

Factors Affecting the Consumption of Renewable Energy in OPEC Member Countries Using the Panel Data Approach

Marzieh Asgari 

Master of Energy Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Morteza Khorsandi 

Associate Professor, Department of Energy Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Abdolrasol Ghasemi 

Associate Professor, Department of Energy Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Renewable energies are more compatible with the environment and their preparation and production have less pollution. In addition, since there is no end in sight for this type of energy, renewable energies take on a greater share in the world's energy supply system day by day, even in countries with fossil energy. The purpose of this research is to investigate the factors affecting the consumption of renewable energy in OPEC member countries using the panel data approach in the period from 2004 to 2018. In this research, the effects of factors such as good governance index, human capital, carbon dioxide emission intensity, income (GDP) and crude oil price were investigated. The results of estimating the model using the feasible generalized least squares (FGLS) method indicated that the good governance index, human capital, carbon dioxide emission intensity and income (GDP) have a positive and significant effect on the consumption of renewable energy in OPEC member countries, but the Crude oil price Does not have a significant effect on the consumption of this group of energies in the mentioned countries. Factors such as the high cost of establishing renewable industries in OPEC member countries and the dependence of these countries' economies on oil revenues can be considered among the reasons for this result.

Introduction

Since the industrial revolution, the use of fossil fuels has increased in line with population growth and improving living standards. The sustainable development of national economies requires a significant increase in energy demand. Conventional energy sources such as coal, natural gas and oil can no longer meet the demands of the global economy. Another issue is the increasing environmental pollution and climate change caused by the consumption of conventional energy sources, namely non-renewable energies. Therefore, international organizations have initiated measures to protect the environment and promote solutions and alternatives to increase the consumption of non-conventional energy sources. On the other hand, for the economy of each country, achieving energy security is an ultimate goal. Energy security means that the

– Corresponding Author: Marasgari102910@gmail.com

How to Cite: Asgari, M., Khorsandi, M., Ghasemi, A. (2024). Factors Affecting the Consumption of Renewable Energy in OPEC Member Countries Using the Panel Data Approach. Iranian Energy Economics, 51 (13), 123-164.

country can determine the amount of energy that is sufficient at a price that consumers can pay for it, while simultaneously observing the principles of environmental protection. The importance of the aforementioned issue is expanding due to the emphasis on environmental sustainability, energy efficiency and sustainable development. Therefore, factors such as population growth and increasing energy demand, the depletion of fossil resources, and increasing environmental pollution have led researchers to find alternative sources of fossil fuels, because such resources are more accessible and help reduce environmental damage caused by fossil fuels. Although the use of some fossil fuels currently meets a large share of the growing energy demand in the world, these resources will quickly run out in the not-so-distant future. Therefore, the need to use alternative energy systems, which are a sustainable source of energy supply, is felt more than ever.

Developing the use of renewable energy sources also provides advantages and opportunities for countries with abundant oil and gas resources, such as OPEC member countries. Reducing greenhouse gas emissions, diversifying the energy consumption portfolio, saving on fossil fuel consumption and allocating the saved portion to other economic activities, as well as achieving higher levels of energy security are among the most important advantages of using renewable resources. The present study, which aims to examine the factors affecting the consumption of renewable energy in OPEC member countries using a panel data approach in the period 2004-2018, with an emphasis on examining the extent and manner of the impact of socio-economic factors (income (GDP), crude oil price, and carbon dioxide emission intensity), political factors (good governance index), and country-specific factors (human capital), is of great importance due to the increasing concern about issues such as energy security, climate change, and global warming. This is especially important in OPEC member countries which are exporters of crude oil.

Methods and Material

The present study, in accordance with its purpose, was conducted based on the use of the panel data approach and the generalized least squares econometric approach. Another point is that for analyzing the data, the results obtained, and estimating the research model, the econometric software Stata 15 was used, considering the significance based on probability and at a confidence level of 95%. In this study, the research variables are first tested for their Stationary. To examine the Stationary of the variables, the Levin, Lin, and Cho unit root test was used. Then, after conducting the diagnostic tests, the model estimation method is determined and the coefficients are estimated. According to the results of the tests, including the modified Wald test and the Wooldridge test, it was determined that the appropriate method for estimating the model of this study is the feasible generalized least squares econometric technique. The statistical population of this research is OPEC member countries, including Angola, Algeria, Ecuador, United Arab Emirates, Iran, Indonesia, Qatar, Kuwait, Congo, Equatorial Guinea, Gabon, Libya, Saudi Arabia, Iraq, Venezuela, and Nigeria, which had a history of membership in this organization between 2004 and 2018. Since data and information related to Venezuela were not available during the aforementioned period, 15 countries (excluding Venezuela) were selected as a statistical sample. The reason why the period from 2004 to 2018 was considered for conducting this research is the availability of data related to the research variables.

Results and Discussion

According to the results of this study, the good governance index has a positive and significant effect on the consumption of renewable energies in the countries studied. In other words, an increase in good governance index, due to the effect it has through the

channel of increasing economic growth and increasing GDP, causes an increase in the deployment and consumption of renewable energies. Human capital also has a positive and significant effect on the consumption of renewable energies in these countries. An increase in human capital (and an increase in the knowledge of the people of a country), on the one hand, will increase the tendency towards a green economy. On the other hand, the growth of human capital is both a condition and a consequence of economic growth. Also, an increase in human capital provides the industrial sector with the opportunity to deploy and use new technologies. Another finding of this research is the positive and significant effect of the intensity of carbon dioxide emissions (or carbon intensity) on the consumption of renewable energies. An increase in this factor due to increasing environmental concerns, leads to an increase in the consumption of renewable energies. On the other hand, income (GDP) also has a positive and significant effect on renewable energy consumption in OPEC member countries. Since the cost of establishing industries and technologies related to renewable energy extraction is high, higher income levels increase investment in this type of energy. Also, there is no significant relationship between the price of crude oil and the consumption of renewable energy in OPEC member countries during the years 2004 to 2018.

Conclusion

This research aims to investigate the factors affecting the consumption of renewable energy, with an emphasis on examining the extent and manner of the impact of the good governance index, human capital, carbon dioxide emission intensity, income (GDP), and crude oil price in the OPEC member countries using panel data and the generalized least squares econometric approach. The sample studied includes 15 OPEC member countries (except Venezuela) in the period 2004 to 2018. The results of the regression model estimation indicated that all variables under study, except for crude oil price, are significant and have a sign consistent with theoretical principles, such that a one-unit increase or improvement in the good governance index increases the consumption of renewable energy in the OPEC member countries by 0.10 percent. Also, a one percent increase in human capital, carbon dioxide emission intensity, and income (GDP) increases the consumption of renewable energies in this group of countries by 0.76 percent, 0.75 percent, and 1.07 percent, respectively. However, there is no significant relationship between the price of crude oil and the consumption of this type of energies in the countries studied, which may occur for two reasons:

1) supporting the costs of using fossil fuels is much easier than bearing the heavy costs of using technologies related to the extraction and consumption of renewable energies.

2) Another reason may be due to the absence of environmental restrictions or not taking them seriously. Because fossil fuels are better and cheaper alternatives to each other than renewable energies.

Another result of this research is that income (GDP) is the main driver, or in other words, the main determinant of renewable energy consumption in OPEC member countries. Therefore, designing an efficient energy policy requires a good understanding of the relationship between income and renewable energy consumption.

Acknowledgments

The authors of the article are grateful for the valuable comments and suggestions of the esteemed reviewers in order to improve the quality of the article.


Keywords: Renewable energy, OPEC, Final energy consumption, Feasible Generalized Least Squares


JEL Classification: Q20 , Q42 , C33



عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی^۱

مرضیه عسگری *  | کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران..

مرتضی خورسندی  | دانشیار، گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

عبدالرسول قاسمی  | دانشیار، گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

چکیده

انرژی‌های تجدیدپذیر، سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند و تهیه و تولید آن‌ها از آلاینده‌گی کمتری برخوردار است. از آنجا که برای این دسته از انرژی‌ها، پایانی متصور نمی‌توان شد لذا انرژی‌های تجدیدپذیر، روز به روز سهم بیشتری در سیستم تأمین انرژی جهان حتی در کشورهای دارای انرژی‌های فسیلی بر عهده می‌گیرند. هدف این پژوهش، بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ میلادی است. در این پژوهش به بررسی چگونگی اثرگذاری عواملی چون شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی‌اکسید کربن، درآمد و قیمت نفت خام پرداخته شد. نتایج حاصل از تخمین مدل به روش «حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر» بیانگر آن بود که شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی‌اکسید کربن و درآمد، اثر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک دارند اما قیمت نفت خام، اثر معناداری بر مصرف این گروه از انرژی‌ها در کشورهای یاد شده ندارد. می‌توان عواملی همچون گران بودن استقرار صنایع تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک و وابستگی اقتصاد این کشورها به درآمدهای نفتی را از جمله دلایل بروز این نتیجه دانست.

کلیدواژه‌ها: انرژی تجدیدپذیر، اوپک، مصرف نهایی انرژی، روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر

طبقه‌بندی JEL: Q20 , Q42 , C33

۱. مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد انرژی دانشگاه علامه طباطبایی است.

– نویسنده مسئول: Marasgari102910@gmail.com

۱. مقدمه

از زمان وقوع انقلاب صنعتی، استفاده از سوخت‌های فسیلی همگام با افزایش جمعیت و بهبود استانداردهای زندگی رو به افزایش گذاشته است (چن و همکاران، ۲۰۱۷)^۱. توسعه پایدار اقتصادهای ملی، مستلزم افزایش چشمگیر تقاضای انرژی است. منابع متعارف انرژی همانند زغال سنگ، گاز طبیعی و نفت، دیگر نمی‌توانند پاسخگوی تقاضای اقتصاد جهانی باشند (روزالس - کالدرون و آرانتهس، ۲۰۱۹)^۲. از آنجا که افزایش سریع شدت انرژی در بسیاری از صنایع، ممکن است باعث اتمام و خالی شدن منابع فسیلی شود، لذا کارشناسان هشدار می‌دهند که با مصرف فعلی انرژی، احتمالاً منابع انرژی تجدیدناپذیر تا سال ۲۰۴۰ میلادی به پایان می‌رسند (بیلسکا و همکاران، ۲۰۲۰)^۳. مسئله دیگر، آلودگی فزاینده محیط زیست و تغییرات آب و هوایی ناشی از مصرف منابع متعارف انرژی، یعنی انرژی‌های تجدیدناپذیر است. به‌عنوان مثال، در طول فرآیند تولید برق براساس منابع انرژی تجدیدناپذیر، مواد خطرناک و مضر وارد آب‌ها و جو کره زمین شده و محیط زیست را آلوده می‌کنند، بنابراین، سازمان‌های بین‌المللی، اقداماتی را برای حفاظت از محیط زیست و ترویج راه‌حل‌ها و جایگزین‌ها جهت افزایش مصرف منابع انرژی غیر متعارف آغاز کرده‌اند. جوامع مدرن، آگاهی بیشتری نسبت به مشکلات فزاینده زیست‌محیطی دارند و این امر منجر به افزایش تمایل به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر یا تولید انرژی از طریق تابش خورشید، باد، زیست توده، آب و منابع زمین‌گرمایی می‌شود. منابع انرژی تجدیدپذیر به صورت نامحدودی تأمین می‌شوند و گازهای گلخانه‌ای را به جو منتقل نمی‌کنند یا فقط مقدار ناچیزی از آن را منتشر می‌کنند.

برای اقتصاد هر کشور، دستیابی به امنیت انرژی یک هدف نهایی است. این اصطلاح به معنای توانایی اقتصاد بازار برای دستیابی به پتانسیل لازم جهت پوشش دادن تمام نیازهای فعلی و آینده دریافت‌کنندگان سوخت و انرژی است. امنیت انرژی در کشور، به این معناست که آن کشور می‌تواند با رعایت همزمان اصول حفاظت از محیط زیست، مقدار انرژی کافی با قیمتی که دریافت‌کنندگان می‌توانند برای آن پرداخت کنند، تعیین کند. اهمیت مقوله امنیت انرژی به دلیل تأکید بر پایداری محیط زیست، بهره‌وری انرژی و

1. Chen et al

2. Rosales-Calderon, O. and Arantes, V

3. Bielska et al

توسعه پایدار، در حال گسترش یافتن می‌باشد (کاراکان و همکاران، ۲۰۲۱)^۱. عواملی همچون افزایش جمعیت و افزایش نیاز به انرژی، پایان‌پذیر بودن منابع فسیلی و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی موجب شده که پژوهشگران و کارشناسان برای یافتن منابع جایگزین سوخت‌های فسیلی، کمر همت ببندند، زیرا این گونه منابع، قابلیت دسترسی بیشتری دارند و به کاهش خسارات زیست‌محیطی ناشی از سوخت‌های فسیلی کمک می‌کنند (محمدی و عبداللهی، ۱۳۹۸). اگرچه هم اکنون، استفاده از برخی سوخت‌های فسیلی، سهم زیادی از تقاضای رو به رشد انرژی در جهان را برآورده می‌کند، اما این منابع در آینده‌ای نه‌چندان دور، به سرعت تمام خواهد شد. لذا، ضرورت به کارگیری سیستم‌های انرژی جایگزین که منبعی پایدار در تأمین انرژی هستند، بیش از پیش احساس می‌گردد.

توسعه به کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر برای کشورهای دارای منابع سرشار نفت و گاز نظیر کشورهای عضو اوپک نیز مزیت‌ها و فرصت‌هایی را فراهم می‌کند. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ایجاد تنوع در سبد مصرفی انرژی، صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی و اختصاص بخش صرفه‌جویی شده آن به سایر فعالیت‌های اقتصادی و همچنین دستیابی به سطوح بالاتر امنیت انرژی از جمله مهم‌ترین و اصلی‌ترین فرصت‌ها و مزیت‌های استفاده از منابع تجدیدپذیر و جایگزین کردن آن‌ها با منابع انرژی فسیلی می‌باشد. بنابراین انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی را در تأمین تقاضای انرژی، ایجاد تنوع در سبد انرژی و کاهش اثرات محیط زیستی ناشی از افزایش مصرف انرژی ایفا خواهند کرد (نوراللهی و همکاران، ۱۳۹۹). پژوهش حاضر نیز که با هدف بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ میلادی با تأکید بر بررسی میزان و نحوه اثرگذاری عوامل اقتصادی - اجتماعی (درآمد (تولید ناخالص داخلی)^۲، قیمت نفت خام و شدت انتشار دی‌اکسید کربن)، عوامل سیاسی (شاخص حکمرانی خوب) و عوامل خاص یک کشور (سرمایه انسانی) صورت گرفته است، به دلیل نگرانی فزاینده و در حال رشدی که پیرامون مسائلی همچون امنیت انرژی، تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره زمین وجود دارد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. این امر به‌خصوص در کشورهای عضو اوپک که تولیدکننده و صادرکننده نفت خام به شمار می‌روند از اهمیت دوچندانی برخوردار شده است.

1. Karacan et al.

2. Gross Domestic Product (GDP)

اگرچه پژوهش‌های بسیاری در زمینه بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در داخل کشور انجام شده است، اما موارد زیر را می‌توان از وجوه تمایز پژوهش حاضر در نظر گرفت: در پژوهش حاضر، اثر شاخص حکمرانی خوب (به صورت میانگین ساده‌ای از شاخص‌های شش‌گانه حکمرانی خوب، یعنی شاخص حق اظهار نظر و پاسخگویی، شاخص ثبات سیاسی، شاخص اثربخشی دولت، شاخص کیفیت قوانین و مقررات، شاخص حاکمیت قانون و شاخص کنترل فساد) بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک، بررسی شده که تاکنون در داخل کار نشده است. از دیگر وجوه تمایز این پژوهش بررسی اثر شدت انتشار دی‌اکسید کربن بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد که تاکنون در پژوهش‌های داخلی به آن توجه نشده است. علاوه بر این موارد، سایر پژوهش‌ها از متغیرهای متفاوتی برای وارد کردن سرمایه انسانی در بحث‌های اقتصادی و مدل‌های سنجی استفاده کرده‌اند، در حالی که در سال‌های اخیر، توجه بیشتری بر استفاده از متوسط سال‌های تحصیل جمعیت بزرگسال ۲۵ ساله و بیشتر بوده است. بنابراین، یکی دیگر از نوآوری‌های این پژوهش، بررسی اثر این متغیر در کشورهای عضو اوپک می‌باشد.

این مطالعه بدین صورت سازماندهی می‌شود: بخش دوم به بررسی مبانی نظری و مروری بر پژوهش‌های انجام گرفته در حوزه مربوط به پژوهش حاضر می‌پردازد. بخش سوم به تصریح الگو اختصاص می‌یابد. در بخش چهارم، تخمین مدل و تجزیه و تحلیل نتایج تشریح می‌گردد و در بخش پنجم نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری

مطالعات متعددی، تغییرات و نوسانات در استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر بین کشورها را به عوامل مختلفی نسبت داده‌اند. به عنوان مثال مارکز و همکاران (۲۰۱۰)^۱، عوامل تعیین‌کننده مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در سه دسته عامل، یعنی عوامل اقتصادی - اجتماعی، عوامل سیاسی و عوامل خاص یک کشور طبقه‌بندی کرده‌اند. مطابق با طبقه‌بندی مطالعه مارکز و همکاران (۲۰۱۰) و مهرآرا و همکاران (۲۰۱۵)، می‌توان عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در سه دسته عامل شناسایی کرد:

الف) عوامل اقتصادی - اجتماعی، نظیر درآمد، قیمت نفت خام به عنوان نماینده‌ای از قیمت سوخت‌های فسیلی و شدت انتشار دی‌اکسید کربن

1. Marques et al.

ب) عوامل سیاسی نظیر، حکمرانی خوب، به‌عنوان یک متغیر نهادی
ج) عوامل خاص یک کشور، نظیر سرمایه انسانی. لازم به ذکر است معیار انتخاب متغیرهای مستقل این پژوهش، علاوه بر پیروی از مقالات مرجع، موجود بودن داده‌های مربوط به آن متغیرها در کشورهای مورد بررسی در دوره زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ می‌باشد. در قلمرو زمانی این پژوهش، بسیاری از کشورها فاقد اطلاعات متغیرهای مورد بررسی در مقالات مرجع بودند. لذا آن متغیرها از پژوهش حذف گردیدند و صرفاً به بررسی متغیرهای نام‌برده بسنده شده است.

۲-۱. عوامل اقتصادی - اجتماعی

الف) درآمد (تولید ناخالص داخلی)

از دیرباز، مصرف انرژی، به‌عنوان یکی از عوامل تأمین‌کننده رفاه و رشد اقتصادی شناخته شده است. در مطالعات و نظریات اقتصادی، معمولاً رابطه مثبتی بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی (تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) در نظر گرفته شده است. انتظار داریم که مصرف بیشتر انرژی موجب سطوح بالاتر رشد اقتصادی و به دنبال آن، افزایش درآمد شود و افزایش درآمد نیز مصرف انرژی تجدیدپذیر را تحت‌الشعاع قرار دهد. به عبارت دیگر، انتظار داریم که سطح درآمد بیشتر با استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبط باشد (مارکز و همکاران، ۲۰۱۰). از آنجایی که هزینه استقرار صنایع و فناوری‌های مرتبط با استحصال انرژی‌های تجدیدپذیر، بالا است لذا سطح بالاتر درآمد به معنای توان تحمل بالای این‌گونه هزینه‌ها خواهد بود. از طرف دیگر، سطح بالاتر درآمد موجب افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. همچنین درآمد بیشتر، به معنای پتانسیل بیشتر برای تحمل هزینه‌های مقرراتی و سیاست‌گذاری مربوط به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است. بنابر آنچه گفته شد، افزایش درآمد، اثر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد ((مارکز و همکاران (۲۰۱۰) و سادورسکی (۲۰۰۹)).

ب) قیمت نفت خام

همان‌طور که منز و واچون (۲۰۰۶)^۱ اشاره کرده‌اند، قیمت منابع انرژی سنتی شامل هزینه‌های زیست‌محیطی استفاده از آن‌ها نشده و در نتیجه در منعکس کردن این‌گونه

1. Menz, F. and Vachon, S.

هزینه‌ها (به‌خصوص هنگامی که با یکی از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر مقایسه می‌شوند)، ناتوان هستند. این امر موجب مطرح شدن این ایده می‌شود که قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر در کوتاه‌مدت، قابل رقابت نیست (مارکز و همکاران، ۲۰۱۰). چانگ و همکاران (۲۰۰۹)^۱ رابطه بین قیمت‌ها، درآمد و انرژی‌های تجدیدپذیر را مطالعه کرده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفته‌اند کشورهایی که رشد اقتصادی بالایی دارند، با قیمت بالای انرژی‌های تجدیدپذیر، بهتر برخورد می‌کنند، زیرا این‌گونه اقتصادها، توانایی پوشش دادن هزینه‌های بالای مرتبط با این فناوری‌ها را دارند. استقرار انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند از کشورها در برابر نوسانات نفت و گاز محافظت کند (مهرآرا و همکاران، ۲۰۱۵). تعدادی از پژوهش‌ها از جمله برد و همکاران (۲۰۰۵)^۲ و روبون و وورن (۲۰۰۹)^۳ نیز از قیمت نفت خام به‌عنوان نماینده‌ای از قیمت انرژی‌های مرسوم از جمله گاز طبیعی، نفت و زغال سنگ یاد کرده‌اند. از آنجایی که انرژی‌های تجدیدپذیر، نوعی جایگزین برای انرژی‌های فسیلی از جمله نفت خام به حساب می‌آیند، لذا بالا رفتن قیمت نفت خام به معنای تمایل بیشتر خانوارها و بنگاه‌ها به کاهش مصرف انرژی، مصرف محصولات با راندمان انرژی بالاتر و در نتیجه، حرکت به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر خواهد بود (گزارش اقتصادی رئیس جمهور، ۲۰۰۶)، بنابراین، با توجه به میزان جانشینی منابع مختلف انرژی، انتظار داریم افزایش قیمت نفت خام به معنای استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر باشد.

ج) شدت انتشار دی‌اکسیدکربن

شدت انتشار دی‌اکسیدکربن که می‌توان آن را شدت کربن نیز نامید، میزان انتشار یک آلاینده معین نسبت به شدت یک فعالیت خاص یا یک فرآیند تولید صنعتی است. مثلاً، مقدار دی‌اکسیدکربن آزاد شده در هر مگاژول انرژی تولید شده، یا نسبت انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید شده به تولید ناخالص داخلی محصول. از شدت انتشار دی‌اکسیدکربن برای برآورد کردن میزان آلوده‌کننده‌های هوا یا میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای براساس میزان سوخت مصرف شده، استفاده می‌شود (اولانرواجو و همکاران، ۲۰۱۹)^۴.

1. Chang et al.

2. Bird et al.

3. Van Ruijven, B. and van Vuyen, D.P.

4. Olanrewaju et al.

انجام تحلیل‌ها براساس شدت انتشار کربن مهم و سودمند است، زیرا امکان اندازه‌گیری میزان پیشرفت در کاهش انتشار کربن را فراهم می‌کند، حتی اگر انتشار کل دارای روند افزایشی باشد. با کاهش شدت انتشار، کشورها و بنگاه‌ها می‌توانند از نظر زیست‌محیطی پایدارتر شوند و سهم خود را در تغییرات آب و هوایی کاهش دهند. به‌عنوان مثال، اگر مجموع انتشار کربن یک بنگاه (یا یک کشور) در یک دوره معین افزایش یابد، اما شدت انتشار آن در همان دوره کاهش یابد، این نشان می‌دهد که آن بنگاه (یا آن کشور) در حال کارآمدتر شدن است و ردپای کربن^۱ خود را کاهش می‌دهد (رایت و همکاران، ۲۰۱۱).^۲

شدت کربن یک معیار نرمالایز شده است که اهداف انتشار دی‌اکسید کربن را نسبت به نوعی بازده اقتصادی تعیین می‌کند. بنابراین شدت کربن معیار دقیق‌تری می‌باشد که منعکس‌کننده فرآیندهای تجاری بهبود یافته است. یکی دیگر از مزایای استفاده از شدت انتشار دی‌اکسید کربن کربن، ملموس‌تر کردن داده‌ها و اعداد برای تحلیل‌گران است. شدت کربن با ربط دادن میزان انتشار دی‌اکسید کربن به واحد محصول، زمینه را برای درک بهتر ارتباط میان بهره‌وری تولیدات انرژی‌بر و انتشار گازهای گلخانه‌ای فراهم می‌کند. تجزیه و تحلیل‌های مبتنی بر معیارهایی همچون شدت انتشار دی‌اکسید کربن در مقایسه با انتشار دی‌اکسید کربن به‌صورت مطلق، به نوعی نشان‌دهنده بهره‌وری صنایع یک کشور و بهبود عملکرد آن‌ها در استفاده از منابع می‌باشد. توسعه استفاده از معیار شدت کربن در پژوهش‌ها موجب به‌کارگیری روش‌های کارآمدتر تولید، شناسایی محرک‌های کلیدی برای کربن‌زدایی، توجه به معیارهای بهتر و کارآمدتر برای ارزیابی میزان عملکرد یک کشور یا یک واحد تجاری و در نتیجه موجب به دست آوردن دید عمیق‌تر برای انجام تحلیل‌ها و دستیابی به محیط‌زیستی پاک‌تر خواهد شد. بنابراین انجام تحلیل‌ها براساس شدت کربن (و نه انتشار دی‌اکسید کربن)، جامع‌تر و سودمندتر خواهد بود (براون و همکاران، ۲۰۲۱).^۳

اثر شدت انتشار دی‌اکسید کربن بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به دو صورت، قابل تحلیل است: اولاً، سوخت‌های فسیلی (مانند زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) از طریق انتشار و رهاسازی دی‌اکسید کربن در جو کره زمین، از عوامل اصلی گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی هستند. در نتیجه، این امر تبدیل به عاملی جهت ایجاد تقاضا برای

۱. ردپای کربن، میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد شده توسط بنگاه، رویداد، محصول یا شخص است.

۲. Wright et al.

۳. Brown et al.

محیط زیستی پاک و به دور از آلاینده‌های تهدیدکننده و اتخاذ فشار سیاسی در جهت افزایش مصرف انرژی‌های نو می‌گردد، که بر یک اثر مثبت از شدت کربن بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دلالت می‌کند. به نظر می‌رسد این تحلیل، بیشتر در کشورهای با سطوح بالای درآمدی محقق می‌شود، چرا که ظاهراً کشورهای با درآمد پایین، دغدغه‌ها و نگرانی‌های زیست‌محیطی کمتری نسبت به کشورهای با سطوح درآمدی بالا دارند و افزایش سطح انتشار آلاینده‌های محیط زیستی، انگیزه کمتری برای حرکت به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر را در این گونه کشورها موجب خواهد شد. ثانیاً، چنانچه سطح بالای شدت انتشار دی‌اکسید کربن، به واسطه اتکا به منابع انرژی فسیلی بوده و پایه‌های اصلی اقتصاد و صنایع مختلف بر مبنای سوخت‌های فسیلی بنا شده باشند، در این صورت پیامدهای منفی وابستگی به منابع انرژی تجدیدناپذیر، اگرچه ممکن است اشتیاق فراوانی جهت حرکت به سمت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، هم برای دولتمردان و هم برای عموم شهروندان، ایجاد کند اما در عین حال، ممکن است به مصرف بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر منجر نشود و در واقع با قرار گرفتن در مرحله‌ای از توسعه‌یافتگی، شرایطی را محقق کند که کشور فاقد فرصت، از امکانات و سرمایه لازم برای سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، برخوردار شود.

سطوح شدت کربن، ارتباطی به اندازه اقتصاد یا جمعیت یک کشور ندارد. یک کشور بزرگ یا ثروتمند، ممکن است شدت کربن پایینی داشته باشد و بالعکس. سطوح شدت کربن گزارش شده به نحوه اندازه‌گیری تولید ناخالص داخلی بستگی دارد. تولید ناخالص داخلی ممکن است به واحد پول ملی، دلار آمریکا، دلار بین‌المللی (با استفاده از تبدیل برابری قدرت خرید) یا سایر ارزهای رایج بیان شود. علاوه بر این، ممکن است ارزهای رایج، براساس تورم سال‌های پایه مختلف، تعدیل شوند (هرتز و همکاران، ۲۰۰۵)^۱. هرتز و همکاران (۲۰۰۵)، جمعیت و تولید ناخالص داخلی را به‌عنوان عوامل اصلی تعیین‌کننده انتشار دی‌اکسید کربن یک کشور و تغییر در میزان آن در طول زمان، معرفی کرده‌اند. آن‌ها معتقدند شدت انتشار دی‌اکسید کربن، تابعی از دو متغیر است. اولین متغیر، شدت انرژی یا مقدار انرژی مصرف‌شده در واحد تولید ناخالص داخلی است. این نسبت هم سطح بهره‌وری انرژی یک کشور و هم ساختار کلی اقتصادی آن، از جمله محتوای کربن کالاهای وارداتی و صادراتی را منعکس می‌کند.

1. Herzog et al.

شدت انرژی و شدت کربن در کشورهای در حال توسعه تا حدودی بیشتر از کشورهای صنعتی است که عمدتاً به دلیل این واقعیت است که کشورهای در حال توسعه، عموماً سهم بیشتری از تولید ناخالص داخلی خود را از طریق صنایع تولیدی انرژی بر، مانند فلزات اساسی به دست آورده‌اند. از سوی دیگر، در کشورهای صنعتی، سهم بیشتری از اقتصاد، از بخش‌های خدماتی با سطوح پایین تر کربن‌زایی، تشکیل شده است. دومین مؤلفه شدت انتشار دی‌اکسید کربن، ترکیب سوخت یا به‌طور خاص‌تر، محتوای کربن انرژی مصرف‌شده در یک کشور است. به‌عنوان مثال، زغال سنگ دارای بالاترین میزان انتشار کربن است و بعد از آن نفت و گاز طبیعی قرار دارند. بر این اساس، اگر دو کشور از نظر شدت انرژی، یکسان باشند، اما یکی از آن‌ها، بیش از دیگری به زغال سنگ متکی باشد، شدت کربن آن بیشتر خواهد بود (هرتز وگ و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۲. عوامل سیاسی - حکمرانی خوب

سه تن از محققان بانک جهانی، به نام‌های دانیل کافمن^۱، آرت کرای^۲ و پابلوزویدو لوبتون^۳، نتایج بررسی‌های مؤسسات مختلف بین‌المللی همچون EIU^۴، ICRG^۵، بنیاد هریتیج^۶ و خانه آزادی، وضعیت اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشورها را با هم ادغام کرده و شاخص‌های کلی و جدیدی را به‌عنوان شاخص‌های حکمرانی ارائه کردند. این سه محقق، کار خود را با این فرضیه شروع کردند که «چگونه رسوم و نهادهایی که به واسطه آن‌ها حاکمیت در یک کشور اعمال می‌شود، موجبات رشد و توسعه آن کشور را فراهم می‌کنند و در رشد و توسعه اقتصادی آن کشور، مؤثر واقع می‌شوند؟». کافمن و همکارانش^۷، این نهادها و رسوم را حکمرانی نامیدند و ابعاد مختلف آن را با در نظر گرفتن و ارائه شش شاخص جدید، بررسی کردند (بانک جهانی). در ادامه به بررسی شاخص‌های حکمرانی خوب و کانال‌های اثرگذاری آن‌ها بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازیم.

-
1. Daniel Kufmann
 2. Art Kraay
 3. Pablo Zoido Lobaton
 4. Economist Intelligence Unit
 5. International Country Risk Group
 6. Heritage Foundation
 7. Kufmann et al.

۱-۲-۲. کیفیت قوانین و مقررات^۱

کیفیت قوانین و مقررات به این مهم اشاره می‌کند که دولت در تدوین و اجرای سیاست‌ها و قوانین صحیح، توانمند است. به واسطه این توانمندی در تدوین و اجرای سیاست‌ها و قوانین، بخش خصوصی امکان ارتقا و پیشرفت پیدا می‌کند (بانک جهانی). این شاخص اثر مثبتی بر مصرف انواع مختلف انرژی می‌گذارد و فعالیت‌های بخش خصوصی را از طریق بهبود سیاست‌های دولت ارتقا می‌دهد. از این رو، کیفیت قوانین ممکن است مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را از طریق اثر مقیاس افزایش دهد. برای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، ادبیات تأیید کرده است که شاخص‌های حکمرانی، سیستم‌های سیاسی و کیفیت نهادی کشور اساسی هستند (سارکودی و آدامز^۲، ۲۰۲۰، کابکا و همکاران^۳، ۲۰۲۱). مکانیسم‌های نظارتی بهتر و سیاست‌های دولتی که از سیستم‌های پایدار انرژی پشتیبانی می‌کنند، می‌توانند به بهبود نمایه کلی انرژی کمک کرده و مصرف انرژی را در جهت حفاظت از محیط زیست راهبری کنند. آژانس‌های نظارتی همچنین می‌توانند قوانین ضد انحصار را در بخش انرژی اجرا کنند تا مطمئن شوند که رقابت عادلانه در بازار وجود دارد و خدمات با کیفیت به مشتریان ارائه می‌شود که ممکن است کیفیت کلی بخش انرژی را بهبود بخشد. عبید (۲۰۱۷)^۴ استدلال کرد که نهادهای قوی، سرمایه‌گذاری خارجی را از طریق فناوری‌های سازگار با محیط زیست ترویج می‌کنند که می‌توانند در ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر مؤثر واقع شوند. از این رو، تأثیر مثبت کیفیت قوانین و مقررات بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر حاکی از آن است که با بهبود کیفیت قوانین، آگاهی در مورد این انرژی‌ها افزایش می‌یابد. با این حال، ممکن است کمی طول بکشد تا این آگاهی به میزان کافی گسترش یابد و عموم مردم شروع به پذیرش آن کنند، مثلاً نصب پنل‌های خورشیدی روی پشت بام منازل را در نظر بگیرند. با این وجود، چارچوب‌های نظارتی بهتر و کیفیت سازمانی مطمئناً می‌تواند پله‌ای برای ارتقای شیوه‌های کلی مصرف انرژی و تسریع روند تحول باشد (محمود و همکاران، ۲۰۲۱)^۵.

1. Regulatory Quality

2. Sarkodie, S. And Adams, S.

3. Cabeza et al.

4. Abid, M.

5. Mahmood et al.

۲-۲-۲. حاکمیت قانون^۱

حاکمیت قانون منعکس کننده تصور افراد از میزان اطمینان و پابندی مأموران به قوانین جامعه و به ویژه کیفیت اجرای قراردادها، حقوق مالکیت، پلیس، دادگاه‌ها و همچنین احتمال وقوع جرم و خشونت است (بانک جهانی). به عبارت دیگر، حاکمیت قانون، ممکن است به اجرای سیاست‌های زیست محیطی کمک کند. علاوه بر این، وجود قانون و نظم قوی، اجرای مقررات زیست محیطی را به خاطر ترس از پاسخگویی و مؤاخذه بابت عدم رعایت آن تضمین می‌کند (ولش، ۲۰۰۴)^۲. تأثیرات منفی حاکمیت قانون بر به کارگیری انرژی‌های تجدیدناپذیر همسو با پیش‌بینی‌های نظری بوده، به گونه‌ای که به اجرای سیاست‌های زیست محیطی کمک می‌کند و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را کاهش می‌دهد (محمود و همکاران، ۲۰۲۱). ادبیات همچنین تأیید کرده است که حاکمیت قانون به تغییر مصرف انرژی کمک می‌کند (بلاخال و همکاران، ۲۰۱۹)^۳، اوبرتور و همکاران^۴، (۲۰۲۱). علاوه بر این، لو و همکاران (۲۰۲۱)^۵ استدلال کردند که حکمرانی خوب به افزایش کارایی انرژی کمک می‌کند. بنابراین، ممکن است به کاهش مصرف کلی انرژی در هر کشوری کمک کند. سیاست‌های سخت‌گیرانه‌تر و حاکمیت قانون برای اطمینان از اینکه دولت‌ها، تولیدکنندگان، آلاینده‌های بزرگ و آژانس‌های نظارتی از معاهدات بین‌المللی پیروی می‌کنند و تلاش خود را برای هموار کردن تحقق اهداف جهانی آب و هوا به کار می‌بندند، بسیار مهم است. با سیاست‌های سخت‌گیرانه‌تر، کشورها می‌توانند مالیات انتشار آلودگی و سایر قوانین را در بخش انرژی اعمال کنند که نتیجه آن، نفوذ بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد بود. در این زمینه، سلمان و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که یک قانون سختگیرانه، سطح آلودگی را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، تأثیر منفی حاکمیت قانون بر انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در برخی پژوهش‌ها رخ داده است. برای مثال، محمود و همکاران (۲۰۲۱)، بیان می‌کنند که کشورهای آسیای جنوبی نگرانی کمتری برای ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر در چارچوب‌های قانونی خود دارند. این یافته مطابق با مطالعه عبید (۲۰۱۶) است که به این

1. Rule of Law

2. Welsch, H.

3. Bellakhal et al.

4. Oberthur et al.

5. Lu et al.

نتیجه رسید حاکمیت قانون، انتشار آلودگی را تسریع می‌کند و ممکن است به این واقعیت مرتبط باشد که بخش عظیمی از این اقتصادها به انرژی‌های تجدیدناپذیر وابسته هستند، زیرا تجارت سوخت‌های فسیلی، مشاغل بسیاری را فراهم می‌کند. بنابراین، اگر این کشورها قوانین و مقررات سخت‌گیرانه‌تری در زمینه انرژی وضع کنند، ممکن است این امر به مانعی در برابر فعالیت‌ها و رشد اقتصادی آنها تبدیل شود. در نتیجه، آنها ترجیح می‌دهند در حال حاضر بر رشد اقتصادی تمرکز کنند و سیاست‌های انرژی کمتر سخت‌گیرانه را به کار بندند. زیرا بهبود قوانین، ممکن است فعالیت‌های اقتصادی را کاهش دهد که به دنبال آن، تقاضا برای همه منابع انرژی کاهش می‌یابد.

۲-۲-۳. کارایی و اثربخشی دولت^۱

شاخص کارایی و اثربخشی دولت، منعکس‌کننده ادراکاتی از کیفیت خدمات عمومی، کیفیت خدمات کشوری، صلاحیت و شایستگی کارگزاران و میزان استقلال آنها از فشارهای سیاسی است. این شاخص، کارآمدی دولت را در انجام وظایف محول شده نشان می‌دهد. (بانک جهانی). از این رو، اثربخشی دولت می‌تواند مصرف همه انواع انرژی را ارتقا دهد. همچنین تأثیر عدم کارایی دولت‌ها بر استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در ادبیات تأیید شده است. در این زمینه، گالیناتو و گالیناتو (۲۰۱۲)^۲ استدلال کردند که یک دولت ضعیف، تحت فشار لابی‌ها قرار می‌گیرد که این پدیده ممکن است مانعی در راه اجرای سیاست‌های به کارگیری انرژی تجدیدپذیر باشد. لذا خدمات عمومی نمی‌تواند منابع انرژی تجدیدپذیر را به طور مؤثر ترویج کنند. دولت اثربخش و کارا، از کانال توسعه انسانی و سطح بالاتر تولید ناخالص داخلی نیز به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر کمک می‌کند (مهرآرا و همکاران، ۲۰۱۵).

۲-۲-۴. ثبات سیاسی^۳

این شاخص، تصورات احتمال بی‌ثباتی یا سرنگونی دولت با ابزارهای غیرقانونی یا خشونت‌آمیز را اندازه‌گیری می‌کند (بانک جهانی). یک دولت طولانی و باثبات ممکن است زمان لازم را برای نصب و دستیابی به ظرفیت تولید انرژی تجدیدپذیر فراهم کند. از

1. Government Effectiveness

2. Galinato, G.I. And Galinato, S.P.

3. Political Stability

سوی دیگر، بی‌ثباتی سیاسی به موقعیت ضعیف‌تر دولت برای تنظیم سیاست‌های دوستدار محیط زیست منجر می‌شود، زیرا دولت بی‌ثبات تحت فشار لابی‌های تجاری داخلی و خارجی قرار می‌گیرد و نمی‌تواند سیاست‌های زیست‌محیطی سخت‌گیرانه را اجرا کند (پرسل، ۲۰۱۹)^۱. کیفیت سیاست‌های اتخاذ شده از جانب دولت و قابلیت اطمینان آن‌ها، از جمله عواملی است که بر نوآوری‌ها و اتخاذ فناوری‌های جدید، اثرگذار است. انتظار می‌رود یک محیط سیاسی بی‌ثبات، تأثیر منفی بر به‌کارگیری نوآوری، از جمله اتخاذ فناوری‌های جدید در بخش انرژی و مصرف انرژی‌های نو و تجدیدپذیر داشته باشد (جانستون و همکاران، ۲۰۱۰)^۲. همچنین می‌توانیم انتظار داشته باشیم که بی‌ثباتی سیاسی، از کانال کاهش فرصت‌های سرمایه‌گذاری و کاهش درآمد، تأثیر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشد (مارکز و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۲-۵. کنترل فساد^۳

کنترل فساد، نشان‌دهنده تلاش قدرت‌های عمومی برای ارتقای منافع فردی و همچنین توانایی نخبگان و منافع فردی آن‌ها در دستکاری سیاست‌ها و قوانین است (بانک جهانی). در مطالعه محمود و همکاران (۲۰۲۱) اثبات شده است که بهبود کنترل فساد فقط می‌تواند استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر را تسریع کند. در مقابل، آرمینن و منگاکي (۲۰۱۹)^۴ استدلال کردند که فساد، یک مانع در اجرای مقررات زیست‌محیطی است. از این رو، بهبود کنترل فساد باید مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را کاهش دهد. از سوی دیگر، حسن و همکاران (۲۰۲۰)^۵ گزارش دادند که فساد، عامل تخریب محیط زیست در پاکستان است. علاوه بر این، در برخی مطالعات، استدلال شده است که اقتصادهایی با نهادهای ضعیف، استقبال بیشتری از سرمایه‌گذاری‌های خارجی می‌کنند، زیرا سرمایه‌گذاران خارجی ممکن است به بروکراسی رشوه بدهند تا قوانین زیست‌محیطی را زیر پا بگذارند (لارن و تاواریس، ۲۰۰۴)^۶. اوبرتور و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود به نقش کنترل فساد در تعیین مصرف انرژی اشاره کرده‌اند. کنترل فساد همچنین می‌تواند موجب افزایش فعالیت‌های

1. Purcel, A.A.
 2. Johnstone et al.
 3. Control of Corruption
 4. Arminen, H. And Menegaki, A.N.
 5. Hassan et al.
 6. Larraín, B.F.And Tavares, J.

اقتصادی و در نهایت رشد اقتصادی شود و از کانال افزایش درآمد موجب افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر گردد (مهرآرا و همکاران، ۲۰۱۵، محمود و همکاران، ۲۰۲۱). در مورد آثار و پیامدهای فساد بر رشد اقتصادی، دو مکتب کارآمدی و ناکارآمدی فساد مطرح است:

الف) مکتب کارآمدی فساد: افرادی مانند لف^۱، بی لی^۲ و هانتینگتون^۳ معتقدند قوانین و نهادها در کشورهای در حال توسعه، ناکارآمد بوده و یک روش غلبه بر ناکارآمدی آنها، فساد در بخش عمومی است. این افراد باور دارند که فساد برای چرخ‌های خشک نظام‌های اقتصادی و اداری کشورهای در حال توسعه، نقش روغن را ایفا کرده و به موجب آن، زمینه برای سرمایه‌گذاری، ابداعات داخلی و در نهایت رشد اقتصادی در این کشورها مهیا می‌شود.

ب) مکتب ناکارآمدی فساد: بر مبنای نظر باردهان (۱۹۹۷)^۴، فساد از طریق چند کانال موجب کاهش رشد اقتصادی می‌شود. اول آنکه در محیط‌های درگیر با فساد، رانت‌خواری، سودآوری بیشتری نسبت به کار تولیدی دارد. لذا انگیزه‌های مالی به جای مشارکت پیدا کردن در کار تولیدی به رانت‌خواری اختصاص پیدا می‌کنند. دیگر اینکه در محیط‌های آلوده به فساد، تجار و بازرگانان به خوبی می‌دانند که قبل از هر اقدامی باید مبلغی تحت عنوان رشوه پردازند اما چون عمل رشوه، متضمن پنهان‌کاری است، در نتیجه، ممکن است فرد دریافت‌کننده رشوه به تعهدات خود پایبند نباشد. علاوه بر موارد ذکر شده، فساد موجب بی‌احترامی و بی‌اعتمادی افراد نسبت به نظام حکومتی کشورشان شده و تبدیل به مانعی بزرگ در برابر ابداعات و اختراعات می‌شود، بنابراین در شرایط ذکر شده، کاهش رشد اقتصادی، دور از انتظار نخواهد بود.

۲-۲-۶. حق اظهار نظر و پاسخگویی^۵

این شاخص مربوط به میزان آزادی شهروندان یک کشور برای دخالت در فرآیند انتخاب دولت و استقلال رسانه‌های گروهی است (بانک جهانی). از این شاخص، به عنوان شاخص

1. Leff
2. Bayley
3. Huntington
4. Bardhan
5. Voice and Accountability

دمو کراسی نیز یاد می‌کنند. دولت دموکراتیک، دولتی است که به نیازهای شهروندانش در هنگام ارائه خدمات توجه داشته و پاسخگویی آن‌ها باشد. چنین دولتی در نهایت، بستری برای رشد فراگیر و توسعه انسانی خواهد شد. طبق گزارش چن و همکاران (۲۰۲۱)^۱، کشورهای با درجه دموکراسی بالاتر در مقایسه با کشورهای با درجه ضعیف‌تر دموکراسی، عملکرد بهتری را در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. در کشورهایی که حق اظهار نظر و پاسخگویی شکننده می‌باشد، این شاخص بر مصرف هیچ کدام از انواع انرژی آنچنان اثربخش نخواهد بود (محمود و همکاران، ۲۰۲۱). این شاخص از کانال تأمین حقوق مالکیت نیز موجب افزایش انگیزه برای فعالیت‌های اقتصادی و در نهایت، افزایش درآمد و به کارگیری منابع انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد شد (صمدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۴).

۳-۲. عوامل خاص یک کشور (سرمایه انسانی)

سرمایه انسانی می‌تواند از سه کانال بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر بگذارد. اولاً، افزایش سرمایه انسانی (و افزایش دانش مردم یک کشور) باعث افزایش گرایش اجتماعی به اقتصاد سبز خواهد شد. به عبارت دیگر، سرمایه انسانی، نگرانی‌های زیست‌محیطی (مانند آلودگی هوا، گرمایش زمین و غیره) را افزایش می‌دهد. ثانیاً، همان‌طور که انباشت سرمایه انسانی شخصی، باعث رشد اقتصادی فردی و افزایش درآمد شخص می‌شود، در سطح ملی نیز سرمایه انسانی را می‌توان به عنوان یک عامل تولیدی که هماهنگ با سرمایه فیزیکی است، در نظر گرفت. چارچوب عملکرد تولید کل، نشان می‌دهد که رشد سرمایه انسانی، هم شرط و هم پیامد رشد اقتصادی است. در نتیجه، سرمایه انسانی می‌تواند از کانال رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر بگذارد. ثالثاً، افزایش سرمایه انسانی به بخش صنعت، فرصت استقرار و استفاده از فناوری‌های جدید را می‌دهد. از آنجا که در صنعت تجدیدپذیر از ابزارهای پیشرفته استفاده می‌شود، در نتیجه، به نیروی کار ماهر، هم به عنوان نصب‌کننده تجهیزات پیشرفته مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر و هم به عنوان نیرویی جهت تعمیر و نگهداری از آن‌ها نیاز است. با توجه به سه کانال ذکر شده، می‌توان گفت که افزایش سرمایه انسانی، تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر خواهد داشت (مهرآرا و همکاران، ۲۰۱۵).

1. Chen et al.

۳. پیشینه پژوهش

شاه‌محمدی سه‌چکی و همکاران (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی منتخب اوپک، رویکرد الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی» به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف این منابع انرژی در کشورهای عضو اوپک با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی^۱ طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۰ پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که قیمت انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر منفی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که دلیل آن را می‌توان گران بودن انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به انرژی‌های تجدیدناپذیر دانست. متغیرهای تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت و توسعه مالی نیز اثر مثبتی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته‌اند، اما افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر معناداری بر تولید این دسته از انرژی‌ها نداشته که این موضوع نشان‌دهنده عدم توجه جدی به مسائل محیط‌زیستی مربوط به مصرف انرژی در جهان است.

سلاطین و غفاری صومعه (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط زیست: رهیافت داده‌های پانل» با استفاده از روش اثرات ثابت در دوره زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۴ به بررسی تأثیر انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط زیست در کشورهای آمریکا، کانادا، مکزیک، آرژانتین، برزیل، بلژیک، جمهوری دومینیکن، فنلاند، فرانسه، آلمان، مجارستان، لیتوانی، هلند، رومانی، روسیه، استرالیا، سوئد، نیوزیلند، اکراین، ایران، آفریقای جنوبی، چین، هند، ژاپن، پاکستان به بررسی تأثیر انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط زیست پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که مصرف انرژی هسته‌ای تأثیر منفی و معناداری بر انتشار دی‌اکسید کربن، به‌عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست دارد.

شوال‌پور و کاویانی (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر نوسانات قیمت نفت بر ظرفیت برق بادی در کشورهای در حال توسعه با تأکید بر نقش یادگیری فنی و صرفه‌های ناشی از مقیاس» با استفاده از روش رگرسیون غلتان و اطلاعات سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۵ میلادی به محاسبه نرخ‌های یادگیری فنی سالانه پرداخته و سپس با استفاده از روش رگرسیون داده‌های تابلویی و مدل خودرگرسیون برداری مبتنی بر داده‌های تابلویی، تأثیر تغییرات و شوک‌های قیمت نفت را بر ظرفیت نصب شده انرژی بادی، به‌عنوان پیشروترین انرژی

1. Panel Autoregressive Distributed Lag (Panel ARDL)

تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات قیمت نفت در بلندمدت، تأثیر مثبت ولی اندک بر توسعه انرژی تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه دارد.

بهبودی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی روابط متقابل بین انرژی تجدیدپذیر - توسعه پایدار - انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران» با استفاده از روش خودرگرسیون برداری بیزین^۱ به بررسی روابط متقابل پویا در الگوی توسعه پایدار - انرژی - آلایندگی دی‌اکسیدکربن در ایران، طی سال‌های ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۳ میلادی پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که تأثیر ایجاد تکانه مثبت در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و توسعه پایدار در ایران، مثبت است. همچنین شوک مثبت وارده به مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر موجب افزایش انتشار آلایندگی دی‌اکسیدکربن به میزان متفاوت می‌شود. به علاوه، اثر رشد شاخص توسعه پایدار بر مصرف انرژی تجدیدپذیر، مثبت و بر مصرف انرژی تجدیدناپذیر منفی است.

ارباب و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان «رابطه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب اوپک» به بررسی رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب اوپک، در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۸۵ میلادی پرداخته‌اند. نتیجه حاصل از این پژوهش، بیانگر آن بود که میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب عضو اوپک از جمله ایران، علیت گرنجری رشد اقتصادی این کشورها است.

اخترالزمان (۲۰۲۱)^۲ در مقاله‌ای با عنوان «ارتباط بین حکمرانی خوب، توسعه اقتصادی و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر: شواهدی از کشورهای با درآمد متوسط بالا» با استفاده از مدل اثرات ثابت پانل به بررسی نقش حکمرانی خوب بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در ۳۵ کشور با درآمد متوسط بالا طی سال‌های ۱۹۹۶ الی ۲۰۱۷ میلادی می‌پردازد. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که افزایش در حکمرانی خوب موجب افزایش سرمایه‌گذاری و در نتیجه، افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌گردد، اما این تأثیر، مشروط به سطح توسعه اقتصادی (سطح درآمد) یک کشور است. از دیگر نتایج این مطالعه، تأثیر نامطلوب باز بودن تجارت بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر است.

1. Bayesian Vector Autoregression (BVAR)
2. Akhtaruzzaman, M.

محمود و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان «حاکمیت قانون، کنترل فساد، حکمرانی و رشد اقتصادی در مدیریت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در جنوب آسیا» با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی به بررسی عوامل مذکور در دوره زمانی ۱۹۹۶ الی ۲۰۱۹ در پاکستان، هند، بنگلادش و سریلانکا پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که رشد اقتصادی تأثیر مثبتی بر تمامی موارد مورد بررسی دارد. همچنین تمامی شاخص‌های حکمرانی به جزء حاکمیت قانون، محرک انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد.

اولوچ و همکاران (۲۰۲۱)^۱ در مقاله‌ای با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر: تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی در جنوب صحرای آفریقا» با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی^۲ و با استفاده از داده‌های ۲۳ کشور جنوب صحرای آفریقا، به ارائه یک مدل تجربی برای ترسیم عوامل ارتقاءدهنده مصرف انرژی تجدیدپذیر، در بازه زمانی ۱۹۹۸ الی ۲۰۱۴ میلادی پرداخته‌اند. از یافته‌های اصلی این تجزیه و تحلیل، آن است که مصرف انرژی تجدیدپذیر با تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص آموزش در بلندمدت، همبستگی مثبت دارند، در حالی که مصرف انرژی تجدیدپذیر با انتشار دی‌اکسید کربن سرانه و شاخص امید به زندگی در بلندمدت، همبستگی منفی دارند. طبق نتایج این پژوهش، یکی از عوامل مؤثر بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، ارتقاء شاخص‌های اجتماعی همانند شاخص آموزش است.

آکینتانده و همکاران (۲۰۲۰)^۳ در مقاله‌ای با عنوان «مدلسازی عوامل تعیین‌کننده مصرف انرژی تجدیدپذیر: شواهدی از ۵ کشور پرجمعیت آفریقا» به ایجاد یک مدل مصرف انرژی تجدیدپذیر با استفاده از داده‌های سالانه مربوط به ۵ کشور پرجمعیت آفریقا (اتیوپی، آفریقای جنوبی، نیجریه، جمهوری دموکراتیک کنگو و مصر) برای سال‌های ۱۹۹۶ الی ۲۰۱۶ میلادی پرداخته و از روش میانگین‌گیری بیزی^۴ برای محاسبه مدل مرتبط با عدم حتمیت و انتخاب متغیر استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که رشد جمعیت شهری، مصرف انرژی، مصرف برق و سرمایه انسانی، عوامل اصلی تعیین‌کننده مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب هستند و افزایش عوامل ذکر شده، موجب افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر می‌شود.

1. Oluoch et al.

2. ARDL

3. Akintande et al.

4. Bayesian Model Averaging (BMA)

لی و همکاران (۲۰۲۰)^۱ در مقاله‌ای با عنوان «نوآوری زیست‌محیطی و بهره‌وری انرژی: محرک‌های نوین مصرف انرژی تجدیدپذیر» با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی مقطعی^۲، به بررسی عوامل نوین تعیین‌کننده مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در اقتصادهای OECD^۳ و در دوره زمانی ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۷ میلادی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که درآمد، سرمایه انسانی، بهره‌وری انرژی، قیمت انرژی و نوآوری زیست‌محیطی، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این اقتصادها هستند.

اوزار (۲۰۲۰)^۴ در مقاله‌ای با عنوان «آیا نابرابری درآمد، عاملی برای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است؟» با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی به بررسی تأثیر نابرابری درآمد بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ۴۳ کشور توسعه‌یافته و در حال توسعه برای سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۵ میلادی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد کاهش نابرابری درآمد موجب افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. علاوه بر این، کنترل فساد و افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن باعث افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود اما رشد اقتصادی و باز بودن تجارت، تأثیر معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در گروه کشورهای مورد مطالعه ندارند.

دنیز (۲۰۱۷)^۵ در مقاله‌ای با عنوان «قیمت‌های نفت و انرژی تجدیدپذیر: تحلیلی برای کشورهای وابسته نفتی» به بررسی تأثیر قیمت نفت بر شاخص انرژی‌های تجدیدپذیر با در نظر گرفتن تمایز بین صادرکنندگان و واردکنندگان نفت، با استفاده از تکنیک‌های مختلف اقتصادسنجی در بازه زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۵ پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که قیمت نفت، تأثیر مثبتی بر شاخص انرژی‌های تجدیدپذیر برای کشورهای واردکننده نفت و تأثیر منفی برای کشورهای صادرکننده نفت دارد. علاوه بر این، قیمت نفت، قیمت واقعی نفت و نوسانات قیمت نفت نیز مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج مشابهی را به دست دادند.

گول آکار (۲۰۱۶)^۶ در مقاله‌ای با عنوان «عوامل تعیین‌کننده مصرف انرژی تجدیدپذیر، یک تحلیل تجربی برای بالکان» به بررسی مصرف انرژی تجدیدپذیر و عوامل تعیین‌کننده آن برای کشورهای بالکان - آلبانی، بوسنی و هرزگوین، بلغارستان، کرواسی،

-
1. Li et al.
 2. Cross-sectional Autoregressive Distributed Lag
 3. Organisation for Economic Co-operation and Development
 4. Uzar, U.
 5. Deniz, P.
 6. Gul Akar, B.

موتته نگرو، کوزوو، رومانی، مقدونیه، صربستان، اسلوانی، ترکیه و یونان با استفاده از روش داده‌های پانل پویا برای سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۱ میلادی پرداخت. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر، رابطه منفی و به لحاظ آماری، معنادار وجود دارد. از طرف دیگر، باز بودن تجارت و رانت گاز طبیعی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در بالکن، تأثیر مثبت دارد.

مارکز و همکاران (۲۰۱۰) در مقاله‌ای با عنوان «انگیزه‌های محرک انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای اروپایی: رویکرد داده‌های تابلویی» با استفاده از تکنیک داده‌های تابلویی، یعنی تجزیه بردار اثرات ثابت در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶، به بررسی عوامل محرک استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در گروهی از کشورهای اروپایی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که لابی منابع انرژی سنتی (نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی) مانع استقرار انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. همچنین هدف کاهش وابستگی به انرژی فسیلی و افزایش تولید ناخالص داخلی محرک مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است.

۴. تصریح الگو

پژوهش حاضر، با هدف بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با تأکید بر بررسی میزان و نحوه اثرگذاری عواملی چون شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی‌اکسید کربن، درآمد (تولید ناخالص داخلی) و قیمت نفت خام در گروه کشورهای عضو اوپک با استفاده از داده‌های تابلویی و رهیافت اقتصادسنجی حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر^۱، انجام گرفته است. با توجه به هدف پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتایج حاصل شده و تخمین مدل پژوهش از نرم‌افزار اقتصادسنجی استتا^۲ ۱۵ و با توجه به معنی‌داری براساس احتمال و در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شده است. در این مطالعه، ابتدا متغیرهای پژوهش به لحاظ ایستایی، مورد آزمون قرار می‌گیرند. برای بررسی ایستایی متغیرها، از آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو^۳ استفاده شده است. سپس بعد از انجام آزمون‌های تشخیص، روش برآورد مدل تعیین می‌گردد و به تخمین ضرایب پرداخته می‌شود. با توجه به نتایج آزمون‌ها، از جمله آزمون والد تعدیل شده و آزمون وولدریج، مشخص شد که روش مناسب برآورد مدل این پژوهش، تکنیک اقتصادسنجی

1. Feasible Generalized Least Squares (FGLS)

2. STATA 15

3. Levin, Lin & Chu Test (LLC)

حداقل مربعات تعمیم یافته امکان پذیر می باشد. همان طور که پیش تر نیز بیان شد، جامعه آماری پژوهش حاضر، کشورهای عضو اوپک است. این کشورها شامل آنگولا، الجزایر، اکوادور، امارات متحده عربی، ایران، اندونزی، قطر، کویت، کنگو، گینه استوایی، گابن، لیبی، عربستان سعودی، عراق، ونزوئلا و نیجریه می باشند که در بازه زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ میلادی، سابقه عضویت در این سازمان را داشته اند. از آنجا که آمار و اطلاعات مربوط به کشور ونزوئلا در بازه زمانی مذکور، موجود نبود، لذا از ۱۶ کشور عضو این سازمان، ۱۵ کشور (به جز ونزوئلا) به عنوان نمونه آماری انتخاب شده اند. دلیل اینکه بازه زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ میلادی برای انجام این پژوهش در نظر گرفته شده است، در دسترس بودن آمار و داده های مربوط به متغیرهای پژوهش می باشد. با توجه به موارد گفته شده، داده های مورد بررسی در این پژوهش از نوع داده های ترکیبی یا پانل^۱ است. پارکس و کمنتا^۲، روشی را معرفی کرده اند که در آن، از تخمین حداقل مربعات تعمیم یافته^۳ استفاده می گردد. نخست، معادله رگرسیونی به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

$$y_{it} = \beta_1 + \sum_{k=2}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

y_{it} و X_{it} ، به ترتیب متغیرهای مستقل و وابسته برای زمان t و واحد i می باشد. در معادله فوق، ضریب شیب و عرض از مبدأ، در کلیه واحدهای مقطعی و در دوره های زمانی، ثابت هستند. این معادله بر مبنای روش پارکس - کمنتا، بایستی با روش GLS تخمین زده شود، زیرا روش مذکور مبتنی بر رفتارهای محدود کننده کمتری در خصوص رفتار جمله اخلاص رگرسیون و ماتریس واریانس - کوواریانس (Ω)، در مقایسه با رگرسیون کلاسیک می باشد. بنابراین می توان گفت بر آوردگر حداقل مربعات تعمیم یافته، دارای یک ویژگی خاص در ارتباط با مشاهدات مقطعی - سری زمانی است (بک و کاتز، ۱۹۹۵)^۴. می توان عبارت زیر را در خصوص مسئله تخمین پارامترهای β در الگوی رگرسیون خطی تعمیم یافته در نظر گرفت:

$$\hat{\beta}_{GLS} = (\hat{X}' \Omega^{-1} X)^{-1} \hat{X}' \Omega^{-1} y \quad (2)$$

-
1. Panel Data
 2. Parks and Kmenta
 3. Generalized Least Squares (GLS)
 4. Beck, N. and Katz, J. N.

این برآورد بر مبنای این فرض است که ماتریس Ω یا همان ماتریس واریانس - کوواریانس اجزاء اخلاص، شناخته شده است اما از آنجایی که در بسیاری از موارد، ماتریس Ω ، ناشناخته یا مجهول است، لذا نمی‌توان از روش GLS استفاده کرد و بایستی از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر (FGLS) بهره گرفت. در این روش از برآورد ماتریس واریانس - کوواریانس اجزاء اخلاص به صورت ناشناخته اجتناب می‌شود. بنابراین با دست یافتن به تخمین‌زن سازگار $\hat{\Omega}$ ، و جایگذاری آن به جای Ω ، تخمین‌زننده کارای β حاصل می‌شود. بنابراین رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$\hat{\beta}_{FGLS} = (\hat{X} \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} \hat{X} \hat{\Omega}^{-1} OLS Y \quad (۳)$$

بنابراین در صورتی که Ω ، مجهول باشد باید یک برآوردگر سازگار از آن در دست داشته باشیم. این برآوردگر را که با $\hat{\Omega}$ نمایش می‌دهیم، در $\hat{\beta}_{OLS}$ ، جایگذاری کرده و $\hat{\beta}_{FGLS}$ را به دست می‌آوریم (گرین، ۲۰۰۲).^۱ $\hat{\beta}_{FGLS}$ یک تخمین‌زن حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر برای β می‌باشد. در روش پارکس - کمنتا، فرضیات مربوط به خودهمبستگی، واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی همزمانی جملات خطا ترکیب می‌شود. ویژگی‌های خاص مربوط به این فرضیات به صورت زیر است:

$$E(\varepsilon_{it}^2) = \sigma_i^2 \quad (۴)$$

$$E(\varepsilon_{it} \varepsilon_{jt}) = \sigma_{ij} \quad (۵)$$

$$\varepsilon_{it} = \rho_i \varepsilon_{i,t-1} + v_{i,t}$$

بدین ترتیب رویکرد پارکس - کمنتا از طریق تعیین نسبی یک مدل برای همبستگی همزمانی، یک مدل برای ناهمسانی واریانس و یک مدل برای خودهمبستگی (تحت عنوان (AR(1))، پیچیدگی‌های خطاها را اندازه‌گیری می‌کند. در رابطه (۵)، ρ_i نشانگر ضریب خودرگرسیون مرتبه اول است. مقدار این پارامتر، با تغییر از یک واحد مقطعی به واحد مقطعی دیگر به دست می‌آید. حال به یک تخمین‌زن سازگار برای ρ_i و σ^2 که همانا عناصر ماتریس واریانس - کوواریانس اجزاء اخلاص هستند، نیاز است. در این روش، ابتدا همبستگی سریالی خطاها حذف می‌شود و سپس همبستگی همزمانی خطاها بر طرف می‌گردد. این کار با تخمین معادله اولیه توسط روش حداقل مربعات معمولی^۲ انجام

1. Greene, H. William.

2. Ordinary Least Squares (OLS)

می‌شود. از باقی مانده‌های این تخمین برای برآورد همبستگی سریالی خاص خطاها استفاده می‌شود. در ادامه از پسماندهای این تخمین، برای برآورد همبستگی همزمانی خطاها استفاده می‌گردد. در این حالت داده‌ها و خطاها به گونه‌ای خواهند بود که امکان تخمین آن‌ها به روش OLS فراهم می‌شود. بنابراین تخمین زن سازگار برای ماتریس Ω ، حاصل می‌گردد. سپس با جایگذاری این تخمین زن ($\hat{\Omega}$) به جای Ω ، تخمین زننده‌های ضرایب و خطاهای استاندارد آن‌ها به دست می‌آید (بک و کاتز، ۱۹۹۵). به منظور بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک و تبیین چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر مصرف این دسته از منابع انرژی، الگوی پژوهش حاضر با توجه به مطالعات انجام شده قبلی نظیر مارکز و همکاران (۲۰۱۰) به صورت زیر می‌باشد:

$$\ln re_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \ln gdp_{it} + \beta_2 \ln op_{it} + \beta_3 \ln co_2 \text{ intensity}_{it} + \beta_4 gg_{it} + \beta_5 \ln mys_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

با توجه به اینکه متغیرهای این پژوهش در واحدهای مختلفی اندازه‌گیری شده‌اند، قبل از تحلیل تجربی بایستی مجموع داده‌ها نرمالایز شوند و تبدیل به یک معیار گردند. لذا با استفاده از لگاریتم طبیعی، تلاش شده‌است از مشکلات مربوط به توزیع داده‌ها جلوگیری شود. از طرف دیگر استفاده از فرم لگاریتمی برای متغیرها (به غیر از متغیر شاخص حکمرانی خوب) موجب شده که ضرایب برآورد شده به منزله کشش متغیرها نسبت به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باشند که تفسیر ضرایب را آسان‌تر می‌نماید. درخصوص متغیر شاخص حکمرانی خوب، این متغیر با پیروی از مطالعه اخترالزمان (۲۰۲۱)، به صورت شاخص محاسبه شده و میانگین ساده‌ای از شاخص‌های شش گانه حکمرانی خوب است. از آنجایی که این متغیر به صورت میانگین شش شاخص به دست آمده، چنانچه از فرم لگاریتمی آن در تخمین مدل استفاده نگردد، مشکلی در تخمین مدل ایجاد نمی‌شود. مقادیر این متغیر بین $-2/5$ تا $+2/5$ می‌باشد. متغیر وابسته این پژوهش، لگاریتم طبیعی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر^۱ است که با نماد $\ln re$ در نظر گرفته شده و داده‌های مربوط به آن از سایت اداره اطلاعات انرژی آمریکا^۲ جمع‌آوری شده است. از جمله متغیرهای

۱. مجموع مصارف انرژی‌های: Biomass and Waste Electricity Net Consumption-Geothermal Electricity Net Consumption-Hydroelectricity Net Consumption-Solar, Tide and Wave Electricity Net Consumption- Wind Electricity Net Consumption

2. EIA

مستقل این پژوهش، لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی واقعی می‌باشد که با آن نماد $\ln gdp$ نمایش داده شده است. با توجه به مبانی نظری مطرح شده، یکی از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، درآمد می‌باشد. ما در این پژوهش از تولید ناخالص داخلی واقعی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ با واحد دلار آمریکا، به عنوان معیاری جهت سنجش درآمد در معادله استفاده کرده‌ایم. اطلاعات مربوط به این متغیر از سایت بانک جهانی^۱ جمع‌آوری شده است. متغیر مستقل دیگر این پژوهش، لگاریتم طبیعی قیمت نفت خام می‌باشد که با نماد $\ln op$ وارد مدل شده است. برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به قیمت نفت خام، از قیمت نفت اوپک استفاده کرده‌ایم و این اطلاعات از سایت اوپک^۲ جمع‌آوری شده است. لگاریتم طبیعی شدت انتشار دی‌اکسید کربن یا شدت کربن از دیگر متغیرهای مستقل این پژوهش می‌باشد که با نماد $\ln co_2 intensity$ ، وارد الگوی پژوهش شده و اطلاعات مربوط به این متغیر از سایت *Our World in Data*^۳ جمع‌آوری شده است. شاخص حکمرانی خوب به صورت میانگین ساده‌ای از شاخص‌های شش‌گانه حکمرانی خوب، یعنی شاخص حق اظهار نظر و پاسخگویی، شاخص ثبات سیاسی، شاخص اثربخشی دولت، شاخص کیفیت قوانین و مقررات، شاخص حاکمیت قانون و شاخص کنترل فساد، به عنوان یکی دیگر از متغیرهای مستقل این پژوهش در نظر گرفته شده و با نماد gg وارد مدل شده است. جهت جمع‌آوری داده‌های این متغیر، از پایگاه شاخص حکمرانی جهانی^۴ (WGI)، موجود در سایت بانک جهانی استفاده کرده‌ایم. لگاریتم طبیعی متوسط سال‌های تحصیل جمعیت بزرگسال ۲۵ ساله و بیشتر (Inmys)، یکی دیگر از متغیرهای مستقل استفاده شده در این پژوهش می‌باشد که عبارت است از میانگین تعداد سال‌های تحصیلی تکمیل شده جمعیت ۲۵ ساله و بالاتر یک کشور، بدون در نظر گرفتن سال‌های سپری شده برای تکرار نمرات فردی. در این پژوهش از متوسط سال‌های تحصیل جمعیت بزرگسال ۲۵ ساله و بیشتر برای سنجش تأثیر سرمایه انسانی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شده و داده‌های مربوط به آن از مؤسسه آمار یونسکو^۵ جمع‌آوری شده است.

1. World Bank

2. OPEC.org

3. Ourworldindata.org

4 WorldWide Governance Indicators.

5 The UNESCO Institute for Statistics (UIS).

۵. تخمین مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

قبل از برآورد مدل، جهت اطمینان از ایستایی متغیرها، انجام آزمون ریشه واحد ضرورت می‌یابد. در این قسمت، ابتدا با استفاده از آزمون لوین، لین و چو به بررسی ایستایی متغیرها به وسیله نرم‌افزار Stata 15 و از طریق معناداری براساس احتمال در سطح اطمینان ۹۵ درصد، پرداخته شده است. با توجه به اینکه فرضیه H_0 این آزمون، بیانگر وجود ریشه واحد برای متغیرها است، چنانچه p-value محاسبه شده، کمتر از ۵ درصد باشد، فرضیه H_0 مبنی بر وجود ریشه واحد برای آن متغیر، رد می‌شود که این امر به معنای مانا بودن متغیر خواهد بود. براساس نتایج جدول (۱)، تمامی متغیرهای این پژوهش براساس آزمون LLC و در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ایستا از درجه صفر بوده و لذا نیاز به بررسی هم‌جمعی نمی‌باشد.

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو

متغیر مورد بررسی	آماره آزمون	p-value	نتیجه آزمون
ln re	-۶/۱۵۵۵	۰/۰۰۰۰	مانا
ln mys	-۴/۲۷۸۷	۰/۰۰۰۰	مانا
ln op	-۴/۰۹۰۲	۰/۰۰۰۰	مانا
ln gdp	-۳/۹۹۵۳	۰/۰۰۰۰	مانا
ln co2 intensity	-۴/۷۲۸۵	۰/۰۰۰۰	مانا
gg	-۲/۹۶۴۰	۰/۰۰۱۵	مانا

منبع: یافته‌های پژوهش

با استفاده از آزمون چاو^۱ یا به عبارت دیگر، آزمون f لیمر، نوع داده‌ها (تلفیقی و یا ترکیبی) مشخص می‌شود. سپس در صورتی که داده‌ها ترکیبی باشند، با استفاده از آزمون هاسمن مشخص می‌شود که کدام‌یک از روش‌های اثرات ثابت یا اثرات تصادفی برای تخمین مدل، مناسب‌تر هستند. فرضیه H_0 در آزمون چاو، یکسان بودن تمامی عرض از مبدأها می‌باشد و بدین معناست که تفاوت معناداری بین اثرات فردی وجود ندارد. خروجی نرم‌افزار Stata 15 که در جدول (۲) ارائه شده است، حاکی از رد فرضیه H_0 می‌باشد، یعنی مدل پژوهش باید به صورت اثرات ثابت و یا اثرات تصادفی تخمین زده شود. طبق نتایج جدول (۲)، آماره آزمون چاو در سطح اطمینان ۹۵ درصد، حاکی از آن است که داده‌ها از

1. Chow Test

نوع ترکیبی هستند. با توجه به آنکه داده‌های این پژوهش، از نوع داده‌های ترکیبی هستند، لازم است مشخص شود که روش اثرات ثابت^۱ مناسب است یا روش اثرات تصادفی^۲. برای تشخیص و شناسایی روش درست برآورد، از آزمون هاسمن^۳ با فرضیه صفر اثرات تصادفی و فرضیه مقابل اثرات ثابت استفاده می‌شود. خروجی این آزمون نیز در جدول (۲) ارائه شده و حاکی از رد فرضیه H_0 است. به بیان دیگر روش اثرات ثابت برای تخمین مدل، مناسب می‌باشد.

جدول ۲. نتیجه آزمون چاو و آزمون هاسمن

آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
آزمون چاو	۴۰/۵۶	۰/۰۰۰۰	داده‌های تابلویی
آزمون هاسمن	۶۷/۹۳	۰/۰۰۰۰	مدل اثرات ثابت

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که می‌دانیم، در تخمین ضرایب به روش حداقل مربعات معمولی^۴ یا OLS، برای آنکه ضرایب برآورد شده، بدون تورش باشند و استنتاج آماری بر روی آن‌ها امکان‌پذیر باشد، برقراری فروض استاندارد کلاسیک، الزامی است. یکی از این فروض، ارتباط نداشتن پسماندها در دوره‌های مختلف زمانی است. عدم برقراری این فرض منجر به رخ دادن مشکلی به نام خودهمبستگی می‌شود. به بیان ساده، در مدل کلاسیک فرض می‌شود که جزء اخلاص مربوط به یک مشاهده، تحت تأثیر جزء اخلاص مربوط به مشاهده دیگر قرار نمی‌گیرد. از دیگر فروض استاندارد کلاسیک، یکسان بودن واریانس جملات اخلاص در دوره‌های مختلف است. از آنجایی که واریانس جزء اخلاص، برابر با واریانس متغیر وابسته است، مشکل ناهمسانی واریانس به یکسان نبودن واریانس متغیر وابسته مربوط می‌شود. در صورت تشخیص ناهمسانی واریانس باید در جهت رفع این مشکل کوشید تا بتوان به تخمینی کارآمد دست یافت. در این پژوهش به منظور تشخیص وجود ناهمسانی واریانس از آزمون والد تعدیل شده^۵ استفاده شده است. فرضیه صفر این آزمون، مبنی بر

-
1. Fixed Effects
 2. Random Effects
 3. Hausman Test
 4. Ordinary Least Squares
 5. Modified Wald Statistic

همسانی واریانس و فرضیه مقابل، بیانگر ناهمسانی واریانس می‌باشد. همچنین به منظور اطمینان از عدم وجود خودهمبستگی میان اجزاء اخلاص از آزمون وولدریج^۱ استفاده شده است. فرضیه صفر این آزمون، دلالت بر عدم وجود خودهمبستگی میان اجزاء اخلاص دارد. نتایج این دو آزمون در جدول (۳) نشان داده شده است. بر مبنای نتایج حاصل شده در جدول (۳)، مشخص است که مدل این پژوهش دارای ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی مرتبه اول می‌باشد. لذا استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته جهت تخمین ضرایب توصیه می‌گردد. در این روش، مشکل واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی رفع می‌شود و می‌توان به تخمین کاراتری دست یافت.

جدول ۳. نتیجه بررسی فرض استاندارد کلاسیک

آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
آزمون ناهمسانی واریانس والد تعدیل شده	۲۰۲۶/۵۴	۰/۰۰۰۰	ناهمسانی واریانس وجود دارد.
آزمون خودهمبستگی وولدریج	۴۰/۲۵۸	۰/۰۰۰۰	خودهمبستگی میان اجزاء اخلاص وجود دارد.

منبع: یافته‌های پژوهش

عامل مهم دیگری که بایستی بررسی شود، هم‌خطی است. هم‌خطی وضعیتی است که نشان می‌دهد یک متغیر مستقل تابع خطی از سایر متغیرهای مستقل است. اگر هم‌خطی در یک معادله رگرسیونی بالا باشد، بدین معنی است که بین متغیرهای مستقل، همبستگی بالایی وجود دارد و ممکن است با وجود بالا بودن ضریب تعیین (R^2)، مدل دارای اعتبار بالایی نباشد. در این پژوهش برای تشخیص هم‌خطی میان متغیرها از آزمون عامل تورم واریانس که به اختصار، VIF^2 نامیده می‌شود، استفاده شده است. در صورتی که مقدار VIF بیشتر از ۱۰ باشد، رأی به وجود هم‌خطی بین متغیرهای مستقل می‌دهیم. نتایج حاصل از این آزمون در جدول (۴) ارائه شده است. با توجه به اینکه مقادیر VIF برای تمامی متغیرها کمتر از ۱۰ و خصوصاً کمتر از ۵ می‌باشد، بنابراین بین متغیرها همبستگی وجود ندارد.

1. Wooldridge
2. Variance Inflation Factor

جدول ۴. نتیجه آزمون VIF

متغیرها	VIF	1/VIF
Ln mys	۲/۴۳	۰/۴۱۱۴۲۰
Ln op	۱/۰۰	۰/۹۹۵۹۶۴
Ln gdp	۱/۳۲	۰/۷۵۷۵۷۱
Ln co2 intensity	۱/۶۲	۰/۶۱۸۱۲۱
gg	۲/۰۹	۰/۴۷۸۹۲۲
Mean VIF	۱/۶۹	

منبع: یافته‌های پژوهش

طبق نتایج حاصل از محاسبات نرم‌افزار استتا، روش برآورد مناسب برای دستیابی به مدل رگرسیونی این پژوهش، روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر (FGLS)، می‌باشد. در این روش برای معناداری کل رگرسیون از آماره کای - دو و برای معناداری متغیرها از توزیع نرمال و آماره Z استفاده می‌شود (گرین، ۲۰۰۲). FGLS عملکرد بهتری را در برطرف کردن ناهمسانی واریانس در مقایسه با روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS) دارد. بر مبنای نتایج حاصل از تخمین مدل که در جدول (۵) نمایش داده شده است، تمامی متغیرهای مورد بررسی به‌غیر از قیمت نفت خام، معنادار و دارای علامت منطبق با مبانی نظری بیان شده در بخش دوم می‌باشند.

جدول ۵. نتیجه حاصل از تخمین مدل به روش FGLS با لحاظ AR (1)

متغیرها	ضرایب	آماره Z	احتمال
Ln mys	۰/۷۶۰۸۴۰۶	۵/۶۲	۰/۰۰۰
Ln op	-۰/۰۱۲۱۰۸۶	-۰/۵۹	۰/۵۵۳
Ln gdp	۱/۰۷۳۹۳۵	۴۰/۷۲	۰/۰۰۰
Ln co2 intensity	۰/۷۵۹۱۷۰۳	۱۱/۴۰	۰/۰۰۰
gg	۰/۱۰۹۱۷۵۷	۲/۲۵	۰/۰۲۵
c	-۱۴/۷۱۲۴۳	-۱۰/۶۹	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

طبق اطلاعات جدول (۵)، شاخص حکمرانی خوب تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مورد بررسی داشته است. به‌طوری‌که به ازای یک واحد افزایش در شاخص حکمرانی خوب، با فرض ثبات سایر شرایط، مصرف انرژی‌های

تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک به میزان ۰/۱۰ درصد افزایش می‌یابد. به بیان دیگر، افزایش در شاخص‌های حکمرانی خوب به واسطه تأثیری که از کانال افزایش رشد اقتصادی و افزایش تولید ناخالص داخلی بر جای می‌گذارد، موجبات افزایش استقرار و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را فراهم می‌کند. این نتیجه با یافته مطالعه اخترازمان (۲۰۲۱) مطابقت دارد. طبق اطلاعات جدول (۵)، سرمایه انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مورد بررسی دارد. به گونه‌ای که به ازای یک درصد افزایش در سرمایه انسانی، با فرض ثبات سایر شرایط، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک به میزان ۰/۷۶ درصد افزایش می‌یابد. افزایش در سرمایه انسانی (و افزایش دانش مردم یک کشور)، از یک طرف باعث افزایش گرایش به اقتصاد سبز خواهد شد. از طرف دیگر، رشد سرمایه انسانی، هم شرط و هم پیامد رشد اقتصادی است. همچنین افزایش سرمایه انسانی، فرصت استقرار و استفاده از فناوری‌های جدید را در اختیار بخش صنعت قرار می‌دهد. این نتیجه با نتیجه به دست آمده از مطالعاتی همچون آکیتانده و همکاران (۲۰۲۰) و لی و همکاران (۲۰۲۰) سازگار است.

براساس یافته‌های این پژوهش، شدت انتشار دی‌اکسید کربن یا شدت کربن، تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک دارد. به بیان دیگر به ازای یک درصد افزایش در شدت کربن، با فرض ثبات سایر شرایط، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک به میزان ۰/۷۵ درصد افزایش می‌یابد. افزایش شدت انتشار دی‌اکسید کربن به واسطه افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی موجب افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌گردد. نتیجه به دست آمده با پژوهش سادورسکی (۲۰۰۹) همسو است. براساس مندرج در جدول (۵)، درآمد (gdp) تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک دارد. به عبارت دیگر، به ازای یک درصد افزایش در درآمد، با فرض ثبات سایر شرایط، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مذکور به میزان ۱/۰۷ درصد افزایش می‌یابد که این امر حاکی از مثبت بودن کشش درآمدی مربوط به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورهاست. از آنجا که هزینه استقرار صنایع و فناوری‌های مرتبط با استحصال انرژی‌های تجدیدپذیر بالاست، سطوح بالاتر درآمد موجب افزایش سرمایه‌گذاری در این دسته از انرژی‌ها می‌گردد. نتایج

حاصل از تخمین مدل و تفسیر ضریب متغیر درآمد، با نتایج مطالعاتی همچون سادورسکی (۲۰۰۹) و لی و همکاران (۲۰۲۰) سازگار است.

همان‌طور که در جدول (۵) نیز ملاحظه شد، اثر متغیر قیمت نفت خام بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها، بی‌معنی شد. به عبارتی، رابطه معناداری میان قیمت نفت خام و مصرف این دسته از انرژی‌ها در طی سال‌های ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ میلادی در کشورهای عضو اوپک، وجود ندارد و قیمت نفت، نتوانسته است تغییرات مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در این گروه از کشورها توضیح دهد. تحلیل این نتیجه، مشابه با پژوهش دینز (۲۰۱۷) بوده و قابل توجه است. به بیان دیگر، اگرچه کشورهای عضو اوپک به لحاظ اقتصادی، وابسته به نفت هستند و باید در جهت کاهش وابستگی خود بکوشند اما استقرار فناوری‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها، بسیار پرهزینه بوده و مستلزم سرمایه‌گذاری کلان است، بنابراین، از جمله مواردی که رشد انرژی تجدیدپذیر را در این کشورها کند می‌کند، می‌توان به مواردی همچون هزینه اولیه و قیمت تمام شده بالا، عدم سرمایه‌گذاری کافی و نبود سیاست‌های حمایتی برای رشد این دسته از منابع انرژی اشاره کرد. همچنین عدم وجود مقررات زیست‌محیطی یا جدی نگرفتن آن‌ها، شرایط جغرافیایی و محدودیت‌های ذاتی انرژی‌های تجدیدپذیر همانند آب و هوا و موانع تکنولوژیک از دیگر دلایل کندی گسترش انرژی‌های نو در کشورهای در حال توسعه وابسته به نفت است. از طرف دیگر، کشورهای مذکور، وابسته به درآمدهای نفتی بوده و احتمالاً به موازات افزایش قیمت نفت خام، وضعیت اقتصادی بهتری خواهند داشتند. بنابراین، می‌توان گفت این کشورها هیچ انگیزه‌ای برای افزایش استقرار و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نخواهند داشت، مگر اینکه یا ذخایر نفت آن‌ها کاهش یابد یا استقرار فناوری‌ها و در نتیجه، استحصال انرژی‌های تجدیدپذیر، ارزان‌تر شده یا یک تغییر سیاسی در سطح دولتی یا فراملی برای آن‌ها دیکته شود (دینز، ۲۰۱۷).

۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر، با هدف بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با تأکید بر بررسی میزان و نحوه اثرگذاری شاخص حکمرانی خوب، سرمایه انسانی، شدت انتشار دی‌اکسیدکربن، درآمد (تولید ناخالص داخلی) و قیمت نفت خام در گروه کشورهای عضو اوپک با استفاده از داده‌های تابلویی و رهیافت اقتصادسنجی حداقل مربعات

تعمیم یافته امکان پذیر، انجام گرفته است. نمونه مورد بررسی شامل ۱۵ کشور عضو اوپک (به جز ونزوئلا) در دوره زمانی ۲۰۰۴ الی ۲۰۱۸ میلادی می باشد.

نتایج حاصل از تخمین مدل رگرسیونی بیانگر آن بود که تمامی متغیرهای مورد بررسی، به غیر از قیمت نفت خام، معنادار و دارای علامت منطبق با مبانی نظری هستند، به گونه ای که یک واحد افزایش یا بهبود در شاخص حکمرانی خوب، مصرف انرژی های تجدیدپذیر را در گروه کشورهای عضو اوپک به میزان ۰/۱۰ درصد افزایش می دهد. همچنین یک درصد افزایش در سرمایه انسانی، شدت انتشار دی اکسید کربن و درآمد (GDP)، مصرف انرژی های تجدیدپذیر را در این گروه از کشورها به ترتیب به میزان ۰/۷۶ درصد، ۰/۷۵ درصد و ۱/۰۷ درصد افزایش می دهد. این در حالیست که رابطه معناداری میان قیمت نفت خام و مصرف این دسته از انرژی ها در کشورهای مورد مطالعه وجود ندارد که به دو دلیل ممکن است رخ دهد:

(۱) به دلیل آنکه پشتیبانی کردن از هزینه های استفاده از سوخت های فسیلی، به مراتب آسان تر از تحمل هزینه های سنگین استفاده از تکنولوژی های مربوط به استحصال و مصرف انرژی های تجدیدپذیر است.

(۲) دلیل دیگر ممکن است به دلیل عدم وجود محدودیت های زیست محیطی یا جدی نگرفتن آن ها باشد. زیرا سوخت های فسیلی نسبت به انرژی های تجدیدپذیر، جایگزین های بهتر و ارزان تری برای یکدیگر هستند. به عنوان مثال با افزایش قیمت زغال سنگ، سایر انرژی های فسیلی ارزان تر، جایگزین آن می شود و به آلودگی های ناشی از احتراق آن ها توجه چندانی نمی گردد. بنابراین در این پژوهش، قیمت نفت خام نمی تواند تغییرات مصرف انرژی های تجدیدپذیر را توضیح دهد.

از دیگر نتایج این پژوهش آن است که درآمد (تولید ناخالص داخلی)، محرک اصلی و به عبارتی، اصلی ترین عامل تعیین کننده مصرف انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک است. بنابراین، طراحی سیاست انرژی کارآمد، مستلزم درک خوب رابطه بین درآمد و مصرف انرژی های تجدیدپذیر است و کشش های درآمدی قابل اطمینان برای انرژی های تجدیدپذیر، ورودی های مهمی در توسعه سیاست انرژی کارآمد محسوب می شوند. با مطالعه نتایج به دست آمده می توان گفت که اجرای سیاست های قیمتی از جمله سیاست افزایش قیمت منابع انرژی فسیلی با انگیزه افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر،

ممکن است موجب نیل به هدف دلخواه، یعنی افزایش مصرف این دسته از انرژی‌ها در کشورهای مذکور نگردد. لذا طراحی و اجرای سیاست‌های غیرقیمتی از جمله حمایت‌های قانونی و حمایت‌های اقتصادی مانند کمک‌های مالی و پرداخت یارانه، توسعه نهادها، استفاده از فناوری‌های نوین و تشویق و اعطای تسهیلات در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر توصیه می‌گردد.

با توجه به اثر مثبت و معنادار شاخص حکمرانی خوب و سرمایه انسانی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، پیشنهاد می‌گردد به کیفیت قوانین و مقررات، حاکمیت قانون و طراحی و اجرای قوانین در حمایت از محیط‌زیست و توسعه بیشتر انرژی‌های پاک، توجه مضاعف شود. علاوه بر موارد ذکر شده، پرننگ کردن نقش جامعه در تحولات بخش انرژی، تلاش در جهت برقراری ثبات سیاسی و اقتصادی، تربیت و توسعه نیروی انسانی متخصص از طریق تقویت و گسترش کمی و کیفی برنامه‌های آموزشی با مشارکت دانشگاه‌ها، استفاده بهینه از فرصت‌های موجود برای همکاری‌های فنی و آموزشی با کشورهای صاحب تکنولوژی‌های پیشرفته و در نهایت، آگاه‌سازی و اشاعه فرهنگ استفاده از انرژی‌های نو از دیگر پیشنهادات برخاسته از این پژوهش می‌باشد.

از جمله محدودیت‌هایی که در روند نگارش این پژوهش وجود داشت، کمبود مطالعات به روز انجام گرفته - اعم از مطالعات داخلی و خارجی - در حوزه اثرگذاری متغیر شدت کربن بر مصرف انرژی، به‌ویژه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بود.

از جمله مواردی که می‌توان برای مطالعات آتی پیشنهاد کرد، بررسی اثرگذاری هر کدام از زیرشاخص‌های حکمرانی خوب به‌صورت جداگانه بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک می‌باشد. همچنین با توجه به آنکه برای تولید برق از منابع اولیه انرژی متفاوت و فرآورده‌های نفتی متنوعی استفاده می‌گردد و از آنجایی که در کشورهای عضو اوپک به این فرآورده‌ها، یارانه اختصاص داده می‌شود، ممکن است ضرایب تخمین زده شده در این پژوهش از درجه اعتبار بالایی برخوردار نباشند. لذا جهت بالا بردن و ارتقای توضیح‌دهندگی ضرایب و نتایج به‌دست آمده بایستی قیمت سایر منابع اولیه انرژی و همچنین فرآورده‌های نفتی در مدل گنجانده شود که این امر، انجام یک پژوهش جداگانه و تکمیلی را طلب خواهد کرد، بنابراین می‌توان لحاظ کردن قیمت عوامل مذکور را به‌عنوان یک پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی مد نظر قرار داد.

۷. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۸. سپاسگزاری

نویسندگان مقاله در راستای بهبود کیفی مقاله از نظرات و پیشنهادات ارزشمند داوران گرانقدر سپاسگزاری می‌نمایند.

ORCID

Marzieh Asgari

 <http://orcid.org/0009-0006-9648-9745>

Morteza Khorsandiu

 <https://orcid.org/0000-0003-3398-4782>

Abdolrasol Ghasemi

 <https://orcid.org/0000-0002-6466-1137>

۹. منابع

ارباب، حمیدرضا؛ امامی میبدی، علی و رجبی قادی، صبا. (۱۳۹۶). رابطه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب اوپک. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۶(۲۳)، ۲۹-۵۶. doi: 22054/10/jiee.8025/2017

بهبودی، داود؛ محمدزاده، پرویز و موسوی، سها. (۱۳۹۹). بررسی روابط متقابل بین انرژی تجدیدپذیر - توسعه پایدار - انتشار دی اکسید کربن در ایران: رویکرد خودرگرسیون برداری بیزین. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲(۲)، ۳۹۵-۴۰۷. doi: 22034/10/jest.27377/2020.3646

دانشوری، سمیه؛ سلاطین، پروانه و خلیل‌زاده، محمد. (۱۳۹۸). تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر اقتصاد سبز. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۱(۱۲) (پیاپی ۹۱)، ۱۷۹-۱۶۵.

دژپسند، فرهاد؛ امینی، علیرضا و احمدی کبیر، مهدی. (۱۳۹۸). تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل: مطالعه موردی بانک‌های منتخب تخصصی و تجاری دولتی و خصوصی ایران. *اقتصاد مالی*، ۱۱۳(۴۹)، ۱۵۳-۱۸۲. SID. <https://sid.ir/paper/364230/fa>

سلاطین، پروانه و غفاری صومعه، نیلوفر. (۱۳۹۹). تأثیر انرژی هسته‌ای بر کیفیت محیط زیست: رهیافت داده‌های پانل. *پایداری، توسعه و محیط زیست*، ۱(۳)، ۶۵-۵۴.

شامحمدی سه‌چکی، عرفان؛ خانزادی، آزاد و کریمی، محمدشریف. (۱۴۰۱). بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی منتخب اوپک، رویکرد الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده تابلویی. *سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی*، ۱(۳)، ۱۰۶-۸۰.

doi: <https://doi.org/10.34785/J025.2022.023>

عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با ... | عسگری و همکاران | ۱۵۹

شوال پور، سعید و کاویانی، الهه. (۱۳۹۷). تأثیر نوسانات قیمت نفت بر ظرفیت برق بادی در کشورهای در حال توسعه با تأکید بر نقش یادگیری فنی و صرفه‌های ناشی از مقیاس.

پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۷(۲۶)، ۵۰-۲۵. doi:22054/10/jiee.9098/2018

صمدی پور، شهلا؛ احمدزاده، خالد و محمدی، احمد. (۱۳۹۴). رابطه حکمرانی خوب و رشد اقتصادی در بین کشورهای در حال توسعه. کنفرانس بین‌المللی جهت‌گیری‌های نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری. تبریز. سازمان مدیریت صنعتی نمایندگی آذربایجان شرقی. ۱۰-۱. فدایی، مهدی و غفاری، سعید. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر شاخص‌های حکمرانی خوب و اندازه دولت بر شاخص فساد در کشورهای گروه بریکس و ایران. چشم‌انداز مدیریت دولتی، ۸(۴)، ۸۶-۶۵.

محمدی، محمد و عبدالهی، رضا. (۱۳۹۸). مروری بر اهمیت و جایگاه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و جهان و بررسی پتانسیل‌های موجود در کشور. دومین کنفرانس بین‌المللی عمران،

معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران، تهران. <https://civilica.com/doc/973330>

مداح، مجید و عبدالهی، مریم. (۱۳۹۱). اثر کیفیت نهادها بر آلودگی محیط زیست در چارچوب منحنی کوزنتس با استفاده از الگوهای پانل دیتا ایستا و پویا (مطالعه موردی: کشورهای عضو

سازمان کنفرانس اسلامی). فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی. ۱۸۶-۱۷۱، ۵۱۲.

نوراللهی، یونس؛ عباسپور، عاطفه؛ سراج، حمیدرضا و یوسفی، حسین. (۱۳۹۹). مدل‌سازی سیستم انرژی با هدف افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر: مطالعه موردی شهر اهواز.

<https://civilica.com/doc/1246821>

References

- Abid, M. (2016). Impact of economic, financial, and institutional factors on CO2 emissions: Evidence from Sub-Saharan Africa economies. *Util. Pol.*, 41, 85-94.
- Abid, M. (2017). Does economic, financial and institutional developments matter for environmental quality? A comparative analysis of EU and MEA countries. *J. Environ. Manag.*, 188, 183-194.
- Akhtaruzzaman, M. (2021). The link between good governance, economic development and renewable energy investment: Evidence from upper middle-income countries. *Available at SSRN 3931206*.
- Akintande, O. J., Olubusoye, O. E., Adenikinju, A. F., & Olanrewaju, B. T. (2020). Modeling the determinants of renewable energy consumption: Evidence from the five most populous nations in Africa. *Energy*, 206, 117992.

- Arbab, H., 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. doi: 10.22054/jiee.2017.8025. [In Persian]
- Arminen, H., Menegaki, A.N. (2019). Corruption, climate and the energy environment-growth nexus. *Energy Econ.*, 80, 621-634
- Bardhan, P (1997). Corruption & Political Development: A Reviwe of Issues. *Journal of Economic Literature*, 35(3).
- Beck, N., & Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with time-series cross-section data. *American political science review*, 89(3), 634-647.
- Behboudi, D., Mohammadzadeh, P., & Moosavi, S. (2020). Investigation of Interrelationship between Renewable Energy-Sustainable Development-Co2 Emmision in Iran: Bayesian VAR Approach. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 22(2 (93)), 395-407. SID. <https://sid.ir/paper/361554/en>. [In Persian]
- Bellakhal, R., Kheder, S., Haffoudhi, H. (2019). Governance and Renewable Energy Investment in MENA Countries: How Does Trade Matter? *Energy Econ.*, 84, 104541.
- Bielska, R., Bielski, S., Pik, K., & Kurowska, K. (2020). The Importance of Renewable Energy Sources in Poland's Energy Mix. *Energies*, 13(18), 4624. doi:3390/10/en13184624.
- 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 Policy* 33, 1397-1407.
- Brown, M. A., Dwivedi, P., Mani, S., Matisoff, D., Mohan, J. E., Mullen, J., & Polepeddi, L. (2021). A framework for localizing global climate solutions and their carbon reduction potential. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(31).
- Cabeca, A., Henriques, C., Figueira, J., & Silva, C.(2021). A Multicriteria Classification Approach for Assessing the Current Governance Capacities on Energy Efficiency in the European Union. *Energy Policy*, 148, 111946.
- Chang, T.H., Huang, C.M., Lee, M.C. (2009). Threshold effect of the economic growth rate on the renewable energy development from a change in energy price: evidence from OECD countries. *Energy Policy* 37, 5796-5802.
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2021). Determinants of renewable energy consumption: Importance of democratic institutions. *Renewable Energy*, 179, 75-83.
- Chen, W.-H., Budzianowski, W., & Lee, K.T. (2017). Preface—Sustainable Biofuels. *Energy Convers. Manag.*, 141, 1.

- Daneshvari, S., Salatin, P., & Khalilzadeh, M. (2020). Impact of Renewable Energies on Green Economy. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 21(12 (91)), 165-179. SID. <https://sid.ir/paper/364230/en>. [In Persian]
- Deniz, P. (2017). Oil prices and renewable energy: oil dependent countries. *Journal of Research in Economics*, 3(2), 139-152.
- Dezhpasand, F., Amini, A., & Ahmadi Kabir, M. (2019). Analysis of factors affecting total factor productivity: A case study of selected specialized and commercial state and private banks in Iran. *Financial Economics*, 13(49), 153-182. [In Persian]
- Economic Report of the President. (2006). *United States Government Printing Office, Washington, DC* 29.
- Fadaei, M., & Ghaffari, S. (2017). Investigating the effect of good governance indicators and government size on corruption index in BRICS countries and Iran. *Public Management Perspectives*, 8(4), 65-86. [In Persian]
- Galinato, G.I., & Galinato, S.P. (2012). The effects of corruption control, political stability and economic growth on deforestation-induced carbon dioxide emissions. *Environ. Dev. Econ.*, 17, 67-90
- Greene, H. William. (2002). *Econometric Analysis*, Macmillan Publishing Company, New York University.
- Gul Akar, B. (2016, April). The Determinants Of renewable energy Consumption: An empirical Analysis for Balkans. *European Journal of Scientific research*, 12, 594-607. doi:DOI:19044/10/esj.2016.v12n11 p594.
- Hassan, S.T., Danish Khan, S.U.D., Xia, E., & Fatima, H. (2020). Role of institutions in correcting environmental pollution: An empirical investigation. *Sustain. Cities Soc.*, 53, 101901. 43.
- Herzog, T., Pershing, J., & Baumert, K. A. (2005). Navigating the numbers.
- Johnstone, N., Hascic, I., & Popp, D. (2010). Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts, Environmental and Resource. *Economics*, 45, 133-155 17.
- Karacan, R., Mukhtarov, Sh., Barış, İ., İşleyen, A., & Emin Yardımcı, M. (2021). "The Impact of Oil Price on Transition toward Renewable Energy Consumption? Evidence from Russia" *Energies* 14, no. 10: 2947. <https://doi.org/3390/10/en14102947>.
- Larraín, B.F., & Tavares, J. (2004). Does foreign direct investment decrease corruption? *Cuad. Econ.-Lat. Am. J. Econ.*, 41, 217-230.
- Levin, A. C.F., Lin, C.S., & Chu, J. (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties. *Journal of Econometrics*, 108: 1-24 .
- Li, J., Zhang, X., Ali, S., & Khan, Z. (2020). Eco-innovation and energy productivity: New determinants of renewable energy consumption. *Journal of Environmental Management*, 271, 111028.

- Lu, W.-M., Kweh, Q., Nourani, M., & Lin, C.-Y. (2021). Political Governance, Corruption Perceptions Index, and National Dynamic Energy Efficiency. *J. Clean. Prod.*, 295, 126505.
- Madah, M., & Abdollahi, M. (2012). Effect of Institutions Quality on Environment Pollution Based on Kuznets Curve Using Static and Dynamic Panel Data (Case Study: Members of Organization of the Islamic Conference). *Iranian Energy Economics*, 2(5), 171-186. [In Persian]
- Mahmood, H., Tanveer, M., & Furqan, M. Rule of Law, Corruption Control, Governance, and Economic Growth in Managing Renewable and Nonrenewable Energy Consumption in South Asia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 10637. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010637>
- Marques, A. C., Fuinhas, J. A., & Pires Manso, J. R. (2010). Motivations driving renewable energy in European countries: a panel data approach. *Energy Policy* 38, 6877-6885.
- Mehrara, M., Razi, D. H., & Rezaei, S. (2015). Determinants of Renewable Energy Consumption among ECO Countries; Based on Bayesian Model Averaging and Weighted-Average Least Square. *International Letters of Social and Humanistic Sciences* 54, 96-109.
<https://doi.org/10.18052/10/www.scipress.com/ILSHS.96/54>.
- Menegaki, A. (2011, march). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257-263.
- Menz, F., & Vachon, S. (2006). The effectiveness of different policy regimes for promoting wind power: experiences from the States. *Energy Policy*, 34, 1786-1796.
- Mohammadi, M., & Abdollahi, R. (2019). A review of the importance and position of renewable energies in Iran and the world and a study of the potentials available in the country. The Second International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran, Tehran. <https://civilica.com/doc/973330>. [In Persian]
- Noorollahi, Y., Abbaspour, A., Seraj, H.R. & Yousefi, H. (2021) Modeling the Energy System to Evaluate Share of Renewable Energies: Case of City of Ahvaz. <https://civilica.com/doc/1246821>. [In Persian]
- Oberthur, S., Khandekar, G., & Wyns, T. (2021) Global Governance for the Decarbonization of Energy-Intensive Industries: Great Potential Underexploited. *Energy Syst. Gov.*, 8, 100072.
- Olanrewaju, B., Olubusoye, O., Akintande, O., & Adenikinju, A. (2019, september). A panel data analysis of renewable energy consumption in Africa. *Renewable Energy*, 668-679.
- Oluoch, S., Lal, P., & Susaeta, A. (2021). Investigating factors affecting renewable energy consumption: A panel data analysis in Sub Saharan Africa. *Environmental Challenges*, 4, 100092.

- Purcel, A.A. (2019). Does political stability hinder pollution? Evidence from developing states. *Econ. Res. Guard.*, 9, 75-98.
- Rosales-Calderon, O., & Arantes, V. (2019). A review on commercial scale high value products that can be produced alongside cellulosic ethanol. *Biotechnol. Biofuels*, 12, 240.
- Sadorsky, P. (2009a). Renewable energy consumption, CO₂ emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics*, 31, 456-462.
- Sadorsky, P. (2009b). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy*. 37, 4021-4028.
- Salatin, P., Ghaffari Somea, N. (2020). Nuclear energy and Environmental Quality Approach to Data Integration. *Sustainability, Development & Environm.*, 1(3), 54-65. [In Persian]
- Salim, Ruhul A., Rafiq, Shuddhasattwa. (2010). Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy? *Energy Economics*, 34/2012, 1051-1057 www.irena.org Publications.
- Salman, M., Long, X., Dauda, L., & Mensah, C.N. (2019). The impact of institutional quality on economic growth and carbon emissions: Evidence from Indonesia, South Korea and Thailand. *J. Clean. Prod.*, 241, 118331.
- Samadipour, Sh., Ahmadzadeh, Kh. & Mohammadi, A. (2015). The relationship between good governance and economic growth among developing countries. International Conference on New Directions in Management, Economics and Accounting. Tabriz. *Industrial Management Organization, East Azerbaijan Representative Office*. 1-10. [In Persian]
- Sarkodie, S., & Adams, S. (2020). Electricity Access, Human Development Index, Governance and Income Inequality in Sub-Saharan Africa. *Energy Rep.* 6, 455-466.
- Shamohammadi Sechaki, E., Khanzadi, A., & Karimi, M. S. (2022). Investigating factors affecting renewable energy consumption in selected OPEC oil countries, A Panel ARDL approach. *Economic Policies and Research*, 1(3), 80-106. doi: <https://doi.org/10.34785/J025.2022.023>. [In Persian]
- Shavalpour, S., Kaviani, E. (2018). The Effect of Oil Price Fluctuations on Wind Power Capacity in Developing Countries, Based on Technological Learning and Economies of Scale. *Iranian Energy Economics*, 7(26), 25-50. doi: 10.22054/jiee.2018.9098. [In Persian]
- Stern, N. (2006). Stern review on the economics of climate change. Stern Review on the Economics of Climate Change, *UK Treasury*.
- Uzar, U. (2020). Is income inequality a driver for renewable energy consumption?. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120287.
- Van Ruijven, B., & van Vuuen, D.P. (2009). Oil and natural gas prices and greenhouse gas emission mitigation. *Energy Policy*, 37, 4797-4808.

- Welsch, H. (2004). Corruption, growth, and the environment: A cross-country analysis. *Environ. Dev. Econ.*, 9, 663-693.
- Wright, L., Kemp, S., & Williams, I. (2011). Carbon footprinting towards a universally accepted definition; *Carbon Management 2* (1): 61-72.



استناد به این مقاله: عسگری، مرضیه؛ خورسندی، مرتضی؛ قاسمی، عبدالرسول. (۱۴۰۳). عوامل مؤثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اوپک با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵۰ (۱۳)، ۱۲۳-۱۶۴.



Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.