Journal of Agricultural Economics Research

ISSN (Print):

Research Paper

Comparison the Effect of Renewable and Non- Renewable Energy on Air Pollution: "A Case Study of Middle-Income Countries"

Mohsen Darvish[1], Fatemeh Zandi[2*], Bijan Safavi[3], Behnaz Saboori[4]

1. Ph.D. Student of Public Sector Economics, Department of Economics, Faculty of Shahid Soleimani (Economics), South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Shahid Soleimani (Economics), South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Shahid Soleimani (Economics), South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Associat Professor, Department of Natural Resource Economics, College of Agricultural and Marine Sciences, Soltan Qaboos University, Muscat, Oman.

Received:
Accepted:
PP:

Use your device to scan and read the article online

Doi:

Keywords:
Renewable Energy Consumption, Non-Renewable Energy Consumption, Carbon Dioxide Consumption, Middle Income Countries. The Per Capita

Abstract

Introduction: Given the need for stable economic growth in middle-income countries, the deteriorating air pollution situation in these,and the need to adopt appropriate policies to reduce pollutants, it is essential to provide energy from clean sources. what should be considered is that on the one hand, continuing the current path of achieving economic growth with the current pattern of energy consumption from conventional non-renewable sources will lead to increased environmental damage, and on the other hand, replacing renewable energies with fossil fuels should not be in a way that stops the continuation of the path of economic development. Providing from renewable sources with planning, in addition to creating special capacity for economic growth, will improve energy security by diversifying the country's energy portfolio and reduce air pollution.

Materials and Methods: The present study seeks to what impact energy consumption from renewable and non-renewable energy sources has had on air pollution in upper-middle-income and lower-middle-income countries over the period 1992 to 2022. Short and long-term coefficients have been specified from the research model and estimated using the panel data method including CS-ARDL

Findings: The coefficient of the variable per capita income for both upper-middle-income and lower-middle-income countries is higher in the long run than in the short run. Accordingly, according to the new approach, the environmental Kuznets hypothesis is not accepted for these two groups of countries at conventional statistical levels. In addition, in the long run, the coefficient of CO2 gas emissions from fossil energy consumption is positive. Also, the effect of renewable energy consumption in middle-income groups causes a reduction in pollution emissions and, along with an increase in the level of development, is more effective in reducing pollutant emissions.

Conclusion: policymakers can strengthen their key role in international energy supply and reduce carbon dioxide emissions by developing renewable energy sources and preserving non-renewable fossil fuel resources. In addition, investing in clean energy sources over time generates a wide range of other socio-economic benefits, such as creating more jobs, increasing incomes, and promoting environmental sustainability. It is inevitable that middle-income countries will sign agreements to adopt efficient methods of renewable energy production at the regional level in order to implement pollution control policies and reduce CO2 emissions. In the process of implementing these policies, countries will not only reduce their dependence on dirty energy, but also contribute to the fight against global warming.

* **Corresponding author:** Fatemeh Zandi
Address: Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Shahid Soleimani (Economics), South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Tell: 09123181539
Email: f_zandi@azad.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

With population growth and economic development following the Industrial Revolution, global energy consumption and carbon dioxide emissions have increased dramatically; therefore, studying the mechanism of carbon dioxide reduction is a necessary and immediate transformation of energy consumption (2).

Studying the Kuznets environmental hypothesis by considering the simultaneous consumption of renewable and non-renewable energies in the model can be of great help in the field of environmental policies (5).

The main purpose of this study is to identify and compare the effect of renewable energy on CO2 emissions in middle-income countries. According to Narayan's approach, it has not been tested yet. In middle-income countries. If the elasticity of income in the long-term is less than its elasticity in the short-term, it means that an increase in income over time leads to less carbon dioxide emissions (24).

Materials and Methods

In order to estimate the effects of renewable energy consumption on carbon dioxide emissions, the following experimental model (which is linearly logarithmic) is specified:

$$CO2_{it} = f(RECP_{it}, Z_{it}) \quad (1)$$

In model, CO2 per capita carbon dioxide emissions, Z are other variables. In order to estimate the research model, statistical data Variable statistical data for middle-income countries in the upper and lower levels of the world during the period of years 1992-2022 are based on the latest statistics released by the World Bank (40) and the US Energy Information Administration (41).

The linear-logarithmic specification of model (2) is as follows:

$$lCO2_{it} = \alpha_i + lRGDPP_{it} + lRECP_{it} + lPECP_{it} + lOP_{it} + lFD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

In relation (3) the definition of variables is as follows:

lCO2: logarithm (natural) per capita dioxide emission (metric ton)

i and t: respectively section (country) panel member and time (year)

α_i which is assumed to differ between the panel member sections (panel member countries).

lRGDPP: Natural logarithm of real per capita income (fixed price 2010 USD)

lRECP: Natural logarithm of per capita renewable energy consumption (in billion Btu)

lPECP: Natural logarithm of per capita fossil energy consumption (in million Btu)

lOP: Natural logarithm of the degree of trade openness (exports + imports as a percentage of GDP)

lFD: Natural logarithm of financial development (domestic credit to the private sector by banks (as a percentage of GDP)

ϵ_{it}: Regression Error Term

The following model is specified and estimated by the CS-ARDL method:

$$\Delta lCO2_{it} = \alpha_i + \sum_{l=1}^{p} \varphi_{1l} \Delta lRGDPP_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{1l} lRECP_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{2l} lPECP_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{3l} lOP_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{4l} lFD_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{0l} \overline{\Delta lRGDPP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{1l} \overline{lRECP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{2l} \overline{lPECP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{3l} \overline{lOP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{4l} \overline{lFD}_{it-l} \quad (4)$$

Equation (4) is derived by estimating and extracting short-term and long-term coefficients of independent variables. Middle-income countries in the statistical population of the study According to the World Bank classification in two groups of 31 upper middle-income countries, 30 countries are in the lower middle-income countries.

Findings

The results of the unit root test for the enumerated cases of middle and upper middle income countries are presented in Table (1), respectively. Table (2) presents the numerical value of the unit root test statistic and its probability value. Based on the results of the unit root test, the average income groups are at least at the level of statistical error of 5% I (1).

CS-ARDL method is used to estimate short-term and long-term relationships based on Equation (4). The estimation results of this equation for middle-income and middle-income income are presented. Table (3) for each commodity group presents long-term as well as short-term relationship coefficients with standard value of coefficients, t-statistic and probability value of t-statistic. For upper middle income countries, the (1, 1, 1, 1, 1,1) CS-ARDL method and for lower middle

income countries, the (3, 1, 1, 1, 1,1) CS-ARDL method have been selected as the optimal model with the lowest numerical value of the Akaike statistic.

The research findings show that all long-term coefficients are significant at the five percent level. The results of estimating the lGDPP coefficient for the long-term period show that the numerical value of the estimated coefficient for upper-middle-income and lower-middle-income countries is 0.206 and 0.135, respectively. It is expected that one unit of economic growth in the long term will lead to an increase of 0.206 and 0.135 percent in CO2 emissions in these countries. The results of estimating the lGDPP coefficient of this variable are significant for upper-middle-income and lower-middle-income countries at conventional statistical levels in the short term. A comparison of the short-term and long-term lGDPP coefficients between the upper-middle-income and lower-middle-income countries shows that the coefficient of this variable is higher for both upper-middle-income and lower-middle-income countries in the long term than in the short term. Therefore, according to the approach of Naryan and Naryan, the "Kuznets environmental hypothesis" for the upper-middle-income and lower-middle-income countries in the sample is rejected at the five percent statistical error level. According to the environmental Kuznets theory, these two groups of countries have not yet reached the high stages of economic development.

The lRECP coefficient in the long run for upper and lower middle-income countries is -0.263 and -0.089, respectively. Based on this finding, a one percent increase in renewable energy consumption leads to a 0.263 and 0.089 percent reduction in CO2 emissions in these countries in the long run. Based on the results, CO2 emissions are elastic to renewable energy consumption in these countries in the long run.

The lPECP coefficient in the long run for upper-middle-income and lower-middle-income countries is 0.606 and 0.389. This finding shows that due to the high share of industrial products in upper-middle-income countries and the energy intensity of these products, their production and export will be associated with higher pollution emissions compared to lower-middle-income countries.

Based on the estimated long-term results for upper-middle-income and lower-middle-income countries, a one percent increase in trade liberalization leads to a 0.041 and 0.031 percent increase in CO2 emissions in these countries, respectively. Also, the estimated lBANK coefficient for upper-middle-income and lower-middle-income countries is 0.018 and 0.058, respectively. Based on this finding, it shows that as the level of development of countries increases, the impact of financial development on reducing CO2 emissions will increase.

Discussion and Conclusion

The estimation results show that in the long run, economic growth leads to an increase in CO2 emissions in these countries. According to the environmental theoretical foundations of Kuznets, in the early stages of economic development of countries with low per capita income, the agricultural sector is the dominant sector of the economy and economic development will not lead to an increase in pollution. As the process of economic development continues, the share of the industrial sector in the economy increases, which in turn increases energy consumption. Economic development is accompanied by environmental degradation. When economies pass the industrialization stage and enter the third phase of economic development and increase the share of services in the economy, economic development becomes more environmentally friendly and economic development will be accompanied by a reduction in pollution. Therefore, these two groups of countries have not yet reached the high stages of economic development.

Based on this finding, the growth in renewable energy consumption in upper-middle-income and lower-middle-income countries leads to a long-term reduction in pollution in these countries. Also, comparing the effectiveness of renewable energy between middle-income groups shows that the effectiveness of renewable energy consumption on pollution reduction has not yet reached a high stage of efficiency. The use and exploitation of renewable energies brings benefits such as being clean, renewable, affordable, reducing air pollution, and also reducing greenhouse gas emissions.

The research model based on the approach of Narian and Narian (2010) states that if the income elasticity in the long run is less than its elasticity in the short run, it means that increasing income over time leads to a

reduction in carbon dioxide emissions.

To estimate the short-term and long-term coefficients, the research model specified with CS-ARDL panel data was used. The research results show that in the long run there is no inverse N relationship between per capita income and pollution emissions in the two groups of upper- and lower-middle-income countries. Accordingly, the environmental Kuznets hypothesis is not accepted at conventional statistical levels and in the long run, the effectiveness of renewable energy consumption among middle-income groups in reducing pollutant emissions has not yet reached the stage of complete reduction efficiency. CO2 emissions decrease further with the consumption of renewable energy along with an increase in the level of income growth.

In the short term, in middle-income countries, an increase in per capita income leads to an increase in CO2 emissions. CO2 emissions also increase with increasing fossil energy consumption.

The results of this study are in line with the results of the study by Bosso and Ndelko (2021), Hassaniseh et al. (2019), and Zondovi (2017) in the short term, and are contrary to the results of the study by Ostadzadeh and Bahlouli (2015).

According to the results of this article, policy recommendations and suggestions can be made regarding the group of middle-income countries. Since, on the one hand, the use of renewable energy reduces pollution, and on the other hand, the increase in GDP with more energy consumption causes an increase in environmental pollution, policymakers should simultaneously focus on economic growth and environmental issues in these countries. . In this context, it is necessary to adopt effective environmental policies to reduce the effects of pollution and implement policies to increase production efficiency in these countries. In this regard, policymakers should revise energy policies by reducing dependence on fossil fuels and speed up the transfer of green technologies, and promote innovation in energy to ensure sustainable development and achieve the ambitious emission goals under Kyoto and Paris.

Keeping in mind that the consumption of fossil fuels has adverse effects on the environment, the increase in its domestic demand in countries can intensify the decrease in the quality of the environment through the emission of carbon dioxide. As a result, these countries should adopt some policy measures such as increasing energy efficiency and rational and optimal energy consumption. These strategies should be focused on sectors such as buildings, transportation and industry, which are heavily dependent on fossil fuels and always have the highest energy consumption. For example, these policies may be implemented through building public transportation networks within cities, using fuel-efficient vehicles, improving insulation methods in buildings, and encouraging the use of energy-efficient technology. With these measures, the country can reduce its fossil fuel consumption and thus reduce CO2 emissions.

By developing renewable energy sources in middle-income countries, policymakers can strengthen their key role in international energy supply and reduce carbon dioxide emissions by preserving non-renewable fossil fuel sources. In addition, investing in clean energy sources over time creates a wide range of other socio-economic benefits such as creating more jobs, increasing income and promoting environmental sustainability. Signing agreements between middle-income countries to adopt renewable energy production methods at the regional level in order to implement pollution control policies and reduce CO2 emissions is inevitable. During the implementation of these policies, countries not only reduce their dependence on dirty energy, but also contribute to the fight against global warming.

In Future research could examine the impact of future technologies such as artificial intelligence, augmented reality, and 3D printing on CO2 emissions or other variables such as carbon footprint in a country or group of countries. It would also be a good idea for future research to examine how specific green technologies such as solar panels, wind turbines, direct air capture, electric vehicles, long-term storage batteries, plastic recycling, and LED lighting efficiency affect environmental pollution. Other determinants of CO2 emissions such as economic complexity, institutional quality, political stability, industrialization, oil price fluctuations, etc. could also be included in the model specifications to examine their effects on environmental quality. In addition, using the nonlinear simultaneous distributed lag

(NARDL) model to examine the presence of asymmetric cointegration between variables could be a suitable solution for future research. Finally, the model framework could be expanded by changing the specifications of the model used, such as introducing a dynamic autoregressive component related to the dependent variable.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Compliance with ethical guidelines all subjects full fills the informed consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Methodology

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی

شاپا چاپی:

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپدیر بر آلودگی هوا: "مطالعه موردی کشورهای با درآمد متوسط"

محسن درویش[۱]، فاطمه زندی*[۲]، بیژن صفوی[۳]، بهناز صبوری[۴]

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد بخش عمومی، گروه اقتصاد، دانشکده شهید سلیمانی (اقتصاد)، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.[۳]

۲- استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده شهید سلیمانی (اقتصاد)، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده شهید سلیمانی (اقتصاد)، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- دانشیار، گروه اقتصاد منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و علوم دریایی، دانشگاه سلطان قابوس، مسقط، عمان.

تاریخ دریافت:

تاریخ پذیرش:

شماره صفحات:

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

Doi:

واژه‌های کلیدی:

مصرف انرژی‌های تجدید پذیر

مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر

مصرف دی‌اکسید کربن

کشورها با درآمد متوسط

درآمد سرانه

چکیده

مقدمه و هدف: با توجه به نیاز به رشد اقتصادی باثبات در کشورهای با درآمد متوسط ، وضعیت رو به وخامت آلودگی هوا در این کشورها و لزوم اتخاذ سیاست‌های مناسب برای کاهش آلایندها، تامین انرژی از منابع پاک برای این کشورها امری ضروری است. آنچه باید در نظر داشت این است که از یکسو تداوم مسیر فعلی دستیابی به رشد اقتصادی با الگوی فعلی مصرف انرژی از منابع مرسوم تجدیدناپذیر منجر به افزایش آسیب های زیست محیطی می‌گردد و از سوی دیگر جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر با سوخت‌های فسیلی نباید به گونه ای باشد که تداوم مسیر توسعه اقتصادی را متوقف سازد. تامین انرژی از منابع تجدیدپذیر با برنامه ریزی ، علاوه بر ایجاد ظرفیت ویژه برای رشد اقتصادی، با تنوع دادن به سبد انرژی کشور موجب ارتقای امنیت انرژی شده و می‌تواند موجب کاهش آلودگی هوا شود.

مواد و روش‌ها: مقاله حاضر به دنبال این است که در کشورها با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین مصرف انرژی تامین شده از منابع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر چه تاثیری بر آلودگی هوا طی دوره سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ داشته است. ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت از مدل پژوهش تصریح و با روش داده‌های تابلویی شامل CS-ARDL تخمین زده شده‌اند.

یافته‌ها: ضریب متغیر درآمد سرانه برای هر دو گروه کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت می‌باشد. بر این اساس مطابق رویکرد جدید نارایان و نارایان، فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای این دو گروه از کشورها در سطوح مرسوم آماری قبول نمی‌شود. همچنین در بلندمدت ضریب انتشار گاز CO_2 به دلیل مصرف انرژی‌های فسیلی مثبت است. به علاوه، اثرگذاری مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در گروه‌های متوسط درآمدی سبب کاهش انتشار آلودگی می گردد و همراه با افزایش سطح توسعه‌یافتگی کارایی بیشتری در کاهش انتشار آلاینده ها دارد.

بحث و نتیجه‌گیری: سیاست‌گذاران می‌توانند با توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر و حفظ منابع سوخت های فسیلی تجدیدناپذیر، نقش کلیدی خود در تامین انرژی بین المللی را تقویت نماید و انتشار دی‌اکسید کربن را نیز کاهش دهند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در منابع انرژی پاک در طول زمان طیف گسترده ای از مزایای اجتماعی–اقتصادی دیگر نظیر ایجاد مشاغل بیشتر، افزایش درآمد و ارتقای پایداری زیست محیطی را ایجاد می کند. امضای توافق نامه های بین کشورها با درآمد متوسط برای اتخاذ روش های کارآمد تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح منطقه ای به منظور اجرای سیاست های کنترل آلودگی ها و کاهش انتشار CO_2 امری اجتناب ناپذیر است. در طول اجرای این سیاست ها، کشورها نه تنها وابستگی به انرژی های ناپاک را کاهش می دهند، بلکه در مبارزه با گرمایش جهانی نیز مشارکت دارند.

* **نویسنده مسئول:** فاطمه زندی

نشانی: استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده شهید سلیمانی (اقتصاد)، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

پست الکترونیکی: f_zandi@azad.ac.ir

مقدمه

در دهه‌های اخیر، آلودگی به یکی از چالش‌های اصلی مدیریتی کشورها تبدیل‌شده است، به‌طوری‌که کشورها علاوه بر سیاست‌ها و اقدامات درون مرزی، سازمان‌دهی آلودگی را در حوزه بین‌المللی نیز دنبال می‌کنند. از میان مصادیق آلودگی، آلودگی‌های ناشی از گازهای گلخانه‌ای و در راس آنها دی‌اکسید کربن یکی از تهدیدهای جدی پیش روی بسیاری از کشورها می‌باشد (۱). با رشد جمعیت و لزوم دستیابی به توسعه اقتصادی مصرف انرژی جهانی و تولید دی‌اکسید کربن به شدت افزایش یافته است. از این رو مطالعه مکانیسم کاهش دی‌اکسید کربن و ارائه راهکارهایی به منظور تحول در مصرف انرژی امری ضروری و فوری است. از سوی دیگر منابع مرسوم تامین انرژی جهان بر پایه سوخت های فسیلی روزبه‌روز در حال کاهش است و کشورها برای پیشگیری از بحران انرژی به سمت تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر[۱] و نوپدید حرکت کرده‌اند که استفاده از این نوع انرژی ها مانند انرژی خورشیدی، بادی، دریایی و سایر منابع، علاوه بر تامین بخشی از نیازهای روزافزون انرژی در کاهش عوارض آلاینده‌های زیست‌محیطی نیز نقش مؤثری در کاهش دارد. دنیا در آینده با دو چالش بزرگ آب و انرژی روبه‌رو خواهد شد و این امر که با وجود موقعیت‌های جغرافیایی و منابع بسیار گسترده در زمینه تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور، هنوز از منابع نفتی تجدیدناپذیر[۲] استفاده می‌شود در کنار اتلاف سرمایه‌های ملی، سبب ایجاد حجم زیادی از آلاینده‌ها و تضییع محیط زیست می‌گردد (۲).

ایران با داشتن بخش قابل توجهی از انتشار دی اکسید کربن ناشی از نیروگاه های سوخت فسیلی در بین ۲۰ کشور آلوده جهان قرار دارد (۳) و انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک منبع انرژی پاک و عاری از هرگونه آلودگی زیست‌محیطی می‌توانند نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای آلاینده همچون دی‌اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای ایفا نماید. تقاضا برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در چند دهه گذشته افزایش‌یافته است و همچنان روزبه‌روز در حال افزایش است. این افزایش تقاضا برای انرژی علاوه بر افزایش جمعیت و نیازهای صنعتی، می تواند ناشی از تغییر سبک زندگی و بهبود رقابت باشد (۴). آمارهای موجود که عمدتاً بر اساس منابع انرژی تجدیدناپدیر استخراج گردیده است، افزایش تقاضای مصرف کل انرژی در جهان را به خوبی نشان می‌دهد. افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، مترادف با افزایش انتشار کربن در اتمسفر است که مسبب اصلی گرم شدن جهانی هوای کره زمین و انتشار آلودگی های زیست محیطی است مجموع این دلایل سبب شده تا استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در چند دهه گذشته افزایش یافته و همچنان نیز رو به افزایش است (۵).

تحقیق پیرامون رابطه بین توسعه اقتصادی و محیطزیست تاریخچه‌ای طولانی دارد که از دهه ۱۹۷۰ با مطالعات مربوط به محدودیت‌های رشد و پایداری شروع می‌شود. طی این دهه، توجه اقتصاد محیطزیست به رشد اقتصادی معطوف بود و با توجه به آنکه محیطزیست و منابع طبیعی، تأمین‌کننده بسیاری از نهاده‌های تولید هستند، در کنار عوامل تولید نیروی کار و سرمایه، منابع طبیعی نیز در تابع تولید قرار گرفتند. هدف عمده اقتصاد محیطزیست در این دوره تعیین مسیر بهینه رشد اقتصادی با توجه به فرض ثابت بودن ذخیره منابع تجدیدناپذیر و منابع تجدیدپذیر بود.

با ادامه روند تحقیقات در زمینه رشد اقتصادی، انرژی و محیط زیست در دهه های بعدی بکارگیری فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس[۳] (EKC) به عنوان یکی از ابزارهایی که به کشورها برای شناخت وضعیت محیطزیست در جریان روند توسعه‌یافتگی‌شان کمک می‌کند و تصویری از وضعیت کشور در زمینه تخریب محیطزیست ارائه می‌دهد، گسترش یافت. اگرچه در اکثر پژوهش های انجام شده با استفاده از فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس انرژی به عنوان یک متغیر کلی در نظر گرفته شده است، تفکیک آن به برحسب منابع تولیدکننده و در نظرگیری هم‌زمان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در مدل تحقیق، می‌تواند در شناخت اثرات زیست‌محیطی هر کدام از این منابع و سیاست‌گذاری‌های در این خصوص کمک شایانی نماید (۶). لذا

هدف اصلی این پژوهش، شناخت و مقایسه اثر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر انتشار گاز CO_2 دو گروه در کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین بر اساس رویکرد جدید به محنی زیست‌محیطی است. بخش دوم این مقاله شامل بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش های مرتبط و بخش سوم به روش‌شناسی پژوهش می پردازد. در بخش چهارم مدل تجربی با استفاده از داده های آماری تصریح می گردد و در نهایت در بخش پنجم ضمن بحث در مورد یافته‌ها و نتایج توصیه‌هایی جهت سیاستگذاری و استفاده در پژوهش های آتی ارائه می‌گردد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در طول چند دهه اخیر، گرم شدن کره زمین که با افزایش دمای جهانی و مختل شدن الگوهای آب و هوایی مشخص می شود، چالش پیچیده ای را برای دانشمندان و سیاست گذاران ایجاد کرده است. این پدیده یکی از دلایل اصلی آن، غلظت بیش از حد انتشار گازهای آلاینده به ویژه دی اکسید کربن (CO_2) در جو زمین است، عمدتاً ناشی از تامین انرژی از منابع سوخت های فسیلی جهت انجام فرآیندهای صنعتی و تخریب جنگل ها به دلایل مختلف می‌باشد (۷). مجموعه این نگرانی ها از پیامدهای زیست محیطی ناشی از آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی به عنوان یک نگرانی شدید جهانی دولت‌ها را، اعم از توسعه‌یافته و در حال توسعه، بر آن داشته تا استراتژی انرژی و مقررات زیست‌محیطی خود را بازنگری کنند. در این راستا حرکت قابل توجهی جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر به جای سوخت های فسیلی با هدف کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن

[۱] Renewable Energy
[۲] Non- Renewable Energy
[۳] Environmental Kuznets Curve

(CO2) به عنوان یکی از عوامل اصلی آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی انجام شده است (۸). از سوی دیگر دستیابی به رشد اقتصادی فراگیر به عنوان تنها راه موثر برای کاهش فقر و ارتقای رفاه مشترک برای دولت ها از اهمیت خاصی برخوردار است. با این حال، اکثر فعالیت های اقتصادی بدون تامین انرژی کافی و قابل اعتماد با قیمت رقابتی امکان پذیر نیست. به همین دلیل زمانی که یک کشور رشد اقتصادی مستمر را دنبال می‌کند، یکی از اولویت‌های اصلی سیاست‌گذار تامین انرژی اضافی برای تامین تقاضای رو به رشد انرژی است. به همین دلیل امروزه جایگزینی انرژی‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر علاوه بر نگرانی های زیست محیطی به‌منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف منابع تجدیدناپذیر، کنترل عرضه و تقاضا و همچنین تامین امنیت انرژی به عنوان یکی از اصلی ترین ملزومات رشد اقتصادی باثبات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بیشتر فناوری های توسعه یافته از زمان انقلاب صنعتی سازگار با محیط زیست نیستند و بسیاری از آنها برای بهبود ماشین ها یا محصولات مبتنی بر مصرف سوخت فسیلی طراحی شده اند. حتی امروزه نیز نگرانی هایی در مورد تاثیر فزاینده پیشرفت تکنولوژی بر مصرف انرژی و رشد اقتصادی و در نتیجه انتشار CO2 بالاتر ترجمه می شود. بر اساس گزارش سال ۲۰۱۵ توسط ابتکار جهانی پایداری الکترونیکی، تلفن های همراه و سایر دستگاه های مخابراتی سالانه بیش از ۱۸۰ میلیون تن انتشار CO2 را در ایالات متحده و اروپا ذخیره می کنند. این میزان انتشار کربن بیش از میزان تولید سالانه توسط هلند است (۹). لذا این اتفاق نظر وجود دارد که پیشرفت فناوری باید به سمت توسعه محصولات سبز به جای محصولات آلاینده و تامین انرژی از منابع پاک به جای سوخت های فسیلی هدایت شود (۱۰). بر اساس یک پژوهش بخش تولید، بیشترین انتشار CO2 را در کشورهای دارای سطوح متوسط درآمد منتشر می کند. این تعجب آور نیست زیرا در این اقتصادهای عمدتاً در حال ظهور صنایع برای گسترش فعالیت های خود نیاز به انرژی بیشتری دارند. اگر بیشتر انرژی مورد استفاده در فرآیندهای تولید از سوخت های فسیلی تامین شود، انتشار CO2 را در صنایع افزایش می یابد. در این شرایط این کشورها باید کاهش تدریجی عرضه انرژی سوخت‌های فسیلی و افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر را برنامه ریزی کنند (۱۱). توسعه مالی[1] محرک اساسی دیگری برای رشد اقتصادی و کیفیت محیطی است. ادبیات اقتصادی موجود هم اثرات مثبت و هم اثرات منفی توسعه مالی را بر انتشار گازهای آلاینده نشان می دهد (۱۲). از یک طرف، توسعه مالی می تواند انتشار CO2 را با ارائه تسهیلات اعتباری به پروژه های استخراج و توسعه انرژی فسیلی یا تامین مالی فعالیت هایی که به شدت به انرژی سنتی برای عملکرد متکی هستند، افزایش دهد و در نتیجه آلودگی زیست محیطی ایجاد کند (۱۳). از سوی دیگر، توسعه مالی می تواند با ترویج سرمایه گذاری در فناوری های مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر به کاهش انتشار CO2 کمک کند (۱۴). بخش مالی می‌تواند نقش کلیدی در هدایت جریان‌های مالی به سمت گذار به یک اقتصاد پایدارتر داشته باشد. با این حال، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که بخش مالی بیشتر به سمت تامین مالی فعالیت‌های آلاینده که سودآورتر از فعالیت‌های دوستدار محیطزیست به نظر می‌رسند جذب می‌شود (۱۵) و این تمایل به سمت تامین مالی صنایع آلاینده و سودآور به دلیل ضعف مقررات زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه بیشتر مشاهده می شود (۱۶).

گسترش تجارت آزاد[2] یکی دیگر از عوامل موثر بر انتشار آلاینده های زیست محیطی و آلودگی هواست. عوامل متعددی مانند ایجاد مناطق آزاد تجاری، توسعه حمل و نقل دریایی و زمینی و شرکت های چند ملیتی پراکنده در سراسر جهان، انفجار تجارت جهانی را توضیح می دهند. فرضیه‌ای که اغلب در زمینه محیط زیست و تجارت به کار می‌رود، فرضیه پناهگاه آلودگی۳ (PHH) است (۱۷). در این فرضیه استانداردهای زیست محیطی کمتر، منبعی برای ایجاد مزیت نسبی و تغییر در الگوی تجارت است. طبق گزارش آژانس بین المللی انرژی آلودگی ناشی از تجارت بین المللی سهم قابل توجهی از انتشار CO2 در جهان را تشکیل می دهد. در سالهای اخیر تعداد قابل توجهی از تحقیقات برای تعیین رابطه بین انتشار کربن و تجارت انجام شده است اما نتایج هر کدام متفاوتی را نشان دادند و به اجماع نظر در این زمینه دست نیافته اند (۱۸). برخی مطالعات نشان دادند که افزایش حجم تجارت آزاد باعث افزایش رشد اقتصادی و افزایش انتشار کربن در جو می شود و بر محیط زیست تأثیر منفی می گذارد. آنها این طور استدلال می کنند که آزادسازی تجارت اغلب با استفاده کارآمد از منابع همراه است. همچنین، این رابطه عمدتاً به این بستگی دارد که آیا کالای صادر شده توسط یک کشور دوستدار محیط زیست است یا خیر. به عنوان مثال، می توان انتظار داشت که کشورهای صادرکننده نفت و زغال سنگ، انتشار کربن بیشتری را تجربه کنند، زیرا این کالاها کربن فشرده هستند. در مقابل، کشورهایی که انرژی پاک تر یا محصولات دوستدار محیط زیست بیشتری صادر می کنند، مشکلات انتشار کربن کمتری را تجربه خواهند کرد (۱۹). اگر نوآوری، تحقیق و توسعه و فناوری انرژی های پاک و جدید از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای درحال‌توسعه منتقل شود، می‌توان فناوری‌های قدیمی را برای کاهش آلودگی جایگزین کرد (۲۰).

فرضیه زیست محیطی کوزنتس یکی از ابزارهایی است که به کشورها برای شناخت وضعیت محیط زیست در جریان توسعه‌یافتگی‌شان کمک می‌کند و تصویری از وضعیت کشور در زمینه تخریب محیط زیست ارائه می‌دهد (۶). کوزنتس (۱۹۵۵) در مطالعه‌ای با بررسی

1 Financial Development

2 Free Trade

3 Pollution Haven Hypothesis

داده‌های سری زمانی رشد اقتصادی و توزیع درآمد کشورهای صنعتی به این نتیجه رسید که در مسیر رشد اقتصادی، رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد، به شکل U وارون است (۲۱). این مطالعات ادامه یافت تا اینکه در دهه ۱۹۹۰، با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های تخریب محیط زیست و درآمد سرانه، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به آلایندگی و مبحث کیفیت محیط زیست نیز وارد شد و به منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)معروف شد.

مطالعات مربوط به آزمون فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)طی سالیان اخیر، ارتباط بین متغیرهای مختلف رشد اقتصادی و محیط زیست را به‌طور مطلوبی مورد بررسی قرار داده‌اند. بر اساس نظریه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) در مراحل اولیه رشد اقتصادی، رشد اقتصادی منجر به آلودگی محیط زیست می‌گردد؛ اما از یک سطح رشد اقتصادی به بعد امکان کاهش تبعات زیست محیطی منفی وجود دارد. بیان ساده فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، این است که بین برخی از شاخص‌های آلودگی زیست محیطی و یکی از شاخص‌های رشد اقتصادی (معمولاً سطح درآمد سرانه) رابطه‌ای به شکل U وارونه وجود دارد. به‌عبارت دیگر با افزایش توان اقتصادی جامعه، در ابتدا مقدار تخریب زیست محیطی افزایش می‌یابد، اما سرانجام پس از رسیدن به سطح آستانه‌ای از رشد اقتصادی، به دلایل مختلف از جمله آگاهی جامعه نسبت به تخریب محیط زیست و یا حرکت به سمت خدماتی‌تر شدن اقتصاد، روند نزولی منحنی آغاز می‌شود. اوج این منحنی را رسیدن به حالت رشد غیر آلاینده می‌نامند، بدین معنی که از اوج منحنی به بعد، اقتصاد در حال کاهش استفاده از مواد و انرژی در فرایند تولید است (۲۲).

بخش مهم در آزمون فرضیه EKC برآورد نقطه عطف این منحنی (سطح درآمد که در آن درآمد شروع به تأثیر مثبت بر محیط‌زیست می‌کند) است، به صورتی که با افزایش درآمد سرانه در ابتدا آلودگی افزایش و سپس کاهش می یابد. اما رویکرد معمول، در برخی کارهای تجربی نقاط عطف درآمدی غیرواقعی و اشتباه را برآورد (۲۳). رویکرد جدید به تئوری کوزنتس نخستین بار توسط ناریان و ناریان[1] (۲۰۱۰) ارائه گردید. آنها بیان می‌کنند که اصولاً بیشتر ادبیات EKC از لحاظ مبانی اقتصادی ضعیف است و رویکرد معمول منحنی زیست‌محیطی کوزنتس که انتشار گازهای گلخانه‌ای را به‌عنوان تابعی از درآمد در کنار مربع درآمد و مکعب درآمد در نظر می‌گیرند، از مشکل هم خطی یا هم خطی شدید رنج می‌برند. این مطلب را با آزمون تضاد بین درآمد، مربع درآمد و درآمد مکعب برای گروه‌های مختلفی از کشورها می‌توان نشان داد. برآورد آنها نشان می‌دهد ضریب همبستگی بین درآمد و مربع درآمد ، برای کشورها مثبت و کمتر از یک می‌باشند. چنین نابرابری و سطوح شدید درآمد سرانه به‌عنوان نقطه عطف منحنی کوزنتس، نشان‌دهنده وجود برخی از مشکلات در رویکرد رایج بررسی این نظریه است. لذا این دو محقق تمرکز اصلی پژوهش خود را بر بررسی نقش درآمد در کیفیت محیط‌زیست، شناخت کاستی‌های رویکرد رایج منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و ارائه راهکارهایی در جهت رفع این نواقص قرار دادند. به عقیده آنها راه دیگر قضاوت در مورد اینکه آیا کشورها در طول زمان با رشد درآمد، میزان انتشار دی‌اکسید کربن را کاهش داده‌اند، مقایسه کشش درآمد کوتاه‌مدت با کشش درآمد بلندمدت است. آنها معتقدند اگر کشش‌پذیری درآمد در بلندمدت کمتر از کشش‌پذیری آن در کوتاه‌مدت باشد، این بدان معنی است که افزایش درآمد در طی زمان منجر به انتشار کمتر دی‌اکسید کربن می‌گردد (۲۴).

تمایز مطالعه حاضر با بسیاری مطالعات انجام شده در نظرگرفتن هم‌زمان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در مدل می باشد. به علاوه روش اقتصادسنجی به کار رفته در مطالعه حاضر با ملاحظه ناهمگنی کشورهای انتخابی در نمونه نتایج معتبری برای تفسیر ارائه می‌دهد. بدین منظور، برای تحلیل بیشتر رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و توسعه، دیدگاه چند تن از نظریه‌پردازان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

یوسف و همکاران[2] (۲۰۲۴) تاثیر رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر را بر انتشار CO2 در نیجریه طی دوره زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۲ با استفاده از روش تخمین Bootstrap ARDL مورد بررسی قرار داند. یافته های تجربی این پژوهش نشان داد که بین متغیرهای مورد مطالعه رابطه بلندمدت وجود دارد و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی و تأثیر منفی معنی‌داری بر انتشار CO2 دارد. به طور مشابه، آزمون علیت تودا–یاماموتو یک علیت دو طرفه بین رشد اقتصادی و انتشار CO2 را نشان داد که بر این اساس سطح بالای رشد اقتصادی منجر به انتشار بالای CO2 می‌شود و بالعکس. همچنین یک علیت یک طرفه بین انتشار CO2، مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد جمعیت وجود دارد، در حالی که عدم وجود علیت بین انتشار CO2 و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص نیز اثبات می‌گردد. علاوه بر این، یافته ها وجود فرضیه EKC را در نیجریه در طول دوره مطالعه تایید نمی‌کند. این مطالعه توصیه می‌کند که تحقیق و توسعه در سیاست‌های اقتصادی که می‌تواند مصرف انرژی تجدیدپذیر را تشویق کند و رشد اقتصادی را افزایش دهد که انتشار CO2 را کاهش می‌دهد باید تقویت شود (۲۵).

کوتکو و همکاران[3] (۲۰۲۳) با بررسی کشورهای منتخب اتحادیه اروپا (اتریش، ایتالیا، هلند، نروژ، لهستان، پرتغال، رومانی و اسلواکی) طی دوره زمانی ۱۹۹۸–۲۰۱۷ و تجزیه‌وتحلیل داده‌های تابلویی نشان دادند در بلندمدت علیت یک طرفه از آلاینده‌ها به انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح ۱ درصد و علیت دو طرفه بین ردپای اکولوژیکی و تولید ناخالص داخلی در سطح ۱ درصد قابل مشاهده است. همچنین در کوتاه‌مدت رابطه علیت دوطرفه بین آلاینده‌ها و انرژی‌های

1 Narayan & Narayan

2 Yusuf et al

3 Cutcu et al

تجدیدپذیر (از ردپای اکولوژیکی تا انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح ۱۰ درصد و از انرژی‌های تجدیدپذیر تا ردپای اکولوژیکی در سطح ۱ درصد مشاهده می‌گردد (۲۶).

بوسو و ندلکو[1] (۲۰۲۱)، به مطالعه "تجزیه و تحلیل انرژی‌های تجدیدپذیر و سطوح انتشار گاز دی‌اکسید کربن در سطح اتحادیه اروپا با رویکرد رگرسیون داده‌های پانل" پرداختند. در این مطالعه، داده‌های تابلویی با یک الگوی اقتصادسنجی تجزیه‌وتحلیل شده تا تأثیر انرژی‌های تجدید پذیر، سوخت‌های زیستی، بهره‌وری انرژی زیستی، جمعیت و تراز شهرنشینی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن برآورد گردد. نتایج بر این واقعیت تأکید دارد که تراز شهرنشینی تأثیر منفی بر افزایش انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد، درحالی‌که سوخت‌های زیستی، تولید انرژی زیستی و مصرف انرژی تجدید پذیر، تأثیرات مثبت و مستقیمی بر کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد (۲۷).

خان و همکاران[2] (۲۰۲۰) "ناهمگونی مصرف انرژی تجدیدپذیر، انتشار کربن و توسعه مالی در جهان با رویکرد رگرسیون چندک۳ تابلویی" برای ۱۹۲ کشور بررسی نمودند. یافته‌ها نشان می‌دهد که تاثیر متغیرها در مدل بر یکدیگر به طور کلی در بین چارک‌ها ناهمگن هستند؛ به طور خاص، اثر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر انتشار کربن منفی است درحالی‌که توسعه مالی تاثیر فزاینده‌ای بر انتشار کربن دارد. انتشار کربن استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را کاهش می‌دهد، درحالی‌که توسعه مالی تاثیر مثبتی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد. تاثیر فزاینده انتشار کربن و مصرف انرژی تجدیدپذیر بر توسعه مالی نیز یافت شد (۴).

در مطالعه ای دیگر حسنیسه و همکاران[4] (۲۰۱۹)، به بررسی "تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر انتشار دی‌اکسید کربن با شواهد تجربی از کشورهای درحال‌توسعه در آسیا" در دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۴ پرداختند. هم‌جمعی تابلویی، تخمین‌های حداقل مربعات معمولی (OLS) کاملاً اصلاح شده و حداقل مربعات معمولی پویا[5] برای بررسی هم‌جمعی در بلندمدت مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعه وجود فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی U شکل معکوس را در ۱۳ کشور آسیایی برای هر دو تخمین تأیید کرد که با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه و مصرف انرژی متعارف، کیفیت محیطی کاهش می‌یابد. بااین‌وجود، نتایج تجربی نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به کاهش آلودگی انتشار CO2 کمک می‌کند (۲۸).

هو و همکاران[6] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای "نقش مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجارت خدمات در انتشار دی‌اکسید کربن" را با استفاده از آمارهای ۲۵ کشور درحال‌توسعه طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۲ بررسی نمودند. نتایج بیانگر آن است که بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، تجارت بین‌المللی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن، علیت بلندمدت دو طرفه گرنجر وجود دارد. نتایج تجربی ضمن تایید فرضیه منحنی کوزنتس نشان دادند که رشد اقتصادی تاثیر قابل‌توجهی بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن دارد و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و گسترش تجارت خدمات سبب کاهش میزان انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود (۲۹).

زوندوی[7] (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان"انتشار CO2، انرژی تجدیدپذیر و منحنی کوزنتس محیطی، یک رویکرد ادغام هم‌جمعی تابلویی"، با ترکیبی از تجزیه‌وتحلیل تلفیق تابلویی با مجموعه‌ای از آزمون‌های مقاوم برای ارزیابی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین فرضیه منحنی کوزنتس را برای ۲۵ کشور منتخب آفریقایی در طول دوره ۲۰۱۲-۱۹۸۰ موردبررسی قرار داد. نتایج به‌دست‌آمده هیچ شواهدی از اعتبار کامل پیش‌بینی‌های EKC ارائه نداد. با این‌حال، انتشار گازهای گلخانه‌ای با درآمد سرانه افزایش یافت. برآورد کلی نشان داد که انرژی‌های تجدیدپذیر با تأثیر منفی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی هستند (۳۰).

در سال های اخیر مطالعات داخلی ارزشمندی نیز در زمینه مصرف انرژی تجدیدپذیر و آلودگی های زیست محیطی انجام گرفته است.

مهدویان و همکاران (۱۴۰۰) "عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران" را با استفاده از مدل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی[8] (ARDL) و داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۶ برآورد کردند. نتایج پژوهش گویای آن است که مصرف برق و رشد اقتصادی اثری مثبت بر میزان انتشار کربن داشته است و با افزایش یک درصدی آن‌ها، میزان انتشار کربن به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۰۵ درصد افزایش می‌یابد و با افزایش یک درصدی توسعه مالی، انتشار کربن به میزان ۰/۰۹ درصد کاهش خواهد یافت. رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار کربن (آلودگی) نیز مثبت است (۳۱).

فرازمند و اسکندری (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای تحت عنوان "بررسی رابطه بین انرژی هسته‌ای، تجدیدپذیر و بهبود محیط‌زیست: در منتخبی از کشورها (ازجمله ایران)" با استفاده از داده‌های تابلویی در گروهی از کشورها طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۸۰ پرداختند. به‌منظور بررسی رابطه بلندمدت متغیرها از آزمون علیت تابلویی استفاده‌شده است. نتایج تجربی علاوه بر تأیید وجود رابطه هم‌جمعی بین متغیرها نشان‌دهنده اثر مثبت رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر انتشار CO2 و اثر منفی استفاده از انرژی هسته‌ای و انرژی تجدیدپذیر بر انتشار گاز CO2 می‌باشد. نتایج حاکی از وجود رابطه علی یک‌طرفه بین انتشار گاز CO2و مصرف انرژی تجدیدپذیر می‌باشد. همچنین در بلندمدت

1 Busu & Nedelcu

2 Khan et al

3 Quantile Regression

4 Hasnisah et al

5 Dynamic Ordinary Least Squares

6 Hu et al

7 Zoundi

8 Autoregressive Distributed Lag

رابطه علی دوطرفه از مصرف انرژی تجدیدپذیر به انتشار گاز CO2 برقرار است (۳۲).

استاد زاده و بهلولی (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای "تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتسی" به بررسی برآورد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با فرض وجود انرژی‌های تجدیدپذیر و فسیلی در دو الگوی ایستا و پویا برای اقتصاد ایران پرداختند. در این مطالعه با استفاده از روش بهینه‌سازی تکاملی الگوریتم ژنتیک، این منحنی برای اقتصاد ایران برآورد شده است. نتایج برآورد نشان داد که قدرت پیش‌بینی الگوی انحراف مطلق خطاها[1] (LAD) در الگوی پویا بیش‌تر از روش حداقل کردن مقدار مجذور انحراف خطا[2] (LS) می‌باشد. همچنین نتایج تحقیق نشان داد، اقتصاد ایران در قسمت صعودی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار دارد. از طرفی به‌منظور رسیدن به نقطه بحرانی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، ۱۲ درصد از کل انرژی باید توسط انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شود (۳۳).

پس از ارزیابی کامل ادبیات تحقیق و پژوهش های پیشین شکاف های خاصی در ادبیات شناسایی شد. اولاً، اکثر مطالعات تجزیه و تحلیل خود را تنها بر یک کشور یا گروه های کشوری خاص مانند OECD، G7، G20 یا BRICS متمرکز می کنند، اما با توجه به تفاوت معنادار سطح درآمد سرانه در بین کشورها و اینکه سطح درآمد نقش اساسی در رابطه فناوری انرژی های تجدیدپذیر و محیط زیست دارد، بررسی این رابطه در سطوح مختلف درآمد امری ضروری است. دوم، در بیشتر تحقیقات در ادبیات رایج EKC، انرژی به عنوان یک متغیر کلی در نظر گرفته شده و تعداد بسیار کمی از مطالعات منابع انرژی را به تفکیک تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در مطالعه EKC در نظر گرفته اند. سوم، مدل‌هایی که تا کنون برای انرژی های تجدیدپذیر ارائه شده معمولاً به همان عواملی که برای سوخت‌های فسیلی معرفی شده است، تأکید دارد؛ اما چنین رویکردی برخی از ویژگی‌های منحصر به فرد انرژی‌های تجدیدپذیر را نادیده می‌گیرد. چهارم، اگر چه در مطالعات بسیاری منحنی‌های زیست‌محیطی کوزنتس بررسی شده است، اما در مطالعات داخلی از رویکرد جدید ناریان و ناریان به EKC در بررسی اثرات زیست محیطی منابع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر استفاده نشده است. همچنین با توجه به پژوهش‌های پیشین دریافتیم که با وجود توجه فراوان محققین داخلی و خارجی به مسائل مربوط به انواع انرژی از جمله انرژی های تجدیدپذیر، اما تاکنون پژوهشی مبنی بر مقایسه کشورها بادرآمد متوسط به بالا و کشورها با درآمد متوسط به پایین انجام نشده است که ما در این پژوهش به آن می‌پردازیم.

روش تحقیق

به‌منظور تخمین مدل تحقیق با کمک داده‌های تابلویی[3] در نظر گرفته می‌شود. داده‌های تابلویی به مجموعه‌ای از داده‌ها گفته می‌شود که بر اساس آن، مشاهدات به‌وسیله تعداد زیادی از واحدها یا مقاطع (N) که اغلب به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، در طول یک دوره زمانی مشخص (T) مورد بررسی قرار گرفته باشند. این T×N داده آماری را داده‌های تابلویی یا داده‌های ترکیبی مقطعی ـ سری زمانی می‌نامند (۳۴).

همان‌طور که ایبرهارت (۲۰۱۲) تشریح نموده است، تمامی تخمین‌زن‌های مبتنی بر میانگین گروهی دو ویژگی دارند (۳۵):

(الف) با کمک تخمین‌زن OLS، مدل برای تک‌تک مقاطع داده‌های تابلویی توسط آنها برآورد می‌شود.

(ب) از میانگین مقطعی ضرایب متغیرهای وابسته به‌عنوان ضرایب بلندمدت در آنها استفاده می‌شود.

تمام تخمین‌زن‌های CCE [4] از ویژگی برشمرده شده در بند (الف) برخوردار هستند، اما در مدل میان گروهی[5] (MG) پسران و اسمیت[6] (۱۹۹۵) به وجود وابستگی مقطعی بین مقاطع داده‌های تابلویی توجهی نمی‌شود. به‌عبارت‌دیگر، تخمین‌زن MG یک تخمین زن نسل اول داده‌های تابلویی هست. در مقابل تخمین‌زن CCE مبتنی بر رویکرد میان گروهی می‌باشد (۳۶).

در این مطالعه از آزمون CS-ARDL که توسط چودیک و پسران (۲۰۱۵) توسعه یافته برای ارزیابی بلند مدت و کوتاه مدت آن استفاده شده است. آنها برآوردگر CS-ARDL را با گسترش برآوردگر اثرات مشترک (CCE) به مدل‌های پویا توسعه دادند (۳۷).

مزایای اصلی ارائه شده توسط برآوردگر CS-ARDL عبارتند از (۳۸).

*مکان ناهمگونی پانل و وابستگی مقطع را فراهم می‌کند.

*عوامل مشترک غیرقابل مشاهده را در نظر می‌گیرد.

*در حضور شکست سازه و اینرسی مخلوط قابل استفاده است و در پانل های متعادل و نامتعادل نتایج قوی حاصل می‌شود.

*تا حد زیادی مشکل درونی را از بین می برد و می تواند در صورت وجود خارجی ضعیف به طور قابل اعتماد اعمال شود.

*نمونه کوچک نتایج ثابتی را در پانل‌ها نشان می‌دهد.

*امکان تخمین کوتاه مدت و همچنین بلندمدت را فراهم می‌کند.

1 Least Absolute Deviation

2 Least Square

[3] Panel Data
[4] Common Correlated Effects
[5] Mean Group
[6] Pesaran & Smith

وانگ و همکاران[1] (۲۰۲۱) معتقد است که برآوردگر CS-ARDL در مقایسه با برآوردگرهای میانگین گروه میانگین، گروه میانگین تلفیقی، برآوردگرهای اثرات مرتبط، برآوردگر قوی تری است و نادیده گرفتن مولفه های رایج که می تواند منجر به انجام برآوردهای اشتباه شود در آن وجود ندارد. آنها معتقدند که برآوردگر CS-ARDL در مقایسه با مدل‌های پانل پویا و استاتیک سنتی نظیر MG، CCEMG و AMG قابل اعتمادتر است، زیرا این روش‌ها به مشکلات ناشناخته درون‌زایی، غیرایستایی، ادغام مرتبه مختلط، SH و CSD دامن می زنند و به دلیل نادیده گرفتن مولفه هایی که در مدل وجود دارند اما مشاهده نمی شوند می‌توانند منجر به تولید تخمین های اشتباه گردند (۳۹).

تصریح مدل تجربی

به‌منظور تخمین اثرات مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار دی‌اکسید کربن، مدل تجربی زیر (که به‌صورت خطی لگاریتمی می‌باشد) تصریح می‌شود:

$$CO2_{it} = f(RECP_{it}, Z_{it}) \quad (۱)$$

در این مدل، CO2 انتشار گاز دی‌اکسید کربن سرانه و Z سایر متغیرها می‌باشند. به‌منظور تخمین مدل، داده‌های آماری متغیرهای تحقیق برای کشورهای با درآمد متوسط در دو سطح بالا و پایین طی دوره زمانی سال‌های۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ بر اساس جدیدترین آمارهای منتشر شده توسط بانک جهانی (۴۰) و اداره اطلاعات انرژی آمریکا (۴۱) گردآوری شده‌اند.

برای بررسی اثرات انرژی‌های تجدیدپذیر بر آلودگی هوا از مدل دوگان و سکر (۲۰۱۶) استفاده‌شده است که تصریح عمومی آن به‌صورت زیر می‌باشد (۴۲).

$$CO_2 = f(RGDPP, RECP, PECP, OP, FD) \quad (۲)$$

چنانکه پیشتر نیز اشاره شد این مطالعه به بررسی نقش انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های تجدیدناپذیر بر آلودگی هوا در دو گروه کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین با استفاده از داده‌های تابلویی می‌پردازد. به منظور ارائه یک رویکرد مقایسه ای نسبتاً جامع در برآورد مدل علاوه بر هر دو نوع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر متغیرهای دیگری از جمله درآمد سرانه واقعی، توسعه مالی و آزادسازی تجاری نیز استفاده شده است. تمامی متغیرهای تحقیق به‌صورت لگاریتمی وارد مدل شده‌اند و بر این اساس ضرایب برآورد شده مدل را می‌توان به‌صورت کشش تفسیر کرد. لذا در نهایت به بررسی کشش بلندمدت مربوط به هر دو نوع مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برای هر دو گروه کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین می‌پردازیم. این کشش ها هم ماهیت مقطعی و هم بُعد زمانی داده‌های تابلویی را منعکس می کنند و نتایج قابل توجه تری را در مقایسه با تکنیک های سری زمانی ارائه می دهند. این نتایج برای سیاست‌گذاران به منظور اتخاذ سیاست‌هایی جهت کاهش انتشار آلاینده های زیست محیطی بر اساس تقاضای بلندمدت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر باارزش و سودمند هستند.

بر اساس یک رویکرد نسبتاً جدید ناریان و ناریان (۲۰۱۰) بیان می‌دارند که رویکرد متداول منحنی زیست‌محیطی کوزنتس که انتشار گازهای گلخانه‌ای را به‌عنوان تابعی از درآمد در کنار مربع درآمد در نظر می‌گیرد از مشکل هم خطی یا هم خطی شدید رنج می‌برد. به منظور رفع این مشکل، آنها پیشنهاد می‌کنند که اگر به‌جای رویکرد مرسوم آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس کشش درآمدی کوتاه‌مدت انتشار آلودگی با کشش درآمدی بلندمدت آن مقایسه شود مشکل هم خطی مرتفع می‌گردد. در این مقاله نیز ما از همین رویکرد در برآورد مدل استفاده کرده‌ایم. لذا ابتدا با کمک مدل ARDL تابلویی با وابستگی مقطعی چودیک و پسران (۲۰۱۵)، روابط کوتاه‌مدت برای کل داده‌های تابلویی و همچنین برای تک‌تک کشورهای عضو تابلویی برآورد گردیده و در مرحله بعد با کمک روش CS-ARDL[2] رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت برای کشورهای با درآمد متوسط بالا و پایین برآورد می‌شود.

تصریح خطی– لگاریتمی براساس مدل دوگان و سکر به‌صورت زیر می‌باشد:

$$+ lRGDPP_{it} + lRECP_{it} + lPECP_{it} + lOP_{it} + lFD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

در رابطه (۳) تعریف متغیرها به شرح زیر می‌باشند:

تصریح خطی– لگاریتمی مدل (۲) به‌صورت زیر می‌باشد:

$$+ lRGDPP_{it} + lRECP_{it} + lPECP_{it} + lOP_{it} + lFD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

در رابطه (۳) تعریف متغیرها به شرح زیر می‌باشند:

$lCO2$: لگاریتم (طبیعی) انتشار گاز دی‌اکسید سرانه (متریک تن)

i و t: به ترتیب مقطع (کشور) عضو تابلویی و زمان (سال)

α_i: عرض از مبدأ مدل که فرض می‌شود بین مقاطع عضو تابلویی (کشورهای عضو تابلویی) متفاوت می‌باشد.

$lRGDPP$: لگاریتم طبیعی درآمد سرانه واقعی (به قیمت ثابت ۲۰۱۰ دلار آمریکا)

$lRECP$: لگاریتم طبیعی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر سرانه (برحسب میلیارد Btu[3])

$lPECP$: لگاریتم طبیعی مصرف انرژی‌های فسیلی سرانه (برحسب میلیون Btu)

lOP: لگاریتم طبیعی آزادسازی تجاری (صادرات+ واردات به‌صورت درصدی از GDP)

[1] Wang et al

[2] Cross-Sectionally Augmented Autoregressive Distributed Lag

[3] British Thermal Unit

lFD: لگاریتم طبیعی توسعه مالی (اعتبار داخلی به بخش خصوصی توسط بانک‌ها (به‌صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی)

ε_{it}: جمله خطای رگرسیون

برای میزان انتشار گاز CO_2 سرانه، درآمد سرانه واقعی، درجه باز بودن تجارت، توسعه مالی از داده های گردآوری شده توسط بانک جهانی[1] استفاده شده است. همچنین داده‌های به‌کارگیری شده برای مقدار مصرف انواع انرژی‌ها به صورت سرانه بوده که بدین منظور از داده‌های کل مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و مقدار مصرف انرژی‌های فسیلی که توسط اداره اطلاعات انرژی آمریکا[2] منتشر می‌گردد استفاده شده است. به‌منظور تخمین روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی در رابطه (۳)، مدل زیر تصریح و با روش CS-ARDL برآورد می‌شود:

$$\Delta lCO2_{it} = \alpha_i + \sum_{l=1}^{p} \varphi_{il}\Delta lRGDPP_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{1il}\overline{lRECP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{2il}\overline{lPECP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{3il}lOP_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \beta_{4il}lFD_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{0il}\Delta\overline{lRGDPP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{1il}\overline{lRECP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{2il}\overline{lPECP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{3il}\overline{lOP}_{it-l} + \sum_{l=0}^{p} \pi_{4il}\overline{lFD}_{it-l} + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

با برآورد معادله (۴) ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت متغیرهای مستقل استخراج می‌گردد. مدل تحقیق با توجه به شرایط کشورهای با درآمد متوسط رو بالا و به پایین انتخاب شده و سعی گردیده تا از داده های تمام کشورهایی که آمارهای مورد نیاز در مورد آنها وجود دارد در برآورد مدل استفاده شود. کشورهای جامعه آماری پژوهش بر اساس طبقه‌بندی بانک جهانی در دو گروه شامل ۳۱ کشور با درآمد متوسط به بالا و ۳۷ کشور با درآمد متوسط به پایین تقسیم بندی شده اند. کشورهای با درآمد متوسط به بالا شامل آلبانی، آرژانتین، ارمنستان، آذربایجان، بلاروس، بلیز، بوتسوانا، برزیل، بلغارستان، چین، کلمبیا، کاستاریکا، دومینیکا، جمهوری دومینیکن، اکوادور، فیجی، گابن، گرنادا، گواتمالا، جامائیکا، اردن، قزاقستان، مالزی، موریس، مکزیک، مقدونیه شمالی، پاراگوئه، پرو، آفریقای جنوبی، تایلند و ترکیه و کشورهای با درآمد متوسط به پایین شامل الجزایر، بنگلادش، بنین، بوتان، بولیوی، کیپ ورد، کامرون، کومور، جمهوری کنگو، ساحل‌عاج، مصر، السالوادور، اسواتینی، غنا، هایتی، هندوراس، هند، اندونزی، ایران، کنیا، لبنان، مغولستان، مراکش، نپال، نیکاراگوئه، نیجریه، پاکستان، فیلیپین، سنگال، جزایر سلیمان، سریلانکا، تانزانیا، تونس، اوکراین، وانواتو، ویتنام و زیمباوه می‌باشند.

انتخاب این جامعه آماری و به کار بردن رویکرد مقایسه ای در تبیین نتایج، به دلیل قرار داشتن ایران در گروه کشورهای با درآمد متوسط صورت گرفته است که در شرایط بهبود اوضاع اقتصادی در دسته کشورهای با درآمد متوسط به رو بالا و به هنگام شدت یافتن اثرات تحریم و کاهش درآمدهای نفتی در دسته کشورهای با درآمد متوسط پایین قرار می‌گیرد. لذا نتایج این مطالعه برای سیاست‌گذاری در زمینه انرژی تجدیدپذیر در کشور مفید می‌باشد.

نتایج تخمین مدل تجربی

در این قسمت مدل تجربی تحقیق تخمین زده می‌شود. برای این منظور ابتدا وابستگی بین مقاطع (کشورها) هر یک از متغیرهای تابع با کمک آزمون‌های نسل اول و دوم – یعنی LM پسران، LM پسران با تورش تصحیح‌شده و آماره همبستگی مقطعی پسران بررسی می‌شود. نتایج این آزمون‌ها تأثیر بسزایی در انتخاب بین مدل‌های نسل اول و دوم داده‌های تابلویی دارد. مقدار عددی آماره آزمون‌های مذکور به همراه ارزش احتمال آن‌ها برای گروه‌های کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین به ترتیب در پانل الف و ب ارائه شده‌اند. بر اساس نتایج آزمون فرضیه صفر عدم وجود همبستگی بین اعضای (مقاطع) تمامی متغیرهای تابلویی موجود در مدل در سطح خطای پنج درصد رد می‌شود. بر اساس نتایج فوق استفاده از تخمین‌زن‌های نسل اول داده‌های تابلویی که وجود همبستگی هم‌زمان بین مقاطع تابلویی را نادیده می‌گیرند، ممکن است منجر به استنتاج غلط بین متغیرهای تحقیق شود. ازاین‌رو در این تحقیق از تخمین‌زن‌های نسل دوم داده‌های تابلویی برای تخمین مدل استفاده خواهد شد.

[1] World Bank Database
[2] - U.S. Energy Information Administration

جدول ۱. نتایج آزمون‌های همبستگی مقطعی

آماره آزمون	پانل الف: کشورهای با درآمد متوسط به بالا					
	lCO2	lGDPP	lPECP	lRECP	lOP	lBANK
	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال
آماره LM بوروش-پاگان	** ۴۵۴۷/۳۸ (۰/۰۰۰)	۱۰۶۲۲/۱۴ ** (۰/۰۰۰)	** ۴۹۸۲/۴۸۷ (۰/۰۰۰)	۳۵۱۵/۲۴۴ ** (۰/۰۰۰)	۳۱۴۷/۳۰۴ ** (۰/۰۰۰)	** ۳۸۱۷/۶۳۸ (۰/۰۰۰)
آماره LM پسران	** ۱۳۳/۸۶۶ (۰/۰۰۰)	۳۳۳/۰۶۵ ** (۰/۰۰۰)	۱۴۸/۱۳۴ ** (۰/۰۰۰)	۱۰۰/۰۲۱ ** (۰/۰۰۰)	۸۷/۹۵۶ ** (۰/۰۰۰)	۱۰۹/۹۳۷ ** (۰/۰۰۰)
آماره LM با تورش تصحیح شده	** ۱۳۳/۳۴۹ (۰/۰۰۰)	۳۳۲/۵۴۹ ** (۰/۰۰۰)	۱۴۷/۶۱۷ ** (۰/۰۰۰)	۹۹/۵۰۴ ** (۰/۰۰۰)	۸۷/۴۳۹ ** (۰/۰۰۰)	۱۰۹/۴۲۰ ** (۰/۰۰۰)
آماره همبستگی مقطعی پسران	۱۸/۹۳۸ ** (۰/۰۰۰)	۸۷/۹۶۷ ** (۰/۰۰۰)	۲۸/۶۷۰ ** (۰/۰۰۰)	۲۴/۲۶۱ ** (۰/۰۰۰)	۱۲/۴۰۷ ** (۰/۰۰۰)	۴۲/۰۴۴ ** (۰/۰۰۰)
آماره آزمون	پانل ب: کشورهای با درآمد متوسط به پایین					
	lCO2	lGDPP	lPECP	lRECP	lOP	lBANK
	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال	آماره ارزش احتمال
آماره LM بوروش-پاگان	** ۱۰۴۸۹/۳۲ (۰/۰۰۰)	۱۱۶۸۷/۶۷ ** (۰/۰۰۰)	** ۱۰۱۵۲/۰۶ (۰/۰۰۰)	۵۸۶۷/۴۰۳ ** (۰/۰۰۰)	۳۵۴۴/۹۹۱ ** (۰/۰۰۰)	** ۶۷۸۴/۷۶۴ (۰/۰۰۰)
آماره LM پسران	** ۲۶۹/۱۵۷ (۰/۰۰۰)	۳۰۱/۹۷۳ ** (۰/۰۰۰)	۲۵۹/۹۱۶ ** (۰/۰۰۰)	۱۴۲/۵۱۷ ** (۰/۰۰۰)	۷۸/۸۸۳ ** (۰/۰۰۰)	۱۶۷/۶۵۳ ** (۰/۰۰۰)
آماره LM با تورش تصحیح شده	** ۲۶۸/۵۴۰ (۰/۰۰۰)	۳۰۱/۳۵۶ ** (۰/۰۰۰)	۲۵۹/۲۹۹ ** (۰/۰۰۰)	۱۴۱/۹۰۰ ** (۰/۰۰۰)	۷۸/۲۶۷ ** (۰/۰۰۰)	۱۶۷/۰۳۶ ** (۰/۰۰۰)
آماره همبستگی مقطعی پسران	۶۱/۷۵۴ ** (۰/۰۰۰)	۸۸/۷۹۸ ** (۰/۰۰۰)	۶۹/۲۹۹ ** (۰/۰۰۰)	۱۱/۲۵۶ ** (۰/۰۰۰)	۱۹/۱۱۰ ** (۰/۰۰۰)	۴۳/۴۵۸ ** (۰/۰۰۰)

سطح معناداری ۵٪

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به رد شدن فرضیه عدم وجود وابستگی مقطعی بین مقاطع تابلویی، به منظور بررسی ایستایی متغیرهای تحقیق از آزمون ریشه واحد پسران (۲۰۰۷) استفاده می‌شود که وجود وابستگی مقطعی را مجاز می‌سازد.

برای آزمون ریشه واحد از معادله ADF و KPSS (آزمون هاردلی) برای متغیرها در حالت تفاضل مرتبه اول استفاده شده که نتایج آزمون ریشه واحد برای معادله های برشمرده شده کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین به ترتیب در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. آزمون‌های ریشه واحد در سطح یک

گروه کشورها	کشورهای با درآمد متوسط بالا		کشورهای با درآمد متوسط پایین	
متغیرها	آماره آزمون ADF	آماره آزمون KPSS	آماره آزمون ADF	آماره آزمون KPSS
lCO2	−۲/۵۹۶**	۱/۳۰۷۰۹۰***	−۲/۶۳۷**	۴/۰۲۷۹۹**
lGDPP	−۲/۲۸۴**	۳/۱۲۱۵۱**	−۲/۳۹۲**	۳/۹۰۵۳۳**
lPECF	−۲/۵۸۷**	۴/۶۶۹۴۴**	−۲/۷۵۵**	۱/۵۹۶۶۳**
lRECP	−۳/۰۷۷**	۴/۰۵۶۶۷**	−۲/۷۳۸**	۱/۹۸۷۷۴**
lOP	−۱۳/۳۱۸**	۱/۲۹۳۸۵***	−۳/۰۹۵**	۳/۱۱۴۶۷**
FDl	−۲/۴۵۵**	۲/۲۷۶۹**	−۲/۹۶۸**	۴/۲۹۰۷۳**

**: سطح معنی‌داری ۵٪

***: سطح معنی داری ۱۰٪

در جدول (۲) مقدار عددی آماره آزمون‌های ریشه واحد و ارزش احتمال آن ارائه شده‌اند. بر اساس نتایج آزمون ریشه واحد، در گروهای متوسط درآمدی حداقل در سطح خطای آماری ۵ و ۱۰٪ درصد به صورت I(1) هستند.

به‌منظور تخمین روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بر اساس معادله (۴)، از روش CS-ARDL استفاده می‌شود. نتایج تخمین این معادله برای درآمد متوسط به بالا و درآمد متوسط به پایین ارائه‌شده‌اند. در جدول (۳) برای هر گروه کالایی ضرایب رابطه بلندمدت و همچنین کوتاه‌مدت به همراه ارزش استاندارد ضرایب، آماره t و ارزش احتمال آماره t ارائه‌شده است. برای کشورهای با درآمد متوسط بالا روش (۱, ۱, ۱, ۱, ۱,۱) CS-ARDL و برای کشورهای با درآمد متوسط پایین روش (۱, ۱, ۱, ۱, ۳,۱) CS-ARDL به‌عنوان مدل بهینه با کمترین مقدار عددی آماره آکائیک انتخاب شده است.

جدول ۳.تخمین ضرایب کوتاه مدت و بلندمدت مدل با روش CS-ARDL

کشورهای با درآمد متوسط به بالا				کشورهای با درآمد متوسط به پایین			
متغیر	ضرایب بلندمدت			متغیر	ضرایب بلندمدت		
	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	ارزش احتمال	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	ارزش احتمال
lGDPP	۰/۲۰۶**	۰/۰۴۰	۵/۱۵۸	(۰/۰۰۰)	۰/۱۳۵ **	۰/۰۲۱	۶/۵۶۰	(۰/۰۰۰)
lPECF	۰/۶۰۶**	۰/۰۳۰	۲۰/۱۵۹	(۰/۰۰۰)	۰/۳۸۹ **	۰/۰۱۶	۲۴/۷۹۹	(۰/۰۰۰)
lRECP	−۰/۲۶۳**	۰/۰۱۰	−۲۵/۶۴۹	(۰/۰۰۰)	−۰/۰۸۹ **	۰/۰۱۵	−۶/۰۵۵	(۰/۰۰۰)
lOP	۰/۰۴۱**	۰/۰۱۲	۳/۵۲۵	(۰/۰۰۱)	۰/۰۳۱ **	۰/۰۰۷	۴/۶۹۳	(۰/۰۰۰)
lFD	۰/۰۱۸**	۰/۰۰۶	۲/۸۲۳	(۰/۰۰۵)	۰/۰۵۸ **	۰/۰۰۶	۱۰/۱۰۳	(۰/۰۰۰)
متغیر	ضرایب کوتاه‌مدت				متغیر	ضرایب کوتاه‌مدت		
	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	ارزش احتمال	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	ارزش احتمال
ECM(−1)	−۰/۵۰۵**	۰/۱۱۶	−۴/۳۵۴	(۰/۰۰۰)	−۰/۳۹۲ **	۰/۰۶۲	−۶/۳۵۱	(۰/۰۰۰)
D(lGDPP)	۰/۲۶۴**	۰/۱۳۱	۲/۰۱۶	(۰/۰۴۵)	۰/۱۷۸ **	۰/۰۶۷	۲/۶۴۹	(۰/۰۰۸)
D(lPECP)	۰/۰۴۲	۰/۰۸۷	۰/۴۸۸	(۰/۶۲۶)	۰/۱۱۳ **	۰/۰۳۴	۳/۳۱۹	(۰/۰۰۱)
D(lRECP)	−۰/۰۵۶	۰/۰۴۲	−۱/۳۷۷	(۰/۱۸۲)	−۰/۰۶۹ **	۰/۰۲۲	−۳/۱۱۶	(۰/۰۰۲)
D(lOP)	−۰/۰۲۰	۰/۰۴۹	−۰/۴۱۰	(۰/۶۸۲)	−۰/۰۱۰	۰/۰۱۰	−۱/۰۰۴	(۰/۳۱۶)
D(lFD)	۰/۰۰۲	۰/۰۲۳	۰/۰۷۱	(۰/۹۴۴)	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۷۹۶	(۰/۴۲۶)

C	۰/۹۲۶	۱/۰۶۸	۰/۸۶۷	(۰/۳۸۷)	C	−۰/۳۹۲ **	۰/۰۶۲	−۶/۳۵۱	(۰/۰۰۰)

**، سطح معنی‌داری در ۵٪

منبع: یافته‌های پژوهش

یافته های تحقیق نشان می دهد تمامی ضرایب بلندمدت در سطح پنج درصد معنادار هستند. نتایج برآورد ضریب lGDPP برای دوره بلندمدت نشان می‌دهد، مقدار عددی ضریب تخمینی کشورهای با درآمد متوسط بالا و متوسط پایین به ترتیب برابر ۰/۲۰۶ و ۰/۱۳۵ است. انتظار می‌رود در بلندمدت یک واحد رشد اقتصادی منجر به افزایش ۰/۲۰۶ و ۰/۱۳۵ درصدی انتشار CO2 در این کشورها شود. نتایج تخمین ضریب lGDPP این متغیر برای کشورهای با درآمد متوسط بالا و متوسط پایین در سطوح مرسوم آماری در کوتاه‌مدت معنادار است. مقایسه ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت lGDPP بین گروه کشورهای با درآمد متوسط بالا نشان می‌دهد، ضریب این متغیر برای هر دو گروه کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت می‌باشد. بنابراین مطابق رویکرد ناریان و ناریان،"فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس" برای گروه کشورهای با درآمد متوسط به بالا و متوسط به پایین در نمونه در سطح خطای پنج درصد آماری رد می‌شود. براساس مبانی نظری زیست‌محیطی کوزنتس در مراحل ابتدایی توسعه اقتصادی کشورها که سطح درآمد سرانه پایین می‌باشد، بخش کشاورزی بخش غالب اقتصاد است و توسعه اقتصادی منجر به افزایش آلودگی نخواهد شد. با تداوم فرایند توسعه اقتصادی سهم بخش صنعت در اقتصاد افزایش می‌یابد که به‌تبع آن مصرف انرژی نیز افزایش می‌یابد، توسعه اقتصادی با تخریب محیطزیست همراه می‌باشد. زمانی که اقتصادها مرحله صنعتی شدن را طی کرده و وارد فاز سوم توسعه اقتصادی و افزایش سهم خدمات در اقتصاد می‌شوند، توسعه اقتصادی بیشتر دوستدار محیطزیست شده و توسعه اقتصادی با کاهش آلودگی همراه خواهد بود. لذا این دو گروه از کشورها هنوز به مراحل بالای توسعه اقتصادی دست نیافته اند. ضریب lRECP در دوره بلندمدت برای کشورها با درآمد متوسط بالا و پایین به ترتیب برابر ۰/۲۶۳− و ۰/۰۸۹− است. بر اساس این یافته، یک درصد رشد در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر به کاهش ۰/۲۶۳ و ۰/۰۸۹ درصدی انتشار CO2 در بلندمدت در این کشورها می‌شود. بر اساس نتایج حاصله، انتشار CO2 نسبت به مصرف انرژی تجدیدپذیر در بلندمدت در این کشورها باکشش است. ضریب lPECP در دوره بلندمدت برای کشورهای با درآمد متوسط بالا و متوسط پایین برابر ۰/۶۰۶ و ۰/۳۸۹ است. این یافته نشان می‌دهد با توجه در سهم بالای محصولات صنعتی در کشورهای با درآمد متوسط بالا و درجه انرژی این محصولات، تولید و صادرات آنها با افزایش انتشار آلودگی بیشتری در مقایسه با کشورهای با درآمد متوسط پایین همراه خواهد بود. بر اساس نتایج برآورد شده بلند مدت کشورهای با درآمد متوسط بالا و متوسط پایین یک درصد افزایش در آزادسازی تجاری به ترتیب منجر به افزایش ۰/۰۴۱ و ۰/۰۳۱ درصدی تولید CO2 در این کشورها می‌شود. همچنین ضریب تخمینی lBANK برای کشورهای با درآمد متوسط بالا و متوسط پایین به ترتیب ۰/۰۱۸ و ۰/۰۵۸ می‌باشد. بر اساس این یافته نشان می‌دهد با افزایش سطح توسعه‌یافتگی کشورها میزان اثرگذاری توسعه مالی بر کاهش انتشار CO2 افزایش خواهد یافت. به منظور حصول اطمینان از قابل اعتماد بودن نتایج تحقیق آزمون آنالیز واریانس متغیرها انجام شده که نتایج آن در جدول شماره (۴) ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون واریانس ناهمسانی متغیرها (Breusch-Pagan LM Test)

گروه کشورها	کشورها با درآمد متوسط به بالا	کشورها با درآمد متوسط به پایین
متغیرها	آماره آزمون	آماره آزمون
LCO2	۴۵۴۷/۳۸۵	۱۰۴۸۹/۳۲۷
LGDPP	۱۰۶۲۲/۱۴۵	۱۱۶۸۷/۶۶۶
LPECP	۴۹۸۲/۴۸	۲۵۹/۹۱۶
LRECP	۳۵۱۵/۲۴۴	۴۸۶۷/۴۰۴
LOP	۳۱۴۷/۳۰۴	۳۵۴۴/۹۹۱

LFD	۳۸۱۷/۶۳۸	۶۷۸۴/۷۶۵

نتایج این آزمون آنالیز واریانس نشان می‌دهد که مشکل ناهمسانی واریانس در متغیرهای مدل وجود ندارد و نتایج پژوهش قابل اطمینان می باشند.

نتیجه‌گیری

استفاده و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر مزایایی همچون بی‌نهایت بودن، پاک و تمیز بودن، تجدیدپذیر بودن، مقرون به صرفه، کاهش آلودگی هوا و همچنین کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارد.

مدل پژوهش بر اساس رویکرد ناریان و ناریان (۲۰۱۰) بیان می‌دارند اگر کشش‌پذیری درآمد در بلندمدت کمتر از کشش‌پذیری آن در کوتاه‌مدت باشد، بدان معناست که افزایش درآمد در طی زمان منجر به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌گردد.

برای برآورد ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت از مدل پژوهش تصریح و با داده‌های تابلویی CS-ARDL استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در بلندمدت رابطه N معکوس بین درآمد سرانه و انتشار آلودگی در دو گروه کشورها با درآمد متوسط به بالا و پایین مورد بررسی وجود ندارد. بر این اساس فرضیه کوزنتس زیست‌محیطی در سطوح مرسوم آماری قبول نمی‌شود و در بلندمدت اثرگذاری مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بین گروه‌های متوسط درآمدی کاهش انتشار آلودگی هنوز به مرحله بازدهی کاهنده نرسیده است. ضریب انتشار گاز CO2 به دلیل مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر همراه با افزایش سطح توسعه‌یافتگی کاهنده می‌باشد.

در کوتاه‌مدت در کشورهای متوسط درآمد به پایین، افزایش درآمد سرانه منجر به افزایش CO2 می‌شود. با افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی انتشار گاز CO2 افزایش می‌یابد. مقدار ضریب مصرف انرژی تجدیدپذیر در کوتاه‌مدت برای این گروه درآمدی منفی می‌باشد، اما در گروه درآمدی متوسط به بالا از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده و متغیر توضیحی مذکور نمی‌تواند پویایی کوتاه‌مدت دی‌اکسید کربن را در این گروه کشورها توضیح دهد.

نتایج این مطالعه در کوتاه‌مدت همسو با نتایج مطالعه بوسو و ندلکو (۲۰۲۱)، حسنیسه و همکاران (۲۰۱۹) و زوندوی (۲۰۱۷) و مخالف با نتایج مطالعه استاد زاده و بهلولی (۱۳۹۴) می‌باشد.

با توجه به نتایج این مقاله می توان برخی توصیه ها و پیشنهادات سیاستی را در مورد گروه کشورهای با درآمد متوسط ارائه نمود. از آنجایی که از یک‌سو استفاده از انرژی های تجدیدپذیر آلودگی را کاهش و از سوی دیگر افزایش تولید ناخالص داخلی با مصرف انرژی بیشتر سبب افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود، سیاست گذاران باید به طور همزمان بر رشد اقتصادی و موضوعات زیست محیطی در این کشورها تمرکز کنند. در این زمینه اتخاذ توامان سیاست های زیست محیطی مؤثر برای کاهش اثرات آلودگی و اجرای سیاست هایی به منظور افزایش بهره‌وری تولید در این کشورها امری ضروری است. در این رابطه سیاست‌گذاران باید ضمن تجدید نظر در سیاست های انرژی با کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی و سرعت بخشیدن به انتقال فناوری های سبز، نوآوری در انرژی را برای تضمین توسعه پایدار و دستیابی به اهداف بلندپروازانه انتشار تحت کیوتو و پاریس ارتقا دهند.

با در نظر داشتن این مهم که مصرف سوخت های فسیلی اثرات نامطلوبی بر محیط زیست دارد، افزایش تقاضای داخلی آن در کشورها می تواند کاهش کیفیت محیط زیست از طریق انتشار دی اکسید کربن را تشدید کند. در نتیجه، این کشورها باید برخی از اقدامات سیاستی مانند افزایش بهره وری انرژی و مصرف منطقی و بهینه انرژی را اتخاذ کند. این استراتژی‌ها باید بر بخش هایی مانند ساختمان‌ها، حمل‌ونقل و صنعت که به شدت به سوخت‌های فسیلی متکی و همواره بیشترین میزان مصرف انرژی را دارا هستند متمرکز شوند. به عنوان مثال این سیاست ها ممکن است از طریق ساخت شبکه حمل و نقل عمومی در داخل شهرها، استفاده از خودروهای صرفه جویی در مصرف سوخت، بهبود روش های ایزوله سازی در ساختمان ها و تشویق به استفاده از فناوری انرژی کارآمد انجام شوند. با این اقدامات، کشور می‌تواند مصرف سوخت فسیلی خود را کاهش دهد و در نتیجه انتشار CO2 را کاهش دهد.

سیاست‌گذاران می‌توانند با توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر در کشورهای با درآمد متوسط می توانند با حفظ منابع سوخت فسیلی تجدیدناپذیر، نقش کلیدی خود در تامین انرژی بین المللی تقویت نماید و انتشار دی‌اکسید کربن را نیز کاهش دهد. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در منابع انرژی پاک در طول زمان طیف گسترده ای از مزایای اجتماعی-اقتصادی دیگر نظیر ایجاد مشاغل بیشتر، افزایش درآمد و ارتقای پایداری زیست محیطی را ایجاد می کند. امضای توافق نامه های بین کشورها با درآمد متوسط برای اتخاذ روش های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح منطقه ای به منظور اجرای سیاست های کنترل آلودگی ها و کاهش انتشار CO2 امری اجتناب ناپذیر است. در طول اجرای این سیاست ها، کشورها نه تنها وابستگی به انرژی های ناپاک را کاهش می دهند، بلکه در مبارزه با گرمایش جهانی نیز مشارکت دارند.

در تحقیقات آتی می‌توان میزان تأثیرگذاری فناوری های آینده نگر مانند هوش مصنوعی، واقعیت افزوده و چاپ سه بعدی را بر انتشار CO2 یا متغیر دیگری نظیر ردپای کربن در یک کشور یا گروهی از کشورها بررسی نمود. بررسی چگونگی تاثیر فناوری‌های سبز خاص مانند صفحات خورشیدی، توربین‌های بادی، جذب مستقیم هوا، وسایل نقلیه الکتریکی، باتری‌های ذخیره‌سازی طولانی‌مدت، بازیافت پلاستیک و کارایی نور LED بر آلودگی های زیست محیطی نیز ایده خوبی برای تحقیقات آینده است. همچنین می توان سایر عوامل تعیین‌کننده انتشار CO2 مانند پیچیدگی اقتصادی، کیفیت نهادی، ثبات سیاسی، صنعتی‌سازی، نوسانات قیمت نفت و ... را در مشخصات مدل گنجاند تا تاثیرات آنها بر کیفیت زیست‌محیطی بررسی شود. به علاوه استفاده از مدل تاخیر توزیع شده خودبازگشت همزمان غیرخطی (NARDL)برای بررسی وجود هم‌جمعی نامتقارن بین متغیرها می تواند راهکار مناسبی در بسط تحقیقات آتی باشد. در نهایت، می‌توان

چارچوب مدل را با تغییر در مشخصات مدل مورد استفاده مانند معرفی یک مؤلفه خودرگرسیون پویا مربوط به متغیر وابسته، گسترش داد.

References

1. Jalili, Z., Alavi Rad, A., & Sharifi, E. (2016). Simultaneous Consumption of Renewable and Nonrenewable Energy, in Environmental Kuznets Curve in Some Selected OPEC Countries: PMG Method. Iranian Energy Economics, 6(21), 63-92.
2. Jia, J., Rong, Y., Chen, C., Xie, D., & Yang, Y. (2021). Contribution of renewable energy consumption to CO2 emissions mitigation: a comparative analysis from the income levels' perspective in the belt and road initiative (BRI) region. International Journal of Climate Change Strategies and Management, 13(3), 266-285.
3. Yahyaeifar, M., Dashti, R., & Farajollahi, M. (2024). The effect of the economic parameters of the electricity distribution system on CO2 emissions caused by the activities of the electricity distribution network. *International Journal of Ambient Energy*, *45*(1), 2431685.
4. Khan, H., Khan, I., & Binh, T. T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: a panel quantile regression approach. *Energy Reports*, *6*, 859-867.
5. Mirab, M., Bashi Shahabi, P. (2017). An overview of methods and how to use renewable energy and its effect on reducing air pollutants. The Fourth International Conference on Environmental Planning and Management.
6. Hesaroueie, A. A., Asadpour, A. A., & Sotoudenia, S. (2016). The Trend of Budget Dependence on Oil in Iran. International Science and Investigation journal, 5(5), 125-134.
7. Bekhti, S., Gueddal, Z., Akriche, K., & Benziane, R. (2024). Tracing the path: testing the environmental Kuznets Curve in Algeria using ARDL bounds testing. *Theoretical & Applied Economics*, *31*(3).
8. Duran, I. A., & Saqib, N. (2024). Load Capacity Factor and Environmental Quality: Unveiling the Role of Economic Growth, Green Innovations, and Environmental Policies in G20 Economies. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *14*(6), 287-294.
9. Milindi, C. B., & Inglesi-Lotz, R. (2023). The relationship between technology and emissions: Evidence from different income level countries and economic sectors. *Energy Reports*, *10*, 2900-2916.
10. Churchill, S. A., Inekwe, J., Smyth, R., & Zhang, X. (2019). R&D intensity and carbon emissions in the G7: 1870–2014. Energy Economics, 80, 30-37.
11. Milindi, C. B., & Inglesi-Lotz, R. (2023). Impact of technological progress on carbon emissions in different country income groups. Energy & Environment, 34(5), 1348-1382.
12. Majeed, M. T., & Tauqir, A. (2020). Effects of urbanization, industrialization, economic growth, energy consumption, financial development on carbon emissions: an extended STIRPAT model for heterogeneous income groups. Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS), 14(3), 652-681.
13. Zhang, Y. J. (2011). The impact of financial development on carbon emissions: An empirical analysis in China. Energy policy, 39(4), 2197-2203.

14. Saidi, K., & Mbarek, M. B. (2017). The impact of income, trade, urbanization, and financial development on CO 2 emissions in 19 emerging economies. Environmental Science and Pollution Research, 24, 12748-12757.

15. Paramati, S. R., Mo, D., & Huang, R. (2021). The role of financial deepening and green technology on carbon emissions: Evidence from major OECD economies. Finance Research Letters, 41, 101794.

16. Jiang, C., & Ma, X. (2019). The impact of financial development on carbon emissions: a global perspective. Sustainability, 11(19), 5241.

17. Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 39, 14-23.

18. Shahbaz, M., Nasreen, S., Ahmed, K., & Hammoudeh, S. (2017). Trade openness–carbon emissions nexus: the importance of turning points of trade openness for country panels. Energy economics, 61, 221-232.

19. Ertugrul, H. M., Cetin, M., Seker, F., & Dogan, E. (2016). The impact of trade openness on global carbon dioxide emissions: Evidence from the top ten emitters among developing countries. Ecological Indicators, 67, 543-555.

20. Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. Science of the total environment, 646, 862-871.

21. Kuznets, S. (2019). Economic growth and income inequality. In The gap between rich and poor (pp. 25-37). Routledge.

22. Martınez-Zarzoso, I., & Bengochea-Morancho, A. (2004). Pooled mean group estimation of an environmental Kuznets curve for CO2. Economics letters, 82(1), 121-126.

23. Shivani, S. (2024). Does Energy Consumption Affect the Environment and Economic Growth: Evidence from Emerging Economies. Journal of International Commerce, Economics and Policy, 15(03), 2450025.

24. Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy policy*, *38*(1), 661-666.

25. Yusuf, L., Abdullahi, M. M., & Halliru, A. M. (2024). IMPACT OF ECONOMIC GROWTH AND RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON CO2 EMISSIONS IN NIGERIA. *UMYUK Journal of Economics and Development (UJED)*, *1*(1), 135-146.

26. Cutcu, I., Ozkok, Y., & Golpek, F. (2023). Environment, education, and economy nexus: evidence from selected EU countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(3), 7474-7497.

27. Busu, M., & Nedelcu, A. C. (2021). Analyzing the renewable energy and CO2 emission levels nexus at an EU level: A panel data regression approach. *Processes*, *9*(1), 130.

28. Hasnisah, A., Azlina, A. A., & Taib, C. M. I. C. (2019). The impact of renewable energy consumption on carbon dioxide emissions: Empirical evidence from developing countries in Asia. International Journal of Energy Economics and Policy, 9(3), 135-143.

29. Hu, H., &Xie, N., Fang, D., & Zhang, X. (2018). The role of renewable energy consumption and commercial services trade in carbon dioxide reduction: Evidence from 25 developing countries. *Applied energy*, *211*, 1229-1244.

30. Zoundi, Z. (2017). CO2 emissions, renewable energy and the Environmental Kuznets Curve, a panel cointegration approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*, 1067-1075.

31. Mahdaviyan, S. M., Ziyaee, S., Keikha, A. (2022). Investigating Factors Affecting Environmental Pollution in Iran. Journal of Agricultural Economics Research. 13(4): pp 17-40.

32. Farazmand, H., Eskandri, H. (2017). Investigating the Relationship between Nuclear Energy, Renewable Energy and Environmental Improvement: In Selected Countries (Including Iran). (2017). Quarterly Journal of Energy Economics Studies. 13th year. 54. pp 173-196.

33. Ostad Zadeh, A., Bohloli, P. (2015). The effect of renewable energies on the Kuznetsi environmental curve in Iran. Applied Theories of Economics Journal. 2(2): pp 127-154.

34. Baltagi, B. H., & Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data* (Vol. 4, pp. 135-145). Chichester: Wiley.

35. Eberhardt, M. (2012). Estimating panel time-series models with heterogeneous slopes. The Stata Journal, 12(1), 61-71.

36. Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, *68*(1), 79-113.

37. Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of econometrics*, *188*(2), 393-420.

38. Ditzen, J. (2018). Estimating dynamic common-correlated effects in Stata. The Stata Journal, 18(3), 585-617.

39. Wang, K. H., Liu, L., Adebayo, T. S., Lobonț, O. R., & Claudia, M. N. (2021). Fiscal decentralization, political stability and resources curse hypothesis: a case of fiscal decentralized economies. Resources Policy, 72, 102071.

40. The World Bank Database at:

http://www.data.worldbank.org

41. The U.S. Energy Information Administration at:

http://eia.gov

42. Dogan, E., & Seker, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *60*, 1074-1085.

https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=285597