

Investigating the Interaction Between the Human Development Index and Environmental Pollution in Iran

Bakhtiar Javaheri *

Associate Professor, Department of Economics,
Faculty of Humanities and Social Sciences,
University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Saman Ghaderi 

Assistant Professor, Department of Economics,
Faculty of Humanities and Social Sciences,
University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Zahra Khalilzadeh Silabi 

Master of Economic Sciences, University of
Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Abstract

The purpose of this paper is to examine both the short-term and long-term relationships, as well as the causal links, between the Human Development Index (HDI) and environmental pollution in Iran during the period from 1981 to 2014. To achieve this, the study employs the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) method and Granger causality tests. The findings indicate that, in the short term, GDP per capita and life expectancy have a positive and significant impact on the emissions of carbon dioxide, nitrogen oxide, and sulfur dioxide. Additionally, the literacy rate has a negative and significant effect on these pollutant emissions (carbon dioxide and sulfur dioxide). In the long term, all variables demonstrate a significant and consistent influence on pollution levels. Specifically, the study finds that sulfur dioxide and nitrogen oxide have contrasting effects on the HDI in both the short and long run, with sulfur dioxide having a positive impact and nitrogen oxide having a negative impact. The study also reveals significant causal relationships between the variables examined.

Introduction

The interplay between economic development and environmental sustainability has long been a focal point of research, particularly in developing nations where rapid industrialization often comes at the expense of environmental health. In Iran, the pursuit of economic growth has led to significant environmental challenges, including rising levels of air pollution. This study seeks to explore the complex relationship between the Human Development Index (HDI)—a composite measure

* Corresponding Author: b.javaheri@uok.ac.i

How to Cite: Javaheri, B., Ghaderi, S., Khalilzadeh silabi, Z. (2024). Investigation the Interaction Between the Human Development Index and Environmental Pollution in Iran. Journal of Environmental and Natural Resource Economics, 8(1), pp. 51-74.

of life expectancy, education, and per capita income—and environmental pollution in Iran over the period from ۱۹۸۱ to ۲۰۱۴.

The motivation for this research stems from the need to understand how economic and social progress, as captured by the HDI, influences and is influenced by environmental quality. While economic growth and human development are crucial for improving living standards, they can also lead to increased environmental degradation if not managed sustainably. This study aims to identify the nature of these interactions, examining whether improvements in HDI components such as life expectancy and literacy contribute to environmental pollution or help mitigate it. By analyzing both short-term and long-term relationships, the research provides insights into how sustainable development can be achieved in the context of a developing economy like Iran.

Methods and Material

The study utilizes the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model and Granger causality tests to analyze the relationship between HDI and environmental pollution. The ARDL approach is particularly suited for examining the long-term relationship between variables that may be integrated at different orders, such as $I(\cdot)$ or $I(1)$. This method allows for the estimation of both short-term dynamics and long-term equilibrium without requiring pre-testing for unit roots in the series. The Granger causality test is used to determine the direction of causality between the variables, helping to understand whether HDI influences environmental pollution or vice versa.

Data for this study were collected from various national and international sources. The environmental pollution data, including CO₂, NO_x, and SO₂ emissions, were obtained from the energy balance sheets, while HDI-related data, such as GDP per capita, life expectancy, and literacy rates, were sourced from the World Bank and the Central Bank of Iran. The study covers annual time series data from ۱۹۸۱ to ۲۰۱۴.

The model specifications include the following variables: logarithm of CO₂ emissions (LCO₂), logarithm of NO_x emissions (LNO_x), logarithm of SO₂ emissions (LSO₂), logarithm of GDP per capita (LGDP), life expectancy (LE), literacy rate (LR), logarithm of trade openness (LTR), logarithm of industrial value-added (LIN), and logarithm of government consumption expenditure (LGE). The model also includes a dummy variable for the war period (DU) to account for its potential impact on the studied relationships.

Results and Discussion

The ARDL model results indicate significant relationships between HDI components and environmental pollution in both the short and long term. In the short term, GDP per capita and life expectancy are positively correlated with increases in CO₂, NO_x, and SO₂ emissions. This suggests that as economic output and life expectancy improve, pollution levels also rise due to increased industrial activity and energy consumption. Conversely, the literacy rate has a negative impact on pollution, indicating that higher literacy levels lead to better environmental awareness and more sustainable practices, which reduce emissions.

In the long term, the relationships between these variables remain significant, with consistent expectations regarding the effects on pollution levels. The long-term analysis shows that GDP per capita and life expectancy continue to exert upward pressure on pollution levels, while literacy continues to mitigate these effects. This finding aligns with the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, which suggests that environmental degradation initially increases with economic growth but eventually decreases as societies become wealthier and more environmentally conscious.

The Granger causality tests further reveal the direction of these relationships. The results indicate a bidirectional causality between GDP per capita and pollution, implying that economic growth leads to higher pollution levels, which in turn can impact economic performance. Additionally, there is unidirectional causality from life expectancy to pollution, highlighting that improvements in life expectancy, possibly through better healthcare and living standards, can lead to increased environmental stress due to higher consumption and production demands.

Moreover, the analysis shows that environmental pollution has a direct impact on HDI. Specifically, SO_2 has a positive effect on HDI, possibly due to its association with industrial activities that contribute to economic growth and income generation. However, CO_2 and NO_x have negative impacts on HDI, as these pollutants are linked to adverse health outcomes and reduced quality of life, which can lower overall human development.

Conclusion

This study demonstrates the intricate linkages between human development and environmental pollution in Iran. The findings suggest that while economic growth and improvements in life expectancy contribute to higher pollution levels, increasing literacy rates can play a crucial role in mitigating environmental degradation. The study also highlights the dual impact of environmental pollution on human development, where certain pollutants may support economic activities that enhance HDI, while others detract from the quality of life and overall development.

The results underscore the importance of integrating environmental considerations into development policies. Policymakers should focus on promoting sustainable development practices that balance economic growth with environmental protection. Efforts to increase literacy and environmental awareness can help reduce the negative impacts of pollution and ensure that improvements in human development do not come at the expense of environmental quality. In conclusion, sustainable development in Iran requires a comprehensive approach that addresses both economic and environmental dimensions to achieve long-term prosperity and well-being.


Keywords: Environmental Pollution, Iran, Sustainable Development, Human Development Index

JEL Classification: O10, O44, Q56, C33




بررسی ارتباط متقابل شاخص توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست در ایران


دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

بختیار جواهری * 

استادیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

سامان قادری 

کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

زهرآ خلیل زاده سیلابی 

چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی روابط کوتاه مدت و بلندمدت و نیز رابطه علیت بین شاخص توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۰ است، بدین منظور با استفاده از رویکرد آزمون کرانه‌ای هم‌انباشتگی و آزمون علیت گرنجری به بررسی روابط بین متغیرها پرداخته شده است. نتایج حاکی از آن است که در کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی سرانه و امید به زندگی اثری مثبت و معنادار بر انتشار آلودگی (گازهای دی‌اکسید کربن، نیتروژن اکسید و دی‌اکسید گوگرد) دارند، همچنین نرخ باسوادی نیز بر انتشار آلودگی (دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد) اثری منفی و معنادار می‌گذارد. در بلندمدت نیز تمامی متغیرها اثری معنادار و مطابق با انتظار بر انتشار آلودگی دارد. در رابطه با تأثیر آلودگی محیط زیست بر شاخص توسعه انسانی نیز، نتایج بدین صورت می‌باشد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت دو گاز دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن اکسید به ترتیب اثری مثبت و معنادار و منفی و معنادار بر شاخص توسعه انسانی دارند. از نظر علیت نیز نتایج پژوهش نشان‌دهنده رابطه علی معناداری بین متغیرهای مورد مطالعه است.

کلیدواژه‌ها: آلودگی زیست محیطی، ایران، توسعه پایدار، شاخص توسعه انسانی

طبقه‌بندی JEL: O۱۵, O۴۴, Q۵۶, C۳۳

۱. مقدمه

از چندین صده گذشته تاکنون جوامع همواره در فکر پیشرفت و رشد هرچه بیشتر بوده‌اند و برای رسیدن به این هدف نیز اقدامات فراوانی صورت گرفته است. نقطه اوج این تفکر را می‌توان با گسترش صنعت و بهره‌برداری هرچه بیشتر از منابع طبیعی و ایجاد انقلاب صنعتی در اروپا مشاهده کرد. دولت‌ها برای به دست آوردن آسایش و رفاه هرچه بیشتر برای مردم خود رشد و توسعه پایدار را لازمه رسیدن به این هدف می‌دانستند.

از جمله عوامل اصلی و ضروری توسعه پایدار، بهره‌برداری از منابع طبیعی و مصرف انرژی است. تقریباً ۸۱ درصد از کل منابع انرژی اولیه در سرتاسر جهان از سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شود. انرژی منبع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است اما برای تولید اقتصادی و رشد اقتصادی و توسعه جوامع ضروری است (چرنی و جوینی، ۲۰۱۷)^۱، از سویی گازهای گلخانه‌ای به محیط زیست، که اغلب به‌عنوان یک دارایی با ارزش قابل انتقال به نسل‌های آینده در نظر گرفته می‌شود، خسارات جبران‌ناپذیری تحمیل می‌کنند در نتیجه کیفیت زندگی نسل‌های آتی کاهش می‌یابد (خوشنویس و پژویان، ۱۳۹۵).

مشکلات ناشی از آلودگی محیط زیست، مانند کاهش کیفیت محیط زیست، نابودی تعادل محیط زیست، و آسیب رساندن به سلامت عمومی به تدریج تبدیل به عوامل کلیدی شده است که مانع رشد اقتصادی پایدار و توسعه اجتماعی می‌شود (لینگ گو و همکاران^۲، ۲۰۱۷؛ لی و وو^۳، ۲۰۱۷). براساس گزارش بانک جهانی، هزینه آلودگی هوا در اثر فعالیت‌های اقتصادی طبق آخرین برآوردهای سال ۲۰۱۳ نشان می‌دهد که ۵/۵ میلیون مرگ‌ومیر در جهان به نسبت یک دهم از کل مرگ‌ومیر در سال می‌تواند به آلودگی هوا نسبت داده شود (بانک جهانی، ۲۰۱۶)^۴. در همان سال، قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا در داخل و خارج از منزل، حدود ۵ تریلیون و ۱۱۰ میلیون دلار باعث از دست رفتن رفاه در سطح جهان شده است (لو و همکاران، ۲۰۱۷)^۵.

ملاحظات زیست‌محیطی علاوه بر افزایش سطح سلامت جامعه و امید به زندگی که از جمله فاکتورهای اثرگذار بر شاخص توسعه انسانی است، با افزایش طول عمر و بهبود

۱. Cherni & Jouini, ۲۰۱۷

۲. ling Guo et al., ۲۰۱۷

۳. Li & Wu, ۲۰۱۷

۴. World Bank, ۲۰۱۶

۵. Lu et al., ۲۰۱۷

وضعیت سلامت در کشورهای مختلف می‌تواند انگیزه نسل‌های جاری را برای پس‌انداز تقویت کند و اثرات قابل ملاحظه‌ای بر سرمایه‌گذاری داخلی داشته باشد که در نهایت نرخ رشد اقتصادی را که از مؤلفه‌های سنجش شاخص توسعه انسانی است افزایش دهد. خانوارهای سالم‌تر به دلیل افزایش در بهره‌وری، درآمد بیشتری کسب می‌کنند و با توجه به اینکه درآمد یک عامل کلیدی برای بهبود وضعیت سلامت جامعه است در نتیجه درآمد بالا کمک می‌کند تا بسیاری از کالاها و خدمات مانند تغذیه بهتر، آب سالم و دسترسی به خدمات بهداشتی با کیفیت بالا، وضعیت سلامت را بهبود بخشد (کاتلر و همکاران، ۲۰۰۶).^۱

به‌طور خلاصه می‌توان گفت بررسی ارتباط متقابل توسعه انسانی و آلودگی زیست‌محیطی در ایران به چند دلیل موضوع جالب توجه و مهمی برای مطالعه و تحقیق می‌باشد. اکثر مطالعات مربوطه تنها بر یکی از ابعاد شاخص توسعه انسانی و در بیشتر موارد به تأثیر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست که تأثیری مثبت می‌باشد متمرکز شده‌اند اما باید در نظر داشت که علاوه بر رشد اقتصادی، دو متغیر مهم دیگر توسعه انسانی که شامل امید به زندگی و آموزش است نیز می‌توانند بر میزان تولید آلودگی تأثیر بگذارند. اهمیت چنین مطالعه‌ای از دو جنبه قابل بررسی است: از سویی گسترش و جداسازی هرچه بیشتر عوامل مؤثر بر توسعه انسانی و رشد اقتصادی می‌تواند از تحلیل‌های نادرست در مورد سهم و نقش هریک از عوامل جلوگیری کند و از سویی دیگر روشن شدن رابطه بین آلودگی محیط زیست و توسعه انسانی می‌تواند به نحوی در ترسیم سیاست‌های کلان اقتصادی در بخش‌های مختلف جامعه از جمله بهداشت، تولید، آموزش و محیط زیست برای رسیدن به شرایط مورد نظر بیشتر مؤثر باشد.

این مطالعه در پنج بخش تنظیم شده است: پس از مقدمه در بخش اول، در بخش دوم مبانی نظری و در بخش سوم پیشینه تحقیق ارائه می‌شود. بخش چهارم به تصریح، برآورد مدل و آزمون فرضیه اختصاص دارد. در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه شده است.

۲. مبانی نظری

یکی از چالش‌های مهم حوزه توسعه اقتصادی و اقتصاد محیط زیست، شناسایی عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر آلودگی محیط زیست و نحوه اثرپذیری اقتصاد از این آلودگی

۱. Cutler et al, ۲۰۰۶

می‌باشد. نتایج مطالعات خوشنویس و پژویان (۱۳۹۵) در داخل کشور و لو و همکاران^۱ (۲۰۱۷) در خارج در این زمینه همگی مؤید رابطه‌ای مستقیم و معنی‌دار میان آلودگی محیط زیست و توسعه در بلندمدت است. به عبارت دیگر، تخریب محیط زیست در کوتاه‌مدت شاید اقتصاد و به موجب آن توسعه را با مخاطره چندانی روبه‌رو نسازد، اما در بلندمدت، تهدیدی جدی محسوب می‌شود.

تشریح رابطه متقابل بین بهبود کیفیت یا تخریب محیط زیست و رشد اقتصادی به کشف رابطه‌ای U شکل معکوس بین کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی منجر شده است که به دلیل شباهت این منحنی با منحنی پایه‌ای کوزنتس، به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، معروف است. مطابق این شکل، در مراحل اولیه رشد، آلودگی با نرخ کاهنده افزایش می‌یابد، به اوج می‌رسد و سپس با نرخ فزاینده‌ای کاهش می‌یابد. اوج این منحنی را رسیدن به حالت «رشد غیر مادی» می‌گویند، بدین معنی که از اوج منحنی به بعد، اقتصاد در حال کاهش استفاده از مواد و انرژی در فرآیند تولید است (مارتینز - زارزوسو و بنگوچیا مورانچو، ۲۰۰۳)^۲. در حقیقت پیام فرضیه کوزنتس روشن است، اینکه رشد اقتصادی هم علت آلودگی و هم درمان آن است.

لی و همکاران^۳ (۲۰۱۰) در مطالعه تجربی به توضیح چگونگی رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی، مبتنی بر منحنی سیمون کوزنتس می‌پردازند. طبق این منحنی، کوزنتس نتیجه می‌گیرد رشد اقتصادی در یک کشور در حال توسعه در طول زمان به‌طور یکسانی روند افزایشی را طی نمی‌کند بلکه در آمد تا سطح معینی افزایش می‌یابد و سپس وارد روند کاهشی می‌شود. با تعمیم روند منحنی کوزنتس به رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی می‌توان به دو مورد اصلی اشاره کرد: اول اینکه محیط زیست همانند یک کالا است. در اقتصادهای توسعه‌نیافته و کمتر توسعه‌یافته، تقاضا برای کالاهای محسوس از تقاضا برای محیط زیست مهم‌تر است. وقتی یک اقتصاد توسعه می‌یابد و به حد معینی می‌رسد، آنگاه تقاضا برای محیط زیست با کیفیت مطلوب هم افزایش می‌یابد. مورد دوم تأثیر مقیاس اقتصاد و فناوری بر محیط زیست می‌باشد.

وقتی اقتصادی در حال رشد است، منابع طبیعی بیشتری مصرف می‌شوند و از طرف دیگر تولید کربن و ضایعات هم افزایش می‌یابد، اما زمانی مقیاس اقتصاد به آستانه

۱. Lu et al., ۲۰۱۷

۲. Martinez-Zarzoso & Bengochea Morancho, ۲۰۰۳

۳. Li et al., ۲۰۱۰

مشخصی می‌رسد، بخش‌های با فناوری پیشرفته‌تر جایگزین منابع مصرفی بخش صنعتی می‌شوند. در این وضعیت انتشار آلودگی و ضایعات، کاهش یافته و به موازات آن سیاست‌های حمایت از سلامت محیط زیست و استفاده از تکنولوژی‌های مناسب، سبب بهبود وضعیت زیست محیطی می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). به نظر می‌رسد کشورها در این راستا به دنبال کاهش ضایعات زیست محیطی هم‌زمان با طی نمودن مراحل توسعه هستند و به تعبیری رویکردهای مختلفی از توسعه پایدار را دنبال می‌کنند.

ملاحظات مربوط به توسعه نشان می‌دهد که بعضی آن را تنها در توسعه اقتصادی خلاصه کرده‌اند، آتفیلد و ویکنز^۱ در تعریف توسعه می‌گویند، توسعه فرآیندی جامع از فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی است که هدفش بهبود مداوم زندگی تمامی جمعیت بوده و فعالیت، آزادی، مشارکت مناسب و توزیع عادلانه منافع از ارکان اساسی آن به شمار می‌آید. مایکل تودارو^۲ توسعه را امری چند بعدی می‌داند که مستلزم ایجاد تغییرات اساسی در ساختارهای اجتماعی، طرز تلقی عامه مردم، نهادهای ملی و نیز تسریع رشد اقتصادی، کاهش نابرابری‌ها و ریشه کن کردن فقر مطلق است (حسینی، ۱۳۸۴).

با توجه به تعاریف مطرح شده می‌توان گفت که: توسعه به معنی رشد شاخص‌های درآمد ملی نیست، موضوع آن در مورد ضریب‌های پس‌انداز و سرمایه هم نیست، بلکه توسعه درباره مردم و برای مردم است لذا ضروری است با تشخیص نیازهای انسانی آغاز شود. هدف نهایی توسعه باید بهبود سریع سطح زندگی همه افراد باشد. در نتیجه در مقایسه میان کشورها در این حوزه نیز می‌بایست مجموعه‌ای از شاخص‌ها را لحاظ نمود، یا آنکه از شاخص‌هایی بهره جست که در محاسبه آنها برآیندی از شاخص‌های دیگر در حوزه‌های توسعه، امور رفاهی، شاخص‌های اجتماعی، کیفیت محیط زیست و ... در نظر گرفته شده باشند که در ادامه به این موضوع پرداخته خواهد شد.

قبل از دهه ۱۹۹۰ منظور از توسعه کشورها، اغلب افزایش متغیرهای کمی اقتصادی مانند تولید ناخالص داخلی و درآمد سرانه بود. با چنین دیدگاهی توسعه براساس رشد اقتصادی سنجیده می‌شد. اما عدم توجه به عدالت برای ایجاد فرصت‌های مناسب در جامعه، در کنار بسیاری از مفاهیم کیفی باعث شد این دیدگاه در معرض انتقادات زیادی قرار گیرد و مفاهیم بسیار گسترده‌تری از توسعه ارائه گردد. یکی از این مفاهیم توسعه مبتنی بر

۱. Atfield & Wilkins

۲. Michael Todarrow

انسان یا توسعه انسانی می‌باشد (آناند و سن، ۲۰۰۰)^۱. توسعه انسانی مفهومی گسترده است که به‌عنوان بهتر شدن انتخاب افراد برای بهتر و سالم‌تر و طولانی‌تر کردن زندگی، تعریف شده است (سوری و همکاران، ۲۰۱۱)^۲.

با گسترش مفهوم توسعه انسانی، شاخص‌هایی نیز برای تبیین این مفهوم شکل گرفت. بر این اساس، شاخص توسعه انسانی به‌عنوان مقیاس جدیدی از توسعه در سال ۱۹۹۰ بر مبنای نظریات آمارتیا سن^۳ پایه‌گذاری و با کمک محققان دیگر بسط داده شد و از همان زمان توسط برنامه توسعه سازمان ملل^۴ مورد استفاده قرار گرفته است. با در نظر گرفتن این مهم که رشد اقتصادی از جمله ارکان مهم توسعه انسانی می‌باشد ارتباط بین توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست نیز بارز است. با تمامی این تعاریف، بررسی شاخص توسعه انسانی و ارتباط آن با آلودگی زیست‌محیطی، یکی از راهکارهای اساسی در دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد و بنابراین تعداد زیادی از مطالعات سعی در تبیین رابطه علیت بین توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست نموده‌اند.

بر اساس مبانی تنوریک و مشاهدات تجربی، اهمیت چالش آلودگی محیط زیست و توسعه انسانی، به دلیل رابطه متقابل آلودگی محیط زیست و توسعه و رشد است که از دو جنبه مستقیم و غیرمستقیم بررسی می‌گردد. در رویکرد تأثیرگذاری مستقیم، با افزایش رشد و توسعه اقتصادی به دلیل افزایش تولید و متقابلاً افزایش درآمد، توسعه انسانی بهبود می‌یابد اما از طرفی با افزایش تولید میزان انتشار آلاینده‌ها نیز افزایش یافته و در نتیجه آلودگی محیط زیست گسترش می‌یابد، در ادامه این آلودگی از طریق رویکرد غیر مستقیم، باعث افزایش بیماری‌ها و کاهش طول عمر و امید به زندگی می‌شود، و از آنجایی که امید به زندگی جزء شاخص‌های مهم توسعه انسانی است، شاخص توسعه انسانی نیز کاهش می‌یابد.

۳. پیشینه پژوهش

از میان موضوعات مختلفی که در زمینه آلودگی محیط زیست مطرح شده است موضوع توسعه و آلودگی به یک مسئله بحث‌برانگیز در دنیا به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته تبدیل شده است. محققان به این مسئله علاقه نشان داده و تحقیقات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است.

۱. Anand & Sen, ۲۰۰۰

۲. Suri et al., ۲۰۱۱

۳. Amartya Sen

۴. United National Development Program

جدول ۱. مرور مطالعات خارجی و داخلی در رابطه با موضوع تحقیق

الف) مطالعات خارجی

محققان (سال)	دوره مطالعه - روش	نتایج
انگلسی - لوتز و دوغان (۲۰۱۸) ^۱	۱۹۸۰-۲۰۱۱ پنل دیتا کشورهای جنوب صحرای بزرگ آفریقا	وجود روابط بلندمدت بین متغیرهای اصلی تأیید می‌شود. افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر باعث تشدید آلودگی شده است. باتوجه به جهت علیت، یک ارتباط دوطرفه بین انتشار گازهای گلخانه‌ای، درآمد، تجارت و انرژی‌های غیر قابل تجدید به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد.
چرنی و جونی (۲۰۱۷) ^۲	۱۹۹۰-۲۰۱۵ ARDL علیت گرنجر تونس	بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی در بلندمدت رابطه پایدار برقرار است. آزمون علیت نیز نشان‌دهنده رابطه علی دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی و دی‌اکسیدکربن و همچنین بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی و بین مصرف انرژی و دی‌اکسیدکربن هیچ ارتباطی به دست نیامد.
مصطفی و همکاران (۲۰۱۷) ^۳	۱۹۷۰-۲۰۱۱ سیستم معادلات همزمان تجربه آسیا	توسعه انسانی بر رشد اقتصادی تأثیر مثبت دارد اما برعکس آن برقرار نیست. رشد همراه با عقب‌ماندگی توسعه نهادی، جلوگیری از شکل‌گیری سرمایه انسانی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت ممکن است مانع توسعه انسانی شود.
بدیر و ییلماز (۲۰۱۶) ^۴	۱۹۹۲-۲۰۱۱ پنل دیتا کشورهای OECD	سیاست‌های حفاظتی مصرف گاز، نفت و الکتروسیته می‌تواند انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش دهد، اما همزمان می‌تواند مانعی برای رشد اقتصادی و استانداردهای زندگی انسان‌ها باشد.
بوراک و همکاران (۲۰۱۵) ^۵	۱۹۶۱-۲۰۱۰ ۱۸۹ کشور	رشد اقتصادی نه تنها در همان سال بلکه در سال‌های بعد از آن نیز سبب افزایش میزان گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. همچنین مشاهده کردند که میزان انتشار آلودگی به نوسانات ارزش افزوده بخش صنعت به نسبت بخش کشاورزی حساس‌تر بوده و بخش خدمات موضعی میانه دارد.
ماریانی و همکاران (۲۰۱۰) ^۱	OLG	نتایج حاصل، همبستگی مثبت بین طول عمر و کیفیت محیط زیست را نشان می‌دهد، به گونه‌ای که هر دو متغیر در

۱. Inglesi-Lotz & Dogan (۲۰۱۸)

۲. Cherni & Jouini (۲۰۱۷)

۳. Mustafa et al., (۲۰۱۷)

۴. Bedir & Yilmaz (۲۰۱۶)

۵. Burke et al., (۲۰۱۵)

بلندمدت در طول یک مسیر حرکت می‌کنند.		
(ب) مطالعات داخلی		
محققان (سال)	دوره مطالعه - روش	نتایج
اخیاری و آماده (۱۳۹۶)	۱۹۸۷-۲۰۰۴ ARDL ایران و چین	سهم بالای تولیدات کارخانه‌ای در انتشار کربن، فرضیه پناهگاه آلودگی از ایران به چین را تأیید می‌کند و منحنی زیست محیطی کوزنتس حاصل از این تحقیق به شکل N به دست آمد.
خوشنویس و پژویان (۱۳۹۵)	۲۰۰۰-۲۰۱۰-پنل	هرچه درجه توسعه‌یافتگی کشورها کاهش یابد اثر منفی آلودگی محیط زیست بر امید به زندگی بیشتر می‌شود و با افزایش آلودگی، امید به زندگی بیشتر کاهش می‌یابد.
ترابی و همکاران (۱۳۹۴)	۱۳۵۰-۱۳۹۰ ARDL ایران	نتایج به دست آمده نشان می‌دهد مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و درجه باز بودن اقتصادی تأثیری مثبت و معنادار بر میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن دارند.
محمدی و سخی (۱۳۹۲)	۷۳-۲۰۰۷ کشور	آزادسازی تجاری در کشورهای با درآمد بالا باعث افزایش شاخص عملکرد محیط زیست و در کشورهای با درآمد پایین باعث کاهش شاخص عملکرد محیط زیست شده است.
دیزجی و غلامی‌نژاد دیزگاه (۱۳۹۱)	۱۹۹۷-۲۰۰۵ داده‌های تلفیقی کشورهای منتخب	یک رابطه U معکوس میان آلودگی و رشد اقتصادی وجود دارد که تأییدکننده فرضیه زیست محیطی کوزنتس است. همچنین براساس نتایج به دست آمده، آلودگی محیط زیست یک رابطه منفی با شاخص توسعه انسانی و درجه باز بودن اقتصاد دارد و از طرفی دارای رابطه مثبت با ارزش افزوده بخش صنعت می‌باشد.

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق مطالعات ذکر شده، مشاهده می‌شود که، مطالعات خارجی متعددی در رابطه با ارتباط متقابل و یا یک سویه بین توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست انجام شده است که در هر کدام بسته به متغیرها و بازه مورد مطالعه و جامعه آماری آنها نتایج متفاوتی به دست آمده است. اما مطالعات انجام شده داخلی در این زمینه محدود بوده و بیشتر آنها به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی پرداخته‌اند. نقطه تمایز این مقاله با مطالعات قبلی در این است که مقاله حاضر، شاخص‌های مهم توسعه انسانی را به طور هم‌زمان و در قالب یک مدل پویا مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و نیز رابطه علیت بین تمامی متغیرها در کوتاه‌مدت و بلندمدت و به صورت علیت دوطرفه بررسی شده است.

۴. روش شناسی تحقیق و داده‌ها

در مطالعات سری زمانی هر گاه مجموعه‌ای از متغیرهای مورد نظر براساس آزمون‌های ریشه واحد رفتار دوگانه‌ایی داشته باشند به این صورت که برخی از آنها در سطح ایستا باشند و برخی دیگر از متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری ایستا گردند استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی معمول از جمله انگل - گرانجر برای بررسی وجود ارتباط بلندمدت بین متغیرها دیگر کارساز نخواهد بود. در این قبیل موارد استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده^۱ پیشنهاد می‌گردد. همچنین برای بررسی علیت بین متغیرها، از مدل علیت گرنجر استفاده شده است. به منظور بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرهای مورد مطالعه، معادلات زیر به کار گرفته شده است:

$$LCO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 LGDP_t + \alpha_2 LE_t + \alpha_3 LR_t + \alpha_4 LTR_t + \alpha_5 LIN_t + \alpha_6 LGE_t + \alpha_7 LDU_t + \varepsilon_t \quad (۱)$$

$$LNOX = \alpha_0 + \alpha_1 LGDP_t + \alpha_2 LE_t + \alpha_3 LR_t + \alpha_4 LTR_t + \alpha_5 LIN_t + \alpha_6 LGE_t + \alpha_7 LDU_t + \varepsilon_t \quad (۲)$$

$$LSO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 LGDP_t + \alpha_2 LE_t + \alpha_3 LR_t + \alpha_4 LTR_t + \alpha_5 LIN_t + \alpha_6 LGE_t + \alpha_7 LDU_t + \varepsilon_t \quad (۳)$$

$$HDI = \alpha_0 + \alpha_1 LCO_2_t + \alpha_2 LNOX_t + \alpha_3 LSO_2_t + \alpha_4 LTR_t + \alpha_5 LIN_t + \alpha_6 LGE_t + \alpha_7 LDU_t + \varepsilon_t \quad (۴)$$

که در آن LCO_2 ، لگاریتم انتشار دی‌اکسید کربن، $LNOX$ ، لگاریتم انتشار نیتروژن اکسید، LSO_2 ، لگاریتم دی‌اکسید گوگرد، $LGDP$ ، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، LE ، شاخص امید به زندگی، LR ، شاخص نرخ باسواد، LTR ، لگاریتم درجه باز بودن تجاری، LIN ، لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت، LGE ، لگاریتم هزینه‌های مصرفی دولت، DU متغیر موهومی جنگ و ε_t ، جز اخلال هستند.

سری‌های زمانی سالانه برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۰ استفاده شده است، متغیرهای مربوط به آلودگی از ترازنامه انرژی، متغیرهای شاخص توسعه انسانی و شاخص امید به زندگی از بانک جهانی، متغیر شاخص نرخ باسواد از بانک مرکزی و تمامی متغیرهای توضیحی به جز متغیر موهومی جنگ از سایت بانک جهانی استخراج شده‌اند. همچنین جهت بررسی مدل‌های تحقیق از روش تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده، آزمون کرانه‌ها و آزمون علیت گرنجر (۱۹۶۹) استفاده شده است.

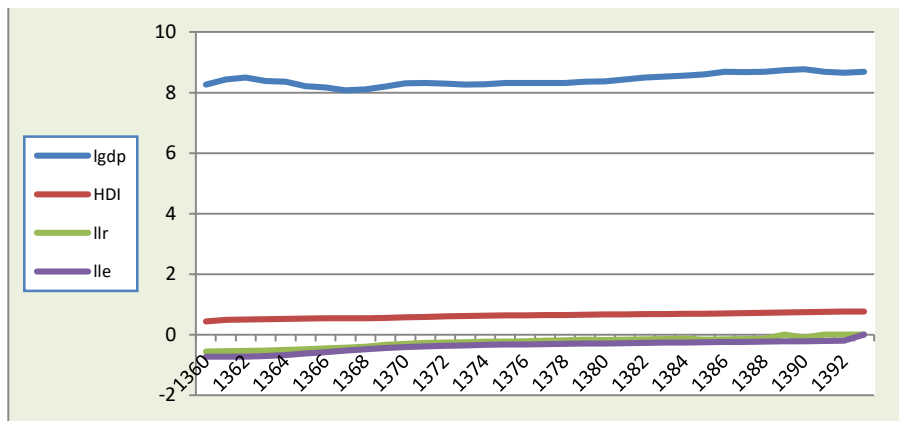
۵. یافته‌ها و نتایج تجربی

۵-۱. نحوه عملکرد اقتصاد ایران در شاخص‌های انسانی و زیست‌محیطی

۱. Autoregressive Distributed Lag (ARDL)

شاخص توسعه انسانی و میزان گازهای آلاینده مورد استفاده در مقاله حاضر به صورت دو نمودار جداگانه در زیر آورده شده است. مطابق نمودار ۱، مشاهده می‌شود که شاخص توسعه انسانی به همراه سه شاخص تشکیل‌دهنده آن در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۶۰ روندی رو به رشد داشته‌اند. با توجه به اینکه شاخص توسعه انسانی عددی بین صفر تا یک است، عدد به دست آمده هرچه به یک نزدیک‌تر باشد بیانگر شاخص توسعه انسانی بالاتر است. بر این اساس ۱۹۵ کشور جهان در پنج دسته قرار داده شده‌اند که ۵۱ کشور با شاخص توسعه انسانی بین ۰/۸ تا ۱ در دسته توسعه بسیار بالا، کشورهای با شاخص توسعه انسانی کمتر از ۰/۸ تا ۰/۷ (از جمله ایران) در دسته توسعه بالا، کشورهای با شاخص کمتر از ۰/۷ تا بزرگتر یا مساوی ۰/۵۵ در دسته توسعه متوسط و سایر کشورها در دسته کشورهای با شاخص توسعه انسانی پایین قرار دارند. مطابق نمودار ۲، مشاهده می‌شود که سه گاز دی‌اکسید کربن^۱، نیتروژن اکسید^۲ و گوگرد دی‌اکسید^۳ در طول زمان و در طی مسیر توسعه‌یافتگی روندی رو به رشد را طی کرده‌اند.

شکل ۱. شاخص توسعه انسانی و متغیرهای تحقیق



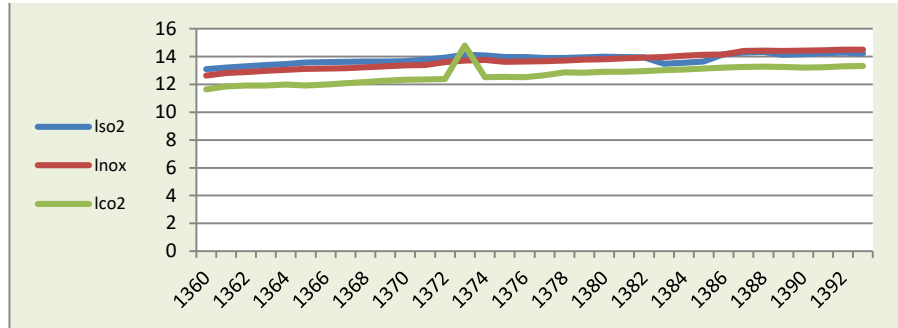
منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۲. روند انتشار آلاینده‌ها طی دوره مورد مطالعه

۱. Carbon dioxide (CO₂)

۲. Nitrogen oxide (NOX)

۳. Sulfur dioxide (SO₂)



منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۵. آزمون‌های مانایی

وجود متغیرهای نامانا در مدل سبب می‌شود تا آزمون‌های t و F معمول از اعتبار لازم برخوردار نباشند و منجر به رگرسیون‌های جعلی شوند. در این مطالعه، جهت بررسی آزمون مانایی از آزمون دیکی فولر استفاده شده است، که نتایج حاکی از رد فرضیه صفر مبنی بر نامانا بودن متغیرها می‌باشد.

جدول ۲. نتایج آزمون مانایی دیکی فولر

مانایی	آماره دیکی فولر	مقادیر بحرانی مکینون			متغیرها
		۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱	
I(۰)	-۴/۳۳	-۴/۲۸	-۳/۵۶	-۳/۲۱	LGDP*
I(۰)	-۵/۵۱	-۴/۲۶	-۳/۵۵	-۳/۲۰	LCO _۲ *
I(۰)	-۳/۶۶	-۴/۲۷	-۳/۵۵	-۳/۲۱	LGE*
I(۱)	-۵/۳۹	-۴/۲۷	-۴/۵۵	-۳/۲۱	LNOX**
I(۱)	-۵/۵۰	-۴/۲۹	-۳/۵۶	-۳/۲۱	LSO _۲ **
I(۱)	-۹/۹۷	-۴/۲۷	-۳/۵۵	-۳/۲۱	HDI**
I(۱)	-۴/۴۳	-۴/۲۷	-۳/۵۵	-۳/۲۱	LE**
I(۱)	-۴/۱۹	-۴/۲۷	-۳/۵۵	-۳/۲۱	LR**
I(۱)	-۵/۷۷	-۴/۳۲	-۳/۵۸	-۳/۲۲	LTR**
I(۱)	-۴/۰۷	-۴/۳۰	-۳/۵۷	-۳/۲۲	LIN**
I(۱)	-۵/۷۲	-۴/۲۷	-۳/۵۵	-۳/۲۱	DU**

منبع: یافته‌های پژوهش،

* در سطح مانا ** با یک بار تفاضل‌گیری مانا

۳-۵. آزمون کرانه‌ها

برای تحلیل تجربی روابط بلندمدت و اثرات متقابل میان متغیرهای تحقیق، مدل مورد نظر با استفاده از روش آزمون کرانه‌ها^۱ که توسط پسران و همکاران^۲ (۲۰۰۱) ارائه گردید، تخمین زده شده است. مهم‌ترین مزیت آزمون کرانه‌ها این است که بدون توجه به هم‌جمع بودن متغیرها از یک درجه (صفر یا یک) به تبیین روابط بلندمدت می‌پردازد. نتایج آزمون کرانه‌ها در دو جدول ۳ و ۴ گزارش شده است. در جدول (۳) نتایج آزمون کرانه‌ها برای هر چهار مدل ارائه شده است. آماره‌های به دست آمده از این آزمون با مقادیر بحرانی جدول (۴) مقایسه می‌شود. نتایج به دست آمده حاکی از این واقعیت است که وجود ارتباط بلندمدت میان متغیرها را برای مدل‌ها نمی‌توان رد کرد.

جدول ۳. مقادیر بحرانی روش مدل‌سازی ARDL

	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱
K=۷	I(۰) ----- I(۱)	I(۰) ----- I(۱)	I(۰) ----- I(۱)	I(۰) ----- I(۱)
LCO _۲	۱/۷ ۲/۸۳	۱/۹۷ ۳/۱۸	۲/۲۲ ۳/۴۹	۲/۵۴ ۳/۹۱
LNOX	۱/۷ ۲/۸۳	۱/۹۷ ۳/۱۸	۲/۲۲ ۳/۴۹	۲/۵۴ ۳/۹۱
LSO _۲	۱/۷ ۲/۸۳	۱/۹۷ ۳/۱۸	۲/۲۲ ۳/۴۹	۲/۵۴ ۳/۹۱
HDI	۲/۲۲ ۳/۱۷	۲/۵ ۳/۵	۲/۸۶ ۳/۸۱	۳/۰۷ ۴/۲۳

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۴. آزمون کرانه‌ها برای بررسی روابط بلندمدت

مدل	مقادیر F
۱) LCO _۲ = f (LGDP, LE, LR, LTR, LIN, LGE, DU)	۴/۰۴
۲) LNOX = f (LGDP, LE, LR, LTR, LIN, LGE, DU)	۴/۸۱
۳) LSO _۲ = f (LGDP, LE, LR, LTR, LIN, LGE, DU)	۳/۶۸
۴) HDI = f (LCO _۲ , LSO _۲ , LNOX, LTR, LIN, LGE, DU)	۹/۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۵. تخمین معادله بلندمدت مدل

۱. Bounds Test

۲. Pesaran et al

مطابق جدول (۵)، در مدل اول تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص امید به زندگی اثری مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن دارند بدین معنی که با افزایش یک درصد تولید ناخالص داخلی سرانه و امید به زندگی کربن دی‌اکسید به ترتیب ۱/۰۲ درصد و ۳/۴۸۹ درصد افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده مطابق با واقعیت می‌باشد. در توضیح علت این نتایج می‌توان بیان کرد که هر قدر میزان تولید در کشور بیشتر باشد به معنی استفاده بیشتر از انرژی و متقابلاً تولید آلودگی بیشتر است، با افزایش امید به زندگی نیز به دلیل کاهش میزان مرگ‌ومیر از سویی و افزایش جمعیت از سوی دیگر نیاز به ایجاد اشتغال بیشتر احساس می‌شود که این به معنی افزایش در ایجاد کارخانجات است، از طرفی نیروی جدید همزمان به مسکن و مواد غذایی بیشتر نیاز دارد که این نیز به معنی تولید بیشتر و بهره‌برداری بیشتر از معادن و استفاده بیشتر از سوخت‌های فسیلی به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران و در نتیجه تولید آلودگی بیشتر در سطح کشور است.

در مدل دوم و سوم نیز همانند مدل اول تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص امید به زندگی اثری مثبت و معنی‌دار دارند. بدین معنی که در مدل دوم با افزایش یک درصد تولید ناخالص داخلی سرانه و امید به زندگی نیتروژن اکسید به ترتیب ۱/۲۸ درصد و ۵/۷۶ درصد افزایش می‌یابد و نیز در مدل سوم با افزایش یک درصد تولید ناخالص داخلی سرانه و امید به زندگی گوگرد دی‌اکسید به ترتیب ۱/۹۸ درصد و ۸/۴۹ درصد افزایش می‌یابد. نرخ باسوادی نیز در این دو مدل اثری منفی و معنی‌دار و مطابق با واقعیت دارد بدین ترتیب که در مدل دوم با یک درصد افزایش شاخص نرخ باسوادی میزان انتشار نیتروژن اکسید ۲/۵۵ درصد و در مدل سوم با یک درصد افزایش نرخ باسوادی میزان انتشار گوگرد دی‌اکسید ۷/۹۰ درصد کاهش می‌یابد و دلیل آن نیز بدین صورت است که افزایش نرخ باسوادی سبب می‌شود که افراد تحصیل کرده و خردمند در طول زمان به فکر تولید سالم‌تر و متناسب با استانداردهای محیط زیست بیافتند و بدین طریق باعث کاهش آلودگی می‌شوند. نتایج این سه مدل مطابق با نتایج مطالعات مهدوی عادل و قنبری (۱۳۹۲)، علیپور و همکاران (۱۳۹۰) و محمدی و سخی (۱۳۹۲) می‌باشد.

در مدل چهارم، دی‌اکسید گوگرد اثری مثبت و معنی‌دار و دی‌اکسید کربن و انتشار نیتروژن اکسید اثری منفی و معنی‌دار دارند و مفهوم آن بدین معنی است که افزایش یک درصدی دی‌اکسید گوگرد به معنی بهبود ۰/۰۳۹ درصدی شاخص توسعه انسانی و افزایش یک درصدی دی‌اکسید کربن و انتشار نیتروژن اکسید به معنی بدتر شدن شاخص توسعه انسانی به میزان

۰/۰۰۱ درصد و ۰/۰۴۹ درصد می‌باشد. عمده منابع تولید دی‌اکسید گوگرد در ایران کارخانجات سنگ‌های معدنی و پالایشگاه‌ها هستند و هر قدر که این کارخانجات تولید بیشتری داشته باشند به معنی تولید بیشتر و در نتیجه درآمد بیشتر است و از آنجایی که یکی از فاکتورهای مهم شاخص توسعه انسانی درآمد می‌باشد، این شاخص نیز همزمان افزایش پیدا می‌کند. از دلایل اصلی تولید گاز انتشار نیتروژن اکسید خودروهای فرسوده می‌باشد که سوخت را به طور ناقص می‌سوزانند. این گاز بسیار خطرناک از دو سو اثری سوء بر شاخص توسعه انسانی دارد، از سمتی با ایجاد بسیاری از بیماری‌های تنفسی و حتی سرطانی باعث افزایش مرگ‌ومیر و کاهش امید به زندگی می‌شود و از سمتی به دلیل آلودگی هوا و تعطیلی بسیاری از مراکز تولیدی، درآمد نیز کاهش می‌یابد در نتیجه این دو فاکتور، موجب کاهش شاخص توسعه انسانی می‌شوند. دی‌اکسید کربن نیز مطابق انتظار اثری منفی و معنی‌دار بر شاخص توسعه انسانی دارد. نتایج به دست آمده در این مطالعه مطابق با نتایج خوشنویس و پژوهان (۱۳۹۵) می‌باشد.

جدول ۵. برآورد ضرایب بلندمدت مدل‌های ۱، ۲ و ۳

متغیر	مدل ۱: وابسته (LCO _t)			مدل ۲: وابسته (LNOX)			مدل ۳: وابسته (LSO _t)		
	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال
LGDP	۱/۰۱۲	۹/۶۸	۰/۰۰۰	۱/۲۸۳	۱۰/۵۸	۰/۰۰۰	۱/۹۸۳	۳/۳۴	۰/۰۰۴۲
LE	۳/۴۸۹	۲/۷۴	۰/۰۱۲	۵/۷۶۰	۵/۰۱	۰/۰۰۰۱	۸/۴۹۳	۳/۳۴	۰/۰۰۴۱
LR	-۰/۶۸۸	-۰/۶۱	۰/۵۴۵	-۲/۵۵۹	-۲/۶۳	۰/۰۱۶	-۷/۹۰۵	-۲/۳۰	۰/۰۳۴
LTR	۰/۳۰۵	۲/۹۰	۰/۰۰۸	۰/۰۹۴	۰/۹۶	۰/۳۴۶	۱/۰۲۸	۲/۱۹	۰/۰۴۳
LIN	-۰/۰۰۵	-۰/۰۲	۰/۹۷۸	۰/۰۵۱	۰/۲۱	۰/۸۳۵	-۲/۸۲۷	-۲/۳۲	۰/۰۳۳
LGE	۰/۴۷۰	۲/۳۵	۰/۰۲۸	۰/۱۵۴	۱/۰۳	۰/۳۱۴	۱/۷۴۱	۲/۹۱	۰/۰۱۰
DU	-۰/۱۱۴	-۰/۹۲	۰/۳۶۳	-۰/۰۳۱	-۰/۲۹	۰/۷۶۹	-۱/۰۴۳	-۲/۳۴	۰/۰۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶. برآورد ضرایب بلندمدت مدل ۴ (وابسته: HDI)

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
LSO _t	۰/۰۳۹	۴/۱۹۳	۰/۰۰۰۴
LCO _t	-۰/۰۰۱	-۰/۶۷۵	۰/۵۰۶
LNOX	-۰/۰۴۹	-۲/۹۶۱	۰/۰۰۷
LTR	-۰/۰۱۲	-۲/۷۹۰	۰/۰۱۱
LIN	۰/۰۱۶	۱/۸۵۷	۰/۰۷۸
LGE	۰/۰۱۲	۱/۲۲۲	۰/۲۳۵

DU	-۰/۰۱۵	-۲/۷۴۵	۰/۰۱۲
----	--------	--------	-------

منبع: یافته‌های پژوهش

۵-۵. مدل تصحیح خطا

برای بررسی تعدیل عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت در حرکت به سمت تعادل بلندمدت از مدل تصحیح خطا استفاده شده است، ضریب تصحیح خطا نشان می‌دهد که در هر دوره چند درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت جهت رسیدن به تعادل بلندمدت تعدیل می‌گردد. در جدول (۵)، نتایج تخمین مدل تصحیح خطا با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده برای هر چهار مدل آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب جمله تصحیح خطا در مدل اول برابر ۰/۹۶- می‌باشد بدین معنی که در هر دوره در این مدل ۹۶ درصد از عدم تعادل‌های آلودگی انتشار دی‌اکسید کربن، برطرف می‌شود. در مدل دوم، سوم و چهارم نیز ضریب تصحیح خطا به ترتیب، ۰/۶۵-، ۰/۲۸-، ۰/۹۶- تخمین زده شده است، که در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و ۱۰ درصد معنادار و مطابق با انتظار است. بنابراین می‌توان گفت که در مدل‌های مورد استفاده در این مقاله تقریباً ۶۵ درصد، ۲۸ درصد و ۹۶ درصد از نبود تعادل به علت شوک‌های سال‌های قبل، در سال جاری به سمت تعادل همگراست.

جدول ۷. نتایج تخمین معادله تصحیح خطا (ECM) مدل‌های ۱، ۲ و ۳

متغیر	مدل ۱: وابسته (LCO _t)			مدل ۲: وابسته (LNOX)			مدل ۳: وابسته (LSO _t)		
	ضریب	t آماره	احتمال	ضریب	t آماره	احتمال	ضریب	t آماره	احتمال
D(LGDP)	۰/۲۶	۰/۷۸	۰/۴۳۹	-۰/۲۳	-۱/۲۹	۰/۲۱۱	-۰/۶۷	-۳/۶۹	۰/۰۰۲
D(LE)	۲/۴۳	۱/۷۹	۰/۰۸۶	۳/۲۹	۴/۴۰	۰/۰۰۰۳	۲/۴۱	۳/۵۶	۰/۰۰۲۶
D(LR)	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۹۴۷	۰/۸۳	۱/۱۶	۰/۲۵۶	-۴/۰۱	-۵/۲۵	۰/۰۰۰۱
D(LTR)	۰/۲۵	۲/۳۱	۰/۰۳۰	۰/۰۶	۱/۲۱	۰/۲۳۷	۰/۲۵	۳/۴۰	۰/۰۰۳۶
D(LIN)	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۹۵۳	۰/۱۲	۱/۲۹	۰/۲۰۹	-۰/۴۶	-۳/۰۹	۰/۰۰۶۹
D(LGE)	۰/۰۸	۰/۶۶	۰/۵۱۳	۰/۱۳	۱/۸۴	۰/۰۸۰	-۰/۲۶	-۲/۷۶	۰/۰۱۳۹
D(DU)	-۰/۱۱	-۱/۱۸	۰/۲۴۹	-۰/۰۴	-۰/۸۵	۰/۴۰۳	-۰/۰۲	-۰/۴۰	۰/۶۹۴
CointEq(-۱)	-۰/۹۶	-۵/۴۶	۰/۰۰۰	-۰/۰۶	-۶/۱۶	۰/۰۰۰	-۰/۲۸	-۷/۳۱	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸. نتایج تخمین معادله تصحیح خطا (ECM) مدل ۴ (وابسته: HDI)

متغیر	ضریب	t آماره	احتمال
D(LSO _t)	۰/۰۲۵	۴/۰۴۶	۰/۰۰۰۶

D(LCO ₂)	-۰/۰۰۰۸	-۰/۸۲۵	۰/۴۱۹
D(LNOX)	-۰/۰۵۰	-۳/۷۱۱	۰/۰۰۱
D(LTR)	-۰/۰۱۰	-۲/۹۲۰	۰/۰۰۸
D(LIN)	۰/۰۱۷	۲/۷۴۸	۰/۰۱۲
D(LGE)	۰/۰۱۷	۲/۷۱۴	۰/۰۱۳
D(DU)	۰/۰۰۵	۱/۵۷۸	۰/۱۳۰
CoinEq(-۱)	-۰/۹۶۹	-۱۳/۷۰۳	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

۵-۶. آزمون علیت گرنجر

نتایج آزمون علیت گرنجری برای مدل‌های مورد بررسی در جدول (۷) نمایش داده شده است. مطابق جدول (۷)، مشاهده می‌شود که به ترتیب در مدل اول بین تولید ناخالص داخلی و گاز دی‌اکسید کربن، بین شاخص امید به زندگی و گاز دی‌اکسید کربن یک ارتباط یک‌طرفه وجود دارد که نتایج هماهنگ با نتایج مدل روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده بوده و مطابق با انتظار می‌باشد. در مدل دوم نیز بین تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز نیتروژن اکسید ارتباط دو طرفه، بین امید به زندگی و انتشار گاز نیتروژن اکسید ارتباط یک طرفه، به دست آمد. در مدل سوم مطابق جدول بین تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز دی‌اکسید گوگرد ارتباط دو طرفه، بین نرخ باسوادی و انتشار گاز دی‌اکسید گوگرد ارتباط یک طرفه، بین انتشار گاز دی‌اکسید گوگرد و نرخ باسوادی ارتباط یک طرفه وجود دارد. در مدل آخر نیز مشاهده می‌شود که جهت علیت بین شاخص توسعه انسانی و انتشار گازهای دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد یک ارتباط یک طرفه می‌باشد. بین انتشار گاز نیتروژن اکسید و شاخص توسعه انسانی نیز یک ارتباط دو طرفه به دست آمد. نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر حاکی از این واقعیت مهم می‌باشد که متغیرهای شاخص توسعه انسانی می‌توانند تأثیر سو و یا مفید بر انتشار گازهای خطرناک داشته باشند، بدین صورت که با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و محیط زیست هر جامعه، متغیرهای این شاخص باعث کاهش تولید گازهای آلاینده و یا موجب افزایش انتشار گازهای مذکور می‌شوند. در مقابل گازهای منتشر شده نیز می‌توانند بر بهبود و یا کاهش شاخص توسعه انسانی اثر بگذارند.

جدول ۹. نتایج آزمون استاندارد علیت گرنجری

مدل ۱: وابسته (LCO ₂)					
LE→LCO ₂		LR↔LCO ₂		LGDP→LCO ₂	
۳۱/۰۱۸	۰/۰۰۸۳	۰/۶۶۵	۰/۷۲۶	۱۸/۹۹۸	۰/۰۱۶۸

مدل ۲: وابسته (LNOX)					
LE→LNOX		LR↔LNOX		LGDP↔LNOX	
۵/۵۸۳	۰/۰۰۹	۰/۶۶۸	۰/۷۰۹	۳/۳۰۴	۰/۰۴۶
				۳/۴۹۳	۰/۰۴۰
مدل ۳: وابسته (LSO۲)					
LE↔LSO۲		LSO۲→LR		LGDP→LSO۲	
۲/۹۱۶	۰/۰۹۸	۸/۹۳۸	۰/۰۰۵	۴/۱۲۳	۰/۰۵۱
۳/۹۶۵	۰/۰۵۵				
مدل ۴: وابسته (HDI)					
HDI→LSO۲		LNOX↔HDI		LCO۲→HDI	
۳/۳۲۷	۰/۰۵۱	۳/۰۴۲	۰/۰۶۴	۲/۶۶۳۴	۰/۰۹۰
		۲/۶۹۳	۰/۰۸۵		

منبع: یافته‌های پژوهش

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

در این مطالعه، ارتباط متقابل شاخص توسعه انسانی و آلودگی زیست‌محیطی در ایران با استفاده از روش رویکرد هم‌انباشتگی روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده و علیت گرنجری در دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۰ بررسی شد. نتایج بررسی، رابطه بلندمدت و جهت علیت گرنجری را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که امید به زندگی و تولید ناخالص داخلی سرانه در هر سه مدل مورد مطالعه علیت گرنجری آلودگی هستند و با بررسی نوع این ارتباط با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده و آزمون کرانه‌ها مشاهده می‌شود که تولید ناخالص داخلی سرانه همواره موجب افزایش آلودگی در سطح کشور می‌شود. با افزایش امید به زندگی نیز سطح جمعیت در کشور افزایش یافته و دولت موظف به برطرف کردن نیازهای این افراد می‌باشد که این نیز خود نیازمند تولید بیشتر و در نتیجه موجب افزایش آلودگی می‌باشد. با توجه به اینکه عمده دلیل افزایش آلودگی در کشور سهم خودروهای فرسوده و غیر استاندارد می‌باشد از راههای مهم برای کاهش آلودگی باید خودروهای با استاندارد جهانی تولید شود.

۲. با افزایش نرخ باسواد می‌شود که میزان انتشار دو گاز دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن اکسید در کشور کاهش می‌یابد زیرا افراد آگاه نسبت به محیط زیست خود نیز

بررسی ارتباط متقابل شاخص توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست در ایران | جواهری و همکاران | ۷۱

حساس تر می‌باشند. بنابراین فرهنگ‌سازی و افزایش آگاهی افراد در این زمینه می‌تواند باعث بهبود کیفیت محیط زیست شود.

۳. مشاهده شد که اجزای شاخص توسعه انسانی بر میزان انتشار آلودگی تأثیرگذار هستند از سویی آلودگی نیز می‌تواند بر روی شاخص توسعه انسانی اثر بگذارد. این اثر در مدل چهارم قابل مشاهده است. هم در کوتاه‌مدت و هم بلندمدت دو متغیر دی‌اکسید گوگرد و انتشار نیتروژن اکسید بر شاخص توسعه انسانی به ترتیب اثر مثبت و منفی دارند.

۷. تعارض منافع

تعارض منافع ندارد.

۸. سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از داوران محترم و ارکان نشریه که با نظرات ارزنده خود در جهت رفع ایرادات مقاله کمک نمودند کمال تشکر و سپاس را دارند.

ORCID

Bakhtiar Javaheri

 <https://orcid.org/0000-0002-5291-5611>

Saman Ghaderi

 <https://orcid.org/0000-0002-5188-6628>

Zahra Khalilzadeh silabi

 <https://orcid.org/0000-0001-8726-6036>

۹. منابع

اخباری، رضا و آماده، حمید. (۱۳۹۶). کاربردی از فرضیه پناهگاه آلودگی در شناسایی صنایع آلاینده: شواهدی از رابطه تجاری ایران - چین، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۲(۲)، ۱۵-۳۲. DOI: ۱۰,۲۲۰۳۴/JEST.۲۰۱۷,۱۰۶۲۳

ترابی، تقی؛ خواجه‌پوری‌پور، امین؛ طریقی، سمانه و پاکروان، محمدرضا. (۱۳۹۴). تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۹(۱)، ۶۳-۸۴.

حسینی، حسن. (۱۳۸۴)، توسعه و شاخص توسعه منابع انسانی و بررسی وضعیت آن در ایران، فصلنامه بیک نور، ۶(۱).

خوشنویس، مریم و پژویان، جمشید. (۱۳۹۵). بررسی مقایسه‌ای اثر آلودگی زیست‌محیطی بر شاخص توسعه انسانی در کشورها با سطوح مختلف توسعه یافتگی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۲ (۴۸)، ۳۳-۶۱.

- خوشنویس، مریم و پژویان، جمشید. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر آلودگی محیط زیست بر شاخص توسعه انسانی (HDI) در کشورهای توسعه یافته، *فصلنامه علوم اقتصادی*، ۶(۲۰). ۳۹-۶۸. DOR: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۵۳۸۳۸۳۳,۱۳۹۱,۶,۲۰,۲,۲
- دیزجی، منیره و غلامی نژاد دیزگاه، سولماز. (۱۳۹۱). رشد اقتصادی، توسعه انسانی و آلودگی آب ناشی از فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای منتخب جهان، *فصلنامه اقتصاد کاربردی*، ۳(۱۱)، ۱۵۶-۱۳۵. DOR: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۲۵۱۶۲۱۲,۱۳۹۱,۳,۰,۶,۲
- محمدی، حسین و سخی، فاطمه. (۱۳۹۲). تأثیر تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه انسانی بر شاخص عملکرد محیط زیست، *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۱(۳)، ۷۵-۵۵.
- محمدی، حسین و سراجی، محمد تیرگی. (۱۳۹۲). بررسی ارتباط میان رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری و آلودگی محیط زیست: بررسی کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، ۲(۶)، ۲۰۷-۱۸۳.
- مهدوی عادل، محمدحسین و قنبری، علیرضا. (۱۳۹۲). تجزیه و تحلیل رابطه هم‌جمعی و علیت میان انتشار دی‌اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در ایران، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۳(۹)، ۲۳۷-۲۱۷.

References

- Akhbari, R. & Amadeh, H. (۲۰۱۷). Application of Pollution Haven Hypothesis in identifying dirty industries Evidence of Iran - China commercial relationship. *Journal of Environmental Science and Technology*, ۱۲(۲), ۱۵-۳۲. DOI: ۱۰,۲۲۰۳۴/JEST.۲۰۱۷,۱۰,۶۲۳. [In Persian]
- Anand, S. & Sen, A. (۲۰۰۰). Human development and economic sustainability. *World development*, ۲۸(۱۲), ۲۰۲۹-۲۰۴۹.
- Bedir, S. & Yilmaz, V. M. (۲۰۱۶). CO₂ Emissions and human development in OECD countries: granger causality analysis with a panel data approach. *Eurasian Economic Review*, ۶(۱), ۹۷-۱۱. DOI: ۱۰,۱۰۰۷/s۴۰۸۲۲-۰۱۵-۰۰۳۷-۲
- Burke, P. J. Shahiduzzaman, M. & Stern, D. I. (۲۰۱۵). Carbon dioxide emissions in the short run: The rate and sources of economic growth matter. *Global Environmental Change*, ۳۳, ۱۰۹-۱۲۱. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.04.012>
- Cherni, A. & Jouini, S. E. (۲۰۱۷). An ARDL approach to the CO₂ emissions, renewable energy and economic growth nexus: Tunisian evidence. *International Journal of Hydrogen Energy*, ۴۲(۴۸), ۲۹۰۵۶-۲۹۰۶۶. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.08.072>

- Cutler, D., Deaton, A. & Lleras-Muney, A. (۲۰۰۶), The Determinants of Mortality, *Journal of Economic Perspectives*, ۲۰(۳), ۹۷-۱۲۰. DOI: ۱۰.۱۲۵۷/jep.۲۰,۳,۹۷
- Dizji, M. & Gholami nejad dizghah, S. (۲۰۱۲). Economic Growth, Human Development and Environmental Pollution in the Selected Countries, *Applied Economics*, ۳(۱۱), ۱۳۵-۱۵۶. DOR: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۲۵۱۶۲۱۲,۱۳۹۱. ۳,۰,۶,۲ [In Persian]
- Hosseini, H. (۲۰۰۴), development and index of human resources development and its situation in Iran, *Pik Noor Quarterly*, ۶ (۱). [In Persian]
- Inglesi-Lotz, R. & Dogan, E. (۲۰۱۸). The role of renewable versus non-renewable energy to the level of CO₂ emissions a panel analysis of sub-Saharan Africa's Big ۱۰ electricity generators. *Renewable Energy*, ۱۲۳, ۳۶-۴۳. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.210>
- Kahouli, B. (۲۰۱۷). The Causality Link between Energy Electricity Consumption, CO₂ emissions, R&D Stocks and Economic Growth in Mediterranean Countries (MCs). *Energy*, ۱۴۵, ۳۸۸-۳۹۹ <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.12.136>
- Khoshnevis, M. & Pajooyan, J. (۲۰۱۲). Investigating the impact of environmental pollution on the Human Development Index (HDI) in developed countries, *Financial Economics* ۶(۲۰), ۳۹-۶۸. DOR: ۲۰,۱۰۰۱. ۱,۲۵۳۸۳۸۳۳,۱۳۹۱,۶,۲۰,۲,۲. [In Persian]
- Khoshnevis, M. & Pajooyan, J. (۲۰۱۶). The study of the role of development on the impact of environmental pollution on the human development index. *Quarterly Energy Economics Review*, ۱۲ (۴۸), ۳۳-۶۱. [In Persian]
- Li, B. & Wu, S. (۲۰۱۷). Effects of local and civil environmental regulation on green total factor productivity in China: A spatial Durbin econometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, ۱۵۳, ۳۴۲-۳۵۳. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.042>
- Li, Z. & Fang, S. (۲۰۱۱). Suzhou's export trade and environment: An empirical study. *Energy Procedia*, ۵, ۲۱۲۵-۲۱۳۱. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.367>
- ling Guo, L., Qu, Y. & Tseng, M. L. (۲۰۱۷). The interaction effects of environmental regulation and technological innovation on regional green growth performance. *Journal of cleaner production*, ۱۶۲, ۸۹۴-۹۰۲. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.210>
- Lu, Z. N., Chen, H., Hao, Y., Wang, J., Song, X., & Mok, T. M. (۲۰۱۷). The dynamic relationship between environmental pollution, economic development and public health: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, ۱۶۶, ۱۳۴-۱۴۷. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.010>
- Mahdavi Adeli, M. H. & Ghanbari, A. (۲۰۱۳). CO₂ Emissions, GDP and Energy Consumption: a Multivariate Co integration and Causality Analysis for Iran. *Iranian Energy Economics*, ۳(۹), ۲۱۷-۲۳۷. [In Persian]

- Mariani, F., Pérez-Barahona, A., & Raffin, N. (۲۰۱۰). Life expectancy and the environment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, ۳۴(۴), ۷۹۸-۸۱۰. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2009.11.007>
- Martinez-Zarzoso, I. & Bengochea Morancho, A. (۲۰۰۳). Testing for an environmental Kuznets curve in Latin-American countries. *Revista de Análisis Económico*, ۱۸(۱).
- Mohammadi, H. & Sakhi, F. (۲۰۱۳). The relationship between trade, investment and human development index on environmental quality. *Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies*, ۱(۳), ۵۵-۷۵. [In Persian]
- Mohammadi, H. & Terjari Seraji, M. (۲۰۱۳). Investigation of the Relationship between Economic Growth, Trade Openness and Environmental Pollution: A Review of Selected Countries in the Middle East. *Iranian Energy Economics*, ۲(۶), ۱۸۳-۲۰۷. [In Persian]
- Mustafa, G., Rizov, M. & Kernohan, D. (۲۰۱۷). Growth, human development, and trade: The Asian experience. *Economic Modelling*, ۶۱, ۹۳-۱۰۱. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.12.007>
- Narayan, P. K. & Smyth, R. (۲۰۰۴). Temporal causality and the dynamics of exports, human capital and real income in China. *International Journal of Applied Economics*, ۱(۱), ۲۴-۴۵.
- NNDP. (۲۰۰۹), Human Development Report ۱۹۹۰, New York, *Oxford University press*, ۲۰۰۰, ۲۰۰۳, ۲۰۰۴, ۲۰۰۵, ۲۰۰۶, ۲۰۰۷, ۲۰۰۸, ۲۰۰۹ (Issued).
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (۲۰۰۱). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, ۱۶(۳), ۲۸۹-۳۲۶
- Suri, T., Booser, M. A., Ranis, G., & Stewart, F. (۲۰۱۱). Paths to success: The relationship between human development and economic growth. *World Development*, ۳۹(۴), ۵۰۶-۵۲۲. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.020>
- Tao, S., Zheng, T. & Lianjun, T. (۲۰۰۸). An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: a panel cointegration approach. *China Economic Review*, ۱۹(۳), ۳۸۱-۳۹۲.
- Torabi, T., Khajooeipour, A., Tarighi, S., & Pakravan, M. R. (۲۰۱۵). The effect of energy consumption, economic growth and international business on greenhouse gas emission in Iran. *Economic Modeling*, ۹(۱), ۶۳-۸۴. [In Persian]

بررسی ارتباط متقابل شاخص توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست در ایران | جواهری و همکاران | ۷۵

World Bank, (۲۰۱۶). The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action. www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/cost%۲۰of%۲۰air%۲۰pollution.pdf (Accessed ۲۵ July ۱۷).

استناد به این مقاله: جواهری، بختیار؛ قادری، سامان؛ خلیل‌زاده سیلابی، زهرا. (۱۴۰۳). بررسی ارتباط متقابل شاخص توسعه انسانی و آلودگی محیط زیست در ایران، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ۸(۴)، ۵۱-۷۴.



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ۴,۰ International License.