا على النمو الاقتصادي وكذلك على التغير المناخي، خصوصا في ظل الطاقات المتجددة التي تزخر بها المنطقة العربية مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والهيدروجين الأخضر الصديق للبيئة وبخاصة في البلدان المنتجة للنفط التي تساهم بنسبة أكبر في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بالدول غير النفطية.

الكلمات المفتاحية:

التغير المناخي، النمو الاقتصادي، التكنولوجيا الناشئة، الطاقة المتجددة.

The Relationship between Emerging Technologies, Economic Growth, and Climate Change in Arab Countries: An Econometric Study for the Period 2000–2021

Dr. AIYOUB HOMAHEM ELFARSI
Department of Economics, University of Benghazi, Libya

Received :14/12/2025 Accepted: 19/02/2026 Published: 02/03/2026

Abstract

This study explored the role of emerging technologies in balancing economic growth and climate change, seeking to understand the triangular relationship between these factors. It employed econometric methods to analyze econometric models that attempt to elucidate this impact in Arab countries from 2000 to 2021 using quarterly data. The study utilized the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Bounds Test. The findings revealed a strong and statistically significant relationship between economic growth and carbon dioxide emissions in Arab countries. Emerging technologies, however, have had a negative impact on climate change. Similarly, renewable energy also exhibited a negative relationship with carbon dioxide emissions. Conversely, the study found that climate change negatively impacted economic growth in Arab countries. Renewable energy, on the other hand, played a significant role in reducing carbon dioxide emissions. The study concludes that emerging technologies can play a crucial role in achieving a balance between economic development and combating climate change. This study recommends that Arab countries increase spending on research and development in emerging technology fields to support the development process and to have a positive impact on the environment. The study also recommends a gradual shift towards clean energy, which will have a positive impact on economic growth as well as on climate change, especially in light of the renewable energies that abound in the Arab region, such as solar energy, wind energy, and environmentally friendly green hydrogen, particularly in oil-producing countries that contribute a larger percentage to carbon dioxide emissions compared to non-oil-producing countries.

Keywords

Climate change, economic growth, emerging technology, renewable energy.

© The Author(s) 2026. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4).

1- مقدمة

أدى النمو الاقتصادي السريع الناجم عن التصنيع إلى انبعاثات كربونية كبيرة (Ansari, 2022). تؤدي هذه الانبعاثات إلى أحداث طبيعية مثل الانحباس الحراري العالمي وتغير المناخ، والتي تشكل تهديدات خطيرة لصحة الإنسان والبيئة (Meinshausen et al., 2022). تبذل البلدان حالياً كل جهد ممكن للتخفيف من انبعاثات الكربون. يعد تحديد العوامل التي تخفف من انبعاثات الكربون أمراً بالغ الأهمية للنمو المستدام (Chopra et al., 2022). في هذا الصدد، تصف فرضية كوزنتس البيئية (EKC) منحنى "على شكل حرف U مقلوب" بين مستويات الدخل وانبعاثات الكربون. في المرحلة الأولى، تزداد انبعاثات الكربون وتصل إلى نقطة معينة (تسمى نقطة التحول) مع زيادة الدخل. بعد نقطة التحول، يمكن لزيادة الدخل أن تقلل من انبعاثات الكربون وتدخل المرحلة الثانية. تستكشف فرضية كوزنتس البيئية تأثير مستويات الدخل على انبعاثات الكربون في الأمد البعيد، وتدمج الاقتصاد والبيئة في إطار بحثي متسق (Panayotou, 1993). تم اعتماد أجندة 2030 للتنمية المستدامة بشكل متناسق من قبل 193 دولة على مستوى العالم في عام 2015. تنص الأجندة على أن تحقيق التنمية المستدامة يتطلب جهداً مشتركاً في ثلاثة أبعاد: الاقتصادية والبيئية والاجتماعية (الأمم المتحدة، 2015). لذلك، من الضروري دمج المزيد من العوامل في إطار بحث EKCلتحديد العوامل التي تخفف من انبعاثات الكربون من الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية. تتمحور مشكلة الدراسة حول القيود البيئية التي تترتب عن النمو الاقتصادي، وكيف يمكن للتكنولوجيا الناشئة أن تحد من الأثر البيئي للنمو في ظل هذه القيود حيث أنه يمكن لتغير المناخ والتحديات البيئية الأخرى أن تعيق النمو الاقتصادي.

ومن هنا يجب فهم العلاقة الثلاثية بين التكنولوجيا والنمو كم جهة والتكنولوجيا وانبعاثات الكربون من جهة أخرى، وذلك لوضع السياسات وتبني الاستراتيجيات التي تتمحور حول التكنولوجيا الناشئة كأحد التوجهات التي تتبناها الحكومات العربية وبالتالي يجب الإجابة على السؤال التالي:

ما هي العلاقة بين التكنولوجيا والنمو وانبعاثات الكربون؟

إن الفهم المعمق للعلاقة بين التكنولوجيا الناشئة والتنمية الاقتصادية يمكن أن يوجه تصميم وتنفيذ سياسات نمو عالية الجودة. كما يمكن أن يسمح للدول الناشئة باللحاق بالاقتصادات المتقدمة. ومع ذلك، قبل تقييم تأثير التقدم التكنولوجي على النمو الاقتصادي فإن أهمية هذه الدراسة تتمثل في استجلاء العلاقة بين السعي إلى تحليل العلاقة بين هدفين رئيسيين من أهداف التنمية المستدامة وهما النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة والدور الذي يمكن أن تلعبه التكنولوجيا الناشئة في تحقيق التوازن بين هذين الهدفين في المنطقة

العربية، وذلك من خلال أسلوب المقارنة مع الدول المتقدمة وهي الولايات المتحدة. والهدف الرئيسي من هذه المقالة هو استكشاف تأثير التقدم التكنولوجي على النمو الاقتصادي وذلك تحت قيد البيئة من خلال تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتج عن النمو الاقتصادي في الدول العربية المنتجة للطاقة التي يعتمد اقتصادها بشكل كبير على قطاع النفط والغاز. وحيث أنه لا تزال هناك حاجة إلى مزيد من البحث للتحقيق في التفاعلات المعقدة بين إنتاج واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي والتقدم التكنولوجي.

2- الأدبيات السابقة

إن أفضل مسار للعمل لمعالجة القضايا البيئية الناجمة عن التراكم المستمر للغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي هو موضوع نقاش طويل. وبالمناسبة، فقد كُتب الكثير في الأدبيات الناشئة حول العلاقة بين النمو الاقتصادي والاستدامة البيئية. ويقدم هذا القسم نظرة عامة محدثة على اقتصاديات المشكلة ويقيم البحوث النظرية والتجريبية ذات الصلة حول العلاقة بين التوسع الاقتصادي وتغير المناخ. وقد أوضح Fankhauser and Tol (2005) المسارات التي تربط بين تغير المناخ والتوسع الاقتصادي. وقد تم تحديد القنوات الديناميكية الأساسية

التي قد يؤثر من خلالها تغير المناخ على النمو في الأمد البعيد باعتبارها تراكم رأس المال والادخار، باستخدام نظرية النمو الكلاسيكية الجديدة النموذجية كإطار أساسي للبحث. ويقترح تأثير تغير المناخ على الاستهلاك المستقبلي ورفاهة الأسر لأن الادخار والاستثمار يمثلان القيمة الحالية للاستهلاك المستقبلي. ويشكل معدل تراكم رأس المال البشري وسيلة أخرى محتملة للانتقال. كما أن ارتفاع درجات الحرارة له تأثير سلبي على صحة العمال فضلاً عن إبطاء معدل التعلم. وتعمل هذه العوامل معًا على خفض إنتاجية العمالة والنمو الاقتصادي في الأمد البعيد. كذلك فإن التكنولوجيا الناشئة وعلاقتها بالنمو والتغير المناخي تحظى باهتمام كبير في الدراسات الحديثة، وتعتبر التكنولوجيا نتاج للتقدم العلمي الذي يخصص جزء كبير منه لدراسات استخدام التكنولوجيا في تحقيق النمو الاقتصادي.

إن ندرة الطاقة والتلوث البيئي من التحديات المشتركة التي تواجه البشرية. وتواجه الاقتصادات الناشئة ضغوطًا أكبر في مجال الطاقة والبيئة أثناء عملية التصنيع السريع والنمو الاقتصادي. من ناحية أخرى، تحتاج الأسواق الناشئة إلى موارد طاقة وفيرة لدعم القضاء على الفقر والتصنيع والتحضر؛ وبالتالي فإن نقص الطاقة يمثل مشكلة لا مفر منها بالنسبة لها(Proskuryakova, 2017) من ناحية أخرى، تسلط أجندات التنمية المستدامة الضوء على المخاوف البيئية .(Asongu et al., 2017) لقد أعاقت العلاقة المتضاربة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات الكربون بشكل خطير التنمية المستدامة للدول الناشئة. وعلاوة

على ذلك، فهي لا تساعد على تحقيق أهداف خفض الانبعاثات العالمية (Wang and Jiang, 2020; Liu et al., 2020). وباعتبارها أكبر مستهلك للطاقة ومصدر لانبعاث الكربون (BP Statistical Review of World Energy, 2019) تتحمل الدول المتقدمة مسؤولية كبيرة تجاه الحفاظ على الطاقة العالمية وخفض الانبعاثات. فقد ساهم النمو الاقتصادي السريع للبلدان المتقدمة في التدهور البيئي ونقص الطاقة واختلال التوازن وما إلى ذلك من المشاكل المرتبطة بالتلوث. وتسعى الدلول المتقدمة لتحقيق هدف الموازنة بين توفير الطاقة وخفض الانبعاثات والتنمية الاقتصادية.

ويرى Schniederjans (2017), Amankwah-Amoah et al. (2018), and You et al. (2019) أن الابتكار التكنولوجي يلعب دوراً محورياً في دفع الإنتاجية والتنمية الاقتصادية، وخاصة في البلدان الناشئة. كما أنه مُعادل رائع لتقليص التفاوت بين المناطق بمجرد استمرار تأثير "اللحاق التكنولوجي" طويل الأمد في البلدان النامية (Amankwah-Amoah and Hinson, 2019; You et al., 2019, 2020). ومع ذلك، لا تؤدي كل التطورات التكنولوجية إلى تقليل احتياجات الموارد (Tsuboi, 2019) على سبيل المثال، أشار You et al. (2020) إلى أنه على الرغم من التقدم في تقنيات الإنترنت والطاقة، فإن حوالي 41٪ من سكان العالم في عام 2016 ما زالوا لا يستخدمون مصادر الطاقة الموفرة للطاقة والصديقة للبيئة. إن التقدم التكنولوجي المتعلق بالطاقة و/أو البيئة مقبول على نطاق واسع كحلول للحد من الصراع بين الطاقة والبيئة والاقتصاد (Acemoglu et al., 2012, 2018; Song and Wang, 2018).. وتوفر تقنيات توفير الطاقة والبيئة فرصاً للاقتصادات الناشئة لمواكبة البلدان المتقدمة أو حتى تجاوزها، وتحقيق التنمية المستدامة في نهاية المطاف (Zhang et al., 2020; Wang and Wei, 2020).

تاريخياً، سعى خبراء الاقتصاد لقرون من أجل فهم العلاقة بين التقدم التكنولوجي والنمو الاقتصادي (Arrow, 1962; Romer, 1994; Grossman and Helpman, 1994; Lucas, 1998; Freire, 2019) . ومع ذلك، في السنوات الأخيرة، وبسبب البيئة الجديدة التي تتميز بها الصناعة (على سبيل المثال، البيانات الضخمة، والاقتصاد الرقمي، وما إلى ذلك)، أصبحت التكنولوجيا أكثر تعقيداً واكتسبت خصائص جديدة (Sheng et al., 2019)كما تقدم مسارات التقدم التكنولوجي والترقية خصائص جديدة في الاقتصادات الناشئة تساهم من خلال الإمكانيات التي تنطوي عليها في دفع عجلة التنمية (Lacasa et al., 2019; Radosevic et al., 2019; Wang and Wei, 2020).

وتعاني الدول العربية من ضعف التقدم التكنولوجي الذي يقدم آفاقًا لتطوير أسواق جديدة، وتوفير خدمات جديدة، وتوسيع عمليات التصنيع الحالية، وخلق فرص العمل ، والتخفيف من الأضرار البيئية. وتواجه الدول العربية تحديات في تطوير وتبني التقنيات الجديدة بسبب عقبات مثل التمويل والعمالة الماهرة وحقوق الملكية الفكرية.

2-1 البحث والتطوير والنمو الاقتصادي

أصبح تطوير ونشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة أمرًا بالغ الأهمية في التحول العالمي نحو مستقبل مستدام للطاقة. يعد الإنفاق على البحث والتطوير أمرًا حيويًا في دفع عجلة الابتكار وتحسين الكفاءة وخفض تكاليف تكنولوجيات الطاقة المتجددة. توفر مراجعة الأدبيات هذه رؤى حول العلاقة بين الطاقة المتجددة ونفقات البحث والتطوير، كما تم استكشافها في الدراسات الحالية. تؤكد مجموعة متنامية من الأبحاث على الارتباط الإيجابي بين الإنفاق على البحث والتطوير وتطوير الطاقة المتجددة.

أجرى (Gallagher et al,2012) دراسة شاملة لتحليل تأثير استثمارات البحث والتطوير على ابتكارات الطاقة المتجددة ونشرها عبر البلدان. ووجدت الدراسة أن ارتفاع الإنفاق على البحث والتطوير كان مرتبطًا بزيادة قدرة الطاقة المتجددة والتقدم التكنولوجي وخفض التكاليف. وخلص المؤلفون إلى أن الاستثمارات المستدامة في البحث والتطوير ضرورية لاستمرار نمو صناعات الطاقة المتجددة وقدرتها التنافسية.

وعلاوة على ذلك، سلطت الدراسات الضوء على أهمية استثمارات البحث والتطوير في القطاعين العام والخاص في تعزيز الابتكار في مجال الطاقة المتجددة حيث قام (Popp et al,2011) بتحليل تأثير الإنفاق العام على البحث والتطوير على براءات اختراع الطاقة المتجددة. كشفت النتائج عن وجود علاقة إيجابية بين تمويل البحث والتطوير العام ونشاط براءات الاختراع في تقنيات الطاقة المتجددة، مما يشير إلى الدور الحاسم للدعم الحكومي في دفع الابتكار، بالإضافة إلى الاستثمارات العامة، فإن الإنفاق على البحث والتطوير في القطاع الخاص هو المحرك الرئيسي للابتكار في مجال الطاقة المتجددة.

أما دراسة (Huenteler et al,2016) بحثت العلاقة بين الاستثمارات الخاصة في البحث والتطوير وتطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية الكهروضوئية . وأظهرت الدراسة أن زيادة الإنفاق على البحث والتطوير في القطاع الخاص أدى إلى تحسين كفاءة وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وخفض تكاليف الإنتاج، وزيادة القدرة التنافسية في السوق.

وعلاوة على ذلك، أكدت الدراسات على أهمية جهود البحث والتطوير التعاونية وشبكات تبادل المعرفة في تطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة (Böhringer et al,2016) بحث في تأثير التعاون الدولي في مجال البحث والتطوير على تطوير تقنيات طاقة الرياح .وسلط البحث الضوء على أن أنشطة البحث والتطوير التعاونية سهلت نقل التكنولوجيا ونشر المعرفة وسرعت من تبني طاقة الرياح عبر البلدان.

وتناولت دراسة (Wang et al,2023) تأثير الاقتصاد الرقمي على النمو الاقتصادي في حالة 97 دولة. تظهر نتائج التقدير أن الاقتصاد الرقمي له تأثير إيجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشرط ألا يتجاوز إيجار المصدر الطبيعي المستوى المتوسط.

وتؤكد الدراسات أن الإنفاق على البحث والتطوير أمر حيوي لدفع عجلة الابتكار في مجال الطاقة المتجددة، والتقدم التكنولوجي، والقدرة التنافسية في السوق. وتساهم استثمارات القطاعين العام والخاص في البحث والتطوير في تطوير ونشر تقنيات الطاقة المتجددة، وتمكين الانتقال نحو نظام طاقة أكثر استدامة. ويشكل الإنفاق المستمر والمتزايد على البحث والتطوير في قطاع الطاقة المتجددة ضرورة أساسية لإطلاق العنان لمزيد من التقدم، وخفض التكاليف، واعتماد تقنيات الطاقة المتجددة على نطاق واسع.

2-2 الطاقة المتجددة وغير المتجددة والنمو الاقتصادي

لقد قدمت الدراسات البحثية فهماً قيماً للعلاقات بين استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة والنمو الاقتصادي (Nguyen and Le,2022) اكتشف أن استهلاك الطاقة غير المتجددة يزيد من دخل الفرد في الأمد البعيد. إن التغيرات في نمو دخل الفرد في فيتنام تيسرها التغيرات في استخدام الطاقة غير المتجددة والمتجددة في الأمد القريب. ومع ذلك، فإن التحولات السابقة في استخدام الطاقة غير المتجددة أضرت بالتنمية الاقتصادية الحالية للشعب الفيتنامي.

(Ivanovski et al,2021) يزعمون أن استهلاك الطاقة غير المتجددة يؤثر بشكل إيجابي وملموس على النمو الاقتصادي في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ، حيث يظهر معامل الدالة اتجاهاً تصاعدياً بمرور الوقت. إن مساهمة استهلاك الطاقة المتجددة في النمو الاقتصادي في هذه البلدان غير ذات أهمية إحصائية لمعظم الفترة التي يغطيها هذا التحليل. ومع ذلك، يساهم استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة في النمو الاقتصادي للدول غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

أما دراسة(Awodumi and Adewuyi,2020) تثبت أن التغييرات الإيجابية في استهلاك الطاقة غير المتجددة في نيجيريا تعيق النمو، ولكنها تقلل من الانبعاثات. ويعزز الاستخدام المتزايد لمصادر الطاقة

المختلفة في الجابون التنمية الاقتصادية ويحسن البيئة. وفي مصر، يعزز استخدام مصادر الطاقة المختلفة التوسع الاقتصادي في حين يكون له تأثير ضئيل على الضرر البيئي. وتساعد التغييرات الإيجابية في استخدام الطاقة غير المتجددة في أنجولا اقتصاد البلاد على الازدهار، في حين يختلف التأثير على انبعاثات الكربون بمرور الوقت واعتماداً على مصدر الطاقة. وعلى نحو مماثل، فإن التغييرات السلبية في استهلاك البترول والغاز الطبيعي في مصر ونيجيريا لها تأثيرات مماثلة. وفي غانا، وفقًا لـــ (Gyimah et al,2022)هناك تأثير تغذية مرتدة بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة المتجددة، ولكن لا يوجد تأثير غير مباشر كبير لاستهلاك الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي.

وفيما يتعلق بتبني الطاقة المتجددة، ركزت العديد من الدراسات على إمكانات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في المملكة العربية السعودية أجرى (Khan et al,2022) تقييماً شاملاً لإمكانات الطاقة الشمسية في المملكة، مسلطين الضوء على مواردها الشمسية الهائلة والفرص المتاحة لتوليد الطاقة الشمسية على نطاق واسع . وأكدوا على أهمية السياسات الداعمة والتقدم التكنولوجي والتعاون الدولي في دفع نشر أنظمة الطاقة الشمسية.

علاوة على ذلك، قامت الأدبيات بفحص المشهد السياسي والمبادرات الحكومية التي تشجع على تبني الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. (Barhoumi et al,2020) قاموا بتحليل تأثير السياسات الحكومية، بما في ذلك البرنامج الوطني للطاقة المتجددة، على تطوير الطاقة المتجددة. وخلصوا إلى أن البرنامج الوطني للطاقة المتجددة خلق بيئة مواتية لمشاريع الطاقة المتجددة، وجذب الاستثمارات المحلية والدولية، وساهم في نمو قدرة الطاقة المتجددة في المملكة.

كذلك فإن دراسة (Wang et al,2023) تظهر أن استهلاك الطاقة المتجددة يمكن أن يساعد في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 208 دولة تمت دراستها ومع ذلك، فإن الطاقة المتجددة لها تأثير إجمالي كبير على النمو الاقتصادي. وبالتالي، فإن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة لها تأثير إيجابي عام على النمو الاقتصادي. وبشكل عام، تشير الدراسات إلى اهتمام متزايد بفهم ديناميكيات استهلاك الطاقة وتبني الطاقة المتجددة في عديد البلدان.

2-3 التغير المناخي والنمو الاقتصادي

ظل المخاطر المرتبطة بتغير المناخ مصدر قلق كبير لصناع السياسات. تدرك المؤسسات المالية والبنوك المركزية بشكل متزايد مدى أهمية المخاطر المالية الناتجة عن العوامل المرتبطة بالمناخ. يمكن أن يتأثر الاقتصاد الكلي بشكل كبير بتغير المناخ. ستكون المهمة الرئيسية للسنوات العشر القادمة هي الحفاظ على

نمو ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مع خفض انبعاثات الكربون، وخاصة تلك الناتجة عن استهلاك الطاقة وإزالة الغابات. أصبحت التأثيرات الضارة لتغير المناخ على التضخم أكثر وضوحاً وشدّة في السنوات الأخيرة، مع تكثيف موجات الحر، وحرائق الغابات والأعاصير المدارية والفيضانات. تتشابك البيئة والمجتمع البشري والرفاهة مع الاقتصاد العالمي من خلال ممارسات الزراعة والغابات والصحة العامة والأمن الغذائي وانتقال الأمراض المعدية وتناقص توفر المياه (Batten et al.2020; Mukherjee & Ouattara, 2021; Khan et al., 2022).

ترتبط التكاليف المالية بارتفاع درجات الحرارة المتوسطة التي يعتقد الخبراء أنها مرتبطة بمعدل أعلى من التنمية الاقتصادية والتلوث. وقد تم إنشاء شبكة معقدة نتيجة للتحول في درجات الحرارة المتوسطة التي ربطها العلماء بارتفاع معدلات الإنتاج الاقتصادي والتلوث. إحدى النتائج المهمة للغاية للموضوع المبتكر والمبتكر المحيط بالمناقشات والمناقشات التنظيمية هي إمكانية تحديد ديناميكيات التضخم الحالية. يتميز الركود التضخمي والتضخم المفرط بأنه حدثان نادران للغاية لا يُتوقع حدوثهما، أو أن احتمال حدوثهما ضئيل بين عامي 2020 و2050. يتغير معدل التضخم العالمي باستمرار، تماماً كما يتغير المناخ باستمرار، مما يشير إلى أن منحنى المخاطر سيكون على شكل حرف V. (Dietz et al.2021; Rode et al.2021; Kalkuhl & Wenz, 2020)

إن التغيرات في استخدام الأراضي، أو الاحتباس الحراري العالمي، أو كليهما، من الممكن أن تتسبب في اختلافات في المناخ. ومن الممكن أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة هشاشة النمو الاقتصادي، بغض النظر عن السبب. وقد ثبت أن الاختلافات في هطول الأمطار ودرجات الحرارة من الممكن أن يكون لها تأثير كبير على النمو الاقتصادي على المستويات المحلية والإقليمية والوطنية والدولية على مدى عدة عقود من الزمن. ومن الجدير بالذكر بشكل خاص تأثير التقلبات المناخية على النمو الاقتصادي، حيث من المتوقع أن ترتفع تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في المستقبل. وقد يؤثر تغير المناخ على النمو الاقتصادي من خلال عدد من المسارات، وفقًا لدراسة حديثة، وإن لم يتم إثبات ذلك. ومن الممكن أن تكون هذه التأثيرات أكثر وضوحاً وانتشاراً في البلدان النامية مقارنة بالبلدان المتقدمة.(Dell et al, 2008)

ورغم أن تغير المناخ يشكل مصدر قلق عالمي، فإن أهميته تزداد في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بسبب استمرار ارتفاع درجات الحرارة في منطقة قاحلة بالفعل. وسوف تصبح موجات الحر أطول وأكثر تواترا وأكثر شدة نتيجة لارتفاع درجات الحرارة، وهو ما من شأنه أن يضر بصحة السكان والاقتصاد. وقد تؤدي درجات الحرارة المرتفعة المقترنة بزيادة الرطوبة إلى زيادة شدة موجات الحر. ومع ذلك، صادقت كل دولة في المنطقة على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وقدمت مساهمات في العديد من الوثائق المتعلقة بالمناخ(Zittis et al.2022; Salimi & Al-Ghamdi, 2020; Nathaniel et al.2020) .

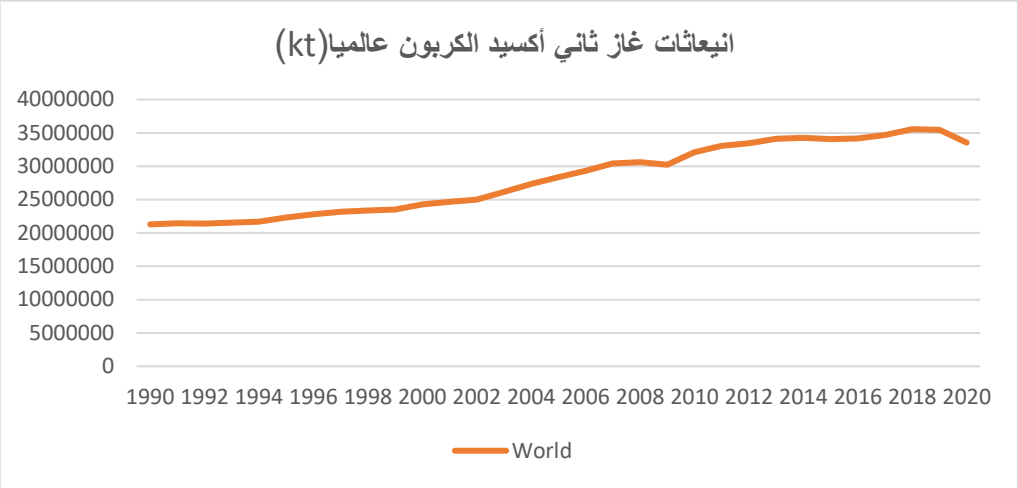
ومن المتوقع أن ينخفض توافر المياه والإنتاج الزراعي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بحلول عام 2050. وقد يتسبب هذا الانخفاض، المرتبط بندرة المياه الناجمة عن تغير المناخ، في خسائر مالية تعادل 14٪ من الناتج المحلي الإجمالي للمنطقة. وعلاوة على ذلك، تؤثر مشاكل مثل الملوحة وفقدان العناصر الغذائية للتربة وتآكل الرياح والمياه على حوالي 45٪ من المساحة الزراعية في المنطقة. وعلاوة على ذلك، من المتوقع أن يتشرد الناس بسبب تغير المناخ نتيجة للجفاف وارتفاع مستوى سطح البحر. حوالي 9٪ من السكان الذين يعيشون على طول الساحل، وخاصة أولئك الذين يقيمون على ارتفاعات أقل من خمسة أمتار فوق مستوى سطح البحر، معرضون لمثل هذا النزوح. (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2023).

3- اتجاهات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون

لقد زادت كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بأكثر من 40% منذ أواخر القرن الثامن عشر، عندما بدأ العصر الصناعي. بالإضافة إلى ذلك، زادت كمية الميثان المنبعثة بنحو 100%، في حين ارتفعت مستويات أكسيد النيتروز بأكثر من 20%. إن تغير المناخ يتأثر بأكثر من مجرد النشاط الصناعي والوقود الأحفوري. على سبيل المثال، تنتج انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز عن تغيرات استخدام الأراضي، وحرق الكتلة الحيوية، وتربية الماشية والأرز، واستخدام الأسمدة. إن إزالة الغابات تعوق إدارة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وهي إحدى الطرق التي تساهم بها في تغير المناخ، وخاصة في المناطق الاستوائية. إن الكميات الهائلة من ثاني أكسيد الكربون التي تتلقاها الأشجار الاستوائية من الغلاف الجوي ضرورية(Aresta & Dibenedetto, 2021; Valone, 2021; Nakazawa) .

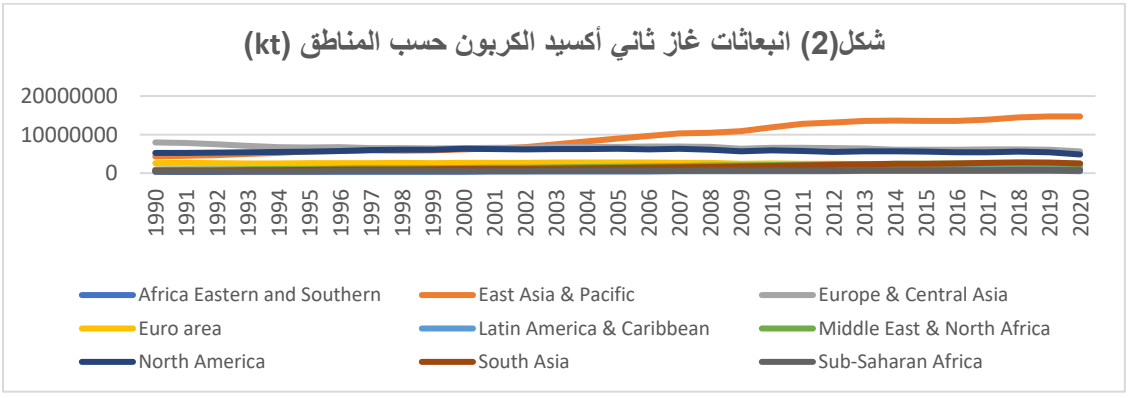
نبدأ بتحديد الأنماط الأساسية للانبعاثات عبر الفترة الزمنية التي نقوم بتحليلها من أجل تحديد المشهد للتحقيق الذي نقوم به. خلال الأعوام 1970–2015، تضاعف إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري بأكثر من الضعف. تتميز انبعاثات نصيب الفرد في البلدان بنمط مميز، مع انخفاضات ملحوظة خلال الثمانينيات والتسعينيات وارتفاع حاد بدءاً من عام 2000 (راجع الشكل 1). تتوقف السلسلة الزمنية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في عام 2015، وبالتالي فإننا نستخدم سجل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري، والذي يستمر حتى عام 2018، للجزء المتبقي من التحليل.

ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى حقيقة أن ثاني أكسيد الكربون الأحفوري هو المصدر الأساسي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيث تُظهر كلتا السلسلتين التاريخيتين ارتباطات قوية للغاية.



شكل(1): انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون عالميا(kt)

من الواضح أن منطقة آسيا والمحيط الهادئ، بقيادة الصين، كانت المصدر الرئيسي لارتفاع الانبعاثات الإجمالية خلال السنوات العشرين الماضية، وذلك بالنظر إلى الحجم الإجمالي للانبعاثات حسب المنطقة في الشكل 2. ويبدو أن المنطقتين اللتين سجلتا أعلى مستويات الانبعاثات قبل تسعينيات القرن العشرين، أميركا الشمالية وأوروبا، قد استقرتا في السنوات الخمس عشرة التالية، وهما الآن في انخفاض تدريجي، على الرغم من مستوياتهما المرتفعة. وخاصة في جنوب آسيا، حيث تعد الهند الزعيم الرئيسي، كانت الانبعاثات من المناطق الأخرى في ارتفاع. وتظل قارة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى لديها أدنى مستوى من الانبعاثات الإجمالية. ومن اللافت للنظر أنه بالمقارنة بغرب أو شرق آسيا، تظل الانبعاثات من الشرق الأوسط ـــــ أكبر منطقة منتجة للنفط في العالم هي الأقل؛ انظر الشكل(2).

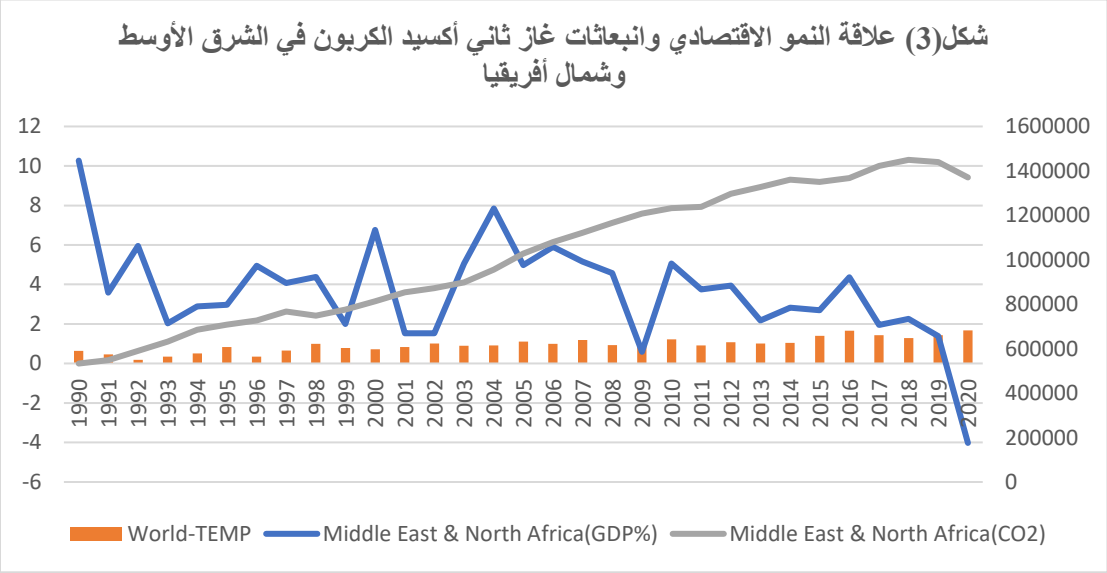


Score: World Bank Data: World Development Indicators

شكل(2): انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حسب المناطق (kt)

3-1 انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي

على مدى السنوات العشرين الماضية، نما الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بمعدل 3.5٪ في المتوسط. تسبب جائحة كوفيد-19 في انخفاض النمو الاقتصادي في المنطقة بشكل مفاجئ بنسبة 4٪ في عام 2020؛ وكان هذا أقل من المتوسط العالمي البالغ -3.1٪. ولكن كما يوضح الشكل 2، دخلت المنطقة بسرعة مرحلة التعافي في عامي 2021 و 2022، بمعدلات نمو بلغت حوالي 3.6٪ و 6٪ على التوالي. من المهم أن نتذكر أن كل دولة تشهد نمواً مختلفاً بسبب مجموعة السمات والمؤسسات الاقتصادية الخاصة بها. ومن المتوقع أن ينمو اقتصاد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في عامي 2024 و 2025، على الرغم من الصعوبات التي يفرضها الاقتصاد العالمي والركود السابق. ونلاحظ أن منحنى النمو البطيء يتزامن مع ارتفاع معدلات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.



Score: World Bank Data: World Development Indicators

شكل(3) :علاقة النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

4- المنهجية والنموذج

تستخدم هذه الدراسة طريقة الارتباط الذاتي المتباطئ الموزع Autoregressive Distributed Lag (ARDL)في تقدير نماذج الدراسة الأربعة، ولتبيان العلاقة بين التكنولوجيا الناشئة والنمو والتغير المناخي سنقوم بتقدير نموذجين للدول العربية :

النموذج الأول

يقيس هذا النموذج أثر كل من النمو الاقتصادي والتكنولوجيا الناشئة على التغير المناخي في العالم العربي وفقا للمعادلة التالية:

$$LCO2 = F\ (LGDP - LRNE - LTI - LFRST) \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

النموذج الثاني

يقيس هذا النموذج أثر كل من والتكنولوجيا الناشئة والتغير المناخي على النمو الاقتصادي في العالم العربي وفقا للمعادلة التالية:

$$LGDP = F\ (LCO2\ ,\ LRNE\ ,\ LTI\ ,\ LFRST) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث: ***متغيرات التغير المناخي*** هي LCO2 انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، الغطاء النباتي LFRST. **النمو الاقتصادي** هو LGDP الناتج المحلي الإجمالي. **متغيرات التكنولوجيا الناشئة** هي LTI التقدم التكنولوجي معبرا عنه بعدد تسجيل براءات الاختراع، LRNE الطاقة المتجددة .**متغيرات التحكم** هي LLF القوى العاملة ، LGFCF تكوين رأس المال الثابت، LEXP حجم الصادرات. وذلك لفترة 2000–2021 ببيانات ربع سنوية .

وتم استقاء البيانات الاقتصادية وبيانات المناخ من قادة بيانات البنك الدولي المفتوحة، أما بيانات الطاقة المتجددة فمصدرها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA).

4–1 طريقة القياس

على غرار الدراسات السابقة التي اتبعت تقنيات القياس الاقتصادي، والتي استخدمت اختبارات قياسية متنوعة حسب تحقق شروط كل اختبار، ففي حين أن اختبارات التكامل المشترك مثل (أنجل وجرانجر – جوهانسن) تتطلب أن تكون المتغيرات محل الدراسة متكاملة من الرتبة نفسها، إلا أن هذه الاختبارات تعطي نتائج غير دقيقة في حالة كون حجم العينة صغيراً، وهذا يضع شرطاً على استخدام هاتين الطريقتين في تحليل العلاقات طويلة الأجل بين المتغيرات(Hasler, 2005). ونتيجة لهاتين المشكلتين أصبحت منهجية (Autoregressive Distributed Lag Model ARDL) للتكامل المشترك شائعة الاستخدام في السنوات الأخيرة، والذي قُدم من قبل بيساران وآخرون (Pesaran et.al) عام (2001)، إذ دمج فيها نماذج الانحدار

الذاتي (Autoregressive Model) مع نماذج فترات الإبطاء الموزعة (Distributed Lag Model) في أنموذج واحد، وفي هذه المنهجية تكون السلسلة الزمنية دالة في إبطاء قيمها وقيم المتغيرات التفسيرية الحالية وإبطائها بمدة واحدة أو أكثر(Pesaran & et.al, 2001: 289).

يتطلب تطبيق نموذج حدود الارتباط الذاتي المتباطئ الموزع إجراء عدة مراحل ، تبدأ بضرورة فحص جذر الوحدة وذلك من أجل التأكد من درجة تكامل السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة، وعلى الرغم من أن Pesaran يرى أن اختبار الحدود في إطار (ARDL) يمكن تطبيقه بغض النظر عن خصائص السلاسل الزمنية ما اذا كانت مستقرة عند مستوياتها I(0) أو متكاملة من الدرجة الأولى I(1) أو خليط من الاثنين (Chaitip, P., & Chaiboonsri 2008) ، إلا أنه يجب التأكد من أنه لا توجد أي سلسلة زمنية متكاملة من الدرجة الثانية I(2) ، ومن ثم التحقق من وجود تكامل مشترك بين متغيرات النموذج في الأجل الطويل من خلال تقدير نموذج ARDL بطريقة المربعات الصغرى لتطبيق اختبار Wald، يلي ذلك تقدير معاملات الأجل الطويل، والأجل القصير من خلال تطبيق نموذج تصحيح الخطأ (UECM).

4-2 تقدير معلمات الأجل الطويل

4-2-1 للنموذج (1) للدول العربية

يقيس هذا النموذج أثر النمو الاقتصادي والتكنولوجيا الناشئة على التغير المناخي في الدول العربية على يتضح من خلال نتائج تقدير معلمات الأجل الطويل أن جميع المتغيرات معنوية وذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 5%و10%. ومن خلال المرونات المتحصل عليها في الجدول (1) نستنتج أن هناك علاقة موجبة ومعنوية بين النمو الاقتصادي مقاسا بالناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية، وهذه النتيجة تتفق مع ما وصل إلية .(Wang and Jiang, 2020; Liu et al., 2020) وتدل مرونة الانبعاثات تجاه تغيرات الناتج المحلي الإجمالي إلى أنه إذا ارتفع الناتج المحلي الإجمالي للدول العربية بنسبة 1% فإن الانبعاثات تزداد بنسبة 2.02%. وتشير النتائج كذلك فيما يخص العلاقة بين التكنولوجيا الناشئة ممثلة في عدد براءات الاختراع في العالم العربي، والتغير المناخي، إلى أثر معنوي عند معنوية 10%، وعلاقة عكسية، حيث إن زيادة الاختراعات في العالم العربي بنسبة 1% يقلل من التغير المناخي بنسبة 0.08%. وها يؤيد ما وصل إليه (Wang et al,2023). أما علاقة تغير المناخ ممثلا بانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالطاقة المتجدد، فقد كانت عكسية وذات دلالة إحصائية، ولكن الأثر ضعيف جدا في العالم العربي بسبب الحجم الصغير لاستخدام الطاقة المتجددة في البلدان العربية، حيث تشير النتيجة إلى أن ارتفاع استخدام مصادر الطاقة المتجددة بنسبة 1% يخفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون

بنسبة 0.008%. وهذا متوافق مع ما توصل إليه (Awodumi and Adewuyi,2020) .كذلك فإن الأثر على البيئة المتمثل في انحسار حجم الغابات والغطاء النباتي كمتغير للتحكم في النموذج يدل على أثر سالب ومعنوي بين مساحة الغابات والتغير المناخي. وهذا يتفق مع توصل إليه (Dell et al, 2008).

جدول (1) :تقدير أثر النمو الاقتصادي والتكنولوجيا الناشئة على التغير المناخي في الدول العربية

ARDL Long Run Form and Bounds Test
Dependent Variable: D(LCO2)
Selected Model: ARDL (2 ,2 ,0 ,2 ,3)
Sample: 2000Q1 2021Q4
Included observations: 82

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LGDP	2.021526	0.984690	2.052957	0.0438
LRNE	-0.008623	0.002989	-2.884539	0.0052
LTI	-0.087149	0.045727	-1.905872	0.0604
LFRST	-0.046172	0.014476	-3.189552	0.0021
C	0.358396	0.085716	4.181206	0.0001

EC = LCO2 - (2.0215*LGDP - 0.0086*LRNE -0.0871*LTI -0.0462*LFRST + 0.3584)

4-2-2 النموذج (2) للدول العربية

يقيس هذا النموذج أثر التغير المناخي والتكنولوجيا الناشئة على النمو الاقتصادي، وكانت النتائج على النحو التالي:

ارتبط النمو الاقتصادي بعلاقة عكسية وذات دلالة إحصائية مع التغير المناخي، فعندما تزداد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 1%، ينخفض الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.03%. أما أثر التكنولوجيا الناشئة على النمو الاقتصادي في العالم العربي فقد كان موجبا ومعنويا، وتشير المرونة على أن زيادة الاختراعات في العالم العربي بنسبة 1% يؤدي لزيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.12%. أما الطاقة المتجددة فكان أثرها معنويا ولكنه أثر ضعيف على النمو الاقتصادي في الدول العربية، فمرونة الناتج المحلي الإجمالي تجاه تغيرات متغير الطاقة المتجددة بلغت 0.01% فقط. أما متغيرات التحكم متمثلة في القوى العاملة وتكوين رأس المال الثابت فقد كان لها أثر إيجابي وكبير ومعنوي على النمو الاقتصادي.

جدول (2) تقدير أثر التغير المناخي والتكنولوجيا الناشئة على النمو الاقتصادي في الدول العربية

ARDL Long Run Form and Bounds Test
Dependent Variable: D(LGDP)
Selected Model: ARDL (2 ,3 ,0 ,1 ,2 ,2)
Sample: 2000Q1 2021Q4
Included observations: 82
Dependent Variable: D(LGDP)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LCO2	-0.034974	0.000205	-4.761759	0.0234
LTI	0.124786	0.045725	2.729053	0.0081
LRNE	0.010755	0.061017	12.63191	0.0000
LLF	6.267073	2.031976	3.084226	0.0030
LGFCF	1.638730	0.456221	5.667061	0.0000

EC = LGDP - (-0.3733*LCO2 + 0.1248*LTI + 0.0108*LRNE + 6.2671*LLF +1.6387*LGFCF)

4-3 اختبار التكامل المشترك F-Bound Test

يشير اختبار F لوجود علاقة تكاملية طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة في جميع النماذج، وذلك عند مستوي معنوية 5% وكذلك 10%، وذلك لكون القيمة المحسوبة في هذه الاختبار لكل النماذج كانت أعلى من الحدود العليا الجدولية.(أنظر الملاحق)

4-4 نموذج تصحيح الخطأ

تشير نتائج اختبار تصحيح الخطـــأ إلى تحقق الشرطين الكافي والضروري لكل النماذج لنجاح الاختبار وهي أن يكون متغير تصحيح الخطأ CointEq(-1) معنويا وسالبا ، وتشير قيمته إلى أن النموذج يأخذ فترة زمنية حتى يعود للتصحيح الذاتي. كما في الملحق .

4-5 الاختبارات التشخيصية

تشير الاختبارات التشخيصية لخلو النماذج القياسية الأربعة من مشاكل القياس، وهي الاستقرار الهيكلي وعدم التجانس والاشتراك الخطي، وهذا يدل على جودة هذه النماذج عند مستوى معنوية 5% كما في الملاحق المرفقة.

5- النتائج

أظهرت نتائج الدراسة أن النمو الاقتصادي في الدول العربية له أضرار على البيئة من خلال زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. أما التكنولوجيا الناشئة والطاقة المتجددة فكان لهما أثر سلبي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، كذلك تبين وجود أثر للتغير المناخي على النمو، فقد توصلت الدراسة لأثر سلبي للتغير المناخي على النمو الاقتصادي في الدول العربية، في حين خلص أن الطاقة المتجددة لتعب دورا مهما في عملية تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون؛ ونستنتج من هذه الدراسة أن التكنولوجيا الناشئة يمكن أن تلعب دورا مهما في خلق التوازن بين هدف تحقيق التنمية الاقتصادية وهدف مكافحة التغير المناخي. وأخيرا توصي هذه الدراسة الدول العربية بزيادة الإنفاق على البحث والتطوير في مجالات التكنولوجيا الناشئة وذلك دعما لعجلة التنمية وكذلك إحداث أثر إيجابي على البيئة .كما توصي الدراسة بالتحول التدريجي نحو الطاقة النظيفة مما ينعكس إيجابا على النمو الاقتصادي وكذلك على التغير المناخي، خصوصا في ظل الطاقات المتجددة التي تزخر بها المنطقة العربية مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والهيدروجين الأخضر الصديق للبيئة وبخاصة في البلدان المنتجة للنفط التي تساهم بنسبة أكبر في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بالدول غير النفطية.

المراجع

Aresta, M. & Dibenedetto, A., 2021. The Carbon Dioxide Revolution. Carbon Dioxide Revolut. [HTML]

Batten, S., Sowerbutts, R. and Tanaka, M., 2020. Climate change: Macroeconomic impact and implications for monetary policy. Ecological, societal, and technological risks and the financial sector, pp.13-38. frbsf.org

C. Böhringer, J.C. Carbone, T.F. Rutherford, ***The strategic value of carbon Ta-riffs****, Am. Econ. J. Econ. Pol., 8 (2016), pp. 28-51*

D. Popp, I. Hascic, N. Medhi, ***Technology and the diffusion of renewable ener-gy****, Energy Econ., 33 (2011), pp. 648-662*

D.G. Schniederjans , ***Adoption of 3D-printing technologies in manufacturing: a survey analysis*** , Int. J. Prod. Econ. (2017)

Dell, M.; Jones, B.F.; Olken, B.A. Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. Am. Econ. J.-Macroecon. ***2012****, 4, 66–95. [Google Scholar] [CrossRef]*

Dietz, S., Rising, J., Stoerk, T. and Wagner, G., 2021. Economic impacts of tipping points in the climate system. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(34), p.e2103081118. pnas.org

E.M. Barhoumi, P.C. Okonkwo, M. Zghaibeh, I.B. Belgacem, T.A. Alkanhal, A.G. Abo-Khalil, I. Tlili, ***Renewable energy resources and workforce case study Saudi Arabia: review and recommendations****, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 141 (2020), pp. 221-230*

Fankhauser, S. and Tol, R.S.J. (2005), 'On Climate Change and Economic Growth', Resource and Energy Economics, Vol. 27, 1-17.

Hassler, Uwe; Wolters, Jürgen(2005) , ***Autoregressive distributed lag models and cointegration Working Paper,Diskussionsbeiträg****e, No. 2005/22, Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Berlin P05.*

J. Amankwah-Amoah et al. , ***Contemporary challenges and opportunities of doing business in Africa: the emerging roles and effects of technologies***, Technol. Forecast. Soc. Chang. (2018)

J. Sheng et al., ***Technology in the 21st century: new challenges and opportunities***,Technol. Forecast. Soc. Chang. (2019)

J. Amankwah-Amoah *et al.* ***Contextual influences on new technology ventures: a study of domestic firms in Ghana*** Technol. Forecast. Soc. Chang. (2019)

J. Gyimah, X. Yao, M.A. Tachega, I.S. Hayford, E. Opoku-Mensah, ***Renewable en-ergy consumption and economic growth: new evidence from Ghana****,Energy, 248 (2022), Article 123559*

J. Huenteler, T.S. Schmidt, J. Ossenbrink, V.H. Hoffmann, ***Technology life-cycles in the energy sector—technological characteristics and the role of deployment for innova-tion*** *,Technol. Forecast. Soc. Change, 104 (2016), pp. 102-121*

K. Ivanovski, A. Hailemariam, R. Smyth, ***The effect of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth: non-parametric evidence*** *J. Clean. Prod., 286 (2021), Article 124956*

*K.S. Gallagher, A. Grübler, L. Kuhl, G. Nemet, C. Wilson**, The energy technology innovation system** ,Annu. Rev. Environ. Resour, 37 (2012), pp. 137-162*

Kalkuhl, M. & Wenz, L., 2020. The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. Journal of Environmental Economics and Management. sciencedirect.com

Khan, I., Tan, D., Azam, W., & Hassan, S. T., 2022. Alternate energy sources and environmental quality: The impact of inflation dynamics. Gondwana Research. [HTML]

L. Proskuryakova **, *Energy technology foresight in emerging economies*** Technol. Forecast. Soc. Chang. (2017)

*M.A. Ansari. 2022**, Re-visiting the Environmental Kuznets curve for ASEAN: a comparison between ecological footprint and carbon dioxide emissions,** Renew. Sustain. Energy Rev.*

M.L. Song et al. , ***Measuring environment-biased technological progress considering energy saving and emission reduction,*** Process Saf. Environ. Protect. (2018)

Malte Meinshausen,and Jared Lewis, and Christophe McGlade, &Johannes Gütschow, & Zebedee Nicholls, & Rebecca Burdon, ***Realization of Paris Agreement pledges may limit warming just below 2 °C***, *Nature* ***volume 604****, pages304–309 (2022)*.

Mukherjee, K. & Ouattara, B., 2021. Climate and monetary policy: do temperature shocks lead to inflationary pressures?. Climatic change. springer.com

Nakazawa, T., . Current understanding of the global cycling of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide. Proceedings of the Japan Academy. jst.go.jp

Nathaniel, S., Anyanwu, O. and Shah, M., 2020. Renewable energy, urbanization, and ecological footprint in the Middle East and North Africa region. Environmental science and pollution research, 27(13), pp.14601-14613. academia.edu

*O.B. Awodumi, A.O. Adewuyi,**The role of non-renewable energy consumption in economic growth and carbon emission: evidence from oil producing economies in Africa**,Energy Strategy Rev., 27 (2020), Article 100434*

*Panayotou T., 1993. "**Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development**," ILO Working Papers 992927783402676, International Labour Organization.*

*Pesaran, M.H., Shin, Y., and Smith, R.J. (2001). **Bounds testing approaches to the analysis of level relationships**. Journal of Applied Econometrics, 16 (3), 289-326.*

*Q. Wang, F. Zhang, R. Li, **Free Trade and Carbon Emissions Revisited: the Asymmetric Impacts of Trade Diversification and Trade Openness**, Sustainable Development (2023)*

*Q. Wang, F. Zhang, R. Li, **Revisiting the environmental Kuznets curve hypothesis in 208 counties: the roles of trade openness, human capital, renewable energy and natural resource rent**, Environ. Res., 216 (2023), Article 114637*

R. Chopra,2022, ***The role of renewable energy and natural resources for sustainable agriculture in ASEAN countries: do carbon emissions and deforestation affect agriculture productivity?****Resour. Pol.*

Rode, A., Carleton, T., Delgado, M., Greenstone, M., Houser, T., Hsiang, S., Hultgren, A., Jina, A., Kopp, R.E., McCusker, K.E. and Nath, I., 2021. Estimating a social cost of carbon for global energy consumption. Nature, 598(7880), pp.308-314. eartharxiv.org

S. Radosevic et al. ***, Exploring technology upgrading of emerging economies: from 'shifting wealth I' to 'shifting wealth II****?* **'**, Technol. Forecast. Soc. Chang. (2019)

S.A. Asongu et al.***Environmental degradation, ICT and inclusive development in Sub-Saharan Africa*** , Energy Policy(2017)

*S.U.D. Khan, I. Wazeer, Z. Almutairi, S.U.D. Khan,****Technical assessment of 10 MW solar thermal plant using nano-fluids and molten salts: a case study of Saudi Arabia****, Appl. Nanosci., 12 (2022), pp. 3621-3628*

Salimi, M. & Al-Ghamdi, S. G., 2020. Climate change impacts on critical urban infrastructure and urban resiliency strategies for the Middle East. Sustainable Cities and Society. [HTML]

UNDP, (2023). Rising to the challenge: Climate action in the Arab region. Retrieved from: Rising to the challenge: Climate action in the Arab region | United Nations Development Programme (undp.org)

V.C.T. Nguyen, H.Q. Le, ***Renewable energy consumption, nonrenewable energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Vietnam*** *Manag. Environ. Qual. Int. J., 33 (2022), pp. 419-434*

Valone, T. F., 2021. Linear global temperature correlation to carbon dioxide level, sea level, and innovative solutions to a projected 6 C warming by 2100. Journal of Geoscience and Environment Protection. scirp.org

Y. Liu et al. ,***Inequalities of China's regional low-carbon development,*** J. Environ. Manag. (2020)

Zittis, G., Almazroui, M., Alpert, P., Ciais, P., Cramer, W., Dahdal, Y., Fnais, M., Francis, D., Hadjinicolaou, P., Howari, F. and Jrrar, A., 2022. Climate change and weather extremes in the Eastern Mediterranean and Middle East. Reviews of geophysics, 60(3), p.e2021RG000762. wiley.com

الملاحق

ملاحق النموذج (1)

ARDL Error Correction Regression
Dependent Variable: D(LCO2)
Selected Model: ARDL(2, 2, 0, 2, 2)
Case 1: No Constant and No Trend
Date: 10/04/24 Time: 12:45
Sample: 2000Q1 2021Q4
Included observations: 83

ECM Regression
Case 1: No Constant and No Trend

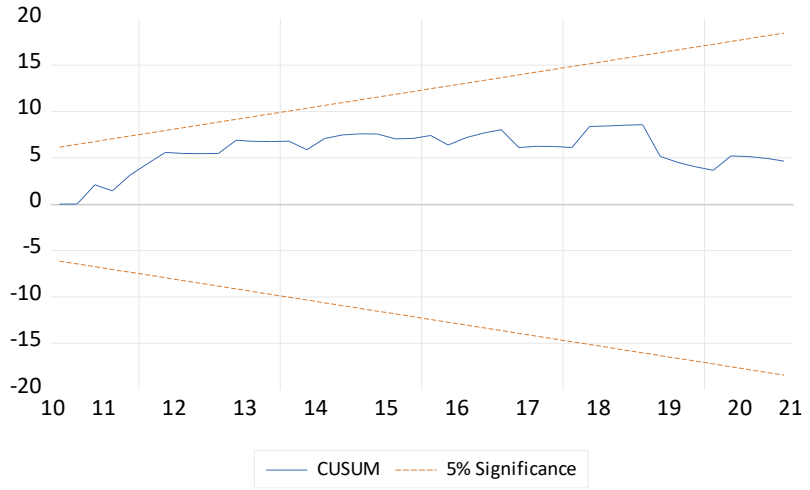
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LCO2(-1))	0.759881	0.057030	13.32428	0.0000
D(LGDP)	0.136807	0.016067	8.514818	0.0000
D(LGDP(-1))	-0.109233	0.017522	-6.234008	0.0000
D(LTI)	-0.008623	0.002989	-2.884539	0.0052
D(LTI(-1))	0.008412	0.003053	2.755064	0.0074
D(LFRST)	-0.302079	0.056119	-5.382825	0.0000
D(LFRST(-1))	0.273385	0.056932	4.801922	0.0000
CointEq(-1)*	-0.023646	0.006968	-3.393289	0.0011

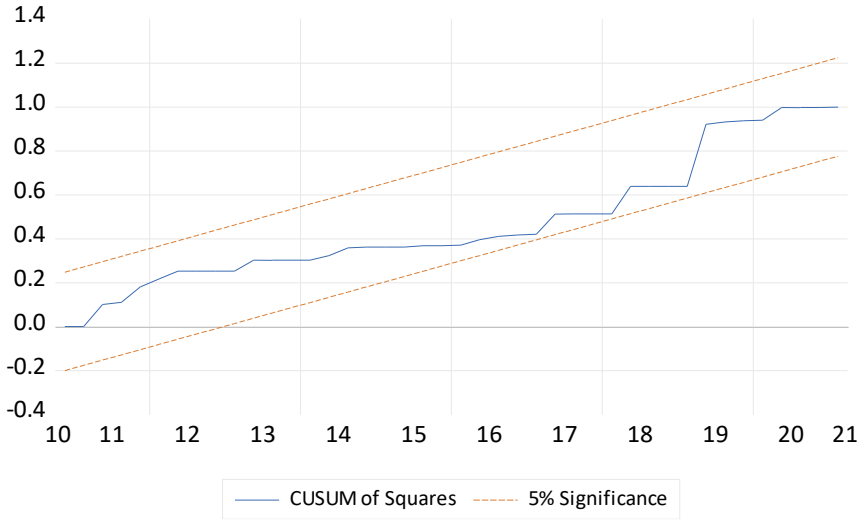
R-squared	0.897033	Mean dependent var	0.003319
Adjusted R-squared	0.887423	S.D. dependent var	0.003043
S.E. of regression	0.001021	Akaike info criterion	-10.84490
Sum squared resid	7.82E-05	Schwarz criterion	-10.61176
Log likelihood	458.0633	Hannan-Quinn criter.	-10.75124
Durbin-Watson stat	1.938129		

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test **Null Hypothesis: No levels relationship**

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	4.180062	10%	1.9	3.01
k	4	5%	2.26	3.48
		2.5%	2.62	3.9
		1%	3.07	4.44





Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.085677	Prob. F(2,69)	0.9180
Obs*R-squared	0.205612	Prob. Chi-Square(2)	0.9023

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.450268	Prob. F(12,70)	0.9363
Obs*R-squared	5.947580	Prob. Chi-Square(12)	0.9187
Scaled explained SS	14.46204	Prob. Chi-Square(12)	0.2722

ملاحق النموذج (2)

ARDL Error Correction Regression
Dependent Variable: D(LGDP)
Selected Model: ARDL(2, 2, 1, 0, 2, 2)
Case 5: Unrestricted Constant and Unrestricted Trend
Date: 10/04/24 Time: 15:29
Sample: 2000Q1 2021Q4
Included observations: 83

ECM Regression
Case 5: Unrestricted Constant and Unrestricted Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.396497	0.723184	-4.696591	0.0000
@TREND	-0.000974	0.000205	-4.761759	0.0000
D(LGDP(-1))	0.770755	0.061017	12.63191	0.0000
D(LCO2)	1.537430	0.273221	5.627061	0.0000
D(LCO2(-1))	-1.219864	0.291415	-4.186006	0.0001
D(LTI)	-0.002274	0.008442	-0.269367	0.7885
D(LLF)	5.758730	0.697721	8.253625	0.0000
D(LLF(-1))	-3.765629	0.763223	-4.933849	0.0000
D(LGFCF)	-1.329145	0.117516	-11.31033	0.0000
D(LGFCF(-1))	1.149307	0.143421	8.013499	0.0000
CointEq(-1)*	-0.087651	0.018669	-4.695002	0.0000

R-squared	0.930983	Mean dependent var	0.007158
Adjusted R-squared	0.921397	S.D. dependent var	0.012061
S.E. of regression	0.003381	Akaike info criterion	-8.418126
Sum squared resid	0.000823	Schwarz criterion	-8.097557
Log likelihood	360.3522	Hannan-Quinn criter.	-8.289339
F-statistic	97.12189	Durbin-Watson stat	2.169579
Prob(F-statistic)	0.000000		

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test **Null Hypothesis: No levels relationship**

Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	4.918712	10%	2.75	3.79
k	5	5%	3.12	4.25
		2.5%	3.49	4.67
		1%	3.93	5.23

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.991010	Prob. F(2,65)	0.3767
Obs*R-squared	2.455998	Prob. Chi-Square(2)	0.2929

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.022128	Prob. F(1,79)	0.8821
Obs*R-squared	0.022682	Prob. Chi-Square(1)	0.8803