

مقایسه عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در جوامع صنعتی و در حال توسعه

صبح محمدرضا فیصل

دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

تقی ابراهیمی سالاری*

دانشیار، گروه آموزشی اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

مژگان بهمنی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آموزشی اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

<https://doi.org/10.22067/erd.2025.90579.1254>

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی در تبدیل انرژی پاک و کاهش انتشار کربن ایفا می‌کند. بنابراین، درک روند و عوامل مؤثر بر توزیع انرژی‌های تجدیدپذیر و نابرابری بین کشورها ضروری است. از اینرو، هدف پژوهش حاضر، مقایسه عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در جوامع صنعتی و در حال توسعه با رویکرد جدید پانل رگرسیون چندک لحظه‌ای (MMQREG) طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۲ است. نتایج نشان داد که عوامل مختلف اثرات متفاوتی بر توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه دارد. نتایج بیانگر این است که مصرف انرژی، توسعه مالی و انتشار کربن سبب کاهش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته می‌شود. در حالی که مصرف انرژی و توسعه مالی به توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای در حال توسعه کمک می‌کند. بهر حال، رشد اقتصادی توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای توسعه یافته را افزایش می‌دهد اما در کشورهای در حال توسعه، سبب کاهش توسعه انرژی‌های سبز می‌شود. بعلاوه، نتایج نشان داد که افزایش جهانی شدن، مصرف انرژی‌های سبز را در هر دو گروه کشورها افزایش می‌دهد. از اینرو، مقامات کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه برای دستیابی به اهداف بی‌طرفی کربن و توسعه پایدار، باید عوامل متناسب با هر جامعه را برای توسعه انرژی‌های پاک در نظر بگیرند.

کلیدواژه: توسعه مالی، انرژی‌های تجدیدپذیر، جوامع صنعتی، جوامع در حال توسعه

* نویسنده مسئول: ebrahimi@um.ac.ir

۱- مقدمه

رشد و توسعه نیازمند انرژی است و سبب افزایش تقاضای انرژی در هر دو کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته شده است (Zhang et al., 2017; Zheng & Wong, 2024). از طرفی، بحران‌های محیط زیستی تمایل جایگزینی انرژی‌های پاک با انرژی‌های فسیلی را افزایش داده است. انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی در تامین نیازهای انرژی کشورهای دارای منابع داخلی، کاهش وابستگی آن‌ها به منابع خارجی، تضمین استفاده پایدار از انرژی با تنوع بخشیدن به منابع و به حداقل رساندن آسیب‌های زیست محیطی در نتیجه کاهش انتشار کربن ایفا می‌کند (Vaona, 2016; Yuksl & Ubay, 2020; Zheng et al., 2023). در واقع تلاش برای کاهش تغییرات آب و هوایی و آلاینده‌ها به شدت به بهبود و استقرار فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر وابسته است (Mealy & Teytelboym, 2020).

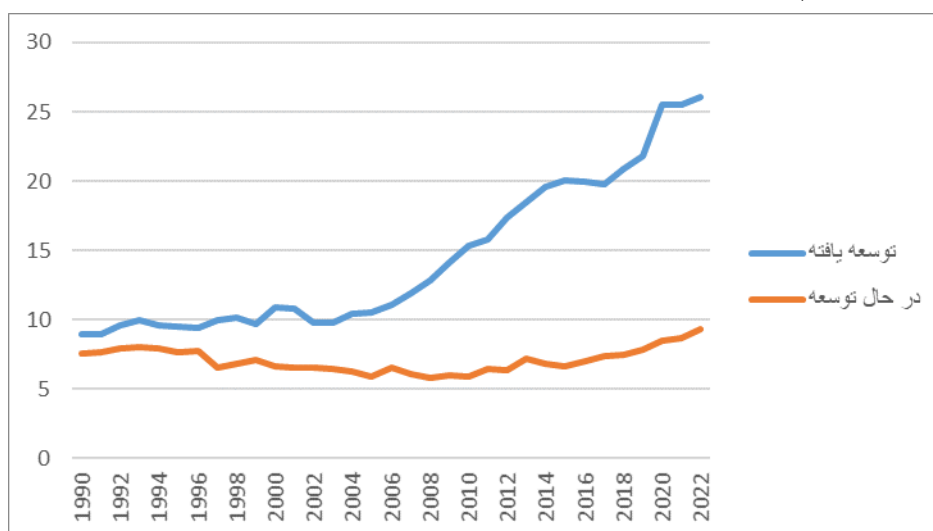
در حال حاضر، با وجود وابستگی زیاد به سوخت‌های فسیلی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در طول سال‌ها روند افزایشی داشته است. علاوه بر این سرمایه‌گذاری در این بخش در کشورهای مختلف نیز در حال افزایش است (Zheng & Wong, 2024). انرژی تجدیدپذیر، انرژی نامحدودی است که در آن منابع می‌توانند به طور مداوم از طریق فرآیندهای طبیعی مانند انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی برق آبی، زیست‌توده و بیوگاز تجدید شوند (Oduro et al., 2024; Shukla et al., 2017). مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، زیست‌توده، بادی، برق آبی و بسیاری دیگر برای مقابله با چالش گرمایش جهانی مورد تاکید قرار گرفته است. گرمایش جهانی به طور گسترده به عنوان یک تهدید جدی برای رفاه آینده بشر شناخته شده است (Kumaran, 2020). از این‌رو انتقال از انرژی‌های تجدیدناپذیر به انرژی‌های تجدیدپذیر برای بهبود کیفیت محیط زیست و مستقل شدن کشورها از نظر تامین منابع انرژی انجام می‌شود زیرا با افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر در یک کشور، واردات انرژی فسیلی آن کشور کاهش می‌یابد. علاوه بر این انتشار آلاینده‌ها نیز با مصرف کمتر سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد (Simpa et al., 2024; Yuksl & Ubay, 2020). در این راستا شناسایی عوامل مهم تاثیرگذار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار ضروری و با اهمیت است. برخی از شاخص‌های اقتصادی می‌تواند برای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثرگذار باشد.

رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم اثرگذار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است. رشد اقتصادی می‌تواند مردم را نسبت به مسائل زیست محیطی بیشتر آگاه کند و منجر به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر شود. به طور کلی، کشورها با درآمد بالا تمایل به مصرف بیشتر منابع انرژی تجدیدپذیر دارند (Chen et al., 2019). علاوه بر رشد اقتصادی، نقش توسعه مالی بر توسعه انرژی‌های پاک نیز قابل تامل است.

شواهد تجربی نشان می‌دهد که توسعه مالی باعث افزایش تقاضا برای منابع انرژی سازگار با محیط زیست، یعنی انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود (Shahbaz et al., 2021). علاوه بر این، توسعه مالی می‌تواند منابع مالی برای ایجاد تکنولوژی‌های سبز و انجام فعالیت‌های نوآورانه دوستدار محیط زیست و استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر را افزایش دهد (Anton & Nucu, 2020). مطالعات قبلی عوامل متعدد سیاسی (مثل حکمرانی خوب، ریسک‌های سیاسی و نهادی و ...)، اقتصادی (رشد اقتصادی، درآمد سرانه، شهرنشینی، توسعه مالی، جهانی شدن، قیمت سوخت‌های فسیلی و ...)، اجتماعی و زیست محیطی (انتشار کربن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و ...) اثرگذار بر مصرف و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را شناسایی کردند (Goudarzi et al., 2021; Xu et al., 2019). با این وجود، مطالعات قبلی به نتایج یکسانی درباره عوامل اثرگذار بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نرسیدند. دلیل این ناهمسانی نتایج بدلیل دوره زمانی و رویکردهای متفاوت بکار گرفته شده است. ضمناً مطالعات قبلی بیشتر بر کشورهای توسعه یافته متمرکز شدند. بعلاوه، از مقایسه عوامل اثرگذار بر دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه غفلت کردند. در حالی که عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته یا در کشورها با رشد بالاتر در تولید و سرمایه‌گذاری انرژی‌های سبز نسبت به کشورها با رشد کمتر می‌تواند متفاوت باشد. از اینرو، این مطالعه به بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های سبز در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به مطالعات قبلی کمک می‌کند.

نشانه‌های دلگرم‌کننده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد کشورهای توسعه یافته قاره سبز در حال تقویت جاه‌طلبی خود و افزایش سرعت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است، اما این توسعه هنوز به اندازه کافی برای اهداف انرژی اتحادیه اروپا یا تعهدات بین‌المللی آب و هوایی سریع نیست. با این حال، طرح توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر اروپا پیش‌بینی می‌کند که تا سال ۲۰۳۰، حدود ۷۲ درصد از تولید برق اروپا از انرژی‌های تجدیدپذیر تامین شود. این میزان توسط انرژی باد و خورشید هدایت می‌شود که از ۲۷ درصد در سال ۲۰۲۳ به ۵۵ درصد در سال ۲۰۳۰ دو برابر خواهد شد. اتحادیه اروپا از یک سیستم مبتنی بر فسیل به سیستمی مبتنی بر باد و خورشید تغییر مسیر داده است. بدین منظور، اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۳ دور شدن خود از سوخت‌های فسیلی را با کاهش رکورد زغال‌سنگ، گاز و گازهای گلخانه‌ای سرعت بخشید. سوخت‌های فسیلی با ۱۹ درصد کاهش به کمترین میزان خود در کمتر از یک سوم تولید برق اتحادیه

اروپا رسید. انرژی‌های تجدیدپذیر به رکورد ۴۴ درصد افزایش یافت و برای اولین بار از ۴۰ درصد گذشت (سیستم آماری اروپا^۱، ۲۰۲۴). با توجه به رشد چشمگیر کشورهای توسعه یافته اروپایی در مصرف انرژی‌های پاک، در این مطالعه کشورهای توسعه یافته از کشورهای اروپایی انتخاب شدند. با وجود اینکه، برخی کشورهای نوظهور آسیا مثل هند و چین در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر سرعت قابل توجهی دارند اما وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه آسیا رشد کمرنگی دارد (بانک جهانی، ۲۰۲۴). از اینرو، کشورهای در حال توسعه در این مطالعه از آسیا انتخاب شده است تا مقایسه عوامل اثرگذار بر دو گروه کشورهای توسعه یافته پیشرو در انرژی‌های سبز و کشورهای در حال توسعه با رشد کمتر در توسعه انرژی‌های پاک، پیامدهای سیاستی قابل توجهی ارائه دهد. در ادامه در شکل (۱)، وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای مورد مطالعه نشان داده شده است.



Error! Reference source not found. ۱: وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای توسعه یافته و

کشورهای در حال توسعه. منبع: یافته‌های تحقیق

شکل (۱) نشان می‌دهد که تفاوت فاحشی بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه وجود دارد. گرچه در سال ۱۹۹۰ این تفاوت بسیار کم بوده است اما

^۱. Eurostat

کشورهای توسعه یافته اروپایی با برنامه‌ریزی صحیح، سرعت رشد قابل توجهی داشتند. بهر حال کشورهای در حال توسعه آسیایی با سرعت بسیار کمتری این مسیر را طی کردند.

با توجه به بررسی اجمالی فوق در ادبیات، مطالعات قبلی در مورد عوامل تاثیرگذار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به نتایج یکسانی نرسیدند. بعلاوه، روشن است که مطالعات تجربی موجود، توجه کمتری به بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته پیشرو در توسعه انرژی‌های سبز و مقایسه آن با کشورهای در حال توسعه آسیا با رشد کم‌رنگ در توسعه انرژی‌های پاک داشتند. از اینرو، هدف اصلی این مطالعه بررسی مقایسه عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های پاک در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با استفاده از یک رویکرد پانل جدید به نام $MMQREG^1$ است. این مطالعه چندین نوآوری را ارائه می‌کند. اولاً، تا جایی که ما می‌دانیم، هیچ تحقیق قبلی به مقایسه عوامل موثر بر انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نپرداخته است. پیامدهای سیاستی این مطالعه، به هر گروه متناسب با شرایط گروه، راهکارهای توسعه انرژی‌های پاک را ارائه می‌دهد. دوم، پارامترها با استفاده از روش جدید رویکرد پانل $MMQREG$ برآورد شدند که نتایج قوی و قابل اعتمادی به ویژه برای داده‌های پرت و ناهمگن ارائه می‌دهد. چهارم، این مطالعه قابلیت اطمینان نتایج را از طریق استفاده از روش دریسکول-کرای^۲ با اثرات ثابت افزایش می‌دهد. یافته‌های تجربی این مطالعه می‌تواند به سیاست‌گذاران در اقتصادهای توسعه یافته و در حال توسعه پیامدهای مهمی برای توسعه پایدار ارائه دهد. ساختار بخش‌های باقی‌مانده تحقیق در زیر فهرست شده است: بخش بعدی مرور ادبیات را شرح می‌دهد. در بخش ۳، داده‌های مطالعه و مدل کاربردی ارائه شده است. بخش ۴ در مورد یافته‌های تجربی صحبت می‌کند. در بخش ۵، نتایج و پیامدهای سیاستی مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- پیشنهاد پژوهش

در حال حاضر، انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی در توسعه جوامع ایفا می‌کنند، زیرا سیاست‌گذاران بیشتری مردم را به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک به جای انرژی‌های تجدیدناپذیر تشویق می‌کنند. به گفته آلپر و اوگوز، مهمترین ویژگی‌های منابع انرژی تجدیدپذیر کاهش انتشار CO_2 ، کمک به حفاظت از محیط زیست، کاهش وابستگی به منابع خارجی برای منابع داخلی انرژی و کمک به افزایش

¹. Method Moments Quantile Regression

². Driscoll-Kraay

اشتغال است (Alper & Oguz, 2016). علاوه بر این، رابطه قوی بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نیز وجود دارد. به گفته دانیش و همکاران، انرژی نقش مهمی در تقویت اقتصاد هر کشور ایفا می‌کند و کشورهای توسعه‌یافته از مصرف انرژی متعارف به منابع انرژی تجدیدپذیر برای مقابله با پیامدهای آینده انرژی تغییر مسیر می‌دهند (Danish Hassan et al., 2019). به گفته چن و همکاران، تغییرات در تولید ناخالص داخلی تأثیر مثبت و قابل توجهی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد (Chen et al., 2018). عوامل سیاسی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی زیادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثرگذار است (Goudarzi et al., 2021; Przychodzen & Przychodzen, 2020; Xu et al., 2019). برخی مطالعات عوامل سیاسی (مثل سیاست‌های عمومی، امنیت انرژی، متغیرهای نهادی و ...) را از مهمترین فاکتورهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بیان می‌کنند (Aguirre & Ibikunle, 2014; Przychodzen & Przychodzen, 2020). برخی مطالعات نیز عوامل اقتصادی- اجتماعی و زیست محیطی (مثل انتشار گازهای گلخانه‌ای، قیمت‌های سوخت‌های فسیلی، تحقیق و توسعه، رشد اقتصادی، توسعه مالی و ...) را از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌دانند (Goudarzi et al., 2021; Xu et al., 2019).

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.

شاه‌محمدی سه‌چکی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف منابع انرژی پاک در کشورهای عضو اوپک با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی (Panel ARDL)، طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ پرداختند (Shammahmadi Secheki et al., 2016). آن‌ها رابطه منفی بین قیمت انرژی‌های تجدیدناپذیر و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر گزارش کردند. آن‌ها همچنین دریافته‌اند که متغیرهای تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت و توسعه مالی اثر مثبتی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد.

عسگری و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ با رویکرد حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر (FGLS) پرداختند (Asgari et al., 2016). آن‌ها شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی‌اکسید 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 دی‌اکسید 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.

اولوچ و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای اثر متغیرهای مختلف تاثیرگذار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشورهای SSA طی دوره مطالعاتی ۱۹۹۸-۲۰۱۴ با رگرسیون ARDL مورد آنالیز قرار دادند. نتایج تجربی آن‌ها نشان داد که بین تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص آموزش با مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بلندمدت رابطه مثبت برقرار است (Oluoch et al., 2021). اما بین انتشار CO₂ و شاخص امید به زندگی با مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بلندمدت رابطه منفی وجود دارد.

شهباز و همکاران (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 اصلاح‌شده OLS (FMOLS) پرداختند (Shahbaz et al., 2021). نتایج تجربی آن‌ها نشان دهنده وجود رابطه بلندمدت مثبت بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و توسعه مالی بود. بهر حال آن‌ها دریافته‌اند رشد اقتصادی تأثیر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد.

احمد و همکاران (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 CO_2 می‌شود و به بهبود محیط زیست کمک می‌کند (Ahmed et al., 2022). اما رشد اقتصادی و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر سبب بدتر شدن کیفیت محیط زیست می‌شود.

لی و همکاران (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 (Li et al., 2024). 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 برآوردگر AMG بر استحکام نتایج مطالعه آن‌ها تأیید کرد.

۳- روش شناسی

۳-۱ داده‌ها

داده‌ها و متغیرهای مورد نیاز برای برآورد رگرسیون‌های ذکر شده مربوط به دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ است. اطلاعات مربوط از وبسایت بانک جهانی، صندوق بین‌المللی پول و ... جمع‌آوری شده است. دامنه تحقیق کل کشورها از دو قاره آسیا و اروپا است که از میان آن‌ها، دو گروه از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با توجه به دسترسی به همه متغیرها انتخاب شده است. متغیر وابسته در این مطالعه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در مصرف ناخالص انرژی نهایی انتخاب شد. این شاخص متعلق به هدف هفتم توسعه پایدار به نام انرژی مقرون به صرفه و پاک است. همچنین سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان از منظر حمل و نقل، برق، گرمایش و سرمایش و ... در نظر گرفت (لی و همکاران، ۲۰۲۴). متغیرهای مستقل مورد استفاده در این مطالعه نیز از طریق تحلیل ادبیات نظری و تجربی به شرح جدول (۱) انتخاب شدند. این مجموعه داده شامل داده‌هایی برای کشورهای منتخب از اتحادیه اروپا و آسیا است. 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
CO2P	انتشار دی اکسید کربن سرانه	بانک جهانی
E	مصرف انرژی (TWH)	بانک جهانی

منبع: یافته‌های تحقیق

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

جدول (۲): خصوصیات آماری متغیرها در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه

متغیرها	میانگین	انحراف استاندارد	مینیم	ماکسیم	تعداد مشاهدات
گروه (۱)					
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
CO2P	۴/۰۰	۳/۵۴۰	۰/۱۳۱	۱۷/۴۷۳	۳۶۳
E	۸۲۶/۴۳۹۳	۶۶۲/۹۸۰۷	۷۱/۲۵۴۶۱	۳۳۷۸/۶۴۳	۳۶۳
گروه (۲)					
RE	۱۴/۳۷۹	۱۲/۰۳۴	۰/۲۴۲	۵۳/۳۱۲	۴۲۹
FD	۰/۶۵۲	۰/۱۳۰	۰/۳۲۵	۰/۹۰۱	۴۲۹
G	۸۱/۰۰۵	۷/۹۷۳	۴۱/۹۹۲	۹۰/۴۲۱	۴۲۹

۴۲۹	۹۷۳۱۶/۸۸	۱۴۵۷۲/۲۹	۱۱۹۴۷/۲۹	۳۵۸۳۹/۸۷	GDPP
۴۲۹	۱۴/۲۵۰	۳/۵۳۸	۲/۳۸۶	۸/۳۲۷	CO2P
۴۲۹	۴۱۹۲/۶۴۲	۱۱۷/۸۸۶۳	۱۱۲۳/۸۳	۱۱۰۷/۰۲۵	E

منبع: یافته‌های تحقیق

همانطور که در جدول (۲)، مشاهده می‌شود، میانگین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در گروه یک (کشورهای توسعه‌یافته)، ۱۴/۳۷۹ درصد از کل انرژی‌ها است. در حالی که، میانگین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در گروه دو (کشورهای در حال توسعه)، ۷/۰۹۲ درصد از کل انرژی‌ها و تقریباً نصف مقدار کشورهای توسعه یافته است.

۳-۲ روش اقتصادسنجی (MMQREG)

در این مطالعه، با توجه به مطالعات (Ahmed et al., 2022; Li et al., 2024) و نظریه‌های ارائه شده در بخش‌های قبلی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته (گروه یک) و در حال توسعه (گروه دو) تابعی از عوامل زیر در نظر گرفته می‌شود:

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

در معادله (۱)، RE مصرف انرژی‌های 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 می‌باشد. در این تحقیق از روش تکنیک پانل جدید رگرسیون چندک لحظه‌ای^۱ (MMQREQ) ایجاد شده توسط ماچادو و سیلوا (۲۰۱۹) برای برآورد معادله (۱) در دو گروه استفاده می‌شود (Machado & Silva, 2019). در معادله (۲) کمیک شرطی برای مدل مقیاس مکان ارائه شده است:

$$Q_Y(\tau|X_{it}) = \alpha_i + \delta_i q_i(\tau) + X'_{it}\gamma + Z'_{it}\varphi q(\tau) \quad (2)$$

^۱ . Method Moments Quantile Regression

در معادله (۲): X' : بردار رگرسیون‌ها را نشان می‌دهد. $\alpha_i + \delta_i q_i(\tau)$ پارامترها را بیان می‌کند و مجاز است ناهمگن باشد و در بین چندک‌های Y متفاوت باشد، همانطور که با ضریب اسکالر چندک (τ) اندازه‌گیری می‌شود. معادله (۲) را می‌توان با توجه به معادله (۱) دوباره تعریف کرد. بنابراین داریم:

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

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

۴- نتایج

۴-۱ پیش‌آزمون‌ها

قبل از برآورد مدل، ابتدا پیش‌آزمون‌ها برای اطمینان از نتایج مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه، برخی پیش‌آزمون‌ها برای اعتبار نتایج بررسی می‌شود. از آنجایی که رویکرد چندک مستلزم آن است که متغیرها از توزیع غیر نرمال پیروی کنند، در این بخش، ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی می‌شود. در این مطالعه از آزمون‌های شاپیرو-ویلک و شاپیرو-فرانس برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده می‌شود. نتایج آزمون‌های نرمالیتی در دو گروه در جدول (۳)، ارائه می‌شود.

جدول (۳): نتایج آزمون نرمالیتی در دو گروه

متغیرها	گروه (۱)		گروه (۲)	
	Shapiro-France	Shapiro-Wilk	Shapiro-France	Shapiro-Wilk
RE	۰/۹۰۳ (۰/۰۰۰)	۰/۹۰۵ (۰/۰۰۰)	۰/۸۶۰ (۰/۰۰۰)	۰/۸۶۶ (۰/۰۰۰)
FD	۰/۹۶۵ (۰/۰۰۰)	۰/۹۶۶ (۰/۰۰۰)	۰/۹۵۸ (۰/۰۰۰)	۰/۹۶۰ (۰/۰۰۰)
G	۰/۸۳۷ (۰/۰۰۰)	۰/۸۳۶ (۰/۰۰۰)	۰/۹۷۶ (۰/۰۰۰)	۰/۹۷۸ (۰/۰۰۰)
GDPP	۰/۹۵۵ (۰/۰۰۰)	۰/۹۵۶ (۰/۰۰۰)	۰/۶۵۳ (۰/۰۰۰)	۰/۶۵۳ (۰/۰۰۰)
CO2P	۰/۹۷۶ (۰/۰۰۰)	۰/۹۷۴ (۰/۰۰۰)	۰/۸۸۶ (۰/۰۰۰)	۰/۸۸۷ (۰/۰۰۰)

(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	
۰/۸۶۰	۰/۸۵۹	۰/۷۷۹	۰/۷۷۷	E
(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۳)، نشان می‌دهد که همه متغیرها در هر دو گروه دارای توزیع غیرنرمال هستند. نتایج آزمون نرمالیتی، دلیل محکمی برای استفاده از رویکرد MMQREG را نشان می‌دهد. در گام بعدی، هم‌خطی بودن متغیرها، با آزمون هم‌خطی (VIF) بررسی می‌شود. نتایج آزمون هم‌خطی در جدول (۴) ارائه می‌شود.

جدول (۴): نتایج آزمون هم‌خطی در دو گروه مورد مطالعه

متغیرها	گروه (۱)	گروه (۲)
FD	۱/۴۵	۴/۸۵
G	۱/۳۷	۳/۹۰
GDPP	۱/۶۰	۳/۰۳
CO2P	۱/۲۷	۳/۰۵
E	۱/۱۳	۱/۲۴
Mean VIF	۱/۳۶	۳/۲۳

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۴)، نشان می‌دهد که مقدار VIF برای همه متغیرها در هر دو گروه کمتر از ۱۰ است و مقدار میانگین VIF برای گروه (۱) برابر با ۱/۳۶ و برای گروه (۲) برابر با ۳/۲۳ است. نتایج بیانگر این است که هیچ مشکل هم‌خطی بین متغیرها وجود ندارد. در گام بعدی، همگنی پارامتر شیب با استفاده از آزمون دل‌تا بررسی می‌شود (Pesaran & Yamagata, 2008). بررسی همگنی شیب در تعیین ریشه واحد مناسب در تحلیل داده‌های تابلویی بسیار مهم است (Arnaut & Dada, 2023). نتایج آزمون همگنی شیب در جدول (۵) برای هر دو گروه ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج آزمون ناهمگنی شیب در دو گروه مورد مطالعه

گروه (۱)		گروه (۲)	
p-value	delta	p-value	delta

۰/۰۱۶	۲/۴۰۶	۰/۰۰۱	۳/۸۵۰
۰/۰۰۲	۳/۷۷۵	۰/۰۰۰	۴/۸۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق

در آزمون ناهمگنی شیب، فرضیه صفر بیانگر همگن بودن شیب‌ها است. نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد که فرضیه صفر در هر دو گروه رد می‌شود به این مفهوم که ناهمگنی شیب وجود دارد. در ادامه، بدلیل ناهمگنی شیب در گروه‌های پانل مورد مطالعه از آزمون ریشه واحد پانل نسل دوم (CIPS)، استفاده می‌شود. نتایج آزمون ریشه واحد در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول (۶): نتایج آزمون ریشه واحد پانل

گروه (۲)		گروه (۱)		متغیرها
CIPS		CIPS		
I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	
-۴/۹۲۲***	-۱/۳۲۲	-۵/۶۷۴***	-۲/۶۴۲	RE
-۵/۲۱۳***	-۲/۳۸۴***	-۵/۸۸۴***	-۲/۵۰۱***	FD
-۵/۰۶۵***	-۲/۴۰۷***	-۵/۷۷۴***	-۲/۹۳۸***	G
-۳/۹۸۴***	-۲/۱۲۴	-۳/۶۵۳***	-۰/۷۷۳	GDPP
-۵/۲۳۱***	-۱/۲۴۴	-۵/۵۱۰***	-۲/۲۲۶	CO2P
-۴/۳۳۸***	-۱/۵۴۳	-۵/۵۳۷***	-۲/۱۷۴	E

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

نتایج آزمون ریشه واحد در گروه یک و دو، نشان می‌دهد که متغیرهای FD و G در سطح مانا هستند. با این حال، با تفاضل‌گیری از متغیرها، همه متغیرها در هر دو گروه 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 (۷) ارائه شده است.

جدول (۷): نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی

آزمون پدرونی	آزمون کاو
--------------	-----------

^۱. Pedrony^۲. Kao

برآورد گرها	گروه (۱)	گروه (۲)	برآورد گرها	گروه (۱)	گروه (۲)
Modified Dickey-Fuller t	-۳/۳۵۹ (۰/۰۰۰)	-۴/۰۲۴ (۰/۰۰۰)	Modified Phillips-Perron t	-۳/۵۵۹ (۰/۰۰۰)	-۲/۰۴۹ (۰/۰۲۰)
Dickey-Fuller t	-۲/۳۴۳ (۰/۰۰۶)	-۲/۲۹۱ (۰/۰۱۱)	Phillips-Perron t	-۶/۵۵۰ (۰/۰۰۰)	-۲/۳۳۶ (۰/۰۰۷)
Augmented Dickey-Fuller t	-۲/۳۵۹ (۰/۰۰۵)	-۲/۱۵۹ (۰/۰۲۰)	Augmented Dickey-Fuller t	-۵/۶۷۰ (۰/۰۰۰)	-۲/۶۵۹ (۰/۰۰۰)
Unadjusted modified Dickey-Fuller t	-۵/۲۳۸ (۰/۰۰۰)	-۴/۹۷۶ (۰/۰۰۰)			
Unadjusted Dickey-Fuller t	-۳/۰۴۳ (۰/۰۰۱)	-۲/۶۰۷ (۰/۰۰۴)			

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد، که فرضیه صفر در هر دو آزمون در هر دو گروه رد می‌شود. بنابراین نتایج بیانگر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته در هر دو گروه است.

۲-۴ نتایج برآورد رویکرد MMQREG

هدف این مطالعه، مقایسه اثر عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه (کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه) با رویکرد رگرسیون چندک لحظه‌ای می‌باشد. نتایج برآورد در سه (کوانتایل‌های ۰/۱، ۰/۵ و ۰/۹) در دو گروه در جدول (۸) ارائه می‌شود.

جدول (۸): نتایج برآورد رویکرد MMQREG

MMQREG regression										متغیر وابسته
Qtile_90		Qtile_50		Qtile_10		Scale		Location		
گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۱	
-۰/۵۷۴ (-۱/۳۴)	-۲/۰۱۴ ۶/۸۰)*** (-)	۰/۶۲۹ (۱/۸۳)*	-۱/۰۱۳ (-۳/۳۲)***	۱/۵۹۲ (۳/۸۶)***	۰/۶۰۳ (۰/۷۶)	-۰/۷۱۹ ۴/۱۱)*** (-	-۰/۷۹۰ ۲/۶۹)*** (-	۰/۵۴۴ (۱/۶۴)	-۰/۸۹۳ (۲/۶۴)***	LFD
۲/۰۶۱ (۳/۰۶)***	۶/۳۴۱ ۱۵/۶۲)*** (	۲/۰۶۵ (۴/۰۱)***	۳/۸۳۶ (۸/۹۲)***	۲/۰۶۹ (۳/۲۲)***	-۰/۲۱۰ (-۰/۱۹)	-۰/۰۰۲ (-۰/۰۱)	۱/۹۷۸ (۴/۷۸)***	۲/۰۶۵ (۴/۰۱)***	۳/۵۳۶ (۷/۴۲)***	LG
-۰/۶۴۴ (-۲/۷۲)***	۰/۷۴۷ (۴/۹۰)***	-۱/۳۹۴ (-۷/۲۳)***	۰/۷۴۲ (۴/۸۳)***	-۱/۹۹۴ (-۸/۷۱)***	۰/۷۳۵ (۱/۷۹)*	۰/۴۴۸ (۴/۶۰)***	۰/۰۰۳ (۰/۰۲)	-۱/۳۴۱ ۷/۲۵)*** (-	۰/۷۴۲ (۴/۴۱)***	LGDPP
-۰/۴۲۴ (-۱/۶۴)	-۱/۷۲۲ ۹/۰۱)*** (-	-۰/۰۰۴ (۰/۲۲)	-۲/۵۶۵ -۱۲/۸۳)*** (	۰/۳۳۸ (۱/۳۷)	-۳/۹۲۸ (-۷/۶۲)***	-۰/۲۵۳ (-۲/۴۲)**	۰/۶۶۶ (۳/۴۲)***	-۰/۰۳۰ (-۰/۱۵)	-۲/۶۶۶ -۱۱/۸۸)*** (	LCO2P

LE	۰/۱۴۶ (-۲/۳۶)**	۰/۴۶۹ (۳/۹۸)***	۰/۰۱۷ (۰/۳۳)	-۰/۰۷۶ (-۱/۲۲)	-۱/۱۷۹ (-۱/۱۹)	۰/۵۸۰ (۳/۹۴)***	-۰/۱۴۳ (-۲/۵۴)**	۰/۴۷۸ (۴/۰۴)***	-۰/۱۲۱ (-۲/۱۶)**	۰/۳۵۰ (۲/۲۸)**
CONS	-۱۵/۰۲۰ (-۶/۲۹)**	۱/۵۳۹ (۰/۶۹)	-۱۰/۰۲۶ (۴/۸۳)***	-۲/۷۶۶ (-۲/۳۶)**	۳/۹۶۴ (۰/۷۴)	۵/۵۶۷ (۲/۰۱)**	-۱۶/۵۳۹ (-۷/۷۷)***	۱/۸۶۵ (۰/۸۳)	-۲۹/۲۳۰ (۱۴/۶۸)***	-۲/۷۶۱ (-۰/۹۶)

منبع: گروه ۱: کشورهای توسعه یافته و گروه ۲: کشورهای در حال توسعه. مقدار داخل () آماره t را نشان می‌دهد. **، *** و * به ترتیب معناداری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که اثر توسعه مالی بر متغیر وابسته یعنی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (RE) در گروه یک (کشورهای توسعه یافته پیشرو در مصرف انرژی‌های پاک) در کوانتایل‌های متوسط و بالا، منفی و معنادار است و با حرکت به سمت بالا در سطح کوانتایل‌ها، ضریب اثرگذاری افزایش می‌یابد. به طوری که با یک درصد افزایش در توسعه مالی، توسعه انرژی‌های پاک در این کشورها بیشتر از ۲ درصد کاهش می‌یابد. نتایج برآورد رویکرد چندک لحظه‌ای نشان می‌دهد که در گروه دو (کشورهای در حال توسعه) رابطه مثبت و معنادار بین توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در چندک‌های پایین و متوسط وجود دارد. رشد بخش مالی می‌تواند درآمد جهت سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو و خرید تکنولوژی‌های بهره‌وری بالا را افزایش دهد که می‌تواند به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کند. از اینرو، نتایج این مطالعه سیاستگذاری‌های متفاوتی برای توسعه مالی در جهت دستیابی به توسعه پایدار در دو گروه کشورهای مورد مطالعه توصیه می‌کند. شاه‌محمدی سه‌چکی و همکاران (۱۴۰۲) نیز رابطه مثبتی بین توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اوپک بدست آورد. لی و همکاران (۲۰۲۴) در کشورهای خاورمیانه رابطه مثبتی بین توسعه مالی و توسعه انرژی‌های پاک پیدا کردند (Li et al., 2024).

نتایج حاصل از برآورد رگرسیون جدید (MMQREG) بین جهانی شدن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در گروه یک، رابطه مثبت و معنادار در چندک‌های متوسط و بالا نشان می‌دهد. بعلاوه، نتایج بیانگر این است که با حرکت در سمت چندک‌ها به سمت بالا، ضریب اثرگذاری افزایش می‌یابد. نتایج برآورد مدل

در گروه دو نیز رابطه مثبت و معناداری در همه چندک‌ها بین جهانی شدن و مصرف انرژی‌های سبز را نشان می‌دهد. 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. قزوانی (۲۰۲۲) رابطه مثبت و معناداری بین جهانی شدن و مصرف انرژی‌های سبز کشف کرد (Ghazouani, 2022).

نتایج جدول بالا نشان می‌دهد که بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های پاک در گروه کشورهای توسعه یافته رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. بعلاوه، نتایج بیانگر این است که در کشورهای توسعه یافته با مصرف انرژی بالاتر (چندک‌های بالا)، ضریب اثرگذاری بیشتر است. نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های سبز در گروه دوم رابطه منفی و معناداری وجود دارد. در واقع، نتایج بیان می‌کند که با افزایش رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، توسعه انرژی‌های پاک کاهش می‌یابد. پولسین و همکاران (۲۰۲۲) رابطه مثبتی بین سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی نهایی و رشد اقتصادی بدست آوردند (Polcyn et al., 2022). اسدزاده و جلیلی (۱۳۹۵)، با داده‌های سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۲، به بررسی رابطه بلندمدت بین انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در منتخبی از کشورهای پیشرفته پرداختند (Asadzadeh & Jalili, 2016). نتایج آن‌ها نشان داد که رابطه بلندمدتی بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی وجود دارد. سلیم و همکاران (۲۰۱۴)، بیان کردند که رشد اقتصادی کشورها میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر افزایش می‌یابد (Salim et al., 2014). احمد و همکاران (۲۰۲۲) رابطه منفی بین رشد اقتصادی و توسعه انرژی‌های پاک بدست آوردند (Ahmed et al., 2022).

نتایج جدول (۸) بیانگر این است که بین مصرف انرژی فسیلی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته رابطه منفی و از نظر آماری معنادار وجود دارد. به عبارت دیگر، با افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی، بدلیل جایگزینی منابع، مصرف انرژی‌های پاک کاهش می‌یابد و بالعکس. با این حال، نتایج نشان می‌دهد که بین مصرف انرژی و مصرف انرژی‌های سبز در کشورهای در حال توسعه رابطه مثبت و معنادار وجود دارد. شاه‌محمدی و همکاران (۱۴۰۱) رابطه منفی بین انرژی‌های فسیلی و سبز بدست آوردند (Shammahmadi Secheki et al., 2016).

نتایج جدول (۸)، نشان می‌دهد که بین انتشار کربن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه منفی و از نظر آماری معنادار در کشورهای توسعه یافته وجود دارد. پولسین و همکاران (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 (Polcyn et al., 2022). برخی مطالعات نیز نتایج متناقضی گزارش کردند. عسگری و همکاران (۱۴۰۲) رابطه مثبتی بین انتشار کربن و انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اوپک کشف کردند (Asgari et al., 2016). شاه‌محمدی و همکاران (۱۴۰۱) رابطه معناداری بین انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اوپک بدست نیاوردند (Shammahmadi, Secheki et al., 2016).

۵- بحث و نتیجه

غلبه بر مسائل بحران انرژی و نابرابری به اولویت کشورهای جهان تبدیل شده است. علاوه بر این، نابرابری انرژی به دلیل کمبود گاز طبیعی و افزایش قیمت انرژی در تلافی بهبود اقتصادی تحت تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹^۱ افزایش یافته است. انرژی تجدیدپذیر یکی از مسیرهای کلیدی تولید پاک برای دستیابی به انتقال انرژی جهانی و مبارزه با تغییرات آب و هوایی است. این تحقیق با هدف مقایسه عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۲ انجام شده است. نتایج نشان داد که توسعه مالی و مصرف انرژی فسیلی اثرات متفاوتی بر توسعه انرژی‌های سبز در دو گروه مورد مطالعه دارد. گرچه رشد توسعه مالی و مصرف انرژی تجدیدناپذیر به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه کمک می‌کند ولی توسعه انرژی‌های پاک در کشورهای توسعه یافته را کاهش می‌دهد. نتایج نشان داد که اثر جهانی شدن بر توسعه انرژی‌های پاک در هر دو گروه یکسان است. بهر حال رشد اقتصادی اثرات متفاوتی بر توسعه انرژی‌های سبز در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه دارد. رشد اقتصادی به توسعه انرژی‌های سبز در گروه یک کمک می‌کند اما مانع توسعه انرژی‌های سبز در گروه دوم می‌شود. نتایج برآورد رگرسیون MMQREG بیانگر این بود که بین انتشار کربن و توسعه انرژی‌های سبز در کشورهای توسعه یافته رابطه منفی و معناداری وجود دارد. در

^۱ . COVID-19

حالی که بین انتشار کربن و توسعه انرژی‌های سبز رابطه معناداری از نظر آماری در کشورهای در حال توسعه وجود ندارد.

نتایج متفاوت عوامل اثرگذار بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه، پیامدهای سیاستی متفاوتی نیز ارائه می‌دهد. این مطالعه به مقامات کشورهای توسعه یافته برای رشد توسعه مالی و مصرف انرژی و به مقامات کشورهای در حال توسعه برای رشد اقتصادی در مسیر دستیابی به توسعه پایدار هشدار می‌دهد. از طرفی، یافته‌های تجربی این مطالعه، به نقش جهانی شدن در طراحی سیاست‌های مربوط به پذیرش یا انتقال انرژی‌های تجدیدپذیر، به ویژه فعال بودن در تدوین سیاست‌های توسعه پایدار تاکید می‌کند. از آنجایی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر خلاف مصرف انرژی فسیلی، میزان گازهای گلخانه‌ای در طبیعت را کاهش می‌دهد. بنابراین، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، دولت‌ها باید 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 تجدیدنپذیر) 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 تراکم صنعتی و پیچیدگی اقتصادی در کشورهای در حال توسعه را (بدلیل انتقال صنایع کربن‌زا از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه) می‌دهد.

منابع

- Aguirre, M., & Ibikunle, G. (2014). Determinants of RE growth: a global sample analysis. *Energy Policy*, 69, 374–384 .
- 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 .
- Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth :Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953–959 .
- 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 .
- 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/https://doi.org/10.1108/IJESM-06-2022-0015>
- Asadzadeh, A., & Jalili. (2016). The impact of economic growth on renewable energy consumption in advanced countries: evidence from panel cointegration and the CUP-FM estimator. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, 47(11), 161–181 .
- Asgari, M., Khorsandi, M., & Ghasemi, A. (2016). Factors affecting renewable energy consumption in OPEC member countries using a panel data approach. *Iranian Energy Economics Research Journal* .
- Chen, D., Chen, S., & Jin ,H. (2018). Industrial agglomeration and CO2 emissions: Evidence from 187 Chinese prefecture-level cities over 2005–2013. *Journal of Cleaner Production*, 172, 993–1003 .
- 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/https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.047>
- Danish Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mahmood, N., & Zhang, J. W. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101516. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101516>
- Ghazouani, T. (2022). Dynamic impact of globalization on renewable energy consumption: Non-parametric modelling evidence. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122115 .

- Goudarzi, A., Li, Y., & Xiang, J. (2021). Efficient energy management of renewable resources in microgrids. In *Renewable energy microgeneration systems* (pp. 285–321). Academic Press.
- Kumaran, V. V. (2020). An empirical analysis of factors affecting renewable energy consumption in association of Southeast Asian Nations-4 countries. (*No journal provided*).
- 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.
- Machado, J. A., & Silva, J. S. (2019). Quantiles via moments. *Journal of Econometrics*, 213(1), 145–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2019.04.009>
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, 103948.
- 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.
- Oluoch, S., Lal, P., & Susaeta, A. (2021). Investigating factors affecting renewable energy consumption: A panel data analysis in Sub Saharan Africa. *Environmental Challenges*, 4, 100092.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Polcyn, J., Us, Y., Lyulyov, O., Pimonenko, T., & Kwilinski, A. (2022). Factors Influencing the Renewable Energy Consumption in Selected European Countries. *Energies*, 15, 108.
- Przychodzen, W., & Przychodzen, J. (2020). Determinants of renewable energy production in transition economies: A panel data approach. *Energy*, 191, 116583.
- 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.
- 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.
- Shammahmadi Secheki, E., Khanzadi, A., & Karimi, M. S. (2016). A study of factors affecting renewable energy consumption in selected OPEC oil countries, a self-explanatory model approach with wide panel intervals. *Economic Policy and Research*, 1(3), 80–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.34785/J025.2022.023>

- Shukla, A., Kant, K., & Sharma, A. (2017). Solar still with latent heat energy storage: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 34–46 .
- 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 .
- Vaona, A. (2016). The effect of renewable energy generation on import demand. *Renewable Energy*, 86, 354–359 .
- 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 .
- 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 .
- Zhang, D., Wang, J., Lin, Y., Si, Y., Huang, C., Yang, J., & Li, W. (2017). Present situation and future prospect of renewable energy in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 865–871 .
- Zheng, M., & Wong, C. Y. (2024). The impact of digital economy on renewable energy development in China. *Innovation and Green Development*, 3(1), 100094 .
- 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 .