

Investigating the Effect of Poverty on Environmental Degradation through Institutional Quality, Restrictive Regulations, and Energy Prices in Iranian Provinces Using a Spatial Panel Approach

Morteza Afghah ¹, Yaghoub Andayesh² Amin Mansouri³
Azin Khoramzadeh⁴

1. Associate Professor, Economic Development, Department of Economics, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (Corresponding Author) E-mail: m.afghah@scu.ac.ir
2. Assistant Professor, Natural Resources, Department of Economics, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: andayesh230@scu.ac.ir
3. Associate Professor, Econometrics, Department of Economics, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: sa.mansouri@scu.ac.ir
4. Ph.D Candidate of Economic Development, Department of Economics, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. E-mail: Az.khoram@gmail.com

Abstract

The nexus between poverty and environmental degradation, along with the moderating role of institutional variables, constitutes a fundamental challenge for sustainable development. This study aims to spatially analyze the impact of poverty on environmental quality across Iranian provinces over the period 2011–2020. To this end, a “Composite Environmental Degradation Index” was first constructed using Principal Component Analysis (PCA), incorporating six components: water scarcity and pollution, air and soil pollution, deforestation, and climate change. Subsequently, the impact of poverty on this index was estimated using a Spatial Panel Data model, considering the roles of institutional quality, restrictive regulations, and energy prices. The empirical findings indicate that poverty has a positive and significant effect on environmental degradation; implying that an increase in poverty intensifies environmental degradation not only in the source province but also in neighboring provinces through spatial spillover effects. Furthermore, the results revealed that increases in per capita income and improvements in institutional quality have a negative and significant impact on the environmental degradation index—not only in the source province but also in adjacent provinces—signifying an improvement in environmental quality at the regional level. In contrast, energy prices and restrictive regulations exhibited a positive and significant relationship with the environmental degradation index. Consequently, policies focused on poverty alleviation and institutional enhancement in one region will yield positive external benefits for environmental sustainability in neighboring regions, beyond their local impacts.

Article information

Review History:

Received: nov. 15, 2024

Revised: dec. 5, 2024

Accepted: jan. 5, 2025

Published online: sep. 15, 2025

Keywords:

Energy Prices
Institutional Quality
Provinces of Iran
Restrictive Regulations

JEL Classification:

I32, O13, Q56

Corresponding Author:

m.afghah@scu.ac.ir



Aim and Introduction:

The primary objective of this study is to investigate the influence of poverty on environmental degradation through a set of interrelated channels, including institutional quality, restrictive regulations, and energy prices across Iranian provinces from 2011 to 2020 (1390–1399), using a spatial panel data framework. Poverty, inequality, and unfair income distribution, along with their associated socio-environmental crises, pose significant challenges to both developed and developing nations. Key consequences of environmental degradation include water scarcity, air and soil pollution, deforestation, biodiversity loss, and climate change driven by global warming.

In this study, a “Composite Environmental Degradation Index” is developed using Principal Component Analysis (PCA) to integrate six critical environmental indicators: water scarcity, water pollution, air pollution, soil pollution, deforestation, and climate change.

Methodology:

To capture the multidimensional nature of environmental degradation, this study constructs a composite index via PCA, encompassing the six aforementioned environmental variables. Given the spatial interdependence of environmental outcomes across provinces, spatial econometric techniques are employed. Conventional econometric models are inadequate when observations are geographically dependent. Therefore, the Spatial Panel Data model is utilized to account for spatial lags and spillover effects, allowing for a more accurate assessment of inter-provincial interactions and the distinction between direct (own) and indirect (spillover) effects.

Findings:

The empirical results reveal significant spatial interactions. Specifically:

Income: The spillover effects resulting from a 1% sudden change in per capita income in neighboring provinces are greater than the direct effects within the source province. The net outcome contributes to an overall improvement in environmental quality (reduction in degradation).

Poverty: The spillover effects caused by a 1% sudden change in the poverty index in neighboring provinces exceed the direct effects within the source province, operating in the same direction. The overall result is a 0.49% increase in environmental degradation.

Energy Prices: In contrast, a 1% sudden change in energy prices in the source province has stronger environmental spillover effects than similar changes in neighboring provinces. The net result is a 2% increase in environmental degradation.

Institutional Quality: The spillover effects from a 1% sudden change in institutional quality within the source province are more significant than those

from neighboring provinces. This results in a 0.35% improvement in environmental quality (reduction in degradation).

Restrictive Regulations: Finally, the spillover effects caused by a 1% sudden change in restrictive environmental regulations within the source province are stronger than those from neighboring provinces. Contrary to theoretical expectations, the outcome is a 0.65% increase in environmental degradation.

Discussion and Conclusion:

The results of the spatial econometric models indicate that rising poverty in a region leads to the propagation of environmental degradation through economic, social, and environmental interconnections with neighboring provinces. These findings support the “poverty-environment trap” theory, which highlights a bidirectional reinforcing relationship between poverty and the overexploitation of natural resources.

One of the most significant findings is the negative and statistically significant effect of institutional quality on environmental degradation (i.e., it improves the environment). Provinces with higher institutional quality tend to implement more effective policies, enhance monitoring, ensure law enforcement, and foster transparency, thereby mitigating environmental harm.

Per capita income also exhibits a significant negative impact on environmental degradation. This suggests that higher economic well-being raises public awareness and shifts consumption behaviors toward cleaner technologies, aligning with the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis.

Unexpectedly, energy prices and restrictive regulations are positively associated with environmental degradation. The positive link with energy prices suggests inefficiencies in pricing policies, where higher prices might encourage the use of cheaper, more polluting alternatives or illegal consumption. Similarly, the counterintuitive result regarding regulations implies that the mere existence of environmental laws is insufficient. Without effective enforcement mechanisms and quality governance, regulations may be bypassed or poorly implemented, inadvertently failing to curb environmental damage.

In summary, the study concludes that while poverty, energy prices, and ineffective regulations exacerbate environmental degradation locally and regionally, improvements in institutional quality and per capita income act as effective levers for environmental sustainability.

بررسی اثر فقر بر تخریب محیط زیست از مجاری کیفیت نهادی،

مقررات بازدارنده و قیمت انرژی در استان های ایران

با استفاده از الگوی داده های پانل فضایی

سیدمرتضی افقه^۱، یعقوب اندایش^۲ سیدامین منصوری^۳ آذین خرمزاده^۴

۱. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، ایران (نویسنده مسئول).

m.afghah@scu.ac.ir

۲. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، ایران.

andayesh230@scu.ac.ir

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، ایران.

sa.mansouri@scu.ac.ir

۴. دانشجوی دکتری توسعه اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، ایران.

az.khoram@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۵

بازنگری: ۱۴۰۳/۹/۱۵

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶

انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۶/۲۵

کلمات کلیدی:

استان های کشور

قیمت انرژی

کیفیت نهادی

مقررات بازدارنده

طبقه بندی JEL:

I32, O13, Q56

نویسنده مسئول:

m.afghah@scu.ac.ir

رابطه متقابل فقر و تخریب محیط زیست و نحوه اثرگذاری متغیرهای نهادی بر این رابطه، از چالش های اساسی در مسیر توسعه پایدار به شمار می رود. پژوهش حاضر با هدف تحلیل فضایی اثر فقر بر کیفیت محیط زیست در استان های ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۹ انجام شده است. بدین منظور، ابتدا با استفاده از روش تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA)، یک «شاخص ترکیبی تخریب محیط زیست» مبتنی بر شش مؤلفه (کمبود و آلودگی آب، آلودگی هوا و خاک، جنگل زدایی و تغییرات اقلیمی) ساخته شد. سپس تأثیر فقر بر این شاخص با در نظر گرفتن نقش متغیرهای کیفیت نهادی، مقررات بازدارنده و قیمت انرژی، در قالب الگوی داده های پانل فضایی (Spatial Panel Data) مورد سنجش قرار گرفت. یافته های تجربی نشان می دهد که فقر تأثیر مثبت و معنی داری بر تخریب محیط زیست دارد؛ به این معنا که افزایش فقر نه تنها در استان مبدأ، بلکه از طریق اثرات سرریز فضایی در استان های همجوار نیز منجر به تشدید تخریب محیط زیست می شود. همچنین نتایج نشان داد که افزایش درآمد سرانه و ارتقای کیفیت نهادی، نه تنها در استان مبدأ، بلکه در استان های همجوار نیز تأثیر منفی و معنی داری بر شاخص تخریب محیط زیست دارند که به معنای بهبود کیفیت محیط زیست در سطح منطقه ای است؛ در حالی که رابطه قیمت انرژی و مقررات بازدارنده با شاخص تخریب محیط زیست، مثبت و معنی دار برآورد شد. بر این اساس، سیاست گذاری های متمرکز بر فقرزدایی و ارتقای کیفیت نهادی در یک منطقه، علاوه بر اثرات محلی، دارای پیامدهای مثبت خارجی بر پایداری محیط زیست در مناطق همجوار نیز خواهد بود.

۱. مقدمه

فقر، نابرابری، توزیع ناعادلانه ثروت و به‌دنبال آن، بحران‌های به‌وجود آمده از آن مانند تخریب فزاینده محیط زیست، از مشکلاتی هستند که جامعه بشری را تحت تأثیر قرار داده است. در چند دهه اخیر، موضوع تخریب محیط زیست و خطرات آن، بیش از هر زمان دیگری مطرح شده و دارای اهمیت بالایی است (تودارو، ۲۰۲۰). بیشتر دیدگاه‌های کلاسیک، فقر را پیشران تخریب محیط زیست می‌دانند. توماس مالتوس^۲، معتقد بود که رشد جمعیت، طبیعت و تهیه غذا را تهدید می‌کند و هرگز با چنین رشدی تناسب ندارد و همواره چشم‌اندازهای پیشرفت را تهدید می‌کند. دادن منابع بیشتر به فقرا، فقط بر تعداد آنها می‌افزاید. پس دولت نباید به فقرا کمک کند. در مقابل، در رویکردها و نظریه‌های جدید، اعتقاد بر این است که نقش فقرا و کشورهای فقیر در مقابل افراد و کشورهای ثروتمند در تخریب محیط زیست اندک است. شاخص ردپای اکولوژیک در تطابق با نظریهٔ تردمیل تولید^۳ اشنایرگ^۴ (۱۹۸۰)، مهم‌ترین رویکردی است که بر این باور تأکید دارد (واگرنالگ و رس، ۱۹۹۸).

ازسوی دیگر، ویژگی‌های فرهنگی، اقتصادی و جغرافیایی، هر دو دیدگاه غالب را به چالش می‌کشاند و سبب رسیدن به نتایج متفاوتی می‌شود. بدین سبب، در پژوهش‌های متنوعی که دربارهٔ این دیدگاه‌ها وجود دارد، نتایج گاهی با پارادایم غالب تضاد دارد.

در سال‌های اخیر، همگام با رشد توجه به چالش‌های زیست محیطی، بر چگونگی شناسایی عوامل تخریب محیط زیست در سطوح منطقه‌ای و استانی تأکید شده است. در این میان، در بسیاری از مطالعات انجام شده در ایران، بویژه در رویکردهای عمومی و ملی، به ویژگی‌ها و اثرات محلی فقر به عنوان عاملی در تخریب محیط زیست توجه چندانی نشده است؛ در حالی که ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و نهادی استان‌های ایران متفاوت است و این تفاوت‌ها می‌تواند نحوه تأثیرگذاری فقر بر محیط زیست را تغییر دهد.

در غیاب دولت‌های محلی در ایران و تمرکز تصمیم‌گیری در سطح ملی، تحلیل تعاملات استانی از طریق رویکردهای سرریز فضایی ضروری است. در پژوهش حاضر سعی بر این است که اثرات فقر را از طریق کیفیت نهادی، مقررات بازدارنده و قیمت انرژی در سطح استان‌های ایران تحلیل کند. این مطالعه همچنین به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا اثرات مخرب فقر بر محیط زیست را شناسایی کرده و سیاست‌های مناسبی را برای کاهش این اثرات ارائه دهند.

اغلب مطالعاتی که فقر و تخریب محیط زیست در سطوح ملی یا بین‌المللی را مورد بررسی قرار داده‌اند، یا در روابط عمومی یا بر اساس تأثیر یک یا چند متغیر محدود بوده است. در این مطالعه،

1. Todaro (2020).
2. Thomas. R. Malthus
3. Treadmill of Production Theory
4. Schnaiberg (1980).
5. Wackernagel & Rees (1998).

برای اولین بار در ایران، میزان تخریب محیط زیست با توجه به میزان چند شاخص آلودگی آب، خاک، هوا، جنگل زدایی و تغییر اقلیم به عنوان یک شاخص ترکیبی تعیین شده و در این راستا، با در نظر گرفتن کانال‌های مختلف، تأثیر فقر بر این شاخص ترکیبی مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه که با داده‌های پانل فضایی با استفاده از شاخص‌های مدرن تحلیل شده است، علاوه بر ارائه شواهدی در مورد تأثیرات کیفیت نهادی و مقررات بازدارنده، تجزیه و تحلیلی از چگونگی تأثیر فقر بر تخریب محیط زیست در سطح استان انجام می‌دهد. از این رو، پیشنهادهایی به منظور بهبود کاهش تخریب محیط زیست ارائه شده که منجر به افزایش کیفیت زندگی در استان‌های ایران خواهد شد. فقر و اثر آن بر تخریب محیط زیست، به عنوان یکی از چالش‌های مهم توسعه پایدار کشورهای در حال توسعه شناخته می‌شود، اما فقدان تحقیقات و مطالعات جامع و مدون در این زمینه در کشور، به شدت به چشم می‌خورد. اولویت تحقیق این است که نشان دهد وجود فقر به این معنا نیست که تخریب محیط زیست به عنوان پیامد حتمی آن است. نتایج این تحقیق می‌تواند با تغییر نگرش نسبت به فقرا و عملکرد و رفتار آنها نسبت به شوک‌های وارده از سوی نهادها و قوانین وضع شده در کشور در سیاست‌گذاری‌های آتی مؤثر و مفید واقع شود. بعضی از این شوک‌ها می‌تواند قیمت‌گذاری دولت بر انرژی و یا پرداخت جریمه برای جبران خسارت وارده به محیط زیست و یا وضع قوانین پاک باشد. هدف از نگارش این مقاله، بررسی تأثیر فقر بر تخریب محیط زیست به واسطه مجموعه‌ای از مجراهای اثرگذاری به‌طور همزمان و در قالب الگوی پانل فضایی در استان‌های ایران است. در واقع، مجاری اثرگذاری فقر از طریق عوامل نهادی، مقررات بازدارنده و قیمت انرژی بر تخریب محیط زیست در سطح استان‌های کشور، شناسایی خواهد شد.

۲. پیشینه پژوهش

در این قسمت، مطالعات مرتبط با عنوان تحقیق و مطالعاتی که برخی از واژگان کلیدی پژوهش حاضر را در بر گرفته‌اند، به‌صورت مختصر شرح داده می‌شوند. ابتدا مطالعات داخلی و سپس مطالعات خارجی بیان و در نهایت نوآوری پژوهش ارائه می‌گردد.

حمزه‌ای و محمدی (۱۳۹۱)، در مدل مقاله "فقر و تخریب محیط زیست با مطالعه موردی: دهستان جلالوند استان کرمانشاه"، رابطه‌ای دوطرفه بین فقر و تخریب محیط زیست را بررسی کرده و نتیجه می‌گیرند، عواملی مانند عوامل محیطی، عدم رسیدگی دولت به منابع طبیعی، ناکارآمدی سیاست‌های بازدارنده از تخریب محیط زیست نیز در ایجاد این رابطه، نقش تأثیرگذاری دارند. عوامل محیطی و عدم رسیدگی دولت به منابع طبیعی بیش از ناکارآمدی سیاست‌های بازدارنده، در تقویت چرخه شوم فقر و تخریب محیط زیست مؤثرند.

فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲)، به "بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در استان‌های کشور" با مدل داده‌های تابلویی در سال‌های ۸۶-۱۳۸۲ پرداخته‌اند. نتایج حاکی است

شدت انرژی، درآمد سرانه واقعی، میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی، از عوامل مهم اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر آلودگی محیط زیست هستند.

عزیزی و پوراصغر سنگاچین (۱۴۰۰)، به "بررسی رابطه فقر و شاخص عملکرد محیط زیست در کشورهای با گروه درآمدی مختلف" پرداختند. نتایج نشان داد، همبستگی بین دو متغیر ۰/۵۰- است. یعنی با کاهش فقر، شاخص عملکرد محیط زیست نیم واحد بهبود می‌یابد. تحلیل رگرسیونی با توجه به گروه‌بندی درآمدی کشورها به وسیله بانک جهانی نیز نشان داد، در کشورهای با درآمد کم، بین درآمد و شاخص عملکرد محیط زیست آن‌ها ارتباط منفی و معناداری وجود دارد.

سامانی و همکاران (۱۴۰۳)، به تعیین رابطه علی بین تخریب محیط زیست و نابرابری درآمد در استان‌های ایران پرداختند. نتایج نشان‌دهنده علیت یک طرفه از نابرابری درآمد به تخریب محیط زیست است و تخریب محیط زیست، علت نابرابری درآمدی نیست. در حالی که نابرابری درآمد منجر به تخریب محیط زیست می‌شود، عوامل دیگری در ایجاد نابرابری درآمد نقش دارند. نابرابری درآمد، سرانه تولید ناخالص داخلی و ساختار صنعتی، باعث افزایش و شدت انرژی، آموزش و بودجه زیست محیطی دولت، باعث کاهش تخریب محیط زیست می‌شود. تخریب محیط زیست، آموزش و تولید ناخالص داخلی سرانه بر نابرابری درآمد تأثیر منفی می‌گذارد، در حالی که بودجه حفاظت از محیط زیست و مالیات، نابرابری درآمد را بدتر می‌کند.

بندری و خسروی (۱۴۰۲)، به بررسی اثر فقر روستایی بر تخریب جنگل‌های زاگرس پرداختند. یافته‌های این تحقیق، نشان داد، پایین بودن سطح اقتصادی روستا و درآمد کم خانوارهای روستایی، یکی از دلایل تخریب جنگل‌های زاگرس است.

السدير و کارولین (۲۰۱۰)، به "ارزیابی رابطه بین فقر و آب در مناطق روستایی کشور چین با تأکید بر ابعاد توسعه در بین ۵۳۴ خانوار" پرداخته و نشان دادند، رابطه مثبت بین دسترسی به آب و احتمال رهایی از فقر وجود دارد.

خان (۲۰۲۱) به "چگونه تمرکززدایی مالی بر انتشار CO₂ تأثیر می‌گذارد؟ نقش‌های نهادها و سرمایه انسانی" پرداخته است. از این رو، علاوه بر تأثیر مستقیم، فرض می‌کند که تمرکززدایی مالی می‌تواند به طور غیرمستقیم بر انتشار CO₂ تأثیر بگذارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با مجوز دادن به یک واحد پایین‌تر از ایالت، کشورها می‌توانند برای بهبود کیفیت محیطی با موفقیت سیاست‌های مرتبط را اجرا کنند.

1. Alasdair (2010).

2. Caroline (2010).

3. Khan (2021).

احمد^۱ (۲۰۲۲)، به "توسعه مالی و تخریب محیط زیست: آیا انسان سرمایه و کیفیت نهادی تفاوت ایجاد می کند؟" پرداخته است. اثرات منفی اکولوژیکی توسعه مالی تحلیل علیت، نشان داد که هر سیاستی مربوط به توسعه مالی، سرمایه انسانی و کیفیت سازمانی بر EF تأثیر می گذارد. هونجرا (۲۰۲۳) به "بررسی بین منطقه‌ای کیفیت نهادی و توسعه پایدار" در اقتصاد در حال توسعه متعلق به مناطق مختلف طی دوره ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ پرداخته است. به عنوان شاخص‌های توسعه پایدار، صرفه‌جویی خالص تعدیل شده برای پایداری اقتصادی و انتشار CO₂ و حفظ مناطق جنگلی را به عنوان محیط‌زیست در نظر می گیرد. بر این اساس، نتایج مربوط به تأثیر متفاوت مؤلفه‌های تفکیک شده نهادی بر شاخص‌های توسعه پایدار در سراسر مناطق، باید هنگام طراحی سیاست‌های زیست محیطی منطقه‌ای در نظر گرفته شود.

کریستن و همکاران^۲ (۲۰۲۳)، در مطالعه ای با عنوان "فرار از دام فقر-محیط زیست: بررسی رابطه غیرخطی بین تخریب محیط زیست و فقر"، به بررسی ارتباط پیچیده بین فقر و تخریب محیط زیست می پردازند. نتایج این تحقیق، نشان می دهد، در حالی که فقر به عنوان عامل تخریب محیط زیست شناخته شده، تخریب محیط زیست به طور نامتناسبی بر فقرا تأثیر می گذارد و تله فقر-محیط زیست را تقویت می کند.

راکشید و همکاران^۳ (۲۰۲۳)، به بررسی اثرات فقر و شهرنشینی بر تخریب محیط زیست در جنوب صحرای آفریقا می پردازند. یافته‌ها نشان می دهد که هم فقر و هم شهرنشینی سریع، به طور قابل توجهی به چالش‌های زیست محیطی در منطقه کمک می کنند و بر نیاز به سیاست‌های یکپارچه‌ای که توسعه اقتصادی و پایداری زیست محیطی را همزمان مورد توجه قرار می دهند، تأکید می کند.

روتینا و همکاران^۴ (۲۰۲۴)، به بررسی ارتباط متقابل بین مسائل زیست محیطی، فقر و بازنمایی رسانه‌ای می پردازد. این تحقیق چگونگی چهارچوب‌بندی این موضوعات و تأثیر آنها بر ادراک عمومی و سیاست‌گذاری را تحلیل می کند. این مطالعه بر نقش رسانه‌ها در شکل‌دهی روایت‌ها پیرامون فقر و تخریب محیط زیست تأکید می کند، که می تواند بر تصمیم‌گیری‌های سیاست‌گذاری و آگاهی عمومی تأثیر بگذارد.

دادا و همکاران^۵ (۲۰۲۴)، نقش تعدیل کننده توسعه مالی را در پیوند بین فقر انرژی و محیط زیست پایدار در کشورهای آفریقایی بررسی کردند. نتایج نشان می دهد که دسترسی به انرژی پاک و الکتریسیته، تأثیر منفی بر ردپای اکولوژیکی دارد. از این رو، فقر انرژی، باعث افزایش تخریب محیط زیست می شود. توسعه مالی به طور مثبت بر تخریب محیط زیست تأثیر می گذارد. به طور مشابه،

1. Ahmed (2022).
2. Kirsten et al. (2023).
3. Rakshid et al. (2023).
4. Rotina et al. (2024).
5. Dada et al. (2024).

اصطلاح تعاملی فقر انرژی و توسعه مالی، تأثیر مثبت قابل توجهی بر رد پای اکولوژیکی دارد. بنابراین، بخش مالی به فقر انرژی و تخریب محیط زیست می افزاید. علاوه بر این، درآمد سرانه و نهادهای، کیفیت محیطی را بدتر می کنند؛ در حالی که شهرنشینی باعث تقویت محیط زیست می شود.

اسدالله و همکاران^۱ (۲۰۲۴)، به بررسی رابطه بین فساد، نابرابری درآمد، و تخریب محیط زیست در پاکستان با استفاده از داده‌های سری زمانی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۲ پرداختند. در غیاب فساد، نابرابری درآمد، یک همبستگی منفی با تخریب محیط زیست نشان می دهد، به این معنی که توزیع عادلانه تر درآمد، ممکن است فشارهای محیطی را کاهش دهد. با این حال، این رابطه در حضور فساد معکوس می شود، جایی که اثر ترکیبی فساد و نابرابری درآمد تأثیر مثبتی بر تخریب محیط زیست در درازمدت دارد. این یافته‌ها بر ماهیت چندوجهی رابطه بین عوامل اجتماعی-اقتصادی و نتایج زیست محیطی تأکید می کنند و اهمیت در نظر گرفتن عوامل زمینه‌ای مانند فساد در درک پویایی‌های تخریب محیط زیست را برجسته می کنند.

راسیگنولی^۲ (۲۰۲۴)، به بررسی رابطه بین فقر انرژی، عدالت زیست محیطی و جابه‌جایی اجباری پرداخت. یافته‌ها نشان داد، عدم شناسایی وضعیت قانونی افراد آواره شده در پی اختلالات زیست محیطی، مستلزم تأمل عمیق تری در مورد سیاست‌های آینده جایگزین است.

ناک^۳ (۲۰۲۴)، به بررسی موضوع تخریب محیط زیست و کاهش فقر در جوامع منتخب در ایالت ریورز، نیجریه پرداخت. یافته‌ها نشان داد که بین تخریب محیط زیست و ناتوانی در دستیابی به فقرزدایی در جوامع منتخب به‌رغم تمام تلاش‌های دولت، ارتباط معناداری وجود دارد، که به سادگی ریشه در این واقعیت دارد که با ادامه تخریب غیرانسانی اکوسیستم طبیعی شرکت‌های چندملیتی نفت، توانایی جوامع میزبان برای ارتقاء معیشت سالم بویژه برای آنهایی که برای زندگی خود به کشاورزی، ماهیگیری و شکار وابسته هستند، به‌طور چشمگیری تضعیف می شود.

مطالعات موجود درباره رابطه فقر و تخریب محیط زیست، اغلب به‌صورت کلی یا در مقیاس ملی انجام شده و معمولاً تنها یک یا چند عامل محدود را مورد بررسی قرار داده‌اند. به‌عنوان مثال، در بیشتر پژوهش‌ها، تخریب محیط زیست تنها به یک جنبه مانند آلودگی هوا یا جنگل‌زدایی محدود شده است. در ایران، مطالعات منطقه‌ای و استانی در این حوزه بسیار محدود است و ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و نهادی استان‌ها که می‌توانند نحوه تأثیرگذاری فقر بر محیط زیست را تغییر دهند، به‌طور کامل بررسی نشده‌اند. همچنین، فقدان تحلیل جامع درباره اثرات فضایی و سرریز فقر و تخریب محیط زیست میان استان‌های همجوار، یک شکاف عمده در ادبیات تحقیق محسوب می‌شود؛ در حالی که

1. Asadollah et al. (2024).

2. Rosignoli (2024).

3. Noc (2024).

در غیاب دولت‌های محلی و با تمرکز تصمیم‌گیری در سطح ملی، درک تعاملات استانی و فضایی اهمیت بالایی دارد.

این مطالعه با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)^۱، شاخصی ترکیبی از تخریب محیط زیست ارائه داده است. این رویکرد، برای نخستین بار در ایران، امکان بررسی جامع‌تر تخریب محیط زیست را فراهم کرده است. همچنین، این پژوهش، اثرات فقر بر تخریب محیط زیست را از طریق چندین مجرای اثرگذاری شامل کیفیت نهادی، مقررات بازدارنده، و قیمت انرژی به‌طور همزمان تحلیل می‌کند. به‌کارگیری روش اقتصادسنجی فضایی برای بررسی سرریزهای بین استانی، یکی دیگر از جنبه‌های نوآورانه این تحقیق است که امکان تحلیل ارتباط بین تخریب محیط زیست یک استان و استان‌های مجاور را فراهم می‌سازد. علاوه بر این، پژوهش حاضر، نه تنها به تحلیل اثرات مستقیم فقر بر محیط زیست می‌پردازد، بلکه اثرات غیرمستقیم و سرریز را نیز مورد توجه قرار داده است. نتایج این مطالعه، نشان داده که سیاست‌های بهبود کیفیت نهادی یا کاهش فقر در یک استان، می‌تواند تأثیرات قابل‌توجهی بر استان‌های همجوار داشته باشد. به این ترتیب، این تحقیق به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا به‌جای تمرکز صرف بر راهکارهای محلی، سیاست‌هایی را طراحی کنند که اثرات گسترده‌تر و منطقه‌ای داشته باشند.

۳. مبانی نظری

۳-۱. نظریه‌های مرتبط با فقر و تخریب محیط زیست

فرضیه زیست محیطی کوزنتس (EKC)^۲، یکی از مفاهیم کلیدی در تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست است. این فرضیه بیان می‌کند که رابطه‌ای غیرخطی و به شکل U معکوس بین این دو عامل وجود دارد. در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، افزایش فعالیت‌های تولیدی و مصرف انرژی‌های فسیلی موجب تخریب محیط زیست می‌شود، اما با رسیدن به یک سطح مشخص از درآمد سرانه، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک، آگاهی زیست محیطی، و سیاست‌های دولتی، منجر به کاهش تخریب محیط زیست می‌گردد. این نظریه اهمیت سیاست‌گذاری مناسب برای عبور سریع‌تر از نقطه اوج تخریب را نشان می‌دهد.

نظریه چرخه فقر- محیط زیست^۳ (PEC)

نظریه چرخه فقر- محیط زیست توضیح می‌دهد که فقر به دلیل وابستگی شدید به منابع طبیعی برای تأمین نیازهای اولیه زندگی، فشار بیشتری بر محیط زیست وارد می‌کنند. این وابستگی منجر به استخراج بی‌رویه منابع، تخریب جنگل‌ها، و آلودگی آب و خاک می‌شود. در نتیجه، کیفیت محیط

1. Principal Component Analysis
2. Environmental Kuznets Theory
3. Poverty-Environment Cycle

زیست کاهش یافته و فقر در این مناطق عمیق‌تر می‌شود. دورایاپاه (۱۹۹۸) بر اهمیت برنامه‌های حمایتی مانند دسترسی به انرژی پاک و منابع جایگزین برای شکستن این چرخه تأکید دارد.

تأثیر نابرابری درآمد و دسترسی به انرژی پاک

نابرابری درآمد و نبود دسترسی به انرژی پاک، از دیگر عواملی هستند که رابطه بین فقر و تخریب محیط زیست را تشدید می‌کنند. مناطق فقیرنشین معمولاً فاقد زیرساخت‌های لازم برای بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر هستند و به مصرف سوخت‌های سنتی مانند چوب و زغال وابسته‌اند. این امر نه تنها آلودگی هوا را افزایش می‌دهد، بلکه باعث تخریب جنگل‌ها و کاهش تنوع زیستی نیز می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که کاهش نابرابری درآمد و بهبود دسترسی به انرژی پاک می‌تواند به کاهش فشار بر منابع طبیعی و بهبود کیفیت محیط زیست منجر شود (UNDP, 2020).

۲-۳. کیفیت نهادی و تأثیر آن بر محیط زیست

کیفیت نهادی پایین، از جمله فساد، ناکارآمدی اجرایی، و عدم شفافیت، یکی از عوامل مهم تخریب محیط زیست است. در مناطقی که کیفیت نهادی ضعیف است، ممکن است منابع طبیعی به صورت غیرقانونی یا غیراخلاقی بهره‌برداری شوند. نظریه "لنگرگاه آلودگی"^۲ نیز بیان می‌کند که کشورهای با قوانین زیست محیطی ضعیف، به مقصد سرمایه‌گذاری فعالیت‌های آلاینده تبدیل می‌شوند. این موضوع می‌تواند در سطوح منطقه‌ای نیز مشاهده شود، بویژه در کشوری مانند ایران که فاقد دولت‌های محلی است و تصمیم‌گیری‌ها به صورت متمرکز انجام می‌شود.

۳-۳. قیمت انرژی و تأثیر آن بر تخریب محیط زیست

قیمت انرژی، نقش تعیین‌کننده‌ای در مصرف انرژی‌های فسیلی و میزان تخریب محیط زیست دارد. قیمت پایین انرژی فسیلی معمولاً به مصرف بی‌رویه و ناپایدار این منابع منجر می‌شود که تأثیرات مخربی بر محیط زیست از جمله افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی هوا، و کاهش منابع طبیعی دارد. نتایج مطالعات نشان می‌دهند که کاهش یارانه‌های انرژی و تعیین قیمت‌های واقعی‌تر برای سوخت‌های فسیلی، می‌تواند به کاهش مصرف آن‌ها و تشویق به استفاده از منابع انرژی پاک منجر شود (استرنر، ۲۰۰۷).

یارانه‌های انرژی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به عنوان یک سیاست رفاهی اعمال می‌شود، اما در عمل می‌تواند اثرات زیانباری بر محیط زیست داشته باشند. این یارانه‌ها غالباً مصرف سوخت‌های فسیلی را افزایش می‌دهند و انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را کاهش می‌دهند. به عنوان مثال، مطالعه‌ای در خاورمیانه و شمال آفریقا، نشان داده است که حذف

1. Duraiappah (1998).

2. Pollution Haven Hypothesis

3. Sterner (2007).

تدریجی یارانه‌های انرژی می‌تواند تا ۲۵ درصد کاهش در انتشار کربن در این منطقه ایجاد کند (IMF، ۲۰۱۳). در مقابل، قیمت‌گذاری صحیح انرژی، با انعکاس هزینه‌های زیست‌محیطی در قیمت نهایی، می‌تواند رفتار مصرف‌کنندگان را تغییر دهد. سیاست‌های مالی مانند مالیات بر کربن یا تعیین قیمت‌های پلکانی برای مصرف انرژی، ابزارهایی هستند که به کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی کمک می‌کنند و در عین حال، منابع مالی برای توسعه فناوری‌های انرژی پاک فراهم می‌آورند (پری و همکاران، ۲۰۱۴). این سیاست‌ها همچنین می‌توانند باعث انتقال به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر شوند که تأثیرات زیست‌محیطی کمتری دارند.

۴. روش شناسی پژوهش

در این مطالعه، تخریب محیط زیست، خود، شامل ۶ متغیر کمیایی آب، آلودگی آب، خاک، هوا، جنگل زدایی و تغییر اقلیم می‌باشد. در این بخش جهت رفع مشکل و فراهم کردن امکان استفاده توأمان از چندین شاخص تخریب محیط زیست، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) شاخص ترکیبی ساخته می‌شود که اکثر ابعاد تخریب محیط زیست را در برگیرد. از آنجایی که در این پژوهش، داده‌های مورد استفاده از استان‌های مجاور تهیه می‌گردد و دارای جزء مکانی هستند، از روش اقتصادسنجی فضایی^۲ استفاده می‌شود. چنانچه برای هر مکان یک مشاهده وجود داشته باشد و مشاهده مربوط به هر مکان، متأثر از مشاهدات مکان‌های دیگر باشد، در این صورت، تعداد پارامترها بسیار زیاد خواهد بود که اساساً چنین رابطه‌ای برای پژوهش‌های تجربی با الگوی روش‌های مرسوم اقتصادسنجی کاربرد نخواهد داشت.

۵. برآورد مدل تحقیق و نتایج آن

۵-۱. معرفی آمار و متغیرهای تحقیق

در اینجا لازم است توضیحی در خصوص نحوه محاسبه داده‌های استانی تحقیق ذکر شود. **متغیر وابسته:** شاخص ترکیبی تخریب محیط زیست (ENV): همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، خود شامل شش متغیر زیر می‌باشد و از طریق روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی حاصل می‌شود:

الف) کمیایی آب = WSCARCITY: استان‌های کشور از نظر شاخص آسیب‌پذیری منابع آب (تنش آبی) به شش دسته مرطوب (عدد شاخص زیر ۲۰)، نرمال (شاخص بین ۲۰-۳۹)، قابل تحمل (شاخص بین ۴۰-۵۹)، تنش آبی (۶۰-۷۴)، تنش آبی شدید (۷۵-۸۴) و کمبود آب (بالای ۸۵) تقسیم می‌شوند. ارقام هر استان در یک سال آبی مشخص براساس طبقه‌بندی سالنامه آماری آب کشور منتشر شده توسط شرکت مدیریت منابع آب وزارت نیرو به‌دست آمده است.

1. Parry et al. (2014).

2. Spatial Econometric Method

ب) **آلودگی آب** (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر) $W_{\text{POLL}} = \text{ppm}$: میزان آلودگی آب هر استان در این تحقیق از میانگین TDS_1 (درجه سختی) آب‌های زیرزمینی و از سامانه پایه منابع آب شرکت مدیریت منابع آب کشور استخراج شده است. منظور از TDS غلظت املاح موجود در آب‌های زیرزمینی می‌باشد که برابر مجموع همه یون‌های موجود در آب است.

پ) **آلودگی هوا** (بر حسب میلیون لیتر) $APOLL =$: این تحقیق به دو دلیل از گاز دی اکسیدکربن (CO_2) به‌عنوان شاخص آلودگی هوا استفاده می‌کند؛ اول اینکه حدود ۶۰ درصد از آثار گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های مربوط به انتشار CO_2 است؛ دوم، در دسترس بودن اطلاعات آن برای دورانی طولانی و برای بیشتر استان‌های ایران است. برای محاسبه متغیر انتشار CO_2 در سطح استان‌های ایران، از داده‌های پنج سوخت نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید، بنزین و گازمایع استفاده شده است که بیشترین انتشار CO_2 را در میان حامل‌های انرژی دارند. برای محاسبه میزان انتشار CO_2 در سطح هر استان برای یک سال مشخص، ابتدا مصرف پنج سوخت مذکور در تمامی بخش‌های اقتصادی (سهام آن حامل) برای یک سال مشخص در ضرایب انتشار CO_2 هر یک ضرب شده و سپس اعداد به‌دست آمده برای آن سال مشخص با یکدیگر جمع شده، مصارف استانی حامل‌های انرژی نیز از ترازنامه انرژی کشور و ترازنامه هیدروکربوری کشور به‌دست آمده است.

ت) **آلودگی خاک** (بر حسب تن) $SPOLL =$: به‌دلیل نقص در انتشار آمار آلودگی خاک در استان‌ها و برای دوره زمانی طولانی، مقدار توزیع کودشیمیایی موجود در خاک در هر استان به‌عنوان شاخص آلودگی خاک در نظر گرفته شد. ارقام مورد نظر از سالنامه آماری کشور اخذ شده است.

ث) **جنگل زدایی** $DEFOR =$: مساحت جنگل‌کاری و نسبت جنگل احیا شده به کل جنگل‌های هر استان، به‌صورت معکوس، به‌عنوان شاخص جنگل‌زدایی استخراج شده است. این ارقام نیز از سالنامه آماری کشور به‌دست آمده است.

ج) **تغییر اقلیم** $CLIMATE =$: شاخص بارش - تبخیر و تعرق پتانسیل استاندارد ($SPEI_2$)، توسط ویسنته سرانو^۳ و همکاران (۲۰۱۰) به‌عنوان یک شاخص خشکسالی اقلیمی معرفی شد. این شاخص مبتنی بر محاسبه بیلان آب اقلیمی است و برای محاسبه آن به داده‌های سالانه بارندگی و دمای هوا نیاز است. معادله بیلان آب اقلیمی به صورت $D=P-PET$ تعریف می‌شود که P و PET به‌ترتیب بارندگی و اختلاف دمای بیشینه و کمینه هوای هر استان در سال مشخص، D اختلاف آن‌ها است. این شاخص برای دوره‌های زمانی مختلف قابل استفاده است. میزان بارندگی و دمای بیشینه و کمینه هر استان برای دوره زمانی مورد مطالعه، از سالنامه آماری کشور به‌دست آمده است.

-
1. Total dissolved solids
 2. Standardized Precipitation minus Evapotranspiration Index
 3. Vicente-Serrano et al. (2010).

متغیرهای مستقل

درآمد سرانه (بر حسب میلیون ریال) = ip : تولید ناخالص داخلی (ارزش افزوده) به قیمت ثابت در دوره زمانی مورد مطالعه در هر استان بر جمعیت همان استان تقسیم شده و به عنوان درآمد سرانه آن استان در نظر گرفته شده که ارقام آن نیز از درگاه ملی آمار کشور استخراج شده است.

خط فقر (بدون واحد) = ov : یکی از شاخص‌های محاسبه خط فقر، روش معکوس ضریب انگل است. این شاخص، معیاری است که براساس هزینه‌های خوراکی و دخانی نسبت به کل هزینه‌های خانوار در استان‌ها محاسبه می‌شود. ارقام آن نیز از درگاه ملی آمار کشور استخراج شده است.

کیفیت نهادی (بدون واحد) = INS : به دلیل فقدان آمار سری زمانی کیفیت نهادی به صورت استانی، شاخص استانی محیط کسب و کار منتج از طرح پایش ملی کسب و کار ایران (مرکز پژوهش‌های اتاق ایران) به عنوان شاخص کیفیت نهادی است. اعداد میان صفر و ۱۰ می‌باشد و بالاتر بودن عدد آن، به معنای بدتر بودن وضعیت استان می‌باشد (مرکز آمار و اطلاعات اقتصادی و پایش اصل ۴۴، ۱۴۰۱).

مقررات بازدارنده (بر حسب تعداد) = reg : تعداد آزمایشگاه‌های معتمد محیط زیست تأسیس شده در هر استان که از سایت سازمان حفاظت محیط زیست کشور استخراج شده است، به عنوان شاخص مقررات بازدارنده در نظر گرفته شد.

قیمت انرژی (بر حسب ریال) = eng : محاسبه قیمت وزنی انرژی بدین گونه است که قیمت پنج حامل انرژی (نفت سفید، نفت کوره، نفت گاز، بنزین و گاز طبیعی) در مصرف استانی در سال مشخص ضرب می‌شود و سپس برای آن سال مشخص با یکدیگر جمع شده‌اند. براساس میانگین وزنی شاخص قیمت حامل‌های انرژی استان‌ها به دست می‌آید. داده‌های مورد نیاز از ترازنامه انرژی کشور و ترازنامه هیدروکربوری استخراج شد. بنابراین، الگوی مدل تحقیق به صورت زیر خواهد بود:

$$(ENV = ip, Pov, INS, reg, ENg) \quad (۵-۱)$$

از آنجا که مقررات بازدارنده نیز توسط نهادها تعیین می‌شود، پس میان متغیرهای مقررات بازدارنده و کیفیت نهادی، تعامل و همبستگی وجود دارد. بنابراین مدل به شکل زیر بسط می‌یابد:

$$(ENV = ip, Pov, INS, reg * INS, ENg) \quad (۵-۲)$$

همان طور که بیان شد، الگوی فوق به شکل تابلویی همراه با اثرات ثابت دوره‌ای و زمانی برآورد می‌شود. کلیه متغیرهای این تحقیق به تفکیک ۳۱ استان کشور در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ استخراج شده است.

۲-۵. تخمین مدل

سه روش کلی به منظور لحاظ کردن آثار فضایی از طریق عملیات تأخیر فضایی بر متغیر وابسته، مستقل و جملات خطا وجود دارد (آنسلین، ۱۹۸۸؛ لوساز، ۲۰۰۹). یک مدل عمومی مقطعی، که همه آثار ممکن فضایی را در مدل استاندارد تعریف می‌کند، به صورت معادله (۵-۳) است:

$$y = \pi Wy + \alpha_n + X\beta + WX\gamma + \varepsilon \quad (5-3)$$

$$\varepsilon = \theta W\varepsilon + u$$

که در آن، π ضریب خودبازگشت فضایی، θ ضریب خودهمبستگی فضایی و α همانند β نشان‌دهنده یک بردار $K \times 1$ از پارامترهای ثابت و ناشناخته است که باید تخمین زده شود و W ماتریس $N \times N$ فضایی است. در این صورت، در این معادله Wy به آثار متقابل درونزا در میان متغیرهای وابسته اشاره می‌کند، WX به آثار متقابل برونزا در بین متغیرهای مستقل و Wu به آثار متقابل جملات خطا در واحدهای مختلف. این مدل مدل عمومی آشیانه‌ای فضایی (GNSM) نامیده می‌شود. بر این اساس، مدل OLS می‌تواند به صورت‌های کلی‌تر و عام‌تر همچون مدل با وقفه فضایی - که به نوعی مدل خودبازگشت فضایی (SAR) و شامل یک متغیر وابسته تأخیردار فضایی است - یا مدل تأخیردار متغیر مستقل (SLX) یا مدل خطای فضایی (SEM) - که شامل جملات اخلاص تأخیردار فضایی است - گسترش یابد. همچنین، می‌توان از ترکیب مدل‌های SAR و SEM به مدل SAC رسید یا از ترکیب مدل‌های SLX و SAR به مدل دوربین فضایی (SDM) و از ترکیب مدل‌های SLX و SEM به مدل خطای دوربین فضایی (SDEM) رسید و در نهایت، با ترکیب سه مدل کلی SAC، SDEM و SDM به مدل عمومی GNSM رسید. این مدل‌ها در قالب مدل‌های ترکیبی اثر ثابت و تصادفی قابل تعریفاند (الهورست، ۲۰۱۴).

مرحله اول: بررسی همبستگی بین مقاطع

برای بررسی مانایی داده‌ها با توجه به نوع داده‌های تابلویی، در ابتدا برای هر متغیر آزمون خودهمبستگی مقطعی انجام می‌شود؛ در صورتی که همبستگی مقطعی مورد تأیید قرار بگیرد، از آزمون‌های مانایی استفاده می‌شود. این آزمون‌های مانایی به دو گروه یکی با در نظر گرفتن همبستگی بین مقاطع و یکی بدون در نظر گرفتن همبستگی بین مقاطع انجام می‌شود. در گروه با وابستگی مقطعی از آزمون‌هایی مانند آزمون‌های PANIC^۱ و CIPS^۲ استفاده خواهد شد و در غیر این صورت از آزمون‌های رایج بدون وابستگی مقطعی مانند لوین، لین و چو (LLC)، ایم، پسران و شین (IPS)، دیکی‌فولر (ADF) و فیلیپس پرون (PP) استفاده می‌شود. حال آزمون همبستگی مقطعی توسط

1. Anselin (1988).

2. Lesage (2009).

آزمون‌های LM بروش-پاگان، LM پسران مقیاس شده، LM ارب - تصحیح شده مقیاس شده و CD پسران بررسی می‌شوند. نتایج آزمون همبستگی مقطعی داده‌ها به‌صورت خلاصه در جدول (۱) گزارش شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون‌های همبستگی بین مقاطع

Table.1: Cross-Section Dependence Test

نتیجه	پسران CD	LM ارب - تصحیح شده مقیاس شده	LM پسران مقیاس شده	LM بروش پاگان	متغیر
دارای وابستگی مقطعی	۱۶,۶۵ (۰/۰۰۰)	۱۳,۴۴ (۰/۰۰۰)	۱۵,۱۷ (۰/۰۰)	۹۲۷,۶۷ (۰/۰۰)	ENV
	-۲,۱۳ (۰/۰۳۳۸)	-۳,۴۶ (۰/۰۰۰۵)	-۱,۷۳ (۰/۰۸۲۰)	۴۱۱,۹۵ (۰/۹۶۳۱)	ip
دارای وابستگی مقطعی	۴۰,۹۲ (۰/۰۰)	۴۷,۱۳ (۰/۰۰)	۴۸,۸۵ (۰/۰۰)	۱۹۵۴,۹۶ (۰/۰۰)	pov
	۵۹,۷۲ (۰/۰۰)	۱۰۳,۸۷ (۰/۰۰)	۱۰۵,۵۹ (۰/۰۰)	۳۶۸۵,۳۱ (۰/۰۰)	eng
دارای وابستگی مقطعی	۱۰,۸۸ (۰/۰۰)	۷,۳۷ (۰/۰۰)	۹,۰۹ (۰/۰۰)	۷۴۲,۴۶ (۰/۰۰)	ins
	۷,۳۴ (۰/۰۰)	۳,۰۳ (۰/۰۰۳۴)	۴,۷۵ (۰/۰۰)	۶۱۰,۰۸ (۰/۰۰)	reg

مأخذ: یافته‌های تحقیق، اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده احتمال هستند.

بر اساس نتایج این آزمون، فرضیه صفر دال بر عدم استقلال مقطعی بین متغیرها، تأیید می‌شود و متغیرهای مدل دارای وابستگی مقطعی هستند. بر این اساس استفاده از آزمون‌های مرسوم مانایی (بدون همبستگی مقاطع)، دارای اشکال بوده و می‌باید از آزمون‌هایی که همزمان با بررسی ریشه واحد وابستگی بین مقاطع نیز مورد بررسی قرار می‌دهند (مانند آزمون PANIC)، آزمون شود.

مرحله دوم: بررسی آزمون مانایی

جدول ۲: نتایج آزمون مانایی (ریشه واحد)

Table.2: Panel unit root test

نتیجه	آزمون لوین، لین و چو	آزمون PANIC	متغیر
مانا	-۴,۷ (۰/۰۰)	-۱۶,۵۳ (۰,۷۷)	ENV
مانا	-۱۴,۰۶ (۰/۰۰)	-۱۷,۵۷ (۰,۷۹)	ip
مانا	-۱۲,۰۵ (۰/۰۰)	-۵,۰۸ (۰,۸۵)	pov
مانا	-۵,۲۰ (۰/۰۰)	۰,۰۰ (۰,۹۶)	eng
مانا	-۱۱,۳۷ (۰/۰۰)	-۱۹,۰۷ (۰,۹۹)	ins
مانا	-۸,۸۱ (۰/۰۰)	-۱۹,۵۸ (۰,۹۴)	reg

سطح معنی‌داری ۵ درصد، اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده احتمال هستند.

بر اساس آزمون لوین، لین و چو، ریشه واحد با فرض خودهمبستگی بین مقاطع برای متغیرهای تحقیق رد شده و داده‌ها مانا در سطح صفر هستند. بر اساس آزمون PANIC، چنانچه معناداری آماره آزمون کمتر از سطح خطای مورد نظر (در اینجا ۰/۰۵) باشد، متغیر مورد آزمون ایستا (مانا) می‌باشد. این بدان معنی است که میانگین و واریانس متغیرها در طول زمان و کوواریانس متغیرها بین سال‌های مختلف ثابت بوده است و در نتیجه، متغیرهای مورد بررسی، تغییرات ساختاری نداشته و استفاده از این متغیرها در مدل باعث به‌وجود آمدن رگرسیون کاذب نمی‌شود. بر اساس آزمون PANIC وجود رابطه همبستگی بین مقاطع در متغیرها تأیید می‌شود.

مرحله سوم: بررسی آزمون‌های تشخیص مدل

هدف اصلی این مرحله، به‌دست آوردن بهترین مدل از انواع و اقسام مدل‌های تابلویی است. به منظور تعیین بهترین نوع مدل تابلویی، با استفاده از آزمون‌های بروش پاگان، هوندا^۱ و کینگ هو^۲ بین مدل‌های اثر تصادفی و مدل تلفیقی (داده‌های ادغام شده)، با استفاده از آزمون لاگرانژ LR بین مدل اثرات ثابت و تلفیقی و با استفاده از آزمون هاسمن بین مدل اثرات ثابت و اثرات تصادفی انتخاب انجام می‌شود. این کار برای هر دو بخش زمانی و مقطعی به‌صورت همزمان انجام شده است. آزمون اول تا سوم در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: نتایج بررسی آزمون‌های تشخیصی

Table 3: Results of diagnostic tests

نتیجه	هر دو (زمانی و مقطعی) آماره (احتمال)	مدل زمانی آماره (احتمال)	مدل مقطعی آماره (احتمال)	نام آزمون	ردیف
اثرات تلفیقی زمانی	۶۳۷,۱۵ (۰,۰۰۰)	۱,۱۳ (۰,۳۸)	۶۳۶,۰۲ (۰/۰۰)	آزمون بروش پاگان	۱ LM
اثرات تلفیقی زمانی	۱۸,۵۸ (۰/۰۰۰)	۱,۰۶ (۰,۱۴)	۲۵,۲۱ (۰/۰۰)	آزمون هوندا	
اثرات تلفیقی زمانی	۱۳,۰۴ (۰/۰۰)	۱,۰۶ (۰,۱۴)	۲۵,۲۱ (۰/۰۰)	آزمون کینگ هو	
اثرات تلفیقی زمانی	۱۵,۷۹ (۰/۰۰)	۱,۶۰ (۰/۰۰)	۲۶,۱۶ (۰/۰۰)	آزمون هوندا استاندارد شده	
اثرات تلفیقی زمانی	۱۰,۵۶ (۰/۰۰)	۱,۶۰ (۰/۰۰)	۲۶,۱۶ (۰/۰۰)	آزمون کینگ هو استاندارد شده	
اثرات ثابت مقطعی	۲۲,۴۷ (۰/۰۰)	۵,۷۵ (۰/۰۰)	۲۷,۳۳ (۰/۰۰)	LR	۲
اثرات ثابت مقطعی	۲,۱۳ (۰,۷۱)	۱,۸۸ (۰,۷۵)	۱,۵۵ (۰,۸۱)	آزمون هاسمن	۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق، اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده احتمال هستند.

بر اساس نتایج آزمون LM، فرضیه صفر یعنی وجود اثرات تلفیقی در مدل زمانی تأیید می‌شود و بر اساس نتایج آزمون LR، فرضیه صفر یعنی وجود اثرات ثابت در مدل مقطعی تأیید می‌شود. بدین منظور و برای انتخاب بهترین مدل لازم است، آزمون هاسمن (فرضیه $H_0 = \text{اثرات تصادفی}$ و $H_1 = \text{اثرات ثابت}$) نیز استفاده شود که در نتیجه فرضیه H_0 رد و وجود اثرات ثابت مقطعی مورد تأیید قرار می‌گیرد. آزمون چهارم، آزمون بررسی ناهمسانی واریانس زمانی و مقطعی LR برای بررسی ناهمسانی واریانس بین واحدهای مقطعی در داده‌های تابلویی است که نتایج آن در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴: نتایج بررسی آزمون ناهمسانی واریانس مقطعی در مدل

Table.4: Results of the cross-sectional variance heterogeneity test in the model

نتیجه	زمانی (احتمال)	مقطعی (احتمال)	نام آزمون
وجود ناهمسانی واریانس مقطعی	۰,۵۰ (۰,۰۰۱)	۰,۸۴ (۰,۰۰)	ناهمسانی واریانس LR

مرحله چهارم: بررسی وجود یا فقدان آثار فضایی

آزمون ضریب لاگرانژ (LM) را الهورست (۲۰۰۸) بدین منظور تعریف کرده است. بر اساس آن، فرضیه صفر مبنی بر فقدان آثار فضایی بر متغیر وابسته (LM _ SAR و RLM _ SAR) جملات خطا (LM _ SEM و RLM _ SEM) آزمون می‌شود. در صورتی که فرضیه صفر رد شود، مدل مبنی بر وجود آثار فضایی تأیید می‌شود. جدول ۵ نتایج بررسی این آزمون برای مدل‌های مختلف LM شامل مدل اثر ثابت فضایی (FE) و اثر تصادفی فضایی (RE) را نشان می‌دهد.

جدول ۵: نتایج آزمون لاگرانژ برای خودهمبستگی فضایی

Table.5: Results of the LM test for spatial autocorrelation

زمان T	فضا S	FE	RE
	$GNSM_1$ و SDM_2 و SAC_3 و $SDEM_4$ و SAR_5 و SLX_6 و SEM_7	۶۵۴,۲ (۰/۰۰)	۶۵۴,۲ (۰/۰۰)

مأخذ: نتایج پژوهش * N به معنی (بدون اثر)، FE به معنی اثر ثابت و RE به معنی اثر تصادفی است.

1. General Nesting Spatial Model (GNSM)
2. Spatial Durbin Model (SDM)
3. Spatial Autocorrelation Model (SAC)
4. Spatial Durbin Error Model (SDEM)
5. Spatial Auto Regressive (SAR)
6. Spatial Lag of X (SLX)
7. Spatial Error Model (SEM)

همان‌طور که از جدول ۵ مشخص است، بر اساس این نتایج، فرضیه صفر رد شده و برای مدل‌های اثر ثابت فضایی و اثر تصادفی فضایی، وجود آثار فضایی بر متغیر وابسته و خطا تأیید می‌شود. اکنون که وجود آثار فضایی تأیید شده است، به تخمین مدل‌های فضایی پرداخته خواهد شد.

مرحله پنجم: تخمین مدل‌های فضایی

در این مرحله، تمامی مدل‌های فضایی در دو بخش ثابت و تصادفی تخمین زده می‌شود. در این قسمت، صرفاً به بررسی تخمین مدل‌ها پرداخته شده و تفسیر امکان پذیر نیست.

جدول ۶: تخمین مدل‌های فضایی در بخش اثرات ثابت

Table.6: Estimation of spatial models in the fixed effects section

مدل/متغیر	GNSM	SDM	SAC	SDEM	SAR	SLX	SEM
<i>ip</i>	-۰,۰۱۹	-۰,۰۱۸	-۰,۰۲۲	-۰,۰۱۹	-۰,۰۲۲	-۰,۰۲	-۰,۰۲۱
(<i>prob</i>)	۰,۱۳۲	۰,۱۸	۰,۰۸۶	۰,۱۴	۰,۰۸۴	۰,۱۳	۰,۰۸
<i>pov</i>	-۰,۰۲۴	-۰,۰۲۵	-۰,۰۲۱	-۰,۰۲۵	-۰,۰۲۷	-۰,۰۲۲	-۰,۰۳۲
(<i>prob</i>)	۰,۲۶	۰,۲۳	۰,۱۴	۰,۲۱۳	۰,۱۰۵	۰,۳۱۴	۰,۰۸۱
<i>eng</i>	-۰,۰۵۵	-۰,۰۷۲	-۰,۰۴۵	-۰,۰۷۶	-۰,۰۵۹	-۰,۰۷۴	-۰,۰۹۲
(<i>prob</i>)	۰,۰۵۴	۰,۰۱۲	۰,۰۰۶	۰,۰۰۵	۰,۰۰۲	۰,۰۱۲	۰
<i>ins</i>	-۰,۰۱۶	-۰,۰۱۷	-۰,۰۱۶	-۰,۰۲	-۰,۰۱۸	-۰,۰۲۱	-۰,۰۲۰۹
(<i>prob</i>)	۰,۳۱۱	۰,۳۱	۰,۲۸	۰,۱۹	۰,۲۴	۰,۲۲	۰,۱۸۱
<i>reg</i>	-۰,۰۰۲۶	-۰,۰۰۲۲	-۰,۰۰۲۰	-۰,۰۰۱۹	-۰,۰۰۱۹	-۰,۰۰۱۳	-۰,۰۰۱۸
(<i>prob</i>)	۰,۰۰۸	۰,۰۰۳۱	۰,۰۰۲۳	۰,۰۰۴۵	۰,۰۰۳	۰,۰۱۵۷	۰,۰۰۳۳
<i>W*env</i>	۱,۳۷	۰,۹۸	۰,۷۴	۰	۰,۶۴*	۰	۰
(<i>prob</i>)	۰,۰۰۳	۰,۰۰۳	۰	۰	۰	۰	۰
<i>W*ip</i>	-۰,۰۹۳	-۰,۱۱	۰	-۰,۰۳۳	۰	-۰,۰۲۶	۰
(<i>prob</i>)	۰,۴۵۹	۰,۴۴	۰	۰,۷۹	۰	۰,۸۵	۰
<i>W*pov</i>	-۰,۰۴۱	-۰,۰۲۲	۰	-۰,۰۲۵	۰	-۰,۰۳۶	۰
(<i>prob</i>)	۰,۲۹	۰,۶۱	۰	۰,۵۸	۰	۰,۳۳۲	۰
<i>W*eng</i>	-۰,۰۸۴	-۰,۰۵۳	۰	-۰,۰۵۷	۰	-۰,۰۴۵	۰
(<i>prob</i>)	۰,۱۰۱	۰,۳۷	۰	۰,۱۶۲	۰	۰,۲۱	۰
<i>W*ins</i>	-۰,۰۸۳	-۰,۰۳۰	۰	-۰,۰۷۷	۰	-۰,۰۹۳	۰
(<i>prob</i>)	۰,۳۰۱	۰,۷۲	۰	۰,۳۲	۰	۰,۱۳	۰
<i>W*reg</i>	-۰,۱۰۶	-۰,۰۷	۰	-۰,۰۱۶	۰	-۰,۱۲	۰
(<i>prob</i>)	۰,۴۵۲	۰,۵۴	۰	۰,۸۴	۰	۰,۱۲	۰

* با توجه به نتایج مدل‌ها، مدل SAR با ضریب ۰,۶۴ برای متغیر وابسته فضایی (تخریب محیط زیست) به عنوان بهترین مدل در بخش اثرات ثابت، انتخاب می‌شود. مدل SAR یعنی فقط شامل متغیر وابسته فضایی (تخریب محیط زیست) باشد.

جدول ۷: تخمین مدل‌های فضایی در بخش اثرات تصادفی

Table.7: Estimation of spatial models in the random effects section

مدل/متغیر	GNSM	SDM	SAC	SDEM	SAR	SLX	SEM
<i>ip</i>	-۰,۰۲۰۴	-۰,۰۱۹	-۰,۰۰۲	-۰,۰۰۲	-۰,۰۰۲	-۰,۰۰۲	-۰,۰۰۲
احتمال	۰,۱۱۴	۰,۱۷	۰,۰۸	۰,۱۵	۰,۰۸	۰,۱۲	۰,۰۹۹
<i>pov</i>	۰,۲۲۹	۰,۰۱۹	۰,۰۱۹	۰,۰۲۰	۰,۰۲۳	۰,۰۱۶	۰,۰۲۶
احتمال	۰,۶۵۴	۰,۳۶	۰,۱۷	۰,۳۵	۰,۱۵	۰,۴۴	۰,۱۷
<i>eng</i>	۰,۰۵۹	۰,۰۷۳	۰,۰۴۶	۰,۰۷۷	۰,۰۵۸	۰,۰۷۵	۰,۰۹
(<i>prob</i>)	۰,۰۳۱	۰,۰۱	۰,۰۰۴	۰,۰۰۸	۰,۰۰۲	۰,۰۱	۰
<i>ins</i>	۰,۰۱۴	۰,۰۱۶	۰,۰۱۷	۰,۰۲۰	۰,۰۱۸	۰,۰۲۰	۰,۰۱۹
(<i>prob</i>)	۰,۳۶۵	۰,۳۲	۰,۲۵	۰,۲۴	۰,۲۴	۰,۲۴	۰,۲۳
<i>reg</i>	-۰,۰۲۰	-۰,۰۲۱	-۰,۰۱۸	-۰,۰۱۶	-۰,۰۱۸	-۰,۰۱۲	-۰,۰۱۷
(<i>prob</i>)	۰,۰۴۵	۰,۰۵۲	۰,۰۴	۰,۱۰۷	۰,۰۴۹	۰,۲۰۵	۰,۰۶۱
<i>W*env</i>	۰,۹۸	۰,۹۶۵	۰,۷۲	۰	۰,۶۳	۰	۰
(<i>prob</i>)	۰,۰۴۸	۰,۰۴۷	۰	۰	۰	۰	۰
<i>W*ip</i>	۰,۰۲۹	۰,۰۸۸۹	۰	۰,۰۰۰۶	۰	-۰,۰۴۶	۰
(<i>prob</i>)	۰,۸۱۶	۰,۵۷۱	۰	۰,۹۹۶	۰	۰,۷۴۳	۰
<i>W*pov</i>	-۰,۰۰۲	-۰,۰۱۳	۰	۰,۰۳۳	۰	۰,۰۴۳	۰
(<i>prob</i>)	۰,۹۴۵	۰,۷۷۱	۰	۰,۴۸	۰	۰,۲۴۹	۰
<i>W*eng</i>	-۰,۰۵۱	-۰,۰۵۳	۰	۰,۰۵۲	۰	۰,۰۴۴	۰
(<i>prob</i>)	۰,۳۴۴	۰,۳۸۳	۰	۰,۲۲	۰	۰,۲۳۱	۰
<i>W*ins</i>	-۰,۰۲۵	-۰,۰۳۶	۰	۰,۰۶۹	۰	۰,۰۸۷	۰
(<i>prob</i>)	۰,۷۷۳	۰,۶۷۷	۰	۰,۴	۰	۰,۱۶۶	۰
<i>W*reg</i>	۰,۰۰۲	-۰,۰۷۲	۰	۰,۰۰۷۱	۰	۰,۱۲	۰
(<i>prob</i>)	۰,۹۸۷	۰,۵۶۹	۰	۰,۹۴	۰	۰,۱۳۱	۰
CONST	-۰,۰۳۱	-۰,۱۵۲	-۰,۰۳۲	-۰,۰۱۹	-۰,۰۳۵	۰,۱۶۳	-۰,۰۳۹
(<i>prob</i>)	۰,۸۹۸	۰,۴۶۵	۰,۴۱۹	۰,۹۰۸	۰,۵۶۴	۰,۲۳۵	۰,۷۸۷

مرحله ششم: تعیین مدل اثر ثابت یا اثر تصادفی

هدف اصلی این مرحله، به‌دست آوردن بهترین مدل از انواع و اقسام مدل‌های تابلویی فضایی است. بدین منظور، با استفاده از آزمون هاسمن، نوع مدل اثر ثابت و اثر تصادفی انتخاب می‌شود. در این قسمت، براساس فرضیه‌هایی که مدل‌های تابلویی فضایی به‌صورت دو به دو در کنار همدیگر آزمون می‌کند نوع مدل انتخاب می‌شود. جدول ۹ نتایج بررسی آزمون فرضیه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۸: نتایج آزمون هاسمن در مدل‌های تابلویی فضایی
Table.8: Hausman test results in spatial panel models

ردیف	آزمون فرضیه H_1 و H_0	مدل	آزمون هاسمن	نتیجه
۱	RE و FE	GNSM	$H = ۱۴,۰۰۵۱ \quad prob = ۰,۲۳۲۷$	اثر ثابت فضایی
۲	RE و FE	SDM	$H = ۰,۲۱۳۲ \quad prob = ۱,۰۰۰$	اثر ثابت فضایی
۳	RE و FE	SAC	$H = ۱۸,۹۴۲۸ \quad prob = ۰,۰۰۴۳$	اثر ثابت فضایی
۴	RE و FE	SDEM	$H = -۱,۸۰۸۸$	اثر ثابت فضایی
۵	RE و FE	SAR	$H = -۴,۳۷۳۴$	اثر ثابت فضایی
۶	RE و FE	SLX	$H = ۱,۷۴۰۴ \quad prob = ۰,۹۹۸۰$	اثر ثابت فضایی
۷	RE و FE	SEM	$H = -۰,۸۴۱۴$	اثر ثابت فضایی

مأخذ: نتایج پژوهش

براساس نتایج جدول بالا، فرضیه صفر رد شده و مدل اثر ثابت فضایی FE تأیید می‌شود. براساس نتایج بالا، آثار فضایی همسایگی بر متغیر وابسته فضایی (تخریب محیط زیست) با ضریب مثبت ۰,۶۴ تأیید شده است. به عبارت دیگر، افزایش یک درصدی فقر استان موجب افزایش ۰,۶۴ درصدی در تخریب محیط زیست در استان همسایه می‌شود.

مرحله هفتم: تفسیر نتایج - بررسی آثار مستقیم، غیرمستقیم و کل

یکی از تفاوت‌های اصلی مدل‌های فضایی با مدل‌های معمولی تفکیک کل اثر به آثار مستقیم و غیرمستقیم (سرریز) است. پارامترهای رگرسیون خطی یک تفسیر سراسر به صورت مشتق جزئی متغیر وابسته نسبت به متغیر توضیحی دارد. به عبارتی، کل اثر از برآورد پارامتر تخمینی قابل تفسیر است؛ در حالی که تفسیر برآورد ضرایب رگرسیون فضایی، که در بالا نشان داده شد، براساس پارامترهای تخمینی صورت نمی‌گیرد، بلکه از طریق بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم (سرریز) صورت می‌گیرد. جدول ۱۰ اثر مستقیم و غیرمستقیم (سرریز) فضایی مدل SAR اثر ثابت فضایی یعنی مدل (SFE) را به همراه نتایج برآورد مدل OLS اثر ثابت مقطعی (به منظور مقایسه) نشان می‌دهد.

جدول ۹: آثار مستقیم و غیرمستقیم (سرریز) فضایی مدل SAR

Table.9: direct and indirect effects estimates of SAR model

متغیر	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم	اثر کل
ip	-۰,۰۶۱۰	-۱,۷۸	-۱,۸۵
$(prob)$	۰,۰۲۴۴	(۰,۰۲۶)	(۰,۰۲۶)
Pov	۰,۰۲۰۵	۰,۴۷	۰,۴۹۲
$(prob)$	۰,۰۱۹۸	۰,۰۳۶	(۰,۰۳۷)
Eng	۰,۰۶۰۲	- ۰,۰۳۳	۰,۰۲۶
$(prob)$	۰,۰۴۸۳	۰,۰۰۱	(۰,۰۰۱)
ins	۰,۰۲۴۲	- ۰,۳۸۰	- ۰,۳۵۵
$(prob)$	۰,۰۱۸۱	۰,۰۱۳	(۰,۰۱۲)
reg	- ۰,۰۱۹۲	۰,۶۷۴	۰,۶۵۵
$(prob)$	۰,۰۱۲۹	۰,۰۲۰	(۰,۰۱۹)

مأخذ: نتایج تحقیق

۳-۵. نتایج

براساس نتایج برآورد مدل برتر، نتایج برآورد آثار مستقیم و غیرمستقیم از معنی‌داری بسیار زیادی برخوردارند. براساس این نتایج، کشش تخریب محیط زیست نسبت به درآمد سرانه ناشی از استان خودی (اثر مستقیم) کم‌کشش و برابر $0/06-$ و ناشی از استان همسایه (اثر سرریز) با کشش و برابر $1/78-$ است. توجه شود که علامت منفی یا مثبت در کشش‌های برآوردی نشان‌دهنده جهت تغییر نوسانات است. به عبارتی دیگر، آثار سرریز ناشی از یک درصد تغییرات ناگهانی نرخ درآمد سرانه در استان‌های همسایه، بیشتر از تغییرات ناگهانی نرخ درآمد سرانه استان خودی به‌دست آمده و نتیجه کلی آن، تخریب $1/85$ درصدی در محیط زیست در جهت عکس و یا بهبود $1/85$ درصدی محیط زیست است.

کشش تخریب محیط زیست نسبت به شاخص فقر ناشی از استان خودی به‌طور مستقیم و استان‌های همسایه به‌طور سرریز، کم‌کشش و به‌ترتیب به میزان $0/02$ و $0/47$ محاسبه شده است. همانند درآمد سرانه، آثار سرریز ناشی از یک درصد تغییرات ناگهانی در شاخص فقر در استان‌های همسایه، بیشتر از آثار مستقیم ناشی از استان خودی و البته هم‌جهت بوده و نتیجه کلی آن، تخریب $0/49$ درصدی در محیط زیست است. کشش تخریب محیط زیست نسبت به قیمت انرژی ناشی از استان خودی (اثر مستقیم) کم‌کشش و برابر $0/06$ و ناشی از استان‌های همسایه (اثر سرریز) کم‌کشش در جهت عکس و برابر $0/03-$ است. به عبارتی دیگر، آثار سرریز ناشی از یک درصد تغییرات ناگهانی قیمت انرژی در استان خودی بیشتر از تغییرات ناگهانی استان‌های همسایه به‌دست آمده و نتیجه کلی آن، تخریب 2 درصدی در محیط زیست است.

کشش تخریب محیط زیست نسبت به کیفیت نهادی ناشی از استان خودی (اثر مستقیم) کم‌کشش و برابر $0/02$ و ناشی از استان‌های همسایه (اثر سرریز) کم‌کشش در جهت عکس و برابر $0/38-$ و به عبارتی دیگر، آثار سرریز ناشی از یک درصد تغییرات ناگهانی کیفیت نهادی در استان خودی، بیشتر از تغییرات ناگهانی کیفیت نهادی استان‌های همسایه به‌دست آمده و نتیجه کلی آن، تخریب $0/35$ درصدی در محیط زیست است.

کشش تخریب محیط زیست نسبت به مقررات بازدارنده ناشی از استان خودی (اثر مستقیم) کم‌کشش در جهت عکس و برابر $0/01-$ و ناشی از استان‌های همسایه (اثر سرریز) باکشش و برابر $0/67$ و به عبارتی دیگر، آثار سرریز ناشی از یک درصد تغییرات ناگهانی مقررات بازدارنده در استان خودی، بیشتر از تغییرات ناگهانی استان‌های همسایه به‌دست آمده و نتیجه کلی آن، بهبود $0/65$ درصدی در محیط زیست است.

۶. بحث

در مطالعات تجربی بین کشوری و بین استانی، وابستگی مقطعی بیشتر از آن که استثنا باشد، یک قانون محسوب می‌شود؛ چراکه کشورها (یا استان‌ها) از طریق کانال‌های مختلف از جمله تجارت، تکنولوژی و نهادها با هم در ارتباط هستند (وسترلوند و ادگرتن ۲۰۰۸). اقتصادسنجی فضایی، ابزار قدرتمندی برای مدل‌سازی متغیرهای کلان اقتصادی در حضور بعد فضا (مکان) و وابستگی مقطعی می‌باشد که در چهارچوب داده‌های پانل نیز قابل اجرا است. در این تحقیق، به بررسی اثر فقر بر تخریب محیط زیست به واسطه مجاری اثرگذاری کیفیت نهادی، مقررات بازدارنده و قیمت انرژی در سطح استان‌های ایران طی بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۳۹۰ با رویکرد اقتصادسنجی فضایی پرداخته شد.

نتایج تحقیق شامل اثر مثبت شاخص فقر بر تخریب محیط زیست که موافق با یافته‌های سایر پژوهش‌ها از جمله مطالعه حمزه‌ای و محمدی (۱۳۹۱)، خداداد (۱۳۹۸)، عزیزی و پوراصغر سنگاچین (۱۴۰۰) و براکلسبی ۲ و اینشلوود (۲۰۰۱) می‌باشد و اثر منفی درآمد سرانه بر تخریب محیط زیست که مخالف با یافته تحقیق فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲) می‌باشد که بیان می‌کرد، افزایش درآمد سرانه، باعث تخریب محیط زیست می‌شود. در بخش بعد با جزئیات بیان خواهد شد.

یافته‌های این پژوهش، نشان می‌دهد که فقر تأثیر مستقیم و معناداری بر تخریب محیط زیست در استان‌های ایران دارد. این تأثیر نه تنها به صورت مستقیم در همان استان‌ها بلکه به شکل اثرات سرریز در استان‌های مجاور نیز مشاهده می‌شود. نتایج مدل‌های فضایی نشان داد که افزایش فقر در یک منطقه می‌تواند از طریق تعاملات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی با استان‌های همجوار منجر به گسترش تخریب محیط زیست شود. این یافته‌ها با نظریه چرخه فقر- محیط زیست همخوانی دارد که بر وجود رابطه متقابل میان فقر و وابستگی شدید، به منابع طبیعی تأکید دارد.

یکی از نتایج قابل توجه این پژوهش، تأثیر منفی و معنادار کیفیت نهادی بر تخریب محیط زیست است. یافته‌ها نشان داد که استان‌هایی با کیفیت نهادی بهتر، از سیاست‌ها و رویکردهایی استفاده می‌کنند که به کاهش تخریب محیط زیست منجر می‌شود. کیفیت نهادی می‌تواند از طریق تقویت نظارت، اعمال قوانین و شفافیت در تخصیص منابع، بهره‌وری اقتصادی و استفاده بهینه از منابع طبیعی را بهبود بخشد. در این زمینه، یافته‌ها با مطالعات قبلی همچون تحقیق هونجرا (۲۰۲۳) و

احمد (۲۰۲۲) که بر اهمیت کیفیت نهادی در کاهش فشارهای زیست‌محیطی تأکید کرده‌اند، هم‌راستا است.

درآمد سرانه نیز تأثیر معنادار و منفی بر تخریب محیط زیست داشته است. افزایش درآمد سرانه نه تنها موجب بهبود شرایط اقتصادی می‌شود، بلکه آگاهی عمومی را نسبت به پیامدهای منفی تخریب محیط زیست افزایش می‌دهد. این امر می‌تواند به تغییر الگوهای مصرف و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک‌تر منجر شود. این یافته با نظریه زیست محیطی کوزنتس همخوانی دارد که بیان می‌کند، افزایش درآمد در مراحل پیشرفته توسعه اقتصادی می‌تواند تخریب محیط زیست را کاهش دهد.

برخلاف انتظار، قیمت حامل‌های انرژی، تأثیر مثبت و معناداری بر تخریب محیط زیست داشت. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده ناکارآمدی سیاست‌های قیمت‌گذاری انرژی در ایران باشد. افزایش قیمت انرژی ممکن است به استفاده غیرقانونی از منابع جایگزین یا کاهش دسترسی به منابع انرژی پاک منجر شود، که خود باعث تخریب بیشتر محیط زیست می‌شود. این یافته‌ها بر ضرورت بازبینی سیاست‌های انرژی کشور تأکید می‌کند.

یکی دیگر از نتایج مهم، اثر مثبت مقررات بازدارنده بر تخریب محیط زیست بود. این نتیجه به این معنا است که افزایش تعداد قوانین و مقررات زیست محیطی به تنهایی نمی‌تواند تأثیر مثبتی بر بهبود شرایط زیست محیطی داشته باشد، بلکه کیفیت و نحوه اجرای این قوانین نیز نقش حیاتی دارد. به عبارت دیگر، وجود قوانین بدون ضمانت اجرایی یا نظارت مؤثر، ممکن است حتی موجب افزایش تخریب محیط زیست شود.

یافته‌های پژوهش حاضر، اهمیت اثرات سرریز فضایی را برجسته می‌کند. این اثرات نشان می‌دهد که سیاست‌های زیست‌محیطی در یک استان می‌توانند پیامدهای قابل توجهی برای استان‌های همجوار داشته باشند. این موضوع بر ضرورت اتخاذ سیاست‌های منطقه‌ای و هماهنگ تأکید دارد، بویژه در شرایطی که تصمیم‌گیری‌ها عمدتاً در سطح ملی متمرکز شده است. عدم توجه به این اثرات سرریز می‌تواند منجر به اجرای سیاست‌های غیرمؤثر و حتی زیانبار شود.

یکی دیگر از مسائل مورد بررسی، رابطه میان فقر و تخریب محیط زیست از منظر نظریه چرخه فقر-محیط زیست بود. این نظریه توضیح می‌دهد که فقر می‌تواند وابستگی افراد به منابع طبیعی را افزایش داده و منجر به استخراج بی‌رویه منابع شود. یافته‌های این پژوهش از این نظریه حمایت کرده و نشان داد که فقرا به دلیل محدودیت‌های اقتصادی و عدم دسترسی به منابع جایگزین، بیشتر در معرض رفتارهای مخرب زیست محیطی قرار دارند.

نتایج پژوهش همچنین بر اهمیت سرمایه‌گذاری در ارتقاء کیفیت نهادی و بهبود زیرساخت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی تأکید می‌کند. این اقدامات می‌توانند به کاهش تخریب محیط زیست و افزایش پایداری زیست محیطی کمک کنند. سیاست‌هایی نظیر افزایش دسترسی به انرژی پاک، آموزش عمومی و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز می‌توانند نقشی کلیدی در این زمینه ایفا کنند. پژوهش حاضر با ارائه شواهد علمی و دقیق، نشان داد که تعاملات پیچیده میان متغیرهای اقتصادی، نهادی و زیست محیطی نیازمند سیاست‌گذاری‌های چندوجهی و هماهنگ است. سیاست‌هایی که تنها به یکی از این ابعاد بپردازند، نمی‌توانند به کاهش پایدار تخریب محیط زیست منجر شوند. در عوض، نیاز است تا تصمیم‌گیران بر راهکارهایی تمرکز کنند که همزمان عوامل اقتصادی، اجتماعی و نهادی را در نظر گرفته و بهبود پایداری زیست‌محیطی را تضمین کنند.

۷. نتیجه‌گیری

در این مطالعه، تأثیر فقر بر تخریب محیط زیست از طریق تحلیل مجاری اثرگذاری همچون کیفیت نهادی، مقررات بازدارنده، و قیمت انرژی در استان‌های ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، از روش تحلیل مؤلفه اصلی جهت استخراج شاخص ترکیبی تخریب محیط زیست و همچنین رویکرد اقتصادسنجی فضایی برای تحلیل داده‌های مقطعی و زمانی استفاده شد.

نتایج پژوهش نشان داد که فقر تأثیر مثبت و معناداری بر تخریب محیط زیست دارد و این اثر نه تنها محدود به همان استان بلکه در استان‌های مجاور نیز به صورت سرریز مشاهده می‌شود. همچنین، کیفیت نهادی و درآمد سرانه، تأثیر منفی و معناداری بر تخریب محیط زیست داشته، به این معنا که ارتقای این متغیرها می‌تواند به بهبود وضعیت محیط زیست منجر شود. بر خلاف آن، قیمت انرژی و مقررات بازدارنده، اثر مثبت و معناداری بر تخریب محیط زیست نشان دادند.

از جمله یافته‌های کلیدی این پژوهش می‌توان به اهمیت اثرات سرریز اشاره کرد؛ به این معنا که سیاست‌های زیست محیطی یا اقتصادی در یک استان، پیامدهای قابل توجهی در استان‌های همجوار دارند. این موضوع بر ضرورت همکاری‌های منطقه‌ای و اتخاذ سیاست‌های هماهنگ بین استان‌ها تأکید می‌کند.

در نهایت، برای کاهش تخریب محیط زیست و بهبود پایداری زیست‌محیطی در کشور، پیشنهادها زیر ارائه می‌شود:

۱. تقویت کیفیت نهادهای محلی و ملی برای نظارت بر فعالیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی؛

۲. ایجاد بسترهای اقتصادی که منجر به افزایش درآمد مردم و کاهش فقر شود و آن‌ها را نسبت به اهمیت حفاظت از محیط زیست آگاه کند؛

۳. تعیین قیمت‌های مناسب و هدفمند برای حامل‌های انرژی به گونه‌ای که مصرف غیرضروری کاهش یابد و الگوهای مصرف بهینه تشویق شود؛

۴. تدوین و اجرای قوانین زیست‌محیطی سختگیرانه‌تر برای مقابله با تخریب منابع طبیعی. نتایج این پژوهش نشان داد که سیاستگذاری‌های جامع و هماهنگ در سطح ملی و منطقه‌ای، می‌تواند به کاهش تخریب محیط زیست و بهبود کیفیت زندگی در سراسر کشور کمک کند.

سپاسگزاری: موردی وجود ندارد.

تأییدیه‌های اخلاقی: موردی وجود ندارد.

تعارض منافع: بین نویسندگان تعارض منافع وجود ندارد.

سهام نویسندگان در مقاله: نویسنده اول (۲۵ درصد)، نویسنده دوم (۲۵ درصد) و نویسنده سوم (۲۵ درصد) و نویسنده چهارم (۲۵ درصد).

منابع مالی / حمایت‌ها: وجود ندارد.

References

- Aghaei, M., & rezagholizadeh, M. (2016). Investigation the direct and indirect impact of energy consumption in selective sectors on ppoverty and inequality in Iran. *Iranian Energy Economics*, 5(19), 1-51
doi.org/10.22054/jiee.2017.7303. [In Persian]
- Ahmad, M., Ahmed, Z., Yang, X., Hussain, N., & Sinha, A. (2022). Financial development and environmental degradation: Do human capital and institutional quality make a difference? *Gondwana Research*, 105, 299-310. DOI:10.1016/j.gr.2021.09.012
- Ahmadianm, Majid, Abdoli, Ghahreman, Jebel Ameli, Farkhondeh, Shabankhah, Mahmood, & Khorasani, Seyed Adel. (2017). Effect of environment degradation on economic growth (evidence from 32 developing countres). *Journal of Economic Growth and Development Research*, 7(27), 17-28. [In Persian]
- Ahmadi Niyaz, Sadaf, Zeinalzadeh, Reza, & Raeispour Rajabali, Ali. (2019). Study of good governance effect on environment quality index in selected developing countries. *Journal Of Science and Technology* , 20(4 (79)), 165-177. [In Persian]
- Amirnejad, Hamid, Zargartalebi, Mohamad, & Roshanfar, Mohamad Ali. (2015). The relationship between carbon dioxide emissions and energy consumption and environmental destruction in Iran. *Agricultural Economics: Iranian Journal Of Agricultural Economics (Economics And Agriculture Journal)*, 9(4), 177-195. [In Persian]
- Ansari Samani, H., Rouzbahani, M., Dalvandi, H., & Sadeghi R. (2024). Income inequality and environmental degradation in the provinces of Iran. *Environ. Health Eng. Manag.*, 11(1), 25-30. [In Persian]
- Ardakani, Mohammad Zaker, & Arashpour, Alireza. (2022). Investigating the fundamental principle of deterrence in international environmental law. *Journal of Science and Technology*, 23(12(115)), 55-63.
doi.:10.30495/jest.2019.45943.4756. [In Persian]
- Asadi, H., Besharati, H., & Gorji, M. (2022). Challenges and limitations of soil and land resources in Iran. *Journal of Land Management*, 10(suppl 1), 111-134 .doi: 10.22092/lmj.2022.358760.309 [In Persian]
- Azizi, A., & Pourasghar Sangachin, F. (2022). Investigating the relationship between poverty and environmental performance index (EPI) in countries with different incomes. *Journal of Applied Sociology*, 33(2), 117-136. Doi: 10.22108/jas.2021.129190.2128 [In Persian]
- Behboodi, Davood, & Esmail Barghi, (2009). Energy Consumption and Economic Growth Effects on Environment in Iran (1967-2004), *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 5(4), 35.
DOI:10.22099/ijes.2017.23649.1292. [In Persian]
- Bondori, A. , & khosravipour, B. (2023). Investigating the effect of rural poverty on the destruction of Zagros forests. *Geography and Human Relationships*, 6(1), 116-139. doi: 10.22034/gahr.2023.396123.1866 [In Persian]

- Cao, S., & Zheng, H. (2016). Climate change adaptation to escape the poverty trap: Role of the private sector. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(10), e01244.
DOI: 10.1002/ehs2.1244
- Dada, J. T., Ajide, F. M., & Al-Faryan, M. A. S. (2024). The moderating role of financial development in energy poverty-sustainable environment linkages: Evidence from Africa. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 35(4), 924-944.
- Duraiappah, A. (1996). *Poverty and Environmental Degradation: A Literature Review and Analysis*.
doi.org/10.1016/S0305-750X(98)00100-4
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research*.
- Hendizadeh, H., Karbasi, A., & Mohammadzadeh, H. (2018). Spatial analysis of factors affecting rural poverty and its relationship with environmental degradation case: Qaenat city. *Spatial Economics and Rural Development*, 7(1(23)), 131-148. [In Persian]
- Hunjra, A. I., Azam, M., Bruna, M. G., & Bouri, E. (2023). A cross-regional investigation of institutional quality and sustainable development. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 84, 101758.
DOI: 10.1016/j.intfin.2023.101758
- IMF. (2013). *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*. International Monetary Fund.
- Jafari Nasab Kermani, Muhaddith. (2017). Investigating the dynamic effects of income inequality and economic growth on environmental degradation in Iran: The Structural Vector Autoregression Model. *Economic development and planning*. Supervisor: Mohammadreza Lotfalipour. Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]
- Jalali, Mohamad, Afshari, Maryam, & Mazinanian, Zeinab. (2021). Environmental impact of climate change on national security. *Journal Of Environmental Science and Technology*, 22(9(100)), 179-190. [In Persian]
- Khan, Z., Ali, S., Dong, K., & Li, R. Y. M. (2021). How does fiscal decentralization affect CO₂ emissions? The roles of institutions and human capital. *Energy Economics*, 94, 105060.
DOI: 10.1016/j.eneco.2020.105060
- Kirsten, F., Bonga-Bonga, L., & Biyase, M. (2024). Escaping the poverty-environment trap: Exploring the nonlinear relationship between poverty and environmental concern in the Southern African Development Community Countries.
<https://mpira.ub.uni-muenchen.de/122428/>
- Majed, V., & Safari Asl, S. (2019). 05 impact of productivity and institutional quality on environmental quality (evidences from developing economies) . *QJERP*, 27(89), 139-162. [In Persian]

- Mobarak, A., Hojabr Kiani, K., Memarnejad, A., & Peykarjou K. (2018). Investigating the effects of institutional quality and human capital on economic growth. *JPBUD*, 23(1), 117-146. [In Persian]
- Nasrollahi, Zahra, & Ghafari Golak, Marzieh. (2011). The relationship between air pollution and economic growth in 28 provinces of Iran (The case study of CO, SO₂ And NOX). *Knowledge And Development*, 17(33), 164-182. doi.org/10.22067/pm.v17i33.27310 [In Persian]
- Nazari, R., Mahdavi, Adeli, & Dadgar. (2015). Study of the factors influenced environment pollution in Iran during 1974-2013. *Journal of Economic Growth and Development Research*, 6(21), 47-60. [In Persian]
- Nikoukar, Afsaneh. (2021). Investigating the factors affecting rural poverty in provinces of Iran. *Agricultural Economics: Iranian Journal of Agricultural Economics (Economics And Agriculture Journal)*, 15(1), 89-111. DOI: 10.22034/iaes. 2021. 527495.1835 [In Persian]
- Nonejad, M., & Rouzitalab, A. (2018). The effects of economic growth and energy consumption on environmental pollution: A case study of Iran. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 2(3), 99-124. DOI: 10.22054/ eenr. 2017.9069. [In Persian]
- Parry, I. W. H., Heine, D., Lis, E., & Li, S. (2014). Getting energy prices right: From principle to practice. International Monetary Fund.
- Prakash, S. (2009). Poverty and environment linkages in mountains and uplands: Reflections on the 'poverty trap' thesis. 1997.
- Rahmani Fazli, H., Nikbakht, S., & Molabahrani, A. (2019). The effect of the budget on regional inequality of Iran using Panel Spatial Econometrics Model. *Journal of Economic Research and Policies*, 27(89), 399-430. [In Persian]
- Rakshit, B., Jain, P., Sharma, R. et al. (2023). An empirical investigation of the effects of poverty and urbanization on environmental degradation: The case of Sub-Saharan Africa. *Environ Sci Pollut Res*, 30, 51887-51905
https://doi.org/10.1007/s11356-023-25266-4
- Rosignoli, F. (2024). *Linking Energy Poverty, Environmental Justice and Forced Displacement: Controversies and Ways Forward*. In: Iglesias Márquez, D., Esteve-Jordà, C., Felipe Pérez, B. (eds) *Legal Challenges at the End of the Fossil Fuel Era*. Global Issues. Palgrave Macmillan, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-61766-9_5
- Shahbazi, K., Hamidi Razi, D., & Feshari, M. (2015). Investigating the factors affecting air pollution emissions in Caspian Sea countries: Panel Spatial Durbin Model. *Journal of Environmental Studies*, 41(1), 107-127. doi: 10.22059/jes.2015.53904 [In Persian]
- Soleimanpouromran, Mahboubeh, Fariba Alidadiyani, Hamidreza Sodagar. (2017). Environment, politics and globalization a historical review on environmental theories. *Journal of Environment and Interdisciplinary Development*, 2(58), 43-56. [In Persian]

- Sterner, T. (2007). Fuel taxes: An important instrument for climate policy. *Energy Policy*, 35(6), 3194-3202.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). *Economic development*. Pearson education.
Web: www.pearson.com/uk
- UNDP. (2020). Human Development Report 2020: The next frontier-Human development and the Anthropocene. United Nations Development Programme.
URL: <http://ehemj.com/article-1-1301-en.html>
- Wahyunengseh, R. D., & Hastjarjo, S. (2024). Interconnections of environmental issues, poverty, and media: A comprehensive Bibliometric Analysis (2016-2022). *Oppor Chall. Sustain.*, 3(3), 177-185.
<https://doi.org/10.56578/ocs030304>