



The Interactive Effect of Geopolitical Risk and Oil Rent on Carbon Emissions in Oil Exporting Countries

Golkhandan, A.¹ || Jahangiri, L.²

Type of Article: **Research**

10.22126/pse.2024.10509.1118

Received: 21 April 2024; Accepted: 08 July 2024

P.P: 59-90

Abstract

The main purpose of this research is to investigate the effect of oil rent and geopolitical risk (GPR) and also, the interactive effect of these two variables on carbon emissions in oil exporting countries. For this purpose, the statistical information of 25 oil-exporting countries during the years 2000-2021 has been used in the form of panel data analysis method including panel co-integration with cross-sectional dependence and fixed effects estimator (FE). The results indicate the positive effect of oil rent on CO₂ emissions and confirm the carbon curse hypothesis in the studied countries; in such a way that with a one percent increase in the share of oil rent from GDP, CO₂ emissions will increase by about 0.09 percent. Also, the interactive effect of oil rent and the GPR index on CO₂ emissions is positive, indicating that the negative environmental effects of oil rent increase when oil exporting economies are exposed to geopolitical risks. The robustness of the obtained experimental results has been confirmed by separating the oil exporting countries into two categories countries with GPR above the sample average (first category) and countries with GPR lower than the sample average (second category). Based on this, the results show that the positive effect of oil rent on CO₂ emissions in the first-category countries is much higher than in the countries of the second category.

Keywords: Oil Rent, Carbon Curse, Geopolitical Risk, Interactive Effect, Oil Exporting Countries.

JEL Classification: Q58, Q53, F18, C33.

1. Ph.D. in Public Sector Economics, Faculty of Economic and Administrative Sciences, Lorestan University, Khoram Abad, Iran (Corresponding Author).

Email: golkhandan@gmail.com

2. Ph.D. Candidate in Economics, Department of Economics, University of Illinois Chicago, Chicago, U. S. A.

Email: ljahan2@uic.edu

Citations: Golkhandan, A. & Jahangiri, L. (2025). "The Interactive Effect of Geopolitical Risk and Oil Rent on Carbon Emissions in Oil Exporting Countries". *Public Sector Economics Studies*, 4 (11), 59-90.

Homepage of this Article: https://pse.razi.ac.ir/article_3130.html?lang=en

1. Introduction

Climate change and global warming have become one of the most important challenges for humanity in recent years. This issue affects both developing and advanced economies and has adverse consequences for the current situation and the achievement of sustainable development goals. Additionally, although emissions of greenhouse gases (GHGs) are the primary contributing factor to environmental pollution and damage, CO₂ emissions account for the most significant proportion of these emissions by volume (76% of total GHG emissions). As a result, CO₂ emissions are the most critical greenhouse gas among all GHG emissions. To accomplish the ultimate goal of sustainable development, CO₂ emissions must be controlled and monitored. As a result, prudent policy measures are necessary to reduce it. Among the countries with the highest carbon intensity in the world, there are many natural resource-rich countries. This suggests the existence of a carbon curse: resource-rich countries would tend to follow more carbon-intensive development paths than resource-poor countries. Various factors have been introduced to justify and strengthen or weaken the carbon curse hypothesis. Geopolitical risk (GPR) is one of these factors. GPR refers to the risk associated with wars, terrorist acts, and state tensions that affect international relations' normal and peaceful course. Based on the above description, the main purpose of this article is to investigate the interactive effect of GPR and oil rent on carbon emissions in the 25 oil-exporting countries during the period of 2000-2021 using panel regression models.

2. Theoretical Framework

The carbon curse is a new theory, related to but distinct from the resource curse. It states that fossil-fuel-rich countries tend to follow more carbon-intensive developmental pathways than fossil-fuel-poor countries for the following reasons. First, fuel-rich countries emit significant amounts of CO₂ in fuel extraction and through associated wasteful practices such as gas flaring. Second, easy access to domestic fuel in such countries leads to crowding-out effects for their energy mix and economic structure (for example, abundant oil may displace other fuels from the energy mix and lead to the "Dutch Disease"). Third, fuel abundance weakens the economic incentive to invest in energy efficiency. Fourth, governments in fuel-rich countries are under considerable pressure to grant uneconomic fuel consumption subsidies, further increasing the carbon intensity of their economic output. On the other hand, shifting traditional technologies from advanced and cleaner ones could be possible by establishing green funds through natural resource revenues. Moreover, abundant natural resources can help to boost the economic performance of a country that helps to climb the economic development ladder; which in turn, undesired results of economic development on the environment can be internalized as envisaged in the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis.

Recently, several mechanisms have been proposed for the effect of GPR on CO₂. The first channel is the “consumption effect”. The rise of GPR could lead to increased energy consumption and military-related activities and may also slow down research and development, limiting innovation in the field of renewable energy, which in turn will escalate CO₂ emissions. The second channel is an “investment effect”, which suggests that changes in GPR may promote energy independence and increase investment in green energy and related advanced technology projects, which retards CO₂ emissions. Finally, GPR can hinder CO₂ emissions through a “mitigation effect”. According to this effect, GPR obstructs economic growth and reduces energy consumption efficiency, and these factors will control CO₂ emissions. These indicate that GPR may increase or reduce CO₂ emissions.

3. Methodology

This study’s proposed model is as follows:

$$\text{LnCO}_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \text{LnGDP}_{it} + \beta_2 (\text{LnGDP}_{it})^2 + \beta_3 \text{LnGPR}_{it} + \beta_4 \text{LnOilRent}_{it} + \beta_5 (\text{LnGPR}_{it} * \text{LnOilRent}_{it}) + \beta_6 \text{LnREC}_{it} + \varepsilon_{it}$$

In the above relationship, the variables are defined as follows:

CO₂: Carbon Emission (metric tons per capita); GDP: Real GDP per capita (constant, 2015 US\$); GDP²: Real GDP per capita square; GPR: Geopolitical Risk Index; OilRent: Oil Rent (% of GDP); GPR×OilRent: the interactive effect of Oil Rent and Geopolitical Risk Index; REC: Renewable Energy Consumption (% of total final energy consumption) and ε_{it} : the error term. Also, in Eq. (1), countries are denoted by the subscript *i* (including 25 oil-exporting countries), and the subscript *t* indicates the period (2000-2021). Data on GPR has been obtained from Caldara and Iacoviello (2022). Data for Other variables have been obtained from the World Bank database. The estimation of the model has been done using the panel data analysis method, including cross-sectional dependence, panel unit root and panel co-integration tests, and Fixed Effects (FE) estimator.

4. Discussion

The results indicate the positive effect of oil rent on CO₂ emissions and confirm the carbon curse hypothesis in the studied countries; in such a way that with a one percent increase in the share of oil rent from GDP, CO₂ emissions will increase by about 0.09 percent. Also, the interactive effect of oil rent and the GPR index on CO₂ emissions is positive, indicating that the negative environmental impact of oil rent increases when oil exporting economies are exposed to geopolitical risks. The robustness of the obtained experimental results has been confirmed by separating the oil exporting countries into two categories countries with GPR above the sample average (first category) and countries with GPR lower than the sample average (second category). Based on this, the results show that the positive effect

of oil rent on CO₂ emissions in the first category countries is much higher than in the countries of the second category. Based on other results, the EKC hypothesis is not rejected for the studied countries, and an inverted U relationship between economic growth and CO₂ emissions is confirmed. The effect of renewable energy consumption on CO₂ emissions is also estimated to be negative.

5. Conclusion and Suggestions

The main results of this research show that oil rent and geopolitical risk have a positive effect on carbon emissions in oil-exporting countries, and the positive impact of oil rent on carbon emissions increases in the presence of geopolitical risks. Based on this, the oil exporting countries, especially the countries with high oil rents, should help reduce internal tensions and conflicts by implementing appropriate policies at the national level. At the international level, by increasing interactions and cooperation (especially at the regional level), take steps to reduce tensions and also fully deal with terrorism and terrorist threats. In addition, the policymakers of these countries should adopt the necessary control measures and policies to maintain and prevent excessive exploitation of oil resources, especially when the geopolitical risk increases. Also, a part of the revenues from the sale of oil (especially when its price increases) should be allocated to investing in suitable and environmentally friendly technologies by creating green funds.

6. Ethical Consideration

6.1. Compliance with ethical guidelines

The author of the article declares that research ethics have been observed in this article.

6.2. Funding

The author of the article has not received any budget from any organization or company to conduct the research.

6.3. Authors' Contribution

The author of the article declares that all aspects of this research have been conducted by them.

6.4. Conflict of interest

The author of the article declares that there is no conflict of interest in this research.

6.5. Acknowledgments

The valuable comments and suggestions of the respected reviewers are greatly appreciated for improving the status of the article.



اثر تعاملی ریسک ژئوپلیتیک و رانت نفت بر انتشار کربن در کشورهای صادرکننده نفت

ابوالقاسم گل خندان^۱ || لیلا جهانگیری^۲

نوع مقاله: پژوهشی

doi: 10.22126/pse.2024.10509.1118

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸

صص: ۵۹-۹۰

چکیده

هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر رانت نفت و ریسک ژئوپلیتیک (GPR) و همچنین اثر تعاملی این دو متغیر بر انتشار کربن در کشورهای صادرکننده نفت است. به این منظور، از اطلاعات آماری ۲۵ کشور صادرکننده نفت طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ در قالب روش تجزیه و تحلیل داده‌های پانل شامل هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی و برآوردگر اثرات ثابت (FE) استفاده شده است. نتایج حاکی از تأثیر مثبت رانت نفت بر انتشار CO₂ و تأیید فرضیه نفیرین کربن در کشورهای مورد مطالعه است؛ به گونه‌ای که با یک درصد افزایش در سهم رانت نفت از GDP، انتشار CO₂ حدود ۰/۰۹ درصد افزایش خواهد یافت. اثر تعاملی رانت نفت و شاخص GPR نیز بر انتشار CO₂ مثبت و گویای این موضوع است که اثرات زیست‌محیطی منفی رانت نفت، زمانی که اقتصادهای صادرکننده نفت در معرض خطرات ژئوپلیتیکی قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد. استحکام نتایج تجربی به دست آمده با تفکیک کشورهای صادرکننده نفت به دو دسته کشورهای با GPR بالاتر از متوسط نمونه (دسته نخست) و کشورهای با GPR کمتر از متوسط نمونه (دسته دوم) تأیید شده است. بر این اساس، نتایج نشان می‌دهد که اثر مثبت رانت نفت بر انتشار CO₂ در کشورهای دسته نخست به مراتب بیشتر از کشورهای دسته دوم است.

واژه‌های کلیدی: رانت نفت، نفیرین کربن، ریسک ژئوپلیتیک، اثر تعاملی، کشورهای صادرکننده نفت.

طبقه بندی: JEL: Q58, Q53, F18, C33.

۱. دکتری اقتصاد بخش عمومی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران (نویسنده مسئول).

Email: golkhandan@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده ایلوی نوی شیکاگو، شیکاگو، آمریکا.

Email: ljahan2@uic.edu

۱. مقدمه

تغییرات آب و هوا و گرمایش جهانی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشریت در سال‌های اخیر تبدیل شده است (Jahanger et al, 2022). این موضوع هم اقتصادهای در حال توسعه و هم اقتصادهای پیشرفته را تحت تأثیر قرار می‌دهد و پیامدهای نامطلوبی برای وضعیت فعلی و دستیابی به اهداف توسعه پایدار دارد. انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHGs) عامل اصلی آلودگی هواست و در این بین، انتشار CO_2 بیشترین سهم را از نظر حجمی (۷۶٪ از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای) تشکیل می‌دهد. در نتیجه، انتشار CO_2 مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در میان همه گازهای گلخانه‌ای منتشر شده است (Coskuner et al, 2020). بر این اساس، برای دستیابی به هدف نهایی توسعه پایدار، بایستی انتشار CO_2 کنترل و نظارت شود و اقدامات سیاستی مناسب برای کاهش آن ضروری است (Sun et al, 2023).

با توجه به توضیحات فوق، محققان سعی کرده‌اند تا به بررسی و شناسایی منشأ انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌ویژه CO_2 در مناطق و کشورهای مختلف جهان بپردازند. در این راستا، اقتصادهای غنی از منابع طبیعی در خط مقدم تحقیقات تجربی قرار گرفته‌اند؛ زیرا تعداد قابل توجهی از این کشورها در میان کشورهای با بیشترین شدت کربن در جهان به چشم می‌خورند. علاوه بر این، بسیاری از کشورهای غنی از منابع، به‌دلیل بحران جهانی انرژی و افزایش قیمت انرژی، اتکای خود به زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی را افزایش داده‌اند. در نتیجه، تخریب محیط‌زیست در این کشورها تحت تأثیر استفاده از منابع طبیعی قرار گرفته است (Bilgili et al, 2023). این موضوع وجود فرضیه «نفرین کربن»^۱ را تداعی می‌کند؛ به این معنا که بیشتر کشورهای غنی از منابع طبیعی نسبت به کشورهای فاقد این منابع، مسیرهای رشد و توسعه را با کربن فشرده‌تری دنبال می‌کنند (Chiroleu et al, 2020). در واقع، استخراج منابع طبیعی و بهره‌برداری از آن در این کشورها که توسط گزینه‌های اقتصادی هدایت می‌شود، اغلب به آلودگی هوا و انتشار کربن کمک می‌کند. البته استفاده از منابع طبیعی ممکن است آن‌طور که پیش‌بینی می‌شود برای پایداری محیط‌زیست مضر نباشد و تغییر در الگوهای استفاده از منابع طبیعی می‌تواند به‌طور مثبت بر پایداری محیطی تأثیر بگذارد (Akadiri et al, 2022). علاوه بر این، درآمدهای حاصل از فروش منابع طبیعی می‌تواند برای تشکیل سرمایه و سرمایه‌گذاری زیرساختی استفاده شود که این امر سطح رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد. سطح توسعه بالاتر نیز باعث تغییر به سمت فناوری‌های بهتر، مقررات زیست‌محیطی پیشرفته و تغییرات ساختاری در اقتصاد می‌شود. از این‌رو، آلودگی محیطی را می‌توان کاهش داد (Danish et al, 2019).

در این راستا عوامل گوناگونی به‌منظور توجیه فرضیه نفرین کربن و تقویت و یا تضعیف آن معرفی شده است. به‌عنوان مثال، بی‌ثباتی سیاسی، درگیری‌ها و حکمرانی ضعیف در کشورهای غنی از منابع طبیعی می‌تواند خطر

Balsalobre-Lorente et al,) دهد (افزایش و مدیریت مؤثر زیست‌محیطی را کاهش دهد (2018). ریسک ژئوپلیتیک (GPR) عامل مهم دیگری است که در این زمینه معرفی شده است. GPR به خطرات مربوط به تروریسم، جنگ، نظامی‌سازی و درگیری‌های درون و بین کشورها اشاره دارد و رویدادهایی مانند حمله عراق به کویت، جنگ خلیج فارس، واقعه ۱۱ سپتامبر، جنگ ایالات متحده و عراق، حملات تروریستی پاریس، جنگ اوکراین، جنگ غزه و حملات حماس قسمت‌های کلیدی ریسک ژئوپلیتیک در چند دهه اخیر هستند (Caldara & Iacoviello, 2022). GPR به‌طور مستقیم نااطمینانی را افزایش و سرمایه‌گذاری در فناوری انرژی‌های سبز و تجدیدپذیر را کاهش می‌دهد. همچنین، تحقیق و توسعه را کند و نوآوری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر را محدود می‌کند. این موارد تولیدکنندگان را به استفاده از فناوری‌های کثیف در تولید و افزایش انتشار CO_2 وادار می‌کند. GPR به‌طور غیرمستقیم نیز با ایجاد بی‌ثباتی، درگیری‌ها و مشکلات حاکمیتی و همچنین افزایش قیمت (رانت) منابع طبیعی (بالاخص نفت) پیامدهای منفی نفرین منابع را تشدید می‌کند و چنین مسائلی توجهات را از رویه‌های زیست‌محیطی پایدار منحرف می‌کند و منجر به مصرف بیش از حد منابع طبیعی و اثرات نامطلوب قابل توجه در زمینه انتشار بیشتر CO_2 در کشورهای دارای منابع می‌شود (Chen et al, 2023).

مراحل مختلف اکتشاف، استخراج، فرآوری نفت و فعالیت پالایشگاه‌ها در کشورهای صادرکننده نفت موجب انتشار قابل توجه CO_2 و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی می‌شود. همچنین، رانت نفت می‌تواند چالش‌های حاکمیتی از جمله مسائل مربوط به فساد، سوءمدیریت و نهادهای ضعیف را ایجاد کند که مانع وضع مقررات زیست‌محیطی مؤثر می‌شود. در مقابل، بهبود عملکرد اقتصادی یک کشور و طی نمودن سریع‌تر مسیر توسعه و رشد اقتصادی و تغییر فناوری‌های سنتی به فناوری‌های پیشرفته و پاک‌تر می‌تواند با ایجاد صندوق‌های سبز از طریق درآمدهای ناشی از فروش نفت امکان‌پذیر شود. از طرفی ممکن است که اثرات زیست‌محیطی منفی رانت نفت، زمانی که کشورهای صادرکننده نفت در معرض خطرات ژئوپلیتیکی مهمی قرار می‌گیرند، افزایش یابد که این موضوع به دلیل انحراف توجهات از رویه‌های زیست‌محیطی پایدار و تغییر در قیمت نفت است. بر این اساس، اثر تعاملی (ضربدری) رانت منابع طبیعی و GPR باعث افزایش انتشار CO_2 می‌شود. بر اساس این توضیحات، هدف اصلی مقاله حاضر بررسی اثر رانت منابع طبیعی، ریسک ژئوپلیتیک و اثر تعاملی این دو متغیر بر انتشار CO_2 در کشورهای صادرکننده نفت طی سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۰۰ است.

مقاله حاضر در شش بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه، در بخش دوم مبانی نظری تبیین شده است. بخش سوم به پیشینه و بخش چهارم به روش‌شناسی تحقیق و نیز معرفی متغیرها و توصیف داده‌ها اختصاص دارد. در بخش پنجم به برآورد مدل و تحلیل نتایج پرداخته شده است. در بخش پایانی نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها آمده است.

۲. مبانی نظری

۲-۱. وابستگی به منابع طبیعی و انتشار CO₂

ادبیات موجود در زمینه رابطه بین رانت منابع طبیعی و شاخص‌های کیفیت محیطی، مختلط و ناهمگون است. به‌طور کلی این ادبیات را می‌توان در چهار دسته کلی تقسیم‌بندی کرد:

دسته نخست استدلال می‌کند که رانت منابع طبیعی تأثیر مثبت بر کیفیت محیط‌زیست دارد و منابع طبیعی کیفیت محیط‌زیست را با کاهش واردات و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی بهبود می‌بخشد (Balsalobre, Lorente, 2018; Uzar, 2024). در واقع، فراوانی منابع طبیعی می‌تواند با افزایش استفاده از منابع تجدیدپذیر و ارائه منابع انرژی پاک‌تر و کم‌آلاینده‌تر، فشار بر محیط‌زیست را کاهش دهد. از طرفی، تغییر فناوری‌های سنتی به فناوری‌های پیشرفته و پاک‌تر می‌تواند با ایجاد صندوق‌های سبز از طریق درآمدهای ناشی از فروش منابع طبیعی امکان‌پذیر باشد (Ibrahim & Ajide, 2021; Pata & Ertugrul, 2023). علاوه بر این، فراوانی منابع طبیعی می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی یک کشور منجر گردد که به طی نمودن سریع‌تر مسیر توسعه و رشد اقتصادی کمک می‌کند. بر این اساس، می‌توان نتایج نامطلوب توسعه اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست در مراحل اولیه توسعه را - همان‌طور که در فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس^۱ (EKC) پیش‌بینی شده است - با سرعت بالاتری پشت سر گذاشت (Eedogan, 2024).

در مقابل، دسته دوم ادبیات نظری نشان می‌دهند که رانت منابع طبیعی به‌طور مخربی بر کیفیت محیطی تأثیر می‌گذارد و وفور منابع طبیعی ظرفیت‌های انسانی را برای سرمایه‌گذاری در پیشرفت فناوری محدود می‌کند. علاوه بر این، وفور منابع طبیعی شهروندان را به بهره‌برداری از این منابع تشویق می‌کند (Hundie et al, 2022). طرفداران این نظریه با تأکید بر فرضیه «نفرین کربن» نشان می‌دهند که سطح انتشار CO₂ در کشورهای غنی از منابع نسبت به کشورهای کم‌برخوردار و یا فاقد این منابع بالاتر است (Chiroleu, Assouline et al, 2020; Khan et al, 2022). فرضیه نفرین کربن نخستین بار توسط فریدریچز و ایندرویلدی^۲ (۲۰۱۳) ارائه شد که بر اساس آن، اقتصادهای غنی از منابع طبیعی معمولاً دارای ساختار اقتصادی هستند که به‌شدت به سمت بخش منابع منحرف شده است. این موضوع مانع تنوع و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کم‌کربن می‌شود و ردپای کربن اقتصادها را در سطح جهانی بالا می‌برد. نفرین کربن فرضیه‌ای جدید است که با فرضیه نفرین منابع^۳ مرتبط، اما از آن متمایز است. این فرضیه بیان می‌کند که کشورهای غنی از سوخت فسیلی از طریق چهار سازوکار مسیرهای توسعه با کربن فشرده‌تری را دنبال می‌کنند: اول، سازوکار انتشارات مربوط به استخراج که بیان می‌کند کشورهای غنی از سوخت مقادیر قابل‌توجهی CO₂ را در استخراج

1. Environmental Kuznets Curve (EKC)

طبق این فرضیه، رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست (انتشار CO₂) به شکل U معکوس است و رشد و توسعه اقتصادی در مراحل ابتدایی به افزایش انتشار CO₂ منجر می‌شود.

2. Friedrichs & Inderwildi

3. Resource Curse Hypothesis

سوخت منتشر می‌کنند. دوم، اثرات ازدحام مربوط به سوخت که حاکی از آن است که دسترسی آسان به سوخت داخلی در چنین کشورهایی منجر به اثرات ازدحام بر ترکیب انرژی و ساختار اقتصادی آن‌ها می‌شود. (برای مثال، نفت فراوان ممکن است سوخت‌های دیگر را از ترکیب انرژی جابه‌جا کند و به «بیماری هلندی»^۱ منجر شود). سوم، فراوانی سوخت انگیزه اقتصادی سرمایه‌گذاری در بهره‌وری انرژی را تضعیف می‌کند. چهارم، دولت‌ها در کشورهای غنی از سوخت تحت فشار چشمگیری برای اعطای یارانه‌های غیراقتصادی مصرف سوخت هستند که این موضوع شدت کربن تولید اقتصادی آن‌ها را بیشتر می‌کند. با توجه به اثر ترکیبی این سازوکارهای علی، فرار از مسیرهای توسعه با کربن فشرده برای کشورهای غنی از سوخت واقعاً دشوار است؛ با این حال، استثنای قابل توجهی مانند نروژ در این زمینه وجود دارد که نشان می‌دهد با اتخاذ سیاست‌های مناسب، وقوع نفرین کربن قطعی نیست (Friedrichs & Inderwildi, 2013). در نهایت، وجود رانت منابع طبیعی قابل توجه می‌تواند چالش‌های حاکمیتی، از جمله مسائل مربوط به فساد، سوءمدیریت و نهادهای ضعیف را ایجاد کند. این چالش‌ها مانع وضع مقررات زیست‌محیطی مؤثر می‌شوند و جریان انتشار CO₂ را در اقتصادهای غنی از منابع افزایش می‌دهد (Wang et al, 2023).

دسته سوم معتقدند که رابطه بین رانت منابع طبیعی و کیفیت محیطی به عوامل مختلفی مانند سطح منابع طبیعی، کیفیت نهادی، شاخص کیفیت محیط‌زیست و نوع منبع طبیعی بستگی دارد و می‌تواند منفی و یا مثبت باشد. به عنوان مثال، چیرلئو-آسولین^۲ و همکاران (۲۰۲۰) با ترکیب نظریات دسته اول و دوم متوجه شدند که رابطه بین انتشار CO₂ و فراوانی منابع طبیعی، غیرخطی و U شکل است. در واقع، نفرین کربن تنها پس از گذر از نقطه آستانه ظاهر می‌شود. همچنین، کیفیت نهادی و حکمرانی خوب از جمله متغیرهایی هستند که ارتباط بین رانت منابع طبیعی و کیفیت محیطی را تعدیل می‌کنند. در این راستا، نوانی و آدامز^۳ (۲۰۲۱) استدلال می‌کنند که نهادهای ضعیف بهره‌برداری نامناسب از منابع طبیعی را به ضرر محیط‌زیست تشویق می‌کنند. از سوی دیگر، اولوکاک^۴ و همکاران (۲۰۲۰) ادعا می‌کنند که رابطه بین وفور منابع طبیعی و کیفیت محیط‌زیست به شاخص زیست‌محیطی استفاده‌شده در مطالعه بستگی دارد. آن‌ها دریافتند که استخراج و رانت منابع طبیعی انتشار CO₂ را افزایش می‌دهد، اما تأثیری بر میزان ردپای اکولوژیکی ندارد. همچنین، نوع منبع طبیعی در ارتباط بین رانت منابع طبیعی و کیفیت محیط‌زیست تأثیرگذار است. در این راستا، بیلگیلی^۵ و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که رانت جنگل کیفیت محیطی را بهبود می‌بخشد؛ در حالی که رانت نفت و رانت مواد معدنی کیفیت محیطی را بدتر می‌کند. بر این اساس، استفاده از منابع طبیعی تجدیدپذیر پتانسیل کاهش مشکلات زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.

1. Dutch Disease
2. Chiroleu-Assouline
3. Nwani & Adams
4. Ulucak
5. Bilgili

دسته چهارم نیز استدلال می‌کند که رانت منابع طبیعی بر کیفیت محیطی تأثیر نمی‌گذارد که این نتیجه از فرضیه «خنثی»^۱ در این زمینه پشتیبانی می‌کند (Danish et al, 2019). طرفداران این فرضیه که بسیار اندک‌شمارند معتقدند که منابع طبیعی نمی‌تواند شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست را تحریک کند و افزایش یا کاهش در رانت منابع طبیعی اثر معناداری به‌صورت مثبت و یا منفی بر این شاخص‌ها نخواهد داشت (Hundie et al, 2022).

۲-۲. ریسک ژئوپلیتیک (GPR) و انتشار CO₂

به‌طور کلی GPR از طریق سازوکارهای مختلفی بر انتشار CO₂ اثر می‌گذارد. وانگ^۲ و همکاران (۲۰۲۲) این مکانیسم‌ها را به سه دسته تقسیم می‌کنند. اولین مکانیسم، «اثر مصرف» نام دارد. افزایش GPR می‌تواند منجر به افزایش مصرف انرژی و فعالیت‌های مرتبط با امور نظامی شود؛ همچنین، ممکن است تحقیق و توسعه را کند و نوآوری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر را محدود کند. این عوامل به‌نوبه خود باعث تشدید انتشار CO₂ می‌شود (اثر تشدیدکننده). سازوکار دوم، «اثر سرمایه‌گذاری» است که نشان می‌دهد GPR ممکن است استقلال انرژی را ترویج و سرمایه‌گذاری در انرژی سبز (تجدیدپذیر) و پروژه‌های فناوری پیشرفته مرتبط را افزایش دهد که این عوامل انتشار CO₂ را کند می‌کند. در نهایت، GPR می‌تواند از انتشار CO₂ از طریق «اثر کم‌سازی (کاهش‌دهنده)»^۳ جلوگیری کند. با توجه به این اثر، GPR مانع رشد و فعالیت‌های اقتصادی و سبب کاهش بازده مصرف انرژی می‌شود و این عوامل، انتشار CO₂ را کنترل می‌کنند. این سازوکارها نشان می‌دهند که GPR ممکن است انتشار CO₂ را افزایش یا کاهش دهد و اثر نهایی به برآیند سه سازوکار یادشده وابسته است.

خطرات ژئوپلیتیکی مانند بی‌ثباتی سیاسی، درگیری‌ها و اختلالات تجاری باعث ایجاد نااطمینانی سیاستی می‌شود و شرکت‌ها، دولت‌ها و سرمایه‌گذاران را در برنامه‌ریزی و اجرای استراتژی‌های بلندمدت برای کاهش انتشار CO₂ به چالش می‌کشد (Anser et al, 2021). علاوه بر این، شکست برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و چالش‌های نظارتی، معمولاً دولت‌ها را مجبور می‌کند تا ثبات سیاسی و اقتصادی فوری را بر اهداف بلندمدت زیست‌محیطی و پایداری آن در اولویت قرار دهند. این امر انتقال به اقتصادهای کم‌کربن را بیشتر به تأخیر می‌اندازد و CO₂ بیشتری را تولید می‌کند. در نهایت، GPR می‌تواند عملکرد روان جریان‌های تجارت جهانی و زنجیره تأمین را مختل کند. این امر بر انتقال، اجرا و پذیرش فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست که می‌توانند کاهش انتشار CO₂ را تضمین کنند تأثیر منفی می‌گذارد (Chen et al, 2023).

1. Neutral Hypothesis

2. Wang

3. Mitigation

۳-۲. اثر تعاملی GPR و رانت منابع طبیعی بر انتشار CO₂

اثرات زیست‌محیطی منفی رانت منابع طبیعی زمانی که اقتصادهای دارای منابع در معرض خطرات ژئوپلیتیکی مهمی قرار می‌گیرند افزایش می‌یابد که نشان می‌دهد اثر تعاملی رانت منابع طبیعی و GPR باعث افزایش انتشار CO₂ می‌شود. GPR با ایجاد بی‌ثباتی، درگیری‌ها و مشکلات حاکمیتی، پیامدهای منفی نفرین منابع را تشدید می‌کند و چنین مسائلی توجهات را از رویه‌های زیست‌محیطی پایدار منحرف می‌کند و منجر به اثرات نامطلوب قابل توجهی در زمینه انتشار بیشتر CO₂ می‌شود (Chen et al, 2023). در واقع GPR ممکن است تولیدکنندگان را به روش‌های مبتنی بر کربن از طریق پسرفت تحقیق و توسعه و نوآوری سوق دهد و منابع طبیعی ممکن است به دلیل شرایط جنگ و درگیری بیش از حد مصرف شود و در نتیجه بر محیط‌زیست تأثیر منفی بگذارد (Jiao et al, 2022).

علاوه بر این، GPR می‌تواند با تغییر در قیمت نفت، رانت و میزان استخراج و بهره‌برداری آن و در نتیجه میزان انتشار CO₂ را تحت تأثیر قرار دهد. اگرچه در برخی مطالعات تجربی پژوهشگرانی مانند دوگان^۱ و همکاران (۲۰۲۱) و کونادو^۲ و همکاران (۲۰۱۹) شواهدی در مورد اثرات منفی GPR بر رانت منابع طبیعی ارائه کرده‌اند، اما غالب ادبیات موجود در این زمینه حاکی از رابطه مثبت بین خطرات ژئوپلیتیکی و رانت منابع طبیعی بالاخص در کشورهای صادرکننده نفت است که این موضوع می‌تواند به دلیل کمبود منابع در دسترس یا تقاضای زیاد برای محصولات ناشی از عدم اطمینان ژئوپلیتیک باشد (گل خندان و محمدیان منصور، ۱۴۰۲؛ Zhao et al, 2024). در صورت وقوع بحران‌ها و جنگ‌های بین‌المللی، بازار نفت به‌عنوان یک پناهگاه امن منجر به بازدهی مثبت می‌شود. این تأثیر مثبت GPR بر قیمت نفت به دلیل افزایش تقاضا برای نفت به منظور اهداف پیشگیرانه، سوداگران و نظامی است. از طرفی کاهش تولید نفت ناشی از شوک‌های GPR با کاهش عرضه نفت از سوی کشورهای صادرکننده نفت منجر به افزایش قیمت نفت می‌شود (Su et al, 2019).

۳. پیشینه پژوهش

در جدول ۱ اهم مطالعات تجربی داخلی و خارجی جدید انجام‌شده در زمینه موضوع تحقیق به تفکیک ارائه شده است. با بررسی این جدول نتیجه‌گیری می‌شود که تا کنون مطالعات تجربی متعددی در زمینه بررسی تأثیرگذاری ریسک ژئوپلیتیک (GPR) و همچنین رانت منابع طبیعی و انواع آن (نفت، گاز طبیعی، معدن، جنگل و زغال‌سنگ) بر شاخص تخریب محیط‌زیست انجام شده است. البته طبق بررسی نویسندگان، تا کنون در زمینه اثرگذاری GPR بر تخریب محیط‌زیست، مطالعه داخلی خاصی انجام نشده است. نتایج این مطالعات در بسیاری از موارد ناهمگن و مختلط است که می‌تواند به دلیل تفاوت در بازه زمانی و مکانی، مدل‌سازی و روش مورد استفاده برای برآورد مدل و همچنین نوع شاخص به کاررفته برای تخریب محیط‌زیست (ردپای اکولوژیکی، انتشار

1. Dogan

2. Cunado

CO₂ و سایر گازهای گلخانه‌ای، ضریب ظرفیت بار^۱ (LCF) و ... باشد. بر اساس جدول ۱، تا کنون در مطالعات تجربی بسیار محدودی همزمان اثر GPR و رانت منابع طبیعی بر شاخص تخریب محیط‌زیست بررسی شده است. همچنین، تنها در مطالعه چن و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی اثر تجربی تعاملی (ضربدری) GPR و رانت منابع طبیعی بر شاخص تخریب محیط‌زیست توجه شده است. بر این اساس، لزوم انجام مطالعات تجربی بیشتری در این زمینه برای مناطق و گروه کشورهای مختلف با استفاده از ابزارهای گوناگون آماری و اقتصادسنجی معتبر حس می‌شود. از طرفی همان‌طور که در بخش‌های قبلی پژوهش به آن اشاره شد، انجام پژوهش در این زمینه برای کشورهای صادرکننده نفت، با توجه به سطح بالای وابستگی به رانت نفت و اثرپذیری از ریسک ژئوپلیتیک در بیشتر این کشورها و همچنین سطح بالای انتشار CO₂، از اهمیت خاصی برخوردار است. علاوه بر این، مطالعه حاضر صرف‌نظر از تمرکز بر رانت نفت در بین منابع طبیعی و بازه زمانی و مکانی پژوهش، از حیث مدل‌سازی (در نظر گرفتن توأم متغیرهای GPR، رانت نفت و اثر تعاملی این دو متغیر در یک مدل در چارچوب فرضیه EKC) و تفکیک کشورهای صادرکننده نفت به دو دسته کشورهای با GPR بالنسبه بالا و GPR بالنسبه پایین برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان و دقیق‌تر، با مطالعه چن و همکاران (۲۰۲۳) متفاوت است.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

محقق (سال)	بازه زمانی و مکانی تحقیق	شاخص تخریب محیط‌زیست	روش برآورد مدل ^۲	اهم نتایج تحقیق
۱. مطالعات منتخب در زمینه تأثیر GPR بر تخریب محیط‌زیست				
Anser et al (2021)	۵ کشور نوظهور شامل برزیل، مکزیک، روسیه، کلمبیا و چین (۱۹۷۰-۲۰۰۰)	ردپای اکولوژیکی	هم‌انباشتگی پانل و برآوردگرهای DOLS، AMG و FMOLS	GPR ردپای اکولوژیکی را کاهش می‌دهد.
Husnain et al (2022)	کشورهای E7 (۱۹۹۰-۲۰۱۵)	ردپای اکولوژیکی و انتشار CO ₂	هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی و برآوردگر AMG	GPR با کاهش ردپای اکولوژیکی و انتشار CO ₂ ، کیفیت محیطی را بهبود می‌بخشد.

1. Load Capacity Factor (LCF)

LCF با تقسیم ظرفیت زیستی بر ردپای اکولوژیکی به‌دست می‌آید و شاخص دقیق‌تری از کیفیت محیطی را ارائه می‌دهد (Pata & Ertugrul, 2023).

۲. نام کامل روش‌های برآورد به‌ترتیب استفاده در جدول پیشینه پژوهش عبارت‌اند از: DOLS حداقل مربعات معمولی پویا؛ FMOLS حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح‌شده؛ AMG میانگین گروهی تعمیم‌یافته؛ PMG میانگین گروهی تلفیقی؛ TVP-VAR خودرگرسیون برداری نوسانات تصادفی پارامتر متغیر زمان؛ CupFM به‌روزرسانی مکرر و کاملاً اصلاح‌شده؛ CupBC به‌روزرسانی مکرر و تصحیح اریب؛ ARDL خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی؛ FE اثرات ثابت؛ RE اثرات تصادفی؛ FGLS حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر؛ MMQR روش رگرسیون کوانتایل گشتاوری؛ 3SLS حداقل مربعات سه‌مرحله‌ای؛ SGMM گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی.

Wang et al (2022)	کشور چین (۲۰۲۰-۲۰۰۰)	انتشار CO ₂	علیت گرنجری بوت استرپ پنجره غلتان ^۱	در نمونه‌های فرعی مختلف، رابطه علی دوطرفه بین GPR و CO ₂ وجود دارد.
Riti et al (2022)	کشورهای بریکس شامل برزیل، چین، هند، روسیه و آفریقای جنوبی (۲۰۲۰-۱۹۸۵)	انتشار CO ₂	PMG	رابطه بین GPR و تخریب محیط زیست در سطح کل مثبت، اما در سطح تفکیک شده منفی است؛ بنابراین، وجود سوگیری تجمع در برآورد رابطه تخریب محیط زیست و GPR در سطح کل وجود دارد.
Jiao et al (2022)	کشور چین (۲۰۱۷-۲۰۰۰)	ردپای اکولوژیکی	TVP-VAR	GPR، تأثیر منفی و معناداری بر ردپای اکولوژیکی در کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت دارد.
Khan et al (2023)	کشورهای بریکس (۲۰۲۱-۲۰۰۰)	کل انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتشار CO ₂	هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی و برآوردگرهای CupFM و CupBC	GPR به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و CO ₂ می‌انجامد.
Jiatong et al (2023)	کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته (۲۰۲۱-۲۰۰۰)	ردپای اکولوژیکی	هم‌انباشتگی پانل و برآوردگرهای DOLS، AMG و FMOLS	GPR به افزایش انتشار کربن می‌انجامد.
Ding et al (2023)	۲۵ کشور OECD (۲۰۱۹-۱۹۹۰)	انتشار CO ₂	FE و پانل کوانتایل ^۲	GPR انتشار CO ₂ را افزایش می‌دهد و این تأثیر مثبت، ناهمگن است.
Villanthenkodath & Pal (2024)	کشور هند (۲۰۱۹-۱۹۹۰)	ردپای اکولوژیکی، LCF و انتشار CO ₂	ARDL	GPR کیفیت محیطی را با کاهش ردپای اکولوژیکی و انتشار CO ₂ بهبود می‌بخشد. اما با کاهش ضریب ظرفیت بار باعث تخریب محیط زیست می‌شود.
Balsalobre-Lorente et al (2021)	کشورهای G-20 (۲۰۱۸-۱۹۹۷)	ردپای اکولوژیکی، ردپای کربن و انتشار CO ₂	FMOLS	در بلندمدت، GPR تأثیر مثبتی بر کیفیت زیست محیطی دارد. اما اثر تعاملی پیچیدگی اقتصادی و GPR بر کیفیت محیطی منفی است.
۲. مطالعات منتخب در زمینه تأثیر منابع طبیعی بر تخریب محیط زیست				
الف. مطالعات خارجی				
Aladejare (2022)	۵ اقتصاد ثروتمند آفریقا (۲۰۱۹-۱۹۹۰)	ردپای اکولوژیکی، انتشار CO ₂ و انتشار CH ₄	FE، RE، FGLS و AMG	رانت منابع طبیعی (شامل نفت، گاز طبیعی و مواد معدنی) به‌طور معناداری به تخریب محیط زیست می‌انجامد.
Shehzad et al (2022)	کشور الجزایر (۲۰۱۷-۱۹۷۰)	ردپای اکولوژیکی	ARDL	رانت حاصل از منابع طبیعی به‌طور چشم‌گیری باعث بهبود کیفیت محیط زیست شده است.

1. Rolling-Window Bootstrap Granger Causality Test

2. Panel Quantile

رانت معدن و رانت زغال سنگ تمایل به افزایش انتشار کربن در تمام چندقها دارد (۰/۱۰ تا ۰/۹۰). با این حال، میانگین تغییر در متغیر وابسته در چندقهای مرتبه بالاتر (۰/۶۰ تا ۰/۹۰) بیشتر و در چندقهای مرتبه پایین تر (۰/۱۰ تا ۰/۳) کمتر است.	DOLS, FMOLS FE و MMQR	انتشار CO ₂	اقتصادهای تازه صنعتی شده ^۱ (NIEs) (۱۹۹۵-۲۰۲۰)	Guo et al (2023)
رانت منابع طبیعی به طور مثبت با تخریب محیط زیست در بلندمدت مرتبط است.	ARDL و رویکرد علیت دامنه فرکانس ^۲	انتشار CO ₂	کشور هند (۱۹۷۰-۲۰۱۸)	Hossain et al (2023)
رانت جنگل کیفیت محیطی را بهبود می بخشد؛ در حالی که رانت نفت و رانت مواد معدنی کیفیت محیطی را بدتر می کند.	MMQR	انتشار CO ₂	کشورهای منطقه منا (۲۰۰۰-۲۰۲۱)	Bilgili et al (2023)
فراوانی منابع طبیعی و آزادی مطبوعات می توانند ردپای اکولوژیکی را کاهش دهند.	هم انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی و برآوردهای DOLS, AMG و FMOLS	ردپای اکولوژیکی	کشورهای E ₇ (۱۹۹۳-۲۰۱۷)	Uzar (2024)
منابع طبیعی تأثیر منفی و معنادار بر پایداری محیطی دارد.	DOLS, FMOLS FE و MMQR	ردپای اکولوژیکی	کشورهای بریکست (۱۹۹۰-۲۰۱۸)	Gu et al (2024)
ب. مطالعات داخلی				
وفور انرژی های تجدیدناپذیر رشد اقتصادی را کاهش داده است؛ اما به جای کاهش تخریبات محیط زیستی در اثر کاهش رشد اقتصادی، با افزایش آن مواجه هستیم (تحقق پارادوکس وفور منابع طبیعی و تخریبات محیط زیستی).	3SLS	انتشار CO ₂	کشورهای با وفور انرژی های تجدیدناپذیر بالا (۲۰۰۵-۲۰۱۸)	فتوره چی (۱۴۰۰)
رانت منابع طبیعی تأثیر مثبت و معنادار بر ردپای اکولوژیکی در کوتاه مدت و بلندمدت دارد.	ARDL	ردپای اکولوژیکی	کشور ایران (۱۹۸۸-۲۰۲۱)	عبداللهی و قادری (۱۴۰۲)
رانت منابع طبیعی تأثیر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد.	GLS	ردپای اکولوژیکی	کشورهای منطقه منا (۱۹۹۴-۲۰۱۸)	معین الدینی و همکاران (۱۴۰۲)
ج. مطالعات منتخب در زمینه بررسی همزمان تأثیر منابع طبیعی و GPR بر تخریب محیط زیست				
GPR، رانت منابع طبیعی و اثر تعاملی این دو متغیر به افزایش انتشار CO ₂ می انجامد.	FGLS و SGMM	انتشار CO ₂	۳۸ کشور در حال توسعه و صنعتی (۱۹۷۰-۲۰۲۱)	Chen et al (2023)
رانت منابع طبیعی اثر مثبت و معنادار و GPR اثر بی معنا بر بهبود کیفیت محیطی داشته است.	ARDL تعمیم یافته	ضریب ظرفیت بار (LCF)	کشور هند (۱۹۸۸-۲۰۲۱)	Pata & Ertugrul (2023)

1. Newly Industrialized Economies (NIEs)

2. Frequency Domain Causality (FDC)

رانت نفت و رانت گاز در بلندمدت اثر مثبتی بر انتشار CO ₂ دارد. علاوه بر این، GPR به طور معناداری به کاهش انتشار CO ₂ می انجامد.	رگرسیون کوانتایل	انتشار CO ₂	کشور چین (۱۹۸۸-۲۰۲۱)	Wang et al (2023)
GPR و رانت منابع طبیعی تأثیر مثبتی بر انتشار CO ₂ دارند. اما اثر تعاملی این دو متغیر و نوآوری فناوری سبز بر انتشار CO ₂ منفی است.	SGMM	انتشار CO ₂	کشورهای بریکس (۱۹۹۰-۲۰۱۸)	Zhao et al (2024)

(منبع: یافته‌های تحقیق با مرور مطالعات تجربی)

۴. روش‌شناسی پژوهش

۴-۱. معرفی مدل و متغیرها

مدل تجربی این پژوهش به پیروی از مطالعه تجربی چن و همکاران (۲۰۲۳) و با تعدیلاتی به صورت رابطه ۱ تدوین شده است. این تعدیلات عبارت‌اند از: الف. مدل به صورت ایستا طراحی شده است. ب. GPR رانت منابع طبیعی و اثر تعاملی این دو متغیر به صورت همزمان در یک مدل در نظر گرفته شده‌اند. ج. مجذور متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه در جهت بررسی منحنی فرضیه EKC (با توجه به حضور کشورهای مختلف از نظر سطح درآمد سرانه در نمونه مورد بررسی) به مدل اضافه شده است. د. متغیر رانت نفت به جای رانت کل منابع طبیعی وارد مدل شده است.

$$\begin{aligned} \text{LnCO}_{2it} = & \beta_0 + \beta_1 \text{LnGDP}_{it} + \beta_2 (\text{LnGDP}_{it})^2 + \beta_3 \text{LnGPR}_{it} + \beta_4 \text{LnOilRent}_{it} + \\ & \beta_5 (\text{LnGPR}_{it} * \text{LnOilRent}_{it}) + \beta_6 \text{LnREC}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (۱)$$

در رابطه فوق متغیرها به صورت زیر تعریف شده‌اند:

CO₂ میزان انتشار سرانه دی‌اکسید کربن؛ GDP تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه؛ GPR شاخص ریسک ژئوپلیتیک؛ OilRent رانت نفت؛ Ln(OilRent)×Ln(GPR) اثر تعاملی رانت نفت و شاخص ریسک ژئوپلیتیک؛ REC مصرف انرژی تجدیدپذیر و E جزء خطای معادله رگرسیونی. همچنین i نشان‌دهنده ۲۵ کشور صادرکننده نفت (i=1,...,25) که اطلاعات و داده‌های آماری آن‌ها در دسترس است (شامل کشورهای آرژانتین، استرالیا، برزیل، کانادا، شیلی، چین، کلمبیا، آلمان، دانمارک، مصر، انگلیس، اندونزی، ایتالیا، مکزیک، مالزی، هلند، نروژ، پرو، فیلیپین، لهستان، روسیه، عربستان، تایلند، تونس و آمریکا)^۱ و t نشان‌دهنده بازه زمانی پژوهش (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱) است.

۱. مهم‌ترین دلیل انتخاب نکردن سایر کشورهای صادرکننده نفت بالاخص ایران، عدم دسترسی به داده‌های شاخص ریسک ژئوپلیتیک است. با این حال، نتایج تجربی این تحقیق می‌تواند دستاوردهای مهمی برای سایر کشورهای صادرکننده نفت نیز داشته باشد که در نمونه مورد بررسی نیستند.

شاخص ریسک ژئوپلیتیک توسط کالدارا و یاکوویلو (۲۰۲۲) ارائه شده و منعکس‌کننده نتایج جست‌وجوی خودکار متن از آرشیوهای الکترونیکی یازده روزنامه انگلیسی‌زبان اصلی (مهم و بانفوذ) با این نام‌هاست: «بوستون گلوب، شیکاگو تریبون، دلی تلگراف، فایننشال تایمز، گلوب اند میل، گاردین، لس‌آنجلس تایمز، نیویورک تایمز، تایمز، وال‌استریت ژورنال و واشنگتن پست»^۱. کالدارا و یاکوویلو (۲۰۲۲) با شمارش تعداد مقالات مربوط به رویدادهای نامطلوب ژئوپلیتیکی در هر روزنامه برای هر ماه - از سال ۱۹۸۵ - (به‌عنوان سهمی از تعداد کل مقالات خبری) شاخص معیار GPR را محاسبه کرده‌اند. شاخص GPR، به‌صورت ماهیانه، نسبت تعداد مقالاتی که در مورد ریسک‌های ژئوپلیتیک فزاینده بحث می‌کنند به تعداد کل مقالات منتشرشده را منعکس می‌کند (گل‌خندان و محمدیان منصور، ۱۴۰۲). این شاخص در دو سطح جهانی و کشوری ارائه شده است. شاخص GPR کشوری برای ۴۴ کشور پیشرفته و نوظهور محاسبه و دیدگاه ایالات متحده را در مورد ریسک ناشی از درگیری در این کشورها یا شهرهای بزرگ آن بیان می‌کند (matteoiacoviello.com, 2023). مقدار این شاخص برحسب درصد (بین دو عدد صفر تا ۱۰۰) است و مقادیر بزرگ‌تر از آن نشان‌دهنده ریسک ژئوپلیتیک بیشتری است. از آنجا که داده‌های شاخص GPR به‌صورت ماهانه در دسترس است، برای تبدیل داده‌های آن به سالانه، مطابق با مطالعه چن و همکاران (۲۰۲۳) و ژائو و همکاران (۲۰۲۴)، میانگین حسابی ماهانه شاخص GPR در یک سال مشخص در نظر گرفته می‌شود.

در جدول ۲ متغیرها، نماد، شاخص و نحوه اندازه‌گیری به همراه منبع جمع‌آوری داده‌های هر متغیر به‌طور خلاصه نشان داده شده است.

جدول ۲. متغیرها و منابع داده‌ها

متغیر	نماد	شاخص و نحوه اندازه‌گیری	منبع
انتشار کربن	CO ₂	سرانه میزان انتشار دی‌اکسید کربن (برحسب متریک تن)	بانک جهانی ^۲ (۲۰۲۴)
درآمد سرانه	GDP	تولید ناخالص داخلی سرانه (برحسب دلار و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵) به‌عنوان شاخص رشد اقتصادی	بانک جهانی (۲۰۲۴)
ریسک ژئوپلیتیک	GPR	شاخص ریسک ژئوپلیتیک مبتنی بر شمارش تعداد مقالات مربوط به رویدادهای نامطلوب ژئوپلیتیکی در یازده روزنامه انگلیسی‌زبان اصلی	کالدارا و یاکوویلو ^۳ (۲۰۲۴)
رانت نفت	OilRent	سهم رانت نفت از GDP (برحسب درصد)	بانک جهانی (۲۰۲۴)
مصرف انرژی تجدیدپذیر	REC	سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی (برحسب درصد)	بانک جهانی (۲۰۲۴)

(منبع: متغیرهای تحقیق)

1. The Boston Globe, The Chicago Tribune, The Daily Telegraph, The Financial Times, The Globe and Mail, The Guardian, The Los Angeles Times, The New York Times, USA Today, The Wall Street Journal, and The Washington Post
2. <https://data.worldbank.org/indicator>
3. https://www.matteoiacoviello.com/gpr_country.htm

۴-۲. روش تحقیق و مراحل برآورد مدل

برآورد مدل‌های پانل نیازمند طی کردن چند گام است که در ادامه به اختصار بررسی می‌شوند. نخستین گام، انجام آزمون «وابستگی مقطعی»^۱ (CD) است؛ زیرا در صورت تأیید وابستگی مقطعی، استفاده از آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانلی معمول (نسل اول) ممکن است باعث ایجاد تورش در نتایج شود. به این منظور، از آزمون‌های بروش و پاگان^۲ (۱۹۸۰)، CD پسران^۳ (۲۰۰۴) و آزمون تعدیل ارباب^۴ پسران و همکاران (۲۰۰۸) (آزمون LM اصلاح‌شده) استفاده شده است. فرضیه صفر این سه آزمون نشان‌دهنده عدم وابستگی مقطعی بین اعضای پانل است.

گام دوم در برآورد داده‌های پانل بررسی مانایی (ایستایی) متغیرهای مدل با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد پانلی است. هرگاه وابستگی مقطعی در داده‌های پانل تأیید شد، استفاده از روش‌های مرسوم ریشه واحد پانلی احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه واحد پانلی متعددی با وجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده (آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم) که یکی از مشهورترین آن‌ها آزمون ریشه واحد تعمیم‌یافته مقطعی ایم، پسران و شین^۵ (CIPS) است. این آزمون را پسران (۲۰۰۷) ارائه کرده و برای فرموله کردن آن، با در نظر گرفتن وابستگی بین مقاطع، از رگرسیون دیکی-فولر تعمیم‌یافته^۶ مقطعی (CADF) استفاده کرده که با کاربرد روش حداقل مربعات معمولی برای تأمین مقطع برآورد می‌شود. آماره این آزمون بر اساس میانگین آماره‌های ADF مقطعی فردی به صورت زیر است:

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N \tau_i(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (2)$$

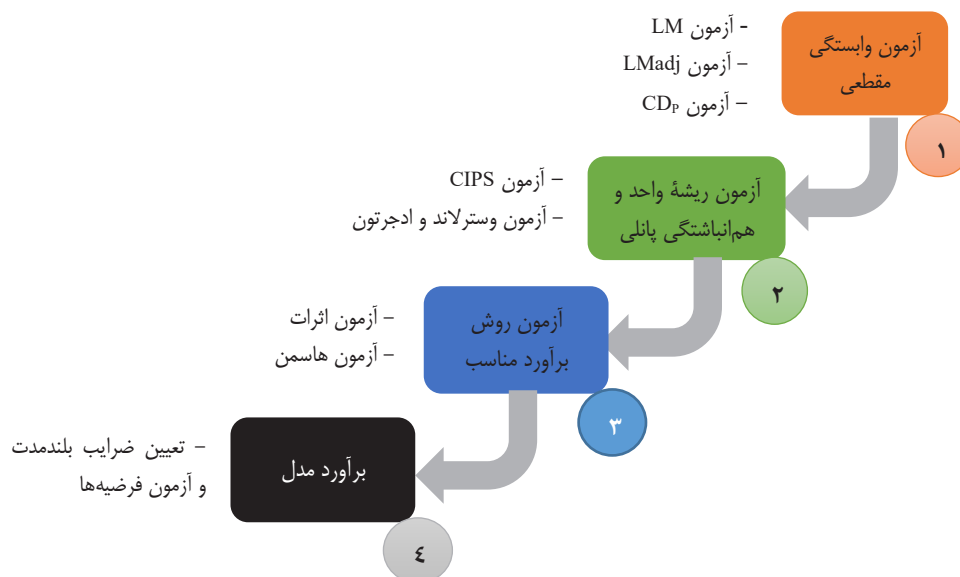
که در آن، τ_i آماره الگوی ADF مقطعی برای هر مقطع انفرادی در پانل است (Pesaran, 2007). فرضیه صفر این آزمون به مانایی متغیر مورد بررسی اشاره دارد.

در صورت وجود متغیرهای نامانا در مدل، بایستی این مسئله ارزیابی شود که آیا بین متغیرهای تحت بررسی هم‌انباشتگی (رابطه بلندمدت) وجود دارد یا خیر. به این منظور، در این مطالعه از آزمون هم‌انباشتگی پانل بوت‌استرپ LM که توسط وسترلاند و ادجرتون^۷ (۲۰۰۷) توسعه یافته استفاده شده است. دلیل استفاده از این آزمون آن است که می‌تواند بر مشکل وابستگی مقطعی غلبه کند و بنابراین، نتایج قابل‌اعتمادتری نسبت به آزمون‌های هم‌انباشتگی معمول ارائه می‌دهد. آماره آزمون وسترلاند و ادجرتون (۲۰۰۷) از طریق رابطه زیر تعیین می‌شود:

1. Cross-Sectional Dependence (CD)
2. Breusch & Pagan
3. Pesaran
4. Bias-Adjusted
5. Cross-sectional Im, Pesaran, Shin (CIPS)
6. Augmented Dicky Fuller (ADF)
7. Westerlund & Edgerton

$$LM_N^+ = \frac{1}{NT^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{w}_i^{-2} s_{it}^2 \quad (3)$$

در رابطه فوق، T به طول دوره زمانی، N به اندازه نمونه، $\hat{w}_i$ به واریانس بلندمدت باقی مانده ها و s_{it} به فرایند جمع جزئی عبارات خطا اشاره دارد. در این آزمون، فرضیه صفر به هم‌انباشتگی (وجود رابطه بلندمدت) اشاره دارد و فرضیه مقابل آن نشان‌دهنده عدم هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل است (Wang et al, 2020). بعد از تأیید هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل، در گام سوم با استفاده از آزمون اثرات از بین دو روش پانل دیتا و پولینگ‌دیتا، روش مناسب انتخاب و در ادامه با استفاده از آزمون هاسمن بین مدل‌های «اثرات ثابت»^۱ و «اثرات تصادفی»^۲ شیوه برآورد مناسب تعیین می‌شود. در گام آخر نیز برآورد مدل صورت می‌گیرد و ضرایب بلندمدت تعیین می‌شوند. در شکل ۱ مراحل برآورد مدل نشان داده شده است.



شکل ۱. مراحل برآورد مدل

۵. یافته‌های پژوهش

در جدول ۳ خلاصه‌ای از شاخص‌های آماری داده‌های خام متغیرهای تحقیق ارائه شده است. بر این اساس، بیشترین میزان پراکندگی بین داده‌ها متعلق به تولید ناخالص داخلی است (که البته چون به صورت لگاریتمی وارد مدل می‌شود، این پراکندگی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد) و کمترین مقدار آن به ریسک ژئوپلیتیک اختصاص دارد. همچنین، بر اساس آماره جاک-برا و سطح احتمال آن می‌توان گفت که هیچ‌یک از متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال برخوردار نیست.

1. Fixed Effects (FE)
2. Random Effects (RE)

جدول ۳. شاخص‌های آماری اصلی متغیرهای تحقیق (۲۰۰۰-۲۰۲۱)

متغیر	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	نرمالیتی (prob.)	تعداد مشاهدات
CO ₂	۶/۹۱۷	۰/۷۸۸	۲۰/۴۶۹	۵/۰۵۹	۰/۰۰۰	۵۵۰
GDP	۲۲۲۹۲	۱۸۳۱	۷۷۸۱۲	۲۱۰۸۷	۰/۰۰۰	۵۵۰
GPR	۰/۲۶۳	۰/۰۰۴	۴/۳۴۹	۰/۵۳۱	۰/۰۰۰	۵۵۰
OilRent	۳/۵۱۴	۰/۰۰۷	۵۴/۰۸۶	۷/۵۷۲	۰/۰۰۰	۵۵۰
REC	۱۷/۹۸۱	۰/۰۱۰	۶۱/۲۹۰	۱۴/۷۵۸	۰/۰۰۰	۵۵۰

(منبع: یافته‌های تحقیق)

در جدول ۴ نیز ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش ارائه شده است که بر این اساس، ضریب همبستگی لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی سرانه (LnGDP)، لگاریتم طبیعی شاخص ریسک ژئوپلیتیک (LnGPR)، لگاریتم طبیعی سهم رانت نفت از GDP (LnOilRent) و لگاریتم طبیعی سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی (LnREC)، با متغیر وابسته مدل یعنی لگاریتم طبیعی انتشار CO₂ (LnCO₂)، به ترتیب ۰/۸۰۱، ۰/۵۳۳، ۰/۰۷۶ و ۰/۴۷۲- است.

جدول ۴. ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش

متغیر					متغیر
LnREC	LnOilRent	LnGPR	LnGDP	LnCO ₂	
				۱	LnCO ₂
			۱	۰/۸۰۱	LnGDP
		۱	۰/۳۴۹	۰/۵۳۳	LnGPR
	۱	-۰/۰۶۴	-۰/۲۵۵	-۰/۰۷۶	LnOilRent
۱	-۰/۳۰۸	-۰/۳۴۳	-۰/۱۶۲	-۰/۴۷۲	LnREC

(منبع: یافته‌های تحقیق)

در جدول ۵ نتایج آزمون عامل تورم واریانس^۱ (VIF) به منظور بررسی مسئله هم خطی چندگانه در داده‌های پژوهش آمده است. آزمون VIF را می‌توان به صورت زیر تفسیر کرد: اگر مقدار آن برابر با یک باشد، نشان دهنده هیچ ارتباطی نیست. اگر مقدار آن بین ۱ و ۵ باشد، نشان دهنده همبستگی متوسط است و اگر ضریب بالاتر از عدد ۵ باشد، همبستگی بالایی را نشان می‌دهد. توجه به این نکته مهم است که با افزایش VIF، قابلیت اطمینان نتایج برآورد کاهش می‌یابد (Xuan et al, 2023). یافته‌ها حاکی از آن است که مقدار VIF همه متغیرها کمتر از ۵ و نزدیک به عدد ۱ است. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که در داده‌ها، هم خطی چندگانه وجود ندارد.

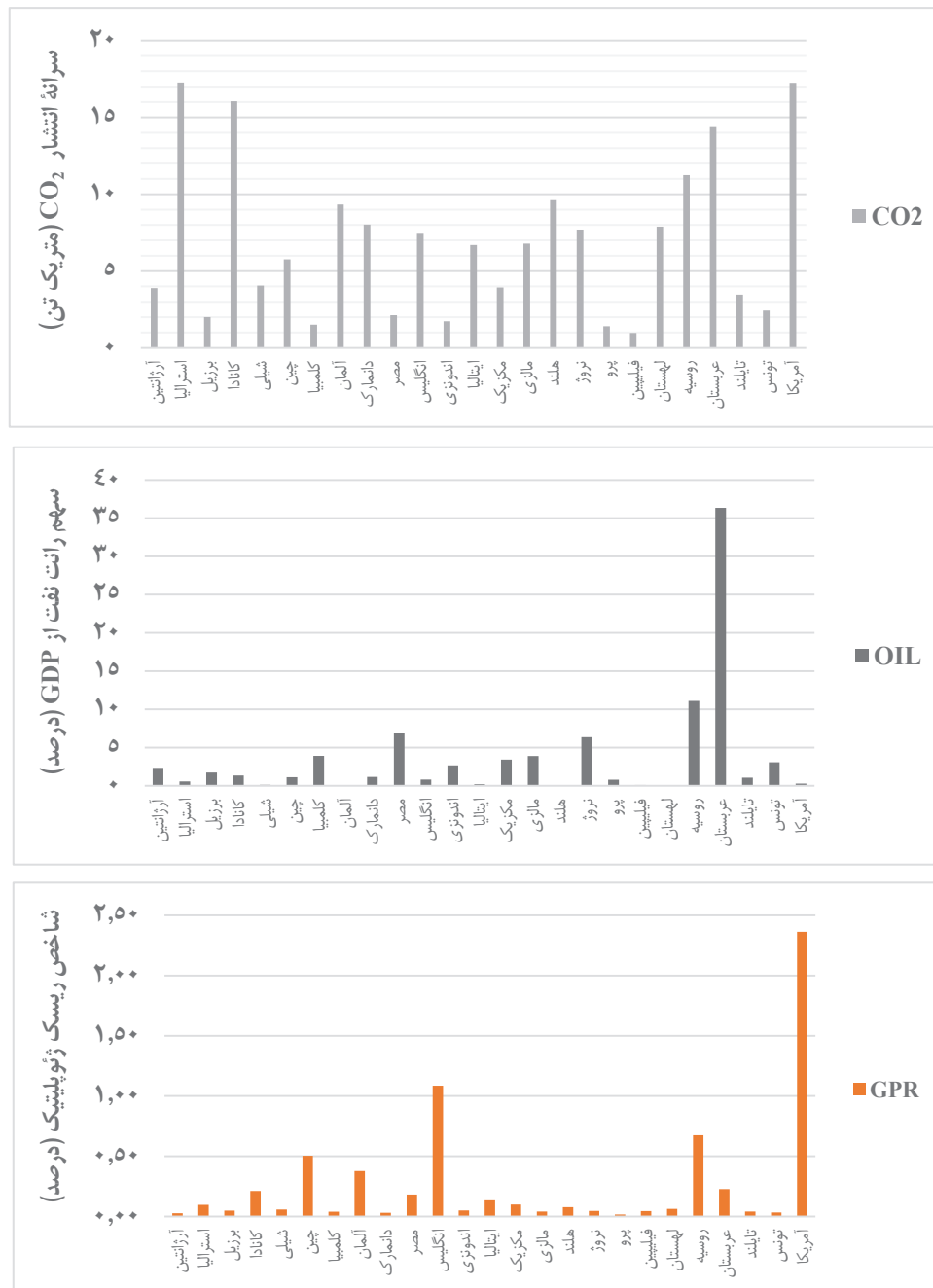
جدول ۵. نتایج آزمون VIF

متغیر	VIF
LnGDP	۱/۳۱۷
LnGPR	۱/۰۶۱
LnOilRent	۱/۳۱۶
LnREC	۱/۰۳۲

(منبع: یافته‌های تحقیق)

1. Variance Inflation Factor (VIF)

در شکل ۲ نیز میانگین متغیرهای اصلی این پژوهش طی دوره مورد بررسی به تفکیک کشورهای مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل ۲. میانگین متغیرهای اصلی پژوهش طی دوره مورد بررسی به تفکیک کشورهای مورد مطالعه
(منبع: یافته‌های تحقیق)

بر این اساس، بیشترین میزان سرانه انتشار CO₂ به ترتیب متعلق به کشورهای استرالیا (۱۷/۲۶ متریک تن)، آمریکا (۱۷/۲۵ متریک تن) و کانادا (۱۶/۰۵ متریک تن) و کمترین میزان آن به ترتیب متعلق به کشورهای پرو

(۱/۴۱ متریک تن)، کلمبیا (۱/۵۱ متریک تن) و اندونزی (۱/۷۳ متریک تن) بوده است. از نظر درصد سهم رانت نفت از GDP نیز در بین کشورهای مورد مطالعه عربستان، روسیه و مصر به ترتیب با ۳۶/۳۵، ۱۱/۰۹ و ۶/۸۹ درصد در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و از این نظر کشورهای آلمان، هلند و لهستان به ترتیب با ۰/۰۴، ۰/۰۴ و ۰/۰۴ درصد در رتبه‌های انتهایی قرار می‌گیرند. همچنین، بیشترین میزان شاخص ریسک ژئوپلیتیک به ترتیب به کشورهای آمریکا (۲/۳۶)، انگلیس (۱/۰۹) و روسیه (۰/۶۷) و کمترین میزان آن به ترتیب به کشورهای پرو (۰/۰۲)، آرژانتین (۰/۰۲) و دانمارک (۰/۰۳) تعلق داشته است.

در گام نخست، آزمون وابستگی مقطعی شامل آزمون‌های LM بروش پاگان (۱۹۸۰)، LM تعدیل‌شده پسران و همکاران (۲۰۰۸) و CD پسران (۲۰۰۴) انجام شده که نتایج این آزمون‌ها در جدول ۶ گزارش شده است. با توجه به مقدار آماره هریک از این آزمون‌ها و سطوح احتمال محاسبه‌شده، وابستگی مقطعی بین متغیرها نتیجه‌گیری و تأیید می‌شود.

جدول ۶. نتایج آزمون‌های وابستگی مقطعی

نتیجه آزمون	آزمون CD پسران		آزمون LM تعدیل‌شده		آزمون LM		متغیر
	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	
تأیید	۰/۰۰۰	۸/۵۳۲***	۰/۰۰۰	۱۰۴/۶۲۹***	۰/۰۰۰	۲۸۶۲/۸۷۷***	LnCO ₂
تأیید	۰/۰۰۰	۶۰/۲۷۷***	۰/۰۰۰	۱۴۵/۱۸۲***	۰/۰۰۰	۳۸۷۰/۷۹۵***	LnOirRent
تأیید	۰/۰۰۰	۲۸/۴۸۵***	۰/۰۰۰	۳۹/۹۳۰***	۰/۰۰۰	۱۲۹۲/۶۷۰***	LnGPR
تأیید	۰/۰۰۰	۶۱/۳۴۶	۰/۰۰۳	۱۸۳/۴۶۹***	۰/۰۰۰	۴۸۰۸/۶۱۷***	LnGDP
تأیید	۰/۰۰۰	۴/۰۶۴***	۰/۰۰۰	۷۵/۹۲۸***	۰/۰۰۰	۲۱۷۵/۱۶۹***	LnREC

(علامت *** بیانگر سطح معنی‌داری در ۱ درصد است.)

(منبع: یافته‌های تحقیق)

با توجه به اثبات وابستگی مقطعی در مدل، از آماره CIPS پسران (۲۰۰۷) برای بررسی وجود یا فقدان ریشه واحد استفاده شده است. این آزمون برای تمام متغیرها، یک بار با وجود عرض از مبدأ (C) و یک بار با وجود عرض از مبدأ و روند (C+T) در سطح و با یک تفاضل انجام شده که نتایج با هدف صرفه‌جویی ارائه نشده است. بر اساس این نتایج و مقادیر بحرانی ارائه‌شده توسط پسران (۲۰۰۷: ۲۸۱-۲۸۰)، نتیجه گرفته می‌شود که در سطح اطمینان ۹۵ درصد، درجه مانایی متغیرهای مدل ترکیبی از صفر و یک است؛ یعنی متغیرهای مدل I(1) و یا I(0) هستند.

با توجه به وجود متغیرهای نامانا در مدل، در گام بعدی بایستی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پانل بوت‌استرپ LM وسترلاند و ادجرتون (۲۰۰۷) بررسی شود. نتایج این آزمون در جدول ۷ ارائه شده است. بر اساس نتایج، فرضیه صفر این آزمون مبنی بر هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل را نمی‌توان رد کرد و بنابراین، وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مدل تأیید می‌شود و احتمال بروز رگرسیون کاذب منتفی است.

جدول ۷. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل بوت‌استرپ LM وسترلاند و ادجرتون (۲۰۰۷)

حالت				متغیر وابسته مدل
عرض از مبدأ و روند (C+T)		عرض از مبدأ (C)		
احتمال	آماره LM	احتمال	آماره LM	
۱/۰۰۰	۱۱/۲۱۸	۱/۰۰۰	۶/۹۵۸	LnCO ₂

(منبع: یافته‌های تحقیق)

بعد از تأیید هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل، می‌توان بدون نگرانی از بروز رگرسیون کاذب، مدل را برآورد کرد؛ اما پیش از برآورد مدل بایستی با استفاده از آزمون اثرات از بین دو روش پانل‌دیتا و پولینگ‌دیتا، روش مناسب را انتخاب کرد. نتایج این آزمون در بخش الف جدول ۸ نشان داده شده است. بر این اساس، نتایج آماره F لیمر بیانگر عدم تأیید فرضیه صفر و وجود ناهمگنی مقاطع در سطح احتمال ۱ درصد است؛ بنابراین، روش داده‌های ترکیبی (پانل‌دیتا) برای برآورد مدل مناسب است.

بعد از مشخص شدن شیوه برآورد، گام بعدی استفاده از آزمون هاسمن برای انتخاب بین برآوردهای مدل‌های اثرات ثابت و تصادفی است. نتایج این آزمون در بخش ب جدول ۸ گزارش شده است. بر این اساس، آماره آزمون هاسمن که از توزیع کای دو برخوردار است، در هیچ‌کدام از سطوح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد معنی‌دار نیست؛ از این‌رو، فرض صفر این آزمون مبنی بر برآورد مدل به روش اثرات تصادفی رد و مدل تحقیق بر اساس روش اثرات ثابت (FE) برآورد می‌شود.

جدول ۸. نتایج آزمون‌های اثرات و هاسمن

الف. نتایج آزمون اثرات به‌منظور انتخاب بین روش داده‌های panel و pool		
مقدار آماره F	سطح احتمال	نتیجه
۵۲۰/۰۵۲	۰/۰۰۰	تأیید روش داده‌های ترکیبی (پانل‌دیتا)
ب. نتایج آزمون هاسمن به‌منظور انتخاب بین مدل اثرات ثابت و تصادفی		
مقدار آماره χ^2	سطح احتمال	نتیجه
۸۸/۱۲۲	۰/۰۰۰	تأیید برآوردهای اثرات ثابت (FE)

(منبع: یافته‌های تحقیق)

در مرحله آخر، مدل‌های تحقیق به روش FE برآورد شده که نتایج آن در جدول ۹ آمده است. بر این اساس، ضرایب کلیه متغیرهای تحقیق در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دارند. ضریب تعیین هر سه مدل نیز بین حدود ۰/۸۱-۰/۸۵ به دست آمده است که در فضای داده‌های پانل نشان از قدرت توضیح‌دهندگی نسبتاً بالای آن‌ها دارد.

جدول ۹. نتایج برآورد مدل‌ها به روش اثرات ثابت (FE)

متغیر	کل پانل (کشورها)		کشورهای با بالاتر		کشورهای با پایین‌تر	
	ضریب برآوردی (prob)	آماره t (prob)	ضریب برآوردی (prob)	آماره t (prob)	ضریب برآوردی (prob)	آماره t (prob)
LnGDP	۲/۳۹۸*** (۰/۰۰۰)	۶/۸۱۸ (۰/۰۰۰)	۲/۸۷۷*** (۰/۰۰۰)	۴/۱۵۴ (۰/۰۰۰)	۱/۴۰۶*** (۰/۰۰۰)	۳/۵۵۱ (۰/۰۰۰)
(LnGDP) ²	-۰/۱۱۷*** (۰/۰۰۰)	-۶/۵۲۳ (۰/۰۰۰)	-۰/۱۴۵*** (۰/۰۰۱)	-۲/۹۷۷ (۰/۰۰۱)	-۰/۰۶۵** (۰/۰۳۲)	-۲/۱۵۶ (۰/۰۳۲)
LnOilRent	۰/۰۸۵*** (۰/۰۰۰)	۴/۲۶۹ (۰/۰۰۰)	۰/۱۷۳*** (۰/۰۰۱)	۳/۵۲۹ (۰/۰۰۱)	۰/۰۵۵*** (۰/۰۰۰)	۵/۸۷۱ (۰/۰۰۰)
LnGPR	۰/۱۴۲*** (۰/۰۰۰)	۱۰/۱۷۵ (۰/۰۰۰)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
LnOilRent×LnGPR	۰/۰۲۸*** (۰/۰۰۰)	۳/۷۰۷ (۰/۰۰۰)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
LnREC	-۰/۱۰۸*** (۰/۰۰۰)	-۸/۴۶۸ (۰/۰۰۰)	-۰/۱۳۳*** (۰/۰۰۰)	-۶/۴۲۶ (۰/۰۰۰)	-۰/۰۵۸*** (۰/۰۰۰)	-۵/۳۶۵ (۰/۰۰۰)
C (عرض از مبدأ)	-۱۱/۷۲۱*** (۰/۰۰۰)	-۷/۰۳۷ (۰/۰۰۰)	-۳۱/۰۶۳*** (۰/۰۰۰)	-۹/۱۹۷ (۰/۰۰۰)	-۷/۰۰۴*** (۰/۰۰۰)	-۳/۷۶۵ (۰/۰۰۰)
R ² تعدیل شده	۰/۸۰۶		۰/۸۵۱		۰/۸۰۸	
نقطه بازگشت EKC	دولار ۲۸۲۸۳		دولار ۲۰۳۳۲		دولار ۴۹۵۱۳	
میانگین GDP سرانه	دولار ۲۲۲۹۲		دولار ۳۰۳۳۲		دولار ۲۴۰۷۸	
میانگین GPR	۰/۲۶۳		۱/۰۰۱		۰/۰۷۹	
تعداد مقاطع	۲۵		۱۵		۲۰	
تعداد مشاهدات	۵۵۰		۱۱۰		۴۴۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق (علائم *, **, و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد است)

در ادامه به تحلیل نتایج تجربی به دست آمده بر اساس مدل اصلی این تحقیق پرداخته می‌شود که متغیر اثر تعاملی رانت نفت و ریسک ژئوپلیتیک (OilRent×GPR) را دربر دارد و برای کل پانل (کشورها) برآورد شده است.

۱. کشورهای این گروه عبارتند از: چین، آلمان، انگلستان، روسیه و آمریکا.

۲. کشورهای این گروه عبارتند از: آرژانتین، استرالیا، برزیل، کانادا، شیلی، کلمبیا، دانمارک، مصر، اندونزی، ایتالیا، مکزیک، مالزی، هلند، نروژ، پرو، فیلیپین، لهستان، عربستان، تایلند و تونس.

اثر رانت نفت (OilRent) بر انتشار CO_2 مثبت و در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. یک درصد افزایش در سهم رانت نفت از GDP در کشورهای صادرکننده نفت انتشار CO_2 در این کشورها را حدود ۰/۰۹ درصد افزایش خواهد داد. این نتیجه تأییدکننده فرضیه نفرین کربن است که نشان می‌دهد ساختار بیشتر اقتصادهای غنی از نفت به‌شدت به درآمدهای نفتی وابسته است که مانع تنوع و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کم‌کربن می‌شود. این موضوع باعث می‌شود این کشورها مسیرهای رشد و توسعه را با کربن فشرده‌تری دنبال کنند. علاوه بر این، چالش‌های حاکمیتی ناشی از رانت نفت، از جمله مسائل مربوط به فساد، سوءمدیریت و نهادهای ضعیف مانع وضع مقررات زیست‌محیطی مؤثر می‌شوند و جریان انتشار CO_2 را در این کشورها افزایش می‌دهد. نتیجه به‌دست‌آمده هم‌سو با نتایج مطالعات تجربی متعددی نظیر آلدجاره (۲۰۲۲)، بیلگلی و همکاران (۲۰۲۳)، وانگ و همکاران (۲۰۲۳)، ژائو و همکاران (۲۰۲۴)، گو و همکاران (۲۰۲۴) و معین‌الدینی و همکاران (۱۴۰۲) است.

اثر ریسک ژئوپلیتیک (GPR) بر انتشار CO_2 مثبت و در سطح اطمینان بالایی معنادار است. یک درصد افزایش در GPR کشورهای صادرکننده نفت، انتشار CO_2 در این کشورها را حدود ۰/۱۴ درصد افزایش خواهد داد. بر اساس انتظارات تئوریک، افزایش GPR ممکن است مصرف انرژی را از طریق اختلافات تجاری، عملیات نظامی و مسائل مربوط به انرژی افزایش و همچنین، نااطمینانی را افزایش و سرمایه‌گذاری در فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر، هزینه‌های تحقیق و توسعه و نوآوری‌های فناورانه را کاهش دهد که این موارد تولیدکنندگان را مجبور به استفاده از فناوری‌های کثیف در تولید و افزایش انتشار CO_2 می‌کند. علاوه بر این، GPR ممکن است توجه سیاست‌گذاران را در کشورهای صادرکننده نفت از دارایی‌های زیست‌محیطی به ژئوپلیتیک منحرف کند که مانع از اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی مؤثر می‌شود و در نتیجه انتشار CO_2 را تشدید می‌کند. نتیجه به‌دست‌آمده هم‌سو با نتایج مطالعات تجربی جیاتنگ و همکاران (۲۰۲۳)، چن و همکاران (۲۰۲۳)، خان و همکاران (۲۰۲۳) و ژائو و همکاران (۲۰۲۴) و مغایر با نتایج مطالعات حسین و همکاران (۲۰۲۲)، ویلانتنکودت و پال (۲۰۲۴) و بالسالوبر-لورنته و همکاران (۲۰۲۴) است.

اثر تعاملی رانت نفت و ریسک ژئوپلیتیک ($OilRent \times GPR$) بر انتشار CO_2 مثبت و در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است که نشان می‌دهد اثرات زیست‌محیطی منفی رانت نفت، زمانی که اقتصادهای صادرکننده نفت در معرض خطرات ژئوپلیتیکی قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد. در واقع، ریسک ژئوپلیتیک ممکن است از یک سو با افزایش قیمت نفت در کشورهای صادرکننده آن و از سوی دیگر با افزایش بی‌ثباتی و درگیری، توجه سیاست‌گذاران را از مسائل زیست‌محیطی منحرف کند. در این شرایط، اکتشاف، استخراج و مصرف نفت افزایش می‌یابد و در نتیجه بر میزان انتشار کربن تأثیر مثبت می‌گذارد. این نتیجه هم‌سو با نتایج مطالعه تجربی چن و همکاران (۲۰۲۳) است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده اثر رشد اقتصادی (GDP) و مجذور آن (GDP^2) بر انتشار CO_2 به‌ترتیب مثبت و منفی و در سطح اطمینان بالایی معنادار است. این اثرگذاری مؤید فرضیه EKC است و لذا می‌توان نتیجه گرفت

که افزایش رشد اقتصادی در مراحل اولیه توسعه اقتصادی - به دلیل عوامل مختلف مانند اولویت بالای تولید و اشتغال نسبت به محیط زیست پاک، پایین بودن فناوری تولید، پایین بودن سطح آگاهی های زیست محیطی - انتشار CO_2 و تخریب محیط زیست را افزایش می دهد و پس از رسیدن به یک حد آستانه (نقطه ماکزیمم)، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار CO_2 کاهش می یابد (رابطه U معکوس) که دلیل آن می تواند بالا رفتن سطح فناوری تولید، افزایش آگاهی های زیست محیطی، تصویب و اجرای قوانین سخت گیرانه محیط زیستی و... باشد (گل خندان و معظمی نژاد، ۱۳۹۹). این سطح آستانه با مشتق گیری از رابطه ۱ بر حسب GDP و با توجه به مقادیر ضرایب برآوردی، حدود ۲۸۲۸۳ دلار به دست آمده است که بر این اساس می توان گفت که کشورهای توسعه یافته صادرکننده نفت نظیر استرالیا، دانمارک، آلمان، نروژ و ایالات متحده از این نقطه بازگشت عبور کرده اند و در شاخه نزولی منحنی EKC قرار دارند. در مقابل، میانگین درآمد سرانه کشورهای در حال توسعه صادرکننده نفت نظیر عربستان، روسیه، تونس، اندونزی و مصر از مقدار سطح آستانه برآوردی کمتر است و بنابراین، افزایش رشد اقتصادی در این کشورها با انتشار بیشتر CO_2 همراه است.

اثر مصرف انرژی تجدیدپذیر (REC) بر انتشار CO_2 منفی و در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. یک درصد افزایش در سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی انتشار CO_2 را در کشورهای صادرکننده نفت حدود ۰/۱۱ درصد کاهش خواهد داد. نتیجه به دست آمده مطابق انتظار تئوریک است؛ زیرا استفاده و بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر مزایایی مانند نامحدود بودن، پاک و تمیز بودن، تجدیدپذیر بودن، مقرون به صرفه بودن و در نهایت کاهش تخریب محیط زیست را به همراه دارد. از طرفی به دلیل وابستگی بیشتر کشورهای صادرکننده نفت به مصرف نفت و سوخت های فسیلی انتظار می رود که افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی به کاهش انتشار کربن در این کشورها بینجامد.

به منظور بررسی صحت نتایج به دست آمده از برآورد مدل تحقیق برای کل پانل (کشورها) در حالت اثر تعاملی و همچنین استحکام و ثبات ضرایب برآوردی، مدل با تفکیک کشورهای پانل به دو دسته کشورهای با GPR بالاتر از متوسط نمونه و کشورهای با GPR کمتر از متوسط نمونه برآورد و صحت نتایج حاصل از اثر تعاملی به تفکیک کشورها بررسی شده است. نتایج این برآوردها نیز در جدول ۹ نشان داده شده است.^۱ بر اساس این نتایج، اثر رانت نفت بر انتشار CO_2 در کشورهای با GPR بالاتر از متوسط نمونه و کمتر از متوسط نمونه مثبت و در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار است؛ اما اثر مثبت رانت نفت بر انتشار CO_2 در کشورهای با GPR بالاتر از متوسط نمونه نسبت به کشورهای با GPR کمتر از متوسط نمونه، از نظر جبری بزرگ تر و قابل توجه تر است؛ به گونه ای که یک درصد افزایش در رانت نفت، انتشار CO_2 را در کشورهای با GPR بالاتر از متوسط نمونه حدود ۰/۱۷ درصد و در کشورهای با GPR کمتر از متوسط نمونه حدود ۰/۰۶ درصد افزایش خواهد داد. بر این

۱. شایان ذکر است که پیش از برآورد این دو مدل، شبیه به مدل اصلی تحقیق، تمام آزمون های اقتصادسنجی لازم از قبیل وابستگی مقطعی، ریشه واحد و هم انباشتگی پانلی، آزمون F لیمر و آزمون هاسمن برای آنها انجام شد که نتایج حاکی از وجود رابطه بلندمدت و استفاده از برآوردگر FE برای این دو مدل است. نتایج به منظور صرفه جویی ارائه نشده است.

اساس، می‌توان گفت که اثر مثبت رانت نفت بر انتشار CO_2 در کشورهای با GPR بالاتر بزرگ‌تر است که در واقع تأییدکننده نتایج بخش الف جدول ۹ مبنی بر اثر تعاملی مثبت رانت نفت و ریسک ژئوپلیتیک بر انتشار CO_2 است.

۶. نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی تأثیر ریسک ژئوپلیتیک، رانت نفت و اثر تعاملی این دو متغیر بر انتشار CO_2 در ۲۵ کشور صادرکننده نفت طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۱ پرداخته است. به این منظور از متغیرهای رشد اقتصادی و سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی به عنوان متغیرهای کنترل در قالب فرضیه EKC، و برای برآورد مدل از روش تجزیه و تحلیل داده‌های پانل شامل آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی با وابستگی مقطعی و برآوردگر اثرات ثابت (FE) استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، افزایش شاخص ریسک ژئوپلیتیک و سهم رانت نفت از GDP انتشار CO_2 را در کشورهای مورد مطالعه افزایش می‌دهد. همچنین، اثر تعاملی ریسک ژئوپلیتیک و رانت نفت بر انتشار CO_2 مثبت و معنادار است که نشان می‌دهد اثرات زیست‌محیطی منفی رانت نفت، زمانی که اقتصادها در معرض خطرات ژئوپلیتیکی قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد. همچنین با تفکیک کشورهای صادرکننده نفت به دو دسته کشورهای با رانت نفت بالاتر از متوسط نمونه و کشورهای با رانت نفت کمتر از متوسط نمونه، نشان داده شد که اثر مثبت ریسک ژئوپلیتیک بر انتشار CO_2 در کشورهای با رانت نفت بالاتر از متوسط نمونه بزرگ‌تر است که تأییدکننده اثر تعاملی مثبت رانت نفت و ریسک ژئوپلیتیک بر انتشار CO_2 است. بر اساس سایر نتایج، فرضیه EKC برای کشورهای مورد مطالعه رد نمی‌شود و وجود رابطه U معکوس بین رشد اقتصادی و انتشار CO_2 تأیید می‌شود. اثر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر انتشار CO_2 نیز منفی برآورد شده است.

نتایج اصلی این تحقیق نشان می‌دهد که رانت نفت و ریسک ژئوپلیتیک تأثیر مثبت بر انتشار کربن در کشورهای صادرکننده نفت داشته‌اند و اثر مثبت رانت نفت بر انتشار کربن در حضور خطرات ژئوپلیتیکی افزایش می‌یابد. بر این اساس، کشورهای صادرکننده نفت به‌ویژه کشورهای برخوردار از رانت بالای نفت، بایستی با اعمال سیاست‌های مناسب در سطح کشوری به کاهش تنش‌ها و درگیری‌های داخلی کمک کنند. در سطح بین‌المللی نیز با افزایش تعاملات و همکاری‌ها (بالاخص در سطح منطقه‌ای) در جهت کاهش تنش‌ها و همچنین مقابله کامل با تروریسم و تهدیدات تروریستی گام بردارند. در این صورت با تضمین ثبات ژئوپلیتیکی و کاهش سطح تهدیدات می‌توان ریسک ژئوپلیتیک را کاهش و در نتیجه به کاهش انتشار کربن کمک کرد. علاوه بر این، سیاست‌گذاران این کشورها بایستی اقدامات و سیاست‌های کنترلی لازم را برای حفظ و جلوگیری از بهره‌برداری بیش از حد از منابع نفتی بالاخص هنگام افزایش ریسک ژئوپلیتیک اتخاذ کنند. همچنین، بایستی بخشی از درآمدهای حاصل از فروش نفت (بالاخص در هنگام افزایش قیمت آن)، با ایجاد صندوق‌های سبز به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های مناسب و سازگار با محیط‌زیست اختصاص داده شود. بر اساس سایر نتایج پژوهش

حاضر، افزایش سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی می‌تواند نقش مهمی در کاهش انتشار کربن در کشورهای مورد مطالعه داشته باشد؛ بنابراین، افزایش سهم سبد بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه سرمایه‌گذاری در این بخش در کشورهای صادرکننده نفت، علاوه بر کاهش وابستگی به نفت و سوخت‌های فسیلی، موجب کاهش انتشار کربن و آلودگی هوا می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله از داوران محترم که با نظرات ارزشمندشان باعث ارتقای سطح کیفی مقاله شدند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

فتوره‌چی، زهرا. (۱۴۰۰). «پارادوکس وفور منابع طبیعی و تخریبات محیط زیستی: مطالعه تجربی در کشورهای با وفور انرژی‌های تجدیدناپذیر بالا»؛ *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی*، ۱۱(۳۹)، ۲۳۰-۲۴۹.

https://sspp.iranjournals.ir/article_245882.html

گل‌خندان، ابوالقاسم؛ محمدیان منصور، صاحب. (۱۴۰۲). «بررسی رابطه علی مقارن و نامتقارن بین ریسک ژئوپلیتیک جهانی، قیمت نفت خام و هزینه‌های دفاعی منطقه خاورمیانه»؛ *مطالعات خاورمیانه*، ۳۰(۲)، ۱۲۹-۱۶۱.

https://cmess.sinaweb.net/article_180235.html

گل‌خندان، ابوالقاسم؛ معظمی‌نژاد، فاطمه. (۱۳۹۹). «تأثیر رشد اقتصادی، جمعیت، مصرف انرژی و تجارت بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منطقه منا»؛ *پژوهش‌های محیط‌زیست*، ۱۱(۲۱)، ۱۵۷-۱۶۸.

https://www.iraneiap.ir/article_125478.html

معین‌الدینی، سمانه؛ زارع مهرجردی، محمدرضا؛ امیرتیموری، سمیه؛ مهرابی بشرآبادی، حسین. (۱۴۰۳). «تأثیر رانت منابع طبیعی بر کیفیت محیط‌زیست (مطالعه موردی: منتخبی از کشورهای منا)»؛ *محیط‌شناسی*، ۵۰(۱)، ۹۷-۱۱۰.

<https://doi.org/10.22059/jes.2024.359287.1008413>

References

- Akadiri, S. S.; Adebayo, T. S.; Riti, J. S.; Awosusi, A. A. & Inusa, E. M. (2022). "The effect of financial globalization and natural resource rent on load capacity factor in India: An analysis using the dual adjustment approach". *Environmental Science and Pollution Research*, 29(59), 89045-89062. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22012-0>
- Aladejare, S. A. (2022). "Natural resource rents, globalisation and environmental degradation: New insight from 5 richest African economies". *Resources Policy*, 78(C). <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102909>
- Anser, M. K.; Syed, Q. R.; Lean, H. H.; Alola, A.A. & Ahmad, M. (2021). "Do economic policy uncertainty and geopolitical risk lead to environmental degradation? Evidence from emerging economies". *Sustainability*, 13(11), 5866. <https://doi.org/10.3390/su13115866>
- Balsalobre-Lorente, D.; Nur, T.; Topaloglu, E. E. & Evcimen, C. (2024). "The dampening effect of geopolitical risk and economic policy uncertainty in the linkage between economic complexity and environmental degradation in the G-20". *Journal of Environmental Management*, 351. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119679>
- Balsalobre-Lorente, D.; Shahbaz, M.; Roubaud, D. & Farhani, S. (2018). "How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO₂ emissions?" *Energy Policy*, 113, 356-367. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.050>
- Bilgili, F.; Soykan, E.; Dumrul, C.; Awan, A.; Onderol, S. & Khan, K. (2023). "Disaggregating the impact of natural resource rents on environmental sustainability in the MENA region: A quantile regression analysis". *Resources Policy*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103825>
- Breusch, T. & Pagan, A. (1980). "The LM test and its application to model specification in econometrics". *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Caldara, D. & Iacoviello, M. (2022). "Measuring geopolitical risk". *International Finance Discussion Papers*, 1222r1. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System. <https://dx.doi.org/10.17016/IFDP.2018.1222r1>
- Chen, L.; Gozgor, G.; Mahalik, M. K.; Pal, S. & Rather, K. N. (2023). "How does geopolitical risk affect CO₂ emissions? The role of natural resource rents. *Resources Policy*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104321>
- Chiroleu-Assouline, M.; Fodha, M. & Kirat, Y. (2020). "Carbon curse in developed countries". *Energy Economics*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104829>
- Coskuner, C.; Paskeh, M. K.; Olasehinde-Williams, G.; Akadiri, S. S. (2020). "Economic and social determinants of carbon emissions: evidence from organization of petroleum exporting countries". *Journal of Public Affairs*. 20(3), e2092. <https://doi.org/10.1002/pa.2092>

- Cunado, J.; Gupta, R.; Lau, C. K. M. & Sheng, X. (2019). "Time-Varying impact of geopolitical risks on oil prices". *Defence and Peace Economics*, 31(6), 692-706. <https://doi.org/10.1080/10242694.2018.1563854>
- Danish, U. R. & Khan, S. U. (2019). "Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization". *Sustainable Cities and Society*, 101996. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101996>
- Ding, T.; Li, H.; Tan, R. & Zhao, X. (2023). "How does geopolitical risk affect carbon emissions? An empirical study from the perspective of mineral resources extraction in OECD countries". *Resources Policy*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103983>
- Dogan, E.; Majeed, M. T. & Luni, T. (2021). "Analyzing the impacts of geopolitical risk and economic uncertainty on natural resource rents". *Resources Policy*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102056>
- Eedogan, S. (2024). "On the impact of natural resources on environmental sustainability in African countries: A comparative approach based on the EKC and LCC hypotheses". *Resources Policy*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104492>
- Fotourehchi, Z. (2021). "The paradox of natural resource abundance and environmental degradation: An empirical study in countries with high abundance of non-renewable energy". *Strategic Studies of public policy*, 11(39), 230-249. [In Persian]. https://sspp.iranjournals.ir/article_245882.html?lang=en
- Friedrichs, J. & Inderwildi, I. R. (2013). "The carbon curse: Are fuel-rich countries doomed to high CO₂ intensities?" *Energy Policy*, 62, 1356-1365. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.076>
- Golkhandan, A. & Moazemi nejhadd, F. (2020). "Effect of economic growth, population, energy consumption and trade on environmental quality in MENA region countries". *Environmental Researches*, 11(21), 157-168. [In Persian]. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1399.11.21.14.3>
- Golkhandan, A. & Mohammadian mansour, S. (2023). "Investigating the symmetric and asymmetric causality between global geopolitical risk, crude oil price and Middle East region's defense expenditures". *Middle East Studies*, 30(2), 129-161. [In Persian]. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.15601986.1402.30.2.6.1>
- Gu, Y.; Deng, G. & Liu, X. (2023). "None-linear nexus between natural resources dependency, foreign direct investment, and environmental sustainability in newly industrialized countries". *Resources Policy*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104782>
- Guo, X.; Baig, I. A.; Shoaib, M. & Zhang, S. (2024). "Examining the natural resources-ecological degradation nexus: The role of energy innovation and human capital in BRICST nations". *Resources Policy*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103656>

- Hossain, M. R.; Rej, S.; Awan, A.; Bandyopadhyay, A.; Islam, M. S.; Das, N. & Hossain, M. D. (2023). "Natural resource dependency and environmental sustainability under N-shaped EKC: The curious case of India". *Resources Policy*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103150>
- Hundie, S. K.; Abdisa, L. T.; Legas, H. A. & Shumetie, A. (2022). "The Nexus among globalization, natural resource rent, and energy consumption for environmental sustainability in Ethiopia". *Policy Working Paper* 05/2022.
- Husnain, M. I.; Syed, Q. R.; Bashir, A. & Khan, M. A. (2022). "Do geopolitical risk and energy consumption contribute to environmental degradation? Evidence from E7 countries". *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 41640-41652. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17606-z>
- Ibrahim, R. L. & Ajide, K. B. (2021). "The dynamic heterogeneous impacts of nonrenewable energy, trade openness, total natural resource rents, financial development and regulatory quality on environmental quality: Evidence from BRICS economies". *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102251>
- Jahanger, A.; Usman, M. & Balsalobre-Lorente, D. (2022) "Linking institutional quality to environmental sustainability". *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.2345>
- Jiao, Y.; Xiao, X. & Bao, X. (2022). "Economic policy uncertainty, geopolitical risks, energy output and ecological footprint-Empirical evidence from China". *Energy Reports*, 8, 324-334. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.03.105>
- Jiatong, W.; Xu, Q.; Sibt-E-Ali, M.; Shahzad, F. & Ayub, B. (2023). "How economic policy uncertainty and geopolitical risk affect environmental pollution: does renewable energy consumption matter?" *Environmental Science and Pollution Research*, 30(45), 101858-101872. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29553-y>
- Khan, A.; Sun, C.; Xu, Z. & Liu, Y. (2023). "Geopolitical risk, economic uncertainty, and militarization: Significant agents of energy consumption and environmental quality". *Environmental Impact Assessment Review*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107166>
- Khan, K.; Zhang, J.; Gul, F. & Li, T. (2022). "The "carbon curse": Understanding the relationship between resource abundance and emissions". *The Extractive Industries and Society*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101119>
- Moeinaddini, S.; Zare Mehrjerdi, M. R.; Amirtaimoori, S. & Mehrabi Boshrahadi, H. (2024). "The effect of natural resource rent on the environmental quality (case study: A selection of MENA countries)". *Journal of Environmental Studies*, 50(1), 97-110. [In Persian]. <https://doi.org/10.22059/jes.2024.359287.1008413>

- Nwani, C. & Adams, S. (2021). "Environmental cost of natural resource rents based on production and consumption inventories of carbon emissions: Assessing the role of institutional quality". *Resources Policy*, 74, 102282. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102282>
- Pata, U. K. & Ertugrul, H. M. (2023). "Do the Kyoto Protocol, geopolitical risks, human capital and natural resources affect the sustainability limit? A new environmental approach based on the LCC hypothesis". *Resources Policy*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103352>
- Pesaran, M. H. (2004). "General diagnostic tests for cross section dependence in panels". *Cambridge Working Papers in Economics*, No. 0435.
- Pesaran, M. H. (2007). "A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence". *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Pesaran, M. H.; Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). "A bias-adjusted LM test of error cross-section independence". *The Econometrics Journal*. 11, 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>
- Riti, J. S.; Shu, Y. & Liu, Riti, M. J. (2022). "Geopolitical risk and environmental degradation in BRICS: Aggregation bias and policy inference". *Energy Policy*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113010>
- Shehzad, K.; Zeraibi, A. & Zaman, U. (2022). "Testing the N-shaped environmental Kuznets Curve in Algeria: An imperious role of natural resources and economic globalization". *Resources Policy*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102700>
- Su, C. W.; Qin, M.; Tao, R. & Moldovan, N. C. (2019). "Is Oil Political? From the Perspective of Geopolitical Risk". *Defence and Peace Economics*, 32(4), 451-467. <https://doi.org/10.1080/10242694.2019.1708562>
- Sun, X.; Xiao, S.; Ren, X.; Xu, B. (2023). "Time-varying impact of information and communication technology on carbon emissions". *Energy Economics*, 118, 106492. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106492>
- Ulucak, R.; Danish, & Ozcan, B. (2020). "Relationship between energy consumption and environmental sustainability in OECD countries: The role of natural resources rents". *Resources Policy*, 69, 101803. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101803>
- Uzar, U. (2024). "The dynamic effect of income distribution, natural resources, and freedom of press on ecological footprint: Theory and empirical evidence for emerging economies". *Resources Policy*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104682>
- Villanthenkodath, M. A. & Pal, S. (2024). "Environmental degradation in geopolitical risk and uncertainty contexts for India: A comparison of ecological footprint, CO₂ emissions, and load capacity factor". *Energy and Climate Change*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2023.100122>

- Wang, Z. & Bui, Q. & Zhang, B. (2020). "The relationship between biomass energy consumption and human development: Empirical evidence from BRICS countries". *Energy*, 194(C). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.116906>
- Wang, W.; Niu, Y.; Gapich, A. & Strielkowski, W. (2023). "Natural resources extractions and carbon neutrality: The role of geopolitical risk". *Resources Policy*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103577>
- Wang, K. H.; Kan, J. M.; Jiang, C. F. & Su, C. W. (2022). "Is geopolitical risk powerful enough to affect carbon dioxide emissions? Evidence from China". *Sustainability*, 14(13), 7867. <https://doi.org/10.3390/su14137867>
- Wang, E.; Gozgor, G.; Mahalik, M. K.; Patel, G.; Hu, G. (2022). "Effects of institutional quality and political risk on the renewable energy consumption in the OECD countries". *Resources Policy*, 79, 103041. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103041>
- Westerlund, J. & Edgerton, D. L. (2007). "A panel bootstrap cointegration test". *Economics Letters*, 97, 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2007.03.003>
- Xuan, D.; Jiang, X.; Fang, Y. (2023). "Can globalization and the green economy hedge natural resources? Functions of population growth and financial development in BRICS countries". *Resources Policy*, 82, 103414. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103414>
- Zhao, Y.; Wang, W.; Liang, Z. & Luo, P. (2024). "Racing towards zero carbon: Unraveling the interplay between natural resource rents, green innovation, geopolitical risk and environmental pollution in BRICS countries". *Resources Policy*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104379>