

## Investigating the factors affecting Renewable Energy Consumption in selected OPEC Oil Countries, A Panel ARDL approach

**Erfan Shamohammadi Sechaki**

Master of Economics, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, Economics and Entrepreneurship, Razi University, Kermanshah, Iran

**Azad Khanzadi\***

Assistant Professor of Economics, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, Economics and Entrepreneurship, Razi University, Kermanshah, Iran

**Mohammad Sharif Karimi**

Associate Professor in Economics, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, Economics and Entrepreneurship, Razi University, Kermanshah, Iran

### Abstract

Renewable energies play an important role in introducing the needs of a country in terms of sustainable development, and the correct use of renewable energies should have a high priority; especially considering that currently, environmental issues related to climate change and global warming are among the most critical issues related to energy in the world. Recent concerns about oil price fluctuations and dependence on foreign energy sources are all factors of the current interest in renewable energy sources. Factors that cause the production or consumption of renewable energy can be divided into three categories: political, economic-social, and country-specific factors. The most important political factors that affect the consumption of renewable energy; include public policies, institutional variables, and energy security. Adopting the Kyoto Protocol (KYOTO) in 1997 was one of the first global measures to deal with the environmental problems that plagued the world. The purpose of approving this protocol was to oblige countries to reduce greenhouse gas emissions and increase the share of electricity produced from renewable energies. Such commitments are one of the driving factors of renewable energy consumption in countries. But the most important economic and social factors that affect renewable energy consumption are CO<sub>2</sub> emissions, the price of familiar energy sources, the country's gross domestic product (GDP), and

\* Corresponding Author: [A.khanzadi@razi.ac.ir](mailto:A.khanzadi@razi.ac.ir)

**How to Cite:** shamohammadi Sechaki, E., Khanzadi, A., & Karimi, M. S. (2022). Investigating the factors affecting Renewable Energy Consumption in selected OPEC Oil Countries, A Panel ARDL approach. *Journal of Economic Policies and Research*, 1 (3): 80-106.

financial development. Among the leading greenhouse gases released into the atmosphere, CO<sub>2</sub> plays the most extensive role, and thus reducing CO<sub>2</sub> emissions is the most crucial goal in achieving sustainability. Increasing the use of renewable energy is an effective way to reduce the emission of carbon dioxide and other greenhouse gases. In the long term, the increase in the real gross domestic product per capita is the main factor in the rise in the per capita consumption of renewable energy; In the same way, the increase in real income per capita significantly and positively affects the per capita consumption of renewable energy, in such a way that higher economic growth requires more renewable energy consumption as a share of total energy. However, the specific factors of each country that affect the development and consumption of renewable energy include the characteristics of each country, such as the potential of using renewable energy and market rules and regulations.

The forecasts of the International Energy Agency indicate that in the coming years, due to population growth and economic development, mainly carried out by Asian and African countries; energy consumption will increase significantly. Find On the other hand, due to the growth of energy consumption, indiscriminate use of fossil energy sources, and the finiteness of oil and gas resources of countries, including oil exporting countries, we should think about energy sources from now on. It was an alternative. While OPEC member countries are trying to achieve higher gross domestic income and economic growth, they are facing more energy consumption, and since the member countries of this organization have cheaper oil than the oil exporting countries outside of this organization, they should the influential factors of renewable energy consumption should be identified. Therefore, this study investigated these factors in selected OPEC oil countries from 1990 to 2020. For this purpose, the panel autoregressive Distributed Lag (Panel ARDL) model has been used. The share of renewable energy in electricity production is a dependent variable of financial development, CO<sub>2</sub> emissions per capita, fossil fuel prices, and population growth. GDP per capita and adopting the Kyoto Protocol as virtual variables have been used as explanatory variables. First, a more efficient estimator, the pooled mean group model (PMG), which allows the short-term parameters to vary from one country to another, but homogenizes the long-term parameters, has been selected through the Hausman test. The results show that the effect of fossil fuel prices on renewable energy consumption is negative. This may happen for two reasons:

1) It is easier to support the costs of using fossil fuels in the current situation than the high costs of using new technologies of renewable energies.

2) This adverse effect may be due to the absence of environmental restrictions; Because fossil alternatives are better substitutes for each other and may, for example, increase the price of coal, other cheaper fossil fuels will be replaced and reduce the consumption of renewable energy.

Also, the effect of GDP per capita on renewable energy consumption is positive and significant. This is primarily due to the increase in investment in the infrastructure of using renewable energy and improving technology. As for demand factors, population growth has a positive effect. This positive effect occurs for two reasons:

1) With population growth, the widespread demand for fuel consumption increases. Since countries are forced to provide more fuel; therefore, they are looking for cheap ways to provide energy; thus, the consumption of renewable energy increases.

2) On the other hand, with population growth, the intensity of demand for renewable and non-renewable energy increases, increasing the use and consumption of renewable energy. Regarding financial development, a positive and significant effect has been obtained. There is little or no concern about environmental problems, which even the adoption of the Kyoto Protocol did little to promote, and even the share of renewable resources has decreased. Therefore, according to the estimation results of the models, the following suggestions can be made:

- Since the reasons for using or not using renewable energies are economical, there is a need for assistance programs to make these energies cheaper at the international level.

- Considering the environmental issues related to the consumption of non-renewable energies, the need to pay attention to replacing these energies with renewable sources should be given serious attention by policymakers, governments, the private sector, and investors.


- Due to the importance of investing in the production and replacement of renewable energy sources with non-renewable sources, the need for governments to support the private sector by granting facilities for the production of renewable energy will become necessary.

**Keywords:** Renewable energy, Panel ARDL, OPEC countries

**JEL Classification:** C23, Q20, E02

## بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی منتخب اوپک، رویکرد الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی

عرفان شامحمدی

سه‌چکی 

آزاد خانزادی \*



محمد شریف

کریمی 

کارشناس‌ارشد علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، اقتصاد و

کارآفرینی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

استادیار علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، اقتصاد و کارآفرینی،

دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

دانشیار علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، اقتصاد و کارآفرینی،

دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

## چکیده

افزایش تقاضا برای سوخت‌های فسیلی و جبران‌ناپذیری این منابع، جهان را با بحران انرژی روبرو ساخته‌است. از این‌رو، اهمیت و ضرورت تغییر سیستم فعلی تولید و مصرف انرژی و جایگزینی آن با منابع تجدیدپذیر انرژی برای پاسخ‌گویی به نیاز جهانی انرژی در آینده، نمایان می‌شود و این موضوع برای کشورهای عضو اوپک به جهت وابستگی بسیار به درآمدهای نفت و گاز، اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد. بنابراین، در این مطالعه، با توجه به اهمیت منابع تجدیدپذیر انرژی در بحث قابل‌اتکا و پایداری انرژی در آینده، به بررسی عوامل موثر بر مصرف این منابع انرژی در کشورهای عضو اوپک با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی (Panel ARDL)، طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ پرداخته شده‌است. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که قیمت انرژی-های تجدیدناپذیر اثر منفی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که دلیل آن را می‌توان گران بودن انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به انرژی‌های تجدیدناپذیر دانست. علاوه‌براین، متغیرهای تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت و توسعه مالی اثر مثبتی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته‌اند؛ اما افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر معناداری بر تولید این انرژی‌ها نداشته‌است. این موضوع نشان‌دهنده عدم توجه جدی به مسائل زیست‌محیطی مربوط به مصرف انرژی در جهان است.

**کلیدواژه‌ها:** انرژی تجدیدپذیر، الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی، کشورهای

عضو اوپک

طبقه‌بندی JEL: C23، Q20، E02

\* ایمیل نویسنده مسئول:

A.khanzadi@razi.ac.ir

## مقدمه

انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی در تأمین نیازهای یک کشور از نظر توسعه پایدار دارند و استفاده صحیح از انرژی‌های تجدیدپذیر باید از اولویت بسیار زیادی برخوردار باشد؛ خصوصاً با توجه به اینکه در حال حاضر مسائل زیست‌محیطی مربوط به تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره زمین از مهم‌ترین موضوعات مرتبط با انرژی در جهان هستند. توجه بیشتر به منابع انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان به عوامل دیگری فراتر از تغییرات اقلیم نسبت داد. نگرانی‌های اخیر در مورد نوسانات قیمت نفت و وابستگی به منابع انرژی خارجی، همگی از عوامل علاقه‌ی فعلی به منابع انرژی تجدیدپذیر به شمار می‌روند. عواملی که باعث تولید یا مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شوند را می‌توان به سه دسته عوامل سیاسی، اقتصادی-اجتماعی و عوامل خاص کشور تقسیم نمود. مهم‌ترین عوامل سیاسی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ شامل سیاست‌های عمومی، متغیرهای نهادی و امنیت انرژی هستند. تصویب پروتکل کیوتو (KYOTO) در سال ۱۹۹۷ یکی از اقدامات اولیه جهانی بود که برای مقابله با مشکلات زیست‌محیطی که گریبانگیر جهان شده بود بوجود آمد. هدف از تصویب این پروتکل، متعهد کردن کشورها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش سهم برق تولید شده از انرژی‌های تجدیدپذیر بود. چنین تعهداتی، یکی از عوامل محرکه‌ی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهاست. اما مهم‌ترین عوامل اقتصادی، اجتماعی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارتند از: انتشار  $CO_2$ ، قیمت منابع متداول انرژی، تولید ناخالص داخلی کشور (GDP) و توسعه‌ی مالی. از میان گازهای اصلی گلخانه‌ای منتشر شده در اتمسفر،  $CO_2$  بیشترین نقش را دارد و به همین ترتیب کاهش انتشار  $CO_2$  مهم‌ترین هدف برای دستیابی به پایداری است (Aguirre & Abikunle, 2014).

افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، راهکار موثری برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای است (Arbab & et al, 2017). در بلندمدت افزایش تولید ناخالص-داخلی واقعی سرانه عامل اصلی افزایش مصرف سرانه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر است؛ به همین ترتیب، افزایش درآمد واقعی سرانه بطور قابل توجه و مثبتی بر سرانه‌ی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر

می‌گذارد، به این صورت که رشد اقتصادی بالاتر، نیاز به مصرف انرژی تجدیدپذیر (RE<sup>1</sup>) بیشتری به عنوان سهمی از کل انرژی دارد (Sadorsky, 2009). اما عوامل خاص هر کشور که توسعه و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را تحت تاثیر قرار می‌دهند شامل ویژگی‌های مربوط به هر کشور همانند پتانسیل‌های بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر و ضوابط و مقررات بازار هستند (Aguirre & Abikunle, 2014).

پیش‌بینی‌های آژانس بین‌المللی انرژی، بیانگر این است که در سال‌های آتی به دلیل رشد جمعیت و توسعه اقتصادی که عمدتاً توسط کشورهای آسیایی و آفریقایی انجام می‌گیرد، مصرف انرژی نیز به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. از طرف دیگر به دلیل رشد مصرف انرژی و استفاده بی‌رویه از منابع انرژی فسیلی و همچنین پایان‌پذیر بودن منابع نفتی و گازی کشورها از جمله کشورهای صادرکننده نفت، می‌بایست از هم‌اکنون به فکر انرژی‌های جایگزین بود (International Energy Agency, 2015).

افزایش تقاضا برای سوخت‌های فسیلی و اتمام این منابع و به دنبال آن، پیش‌بینی افزایش جهانی قیمت انرژی به دلیل محدودیت منابع فسیلی، جهان را با بحران انرژی روبرو ساخته است؛ از این رو، ضرورت تغییر سیستم فعلی تولید و مصرف انرژی و جایگزینی آن با منابع انرژی‌های تجدیدپذیر برای پاسخ‌گویی به نیاز جهانی انرژی در آینده برای بقا، توسعه و تکامل نمایان می‌شود. بدین ترتیب برای حفاظت از زمین در برابر چنین خسارت‌هایی و تبعات پس از آن، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در سراسر جهان اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (Marques & et al, 2009).

کشورهای عضو اوپک ضمن آنکه تلاش می‌کنند به درآمد ناخالص داخلی بالاتر و رشد اقتصادی بیشتر دست یابند، با مصرف انرژی بیشتری روبرو هستند و از آنجا که کشورهای عضو این سازمان نفت ارزان‌تری نسبت به کشورهای نفتی خارج از این سازمان دارند، باید عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر شناسایی شوند. لذا، در این مطالعه به بررسی این عوامل در کشورهای نفتی منتخب اوپک، طی دوره ۲۰۲۰-۱۹۹۰ پرداخته شده است. بر این اساس، در

بخش دوم مبانی نظری و ادبیات موضوع مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در بخش سوم به بررسی مطالعه‌های پیشین پرداخته شده. در بخش چهارم به ارائه مدل و متغیرها و روش برآورد مدل پرداخته شده، در بخش پنجم برآورد مدل انجام گرفته و در نهایت در بخش ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه شده‌است.

### مروری بر ادبیات موضوع

عواملی که باعث تولید، توسعه و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شوند را می‌توان به سه دسته‌ی کلی عوامل سیاسی، اقتصادی-اجتماعی و شرایط خاص کشور تقسیم نمود (Aguirre & Abikunle, 2014). در ادامه تلاش می‌شود که این عوامل مورد بررسی قرار گرفته و ارتباط آنها با تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بررسی شود.

#### عوامل سیاسی

در این راستا Carly (2009)، Marques & Fuinhas (2012) و Abu Kilinc-ata (2016) انگیزه‌های سیاسی را به عنوان مهم‌ترین جنبه توسعه و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بیان می‌دارند. عوامل سیاسی شامل سیاست‌های عمومی، متغیرهای نهادی و امنیت انرژی است. هم‌چنین Aguer (2014) & Eibi Cael اظهار می‌دارند، فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، نسبتاً گران هستند و بدون سیاست‌های حمایتی نمی‌توانند با فناوری‌های سنتی انرژی رقابت کنند. برخی از رایج‌ترین اقدامات سیاسی عمومی برای تشویق تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، شامل یارانه‌ها، سیاست‌های سهمیه‌بندی، سرمایه‌گذاری مستقیم، تعرفه‌های تغذیه‌ای، گواهی‌نامه‌های سبز و قابلیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) است (Przychodzen & et al, 2019).

#### قابلیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

توسعه و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به فناوری‌های مناسب و حصول اطمینان از تأمین انرژی رقابتی و مقرون به صرفه نیاز دارد. فناوری‌های ذکر شده می‌توانند به راحتی توسعه و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را ترویج و سرعت بخشند و توسعه سرمایه‌ی انسانی و توسعه‌ی دانش که به

شدت تحت تاثیر توانایی های تحقیق و توسعه قرار دارند، تحریک شوند (Kutan & et al, 2017).

تحقیق و توسعه یکی از عوامل کلیدی در شکل گیری ظرفیت توسعه و مصرف انرژی های تجدیدپذیر است. ضعف قابلیت تحقیق و توسعه معمولاً منجر به عدم ریسک پذیری در استفاده از هزینه های بالای توسعه انرژی های تجدیدپذیر می شود که این امر مانع کاربردهای عملی توسعه و مصرف تجدیدپذیرهاست (Xu & et al, 2019).

تحقیق و توسعه به عنوان یکی از مهم ترین عوامل محرک مصرف انرژی های تجدیدپذیر مطرح است (Zahid & et al, 2019)، زیرا با فناوری قدرتمند، استانداردهای صنعت و دسترسی به بازار افزایش پیدا می کند. تحقیقات ناکافی و بودجه پایین، مانع از رقابت تجاری انرژی های تجدیدپذیر با سایر منابع انرژی می شود؛ و چون ریسک های مراحل توسعه زیاد است، شرکت های حوزه انرژی را از سرمایه گذاری در پروژه های انرژی های تجدیدپذیر منصرف می کند (Cho & et al, 2013). نهایتاً، متخصصان حوزه انرژی، موانع فناوری را نیز بیان می کنند، مانند نوآوری های تحقیق و توسعه که به طور جدی و منفی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر تاثیر می گذارند (Seetharaman & et al, 2019).

نهادهای سیاسی، چگونگی عملکرد فعالان سیاسی را تنظیم می کنند و به طور مستقیم و غیر مستقیم ساختار نتایج سیاست را شکل می دهند. ظرفیت سازمان های سیاسی، حمایت های ایدئولوژیکی فعالان سیاسی و رقابت های بین حزبی هم در احتمال اتخاذ سیاست های زیست محیطی و میزان مطابقت نتایج با اهداف سیاست ها تاثیر می گذارد.

تصویب تصویب پروتوکل کیوتو و مصرف انرژی های تجدیدپذیر

پروتوکل کیوتو در سال ۱۹۹۷ یکی از اقدامات اولیه جهانی بود که برای مقابله با مشکلات زیست محیطی که گریبان گیر جهان شده بود به وجود آمد. هدف از تصویب پروتوکل کیوتو متعهد کردن کشورها در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و افزایش سهم برق تولید شده از انرژی تجدیدپذیر بود (Pop & et al, 2011).



این پیمان که پیمان نامه‌ی ریو (۱۹۹۲) را ترمیم و تکمیل می‌کند؛ در چارچوب سازمان ملل متحد شکل گرفت، طی دهه‌های اخیر با افزایش گازهای گلخانه‌ای نظیر متان، دی‌اکسید کربن، بخار آب و اکسید نیتروژن در جو زمین، دمای کره زمین در حال افزایش می‌باشد که این امر باعث ایجاد تغییرات ناخوشایند در محیط‌زیست می‌شود.

از این رو، در سال ۱۹۹۷ طی پیمانی معروف به کیوتو (کیوتو شهری در ژاپن) کشورهای صنعتی متعهد شدند که ظرف ده سال بعد میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را ۵٪ کاهش دهند و به کشورهای در حال توسعه کمک‌های مالی برای افزایش ضریب نفوذ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی، اعطا نمایند، چنین تعهداتی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، یکی از عوامل محرکه‌ی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهاست (Pablo, 2009).

#### عوامل اقتصادی-اجتماعی

عوامل اقتصادی-اجتماعی موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر شامل مانده حساب جاری و انتشار گازهای گلخانه‌ای، قیمت منابع متداول انرژی (در اینجا سوخت‌های فسیلی مثل نفت)، تولید ناخالص داخلی (GDP) و توسعه‌ی مالی است.

مانده حساب جاری، انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی تجدیدپذیر

تبادل تجاری، نسبت به ساختار مصرف انرژی بی‌تفاوت نیست. کسری حساب جاری می‌تواند بر تولید، توسعه و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیر مثبت بگذارد. بعلاوه، از طریق کاهش واردات، توسعه و مصرف منابع تجدیدپذیر انرژی می‌تواند بطور قابل توجهی، تراز تجاری نامطلوب یک کشور معین را بهبود بخشد (Chong & et al, 2009).

افزایش وابستگی به نفت وارداتی و بدتر شدن تراز تجاری نیز در طول زمان ممکن است باعث توسعه‌ی بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان راهی برای رفع نگرانی‌های احتمالی امنیت انرژی، بویژه در دوره‌های مصرف بالای سوخت‌های فسیلی شود (Gun & Smith, 2009).

هم‌چنین Marques & Fuinhas (2010) تاکید می‌کنند که انتشار دی‌اکسید کربن از شاخص‌های قابل توجه در به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر است، دیدگاهی که Aguer & Eibi (2014) به اشتراک گذاشتند به این صورت است که انتشار دی‌اکسید کربن با مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه‌ی منفی دارد؛ به این معنی که باعث پیشرفت انرژی‌های تجدیدپذیر نمی‌شود. افزایش انتشار دی‌اکسید کربن، همراه با افزایش نگرانی در مورد گرم شدن کره زمین، احتمالاً منجر به افزایش انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد شد.

#### قیمت منابع متداول انرژی

قیمت منابع انرژی جایگزین، نیز در تعیین استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی دارد. سرمایه‌گذاری‌های جدید جهانی در پخش نفت و گاز از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ افزایش یافته است؛ اما پس از سال ۲۰۱۲، مجدداً رو به کاهش نهاد و افت اخیر در قیمت نفت موجب دل‌سردی سرمایه‌گذاری در اکتشاف نفت و گاز شده است که می‌تواند بطور بالقوه در افزایش توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیرگذار باشد (Abbas & et al, 2015).

اما برخلاف برخی باورها، کاهش قیمت نفت نمی‌تواند منجر به بهبود وضعیت انرژی‌های تجدیدپذیر شود؛ چرا که این مسئله در نهایت منجر به کاهش قیمت انرژی‌های تجدیدناپذیر می‌شود، اتفاقی که در پی کاهش قیمت نفت رخ می‌دهد، این است که قیمت گاز نیز با کاهش روبرو می‌شود و این نیز بر روی هزینه‌های نیروگاه‌ها برای تأمین خوراک، اثرگذار خواهد بود. این فرآیند نتیجه‌ای جز ارزان شدن قیمت انرژی‌های تجدیدناپذیر ندارد (Goudarzi, 2021).

تولید ناخالص داخلی (GDP) رتال جامع علوم انسانی  
سطح درآمد بالاتر، وابسته به پتانسیل بالاتر یا منابع بیشتر برای افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. درآمدهای بیشتر به کشورهای این امکان را می‌دهد تا هزینه‌های توسعه‌ی فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و تضمین حمایت بیشتر از هزینه‌های سیاست‌های عمومی را در ارتقاء و تنظیم انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین کنند (Sadorsky, 2009).

در بلندمدت، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه حقیقی، عامل اصلی مصرف سرانه‌ی انرژی-های تجدیدپذیر است؛ به همین ترتیب، افزایش درآمد سرانه‌ی حقیقی، بطور قابل توجهی بر سرانه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیر می‌گذارد، به این معنی که رشد اقتصادی بالاتر نیاز به انرژی تجدیدپذیر بیشتری به عنوان عامل مهمی از کل انرژی دارد (Sadorsky, 2009).

### توسعه مالی

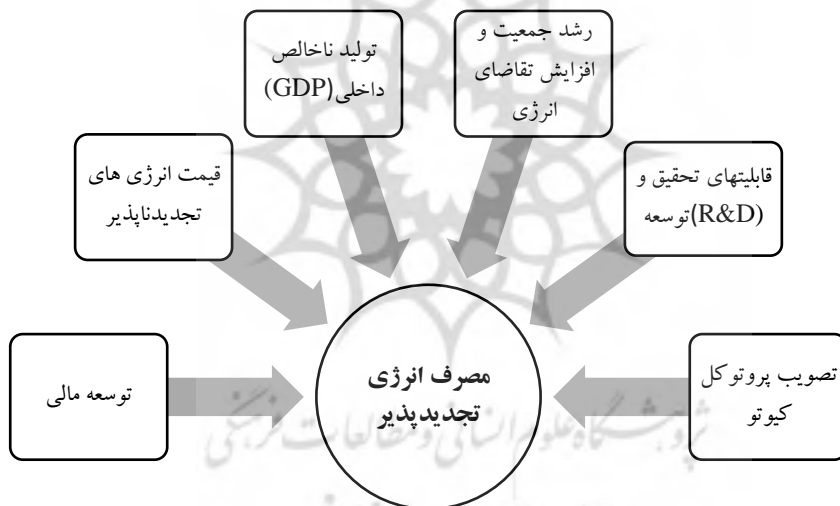
رابطه بین توسعه‌ی مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان در قالب چگونگی غلبه‌ی توسعه‌ی بازارهای مالی بر مسئله انتخاب نامطلوب مخاطرات اخلاقی که منجر به کاهش هزینه‌های تأمین مالی خارجی بخش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود، مورد بررسی قرار داد. بدین منظور، تأمین مالی پروژه‌های مربوط به مصرف و توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان به صورت ترکیبی از بدهی (وام) و سرمایه‌گذاری در سهام (مالکیت) در نظر گرفت. وام از طریق بازارهای عمومی (اوراق قرضه) و یا بخش خصوصی (وام‌های بانکی یا وام‌های سازمان‌ها) و سهام به وسیله منابع داخلی و سرمایه‌گذاران خارجی در بازارهای عمومی یا خصوصی در دسترس هستند. وام‌ها معمولاً از سهام کم هزینه‌تر هستند و توسعه دهندگان انرژی‌های تجدیدپذیر نیز بیشتر از وام‌ها برای تأمین مالی پروژه‌ها استفاده می‌کنند. بانک‌ها ابزار لازم برای حمایت مالی و توسعه فعالیت‌های اجتماعی در کشورهای در حال توسعه را فراهم می‌کنند و از طریق بدهی پروژه‌های زیر ساختی را انجام می‌دهند. این بانک‌ها منابع مالی مکمل بدهی و سهام را فراهم می‌کنند که در تأمین مالی تکنولوژی استفاده از انرژی تجدیدپذیر مفید هستند. منابع مالی، شکاف بین بدهی و سرمایه‌گذاری خالص را پر می‌کند و به سمت شرکت‌هایی با جریان نقدینگی و انتظارات رشد بالا حرکت می‌کند. بنابراین راه‌حل شرکت‌های تولیدکننده‌ی انرژی تجدیدپذیر برای دریافت منابع مالی ارزان‌تر، بازار سرمایه است (Victoria & Dalius, 2014).

### شرایط خاص کشور

شرایط خاص هر کشور که بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیر گذار هستند؛ شامل ویژگی‌های فردی کشور مثل پتانسیل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و ضوابط و مقررات بازار از عوامل تعیین

کننده بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر هستند. منابع طبیعی انرژی‌های تجدیدپذیر مثل تابش خورشید، آبشارها یا بادهای شدید، نقش اساسی در بکارگیری منابع تجدیدپذیر دارد. این منابع برای رقابتی کردن سرمایه‌گذاری‌های مجدد، نیاز به کمیت و کیفیت کافی دارند (Bird & et al, 2005).

پتانسیل‌های انرژی خورشیدی، زیست توده و بادی از نظر آماری در توضیح مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر قابل توجه هستند و این بیانگر این است که انتظار می‌رود کشورهایی که پتانسیل انرژی تجدیدپذیر بیشتری دارند، از این انرژی‌ها بهره‌ی بیشتری ببرند (Aguirre & Abikunle, 2014). با توجه به عوامل ذکر شده در این بخش، می‌توان بصورت خلاصه عوامل اثر گذار بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را می‌توان در قالب شکل (۱) ارائه داد.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱. عوامل موثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر

### پیشینه تحقیق

طی تحقیقی که به وسیله (Hulshof & Mulder, 2020) انجام گرفت، تاثیر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر سود بنگاه‌ها در هلند، مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که بنگاه‌ها تمایلی بر پرداخت هزینه انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان

کمک به محیط زیست ندارند و این بدان معناست که شرکت‌ها فقط در صورت همسو شدن با هدف حداکثر کردن سود، به کاهش تغییرات آب و هوایی از طریق خرید انرژی تجدیدپذیر کمک می‌کنند.

طی تحقیقی که به وسیله (Chndrapadhan & et al, 2020) انجام گرفت، به بررسی چگونگی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و اهمیت داشتن نفت، انتشار کربن و فعالیت‌های اقتصادی در این زمینه در کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه پرداخته شد. مهم‌ترین پیامد یافته‌های این مطالعه این است که طراحی سیاست‌های یکسان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بطور مساوی در کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه احتمالاً منجر به سطوح مختلفی از نیازهای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود.

طی تحقیقی که به وسیله (Jabeen & et al, 2020) انجام گرفت، رابطه بین انرژی‌های تجدیدپذیر، ثبات نهادی، محیط زیست و رشد اقتصادی در کشورهای (دی-۸) در بازه ۱۹۹۰-۲۰۱۶، مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج، این مطالعه ترکیبی از هر دو نوع انرژی (تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) و انتقال تدریجی به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر با اجرای بهتر سیاست‌ها و پیشرفت‌های فنی را پیشنهاد می‌کند.

طی تحقیقی که به وسیله (Lin & Xu, 2019) انجام گرفت، به بررسی عوامل تعیین‌کننده نوآوری در فناوری‌های تجدیدپذیر در چین و تحت محدودیت انتشار دی‌اکسید کربن پرداختند. براساس داده‌های استانی چین در سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۰ و تکنیک داده‌های پانل این نتایج بدست آمد: تفاوت‌های چشمگیری در سطح نوآوری در استان‌های چین وجود دارد، مشاهده شد که میزان شدید گازهای گلخانه‌ای تولید شده باعث افزایش سطح نوآوری در فناوری‌های تجدیدپذیر انرژی می‌شود، سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه از طرف دولت و بنگاه اقتصادی هر دو برای ارتقاء سطح نوآوری مفید است.

طی پژوهشی که به وسیله (Papich, 2018) انجام گرفت، عوامل تعیین‌کننده توسعه انرژی تجدیدپذیر در کشورهای اتحادیه اروپا، طی یک چشم‌انداز ۲۰ ساله (۱۹۹۵-۲۰۱۴)

مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که کشورهایی که منابع سوخت فسیلی کمتری داشته‌اند، کشورهایی هستند که انرژی تجدیدپذیر را در بیشترین حد توسعه داده‌اند. عوامل مهم دیگر در تقویت توسعه انرژی تجدیدپذیر عبارت هستند از: هزینه‌های تأمین انرژی و هزینه‌های انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی مرتبط با تولید ناخالص داخلی.

طی تحقیقی که به وسیله (Jafari & et al, 2019) انجام گرفت، عوامل موثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید با تأکید بر سرمایه‌ی اضافی و انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۵۹ در ایران مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه پژوهش نشان دهنده‌ی آن است که نه تنها سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی طی دوره زمانی پژوهش، در بهره‌وری کل عوامل تولید در ایران نقش داشته‌اند؛ بلکه نقش اثر تعاملی آنها در بهره‌وری نیز تایید شده است.

طی تحقیقی که به وسیله (Baseri & et al, 2018) انجام گرفته است، اثرات مالی گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی در ایران، مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های این مطالعه حاکی از این است که سرمایه‌گذاری در این نوع انرژی‌ها می‌تواند سود آور شده و رشد اقتصادی را بیشتر کند. علاوه بر این، با توجه به این که هزینه‌های استحصال، تولید، توزیع و مصرف این دسته از انرژی‌ها اثرات کمتری بر محیط زیست دارد، در نتیجه با محاسبه‌ی صرفه‌جویی‌های ناشی از اجتناب از این هزینه‌ها در مجموع رشد اقتصادی بیشتر خواهد شد.

طی تحقیقی که به وسیله (Ghaed & et al, 2018) انجام گرفته است، به بررسی تأثیر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران پرداخته شده است. هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران طی دوره ۱۳۹۶-۱۳۶۰ است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، توصیه‌ی حیاتی این است که با توجه به فراوانی انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و از آنجا که انرژی بادی در مقایسه با سایر انرژی‌ها بیشترین اثر را بر رشد اقتصادی دارد، با سرمایه‌گذاری در این واحد انرژی می‌توان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را افزایش داد.

در مطالعه‌ی حاضر سعی شده است که سعی شده است که در چارچوب یک الگوی پویا به بررسی تاثیر و سهم عوامل اثرگذار بر انرژی‌های تجدیدپذیر بر تولید و مصرف این انرژی‌ها در کشورهای عضو OPEC پرداخته شود. بنابراین جنبه نوآوری این مطالعه را می‌توان در سه بخش بیان نمود: استفاده از الگوی پویا، انجام مطالعه برای کشورهای صادرکننده نفت و هم-چنین تجمیع متغیرهای اثرگذار بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در یک مدل است.

### روش شناسی تحقیق

یک تصریح خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی مرتبه  $(p, q, 1, \dots, q, k)$  برای داده‌های تابلویی به فرم (۱) است:

$$y_{it} = \sum_{j=1}^p \gamma_{ij} y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{ij} x_{i,t-j} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

که  $i=1, 2, \dots, N$  تعداد مقاطع  $t=1, 2, \dots, T$  تعداد دوره‌های زمانی،  $X_{it}$  بردار  $k \times 1$  متغیرهای

توضیحی،  $\delta_{ij}$  بردار  $k \times 1$  ضرایب،  $\gamma_{ij}$  اسکالر و  $\mu_i$  اثرات خاص مقاطع هستند.

در این روش  $T$  باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که مدل برای هر مقطع به‌طور جداگانه بتواند برازش شود. همچنین می‌توان روندهای زمانی و سایر رگرسیون‌های ثابت را نیز به مدل اضافه کرد. میتوان معادله را به صورتی که معادله تصحیح خطا (ECM) نوشت:

$$\Delta y_{it} = \varphi_i (y_{i,t-1} - \theta_i x_{i,t}) + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij} \Delta x_{i,t-j} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

که در آن به ازای  $j=1, 2, \dots, q-1$  داریم:

$$\varphi_i = -\left(1 - \sum_{j=1}^p \gamma_{ij}\right)$$

$$\theta_i = \frac{\sum_{j=0}^q \delta_{ij}}{(1 - \sum_k \gamma_{ik})}$$

$$\gamma_{ij} = - \sum_{m=j+1}^p \gamma_{im}$$

$$\delta_{ij} = - \sum_{m=j+1}^q \delta_{im}$$

پارامتر  $\varphi_i$  همان ضریب تصحیح خطاست که سرعت تعدیل را نشان خواهد داد. اگر برابر صفر شود (یا به عبارتی معنادار نباشد) آنگاه هیچ دلیلی مبنی بر وجود رابطه بلندمدت وجود نخواهد داشت. این پارامتر باید بین صفر و منفی یک باشد تا متغیرها به رابطه بلندمدت همگرا شوند.  $\theta_i$  نیز ضرایب بلندمدت،  $\delta_{im}$  ضرایب رابطه کوتاه مدت و  $\gamma_{im}$  ضرایب وقفه متغیر وابسته در رابطه کوتاه مدت یا همان معادله تصحیح خطاست.

### معرفی الگوها و متغیرها

مدل انتخابی ما در این پژوهش به صورت  $ARDL(p, q, q, q, q, q, q)$  با وقفه بهینه  $p$  برای متغیر وابسته و وقفه های  $q$  برای متغیرهای توضیحی به صورت رابطه زیر تنظیم شده است:

$$\begin{aligned} RE_{it} = & \sum_{j=1}^p \vartheta_{ij} RE_{i,t-j} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_{ij} REP_{i,t-j} \\ & + \sum_{j=0}^q \delta_{ij} CO2_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \gamma_{ij} EUP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \theta_{ij} POP_{i,t-j} \\ & + \sum_{j=0}^q \varphi_{ij} GDPP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \omega_{ij} KYOTO_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

می توان رابطه ی (۳) را صورت به زیر به شکل مدل تصحیح خطای برداری (VECM) درآورد:

$$\begin{aligned} \Delta RE_{it} = & \mu_i + \sum_{j=1}^{p-1} \vartheta_{ij}^* \Delta RE_{i,t-j} \\ & + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_{ij}^* \Delta REP_{i,t-j} \\ & + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij}^* \Delta CO2_{i,t-j} \\ & + \sum_{j=0}^{q-1} \gamma_{ij}^* \Delta EUP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \theta_{ij}^* \Delta POP_{i,t-j} + \end{aligned}$$



$$\sum_{j=0}^{q-1} \varphi_{ij} \Delta GDP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \omega_{ij} \Delta KYOTO_{i,t-j} + ECT_i (RE_{i,t-1} - \alpha_{i1} REP_{i,t} - \alpha_{i2} CO2_{i,t} - \alpha_{i3} EUP_{i,t} - \alpha_{i4} POP_{i,t} - \alpha_{i5} GDP_{i,t} - \alpha_{i6} KYOTO_{i,t}) + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

RE = سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق (%)

REP = توسعه مالی که از شاخص نسبت دارایی‌های بانک‌های تجاری بر کل دارایی سیستم بانکی استفاده شده‌است.

CO2 = انتشار CO2 سرانه (تن متریک سرانه)

EUP = قیمت سوخت‌های فسیلی (قیمت زغال سنگ (US\$ در هر تن)، قیمت گاز طبیعی (US\$ در هر میلیون، قیمت نفت خام (دلار آمریکا در هر بشکه)

POP = رشد جمعیت (%)

GDP = تولید ناخالص داخلی سرانه (ثابت ۲۰۱۰ دلار آمریکا \$)

KYOTO = تصویب پروتکل کیوتو به عنوان یک متغیر مجازی نشان داده شده‌است.

### یافته‌های پژوهش

ابتدا توسط آزمون هاسمن برآوردگر کارآمدتر، مدل میانگین گروهی آمیخته (PMG) که اجازه می‌دهد پارامترهای کوتاه‌مدت از کشوری به کشور دیگر متفاوت باشند؛ اما پارامترهای بلندمدت را همگن می‌کند؛ انتخاب شده است. در نهایت، برای اعمال این روش‌ها، متغیرها باید ترکیبی از I(0) و I(1) باشند و برای مدلی که باید به عنوان مکانیزم تصحیح خطا خوانده شود، متغیرها باید با هم ادغام شوند. بنابراین، ابتدا آزمون‌های ثابت بودن متغیرها، سپس وجود هم-انباشتگی و در نهایت تخمین مدل‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت را خواهیم داشت.

## آزمون هاسمن

جهت تعیین روش مناسب بین تخمین زن MG، PMG و DEF آزمون هاسمن به کار گرفته می-شود. بعد از برآوردهای مذکور، نتایج آزمون هاسمن در جدول (۱)، نشان داده شده است.

## جدول ۱. نتایج آزمون هاسمن

نتایج آزمون هاسمن بین تخمین زن های MG و PMG	
۱۵ / ۴	مقدار آماره کای دو
۰ / ۲۴۵۵	مقدار احتمال
نتایج آزمون هاسمن بین تخمین زن های PMG و DEF	
۳۷ / ۴	مقدار آماره کای دو
۰ / ۲۲۴۱	مقدار احتمال

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## آزمون ریشه واحد

برای آزمون ریشه واحد داده‌های پانل از آزمون‌های مختلفی همچون لوین لین چو<sup>۱</sup>، بریتونگ<sup>۲</sup>، ایم پسران شین<sup>۳</sup>، دیکی فولر<sup>۴</sup> و هادری<sup>۵</sup> وجود دارند که فرضیه صفر آنها مبنی بر داشتن یک ریشه واحد در داده‌های پانل است. نتایج ریشه واحد در جدول (۲)، نشان داده شده است.

## جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد

متغیر	LLC		Breitung	
	Const	Trend	Const	Trend
RE	۲ / ۴ (۰ / ۹۹۲)	۰ / ۴۴۲ (۰ / ۶۷۱)	-۱ / ۹۱ (۰ / ۰۲۸)	-۰ / ۴۸ (۰ / ۳۱۶)
Ln (CoalPr)	-۲ / ۸۵۳ (۰ / ۰۰۲)	-۱ / ۴۳۹ (۰ / ۰۷۵)	-۰ / ۸۲ (۰ / ۲۰۶)	-۰ / ۶۸۳ (۰ / ۲۴۸)
Ln (OilPr)	۲ / ۳۷۵	-۴ / ۲۱	۰ / ۴۸۴	-۰ / ۶۴۸

1. Levine-Lin-Chu
2. Breitung
3. Im- Pesaran- Shin
4. Fisher-ADF
5. Hadri

	(۰/۹۹۱)	(۰/۰۰)	(۰/۶۸۶)	(۰/۲۵۹)
Ln (GasPr)	-۳/۵۳۱ (۰/۰۰)	-۷/۵۲۱ (۰/۰۰)	-۰/۱۲۱ (۰/۴۵۱)	۰/۰۴۳۷ (۰/۵۱۷)
Ln (CO2pc)	۱/۵۴۴ (۰/۹۳۹)	۲/۰۶۷ (۰/۹۸۱)	۰/۰۸۲ (۰/۵۳۳)	۰/۶۹۳ (۰/۷۵۶)
LN(POP)	۲/۶۸۸ (۰/۹۹۶)	-۱/۷۳۲ (۰/۰۴۲)	۱/۶۲۸ (۰/۹۴۸)	۰/۵۸۴ (۰/۷۲)
LN(GDPP)	-۰/۶۶۵ (۰/۲۵۳)	-۳/۴۸۶ (۰/۰۰۲)	۲/۶۲ (۰/۹۹۶)	۱/۴۲۱ (۰/۹۹۲)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج جدول (۲)، متغیرهای GDP، CO<sub>2</sub> و RE در سطح مانا هستند و متغیرهای COAL، GAS، OIL و POP با یک‌بار تفاضل گیری مانا می‌شوند. بنابراین نتایج آزمون ریشه واحد چه در سطوح چه در اولین تفاضل نشان می‌دهد که متغیرها I(0) و I(1) هستند که لازمه تخمین پانل ARDL است.

#### نتایج برآورد کوتاه‌مدت

برای بررسی همبستگی بین متغیرها در جهت جلوگیری از بروز همخطی در مدل، نتایج همبستگی بین متغیرها در جدول (۳) ارائه شده است.

#### جدول ۳. همبستگی متغیرهای مدل

	RE	Ln(OilPr)	Ln(CoalPr)	Ln(GasPr)	Ln(CO2pc)	REP	LN(POP)
RE	۱	-	-	-	-	-	-
Ln(OilPr)	-۰/۰۶۲	۱	-	-	-	-	-
Ln(CoalPr)	-۰/۰۵۹	۰/۹۱۷	۱	-	-	-	-
Ln(GasPr)	-۰/۰۷۹	۰/۶۵۹	۰/۶۰۴	۱	-	-	-
Ln(CO2pc)	-۰/۵۷۴	۰/۰۷۱	۰/۰۶۱	۰/۰۳۲	۱	-	-
REP	-۰/۳۳۵	۰/۰۹۷	۰/۰۸۳	۰/۰۴۴	۰/۱۹۴	۱	-
(POP)	-۰/۰۴۲	۰/۱۳۵	۰/۱۱۵	۰/۱۰۱	-۰/۳۲۱	-۰/۴	۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان طور که از نتایج جدول (۳) مشخص است، میزان همبستگی قیمت زغال سنگ و نفت ۰/۹۱۷ می باشد که بسیار نزدیک به عدد یک است؛ لذا از کنار هم قرار دادن این دو در یک معادله خودداری شده است. از طرفی همبستگی میان قیمت نفت و گاز ۰/۶۵۹ است که در برخی مدل ها از بیان مشترک هر دو خودداری شده است و نیز همبستگی میان قیمت زغال سنگ و گاز ۰/۶۰۴ که نشان دهنده همبستگی نسبتاً بالایی است. نهایتاً مدل در شش حالت تخمین زده شده است که از تفسیر نتایج مدل اول خودداری شده است. این نتایج در جدول (۴) ارائه شده است.

#### جدول ۴. نتایج برآورد کوتاه مدت مدل با بهره گیری از PANEL ARDL و برآورد گر PMG

متغیر	مدل (۱)	مدل (۲)	مدل (۳)	مدل (۴)	مدل (۵)	مدل (۶)
Ln(CoalPr)	۱/۲۱۴ (۴/۵۲)	-۰/۲۰۶ (-۴/۲۲)	-	-	-	-۰/۷۵۲ (-۳/۶۹)
Ln(OilPr)	۱/۱۲۵ (۲/۸۵)	-	-۰/۰۱۳۸ (-۲/۶)	-	۰/۰۱۲۵ (۰/۰۱)	-
Ln(GasPr)	-۰/۰۷۶ (-۴/۱۵)	-	-	-۰/۰۲۶۵ (-۱/۳۶)	-۰/۰۷۵۶ (-۱/۹۱)	-۰/۰۱۷۵ (-۰/۷۵)
Ln(CO2pc)	۱/۳۴ (۰/۰۲)	-۰/۰۵۶۴ (-۳/۴۱)	-۰/۱۳۳ (-۳/۷۴)	-۰/۱۴۵ (-۴/۱۷)	-۰/۰۴۸ (-۳/۸۴)	-۰/۰۸۶ (-۳/۷۳)
LN(GDPP)	-۰/۶۵ (-۰/۱۷)	۰/۸۵۴ (۵/۳۱)	۰/۲۰۴ (۳/۹۸)	۰/۰۴۲۱ (۴/۲۵)	۰/۰۱۲۴ (۱/۰۷)	۰/۹۸۵ (۵/۹۶)
KYOTO	۰/۸۵۰۲ (۳/۳۶)	۰/۱۳۱ (۳/۱۴)	۰/۹۸۵ (۳/۰۹)	۰/۰۳۰۴ (۱/۷۴)	۰/۰۱۲۴ (۲/۴۷)	۰/۴۵۷ (۳/۴۶)
LN(POP)	-۰/۶۴۵ (-۳/۰۱)	۰/۱۴۹ (۳/۵۴)	-۰/۰۵۴۶ (-۱/۷۶)	-۰/۰۱۵۴ (-۱/۲۸)	-۰/۱۴۵۸ (-۰/۶۶)	-۰/۱۶۲ (-۳/۷۴)
REP	-۰/۰۴۴۱ (-۱/۲۹)	-۰/۰۳۲۱ (-۲/۲۹)	-۰/۰۰۱۴ (-۲/۹۲)	-۰/۰۴۷۵ (-۱/۱۲)	-۰/۰۴۶۵ (-۱/۶۳)	-۰/۲۴۵ (-۲/۶۹)
Hausman	۲۴/۳۵ (۰/۰۰۲)	۷/۱۳ (۰/۵۶۴)	۱/۳۹ (۰/۹۸۵)	۷/۴۳ (۰/۰۴۱۲)	۲/۶۵ (۰/۹۵۴)	۳/۶۴ (۰/۰۹۵)

مأخذ: یافته های پژوهش

برآورد گر PMG باعث همگنی در برآورد گره‌های بلندمدت می‌شود؛ لذا نتایج بلندمدت قابل-  
 اتکاتر هستند و نیز از آنجایی که در مباحث مربوط به مصرف انرژی معمولاً تأثیرات بلندمدت اهمیت  
 بیشتری از اثرگذاری‌های کوتاه‌مدت دارند؛ لذا از تفسیر نتایج کوتاه‌مدت مدل‌ها چشم‌پوشی شده-  
 است.

### نتایج برآورد بلندمدت

نتایج برآورد بلندمدت مدل با تخمین‌زن PMG در شش حالت در جدول (۵) نشان داده شده-  
 است.

**جدول ۵. نتایج برآورد بلندمدت مدل با بهره‌گیری از PANEL ARDL و برآورد گر PMG**

متغیر	مدل (۱)	مدل (۲)	مدل (۳)	مدل (۴)	مدل (۵)	مدل (۶)
Ln(CoalPr)	0.194** * (4.48)	- 0.0103* ** (-3.13)	- - -	- -	- -	- 0.0125* ** (-3.69)
Ln(OilPr)	- 0.125** * (-3.26)	- -	- 0.0138** * (-2.60)	- -	0.00003 (0.01)	-
Ln(GasPr)	- 0.0860* ** (-4.15)	- -	- -	-0.00206 (-1.36)	0.00343 * (-1.91)	-0.00117 (-0.75)
Ln(CO2pc)	- 0.140** * (-4.02)	- 0.0863* ** (-3.41)	-0.133*** (-3.74)	- 0.0346* ** (-4.17)	- 0.0480* ** (-3.84)	- 0.0901* ** (-3.73)
LN(GDP P)	0.0117 (0.17)	0.0755* ** (5.31)	0.139*** (3.98)	0.0421* ** (4.25)	0.0510* ** (3.07)	0.0760* ** (5.96)
KYOTO	0.445** _* (-5.48)	0.131** _* (-3.14)	0.146*** - (-3.09)	0.0304* - (-1.74)	0.0621* _* (-2.47)	0.137** _* (-3.46)
LN(POP)	0.201** (2.30)	0.149** * (3.54)	0.804*** (2.76)	0.298** * (2.68)	0.211** * (2.96)	0.162** * (3.74)
REP	-0.0341 (-1.30)	- .0321** * -	0.00863* ** (-2.92)	0.00237 (-1.12)	0.00369 (-1.63)	0.0314* ** (-2.69)

		(-2.96)				
Hausman	32.46 (0.002)	5.24 (0.631)	1.39 (0.985)	8.39 (0.299)	2.65 (0.954)	1.71 (0.989)
EC.coef	- 0.219** *	- 0.299** *	-2.283*** (-3.63)	- 0.399** *	- 0.370** *	- 0.311** *
	(-3.30)	(-3.59)		(-3.90)	(-4.19)	(-3.52)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

(\*\*\*معناداری در سطح ۱٪، \*\*معناداری در سطح ۵٪، \*معناداری در سطح ۱۰٪)

نتایج آزمون هاسمن برای مدل اول سازگاری PMG را رد می‌کند و بیشتر نیز اشاره شد که به دلیل همبستگی بالای قیمت سوخت‌های فسیلی (نفت، زغال سنگ، گاز طبیعی)، نتایج مدل اول قابل تعمیم و اتکا نیستند؛ لذا از گزارش نتایج و همچنین تفسیر نتایج مدل اول صرف نظر شده‌است. اما در رابطه با پنج مدل بعدی برآورده شده به روش پانل ARDL و تخمین زن PMG، نتایج آزمون هاسمن، نشان می‌دهد که برآوردگر PMG یک برآوردگر سازگار و مناسب برای تخمین مدل است. در واقع، سازگاری برآوردگر PMG برای مدل دوم تا پنجم رد نمی‌شود؛ بنابراین به تفسیر نتایج این مدل‌ها پرداخته شده‌است.

قبل از تجزیه و تحلیل نتایج باید عنوان کرد که ضرایب تصحیح خطا در همه موارد معنی‌دار و بین ۰/۲۹۹ و ۰/۳۹۹ متغیر است که به این معنی است که به طور متوسط اصلاح شوک‌ها و انحراف از مسیر بلندمدت با سرعت قابل توجهی انجام می‌شود.

نتایج جدول (۵) حاکی از آن است که قیمت سوخت‌های فسیلی تأثیر منفی و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. بعنوان مثال در مدل (۲) به ازای یک درصد افزایش قیمت زغال سنگ، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۱۰۳ درصد کاهش می‌یابد. در مدل (۳)، به ازای افزایش یک درصد افزایش قیمت نفت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۱۳۸ درصد کاهش می‌یابد. در مدل (۴) به ازای افزایش یک درصد افزایش قیمت گاز طبیعی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۰۲۰۶ درصد کاهش می‌یابد، هر چند تأثیر منفی قیمت گاز طبیعی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در مدل (۴) معنی‌دار نیست اما در مدل (۵) نیز که قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت بطور همزمان در معادله قرار گرفته‌اند نیز با افزایش یک درصد قیمت گاز طبیعی، مصرف انرژی تجدید

پذیر ۰/۰۳۴۳ درصد کاهش می‌یابد که در مدل (۵) این تأثیر معنی‌دار است؛ که البته تأثیر چشمگیری نیست اما این به دو دلیل می‌تواند اتفاق بیفتند: (۱) به دلیل آنکه پشتیبانی کردن از هزینه‌های استفاده از سوخت‌های فسیلی در شرایط فعلی آسان‌تر از هزینه‌های سنگین استفاده از فناوری‌های جدید سوخت‌های تجدیدپذیر است. (۲) این تأثیر منفی ممکن است به دلیل عدم وجود محدودیت‌های زیست محیطی باشد؛ زیرا جایگزین‌های فسیلی جایگزین‌های بهتری برای یکدیگر هستند و ممکن است بطور مثال با افزایش قیمت زغال سنگ، سایر سوخت‌های فسیلی ارزان‌تر جایگزین شده و مصرف انرژی تجدیدپذیر را کاهش دهند.

به منظور بررسی تأثیر متغیرهای زیست محیطی از دو متغیر انتشار CO<sub>2</sub> سرانه و تصویب پروتکل کیوتو استفاده شده است که طبق نتایج جدول (۵) هر دو اثرات منفی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دارند. بنابراین نگرانی‌های حاصل از انتشار CO<sub>2</sub> و همچنین تصویب پروتکل کیوتو هیچ اثر مثبتی بر افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نداشته است. بعنوان مثال در مدل (۲) به ازای یک درصد افزایش انتشار CO<sub>2</sub>، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۰۸۶۳ درصد کاهش می‌یابد. هر چند این تأثیر بسیار ناچیز است اما انتظار می‌رود که نگرانی‌های ناشی از تخریب محیط زیست در اثر افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشد. به عبارتی، بدلیل مسائل زیست محیطی و حفاظت از آن، جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر با انرژی‌های تجدیدناپذیر باید انجام پذیرد.

تأثیر تولید ناخالص داخلی سرانه بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنی‌دار است؛ بطوری که در مدل (۲) به ازای یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۰۷۵۵ درصد افزایش خواهد یافت. در مدل (۳)، نیز به ازای یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی تجدیدپذیر ۰/۱۳۹ درصد و در مدل (۴)، ۰/۰۴۲۱ درصد، در مدل (۵)، ۰/۰۵۱ درصد و در مدل (۶)، ۰/۰۷۶ درصد افزایش خواهد یافت که این امر بیشتر به دلیل افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز بهبود فناوری‌های استفاده از این انرژی‌ها خواهد بود.

در مورد عوامل تقاضا، رشد جمعیت اثر مثبت دارد. بعنوان مثال در مدل (۱)، با افزایش یک درصد در نرخ رشد جمعیت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۱۴۹ درصد افزایش می‌یابد. در رابطه با توسعه مالی که از شاخص نسبت دارایی‌های بانک‌های تجاری بر کل دارایی سیستم بانکی استفاده شده است؛ نیز تأثیر مثبت و معنی‌داری بدست آمده است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی، از موضوعات اساسی در اقتصاد است. از آنجایی که کشورهای پیشرفته و صنعتی از انرژی به عنوان یکی از نهاده اصلی در فرآیندهای مختلف اقتصادی بهره می‌گیرند و سطح بالایی از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند، شناسایی و چگونگی اثرگذاری متغیرهای مهم در مصرف انرژی می‌تواند به برنامه‌ریزان در ترسیم اهداف آینده کمک نماید. از این رو، پژوهش حاضر بر آن شد تا به بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی منتخب اوپک بپردازد.

نتایج نشان می‌دهد که تأثیر قیمت سوخت‌های فسیلی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر منفی است. که این ممکن است به دو دلیل اتفاق بیفتد:

(۱) به دلیل آنکه پشتیبانی کردن از هزینه‌های استفاده از سوخت‌های فسیلی در شرایط فعلی آسان‌تر از هزینه‌های سنگین استفاده از فناوری‌های جدید سوخت‌های تجدیدپذیر است.

(۲) این تأثیر منفی ممکن است به دلیل عدم وجود محدودیت‌های زیست محیطی باشد؛ زیرا جایگزین‌های فسیلی جایگزین‌های بهتری برای یکدیگر هستند و ممکن است بطور مثال با افزایش قیمت زغال سنگ، سایر سوخت‌های فسیلی ارزان‌تر جایگزین شده و مصرف انرژی تجدیدپذیر را کاهش دهند.

هم‌چنین، تأثیر تولید ناخالص داخلی سرانه بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنی‌دار است. این امر بیشتر به دلیل افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز بهبود فناوری‌های استفاده از این انرژی‌ها خواهد بود.

در مورد عوامل تقاضا، رشد جمعیت اثر مثبت دارد. این تأثیر مثبت به دو دلیل اتفاق می‌افتد:



(۱) با رشد جمعیت، تقاضای گسترده برای مصرف سوخت افزایش می‌یابد و از آنجایی که کشورها مجبور به تأمین بیشتر سوخت هستند؛ لذا به دنبال راه‌های ارزان برای تأمین انرژی هستند؛ بنابراین، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش پیدا می‌کند.

(۲) از طرفی، با رشد جمعیت، شدت تقاضای استفاده از انرژی چه تجدیدپذیر و چه انرژی تجدیدپذیر افزایش پیدا می‌کند که این نیز به نوبه خود باعث افزایش استفاده و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد بود.

در رابطه با توسعه مالی، تأثیر مثبت و معنی‌داری بدست آمده است. به نظر می‌رسد که نگرانی کمی در مورد مشکلات زیست محیطی وجود دارد و یا وجود ندارد که حتی تصویب پروتکل کیوتو کمک چندانی به ترویج آن نکرد و حتی سهم منابع تجدیدپذیر کاهش یافته است.

بنابراین با توجه به نتایج برآورد مدل‌ها، پیشنهادهای زیر را می‌توان مطرح نمود:

- از آنجایی که دلیل استفاده یا عدم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، دلایل اقتصادی هستند؛ لذا نیاز به برنامه‌های کمکی جهت ارزان‌تر کردن این انرژی‌ها در سطح بین‌الملل وجود دارد.
- با توجه به مسائل زیست محیطی مربوط به مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، باید لزوم توجه به جایگزینی این انرژی‌ها با منابع تجدیدپذیر مورد توجه جدی سیاست‌گذاران و دولت‌ها و همچنین بخش خصوصی و سرمایه‌گذاران قرار بگیرد.

- با توجه به اهمیت سرمایه‌گذاری در تولید و جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر با منابع تجدیدناپذیر، لزوم حمایت‌های دولت‌ها از بخش خصوصی از طریق اعطای تسهیلات در خصوص تولید انرژی‌های تجدیدپذیر اهمیت پیدا خواهد کرد.

## تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچ تعارض منافی را ابراز نکرده‌اند.

## سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های معنوی معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و هم‌چنین معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه رازی کرمانشاه کمال تشکر و تقدیر را دارند.

## References

- Abu Dhabi, Klinik. & Ata, N. (2016). The evaluation of Renewable Energy policies across E-U countries and us states: an econometric approach. *Energy for sustainable Development*, 31:83-90
- Aguirre, M., & Ibikunle, G. (2014). Determinants of RE growth: a global sample analysis. *Energy pol*, 69: 374-384.
- Arbab, H. R., Emami Meibodi, A., & Rajabi Ghadi S. (2017). the relationship between renewable energy use and economic growth in OPEC countries. *Iranian Energy Economics*, 6 (23): 29-56. (In Persian)
- Baseri, B., Abbasi, E., & Kiani, G. (2019). Financial effects of expansion of renewable energies on economic growth in Iran. *Journal of Financial Economics*, 13 (46):161-182. (In Persian)
- Bird, L., Bolinger, M., Gagliano, T., Wiser, R., Brown, M., & Parsons, B. (2005). Policies and market factors driving wind power development in the United States. *Energy pol*, 33 (11): 1397-1407.
- Bowden, N., & Payne, J. E. (2005). Sectoral analysis of the causal relationship between Renewable and non – renewable energy consumption and real output in the U. S Energy sources. *Economics, Planning, and policy*, 5: 400 -408.
- Carley, S., & State, R. E. (2009). Electricity policies: an empirical evaluation of effectiveness. *Energy pol*, 37: 3071-3081.
- Chien, T., & Hu, J. L. (2008). An efficient mechanism to improve GDP. *Energy Pol*, 36: 3045-3053.
- Chuhan, A., & Saini, R. P. (2005). Renewable Energy based off – grid rural electrification in Uttarakhand state of India: technology options, modelling method, barriers and recommendations. *Renewable and sustainable energy Reviews*, 51: 662-681.
- Ghaed, E., Dehghani, A., & Fattahy, M. (2019). The effect of Types renewable resources on the economic growth of Iran. *Journal of economic growth and development research*, 9 (35): 137-148 (In Persian)
- Karatayev, M., & Clarke, M. L. (2016). A review of current energy systems and green potation in Kazakhstan. *Renewable and sustainable Energy Reviews*, 55: 491-504.

- Kolionis, V. (2013). The Relationship between Renewable Energy consumption, Co<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth in Denmark. *University essay from lunds universitet economic-historiska institution.*
- Mahjabeen, S. Z. A., & Shah, C. (2020). Renewable Energy, Institutional stability, environment and economic growth nexus of D-8 countries. *Energy strategy Reviews*, 29: 92020- 100484.
- Maria, L., & Bernauer, T. (2014). Enplaning government choices for promoting Renewable Energy. *Journal of Energy*, 68: 15-27.
- Margues, A., & Fuinhas, J. A. (2016). Public policies towards RE successful? Evidence from European countries. *Renew Energy*, 44: 109-118.
- Pablo, R. (2005). The implications of the Kyoto project mechanisms for the deployment of Renewable electricity in Europe. *Energy pol*, 33: 2010-2022
- Popp, D., Mascic, I., & Medli, N. (2011). Technology and the diffusion of Renewable Energy. *Energy Econ*, 33(4):648-662.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption and income in emerging economies. *Energy policy*, 37 (10): 4021-4028.
- Wee, H. M., Yang, W. H., Chou, C. W., & Padilan, M. V. (2012). Renewable Energy supply chains, performance, application barriers, and strategies for further development. *Renewable and sustainable Energy Reviews*, 16 (8): 5451 -5465.