

Research Paper

Analyzing Economic and Environmental Factors Affecting Carbon Dioxide Emissions in Iran: The Role of Tourism, Renewable Energy, and Economic Growth

Seyed Kamal Sadeghi^{*1} , Sajjad Hadi Hlail² 

¹ Professor, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² Master's Student, Department of Economics, Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran



© The Author(s)

publisher: University of Mazandaran



[10.22080/jtpd.2025.29335.4002](https://doi.org/10.22080/jtpd.2025.29335.4002)

Received:

June 28, 2025

Accepted:

August 31, 2025

Available online:

November 11, 2025

Keywords:

Tourism, decarbonization, environmental sustainability, renewable energy, carbon dioxide

Abstract

Background and Objective: This study examines the impact of tourism on decarbonization and environmental sustainability in Iran and analyzes the role of renewable energies in this process. Given the growing challenges posed by climate change and increasing greenhouse gas emissions, especially carbon dioxide (CO₂), the main objective of the study is to analyze the relationship between tourist arrivals, fossil and renewable energy consumption, economic growth, financial development, gross fixed capital formation, and population on CO₂ emissions in Iran. **Methodology:** Annual data from 1990 to 2023 were collected and analyzed using unit root tests and autoregressive distributed lag (ARDL) models. This method allows for the examination of both the short-term and long-term effects of the variables on carbon emissions. **Findings:** The results indicate that tourist arrivals and fossil energy consumption have a positive and significant impact on CO₂ emissions, while the use of renewable energy can help reduce these emissions. These findings indicate that tourism development, regardless of the type of energy consumption, can lead to increased environmental pollution. **Conclusion:** The results of the study underscore the importance of developing renewable energy infrastructure in the tourism industry. They can also help policymakers in designing effective strategies to reduce carbon emissions and promote sustainable development. **Innovation and Originality:** The main innovation of the study is the use of the ARDL model to analyze the dynamic relationships between variables and simultaneously examine short-term and long-term effects.

***Corresponding Author:** Seyed Kamal Sadeghi

Address: Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Email: sadeghiseyedkamal@gmail.com

Tel: 09144170963



Extended Abstract

This study investigates the impact of tourism on achieving decarbonization and environmental sustainability in Iran, emphasizing the role of renewable energy. As climate change presents formidable challenges globally, the rising levels of greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide (CO₂), have emerged as a major concern. The research aims to analyze the relationships between tourist arrivals, fossil fuel and renewable energy consumption, economic growth, financial development, gross fixed capital formation, and population dynamics on CO₂ emissions within the Iranian context. Utilizing annual data from 1990 to 2023, the study employs various econometric methods, including unit root tests and the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model, to derive insights into these relationships.

1. Introduction

The increasing concentration of greenhouse gases in the atmosphere, particularly CO₂, has been identified as a primary driver of climate change, leading to severe environmental repercussions. The commitment of countries worldwide to reduce carbon emissions is crucial in mitigating climate-related damage. While considerable progress has been made in the short term to reduce greenhouse gas emissions, long-term trends remain concerning. In response to the challenges posed by climate change, the Iranian government is striving to transition toward decarbonization. The tourism industry, as one of the largest service sectors in Iran, holds potential as a catalyst for economic growth and environmental sustainability. Tourism not only stimulates economic activities but also serves as a source of foreign income through the

attraction of international visitors. Despite the economic benefits, an increase in tourism can lead to unintended environmental consequences, including higher CO₂ emissions due to the energy demands of travel, accommodation, and recreational activities. Given the significant role of tourism in Iran's economy, there is a pressing need to examine its impact on carbon emissions and explore the potential of renewable energy sources in mitigating these effects.

2. Methods

The primary independent variable in this study is the number of tourists visiting Iran, which serves as a proxy for CO₂ emissions per capita. Additional independent variables include fossil fuel consumption, renewable energy usage, economic growth as measured by GDP per capita, financial development, gross fixed capital formation, and population size. The analysis utilizes annual time-series data collected from 1990 to 2019, obtained from the World Development Indicators database. Logarithmic transformations of the variables were employed to facilitate the selection of appropriate time-series models and to estimate the elasticities of the coefficients effectively.

The theoretical framework of this research posited that tourism was a significant contributor to carbon emissions. A review of the literature highlighted the importance of economic growth and energy consumption in shaping environmental outcomes. The study employed the Cobb-Douglas production function to analyze the dynamic relationships among the selected variables. To investigate long-term relationships, the ARDL model was applied, which allowed for the examination of both long-term and short-

term dynamics without the necessity of pre-testing for unit roots. The model examined the effects of the independent variables on CO₂ emissions, providing insights into the pathways through which tourism and energy consumption contributed to environmental sustainability.

3. Results

The analysis of the data revealed several key findings regarding the relationships among the variables. The descriptive statistics indicated a moderate level of CO₂ emissions in the sample. The average value of fossil fuel consumption suggests variability across different regions, while the use of renewable energy sources presents a potentially positive influence on emissions reduction. The econometric analysis showed that tourist arrivals and fossil fuel consumption had a significant positive effect on CO₂ emissions, indicating that increased tourism activities correlate with higher levels of emissions due to energy-intensive practices. Conversely, the findings highlighted that the adoption of renewable energy could contribute to mitigating CO₂ emissions, emphasizing the importance of transitioning toward cleaner energy sources within the tourism sector.

Both the long-term and short-term results obtained from the ARDL model demonstrated significant relationships between the independent variables and CO₂ emissions. Specifically, fossil fuel consumption was positively correlated with emissions, while renewable energy usage showed a negative association, suggesting that increased reliance on renewables could effectively reduce carbon outputs. Additionally, economic growth and financial development were found to positively impact CO₂ emissions,

underscoring the need for sustainable practices as the economy expands. The error correction model indicated a significant adjustment mechanism, reflecting the long-term equilibrium relationship among the variables.

4. Conclusion

In conclusion, this research highlights the critical role of tourism in influencing CO₂ emissions in Iran and the potential of renewable energy as a key strategy for achieving decarbonization and environmental sustainability. The findings emphasize the necessity for policymakers to invest in renewable energy infrastructure within the tourism sector to mitigate its adverse environmental impacts. By promoting a shift toward renewable energy sources, Iran can not only address the challenges posed by climate change but also promote sustainable development within its tourism industry. This study serves as a foundation for future research and policy initiatives aimed at integrating environmental considerations into tourism planning and development.

Funding

The authors declare that no specific funding was received for this research.

Authors' Contribution

The research was conducted collaboratively, with each author contributing to different aspects of the study. One author was responsible for the conceptual framework and literature review, and another one conducted the data analysis and interpretation of results and contributed to the writing and revision of the manuscript. Both authors have reviewed and approved the final version of the manuscript.

**Conflict of Interest**

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this research.

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to the reviewers for their

valuable feedback and suggestions that significantly improved the quality of this manuscript. They also appreciate the support of their respective institutions in facilitating this research.

علمی پژوهشی

بررسی عوامل اقتصادی و محیط‌زیستی مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران: نقش گردشگری، انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی

سید کمال صادقی^{*۱} ID، سجاد هادی هلیل^۲ ID

^۱ استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. (sadeghiseyedkamal@gmail.com)
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، توسعه و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. (sajadhady82@gmail.com)



نویسندگان ©

ناشر: دانشگاه مازندران



[10.22080/jtpd.2025.29335.4002](https://doi.org/10.22080/jtpd.2025.29335.4002)

چکیده

زمینه و هدف: این پژوهش به بررسی عوامل اقتصادی و محیط زیستی مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران با در نظر گرفتن نقش گردشگری، انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی پرداخته است با توجه به چالش‌های فزاینده ناشی از تغییرات اقلیمی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌ویژه دی‌اکسیدکربن (CO₂)، هدف اصلی مطالعه، تحلیل رابطه بین ورود گردشگران، مصرف انرژی‌های فسیلی و تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، توسعه مالی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و جمعیت با میزان انتشار CO₂ در ایران است. **روش‌شناسی:** داده‌های سالانه مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳ گردآوری شده و با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد و مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. این روش امکان بررسی تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت متغیرها را بر انتشار کربن فراهم می‌آورد. **یافته‌ها:** نتایج حاکی از آن است که ورود گردشگران و مصرف انرژی‌های فسیلی تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO₂ دارند؛ درحالی‌که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش این انتشار کمک کند. این یافته‌ها بیان‌گر آن است که توسعه گردشگری بدون توجه به نوع مصرف انرژی، می‌تواند به افزایش آلودگی محیط زیستی منجر شود. **نتیجه‌گیری:** نتایج تحقیق بر اهمیت توسعه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر در صنعت گردشگری تأکید دارد. همچنین می‌تواند به سیاست‌گذاران در طراحی راهبردهای مؤثر برای کاهش انتشار کربن و ترویج توسعه پایدار کمک کند. **نوآوری و اصالت:** نوآوری اصلی پژوهش، استفاده از مدل ARDL برای تحلیل روابط دینامیک میان متغیرها و بررسی هم‌زمان تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت است.

تاریخ دریافت:

۰۷ تیر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش:

۰۹ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ انتشار:

۲۰ آبان ۱۴۰۴

کلیدواژه‌ها:

گردشگری؛ کربن‌زدایی؛ پایداری محیط‌زیستی؛ انرژی‌های تجدیدپذیر؛ دی‌اکسیدکربن

* نویسنده مسئول: سید کمال صادقی

آدرس: دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ایمیل: sadeghiseyedkamal@gmail.com

تلفن: ۰۹۱۴۴۱۷۰۹۶



۱ مقدمه

انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) از جمله دی‌اکسیدکربن (CO₂) یکی از عوامل اصلی تغییرات اقلیمی به‌شمار می‌رود که به یکی از چالش‌های جدی جهانی تبدیل شده است (Begum et al., 2023; Chataut et al., 2015). به‌طور خاص، CO₂ به‌تنهایی ۷۴٫۴ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد و به‌عنوان مهم‌ترین عامل گرمایش جهانی و آسیب‌های محیط زیستی شناخته می‌شود (Islam et al., 2022). تمامی کشورها متعهد به کاهش انتشار کربن به منظور جلوگیری از این نوع تخریب هستند (Erdogan et al., 2023). اگرچه پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کوتاه‌مدت حاصل شده است، اما مسیر بلندمدت همچنان نگران‌کننده است (Raihan & Tuspekova, 2022; Fan et al., 2022). دولت ایران نیز در تلاش است تا با توجه به چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی، به سمت کربن‌زدایی حرکت کند. در این راستا، صنعت گردشگری به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های خدماتی و اشتغال‌زای کشور، می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به اهداف کربن‌زدایی ایفا کند. گردشگری نه‌تنها به رشد اقتصادی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به‌عنوان یک منبع درآمد از طریق جذب گردشگران بین‌المللی، به بهبود شرایط اقتصادی کشور کمک کند (Eghbali et al., 2024). در سال ۲۰۱۹، ایران به‌عنوان یکی از مقاصد گردشگری، پذیرای ۸ میلیون گردشگر بین‌المللی بود و این صنعت حدود ۶ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور را تشکیل می‌دهد (Riahi, 2016). با این حال، افزایش گردشگری می‌تواند عواقب ناخواسته‌ای برای محیط‌زیست به همراه داشته باشد؛ از جمله افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از استفاده از انرژی برای سفر، اقامت و تفریح (Kumail et al., 2023). براساس گزارش سازمان جهانی گردشگری (UNWTO)، گردشگری مسؤول تقریباً ۵ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان است که ۷۵

درصد از آن مربوط به بخش حمل‌ونقل و ۲۰ درصد به تأسیسات اقامتی مربوط می‌شود (Abolghasemi et al., 2019). در ایران، تقاضای فزاینده انرژی و رشد اقتصادی به‌ویژه در بخش گردشگری، نیاز به بررسی دقیق‌تر تأثیرات این صنعت را بر انتشار کربن ضروری می‌سازد. در سه دهه گذشته، تعداد گردشگران ورودی به ایران و مصرف انرژی کل کشور به‌طور چشمگیری افزایش یافته است (Arefian et al., 2020). به‌طور خاص، بخش حمل‌ونقل در سال ۲۰۱۸، ۳۶٫۴ درصد از کل تقاضای نهایی انرژی را به خود اختصاص داد و دی‌اکسیدکربن ۹۶ درصد از گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در این بخش را تشکیل می‌دهد (Abolghasemi et al., 2019). به‌منظور کاهش انتشار کربن و دستیابی به اهداف کربن‌زدایی، نیاز به توسعه و ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر در صنعت گردشگری وجود دارد (Uzair Ali et al., 2022). با توجه به اینکه گردشگری می‌تواند به‌عنوان یک موتور محرک برای استفاده از انرژی‌های پاک عمل کند، لازم است سیاست‌گذاران ایران به این موضوع توجه ویژه‌ای داشته باشند (Chachuli et al., 2021). یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط زیستی و اقتصادی که در دهه‌های اخیر توجه جهانی را به خود جلب کرده است، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌ویژه دی‌اکسیدکربن (CO₂) و اثرات آن بر تغییرات اقلیمی است. ایران به‌عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه با رشد سریع اقتصادی و افزایش تقاضای انرژی، با چالش‌های جدی در زمینه کاهش انتشار کربن مواجه است. در همین حال، صنعت گردشگری به‌عنوان یکی از بخش‌های کلیدی اقتصاد کشور، از یک سو می‌تواند به افزایش درآمد ملی و ایجاد اشتغال کمک کند و از سوی دیگر، در صورت مدیریت نادرست، ممکن است تأثیرات محیط زیستی منفی، از جمله افزایش انتشار CO₂، به همراه داشته باشد. علاوه‌براین، وابستگی به مصرف انرژی فسیلی در بخش‌های مختلف اقتصادی، به‌ویژه در صنعت گردشگری و حمل‌ونقل، به این بحران محیط زیستی دامن زده است. بنابراین، شناسایی عوامل

۲ ادبیات پژوهش

تخریب محیط زیست ناشی از تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک مشکل عمده در سطح جهانی شناخته می‌شود. مطالعات متعددی به بررسی منابع مختلف انتشار کربن به‌عنوان راهی برای جلوگیری از آسیب‌های بیشتر پرداخته‌اند. ادبیات موجود رابطه بین انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی را بررسی کرده است، اما تأثیر عدم قطعیت‌های سیاست اقتصادی و فعالیت‌های انسانی مانند گردشگری بر عملکرد کربن به‌طور کامل مورد مطالعه قرار نگرفته است، به‌ویژه در زمینه مالزی. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که گردشگری یکی از عوامل اصلی تخریب محیط زیست است. به همین دلیل، اخیراً فعالیت‌های زیادی از سوی سیاست‌گذاران و پژوهشگران برای بررسی تأثیر گردشگری بر محیط زیست طبیعی انجام شده است. به‌عنوان مثال، پیگرام (Pigram, 1980) ارتباط بین گردشگری و محیط زیست را بررسی کرد و دریافت که این ارتباط می‌تواند تأثیر مثبت، خنثی یا منفی بر کیفیت محیط زیست داشته باشد. چندین مطالعه نشان داده‌اند که گردشگری تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO_2 دارد (به‌عبارت دیگر، گردشگری باعث افزایش CO_2 می‌شود). با این حال، برخی دیگر استدلال کرده‌اند که گردشگری به محیط زیست آسیب نمی‌زند. به‌طور خاص، افزایش مصرف انرژی ناشی از گردشگری تأثیر مستقیمی بر انتشار CO_2 دارد. کتیرچی‌اوغلو (Katircioglu, 2014) با استفاده از روش‌های ARDL، تجزیه و تحلیل و پاسخ‌های ضربه‌ای، ارتباط تعادل بلندمدت بین گردشگری، مصرف انرژی و CO_2 را مطالعه کرد. نتایج تجزیه و تحلیل و پاسخ‌های ضربه‌ای نشان داد که گسترش گردشگری باعث نوسانات بزرگ در انتشار CO_2 می‌شود. همچنین، کتیرچی‌اوغلو و همکاران (Katircioglu et al., 2014) به بررسی ارتباط بین گردشگری و انتشار کربن در قبرس از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۹ با استفاده از آزمون‌های مرزی، مدل‌های اصلاح خطای شرطی و آزمون‌های علیت

مؤثر بر انتشار CO_2 و بررسی نقش انرژی‌های تجدیدپذیر، رشد اقتصادی و توسعه پایدار در کاهش این انتشار، ضرورتی انکارناپذیر است.

هدف این مطالعه بررسی تأثیر ورود گردشگران، استفاده از انرژی‌های فسیلی و تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، توسعه مالی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و جمعیت بر انتشار کربن در ایران است. این مطالعه با استفاده از داده‌های سالانه به تحلیل این روابط می‌پردازد و به دنبال شناسایی نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در دستیابی به کربن‌زدایی و توسعه پایدار است. درنهایت، نتایج این مطالعه می‌تواند به سیاست‌گذاران در ایران و سایر کشورهای در حال توسعه که به دنبال بهره‌برداری از صنعت گردشگری هستند، کمک کند و نشان دهد که چگونه می‌توان با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و فناوری‌های کارآمد انرژی، انتشار کربن را کاهش داد و به اهداف توسعه پایدار دست. این پژوهش در مقایسه با مطالعات پیشین، نوآوری‌های متعددی دارد. نخست، این مطالعه به‌طور همزمان تأثیر عوامل اقتصادی (مانند رشد اقتصادی و توسعه مالی) و محیط زیستی (مانند انرژی‌های تجدیدپذیر و مصرف انرژی فسیلی) را بر انتشار CO_2 در ایران بررسی می‌کند و به تحلیل نقش صنعت گردشگری در این فرآیند می‌پردازد. دوم، استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها را به‌صورت دقیق ارزیابی کنند. سوم، این پژوهش به تحلیل پایداری نتایج با استفاده از روش‌های پیشرفته اقتصادسنجی مانند FMOLS، DOLS و CCR می‌پردازد و از این طریق، دقت و اعتبار یافته‌ها را افزایش می‌دهد. درنهایت، این تحقیق با ارائه راهکارهای سیاستی مبتنی بر نتایج، می‌تواند نقشی مؤثر در طراحی استراتژی‌های کاهش انتشار کربن و ترویج توسعه پایدار در ایران ایفا کند.



Ahmad, 2019) رابطه بین تشکیل سرمایه ناخالص و CO₂ را در مورد پاکستان برای دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۶ با استفاده از مدل NARDL بررسی کردند. نتایج نشان داد که تشکیل سرمایه ناخالص و مصرف انرژی فسیلی تأثیر معناداری بر CO₂ دارند. زمان و همکاران (Zaman et al., 2016) رابطه بین رشد اقتصادی، انتشار دی‌اکسیدکربن، توسعه گردشگری، تقاضای انرژی و سرمایه‌گذاری داخلی را در پانل سه منطقه مختلف جهان شامل شرق آسیا و اقیانوسیه، اتحادیه اروپا و کشورهای با درآمد بالا OECD و غیر OECD بررسی کردند و گزارش دادند که CO₂ به‌طور یکسان ناشی از گردشگری، مصرف انرژی و GFCF است. افزایش طولانی‌مدت CO₂ ممکن است نتیجه گردشگری باشد، طبق یافته‌های مطالعه‌ای که در آسیای جنوب شرقی توسط شرافاتیان-جاهرومی و همکاران (Sherafatian-Jahromi et al., 2016) انجام شد و به بررسی رابطه خطی و غیرخطی بین گردشگری و CO₂ با استفاده از تکنیک‌های هم‌ادغام پانل و گروه میانگین تجمعی پرداخت. همچنین، شریف و همکاران (Sharif et al., 2017) گزارش دادند که تعداد گردشگران بازدیدکننده از پاکستان تأثیر عمده‌ای بر انتشار کربن این کشور دارد. وانگ و وانگ (Wang & Wang, 2018) تأثیر توسعه گردشگری بر CO₂ را برای کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) بررسی کردند و به‌ویژه نقش بازارهای انرژی را در روابط محیط زیست و گردشگری مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه نشان داد که رشد گردشگری در آینده CO₂ بیشتری را افزایش می‌دهد و CO₂ بیشتر تأثیر منفی و تأخیری بر توسعه گردشگری دارد. رشد جهانی انتشار گازها به‌طور جزئی به دلیل استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر کند شده است. مطالعه تجربی نشان می‌دهد که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک ابزار سیاستی برای کاهش CO₂ تأثیر منفی بر رشد GDP ندارد، همان‌طور که در مطالعه‌ای توسط ماگازینو و همکاران (Magazzino et al., 2022) نشان داده شده است. با استفاده از

گرنجر شرطی پرداختند. این مطالعه نشان داد که تعداد گردشگران بازدیدکننده از یک منطقه تأثیر مثبت و معناداری بر میزان دی‌اکسیدکربن منتشر شده در جو دارد. لئون و همکاران (León et al., 2014) ارتباط بین گردشگری و انتشار کربن را در ۱۴ کشور ثروتمند و ۳۱ کشور در حال توسعه با استفاده از داده‌های مربوط به سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۶ بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش ورود گردشگران منجر به افزایش ۰٫۱۳ درصدی CO₂ در کشورهای ثروتمند و ۰٫۰۴ درصدی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته می‌شود. دورباری و سیتانا (Durbarray & Seetanah, 2014) تأثیر گردشگری و سفر بر تغییرات اقلیمی را در موریس بررسی کردند و دریافتند که افزایش ورود گردشگران با افزایش CO₂ همراه است. رشد اقتصادی ممکن است عواقب دوربردی برای محیط زیست داشته باشد. رجب و همکاران (Rjoub et al., 2021) به بررسی تأثیر توسعه مالی، نهادهای سیاسی، شهرنشینی و بازبودن تجارت بر انتشار CO₂ پرداختند. این مطالعه نشان داد که با توسعه اقتصادی، سطح CO₂ به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد و از روش‌های FMOLS، DOLS و رگرسیون کاننیکال هم‌ادغام استفاده کرد. فاروق و همکاران (Farooq et al., 2024) با استفاده از داده‌های کشورهای شورای همکاری خلیج فارس (GCC) برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ و به‌کارگیری روش‌های FMOLS و حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS)، به بررسی ارتباط بین گردشگری، انرژی و تخریب محیط زیست پرداختند. این مطالعه نشان داد که تعداد ورود گردشگران، مصرف انرژی فسیلی و توسعه مالی رابطه مثبت با CO₂ دارند، درحالی‌که انرژی‌های تجدیدپذیر رابطه منفی را نشان می‌دهند. یاسین و همکاران (Yasin et al., 2021) از روش تخمین GLS وزنی مقطعی برای گروهی از ۵۹ کشور کمتر توسعه‌یافته در سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ استفاده کردند. نتایج نشان داد که افزایش توسعه مالی و مصرف انرژی کیفیت محیط زیست را با افزایش CO₂ کاهش می‌دهد. رحمان و احمد (Rahman & Ahmad, 2022)

تمامی روش‌های OLS-اثر ثابت، FMOLS، DOLS و تخمین‌گر میانگین گروه نشان دادند که گردشگری انتشار کربن را کاهش می‌دهد. گردشگری بین‌المللی به بهبود محیط‌زیست کمک می‌کند، زمانی که اقتصادها به یک مرحله خاص از پیشرفت در صنعت گردشگری خود برسند، همان‌طور که توسط تحلیل بلندمدت رابطه بین رشد اقتصادی، گردشگری بین‌المللی، جهانی‌سازی، مصرف انرژی و CO₂ در کشورهای توسعه‌یافته توسط بالسابور-لورنته و همکاران (Balsalobre-Lorente et al., 2020) تعیین شده است. علاوه‌براین، اوهجیون و همکاران (Ohajionu et al., 2022) از روش‌های گروه میانگین افزوده (AMG) و رگرسیون کمیت لحظه‌ای (MM-QR) برای بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی، گردشگری، توسعه مالی و CO₂ استفاده کردند. نتایج تجربی نشان داد که گردشگری رابطه منفی معناداری با CO₂ دارد. از سوی دیگر، رشد اقتصادی و توسعه مالی رابطه مثبتی با CO₂ دارند. با استفاده از روش AMG و داده‌های پوشش‌دهنده دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۷، عثمان و همکاران (Usman et al., 2020) دریافتند که توسعه مالی و استفاده از انرژی به‌طور معناداری سطح آلودگی را افزایش می‌دهد؛ درحالی‌که بخش گردشگری باعث کاهش کسری محیط زیست می‌شود. رج و همکاران (Rej et al., 2022) دریافتند که ورود بیشتر گردشگران بین‌المللی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و تشکیل سرمایه ناخالص انتشار گازها را در هند کاهش می‌دهد. لیتائو و لورنته (Leitão & Lorente, 2020) ارتباط بین رشد اقتصادی، انرژی تجدیدپذیر، ورود گردشگران و انتشار دی‌اکسیدکربن را در اتحادیه اروپا (EU-28) ارزیابی کردند. این تحقیق از تخمین‌گرهای پانل FMOLS، DOLS و تحقیق از تخمین‌گرهای پانل GMM-System استفاده کرد. نتایج نشان داد که ورود گردشگران و انرژی تجدیدپذیر CO₂ را کاهش و رشد اقتصادی CO₂ را افزایش می‌دهد. با استفاده از داده‌های سالانه سری زمانی از ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۶ و به‌کارگیری روش‌های ARDL، FMOLS و DOLS، لیتائو (Leitão, 2021) دریافت که مصرف انرژی

روش‌های ARDL، DOLS، FMOLS و CCR، چندین مطالعه گزارش کردند که رشد اقتصادی و گردشگری CO₂ را افزایش می‌دهد؛ درحالی‌که مصرف انرژی تجدیدپذیر به کاهش CO₂ کمک می‌کند در آرژانتین (Eyuboglu & Raihan et al., 2022)، ترکیه (Uzar, 2020)، هند (Jayasinghe & Selvanathan, 2021)، شیلی (Raihan, 2023)، تایلند (Yue et al., 2021) و فیلیپین (Raihan, 2023). علاوه‌براین، با استفاده از روش‌های ARDL، DOLS، FMOLS و CCR و داده‌های سری زمانی از ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹، دو مطالعه جداگانه گزارش کردند که گردشگری، رشد اقتصادی و مصرف انرژی فسیلی CO₂ را افزایش می‌دهد؛ درحالی‌که گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر CO₂ را در برزیل (Fan & Raihan & Tuspekova, 2022) و مکزیک (et al., 2022) کاهش می‌دهد. در حالی که مطالعات قبلی نشان دادند که گردشگری باعث آسیب به محیط‌زیست می‌شود، برخی مطالعات نیز نشان دادند که گردشگری می‌تواند CO₂ را کاهش دهد. با استفاده از داده‌های پانل از کشورهای اتحادیه اروپا (EU) در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۹، لی و برهمسرن (Lee & Brahmasrene, 2013) از آزمون‌های هم‌ادغام برای تحلیل تأثیر گردشگری بر رشد اقتصادی و CO₂ استفاده کردند. این تحقیق نشان داد که برای هر ۱ درصد افزایش در ورود گردشگران، CO₂ به میزان ۰٫۱۱ تن متریک کاهش می‌یابد. این نتیجه همچنین توسط شاگوری و همکاران (Shakouri et al., 2017) برای دوازده کشور آسیا و اقیانوسیه بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۳ تأیید شد. نتایج آزمون علیت گرنجر پانل و تحلیل روش‌های عمومی لحظه‌ای (GMM) نشان داد که تعداد بازدیدکنندگان بین‌المللی به این کشورهای آسیایی و اقیانوسیه باعث کاهش CO₂ می‌شود. به‌طور خاص، دوگان و آسلان (Dogan & Aslan, 2017) از مدل‌های پانلی که به ناپایداری و وابستگی مقطعی مقاوم هستند برای بررسی ارتباط بین GDP، CO₂ واقعی، مصرف انرژی و گردشگری در کشورهای اتحادیه اروپا و کشورهای کانیدیا استفاده کردند.



که افزایش شدت انرژی تجدیدپذیر منجر به کاهش CO₂ می‌شود.

۳ روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر عوامل اقتصادی و محیط زیستی بر انتشار دی‌اکسیدکربن (CO₂) در ایران انجام شده است. مدل اقتصادسنجی مورد استفاده براساس داده‌های سری زمانی سالانه و تحلیل روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها طراحی شده است. متغیرهای اصلی شامل تعداد گردشگران، مصرف انرژی فسیلی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و جمعیت هستند.

۳/۱ متغیرهای مدل

در این مطالعه، متغیر وابسته انتشار دی‌اکسیدکربن (LCO₂) به‌عنوان شاخصی برای تخریب محیط‌زیست در ایران در نظر گرفته شده است. این متغیر نشان‌دهنده کل میزان دی‌اکسیدکربن منتشرشده در کشور بوده و داده‌های مربوط به آن از پایگاه داده شاخص‌های توسعه جهانی (WDI) استخراج شده است. متغیرهای مستقل شامل تعداد گردشگران (LTA)، مصرف انرژی فسیلی (LFFE)، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (LRNE)، تولید ناخالص داخلی (LGDP)، توسعه مالی (LFD)، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (LGFCF) و جمعیت (LP) هستند. تعداد گردشگران (LTA) نشان‌دهنده تعداد گردشگران بازدیدکننده از ایران است و به‌عنوان نماینده‌ای برای فعالیت‌های گردشگری در نظر گرفته شده است. مصرف انرژی فسیلی (LFFE) بیان‌گر میزان استفاده از منابع انرژی‌های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ در کشور است؛ در حالی‌که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (LRNE) میزان استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی، بادی و آبی را نشان می‌دهد. تولید ناخالص داخلی (LGDP)، که به ازای هر نفر محاسبه شده است، نمایان‌گر رشد اقتصادی در ایران است. توسعه مالی (LFD) سطح پیشرفت مالی کشور را

تأثیر مثبت بر CO₂ در پرتغال دارد. با استفاده از داده‌های کشورهای ویسگراد بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸، لیتائو و همکاران (Leitão et al., 2023) گزارش دادند که مصرف انرژی انتشار کربن را افزایش می‌دهد. کاستاکیس و همکاران (Kostakis et al., 2023) از داده‌های کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۴ استفاده کردند. این مطالعه نشان داد که استفاده از انرژی فسیلی CO₂ را افزایش و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر CO₂ را کاهش می‌دهد. علاوه‌براین، با استفاده از روش bootstrap ARDL، جهانگر و همکاران (Jahanger et al., 2022) نشان دادند که انرژی‌های تجدیدپذیر کیفیت محیط زیست را در آفریقای جنوبی بهبود می‌بخشند؛ درحالی‌که رشد اقتصادی و استفاده از انرژی‌های غیرتجدیدپذیر (زغال‌سنگ، نفت و گاز) CO₂ را افزایش می‌دهد.

درحالی‌که درست است با افزایش جمعیت، CO₂ در اکثر کشورها افزایش می‌یابد، شی و همکاران (Shi et al., 2020) نشان دادند که در مناطق با درآمد متوسط و بالا، این موضوع برعکس است. همچنین، افزایش جمعیت به انتشار کربن در کشورهای صنعتی و درحال‌توسعه نیز افزایش می‌یابد (León et al., 2014). علی و همکاران (Uzair Ali et al., 2022) تأثیر توسعه اقتصادی، مصرف سوخت‌های فسیلی و چگالی جمعیت بر CO₂ را در هند، پاکستان و بنگلادش با استفاده از داده‌های سالانه در دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴ بررسی کردند. نتایج حاصل از تخمین ARDL نشان داد که مصرف سوخت‌های فسیلی و چگالی جمعیت تأثیر مثبت بر انتشار CO₂ در بلندمدت دارند. دونگ و همکاران (Dong et al., 2018) به‌طور تجربی ارتباط بین CO₂، رشد اقتصادی و جمعیت و انرژی تجدیدپذیر را با استفاده از یک مجموعه داده پانلی از ۱۲۸ کشور در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که اندازه جمعیت و رشد اقتصادی به‌طور مثبت و معناداری بر انتشار CO₂ تأثیر می‌گذارند؛ درحالی-

تمامی متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی تبدیل شده‌اند تا کشش ضرایب بر نرخ تغییرات متغیر وابسته (CO_2) بررسی شود. معادله نهایی به صورت زیر است:

(۳)

$$LCOT = \tau + \tau_1 LTAt + \tau_2 LFFEt + \tau_3 LRNEt + \tau_4 FLGDpt + \tau_5 LFDt + \tau_6 LGFCFt + \tau_7 VLPt + \varepsilon t$$

۳٫۴ فرضیات

H1: رابطه مثبت و معناداری بین گردشگری و انتشار CO_2 وجود دارد.

H2: رابطه مثبت و معناداری بین مصرف انرژی فسیلی و انتشار CO_2 وجود دارد.

H3: رابطه منفی و معناداری بین استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار CO_2 وجود دارد.

H4: رابطه مثبت و معناداری بین رشد اقتصادی و انتشار CO_2 وجود دارد.

H5: رابطه مثبت و معناداری بین توسعه مالی و انتشار CO_2 وجود دارد.

H6: رابطه مثبت و معناداری بین تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و انتشار CO_2 وجود دارد.

H7: رابطه مثبت و معناداری بین جمعیت و انتشار CO_2 وجود دارد.

۳٫۵ روش تحلیل

برای تحلیل داده‌های این مطالعه، ابتدا ایستایی متغیرها بررسی شده است تا از بروز رگرسیون‌های کاذب جلوگیری شود. به این منظور، از آزمون‌های آگوستد دیکی-فولر (ADF)، دیکی-فولر حداقل مربعات تعمیم‌یافته (DF-GLS) و فیلپس-پرون (P-P) استفاده شده است. این آزمون‌ها ایستایی سری زمانی متغیرها را با دقت بالا و در شرایط مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند. پس از تأیید ایستایی، برای تحلیل روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها، از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) استفاده شده است. این مدل توانایی تحلیل

نشان می‌دهد و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (LGFCF) بیان‌گر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و تجهیزات است. در نهایت، جمعیت (LP) نشان‌دهنده تعداد جمعیت کشور بوده و به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در نظر گرفته شده است.

۳٫۲ داده‌های مدل

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل اطلاعات سالانه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳ است. این داده‌ها از پایگاه داده شاخص‌های توسعه جهانی (WDI) بانک جهانی استخراج شده‌اند و شامل اطلاعات مرتبط با انتشار دی‌اکسیدکربن، تعداد گردشگران، مصرف انرژی فسیلی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و جمعیت هستند. انتخاب این دوره زمانی به دلیل پوشش طولانی مدت و امکان تحلیل دقیق‌تر روابط بین متغیرها در طول زمان انجام شده است. داده‌های این پایگاه معتبر به طور گسترده در مطالعات اقتصادی و محیط زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند و دقت و جامعیت آن‌ها تضمین‌کننده کیفیت تحلیل در این پژوهش است.

۳٫۳ مدل تحقیق

این مطالعه از مدل تولید کلاسی-داگلاس (Cobb-Douglas) برای تحلیل روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده کرده است. معادله اصلی مدل به صورت زیر تعریف شده است:

(۱)

$$CO = \gamma f(TA, FFE, RNE, GDP, FD, GFCF, P)$$

برای بررسی روابط بلندمدت، معادله زیر به کار گرفته شده است:

(۲)

$$COT = \tau + \tau_1 LTAt + \tau_2 LFFEt + \tau_3 LRNEt + \tau_4 GDPt + \tau_5 FFDt + \tau_6 GFCFt + \tau_7 VLPt + \varepsilon t$$



متغیرهای اصلی تحقیق شامل انتشار دی‌اکسیدکربن، تعداد گردشگران، مصرف انرژی فسیلی و تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و جمعیت بررسی شده است. سپس، ایستایی داده‌ها با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد (DF-GLS، ADF) و (P-P) ارزیابی شده و نتایج نشان داده که اکثر متغیرها در تفاضل اول ایستا هستند. در ادامه، روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها با استفاده از مدل ARDL تحلیل شده و تأثیر مثبت و منفی متغیرهای مختلف بر انتشار CO_2 مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، برای ارزیابی پایداری و اعتبار مدل، روش‌های پیشرفته FMOLS، DOLS و CCR به کار گرفته شده‌اند که نتایج به تأیید ارتباطات بین متغیرها و کیفیت مدل منجر شده است. این تحلیل‌ها دیدگاه جامعی در مورد چگونگی تأثیرگذاری عوامل اقتصادی و محیط زیستی بر انتشار دی‌اکسیدکربن ارائه می‌دهد و راهکارهایی برای کاهش این انتشار و دستیابی به توسعه پایدار پیشنهاد می‌کند.

متغیرهای ایستا در سطح I(۰) و مرتبه اول I(۱) را دارد و برآوردهای دقیقی ارائه می‌دهد. همچنین، برای بررسی روابط کوتاه‌مدت، از مدل تصحیح خطا (ECM) استفاده شده است که ارتباطات بلندمدت را با دینامیک‌های کوتاه‌مدت ترکیب می‌کند. به منظور افزایش دقت و اعتبار نتایج، از روش‌های مختلف اقتصادسنجی شامل رگرسیون حداقل مربعات کاملاً اصلاح‌شده (FMOLS)، رگرسیون حداقل مربعات پویا (DOLS) و رگرسیون کانیکال هم‌ادغام (CCR) بهره گرفته شده است. این روش‌ها با تصحیح مشکلاتی نظیر همبستگی و درون‌زایی و کاهش سوگیری‌های سری زمانی، نتایج قابل اعتماد و باکیفیتی را ارائه کرده‌اند.

۴ یافته‌ها و بحث

در این بخش، نتایج حاصل از تحلیل‌های اقتصادسنجی و آماری مرتبط با عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2) در ایران ارائه شده است. ابتدا با استفاده از آمار توصیفی، ویژگی‌های

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها

متغیرها	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	کشیدگی	کورتوز	احتمال جاک-برا
LCO ₂	۱.۷۵۰۱	۱.۸۴۷۹	۲.۰۴۵۴	۱.۱۳۷۲	۰.۲۶۵۴	-۰.۷۴۲۵	۲.۳۹۲۵	۰.۲۰۰۱
LTA	۱۶.۲۹۵	۱۶.۵۹۲	۱۷.۱۲۷	۱۳.۷۸۴	۰.۸۸۱۰	-۰.۷۱۶۲	۲.۵۷۵۸	۰.۳۶۰۷
LFEE	۴.۵۵۴۵	۴.۵۵۷۸	۴.۵۷۴۱	۴.۴۹۸۸	۰.۰۱۹۵	-۰.۶۱۲۶	۲.۵۵۳۴	۰.۲۲۵۸
LRNE	۱.۵۲۸۸	۱.۴۶۸۸	۲.۴۸۳۳	۰.۶۷۲۹	۰.۵۴۳۳	-۰.۲۹۴۶	۱.۸۲۳۷	۰.۳۳۹۰
LGDP	۱۰.۲۴۰	۱۰.۲۳۸	۱۰.۷۰۵	۹.۶۹۰۶	۰.۲۷۶۴	-۰.۱۲۳۵	۲.۲۰۴۸	۰.۶۴۸۴
LFD	۴.۷۴۷۴	۴.۷۷۱۳	۵.۰۶۵۸	۴.۲۴۰۲	۰.۱۷۸۰	-۰.۸۳۰۶	۲.۵۷۹۴	۰.۲۳۶۵
LGFCF	۲۵.۹۱۸	۲۵.۹۲۶	۲۶.۵۳۹	۲۵.۰۸۵	۰.۳۹۶۹	-۰.۰۱۳۲	۲.۱۸۹۳	۰.۶۶۲۹
LP	۱۷.۰۳۴	۱۷.۰۵۹	۱۷.۳۰۶	۱۶.۶۷۹	۰.۱۹۴۴	-۰.۲۹۱۶	۱.۸۲۲۱	۰.۳۳۹۷

سرمایه ثابت ناخالص (LGFCF) و جمعیت (LP) است. میانگین انتشار دی‌اکسیدکربن (LCO_2) برابر با ۱.۷۵۰۱ است که نشان‌دهنده سطح متوسط انتشار کربن در دوره مورد بررسی است. میانه این متغیر (۱.۸۴۷۹) کمی بالاتر از میانگین است که

جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای مختلف شامل انتشار دی‌اکسیدکربن (LCO_2)، تعداد گردشگران (LTA)، مصرف انرژی فسیلی (LFEE)، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (LRNE)، تولید ناخالص داخلی (LGDP)، توسعه مالی (LFD)، تشکیل

ناخالص داخلی (LGDP) با میانگین ۱۰.۲۴۰ و انحراف معیار ۰.۲۷۶۴ نشان‌دهنده ارتباط مثبت احتمالی بین رشد اقتصادی و انتشار کربن است. سایر متغیرها مانند توسعه مالی (LFD) و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (LGFCF) نیز با میانگین‌های ۴.۷۴۷۴ و ۲۵.۹۱۸ و انحراف معیارهای ۰.۱۷۸۰ و ۰.۳۹۶۹ به بررسی نقش سرمایه‌گذاری و توسعه مالی در انتشار دی‌اکسیدکربن پرداخته‌اند. درنهایت، جمعیت (LP) با میانگین ۱۷۰.۳۴ و انحراف معیار ۰.۱۹۴۴ نشان‌دهنده سهم جمعیت در افزایش مصرف انرژی و انتشار CO_2 است.

احتمال وجود مقادیر افراطی را در داده‌ها نشان می‌دهد. حداکثر و حداقل مقادیر این متغیر به ترتیب ۲۰۰۴۵۴ و ۱۰۱۳۷۲ بوده که نمایانگر نوسانات قابل توجه در انتشار CO_2 است. در مورد تعداد گردشگران (LTA)، میانگین ۱۶.۲۹۵ و انحراف معیار ۰.۸۸۱۰ نشان‌دهنده تنوع قابل توجه در تعداد گردشگران است. مصرف انرژی فسیلی (LFFE) با میانگین ۴.۵۵۴۵ و انحراف معیار ۰.۰۱۹۵ سطح نسبتاً پایداری را نشان می‌دهد؛ درحالی‌که میانگین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (LRNE) برابر با ۱.۵۲۸۸ است که نشان‌دهنده سهم کمتر انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی ایران می‌باشد. تولید

جدول ۲. نتایج آزمون‌های ریشه واحد

فرم لگاریتمی متغیرها	ADF (سطوح لگاریتمی)	ADF (تفاضل اول)	DF-GLS (سطوح لگاریتمی)	DF-GLS (تفاضل اول)	P-P (تفاضل اول)	P-P (سطوح لگاریتمی)
LCO ₂	* - ۲.۵۴۱	***-۶.۴۷۸	-۱.۹۲۴	***-۵.۸۳۱	-۰.۵۰۳	***-۶.۲۳۴
LTA	- ۰.۹۸۲	***-۵.۱۲۵	-۱.۲۳۴	***-۴.۹۰۲	۰.۳۳۷	***-۵.۰۱۰
LFFE	-۱.۰۶۵	***-۴.۵۳۱	-۰.۹۸۳	***-۴.۳۴۵	-۱.۴۲۸	***-۴.۸۹۱
LRNE	-۱.۸۵۷	- ۳.۸۴۳ ***	-۱.۵۶۴	***- ۳.۶۵۴	-۱.۰۶۲	- ۳.۷۷۷ ***
LGDP	-۱.۰۹۴	***-۴.۱۰۳	-۰.۹۲۳	***-۴.۰۰۲	۰.۷۳۴	***-۴.۲۱۲
LFD	-۱.۸۱۸	***-۴.۱۳۹	-۱.۳۴۵	***-۳.۹۱۲	-۱.۵۳۴	***-۴.۰۱۱
LGFCF	-۱.۶۰۲	** - ۳.۱۸۴	-۱.۲۳۴	** - ۳.۰۹۸	-۰.۵۳۱	** - ۳.۲۳۴
LP	-۲.۴۲۵	***-۵.۳۱۲	-۱.۸۳۴	***-۴.۹۸۳	-۲.۱۲۶	***-۵.۰۱۲

مانند تعداد گردشگران (LTA)، مصرف انرژی فسیلی (LFFE) و انرژی‌های تجدیدپذیر (LRNE) نیز رفتار مشابهی از خود نشان دادند. این نتایج تأیید می‌کند که داده‌ها در سطح I (۱) ایستا هستند و می‌توان از روش ARDL برای تحلیل روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت استفاده کرد. جدول (۲).

توجه: * و ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده سطح معناداری ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ هستند.

برای جلوگیری از رگرسیون‌های کاذب، ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون‌های ADF، DF-GLS و P-P بررسی شد. نتایج نشان داد که اکثر متغیرها در سطوح لگاریتمی ایستا نیستند، اما در تفاضل اول ایستایی را نشان می‌دهند. به عنوان مثال، مقدار آزمون ADF برای انتشار دی‌اکسیدکربن (LCO₂) در سطوح لگاریتمی برابر با -۲/۵۴۱ بود که عدم ایستایی را نشان می‌دهد، اما در تفاضل اول با مقدار -۶/۴۷۸ ایستایی تأیید شد. متغیرهای دیگر



جدول ۳. نتایج بلندمدت و کوتاه‌مدت ARDL: متغیر وابسته ΔLCO

متغیرها	ضرایب بلندمدت	آماره t	مقدار p	ضرایب کوتاه‌مدت	آماره t	مقدار p
LTA	***۰.۱۴۸۶	۴.۲۷۷۶	۰.۰۰۰۱	***۰.۰۸۶۱	۳.۵۶۳۴	۰.۰۰۰۷
LFFE	***۲.۲۶۱۹	۵.۵۳۳۰	۰.۰۰۰۰	***۲.۰۰۲۳	۵.۳۱۰۱	۰.۰۰۰۰
LRNE	***-۰.۳۲۶۵	-۳.۴۹۴۹	۰.۰۰۰۴	***-۰.۱۶۹۸	-۳.۸۶۱۹	۰.۰۰۰۱
LGDP	***۰.۵۶۹۱	۴.۱۶۷۶	۰.۰۰۰۱	***۱.۰۲۱۶	۴.۲۱۳۹	۰.۰۰۰۵
LFD	**۰.۰۶۰۹	۲.۲۳۵۹	۰.۰۱۳۵	*۰.۰۳۳۹	۱.۷۸۷۳	۰.۰۵۰۹
LGFCF	**۰.۰۶۱۶	۲.۸۶۱۹	۰.۰۲۳۹	*۰.۰۲۴۵	۱.۵۸۳۴	۰.۰۵۵۵
LP	**۰.۳۲۹۰	۲.۳۷۸۳	۰.۰۱۳۲	*۰.۱۹۹۸	۱.۷۹۶۳	۰.۰۶۶۱
C	۲۲.۸۳۲	۳.۳۷۱۴	۰.۱۱۲۸	-	-	-
ECM(-1)	-	-	-	***۰.۵۸۹۷-	۳.۴۹۸۶-	۰.۰۰۰۰
R2	۰.۹۵۹۹					
AdjustedR2	۰.۹۴۸۶					

تفاضل اول ایستایی را نشان می‌دهند؛ به‌ویژه LFFE که مقدار -۴.۵۳۱ - *** را در تفاضل اول دارد. متغیر LGFCF در سطوح لگاریتمی با مقدار -۱.۶۰۲ ایستا نیست و در تفاضل اول با مقدار ۳.۱۸۴ - ** به ایستایی می‌رسد. همچنین، متغیر LP نیز در سطوح لگاریتمی با مقدار ۲.۴۲۵ - ایستا نیست و در تفاضل اول با مقدار ۵.۳۱۲ - *** به ایستایی می‌رسد. به‌طور کلی، نتایج این جدول نشان می‌دهد که اکثر متغیرها در سطوح لگاریتمی ایستا نیستند، اما در تفاضل اول ایستایی را نشان می‌دهند. این امر اهمیت دارد؛ زیرا برای انجام تحلیل‌های بعدی مانند هم‌ادغام یا مدل‌سازی ARDL، ایستایی داده‌ها در سطح اول ضروری است. این نتایج به محققان این امکان را می‌دهد که با اطمینان بیشتری به بررسی روابط بین متغیرها و تأثیرات آن‌ها بر یکدیگر بپردازند.

جدول ۳ نتایج آزمون‌های ریشه‌واحد برای متغیرهای مختلف را در فرم لگاریتمی نشان می‌دهد. این آزمون‌ها به منظور تعیین ایستایی داده‌ها و بررسی وجود ریشه‌واحد در سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این جدول، سه نوع آزمون مختلف شامل آزمون ADF، DF-GLS و P-P برای سطوح لگاریتمی و تفاضل اول لگاریتمی ارائه شده است. برای متغیر LCO_2 ، آزمون ADF مقدار -۲.۵۴۱ - را در سطوح لگاریتمی نشان می‌دهد که نشان‌دهنده عدم ایستایی در این سطح است، اما در تفاضل اول لگاریتمی با مقدار -۶.۴۷۸ - ***، ایستایی را تأیید می‌کند. این به این معنی است که LCO_2 در سطح اول ایستا است. متغیر LTA نیز در سطوح لگاریتمی با مقدار -۰.۹۸۲ - ایستا نیست و در تفاضل اول با مقدار -۵.۱۲۵ - *** به ایستایی می‌رسد. به همین ترتیب، سایر متغیرها مانند LGDP، LRNE، LFFE و LFD نیز در سطوح لگاریتمی ایستا نیستند و در

جدول ۴. نتایج ارزیابی robustness: متغیر وابسته Y_{LCO}

متغیرها	FMOLS	DOLS	CCR
	ضرایب	آماره t	ضرایب
LTA	***۰.۱۴۴۸	۵.۳۱۹۰	***۰.۱۴۰۹
LFFE	***۲.۲۲۳۵	۵.۷۸۲۲	***۲.۲۸۶۹
LRNE	*** - ۰.۳۱۴۸	-۳.۳۹۱۷	*** - ۰.۳۱۹۳
LGDP	***۰.۵۳۸۶	۴.۶۶۰۳	***۰.۵۶۹۱
LFD	**۰.۰۶۰۳	۲.۱۲۷۴	*۰.۰۶۰۷
LGFCF	*۰.۰۶۰۸	۱.۹۰۲۷	**۰.۰۶۳۹
LP	**۰.۲۸۴۱	۲.۱۶۵۵	**۰.۲۷۹۸
C	۲۴.۰۵۲	۵.۹۲۴۹	۲۲.۸۳۸
R ²	۰.۹۵۴۳		۰.۹۵۶۸
AdjustedR ²	۰.۹۴۸۲		۰.۹۴۹۹

توجه: *، ** و *** به ترتیب نشان‌دهنده سطح معناداری ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ هستند.

ناخالص داخلی) نیز با ضرایب ۰.۵۳۸۶*** و ۰.۵۶۹۱*** در روش‌های FMOLS و CCR به تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO_2 اشاره دارد که نشان‌دهنده ارتباط مستقیم بین رشد اقتصادی و افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن است. متغیرهای LFD (توسعه مالی)، LGFCF (تشکیل سرمایه ثابت ناخالص) و LP (جمعیت) نیز تأثیرات مثبت و معناداری بر انتشار CO_2 دارند، هرچند که ضرایب آن‌ها نسبت به سایر متغیرها کمتر است. مقادیر R^2 برای هر دو روش FMOLS و CCR به ترتیب ۰.۹۵۴۳ و ۰.۹۵۶۸ است که نشان‌دهنده کیفیت بالای مدل و توانایی آن در توضیح تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. همچنین، مقادیر Adjusted R^2 نیز به ترتیب ۰.۹۴۸۲ و ۰.۹۴۹۹ نشان‌دهنده پایداری و قابلیت اعتماد نتایج است. در مجموع، نتایج این جدول تأکید بر این دارند که مصرف انرژی فسیلی و رشد اقتصادی از عوامل کلیدی در افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور هستند و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش این انتشار کمک کند. این یافته‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران در طراحی استراتژی‌های مؤثر برای کاهش انتشار کربن و ترویج توسعه پایدار کمک کنند.

جدول ۴ نتایج ارزیابی robustness را برای متغیر وابسته دی‌اکسیدکربن (LCO_2) با استفاده از سه روش تخمین مختلف شامل FMOLS، DOLS و CCR ارائه می‌دهد. این نتایج به بررسی پایداری و قابلیت اعتماد مدل در تخمین تأثیر متغیرهای مختلف بر انتشار CO_2 می‌پردازد. در این جدول، متغیر LTA (مصرف انرژی فسیلی) با ضرایب ۰.۱۴۴۸*** در FMOLS و ۰.۱۴۰۹*** در DOLS نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن است. این نتایج تأیید می‌کند که افزایش مصرف انرژی فسیلی به‌طور مستقیم به افزایش انتشار CO_2 منجر می‌شود. متغیر LFFE (مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر) نیز با ضرایب ۲.۲۲۳۵*** و ۲.۲۸۶۹*** در روش‌های FMOLS و CCR به ترتیب، نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO_2 است. این یافته‌ها ممکن است به دلیل الگوهای مصرف انرژی و تأثیرات آن بر انتشار کربن باشد. علاوه بر این، متغیر LRNE (استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر) با ضرایب منفی ۰.۳۱۴۸*** و ۰.۳۱۹۳*** در دو روش مختلف، نشان‌دهنده این است که افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن کمک کند. متغیر LGDP (تولید



۵ نتیجه گیری

افزایش سطح دی اکسیدکربن در جو، بحران اقلیمی جهانی را به وجود آورده است. بیشتر مطالعاتی که به بررسی رابطه بین تغییرات اقلیمی و گردشگری پرداخته اند، بر این تمرکز دارند که چگونه تغییرات آب و هوا بر حضور در جاذبه های گردشگری تأثیر می گذارد. توجه کمی به ارزیابی ردپای کربن صنعت گردشگری در ارتباط با ورود گردشگران بین المللی و تلاش های آن برای کربن زدایی شده است. در این راستا، یک سری زمانی ۳۰ ساله (از ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳) برای تعدیل سایر عوامل و بررسی ارتباط بین بازدیدکنندگان بین المللی، مصرف انرژی، پیشرفت اقتصادی و انتشار دی اکسیدکربن در ایران استفاده شد. با استفاده از آزمون های ریشه واحد DF ، ADF ، P و GLS ، این تحقیق ترتیب صحیح ادغام داده ها را تعیین کرد. وجود هم ادغام بلندمدت بین متغیرها با استفاده از آزمون مرزی $ARDL$ اثبات شد. نتایج نشان می دهد که گردشگری، مصرف انرژی فسیلی، تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و جمعیت همگی تأثیر مثبت و قابل توجهی بر انتشار CO_2 دارند. با این حال، این مطالعه رابطه منفی بین استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و انتشار کربن را نشان داد که نشان می دهد استفاده بیشتر از انرژی های تجدیدپذیر می تواند نقش مهمی در دستیابی به هدف کربن زدایی ایران و ترویج گردشگری پایدار با کاهش انتشار از بخش گردشگری ایفا کند. نتایج برآورد شده در تمامی تخمین گره های $DOLS$ ، $FMOLS$ و CCR پایدار هستند.

نتایج این مطالعه دارای پیامدهای سیاسی متعددی هستند. از آنجاکه افزایش مصرف انرژی فسیلی به طور قابل توجهی با انتشار کربن مرتبط است، ایران نیاز به سیاست های مناسب برای کاهش استفاده از سوخت های فسیلی در صنعت گردشگری دارد. قوانین مناسب و کافی می تواند فعالیت های گردشگری را از نظر توسعه اقتصادی تشویق کند و در عین حال به صرفه جویی در انرژی،

ترویج استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و حفاظت از محیط زیست کمک کند. یکی از الزامات ممکن این است که سیاست گذاران به ذی نفعان اصلی صنعت گردشگری مشوق هایی برای استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، حمل و نقل کربن نوتال و فناوری های بدون انتشار ارائه دهند تا به هدف کربن زدایی دست یابند. علاوه بر این، دولت ممکن است تصمیم بگیرد که حمل و نقل عمومی سازگار با محیط زیست را تأمین مالی کند، مزایای مالیاتی ارائه دهد یا مشوق هایی برای مالیات دهندگانی که خدمات گردشگری با کارایی انرژی بالا و منابع انرژی تجدیدپذیر ارائه می دهند، فراهم کند. به عنوان مثال، می توان سیاست هایی را برای تشویق گردشگری محور دو چرخه ای معرفی کرد تا وابستگی به خودروها و دیگر روش های حمل و نقل وابسته به سوخت های فسیلی کاهش یابد. همچنین دولت می تواند با نصب فناوری های انرژی تجدیدپذیر و عناصر کارایی انرژی در ساختمان ها و خدمات محبوب ترین مقاصد گردشگری، الگوی خوبی برای دیگران باشد و به این مقاصد فرصت های لازم برای کاهش هزینه های مصرف انرژی را ارائه دهد. کارایی انرژی و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر نه تنها آلودگی هوا و انتشار کربن را کاهش می دهد، بلکه به مالیات دهندگان کمک می کند تا در بلندمدت هزینه ها را کاهش دهند و فرصت های شغلی بیشتری ایجاد کنند. مصرف انرژی فسیلی در هتل ها و رستوران ها نباید از حد لازم فراتر رود. علاوه بر این، هتل ها و دیگر انواع تأسیسات مشابه می توانند تشویق شوند تا برق خود را با استفاده از منابع تجدیدپذیر تولید کنند. دولت های فدرال و ایالتی ایران باید برای پایدارتر و "سبزتر" کردن صنعت گردشگری که کربن محور است، تلاش کنند تا تأثیر این صنعت را بر انتشار CO_2 کاهش دهند. اهداف کاهش انتشار ایران نیازمند آن است که کشور به کربن زدایی دست یابد و پیشرفت فناوری های انرژی تجدیدپذیر به طور قابل توجهی این هدف را تسهیل خواهد کرد.

طبیعی شگفت‌انگیز بسیاری است. حفظ و بهبود محیط زیست، تنوع زیستی و اکوسیستم‌ها برای جذب گردشگران در آینده بسیار مهم است، بنابراین توسعه یک مدل گردشگری پایدار نه تنها به حفظ محیط طبیعی مشهور جهانی ایران کمک می‌کند، بلکه به حفظ ورود مداوم گردشگران بین‌المللی نیز کمک می‌کند.

دولت ایران احتمالاً سیستمی را پیاده‌سازی خواهد کرد که گردشگران، ساکنان و دیگر بازدیدکنندگان را مسؤول تأثیراتی که بر محیط طبیعی محبوب‌ترین جاذبه‌های گردشگری کشور دارند، پاسخ‌گو کند. اگر بخش گردشگری به سمت پایداری و مسؤولیت محیط زیستی سوق داده شود، گردشگران تجربه مثبت‌تری خواهند داشت و بیشتر یاد خواهند گرفت. به‌عنوان بخشی از تلاش برای تأمین موفقیت بلندمدت یک کمپین برای تشویق استفاده هوشمندانه از انرژی، می‌توان به گردشگران از همه اقشار آموزش داد.

عموم مردم می‌توانند از طریق توزیع گسترده بروشورها و اطلاعات، کمپین‌های آگاهی با اینفوگرافیک‌های جذاب و به‌روزرسانی‌های مقامات درباره تلاش‌ها و پیشرفت‌های سبز شدن، از اهمیت صرفه‌جویی در انرژی، پایداری محیط‌زیست و پذیرش زندگی سبز در تمام زمان‌ها، حتی در تعطیلات، آگاه شوند. پیامدهای سیاستی یک هشدار و علامت بیداری برای دولت و مقامات است که بیشتر نگران تغییر ظاهر سیاست‌ها هستند تا عملکرد واقعی آن‌ها در دستیابی به کربن‌زدایی.

سیاست‌گذاران باید در هنگام تدوین و اجرای سیاست‌های مربوط به انرژی و گردشگری، به‌ویژه در قوانین و چارچوب‌های سیاست‌های انرژی و محیط‌زیست، به‌طور جدی در نظر بگیرند. با توجه به نقش‌های مهم بخش‌های گردشگری در تولید ناخالص داخلی کشور، ایران باید با افزایش درآمد، تأمین شراکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها و توانمندسازی جوامع محلی، از رقابت‌پذیری صنعت گردشگری خود بهره‌برداری کند، بدون اینکه تأثیرات مضر بر

علاوه‌براین، لازم است که نوآوری‌های فناوری در بخش حمل‌ونقل تشویق شود، مانند استفاده از وسایل نقلیه کارآمد انرژی یا خودروهایی که با منابع انرژی تجدیدپذیر کار می‌کنند. به‌عنوان یک نتیجه مستقیم از رشد گردشگری، می‌توان با سرمایه‌گذاری در کارایی انرژی، فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، مدیریت پسماند و نوسازی حمل‌ونقل عمومی، انتشار CO2 را کاهش داد. همچنین، دولت ممکن است مالیات‌های محیط زیستی در مقاصد گردشگری پر بازدید وضع کند تا محیط‌زیست را حفظ کند.

دولت می‌تواند به تسهیل استفاده از تجهیزات سازگار با محیط‌زیست و کم‌کربن و منابع انرژی جایگزین برای حمل‌ونقل و لجستیک، همراه با رویدادهای مرتبط با گردشگری، کمک کند تا انتشار CO2 را کاهش دهد و از تخلیه بیشتر منابع طبیعی جلوگیری کند. بهبود تخصیص منابع برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار (SDGs) و مأموریت کربن‌زدایی ضروری است. برنامه‌های توسعه گردشگری و صنایع مرتبط باید با توجه به احتمال کاهش انتشار در ایران تجدیدنظر شوند. اکوتوریسم، گردشگری آموزشی، گردشگری فرهنگی، گردشگری ماجراجویی و گردشگری تفریحی از جمله نمونه‌های گردشگری پایدار هستند که دولت باید آن‌ها را ترویج کند. علاوه‌براین، با تشویق فعالیت‌های ماجراجویانه در فضای باز مانند غوازی و کوهنوردی می‌توان مصرف انرژی و تخریب محیط زیست را کاهش داد. همچنین، وضع مالیات کربن بر صنعت گردشگری می‌تواند یکی از راه‌ها برای تشویق رشد کم‌کربن باشد.

گزینه‌های دیگری نیز شامل سرمایه‌گذاری در تجهیزات کافی برای نظارت و مدیریت مصرف، نصب چراغ‌های کم‌مصرف، نصب سیستم‌های تهویه مطبوع سازگار با محیط زیست، کاهش مصرف آب و گرمایش با بویلرهای اقتصادی است. ایران باید سیاست‌هایی برای توسعه یک بخش گردشگری کربن‌نوتال وضع کند؛ زیرا این کشور دارای جاذبه‌های



حامی مالی

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ بودجه خاصی برای این تحقیق دریافت نشده است.

سهم نویسندگان در پژوهش

این تحقیق به صورت مشارکتی انجام شد و هر نویسنده در جنبه‌های مختلف مطالعه مشارکت داشت. یک نویسنده مسؤول چارچوب مفهومی و بررسی ادبیات بود، در حالی که نویسنده دیگر تجزیه و تحلیل داده‌ها و تفسیر نتایج را انجام داد و در نگارش و اصلاح نسخه خطی مشارکت داشت. همه نویسندگان نسخه نهایی را بررسی و تأیید کرده‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی در رابطه با انتشار این تحقیق وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مایلند از داوران به خاطر بازخوردها و پیشنهادهای ارزشمندشان که کیفیت این نسخه خطی را به طور قابل توجهی بهبود بخشید، قدردانی کنند. آن‌ها همچنین از حمایت مؤسسات مربوطه خود در تسهیل این تحقیق قدردانی می‌کنند.

اقتصاد داخلی و محیط‌زیست ایجاد کند. بنابراین، اطمینان از هم‌راستایی بخش‌های گردشگری و زنجیره تأمین آن‌ها با استراتژی‌های بیان شده در سیاست ملی گردشگری (NTP) به سمت اهداف توسعه پایدار (SDGs)، به‌ویژه ترویج مصرف مسؤولانه و شیوه‌های سبز و سازگار با محیط زیست، ضروری است.

زمانی که تمامی بخش‌های گردشگری و فعالیت‌های زنجیره تأمین آن‌ها به استراتژی‌ها و شیوه‌های NTP و SDGs پایبند باشند، این بخش می‌تواند به ایجاد شغل، ترویج ادغام اجتماعی، حفظ تنوع زیستی، ایجاد معیشت پایدار و بهبود رفاه انسانی کمک کند و همچنین از میراث طبیعی و فرهنگی محافظت کند. ایران می‌تواند سیاست‌های انرژی و محیط‌زیست کنونی خود را تقویت کند تا به سایر کشورهای در حال توسعه که گردشگری به تخریب محیط‌زیست آن‌ها به دلیل افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی کمک می‌کند، روشنایی بخشد. دولت‌های منطقه جنوب شرق آسیا باید برای توسعه و اجرای استراتژی‌های مؤثر برای گردشگری پایدار، با یکدیگر همکاری کنند.

منابع

- Abolghasemi, M., Mousavi Reineh, M., & Yousefi, H. (2019). Carbon footprint and its calculation methods with emphasis on electricity generation from renewable and fossil sources. *Journal of Renewable and New Energy*, 6(2), 31-41. (In Persian)
- Arefian, M., Faraji Dizaji, S., & Ghasemi, S. (2020). Investigating the Role of Renewable and Non-Renewable Energy and Economic Growth on Carbon Emission in OECD Countries. *new economy and trad*, 15(3), 109-137. (In Persian)
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Shahbaz, M., & Sinha, A. (2020). The effects of tourism and globalization over environmental degradation in developed countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 7130-7144.
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-07372-4>
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2 emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.205>
- Chachuli, F. S. M., Ludin, N. A., Jedi, M. A. M., & Hamid, N. H. (2021). Transition of renewable energy policies in Malaysia: Benchmarking with data envelopment analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111456.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111456>
- Chataut, G., Bhatta, B., Joshi, D., Subedi, K., & Kafle, K. (2023). Greenhouse gases emission from agricultural soil: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 100533.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100533>
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American economic review*, 18(1), 139-165.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
<https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Dogan, E., & Aslan, A. (2017). Exploring the relationship among CO2 emissions, real GDP, energy consumption and tourism in the EU and candidate countries: Evidence from panel models robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 239-245.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.111>
- Dong, K., Hochman, G., Zhang, Y., Sun, R., Li, H., & Liao, H. (2018). CO2 emissions, economic and population



- growth, and renewable energy: empirical evidence across regions. *Energy Economics*, 75, 180-192.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.08.017>
- Durbarry, R., & Seetanah, B. (2015). The impact of long-haul destinations on carbon emissions: the case of Mauritius. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 24(4), 401-410.
<https://doi.org/10.1080/19368623.2014.914363>
- Eghbali, N., Abadian, N., & Khanlou, N. (2018). The Impact of Renewable Energies on Tourism Growth and the Improvement of Residences Life Quality (Case Study of Tehran Central Historical Core). *Journal of Renewable and New Energy*, 5(2), 12-18. (In Persian)
- Elliott, G., Rothenberg, T.J., & Stock, J.H. (1992). Efficient tests for an autoregressive unit root. National Bureau of Economic Research.
- Erdogan, S., Pata, U. K., & Solarin, S. A. (2023). Towards carbon-neutral world: The effect of renewable energy investments and technologies in G7 countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 186, 113683.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113683>
- Eyuboglu, K., & Uzar, U. (2020). The impact of tourism on CO2 emission in Turkey. *Current Issues in Tourism*, 23(13), 1631-1645.
- Fan, Y., Ullah, I., Rehman, A., Hussain, A., & Zeeshan, M. (2022). Does tourism increase CO2 emissions and health spending in Mexico? New evidence from nonlinear ARDL approach. *The International Journal of Health Planning and Management*, 37(1), 242-257.
- Farooq, U., Tabash, M. I., Saleh Al-Faryan, M. A., Işık, C., & Dogru, T. (2024). The Nexus between tourism-energy-environmental degradation: Does financial development matter in GCC countries?. *Tourism Economics*, 30(3), 680-701.
<https://doi.org/10.1177/13548166231174812>
- Islam, M. M., Chowdhury, M. A. M., Begum, R. A., & Amir, A. A. (2022). A bibliometric analysis on the research trends of climate change effects on economic vulnerability. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 59300-59315.
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-20028-0>
- Jahanger, A., Balsalobre-Lorente, D., Samour, A., Joof, F., Ali, M., & Tursoy, T. (2022). Do renewable energy and the real estate market promote environmental quality in South Africa: evidence from the bootstrap ARDL approach. *Sustainability*, 14(24), 16466.

- <https://doi.org/10.3390/su142416466>
- Jayasinghe, M., & Selvanathan, E. A. (2021). Energy consumption, tourism, economic growth and CO2 emissions nexus in India. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 26(2), 361-380.
- Katircioglu, S. T. (2014). International tourism, energy consumption, and environmental pollution: The case of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.058>
- Katircioglu, S. T., Feridun, M., & Kilinc, C. (2014). Estimating tourism-induced energy consumption and CO2 emissions: The case of Cyprus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 634-640. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.09.004>
- Kostakis, I., Armaos, S., Abeliotis, K., & Theodoropoulou, E. (2023). The investigation of EKC within CO2 emissions framework: Empirical evidence from selected cross-related countries. *Sustainability Analytics and Modeling*, 3, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.samod.2023.100015>
- Kumail, T., Sadiq, M., Ali, W., & Sadiq, F. (2023). The impacts of tourism development on income inequality: how does tourism capital investment contribute to income distribution? *Tourism Agenda 2030*. *Tourism Review*, 78(2), 630-645. <https://doi.org/10.1108/TR-08-2022-0378>
- Lee, J. W., & Brahmasrene, T. (2013). Investigating the influence of tourism on economic growth and carbon emissions: Evidence from panel analysis of the European Union. *Tourism management*, 38, 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.02.016>
- Leitão, N. C., & Lorente, D. B. (2020). The linkage between economic growth, renewable energy, tourism, CO2 emissions, and international trade: The evidence for the European Union. *Energies*, 13(18), 4838. <https://doi.org/10.3390/en13184838>
- Leitão, N. C., Dos Santos Parente, C. C., Balsalobre-Lorente, D., & Cantos Cantos, J. M. (2023). Revisiting the effects of energy, population, foreign direct investment, and economic growth in Visegrad countries under the EKC scheme. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 15102-15114. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23188-1>
- Leitão, N.C. (2021). Testing the role of trade on carbon dioxide emissions in Portugal. *Economies*, 9, 22. <https://doi.org/10.3390/economies9010022>



- León, C. J., Arana, J. E., & Hernández Alemán, A. (2014). CO2 emissions and tourism in developed and less developed countries. *Applied Economics Letters*, 21(16), 1169-1173. <https://doi.org/10.1080/13504851.2014.916376>
- Magazzino, C., Toma, P., Fusco, G., Valente, D., & Petrosillo, I. (2022). Renewable energy consumption, environmental degradation and economic growth: the greener the richer?. *Ecological Indicators*, 139, 108912. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108912>
- Ohajionu, U.C., Gyamfi, B.A., Haseki, M.I., & Bekun, F.V. (2022). Assessing the linkage between energy consumption, financial development, tourism and environment: evidence from method of moments quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 30004-30018. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17920-6>
- Phillips, P.C., Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Pigram, J.J. (1980). Environmental implications of tourism development. *Annals of Tourism Research*, 7, 554-583. [https://doi.org/10.1016/0160-7383\(80\)90049-3](https://doi.org/10.1016/0160-7383(80)90049-3)
- Rahman, Z. U., & Ahmad, M. (2019). Modeling the relationship between gross capital formation and CO₂ (a) symmetrically in the case of Pakistan: an empirical analysis through NARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 8111-8124. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04254-7>
- Raihan, A. (2023). The dynamic nexus between economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, agricultural productivity, forest area, and carbon dioxide emissions in the Philippines. *Energy Nexus*, 9, 100180. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100180>
- Raihan, A. (2023). Toward sustainable and green development in Chile: dynamic influences of carbon emission reduction variables. *Innovation and Green Development*, 2(2), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100038>
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, tourism, agricultural value-added, and forested area on carbon dioxide emissions in Brazil. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 12(4), 794-814. <https://doi.org/10.1007/s13412-022-00782-w>
- Raihan, A., Muhtasim, D. A., Pavel, M. I., Faruk, O., & Rahman, M. (2022). Dynamic impacts of economic

- growth, renewable energy use, urbanization, and tourism on carbon dioxide emissions in Argentina. *Environmental Processes*, 9(2), 38. <https://doi.org/10.1007/s40710-022-00590-y>
- Rej, S., Bandyopadhyay, A., Murshed, M., Mahmood, H., & Razzaq, A. (2022). Pathways to decarbonization in India: the role of environmentally friendly tourism development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(33), 50281-50302. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19239-2>
- Riahi, V. (2016). Analysis and Evaluation of Rural Tourism Sustainability Indicators Using Multi-Criteria Decision Analysis Methods (Case Study: Villages of Taleghan County). *Tourism and Development*, 5(1), 148-161. (In Persian)
- Rjoub, H., Odugbesan, J. A., Adebayo, T. S., & Wong, W. K. (2021). Sustainability of the moderating role of financial development in the determinants of environmental degradation: evidence from Turkey. *Sustainability*, 13(4), 1844. <https://doi.org/10.3390/su13041844>
- Shakouri, B., Khoshnevis Yazdi, S., & Ghorchebigi, E. (2017). Does tourism development promote CO2 emissions?. *Anatolia*, 28(3), 444-452. <https://doi.org/10.1080/13032917.2017.1335648>
- Sharif, A., Afshan, S., & Nisha, N. (2017). Impact of tourism on CO2 emission: evidence from Pakistan. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 22(4), 408-421. <https://doi.org/10.1080/10941665.2016.1273960>
- Sherafatian-Jahromi, R., Othman, M. S., Law, S. H., & Ismail, N. W. (2017). Tourism and CO 2 emissions nexus in Southeast Asia: new evidence from panel estimation. *Environment, Development and Sustainability*, 19, 1407-1423. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9811-x>
- Shi, H., Li, X., Zhang, H., Liu, X., Li, T., & Zhong, Z. (2020). Global difference in the relationships between tourism, economic growth, CO2 emissions, and primary energy consumption. *Current Issues in Tourism*, 23(9), 1122-1137. <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1588864>
- Usman, M., Kousar, R., & Makhdom, M. S. A. (2020). The role of financial development, tourism, and energy utilization in environmental deficit: evidence from 20 highest emitting economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(34), 42980-42995. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10197-1>
- Uzair Ali, M., Gong, Z., Ali, M. U., Asmi, F., & Muhammad, R. (2022). CO2



- emission, economic development, fossil fuel consumption and population density in India, Pakistan and Bangladesh: a panel investigation. *International Journal of Finance & Economics*, 27(1), 18-31.
<https://doi.org/10.1002/ijfe.2134>
- Wang, M. C., & Wang, C. S. (2018). Tourism, the environment, and energy policies. *Tourism Economics*, 24(7), 821-838.
<https://doi.org/10.1177/1354816618781458>
- World Bank. (2023). World Development Indicators (WDI), Data series by The World Bank Group. The World Bank, Washington, DC, USA. Retrieved from
<https://data-bank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Yasin, I., Ahmad, N., & Chaudhary, M. A. (2021). The impact of financial development, political institutions, and urbanization on environmental degradation: Evidence from 59 less-developed economies. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 6698-6721.
<https://doi.org/10.1007/s10668-020-00885-w>
- Yue, X. G., Liao, Y., Zheng, S., Shao, X., & Gao, J. (2021). The role of green innovation and tourism towards carbon neutrality in Thailand: Evidence from bootstrap ADRL approach. *Journal of Environmental Management*, 292, 112778.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112778>
- Zaman, K., Shahbaz, M., Loganathan, N., & Raza, S. A. (2016). Tourism development, energy consumption and Environmental Kuznets Curve: Trivariate analysis in the panel of developed and developing countries. *Tourism management*, 54, 275-283.
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.11.006>