

Terrorism, Military Activities, and Environmental Sustainability in Middle Eastern Countries: A Panel Quantile ARDL Approach

Abolghasem Golkhandan^{1*}

^{1*} Ph.D. in Public Sector Economics, Department of Economics, Faculty of Economic and Administrative Sciences, Lorestan University, Khoram Abad, Iran, Corresponding Author, Email: golkhandana@gmail.com

Article Info

Received: 25/2/2025

Accepted: 8/6/2025

Pages: 107-134

Keywords:

Terrorism; Military Spending; Load Capacity Factor; Panel Quantile ARDL; Middle Eastern Countries

JEL Classification:

C31; H56; N45; Q5

ABSTRACT

Environmental pollution and terrorism are two major problems in the world today. Environmental pollution has severe impacts on sustainable development. Terrorism also poses significant risks to the safety and well-being of individuals and society worldwide. On the other hand, in response to the spread of terrorism, governments allocate significant financial resources to combat it, which will lead to increased military spending. Accordingly, this study provides a unique perspective on the environmental sustainability of Middle Eastern countries by linking climate change with terrorism and military spending, which are new and unknown environmental sustainability factors. In this regard, the main objective of the present study is to empirically test the impact of the global terrorism index and military spending on the load capacity factor (a new comprehensive index of environmental sustainability) in 8 countries in the Middle East region during the period 2011-2023. For this purpose, the panel quantile ARDL estimator and the Dumitrescu and Hurlin (D-H) panel causality test were used. The results show that the short-term and long-term impact of terrorism on environmental sustainability is negative and significant in all quantiles (except the final quantile) and is quantitatively small (10^{th} - 75^{th}). Also, the magnitude of this negative impact increases in the upper quantiles. The short-term and long-term impact of military spending on environmental sustainability is also negative and significant in the 25^{th} - 75^{th} quantiles. Therefore, it can be said that terrorism and military activities are a threat to environmental sustainability. Based on the results of the D-H causality test, it can be said that military spending, terrorism, economic growth, and trade are predictors of environmental sustainability in the studied countries.

COPYRIGHTS

©2023 by the authors. Published by the Islamic Azad University, West Tehran Branch. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Extended Abstract

Purpose

Environmental pollution and terrorism are the two main problems the world faces nowadays. Environmental pollution has a strong impact on sustainable development. Terrorism harms not only economic and social life but also the environment. The environmental damages caused by terrorism include terrestrial conflicts, terrorist camps and bases, training activities, and carbon dioxide emissions (CO₂) related to energy consumption. Similar to official military forces, terrorists use a great deal of fossil fuel energy for armed vehicles, including tanks and heavy weapon carriers, manufacturing arms and ammunition, and sustaining their activities, including heating, among others. Additionally, the employment of military weapons and equipment against terrorism consumes a large amount of energy. The effect of terrorism on the environment is not limited to CO₂ emissions, terrorists also use a large scale of various chemicals and heavy metals related to mass destruction weapons. The chemicals and heavy metals contaminate soil, air, and water, which cannot be easily purified. In response to the spread of terrorism, governments have allocated considerable resources to combat terrorism. These efforts include intelligence gathering, law enforcement, military operations, and security enhancements, all contributing to increasing military expenditure. Excessive military expenditure has several environmental implications. The manufacturing and maintenance of military equipment result in significant emissions of greenhouse gases. The military sector is a significant contributor to worldwide fossil fuel use, hence playing a role in the exacerbation of climate change and the generation of air pollutants. Furthermore, military operations frequently lead to the destruction of habitats, deforestation, and soil contamination within areas affected by conflict, thereby causing detrimental effects on local ecosystems.

Accordingly, this study provides a unique perspective on the environmental sustainability of Middle Eastern countries by linking climate change with terrorism and military spending, which are new and unknown environmental sustainability factors. In this regard, the main objective of the present study is to empirically test the impact of the global terrorism index and military spending on the load capacity factor (a new comprehensive index of environmental sustainability) in 8 countries in the Middle East region during the period 2011-2023.

Methodology

The panel data used in the analysis of this study is annual data from 2011 to 2023 for 8 countries of the Middle East region. The data used are military expenditure, global terrorism index, real gross domestic product (GDP), trade, and LCF (LCF is obtained by dividing the biological capacity by the ecological footprint). Data on GDP (per capita, constant 2015 dollars), and trade (% of GDP) were obtained from the World Bank. Data on biological capacity (per capita, gha) and ecological footprint (per capita, gha) are taken from the Global Footprint Network. Data on military expenditure (% of GDP) and the global terrorism index (which ranges from 0 to 10) are also taken from SIPRI and IEP, respectively. The present study employs

the P-QARDL method to examine the interrelationships between military expenditure, terrorism, and environmental sustainability across different quantiles of the dependent variable. The primary advantage of the P-QARDL is its increased resilience to non-normal errors. Additionally, the skewness, heterogeneity, and outliers of the dependent variable are taken into account. This model improves upon the traditional ARDL model by assessing the short-run and long-run impacts across various quantiles of LCF. Furthermore, the P-QARDL model provides estimates even with a small sample size, and the data contain outliers. In line with the ARDL model, it is advantageous when the variables are integrated of order one [I(1)] or zero [I(0)]. Finally, we conduct a causality analysis using the panel causality test proposed by Dumitrescu and Hurlin, an improved version of the conventional Granger causality test for heterogeneous panels.

Findings

The results show that the short-term and long-term impact of terrorism on environmental sustainability is negative and significant in all quantiles (except the final quantile) and is quantitatively small (10th-75th). Also, the magnitude of this negative impact increases in the upper quantiles. The short-term and long-term impact of military spending on environmental sustainability is also negative and significant in the 25th-75th quantiles. Therefore, it can be said that terrorism and military activities are a threat to environmental sustainability. Based on the results of the D-H causality test, it can be said that military spending, terrorism, economic growth, and trade are predictors of environmental sustainability in the studied countries. The results show that economic growth in the lower quantiles, where environmental sustainability is at a lower level, leads to environmental degradation; but in the long run, the extent of this negative impact should decrease, which in a way confirms the EKC hypothesis. Also, trade in the low, medium, and high quantiles leads to a decrease in environmental sustainability in selected countries in the Middle East region, and the severity of this negative impact is greater in the high quantiles. The “pollution haven” hypothesis is not rejected in the mentioned quantiles.

Conclusion

The results show that terrorism and military activities have led to destruction and pressure on the environment in most Middle Eastern countries and are considered a threat to it. The Middle Eastern region requires a comprehensive or holistic strategy that effectively addresses security concerns while also prioritizing the preservation of the environment for both present and future generations. In addition, governments in the Middle Eastern and their armed services can adopt various ways to mitigate the environmental impact of military exercises and promote ecological sustainability.

تروریسم، فعالیت‌های نظامی و پایداری زیست‌محیطی در کشورهای خاورمیانه: رویکرد کوانتایل ARDL پانلی

ابوالقاسم گل‌خندان^۱

^۱. دکتری اقتصاد بخش عمومی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران، نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: golghandana@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی صفحات ۱۰۷-۱۳۴ تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۰۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۴/۰۳/۱۸ واژگان کلیدی: تروریسم؛ مخارج نظامی؛ ضریب ظرفیت بار؛ کوانتایل ARDL پانلی؛ کشورهای خاورمیانه طبقه‌بندی JEL: C31; H56; N45; Q5	آلودگی محیط‌زیست و تروریسم دو مشکل اصلی جهان امروزی هستند. آلودگی محیط‌زیست تأثیرات شدیدی بر توسعه پایدار دارد. تروریسم نیز خطرات قابل‌توجهی برای ایمنی و رفاه افراد و جامعه در سطح جهان دارد. از طرفی، در پاسخ به شیوع تروریسم، دولت‌ها منابع مالی قابل‌توجهی را برای مبارزه با آن اختصاص می‌دهند که به افزایش هزینه‌های نظامی منجر خواهد شد. بر این اساس، مطالعه حاضر با پیوند دادن تغییرات اقلیمی با تروریسم و مخارج نظامی که از عوامل جدید و ناشناخته پایداری محیطی هستند، چشم‌اندازی منحصربه‌فرد در حوزه پایداری زیست‌محیطی کشورهای منطقه خاورمیانه ارائه می‌کند. در این راستا هدف اصلی مطالعه حاضر آزمون تجربی تأثیر شاخص جهانی تروریسم و مخارج نظامی بر ضریب ظرفیت بار (شاخص جامع و جدید پایداری زیست‌محیطی) در ۸ کشور منطقه خاورمیانه طی بازه زمانی ۲۰۱۱-۲۰۲۳ است. به این منظور از برآوردگر کوانتایل ARDL پانلی و آزمون علیت پانلی دومیترسکو و هورلین (D-H) استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت تروریسم بر پایداری زیست‌محیطی، در تمام کوانتایل‌ها (به جز کوانتایل پایانی)، منفی و معنی‌دار و از لحاظ مقداری اندک است (۷۵th-۱۰۰th). همچنین، به مقدار شدت این اثرگذاری منفی در کوانتایل‌های بالایی افزوده می‌شود. تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت مخارج نظامی بر پایداری زیست‌محیطی نیز، در کوانتایل‌های ۷۵th-۱۰۰th منفی و معنی‌دار است. بنابراین می‌توان گفت که تروریسم و فعالیت‌های نظامی، تهدیدی برای پایداری زیست‌محیطی محسوب می‌شوند. بر اساس نتایج آزمون علیت D-H می‌توان گفت که مخارج نظامی، تروریسم، رشد اقتصادی و تجارت از پیش‌بینی‌کنندگان پایداری زیست‌محیطی در کشورهای مورد مطالعه‌اند.

۱. مقدمه

آلودگی محیط‌زیست و تروریسم دو مشکل اصلی جهان امروزی هستند. آلودگی و تخریب محیط‌زیست تأثیرات شدیدی بر توسعه پایدار دارد. از طرفی، تروریسم در قرن بیست‌ویکم به یک مشکل دائمی جهانی تبدیل شده است. تروریسم نه تنها بر زندگی اقتصادی و اجتماعی، بلکه بر محیط‌زیست نیز اثر منفی دارد. تروریست‌ها مشابه نیروهای نظامی رسمی، مقدار زیادی انرژی سوخت فسیلی را برای وسایل نقلیه مسلح، تولید اسلحه و مهمات، حفظ فعالیت‌های خود و غیره استفاده می‌کنند. البته تأثیر تروریسم بر محیط‌زیست به انتشار گاز CO₂ محدود نمی‌شود. در اقدامات تروریستی از مواد شیمیایی مختلف و فلزات سنگین (مانند آهن، مس، فولاد و اورانیوم ضعیف‌شده) مرتبط با سلاح‌های کشتار جمعی نیز استفاده می‌شود. این مواد شیمیایی و فلزات سنگین، خاک، هوا و آب را آلوده می‌کنند و به راحتی نمی‌توان آن‌ها را تصفیه کرد (بیلدیریچی و گوکمن‌اوغلو^۱، ۲۰۲۰). در پاسخ به شیوع تروریسم، دولت‌ها تلاش‌ها و منابع قابل توجهی را برای مبارزه با آن اختصاص داده‌اند که همگی به افزایش هزینه‌ها منجر می‌شود. بخش نظامی سهم قابل توجهی در استفاده از سوخت‌های فسیلی در سرتاسر جهان دارد و ساخت و نگهداری تجهیزات نظامی منجر به انتشار قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای بالادست گاز CO₂ می‌شود. علاوه بر این، عملیات نظامی، اجرای تمرین‌های آموزشی نظامی و ساخت پایگاه‌های نظامی اغلب منجر به تخریب زیستگاه‌ها، جنگل‌زدایی و آلودگی خاک در مناطق تحت تأثیر درگیری و در نتیجه ایجاد اثرات مضر بر اکوسیستم‌های محلی می‌شود (افاینا و اولل^۲، ۲۰۲۴).

با توجه به توضیحات فوق، مطالعات تجربی جدید تلاش کرده‌اند تا با پیوند دادن تغییرات اقلیمی به تروریسم و مخارج نظامی که از عوامل جدید و ناشناخته در حوزه پایداری زیست‌محیطی هستند، چشم‌اندازی منحصربه‌فرد در این حوزه ارائه کنند. در این راستا، منطقه خاورمیانه را می‌توان به عنوان یک نمونه خاص مورد بررسی و تحلیل تجربی قرار داد. در حال حاضر، منطقه خاورمیانه از لحاظ زیست‌محیطی یکی از ناپایدارترین مناطق در سطح جهان است. طی دهه‌های گذشته، میزان کسری اکولوژیکی در کشورهای این منطقه به دلیل افزایش سطح ردپای اکولوژیکی و کاهش ظرفیت زیستی که ناشی از افزایش مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی، بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی، روش‌های تولید ناپایدار و فعالیت‌های اقتصادی می‌باشد، افزایش یافته و هم‌چنان نیز در حال گسترش است (شبکه ردپای جهانی^۳، ۲۰۲۴). از طرفی، منطقه خاورمیانه جولانگاه حوادث تروریستی بوده و در طول زمان شاهد وقوع حوادث تروریستی و ظهور گروه‌های تروریستی مختلفی بوده است. از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۲، بیشترین تعداد حملات تروریستی جهان در خاورمیانه و شمال آفریقا رخ داده است که این تعداد به بیش

¹ Bildirici & Gokmenoglu, 2020

² Efayena & Olele, 2024

³ Global Footprint Network (GFN)

از ۲۳۰۰۰ حادثه رسیده است (بخش تحقیقات استاتیستا^۱، ۲۰۲۴). عوامل مختلفی مانند ریسک سیاسی، نابسامانی‌های سیاسی - اجتماعی، سطح بالای فساد، بی‌ثباتی سیاسی، قیمت نفت و عدم شفافیت منجر به افزایش حملات تروریستی در کشورهای این منطقه شده است. علاوه بر این، ساختارهای نظامی به‌طور مداوم در منطقه خاورمیانه در حال تقویت هستند و میزان نظامی‌سازی بیشتر این کشورها، مقدار قابل‌توجهی است. بر اساس شاخص جهانی نظامی‌سازی^۲ (GMI) در سال ۲۰۲۲، که توسط وب‌سایت «مرکز بین‌المللی گفت‌وگو بن»^۳ (BICC) ارائه می‌شود،^۴ کشورهای اسرائیل، عمان، بحرین، عربستان، کویت و اردن به‌ترتیب با امتیازهای ۳۶۳/۲، ۳۰۵/۶، ۳۰۰/۸، ۲۹۳/۶، ۲۸۴/۲ و ۲۷۹/۳ در رتبه‌های اول، سوم، چهارم، ششم، نهم و دهم جهان قرار گرفته‌اند. بر این اساس سوالات اصلی این پژوهش عبارتند از: آیا تروریسم و فعالیت‌های نظامی تهدیدی برای پایداری زیست‌محیطی در کشورهای منطقه خاورمیانه طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۲۳ محسوب می‌شوند؟ آیا تروریسم و فعالیت‌های نظامی می‌توانند سطح پایداری زیست‌محیطی را در کشورهای این منطقه پیش‌بینی کنند؟

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. مبانی نظری

۲-۱-۱. تروریسم و کیفیت محیط‌زیست

تروریسم عامل مهمی در کاهش پایداری زیست‌محیطی از طریق تخریب محیط‌زیست است. با توجه به این‌که تروریسم و حملات تروریستی به شدت انتشار گازهای سمی کمک می‌کنند، می‌تواند به‌طور مستقیم بر کیفیت محیطی تأثیر گذارد (بیلدیریچی و گوکمن‌اوغلو، ۲۰۲۰). اگرچه تروریسم مستقیماً ساختارهای فیزیکی و اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ اما به‌طور غیرمستقیم منابع طبیعی را تخریب می‌کند و پیامدهای منفی طولانی‌مدت و گسترده‌ای بر جنبه‌های زیست‌محیطی دارد (طاهر و همکاران^۵، ۲۰۲۲). تروریسم از طریق آسیب‌رساندن به محیط‌زیست طبیعی، منابع و زیرساخت‌ها، انتشار انواع

¹ Statista Research Department (<https://www.statista.com/statistics/489581/terrorist-attacks-by-regio>)

² Global Militarization Index (GMI)

شاخص GMI کشورهای جهان را بر اساس سطح نظامی‌سازی در مقیاسی بین دو عدد ۰ تا ۵۰۰ رتبه‌بندی می‌کند (که ۵۰۰ نشان‌دهنده بالاترین سطح نظامی‌سازی است). GMI شامل سه زیرشاخص است که جنبه‌های مختلف نظامی‌سازی، یعنی هزینه‌ها، پرسنل و سلاح‌های سنگین را ارزیابی می‌کند. GMI، هزینه‌های نظامی یک کشور را با تولید ناخالص داخلی (GDP) و هزینه‌های بهداشتی آن کشور و همچنین، تعداد کل نیروهای نظامی و شبه نظامی در یک کشور را با تعداد پزشکان و جمعیت مقایسه می‌کند. در نهایت، این شاخص، تعداد سلاح‌های سنگین موجود در اختیار نیروهای مسلح یک کشور را نیز بررسی می‌کند. به‌منظور آشنایی بیشتر با این شاخص و نحوه ساخت آن به مطالعه گل خندان و محمدیان‌منصور (۱۴۰۲) رجوع کنید.

³ Bonn International Center for Conversation (BICC)

⁴ <https://data.humdata.org/dataset/global-militarization-index/>

⁵ Tahir et al., 2022

آلاینده‌ها در هوا و ایجاد اختلال در بهره‌وری و اقدامات زیست‌محیطی بر کیفیت محیط‌زیست تأثیر منفی می‌گذارد (کیلچ و همکاران^۱، ۲۰۲۴).

تروریسم می‌تواند به‌طور غیرمستقیم نیز به تخریب محیط‌زیست بیانجامد و حتی ممکن است که اثرات غیرمستقیم تروریسم بر محیط‌زیست بیشتر از تأثیرات مستقیم آن باشد. (فرهانی^۲، ۲۰۲۲). از طرفی، تروریسم با افزایش بی‌ثباتی سیاسی، ممکن است مشکلاتی را در اجرای سیاست‌های محیط‌زیست از جمله کاهش سرمایه‌گذاری در جهت تکنولوژی‌های کاهنده آلودگی هوا ایجاد کند (گل‌خندان، ۱۴۰۲). تروریست‌ها از مواد شیمیایی و فلزات سنگین مختلف همراه با سلاح‌های کشتار جمعی نیز استفاده می‌کنند و این مواد شیمیایی و فلزات سنگین (مانند آهن، مس، اورانیوم و فولاد)، هوا، خاک و آب را آلوده می‌کنند (کیلچ و همکاران، ۲۰۲۴).

از سوی دیگر، رابطه بین تروریسم و تخریب محیط‌زیست می‌تواند دوسویه باشد. درواقع تخریب محیط‌زیست می‌تواند با اجازه دادن به گروه‌های تروریستی برای استفاده از منابع محدود به نفع خود، تروریسم را تقویت کند. در این راستا و در یک مطالعه پیشگام، گلیک^۳ (۱۹۹۱) از نقطه‌نظر روابط بین‌الملل بیان می‌کند که کمبودهای محیطی منطقه‌ای و جهانی زمینه را برای درگیری‌ها فراهم می‌کند. او تهدیدات امنیتی ناشی از مسائل زیست‌محیطی را به چهار دسته تقسیم کرده است: (۱) منابع به‌عنوان اهداف استراتژیک، (۲) حمله به منابع، (۳) منابع به‌عنوان تأمین‌کننده‌های نظامی و (۴) اختلال در خدمات زیست‌محیطی. این تأثیر تخریب محیط‌زیست بر تروریسم نیز اخیراً در مقر سازمان ملل در نیویورک در سال ۲۰۲۱ اعلام شده است. بر این اساس، دبیر سازمان ملل متحد اظهار داشت: «تغییرات اقلیمی منشأ همه بیماری‌ها نیست. اما اثر چند برابری دارد و عاملی تشدیدکننده برای بی‌ثباتی، درگیری و تروریسم است». بنابراین، تعامل متقابل بین تروریسم و تخریب محیط‌زیست در شرایط نظری امکان‌پذیر است (کیلچ و همکاران، ۲۰۲۴).

۲-۱-۲. فعالیت‌های نظامی و کیفیت محیط‌زیست

ارتباط تاریخی بین عملیات و فعالیت‌های نظامی و جنگ با تخریب زمین و اکوسیستم، غیرقابل انکار است. این ارتباط از طریق اقداماتی شامل سوزاندن عمدی چاه‌های نفت، فرآیند بیابان‌زایی و نابودی عمدی حیات گیاهی و جانوری است. ردپای اکولوژیکی جهانی نیروهای مسلح جهان در نتیجه معرفی و پیشرفت فن‌آوری‌های نظامی پیچیده، تخصیص قابل توجه منابع مورد نیاز برای حفظ نیروهای نظامی، آزمایش تجهیزات و تسلیحات و اعزام پرسنل و سلاح به مناطق دورافتاده جهان گسترش یافته است

¹ Kılıç et al., 2024

² Farhani, 2022

³ Gleick, 1991

(افاینا و اوّل، ۲۰۲۴). بیشتر مطالعات گذشته در زمینه نظامی سازی و کیفیت محیط زیست بر روی مفهومی به نام «نظریه تردمیل تخریب»^۱ متمرکزند (خان و همکاران،^۲ ۲۰۲۳). تردمیل تخریب به پدیده‌ای جهانی اطلاق می‌شود که بر اساس آن فعالیت‌های وهزینه‌های نظامی جاری و گذشته و تعاملات اجتماعی - محیطی، منجر به تخریب چشم‌گیر محیط زیست می‌شود. این نظریه دلالت بر آن دارد که هم در شرایط صلح و هم در شرایط جنگ، فعالیت‌های نظامی باعث تخریب محیط زیست می‌شود (کلارک و یورگنسون،^۳ ۲۰۱۲).

هوکس و اسمیت^۴ (۲۰۰۴، ۲۰۰۵) اولین کسانی بودند که از نظریه تردمیل تخریب برای توضیح رابطه بین نظامی گری و پیامدهای زیست محیطی آن استفاده کردند (حسین و علی،^۵ ۲۰۲۳). طبق نظریه «تردمیل تخریب»، پویایی‌های گسترده نظامی گری فراتر از زمان جنگ است. این پویایی‌ها تحت تأثیر اهداف پایدار ژئوپلیتیکی و نظامی و همچنین وضعیت دائمی آمادگی برای درگیری‌های آینده است. در نتیجه، مؤسسات نظامی به مقادیر زیادی منابع انرژی برای فعالیت‌هایی مانند تحقیق و توسعه، تعمیر و نگهداری زیرساخت‌ها و عملیات‌های روزمره، حتی در غیاب جنگ فعال نیاز دارند. علاوه بر این، آنها مقادیر قابل توجهی زباله و مواد خطرناک تولید می‌کنند که منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. به دلیل اتکای به مواد شیمیایی، بخش نظامی مسئول تولید بیشترین مقدار زباله‌های خطرناک در سراسر جهان هستند (افاینا و اوّل، ۲۰۲۴). اگرچه قسمت عمده‌ای از مبانی نظری و تحقیقات تجربی مختلف به تأثیر نامطلوب و منفی فعالیت‌های نظامی بر محیط زیست اشاره می‌کنند؛ اما ممکن است پذیرش فناوری‌ها در فرآیند نظامی سازی به کاهش مصرف منابعی کمک می‌کند که بر کیفیت محیط زیست تأثیر منفی می‌گذارد و از این طریق نظامی سازی تأثیر مطلوبی بر کیفیت محیط زیست داشته باشد (سولارین و همکاران،^۶ ۲۰۱۸).

۲-۲. پیشینه پژوهش

۲-۲-۱. تروریسم و کیفیت محیط زیست

بیلدیریچی و گوکمن‌اوغلو (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر تروریسم و سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر آلودگی محیط زیست: شواهدی از افغانستان، عراق، نیجریه، پاکستان، فیلیپین، سوریه، سومالی، تایلند و یمن» به بررسی تجربی این اثرگذاری طی دوره‌ی ۲۰۱۷-۱۹۷۵ پرداخته‌اند. نتایج

¹ Treadmill of Destruction Theory

² Khan et al., 2023

³ Clark & Jorgenson, 2012

⁴ Hooks & Smith, 2004, 2005

⁵ Husnain & Ali, 2023

⁶ Solarin et al., 2018

برآوردگرهای FMOLS، DOLS، OLS و PMG نشان می‌دهند که افزایش ۱ درصدی تروریسم به‌ترتیب باعث افزایش ۰/۱۳۵، ۰/۱۴۵، ۰/۰۲۵۴ و ۰/۵۷۴ درصد در انتشار CO₂ می‌شود. بر اساس نتایج آزمون علیت نیز، وجود رابطه علی یک‌طرفه از تروریسم به انتشار CO₂ در کوتاه‌مدت و وجود علیت دوطرفه بین انتشار CO₂ و تروریسم ر بلندمدت شناسایی می‌شود. بیلدیریچی و همکاران^۱ (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با عنوان «آلودگی محیط‌زیست، تروریسم و نرخ مرگ‌ومیر در چین، هند، روسیه و ترکیه» به بررسی هم‌انباشتگی و علیت بین متغیرهای نام‌برده‌شده در کشورهای مورد بررسی طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ و با استفاده از دو رویکرد ARDL بوت‌استرپ فوریه^۲ (FBARDL) و آزمون علیت گرنجری فوریه^۳ (FGC) پرداخته‌اند. نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه علیت یک‌طرفه از تروریسم به انتشار CO₂ در همه کشورهای مورد مطالعه است. فرهانی(۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای با عنوان «پیوندهای پویا بین انرژی‌های تجدیدپذیر و کیفیت محیطی در یک وضعیت ناامن: شواهدی از اقتصادهای آفریقا» با به‌کارگیری رویکرد داده‌های پانل ناهمگن و تکنیک‌های اقتصادسنجی نسل دوم و دو برآوردگر AMG و CCMG نشان دادند که حملات تروریستی به تخریب محیط‌زیست کمک می‌کند. طاهر و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان «تروریسم و پایداری زیست‌محیطی: شواهد تجربی از منطقه منا»^۴ نشان دادند که تروریسم میزان انتشار CO₂ را در کشورهای منطقه منا طی بازه زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۹ افزایش داده است. همچنین، نتایج آزمون علیت گرنجری نشان‌دهنده وجود علیت یک‌طرفه از انتشار CO₂ به سمت است. کیلیچ و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با عنوان «کاوش در تروریسم، ردپای اکولوژیکی و پایداری زیست‌محیطی در کشورهای با بیشترین سابقه تروریسم: دسترسی به شواهدی از تحلیل پانل فوریه» به بررسی تعامل بین تخریب محیط‌زیست، تروریسم و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ۱۷ کشور با بیشترین سابقه وقوع حوادث تروریستی در جهان طی دوره ۲۰۰۲-۲۰۱۸ از طریق آزمون هم‌انباشتگی پانل فوریه و آزمون علیت پانل فوریه تودا - یاماموتو پرداخته‌اند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که تروریسم تأثیر معنی‌داری بر ردپای اکولوژیکی ندارد. افاینا و اولل^۵ (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با عنوان «پایداری زیست‌محیطی، تروریسم و هزینه‌های نظامی در جنوب صحرای آفریقا: شواهدی از رگرسیون کوانتایل ARDL پانلی^۶ (P-QARDL) و علیت پانلی» به بررسی تأثیر تروریسم و هزینه‌های نظامی بر انتشار CO₂ در ۳۵ اقتصاد جنوب صحرای آفریقا^۶ (SSA) طی سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ پرداخته‌اند. یافته‌های

¹ Bildirici et al., 2022

² Fourier Bootstrapping Auto-Regressive Distributed Lag (FBARDL)

³ Fourier Granger Causality (FGC)

⁴ MENA

کشورهای این منطقه در مطالعه ذکر شده عبارتند از: الجزایر، بحرین، مصر، ایران، عراق، اسرائیل، اردن، کویت، لبنان، لیبی، مراکش، قطر، عربستان، تونس و امارات.

⁵ Panel Quantile Autoregressive Distributed Lag (PQARDL)

⁶ Sub-Saharan Africa (SSA)

این مطالعه نشان می‌دهد که تروریسم و هزینه‌های نظامی تأثیر مثبتی بر انتشار CO_2 در همه چندق‌ها (کم، کمتر از متوسط، متوسط، بیش‌تر از متوسط و زیاد) دارند. همچنین یک رابطه علیت دو طرفه بین انتشار CO_2 با تروریسم و هزینه‌های نظامی وجود دارد.

۲-۲-۲. مخارج نظامی و کیفیت محیط‌زیست

بیلدیرچی^۱ (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای با عنوان «انتشار CO_2 و نظامی‌سازی در کشورهای G7: رویکردهای هم‌انباشتگی پانل و علیت سه متغیره» با استفاده از برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی پویا^۲ (DOLS)، حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح‌شده^۳ (FMOLS) و ARDL پانلی نشان داده که نظامی‌سازی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار گاز CO_2 در کشورهای G7 از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ داشته است. علاوه بر این، نتایج آزمون علیت نشان‌گر علیت یک‌طرفه از نظامی‌سازی به انتشار CO_2 است. قیوم و همکاران^۴ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان «درگیری‌های مسلحانه، نظامی‌سازی و ردپای اکولوژیکی: شواهد تجربی از جنوب آسیا» با استفاده از روش ARDL پانلی نشان دادند که هزینه‌های نظامی، درگیری‌های داخلی و درگیری‌های خارجی در بلندمدت و کوتاه‌مدت تأثیر مثبت و معنی‌داری بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای جنوب آسیا از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ داشته است. علاوه بر این، نتایج آزمون علیت نشان می‌دهد که یک رابطه علیت از نظامی‌سازی به ردپای اکولوژیکی وجود دارد. خان و همکاران^۵ (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با عنوان «ریسک ژئوپلیتیک، نااطمینانی اقتصادی و نظامی‌سازی: عوامل مهم مصرف انرژی و کیفیت زیست‌محیطی» با استفاده از برآوردگرهای به‌روزرسانی مکرر و کاملاً اصلاح‌شده^۶ (CupFM) و به‌روزرسانی مکرر و تصحیح اریب^۷ (CupBC) نشان دادند که ریسک ژئوپلیتیک و نظامی‌سازی، کیفیت زیست‌محیطی را در کشورهای بریکس^۸ طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ کاهش داده است. نتایج روابط علی نیز نشان می‌دهد که نظامی‌سازی به‌صورت یک‌طرفه، علت گرنجری کیفیت زیست‌محیطی است. تارک‌زینسکی و همکاران^۹ (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با عنوان «هزینه‌های نظامی و انتشار CO_2 : یافته‌های تجربی از کشورهایی با بالاترین سرانه هزینه‌های نظامی» با استفاده از برآوردگر دومرحله‌ای GMM نشان دادند که افزایش ۱ درصدی در سرانه هزینه‌های نظامی، انتشار CO_2 سرانه را حدود ۰/۰۵ درصد در ۴۷ کشور با سرانه مخارج نظامی بالا طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۵ افزایش داده است. ژو و همکاران^۹

¹ Bildirci, 2017

² Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS)

³ Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLS)

⁴ Qayyum et al., 2021

⁵ Continuously Updated and Fully Modified (CupFM)

⁶ Continuously Updated and Bias-Corrected (CupBC)

⁷ BRICS Countries

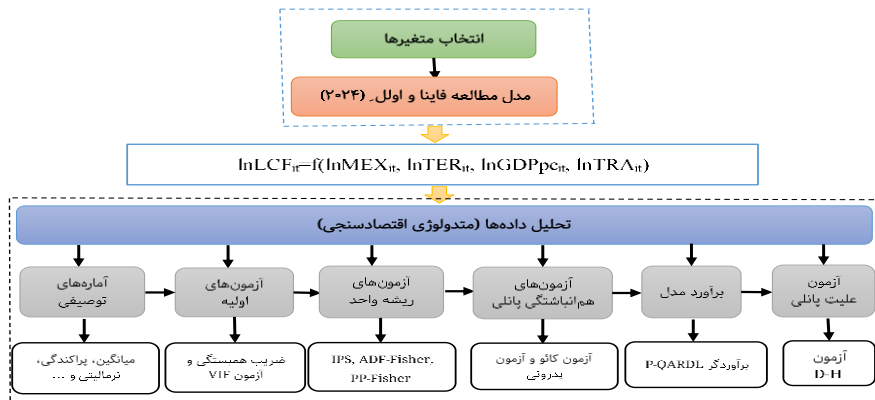
⁸ Tarczyński et al., 2023

⁹ Zhu et al., 2024

(۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با عنوان «نوآوری تکنولوژیکی، نظامی‌سازی و تغییرات زیست‌محیطی: شواهدی از اقتصادهای BRICS» با استفاده از یک مدل CS-ARDL نشان دادند که هزینه‌های نظامی می‌تواند به‌طور معنی‌داری ردپای اکولوژیکی و تخریب محیط‌زیست را در بلندمدت در کشورهای بریکس طی سال‌های ۲۰۲۱-۱۹۹۰ افزایش دهد. گل‌خندان (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با عنوان «نظامی‌سازی و آلودگی هوا: مطالعه کشورهای قدرتمند جهان با استفاده از تحلیل‌های هم‌جمعی پانلی» با به‌کارگیری برآوردهای DOLS، FMOLS، PMG و CUP-FM نشان داده که با یک‌درصد افزایش در سهم مخارج نظامی از gdp (شاخص بار نظامی)، در بلندمدت میزان انتشار CO₂ بین ۰/۱۹-۰/۲۶ درصد در ۲۵ کشور قدرتمند جهان (که بر اساس رده‌بندی شاخص جهانی قدرت آتش رتبه‌بندی شده‌اند) طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۵ افزایش یافته است.

۳. روش تحقیق

در شکل (۳)، فلوچارت نحوه مدل‌سازی و روش تحقیق نشان داده شده است که در ادامه مورد بررسی و تشریح قرار می‌گیرد.



شکل (۳): فلوچارت مدل‌سازی و روش تحقیق

۳-۱. مدل تحقیق

با تکیه بر نظریه «تردمیل تخریب» و مطالعه تجربی افاینا و اولی (۲۰۲۴)، فرم تبعی مدل تجربی این پژوهش به‌صورت زیر تدوین شده است:

$$LCF = f(TER, MEX, GDPpc, TRA) \quad (1)$$

بر اساس رابطه (۱)، پایداری زیست‌محیطی که با شاخص جدید و جامع ضریب ظرفیت بار (LCF) اندازه‌گیری می‌شود، به متغیرهای تروریسم (TER)، هزینه‌های نظامی (MEX)، تولید ناخالص داخلی سرانه (GDPpc) و حجم تجارت (TRA) وابسته است. فرم لگاریتمی - خطی رابطه معادله (۱) را می‌توان در قالب داده‌های پانل (ترکیبی) به شکل معادله زیر نوشت:

$$\ln LCF_{it} = \emptyset_0 + \emptyset_1 \ln TER_{it} + \emptyset_2 \ln MEX_{it} + \emptyset_3 \ln GDPpc_{it} + \emptyset_4 \ln TRA_{it} + \xi_{it} \quad (2)$$

در رابطه فوق متغیرها به صورت زیر تعریف شده‌اند:

LCF: ضریب ظرفیت بار^۱ (شاخص اندازه‌گیری پایداری محیط‌زیست)؛ که به صورت نسبت ظرفیت زیستی (بر حسب سرانه هکتار جهانی) به ردپای اکولوژیکی (حسب سرانه هکتار جهانی) محاسبه می‌شود. اگر مقدار LCF بزرگ‌تر از عدد ۱ باشد، مازاد اکولوژیکی وجود دارد و شرایط محیطی و منابع طبیعی موجود برای رفع نیازهای انسان کافی است؛ اما اگر LCF کوچک‌تر از عدد ۱ باشد، نشان‌گر کسری اکولوژیکی است و عادات مصرفی جامعه به محیط‌زیست آسیب می‌رساند. بدیهی است که اگر ظرفیت زیست‌محیطی با ردپای اکولوژیکی برابر باشد، عرضه و تقاضای اکوسیستم، مساوی و تعادل اکولوژیکی وجود دارد. این حالت نشان‌دهنده حد پایداری است و در آن مقدار LCF مساوی عدد ۱ است (پاتا و ارطغرل^۲، ۲۰۲۳؛ گل خندان، ۱۴۰۳).

TER: شاخص جهانی تروریسم^۳ (GTI) که بین دو عدد ۰ تا ۱۰ قرار دارد^۴ و سالانه توسط موسسه اقتصاد و صلح^۵ (IEP) منتشر می‌شود. این شاخص ۱۶۳ کشور جهان را پوشش می‌دهد که ۹۹/۷ درصد از جمعیت جهان را شامل می‌شود. GTI کشورها را بر اساس چهار شاخص وزن‌دهی شده در طول پنج سال رتبه‌بندی می‌کند. امتیاز سالانه GTI یک کشور بر اساس یک سیستم امتیازدهی منحصر به فرد برای محاسبه تأثیر نسبی حوادث در سال است. چهار عاملی که در امتیاز سالانه هر کشور محاسبه می‌شود عبارتند از: ۱. تعداد کل حوادث تروریستی در یک سال معین (با وزن ۱)، ۲. تعداد کل تلفات (کشته‌شدگان) ناشی از تروریست‌ها در یک سال معین (با وزن ۳)، ۳. تعداد کل جراحات (مصدومان) ناشی از تروریست‌ها در یک سال معین (با وزن ۵/۰)، ۴. سطح تقریبی کل خسارت مالی ناشی از حوادث تروریستی در یک سال معین (بسته به شدت خسارت با وزن بین ۰ تا ۳). معیار خسارت به اموال، بسته

¹ Load Capacity Factor (LCF)

² Pata & Ertugrul, 2023

³ Global Terrorism Index (GTI)

^۴ از آنجا که در بین داده‌های شاخص جهانی تروریسم، عدد صفر وجود دارد و امکان لگاریتم‌گرفتن از عدد صفر وجود ندارد، با نرمال‌سازی، داده‌های نهایی این متغیر در محدوده دو عدد ۱ تا ۱۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

⁵ Institute for Economics & Peace (IEP)

به دامنه اندازه‌گیری شده آسیب اموال ناشی از یک حادثه بیشتر به چهار باند، جزئی (با وزن ۱)، عمده (با وزن ۲)، فاجعه بار (وزن ۳) و ناشناخته تقسیم می‌شود. در نهایت شاخص GTI ساخته شده برای هر کشور در محدوده ۰ (پایین‌ترین سطح تروریسم) تا ۱۰ (بالا‌ترین سطح تروریسم) ساخته می‌شود (۱۰-۸: تأثیر بسیار زیاد، ۸-۶: تأثیر زیاد، ۶-۴: تأثیر متوسط، ۴-۲: تأثیر کم، ۲-۰: تأثیر بسیار کم، ۰: بدون تأثیر) (موسسه اقتصاد و صلح، ۲۰۲۴).

MEX: سهم مخارج نظامی از GDP (بر حسب درصد) به عنوان شاخص فعالیت و بار نظامی؛ GDPpc: تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان شاخص رشد اقتصادی (بر حسب دلار و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵)؛ ادبیات نظری پیرامون رابطه رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست بر فرضیه «منحنی زیست‌محیطی کوزنتس»^۱ (EKC) متمرکز می‌باشد که معتقد است رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست به شکل U معکوس می‌باشد. دوغان و پاتا^۲ (۲۰۲۲) با الهام از فرضیه EKC، یک رابطه U شکل بین درآمد سرانه و ضریب ظرفیت بار (شاخص مستقیم کیفیت و پایداری محیطی) را گزارش کردند و این رابطه را به عنوان فرضیه «منحنی ظرفیت بار»^۳ (LCC) توضیح دادند. بر این اساس، تولید و رشد اقتصادی جوامعی که در مراحل نخست هیچ توجهی به کیفیت محیط‌زیست ندارند می‌تواند منجر به کاهش کیفیت اکولوژیکی و در نتیجه کاهش LCF شود. اما وقتی کشورها از سطح درآمد معینی فراتر می‌روند، رشد اقتصادی می‌تواند کیفیت زیست‌محیطی و LCF را به لطف سرمایه‌گذاری در فناوری‌های تولید پاک‌تر و سبز، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و محصولات دوست‌دار محیط‌زیست و آگاهی بیشتر از محیط‌زیست افزایش دهد (سان و همکاران^۴، ۲۰۲۳؛ پاتا و ارطغرل، ۲۰۲۳). با این حال، گنجانیدن مجذور درآمد سرانه در مدل‌سازی EKC، مشکل چندخطی بودن را مطرح می‌کند. برای جلوگیری از این موضوع، نارایان و نارایان^۵ (۲۰۱۰) مقایسه کشش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت را پیشنهاد کرده‌اند. در این رویکرد، اگر مقدار کشش بلندمدت کمتر از کشش کوتاه‌مدت باشد، فرضیه EKC معتبر است؛ یعنی تخریب محیط در طول زمان کاهش می‌یابد. از آنجایی که LCF یک شاخص مستقیم کیفیت محیطی است، فرضیه LCC در صورتی که بزرگی کشش‌ها (با لحاظ علامت جبری در قیاس بزرگی) معکوس شود، صادق است (پاتا و سمور^۶، ۲۰۲۲). در این پژوهش نیز صحت فرضیه LCC برای کشورهای مورد مطالعه با این رویکرد بررسی می‌شود.

TRA: درجه بازبودن تجاری که به صورت نسبت مجموع صادرات و واردات به GDP (بر حسب درصد) تعریف می‌شود. از بعد نظری و تجربی دو دیدگاه متفاوت در زمینه تأثیر بازبودن اقتصاد بر کیفیت

^۱ Environmental Kuznets Curve (EKC)

^۲ Dogan & Pata, 2022

^۳ Load Capacity Curve (LCC)

^۴ Sun et al., 2023

^۵ Narayan & Narayan, 2010

^۶ Pata & Samour, 2022

محیط‌زیست وجود دارد. دیدگاه مخالف در این زمینه اغلب بر «فرضیه پناه‌گاه (لنگرگاه) آلودگی»^۱ تکیه دارد و معتقد است که تجارت، بسترهایی را برای انتقال صنایع آلوده‌کننده به مناطقی که قوانین زیست‌محیطی ساده‌تری دارند، فراهم می‌کند و در عمل، این مناطق به پناه‌گاه‌هایی برای آلودگی تبدیل می‌شوند (آلادجاره^۲، ۲۰۲۲). در مقابل این فرضیه، «فرضیه هاله آلودگی»^۳ قرار دارد که توسط بیردسال و ویلر^۴ (۱۹۹۳) ارائه شده و معتقد است که جهانی‌شدن راهی برای انتقال فناوری بین کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه فراهم و دسترسی کشورهای درحال توسعه را به تکنولوژی کارا و سازگار با محیط‌زیست ممکن می‌کند که این عمل به بهبود کیفیت محیط‌زیست در این کشورها کمک می‌کند (احمد و همکاران^۵، ۲۰۲۱). همچنین، i نشان‌دهنده ۸ کشور منطقه خاورمیانه ($i=1, \dots, 8$) که اطلاعات و داده‌های آماری آن‌ها در دسترس است (شامل کشورهای: بحرین، ایران، اسرائیل، کویت، لبنان، عمان، عربستان و ترکیه)، t نشان‌دهنده بازه‌ی زمانی پژوهش (۲۰۱۱-۲۰۲۳) و ξ_{it} جزء خطای معادله رگرسیونی است. در جدول (۱) به‌طور خلاصه، متغیرها، نماد، شاخص و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها به‌همراه منبع جمع‌آوری داده‌های هر متغیر و علامت انتظاری آن نشان داده شده است.

جدول (۱): متغیرها و منابع داده‌ها

متغیر	نماد	شاخص و نحوه اندازه‌گیری	منبع	علامت انتظاری
پایداری زیست‌محیطی	LCF	ضریب ظرفیت بار که به‌صورت نسبت ظرفیت زیستی (بر حسب سرانه هکتار جهانی) به ردپای اکولوژیکی (بر حسب سرانه هکتار جهانی) محاسبه می‌شود.	GFN	متغیر وابسته
تروریسم	TER	شاخص جهانی تروریسم که در محدوده ۰ (پایین‌ترین سطح تروریسم) تا ۱۰ (بالا‌ترین سطح تروریسم) متغیر است.	IEP	-
مخارج نظامی	MEX	بار نظامی که به‌صورت سهم مخارج نظامی از GDP (بر حسب درصد) تعریف می‌شود.	SIPRI	-
رشد اقتصادی	GDP _{pc}	درآمد سرانه که به‌صورت تولید ناخالص داخلی سرانه (بر حسب دلار و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵) تعریف می‌شود.	WDI	+/-
تجارت	TRA	درجه بازبودن تجاری که به‌صورت نسبت مجموع صادرات و واردات به GDP (بر حسب درصد) تعریف می‌شود.	WDI	+/-

¹ Pollution Haven Hypothesis² Aladejare, 2022³ Pollution Halo Hypothesis⁴ Birdsall & Wheeler, 1993⁵ Ahmad et al., 2021

یادداشت‌ها: GFN: شبکه ردپای جهانی، IEP: مؤسسه اقتصاد و صلح، SIPRI: مؤسسه بین‌المللی تحقیقات صلح استکهلم و WDI: شاخص‌های توسعه جهانی

۲-۳. روش برآورد

در این مطالعه از روش P-QARDL ارائه‌شده توسط چو و همکاران^۱ (۲۰۱۵) برای برآورد مدل استفاده شده است. مزیت اصلی P-QARDL، افزایش انعطاف‌پذیری آن در برابر خطاهای غیرنرمال است. علاوه بر این، چولگی، ناهمگنی و نقاط پرت متغیر وابسته در این روش در نظر گرفته شده است (هاشمی و همکاران^۲، ۲۰۲۲). این مدل با ارزیابی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت در چندک‌های مختلف متغیر وابسته، مدل سنتی ARDL را بهبود می‌بخشد (پنگ و همکاران^۳، ۲۰۲۲). علاوه بر این، مدل P-QARDL قادر به برآورد مدل با حجم نمونه کوچک و داده‌های حاوی مقادیر پرت است و همانند مدل ARDL، زمانی که متغیرها انباشته از مرتبه یک I(1) یا صفر I(0) هستند، قابل استفاده می‌باشد. این روش مانند روش ARDL یک نقطه ضعف دارد و زمانی که متغیرها دارای درجه انباشتگی بزرگ‌تر از یک باشند، قابل استفاده نیست (پنگ و همکاران، ۲۰۲۲). مدل QARDL توسعه تکنیک ARDL سنتی در چارچوب رگرسیون کوانتایل است. بر اساس مطالعه چو و همکاران (۲۰۱۵)، چارچوب یک مدل QARDL(p,q) به صورت رابطه (۳) مشخص می‌شود. در این رابطه، ξ جزء اختلال مدل است و q_1, p, q_2, q_3 و q_4 نشان‌دهنده طول وقفه است که بر اساس معیارهای اطلاعات نظیر AIC تعیین می‌شود. شایان ذکر است که کمترین میدان σ تولیدشده توسط متغیرهای توضیحی در مدل است.

$$Q_{\ln LCF_t} \left(\frac{\tau}{F_{t-1}} \right) = \ln LCF_t \text{ مشروط به } F_{t-1} \text{ است (افاینا و اولل، ۲۰۲۴).}$$

$$Q_{\ln LCF_t} = \Phi(\tau) + \sum_{i=1}^p \phi_i(\tau) \ln LCF_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \omega_i(\tau) \ln MEX_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} v_i(\tau) \ln TER_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_3} \theta_i(\tau) \ln GDP_{pc,t-i} + \sum_{i=0}^{q_4} \eta_i(\tau) \ln TRA_{t-i} + \xi_t(\tau), \quad 0 < \tau < 1 \quad (3)$$

$$\tau \in \{0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95\}, \quad \xi_t(\tau) = \ln LCF_{t-i} - Q_{\ln LCF_t} \left(\frac{\tau}{F_{t-1}} \right)$$

از آنجایی که احتمال همبستگی سریالی وجود دارد، فرم تعمیم‌یافته مدل QARDL به صورت زیر رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$Q_{\Delta \ln LCF_t} = \Phi(\tau) + \rho \ln LCF_{t-1} + \beta_{MEX} \ln MEX_{t-1} + \beta_{TER} \ln TER_{t-1} + \beta_{GDP_{pc}} \ln GDP_{pc,t-1} + \beta_{TRA} \ln TRA_{t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i(\tau) \Delta \ln LCF_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \omega_i(\tau) \Delta \ln MEX_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} v_i(\tau) \Delta \ln TER_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_3} \theta_i(\tau) \Delta \ln GDP_{pc,t-i} + \sum_{i=0}^{q_4} \eta_i(\tau) \Delta \ln TRA_{t-i} + \xi_t(\tau) \quad (4)$$

¹ Cho et al., 2015

² Hashmi et al., 2022

³ Peng et al., 2022

فرم QARDL-ECM فرمول‌های تعمیم‌یافته فوق (معادله ۴) را می‌توان به شکل رابطه زیر نشان داد (پنگ و همکاران، ۲۰۲۲):

$$Q_{\Delta \ln LCF_t} = \Phi(\tau) + \rho \ln LCF_{t-1} + \beta_{MEX} \ln MEX_{t-1} + \beta_{TER} \ln TER_{t-1} + \beta_{GDPpc} \ln GDPpc_{t-1} + \beta_{TRA} \ln TRA_{i,t-1} + \sum_{i=1}^p \phi_i(\tau) \Delta \ln LCF_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \omega_i(\tau) \Delta \ln MEX_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} v_i(\tau) \Delta \ln TER_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_3} \theta_i(\tau) \Delta \ln GDPpc_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_4} \eta_i(\tau) \Delta \ln TRA_{t-i} + \xi_t(\tau) \quad (5)$$

با استفاده از روش دلتا، تأثیر تجمعی کوتاه‌مدت ضریب ظرفیت بار گذشته بر ضریب ظرفیت بار دوره جاری از طریق رابطه $\Phi_* = \sum_{i=1}^p \partial \phi_i$ تعیین می‌شود. تأثیر تجمعی کوتاه‌مدت سطوح موجود و قبلی مخارج نظامی (MEX)، تروریسم (TER)، رشد اقتصادی (GDPpc) و تجارت (TRA) نیز به ترتیب از طریق روابط $\omega_* = \sum_{i=1}^{q_1} \partial \omega_i$ ، $v_* = \sum_{i=1}^{q_2} \partial v_i$ ، $\theta_* = \sum_{i=1}^{q_3} \partial \theta_i$ و $\eta_* = \sum_{i=1}^{q_4} \partial \eta_i$ به دست می‌آید. پارامترهای بلندمدت برای متغیرهای MEX، TER، GDPpc و TRA نیز به ترتیب به صورت $\beta_{MEX}^* = -\frac{\beta_{MEX}}{\rho}$ ، $\beta_{TER}^* = -\frac{\beta_{TER}}{\rho}$ ، $\beta_{GDPpc}^* = -\frac{\beta_{GDPpc}}{\rho}$ و $\beta_{TRA}^* = -\frac{\beta_{TRA}}{\rho}$ محاسبه می‌شوند. برای ارزیابی تأثیر نامتقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت MEX، TER، GDPpc و TRA بر پایداری زیست‌محیطی، از آزمون والد به منظور بررسی فرضیه صفر برابری پارامتر ρ_* استفاده می‌شود:

$$H_0: \rho_*(0.05) = \rho_*(0.1) = \rho_*(0.2) = \dots = \rho_*(0.95)$$

در مقابل، فرضیه جای‌گزین عبارت است از:

$$H_0: \exists i \neq j \quad \rho(i) \neq \rho(j)$$

به‌طور مشابه، فرضیه‌های صفر بلندمدت برای β_{MEX} ، β_{TER} ، β_{GDPpc} و β_{TRA} و فرضیه‌های صفر کوتاه‌مدت برای Φ_* ، ω_* ، v_* ، θ_* و η_* نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند (شریف و همکاران، ۲۰۲۰). این مطالعه به منظور تجزیه و تحلیل اثر متغیرها بر شاخص پایداری زیست‌محیطی، به پیروی از مطالعه تجربی افاینا و اولل (۲۰۲۴)، بر روی کوانتایل‌های ۱۰ (پایداری زیست‌محیطی بسیار پایین)، ۲۵ (پایداری زیست‌محیطی پایین)، ۵۰ (پایداری زیست‌محیطی متوسط)، ۷۵ (پایداری زیست‌محیطی بالا) و ۹۰ (پایداری زیست‌محیطی بسیار بالا) $\ln LCF$ متمرکز است. شایان ذکر است که در آخر برای ارائه اطلاعات بیشتر به سیاست‌گذاران، روابط علی بین متغیرهای مورد علاقه با استفاده از آزمون علیت پانلی دومیترسکو و هورلین^۲ (۲۰۱۲) بررسی شده است.

¹ Sharif et al., 2020

² Dumitrescu & Hurlin, 2012

۴. یافته‌ها

۴-۱. آماره‌های توصیفی

در جدول (۲)، خلاصه‌ای از شاخص‌های آماری داده‌های خام متغیرها ارائه شده است. بر این اساس، میانگین LCF عددی معادل ۰/۱۷۵ می‌باشد؛ که گویای این موضوع است که وضعیت کیفیت زیست‌محیطی در بین کشورهای مورد مطالعه از سطح پایداری آن (عدد یک) فاصله قابل توجهی دارد. همچنین، بر اساس آماره جارک-برا و سطح احتمال آن می‌توان گفت که این متغیر از توزیع نرمال برخوردار نیست. در واقع یکی از دلایل اصلی برآورد مدل به روش رگرسیون کوانتایل آنست که توزیع متغیر وابسته مدل (LCF)، نامتقارن باشد؛ که در این مطالعه نیز این‌گونه است.

جدول (۲): شاخص‌های آماری اصلی متغیرهای تحقیق (۲۰۱۱-۲۰۲۳)

متغیر	میانگین	میان	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	جارک-برا (prob.)
LCF	۰/۱۷۵	۰/۱۰۸	۰/۰۵۱	۰/۴۹۲	۰/۱۳۱	۲۴/۱۷۱ (۰/۰۰۰)
MEX	۴/۹۷۱	۴/۶۵۷	۱/۱۸۹	۱۳/۰۲۲	۲/۵۲۱	۱۱/۱۱۱ (۰/۰۰۴)
TER	۳/۹۸۳	۴/۶۸۵	۰/۰۰۰	۸/۱۴۱	۲/۳۳۷	۷/۴۰۱ (۰/۰۲۵)
GDPpc	۱۹۰۳۳	۱۹۳۸۹	۶۳۸	۴۲۸۵۳	۱۰۵۶۵	۳/۹۰۷ (۰/۱۴۲)
TRA	۸۲/۱۸۷	۷۱/۴۵۱	۳۹/۴۲۳	۱۸۴/۵۸۹	۳۳/۷۱۰	۲۹/۰۶۲ (۰/۰۰۰)

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲. آزمون‌های مقدماتی

در جدول (۳)، ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش و نتایج آزمون VIF ارائه شده است. بر اساس نتایج آزمون عامل تورم واریانس^۱ (VIF) که به منظور بررسی مسئله هم خطی چندگانه در داده‌های پژوهش استفاده شده است، مقدار VIF همه متغیرهای پژوهش کمتر از عدد ۵ و نزدیک به عدد ۱ است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که در داده‌ها هم خطی چندگانه وجود ندارد.

جدول (۳): ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش و نتایج آزمون VIF

متغیر	قسمت الف. ماتریس ضریب همبستگی					قسمت ب: آزمون هم خطی چندگانه
	LnLFCF	LnMEX	LnTER	LnGDPpc	lnTRA	
LnLFCF	۱					VIF
LnMEX	-۰/۴۱۸	۱				-
LnTER	-۰/۱۵۴	-۰/۲۹۹	۱			۱/۰۸۴

^۱ Variance Inflation Factor (VIF)

۱/۲۰۷		۱	-۰/۱۴۱	۰/۴۰۹	-۰/۴۲۴	lnGDPpc
۱/۲۰۱	۱	-۰/۳۰۷	-۰/۱۹۱	۰/۲۷۹	-۰/۳۸۱	lnTRA

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۳. آزمون‌های ریشه واحد پانلی

در این مطالعه، به منظور بررسی مانایی متغیرها از سه آزمون ریشه واحد پانلی IPS، ADF-Fisher و PP-Fisher استفاده شده که فرضیه صفر در تمام این آزمون‌ها، مبتنی بر نامانایی متغیر مورد بررسی است. خلاصه نتایج این آزمون‌ها با وجود عرض از مبدأ و روند زمانی (C+T) در جدول (۴)، ارائه شده است. بر این اساس و سطوح احتمال محاسبه شده نتیجه گرفته می‌شود که با توجه به آزمون‌های IPS و ADF-Fisher کلیه متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد در سطح، نامانا بوده و پس از یک بار تفاضل‌گیری به صورت مانا درآمده‌اند (دارای درجه مانایی (I(1)؛ اما بر اساس آزمون PP-Fisher، lnMEX و lnTER در سطح، مانا بوده و دارای درجه مانایی I(0) هستند. اگرچه آزمون‌های ریشه واحد در مورد برخی از متغیرها نتایج واحدی ارائه نمی‌دهد، اما در بین آن‌ها متغیر I(2) وجود ندارد که این لزوم استفاده از برآوردگرهای خانواده ARDL را نشان می‌دهد.

جدول (۴): نتیجه آزمون‌های ریشه واحد پانلی

متغیر	نام آزمون	آماره در سطح	P-Value	آماره در تفاضل	P-Value	درجه مانایی
lnLCF	IPS	۰/۴۵۹	۰/۳۲۳	** -۱/۸۸۲	۰/۰۲۹	I(1)
	ADF-Fisher	۱۶/۷۴۳	۰/۴۰۲	** ۲۷/۵۵۴	۰/۰۳۶	I(1)
	PP-Fisher	۲۳/۶۳۹*	۰/۰۹۸	*** ۷۳/۶۹۹	۰/۰۰۰	I(1)
lnMEX	IPS	-۰/۵۶۱	۰/۲۸۸	*** -۳/۷۸۸	۰/۰۰۰	I(1)
	ADF-Fisher	۱۷/۷۱۲	۰/۳۴۱	*** ۴۷/۳۸۱	۰/۰۰۰	I(1)
	PP-Fisher	** ۲۶/۹۷۳	۰/۰۴۲	-	-	I(0)
lnTER	IPS	۱/۱۸۸	۰/۸۸۳	** -۱/۹۷۳	۰/۰۲۴	I(1)
	ADF-Fisher	۹/۳۲۱	۰/۸۹۹	** ۲۷/۵۰۴	۰/۰۳۶	I(1)
	PP-Fisher	*** ۳۲/۶۶۷	۰/۰۰۸	-	-	I(0)
lnGDPpc	IPS	۰/۴۳۶	۰/۶۶۹	** -۲/۱۸۳	۰/۰۱۵	I(1)
	ADF-Fisher	۱۸/۷۲۸	۰/۲۸۳	*** ۳۶/۲۳۹	۰/۰۰۳	I(1)
	PP-Fisher	۱۲/۹۱۹	۰/۶۷۹	*** ۵۴/۴۶۹	۰/۰۰۰	I(1)
lnTRA	IPS	-۰/۶۰۸	۰/۲۷۲	*** -۴/۵۷۲	۰/۰۰۰	I(1)
	ADF-Fisher	۱۹/۰۹۸	۰/۲۶۴	*** ۵۰/۲۱۱	۰/۰۰۰	I(1)
	PP-Fisher	۸/۱۶۸	۰/۹۴۴	*** ۴۱/۷۱۲	۰/۰۰۰	I(1)

* علامت‌های *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد است.

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۴. آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی

در این مقاله به‌منظور انجام آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی از دو آزمون پدرونی^۱ (۲۰۰۴) و کائو^۲ (۱۹۹۹) استفاده شده است. فرضیه صفر این آزمون‌ها نشان‌دهنده عدم وجود هم‌انباشتگی است و فرضیه مخالف آن، وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. نتیجه آزمون هم‌انباشتگی کائو با استفاده از آماره ADF و نتایج آزمون هم‌انباشتگی پدرونی با استفاده از دو آماره پانل PP و ADF و دو آماره گروه PP و ADF، در جدول (۵)، نشان داده شده است. بر اساس نتایج ارائه‌شده، فرضیه صفر عدم هم‌انباشتگی، رد و وجود هم‌انباشتگی قوی بین متغیرهای مدل نتیجه‌گیری می‌شود. لذا بدون نگرانی از مسئله رگرسیون کاذب، می‌توان مدل را برآورد کرد.

جدول (۵): نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو

نام آزمون	آماره	مقدار آماره	P-Value
کائو	ADF	***-۳/۹۰۸	۰/۰۰۰
پدرونی	PP پانلی	***-۳/۵۵۲	۰/۰۰۰
	ADF پانلی	***-۲/۹۶۴	۰/۰۰۲
	PP گروهی	***-۳/۱۸۳	۰/۰۰۱
	ADF گروهی	** -۲/۲۲۳	۰/۰۱۳

* علامت‌های *، ** و *** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد است.

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۵. برآورد مدل

نتایج برآورد مدل این پژوهش به روش P-QARDL در جدول (۶)، ارائه شده است.

جدول (۶): نتایج برآورد مدل به روش P-QARDL

بخش الف. ضرایب برآوردی کوتاه‌مدت					کوانتایل
متغیر					
ECT _{t-1}	ΔlnTRA	ΔlnGDPpc	ΔlnTER	ΔlnMEX	
***-۰/۰۲۵ (۰/۰۰۰)	(۰/۲۶۹)-۰/۰۷۲	***-۰/۴۴۸ (۰/۰۰۰)	(۰/۰۲۸)**-۰/۰۰۳	(۰/۷۷۵)-۰/۱۸۳	10 th
***-۰/۰۲۸ (۰/۰۰۰)	(۰/۰۱۸)**-۰/۱۱۵	(۰/۰۳۸)**-۰/۴۶۱	(۰/۰۹۱)*-۰/۰۰۵	(۰/۰۴۴)**-۰/۲۸۸	25 th

¹ Pedroni, 2004

² Kao, 1999

50 th	***-۰/۱۲۱ (۰/۰۷۷)*	***-۰/۰۰۹ (۰/۰۱۵)**	۰/۱۲۸-۰/۵۵۲ (۰/۰۰۰)	***-۰/۴۱۱ (۰/۰۰۰)	***-۰/۲۲۸ (۰/۰۰۰)
75 th	***-۰/۲۶۶ (۰/۰۰۰)	***-۰/۰۱۲ (۰/۰۰۰)	۰/۱۴۱-۰/۷۷۸ (۰/۰۰۰)	***-۰/۳۴۴ (۰/۰۰۰)	***-۰/۰۳۱ (۰/۰۰۰)
90 th	۰/۰۷۶-۰/۷۹۹ (۰/۰۰۰)	۰/۰۰۰-۰/۸۸۵ (۰/۰۰۰)	۰/۸۱۱-۰/۶۷۲ (۰/۰۰۰)	۰/۰۴۵-۰/۵۵۶ (۰/۰۰۰)	۰/۰۱۲-۰/۱۸۸** (۰/۰۰۰)
بخش ب. ضرایب برآوردی بلندمدت					
کوتانایل	متغیر				
	LnMEX	LnTER	LnGDPpc	LnTRA	
10 th	۰/۴۹۲-۰/۳۲۱ (۰/۰۰۰)	۰/۰۱۲-۰/۰۲۶** (۰/۰۰۰)	***-۰/۲۳۵ (۰/۰۰۰)	۰/۲۴۶-۰/۱۵۷ (۰/۰۰۰)	
25 th	۰/۷۸۴-۰/۰۱۶** (۰/۰۰۰)	۰/۰۱۵-۰/۰۶۹* (۰/۰۰۰)	***-۰/۲۶۱ (۰/۰۰۰)	***-۰/۳۶۷ (۰/۰۰۰)	
50 th	۰/۳۳۵-۰/۰۲۴** (۰/۰۰۰)	***-۰/۰۲۴ (۰/۰۰۰)	۰/۰۷۷-۰/۳۹۲ (۰/۰۰۰)	***-۰/۸۲۲ (۰/۰۰۰)	
75 th	***-۰/۷۳۹ (۰/۰۰۰)	***-۰/۰۳۵ (۰/۰۰۰)	۰/۰۷۵-۰/۶۳۳ (۰/۰۰۰)	***-۱/۰۲۸ (۰/۰۰۰)	
90 th	۰/۲۴۷-۰/۷۳۷ (۰/۰۰۰)	۰/۰۰۱-۰/۹۸۱ (۰/۰۰۰)	۰/۰۶۱۸-۰/۹۶۱ (۰/۰۰۰)	۰/۱۷۳-۰/۹۸۶ (۰/۰۰۰)	

* علامت‌های *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده سطح احتمال است.

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول (۶)، گزارش شده است، تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت لگاریتم طبیعی مخارج نظامی (LnMEX) بر LnLCF در کوتانایل‌های ۱۰امین و ۹۰امین، بی‌معنا؛ اما در سایر کوتانایل‌ها، منفی و معنی‌دار است. به گونه‌ای که با یک درصد افزایش در سهم مخارج نظامی از GDP، ضریب ظرفیت بار به ترتیب در کوتانایل‌های ۲۵امین، ۵۰امین و ۷۵امین در کوتاه‌مدت ۰/۲۸۸، ۰/۱۲۱ و ۰/۲۶۶ درصد و در بلندمدت ۰/۷۸۴، ۰/۳۳۵ و ۰/۷۳۹ درصد کاهش خواهد یافت. این نتیجه نشان می‌دهد که مخارج نظامی در چندک‌های پایین، متوسط و بالا، به کاهش پایداری زیست‌محیطی در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه منجر شده و شدت این اثرگذاری منفی در چندک میانی کوچک‌تر است. نتیجه به دست آمده تا حد زیادی هم‌سو با نتایج مقاله افاینا و اولل (۲۰۲۴) است که نشان می‌دهند مخارج نظامی در تمام چندک‌ها اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار CO₂ داشته و شدت این اثرگذاری در چندک‌های بالایی، بزرگ‌تر است. علاوه بر این نتایج مطالعات بیلدیرچی (۲۰۱۷)، قیوم و همکاران (۲۰۲۱) و خان و همکاران (۲۰۲۳) نیز نشان‌گر تأثیرگذاری مثبت و معنی‌دار هزینه‌های نظامی بر شاخص تخریب محیط‌زیست است. در مقابل، نتایج مطالعه سولارین (۲۰۱۸) حاکی از اثر منفی و معنی‌دار مخارج

نظامی بر شاخص تخریب محیط‌زیست و نتایج مطالعه ژو و همکاران (۲۰۲۴) حاکی از اثر بی‌معنای مخارج نظامی بر کیفیت محیط‌زیست می‌باشد.

تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت لگاریتم طبیعی تروریسم $\ln TER$ بر $\ln LCF$ در تمام کوانتایل‌ها (به جز کوانتایل پایانی)، منفی و معنی‌دار و از لحاظ مقداری اندک است (۷۵ امین - ۱۰ امین). همچنین، به مقدار شدت این اثرگذاری منفی در کوانتایل‌های بالایی افزوده می‌شود. به‌گونه‌ای که با یک‌درصد افزایش در شاخص جهانی تروریسم، ضریب ظرفیت بار به‌ترتیب در کوانتایل‌های ۱۰ امین، ۲۵ امین، ۵۰ امین و ۷۵ امین، در کوتاه‌مدت ۰/۰۰۳، ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۹ و ۰/۰۱۲ و در بلندمدت ۰/۰۱۲، ۰/۰۱۵، ۰/۰۲۴ و ۰/۰۳۵ کاهش می‌یابد. نتیجه به‌دست‌آمده تا حد زیادی هم‌سو با نتایج مقاله افاینا و اوول (۲۰۲۴) است که نشان می‌دهند تروریسم در تمام چندک‌ها اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار CO_2 داشته و شدت این اثرگذاری در چندک‌های بالایی، بزرگ‌تر است. علاوه بر این نتایج مطالعات بیلدیریچی و گوکمن‌اوغلو (۲۰۲۰)، فرهانی (۲۰۲۲) و طاهر و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان‌گر تأثیرگذاری مثبت تروریسم بر شاخص کیفیت محیط‌زیست است. در مقابل، نتایج مطالعه کیلیچ و همکاران (۲۰۲۴)، اثر معنی‌داری را در این زمینه نشان نمی‌دهد.

اثر کوتاه‌مدت و بلندمدت لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه $\ln GDPpc$ بر $\ln LCF$ در کوانتایل‌های پایین‌تر از میانه (۱۰ امین و ۲۵ امین) منفی و معنی‌دار است؛ اما در سایر کوانتایل‌ها این متغیر اثر معنی‌داری نداشته است. به‌گونه‌ای که با یک‌درصد افزایش در رشد اقتصادی، ضریب ظرفیت بار به‌ترتیب در کوانتایل‌های ۱۰ امین و ۲۵ امین در کوتاه‌مدت ۰/۴۴۸ و ۰/۴۶۱ درصد و در بلندمدت ۰/۲۳۵ و ۰/۲۶۱ درصد کاهش خواهد یافت. این نتیجه نشان می‌دهد که رشد اقتصادی در کوانتایل‌های پایین که در آن پایداری زیست‌محیطی در سطح پایین‌تری قرار دارد، منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود؛ اما در بلندمدت میزان این اثرگذاری منفی کاهش می‌یابد که به نوعی تأییدکننده فرضیه EKC است.

تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت لگاریتم طبیعی تجارت $\ln TRA$ بر $\ln LCF$ در کوانتایل‌های ۱۰ امین و ۹۰ امین، بی‌معنا؛ اما در سایر کوانتایل‌ها، منفی و معنی‌دار است. به‌گونه‌ای که با یک‌درصد افزایش در سهم مجموع صادرات و واردات از GDP، ضریب ظرفیت بار به‌ترتیب در کوانتایل‌های ۲۵ امین، ۵۰ امین و ۷۵ امین در کوتاه‌مدت ۰/۱۱۵، ۰/۴۱۱ و ۰/۳۴۴ درصد و در بلندمدت ۰/۳۶۷، ۰/۸۲۲ و ۱/۰۲۸ درصد کاهش خواهد یافت. این نتیجه نشان می‌دهد که تجارت در چندک‌های پایین، متوسط و بالا، به کاهش پایداری زیست‌محیطی در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه منجر شده و شدت این اثرگذاری منفی در چندک‌های بالایی بزرگ‌تر است. در واقع فرضیه «پناه‌گاه (لنگرگاه) آلودگی» در چندک‌های ذکرشده رد نمی‌شود. جزء نصحیح خطا (ECT) نیز در تمام کوانتایل‌ها از معنی‌داری لازم و علامت مورد انتظار منفی برخوردار است. مقادیر عددی ECT در کوانتایل‌های مختلف، کوچک است که گویای این موضوع است که تعدیل به‌سمت تعادل بلندمدت به‌کندی صورت می‌گیرد.

در جدول (۷)، نتایج آزمون‌های والد برای بررسی اثرات نامتقارن در موقعیت‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت ارائه شده است. بر این اساس فرضیه صفر برابری پارامتر سرعت تعدیل ρ_* و فرضیه‌های صفر بلندمدت برای β_{TER} ، β_{GDPpc} و β_{TRA} و همچنین، فرضیه‌های صفر کوتاه‌مدت برای ω_* ، ν_* ، θ_* و η_* رد می‌شوند که بر این اساس عدم تقارن ضرایب در کواتایل‌ها پذیرفته می‌شود.

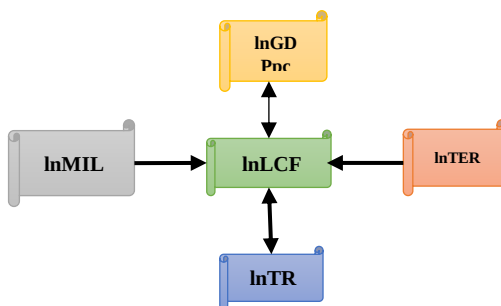
جدول (۷): نتایج آزمون والد برای ثبات پارامترها

مقدار آماره (P-Value)					ضرایب
β_{TRA}	β_{GDPpc}	β_{TER}	β_{MEX}	ρ_*	بلندمدت
*** ۱۱/۹۱۴ (۰/۰۰۰)	*** ۱۴/۳۱۸ (۰/۰۰۰)	*** ۳/۲۲۵ (۰/۰۰۰)	*** ۶/۴۲۴ (۰/۰۰۰)	*** ۵/۷۷۲ (۰/۰۰۰)	
η_*	θ_*	ν_*	ω_*	ϕ_*	کوتاه‌مدت
*** ۵/۶۰۶ (۰/۰۰۰)	*** ۲/۹۹۱ (۰/۰۰۱)	** ۲/۱۸۶ (۰/۰۱۸)	*** ۴/۴۴۹ (۰/۰۰۰)	** ۲/۲۲۶ (۰/۰۱۵)	

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۶. آزمون علیت پانلی

جدول (۸)، نتایج تجزیه و تحلیل علیت پانلی دومیترسکو و هورلین (۲۰۱۲) را نشان می‌دهد که ارتباط علی متغیر وابسته یعنی ضریب ظرفیت بار را با مخارج نظامی، تروریسم، رشد اقتصادی و تجارت در کشورهای مورد مطالعه اندازه‌گیری می‌کند.^۱ به‌طور خلاصه اهم نتایج این آزمون در شکل (۲)، نیز نشان داده شده است.



شکل (۲): خلاصه نتایج آزمون علیت پانلی

منبع: یافته‌های پژوهش (← علیت یک‌طرفه و ↔ علیت دوطرفه)

^۱ در این جدول فقط نتایج علیت بین متغیر وابسته با تک تک متغیرهای مستقل ارائه شده است و نتایج علیت بین متغیرهای مستقل به دلیل عدم موضوعیت آن در این پژوهش و در جهت صرفه‌جویی، ارائه نشده است.

جدول (۸): نتایج آزمون علیت پانلی دومیترسکو و هورلین (D-H)

p-value	Zbar-stat	W-stat	فرضیه‌های صفر
۰/۰۱۲	۲/۵۰۱	۷/۵۹**	lnMEX به‌طور همگن علت lnLCF نیست
۰/۶۶۸	-۰/۴۲۹	۲/۲۱	lnLCF به‌طور همگن علت lnMEX نیست
۰/۰۹۸	۱/۶۵۸	۵/۹۳*	lnTER به‌طور همگن علت lnLCF نیست
۰/۷۳۰	-۰/۳۴۵	۲/۳۶	lnLCF به‌طور همگن علت lnTER نیست
۰/۰۰۰	۴/۳۰۴	۱۰/۹۱***	lnGDPpc به‌طور همگن علت lnLCF نیست
۰/۰۰۴	۲/۹۰۴	۸/۳۳***	lnLCF به‌طور همگن علت lnGDPpc نیست
۰/۰۰۱	۳/۴۹۷	۹/۴۲***	lnTRA به‌طور همگن علت lnLCF نیست
۰/۰۰۹	۲/۶۲۹	۷/۸۳***	lnLCF به‌طور همگن علت lnTRA نیست

* علامت‌های *، ** و *** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد است.

منبع: یافته‌های پژوهش

بر این اساس رابطه علیت یک‌سویه از مخارج نظامی و تروریسم به ضریب ظرفیت بار به‌ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱۰ درصد و وجود رابطه علیت دوسویه بین رشد اقتصادی و ضریب ظرفیت بار و همچنین تجارت و ضریب ظرفیت بار در سطح احتمال ۱ درصد تأیید می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که مخارج نظامی، تروریسم، رشد اقتصادی و تجارت از پیش‌بینی‌کنندگان پایداری زیست‌محیطی در کشورهای مورد مطالعه‌اند. نتایج مطالعات تجربی بیلدیریچی (۲۰۱۷)، قیوم و همکاران (۲۰۲۱)، خان و همکاران (۲۰۲۳) نیز منطبق بر نتایج این پژوهش و نشان‌گر وجود رابطه علیت یک‌سویه از مخارج نظامی (نظامی‌سازی) به شاخص کیفیت محیط‌زیست است. در مقابل نتایج مطالعات بیلدیریچی و گوکمن‌اوغلو (۲۰۲۰) و افاینا و اولال (۲۰۲۴) حاکی از رابطه علیت دوسویه بین تروریسم و انتشار CO₂، نتایج مطالعه طاهر و همکاران (۲۰۲۲) حاکی از رابطه علیت یک‌سویه از انتشار CO₂ به تروریسم و نتایج مطالعه افاینا و اولال (۲۰۲۴) حاکی از رابطه علیت دوسویه بین مخارج نظامی و انتشار CO₂ می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پیرامون سطح بالای حوادث تروریستی و مخارج نظامی و همچنین، پایداری زیست‌محیطی رو به زوال در کشورهای منطقه خاورمیانه، هدف اصلی این مطالعه پیوند دادن تغییرات اقلیمی با تروریسم و مخارج نظامی در کشورهای منتخب این منطقه است. به این منظور در این پژوهش با تکیه بر نظریه «تردمیل تخریب» و مطالعه تجربی افاینا و اولال (۲۰۲۴) و آزمون تجربی آن از طریق روش P-QARDL با استفاده از داده‌های ۸ کشور منطقه خاورمیانه (شامل ایران)، رابطه بین شاخص جهانی تروریسم، بار نظامی (سهم مخارج نظامی از GDP)، رشد اقتصادی و تجارت با ضریب ظرفیت بار (LCF) زیست‌محیطی به‌عنوان شاخص پایداری محیط‌زیست، بررسی و آزمون شده است. نتایج نشان می‌دهد

تأثیر کوتاه مدت و بلندمدت تروریسم بر LCF، در تمام کوانتایل ها (به جز کوانتایل پایانی)، منفی و معنی دار و از لحاظ مقداری اندک است (۷۵th-۱۰th). همچنین، به مقدار شدت این اثرگذاری منفی در کوانتایل های بالایی افزوده می شود. این نتیجه به آن معناست که اثر منفی تروریسم بر LCF در کشورهای منطقه خاورمیانه که از پایداری زیست محیطی بالایی برخوردارند، (کوانتایل آخر)، نمود پیدا نمی کند. تأثیر کوتاه مدت و بلندمدت بار نظامی بر LCF، نشان می دهد که مخارج نظامی در کوانتایل های پایین، متوسط و بالا، به کاهش پایداری زیست محیطی در کشورهای مورد مطالعه منجر شده است. اثر کوتاه مدت و بلندمدت رشد اقتصادی بر LCF، در کوانتایل های پایین تر از میانه، منفی و معنی دار است؛ اما در سایر کوانتایل ها این متغیر اثر معنی داری نداشته است. این نتیجه نشان می دهد که رشد اقتصادی در کوانتایل های پایین که در آن پایداری زیست محیطی در سطح پایین تری قرار دارد، منجر به تخریب محیط زیست می شود؛ اما در بلندمدت میزان این اثرگذاری منفی کاهش می باید که به نوعی تأییدکننده فرضیه EKC می باشد. تأثیر کوتاه مدت و بلندمدت تجارت بر LCF، در کوانتایل های پایین، متوسط و بالا، به کاهش پایداری زیست محیطی در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه منجر شده و شدت این اثرگذاری منفی در چندک های بالایی بزرگ تر است. در واقع فرضیه «پناهگاه (لنگرگاه) آلودگی» در چندک های ذکر شده رد نمی شود.

نتایج به دست آمده نشان می دهد که تروریسم و فعالیت های نظامی منجر به تخریب و فشار بر محیط زیست در بیشتر کشورهای مورد مطالعه شده و تهدیدی برای آن محسوب می شود. از آن چه که امکان کاهش هزینه های نظامی در بیشتر کشورهای منطقه خاورمیانه به دلایل امنیتی امکان پذیر نیست، این کشورها باید ملاحظات زیست محیطی را در برنامه ریزی و عملیات نظامی بگنجانند و از منابع انرژی پاک تر و فناوری های نوین در فعالیت های نظامی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی استفاده کنند. بر این اساس بایستی تغییراتی در ترکیب انرژی بخش نظامی که مصرف سوخت های فسیلی به ویژه نفت بر آن حاکم است، ایجاد شود. همچنین، از آنجایی که مخارج سرمایه ای نظامی معمولاً با معرفی فناوری جدید توسط بخش نظامی همراه است، توصیه می شود که این جنبه از هزینه های نظامی افزایش یابد. همچنین، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر جایگزین برای حمل و نقل نظامی و تمرینات نظامی باید مورد توجه قرار گیرد و تولید تجهیزات نظامی با انرژی کارآمد، ترویج شود و تحقیق و توسعه در مورد تجهیزات نظامی و حمل و نقل بهبود یابد. علاوه بر این، پذیرش همکاری ها و موافقت نامه های جهانی، مانند معاهدات با محوریت تنظیم تسلیحات و کاهش نیروهای نظامی، می تواند پیامدهای منفی زیست محیطی ناشی از فعالیت های نظامی را کاهش دهد. کشورهای خاورمیانه برای غلبه بر تروریسم در جهت تحقق افزایش پایداری زیست محیطی نیازمند ایجاد سازوکارهایی جهت کاهش این پدیده می باشند. در این راستا پذیرش یک استراتژی جامع که دربرگیرنده جنبه های مختلفی مانند امنیت، حکمرانی خوب، توسعه و فعالیت های کاهنده ایدئولوژی های افراطی است، بسیار مهم می باشد. همچنین،

اتخاذ یک رویکرد دیپلماتیک مناسب و تسهیل طرح‌های همکاری بین دولت‌های منطقه و هم‌تایان جهانی آن‌ها برای مقابله مؤثر با مشکل تروریسم می‌تواند به حرکت به‌سوی آینده‌ای امن‌تر و سازگارتر از نظر زیست‌محیطی کمک شایانی کند.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

- Ahmad, M., Jabeen, G. and Wu, Y. (2021). Heterogeneity of pollution haven/halo hypothesis and environmental Kuznets curve hypothesis across development levels of Chinese provinces. *Journal of Cleaner Production*, 285. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124898/>
- Aladejare, S. A. (2022). Natural resource rents, globalization, and environmental degradation: new insight from 5 richest African economies. *Resources Policy*, 78(C). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102909/>
- Bildirici, M. (2017). CO2 emissions and militarization in G7 countries: panel co-integration and trivariate causality approaches. *Environment and Development Economics*, 22(6), 771-791. Retrieved from <https://doi.org/10.1017/S1355770X1700016X/>
- Bildirici, M., Genç, S.Y. and Castanho, R.A. (2022). Environmental Pollution, Terrorism, and Mortality Rate in China, India, Russia, and Türkiye. *Sustainability*, 14(19), 12649. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su141912649/>
- Bildirici, M. and Gokmenoglu, S.M. (2020). The impact of terrorism and FDI on environmental pollution: Evidence from Afghanistan, Iraq, Nigeria, Pakistan, Philippines, Syria, Somalia, Thailand and Yemen. *Environmental Impact Assessment Review*, 81. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106340/>
- Birdsall, N. and Wheeler, D. (1993). Trade policy and industrial pollution in Latin America: where are the pollution havens? *The Journal of Environment and Development*, 2(1), 137-149. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/107049659300200107/>
- Cho, J.S., Kim, T.H. & Shin, Y. (2015). Quantile cointegration in the autoregressive distributed-lag modeling framework. *Journal of Econometrics*, 188(1), 281-300. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.05.003/>
- Clark, B. and Jorgenson, A.K. (2012). The treadmill of destruction and the environmental impacts of militaries. *Sociology Compass*, 6, 557-569. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/J.1751-9020.2012.00474X/>
- Dogan, A. and Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: testing the LCC

- hypothesis for G7 countries. *Journal of Cleaner Production*. 380(1), Article 135038. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135038/>
- Dumitrescu, E-I. and Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014/>
 - Efayena, O.O. and Olele, E.H. (2024). Environmental sustainability, terrorism, and military expenditure in Sub-Saharan Africa: Evidence from panel quantile ARDL regression and panel causality. *Sustainable Futures*, 7(5), 100214. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100214/>
 - Farhani, R. (2022). The Dynamic Links between Renewable Energy and Environmental Quality in an Insecure Situation: Evidence from African Economies. *Africa Review* 15(1), 1-19. Retrieved from <https://doi.org/10.1163/09744061-bja10059/>
 - Gleick, P.H. (1991). Environment and security: the clear connections. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 47(3), 16-21. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/00963402.1991.11459956/>
 - Golkhandan, A. (2019). Militarization and Air Pollution: Study of Powerful Countries of the World using a Panel Co-Integration Analysis. *Journal of Environmental Science Studies*, 3(4), 823-830. (In Persian)
 - Golkhandan, A. (2023). Impact of Political Risk on Ecological Footprint in Iran: Multiple Asymmetric Thresholds NARDL (MATNARDL) Approach. *Economic Policies and Research*, 2(3), 114-148. Retrieved from <https://doi.org/10.22034/jep.2024.140960.1104/> (In Persian)
 - Golkhandan, A. (2024). Asymmetric Effect of Unemployment on Load Capacity Factor (LCF) in Selected MENA Countries: Analysis of the Environmental Phillips Curve (EPC) Hypothesis. *New Economy and Trad*, 19(64), 133-173. Retrieved from <https://doi.org/10.30465/jnet.2025.49103.2145/> (In Persian)
 - Golkhandan, A. and Mohammadian Mansour, S. (2023). The Role of Institutions and the Abundance of Natural Resources on the Relationship between Militarization and Economic Growth: A Study of Developing Countries with the Introduction of the Global Militarization Index (GMI). *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*, 11(42), 173-221. Retrieved from <https://doi.org/10.61186/qjfp.11.42.173/> (In Persian)
 - Hashmi, S.M., Chang, B.H., Huang, L. and Uche, E. (2022). Revisiting the relationship between oil prices, exchange rate, and stock prices: an application of quantile ARDL model. *Resource Policy*, 75. 102-113. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102543/>
 - Hooks, G. and Smith, C.L (2004). The treadmill of destruction: national sacrifice areas and Native Americans. *American Sociological Review*, 69(4), 558-575. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/000312240406900405/>
 - Hooks, G. and Smith, C. L. (2005). Treadmills of production and destruction: threats to the environment posed by militarism. *Organization & Environment*, 18(1), 19-37. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/1086026604270453/>

- Husnain, M. and Ali, W. (2023). Nexus among militarization, economic development, FDI, stock market development and renewable energy usage, and CO₂ emissions. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 17(3), 646-676.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for co-integration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1-44. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S03044076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S03044076(98)00023-2)
- Khan, A., Sun, C., Xu, Z. and Liu, Y. (2023). Geopolitical risk, economic uncertainty, and militarization: Significant agents of energy consumption and environmental quality. *Environmental Impact Assessment Review*, 102(35), 107166. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107166/>
- Kılıç, C., Soyyiğit, S., Bayar, Y. and Bekun, F.V. (2024). Exploration on terrorism, ecological footprint and environmental sustainability in countries with the most terrorism antecedent: Accessing evidence from panel Fourier analysis. *Heliyon*, 10(29), e22849. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22849>
- Narayan, P.K. and Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*, 38(1), 661-666. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.005/>
- Pata, U. K. and 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*, 81(26), id 103352. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103352/>
- Pata, U.K. and Samour, A. (2022). Do renewable and nuclear energy enhance environmental quality in France? A new EKC approach with the load capacity factor. *Progress in Nuclear Energy*, 149(21), 104249. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2022.104249/>
- Pedroni, P. (2004). Panel co-integration, asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20(03), 597-625. Retrieved from <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073/>
- Peng, B., Chang, B.H., Yang, L. and Zhu, C. (2022). Exchange rate and energy demand in G7 countries: fresh insights from Quantile ARDL model. *Energy Strategy Reviews*, 44, 100-116. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100986/>
- Qayyum, U., Anjum, S. and Sabir, S. (2021). Armed conflicts, militarisation and ecological footprints: Empirical evidence from South Asia, *Journal of Cleaner Production*, 28, id 125299. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125299/>
- Sharif, A., Godil, D.I, Xu, B., Sinha, A., Rehman Khan S.A. and Jermisittiparsert, K. (2020). Revisiting the Role of Tourism and Globalization in Environmental Degradation in China: Fresh Insights from the Quantile ARDL Approach, *Journal of Cleaner Production*, 272. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122906/>

- Solarin, S.A., Al-Mulali, U. and Ozturk, I. (2018). Determinants of pollution and the role of the military sector: evidence from a maximum likelihood approach with two structural breaks in the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(31), 30949-30961. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3060-5/>
- Sun, Z., Sun, X., Wang, W. and Wang, W. (2023). Source reduction strategy or end-of-pipe solution? The impact of green merger and acquisition on environmental investment strategy of Chinese heavily polluting enterprises. *Journal of Cleaner Production*. 413, id 137530 Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137530/>
- Tahir, M., Burki, U. and Azid, T. (2022). Terrorism and environmental sustainability: Empirical evidence from the MENA region. *Resources, Environment and Sustainability*, 8(3), id 100056. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2022.100056/>
- Tarczyński, W., Roman, L., Rejman, K., Salahodjaev, R. and Azam, S. (2023). Military spending and CO2 emissions: Empirical findings from countries with highest per capita military spending. *Journal of International Studies*, 16(2), 211-221. Retrieved from <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2023/16-2/14/>
- Zhu, H., Chang, S. and Chen, B. (2024). Technological innovation, militarization, and environmental change: evidence from BRICS economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(14), 1-15. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32718-y/>