Summer (2024) 14(55): 111-128

Received: 11 October 2023 Accepted: 9 November 2023
DOI: 10.30473/egdr.2023.69442.6779

Economic Growth and Development Research

Open Access

ORIGINAL ARTICLE

Examining the Relationship between Renewable and Non-renewable Energies and Economic Growth in D8 and G7 Countries

Elham Nobahar[1*], Neda Sadeghi[2]

1. Associate Professor, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. M.A. in Economics, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Correspondence
Elham Nobahar
Email:
enobahar@tabrizu.ac.ir

How to cite:
Nobahar, E., & Sadeghi, N. (2024). Examining the Relationship between Renewable and Non-renewable Energies and Economic Growth in D8 and G7 Countries. Economic Growth and Development Research, 14(55), 111-128.

ABSTRACT

Energy, as one of the most important factors of production, plays a crucial role in the economic growth of countries, but in today's world, addressing economic growth issues without considering the aspects of sustainable development and intergenerational consequences is impossible. Considering the importance and differences of renewable and non-renewable energies in the sustainable development of countries, the main purpose of this study is to examine the causal relationship between economic growth and the consumption of renewable and non-renewable energies in the D8 and G7 countries. Using two causality approaches, Dumitrescu-Hurlin (2012) and Konya (2006), this study investigates the relationship between these variables over the period from 2000 to 2022. The findings of this study reveal a unidirectional causality from GDP to renewable energy consumption in the D8 countries. Additionally, no causal relationship is observed between non-renewable energy consumption and GDP in these countries. In other words, in the D8 countries, economic growth is not influenced by energy consumption; however, as economic growth increases, these countries tend to adopt renewable energy sources. On the other hand, in the G7 countries that are more developed, the results indicate a unidirectional causal relationship from the consumption of renewable energy to GDP. Furthermore, the findings demonstrate a unidirectional causality from domestic gross production to non-renewable energy consumption. Hence, in the G7 countries, economic growth is influenced by the consumption of renewable energy and, in turn, impacts the consumption of non-renewable energy.

KEYWORDS

Renewable Energies, Non-renewable Energies, Economic Growth, Dumitrescu and Hurlin Causality (2012), Konya Causality (2006).
JEL Classification: Q43, C23, O57.

© 2024, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license

سال چهاردهم، شماره پنجاه و پنجم، تابستان ۱۴۰۳ (۱۲۸-۱۱۱)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۸

DOI: 10.30473/egdr.2023.69442.6779

فصلنامه علمی

پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی

«مقاله پژوهشی»

بررسی رابطه انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با رشد اقتصادی در کشورهای گروه D8 و G7

الهام نوبهار[1*]، ندا صادقی[2]

۱. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. کارشناس ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

نویسنده مسئول:

الهام نوبهار

رایانامه:

enobahar@tabrizu.ac.ir

چکیده

انرژی به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل تولید نقش مهمی در رشد اقتصادی کشورها دارد. اما در دنیای امروز پرداختن به مسائل رشد اقتصادی بدون توجه به جنبه‌های توسعه پایدار و پیامدهای بین نسلی آن غیرممکن است. بنابراین یکی از چالش‌های مهم در اکثر کشورها داشتن رشد اقتصادی پایدار همراه با حفظ محیط زیست است. با توجه به اهمیت و تفاوت‌های انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در رشد و توسعه پایدار کشورها، هدف اصلی این مطالعه بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در کشورهای دو گروه D8 و G7 است. در این راستا با استفاده از دو رویکرد علّیت دومیترسکو-هورلین (۲۰۱۲) و کونیا (۲۰۰۶) به بررسی روابط بین متغیرها در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ پرداخته شده است. نتایج این مطالعه حاکی از وجود رابطه علّیت یکطرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای گروه D8 است. همچنین در این کشورها بین مصرف انرژی های تجدیدناپذیر و تولید ناخالص داخلی رابطه علّیتی وجود ندارد. به عبارت دیگر در کشورهای عضوگروه D8، رشد اقتصادی متأثر از مصرف انرژی‌ها نیست اما با افزایش رشد اقتصادی، کشورها به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر روی می‌آورند. از سوی دیگر در کشورهای عضو گروه G7 که از سطح توسعه‌یافتگی بالاتری برخوردارند، نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه علّیت یک‌طرفه از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به تولید ناخالص داخلی است. همچنین نتایج وجود رابطه علّیت یک‌طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی های تجدیدناپذیر را نشان می‌دهد. به عبارت دقیقتر در کشورهای گروه G7، رشد اقتصادی متأثر از مصرف انرژی های تجدیدپذیر است و بر مصرف انرژی های تجدیدناپذیر اثر می‌گذارد.

واژه‌های کلیدی

انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی، علّیت دومیترسکو-هورلین (۲۰۱۲)، علّیت کونیا (۲۰۰۶).

طبقه‌بندی JEL: Q43، C23، O57.

استناد به این مقاله:

نوبهار، الهام و صادقی، ندا (۱۴۰۳). بررسی رابطه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با رشد اقتصادی در کشورهای گروه D8 و G7. فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱۴(۵۵)، ۱۲۸-۱۱۱.

https://egdr.journals.pnu.ac.ir/article_10358.html

۱- مقدمه

با شروع انقلاب صنعتی و شکل‌گیری صنایع، انرژی به‌عنوان یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در توابع تولید و الگوهای رشد شناخته شده و بیشترین سهم را در تجارت جهانی به خود اختصاص داده است. انرژی در تمامی فعالیت‌های بشری جایگاه ویژه‌ای دارد و پس از نیروی انسانی، برخورداری از منابع انرژی عمده‌ترین عامل رشد جوامع صنعتی است، چرا که انرژی یک نیاز اساسی برای استمرار توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی، بهبود کیفیت زندگی و امنیت جامعه است. انرژی به عنوان نیروی محرکه فعالیتهای تولیدی، زیربنای اساسی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی است (کریم‌پور و همکاران، ۱۳۹۸). در دنیای مدرن امروز پرداختن به مسائل رشد اقتصادی و افزایش رفاه بدون توجه به جنبه‌های توسعه پایدار[۱] و پیامدهای بین نسلی (عدالت بین نسلی) آن غیرممکن است. بنابراین یکی از چالش‌های مهم در جوامع پیشرفته داشتن رشد اقتصادی پایدار همراه با حفظ محیط زیست است. بعد از جنگ جهانی دوم توجه بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه کنونی عمدتا به فرآیند صنعتی‌شدن معطوف بود و توجهی به مسائل زیست‌محیطی و مدیریت محیط زیست و منابع طبیعی نشده است (سرمست و همکاران[۲]، ۲۰۲۱).

مصرف غیرمنطقی سوخت‌های فسیلی باعث ایجاد مشکلات متعددی در سراسر جهان شده است. ازجمله این مشکلات انتشار گازهای گلخانه‌ای[۳] از طریق آزاد شدن هیدروکربن موجود در سوخت‌های فسیلی مانند اتان و دی‌اکسید کربن است که باعث سوراخ شدن لایه ازون می‌شود. گاز مضر دیگر کربن مونوکسید است که باعث ایجاد باران‌های اسیدی می‌شود که هزینه‌های سنگینی را متوجه سلامت مردم می‌کند (جانسون و همکاران[۴]، ۲۰۱۹). سازمان ملل متحد (UN) از سال ۱۹۹۲، مسئله تغییرات آب و هوایی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای را شناسایی کرد و با برگزاری کنفرانس‌های بین‌المللی و تصویب موافقت‌نامه‌ها سعی در کنترل این‌گونه تغییرات داشته است. ازجمله اقدامات ابتدایی برای جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به‌جای سوخت‌های فسیلی، پروتکل کیوتو (۱۹۹۷) است که با هدف کاهش گازهای گلخانه‌ای تصویب شد (هیکمن و همکاران[۵]، ۲۰۲۱). از دیگر توافق‌نامه‌ها می‌توان به توافق‌نامه پاریس (۲۰۱۵) اشاره کرد که نخستین توافق اقلیمی جهانی بین ۱۹۵ کشور شرکت‌کننده در اجلاس زیست‌محیطی پاریس است. بر اساس این سند کشورها متعهد شدند که میزان تولید گازهای گلخانه‌ای که از عوامل اصلی گرم شدن زمین تلقی می‌شوند، را کاهش دهند (گلانمن و همکاران[۶]، ۲۰۲۰). آثار مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر[۷] از یک سو، و بی‌ثباتی قیمت این انرژی‌ها و نااطمینانی در مورد دسترسی به منابع انرژی از سوی دیگر، موجب توجه هر چه بیشتر کشورها به انرژی‌های تجدیدپذیر[۸] شده است. اما گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نیز به سهولت امکان‌پذیر نیست، زیرا فرایند توسعه این انرژی‌ها با توجه به ساختار متفاوتی که انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به انرژی‌های تجدید ناپذیر دارند، نیازمند هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه بسیار بالایی است (کوچاک و شارک گونشی[۹]، ۲۰۱۷).

با توجه به موارد بیان شده، این سوال مطرح می‌شود که آیا انرژی به‌عنوان محرکی برای رشد اقتصادی است، یا رشد اقتصادی یک پیش‌نیاز برای مصرف بیشتر انرژی است و آیا انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در این امر باهم متفات هستند. تعیین جهت علّیت بین مصرف انواع انرژی‌ها و رشد اقتصادی می‌تواند به دولت‌ها در طراحی و پیاده‌سازی سیاست‌های مصرف انرژی کمک شایانی نماید. بنابراین هدف اصلی این مطالعه بررسی رابطه بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای گروه D8 و G7 است.

---

۱. توسعه پایدار عبارت است از تامین نیازهای نسل حاضر به صورتی که توانایی نسل‌های آینده برای تامین نیازهایشان به مخاطره نیافتد (وصال، ۱۴۰۱).

2. Sarmast et al.

۳. گازهای گلخانه‌ای (Greenhouse gases) شامل دی اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن و سایر گازهایی است که مقداری از انرژی خورشید را در جو نگه می‌دارند و موجب گرم شدن جو زمین می‌شوند (جفری و همکاران، ۲۰۲۱).

4. Johnsson et al.

5. Hickmann et al.

6. Glanemann et al.

۷. انرژی‌های تجدیدناپذیر انرژی‌هایی هستند که مصرف آنها باعث کاهش ذخایرشان می‌شود و تشکیل مجدد این منابع نیازمند صرف زمان بسیار طولانی است. سوخت‌های فسیلی همچون نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی از جمله انرژی‌های تجدید ناپذیر هستند (احمدیان، ۱۳۹۲).

۸. انرژی‌های تجدیدپذیر انرژی‌هایی هستند که در اثر مصرف، ذخایرشان پایان نیافته و چرخه طبیعت مجددا آنها را تولید می‌کند. این نوع انرژی‌ها برخلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر کمی بر حیات وحش، آلودگی هوا و تغییر اقلیم دارند. انرژی‌های خورشیدی، بادی، زیست توده و زمین گرمایی از جمله انرژی‌های تجدید پذیر هستند (احمدیان، ۱۳۹۲).

9. Koçak & Şarkgüneşi

مطالعه حاضر در ۶ بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه، مبانی نظری و مطالعات داخلی و خارجی مطرح خواهد شد. در قسمت چهارم، به معرفی روش تحقیق پرداخته می‌شود و در قسمت پنجم نتایج حاصل از پژوهش ارائه خواهد شد و در نهایت قسمت پایانی به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات سیاستی اختصاص خواهد یافت.

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- پیشینه نظری

در ابتدا در نظریه‌های اقتصادی، انرژی به عنوان نهاده تولید مطرح نبود و تولید تنها تابعی از نیروی کار، سرمایه و تکنولوژی در نظر گرفته می‌شد. اما پس از شوک‌های نفتی دهه ۱۹۷۰، بحث انرژی و نقش آن در تولید و رشد اقتصادی مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفت. در این دوران اقتصاددانان مدل‌هایی را بر مبنای تولید و انرژی طراحی کردند که در این مدل‌ها انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید، وارد تابع تولید شد که از آن جمله می‌توان به مدل‌های برنت و وود[1] (۱۹۷۵) و تینتر و همکاران[2] (۱۹۷۷) اشاره کرد (استرن[3]، ۲۰۱۹).

در مدلی که برنت و وود (۱۹۷۵) ارائه کردند، انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید که ارتباط تفکیک‌پذیر ضعیفی با نیروی‌کار دارد، در نظر گرفته شده است. تابع تولید پیشنهادی آنها به صورت رابطه زیر است.

$$Q = f(G(K,E),L) \qquad \text{رابطه ۱)}$$

که در آن Q تولید، K نهاده سرمایه، E نهاده انرژی و L نهاده نیروی کار است. مفهوم این تابع این است که انرژی با سرمایه ترکیب شده و عامل تولیدی به نام G را ایجاد می‌کنند و از ترکیب G با نهاده نیروی کار، محصول بدست می‌آید. بنابراین در فرآیند تولید، نیروی کار فقط با نهاده G ترکیب می‌شود. رابطه ۱ به این موضوع اشاره دارد که انرژی بدون تأثیر بر تولید نهایی نیروی کار، تولید نهایی سرمایه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کریم‌پور و همکاران، ۱۳۹۸).

در مدل بیوفیزیکی که توسط اقتصاد دانان اکولوژیست[4] مانند آیرس و نایر[5] (۱۹۸۴) ارائه شده است، انرژی به عنوان عامل اصلی و تنها عامل تولید در نظر گرفته شده است و نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه ای هستند که برای به‌کارگیری، نیازمند انرژی هستند (استرن، ۲۰۱۱).

استرن و کلیولند[6] (۲۰۰۴) رابطه بین مصرف انرژی و تولید را به صورت رابطه زیر بیان کردند.

رابطه ۲)

$$(Q_1, Q_2, \dots, Q_m) = f(A, X_1, \dots, X_n, E_1, \dots, E_p)$$

در رابطه ۲، Q نشان دهنده تولید کالاها و خدمات مختلف، X بیانگر نهاده‌های تولید مانند نیروی کار و سرمایه و E نشان دهنده انواع نهاده‌های انرژی از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر است، A نیز سطح تکنولوژی را نشان می‌دهد. براساس معادله شماره ۲، رابطه بین انرژی و تولید به وسیله عواملی همچون جانشینی انرژی با دیگر نهاده‌ها، تغییر ترکیب نهاده‌های انرژی، تغییرات تکنولوژیکی و تغییر ترکیب محصول تولیدی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (استرن و کلیولند، ۲۰۰۴).

۲-۱-۱- رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی

در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی، ساختار اقتصادی کشورها دچار تغییر شده و به تبع آن سهم بخش‌های مختلف اقتصادی از کل تولید نیز تغییر می‌کند. افزایش سهم بخش صنعت و رشد و گسترش این بخش می‌تواند موجب افزایش بسیار زیادی در مصرف انرژی شود. از سوی دیگر با افزایش رشد اقتصادی، درآمد افراد جامعه افزایش یافته و به دنبال آن تقاضای کالاهایی همچون خودرو که مصرف انرژی بالایی دارند، افزایش می‌یابد. بنابراین رشد اقتصادی می‌تواند موجب افزایش مصرف انرژی در بخش صنعت، بخش خانگی و حمل و نقل گردد (مدلوک و سلیگو[7]، ۲۰۰۱).

از سوی دیگر با افزایش رشد اقتصادی، کشورها درصدد بهبود و افزایش کارایی استفاده از انرژی هستند. آن‌ها با انجام اقداماتی که باعث افزایش کارایی و اثر بخشی انرژی می‌شود، موجب کاهش هزینه نهایی انرژی شده و به تبع آن مصرف انرژی افزایش می‌یابد. این اثر به اثر بازگشتی[8] معروف است (منظور، آقابابائی و حقیقی، ۱۳۹۰).

با مشاهده روند مصرف انرژی کشورهای پیشرفته طی سال‌های تکامل و پیشرفت درمی‌یابیم که میزان مصرف انرژی آن‌ها افزایش یافته است اما در این میان از میزان مصرف سوخت‌های فسیلی به دلیل وجود اثرات مخربی چون انتشار

1. Berndt & Wood
2. Tintner et al.
3. Stern
4. Ecologist
5. Ayres & Nair
6. Stern & Cleveland
7. Medlock and Soligo
8. Rebound Effect

گازهای گلخانه‌ای کاسته شده است (قلی‌اف[1]، ۲۰۲۳). بر طبق گزارش سازمان اطلاعات انرژی[2] (EIA) استفاده از منابع تجدیدپذیر به دلیل هزینه‌ی اولیه بالای آنها، به سهولت برای همه کشورها امکان پذیر نیست اما کشورهای پیشرفته با درآمدهای بالا، بر روی منابع انرژی تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری می‌کنند، به صورتی که تولید انرژی از طریق منابع تجدیدپذیر به سرعت در حال افزایش است. کشورهای پیشرفته با استراتژی ایجاد امنیت انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، منابع انرژی تجدیدپذیر خود را افزایش می‌دهند و آن را جایگزین سوخت‌های فسیلی و تجدیدناپذیر می‌کنند (اینگلسی- لوتز[3]، ۲۰۱۳).

در ادبیات اقتصاد کلان چهار فرضیه در مورد رابطه بین مصرف انرژی با تولید و رشد اقتصادی مطرح شده است. فرضیه اول که با عنوان فرضیه رشد[4] شناخته می‌شود، بیان می‌کند که انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل تولید در فرآیند تولید می‌باشد و افزایش مصرف انرژی می‌تواند موجب افزایش تولید و رشد اقتصادی گردد. بنابراین در این فرضیه سیاست‌های صرفه جویی و کاهش مصرف انرژی می‌تواند موجب کاهش تولید و رشد اقتصادی شود. فرضیه دوم که به فرضیه حفاظت[5]معروف است بر کاهش مصرف و جلوگیری از اتلاف انرژی تمرکز دارد. بر اساس این فرضیه افزایش تولید منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود. فرضیه سوم یا فرضیه خنثایی[6] بیان می‌کند که افزایش مصرف انرژی تأثیر قابل توجهی بر تولید ندارد. بنابراین فرضیه خنثایی در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه معناداری بین تولید و مصرف انرژی وجود نداشته باشد. فرضیه بازخورد[7] چهارمین فرضیه‌ای است که در مورد رابطه بین مصرف انرژی با تولید و رشد اقتصادی مطرح شده است. بر اساس این فرضیه تولید و مصرف انرژی دارای رابطه متقابل هستند. بنابراین فرضیه بازخورد در صورتی پذیرفته می‌شود که بین تولید و مصرف انرژی رابطه علی دوطرفه وجود داشته باشد (ازتورک[8] ۲۰۱۰، اپرجیس و پاین[9]۲۰۱۰، ازکان و ازتورک[10] ۲۰۱۹).

1. Guliyev
2. Energy Information Administration
3. Inglesi-Lotz
4. Growth Hypothesis
5. Conservation Hypothesis
6. Neutrality Hypothesis
7. Feedback Hypothesis
8. Ozturk
9. Apergis and Payne
10. Ozcan & Ozturk

۲-۲- پیشینه تجربی

۲-۲-۱- مطالعات خارجی

پارک و یو[11] به بررسی رابطه علّیت بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در کشور مالزی در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۶۵ با استفاده از روش اتو رگرسیو برداری(VAR) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان دهنده وجود رابطه علّیت دوطرفه بین تولیدناخالص داخلی و مصرف انرژی است (پارک و یو، ۲۰۱۴: ۲۲۳).

اعظم و همکاران[12] رابطه علّیت بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی را در ۵ کشور آسیایی (اندولزی، سنگاپور، تایلند، مالزی و فیلیپین) طی سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۸۰ با استفاده از آزمون یوهانسن مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که مصرف انرژی رابطه بلندمدت و معنی‌داری با رشد اقتصادی در تمامی کشورهای مورد مطالعه دارد (اعظم و همکاران، ۲۰۱۵: ۷۴۵).

سولارین و ازتورک[13] به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف برق‌آبی در کشورهای آمریکای لاتین طی سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۷۰ با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی و علّیت گرنجر پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بین مصرف برق‌آبی و رشد اقتصادی در کشورهای آرژانتین و ونزوئلا رابطه علّیت دو طرفه وجود دارد. در کشورهای کلمبیا، برزیل، شیلی، اکوادور و پرو نیز رابطه علّیت یک‌طرفه از مصرف برق‌آبی به رشد اقتصادی وجود دارد (سولارین و ازتورک، ۲۰۱۵: ۱۸۶۸).

اصلان[14] تأثیر مصرف انرژی زیست توده[15] را بر رشد اقتصادی در کشور آمریکا طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۱ با استفاده از روش ARDL و علّیت گرنجر مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر وجود رابطه علّیت یک‌سویه از مصرف انرژی زیست توده به رشد اقتصادی است. همچنین مطابق نتایج، تأثیر مصرف انرژی زیست توده بر رشد اقتصادی مثبت و معنادار است (اصلان، ۲۰۱۶: ۳۶۶).

مارینا و همکاران[16] به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی با مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ۱۰ کشور اروپای شرقی و مرکزی طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۰ با استفاده از روش ARDL پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که رشد

11. Park & Yoo
12. Azam et al.
13. Solarin and Ozturk
14. Aslan
15. biomass
16. Marina et al.

اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای رومانی و بلغارستان در کوتاه‌مدت مستقل از هم هستند. در حالی که در کشورهای مجارستان و لیتوانی و اسلوونی افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باعث بهبود رشد اقتصادی می‌شود. همچنین مطابق نتایج، در بلندمدت بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه علّیت دوطرفه وجود دارد (مارینا و همکاران، ۲۰۱۸: ۲۹).

کان و کرکماز[1] با استفاده از روش تودا یاماموتو و ARDL به بررسی رابطه رشد اقتصادی با مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بلغارستان طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید برق تجدیدپذیر در کشور بلغارستان علت رشد اقتصادی است. همچنین مطابق نتایج، رابطه علّیت از رشد اقتصادی و تولید برق تجدیدپذیر به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد، اما رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر علت تولید برق تجدیدپذیر نیستند (کان و کرکماز، ۲۰۱۹: ۵۸۹).

جیما و همکاران[2] به بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی در کشور غنا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ پرداختند. در این مطالعه از دو روش علّیت گرنجر و مدل میانجی جهت بررسی روابط بین متغیرها استفاده شده است. نتایج نشان دهنده وجود اثر بازخوردی بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است. همچنین مطابق نتایج، اثر کل انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی معنادار است. بنابراین افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثر کل مثبتی بر رشد اقتصادی دارد (جیما و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۲۳۵۵۹).

دکا و همکاران[3] به بررسی نقش انرژی در رشد اقتصادی ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ پرداختند. در این مطالعه از روش‌های گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)، حداقل مربعات اصلاح شده (FMOLS) و حداقل مربعات پویا (DOLS) برای بررسی رابطه بین متغیرهای تحقیق استفاده شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت و معناداری بر GDP در کشورهای مورد مطالعه دارند. همچنین متغیرهای انتشار کربن، سرمایه، سرمایه مؤثر و جمعیت نیز دارای اثر مثبت و معناداری بر GDP هستند (دکا و همکاران، ۲۰۲۳: ۱۱۹۴۵۰).

سوپرون و میسزیزین[4] در مطالعه خود به بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و انتشار گاز کربن بر رشد اقتصادی با استفاده از روش‌های حداقل مربعات اصلاح شده، حداقل مربعات پویا و علّیت تودا-یاماموتو پرداختند. در این مطالعه کشورهای گروه ویشگراد (V4) طی سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۱ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت اندکی بر رشد اقتصادی بلندمدت دارند، در حالی که انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر بزرگ‌تر و معنادارتری بر رشد اقتصادی دارند. همچنین مطابق نتایج، انتشار گاز دی‌اکسید کربن نیز دارای اثر منفی بر رشد اقتصادی است (سوپرون و میسزیزین، ۲۰۲۳: ۷۱۶۳).

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

تهامی‌پور و همکاران تأثیر انرژی‌های پاک بر رشد اقتصادی کشور ایران را طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۴۶ مورد بررسی قرار دادند. روش مورد استفاده در این مطالعه برای تعیین وجود رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرهای تحقیق، روش ARDL و هم انباشتگی است. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی الکتریکی و مواد بازیافتی در کوتاه‌مدت و بلند مدت منفی است. همچنین مطابق نتایج، در بلندمدت یک رابطه منفی و معنی‌دار بین مصرف انرژی الکتریکی، مصرف مواد بازیافتی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با رشد اقتصادی وجود دارد (تهامی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۷).

آقایی رابطه انرژی و رشد اقتصادی در ایران را به تفکیک حامل‌های مختلف انرژی طی سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه جهت بررسی موضوع از آزمون کرانه‌ای خودرگرسیونی برداری با وقفه‌های گسترده استفاده شده است. نتایج این مطالعه بیانگر اثر مثبت و معنادار مصرف انرژی بر رشد اقتصادی در بخش‌های مختلف کشور در کوتاه‌مدت و بلندمدت است (آقایی، ۱۳۹۵: ۱۶۱).

صادقی و همکاران اثر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را بر رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در ایران طی سال‌های ۲۰۱۲-۱۹۸۰ با استفاده از روش خود رگرسیون ساختاری (SVAR) مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه حاکی از

1. Can and Korkmaz
2. Gyimah et al.
3. Deka et al.
4. Suproń & Myszczyszyn

آن است که ایجاد شوک مثبت در مصرف انرژی تجدیدپذیر، منجر به افزایش رشد اقتصادی و انتشار گاز CO_2 می‌شود. همچنین نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس حاکی از آن است که سهم انرژی تجدیدپذیر در توضیح واریانس خطای پیش‌بینی GDP و CO_2 در سطح پایینی قرار دارد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۰۲).

کریمی و همکاران رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۶۰ با استفاده از رویکرد کرانه‌های ARDL و VECM مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بلندمدت رابطه علّیتی وجود ندارد. همچنین مطابق نتایج در کوتاه‌مدت رابطه علّیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۷).

شیدائی حبشی و همکاران به بررسی تأثیر ریسک‌های کشوری در رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در ایران طی دوره زمانی ۲۰۲۱- ۱۹۹۷ پرداختند. در این مطالعه اثر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی با استفاده از فاصله آستانه ریسک‌های مختلف کشوری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج حاکی از تأثیر غیر خطی مصرف انرژی تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی، تحت ریسک‌های مختلف کشور است (شیدائی حبشی و همکاران، ۱۴۰۲).

مرور مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات بسیاری در مورد رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی صورت گرفته است. اما تا جایی که نگارندگان این مقاله اطلاع دارند تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه با استفاده از روش‌های علّیت دومیترسکو و هورلین (۲۰۱۲) و کونیا (۲۰۰۶) انجام نشده است. همچنین در هیچ مطالعه‌ای به بررسی و مقایسه دو گروه کشورهای D8 و G7 پرداخته نشده است. بنابراین مطالعه حاضر از حیث جامعه آماری و روش مورد بررسی نوآوری دارد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

۳-۱- داده‌ها و متغیرهای تحقیق

هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی رابطه بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای گروه D8 (ایران، ترکیه، بنگلادش، پاکستان، اندونزی، مالزی، مصر) و گروه G7 (آلمان، فرانسه، بریتانیا، ژاپن، ایالات متحده آمریکا، کانادا، ایتالیا) طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ است. در ادامه به تعریف دقیق متغیرهای تحقیق می‌پردازیم:

مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر: این متغیر از تقسیم میزان مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر هر کشور بر جمعیت آن کشور به دست آمده است. مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر شامل انرژی مصرفی مربوط به نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی است. داده‌های مربوط به این متغیر از سایت BP[1] استخراج شده است.

مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر: این متغیر از طریق تقسیم میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر هر کشور بر جمعیت آن کشور محاسبه شده است. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی‌های بادی، خورشیدی، زمین گرمایی[2] و زیست توده[3] هستند که داده‌های مربوط به این متغیر نیز بر حسب تراوات ساعت (TWh) از سایت BP استخراج شده است.

تولید ناخالص داخلی سرانه: این متغیر از تقسیم تولید ناخالص داخلی (GDP) هر کشور بر جمعیت آن کشور به دست آمده است. داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی کشورها برحسب دلار و به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵ از سایت بانک جهانی[4] استخراج شده است.

چنانچه در بخش مبانی نظری به تفصیل بیان شد، در ادبیات اقتصاد کلان ۴ فرضیه در خصوص ارتباط بین متغیرهای مصرف انرژی و رشد اقتصادی مطرح شده است که این فرضیه‌ها عبارتند از فرضیه رشد، فرضیه حفاظت، فرضیه خنثایی و فرضیه بازخورد. در این مطالعه به بررسی رابطه بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با تولید ناخالص داخلی سرانه و آزمون فرضیه‌های مطرح شده پرداخته می‌شود. برای انجام این کار از دو رویکرد علّیت دومیترسکو-هورلین و کونیا استفاده می‌شود که در ادامه نتایج حاصل از این روش‌ها و تفسیر نتایج ارائه می‌شود.

۳-۲- آزمون علّیت دومیترسکو-هورلین[5] (DH)

بررسی آزمون علّیت در داده‌های پانلی نیازمند بررسی همبستگی مقطعی و ناهمگنی ضرایب است (کار و همکاران[6]، ۲۰۱۱). در صورت نادیده گرفتن این دو ملاحظه، نتایج دارای تورش خواهند بود (پسران[7]، ۲۰۰۶). دومیترسکو و هورلین

1. www.bp.com/statisticalreview
2. Geothermal
3. Biomass
4. www.worldbank.org
5. Dumitrescu and Hurlin
6. Kar and et al
7. Pesaran

(۲۰۱۲) یک آزمون علّیت برای داده‌های پانلی معرفی کرده‌اند که در آن محدودیت همسانی مقاطع کنار گذاشته می‌شود. به این مفهوم که از آنجایی‌که ممکن است رفتار مقاطع یکسان نباشد و ناهمگنی بین آنها وجود داشته باشد و با توجه به این که آزمون علّیت گرنجر به روش معمول نیازمند مقاطع همگن است، رویکرد دومیترسکو و هورلین (۲۰۱۲) ناهمگنی بین مقاطع را در آزمون لحاظ می‌کند و این امکان را فراهم می‌کند تا هر دو بعد ناهمگنی (ناهمگنی روابط علی و ناهمگنی مدل رگرسیونی) در نظر گرفته شود. بنابراین در صورت وجود همبستگی بین مقاطع و ناهمگنی ضرایب، برای دستیابی به نتایج قابل اعتماد باید از روش‌هایی همچون آزمون علّیت دومیترسکو–هورلین و کونیا برای بررسی رابطه علّیت بین متغیرها استفاده شود.

آزمون علّیت دومیترسکو–هورلین (۲۰۱۲) بر مبنای رابطه زیر است.

رابطه ۳)

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{K} \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^{K} \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t}$$

که در آن x و y متغیرهای مورد بررسی هستند. α_i نشان-دهنده اثرات فردی و $\gamma_i^{(k)}$ و $\beta_i^{(k)}$ پارامترهای وقفه و شیب هستند. همچنین K نشان‌دهنده طول وقفه است که برای تمام مقاطع یکسان فرض شده است. فرضیه‌های صفر و آلترناتیو این آزمون به صورت ذیل است:

رابطه ۴)

$$\begin{aligned} H_0&: \beta_i = 0 && \forall_i = 1, \dots, N \\ H_1&: \beta_i = 0 && \forall_i = 1, \dots, N_1 \\ & \beta_i \neq 0 && \forall_i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N \end{aligned}$$

که $0 \leq N_1 < N$ است. فرض آلترناتیو در آزمون دومیترسکو–هورلین این است که زیرمجموعه‌ای از مقاطع وجود دارد که در آنها رابطه علّیت رد نمی‌شود. به عبارت دقیقتر فرضیه صفر آزمون دومیترسکو–هورلین، عدم وجود علّیت بین متغیرها در تمام مقاطع (کشورها) است و فرضیه مقابل نشان دهنده این است که رابطه علّیت بین متغیرها در برخی از مقاطع (حداقل در یک مقطع) وجود دارد. بنابراین فرضیه صفر آزمون علّیت دومیترسکو–هورلین همانند آزمون علّیت گرنجر، عدم وجود رابطه علّیت است.

در این روش به تعداد مقاطع، آزمون علّیت به صورت جداگانه انجام می‌گیرد و از هر آزمون، یک آماره والد ($W_{i.t}$) استخراج می‌شود. سپس آماره‌ای بصورت میانگین آماره‌های حاصل شده بر اساس رابطه (۵) محاسبه می‌گردد.

رابطه ۵) $$\overline{W} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N} W_{i.t}$$

دومیترسکو و هورلین (۲۰۱۲) با استفاده از رویکرد شبیه سازی مونت کارلو[1] نشان دادند که آماره $\overline{W}$ خوش رفتار بوده و می‌تواند برای بررسی علّیت داده‌های پانلی مورد استفاده قرار گیرد. تحت این فرض که آماره والد W_i در میان تمام مقاطع به صورت مستقل و یکسان توزیع شده باشد، در اینصورت آماره استاندارد شده $\bar{Z}$ (زمانی که T و N به سمت بی نهایت میل کنند)، توزیع نرمال استاندارد به صورت زیر خواهد داشت:

رابطه ۶) $$\bar{Z} = \sqrt{\frac{N}{2K}}(\overline{W} - \mathrm{K}) \xrightarrow{T,N\to\infty} N(0,1)$$

همچنین برای T ثابت که T>5+2K، آماره استاندارد شده $\tilde{Z}$ دارای توزیع نرمال به شکل زیر خواهد بود.

رابطه ۷) $$\tilde{Z} = \sqrt{\frac{N}{2K}} \times \frac{(T-2K-5)}{(T-K-3)} \times \left[\frac{(T-2K-3)}{(T-2K-1)}\overline{W} - \mathrm{K}\right] \xrightarrow{N\to\infty} N(0,1)$$

در این روش آزمون فرضیه براساس آماره‌های $\tilde{Z}$ و $\bar{Z}$ صورت می‌گیرد که اگر این آماره‌ها از مقادیر بحرانی متناظر بزرگ‌تر باشند فرض H_0 رد می‌شود و در نتیجه رابطه علّیت بین متغیرها وجود خواهد داشت. لازم به ذکر است که برای داده‌های پانلی با N و T بزرگ، $\bar{Z}$ و برای داده‌هایی با N بزرگ و T کوچک، $\tilde{Z}$ مناسب است. دومیترسکو–هورلین با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو نشان دادند که این آزمون دارای ویژگی‌های نمونه متناهی[2] بسیار خوبی است وحتی برای مقادیر بسیار کوچک N و T نیز نتایج قابل قبول و خوبی را ارائه می‌کند (لوپز و وبر[3]، ۲۰۱۷).

٤- یافته‌های پژوهش

آزمون‌های همبستگی بین مقاطع و همگنی ضرایب

به منظور بررسی امکان استفاده از روش علّیت DH و کونیا (۲۰۰۶)، از دو آزمون همبستگی بین مقاطع[4] و آزمون همگنی ضرایب[5] (آزمون دلتا) استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که

1. Monte Carlo
2. Finite sample properties
3. Lopez and Weber
4. Cross-section Dependence Test
5. Slope Homogeneity Test

برای انجام آزمون همبستگی بین مقاطع از نرم‌افزار Stata و برای انجام آزمون همگنی ضرایب از نرم‌افزار GAUSS استفاده شده است.

نتایج آزمون‌های همبستگی بین مقاطع درکشورهای گروه D8 و G7 به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ و نتایج آزمون همگنی ضرایب متغیرها (آزمون دلتا) در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون‌های همبستگی بین مقاطع در کشورهای گروه D8

	LM_{BP}		پسران CD		LM_{adj} پسران	
	آماره	ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر	۷۹/۴۸	۰/۰۰۰	۸/۱۰۵	۰/۰۰۰	۱۹/۰۹	۰/۰۰۰
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر	۵۴/۸۵	۰/۰۰۰	۰/۵۶۸	۰/۵۷۰	۱۱/۰۲	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. نتایج آزمون‌های همبستگی بین مقاطع در کشورهای گروه G7

	LM_{BP}		پسران CD		LM_{adj} پسران	
	آماره	ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۰۶/۸	۰/۰۰۰	۸/۵۴۸	۰/۰۰۰	۲۸/۶۳	۰/۰۰۰
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر	۱۴۷/۳	۰/۰۰۰	۱۱/۶۶	۰/۰۰۰	۴۴/۲۱	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جداول ۱ و ۲ فرضیه صفر آزمون مبنی بر عدم وجود وابستگی مقطعی در هر دو گروه رد می‌شود. بنابراین وابستگی بین مقاطع در هر دو گروه کشورها وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج جداول ۳ و ۴ فرضیه صفر مبنی بر همگن بودن ضرایب شیب در هر دو گروه رد نمی‌شود و در نتیجه ضرایب شیب مقاطع همگن هستند. در بیان کلی، نتایج آزمون همبستگی بین مقاطع و آزمون دلتا نشان دهنده وجود وابستگی مقطعی و همگنی ضرایب بین اعضای پانل در هر دو گروه مورد مطالعه است. بنابراین لزوم استفاده از آزمون‌های علّیت دومیتروسکو- هورلین و کونیا برای بررسی روابط بین متغیرهای تحقیق تأیید می‌شود. در ادامه به بررسی رابطه علّیت بین مصرف سرانه انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با GDP سرانه در کشورهای گروه D8 و G7 با استفاده از دو آزمون علّیت دومیتروسکو- هورلین و کونیا می‌پردازیم.

جدول ۳. نتایج آزمون همگنی ضرایب بین متغیرها در کشورهای گروه D8

	$\tilde{\Delta}$		$\tilde{\Delta}_{adj}$	
	آماره	ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر	-۱/۲۵۷	۰/۸۹۶	-۱/۳۱۷	۰/۹۰۶
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر	-۱/۹۰۹	۰/۹۷۲	-۱/۹۹۹	۰/۹۷۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ٤. نتایج آزمون همگنی ضرایب بین متغیرها در کشورهای گروه G7

	$\tilde{\Delta}$		$\tilde{\Delta}_{adj}$	
	آماره	ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر	-۱/۸۶۸	۰/۹۶۹	-۱/۹۵۶	۰/۹۷۵
تولیدناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر	-۱/۶۲۹	۰/۹۴۸	-۱/۷۰۶	۰/۹۵۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

آزمون علّیت در کشورهای گروه D8

آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶) در کشورهای گروه D8

انجام آزمون علّیت گرنجر پانلی ارائه شده توسط کونیا (۲۰۰۶)، مستلزم تعیین طول وقفه بهینه است. تعیین طول وقفه بهینه بین متغیرهای مدل در هر یک از کشورها با استفاده از معیار شوارتز، با در نظر گرفتن حداکثر طول وقفه ۴ انجام شده است. لازم به ذکر است که تعیین درست وقفه‌ها یک گام اساسی است، زیرا نتایج آزمون علّیت، به ساختار وقفه‌ها وابسته است. پس از تعیین وقفه بهینه، آزمون علّیت کونیا بین متغیرهای تحقیق انجام شده است. لازم به ذکر است که برای انجام آزمون علّیت کونیا از نرم‌افزار TSP استفاده شده است. نتایج آزمون علّیت کونیا در کشورهای گروه D8 در جداول شماره ۵ تا ۹ گزارش شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)

فرضیه صفر: انرژی‌های تجدیدپذیر علت گرنجری GDP نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
ایران	۱/۶۹۶۲	۲۷/۲۸۱۸	۱۲/۸۶۹۲	۷/۹۰۲۸
اندونزی	۱/۰۰۱۴	۲۵/۰۱۴۰	۱۴/۲۹۷۳	۹/۷۹۲۱
مالزی	۵/۵۹۲	۳۲/۸۳۶۴	۱۹/۴۰۲۳	۱۲/۴۹۲۶
مصر	۰/۱۹۴۱	۲۶/۹۰۹۷	۱۲/۹۹۰۵	۸/۰۱۹۵
ترکیه	۶/۵۵۳	۲۶/۲۸۳۵	۱۵/۳۵۴۱	۹/۶۷۸۷
پاکستان	۳/۱۱۰۸	۵۰/۸۹۸۱	۱۴/۲۰۲۹	۸/۸۶۶۵
بنگلادش	۲/۳۰۳۹	۲۳/۷۰۳۸	۱۱/۸۹۴۸	۷/۴۱۸۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این جداول مقدار آماره آزمون والد و مقادیر بحرانی برای هر کشور ارائه شده است. در صورتی که مقدار آماره آزمون والد از مقدار بحرانی بزرگ‌تر باشد، فرضیه صفر (عدم وجود رابطه علّیت) رد می‌شود و در نتیجه وجود رابطه علّیت مورد تأیید قرار می‌گیرد. با توجه به توضیحات ارائه شده به تفسیر نتایج می‌پردازیم. در جدول شماره ۵، نتایج حاصل از آزمون فرضیه صفر مبنی بر اینکه انرژی‌های تجدیدپذیر علت گرنجری رشد اقتصادی نیست، ارائه شده است. مطابق نتایج، مقدار آماره والد به دست آمده برای همه کشورها از مقادیر بحرانی در همه سطوح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد کوچک‌تر است. بنابراین، وجود رابطه علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر به رشد اقتصادی در تمامی کشورهای گروه D8 رد می‌شود.

جدول ٦. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)

فرضیه صفر: GDP علت گرنجری انرژی‌های تجدیدپذیر نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
ایران	۰/۴۳۰۴	۲۳/۰۳۸۰	۱۰/۳۰۱۵	۷/۴۳۴۶
اندونزی	۲۱/۶۶۷۳	۲۱/۸۳۲۹	۱۲/۹۷۷۲	۹/۴۲۱۸
مالزی	۱۹/۶۶۷۳	۲۳/۷۵۷۸	۱۲/۱۱۵۶	۸/۶۷۷۴
مصر	۲/۲۴۰۸	۱۶/۵۴۲۹	۸/۷۹۶۶	۵/۸۶۱۸
ترکیه	۱۰/۱۴۳	۵۸/۲۴۶۴	۱۵/۱۸۵۴	۱۰/۰۳۳۰
پاکستان	۲/۰۶۴۶	۷۶/۶۹۸۱	۱۳/۳۸۸۵	۹/۰۵۴۶
بنگلادش	۹/۴۲۳۴	۵۶/۲۵۶۳	۸/۸۹۶۳	۶/۴۲۱۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول شماره ۶، مقادیر آماره والد برای کشورهای اندونزی، مالزی و بنگلادش از مقادیر بحرانی در سطوح ۵ و ۱۰ درصد بزرگ‌تر است. بنابراین وجود رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها در سطح معناداری ۵ درصد مورد تأیید قرار می‌گیرد. بنابراین رشد اقتصادی علت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها است. در کشور ترکیه نیز مقدار آماره والد بزرگ‌تر از مقدار بحرانی در سطح ۱۰ درصد است و در نتیجه وجود رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور ترکیه در سطح ۱۰ درصد تأیید می‌شود.

جدول ۷. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)

فرضیه صفر: انرژی‌های تجدید ناپذیر علت گرنجری GDP نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
ایران	۳/۲۴۰۲	۵۲/۲۰۰۳	۱۵/۴۳۶۲	۱۰/۳۹۹۸
اندونزی	۹/۴۴۶۹	۸۶/۲۰۷۱	۱۷/۳۴۷۴	۱۰/۸۳۴۲
مالزی	۰/۳۸۵۹	۶۳/۸۴۳۹	۱۶/۲۶۰۹	۱۰/۶۰۶۴
مصر	۰/۳۲۱۰	۴۲/۸۱۵۲	۱۲/۲۹۴۳	۸/۶۱۴۵
ترکیه	۰/۳۴۹۹	۸۱/۹۳۳۶	۲۳/۱۳۹۵	۱۵/۴۹۱۱
پاکستان	۳/۶۹۶۰	۶۷/۹۵۲۸	۱۵/۵۵۱۱	۱۱/۰۸۸۸
بنگلادش	۳/۱۴۴۹	۴۴/۲۴۲۶	۱۱/۲۳۸۴	۶/۷۴۳۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج جدول ۷، مقدار آماره والد به دست آمده برای همه کشورها از مقدار بحرانی هر کشور در همه سطوح ۱

درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد کوچک‌تر است. بنابراین نتایج حاکی از عدم وجود رابطه علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر به GDP سرانه در تمامی کشورهای عضو گروه D8 است.

جدول ۸. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)

فرضیه صفر: GDP علت گرنجری انرژی‌های تجدیدناپذیر نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
ایران	۲/۲۴۰۳	۵۷/۸۲۵۰	۱۳/۲۳۲۴	۸/۱۵۶۳
اندونزی	۱۷/۲۱۵۸	۱۵۱/۳۴۶۷	۳۲/۶۷۱۲	۲۲/۴۷۴۶
مالزی	۱۱/۵۲۷۸	۱۱۴/۰۹۴۰	۲۰/۹۷۶۲	۱۵/۸۸۹۶
مصر	۱/۶۱۸۳	۷۱/۲۸۷۷	۱۸/۶۸۰۱۱	۱۲/۹۲۲۰
ترکیه	۵/۲۱۹۰	۴۳/۹۵۶۴	۱۸/۱۵۳۰	۱۳/۶۷۱۴
پاکستان	۳/۷۷۹۲	۳۰/۹۲۰۵	۱۶/۳۰۷۱	۱۱/۴۲۷۲
بنگلادش	۵۸/۸۰۵۳	۵۷/۸۲۱۶	۳۴/۱۳۱۷	۲۶/۴۶۳۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول شماره ۸، تنها در مورد کشور بنگلادش مقدار آماره والد از مقادیر بحرانی در تمامی سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد بیشتر است. بنابراین وجود رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی های تجدیدناپذیر تنها در کشور بنگلادش تأیید می‌شود و در سایر کشورهای این گروه، رابطه علّیتی وجود ندارد.

نتایج حاصل از آزمون علّیت کونیا در کشورهای D8 به صورت خلاصه در جدول ۹ ارائه شده است. در این جدول ✓ نشان‌دهنده وجود رابطه علّیت و × نشان‌دهنده عدم وجود علّیت است.

جدول ۹. نتایج آزمون علّیت بین مصرف سرانه انرژی و رشد اقتصادی در گروه D8

کشور	ایران	ترکیه	پاکستان	بنگلادش	اندونزی	مالزی	مصر
علّیت از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به GDP	×	×	×	×	×	×	×
علّیت از GDP به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر	×	✓	×	✓	✓	✓	×
علّیت از سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر به GDP	×	×	×	×	×	×	×
علّیت از GDP به مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر	×	×	×	✓	×	×	×

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در بیان کلی می‌توان گفت که در اکثر کشورهای گروه D8، رابطه علّیت یکطرفه از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد، به این معنی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر متأثر از رشد اقتصادی است ولی بر روی آن تأثیری ندارد. همچنین در این کشورها بین مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی هیچ رابطه علّیتی وجود ندارد. لازم به ذکر است که مطابق نتایج آزمون کونیا، در ایران هیچ رابطه علّیتی بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با رشد اقتصادی وجود ندارد. به عبارت دیگر مطابق نتایج، در اکثر کشورهای گروه D8 رشد اقتصادی بر میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیرگذار است اما در ایران این رابطه معنادار نیست. این امر می‌تواند به دلیل وفور منابع طبیعی در ایران باشد. مطالعات بسیاری نشان می‌دهند که در کشورهایی که از وفور منابع طبیعی برخوردارند، میزان تأثیرگذاری رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، بسیار کمتر از کشورهایی است که از فراوانی منابع

برخوردار نیستند (آتالای و همکاران[1]، ۲۰۱۷، بوتو و همکاران[2]، ۲۰۱۴؛ توزکو و توزکو[3]، ۲۰۱۴؛ پودینه و همکاران[4]، ۲۰۱۸؛ زاهدی و همکاران[5]، ۲۰۲۲).

1. Atalay et al.
2. Bhutto et al.
3. Tuzcu & Tuzcu
4. Poudineh et al.
5. Zahedi et al.

آزمون علّیت دومیتروسکو-هورلین در کشورهای گروه D8

نتایج حاصل از آزمون علّیت دومیتروسکو-هورلین (۲۰۱۲) بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با تولیدناخالص داخلی سرانه در کشورهای گروه D8 در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰. نتایج آزمون علّیت دومیتروسکو- هورلین در کشورهای گروه D8

فرضیه صفر	آمارهW	آماره $\bar{Z}$	ارزش احتمال $\bar{Z}$	آماره $\tilde{Z}$	ارزش احتمال $\tilde{Z}$
رابطه علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر به GDP سرانه وجود ندارد	۱/۵۰۱	۰/۹۳۸۶	۰/۴۲۷	۰/۵	۰/۶۱۱
رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود ندارد	۴/۹۸۴۵	۷/۴۵۴	۰/۰۲۵	۵/۵۰۵	۰/۰۲۵
رابطه علّیت ازمصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر به GDP سرانه وجود ندارد	۰/۶۷۴	-۰/۶۰۹	۰/۷۰۷	-۰/۶۸۹	۰/۵۷
رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر وجود ندارد	۴/۸۹	۷/۲۷۷	۰/۱۴۶	۵/۳۶۹	۰/۱۴۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول شماره ۱۰، فرضیه صفر عدم وجود رابطه علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر به GDP سرانه رد نمی‌شود ولی فرضیه عدم وجود رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح معناداری ۵ درصد رد می‌شود. بنابراین رابطه علّیت یک طرفه از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. همچنین مطابق نتایج، هر دو فرضیه عدم وجود رابطه علّیت بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر و GDP سرانه رد نمی‌شود. بنابراین بین مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر و GDP رابطه علّیتی وجود ندارد. چنانچه مشاهده می‌شود نتایج حاصل از آزمون علّیت دومیتروسکو-هورلین مؤید نتایج آزمون کونیا است که نشان دهنده صحت و استحکام نتایج است.

آزمون علّیت در کشورهای گروه G7

آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶) در کشورهای گروه G7

نتایج حاصل از آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶) در کشورهای گـروه G7، در جداول شماره ۱۱ تا ۱۴ ارائه شده است.

جدول ۱۱. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)

فرضیه صفر: انرژی‌های تجدیدپذیر علت گرنجری GDP نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
آلمان	۳/۵۷۲۶	۳۰/۰۷۹	۱۶/۳۲۳	۱۰/۹۷۸
فرانسه	۱۱/۱۳۶۰	۲۹/۳۹۵	۱۵/۲۹۶	۹/۶۳۶
بریتانیا	۴۵/۷۸۶	۱۹/۸۳۸	۱۱/۷۲۴	۸/۰۶۹
ژاپن	۱۳/۵۵۷	۲۱/۷۷۰	۱۱/۵۴۱	۷/۷۹۱
امریکا	۱۶/۰۲۸	۲۴/۲۸۳	۱۱/۸۷۹	۷/۷۶۴
کانادا	۴/۵۲۶	۱۸/۶۵۲	۱۰/۵۱۳	۶/۷۴۴
ایتالیا	۸/۸۴۷	۲۱/۴۵۸	۱۱/۶۷۴	۷/۹۶۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول۱۱، مقدار آماره والد به دست آمده برای کشورهای بریتانیا، ژاپن و آمریکا در سطوح احتمال ۵ و ۱۰ درصد بزرگ‌تر از مقادیر بحرانی خاص این کشورها است. همچنین مقدار آماره والدکشورهای فرانسه و ایتالیا نیز از مقادیر بحرانی در سطح ۱۰ درصد بزرگ‌تر است. بنابراین، وجود رابطه

علّیت از سمت مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر به تولیدناخالص داخلی در این کشورها پذیرفته می‌شود.

جدول ۱۲. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)
فرضیه صفر: GDP علت گرنجری انرژی‌های تجدیدپذیر نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
آلمان	۱۰/۷۷۲	۲۵/۳۰۴	۱۲/۳۶۳	۷/۸۳۶
فرانسه	۷/۶۰۹	۱۸/۲۴۱	۷/۵۶۹	۵/۳۵۳
بریتانیا	۰/۳۳۵	۲۱/۶۲۵	۱۱/۳۰۸	۸/۰۹۹
ژاپن	۰/۱۰۹	۱۹/۳۹۲	۱۰/۶۶۹	۷/۳۷۱
امریکا	۲/۴۶۵	۱۹/۸۷۲	۸/۶۷۴	۵/۷۵۶
کانادا	۱۴/۷۸۹	۲۱/۶۸۷	۱۰/۰۶۲	۷/۰۰۲
ایتالیا	۰/۱۹۳	۲۲/۰۷۲	۱۲/۹۲۰	۹/۲۶۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج جدول ۱۲، مقدار آماره والد به دست آمده برای کشورهای کانادا و فرانسه از مقادیر بحرانی در سطوح ۱۰ و ۵ درصد بزرگ‌تر است. در کشور آلمان نیز مقدار آماره والد بزرگ‌تر از مقدار بحرانی در سطح ۱۰ درصد است. بنابراین وجود رابطه علّیت از GDP به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها پذیرفته می‌شود.

جدول ۱۳. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)
فرضیه صفر: انرژی‌های تجدید ناپذیر علت گرنجری GDP نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
آلمان	۱۷/۷۵۷	۲۴/۹۰۴	۱۳/۶۲۳	۸/۶۹۸
فرانسه	۰/۴۳۶	۲۸/۱۳۹	۱۳/۷۴۹	۹/۲۱۱
بریتانیا	۲/۸۴۳	۲۸/۵۸۱	۱۲/۲۸۷	۹/۲۳۸
ژاپن	۱/۶۰۱	۱۹/۳۰۲	۹/۲۶۸	۶/۱۹۲
امریکا	۲/۷۴۵	۲۲/۸۱۰	۱۲/۷۲۸	۸/۵۳۷
کانادا	۱۱/۰۲۷	۲۰/۳۷۴	۱۰/۸۸۷	۷/۸۱۵
ایتالیا	۳/۲۹۶	۱۹/۸۰۱	۱۰/۹۹۴	۷/۳۹۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج جدول شماره ۱۳ وجود رابطه علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر به تولیدناخالص داخلی سرانه در کشورهای کانادا و آلمان در سطوح معناداری ۵ و ۱۰ درصد مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۱٤. نتایج آزمون علّیت کونیا (۲۰۰۶)
فرضیه صفر: GDP علت گرنجری انرژی‌های تجدیدناپذیر نیست.

کشور	آماره والد	مقادیر بحرانی		
		۱ درصد	۵ درصد	۱۰ درصد
آلمان	۱۹/۱۱۳	۲۴/۴۰۳	۱۴/۶۳۵	۹/۶۱۹
فرانسه	۲/۱۸۱	۳۰/۰۴۱	۱۳/۰۵۷	۹/۷۰۷
بریتانیا	۱۷/۴۳۹	۲۰/۷۱۵	۱۱/۰۴۹	۷/۰۱۷
ژاپن	۲۱/۲۰۰	۲۹/۳۴۱	۱۲/۳۶۴	۷/۷۸۹
امریکا	۱۱/۲۶۹	۲۰/۴۲۷	۱۱/۴۱۰	۸/۴۹۳
کانادا	۳/۵۱۶	۲۳/۲۷۷	۱۱/۱۵۵	۶/۹۵۲
ایتالیا	۲/۷۰۷	۲۱/۵۷۳	۱۴/۱۶۹	۹/۵۹۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول ۱۴، مقدار آماره والد به دست آمده برای کشورهای آلمان، بریتانیا و ژاپن از مقادیر بحرانی سطوح ۵ و ۱۰ درصد و مقدار آماره والد کشور آمریکا از مقدار بحرانی ۱۰ درصد بیشتر است. بنابراین وجود رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر در این کشورها پذیرفته می‌شود. نتایج حاصل از آزمون علّیت کونیا در کشورهای گروه G7 به صورت خلاصه در جدول شماره ۱۵ ارائه شده است. در بیان کلی می‌توان گفت که در کشورهای گروه G7 طی دوره زمانی ۲۰۲۲-۲۰۰۰، رشد اقتصادی متأثر از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است و بر مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر می‌گذارد.

جدول ۱۵. نتایج آزمون علّیت بین مصرف سرانه انرژی و رشد اقتصادی در گروه G7

کشور	آلمان	فرانسه	بریتانیا	ژاپن	آمریکا	کانادا	ایتالیا
علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر به GDP	×	✓	✓	✓	✓	×	✓
علّیت از GDP به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر	✓	✓	×	×	×	✓	×
علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر به GDP	✓	×	×	×	×	✓	×
علّیت از GDP به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر	✓	×	✓	✓	✓	×	×

مأخذ: یافته‌های تحقیق

آزمون علّیت دومیتروسکو-هورلین در کشورهای گروه G7

نتایج آزمون علّیت دومیترسکو- هورلین بین GDP سرانه و مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در جدول ۱۶ گزارش شده است. نتایج حاصل از این آزمون حاکی از آن است که در سطح معناداری ۵ درصد رابطه علّیت یک‌طرفه از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به GDP وجود دارد. همچنین نتایج مؤید وجود رابطه علّیت یک‌طرفه از تولیدناخالص داخلی به مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر است. بنابراین مطابق نتایج رشد اقتصادی متأثر از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است و بر مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر می‌گذارد. لازم به ذکر است که در مورد کشورهای گروه G7 نیز نتایج آزمون علّیت دومیتروسکو-هورلین با نتایج آزمون کونیا مطابقت دارد، که مؤید صحت و استحکام نتایج است.

جدول ۱۶. نتایج آزمون علّیت دومیتروسکو- هورلین در کشورهای گروه G7

فرضیه صفر	آماره W	آماره $\bar{Z}$	ارزش احتمال $\bar{Z}$	آماره $\tilde{Z}$	ارزش احتمال $\tilde{Z}$
رابطه علّیت از مصرف سرانه انرژی‌های تجدید پذیر به GDP سرانه وجود ندارد.	۴/۴۸۰۶	۶/۵۱۱۶	۰/۰۳۳	۴/۷۸۱	۰/۰۳۳
رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود ندارد.	۳/۳۸۲	۴/۴۵۸	۰/۱۱۹	۳/۲۰۳	۰/۱۱۹
رابطه علّیت ازمصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر به GDP سرانه وجود ندارد.	۲/۱۱۹	۲/۰۹۳	۰/۴۱۴	۱/۳۸۷	۰/۴۱۵
رابطه علّیت از GDP سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدناپذیر وجود ندارد.	۴/۴۶۵	۶/۴۸۳	۰/۰۳۸	۴/۷۵۹	۰/۰۳۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه حامل‌های انرژی به‌عنوان یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در توابع تولید و الگوهای رشد شناخته شده‌اند و بیشترین سهم را در تجارت جهانی به خود اختصاص داده‌اند. انرژی در تمامی فعالیت‌های بشری جایگاه ویژه‌ای دارد و پس از نیروی انسانی، برخورداری از منابع انرژی عمده‌ترین عامل رشد جوامع صنعتی است. در دنیای امروز پرداختن به مسائل رشد اقتصادی بدون توجه به جنبه‌های توسعه پایدار و پیامدهای بین نسلی آن غیرممکن است. بنابراین یکی از چالش‌های مهم در جوامع پیشرفته داشتن رشد اقتصادی پایدار است. روند افزایشی مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، اگرچه رشد سریع اقتصادی کشورها را میسر کرده است، اما به واسطه انتشار گازهای گلخانه‌ای، کشورها را با آلودگی‌های زیست محیطی مواجه ساخته است. یکی از راه‌های دستیابی به توسعه پایدار استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. بررسی مطالعات صورت گرفته در این حوزه نشان می‌دهد که تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر بر رشد اقتصادی در کشورهای مختلف متفاوت است، که می‌تواند ناشی از ساختار اقتصادی و سطح توسعه‌یافتگی متفاوت کشورها باشد. نتایج حاصل از مطالعات نشان می‌دهد که در اکثر کشورهای پیشرفته مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر رشد اقتصادی موثر است اما در اغلب کشورهای در حال توسعه این رابطه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی‌های تجدید پذیر برقرار است. مطالعات صورت گرفته در مورد کشور ایران نیز نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند. برخی از مطالعات بیانگر تأثیر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر رشد اقتصادی هستند و در برخی از مطالعات نیز رابطه‌ای بین این دو متغیر به دست نیامده است.

هدف اصلی این مطالعه بررسی رابطه بین تولید ناخالص داخلی سرانه و مصرف سرانه انرژی‌ها به تفکیک انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در کشورهای دو گروه D8 وG7 است. دوره زمانی مورد مطالعه سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ است. در این مطالعه از دو رویکرد علّیت دومیترسکو-هورلین (۲۰۱۲) و کونیا (۲۰۰۶) جهت بررسی روابط بین متغیرها استفاده شده است. نتایج این مطالعه حاکی از وجود رابطه علّیت یکطرفه از تولید ناخالص داخلی سرانه به مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای گروه D8 است. همچنین در این کشورها بین مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تولید ناخالص داخلی رابطه علّیتی وجود ندارد. با توجه به اینکه کشورهای

عضو گروه D8 از سطح توسعه‌یافتگی کمتری برخوردار هستند رشد اقتصادی در این کشورها متأثر از مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و تجدیدناپذیر نیست اما با افزایش رشد اقتصادی، کشورها به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر روی می‌آورند. چرا که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند سرمایه گذاری اولیه بسیار بالایی است. همچنین در این کشورها اغلب سهم مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر از سبد مصرفی انرژی بسیار ناچیز است و بنابراین نمی‌تواند تأثیر زیادی بر تولید و رشد اقتصادی داشته باشد اما می‌توان انتظار داشت که با افزایش رشد اقتصادی و با انجام سرمایه‌گذاری بیشتر در انرژی‌های تجدیدپذیر، سهم این انرژی‌ها از سبد مصرفی انرژی افزایش یابد.

از سوی دیگر در کشورهای عضو گروه G7 نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه علّیت یک‌طرفه از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به تولید ناخالص داخلی است. همچنین نتایج وجود رابطه علّیت یک‌طرفه از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را نشان می‌دهد. به عبارت دقیقتر در کشورهای گروه G7، رشد اقتصادی متأثر از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است و بر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر می‌گذارد. کشورهای عضو این گروه، از سطح توسعه یافتگی بالایی برخوردارند و منابع و زیرساختهای لازم جهت استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر را دارا می‌باشند. بنابراین در این کشورها مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارد. از طرفی با توجه به ارزانی و در دسترس بودن منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر، همگام با رشد اقتصادی، میزان مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر نیز در این کشورها افزایش می‌یابد و به این علت کشورهای عضو این گروه از عمده وارد کنندگان سوخت‌های فسیلی به شمار می‌آیند. نتایج مطالعه حاضر همسو با مطالعات بسیاری همچون دکا و همکاران (۲۰۲۳)، مارینا‌ش و همکاران (۲۰۱۸)، اصلان (۲۰۱۶) و کریمی و همکاران (۱۳۹۹) است.

با توجه به نقش مهم و تعیین‌کننده انرژی در رشد اقتصادی کشورها، اتخاذ سیاست‌های مناسب در این حوزه از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این راستا براساس یافته‌های حاصل از این پژوهش توصیه‌های زیر ارائه می‌شود.

مطابق نتایج، در هر دو گروه D8 و G7 مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر معناداری بر رشد اقتصادی ندارد. بنابراین براساس نتایج و با توجه به آثار مخرب مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر محیط زیست، پیشنهاد می‌شود کشورها در مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر محتاطتر عمل نمایند و سیاست صرفه جویی را اتخاذ نمایند.

از سوی دیگر مقایسه نتایج دو گروه کشورهای D8 و G7 نشان می‌دهد که برای دستیابی و بهره‌مندی از مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر باید حداقلی از رشد اقتصادی وجود داشته باشد، در غیراینصورت این انرژی‌ها نمی‌توانند به رشد اقتصادی کشورها کمک کنند. بنابراین توصیه می‌شود که کشورهای گروه D8 با اتخاذ سیاست‌های مناسب در جهت افزایش و تسریع رشد اقتصادی گام بردارند. با افزایش رشد اقتصادی و با انجام سرمایه‌گذاری بیشتر در انرژی‌های تجدیدپذیر، س‌هم این انرژی‌ها از سبد مصرفی انرژی کشورها می‌تواند افزایش یابد و در این‌صورت می‌توان انتظار داشت که کشورهای این گروه نیز همچون کشورهای گروه G7 از مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر بهره‌مند شوند و این انرژی‌ها بتوانند در افزایش رشد اقتصادی این کشورها نقش مهم و معناداری داشته باشند.

منابع

آقایی، مجید (۱۳۹۵). "بررسی رابطه پویایی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی به تفکیک حامل‌های انرژی و بخش‌های مختلف اقتصادی: کاربردی از آزمون کرانه‌ای ARDL"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۲(۴۹)، ۱۶۱-۱۰۳.

احمدیان، مجید (۱۳۹۲). *"اقتصاد منابع تجدیدشونده"*، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

تهامی‌پور، مرتضی؛ عابدی، سمانه؛ کریمی بابا احمدی، رضا و ابراهیمی‌زاده، مرتضی. (۱۳۹۵). "بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر سرانه رشد اقتصادی واقعی ایران". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۵(۱۹)، ۷۷-۵۳.

شیدائی حبشی، اکبر؛ صادقی، سید کمال و بهبودی، داود. (۱۴۰۲). "بررسی تأثیر ریسک‌های کشوری در رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*. doi: 10.22054/jiee.2023.74029.2014

صادقی، سید کمال؛ سجودی، سکینه و احمدزاده، فهیمه. (۱۳۹۶). "تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی و

کیفیت محیط زیست در ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، ۳(۱)، ۲۰۲-۱۷۱.

کریم‌پور، ساناز؛ شاکری بستان آباد، رضا و قاسمی، عبدالرسول. (۱۳۹۸). "تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب منطقه منا: کاربرد مدل خود رگرسیون برداری پانل". پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۸(۳۲)، ۱۲۹-۹۹.

کریمی، محمد شریف؛ سهیلی، کیومرث و برزگری، شیما. (۱۳۹۹). "رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در ایران". *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲(۶)، ۴۷-۳۱.

منظور، داوود؛ آقابابائی، محمدابراهیم و حقیقی، ایمان (۱۳۹۰). "تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسه‌پذیر"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۸)، ۲۴-۱.

وصال، محمد. (۱۴۰۱). "*توسعه پایدار*". دانشنامه اقتصاد، ۵(۱)، ۳-۱.

Aghaei, M. (2016). "Investigation the Dynamic Relationship between Energy and Economic Growth in Different Energy Carriers and Various Economic Sectors: Application of ARDL Bounding Test", *Quarterly Journal of Economical Modeling*,12(49), 103-161. (In Persian)

Ahmadian, M. (2012). "*Economics of Renewable Resources, Tehran*", The Organization for Researching and Composing University Textbooks in the Islamic Sciences and the Humanities (SAMT). (In Persian)

Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries". *Energy policy*, 38(1), 656-660.

Aslan, A. (2016). "The Causal Relationship Between Biomass Energy Use and Economic Growth in the United States". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 362-366.

Atalay, Y., Kalfagianni, A., & Pattberg, P. (2017). "Renewable Energy Support Mechanisms in the Gulf Cooperation Council States: Analyzing the Feasibility of Feed-In Tariffs and Auction Mechanisms". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 723-733.

Ayres, R. U., & Nair, I. (1984). "Thermodynamics and Economics". *Physics Today*, *37*(11), 62-71.

Azam, M., Khan, A. Q., Bakhtyar, B., & Emirullah, C. (2015). "The Causal Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in ASEAN-5 Countries". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 732-745.

Berndt, E. R., & Wood, D. O. (1975). "Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy". *The Review of Economics and Statistics*, 57(3), 259-268.

Bhutto, A. W., Bazmi, A. A., Zahedi, G., & Klemeš, J. J. (2014). "A Review of Progress in Renewable Energy Implementation in the Gulf Cooperation Council Countries". *Journal of Cleaner Production*, *71*, 168-180.

Can, H., & Korkmaz, Ö. (2019). "The Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Bulgaria". *International Journal of Energy Sector Management*, *13*(3), 573-589.

Deka, A., Ozdeser, H., & Seraj, M. (2023). "The Impact of Primary Energy Supply, Effective Capital and Renewable Energy on Economic Growth in the EU-27 Countries". *A Dynamic Panel GMM Analysis. Renewable Energy*, 219(1), 119450.

Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). "Testing for Granger Non-Causality in Heterogeneous Panels". *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.

Glanemann, N., Willner, S. N., & Levermann, A. (2020). "Paris Climate Agreement Passes the Cost-Benefit Test". *Nature communications*, *11*(1), 110.

Guliyev, H. (2023). "Nexus between Renewable Energy and Economic Growth in G7 Countries: New Insight from Nonlinear Time Series and Panel Cointegration Analysis". *Journal of Cleaner Production*, *424*, 138853.

Gyimah, J., Yao, X., Tachega, M. A., Hayford, I. S., & Opoku-Mensah, E.

(2022). “Renewable Energy Consumption and Economic Growth: New Evidence from Ghana”. *Energy*, *248*, 123559.

Hickmann, T., Widerberg, O., Lederer, M., & Pattberg, P. (2021). “The United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat as an Orchestrator in Global Climate Policymaking”. *International Review of Administrative Sciences*, 87(1), 21-38.

Inglesi-Lotz, R. (2013). “*The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Welfare: a Panel Data Application*”. University of Pretoria.

Jeffry, L., Ong, M. Y., Nomanbhay, S., Mofijur, M., Mubashir, M., & Show, P. L. (2021). “*Greenhouse Gases Utilization: A review*”. Fuel, 301, 121017.

Johnsson, F., Kjärstad, J., & Rootzén, J. (2019). “The Threat to Climate Change Mitigation Posed by the Abundance of Fossil Fuels”. *Climate Policy*, 19(2), 258-274.

Kar, M., Nazlıoğlu, Ş., & Ağır, H. (2011). “Financial Development and Economic Growth Nexus in the MENA Countries: Bootstrap Panel Granger Causality Analysis”. *Economic Modelling*, 28(1-2), 685-693.

Karimi, M., Sohaili, K., & Barzegari, S. (2020). “The Relationship between Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Iran”. *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(6), 31-47. (In Persian)

karimpour, S., Shakeri Bostanabad, R., & ghasemi, A. (2019). “The Effect of Renewable Energy Consumption on the Economic Growth of Selected Countries in the MENA Region: Application of the Panel Vector Autoregressive Model (Panel VAR)”. *Iranian Energy Economics*, 8(32), 99-129. (In Persian)

Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2017). “The Renewable Energy and Economic Growth Nexus in Black Sea and Balkan Countries”. *Energy Policy*, 100, 51-57.

Kónya, L. (2006). “Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with a Panel Data Approach”. *Economic Modelling*, 23(6), 978–992.

Lopez, L., & Weber, S. (2017). “Testing for Granger Causality in Panel Data”. *Stata Journal*, 17(4), 972-984.

Manzoor, D., Aghababaei, M., & Haqiqi, I. (2011). “Rebound Effects Analysis of Electricity Efficiency Improvements in Iran: A Computable General Equilibrium Approach”, *Quarterly Energy Economics Review*, 7(28), 1-24. (In Persian)

Marina□, M. C., Dinu, M., Socol, A. G., & Socol, C. (2018). “Renewable Energy Consumption and Economic Growth. Causality Relationship in Central and Eastern European Countries”. *PloS one*, 13(10), 1-29.

Medlock III, K. B., & Soligo, R. (2001). “Economic Development and End-Use Energy Demand”. *The Energy Journal*, 22(2), 77-105.

Ozcan, B., & Ozturk, I. (2019). “Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Emerging Countries: A Bootstrap Panel Causality Test”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 30-37.

Ozturk, I. (2010). “A Literature Survey on Energy–Growth Nexus”. *Energy Policy*, 38(1), 340-349.

Park, S. Y., & Yoo, S. H. (2014). “The Dynamics of Oil Consumption and Economic Growth in Malaysia”. *Energy Policy*, 66, 218-223.

Pesaran, M. H. (2006). “Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels With a Multifactor Error Structure”. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.

Poudineh, R., Sen, A., & Fattouh, B. (2018). “Advancing Renewable Energy in Resource-Rich Economies of the MENA”. *Renewable Energy*, 123, 135-149.

Sadeghi, S.K., Sojoodi, S. & Ahmadzadeh Deljavan, F. (2017). “Renewable Energy, Economic Growth and Quality of the Environment in Iran”. *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, 3(1), 171-202. (In Persian)

Sarmast, B., Rezayan Ghayehbashi, A., Moeinian, A., & Abbasi, A. (2021). Environmental Requirements of Intergenerational Justice for Sustainable Development”, *Environmental Education and Sustainable Development,* 9(4), 73-84.

Sheidaei Habashi, A., Sadeghi, S. K., & Behboudi, D. (2023). "*Investigating the Impact of Country Risks on the Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth*". Iranian Energy Economics. (In Persian)

Solarin, S. A., & Ozturk, I. (2015). "On the Causal Dynamics Between Hydroelectricity Consumption and Economic Growth in Latin America Countries". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1857-1868.

Stern, D. I. (2011). "The Role of Energy in Economic Growth". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 26-51.

Stern, D. I. (2019). "Energy and Economic Growth". *In Routledge Handbook of Energy Economics* (pp. 28-46). Routledge.

Stern, D. I., & Cleveland, C. J. (2004). "Energy and Economic Growth". *Encyclopedia of Energy*, 2, 35-51.

Suproń, B., & Myszczyszyn, J. (2023). "Impact of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and CO2 Emissions on Economic Growth in the Visegrad Countries". *Energies*, 16(20), 7163.

Tahami Pour, M., Abedi, S., Karimi Baba Ahmadi, R., & Ebrahimi Zadeh, M. (2016). "The Investigation of Renewable Energy Effects on Iranian Per Capita Real Economic Growth". *Iranian Energy Economics*, 5(19), 53-77. (In Persian) doi: 10.22054/jiee.2017.7304

Tintner, G., Deutsch, E., Rieder, R., & Rosner, P. (1977). "A production Function for Austria Emphasizing Energy". *De Economist,* 125(1), 75-94.

Tuzcu, S. E., & Tuzcu, A. (2014). "Renewable Energy and Proven Oil Reserves Relation: Evidence from OPEC Members". *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(2), 121-136.

Vesal, M. (2022). "Sustainable Development". *Encyclopedia of Economics*, *5*(1). (In Persian)

Zahedi, R., Zahedi, A., & Ahmadi, A. (2022). "Strategic Study for Renewable Energy Policy, Optimizations and Sustainability in Iran". *Sustainability*, 14(4), 2418.