

اثر نابرابری توزیع درآمد بر مصرف انرژی تجدیدپذیر: شواهدی از کشورهای در حال توسعه

مهدی محمدی راز

گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

مریم شریف نژاد*

گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

محمد حسن فطرس

گروه اقتصاد، همدان، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

<https://doi.org/10.22067/erd.2025.91805.1275>

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

پیامدهای منفی ناشی از گسترش فعالیت‌های تولیدی اقتصاد شامل بحران‌های آب و هوایی ناشی از سوخت‌های فسیلی و بحران پایان‌پذیری ذخایر این سوخت‌ها توجه‌ها را معطوف به جایگزینی انرژی تجدیدپذیر با منابع انرژی تجدیدناپذیر نموده است و مطالعات گسترده در این زمینه شکل گرفته که عوامل تأثیرگذار بر مصرف سوخت‌های پاک را بررسی نماید. مطالعه حاضر در این راستا به بررسی اثر نابرابری توزیع درآمد و برخی دیگر از متغیرهای کلان اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده توزیعی روش میانگین گروهی یا ARDL-PMG پرداخته است. نتایج حاکی از اثر منفی و معنی‌دار نابرابری توزیع درآمد و اثر مثبت و معنی‌دار تولید ناخالص داخلی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر است که ضرورت توجه به اهمیت کاهش نابرابری اقتصادی جهت دستیابی به اهداف محیط‌زیستی توسعه را روشن می‌سازد. همچنین اثر بازبودن تجاری منفی و اثر قیمت حقیقی نفت مثبت بدست آمد. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان اقتصادی در برنامه‌های توسعه‌ای خود نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه را در راستای کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های تولیدی اقتصاد و دستیابی به انرژی‌های پاک که محور توسعه پایدار است مدنظر قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: مصرف انرژی تجدیدپذیر، نابرابری توزیع درآمد، ARDL PMG.

* نویسنده مسئول: m_sharifnezhad@iaau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۸

صفحات: ۳۰۰-۳۱۶

مقدمه

انرژی به لحاظ منبع تولید در دو دسته طبقه‌بندی می‌شود. دسته اول انرژی‌های فسیلی و تجدید ناپذیر مانند مشتقات نفتی، زغال‌سنگ و غیره است و دسته دوم انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشید، باد، آب، زیست‌توده و غیره (Ebadati Fard, 2021).

انرژی‌های تجدید ناپذیر بخش اصلی و عمده مصرف انرژی دنیا را به خود اختصاص داده است زیرا دسترسی به آن تا کنون برای بشر آسان و کم‌هزینه بوده است و بیش از ۸۰ درصد انرژی جهان از آن‌ها تأمین می‌شود؛ اما گازهای گلخانه‌ای که از احتراق سوخت‌های فسیلی تجدید ناپذیر ایجاد می‌شود امروزه به یک پیامد قابل توجه تبدیل شده تا جایی که آلودگی هوا به یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ‌ومیر انسان‌ها تبدیل شده است (Lelieveld et al., 2019).

اگرچه مصرف گسترده انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی رشد سریع اقتصادی جوامع پیشرفته صنعتی را به همراه داشته، اما به واسطه انتشار آلاینده‌های حاصل از عمل احتراق و افزایش دی‌اکسید کربن در اتمسفر و پیامدهای آن، جهان را با تغییرات برگشت‌ناپذیری روبرو ساخته است. افزایش دمای زمین، تغییرات آب‌وهوایی، بالا آمدن سطح آب دریاها و درنهایت تشدید منازعات بین‌المللی از جمله این پیامدها محسوب می‌شوند (Alaei Sheikh Rabat, Tavakoli, & Sharifi, 2014).

به همین دلیل تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان سوخت‌های پاک و ترویج مصرف آن‌ها کانون بحث سیاست‌های عمومی جهانی بوده است. حمایت قابل توجه جهانی از سیاست‌ها و کاهش هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر باعث افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در طول سالیان شده است (International Energy Agency (IEA), 2019).

روند روبه رشد مصرف انرژی، کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و گرم شدن بیش‌ازاندازه زمین از علل عمده و مهم گرایش کشورها به استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر به‌عنوان جایگزین سوخت‌های فسیلی محسوب می‌شود. انتشار CO₂ به‌عنوان مهم‌ترین گاز آلاینده ۵۸۸ درصد از مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان را شامل می‌شود که منبع اصلی تولید آن استفاده از سوخت‌های فسیلی است. انرژی تجدیدپذیر علاوه بر آنکه دارای ظرفیت ویژه برای رشد اقتصادی است باعث تنوع‌بخشی به سبد انرژی کشورها و ارتقاء امنیت انرژی می‌شود (Esfahani, Ghobadi, & Azarbaiehani, 2022).

همچنین استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر پتانسیل خوبی برای تقویت ساختار اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار دارد به‌عنوان مثال می‌تواند در مناطق دورافتاده روستایی بجای انتقال انرژی با هزینه بالا، خودکفایی در تأمین انرژی ایجاد کرده و با درآمدزایی از راه فروش آن مانع مهاجرت به شهرها شد. مطالعات نشان

داده که در کشورهای انرژی محور گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبتی بر شاخص توسعه انسانی که از زیرساخت‌های توسعه اقتصادی است دارد (Gholami Baladezaei & Sarfi, 2023). انرژی تجدیدپذیر می‌تواند از منابعی شامل باد، خورشید، زمین‌گرمایی و زیست‌توده تأمین شود. مزیت بسیار مهم استفاده از انرژی‌های پاک این است که تأثیرگذاری منابع این انرژی‌ها بر آلودگی محیط‌زیست نزدیک به صفر است؛ درحالی‌که تأثیر سوخت‌های فسیلی بخصوص زغال‌سنگ و نفت خام بسیار زیاد و گاز طبیعی هم نسبتاً زیاد است.

از دیگر نقاط قوت این گونه انرژی‌ها، عمر طولانی، بازدهی نسبی بالاتر، پایین بودن هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، داشتن اثرات مثبت جانی، تجدیدپذیر بودن منابع مصرفی آن، در دسترس بودن فناوری‌های مربوط به آن است. دسترسی کشورهای جهان به انواع منابع جدید انرژی، برای رشد اقتصادی آن‌ها اهمیت اساسی دارد. پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که بین سطح رشد اقتصادی و میزان مصرف انرژی یک کشور، رابطه مستقیم دارد (Fotros, Aghazadeh, & Jabraeili, 2014). درعین حال نگرانی‌ها در مورد مسائل زیست‌محیطی و امنیت انرژی منجر به بحث در مورد استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک استراتژی کلیدی شده است (Zhao & Luo, 2017).

از این‌رو مطالعات پیرامون بررسی عوامل اثرگذار بر مصرف انرژی‌های پاک جایگاه مهمی در مطالعات اقتصادی اخیر پیدا کرده است تا با کمک این مطالعات و شناسایی نحوه اثرگذاری فعالیت‌های اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست سیاست‌گذاران بتوانند اگر بخواهند تصمیمات اقتصادی خود را با اهداف توسعه پایدار و اقتصاد سبز همسو سازند. پتانسیل منابع تجدیدپذیر برای شفاف‌سازی کیفیت محیطی و کاهش مسائل امنیت انرژی منجر به افزایش علاقه به عوامل اساسی تعیین‌کننده آن‌ها شده است. از این حیث، محققان سعی کرده‌اند عوامل اساسی تعیین‌کننده انرژی‌های تجدیدپذیر را برای کشورها و مناطق مختلف توضیح دهند (Uzar, 2020).

با هموار نمودن موانع سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، فرصت‌های قابل‌توجهی در اقتصاد جهانی به وجود خواهد آمد. انرژی‌های تجدیدپذیر با ایفای نقش بسیار مهمی که در تأمین تقاضای انرژی جهانی بازی می‌کنند، باعث مقرون به‌صرفه‌تر شدن این فناوری‌ها نیز می‌شوند. استفاده از انرژی‌های نو می‌تواند باعث کاهش وابستگی به منابع فسیلی، کاهش انتشار گازهای آلاینده از بخش‌های تولید و مصرف منابع انرژی و همچنین باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که تأثیر اساسی بر گرمایش جهانی دارند، گردد (Rathi & A'alami, 2017).

متغیرهای اقتصادی به انحای مختلف می‌توانند بر مصرف انرژی تأثیرگذار باشند. نابرابری توزیع درآمد یکی از این متغیرها است نابرابر توزیع درآمدی می‌تواند با تأثیر بر کیفیت نهادها و روابط قدرت بین گروه‌های مختلف اجتماعی، بر مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر بگذارد. مؤسسات در تعیین استفاده از انرژی، توزیع درآمد و سیاست‌های زیست‌محیطی مؤثر هستند نابرابری درآمد می‌تواند نشانه‌ای از نهادهای ضعیف باشد (Uzar, 2020) که تمایل دارند سرمایه‌گذاری‌های کارآمد را منصرف کنند (Mehrrara, 2012; Amiri, & Hasani, 2012) و اثربخشی سیاست‌های محیطی را تضعیف کنند (Fredrickson & Svensson, 2003) در چنین محیط‌های نهادی ضعیفی، گروه‌های نخبه در فعالیت‌های غیردوستانه با محیط‌زیست افراط می‌کنند (Uzar, 2020). این موضوع در فقدان سرمایه‌گذاری عمومی یا نرخ پایین سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر منعکس می‌شود، بنابراین بر پذیرش انرژی پاک تأثیر می‌گذارد. با توجه به اینکه سطوح بالاتر درآمد باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود، درآمد به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده مهم در مصرف انرژی تجدیدپذیر شناخته شده است (Apergis & Payne, 2010; Bamati & Raofi, 2020; Yao et al., 2020). کشورهای با درآمد بالاتر تا تولید ناخالص داخلی بالاتر نیز به‌احتمال زیاد دارای فناوری‌های جدید دسترسی (توسعه) برای ارتقای جذب انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند.

عامل دیگر قیمت حقیقی نفت است. قیمت نفت و مشتقات آن که جزء لاینفک زندگی روزمره انسان معاصر شده است تأثیر مستقیم و شگرفی بر ابعاد زندگی انسان دارد (Maktofi et al., 2019)؛ بنابراین قیمت واقعی نفت را می‌توان به‌عنوان یک عامل تولید در نظر گرفت؛ زیرا افزایش قیمت نفت، مشاغل و خانوارها را تشویق می‌کند تا مصرف نفت خود را کاهش دهند و محصولات با انرژی کارآمدتری خریداری کنند و به منابع انرژی تجدیدپذیر روی بیاورند (Bamati & Raofi, 2022) همان‌طور که روشن است نیاز کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته به انرژی برای گسترش تولیدات مهم‌ترین چالشی است که در دهه‌های اخیر پیش روی اقتصاد جهان قرار گرفته است. منابع انرژی فسیلی رو به پایان هستند و همین مسئله روی قیمت این نوع سوخت‌ها اثر افزایشی دارد و برای اقتصادی که بخواهد از طریق کاهش هزینه‌های تمام شده تولید و دستیابی به منابع انرژی پایدارتر قدرت خود را در بازار جهانی حفظ کند یا گسترش دهد تغییر رویکرد به سمت انرژی‌های جایگزین ضروری است و لذا جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر راهکار مناسبی است.

نگرانی جهانی ناشی از تهدید گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی در دو دهه اخیر در حال افزایش بوده است. مقدار فزاینده انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO₂)، مهم‌ترین عامل در تأثیر گازهای گلخانه‌ای^۱، این معضلات زیست‌محیطی را افزایش (Kaygusuz, 2009). در بین انواع گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن، دارای بیشترین تأثیر گاز گلخانه‌ای (بیش از ۶۰ درصد) است. به همین دلیل، آثار مخرب گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی روی اقتصاد جهانی از طرف فعالان زیست‌محیطی به صورت گسترده مورد بحث قرار گرفته است. علاوه بر این، سازمان‌های جهانی، از قبیل سازمان ملل متحد^۲، به منظور کاهش آثار مخرب گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی، توافق‌نامه و پیمان‌های بین‌کشوری و لازم‌الاجرا از قبیل پروتکل لندن ۱۹۷۳، کنفرانس ریو ۱۹۹۲ و پیمان کیوتو ۱۹۹۸ و جدیدترین توافق‌نامه‌ها یعنی توافق پاریس ۲۰۱۵ و پیمان دبی ۲۰۲۳ را که با نام کوپ ۳۲۸ شناخته می‌شود، به اجرا گذاشته‌اند.

پیمان کیوتو، یک معاهده زیست‌محیطی بین‌المللی در چارچوب کنوانسیون تغییرات آب و هوایی ملل متحد است که هدف آن، کاهش گرمایش جهانی و رسیدن به یک سطح ثابت از غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر است تا جایی که از مداخلات مخاطره‌آمیز انسانی با سیستم آب و هوایی جلوگیری شود. این پیمان در ۱۱ سپتامبر ۱۹۹۷ در کیوتو ژاپن پذیرفته و از ۱۶ فوریه ۲۰۰۵ لازم‌الاجرا شد. در توافق پاریس ۲۰۱۵ اکثر کشورهای جهان متعهد شدند جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، رویکرد کاهش شدت انرژی، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش سهم انرژی‌های پایدار در سیاست‌های مصرف انرژی را با توجه به زنگ خطرهای به صدا درآمده از تغییرات اقلیمی و گرمایش زمین بکار گیرند.

همچنین پیمان دبی ۲۰۲۳ کنفرانس تغییر اقلیم سازمان ملل متحد^۳ که در دسامبر ۲۰۲۳ با امضای توافق‌نامه-ای بین اعضای شرکت‌کننده به پایان رسید بر اساس این پیمان اعضا بر سر سیاست‌های تحدیدکننده گرمایش زمین از طریق کاهش منصفانه، منظم و عادلانه مصرف سوخت‌های فسیلی به توافق رسیدند. بر طبق این توافق کشورها باید بتوانند تا سال ۲۰۵۰ انتشار کربن را به صفر برسانند. همچنین اغلب

^۱ Greenhouse Effect

^۲ UNFCCC

^۳ COP28

^۱ UN Climate Change Conference

شرکت کنندگان موافقت خود را با تلاش برای سه برابر کردن تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اعلام نمودند.

یکی دیگر از عوامل اقتصادی مهم و مؤثر بر انرژی‌های تجدیدپذیر، تجارت بین‌المللی است. دسترسی به بازارهای جهانی می‌تواند رقابت‌پذیری یک کشور را بهبود بخشد و مهم‌تر از آن، دسترسی به فناوری‌های سبزتر از سایر کشورها را به دست آورد و در نتیجه جذب منابع انرژی تجدیدپذیر را افزایش دهد (Khan et al., 2018).

از زمان برگزاری مذاکرات پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷، که طی آن کشورهای صنعتی به کاهش گازهای گلخانه‌ای پایبند شدند، اهمیت و ضرورت پژوهش در زمینه زیست‌محیطی بیشتر شده است. از سوی دیگر، با گسترش مباحث جهانی‌شدن مالی و تجاری و ارتباط متقابل کشورها، کشورهای در حال توسعه ناگزیر به رقابت در تجارت بین‌الملل هستند. در این زمینه، تجارت بین‌الملل از کانال‌های تأمین مالی و انتقال فناوری و منابع در سطح بین‌المللی است که علاوه بر اثرگذاری بر رشد اقتصادی می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم در کیفیت محیط‌زیست و استفاده از انرژی تأثیرگذار باشد (Esfahani et al., 2022).

با توجه به اینکه در دهه‌های اخیر بحران‌های آب و هوایی، تغییرات اقلیمی و نیز محدودیت منابع انرژی-های تجدیدناپذیر به یک چالش جدی بر سر راه توسعه کشورها تبدیل شده است انجام پژوهش‌هایی که به عاملان و سیاست‌گذاران اقتصادی راهکارهایی برای پیشگیری از آثار جانبی منفی رشد اقتصادی همچنین ضرورت جایگزینی سوخت‌های فسیلی ارائه نماید از اهمیت بسیاری برخوردار است و این پژوهش در راستای همین اهمیت و ضرورت انجام گرفته است.

روش‌شناسی

مدل پانل $ARDL-PMG^1$ یا مدل خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده پانلی به روش میانگین گروهی که به عنوان یک مدل تصحیح خطا طبقه‌بندی می‌شود، روشی مؤثر برای تعریف روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت است (Liu et al., 2019). برآوردگر PMG یک نسخه بهبودیافته از برآوردگر MG است که توسط پسران و اسمیت (۱۹۹۵) توسعه یافته است. برآوردگر MG از مقدار متوسط ضرایب برای هر کشور استفاده

¹ Pooled Mean Group

می‌کند و فرض می‌کند که ضرایب شیب و واریانس خطا برای هر کشور یکسان است. از سوی دیگر، برآوردگر PMG فرض می‌کند که ضرایب بلندمدت برای هر کشور همگن هستند، درحالی‌که ضرایب کوتاه‌مدت و واریانس خطا اجازه دارند برای هر کشور ناهمگن باشند (Silva et al., 2018). مسائلی مانند تخریب محیط‌زیست و نابرابری درآمد باعث نگرانی جهانی می‌شود و فرآیند توسعه پایدار به‌عنوان اهداف همگن میان‌مدت و بلندمدتی است که همه کشورها آن را دنبال می‌کنند، واقعیتی است که می‌تواند استفاده از روش PMG را توجیه کند. همچنین، اهداف کاهش انتشار دی‌اکسید کربن که در توافقات بین‌المللی تعیین شده است، مصرف انرژی تجدیدپذیر را به یک استراتژی جهانی برای همه کشورها تبدیل می‌کند. این روش در تعیین روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها مزایایی دارد. اولین مزیت این است که ایستا بودن متغیرها در سطح $I(0)$ یا تفاضل مرتبه اول $I(1)$ مهم نیست؛ اما برای اعمال روش پانل ARDL، متغیرها نباید در تفاضل مرتبه دوم (۲) ایستا شوند. ثانیاً، این روش با گنجاندن وقفه‌های متغیرهای وابسته و مستقل در مدل، مشکلات درون‌زایی را حذف می‌کند و در نتیجه برآوردگرهای سازگار و کارآمدی تولید می‌کند (Attiaoui et al., 2017).

$$REN_i = \alpha_0 + \alpha_1 GINI_i + \alpha_2 GDP_u + \alpha_3 CO_i + \alpha_4 OPEN_i + \alpha_6 OIL + \alpha_1 upop + \xi_u$$

مدل $ARDL(p, q, \dots, q)$ پیشنهاد شده توسط پسران و همکاران (۱۹۹۹) را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\ln REN_{it} = \sum_{j=1}^p \alpha_{ij} \ln RE_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{ij} X_{i,t-j} + \gamma_i + \varepsilon_{it}$$

در معادله فوق، X بردار متغیرهای مستقل را نشان می‌دهد. این معادله را می‌توان به‌صورت معادله زیر بازنویسی کرد:

$$\Delta \ln REN_{it} = \psi_i (\ln RE_{i,t-1} - \beta_i X_{it}) + \sum_{j=1}^p \alpha_{ij}^* \Delta \ln RE_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij}^* \Delta X_{i,t-j} + \gamma_i + \varepsilon_{it}$$

در معادله (۲)، X بیانگر $\ln GDP$ (لگاریتم تولید ناخالص داخلی)، $\ln GINI$ (لگاریتم ضریب جینی)، $\ln CO_2$ (لگاریتم انتشار دی اکسید کربن) و $\ln OPEN$ (لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد) یعنی بردار متغیرهای مستقل است. البته ذکر این نکته ضروری است که به لحاظ قواعد آمار و ریاضی چنانچه در آمارهای مربوط به مقادیر متغیرها داده‌هایی با مقدار منفی وجود داشته باشد از مدل لگاریتمی پرهیز می‌شود. همچنین β_i نشان‌دهنده اثر بلندمدت متغیرهای مستقل بر مصرف انرژی تجدیدپذیر است. ψ_i تأثیر مکانیسم تصحیح کننده خطا را نشان می‌دهد. ε_{it} عبارت خطا با توزیع مستقل، میانگین صفر و واریانس ثابت است و γ_i اثر گروه است. پارامترهای باقی‌مانده ضرایب کوتاه‌مدت را نشان می‌دهند.

اگر ضرایب بلندمدت بین گروه‌ها همگن باشند، استفاده از تخمین گر PMG که اجازه می‌دهد پارامترهای کوتاه‌مدت بین گروه‌ها متفاوت اما ضرایب در بلندمدت همگن باشند، مؤثرتر خواهد بود. در این مطالعه جهت انتخاب بین برآوردهای PMG و MG، از آزمون هاسمن (۱۹۷۸) استفاده خواهد شد. در آزمون هاسمن (۱۹۷۸)، فرضیه صفر نشان می‌دهد که PMG سازگار است، درحالی که فرضیه جایگزین اظهار می‌کند که MG سازگار است.

بر این اساس تصریح عمومی مدل مدنظر در این تحقیق که برگرفته از مطالعات چرچیل و همکاران (۲۰۲۱)، یوزار (۲۰۲۰) و آسونگو و اودیامبو (۲۰۲۱) می‌باشد؛ به صورت رابطه (۱) ارائه شده است.

$$RE = f(GINI, GDP, CO_2, OPEN, OIL) \quad (۳)$$

الگوی تعمیم یافته این تحقیق به صورت رابطه (۴) است.

$$REN_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GINI_{it} + \alpha_2 GDP_{it} + \alpha_3 CO_{2it} + \alpha_4 OPEN_{it} + \alpha_6 OIL_{it} + \xi_{it} \quad (۴)$$

که در آن i و t به ترتیب نشان‌دهنده کشور و زمان هستند. دوره زمانی ۲۰۲۲-۱۹۹۰ است. متغیرهای مدل عبارتند از:

REN: مصرف انرژی تجدید پذیر

GINI: متغیر اصلی مورد توجه در این تحقیق نابرابری درآمد (GINI) است که با شاخص ضریب جینی اندازه‌گیری شده است.

GDP: (سرانه تولید ناخالص داخلی) به عنوان شاخص درآمد

OIL: قیمت حقیقی نفت

CO₂: انتشار گاز دی اکسید کربن

OPEN: آزادسازی تجاری (نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)

نیز جمله اختلال می‌باشد.

مدل فوق برای قلمرو مکانی کشورهای درحال توسعه بر اساس دسترسی به آمار و اطلاعات همچنین حضور کشور ایران در این گروه برآورد شده است که عبارتند از آلبانی، آرژانتین، ارمنستان، بلاروس، بولیوی، برزیل، بلغارستان، شیلی، چین، کلمبیا، کاستاریکا، جمهوری دومینیک، اکوادور، السالوادور، گرجستان، هندوراس، مجارستان، هند، اندونزی، جمهوری اسلامی ایران، قزاقستان، جمهوری قرقیزستان، مقدونیه شمالی، مکزیک، مولداوی، پاکستان، پاناما، پاراگوئه، پرو، لهستان، رومانی، فدراسیون روسیه، تایلند، اوکراین و اروگوئه و قلمرو زمانی پژوهش ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲. آمارها و اطلاعات مربوط به متغیرها از بانک‌های اطلاعات آماری جهانی از جمله بانک جهانی^۱ استخراج شده است.

در قسمت بعدی سعی شده تا نتایج تحقیق ارائه و تجزیه و تحلیل گردند. سپس مقایسه نتایج با سایر مطالعات نیز بررسی گردد.

نتایج و بحث

در ابتدا آزمون ریشه واحد پانلی جهت بررسی مانایی متغیرهای مدل انجام شد که نتایج آن در جدول شماره ۱ منعکس شده است.

جدول (۱): نتایج آزمون‌های ریشه واحد

متغیرها	آماره لین، لوین و جو	سطح خطا	آماره ایم، پسران و شین	سطح خطا	آماره دیکی فولر فیشر	سطح خطا
REN	-۹/۷۲۳۱۹	%۵	-۱۴/۰۶۷۲	%۱۰	۳۴۴/۹۰۷	%۱۰
GINI	-۸/۳۱۶۸۴	%۱	-۱۱/۴۴۴۹	%۱	۲۶۶/۶۵۵	%۱
GDP	-۱۹/۴۳۶۳	%۱	-۲۶/۸۱۷۹	%۱	۸۳۷/۵۱۱	%۱
CO2	-۱۵۰۵/۹۰	%۱	-۵۲۵/۲۹۶	%۱	۷۵۱/۱۱۴	%۱
OPEN	-۵/۵۸۳۶۴	%۱	-۸/۸۳۷۲۸	%۱	۲۰۷/۴۶۱	%۱
OIL	-۱۰/۳۳۱۴	%۱	-۱۲/۲۸۱۸	%۱	۳۳۱/۲۴۲	%۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

^۱ World Bank Data

بر اساس جدول شماره ۱ نتایج آزمون ریشه واحد نشان می‌دهد که فرضیه‌ی صفر مبتنی بر عدم وجود خود رگرسیون بین جملات اخلاص در آن‌ها رفع شده و همه متغیرهای مدل مصرف انرژی تجدیدپذیر، ناپرابری توزیع درآمد، رشد تولید ناخالص داخلی، انتشار گاز دی‌اکسید کربن، آزادسازی تجاری و قیمت حقیقی نفت با یکبار تفاضل گیری مانا می‌باشند. لذا با اطمینان از عدم وجود مشکل رگرسیون کاذب برآورد مدل انجام خواهد شد.

همچنین برای بررسی عدم وجود وابستگی مقطعی بین متغیرهای مدل از آزمون وابستگی مقطعی پسران ۱ استفاده شد. این آزمون برای اولین بار توسط پسران (۲۰۰۴) مطرح گردید و از آن برای بررسی وابستگی مقطعی بین متغیرها استفاده می‌گردد. فرضیه صفر آزمون وابستگی مقطعی، عدم وجود وابستگی در بین متغیرهای تحقیق است.

جدول (۲): نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران (CD) بین متغیرها

متغیرها	آماره آزمون	مقدار احتمال
GINI	۱۴/۹۸	۰/۱۳۲۲
GDP	۱۵/۰۵	۰/۳۸۰۶
CO2	۱/۰۹	۰/۱۰۹۵
OPEN	۲۲/۹۴	۰/۵۶۸۹
OIL	۴/۴۳	۰/۹۴۶۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که نتایج آزمون که در جدول شماره ۲ منعکس شده است نشان می‌دهد احتمال بدست آمده از آزمون برای تمام متغیرها بیش از ۰.۰۵ است و این بدان معناست که فرض صفر آزمون مبنی عدم وجود وابستگی مقطعی بین متغیرها رد نمی‌شود بنابراین عدم مشکل وابستگی مقطعی در متغیرها، پذیرفته می‌شود. در گام بعدی از مراحل اجرای روش ARDL-PMG ضروری است برای تعیین اثرات ثابت یا تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شود که نتایج این آزمون در جدول ۳ منعکس شده است.

جدول (۳): نتایج آزمون هاسمن

مقدار آماره کای مربع در جدول	آماره آزمون (کای مربع)	مقدار احتمال
۷	۵۸.۵۴	۰.۰۰۰۰

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است مقدار احتمال بدست آمده کمتر از ۰.۵ و مقدار آماره بیشتر از مقدار بحرانی است بنابراین فرض صفر مبنی بر اثرات ثابت رد می‌شود و یا دلیلی برای رد فرضیه اثرات تصادفی یافت نشد.

پس از انجام آزمون‌های پیش فرض برآورد مدل به روش ARDL- PMG انجام شد که نتایج آن در دو بخش بلندمدت و کوتاه مدت جدول شماره ۳ به تصویر کشیده شده است.

جدول (۴): نتایج برآورد مدل

اثرات	متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	Z آماره	احتمال
بلندمدت Long_run	GINI	-۰/۰۹۲۷	۰/۰۱۶۹	-۵/۴۷	۰/۰۰۰۰***
	GDP	۰/۹۹۵۲	۰/۰۱۸۴	۵۴/۰۲	۰/۰۰۰۰***
	CO2	-۰/۰۵۷۹	۰/۰۳۱۲	-۱/۸۵	۰/۰۶۳۹*
	OPEN	-۱/۵۲۱۴	۹/۱۰۱۵	-۱/۶۷	۰/۰۹۵۵*
	OIL	۰/۰۴۷۳	۰/۰۲۸۰	۱/۶۸	۰/۰۹۲۴*
کوتاه مدت Short_run	ECM	-۰/۱۶۹۴	۰/۰۳۲۲	۵/۲۶	۰/۰۰۰۰***
	D.GINI	-۰/۱۷۸۶	۰/۰۸۵۵	-۲/۰۹	۰/۰۱۰۸**
	D.GDP	۰/۰۳۵۳	۰/۰۲۰۳	۱/۷۳	۰/۰۸۳۰*
	D.CO2	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲	-۳/۵۰	۰/۰۰۰۰***
	D.OPEN	۰/۰۲۱۶	۰/۰۰۸۵	۲/۵۵	۰/۰۱۶۳**
	D.OIL	۱/۹۱۱۲	۰/۹۰۱۵	۲/۱۲	۰/۰۱۲۱**
	Constant	۶/۳۶۵۶	۱/۱۳۳۰	۵/۶۲	۰/۰۰۰۰***
-	Number of obs	۱۰۱۱			
-	Number of groups	۳۵			
مشاهدات در گروه	min	۲۳			
	avg	۲۸/۹			
	max	۳۰			

***، **، * به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که نتایج برآورد مدل تحقیق در جدول ۴ در بلندمدت نشان می‌دهد، اثر تمامی متغیرها بر روی مصرف انرژی تجدیدپذیر در سطح یک درصد و ده درصد معنی دار است و بر اساس نتایج به دست آمده هر یک واحد افزایش در ضریب جینی نابرابری توزیع درآمد ۰.۰۹۲۷ واحد مصرف انرژی‌های تجدید

پذیر کاهش می‌یابد، به ازای هر واحد افزایش در انتشار دی‌اکسید کربن و درجه باز بودن تجاری به ترتیب ۰.۰۵۷۹ و ۱.۵۲۱۴ واحد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش خواهد یافت. همچنین نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت با افزایش یک واحد قیمت حقیقی نفت و تولید ناخالص داخلی به ترتیب ۰.۰۴۷۳ و ۰.۹۹۵۲ واحد مصرف انرژی‌های تجدید پذیر افزایش خواهد یافت.

همچنین بر اساس نتایج برآورد مدل در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که اثر همه متغیرها بر روی مصرف انرژی تجدیدپذیر معنی‌دار هستند. در یک دوره کوتاه‌مدت، علامت متغیرهای نابرابری توزیع درآمد و انتشار گاز دی‌اکسید کربن بر روی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منفی و علامت متغیر رشد تولید ناخالص داخلی سرانه، آزادسازی تجاری و قیمت حقیقی نفت مثبت است. افزایش یک درصدی متغیرهای نابرابری توزیع درآمد و انتشار گاز دی‌اکسید کربن؛ مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را به ترتیب به مقدار اندازه‌های $-۰/۱۷۸۶$ و $-۰/۰۰۰۸$ درصد (در یک دوره کوتاه‌مدت) کاهش می‌دهد. افزایش یک درصدی متغیر رشد تولید ناخالص داخلی سرانه، آزادسازی تجاری و قیمت حقیقی نفت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را به اندازه $۰/۰۳۵۳$ ، $۰/۰۲۱۶$ و $۱/۹۱۱۲$ درصد (در یک دوره کوتاه‌مدت) افزایش می‌دهد.

در الگوی بکارگرفته برای برآورد مدل تحقیق ضریب تعدیل ECM برابر $۰/۱۷$ بدست آمده است و این نشان می‌دهد که تعدیل حاصل از سایر عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کوتاه‌مدت به صورت یکنواخت و سریع امکان‌پذیر است، به طوری که در هر سال حدود ۱۷ درصد شوک‌های کوتاه‌مدت ناشی از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر تعدیل می‌شود. در واقع در هر دوره زمانی که (در این تحقیق یک سال در نظر گرفته شده است)، ۱۷ درصد انحراف از تعادل بلندمدت جبران می‌شود.

نتایج بدست آمده با نتایج اکثر مطالعات انجام شده پیرامون موضوع همانند علویجه (۲۰۲۴)، کیریگاللی (۲۰۲۳)، اولاً و لین (۲۰۲۴)، تأثیر منفی و معنی‌دار انتشار گاز دی‌اکسید کربن بر مصرف انرژی در بلندمدت همسو با مطالعات اولاً و لین (۲۰۲۴)، مارسپال و همکاران (۲۰۲۳)، مای (۲۰۲۳) است.

تأثیر مثبت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در این پژوهش، همسو با یافته‌های مطالعات هوی‌لان و همکاران (۲۰۲۴)، چینگ و همکاران (۲۰۲۴)، قدیر و همکاران (۲۰۲۳)، رحمان و همکاران (۲۰۲۳)، مای و همکاران (۲۰۲۳) و دیگر پژوهش‌های مشابه است؛ اما با نتایج مطالعه علی و همکاران (۲۰۲۳) هم‌خوانی ندارد.

همچنین، رابطه‌ی مثبت میان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و شاخص آزادسازی تجاری در بلندمدت با نتایج مطالعات فنگ و همکاران (۲۰۲۴)، هوی‌لان و همکاران (۲۰۲۴)، ابراهیم و همکاران (۲۰۲۴)، ژانگ و همکاران (۲۰۲۴) و چانگ و همکاران (۲۰۲۳) سازگار است.

علاوه بر این، تأثیر معنادار قیمت حقیقی نفت بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نیز با یافته‌های پژوهش‌های چینگ و همکاران (۲۰۲۴)، اونس و همکاران (۲۰۲۴)، ماگاتزینو و جیولی (۲۰۲۴) تام‌باری و همکاران (۲۰۲۴) اوزکان و همکاران (۲۰۲۴)، جین و کیم (۲۰۲۳) و زغدودی و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد هر یک واحد که میزان یا سطح نابرابری توزیع درآمد بیشتر شود در بلندمدت ۰.۰۹۲۷ واحد و در کوتاه‌مدت ۰.۱۷۸۶ واحد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش می‌یابد. این میزان اثر این متغیر اقتصادی اجتماعی قابل تأمل است و می‌تواند نشان‌دهنده این واقعیت باشد که وقتی توزیع درآمد نابرابرتر می‌شود قدرت نهادها کاهش می‌یابد و تصمیمات اقتصادی منحصر به گروه‌های قدرت و سرمایه‌داری می‌شود که در جهت منافع خود و برای کاهش هزینه‌ها تمایل کمتری به استفاده از انرژی‌های پاک دارند از این‌رو کشورهای درحال توسعه چنانچه دغدغه توسعه پایدار و حفاظت از محیط‌زیست را داشته باشند باید هرچه سریع‌تر در جهت کاهش نابرابری توزیع درآمد و ایجاد عدالت اقتصادی که یکی از وظایف تعریف شده برای دولت‌ها حتی در اقتصاد کلاسیک است گام‌های جدی بردارند. همچنین نوسانات قیمت نفت و گرانی آن با توجه به اتمام پذیری این منبع انرژی ضرورت جایگزینی آن با منابع انرژی تجدیدپذیر را روشن می‌سازد. همان‌طور که نتایج کمی پژوهش نشان داد افزایش یک درصد در قیمت نفت ۱.۹ درصد در کوتاه‌مدت می‌تواند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد با توجه به اینکه تصمیمات تولیدی به میزان زیادی تحت تأثیر قیمت و میزان دسترسی به انرژی است و نوسانات قیمت به سرعت بر اقتصاد کشورهای درحال توسعه که معمولاً زیرساخت‌های اقتصادی ضعیف‌تری نسبت به کشورهای توسعه‌یافته دارند اثرگذار است ضروری است که کشورهای درحال توسعه جهت مقاوم‌سازی اقتصاد خود در برابر آثار این نوسانات بسترهای مناسب برای جایگزینی انرژی‌های فسیلی با انرژی تجدیدپذیر را فراهم سازند. اثر بلندمدت این متغیر ۰.۰۴۷ واحد مثبت است. علاوه بر این هر واحد افزایش تولید ناخالص داخلی در بلندمدت افزایش ۰.۹۹ واحد مصرف انرژی تجدیدپذیر را نشان داده است که تأثیری قابل توجه است. توجه به تولید ملی و افزایش تولید و درآمد ناخالص داخلی هم سرمایه لازم برای ایجاد و بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر را فراهم می‌سازد هم از

افزایش درآمد توده مردم سبب افزایش قدرت آن‌ها و کاهش نابرابری می‌شود و این خود اثر فزاینده بر جهت‌گیری‌ها به سمت مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد. مازاد بر اینکه بهره‌گیری از انرژی‌های پاک از طریق آثار جانبی مثبت بر کیفیت محیط‌زیست خود زمینه‌ساز توسعه پایدار به‌عنوان شاخص مهم توسعه اقتصادی است. آزادسازی تجاری نیز با انتقال و اشتراک دانش فنی و تکنولوژی لازم برای ایجاد زیرساخت‌های لازم برای تولید انرژی تجدیدپذیر گام مهمی در راستای افزایش مصرف این انرژی‌ها است؛ اما در این قلمرو مکانی و زمانی تحقیق حاضر و با توجه به روش بکارگرفته شده نتایج نشان داده که در بلندمدت آزادسازی تجاری ۱.۵ واحد اثر منفی بر مصرف انرژی‌های پاک دارد. فرضیه پناهگاه آلودگی و کاهش قدرت نهادها نسبت به گروه‌های قدرت در کشورهای درحال توسعه که ضعف دموکراسی از شاخص‌های توسعه‌ای آن‌هاست می‌تواند شاهد و توجیهی بر این نتیجه‌گیری باشد. بدین ترتیب پیشنهاد می‌شود دولت‌ها و تصمیم‌گیرندگان اقتصادی بیش‌ازپیش به نتایج این دست مطالعات در سیاست‌گذاری‌های خود توجه داشته باشند.

افزایش انتشار دی‌اکسید کربن بر اساس نتایج مستخرج از این پژوهش اثر کاهنده بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد هرچند به لحاظ ضریب آماری این اثر کوچک است اما کاهش دسترسی به زیست‌توده به‌عنوان یکی از منابع تولید انرژی تجدیدپذیر همچنین سایر موانعی که آلودگی هوا ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای بر سر راه تولید انرژی پاک می‌گذارد مؤید این مطلب است که انتشار دی‌اکسید کربن علاوه بر اینکه خود مخرب محیط‌زیست است به‌طور غیرمستقیم و از طریق آثار جانبی مانعی برای دستیابی به توسعه سبز است و این نتیجه‌گیری توجه سیاست‌گذاران اقتصادی را به اهتمام بیشتر بر تصمیمات محدودکننده کربن جلب می‌نماید.

همچنین با توجه به نتایج مستخرج، توسعه سیاست‌های توزیع عادلانه درآمد و طراحی و اجرای سیاست‌هایی که به کاهش نابرابری درآمد کمک کند (مانند مالیات‌های تصاعدی و برنامه‌های حمایتی برای اقشار کم‌درآمد) پیشنهاد می‌گردد. تشویق سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و ارائه مشوق‌های مالی و تسهیلات برای سرمایه‌گذاران و شرکت‌ها در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر (به‌ویژه در کشورهای با درآمد پایین) و توسعه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر (سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های لازم برای تولید و توزیع انرژی‌های تجدیدپذیر) نیز می‌توانند به بهبود وضعیت نابرابری درآمد و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کنند.

References

Alaei Sheikh Rabat, Z.; Tavakoli, A., & Sharifi, A. (2014). The effect of renewable energy consumption on CO2 greenhouse gas emissions in Iran and four selected Southeast Asian countries. *The Sixth Specialized Scientific Conference on Renewable, Clean and Efficient Energy, Tehran*. (in Persian)

Chang, L.; Taghizadeh-Hesary, F., & Mohsin, M. (2023). Role of mineral resources trade in renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 181, 113321.

Ebadati Fard, M. (2021). Investigation of factors affecting carbon dioxide emissions with emphasis on renewable energy consumption and oil prices in selected OPEC countries. *First International Conference on Industrial Engineering, Management, Economics and Accounting*. (in Persian)

Esfahani, A.; Ghobadi, S., & Azarbaieji, K. (2022). Dynamic effect of renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in selected developing countries (generalized method of moments approach). *Journal of Program & Development Research*, 3(1), 93–119. (in Persian)

Evans, O. (2024). The investment dynamics in renewable energy transition in Africa: The asymmetric role of oil prices, economic growth and ICT. *International Journal of Energy Sector Management*, 18(2), 229–247.

Feng, C.; Liu, Y. Q., & Yang, J. (2024). Do energy trade patterns affect renewable energy development? The threshold role of digital economy and economic freedom. *Technological Forecasting and Social Change*, 203, 123371.

Fotros, M. H.; Aghazadeh, A., & Jabraeili, S. (2014). Panel causality between renewable energy consumption and economic growth: A comparison of different regions of the world. *Journal of Macroeconomics*, 9(18), 127–149. (in Persian)

Gholami Baladezaei, M., & Sarfi, E. (2023). Approximation of the relationship between OPEC basket oil prices and the total index in the time of Covid-19. *Quarterly Journal of Economic Research*, 19(78), 175–191. (in Persian)

Huilan, W.; Akadiri, S. S.; Haouas, I.; Awosusi, A. A., & Odu, A. T. (2024). Impact of trade liberalization and renewable energy on load capacity factor: Evidence from novel dual adjustment approach. *Energy & Environment*, 35(2), 795–814.

Ibrahim, R. L.; Adebayo, T. S.; Awosusi, A. A.; Ajide, K. B.; Adewuyi, A. O., & Bolarinwa, F. O. (2024). Investigating the asymmetric effects of renewable energy-carbon neutrality nexus: Can technological innovation, trade openness, and transport services deliver the target for Germany? *Energy & Environment*, 35(1), 185–206.

Jin, T., & Kim, D. (2023). The role of renewable energy in hedging against oil price risks: A study of OECD net oil importers. *Renewable Energy*, 218, 119325.

Kadir, M. O.; Deka, A.; Ozdeser, H.; Seraj, M., & Turuc, F. (2023). The impact of energy efficiency and renewable energy on GDP growth: New evidence

from RALS-EG cointegration test and QARDL technique. *Energy Efficiency*, 16(5), 46.

Karimi Alavijeh, N.; Ahmadi Shadmehri, M. T.; Nazeer, N.; Zangoei, S., & Dehdar, F. (2023). The role of renewable energy consumption on environmental degradation in EU countries: Do institutional quality, technological innovation, and GDP matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(15), 44607–44624.

Kirikkaleli, D.; Awosusi, A. A.; Adebayo, T. S., & Otrakçı, C. (2023). Enhancing environmental quality in Portugal: Can CO2 intensity of GDP and renewable energy consumption be the solution? *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 53796–53806.

Magazzino, C., & Giolli, L. (2024). Analyzing the relationship between oil prices and renewable energy sources in Italy during the first COVID-19 wave through quantile and wavelet analyses. *Renewable Energy Focus*, 48, 100544.

Mai, T. N. (2023). Renewable energy, GDP (Gross Domestic Product), FDI (Foreign Direct Investment) and CO2 emissions in Southeast Asia countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 284–289.

Maktoufi, A.; Emami Meybodi, A., & Noor Ahmadi, M. J. (2019). Investigating the relationship between renewable energy consumption, economic growth and oil prices. *Master's thesis in Energy Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabatabaie University*, 6(2), 171–194. (in Persian)

Martial, A. A. A.; Dechun, H.; Voumik, L. C.; Islam, M. J., & Majumder, S. C. (2023). Investigating the influence of tourism, GDP, renewable energy, and electricity consumption on carbon emissions in low-income countries. *Energies*, 16(12), 4608.

Mehrara, M.; Amiri, H., & Hasani, M. (2012). Energy consumption and income: An international panel smooth transition model of the Kuznets curve. *Quarterly Journal of Economic Research and Policy*, 20(62), 171–194. (in Persian)

Ozkan, O.; Saleem, A.; Khan, N., & Alola, A. A. (2024). Global impact of geopolitical oil price uncertainty and associated commodity prices on clean energy stocks. *Energy & Environment*, 0958305X231225303.

Qing, L.; Yao, Y.; Sinisi, C. I.; Salman, A.; Jaradat, M.; Spinu, A. E., & Shabbir, M. S. (2024). Do trade openness, environmental degradation and oil prices affect green energy consumption? *Energy Strategy Reviews*, 52, 101342.

Rahman, M. R.; Rahman, M. M., & Akter, R. (2023). Renewable energy development, unemployment and GDP growth: South Asian evidence. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, (ahead-of-print).

Rathi, V., & A'alami, H. (2017). A study of the latest global trends in renewable energy investment along with existing challenges. *Second International Conference on Electrical Engineering, Qarchak*. (in Persian)

Tambari, I.; Failler, P., & Jaffry, S. (2024). Understanding the interplay: Oil price and renewable energy investment in Africa's net oil importing and net oil exporting countries. *Resources Policy*, 91, 104875.

Ullah, S., & Lin, B. (2024). Natural resources, renewable energy-environment nexus for Pakistan: A policy perspective. *Resources Policy*, 90, 104788.

Zaghdoudi, T.; Tissaoui, K.; Maaloul, M. H.; Bahou, Y., & Kammoun, N. (2023). Asymmetric connectedness between oil price, coal and renewable energy consumption in China: Evidence from Fourier NARDL approach. *Energy*, 285, 129416.

Zhang, M.; Adebayo, T. S.; Awosusi, A. A.; Ramzan, M.; Otrakçı, C., & Kirikkaleli, D. (2024). Toward sustainable environment in Italy: The role of trade globalization, human capital, and renewable energy consumption. *Energy & Environment*, 35(4), 2058–2086.