Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 71, Part (1): 18-32
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.71.1.2

Tikrit Journal of Administrative and Economics Sciences
مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية
EISSN: 3006-9149
PISSN: 1813-1719

Studying The Impact of Investment in Renewable Energy Infrastructure On Solar Energy Consumption, taking into Account the Role of Human Capital, Financial Development, And Energy Policy in The Arab Gulf Countries Using The PSTR Method

Osama Abdelsalam Jothr* [A], Anas Dheyab Salim [B]
[A] Internal Audit and Control Department/Mustansiriyah University
[B] College of Administration and Economics / Tikrit University

Keywords:
Solar energy, investment, Gulf countries, regression model for smooth transition to solar panels.

ARTICLE INFO

Article history:

Received	03 Aug. 2025
Received in revised form	11 Aug. 2025
Accepted	26 Aug. 2025
Available online	30 Sep. 2025

©2023 THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
Osama abdelsalam Jothr
Internal Audit and Control Department/Mustansiriyah University

Abstract: The rapid growth of renewable energy, particularly solar energy, as a clean, sustainable, and affordable source of energy, particularly in developing countries and the Gulf region, which enjoy high solar radiation and sufficient financial resources, has provided an important opportunity to reduce dependence on fossil fuels and move towards a low-carbon economy. This study uses a smooth transition regression (PSTR) model to examine the factors influencing solar energy consumption in the Gulf Cooperation Council (GCC) countries. The results show that the minimum investment threshold in renewable energy infrastructure is approximately (4.25%), and that the impact of investment on renewable energy consumption beyond this level becomes positive and significant.

Improved energy policies, human capital development, the impact of climate change, and financial developments are all factors that significantly increase renewable energy consumption. The findings underscore the importance of initial investment commitment and coherent policy frameworks to accelerate the adoption of clean technologies in the region. Ultimately, this study demonstrates that integrating economic, social, and environmental factors into energy strategy formulation can pave the way for the transition to sustainable development and achieving carbon dioxide reduction goals.

Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, Vol. 21, No. 71, Part (1): 18-32
Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.71.1.2

دراسة تأثير الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة على استهلاك الطاقة الشمسية، مع الأخذ في الاعتبار دور رأس المال البشري، والتنمية المالية، وسياسة الطاقة في دول الخليج العربي باستخدام طريقة PSTR

اسامة عبد السلام جوثر
قسم الرقابة والتدقيق الداخلي
الجامعة المستنصرية

انس ذياب سالم
كلية الادارة والاقتصاد
جامعة تكريت

المستخلص

إن النمو السريع للطاقة المتجددة، وخاصةً الطاقة الشمسية، كمصدر نظيف ومستدام وبأسعار معقولة، لا سيما في الدول النامية ومنطقة الخليج العربي والتي تتمتع بإشعاع شمسي مرتفع وموارد مالية كافية، قد أتاح فرصةً مهمةً لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والتوجه نحو اقتصاد منخفض الكربون. إذ تستخدم هذه الدراسة نموذج انحدار الانتقال السلس (PSTR) لدراسة العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة الشمسية في دول مجلس التعاون الخليجي، وتُظهر النتائج أن الحد الأدنى للاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة يبلغ حوالي(4.25%)، وإن تأثير الاستثمار على استهلاك الطاقة المتجددة بعد هذا المستوى يصبح إيجابيًا وهامًا.

كما إن تحسين سياسات الطاقة، وتنمية رأس المال البشري، وتأثير تغير المناخ، والتطورات المالية، كلها عوامل تزيد بشكل كبير من استهلاك الطاقة المتجددة، وتؤكد النتائج على أهمية الالتزام الاستثماري الأولي وأطر السياسات المتماسكة لتسريع اعتماد التقنيات النظيفة في المنطقة. وفي النهاية تُظهر هذه الدراسة أن دمج العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في صياغة استراتيجيات الطاقة يمكن أن يمهد الطريق للانتقال إلى التنمية المستدامة وتحقيق أهداف خفض ثنائي اوكسيد الكربون.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، الاستثمار، دول الخليج العربي، نموذج الانحدار للانتقال السلس للألواح الشمسية.

المقدمة

تعتمد أنماط النمو الاقتصادي الجديدة بشكل كبير على استهلاك الوقود الأحفوري، وهو السبب الرئيسي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي تغير المناخ والاحتباس الحراري، اذ يُعد ثاني أكسيد الكربون أحد أهم العوامل المسببة الحاصلة في تغير المناخ، والذي له عواقب وخيمة على بقاء الحياة البشرية والانظمة البيئية والتنوع البيولوجي المستدام، وقد أدى النمو الاقتصادي السريع في العقود الأخيرة إلى زيادة استهلاك الوقود الأحفوري، مما أدى بدوره إلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري من خلال تحفيز انبعاثات ثنائي اوكسيد الكربون على نطاق واسع في هذا الصدد، إذ طبّقت العديد من الدول سياسات تنمية خالية من ثنائي اوكسيد الكربون. وعلى الرغم من الجهود الحالية لإزالة ثنائي اوكسي الكربون من البيئة واعدة، إلا أنها لا تكفي لمنع الكوارث المناخية في المستقبل، إذ إن اعتماد الجمعية العامة للأمم المتحدة لأهداف التنمية المستدامة مثّل نقطة تحول في الجهود العالمية لتحقيق التنمية المستدامة.

من بين التدابير المهمة التي اتخذتها الدول للحد من استخدام الوقود الأحفوري هو استبداله بالطاقات النظيفة والمتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية. تُعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة

المتجددة، فهي بعدّها من أنظف مصادر الطاقة وأكثرها وفرةً، حيث تلعب دورًا هامًا في التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون. وتتميز بالعديد من المزايا البيئية مقارنةً بالمصادر التقليدية، وتتمتع دول الخليج، بفضل إشعاعها الشمسي العالي واحتياطياتها المالية الكبيرة، بمكانة جيدة لتطوير الطاقة الشمسية، ومع ذلك ورغم هذه الميزة النسبية، اتسمت عملية التحول بالبطء، وهو ما يُعزى إلى نقص الخبرة التقنية، وضعف القدرات المؤسسية، وعدم نضج سياسات الطاقة المتجددة. لذلك، يُعد فهم العوامل الرئيسة المؤثرة على استهلاك الطاقة الشمسية أمرًا أساسيًا لتصميم استراتيجيات موفرة للطاقة وتسريع التحول إلى الطاقة الشمسية المستدامة. بين الاستثمار ورأس المال البشري وتغير المناخ في تشكيل أنماط استهلاك الطاقة الشمسية في ورغم أن فوائد الطاقة الشمسية معروفة جيدًا، إلا أنه لا تزال هناك فجوة بحثية كبيرة في دراسة التفاعل لدول الخليج المعتمدة على النفط.

المبحث الأول: منهجية البحث

مشكلة البحث: على الرغم من أن فوائد الطاقة الشمسية معروفة جيدًا، إلا أنه لا تزال هناك فجوة بحثية كبيرة في دراسة التفاعل لدول الخليج المعتمدة على النفط، وفي هذا الصدد تبحث هذه الدراسة في كيفية تأثير الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة على استهلاك الطاقة الشمسية، مع مراعاة دور رأس المال البشري، والتنمية المالية، وسياسة الطاقة في دول الخليج على مر الزمن.

أهمية البحث: تعد تغييرات سياسات الطاقة أهمية بالغة، لا سيما بالنسبة للدول المصدرة للنفط التي تمتلك بدورها مصادر طاقة غير متجددة وقابلة للنضوب، إذ انقضى عصر استهلاك الوقود الأحفوري، ويتعين على هذه الدول تغيير خططها واستراتيجياتها لاستخدام طاقات جديدة.

اهداف البحث: تهدف هذه الدراسة إلى

1. دراسة العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة في الدول الغنية بالنفط في الخليج العربي، بما في ذلك إيران وعمان والعراق والمملكة العربية السعودية والكويت والإمارات العربية المتحدة وقطر والبحرين.
2. تحليل دور الطاقة الشمسية في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتحسين جودة الهواء والماء، وتعزيز التنمية المستدامة. باستخدام البيانات التجريبية والتحليلات الإحصائية، تقدم هذه الدراسة حلولاً لتسريع التحول إلى الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

فرضيات البحث: يركز البحث على فرضيتين:

1. لا يؤثر استهلاك الطاقة المتجددة بشكل كبير على التنمية المالية.
2. لا يؤثر رأس المال البشري بشكل كبير على التنمية المالية.

حدود البحث: تتضمن حدود البحث الحالية الآتي:

1. الحدود المكانية: شملت الدول الغنية بالنفط في الخليج العربي، بما في ذلك إيران وعمان والعراق والمملكة العربية السعودية والكويت والإمارات العربية المتحدة وقطر والبحرين.
2. تم جمع البيانات المتعلقة بمتغيرات البحث كبيانات سنوية للمدة (2010-2023) من قواعد بيانات البنك الدولي وصندوق النقد الدولي.

الدراسات السابقة:

1. قام (Achuo et al, 2025) بدراسة التنمية المالية ورأس المال البشري والتحول في مجال الطاقة لـ 134 دولة خلال الفترة 2017-2019 باستخدام منهجية SGMM[1].أظهرت نتائجهم أنه على الرغم من أن التنمية المالية تُقلل بشكل ملحوظ من استهلاك الوقود الأحفوري، إلا أن تأثيرها على استهلاك الطاقة المتجددة إيجابي ولكنه ضئيل. من ناحية أخرى، فإن للتنمية المالية تأثير إيجابي وهام على إجمالي استهلاك الطاقة. كما تُظهر النتائج أن لتنمية رأس المال البشري تأثيرًا مُعززًا ولكنه ضئيل على عملية التحول في مجال الطاقة.
2. قام (Prgkas, 2024) بدراسة العلاقة بين رأس المال البشري واستهلاك الطاقة المتجددة في اليونان خلال الفترة 1990-2021 باستخدام نموذج ARDL. أظهرت نتائج الدراسة أن رأس المال البشري يؤثر سلبًا بشكل عام على استهلاك الطاقة على المديين القصير والطويل. ومع ذلك، فإن تأثيره على استهلاك الطاقة المتجددة إيجابي، بينما يكون سلبيًا على استهلاك الطاقة غير المتجددة، ويعود ذلك إلى إمكانية استخدام تقنيات أحدث في حال ازدياد ثراء رأس المال البشري.
3. درس (عسگرى وآخرون، 2024) العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقات المتجددة في دول أوبك خلال الفترة 2004-2018 باستخدام بيانات مختلطة. وتشير نتائج البحث إلى تأثير إيجابي وهام لمؤشر الحوكمة الرشيدة، ورأس المال البشري، وكثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والدخل على استهلاك الطاقات المتجددة، في حين أن سعر النفط الخام ليس له تأثير كبير على استهلاك هذه المجموعة من الطاقات في الدول المذكورة.
4. قام (Nawaz & Rahman, 2023) بدراسة استهلاك الطاقة المتجددة، ورأس المال البشري، والاستثمار الأجنبي المباشر، وجودة المؤسسات، والتنمية المالية في 31 دولة أفريقية جنوب الصحراء الكبرى خلال الفترة 2002-2019، باستخدام أسلوبي الخطأ المعياري المصحح (PCSE) وطريقة المربعات الصغرى المعممة المجدولة (FGLS). أظهرت نتائجهم أن التأثير التكاملي لرأس المال البشري ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يُعد أحد الخيارات السياسية الرئيسية لهذه الدول. كما أكدت العلاقة على شكل حرف U بين الناتج المحلي الإجمالي واستهلاك الطاقة.
5. (Samour et al., 2022) قاموا بدراسة تأثير التنمية المالية والاستثمار الأجنبي المباشر على الطاقة المتجددة في دولة الإمارات العربية المتحدة للفترة 1989-2019. واستخدموا أسلوبي أردل بوتستراب وغرانجر السببية، ودرسوا العلاقات قصيرة وطويلة الأجل بين المتغيرات. وأظهرت نتائج بحثهم أن التنمية المالية والاستثمار الأجنبي المباشر والنمو الاقتصادي لها تأثير إيجابي وهام على زيادة استهلاك الطاقة المتجددة.
6. (Ponce et al., 2021) قاموا بدراسة علاقة طويلة المدى بين النمو الاقتصادي والتنمية المالية، والطاقة المتجددة وغير المتجددة، ورأس المال البشري في 16 دولة من دول أمريكا اللاتينية خلال الفترة 1988-2018، باستخدام بيانات مُجمّعة. أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية بين استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي. وتحديدًا، ارتبطت زيادة بنسبة 1% في استهلاك الطاقة المتجددة بزيادة مماثلة في النمو الاقتصادي، مما يشير إلى أن استهلاك الطاقة المتجددة لا يُلقي بظلاله على النمو الاقتصادي.

[1] system generalised method of moments

المبحث الثاني: الإطار النظري والمفاهيمي

يُعدّ التحوّل إلى الطاقة المتجددة جزءًا أساسيًا من جهود مكافحة تغيّر المناخ، وتحقيق نمو اقتصادي مستدام، وضمان استقلال الطاقة. ومن بين مختلف أشكال الطاقة المتجددة، تبرز الطاقة الشمسية بفضل وفرتها، وقابليتها للتوسّع، وفوائدها البيئية. ومع ذلك، لا يعتمد هذا التحوّل على التقدم التكنولوجي فحسب، بل يتأثر أيضًا بتفاعل عوامل رئيسة عدة، مثل رأس المال البشري، والاستثمار، والتنمية المالية، وتغيّر المناخ. ويمكن أن تؤثر هذه العوامل على استهلاك الطاقة الشمسية بطرق معقدة ومترابطة.

أولاً. رأس المال البشري واستهلاك الطاقة الشمسية: يشير رأس المال البشري إلى المعرفة والمهارات والقدرات التي تمتلكها القوى العاملة والتي تعد ضرورية للابتكار والإنتاجية في مختلف القطاعات الاقتصادية. وفي سياق الطاقة المتجددة، والطاقة الشمسية، يؤدي رأس المال البشري دورًا مهمًا في اعتماد وتوسيع نطاق تقنيات الطاقة الشمسية. ووفقًا لنظرية النمو الداخلي (Romer, 1990:75)، فأن رأس المال البشري هو المحرك الرئيسي للابتكار والتقدم التكنولوجي. فالقوى العاملة الماهرة والمتعلمة تسرع من اعتماد التقنيات الجديدة. وتتمتع البلدان ذات المستويات الأعلى من رأس المال البشري بموارد أكبر للاستثمار في البحث والتطوير (R&D)، مما يؤدي إلى إنتاج تقنيات شمسية جديدة وتحسين الكفاءة وخفض التكاليف وزيادة القدرة التنافسية مع الوقود الأحفوري. فضلاً عن ذلك، فأن القوى العاملة الماهرة أكثر قدرة على تشغيل وصيانة والابتكار في أنظمة الطاقة الشمسية، مما يزيد من الإنتاجية الإجمالية لمشاريع الطاقة الشمسية. ووفقًا لنظرية نيلسون وفيلبس (1966)، فأن المستويات العالية من التعليم تزيد من قدرة القوى العاملة على استيعاب التقنيات الجديدة، وهو عامل حاسم في التحول إلى الطاقة الشمسية المتجددة.

ثانياً. الاستثمار في الطاقة الشمسية وتطويرها: يُعدّ الاستثمار عاملاً حاسماً آخر في توسيع استهلاك الطاقة الشمسية. فهو ضروري لتطوير البنية التحتية والتقنيات والأنظمة اللازمة لإنتاج وتوزيع الطاقة الشمسية، ووفقاً لنظريات الاستثمار، فأن توجيه الموارد المالية نحو البنية التحتية للطاقة يزيد من القدرة الإنتاجية ويخفض التكاليف (Sadorsky, 2010: 675). وإن الدول التي تتمتع بقنوات استثمار قوية وإمكانية وصول أفضل إلى الأسواق المالية تشهد نموًا أسرع في قطاع الطاقة المتجددة، وتشمل أنواع الاستثمار في إمدادات الطاقة الشمسية بناء محطات الطاقة الشمسية، وتركيب الألواح الكهروضوئية، وتطوير أنظمة تخزين الطاقة لحل مشكلة تقلبات توليد الطاقة، ويمكن أن تكون هذه الاستثمارات عامة أو خاصة، حيث تلعب سياسات الدعم الحكومي دورًا رئيسا في جذب استثمارات القطاع الخاص، وقد حققت الدول ذات مستويات الاستثمار الأعلى في مشاريع الطاقة الشمسية انخفاضًا أسرع في الاعتماد على الوقود الأحفوري وانخفاضًا في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Sun et a;, 2023: 1917). لا يُسهم هذا التوجه في خفض تكاليف إنتاج الطاقة على نطاق واسع فحسب، بل يُسهم أيضًا في خلق فرص عمل في مختلف القطاعات الصناعية، ويزيد من كفاءة إنتاج الطاقة النظيفة. فضلاً عن ذلك، مع ازدياد حجم إنتاج الطاقة الشمسية، تنخفض تكلفة الوحدة (Kobayashi et al, 2024: 53). وهو ما يجعل الطاقة الشمسية أكثر قدرة على المنافسة مع المصادر التقليدية مثل الفحم والغاز (Louwen et al, 2020: 364).

ثالثاً. التنمية المالية واستهلاك الطاقة الشمسية: ويعد تطوير المؤسسات المالية والأسواق أمرا ضروريا لتسهيل الاستثمار في البنية التحتية للطاقة لأنه يُهيئ بيئةً مواتيةً للتمويل والتخصيص الفعال

للموارد اللازمة لإمدادات الطاقة النظيفة، وتتمتع الدول ذات النظم المالية المتطورة بسهولة أكبر في الحصول على التمويل اللازم لاستخدام الطاقات المتجددة (Levine, 2005: 685). كما تؤدي الأسواق المالية الناضجة دورًا هامًا في زيادة إنتاج الطاقة وإمداداتها من خلال توفير أدوات مثل السندات الخضراء وصناديق الاستثمار المستدامة وخيارات التمويل طويل الأجل، مما يُقلل من تكلفة رأس المال ويُوزع المخاطر (Zhang, 2011: 2203). كما إن أثر التطور المالي لا يقتصر على التمويل فحسب، بل يُمكنه أيضًا تسريع التحول إلى الطاقة المتجددة من خلال تعزيز الابتكار التكنولوجي. فمن خلال دعم الشركات المبتكرة، تُمكّن الأنظمة المالية الفعّالة شركات الطاقة النظيفة من تطوير تقنيات شمسية جديدة وزيادة كفاءتها. كما يُمكن لتوسيع نطاق الأدوات المالية المتنوعة أن يُوجّه سلوك المستثمرين نحو مشاريع الطاقة المستدامة، ويجعل الطاقة الشمسية خيارًا استثماريًا أكثر جاذبية (Ren et al., 2020: 251). كما أظهرت الأدلة التجريبية أن التطور المالي يرتبط بشكل إيجابي بزيادة استهلاك الطاقة المتجددة، إذ يقلل من مخاطر الاستثمار ويحسن العائدات المتوقعة من خلال تسهيل عمليات التمويل (Bistline et al., 2021: 891). ومن ثم فأن تعزيز البنية التحتية المالية يمكن أن يكون إحدى الاستراتيجيات الرئيسية لتوسيع استهلاك الطاقة الشمسية وتحقيق الأهداف البيئية والتنمية المستدامة.

رابعاً. تغير المناخ واستهلاك الطاقة الشمسية: يُعد التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، وخاصةً الطاقة الشمسية، حلاً رئيساً لمكافحة تغير المناخ. ووفقاً لفرضية منحنى كوزنتس البيئي، فأن البلدان ذات المستوى الأعلى من التنمية الاقتصادية تميل أكثر إلى استخدام التقنيات النظيفة، ويعود ذلك بشكل خاص إلى المخاوف المتزايدة بشأن تغير المناخ وعواقبه على النظم البيئية وصحة الإنسان، مما يشجع الاستثمار في الطاقة المتجددة والحد من استخدام الوقود الأحفوري (Stern, 2007). ووفقاً لنظرية هيكس (1932) للابتكار المُستحث، فأن الضغوط البيئية، مثل الآثار السلبية لتغير المناخ، يمكن أن تُسرّع الابتكارات التكنولوجية في مجال الطاقة، وقد أدى تغير المناخ، الذي يشمل الاحتباس الحراري والكوارث الطبيعية وفقدان التنوع البيولوجي، إلى زيادة الوعي العالمي بالحاجة إلى مصادر طاقة نظيفة. لذا يمكن تُعد الطاقة الشمسية حلاً مستداماً وفعالاً في الحد من الآثار السلبية لتغير المناخ وتوفير طاقة نظيفة (Kemp et al., 2020). طبّقت حكومات العديد من الدول سياساتٍ مثل تسعير الكربون، ودعم الطاقة المتجددة، ووضع أهدافٍ لخفض انبعاثات الكربون لتسريع التحوّل إلى الطاقة المتجددة. فضلا عن ذلك، تُعدّ أنظمة الطاقة الشمسية أكثر مرونةً في مواجهة الكوارث الطبيعية الناجمة عن تغيّر المناخ مقارنةً بأنظمة الوقود الأحفوري، وذلك بفضل ميزاتٍ مثل التوليد المحلي واللامركزية (Jacobson et al., 2021: 154). وتجعل هذه الميزات الطاقة الشمسية واحدة من أفضل الخيارات للتعامل مع أزمات المناخ.

المبحث الثالث: الجانب التطبيقي

أولاً. منهجية البحث: تستخدم الدراسة الحالية نهج PSTR، الذي يعتمد على نموذج انحدار العتبة للوحة (PTR) (Hansen, 1999: 355) الذي تم صنعه. تعد هذه الطريقة فعالة بشكل خاص لتحليل الديناميكيات غير الخطية وتحديد تغييرات النظام التي يقودها متغير العتبة (Chroufa & Chtourou, 2023). في حين يحدد نموذج PTR التغيرات المنفصلة بين الأنظمة، فأن نموذج PSTR، الذي قدمه (Gonzalez et al, 2004) يسمح بانتقالات سلسة، مما يجعله مناسبًا لتحليل التأثيرات غير المتماثلة لسياسات الطاقة على تطوير الطاقة المتجددة في مختلف دول الخليج.

ويعد نموذج الانحدار الانتقالي السلس للألواح (PSTR) هو طريقة قياسية اقتصادية غير خطية مصممة لمحاكاة العلاقات الديناميكية غير الخطية في بيانات الألواح، إذ يتغير تأثير المتغيرات التفسيرية على المتغير التابع باستمرار تبعًا لقيمة متغير الانتقال. يسمح هذا النموذج بوجود أنظمة مختلفة في البيانات، وهو مفيد بشكل خاص لتحليل التغيرات الهيكلية بمرور الوقت أو عبر وحدات مختلفة، مثل الأفراد أو الدول أو وحدات أخرى مستعرضة.

قدّم (Gonzalez et al., 2004) نماذج PSTR لأول مرة كامتداد لنماذج بيانات الألواح التقليدية، حيث تكون الانتقالات بين الأنظمة مستمرة وسلسة. وعلى عكس النماذج الخطية القياسية التي تفترض ثبات العلاقة بين المتغيرات عبر عمليات الرصد، يسمح نموذج PSTR بوجود أنظمة مختلفة، مما يسمح بمحاكاة أكثر دقة للبيانات، خاصةً عند وجود سلوكيات تغيير الأنظمة أو تأثيرات العتبة.

يتم التعبير عن الشكل العام لنموذج PSTR على النحو الآتي:

$$y_{it} = \mu_i + \acute{\beta}_0 x_{it} + \acute{\beta}_1 x_{it}.\, g(q_{it}; \gamma, c) + \epsilon_{it} \qquad (1)$$

حيث y_it هو المتغير التابع للوحدة i في الوقت t، متجه x_it للمتغيرات التوضيحية، الثابتة التأثيرات يمثل μ_i، $g(q_{it}; \gamma, c)$ دالة النقل، q_{it} وهو متغير انتقالي يمكن نظريا أن يكون أحد المتغيرات التفسيرية، يمكن أن يكون المتغير التابع متغيرًا مداخلًا أو متغيرًا خارج النموذج، بشرط أن يكون مرتبطًا بالبنية النظرية للنموذج، γ هي شدة أو سرعة الانتقال بين الأنظمة، وc هي قيمة عتبة متغير الانتقال، وϵ_it هو مكون الخطأ.

يتم تعريف دالة النقل عادة على أنها دالة لوجستية:

$$g(q_{it}; \gamma, c) = (1 + \exp(-\gamma(q_{it} - c)))^{-1} \qquad (2)$$

تنتقل دالة النقل بسلاسة من 0 إلى 1 عندما يتجاوز q_it الحد c، مما يسمح بسلوك تبديل النظام إلى المعاملات x_it.

في نمذجة PSTR، من الضروري أن تكون متغيرات النموذج عند مستوى ثابت. إذ أشارت نتائج اختبار الثبات إلى أن بعض المتغيرات أو جميعها، أو مزيج من المتغيرات الثابتة وغير الثابتة، غير ثابتة، فهناك طريقتان لتقدير النموذج دون التسبب في مشكلة الانحدار الزائف. الطريقة الأولى هي استخدام فروق من الدرجة الأولى للمتغيرات غير الثابتة. ومع ذلك، لا يُنصح عادةً بهذا النهج لأنه يزيل المعلومات المتعلقة بمستوى المتغيرات، ونتيجة لذلك، تُفقد العلاقات طويلة الأمد بينها. علاوة على ذلك، بما أن الهدف الرئيس لطريقة PSTR هو فحص العلاقة غير الخطية بين المتغيرات على المستوى، فإن استخدام فروق المتغيرات قد يؤدي إلى تحليل مضلل للنتائج. الطريقة الثانية، التي طرحها (Kaddour & Markov, 2011) هي حلٌّ أنسب لمعالجة عدم ثبات المتغيرات في نموذج PSTR. في هذه الطريقة، تُستخرج أولاً البقايا من الجزئين الخطي وغير الخطي لنموذج PSTR. ثم يُجرى اختبار ثبات لكلٍّ من هذه البقايا. إذا كانت بقايا كلا الجزئين ثابتة، يُمكن استنتاج أن تقدير النموذج صحيح، وإن حدوث الانحدار الزائف قد تم منعه (دانشورى واخرون، 2021، 172).

ثانياً. اختبار الخطية ووجود علاقة غير خطية: وفقًا لدراسات (Gonzalez et al., 2004) و(Colletaz & Hurlin, 2006)، يُعدّ اختبار الخطية في نموذج PSTR خطوةً أساسيةً قبل التقدير النهائي للنموذج. يهدف هذا الاختبار إلى فحص وجود علاقة غير خطية بين المتغيرات. تُعرّف الفرضية الصفرية في هذا الاختبار على النحو الآتي:

Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.71.1.2

$$H_0: \gamma = 0 \quad \text{يا} \quad H_0: \alpha_1 = \beta_1 = \theta_1 = \varphi_1 = \rho_1 = 0 \qquad (3)$$

ولكن بما أن إحصاءات الاختبار غير موحدة، يُستخدم تقريب سلسلة تايلور لدالة النقل حول $\gamma=0$ للاختبار المكافئ في الانحدار المساعد. النموذج المُعدَّل يكون كما يأتي:

$$Y_{it}=\pi_i+\beta_0 A_{it}+\theta_0 B_{it}+\lambda_0 H_{it}+\tau_0(\beta_1 A_{it}+\theta_1 B_{it}+\lambda_1 H_{it})+ \tau_1 q_{it}(\beta_1 A_{it}+\theta_1 B_{it}+\lambda_1 H_{it})+\tau_n q_{it}^{n}(\beta_1 A_{it}+\theta_1 B_{it}+\lambda_1 H_{it})+\upsilon_{it} \qquad (4)$$

حيث المعلمات τ_n، تتناسب مع معامل الميل (γ). يعتمد الاختبار على إحصائيات LM-Wald وLM-Fisher ونسبة الاحتمالية Likelihood Ratio (LR). بعد التأكد من وجود علاقة غير خطية، من الضروري التحقق من عدم وجود علاقة غير خطية في المتبقيات لتحديد عدد دوال النقل.

إذا كانت هناك حاجة لأكثر من وظيفة نقل واحدة، يتم توسيع النموذج على النحو الآتي:

$$Y_{it}=\pi_i+\beta_0 A_{it}+\theta_0 B_{it}+\lambda_0 H_{it}+\tau_0(\beta_1 A_{it}+\theta_1 B_{it}+\lambda_1 H_{it}) +(\beta_1 A_{it}+\theta_1 B_{it}+\lambda_1 H_{it})F_1(q_{it};\gamma_1,C_1)+\tau_0(\beta_2 A_{it}+\theta_2 B_{it}+\lambda_2 H_{it})+\tau_1 q_{it}(\beta_2 A_{it}+ \theta_2 B_{it}+\lambda_2 H_{it})+\tau_n q_{it}^{n}(\beta_2 A_{it}+\theta_2 B_{it}+\lambda_2 H_{it})+\upsilon_{it} \qquad (5)$$

تستمر هذه العملية حتى يتم رفض الفرضية الصفرية للاختبار فيما يتعلق بعدد وظائف النقل.

ثالثاً. اختبار عدد حدود العتبة: بعد تأكيد العلاقة غير الخطية، تتمثل الخطوة الآتية في تحديد عدد حدود العتبة m=1 أو m=2. وكما ذكر Gonzalez et al(2004)، بالنسبة لـ m=1، يُؤخذ نظامان حديان في الاعتبار بناءً على القيمة المتغيرة لمتغير النقل (q_it) بالنسبة للعينة c_1. إذا كانت معامل الميل $\gamma\rightarrow\infty$، يصبح نموذج PSTR نموذج عتبة للوحة (PTR):

$$F(q_{it};\gamma,c)=\begin{cases} q_{it} > c & 1 \\ q_{it} \le c & 0 \end{cases} \qquad (6)$$

بالنسبة لـ m=2، يمكن أن يحتوي النموذج على ثلاثة أنظمة مختلفة. إذا كانت $\gamma\rightarrow0$، فسيتم تحويل النموذج إلى انحدار خطي ذي تأثيرات ثابتة.

رابعاً. نموذج البحث: في الدراسة الحالية، تم استخدام نموذج PSTR لفحص تأثير نسبة الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة إلى إجمالي البنية التحتية على استهلاك الطاقة المتجددة في دول الخليج خلال الفترة من 2010 إلى 2023.

النموذج: يتم تحديد النموذج النهائي باستخدام نموذج PSTR غير الخطي مع الأخذ في الاعتبار متغير الانتقال RIR على النحو الآتي:

$$RE_{it}=\pi_i+\alpha_1 CC_{it}+\alpha_2 HC_{it}+\alpha_3 EP_{it}+\alpha_4 FD_{it}+\lambda_0 IQ_{it}F(SLR_{it};\gamma,c)+\mu_{it} \qquad (7)$$

إذ يمثل RE_it استهلاك الطاقة المتجددة (طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية والطاقة الحيوية والبحرية)، وCC_it تغير المناخ (ارتفاع درجة الحرارة وتغير هطول الأمطار وذوبان الجليد)، وRIR_it نسبة الاستثمار في الطاقة المتجددة إلى البنية التحتية الإجمالية؛ و⟦HC⟧_it رأس المال البشري (نسبة الالتحاق الإجمالي بالمدارس الثانوية)، وEP_it سياسات الطاقة (مؤشر خفض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري)، ويمثل ⟦FD⟧_it α_4 التنمية المالية.

في المعادلة (1)، π_i هي التأثيرات الثابتة للأقسام، وα_i هي المعاملات المقدرة، وλ_0 هو معامل دالة النقل t الذي يمثل الوقت، و i يمثل الأقسام (البلدان)، وμ_{it} هو أيضًا مصطلح الخطأ. وظيفة$FIQ_{it}(, GI_{it}; \gamma, c)$ إنها تمثل دالة نقل مستمرة ومحدودة وتقع بين الصفر والواحد.

خامساً. النتائج: في النماذج المُقدَّرة باستخدام بيانات الألواح، يجب إجراء اختبارات الاعتماد المقطعي والثابت قبل تقدير النموذج. لفحص ثبات بيانات الألواح، يُمكن استخدام اختبارات جذر الوحدة لـ Levin وLin وCho، واختبار Dickey-Fuller Fisher المُعمَّم، و-Phillips-Perron Fisher، وIm-Pesran-Shin وBritang، وHadri و2003) Pesran). وبالطبع، يتطلب اختيار الاختبار المناسب من بين هذه الاختبارات فحص وجود اعتماد مقطعي في الخطوة الأولى، فإذا وُجد اعتماد مقطعي، يجب استخدام اختبار Pesran (2003)، وإلا فيُمكن استخدام اختبارات أخرى.

تظهر نتائج اختبار الاعتماد المقطعي للبنين لمتغيرات النموذج في الجدول رقم (1). الفرضية الصفرية في هذا الاختبار هي عدم وجود اعتماد مقطعي في المتغيرات قيد الاختبار، والفرضية المعاكسة تشير إلى وجود اعتماد مقطعي.

جدول (1): نتائج اختبار الاستقلال المقطعي للأولاد

إحصائيات CD	الاحتمالية الإحصائية
1/67	0/1742

المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على استخدام نموذج PSTR.

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (1) إلى أن احتمالية إحصائية اختبار CD أكبر من 0.05، ومن ثم لا تُرفض الفرضية الصفرية القائلة بعدم وجود تبعية مقطعية في نموذج البحث. ومن ثم، لا يوجد تبعية مقطعية بين المتغيرات قيد الدراسة، أي أن المقاطع مستقلة عن بعضها البعض.

لفحص ثبات بيانات اللوحة، تم استخدام اختبارات جذر الوحدة Lin وLevin و (Chow (LLC)) واختبار Im وSons و(IPS) (Shin). ونظرًا لعدم ملاحظة أي اعتماد مقطعي بين المتغيرات، فإن استخدام اختبارات الثبات الكلاسيكية هذه مسموح بها. ويستند اختبار LLC إلى افتراض وجود جذر الوحدة (عدم الثبات) في جميع الأقسام بنفس معامل الارتباط، وإذا كانت قيمة الاحتمال أقل من 0.05، يتم رفض الفرضية الصفرية ويعد المتغير ثابتًا. واستنادًا إلى نتائج الجدول رقم (2)، أظهر اختبار LLC أن جميع المتغيرات المستخدمة في النموذج ثابتة عند المستوى أو بمعنى آخر من الدرجة I(0). وهذا يدل على استقرار البيانات وإمكانية تحليلها المباشر على نفس المستوى. وقد تم استخدام اختبار الثبات IPS للحصول على دقة أكبر للتقييم. كما يعتبر هذا الاختبار أن الفرضية الصفرية هي وجود جذر وحدة في المتغيرات.

جدول (2): نتائج اختبار ثبات المتغيرات

نتائج اختبار ثبات متغيرات البحث باستخدام طريقة LLC					
اسم المتغير	I(0)		I(1)		نتيجة الاختبار
	إحصائيات t	الاحتمالية الإحصائية	إحصائيات t	الاحتمالية الإحصائية	
RE	-3/231	0/0000	-4/526	0/0000	I(0)
CC	-1/790	0/0409	-2/275	0/0000	I(0)

Doi: www.doi.org/10.25130/tjaes.21.71.1.2

نتائج اختبار ثبات متغيرات البحث باستخدام طريقة LLC					
اسم المتغير	I(0)		I(1)		نتيجة الاختبار
	إحصائيات t	الاحتمالية الإحصائية	إحصائيات t	الاحتمالية الإحصائية	
RIR	-5/663	0/0000	-5/568	0/0000	I(0)
HC	-6/547	0/0000	-9/584	0/0000	I(0)
EP	-3/738	0/0000	-3/850	0/0000	I(0)
FD	-2/851	0/500	-3/465	0/000	I(0)
نتائج اختبار ثبات متغيرات البحث باستخدام طريقة IPS					
RE	-2/457	0/0000	-3/104	0/0000	I(0)
CC	0/127	0/5505	-1/142	0/0000	I(1)
RIR	-8/932	0/0000	-9/604	0/0000	I(0)
HC	-13/000	0/0000	-15/152	0/0000	I(0)
EP	-56/000	0/0000	-77/152	0/0000	I(1)
FD	-3/612	0/000	-5/567	0/000	I(0)
نتائج اختبار استقرار بقايا الأجزاء الخطية وغير الخطية للنموذج باستخدام الطريقة LLC وIPS					
نفايات المقطع الخطي	-18/176	0/0000	-21/528	0/0000	I(0)
	-3/456	0/0000	-4/565	0/0000	I(0)
نفايات المقطع غير الخطي	-16/565	0/0000	-18/582	0/0000	I(0)
	-2/780	0/0108	-2/198	0/0000	I(0)

المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على استخدام نموذج PSTR.

وفقًا للجدول رقم (2)، وُجد أن بعض المتغيرات، بما في ذلك استهلاك الطاقة المتجددة، ونسبة الاستثمار في البنية التحتية في الطاقة المتجددة، ورأس المال البشري، كانت ثابتة عند المستوى الثابت. ومع ذلك، وُجد أن متغيرات تغير المناخ وسياسات الطاقة كانت ثابتة عند المستوى غير الثابت. ومن خلال التفاضل من الدرجة الأولى لهذه المتغيرات وإعادة تشغيل اختبار IPS، وُجد أنها كانت ثابتة عند الدرجة الأولى. ونظرًا لأن استخدام المتغيرات التفاضلية قد يلغي معلومات سطحية مهمة، ونظرًا لطبيعة نموذج PSTR الذي يركز على العلاقات غير الخطية على مستوى المتغير، فإن الاستخدام المباشر للمتغيرات التفاضلية غير مستحسن. لذلك، باتباع نهج Caudilli و Markov (2011)، تم إجراء اختبار ثابت لبقايا الأجزاء الخطية وغير الخطية من نموذج PSTR.

أظهرت نتائج الجدول (2-3) ثباتَ بقايا كلا القسمين في اختباري LLC وIPS (احتمالية الاختبار أقل من 0.05). تضمن هذه النتيجة صحة النموذج المُقدّر، وتُشير إلى عدم حدوث انحدار زائف، وأن التقدير النهائي لنموذج PSTR صحيح.

من عيوب نماذج PSTR أيضًا عدم خطيتها. ولهذا الغرض، يُستخدم اختبار معامل لاغرانج (LR)، الموضحة نتائجه في الجدول رقم 3. وبناءً على نتائج الجدول، تُثبت فرضية الخطية الصفرية.

جدول (3): نتائج الاختبار الخطية للنموذج

إحصائيات LR	الاحتمالية الإحصائية
11/567	0/0000

المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على استخدام نموذج PSTR.

بعد التأكد من عدم خطية النموذج، يجب تحديد عدد العتبات. ووفقًا لاقتراحات كولتاز وهيرلين (2006) وجوفيدا (2010)، يُقدَّر النموذج في حالتين، تتضمنان عتبة واحدة وعتبتين. في كل حالة، يُحسب مجموع مربعات المتبقيات ويُقارن باستخدام معيار معلومات أكايكي (AIC) ومعيار شوارتز-بايزي (BIC). ويُختار النموذج ذو القيمة الإحصائية الأقل في هذين المعيارين كنموذج أنسب. إذا اختلفت النتائج المُستقاة من هذين المعيارين، يُوصى باستخدام معيار شوارتز-بايزي كأساس لاتخاذ القرار.

جدول (4): نتائج الاختبار لتحديد عدد حدود العتبة

رقم العتبة	مجموع مربعات البقايا	معيار أكايكي	معيار شوارتز البايزي
1	356/352	486/413	512/432
2	384/709	501/215	551/452

المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على استخدام نموذج PSTR

تشير نتائج الجدول رقم (4) إلى أن النموذج ذو العتبة الواحدة يمتلك معيار أكايكي وشوارتز-بايزي أصغر من النموذج ذو العتبتين، وبالتالي فإن النموذج ذو العتبة الواحدة أكثر كفاءة.

وباعتبار أن النموذج لديه عينة كفاءة أعلى، يتم عرض نتائج تقدير النموذج في الجدول رقم (5).

جدول (5): نتائج تقدير النموذج باستخدام طريقة PSTR مع العتبة

اسم المتغير	المعامل	إحصائيات t	مستوى الثقة
EP	0/025	2/564	0/032
HC	0/201	4/278	0/000
CC	0/523	6/123	0/000
FD	1/421	3/856	0/500
العرض من الأصل	10/812	3/015	0/082
عتبةالنقل المتغيرة SLR_{it} = 4/25 ، ميل دالة النقل = 0/865			
SLR	-0/035	-0/361	0/962
SLR	0/214	3/451	0/000
R^2 = 0/61			

المصدر: من اعداد الباحثان بالاعتماد على استخدام نموذج PSTR.

بناءً على نتائج الجدول رقم (5)، يُظهر تقدير نموذج انحدار الانتقال السلس للوحة (PSTR) مع العتبة، وأن عتبة متغير نسبة الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة إلى إجمالي الاستثمارات تساوي 4.25 في المائة ويُقدر ميل دالة الانتقال بـ 0.865، مما يشير إلى متوسط سرعة الانتقال من

نظام إلى آخر. معامل تحديد النموذج هو 0.61، مما يشير إلى أن ما يقرب من 61 في المائة من التغييرات في استهلاك الطاقة المتجددة في دول الخليج العربي تُفسر بمتغيرات النموذج. ووفقًا للنتائج، فأن لسياسات الطاقة تأثير إيجابي على استهلاك الطاقة المتجددة، بحيث يؤدي تحسن بنسبة واحد في المائة في سياسات الطاقة إلى زيادة بنسبة 0.025 في المائة في استهلاك هذه الطاقات، وهذا التأثير مهم عند مستوى ثقة 95 في المائة. يلعب رأس المال البشري أيضًا دورًا مهمًا، إذ تؤدي زيادته بنسبة واحد في المائة إلى نمو بنسبة 0.201 في المائة في استهلاك الطاقة المتجددة، وهو ما يرتبط بمستوى دلالة قوي جدًا. يؤثر تغير المناخ أيضًا بشكل إيجابي وهام على استهلاك الطاقة المتجددة بمعامل قدره 0.523، ما يعني أن تزايد الضغوط المناخية أدى إلى زيادة الرغبة في استهلاك هذا النوع من الطاقة. ويبلغ معامل التنمية المالية لدول الخليج العربي 1.421، ما يشير إلى أن كل زيادة وتحسن بنسبة 1% في التنمية المالية لهذه الدول يزيد من استخدام الطاقة الشمسية بنسبة 1.421%.

هناك نقطة مهمة أخرى تتعلق بالتأثير المتغير لنسبة الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة، فقبل أن تصل هذه النسبة إلى عينة 25.4%، يكون تأثيرها على استهلاك الطاقة المتجددة سلبيًا وغير ذي دلالة إحصائية. ومع ذلك، بعد تجاوز هذه العينة، تُؤدي كل زيادة بنسبة 1% في هذه النسبة إلى زيادة بنسبة 0.214% في استهلاك الطاقة المتجددة، وهي نسبة ذات دلالة إحصائية كاملة عند مستوى ثقة 99%. تشير هذه النتائج إلى أن الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة لا يُحدث تأثيرًا كبيرًا على الاستهلاك إلا بعد وصوله إلى مستوى معين، ولكن بعد تجاوزه، يصبح له دور مهم وإيجابي.

وبشكل عام، يشير النموذج إلى وجود علاقة غير خطية بين الاستثمار في الطاقة المتجددة واستهلاكها، كما يشير إلى أن سياسات الطاقة ورأس المال البشري وتغير المناخ تشكل عوامل رئيسية وإيجابية في زيادة استهلاك الطاقة المتجددة في دول الخليج العربي.

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

أولاً. الاستنتاجات:

1. إن النمو السريع للطاقة المتجددة، وخاصةً الطاقة الشمسية كمصدر نظيف ومستدام ورخيص، لا سيما في الدول النامية ومنطقة الخليج العربي، التي تتمتع بإشعاع شمسي مرتفع وموارد مالية كافية، قد أتاح فرصةً مهمةً لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والتوجه نحو اقتصاد منخفض الكربون. ولذلك، تناولت هذه الدراسة العوامل المؤثرة في استهلاك الطاقة الشمسية، وخاصةً دور الاستثمار ورأس المال البشري والتنمية المالية وسياسات الطاقة باستخدام نموذج الانحدار الانتقالي السلس (PSTR) في دول الخليج العربي.
2. تُظهر نتائج تقدير النموذج مع تحديد حدّ أدنى أن المستوى الحرج للاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة يبلغ حوالي (25.4%)، وأن تجاوزه يُصبح تأثير الاستثمار على استهلاك الطاقة المتجددة إيجابيًا وهامًا. ويُفسّر النموذج حوالي (61%) من التباين في استهلاك الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي، مما يُشير إلى أهمية العوامل التي دُرست في تحديد مسار تبني الطاقة المتجددة في هذه المنطقة. إن التأثير الإيجابي والهام لسياسات الطاقة المحسنة على استهلاك الطاقة المتجددة يتوافق مع نتائج وكالة الطاقة الدولية (IEA، 2019)، والتي تؤكد على الحاجة إلى أطر سياسية متماسكة وداعمة لتسريع اعتماد تقنيات الطاقة النظيفة.

3. تشير النتائج إلى أن مستوى الاستثمار يجب أن يتجاوز حد معين ليكون له تأثير ملموس على أنماط الاستهلاك، وتؤكد على الحاجة إلى التزام رأسمالي أولي كبير في قطاع الطاقة المتجددة بشكل عام.
4. تؤكد هذه الدراسة على تعقيد وترابط العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة المتجددة في دول الخليج. وتؤثر الحوافز السياسية، وتنمية رأس المال البشري، واعتبارات تغير المناخ، ونضج النظام المالي مجتمعةً على زيادة استهلاك الطاقة المتجددة.
5. تشير الأدلة إلى أن وضع استراتيجيات متكاملة تعالج هذه الأبعاد في آن واحد أمرٌ ضروري لتسريع التحول إلى الطاقة المستدامة والوفاء بالالتزامات المناخية الدولية.

ثانياً. التوصيات:

1. يُوصى الباحثان بدراسة مصادر طاقة نظيفة أخرى في الدراسات المستقبلية.
2. إجراء دراسة منفصلة لكل دولة من شأنه أن يُقدم دراسة أكثر تفصيلاً لإطلاق واستخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج العربي.
3. من الضروري أن تقوم دول الخليج العربي بوضع خطط واستراتيجيات محددة لتحقيق الاهداف الطويلة المدى المتمثلة في استغلال الطاقة الشمسية.
4. ايلاء المزيد من الاهتمام ببناء شركات متخصصة في الطاقة المتجددة وكيفية تأثير الاستثمار في البنية التحتية للطاقة المتجددة على استهلاك الطاقة الشمسية، مع مراعاة دور رأس المال البشري، والتنمية المالية.

المصادر:

اولاً. المصادر العربية:

1. عسگرى، مصطفى.، خورسندى، مهدى.، قاسمى، على، (2024)، العوامل المؤثرة على استهلاك الطاقة المتجددة في دول أوبك باستخدام نهج البيانات اللوحيّة، المجلة الفصلية لأبحاث اقتصاديات الطاقة،12(47)، الصفحات غير محددة.
2. دانشورى، س؛ سلاطين، پ؛ خليل زاده، م، (2020)، تأثير الطاقات المتجددة على الاقتصاد الأخضر، العلوم والتكنولوجيا البيئية، 21(12)، 165-179.

ثانياً. المصادر الأجنبية:

1. Achuo, E., Kakeu, P., & Asongu, S., (2024), Financial development, human capital and energy transition: A global comparative analysis. International Journal of Energy Sector Management. https://doi.org/10.1108/IJESM-02-2023-0027
2. Bistline, J. E., Rossol, M., & Buonocore, J. J., (2021), Finance Mechanisms for Low-Carbon Technology Deployment in the Power Sector. Nature Climate Change, 11, 878–885. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01122-5
3. Colletaz, G., & Hurlin, C., (2006), Threshold effects in the public capital productivity: An international panel smooth transition approach. Working Paper, University of Orleans.
4. Gonzalez, A., Teräsvirta, T., & van Dijk, D., (2004), Panel Smooth Transition Regression Models. SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance No. 604.
5. Hansen, B. E., (1999), Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference. Journal of Econometrics, 93(2), 345–368. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(99)00025-1

6. Jacobson, M. Z., Azevedo, I. M., Bazilian, M., & Delucchi, M. A., (2021), A review of global renewable energy potentials and their integration with grid systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 153, 111514.
7. Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R., (2020), Reflexive governance for sustainable development. Routledge.
8. Kobayashi, T., et al., (2024), Cost-efficiency potential of solar energy on a global scale: Case studies for Si solar modules with PERC and heterojunction structures. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 32(1), 45–60. https://doi.org/10.1002/pip.3835
9. Levine, R., (2005), Finance and Growth: Theory and Evidence. In Aghion, P., & Durlauf, S. N. (Eds.), Handbook of Economic Growth (Vol. 1A, pp. 865–934). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01012-9
10. Louwen, A., et al., (2020), Experience Curves for Operations and Maintenance Costs of Renewable Energy Technologies. Joule, 4(2), 359–375. https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.11.012
11. Nawaz, A., & Rahman, M. M., (2023), Renewable energy consumption in Sub-Saharan Africa: The role of human capital, foreign direct investment, financial development, and institutional quality. Energy Reports, 10, 3383–3393. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.10.025
12. Pegkas, P., (2024), Energy consumption and human capital: Does human capital stimulate renewable energy? The case of Greece. Journal of the Knowledge Economy, 15(4), 17256–17283. https://doi.org/10.1007/s13132-024-02094-9
13. Ponce, P., Álvarez-García, J., Medina, J., & del Río-Rama, M. C., (2021), Financial Development, Clean Energy, and Human Capital: Roadmap towards Sustainable Growth in América Latina. Energies, 14(13), 3763. https://doi.org/10.3390/en14133763
14. Ren, S., Hao, Y., & Wu, H., (2020), The Role of Advanced Manufacturing and Renewable Energy Consumption in Green Economic Growth: Evidence from BRICS Countries. Journal of Cleaner Production, 251, 119716. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119716
15. Romer, paulM. (1990), The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems.J.P.E.98(5). S71-S102.
16. Sadorsky, P., (2010a), Renewable energy consumption and income in emerging economies. Energy Policy, 38(1), 672–682.
17. Samour, A., Baskaya, M. M., & Tursoy, T., (2022), The impact of financial development and FDI on renewable energy in the UAE: A path towards sustainable development. Sustainability, 14(3), 1208. https://doi.org/10.3390/su14031208
18. Stern, N., (2007), The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press.
19. Mohaisen, H. A., Ibrahem, A. T., & Hameed, A. A., (2023), Auditing Sustainable Performance Using the Sustainable Value-Added Model: Applied to Banks Registered in the Stock Exchange. Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences, 19(61), 2.

20. Sun, L., et al., (2023), The role of investment in advancing solar energy: A global perspective. Energy Policy, 55(7), 1910–1925.
21. UNFCCC., (2015), Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.
22. Zhang, Y.-J., (2011), The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: An Empirical Analysis in China. Energy Policy, 39(4), 2197–2203. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.026.