

Comparing and Investigating the Effects of Income Inequality on Air Pollution; Case Study: Selected Member Countries of the Shanghai Cooperation Organization

Hamid Reza Izadi^{1*}; Alma Gumshadzei²

- *1. Associate Professor of Department of Economics, Faculty of Management and Humanities, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.
2. the Degree of Master of Economics, Department of Economics, Faculty of Management and Humanities, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

*Email Address: izadi@cmu.ac.ir

Article Info

Article Type:
Research Paper

Article History:

Received Date:

2025/09/19

Revised Date:

2025/09/25

Accepted Date:

2025/10/06

Published Date:

2025/10/08

Keywords:

Income Inequality,
Air Pollution,
Shanghai Organization,
Panel Data

ABSTRACT

Environmental challenges, notably air pollution and climate change, have increasingly attracted scholarly and policy attention in recent years. Among the contributing factors, income inequality may affect pollution levels by altering consumption patterns and shaping societal demand for environmental quality. This study investigates the impact of income inequality on air pollution in member countries of the Shanghai Cooperation Organisation, employing the Panel Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach across the period 2000–2022. The results reveal that rising income inequality exerts a statistically significant positive effect on carbon dioxide emissions, suggesting that unequal income distribution contributes to environmental degradation. Moreover, the findings underscore the mitigating roles of renewable energy consumption, gross domestic product, and education levels in reducing environmental pollutants. These insights offer valuable guidance for policymakers seeking to address income inequality while advancing air quality and environmental sustainability.

Cite this article:

Hamid Reza izadi, Alma Gumshadzei (2025). Comparing and Investigating the Effects of Income Inequality on Air Pollution; Case Study: Selected Member Countries of the Shanghai Cooperation Organization, Journal of Environmental Sciences Studies, 10 (3), Pages 10690- 10704.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Income distribution has long been debated in economic policy discussions. While the focus of developing economies often centers on growth, advanced economies emphasize equitable income distribution to improve social welfare. Air pollution, particularly carbon dioxide emissions, is a critical environmental issue affecting health and economic stability. The Kuznets Environmental Curve suggests a nonlinear relationship where pollution initially rises with economic growth but later declines as economies adopt sustainable practices. This study investigates whether income inequality influences air pollution patterns in SCO countries, considering economic structure, policy interventions, and environmental regulations. In recent decades, the accelerating pace of industrialization and urbanization has intensified environmental challenges, particularly air pollution, which poses severe risks to public health and ecological sustainability. At the same time, income inequality has emerged as a critical socio-economic issue that not only affects social welfare but may also influence environmental quality through consumption behavior, energy demand, and political economy mechanisms. Although a growing body of literature has examined the inequality–environment nexus at the national level, limited attention has been paid to its implications within the framework of regional economic organizations, where member states share common interests and cooperative policies.

Materials and methods

The study analyzes the impact of income inequality on CO₂ emissions in 11 SCO member states (2000–2022) using a Panel ARDL approach. CO₂ emissions serve as the dependent variable, with the Gini coefficient as the main explanatory variable and GDP per capita, renewable energy consumption, urbanization, and literacy as controls. Panel ARDL enables estimation of both short- and long-run relationships while handling mixed integration orders. Robustness was ensured through unit root, cointegration, cross-sectional dependence, Chow, Hausman, Pedroni, and ECM tests.

Results and discussion

Findings confirm that income inequality negatively impacts air quality. Higher inequality correlates with increased CO₂ emissions, reinforcing the view that unequal economic structures contribute to environmental degradation. Countries with lower inequality demonstrate better pollution control due to broader access to cleaner technologies and stronger environmental governance. The results also show that increasing renewable energy consumption and GDP per capita significantly reduce pollution levels. Educational attainment plays a supportive role by fostering environmental awareness. These findings highlight the necessity of inclusive growth policies and clean energy investments to curb pollution. Empirical results reveal several important outcomes: - Income inequality exerts a negative and statistically significant effect on environmental quality, implying that greater disparities in income distribution led to higher CO₂ emissions and worsened air pollution. - Renewable energy consumption and educational attainment significantly reduce CO₂ emissions in the long run, underscoring their role in fostering sustainable development. - The effect of GDP per capita follows the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, suggesting that economic growth initially intensifies air pollution but subsequently contributes to environmental improvement once a certain income threshold is surpassed. - Urbanization is positively associated with CO₂ emissions, reflecting the environmental pressures of rapid population growth in urban areas. - The error correction term of -0.25 indicates a relatively fast speed of adjustment, with approximately 25% of short-run disequilibrium corrected annually toward long-run equilibrium.

Conclusion

The study finds that income inequality is a major driver of environmental degradation in SCO countries. Reducing inequality—through progressive taxation, redistributive policies, and support for low-income households—can improve both social cohesion and air quality. Investments in renewable energy, education, and sustainable growth are essential for lowering emissions. Policy recommendations include fiscal reforms, environmental taxation with green incentives, subsidies for cleaner energy access, regional cooperation on environmental standards, and educational initiatives to promote eco-friendly practices.



مقایسه و بررسی اثرات نابرابری درآمد بر آلودگی هوا؛ مطالعه موردی: کشورهای عضو

سازمان همکاری شانگهای

حمیدرضا ایزدی^{۱*}، الما گمشادزهی^۲

*۱- دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و علوم انسانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران (نویسنده‌ی مسئول)

۲- کارشناس ارشد اقتصاد محیط زیست، دانشکده مدیریت و علوم انسانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: izadi@cmu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله علمی پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۲۸	در سال‌های اخیر، چالش‌های زیست‌محیطی از جمله آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی، توجه فزاینده‌ای را از سوی سیاست‌گذاران و پژوهشگران به خود جلب کرده‌اند. یکی از عوامل کلیدی در این زمینه، نابرابری درآمدی است که می‌تواند از طریق تغییر در الگوهای مصرف و تقاضای اجتماعی برای کیفیت محیط‌زیست، بر شدت آلودگی تأثیر بگذارد. این مطالعه با بهره‌گیری از روش پانل ARDL، به بررسی تأثیر نابرابری درآمدی بر آلودگی هوا در کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش نابرابری درآمدی در این کشورها اثر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد؛ به‌گونه‌ای که توزیع نابرابر درآمد می‌تواند منجر به کاهش کیفیت محیط‌زیست و تشدید مسائل مربوط به آلودگی هوا شود. افزون بر این، یافته‌های پژوهش نقش مؤثر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی و سطح آموزش را در کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی برجسته می‌سازد. این بینش‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران در طراحی راهبردهای مؤثر برای مدیریت نابرابری درآمدی و کاهش آلودگی هوا یاری رسانند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۳	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۱۶	
کلید واژه‌ها: نابرابری درآمدی، آلودگی هوا، سازمان شانگهای، محیط زیست، پنل دیتا.	

در اقتصاد همواره در کنار بحث تولید ملی و دغدغه‌های مربوط به میزان تولید و نرخ رشد آن، موضوع درآمد ملی و نحوه توزیع آن بین افراد و خانوارها و نابرابری‌های موجود در آن مطرح است. در این میان، به علت نوع ساختار سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جامعه، انحراف‌هایی در توزیع درآمد صورت می‌پذیرد که می‌تواند منجر به بروز مشکلات و عدم تعادل‌هایی در آن شود. ضرورت توجه به این مسئله تا این اندازه مهم است که براساس آنچه مشاهده می‌شود در عصر حاضر باور برابری‌خواهی، انگیزه بسیاری از جنبش‌های سیاسی، اجتماعی و دینی بوده است. بحث نابرابری در توزیع درآمد در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه در مقایسه با کشورهای پیشرفته از پیچیدگی و حساسیت بیشتری برخوردار است، چراکه در کشورهای توسعه نیافته مسئله عمده، رسیدن به میزان تولید و نرخ رشد بالاتر است و در نهایت، توجه کافی به مسئله توزیع درآمد و نابرابری‌های درآمدی اقبال گوناگون جامعه صورت نمی‌گیرد. این در حالی است که، در کشورهای توسعه یافته چون حد بالای در استفاده از ظرفیت‌های تولیدی تجربه شده است، بطور کلی به مسائل مربوط به رفاه همگانی و تعدیل شکاف‌های درآمدی پرداخته می‌شود (بادپا، ۱۳۹۵). آلودگی هوا تهدیدی جدی برای سلامت عمومی و محیط زیست است و تخمین زده شده است همه ساله در اثر آلودگی هوا میلیون‌ها تن مواد آلوده سمی به محیط زیست وارد می‌شود. از سویی دیگر، آلودگی هوا پنج برابر بیشتر از بیماری‌هایی مانند مالاریا، منجر به مرگ‌ومیر می‌شود. امروزه بسیاری از کشورهای مهم دنیا با مشکلات زیست محیطی روبرو هستند که در رأس آن وضعیت نامطلوب کیفیت هوا است (احمدی‌مقدم و محمودی، ۱۳۹۰). تخریب محیط زیست را می‌توان ناشی از عواملی نظیر رشد اقتصادی، شدت انرژی، نسبت شهرنشینی و توزیع درآمدی دانست. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، ضریب جینی (به عنوان شاخصی برای نابرابری درآمد) و شدت انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا) اثرگذاری مثبت دارد (لعل‌خضری و کریمی‌پتانلار، ۱۳۹۸). سازمان همکاری شانگهای در سال ۱۹۹۶ توسط رهبران چین، روسیه، قزاقستان، قرقیزستان و تاجیکستان پایه‌ریزی شد و اندکی بعد از پاکستان، به ۶ کشور اصلی پیوست. ۴ عضو هند، ایران، مغولستان و پاکستان به عنوان ناظر، و افغانستان به عنوان نماینده آسه آن، اتحادیه کشورهای جنوب شرق آسیا و نماینده کشورهای مستقل مشترک‌المنافع به عنوان مهمان، در نشست‌های این سازمان شرکت می‌کنند. این سازمان، با هدف برقرار کردن موازنه در برابر نفوذ آمریکا و ناتو در منطقه تأسیس شد. این سازمان با دارا بودن ۲۰ درصد ذخایر نفتی و ۵۰ درصد ذخایر جهان، توانایی آن را دارد که در آینده‌ای نه چندان دور به یکی از بزرگ‌ترین قطب‌های بین‌المللی اقتصادی و انرژی تبدیل شود و مدیریت و کنترل بخش اعظمی از انرژی جهان را در اختیار گیرد و ناگزیر به آلودگی بیشتر محیط زیست دامن خواهند زد (Breusch, Pagan, 1980). پس از گذشت چندین دهه از تشکیل سازمان همکاری شانگهای، اهداف این سازمان تکامل یافته است و به طور کلی به شرح زیر می‌باشد: ۱- تقویت اعتماد متقابل و روابط دوستانه با همسایگان در بین کشورهای عضو ۲- ترویج همکاری و تعاون در سیاست، تجارت و اقتصاد، علم و فناوری، انرژی، حمل و نقل و ... ۳- همکاری برای حفظ صلح، امنیت و ثبات منطقه‌ای ۴- حرکت به سمت شکل‌گیری نوعی مردم سالاری جدید، نظم بین‌المللی سیاسی و اقتصاد منطقه‌ای. با توجه به اهمیت موضوع و مباحث مطرح شده در این زمینه، پژوهش حاضر قصد دارد به مقایسه و بررسی اثرات نابرابری درآمد بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای بپردازد (Boyce, 1994; Demir, Gok, Akbostanci et al., 2009; 2018). در طول دو دهه اخیر جهت‌گیری سیاست‌گذاران اقتصادی و دولت‌ها از رشد سریع اقتصادی، توجه به مسئله نابرابری درآمدی است. به طوری که توزیع عادلانه درآمد، یکی از اهداف مهم برنامه‌ریزی اقتصادی دولت‌ها بشمار می‌رود. نابرابری درآمدی، از طریق اثرگذاری روی متغیرهای اقتصادی (تورم، بیکاری، رشد اقتصادی و...)، اجتماعی (جرم، طلاق و...) و زیست محیطی (آلودگی هوا) می‌تواند منجر به نارضایتی‌های اجتماعی و سیاسی شود (خداپرست و داوودی، ۱۳۹۲). رابطه بین نابرابری درآمد و آلودگی هوا، اولین بار توسط کوزنتس (Kuznets, 1995) ارائه شد و در ادبیات اقتصاد محیط زیست به نام منحنی زیست محیطی کوزنتس تفسیر شده است. براساس این فرضیه، رشد اقتصادی ابتدا منجر به افزایش آلودگی هوا می‌شود. اما در نهایت با افزایش سطح درآمد، از آلودگی هوا کاسته می‌شود. همچنین با توجه به این فرضیه در مراحل اولیه صنعتی شدن، آلودگی هوا که ناشی از فعالیت‌های اقتصادی است به سرعت در حال افزایش است. زیرا هدف مردم افزایش تولید و کسب درآمد است (Zhang, Zhao, 2014; Uzar, Eyuoglu, 2019). از سویی دیگر، آلودگی هوا خطرات جبران ناپذیری را برای جامعه، رفاه و تمامی انسان‌ها در سراسر جهان به همراه دارد، به دلیل اینکه آلودگی هوا و به تبع آن آلودگی محیط زیست می‌تواند سلامت، اقتصاد و اجتماع هر کشوری را تحت تاثیر قرار دهد، پرداختن به عوامل آلودگی هوا و سیاست‌های اجرایی در جهت کاهش آن، امری ضروری و غیر قابل اجتناب می‌باشد. اعضای سازمان همکاری شانگهای حدود یک سوم خشکی‌های کره‌ی زمین را در اختیار دارند و قریب به ۴۲ درصد از جمعیت دنیا ساکن در این کشورها هستند، اعضای این سازمان نزدیک به ۳۰ درصد از تولید ناخالص ملی جهان را به خود اختصاص داده‌اند و از بین قدرت‌های اتمی نیز، ۴ قدرت اتمی دنیا یعنی فدراسیون روسیه، چین، هندوستان و پاکستان عضو این سازمان هستند. علاوه بر این؛ چین و روسیه که از اعضای اصلی این سازمان‌اند در شورای امنیت، حق وتو دارند و از کشورهای مؤثر در امنیت و اقتصاد جهان به شمار می‌روند (ذراتی، ۱۴۰۲). با توجه به مطالعات صورت گرفته و شواهد موجود، می‌توان میزان مصرف انرژی را یک عامل کلیدی جهت افزایش آلودگی در نظر گرفت، بطوریکه در طول سال‌های متوالی با افزایش مصرف انرژی میزان انتشار دی‌اکسید کربن هم روند افزایشی داشته است. یکی از شاخص‌های آلودگی مصرف انرژی است، که بالاتر بودن آن بیانگر مصرف بیشتر انرژی

است. در واقع تمامی کشورها از جمله کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای که میزان زیادی از ذخایر نفت و گاز را در اختیار دارند، جهت وصول اهداف اقتصادی، ناگزیر به استفاده بیشتر از این منابع اند و در نتیجه با اقدام خود موجب دامن زدن به آلودگی هر چه بیشتر خواهند شد. به عبارتی دیگر؛ بر اساس نتایج به دست آمده اینگونه استدلال می‌شود که درآمد سرانه و مصرف انرژی رابطه مثبت و معناداری با انتشار گاز دی‌اکسید کربن (به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا) دارند (آرزومند و همکاران، ۱۳۹۷). علارغم تأثیر این کشورها بر افزایش آلودگی، از سوی دیگر، کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای می‌توانند با همکاری یکدیگر و با وضع قوانین الزام‌آور نقش مهمی در کاهش تخریب‌های محیط زیست داشته باشند. از این رو هدف اصلی این پژوهش بررسی و مقایسه تأثیر نابرابری درآمد بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای است تا بتوان از قدرت این سازمان به عنوان اهرمی در راستای کاهش آلودگی هوا استفاده نمود. بنابراین سوالات این تحقیق به قرار زیر است: آیا نابرابری درآمد از عوامل مؤثر بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای می‌باشد؟ آیا نابرابری درآمد بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای تأثیر منفی دارد؟ نابرابری و توزیع نامناسب درآمدی، وجه منفی توزیع درآمد می‌باشد. به عبارتی از یک سو شاخص‌های نابرابری درآمدی، عدم توزیع مناسب درآمد در یک جامعه را خاطر نشان می‌کند و از سوی دیگر، چگونگی توزیع درآمد در یک جامعه و میزان توجه دولت‌ها به عدالت اجتماعی را گوشزد می‌نماید. نابرابری درآمدی می‌تواند منجر به آسیب‌پذیری افراد جامعه نسبت به آلودگی هوا شده و در نهایت سلامتی افراد جامعه را با خطر مواجه سازد. همچنین از آنجایی که آلودگی هوا برای سلامت انسان‌ها مخرب و مضر بوده، در طول دو دهه گذشته، مطالعاتی در این ارتباط صورت گرفته است که اشکال مختلف آلودگی هوا (ذرات معلق، مونواکسید کربن و ازن و ...) که خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ و میر ناشی از عوامل مختلف در طول زندگی را گسترش می‌دهد، مورد بررسی قرار داده است (Huang, 2019; Mikati, 2018; Sarkodie et al., 2024). از آنجا که کیفیت محیط‌زیست و آلودگی هوا به همه اقشار جامعه آسیب می‌رساند، می‌توان گفت چون کیفیت هوا با افزایش درآمد، کاهش می‌یابد پس هرگونه افزایش در تولید که زمینه درآمد بیشتر را فراهم آورد، میزان آلودگی هوا را تشدید خواهد کرد. همچنین باید توجه داشت نابرابری بیشتر در توزیع درآمد، منجر به کاهش سطح رفاه افراد جامعه می‌شود، که خود می‌تواند موجب کاهش حفاظت از محیط‌زیست شده و در نتیجه، روند تخریب محیط‌زیست را سرعت بخشد. کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای از توانایی بالقوه وسیعی برخوردار می‌باشند. وسعت جغرافیایی این سازمان و ذخایر نفت و گاز این حوزه و ویژگی‌های سازمان همکاری شانگهای، اینگونه استدلال می‌کند که این سازمان، در آینده‌ای نه چندان دور به یک اتحاد بزرگ سیاسی و منطقه‌ای در آسیای مرکزی مبدل خواهد شد که بر مناطق همسایه خود در آسیای میانه (افغانستان و ایران) و جنوب آسیا (هندوستان و پاکستان) اثرگذار است. نکته ای که در حال حاضر باید مورد توجه کشورهای عضو قرار گیرد، مسئله فقر و نابرابری در توزیع ثروت در این کشورها است. فقدان توزیع عادلانه ثروت، موجبات پراکندگی گسترده فقر در این مناطق از آسیا و اوراسیا شده است. این در صورتی است که، این کشورها از نظر برخورداری از ذخایر ارزشمند طبیعی، به خصوص انرژی، سرآمد بسیاری از کشورهای دنیا هستند، بر همین اساس، سومین اولویت همکاری اقتصادی سازمان شانگهای، معطوف به عدالت اجتماعی و مجدانه با فقر است که این امکان بدون توسعه بالا و رشد اقتصادی دائم امکان‌پذیر نیست. سازمان همکاری شانگهای ۴۰ درصد مبادلات جهانی را در اختیار داشته و نرخ رشد اقتصادی در قاره آسیا در سال ۲۰۰۸ با ۷ درصد، بالاترین نرخ رشد در جهان بوده است و با توجه به این موضوع، این سازمان از توانمندی‌های بسیار بالایی در حوزه رشد اقتصادی نیز برخوردار است. بنابراین، با توجه به اهمیت این موضوع و مباحث مطرح شده، هدف اصلی از انجام این پژوهش، بررسی و مقایسه تأثیر نابرابری درآمد بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای است (Kohler, 2013). در مطالعات انجام شده که بررسی اثر نابرابری درآمد و انتشار گاز دی‌اکسید کربن پرداخته است به مجموعه‌ای از کشورها که در قالب یک سازمان فعالیت داشته و همگی ملزم به پیروی از قوانین مشترکی هستند، سخنی به میان آورده نشده چراکه، کشورهای عضو یک سازمان با منافع مشترک و ملزم به اجرای قوانین یکسان، می‌توانند قدرت بیشتری در اجرای قوانین خاص داشته باشند. این قدرت ناشی از تشکیل سازمان می‌تواند نقش مهم و ابزاری در اجرای قوانین برای مسائل مهمی چون محیط زیست داشته باشد. به این دلیل این پژوهش بررسی و مقایسه کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای را در ارتباط با تأثیر نابرابری درآمدی بر آلودگی هوا را انجام داده که این وجه تمایز این تحقیق با مطالعات پیشین است. نابرابری درآمد و تخریب محیط‌زیست از چالش‌های مهم کشورهای در حال توسعه به‌شمار می‌روند. در میان کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای (SCO)، رشد صنعتی سریع و توسعه نامتوازن منجر به تشدید فشارهای زیست‌محیطی و شکاف‌های اجتماعی شده است. اگرچه مطالعات جهانی به بررسی این رابطه پرداخته‌اند، منطقه SCO کمتر مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه حاضر با بهره‌گیری از داده‌های پانل طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲، به بررسی ارتباط میان شاخص‌های زیست‌محیطی و نابرابری درآمدی در کشورهای عضو SCO می‌پردازد. در حالی که پژوهش‌های پیشین عمدتاً به صورت مجزا به هر یک از این متغیرها پرداخته‌اند، این تحقیق با رویکردی تلفیقی، تصویری جامع‌تر از تعامل میان آن‌ها ارائه می‌دهد. ادبیات اخیر به نقش کیفیت نهادی، وابستگی به منابع طبیعی، و همکاری منطقه‌ای در شکل‌دهی به نتایج زیست‌محیطی و توزیعی اشاره دارد. با تمرکز بر منطقه SCO، این پژوهش خلأ موجود در مطالعات تطبیقی را پر می‌کند و از منظر روش‌شناسی و کاربردی، ارزش افزوده‌ای به ادبیات موجود می‌افزاید. این پژوهش از سه جهت دارای نوآوری است: نخست، تمرکز منطقه‌ای بر کشورهای عضو SCO که در مطالعات پیشین کمتر بررسی شده‌اند؛ دوم، استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی ترکیبی که امکان تحلیل

هم‌زمان روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت را فراهم می‌سازد؛ و سوم، ارائه پیشنهاد‌های سیاستی مبتنی بر نتایج تجربی، که پل ارتباطی میان تحلیل علمی و تصمیم‌گیری اجرایی در سطح منطقه‌ای ایجاد می‌کند.

۲- روش انجام تحقیق

ماکس اوتو لورنز (Max Otto Lorenz, 1905) برای نشان دادن توزیع درآمد یک منحنی ارائه کرد که به منحنی لورنز مشهور است. فرض کنید داده‌های نامنفی درآمد به صورت X_1, \dots, X_n یک نمونه تصادفی به اندازه n از جامعه مورد مطالعه باشند. این داده‌ها از کوچک به بزرگ به صورت $X_{1:n} \leq X_{2:n} \leq \dots \leq X_{n:n}$ مرتب و به نمایش گذاشته شده‌اند. تابع لورنز به ازای $k = 1, 2, \dots, n$ در نقطه $p = \frac{k}{n}$ به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$l(p) = \frac{\sum_{j=1}^k x_{j:n}}{\sum_{j=1}^n x_{j:n}} \quad (1)$$

که در آن $l(0) = 0$ و $l(1) = 1$ درآمد $X_{j:n}$ از لحاظ ترتیب صعودی در نمونه‌ای به اندازه n است. با مشخص کردن و اتصال نقاط $(p, l(p))$ در صفحه مختصات دو بعدی، منحنی لورنز تشکیل می‌شود. هدف از مطالعه منحنی لورنز این است که، مشخص شود به درصد مشخصی از جمعیت ($p * 100\%$)، چند درصد از درآمد کل جامعه ($l(p) * 100\%$) اختصاص داده شده است. قابل ذکر است وقتی درآمد خانوارها برابر باشد، منحنی لورنز به نیمساز ربع اول محور مختصات منطبق می‌شود؛ لذا هر نوع فاصله بین خط نیمساز (برابری کامل) و منحنی لورنز، میزان نابرابری را در جامعه شرح می‌دهد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از بهترین روش‌های تصویری نابرابری در توزیع درآمد، رسم منحنی لورنز است. این منحنی یکی از ابزارهای اساسی و کلیدی مطالعات توزیع درآمد و ثروت است که به طور گسترده بکار برده می‌شود. منحنی لورنز در حقیقت نمایش هندسی منحنی توزیع درآمد واقعی افراد یک جامعه است که ارتباط مابین درصد تجمعی دارندگان درآمد (بر روی محور افقی) و درصد تجمعی درآمد یافته شده توسط آنان (بر روی محور عمودی) را به نمایش می‌گذارد، به شرط اینکه دارندگان درآمد بر حسب میزان درآمدشان به ترتیب صعودی مرتب شده باشند، تعداد این گروه‌ها معمولاً به صورت ۵ گروه ۲۰ درصدی در نظر گرفته می‌شود که در این صورت ۳۰ درصد جمعیت بر حسب درآمد از پایین‌ترین میزان درآمد به بالاترین میزان آن تعیین می‌گردد، سپس برای هر گروه ۳۰ درصدی، سهم درآمد دریافتی بر حسب درصد از کل درآمد ملی محاسبه می‌گردد و با این عمل سهم هر گروه، ۲۰ درصد از درآمد ملی مشخص می‌شود. به این ترتیب هر نقطه از منحنی لورنز مابین سهمی از کل درآمد جامعه است که توسط نسبتی از افراد جامعه به دست آمده است (اخترگل و همکاران، ۱۳۹۹). طبق نمودار لورنز، جمعیت به صورت تجمعی بر روی محور X ها و درآمد افراد (خانوارها) بر روی محور Y ها قرار می‌گیرد. در حالت برابری درآمدی کامل باید منحنی توزیع درآمد جامعه بر روی خط نیمساز جامعه منطبق باشد. اما در واقعیت هیچگاه این شرایط پیش نمی‌آید. همیشه بین منحنی درآمد و نیمساز شکافی وجود دارد که تعیین‌کننده ضریب جینی می‌باشد. هر چه منحنی توزیع درآمد به محور X ها نزدیکتر باشد نشان‌دهنده وضعیت نابرابرتر است (باباخانی و راغفر، ۱۳۸۸). الگوی توزیع درآمد در هر جامعه و نابرابری درآمدی آن دارای ابعاد و جنبه‌های متفاوتی است که باید کشف و شناخته شود تا براساس آن بتوان نسبت به ارائه و اجرای سیاست‌های مناسب و منطقی اقدام نمود (اخترگل و همکاران، ۱۳۹۹). برای اندازه‌گیری نابرابری در توزیع درآمد، شاخص‌های گوناگونی وجود دارد. هر یک از شاخص‌های نابرابری، الگوی توزیع درآمد جامعه را به شکلی خاص تفسیر کرده و میزان نابرابری آن را به نوعی اندازه‌گیری می‌کنند. حال نمایان است که این شاخص‌ها، رتبه‌بندی یکسانی از توزیع درآمد ارائه نمی‌دهند. هر چه اندازه این شاخص‌ها در الگوی توزیع درآمد یک جامعه بزرگتر باشد نمایانگر بیشتر شدن نسبی تفاوت درآمد آن جامعه است و بالعکس (Pesaran et al., 2001). ضریب جینی یکی از معیارهایی است که به طور گسترده به منظور نشان دادن شدت نابرابری درآمد استفاده می‌شود. این شاخص به کورادو جینی (Gini Corrado, 1912) منتسب شده، اما بعدها توسط دیگران مورد بررسی و تحلیل بیشتری قرار گرفت (مهرگان و همکاران، ۱۳۹۲). شاخص ضریب جینی به دو روش نموداری و حسابداری محاسبه می‌شود، در روش نموداری برای تعیین ضریب جینی از نمودار لورنز استفاده می‌شود (باباخانی و راغفر، ۱۳۸۸). یکی از شیوه‌های بررسی آن بر حسب منحنی لورنز است که به وسیله درصد‌های جمعیت از فقیرترین به غنی‌ترین روی محور افقی و درصد‌های درآمدی جمعیت روی محور عمودی نمایش داده می‌شود. ضریب جینی فضای میان منحنی لورنز و خط ۴۵ درجه را نسبت به کل فضای زیر خط ۴۵ درجه می‌سنجد، که به صورت فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$G = \frac{\text{مساحت بین منحنی لورنز و خط 45 درجه}}{\text{مساحت زیر خط 45 درجه}} \quad (2)$$

از آنجا که مساحت مربع برابر با واحد است، بنابراین ضریب جینی به صورت دو برابر مساحت بین منحنی لورنز و خط برابری کامل قابل تعریف است. در این تحقیق، ضریب جینی به عنوان شاخصی برای نابرابری درآمد در نظر گرفته شده است. آتکینسون (Atkinson, 1983) رفاه اجتماعی را از جمع مطلوبیت‌های تمام افراد جامعه به دست می‌آورد. وی معیار خود را معادل توزیع برابر برای مقایسه هر توزیع می‌نامد. آتکینسون بر این باور است که مطلوبیت افراد به ۲ عامل درآمد اشخاص و گریز جامعه از نابرابری بستگی دارد (ایرانمنش و همکاران، ۱۳۹۷). آتکینسون همچنین سعی کرده است با بکارگیری قضاوت‌های ارزشی، یک معیار دستوری برای اندازه‌گیری نابرابری توزیع درآمد ارائه دهد.

وی همچون برخی از پژوهشگران توزیع درآمد معتقد است که شاخص توزیع درآمد نباید صرفاً یک آماره نشان‌دهنده پراکندگی در الگوی توزیع درآمد باشد، بلکه باید دارای محتوا و مفهوم اقتصادی بوده و از آن جمله دربرگیرنده ملاحظات ناشی از تابع مطلوبیت فردی و اجتماعی ناشی از درآمد در اختیار افراد جامعه باشد. در معیار آتکینسون فرض شده است که نابرابری مطلوب نیست. در نتیجه هرچه درجه پرهیز از نابرابری بیشتر باشد میزان نابرابری محاسبه شده برای هر توزیع درآمد معین نیز بیشتر است. به عبارتی دیگر؛ ε میزانی است که جامعه به نابرابری اهمیت می‌دهد. معیار نابرابری آتکینسون به صورت زیر محاسبه شده است:

$$A = 1 - \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{y_i}{\bar{y}} \right)^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad \varepsilon \neq 1 \quad (3)$$

$$A = 1 - \frac{\prod_{i=1}^N y_i^{(1/N)}}{\bar{y}} \quad \varepsilon = 1 \quad (4)$$

که در آن N تعداد خانوار، y_i درآمد خانوار i ام، \bar{Y} میانگین درآمد کل خانوارها و ε پارامتر اجتناب از نابرابری است. در نتیجه هرچه مقدار ε بیشتر باشد، جامعه نسبت به نابرابری نگرانی بیشتری دارد. در صورتیکه $A = 0$ باشد، برابری کامل و اگر $A = 1$ باشد نابرابری کامل است (به‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). شاخص تایل (Tile Index) برخلاف دیگر شاخص‌ها که بر منحنی لورنز متکی هستند، بر مفهوم آنتروپی در نظریه اطلاعات استوار است. به این ترتیب، این شاخص عبارت است از تفاضل اندازه آنتروپی توزیع درآمد مورد مطالعه با آنتروپی توزیع درآمد کاملاً برابر که به شکل زیر قابل محاسبه است:

$$T = \log n - \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n\mu} \log \frac{n\mu}{y_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{\mu} \log \frac{y_i}{\mu} \quad (5)$$

اندازه شاخص تایل از صفر (برای برابری توزیع کامل درآمد) تا $\log n$ (برای نابرابری کامل توزیع درآمد) متغیر است. یکی از خصوصیات شاخص نابرابری تایل، صدق کردن در اصل یکپارچگی (تجزیه‌پذیری) است. اگر جامعه به گروه‌های مختلف (سنی، تحصیلی، اقتصادی و ...) تقسیم‌بندی شده باشد و برای گروه‌های k_1, k_2, \dots, k_n نابرابری به صورت مجزا محاسبه شود، می‌توان به کمک مقدار شاخص میان‌گروهی و درون‌گروهی مقدار شاخص تایل کلی را محاسبه کرد (ایرانمنش و همکاران، ۱۳۹۷). یکی دیگر از شاخص‌های نابرابری درآمد، شاخص بن‌فرونی است که توسط کارلبن‌فرونی (Bonfroni Carlo, 1930)، جهت بررسی نابرابری درآمد به صورت زیر تعریف شده است: فرض کنید متغیر تصادفی X درآمد و با تابع توزیع $F(x)$ باشد، منحنی بن‌فرونی به روش زیر به دست می‌آید.

$$B(p) = \frac{1}{p\mu} \int_0^p F^{-1}(t) dt \quad (7)$$

و شاخص بن‌فرونی از فرمول زیر حاصل می‌شود:

$$B = 1 - \int_0^1 B(p) dp \quad (8)$$

این شاخص عددی بین صفر و یک را اختیار می‌کند و نسبت به سطوح پایین درآمد حساسیت بیشتری از خود نشان می‌دهد (ایرانمنش و همکاران، ۱۳۹۷). آلاینده‌های هوا از منابع مختلفی ناشی می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها وسایل نقلیه موتوری، کارخانه‌ها، نیروگاه‌ها و منازل مسکونی می‌باشند. در حقیقت، آلودگی هوا به مصرف و نوع سوخت این منابع بستگی دارد. هنوز سوخت‌های فسیلی، سوخت غالب صنعت، حمل و نقل و گرمایش منازل می‌باشند و با توجه به ترکیبات سوخت‌های فسیلی و عدم احتراق صد در صد آنها سبب آلودگی محیط‌های باز و بسته می‌شوند (خبری و همکاران، ۱۳۹۲). هرگونه جسم خارجی که وارد هوا شود و هر عاملی که نسبت معمولی مواد تشکیل‌دهنده هوا را تغییر دهد، باعث آلودگی هوا می‌گردد. این اجسام خارجی مواد آلوده‌کننده هوا نامیده می‌شوند. به عبارتی دیگر، آلودگی هوا عبارت است از وجود یک یا چند ماده آلوده‌کننده در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به طوری که مضر به حال انسان، حیوان، گیاه و یا آثار و ابنیه باشد، تغییر دهد. مواد عمده آلوده‌کننده هوای کره زمین عبارتند از: اکسیدهای کربن (مونواکسیدکربن و دی‌اکسیدکربن) - ترکیبات گوگردی (اکسیدهای گوگرد و سولفیدهیدروژن) - ترکیبات نیتروژن‌دار (اکسیدهای نیتروژن و آمونیاک) - ترکیبات آلی (هیدروکربورها و آلدئیدها) - اکسیدکننده‌های فتوشیمیایی (اوزون). گاز دی‌اکسیدکربن، یکی از مهم‌ترین گازهایی است که منجر به تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین شده و فعالیت‌های بشر نقش اساسی را در تشدید این فرآیند داشته‌اند. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، غلظت دی‌اکسیدکربن طی یک قرن اخیر به شدت افزایش یافته و این مسئله می‌تواند هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مختلفی را به همراه داشته باشد. گرم شدن زمین، تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی، ذوب شدن یخ‌های قطب، بالا آمدن سطح آب‌ها و زیر آب رفتن خشکی‌ها و غیره از جمله پیامدهای جبران‌ناپذیر افزایش این گاز هستند. افزایش گاز دی‌اکسیدکربن یک مسئله جهانی است و افزایش آن در هر کشور، آثاری را برای همه کشورها به همراه خواهد داشت. بررسی سهم فعالیت‌های تولیدی در انتشار گازهای گلخانه‌ای حاکی از آن است که، بخش انرژی به دلیل سهم بالای مصرف سوخت‌های فسیلی و بنابراین؛ انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، عامل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است (سماواتی و همکاران، ۱۳۹۷). یکی از متغیرهای مهمی که بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا) تأثیر می‌گذارد، نابرابری درآمد است. این گونه استدلال می‌شود که، نابرابری درآمد منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود. علت این امر آن است که افراد با درآمد بالا میل به تولید دارند و از آنجایی که فعالیت‌های افزایش‌دهنده کیفیت محیط‌زیست معمولاً توانایی تولید آنها را

کاهش می‌دهند، آنها انگیزه شخصی برای رعایت قوانین زیست‌محیطی را ندارند (تمیزی، ۱۳۹۴). فقر و محیط‌زیست به صورت یک چرخه‌ی معیوب، منجر به تقویت یکدیگر می‌شوند. توزیع ناعادلانه‌ی درآمد باعث تخریب محیط‌زیست و تخریب محیط‌زیست نیز باعث فقر بیشتر و نابودی جوامع می‌شود. تخریب فزاینده محیط‌زیست بیشترین آسیب را به افراد فقیر می‌رساند، به این صورت که افراد فقیر غالباً توانمندی لازم برای سرمایه‌گذاری جهت استفاده پایدار از منابع محیط‌زیست را ندارند و فاقد پول کافی برای جایگزینی خدمات زیست‌محیطی هستند. به همین علت برای رفع نیازهای روزمره خود اقدام به بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع می‌نمایند و باعث تشدید ناپایداری‌های زیست‌محیطی می‌شوند. محمدی و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی تحت عنوان، تأثیر نابرابری درآمد بر آلودگی محیط‌زیست در ایران، به بررسی تأثیر نابرابری درآمد بر آلودگی هوا در کشور ایران طی دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۸۰ با استفاده از مدل هم‌انباشتگی جوهانسون پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که، در بلندمدت رابطه مثبت و معناداری بین نابرابری درآمد و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن وجود دارد. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۵)، اثر نابرابری درآمدی بر آلودگی هوا (انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخصی این نوع آلودگی مطرح شده است) در ایران طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۵۷ با استفاده از الگوی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که اثر نابرابری درآمدی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران منفی است به این معنا که با بهبود نابرابری درآمدی از میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن کاسته می‌شود. افزایش شهرنشینی و مصرف سرانه انرژی منجر به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن شده است. درآمد سرانه در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیری بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران نداشته است. هراتی (۱۳۹۵)، اثر نابرابری درآمدی و نابرابری سیاسی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (به عنوان شاخص آلودگی هوا) را در ۵۷ کشور منتخب توسعه یافته و در حال توسعه طی دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۲ با استفاده از الگوی گشتاورهای تممیم یافته مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که، ضریب جینی و دموکراسی به عنوان شاخص‌های نابرابری درآمدی و نابرابری سیاسی، افزایش درآمد سرانه و شاخص‌های توسعه انسانی، اثر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب مورد مطالعه داشته‌اند. همچنین مصرف انرژی نیز منجر به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در این کشورها شده است. ناهیدی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۶)، اثر متغیرهای اقتصادی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا در نظر گرفته شده است) را در ۱۶ کشور عضو سازمان همکاری اسلامی طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۵ با استفاده از الگوی داده‌های مقطعی مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی تأثیر مثبت بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن داشته‌اند. مجذور تولید ناخالص داخلی تأثیر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن داشته است. به این مفهوم که، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی تأیید شده است. لعل‌خضری و کریمی پتنلار (۱۳۹۸)، اثر نابرابری درآمدی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را در ایران طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۵۷ با استفاده از الگوی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی و علیت تودا-پاماموتو مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که، تولید ناخالص داخلی سرانه، ضریب جینی و شدت انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن اثر مثبت داشته است. مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه اثر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران داشته است. سلمانی بیشک و همکاران (۱۳۹۸) اثر متغیرهای اقتصاد کلان بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را در ایران با استفاده از روش فازی طی دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۵۷ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ شهرنشینی و درجه باز بودن اقتصادی اثر مثبت بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن داشته‌اند. مطالعه‌ای به بررسی عوامل انتشار گاز دی‌اکسیدکربن که به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا در پاکستان طی بازه زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۰ را با استفاده از الگوی رگرسیون حداقل مربعات معمولی پرداخته است. نتایج آنان حاکی از آن است که، افزایش تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی منجر به افزایش گاز دی‌اکسیدکربن شده است (Alam et al., 2017). مطالعه‌ای دیگری اثر نابرابری درآمدی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در خانوارهای شهری چین در سال ۲۰۰۵ را با استفاده از داده‌های مقطعی مورد بررسی قرار داده است. نتایج آنان حاکی از آن است که، بهبود ضریب جینی (شاخص نابرابری توزیع درآمد) منجر به کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن شده است (Golley, Meng, 2012). اثر نابرابری درآمدی بر شاخص آلودگی هوا (انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) در ترکیه طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۸۴ را با استفاده از الگوی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که، نابرابری درآمدی منجر به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن شده است یوزار و ایوگلو (Uzar, Eyuoglu, 2019). در مطالعه‌ای اثر نابرابری درآمدی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را در اندونزی طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۷۵ با استفاده از الگوی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن حاکی از آن است که، نابرابری درآمدی اثر منفی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن داشته و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در دوره مورد بررسی در اندونزی مورد تأیید است. به این مفهوم که رابطه U شکل معکوس بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن برقرار است (Kusumawardani, Dewi, 2020). اثر نابرابری درآمدی بر آلودگی هوا که انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخص آلودگی هوا در نظر گرفته شده است را در ۱۸ کشور در حال توسعه آسیا طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۲۰۰۶ با استفاده از داده‌های پانل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که، نابرابری درآمدی اثر مثبت بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن داشته است (Khan, Young, 2022). اثر نابرابری درآمدی و پیری جمعیت بر کارایی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ۱۳۹ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۸ با استفاده از داده‌های پانل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعات آنان حاکی از آن است که، اثر بازدارنده نابرابری درآمدی بر بهبود کارایی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن وجود دارد. تحت تأثیر پیری جمعیت، یک رابطه U شکل معکوس بین نابرابری درآمدی و کارایی انتشار کربن

برقرار است، یعنی نابرابری درآمد قبل از ارتقای آن، یک اثر بازدارنده بر بهبود کارایی انتشار کربن دارد. همراه با رشد سریع اقتصادی، اثر بازدارنده نابرابری درآمد بر کارایی انتشار کربن افزایش می‌یابد (Wang et al., 2023; Feng et al., 2021; Zhang, Li, 2023).

۳- نتایج

در این مطالعه به ترتیب ابتدا مباحث نظری، مطالعات تجربی و داده‌های تحقیق جمع‌آوری شده‌اند و الگوی تحلیل مناسب انتخاب شده است. در انتها نیز با استفاده از داده‌های تابلویی به برآورد مدل پرداخته شده است. روش اقتصادسنجی این پژوهش با بهره‌گیری از الگوی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی گسترده است که با استفاده از نرم افزارهای اقتصادسنجی Eviews و STATA قابل اجرا است. این رویکرد از محاسن ویژه‌ای نسبت به روش‌های قبلی برخوردار است. اول اینکه، این رویکرد بین متغیرهای وابسته و توضیحی تفاوت قائل می‌شود و مشکل درون‌زایی را حل خواهد کرد. دوم اینکه، اجزاء بلندمدت و کوتاه‌مدت مدل را به طور هم‌زمان تخمین می‌زند. سوم اینکه، از جمله روش‌هایی است که لازم نیست درجه مانایی متغیرها یکسان باشد. چهارم اینکه اجتناب از نواقص موجود در سایر مدل‌ها از جمله وجود ارباب در نمونه‌های کوچک و نبود توانایی در انجام آزمون آماری است که ما را به سوی روش‌های مناسب‌تری برای تحلیل روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها از جمله رهیافت خود همبسته با وقفه‌های توزیعی سوق می‌دهد. به همین دلیل استفاده از روش‌هایی که پویایی‌های کوتاه‌مدت را در خود داشته باشند و منجر به برآورد ضرایب دقیق‌تری از الگو شوند، مورد توجه قرار می‌گیرد (سوری، ۱۳۹۴). داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از منابع معتبر بین‌المللی و منطقه‌ای استخراج شده‌اند. شاخص‌های زیست‌محیطی نظیر انتشار سرانه دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی از پایگاه WDI بانک جهانی و آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) دریافت شده‌اند. شاخص نابرابری درآمدی (ضریب جینی) از بانک جهانی و صندوق بین‌المللی پول گردآوری شده است. همچنین داده‌های جمعیتی و تولید ناخالص داخلی (بر حسب برابری قدرت خرید) از منابع سازمان ملل و بانک جهانی استفاده شده‌اند. به منظور بررسی تأثیر نابرابری درآمد بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای، براساس مطالعات و دیدگاه‌های نظری موجود و بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۲ رابطه زیر به عنوان مدل این پژوهش تصریح شده است.

$$Co2_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Gini_{it} + \alpha_2 GDP_{it} + \alpha_3 E_{it} + \alpha_4 Pop_{it} + \alpha_5 Hc_{it} + u_{it} \quad (9)$$

در رابطه فوق $Co2_{it}$ انتشار گاز دی‌اکسید کربن است که به عنوان شاخصی برای آلودگی هوا در نظر گرفته شده و متغیر وابسته مدل است. $Gini_{it}$ ضریب جینی که به عنوان شاخص نابرابری درآمد در نظر گرفته شده است، GDP_{it} تولید ناخالص داخلی سرانه، E_{it} سرانه مصرف انرژی تجدیدپذیر، Pop_{it} جمعیت شهری، Hc_{it} نرخ باسوادی بوده و اندیس‌های i و t به ترتیب، نشان دهنده مقاطع (کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای) و زمان مورد مطالعه هستند. جامعه‌ی آماری در این پژوهش، کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای است و از داده‌های ترکیبی طی بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۲ استفاده شده است. کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری شانگهای، که این کشورها عبارتند از: روسیه، هند، چین، ایران، قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان، پاکستان، ازبکستان، بلاروس و مغولستان. سدر این تحقیق، از آزمون‌های مختلفی استفاده شده و سپس برآورد مدل انجام گرفته که به ترتیب به آنها پرداخته می‌شود.

جدول ۱. نتایج حاصل از آزمون وابستگی مقطعی

نام آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه آزمون
Cross – Section Dependency	-۱/۵۲۴	۰/۱۲۷	عدم وجود وابستگی مقطعی

مأخذ: نتایج تحقیق

در این قسمت، وابستگی مقطعی کل مدل، مورد آزمون قرار گرفته است. با توجه به احتمال به دست آمده، فرض صفر مبنی بر عدم وجود وابستگی صفر در بین اعضای پانل مورد تأیید واقع شده است. در اقتصادسنجی داده‌های پانل، فرض بر این است که داده‌های مورد استفاده، استقلال مقطعی (Cross Sectional Independence) دارند. این درحالی است که وابستگی بین مقاطع می‌تواند بر اثر عواملی نظیر پیامدهای خارجی، ارتباط‌های منطقه‌ای و اقتصادی، وابستگی متقابل اجزای اختلال محاسبه نشده و عوامل غیر معمول مشاهده نشده، در بین مقاطع مختلف وجود داشته باشد. نتیجه به دست آمده بیانگر این موضوع است که در بین مقاطع هیچ‌کدام از این عوامل حضور ندارند. جهت تعیین چگونگی اثرگذاری عوامل بر مدل مورد بررسی در این تحقیق، از آزمون‌های مختلفی استفاده شده است. رایج‌ترین این آزمون‌ها، آزمون چاو برای تشخیص همگن بودن یا نبودن مقاطع، آزمون هاسمن، آزمون نوع مدل ترکیبی (مدل اثر ثابت در مقابل اثر تصادفی) و آزمون بروس _ پاگان برای استفاده از مدل اثر تصادفی در مقابل مدل تلفیقی است.

جدول ۲. نتایج حاصل از انجام آزمون چاو

نام آزمون	آماره آزمون	درجه آزادی	احتمال	نتیجه آزمون
Chow	$F = ۶۹/۹۹$	$F(۱۰, ۲۳۷)$	۰/۰۰۰۰	مدل ترکیبی (اثرات ثابت)

مأخذ: نتایج تحقیق

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، با توجه به اینکه آماره F مدل، در هر سه سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۱ معنادار است. بنابراین، در اینجا روش مدل ترکیبی بر روش مدل تلفیقی ارجحیت دارد لذا در ادامه برای تعیین برآورد مدل با اثرات ثابت و یا تصادفی، از آزمون هاسمن استفاده شده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از انجام آزمون بروش _ پاگان

نام آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه آزمون
Breusch – Pagan	$LR = ۱۳۵/۰۲$	۰/۰۰۰	اثر تصادفی

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون بروش _ پاگان، فرضیه صفر یعنی وجود نداشتن هیچ اثری، در تمام رگرسیون‌ها در هر سه سطح معناداری (۰/۰۱، ۰/۰۵، ۰/۰۱)، رد شده است یا به عبارت دیگر، فرضیه تلفیقی بودن رگرسیون‌ها در مقابل تصادفی بودن آن‌ها پذیرفته نشده است. اگر عرض از مبدأها یا همان α ها در هر یک از مقاطع مقادیر ثابتی نباشند، بلکه به صورت تصادفی انتخاب شده باشند و همچنین مستقل از متغیرهای توضیحی یا X ها باشند، در اینصورت مدل با اثرات تصادفی است. اکنون با توجه به نتایج آزمون‌های چاو و بروش _ پاگان جهت تصمیم‌گیری در مورد انتخاب مدل به آزمون هاسمن نیاز است.

جدول ۴. نتایج حاصل از انجام آزمون هاسمن

نام آزمون	آماره آزمون	درجه آزادی	احتمال	نتیجه آزمون
Hausman	۵/۲۴۲	$\chi^2 (۵)$	۰/۳۸۷	اثر تصادفی

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به مشاهدات جدول (۴)، می‌توان اینگونه استدلال نمود که، نتایج مستقیم حاصل از فرضیه صفر یا به عبارتی تصادفی بودن اثر در مدل رگرسیون پذیرفته شده است و فرضیه مقابل مبنی بر ثابت بودن اثر رد شده است. مدل ترکیبی از داده‌های سری‌زمانی و داده‌های مقطعی تشکیل شده است و اثرات تصادفی بودن به این معنا است که، ارتباطی بین خطای رگرسیون تخمین زده شده و متغیرهای مستقل (نابرابری درآمد، تولید ناخالص داخلی، نرخ باسوادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و جمعیت شهری) مدل مورد بررسی در این پژوهش برقرار است. در ادامه از آزمون ریشه واحد نسل اول لوین _ لین و چو، جهت بررسی پایایی متغیرها استفاده شده است.

جدول ۵. نتایج حاصل از انجام آزمون ریشه واحد لوین _ لین و چو

نام متغیر	آماره آزمون	احتمال	وضعیت
Lco2	-۷/۱۰۰	۰/۰۰۰	I (۱)
LGini	-۳/۶۲۷	۰/۰۰۰	I (۰)
LGDP	-۵/۶۶۴	۰/۰۰۰	I (۰)
LE	-۴/۴۸۶	۰/۰۰۰	I (۱)
Lpop	-۳/۳۸۹	۰/۰۰۰	I (۰)
LHc	-۵/۸۴۱	۰/۰۰۰	I (۰)

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۵)، متغیرهای مورد بررسی تماماً مانا شده‌اند. به اینصورت که، متغیرهای LCO2 و LE با یک تفاضل و با لحاظ عرض از مبدأ مانا شده‌اند. اما، متغیرهای LGINI، LGDP، LPOP و LHC بدون تفاضل و در سطح مانا شده‌اند. با این وجود، می‌توان با توجه به وضعیت مانایی متغیرهای مدل که ترکیبی از I (۰) و I (۱) هستند، از روش PANEL ARDL برای برآورد مدل استفاده کرد.

جدول ۶. نتایج حاصل از انجام آزمون‌های فروض کلاسیک

نام آزمون	آماره آزمون	درجه آزادی	احتمال	نتیجه آزمون
LR	$LR = ۲۱۳/۱۶$	$\chi^2 (۱۰)$	۰/۰۰۰	ناهمسانی واریانس
Wooldridge	$F = ۳۷/۴۱۹$	$F(۱, ۱۰)$	۰/۰۰۰	وجود خودهمبستگی

مأخذ: نتایج تحقیق

نتایج ناشی از آزمون ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی، بیانگر وجود ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی در هر سه سطح ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد است. بنابراین، جهت رفع این مشکلات باید از روش GLS استفاده نمود.

جدول ۷. نتایج حاصل از انجام آزمون هم‌انباشتگی پدرونی

نام آماره آزمون	آماره آزمون	احتمال
Panel v – Statistic	-۱/۶۵۴	۰/۹۵۱
Panel Rho – Statistic	۱/۶۵۷	۰/۹۵۱
Panel PP – Statistic	-۱/۵۶۳	۰/۰۵۹
Panel ADF – Statistic	-۲/۰۶۴	۰/۰۱۹
Group Rho – Statistic	۲/۷۶۰	۰/۹۹۷
Group pp – Statistic	-۲/۳۴۴	۰/۰۰۹
Group ADF – Statistic	-۲/۱۷۱	۰/۰۱۴

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول (۷)، احتمال ۴ آماره از بین تمامی آماره‌ها، در سه سطح معناداری ۱٪، ۱۰٪ و ۵٪ وجود رابطه بلندمدت در بین متغیرهای مدل را تأیید کرده است. این نتیجه نشان می‌دهد که یک رابطه همگرایی متقابل بین متغیرهای مدل برقرار است. با عبارتی دیگر متغیرهای مدل در بلندمدت از هم تبعیت می‌کنند. با توجه به اثبات وجود رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرهای مدل، در مرحله بعد به تخمین و برآورد ضرایب بلندمدت متغیرهای مدل پرداخته شده است. برای برآورد رابطه بلندمدت از آزمون DOLS (Dynamic Ordinary Least Square) استفاده شده است.

جدول ۸. نتایج حاصل از انجام آزمون برآورد مدل‌های بلندمدت با استفاده از آزمون DOLS

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
LGini	۰/۴۱۳	۰/۱۶۸	۲/۴۸۵	۰/۰۱۷
LGDP	-۰/۵۹۱	۰/۰۶۴	-۹/۱۹۲	۰/۰۰۰
LE	-۰/۲۸۴	۰/۰۵۰	-۵/۶۷۵	۰/۰۰۰
LPOP	۱/۱۷۰	۰/۱۷۲	۶/۸۰۳	۰/۰۰۰
LHC	-۰/۲۴۶	۰/۱۷۷	-۱/۳۸۸	۰/۱۷۱

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج به دست‌آمده، می‌توان اینگونه استدلال نمود که، اگر متغیرهای LGINI و LPOP در بلندمدت ۱ درصد تغییرکنند، می‌توانند LCO2 را به ترتیب و به میزان ۰/۴۱ و ۱/۱۷ درصد افزایش دهند. همچنین اگر متغیرهای LGDP و LE در بلندمدت ۱ درصد تغییرکنند، می‌توانند LCO2 را در بلندمدت، به ترتیب و به میزان ۰/۵۹ و ۰/۲۸ درصد کاهش دهند. با افزایش نابرابری درآمد، فقر گسترش یافته و مصارف بی‌رویه‌ای از محیط‌زیست صورت می‌گیرد. اقشار و جوامع فقیر به ناچار بر منابع طبیعی فشار زیادی وارد می‌کنند و ثروتمندان و جوامع مرفه نیز بیش از نیاز خود مصرف کرده و به تخریب هر چه بیشتر محیط‌زیست دامن می‌زنند و در نهایت، اقدامات این دو گروه منجر به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و آلودگی هوا می‌گردد. مهاجرت روستاییان به شهرها و افزایش شهرنشینی به معنای کاهش شاغلین بخش سنتی کشاورزی و ورود آن‌ها به زندگی عمدتاً صنعتی شهری است که هم در حوزه تولید و هم در حوزه مصرف می‌تواند منبعی برای تولید آلودگی محسوب شود. بنابراین، رشد بی‌رویه‌ی جمعیت شهری در تخریب محیط‌زیست و انتشار بیشتر گاز دی‌اکسیدکربن مؤثر بوده است. رابطه منفی بین تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بلندمدت، طبق فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، در مراحل اولیه رشد، همگام با افزایش رشد اقتصادی، افزایش تخریب محیط‌زیست مشاهده می‌شود. اما با ادامه روند رشد اقتصادی و عبور از یک سطح معین از درآمد سرانه به دلایل مختلفی همچون افزایش آگاهی محیط‌زیستی و تنظیم و اجرای قوانین حفاظت از محیط‌زیست، همراه با رشد اقتصاد کیفیت محیط‌زیست نیز افزایش می‌یابد که این امر کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را در پی دارد. رابطه منفی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن: استفاده و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر (به عنوان جایگزینی برای انرژی‌های تجدیدناپذیر)، مزایایی از قبیل بی‌نهایت بودن، پاک و تمیز بودن، تجدیدپذیر بودن، مقرون به صرفه بودن، کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در پی دارد. رابطه منفی بین آموزش و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن: با افزایش سطح تحصیلات و افزایش آگاهی زیست‌محیطی افراد، میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن کمتر می‌شود. بنابراین، گسترش آموزش می‌تواند به بهبود شرایط محیط‌زیست و کاهش آلاینده‌ها کمک کند. به عبارتی دیگر: از آنجا که سطح سرمایه‌انسانی در اقتصاد ارتقاء می‌یابد و افراد به مضرات انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و پدیده‌هایی مانند تغییرات اقلیمی و گرم‌تر شدن کره زمین و تبعات ناگوار آن آگاهی می‌یابند، تلاش می‌کنند هم در رفتار مصرفی خود به ویژه در بحث

مصرف انرژی و هم در رفتار تولیدی خود به عنوان تولیدکننده در مصرف انرژی و استفاده از فناوری‌های نوین به منظور کاهش آلودگی، صرفه‌جویی نمایند.

جدول ۹. نتایج حاصل از برآورد مدل تصحیح خطا

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
COINTEQ01	-۰/۲۵	۰/۷۶	-۳/۲۹	۰/۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به جدول فوق و نتایج تحقیق، ضریب تصحیح خطا به دست آمده برابر با $-۰/۲۵$ بوده و به این معنا است که، اگر در کوتاه‌مدت یک شوک به مدل وارد شود، عملاً مدل از تعادل کوتاه‌مدت به تعادل بلندمدت برمی‌گردد (به همان روال قبل بازمی‌گردد، اما با یک میزان تأخیر). هر چه میزان ضریب برگشتی مدل، به صفر نزدیک‌تر باشد، سرعت برگشت یا تأخیر کمتر است. در اینجا ضریب موردنظر به صفر نزدیک است، پس می‌توان گفت سرعت بازگشت از تعادل کوتاه‌مدت به بلندمدت زیاد است و در فرصت کم این اتفاق می‌افتد. در اینجا عدد $۰/۲۵$ بیانگر آن است که در هر دوره (هرساله) حدود $۰/۲۵$ درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت برای دستیابی به تعادل بلندمدت تعدیل شده است. نتایج حاصل از انجام برآورد مدل PANEL ARDL در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۱۰. نتایج حاصل از انجام برآورد مدل PANEL ARDL

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
LGINI	-۰/۶۰۲	۰/۱۴۴	-۴/۱۵۹	۰/۰۰۱
LGDP	-۰/۴۰۰	۰/۰۶۹	-۵/۷۹۷	۰/۰۰۰
LE	-۰/۲۳۷	۰/۱۱۲	-۲/۱۱۱	۰/۰۳۶
LPOP	۰/۲۰۲	۰/۸۳۳	۰/۲۴۳	۰/۸۰۷
LHC	-۲/۲۹۳	۰/۴۱۲	-۵/۵۵۹	۰/۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول (۱۰)، به منظور تفسیر ضرایب، می‌توان اینگونه استدلال نمود که، اگر متغیرهای LE، LGINI و LGDP در بلندمدت هر کدام ۱ درصد تغییر کنند، می‌توانند متغیر LCO2 را در بلندمدت به ترتیب و به میزان $۰/۶۰۲$ ، $۰/۲۳۷$ ، $۰/۴۰۰$ و $۲/۲۹۳$ درصد کاهش دهند. اما اگر متغیر LPOP در بلندمدت ۱ درصد تغییر کند، متغیر LCO2 را به میزان $۰/۲۰۲$ درصد در بلندمدت افزایش دهد. رابطه منفی بین نابرابری درآمد و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن: زمانی که دوست‌داران محیط‌زیست، گروه ثروتمند جامعه باشند این افراد می‌توانند با اقداماتی نظیر سرمایه‌گذاری بیشتر در طرح‌های حمایت از محیط‌زیست و استفاده بیشتر از فناوری‌های پیشرفته در تولیدات خود، منجر به کاهش آلودگی هوا شوند. رابطه منفی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن: استفاده از انرژی‌های نو مانند باد، خورشید، هیدروژن، زیست‌توده و زمین گرمایی به عنوان جایگزینی برای مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر از جمله سوخت‌های فسیلی، می‌تواند آلودگی هوا را کاهش دهد. از دیدگاه بین‌المللی، دو مورد از مسائل مهم برای توسعه پایدار، کاهش تخریب محیط‌زیست و نابرابری درآمدی است و برای برنامه‌ریزی به منظور پیشبرد اهداف توسعه پایدار در آینده از جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، سیاست‌گذاری جهت کاهش نابرابری درآمدی و تخریب محیط‌زیست امری ضروری است. در این زمینه اصل قدرت اظهار دارد که نابرابری درآمد، آسیب‌پذیری جمعیت‌های خاص را نسبت به سطح معینی از آلودگی هوا افزایش می‌دهد. در واقع، این اصل اینگونه استدلال می‌کند کسانی که درآمد بالاتری دارند، اغلب صاحب شرکت‌های تولیدکننده انرژی و شرکت‌های آلاینده هستند. اصل فیزیولوژیکی نیز نشان می‌دهد که نابرابری درآمد با تضعیف شرایط فیزیولوژیکی جمعیت‌های انسانی خاص، اثرات سلامتی آلودگی هوا را تشدید می‌کند. بطور کلی نابرابری درآمدی دو اثر متضاد بر کیفیت محیط‌زیست دارد. از یک سو، نابرابری، اقدام جمعی و در نتیجه ظرفیت‌های سازمان‌دهی را برای بهبود کیفیت محیط‌زیست کاهش می‌دهد و از سوی دیگر، تمرکز درآمد در دست افراد خاص، توانایی ساکنان ثروتمند را برای مذاکره با تنظیم‌کننده‌ها یا گیاهان آلاینده در مجاورتشان افزایش می‌دهد.

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که نابرابری درآمدی اثر منفی و معناداری بر آلودگی هوا در کشورهای عضو سازمان همکاری‌های شانگهای دارد. این یافته به‌طور خاص تأیید می‌کند که کاهش شکاف درآمدی می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت محیط‌زیست منجر شود. بر اساس تحلیل‌های آماری و اقتصادسنجی، مشاهده شد که عواملی مانند رشد اقتصادی پایدار، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و ارتقای سطح آموزش نیز نقش مهمی در کاهش آلودگی ایفا می‌کنند. در کشورهای عضو سازمان همکاری‌های شانگهای، صنعتی شدن سریع و مصرف بالای انرژی‌های فسیلی منجر به افزایش آلودگی هوا شده است، اما همزمان این کشورها از ظرفیت اقتصادی و سیاست‌گذاری قوی برای مدیریت این بحران برخوردارند. نتایج تحقیق نشان داد که سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و اعمال سیاست‌های مالیاتی هدفمند

بر صنایع آلاینده می‌تواند به کاهش میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن کمک کند. همچنین، توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار و گسترش سیاست‌های زیست‌محیطی در سطح منطقه‌ای می‌تواند به کاهش پیامدهای منفی آلودگی هوا منجر شود. از سوی دیگر، نابرابری درآمدی می‌تواند اثرات غیرمستقیم بر محیط‌زیست داشته باشد. به‌ویژه در جوامعی که فاصله طبقاتی زیاد است، افراد کم‌درآمد معمولاً دسترسی محدودی به منابع و فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست دارند و به ناچار از روش‌های پرمصرف و آلاینده برای تأمین نیازهای خود استفاده می‌کنند. کاهش نابرابری درآمدی از طریق سیاست‌های بازتوزیعی می‌تواند این روند را معکوس کند و به افزایش سطح رفاه عمومی و کاهش فشار زیست‌محیطی منجر شود.

برای مدیریت بهینه نابرابری درآمد و کاهش آلودگی هوا، پیشنهادها زیر ارائه می‌شود:

۱. اصلاح نظام مالیاتی و بازتوزیع درآمد
 - وضع مالیات تصاعدی بر صنایع آلاینده و تخصیص درآمد آن به کاهش نابرابری درآمدی.
 - ارائه مشوق‌های مالیاتی به شرکت‌هایی که از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌کنند.
 - اعمال سیاست‌های مالیاتی بر مصرف سوخت‌های فسیلی، به‌ویژه در بخش حمل‌ونقل و صنایع سنگین.
 ۲. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های پاک
 - گسترش سرمایه‌گذاری در توسعه انرژی‌های نوین نظیر انرژی خورشیدی، بادی و زمین‌گرمایی.
 - حمایت از تحقیق و توسعه در حوزه فناوری‌های کم‌کربن و کاهش آلاینده‌ها در صنایع.
 - ارتقای کارایی انرژی در بخش‌های صنعتی و مسکونی، به‌ویژه از طریق بهبود استانداردهای مصرف انرژی.
 ۳. حمایت از جوامع کم‌درآمد برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی
 - ارائه یارانه‌های هدفمند برای کاهش هزینه‌های انرژی خانوارهای کم‌درآمد.
 - افزایش دسترسی به مسکن سبز و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی کارآمد.
 - توسعه زیرساخت‌های شهری برای کاهش تمرکز آلودگی در مناطق کم‌درآمد.
 ۴. تقویت همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی
 - تدوین راهبردهای مشترک بین کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای برای محدود کردن انتشار آلاینده‌ها.
 - مشارکت فعال در توافق‌های بین‌المللی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.
 - توسعه مکانیزم‌های تجاری برای انتقال فناوری‌های زیست‌محیطی میان کشورهای عضو.
 ۵. ارتقای سطح آموزش و آگاهی عمومی
 - طراحی برنامه‌های آموزشی گسترده درباره اثرات آلودگی هوا و راه‌های کاهش آن.
 - توسعه فرهنگ مصرف بهینه انرژی از طریق آموزش در مدارس و رسانه‌ها.
 - ایجاد انگیزه برای کسب‌وکارها جهت سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پایدار و مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی.
- همچنین نتایج پژوهش نشان می‌دهد که نابرابری درآمدی نقش مهمی در تشدید تخریب محیط‌زیست دارد. بر این اساس، پیشنهادها سیاستی زیر برای کشورهای عضو SCO مطرح می‌شود:
- **چین:** تمرکز بر نوآوری سبز و برنامه‌ریزی شهری عادلانه برای کاهش شکاف‌های منطقه‌ای
 - **هند:** تلفیق عدالت زیست‌محیطی در برنامه‌های توسعه روستایی
 - **روسیه:** تقویت نظارت بر صنایع استخراجی و توسعه فراگیر در مناطق محروم
 - **کشورهای آسیای مرکزی:** سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و همکاری‌های زیست‌محیطی فرامرزی
- همکاری منطقه‌ای در قالب SCO می‌تواند با ایجاد نهادهای مشترک نظارتی و استانداردسازی شاخص‌های پایداری، به تحقق توسعه پایدار کمک کند. اجرای این سیاست‌ها می‌تواند به کاهش نابرابری درآمد، بهبود کیفیت محیط‌زیست و افزایش سطح رفاه اجتماعی در کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای کمک کند. سرمایه‌گذاری در اقتصاد سبز و توسعه پایدار نه تنها موجب کاهش آلودگی هوا خواهد شد، بلکه با ایجاد فرصت‌های جدید شغلی و افزایش عدالت اجتماعی، رشد اقتصادی را نیز تقویت خواهد کرد.

منابع

- Akbostanci, E., Turut, A. S., Tunc, I. 2009. The Relationship between Income and Environment in Turkey: Is There an Environmental Kuznets Curve? Energy Policy, 37, P. 861-867.
- Alam, S., Fatima, A., Butt, M. S. 2007. Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation. Journal of Asian Economics, 18(6), P. 825-837.
- Boyce, J. k. 1994. Inequality as a Cause of Environmental Degradation. This paper originally appeared in Ecological Economics. 11, P.169-178.

- Breusch, T. S., Pagan, A. R. 1980. The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, P.239- 253.
- Demir, C. C., Gok, A. 2018. Income Inequality and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Turkey. *Energy & Environment*, 30(3), P.444-461.
- Feng, W., Jian, Y., Joshua, S., Xin, L. 2021. Impact of income inequality on urban air quality: A game theoretical and empirical study in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 8546.
- Golley, J., Meng, X. 2012. Income inequality and carbon dioxide emissions: The case of Chinese urban households. *Energy Economics*, 34(6), P.1864–1872.
- Huang, G. 2019. Breathing the same air? Socioeconomic disparities in PM2.5 exposure and the potential benefits from air filtration. *Sci. Total Environ.* 657 (20), P.619–626.
- Khan, S., Yahong, W. 2022. Income inequality, ecological footprint, and carbon dioxide emissions in Asian developing economies: What effects what and how? *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17), P.24660–24671.
- Kohler, M. 2013. CO2 emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective. *Energy Policy*, 63, P.1042-1050.
- Kusumawardani, D., Dewi, A. K. 2020. The effect of income inequality on carbon dioxide emissions: A case study of Indonesia. *Heliyon*, 6(8), e04772.
- Kuznets, S. S. 1995. Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45(1), P.1–28.
- Mikati, I. 2018. Disparities in distribution of particulate matter emission sources by race and poverty status. *Am. J. Public Health*, 108, P.480–485.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., Smith, R. J. 2001. Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships. *Jornal Of Applied Econometrics*, 16, P.289-326.
- Sarkodie, S. A., Owusu, P. A., Nord, J. T. 2024. Green Growth Assessment Across 203 Economies: Trends and Insights, *Sustainable Horizons*, 10, Article 100083.
- Uzar, U., Eyuoglu, K. 2019. The nexus between income inequality and CO₂ emissions in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 277, P.149–157.
- Wang, Q., Li, L., Li, R. 2023. Uncovering the impact of income inequality and population aging on carbon emission efficiency: An empirical analysis of 139 countries. *Science of the Total Environment*, 857, 159508.
- Zhang, C., Zhao, W. 2014. Panel estimation for income inequality and CO2 emissions: a regional analysis in China. *Applied Energy*, 136, P.382-392
- Zhang, Y., Li, H. 2023. Income inequality and environmental sustainability: Evidence from emerging economies, *Ecological Economics*, 203, Article 107685.
- ابراهیمی، م.، بابائی آغ اسمعیلی، م.، کفیلی، و.، ۱۳۹۵. نابرابری درآمدی و کیفیت محیط زیست: مطالعه موردی ایران. فصلنامه مدل‌سازی اقتصاد سنجی، ۷۹(۲)، ص ۴-۵۹.
- احمدی‌مقدم، م.، محمودی، پ.، ۱۳۹۰. تحلیل داده‌های آلودگی هوای تهران در دهه اخیر (۱۳۷۹-۱۳۸۸)، مجله سلامت و محیط، فصلنامه انجمن علمی بهداشت محیط ایران، ۶(۱)، ص ۳۳-۴۴.
- اخترگل، ر.، الماسی، م.، سهیلی، ک.، ۱۳۹۹. اثر صنعتی شدن بر نابرابری درآمد در ایران، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی. دانشگاه رازی.
- آرزومند، ا.، صادقی، ز.، جلائی، س. ع.، ۱۳۹۷. بررسی تأثیر ثبات مالی بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب عضو و ناظر سازمان همکاری شانگهای: پایان نامه دوره کارشناسی ارشد. گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ایرانمنش، ر.، پورموسی، ر.، پرچمی، ع.، ۱۳۹۷. شاخص‌های نابرابری درآمد و تعمیم آنها: پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده ریاضی و رایانه، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- باباخانی، م.، راغفر، ح.، ۱۳۸۸. رابطه‌ی نابرابری درآمد و سلامت در ایران طی سالهای ۱۳۵۵-۱۳۸۵. فصلنامه مدیریت سلامت، ۱۲(۳۷)، ص ۱۰-۱۲.
- بادپا، م.، ۱۳۹۵. اثر زکات بر نابرابری درآمد در ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد اسلامی، سال ۱۱، ۲(۲۲)، ص ۳۰۹-۳۳۶.
- به‌نژاد، س.، رزمی، م. ج.، ملک‌الساداتی، س. س.، ۱۳۹۷. نقش شرایط نهادی در تأثیر رشد اقتصادی بر فقر و نابرابری درآمد: پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. دانشکده علوم اداری و اقتصادی. دانشگاه فردوسی مشهد.

- تمیزی، ع، ۱۳۹۴. عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشورهای در حال توسعه با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی بیزی. فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، (۴) ۲، ص ۱۴۵-۱۶۸.
- خبری، ز، نژادکورکی، ف، طالبی، ش، ۱۳۹۲. توسعه مدل پخش آلودگی هوا (AERMOD) در نرم‌افزار MATLAB: پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. گروه محیط‌زیست. دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی. دانشگاه یزد.
- خاپرست، م، داوودی، آ، ۱۳۹۲. هزینه‌های دولت و کاهش فقر و نابرابری. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، (۳) ۴، ص ۵۰-۳۷.
- سلمانی بیشک، م، شگری، م، عابدزاده، ک، ۱۳۹۸. بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر انتشار کربن در اقتصاد انرژی ایران. (۲۰) ۷۶، ص ۵۴-۱.
- سماواتی، آ، بزازان، ف، عزیزی، ز، ۱۳۹۷. بررسی آثار توزیعی مالیات بر دی‌اکسیدکربن بر مخارج خانوار با روش داده ستانده زیست محیطی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. دانشگاه الزهرا (س).
- سوری، ع، ۱۳۹۴. اقتصاد سنجی همراه با کاربرد Eviews8 و Stata12، نشر فرهنگ شناسی. نشر فرهنگ شناسی. چاپ سوم.
- لعل خضری، ح، کریمی پنتلار، س، ۱۳۹۸. بررسی اثر نابرابری درآمدی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران. پژوهشنامه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، (۱) ۶، ص ۲۹۸-۲۵۱.
- محمدی، س، خریدزاده، ع، آماده، ح، ۱۳۹۵. تأثیر نابرابری درآمد بر آلودگی محیط زیست در ایران. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد. گروه علوم اقتصادی. دانشکده اقتصاد. دانشگاه علامه طباطبایی.
- مهرگان، ن، عباسیان، ع، اردلان، ب، ۱۳۹۲. تجزیه چنگانه نابرابری درآمد در ایران با رویکردی به ضریب‌جینی تعمیم‌یافته. فصلنامه سیاستگذاری پیشرفت اقتصادی دانش‌الزهرا (س)، سال ۲، شماره ۲، ص ۴۳-۵۳.
- میرزایی، ش، محتشمی‌برزادران، غ، امینی، م، جباری‌نوقابی، ه، ۱۳۹۵. مطالعه‌ی مقایسه‌ای شاخص‌های نابرابری درآمد. رساله دکتری. گروه آمار. دانشکده علوم ریاضی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- ناهیدی امیرخیز، م، رحیم‌زاده، ف، شکوهی فر، س، ۱۳۹۶. بررسی تأثیر رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی. فصلنامه علوم و تحقیقات تکنولوژی محیط‌زیست، (۲) ۲۲، ص ۱۶-۲.
- هراتی، ج، ۱۳۹۵. بررسی تأثیر نابرابری درآمدی و نابرابری سیاسی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در منتخبی از کشورهای در حال توسعه. مدل‌سازی اقتصادی، (۹) ۳۳۱، ص ۱۹۸-۳۳.