

توسعه مالی و توسعه انرژی‌های سبز: شواهدی از رویکرد جدید MMQREG

صباح محمدرضا فیصل

دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

تقی ابراهیمی سالاری*

دانشیار اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

نوع مقاله: پژوهشی

<https://doi.org/10.22067/mfe.2025.90613.1467>

چکیده

امروزه به دلیل تغییرات اقلیم ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی در دستیابی به توسعه پایدار ایفا می‌کنند. علاوه بر این، برای کشورها پیوستن به دهکده جهانی و توسعه بخش مالی اجتناب‌ناپذیر است. از اینرو، هدف این مطالعه بررسی نقش توسعه مالی و جهانی شدن بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در جوامع در حال توسعه آسیا با رویکرد جدید رگرسیون چندگانه لحظه‌ای (MMQREG) طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۲ است. نتایج نشان داد که مصرف انرژی، جهانی شدن و توسعه مالی به توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای در حال توسعه کمک می‌کند. نتایج بیانگر این است که رشد اقتصادی سبب کاهش توسعه انرژی‌های سبز در کشورهای در حال توسعه می‌شود. به علاوه، نتایج رابطه معناداری بین انتشار کربن و توسعه انرژی‌های سبز در کشورهای در حال توسعه نشان نداد. از اینرو، مقامات کشورهای مذکور برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار از طریق توسعه انرژی‌های پاک، باید به نقش توسعه مالی و جهانی شدن توجه ویژه‌ای داشته باشند.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، توسعه مالی، انرژی‌های پاک، جوامع در حال توسعه

* نویسنده مسؤول: ebrahimi@um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۴

صفحات: ۷۵-۹۶

Financial development and green energy development: Evidence from the new MMQREG approach

Sabah Mohammed Ridha Faisal

Economics PhD. Student of Ferdowsi University of Mashhad

Taghi Ebrahimi- Salari*

Associate Professor of Economics in Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Today, due to climate changes caused by the emission of greenhouse gases, renewable energies play an important role in achieving sustainable development. In addition, it is inevitable for countries to join the global village and develop the financial sector. Therefore, the purpose of this study is to investigate the role of financial development and globalization on the consumption of renewable energy in the developing societies of Asia with the new moment quantile regression (MMQREG) approach during the period of 1990-2022. The results showed that energy consumption, globalization, and financial development contribute to the development of clean energy in developing countries. The results show that economic growth reduces the development of green energy in developing countries. In addition, the results did not show a significant relationship between carbon emissions and green energy development in developing countries. Therefore, in order to achieve the goals of sustainable development through the development of clean energy, the authorities of the mentioned countries should pay special attention to the role of financial development and globalization.

Keywords: Sustainable development, Financial development, Clean energy, Developing societies.

مقدمه

حفظ انرژی می‌تواند کلید توسعه اقتصادی باشد. بعلاوه، عرضه انرژی مقرون به صرفه و پایدار برای رشد اقتصادی و امنیت ملی بسیار مهم است (Tarq et al., 2023). با این حال، جهان در چالش جدی بدلیل مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر مواجه شده است. کشورها به دلیل وابستگی شدید به سوخت‌های فسیلی هنوز نتوانستند به اهداف کربن‌زدایی خود برسند (Mohamed et al., 2024). گرچه انرژی برای رشد اقتصادی ضروری است اما توسعه اقتصادی با مصرف بیشتر انرژی فسیلی صدمات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد می‌کند اما ترویج انتشار انرژی‌های تجدیدپذیر در حل مشکلات زیست محیطی جهانی

می‌تواند مفید باشد (Anton & Nucu, 2020; Oduro et al., 2024). از اینرو، انتقال از انرژی‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر اقدام ضروری و بااهمیت در دستیابی به اهداف رشد اقتصادی با حفظ محیط زیست می‌باشد. بنابراین مطالعه عوامل اثرگذار بر توسعه انرژی‌های سبز مهم است.

مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها به محیطی پاک‌تر (از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای) کمک می‌کند، بلکه به استقلال از بازارهای سوخت‌های فسیلی (مانند نفت و گاز) و امنیت انرژی نیز کمک می‌کند (Mealy & Teytelboym, 2020; Zheng & Wong, 2024). تحولات ساختاری و انتقال انرژی ممکن است به تسریع کربن‌زدایی نیز کمک کند (Kousar et al., 2024). مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که بدون تغییر ساختاری در تولید انرژی، اهداف بلندپروازانه دستیابی به کربن‌زدایی از اقتصاد دور از دسترس باقی می‌مانند (Tick et al., 2024). گرچه برخی کشورهای توسعه یافته به ویژه در اروپا، رشد چشمگیری در توسعه انرژی‌های سبز داشتند اما تولید و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه رشد قابل توجهی نداشته است. از اینرو، مطالعه عوامل اثرگذار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها، می‌تواند به توسعه انرژی‌های سبز برای حفظ محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار کمک کند. در ادامه، روند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه مورد مطالعه ارائه می‌شود.

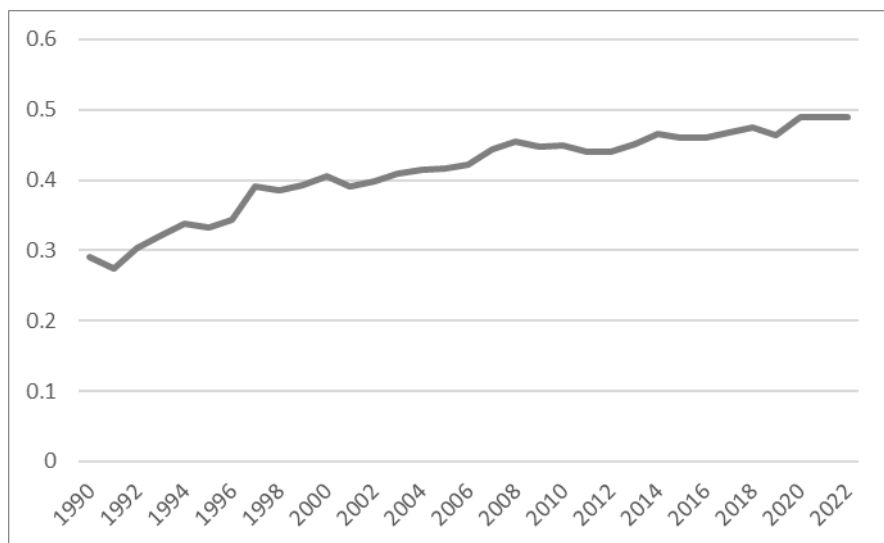


رشد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه طی

سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۲. منبع: یافته‌های تحقیق

شکل (۱) نشان می‌دهد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه نوسانات زیادی داشته است و با وجود اینکه در برخی سال‌ها روند کاهشی داشته است اما از سال ۲۰۱۵ روند رو به رشدی را طی کرده است.

عوامل متعدد اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و محیط زیستی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثرگذار است. مطالعات قبلی به نقش برخی از این عوامل (مثل رشد اقتصادی، انتشار کربن، مصرف انرژی فسیلی، حکمرانی، ریسک‌های سیاسی و اقتصادی و ...) متمرکز شدند (Xu et al., 2019; Yüksel & Ubay, 2020; Goudarzi et al., 2021; Zheng et al., 2023). علیرغم تمرکز روزافزون بر بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، اطلاعات کمی در مورد نقش و تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. بیشتر مقالات قبلی بر روی رابطه بین توسعه مالی و مصرف انرژی متعارف تمرکز داشتند (Chen et al., 2019). سرمایه‌گذاری عمومی برای حمایت از بودجه مورد نیاز صنایع تجدیدپذیر کافی نخواهد بود، بنابراین بخش مالی باید تحول بخش انرژی را تشویق کند (Anton & Nucu, 2020). یک سیستم مالی سالم و توسعه‌یافته، تأمین مالی بیشتری را برای صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر با هزینه‌های پایین‌تر ترویج می‌کند، و منجر به افزایش سرمایه‌گذاری می‌شود که به نوبه خود، تقاضا برای انرژی را افزایش می‌دهد (Anton & Nucu, 2020). بازار سرمایه توسعه یافته نشان دهنده حمایت خوبی از شرکت‌ها برای کاهش ریسک نقدینگی و جمع‌آوری وجوه مورد نیاز برای فناوری توسعه کارآمد انرژی در بلندمدت است. علاوه بر این، توسعه مالی می‌تواند توزیع مجدد وجوه از انرژی سنتی با راندمان تولید پایین را به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تسهیل کند (Shahbaz et al., 2021). تأثیر تأمین مالی بلندمدت بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و چشم‌انداز مثبت برای توسعه پایدار در کشورهای در حال توسعه، مطالعه بر روی پیوند توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را توجیه می‌کند. در ادامه، روند توسعه مالی کشورهای در حال توسعه مورد مطالعه در شکل (۲) ارائه می‌شود.

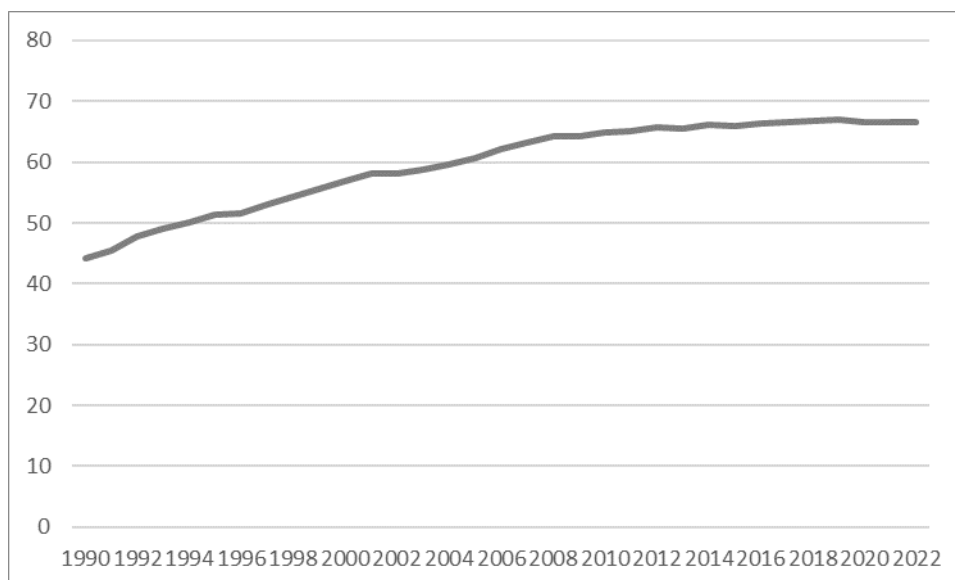


۲: روند توسعه مالی در کشورهای در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۲. Error! Reference source not found.

منبع: یافته‌های تحقیق

شکل (۲) میانگین روند توسعه مالی در کشورهای در حال توسعه را طی دوره مطالعاتی نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود توسعه مالی در طی سال‌ها روند افزایشی داشته است و از مقدار ۰/۲۹۰ در سال ۱۹۹۰ به مقدار ۰/۴۸۸ در سال ۲۰۲۲ رسیده است.

مطالعات قبلی گزارش کردند که باز بودن تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث ایجاد شغل، افزایش تولید و افزایش رشد دستمزد واقعی و سرریزهای فناوری می‌شود (Kumaran, 2020). علاوه بر این، به راحتی می‌توان بیان کرد که جهانی شدن عامل اصلی نوسازی اقتصاد در دهه‌های اخیر بوده است. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، جهانی شدن و باز بودن تجارت همگی می‌توانند به توسعه اقتصادی کمک کنند (Simpa et al., 2024). برخی نظریات استدلال می‌کنند جهانی شدن از طریق انتقال فناوری می‌تواند به توسعه انرژی‌های سبز کمک کند (Tarq et al., 2023). در حالی که برخی دیگر اشاره می‌کنند که جهانی شدن سبب انتقال صنایع با فناوری‌های پایین از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه می‌شود (Petras, 2016). از اینرو، رابطه بین جهانی شدن و مصرف انرژی تجدیدپذیر همچنان در ابهام است. بنابراین، این مطالعه به دنبال تعیین رابطه بین جهانی شدن و مصرف انرژی تجدیدپذیر است. در ادامه، روند جهانی شدن در کشورهای در حال توسعه مورد مطالعه در شکل (۳) ارائه شده است.



۳: Error! Reference source not found. روند جهانی شدن در کشورهای در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۹۰-

۲۰۲۲. منبع: یافته‌های تحقیق

همانطور که در شکل بالا مشاهده می‌شود، جهانی شدن روند رو به رشدی در کشورهای در حال توسعه داشته است به طوری که از ۴۴/۱۶۳ در سال ۱۹۹۰ به ۶۶/۵۱۸ در سال ۲۰۲۲ رسیده است. هدف این مطالعه بررسی تأثیر توسعه مالی و جهانی شدن بر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر روی داده‌های تابلویی ۱۱ کشور در حال توسعه آسیا در طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۲ است. کشورهای در حال توسعه محیط جالبی را برای مطالعه این رابطه نشان می‌دهند زیرا تفاوت‌های زیادی در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین در سطح توسعه مالی و جهانی شدن نشان می‌دهند. مقاله حاضر در چند جهت نوآورانه است. با توجه به فقدان شواهد، این مطالعه سعی دارد دانش در مورد نقش توسعه مالی و جهانی شدن را در ترویج اجرای فناوری سبز در بخش انرژی در کشورهای در حال توسعه افزایش دهد. از بهترین دانش ما، این مقاله یکی از اولین مقالاتی است که تأثیر توسعه مالی و جهانی شدن را بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه آسیا را به صورت کمی تحلیل می‌کند. نتایج تجربی می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا برای افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر و توسعه یک سیستم انرژی از نظر اقتصادی کارآمد و پایدار به اهداف توسعه پایدار نزدیک شوند. علاوه بر این، این مطالعه برای برآورد مدل از روش جدید رویکرد پانل MMQREG استفاده می‌کند که نتایج قوی و قابل اعتمادی به ویژه برای

داده‌های پرت و ناهمگن ارائه می‌دهد. ساختار بخش‌های باقی‌مانده تحقیق در زیر فهرست شده است: بخش بعدی مرور ادبیات را شرح می‌دهد. در بخش سوم، داده‌های مطالعه و مدل کاربردی ارائه شده است. بخش چهارم، نتایج تجربی مورد بحث قرار می‌گیرد. در نهایت، بخش پنجم، نتایج و پیامدهای سیاستی ارائه می‌شود.

ادبیات نظری پژوهش

در این بخش ابتدا مبانی نظری و سپس پیشینه تحقیق ارائه می‌شود.

مبانی نظری

- توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

گذار از انرژی مبتنی بر سوخت فسیلی به انرژی تجدیدپذیر اثرات خارجی منفی را از فرآیند تولید جدا می‌کند و کربن‌زدایی را تسریع می‌بخشد (Azevedo & Lagarinhos, 2024). کربن‌زدایی برای محافظت از اکوسیستم‌ها در برابر اثرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی بسیار مهم است (Tick et al., 2024). کربن‌زدایی از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، توسعه منابع انرژی پاک، بهره‌وری انرژی و فناوری برای محدود کردن گرمایش جهانی، کاهش فرآیندهای صنعتی، تولید انرژی و برق‌رسانی ضروری است (Tick et al., 2024). از اینرو، توسعه انرژی‌های سبز برای دستیابی به اهداف بی‌طرفی کربن ضروری است.

توسعه مالی می‌تواند بر مصرف انرژی از طریق سه کانال تأثیر بگذارد: اثر مستقیم، اثر تجاری و اثر ثروت. اثر مستقیم به مشتریانی اشاره دارد که در زمینه واسطه‌گری مالی، منابع کارآمد را به راحتی پیدا می‌کنند و بنابراین می‌توانند محصولات بادوام خریداری کنند که منجر به افزایش تقاضا برای انرژی می‌شود. اثر تجاری ناشی از روند رو به افزایش توسعه مالی است که به شرکت‌ها دسترسی بهتری به سرمایه مالی می‌دهد. توسعه مالی شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا به سرمایه‌های مالی کم هزینه دسترسی پیدا کنند تا فعالیت‌ها را گسترش دهند یا یک سرمایه‌گذاری جدید ایجاد کنند که اساساً تقاضای انرژی را افزایش می‌دهد. اثر ثروت توسط شرکت‌های اعتمادی و خانوارها در بازار سهام توسعه یافته ایجاد می‌شود (Sadorsky, 2011). برخی مطالعات تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی را تجزیه و تحلیل کردند، اما به نتایج یکسانی نرسیدند. Ozturk & Acaravci (2013) برای ترکیه، دریافتند که توسعه مالی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی دارد. Kutan et al (2017) دریافت که تنها توسعه بخش بانکی تأثیر مثبت قابل توجهی بر مصرف انرژی دارد. Paramati et al (2017) دریافتند که تحولات بورس نقش بسیار مهمی در افزایش

استفاده از انرژی‌های پاک دارد. برخی مطالعات نیز رابطه منفی بین توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را گزارش کردند (Shahbaz et al., 2017; Destek, 2018). برخی مطالعات نیز رابطه معناداری بین توسعه مالی و مصرف انرژی بدست نیاوردند (Altay & Topcu, 2015). Anton & Nucu (2020) دریافتند سه بعد توسعه مالی (بخش بانکی، بازار اوراق قرضه و بازار سرمایه) تأثیر مثبتی بر سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در اروپا دارند.

- جهانی شدن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

جهانی شدن عامل اصلی نوسازی اقتصاد در دهه‌های اخیر بوده است. بدون عرضه مداوم انرژی، جهانی شدن غیرممکن است (Islam, 2021). جهانی شدن انتقال تکنولوژی، نوآوری، تحقیق و پیشرفت‌های علمی را تشویق می‌کند که باعث کارایی مولد و رشد پایدار می‌شود (Rehman et al., 2023). بنابراین، فناوری پاک‌تر ممکن است توسط سرمایه‌گذاران خارجی به کار گرفته شود، که ممکن است در سایر بخش‌های اقتصاد منتشر شود و الگوهای تولید و مصرف کارآمدتر زیست‌محیطی را ایجاد کند. بنابراین، جهانی‌سازی با انتقال فناوری می‌تواند به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کند. در واقع، آگاهی بیشتر مردم را قادر می‌سازد تا شیوه‌ها و استانداردهای پایدار را رعایت کنند. با توجه به جهانی شدن سیاسی، کشورها برای نشان دادن تعهد به اجرای توافقات و پروتکل‌های بین‌المللی از جمله موافقت‌نامه پاریس، پروتکل کیوتو و اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد ترغیب می‌شوند تا با استانداردهای بین‌المللی که می‌تواند توسعه انرژی‌های پاک را گسترش دهد، هم مسیر شوند (Ahmed et al., 2022). جهانی شدن با رشد درآمدها به دلیل تغییرات ساختاری در اقتصاد از طریق اثر ترکیب، تقاضا برای فعالیت‌های پاک‌تر را توسط مردم جهان افزایش می‌دهد که مسلماً آلودگی کمتری ایجاد می‌کند و می‌تواند به جایگزینی انرژی‌های تجدیدناپذیر با تجدیدپذیر نیز منجر شود (Koduah et al., 2023). در توسعه اقتصادی بالاتر، از طریق اثر تکنیک، فناوری کثیف و منسوخ با فناوری ارتقایافته جدید و تمیزتر به ویژه از منابع انرژی تجدیدپذیر جایگزین می‌شود (Nan et al., 2023). Kumar & Agarwala (2016) ادعا کردند که انتقال فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر توسط شرکت‌های خارجی پتانسیل کمک به انرژی قابل اعتماد و پایدار در کشور میزبان را دارد. گرچه برخی مطالعات استدلال می‌کنند که جهانی شدن، بی‌عدالتی را در کشورهای در حال توسعه از طریق شرکت‌های چندملیتی و موسسات مالی جهانی تداوم می‌بخشد و ممکن است سبب کاهش توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای میزبان شود (Petrus, 2016).

پیشینه تحقیق

شاه محمدی (۲۰۲۲) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی پاک در کشورهای عضو اوپک با استفاده از الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی (Panel ARDL)، طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ پرداختند. آن‌ها رابطه منفی بین قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر گزارش کردند. آن‌ها همچنین دریافتند که متغیرهای تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت و توسعه مالی اثر مثبتی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد.

عسگری (۲۰۲۲) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ با رویکرد حداقل مربعات تعمیم یافته امکان پذیر (FGLS) پرداختند. آن‌ها شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی اکسید کربن، درآمد (GDP) و قیمت نفت خام را به عنوان عوامل مؤثر بر انرژی‌های پاک در نظر گرفتند. نتایج آن‌ها نشان داد که شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی اکسید کربن و درآمد (GDP)، اثر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک دارند اما قیمت نفت خام، اثر معناداری بر مصرف این گروه از انرژی‌ها در کشورهای یاد شده ندارد.

انتوان (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر با استفاده از داده‌های تابلویی ۲۸ کشور در اتحادیه اروپا (EU) طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۵ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که سه بعد توسعه مالی (بخش بانکی، بازار اوراق قرضه و بازار سرمایه) تأثیر مثبتی بر سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. علاوه بر این، آن‌ها دریافتند که توسعه بازار سرمایه بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در ۱۵ کشور عضو جدید اتحادیه اروپا تأثیری ندارد.

شهbaz^۱ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در ۳۴ کشور در حال توسعه با درآمد متوسط بالا از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۵ با رویکرد کاملاً اصلاح شده OLS (FMOLS) پرداختند. نتایج تجربی آن‌ها نشان دهنده وجود رابطه بلندمدت مثبت بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و توسعه مالی بود. بهر حال آن‌ها دریافتند رشد اقتصادی تأثیر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد.

احمد (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار CO₂ در کشورهای G7 طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۱۶ پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که شاخص افزایش پیچیدگی اقتصادی و انرژی هسته‌ای سبب کاهش انتشار CO₂ می‌شود و به بهبود محیط زیست کمک می‌کند. اما رشد اقتصادی و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر سبب بدتر شدن کیفیت محیط زیست می‌شود.

طرق (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین جهانی شدن و مصرف برق تجدیدپذیر در کشورهای بریکس با رویکرد تأخیر توزیع شده خودرگرسیون گروه میانگین تلفیقی (PMG) طی دوره سالانه ۲۰۰۰-۲۰۲۰ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف برق تجدیدپذیر یک رابطه مثبت بلندمدت، اما در کوتاه‌مدت رابطه منفی وجود دارد. علاوه بر این، رشد اقتصادی در بلندمدت با مصرف برق تجدیدپذیر همبستگی مثبت و در کوتاه‌مدت همبستگی منفی دارد. همچنین آن‌ها رابطه مثبتی بین جهانی شدن و مصرف برق تجدیدپذیر بدست آوردند.

لی (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر رشد مالی، حکمرانی، کیفیت محیطی و توسعه اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ با رویکردهای تأخیر توزیع شده خودرگرسیون مقطعی (CS-ARDL)، گروه میانگین تقویت شده (AMG) پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که حکمرانی، رشد مالی، اصطلاح تعامل بین رشد مالی و حکمرانی، انتشار کربن و توسعه اقتصادی به طور قابل توجهی و مستقیم بر استقرار انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا تأثیر می‌گذارد. یافته‌های برآورد گر AMG بر استحکام نتایج مطالعه آن‌ها تأیید کرد.

داده‌ها و روش پژوهش

در این بخش ابتدا داده‌ها و سپس روش تحقیق ارائه می‌شود.

داده‌ها

داده‌ها و متغیرهای مورد نیاز برای برآورد از وبسایت بانک جهانی، صندوق بین‌المللی پول و ... جمع‌آوری شده است. دامنه تحقیق کل کشورها از آسیا است که از میان آن‌ها، جوامع در حال توسعه با توجه به دسترسی به همه متغیرها طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۲ انتخاب شده است. متغیر وابسته در این مطالعه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در مصرف ناخالص انرژی

نهایی انتخاب شد. متغیرهای مستقل مورد استفاده در این مطالعه نیز از طریق تحلیل ادبیات نظری و تجربی به شرح جدول (۱) انتخاب شدند. در ادامه، تعریف و منبع داده‌ها در جدول (۱) ارائه می‌شود.

جدول (۱): تعریف و منبع متغیرهای مطالعه

نماد اختصاری متغیرها	تعریف	منبع
RE	مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر	بانک جهانی
FD	شاخص توسعه مالی	صندوق بین‌المللی پول
G	شاخص جهانی شدن	بانک جهانی
GDPP	تولید ناخالص داخلی سرانه (به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۵)	بانک جهانی
CO ₂ P	انتشار دی اکسید کربن سرانه	بانک جهانی
E	مصرف انرژی (TWH)	بانک جهانی

منبع: یافته‌های تحقیق

بعد از معرفی متغیرها، خصوصیات آماری متغیرها در جدول (۲) ارائه می‌شود.

جدول (۲): خصوصیات آماری متغیرها در جوامع در حال توسعه

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	مینیمم	ماکسیمم	تعداد مشاهدات
RE	۷/۰۹۲	۶/۹۳۲	۰/۰۰۶	۲۶/۷۵۳	۳۶۳
FD	۰/۴۱۲	۰/۱۷۴	۰	۰/۸۳۱	۳۶۳
G	۵۹/۶۳۸	۱۳/۹۰۵	۲۶/۷۴۵	۸۳/۷۲۱	۳۶۳
GDPP	۹۹۳۸/۳۴۵	۱۴۱۸۹/۸۷	۴۹۳/۰۹۵۱	۶۷۳۵۹/۷۹	۳۶۳
CO ₂ P	۴/۰۰	۳/۵۴۰	۰/۱۳۱	۱۷/۴۷۳	۳۶۳
E	۸۲۶/۴۳۹۳	۶۶۲/۹۸۰۷	۷۱/۲۵۴۶۱	۳۳۷۸/۶۴۳	۳۶۳

منبع: یافته‌های تحقیق

همانطور که در جدول (۲)، مشاهده می‌شود، میانگین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه، ۷/۰۹۲ درصد از کل انرژی‌ها است. میانگین شاخص توسعه مالی ۰/۶۵۲ است.

روش اقتصادسنجی (MMQREG)

در این مطالعه، با توجه به مطالعات (Li et al., 2024; Ahmed et al., 2022) و نظریه های ارائه شده در بخش های قبلی، عوامل موثر بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه با تمرکز بر نقش توسعه مالی تابعی از عوامل زیر در نظر گرفته شده است:

$$RE = f(FD, G, GDPP, CO2P, E) \quad (1)$$

در معادله (۱)، RE: مصرف انرژی های تجدیدپذیر، FD: توسعه مالی، G: شاخص جهانی شدن، GDPP: تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۵، CO2P: انتشار کربن سرانه و E: مصرف انرژی تجدیدناپذیر می باشد. در این تحقیق از روش تکنیک پانل جدید رگرسیون چندک لحظه ای^۱ (MMQREQ) ایجاد شده توسط Machado & Silva (2019) برای برآورد معادله (۱) استفاده می شود. در معادله (۲) کمیک شرطی برای مدل مقیاس مکان ارائه شده است:

$$Q_{\tau}(X_i | X_{it}) = \alpha_i + \delta_i q_i(\tau) + X_{it}' \gamma + Z_{it}' \varphi q(\tau) \quad (2)$$

در معادله (۲): X' : بردار رگرسیون ها را نشان می دهد. $\alpha_i + \delta_i q_i(\tau)$ پارامترها را بیان می کند و مجاز است ناهمگن باشد و در بین چندک های Y متفاوت باشد، همانطور که با ضریب اسکالر چندک (τ) اندازه گیری می شود. معادله (۲) را می توان با توجه به معادله (۱) دوباره تعریف کرد. بنابراین داریم:

$$Q_{RE_{it}}[\tau | \alpha_i, \varepsilon_{it}, X_{it}] = \alpha_{it} + \gamma_{1\tau} GDPP_{it} + \gamma_{2\tau} E_{it} + \gamma_{3\tau} FD_{it} + \gamma_{4\tau} G_{it} + \gamma_{5\tau} CO2P_{it} + \gamma_{6\tau} E_{it} + \varepsilon_{it} \varepsilon_{it} \quad (3)$$

در معادلات (۳): $Q_{RE_{it}}[\tau | \alpha_i, \varepsilon_{it}, X_{it}]$ نشان دهنده کمیت شرطی مصرف انرژی های تجدیدپذیر است که برای اثر توزیعی در τ ، دارای ضریب اسکالر $\alpha_i(\tau)$ است.

نتایج تجربی و بحث

در هر مطالعه ای قبل از برآورد مدل، باید پیش آزمون ها انجام شود تا به نتایج اعتبار دهد. در این مطالعه، ابتدا نرمالیتی متغیرها بررسی می شود زیرا رویکرد کوانتایل نسبت به متغیرها با توزیع غیر نرمال نتایج قوی تر نسبت به رگرسیون های معمولی ارائه می دهد. از اینرو، آزمون های شاپیرو-ویلک و شاپیرو-فرانس برای بررسی نرمال بودن داده ها استفاده می شود. نتایج آزمون های نرمالیتی در جدول (۳)، ارائه شده است.

¹ . Method Moments Quantile Regression

جدول (۳): نتایج آزمون نرمالیتی

آزمون هم خطی		آزمون‌های نرمالیتی		متغیرها
Mean VIF	VIF	Shapiro-France	Shapiro-Wilk	
۳/۲۳	–	۰/۸۶۶ (۰/۰۰۰)	۰/۸۶۰ (۰/۰۰۰)	RE
	۴/۸۵	۰/۹۶۰ (۰/۰۰۰)	۰/۹۵۸ (۰/۰۰۰)	FD
	۳/۹۰	۰/۹۷۸ (۰/۰۰۰)	۰/۹۷۶ (۰/۰۰۰)	G
	۳/۰۳	۰/۶۵۳ (۰/۰۰۰)	۰/۶۵۳ (۰/۰۰۰)	GDPP
	۳/۰۵	۰/۸۸۷ (۰/۰۰۰)	۰/۸۸۶ (۰/۰۰۰)	CO2P
	۱/۲۴	۰/۸۶۰ (۰/۰۰۰)	۰/۸۵۹ (۰/۰۰۰)	E

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۳)، نشان می‌دهد که همه متغیرها دارای توزیع غیرنرمال هستند. نتایج آزمون نرمالیتی، دلیل محکمی برای استفاده از رویکرد MMQREG را نشان می‌دهد. در گام بعدی، هم خطی بودن متغیرها، با آزمون هم خطی (VIF) بررسی می‌شود. نتایج آزمون هم خطی در جدول (۳) نشان می‌دهد که مقدار VIF برای همه متغیرها کمتر از ۶ است. علاوه بر این، مقدار میانگین مساوی ۳/۲۳ است که از مقدار ۶ کمتر است. بنابراین نتایج بیانگر این است که مشکل هم خطی بین متغیرها وجود ندارد. در گام بعدی، همگنی پارامتر شیب با استفاده از آزمون دلتا بررسی می‌شود. نتایج آزمون همگنی شیب در جدول (۴) گزارش شده است.

جدول (۴): نتایج آزمون ناهمگنی شیب

p-value	delta
۰/۰۰۲	۳/۷۷۵

منبع: یافته‌های تحقیق

در آزمون ناهمگنی شیب، فرضیه صفر بیانگر همگن بودن شیب‌ها است. نتایج آزمون ناهمگنی شیب در جدول (۴) نشان می‌دهد که فرضیه صفر رد می‌شود. بنابراین در پانل مورد مطالعه ما، ناهمگنی شیب وجود

دارد. در ادامه، در گروه‌های پانل مورد مطالعه از آزمون‌های ریشه واحد (CIPS) و (CADF) استفاده می‌شود. نتایج آزمون ریشه واحد در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانل

CIPS		CADF		متغیرها
I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	
-۴/۸۲۲***	-۱/۳۳۲	-۴/۶۷۴***	-۱/۶۴۲	RE
-۵/۳۱۳***	-۲/۴۸۴***	-۵/۲۸۴***	-۲/۳۸۱***	FD
-۵/۱۶۵***	-۲/۴۴۷***	-۵/۰۷۴***	-۲/۴۳۸***	G
-۳/۹۹۴***	-۲/۱۳۴	-۳/۶۵۲***	-۱/۷۷۳	GDPP
-۵/۳۳۱***	-۱/۲۴۴	-۵/۳۱۰***	-۱/۲۲۶	CO2P
-۴/۴۳۸***	-۱/۴۴۳	-۴/۳۳۷***	-۱/۱۷۴	E

منبع: یافته‌های تحقیق. ***, **, * به ترتیب معناداری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد. مقادیر بحرانی در هر دو آزمون (۲/۴۴، -۲/۲۵ و -۲/۱۴) است.

نتایج آزمون‌های ریشه واحد، نشان می‌دهد که متغیرهای FD و G در سطح مانا هستند. با این حال، با تفاضل‌گیری از متغیرها، همه متغیرها مانا می‌شوند. در گام بعدی، آزمون هم‌انباشتگی برای بررسی روابط بلندمدت بین متغیرها بکار گرفته می‌شود. در این مطالعه، از آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی^۱ و کاو^۲ استفاده می‌شود. نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول (۶): نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی

آزمون پدرونی			آزمون کاو		
ارزش احتمال	آماره	برآوردگرها	ارزش احتمال	آماره	برآوردگرها
(۰/۰۲۰)	-۲/۰۴۹	Modified Phillips-Perron t	(۰/۰۰۰)	-۴/۰۲۴	Modified Dickey-Fuller t
(۰/۰۰۷)	-۲/۳۳۶	Phillips-Perron t	(۰/۰۱۱)	-۲/۲۹۱	Dickey-Fuller t

^۱ . Pedrony

^۲ . Kao

(۰/۰۰۰)	-۲/۶۵۹	Augmented Dickey-Fuller t	(۰/۰۲۰)	-۲/۱۵۹	Augmented Dickey-Fuller t
			(۰/۰۰۰)	-۴/۹۷۶	Unadjusted modified Dickey- Fuller t
			(۰/۰۰۴)	-۲/۶۰۷	Unadjusted Dickey-Fuller t

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد، که فرضیه صفر در هر دو آزمون رد می‌شود. بنابراین نتایج بیانگر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته در پانلی از کشورهای در حال توسعه است. بعد از بررسی برخی آزمون‌های اولیه، نقش توسعه مالی بر انرژی‌های سبز در پانلی از کشورهای در حال توسعه آسیا با رویکرد رگرسیون چندک لحظه‌ای بررسی می‌شود. مطابق با بسیاری از مطالعات نتایج برآورد در (کوانتایل‌های ۱۰th، ۲۵th، ۵۰th، ۷۵th و ۹۰) در جدول (۷) ارائه می‌شود.

جدول (۷): نتایج برآورد رویکرد MMQREG

MMQREG regression							متغیر ۵
Qtile_90	Qtile_75	Qtile_50	Qtile_25	Qtile_10	Scale	Location	۱
-۰/۵۷۴ (-۱/۳۴)	-۰/۱۲۹ (-۰/۳۵)	۰/۶۲۹ (۱/۸۳)*	۱/۲۳۵ (۳/۳۴)***	۱/۵۹۲ (۳/۸۶)***	-۰/۷۱۹ (-۴/۱۱)***	۰/۵۴۴ (۱/۶۴)	LFD
۲/۰۶۱ (۳/۰۶)***	۲/۰۶۲ (۳/۵۶)***	۲/۰۶۵ (۴/۰۱)***	۲/۰۶۸ (۳/۶۱)***	۲/۰۶۹ (۳/۲۲)***	-۰/۰۰۲ (-۰/۰۱)	۲/۰۶۵ (۴/۰۱)***	LG
-۰/۶۴۴ (-۲/۷۲)***	-۰/۹۲۲ (-۴/۴۲)***	-۱/۳۹۴ (-۷/۲۳)***	-۱/۷۷۲ (-۸/۶۱)*** (	-۱/۹۹۴ (-۸/۷۱)***	۰/۴۴۸ (۴/۶۰)***	-۱/۳۴۱ (-۷/۲۵)*** (	LG DPP
-۰/۴۲۴ (-۱/۶۴)	-۰/۲۶۷ (-۱/۲۰)	-۰/۰۰۴ (۰/۲۲)	۰/۲۱۳ (۰/۹۶)	۰/۳۳۸ (۱/۳۷)	-۰/۲۵۳ (-۲/۴۲)**	-۰/۰۳۰ (-۰/۱۵)	LCO 2P
۰/۳۵۰ (۲/۲۸)**	۰/۳۹۸ (۳/۰۰)**	۰/۴۷۸ (۴/۰۴)***	۰/۵۴۲ (۴/۱۴)***	۰/۵۸۰ (۳/۹۴)***	-۰/۰۷۶ (-۱/۲۲)	۰/۴۶۹ (۳/۹۸)***	LE
-۲/۷۶۱ (-۰/۹۶)	-۱/۰۴۹ (-۰/۴۲)	۱/۸۶۵ (۰/۸۳)	۴/۱۹۵ (۱/۷۰)*	۵/۵۶۷ (۲/۰۱)**	-۲/۷۶۶ (-۲/۳۶)**	۱/۵۳۹ (۰/۶۹)	CO NS

منبع: مقدار داخل () آماره t را نشان می‌دهد. ***, **, * و * به ترتیب معناداری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که اثر توسعه مالی (FD) بر متغیر وابسته یعنی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (RE) در کشورهای در حال توسعه در همه کوانتایل‌ها به جز ۷۵ و ۹۰ مثبت و معنادار است. بیشترین ضریب تاثیر مربوط به کوانتایل ۱۰ و حدود ۱/۵۹۲ می‌باشد. در واقع، با افزایش یک صدم درصد توسعه مالی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر از یک صدم درصد افزایش می‌یابد. رشد بخش مالی می‌تواند درآمد جهت سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو و خرید تکنولوژی‌های با بهره‌وری بالا را افزایش دهد که می‌تواند به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کند. شاه‌محمدی سه‌چکی و همکاران (۱۴۰۲) نیز رابطه مثبتی بین توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اوپک بدست آورد. لی و همکاران (2024) در کشورهای خاورمیانه رابطه مثبتی بین توسعه مالی و توسعه انرژی‌های پاک پیدا کردند.

نتایج حاصل از برآورد رگرسیون جدید (MMQREG) بین جهانی شدن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه رابطه مثبت و معناداری در همه چندک‌ها نشان می‌دهد. بیشترین ضریب اثرگذاری مربوط به کوانتایل ۱۰ است. افزایش جهانی شدن امکان انتقال فناوری‌های پیشرفته را بین کشورها تسهیل می‌کند که با انتقال فناوری، به توسعه انرژی‌های سبز که به تکنولوژی‌های پیشرفته و نوآورانه نیاز دارد، کمک می‌کند. قازوانی (2024) رابطه مثبت و معناداری بین جهانی شدن و مصرف انرژی‌های سبز کشف کرد.

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های پاک در کشورهای در حال توسعه رابطه منفی و معناداری وجود دارد. ضریب اثرگذاری در کشورها با مصرف انرژی تجدیدپذیر کمتر (چندک‌های پایین‌تر) بیشتر است. به طوری که بیشترین ضریب اثرگذاری در کوانتایل ۱۰ و حدود ۱/۹۹۴ است. در واقع، نتایج بیان می‌کند که با افزایش رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، توسعه انرژی‌های پاک کاهش می‌یابد. احمد و همکاران (2022) رابطه منفی بین رشد اقتصادی و توسعه انرژی‌های پاک بدست آوردند. برخی مطالعات نیز نتایج متناقضی گزارش کردند. پالسن (2022) رابطه مثبتی بین سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی نهایی و رشد اقتصادی بدست آوردند. سلیم و همکاران (2014) بیان کردند که رشد اقتصادی کشورها میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر افزایش می‌یابد.

نتایج جدول (۷)، نشان می‌دهد که بین انتشار کربن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه رابطه معناداری از نظر آماری وجود ندارد. شاه‌محمدی و همکاران (۱۴۰۱) رابطه معناداری بین

انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اوپک بدست نیاوردند. برخی مطالعات نیز نتایج متناقضی گزارش کردند. پالسن (۲۰۲۲) با رگرسیون اثرات ثابت و GMM رابطه آماری معنی‌دار و منفی را بین سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی نهایی، و انتشار CO₂ سرانه شناسایی کردند. عسگری و همکاران (۱۴۰۲) رابطه مثبتی بین انتشار کربن و انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اوپک کشف کردند. نتایج جدول (۷) بیانگر این است که بین مصرف انرژی فسیلی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه رابطه مثبت و از نظر آماری معنادار وجود دارد و ضریب اثرگذاری در کوانتایل‌های پایین بیشتر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

انرژی تجدیدپذیر یکی از مسیرهای کلیدی تولید پاک برای دستیابی به انتقال انرژی جهانی و مبارزه با تغییرات آب و هوایی است. انتقال از سوخت‌های فسیلی به منابع انرژی تجدیدپذیر صرفاً اختیاری نیست، بلکه برای دستیابی به کربن‌زدایی ضروری است. بعلاوه، امروزه، جهانی شدن و توسعه مالی با سرعت چشمگیری در حال افزایش است. اکنون سوال این است که اثر توسعه مالی و جهانی شدن بر مصرف انرژی‌های سبز در کشورهای در حال توسعه چگونه است؟ این تحقیق با هدف بررسی نقش توسعه مالی و جهانی شدن بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۲ انجام شده است. نتایج نشان داد رشد توسعه مالی، جهانی شدن و مصرف انرژی تجدیدناپذیر به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه کمک می‌کند ولی رشد اقتصادی مانع توسعه انرژی‌های سبز در این کشورها می‌شود. نتایج برآورد رگرسیون MMQREG بیانگر این بود که بین انتشار کربن و توسعه انرژی‌های سبز رابطه معناداری از نظر آماری در کشورهای در حال توسعه وجود ندارد. یافته‌های تجربی این مطالعه، پیامدهای سیاستی مهمی برای توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای در حال توسعه ارائه می‌دهد. این مطالعه به مقامات کشورهای در حال توسعه برای رشد اقتصادی در مسیر دستیابی به توسعه پایدار هشدار می‌دهد. سیاستگذاران باید به نقش قابل توجه جهانی شدن در طراحی سیاست‌های مربوط به پذیرش یا انتقال انرژی‌های تجدیدپذیر، به ویژه فعال بودن در تدوین سیاست‌های توسعه پایدار تاکید کنند. دولت‌ها باید برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، مشوق‌ها و سیاست‌های مالیاتی را اعمال کنند که تقاضای بنگاه‌ها برای منابع انرژی تجدیدپذیر را افزایش دهد. علاوه بر این، فرصت‌های سرمایه‌گذاری در منابع انرژی تجدیدپذیر که با همکاری دولتی و خصوصی از طریق ترتیبات مالی ایجاد می‌شود، باید افزایش یابد. از آنجایی که شیوه‌های مختلف زندگی شهروندان و الگوهای مصرف (منابع

تجدیدپذیر و منابع تجدیدناپذیر) جوامع نیز فشارهای متفاوتی بر پایداری محیط زیست اعمال می‌کند. سیاست‌گذاران می‌توانند با آگاهی‌سازی شهروندان از پیامدهای زیست محیطی، آن‌ها را به رفتارها و شیوه زندگی پایدار تشویق نمایند و سیاست‌گذاران باید مردم را برای آگاهی از پیامدهای استفاده از منابع کمیاب در سراسر اقتصاد آگاه سازند. ضروری است که این کشورها با بکارگیری تکنیک‌های مدرن تولید، سیستم‌های حمل و نقل موثر و استانداردهای مناسب بخش‌های مختلف مثل بخش ساختمان، بهره‌وری انرژی را بهبود بخشند. این مطالعه به محققان، پیشنهاد بررسی اثرات فضایی فناوری در کشورهای در حال توسعه را (بدلیل انتقال صنایع کربن‌زا از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه) می‌دهد.

منابع

- Ahmed, Z., Ahmad, M., Murshed, M., Shah, M. I., Mahmood, H., & Abbas, S. (2022). How do green energy technology investments, technological innovation, and trade globalization enhance green energy supply and stimulate environmental sustainability in the G7 countries? *Gondwana Research, 112*, 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.09.014>
- Altay, B., & Topcu, M. (2015). Relationship between financial development and energy consumption: The case of Turkey. *Bulletin of Energy Economics (BEE), 3(1), 18–24. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ijr:beejor:v:3:y:2015:i:1:p:18-24>
- Anton, S. G., & Nucu, A. E. A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption: A panel data approach. *Renewable Energy, 147*, 330–338. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.08.124>
- Arnaut, M., & Dada, J. T. (2023). Exploring the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint: New insights from the United Arab Emirates. *International Journal of Energy Sector Management, 17*(6), 1137–1160. <https://doi.org/10.1108/IJESM-06-2022-0015>
- Asgari, M., & Ghasemi, A. (2022). Factors affecting the consumption of renewable energy in OPEC member countries using the panel data approach. *Iranian Energy Economics Research, 1*(4). (in Persian).
- Azevedo, L. P., & Lagarinhos, C. A. (2024). Green energy from waste to promote decarbonization: A case study in Brazil. In *Decarbonization Strategies and Drivers to Achieve Carbon Neutrality for Sustainability* (pp. 527–554).
- Chen, Y., Wang, Z., & Zhong, Z. (2019). CO2 emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China. *Renewable Energy, 131*, 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.047>

Destek, M. A. (2018). Financial development and energy consumption nexus in emerging economies. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 13*(1), 76–81. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1405106>

Shahbaz, M., Van Hoang, T. H., Mahalik, M. K., & Roubaud, D. (2017). Energy consumption, financial development and economic growth in India: New evidence from a nonlinear and asymmetric analysis. **Energy Economics*, 63*, 199–212. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.01.023>

Ghazouani, T. (2024). Dynamic impact of globalization on renewable energy consumption: Non-parametric modelling evidence. **Technological Forecasting and Social Change*, 185*, 122115. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122115>

Goudarzi, A., Li, Y., & Xiang, J. (2021). Efficient energy management of renewable resources in microgrids. In **Renewable Energy Microgeneration Systems** (pp. 285–321).

Islam, M. M., & Islam, M. S. (2021). Energy consumption–economic growth nexus within the purview of exogenous and endogenous dynamics: Evidence from Bangladesh. **OPEC Energy Review*, 45*(2), 191–216. <https://doi.org/10.1111/opec.12215>

Koduah, D., Arah, M. L., & Botchway, T. P. (2023). Globalization, renewable energy consumption and sustainable development. **Cogent Social Sciences*, 9*(1), 2223399. <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2223399>

Kousar, S., Pervaiz, A., Ahmed, F., & Nuță, F. M. (2024). Do structural transformations in the energy sector help to achieve decarbonization? Evidence from the world's top five green leaders. **Energies*, 17*(18), 4600. <https://doi.org/10.3390/en17184600>

Kumar, R., & Agarwala, A. (2016). Renewable energy technology diffusion model for techno-economics feasibility. **Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54*, 1515–1524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.109>

Kumaran, V. V., Ridzuan, A. R., Khan, F. U., Abdullah, H., & Mohamad, Z. Z. (2020). An empirical analysis of factors affecting renewable energy consumption in Association of Southeast Asian Nations-4 countries. **International Journal of Energy Economics and Policy*, 10*(2), 48–56. <https://doi.org/10.32479/ijeep.8627>

Kutan, A. M., Paramati, S. R., Ummalla, M., & Zakari, A. (2018). Financing renewable energy projects in major emerging market economies: Evidence in the perspective of sustainable economic development. **Emerging Markets Finance and Trade*, 54*(8), 1761–1777. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1363036>

Li, J., Liu, W., Du, L., & Xiao, J. (2024). High-tech industry agglomeration and regional green development: An analysis of spatial Durbin model. **Technological Forecasting and Social Change*, 198*, 123372. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123372>

Li, B., Amin, A., Nureen, N., Saqib, N., Wang, L., & Rehman, M. A. (2024). Assessing factors influencing renewable energy deployment and the role of natural

- resources in MENA countries. *Resources Policy, 88*, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104417>
- Machado, J. A., & Silva, J. S. (2019). Quantiles via moments. *Journal of Econometrics, 213*(1), 145–173. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2019.04.009>
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy, 49*(9), 103948. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>
- Mohamed, A. M. O., Mohamed, D., Fayad, A., & Al Nahyan, M. (2024). Environmental management and decarbonization nexus: A pathway to the energy sector's sustainable futures. *World, 6*(1), 1–39. <https://doi.org/10.3390/world6010001>
- Nan, S., Huo, Y., & Lee, C. C. (2023). Assessing the role of globalization on renewable energy consumption: New evidence from a spatial econometric analysis. *Renewable Energy, 215*, 118974. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.118974>
- Oduro, P., Uzougbo, N. S., & Ugwu, M. C. (2024). Renewable energy expansion: Legal strategies for overcoming regulatory barriers and promoting innovation. *International Journal of Applied Research in Social Sciences, 6*(5), 927–944.
- Ozturk, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics, 36*, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Paramati, S. R., Sinha, A., & Dogan, E. (2017). The significance of renewable energy use for economic output and environmental protection: Evidence from the Next 11 developing economies. *Environmental Science and Pollution Research, 24*, 13546–13560. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8985-6>
- Petras, J., & Veltmeyer, H. (2018). World development: Globalization or imperialism? In *Globalization and Antiglobalization* (pp. 11–24). Routledge.
- Polcyn, J., Us, Y., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Kwilinski, A. (2022). Factors influencing the renewable energy consumption in selected European countries. *Energies, 15*(1), 108. <https://doi.org/10.3390/en15010108>
- Rehman, A., Alam, M. M., Ozturk, I., Alvarado, R., Murshed, M., Işık, C., & Ma, H. (2023). Globalization and renewable energy use: How are they contributing to upsurge the CO2 emissions? A global perspective. *Environmental Science and Pollution Research, 30*(4), 9699–9712. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22775-7>
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy Policy, 39*(2), 999–1006. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.034>
- Salim, R. A., Hassan, K., & Shafiei, S. (2014). Renewable and nonrenewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD

countries. *Energy Economics, 44*, 350–360. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.05.001>

Shahbaz, H., Mallick, M. K., Mahalick, P., & Sadorsky, P. (2017). The role of globalization on the recent evolution of energy demand in India: Implications for sustainable development. *Energy Economics, 55*, 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.01.013>

Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarıgül, S. S., & Vo, X. V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy, 178*, 1370–1380. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.121>

Shamohammadi Sechaki, E., Khanzadi, A., & Karimi, M. S. (2022). Investigating factors affecting renewable energy consumption in selected OPEC oil countries: A panel ARDL approach. *Economic Policies and Research, 1*(3), 80–106. <https://doi.org/10.34785/J025.2022.023> (in Persian)

Simpa, P., Solomon, N. O., Adenekan, O. A., & Obasi, S. C. (2024). Nanotechnology's potential in advancing renewable energy solutions. *Engineering Science & Technology Journal, 5*(5), 1695–1710.

Tariq, G., Sun, H., Fernandez-Gamiz, U., Mansoor, S., Pasha, A. A., Ali, S., & Khan, M. S. (2023). Effects of globalization, foreign direct investment and economic growth on renewable electricity consumption. *Heliyon, 9*(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14415>

Tick, A., Akaev, A., Devezas, T. C., Sarygulov, A., Petryakov, A., & Evgenevich, A. I. (2024). Assessing decarbonization approaches across major economies. *Energies, 17*(17), 4381. <https://doi.org/10.3390/en17174381>

Xu, X., Wei, Z., Ji, Q., Wang, C., & Gao, G. (2019). Global renewable energy development: Influencing factors, trend predictions and countermeasures. *Resources Policy, 63*, 101470. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101470>

Yuksl, S., & Ubay, G. G. (2020). Identifying the influencing factors of renewable energy consumption in Turkey with MARS methodology. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi, 2*(1), 1–14.

Zheng, R., Osabohien, R., Madueke, E., & Jaaffar, A. H. B. (2023). Renewable energy consumption and business density as drivers of sustainable development. *Frontiers in Energy Research, 11*, 1268903. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1268903>

Zheng, M., & Wong, C. Y. (2024). The impact of digital economy on renewable energy development in China. *Innovation and Green Development, 3*(1), 100094. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100094>