



Relationship between CO₂ emissions, health care costs and human development index in Shanghai member countries

Amir Dadrasmoghadam^{1✉} | Reza Dehviri² | Mehdi Safdari³

1. Corresponding Author, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. E-mail: amdadras@eco.usb.ac.ir

2. Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. E-mail: reza.dehviri19@gmail.com

3. Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. E-mail: mahdalis@eco.usb.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 20 July 2023

Received in revised form 16

October 2023

Accepted 21 January 2024

Published online 4 May 2024

Keywords:

CO₂ emissions,

Health costs,

Human development index,

Panel vector autoregression.

ABSTRACT

During periods of high economic growth, carbon dioxide (CO₂) emissions increase sharply and governments inevitably increase health care costs. The aim of the present study is to investigate the bidirectional relationship between health care costs, carbon dioxide (CO₂) emissions, and human development index (HDI) in a member country of the Shanghai Cooperation Organization for the period 2000-2020, using a panel vector autoregression model. The results showed that the largest share is due to the impulse of health care costs related to itself, and the largest share is due to the impulse of CO₂ emissions and human development index related to research and development costs. The results of the causal relationships showed that there is a one-way causal relationship between health care costs and CO₂ emissions, indicating that CO₂ emissions significantly increase health care costs for SCO countries. In addition, health care expenditures and HDI also show a positive two-way relationship, as these two variables reinforce each other. There is a two-way causal relationship between CO₂ emissions and HDI, which indicates that high CO₂ emissions significantly affect the human development of Shanghai Cooperation Organization countries. In this regard, it is suggested that measures such as adopting sustainable development policies, developing clean technologies, educating and improving people's awareness, developing human capital and international cooperation in the member countries of the Shanghai Cooperation Organization should be adopted to reduce carbon dioxide emissions.

Cite this article: Dadrasmoghadam, A., Dehviri, R., & Safdari, M. (2024). Relationship between CO₂ emissions, health care costs and human development index in Shanghai member countries. *Journal of Natural Environment*, 77 (1), 147-158. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2024.362627.2580>



ارتباط بین انتشار CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی در کشورهای عضو شانگهای

امیر دادرسی مقدم^۱ | رضا دهواری^۲ | مهدی صفدری^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. رایانامه: amdadras@eco.usb.ac.ir

۲. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. رایانامه: reza.dehvari19@gmail.com

۳. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. رایانامه: mahdalis@eco.usb.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	در دوره‌های رشد اقتصادی بالا، انتشار دی‌اکسید کربن (CO ₂) به شدت افزایش می‌یابد و دولت‌ها به ناچار هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را افزایش می‌دهند. هدف پژوهش حاضر بررسی ارتباط دوسویه بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، انتشار دی‌اکسید کربن (CO ₂) و شاخص توسعه انسانی (HDI) در کشور عضو سازمان همکاری شانگهای برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰، با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری تابلویی است. نتایج نشان داد که بیشترین سهم ناشی از تکانه هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی مربوط به خودش و بیشترین سهم ناشی از تکانه‌های انتشار CO ₂ و شاخص توسعه انسانی مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه است. نتایج روابط علی نشان داد که رابطه علی یک‌طرفه بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و انتشار CO ₂ وجود دارد و بیانگر آن است که به‌طور قابل توجهی انتشار CO ₂ هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را برای کشورهای سازمان همکاری شانگهای افزایش می‌دهد. علاوه بر این، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و HDI نیز یک رابطه دو طرفه مثبت را نشان می‌دهند، زیرا این دو متغیر یکدیگر را تقویت می‌کنند. رابطه علیت دو طرفه بین انتشار CO ₂ و HDI وجود دارد که نشانگر انتشار بالای CO ₂ است که به‌طور قابل توجهی توسعه انسانی کشورهای سازمان همکاری شانگهای را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این راستا پیشنهاد می‌شود که برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن اقداماتی نظیر سیاست‌های توسعه پایدار، توسعه فناوری‌های پاک، آموزش و ارتقاء آگاهی مردم، توسعه سرمایه انسانی و همکاری‌های بین‌المللی در کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای بایستی اتخاذ نمود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۹	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵	
کلیدواژه‌ها: انتشار دی‌اکسید کربن، خودرگرسیون برداری تابلویی، شاخص توسعه انسانی، هزینه‌های بهداشتی.	

استناد: دادرسی مقدم، امیر؛ دهواری، امیر؛ و صفدری، مهدی (۱۴۰۳). ارتباط بین انتشار CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی در کشورهای

عضو شانگهای. محیط زیست طبیعی، ۷۷ (۱)، ۱۵۸-۱۴۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2024.362627.2580>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

در طول دو دهه گذشته، ارتباط بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، انتشار CO₂ و HDI به‌عنوان موضوع داغ در ادبیات اقتصادی برای کشورهای پیشرفته و در حال توسعه بوده است. در عصر حاضر، دولت‌ها، سیاست‌گذاران، محققان و اقتصاددانان راه‌هایی برای تضمین محیط سالم و توسعه پایدار جامعه مطرح نموده‌اند (Chaabouni and Saidi, 2017). مخارج دولت، به‌ویژه در بخش مراقبت‌های بهداشتی، بخش مهمی از هزینه‌های مالی در اقتصاد جوامع می‌باشد. مطالعات مختلف (Baltagi and Moscone, 2014; Wang, 2011; Kurt, 2015; Oni, 2014) دو فرضیه متفاوت در مورد هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی ارائه کرده‌اند. در فرضیه اول، مراقبت‌های بهداشتی یک کالای لوکس است و مانند سایر کالاها است که بایستی در بازار تعیین قیمت شود. در مقابل، فرضیه دوم استدلال می‌کند که هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی یک امر تجملی نیست، بلکه یک نیاز اساسی است که بایستی دولت در بخش مراقبت‌های بهداشتی حمایت‌های لازم را انجام دهد. Doryan (۲۰۰۱) معتقد است که در دوره‌های رشد اقتصادی بالا، دولت‌ها هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را افزایش می‌دهند. این امر نه تنها به مردم کمک می‌کند تا زندگی سالمی داشته باشند، بلکه سطح مصرف را در جامعه افزایش می‌دهد و از سوی دیگر تغییرات اقلیمی بزرگترین چالش حال حاضر و تهدیدی برای زندگی سالم، امنیت و رفاه جوامع بوده است (Ahmad et al., 2019). در ابتدای روند توسعه اقتصادی، کشورهای در حال توسعه توجه خاصی به کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن نداشتند. اما پس از رشد سریع اقتصادی، این کشورها نگرانی جدی نسبت به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن پیدا کردند (Pang, 2015). در این راستا Yang و همکاران (۲۰۲۰) در زمینه کشورهای در حال توسعه ثابت کردند که افزایش رشد اقتصادی و مصرف انرژی رابطه مثبت با انتشار CO₂ دارد که به نوبه خود برای محیط‌زیست مضر می‌باشد. با این حال، در مقایسه با سایر زمینه‌های تحقیقاتی توجه زیادی به ادبیات موضوع هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و انتشار CO₂ نشده است. طبق گزارش‌های بانک جهانی میزان انتشار CO₂ در سال ۲۰۲۰ حدود ۳۵۴۷۶/۶ میلیون تن بوده است. چین، ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا، هند و روسیه دارای بیشترین میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در سطح جهان هستند. سهم کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای ۱۶۰۳۵۹۷۵ کیلو تن بوده است که ۴۵٪ از انتشار CO₂ را در جهان به خود اختصاص داده‌اند. علاوه بر ۵ کشور قزاقستان، پاکستان، ازبکستان، قرقیزستان و تاجیکستان ۱/۵٪ از انتشار CO₂ را به خود اختصاص داده‌اند. کشورهای چین، هند، فدراسیون روسیه و جمهوری اسلامی ایران با ۴۳/۶۳٪ از انتشار CO₂ در سطح جهان جزء کشورهای نخست از این جهت هستند (World Bank, 2020). Jacobson (۲۰۰۸) ارتباط بین انتشار CO₂ و پیامدهای سلامتی را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که انتشار گاز CO₂ نرخ مرگ و میر را در ایالات متحده به دلیل افزایش آلودگی هوا افزایش می‌دهد. همچنین انتشار گاز CO₂ باعث افزایش ذرات معلق (PM) و آزن سطحی می‌شود که منجر به افزایش بستری شدن در بیمارستان‌ها و در نتیجه افزایش میزان مرگ و میر می‌شود. به عبارت دیگر انتشار CO₂ هزینه‌های بهداشتی را برای زندگی سالم افزایش می‌دهد. Wang و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی، تأثیر انتشار کربن بر هزینه‌های بهداشتی در کشورهای سازمان همکاری شانگهای را بررسی کردند. نتایج نشان داد که انتشار کربن تأثیر منفی بر هزینه‌های بهداشتی دارد. Apergis و همکاران (۲۰۱۸) به تحلیل اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت انتشار گاز دی‌اکسید کربن بر هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در ایالات متحده طی دوره زمانی ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۹ پرداختند. نتایج نشان داد که انتشار گاز دی‌اکسید کربن منجر به افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در سراسر ایالات متحده شده است و اثر انتشار دی‌اکسید کربن بر مراقبت‌های بهداشتی برای ایالت‌هایی که مقادیر بیشتری را در هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی صرف می‌کنند را تأیید می‌نماید. Khan و Abbas (۲۰۱۹) به بررسی رابطه پویا بین انتشار CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و رشد اقتصادی در پاکستان را با استفاده از روش تست کرانه‌های ARDL پرداختند. یافته‌ها حاکی از وجود رابطه بلندمدت بین سه متغیر است. به‌طور خاص، افزایش انتشار CO₂ منجر به افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌شود، در حالی که رشد اقتصادی تأثیر منفی بر هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی دارد. Ullah و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی ارتباط بین تجارت، انتشار گاز دی‌اکسید کربن و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در چین طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۰ با استفاده از مدل معادلات همزمان پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان داد که تجارت به‌طور قابل توجهی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشور چین تأثیر می‌گذارد و منجر به افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌شود. علاوه بر این، مالیات کربن ممکن است ابزار مهمی برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن باشد و ممکن است هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در

کشور را تأمین نماید. Musai و Mehrara (۲۰۲۰) رابطه پویای بین انتشار گاز CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از رویکرد خودرگرسیون برداری پانل بررسی نمودند. یافته‌ها دلالت بر آن دارد که رابطه بلندمدت بین سه متغیر وجود دارد. رشد اقتصادی تأثیر منفی بر هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی داشته، همچنین افزایش انتشار گاز CO₂ منجر به افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی شده است. Abbas و Khan (۲۰۲۰) رابطه پویای بین انتشار CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی در پاکستان را با استفاده از روش تست کرانه‌های ARDL^۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده رابطه بلندمدت بین سه متغیر است. افزایش انتشار گاز CO₂ منجر به کاهش شاخص توسعه انسانی می‌شود. همچنین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی تأثیر مثبتی بر شاخص توسعه انسانی دارد. Akbar و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی ارتباط دوسویه بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، انتشار دی‌اکسید کربن و شاخص توسعه انسانی^۲ در ۳۳ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۰۶ با روش خودرگرسیون برداری پانل پرداختند. نتایج نشان داد، رابطه دو طرفه بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد و بیانگر آن است که انتشار دی‌اکسید کربن به‌طور قابل توجهی هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را تشدید می‌کند. همچنین یک رابطه منفی یک‌سویه بین انتشار دی‌اکسید کربن و شاخص توسعه انسانی وجود دارد و دلالت بر آن دارد که انتشار گاز دی‌اکسید کربن به‌طور قابل توجهی سلامت و تندرستی انسان را در این کشورها تهدید می‌کند. Saleem و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی روابط پویای بین تولید انرژی تجدیدناپذیر از منابع فسیلی، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن با استفاده از پانل متوازن در ۳۸ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی طی بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج نشان داد، تولید انرژی یک رابطه علی یک‌طرفه مثبت با انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد، در حالی که انتشار گاز دی‌اکسید کربن رابطه ناچیزی با تولید انرژی دارد. همچنین یک رابطه دو طرفه مثبت بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و انتشار CO₂ وجود دارد، اما هیچ مدرکی مبنی بر اینکه هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی باعث تولید انرژی می‌شود، وجود ندارد. RamosMeza و همکاران (۲۰۲۳) به منظور بررسی ارتباط میان انتشار دی‌اکسید کربن، تولید انرژی تجدیدناپذیر، توسعه مالی و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در ۳۰ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۳ از پانل متوازن و روش خود رگرسیون برداری پانل^۴ با روش گشتاورهای تعمیم یافته^۵ استفاده نمودند. یافته‌های تجربی نشان داد که افزایش مصرف انرژی و تولید بر آلودگی تأثیر می‌گذارد و انتشار گاز CO₂ هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را افزایش می‌دهد. همچنین مصرف انرژی، توسعه مالی و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی رابطه با کیفیت محیط‌زیستی دارد.

به‌طور کلی، ادبیات موضوع در مورد رابطه انتشار گاز CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، و شاخص توسعه انسانی نشان می‌دهد که افزایش انتشار گاز CO₂ اثرات منفی بر هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و توسعه انسانی دارد. علاوه بر این، ادبیات بررسی شده دلالت بر آن دارد که مسیرهای بالقوه‌ای وجود دارد که از طریق آنها انتشار گاز CO₂ بالا و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی باعث کاهش توسعه انسانی می‌شود، از جمله می‌توان افزایش آلودگی هوا و مشکلات تنفسی مرتبط با آلاینده‌ها، فشار بر سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی و عدم دسترسی به منابع بهداشتی کافی را برشمرد. در بین مطالعات انجام شده در این موضوع، برخی از مطالعات رابطه بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را بررسی کردند، در حالی که برخی دیگر رابطه بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن و توسعه انسانی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در حال حاضر، تعداد بسیار کمی از مطالعات وجود دارد که رابطه بین سه متغیر، یعنی انتشار گاز دی‌اکسید کربن، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی را مورد بررسی نماید و بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته مربوط به کشورهای با درآمد بالا است و کمتر کشورهای در حال توسعه مد نظر قرار گرفته است. جنبه نوآوری تحقیق در پژوهش حاضر شامل بررسی رابطه پویای بین سه متغیر یعنی انتشار CO₂، هزینه‌های

¹ARDL bounds testing approach

²Human Development Index

³Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

⁴panel Vector Auto Regression

⁵Generalized Methode of Moment

جدول ۱- معرفی متغیرها

نام متغیر	شرح	دوره زمانی	منبع
HC_Exp	سهم هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی از تولید ناخالص داخلی ثابت ۲۰۱۷	۲۰۲۰-۲۰۰۰	بانک جهانی
CO2_PC	انتشار گاز دی‌اکسید کربن سرانه	۲۰۲۰-۲۰۰۰	بانک جهانی
RD_Exp	سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی ثابت در سال ۲۰۱۷	۲۰۲۰-۲۰۰۰	بانک جهانی
HDI	شاخص توسعه انسانی	۲۰۲۰-۲۰۰۰	بانک جهانی
POP_GR	نرخ رشد جمعیت	۲۰۲۰-۲۰۰۰	بانک جهانی

مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی است. رابطه پویا به معنای بررسی تغییرات و تأثیرات دینامیکی متغیرها در طول زمان است. نوآوری دوم استفاده از روش خودرگرسیون تابلویی به‌عنوان روش تحلیلی و آماری است که برای تشخیص الگوها و روابط غیرخطی بین متغیرها استفاده می‌شود. این روش براساس اصل خودرگرسیونی برآورد می‌کند، به عبارت دیگر هر متغیر برحسب خود و با تأخیرهای زمانی خود به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از روش خودرگرسیونی تابلویی، می‌توان اثرات غیرخطی و بازگشتی بین الگوهای پنهان در این روابط را شناسایی کرد. نوآوری سوم مرتبط با حیطه تحقیقات این پژوهش است که با تمرکز بر کشورهای عضو همکاری شانگهای به تحلیل هزینه‌های مراقبت بهداشتی و شاخص توسعه انسانی در این کشورها می‌پردازد. پژوهش حاضر کمک می‌نماید تا درک بهتری از تأثیرات این روابط در سازمان همکاری شانگهای و منطقه آسیا به دست آید، زیرا توسعه انسانی و چالش‌های مربوط به محیط‌زیست از جمله تغییرات آب و هوا، به‌طور گسترده‌ای در این منطقه مورد توجه قرار می‌گیرند. بنابراین، پژوهش حاضر با ترکیب این سه نوآوری و با استفاده از روش خودرگرسیونی تابلویی در کشورهای عضو همکاری شانگهای، می‌تواند کمک شایانی نماید تا درک بهتری از اثرات انتشار CO₂ بر هزینه‌های مراقبت بهداشتی و شاخص توسعه انسانی در این منطقه به دست آید و به‌طور کلی به تحقیقات مرتبط با محیط‌زیست، بهداشت عمومی و توسعه پایدار کمک کند که تاکنون مورد توجه کمتری قرار گرفته است. بنابراین هدف اصلی این پژوهش بررسی ارزیابی ارتباط پویای بین انتشار CO₂، هزینه مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای با استفاده از مدل‌های پانل متوازن و رهیافت خودرگرسیون برداری ترکیبی (Panel VAR) است. کشورهای مورد بررسی شامل اعضای اصلی سازمان همکاری شانگهای (ایران، چین، فدراسیون روسیه، هند، قزاقستان، پاکستان، ازبکستان، تاجیکستان و قرقیزستان) است.

روش‌شناسی پژوهش

محدوده مورد مطالعه و داده‌ها: این پژوهش ۹ کشور از اعضای دائمی سازمان همکاری شانگهای را شامل می‌شود و کشورهای مورد بررسی چین، هند، فدراسیون روسیه، ایران، قزاقستان، پاکستان، ازبکستان، قرقیزستان و تاجیکستان می‌باشند. متغیرهای پژوهش حاضر هزینه‌های بهداشت عمومی دولت، شاخص توسعه انسانی (HDI)، انتشار CO₂ (تن متریک سرانه)، هزینه تحقیق و توسعه طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ است که از بانک جهانی اخذ شد.

روش‌شناسی: با توجه به منابع موجود (Abrigo and Love, 2015) از مدل خود رگرسیون برداری (VAR) در قالب داده‌های ترکیبی برای آزمون روابط علی، توابع واکنش و تجزیه واریانس بین متغیرهای مورد مطالعه استفاده شده است. این مدل تلفیقی از مدل خود رگرسیونی برداری متعارف که تمامی متغیرها در این سیستم درون‌زا هستند، با روش پانل دیتا است. فرم خلاصه شده اقتصادسنجی به صورت زیر می‌باشد:

$$X_{it} = \Gamma(L) X_{it} + u_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

که در آن X_{it} : برداری از متغیرهای مورد بررسی و یک ماتریس چند جمله‌ای با عملگر وقفه‌ای به صورت $\Gamma(L) = \Gamma_1(L^1) + \Gamma_2(L^2) + \dots + \Gamma_p(L^p)$ است. u_i : برداری از اثرات خاص (انفرادی) کشورها و ε_{it} : بردار اجزای اخلاص هستند (Rahman, 2009). در پانل‌های پویا، برآوردگرهای اثرات ثابت، به دلیل همبستگی ایجاد شده بین اثرات ثابت با متوسط برآوردگرها به جهت حضور وقفه

یا وقفه‌هایی از متغیر وابسته در سمت راست معادله، سازگار نیستند. برای رفع مشکل انحراف از تعادل یا تفاضل داده از میانگین داده‌های پسین استفاده می‌شود. به این ترتیب که با تبدیل همه متغیرهای مدل به انحراف از میانگین داده‌های پسین اثرات ثابت حذف می‌شود. اگر مقادیر سری مورد نظر به صورت $X_{it} = (X_{it}^1, X_{it}^2, \dots, X_{it}^M)'$ و مقادیر آتی X_{it}^m جزئی از این بردار باشند، میانگین آنها به صورت $X_{it}^m = \sum_{s=t+1}^{T_i} X_{is}^m / (T_i - t)$ به دست می‌آید که در آن T_i : دوره آخر از داده‌های دسترس برای سری کشورهای i است و t نیز نشانگر زمان است. انحراف از تعادل اجزای $\tilde{\epsilon}_{it}^m$ نیز به همین ترتیب به دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$\tilde{X}_{it}^m = \delta_{it}(X_{it}^m - \bar{X}_{it}^m) \quad ۲$$

و

$$\tilde{\epsilon}_{it}^m = \delta_{it}(\epsilon_{it}^m - \bar{\epsilon}_{it}^m) \quad ۳$$

که در دو رابطه فوق $\delta_{it} = \sqrt{\frac{T_i - t}{T_i - t + 1}}$ است. باید توجه داشت که برای آخرین داده در دسترس، این تبدیل غیرقابل محاسبه است؛ زیرا مقدار و ارزش داده بعدی برای به دست آوردن میانگین پسین، در اختیار نیست. شکل تبدیل شده رابطه ۳ به صورت زیر خواهد بود:

$$\tilde{X}_{it} = \Gamma(L) \tilde{X}_{it} + \tilde{\epsilon}_{it} \quad ۴$$

که در آن:

$$\tilde{X}_{it} = (\tilde{X}_{it}^1, \tilde{X}_{it}^2, \dots, \tilde{X}_{it}^M)'$$

$$\tilde{\epsilon}_{it} = (\tilde{\epsilon}_{it}^1, \tilde{\epsilon}_{it}^2, \dots, \tilde{\epsilon}_{it}^M)'$$

اگر اجزای اخلاص رابطه ۴ همبسته نباشند و دارای واریانس ثابتی باشند، جملات خطای تبدیل شده باید ویژگی‌های مشابهی داشته باشند و بنابراین با این تبدیل مشکل ناهمسانی واریانس و وجود همبستگی سریالی ایجاد نمی‌شود. به علاوه این روش اجازه می‌دهد تا از وقفه‌های برآوردکننده به عنوان ابزار استفاده شود و ضرایب با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) برآورد شوند (Rahman, 2009). بعد از برآورد همه ضرایب با استفاده از روش Panel VAR، همانند روش VAR در داده‌های سری زمانی می‌توان توابع عکس‌العمل (IRFs) و تجزیه واریانس (VDCs) را برآورد نمود. توابع عکس‌العمل آنی واکنش متغیرهای درون‌زا در طول زمان به شوک‌های وارده به هر یک از متغیرهای سیستم را به نمایش می‌گذارند. تجزیه واریانس نیز سهم هر متغیر را بر روی تغییرات متغیرهای دیگر در طول زمان نشان می‌دهد. در این مطالعه به منظور انتخاب وقفه مناسب در مدل و جهت خودرگرسیون برداری پانلی از آماره آکاییک استفاده شده است. همچنین برای برآورد مدل از نرم‌افزار STATA 17 استفاده شده است. در جدول ۱ به معرفی متغیرهای پژوهش پرداخته شده است.

یافته‌های پژوهش و بحث

در ابتدا باید وجود ریشه واحد در متغیرها (ناایستایی متغیرها) بررسی می‌شود تا از دشواری‌های مربوط به رگرسیون کاذب پرهیز شود. برای بررسی مانایی، آزمون لوین، لین و چو (LLC) استفاده شده است. آزمون مانایی برای متغیرهای مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. فرضیه صفر آزمون LLC بیانگر ناایستایی متغیرهاست. براساس نتایج جدول ۲، مقادیر آماره محاسبه شده و احتمال پذیرش نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر ناایستایی متغیرها رد می‌شود؛ یعنی، کلیه متغیرهای مدل در سطح ایستا هستند. در نتیجه نیازی به انجام آزمون هم‌انباشتگی نیست. به منظور برآورد مدل ابتدا باید تعداد وقفه‌های مدل مشخص شود. در این مرحله لازم است مرتبه بهینه مدل خود رگرسیون برداری با استفاده از ملاک تعیین وقفه بهینه (آکاییک) براساس تعداد متغیرهای مدل و حجم نمونه صورت گیرد.

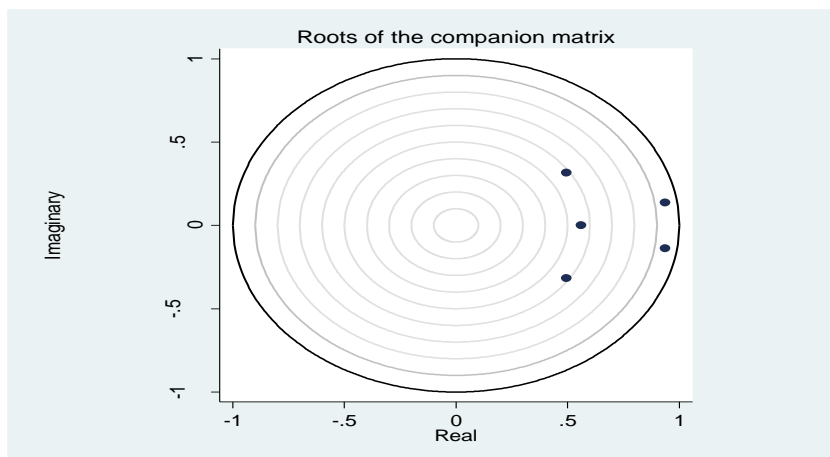
نتایج جدول ۳، نشان می‌دهد وقفه بهینه براساس معیار آکاییک (AIC) وقفه یک است. نتایج معیارهای انتخاب مدل و لحظه بهینه، خودرگرسیون بردار تابلویی مرتبه اول را برای مدل تأیید می‌کند. در ادامه به بررسی شرط پایداری مدل پرداخته شده است. نتایج نشان داد نقطه‌ها نشانگر معکوس ریشه‌های معادله مفسر مدل VAR است، که باید قدر مطلق آن کوچکتر از یک باشد (شکل ۱).

جدول ۲- نتایج آزمون پایایی متغیرها با استفاده از آزمون LLC

متغیر	آماره	احتمال	نتیجه مانایی
HC_Exp	-۴/۱۲	۰/۰۰۰	I(0)
CO2_PC	-۳/۷۳	۰/۰۰۰	I(0)
RD_Exp	-۶/۴۳	۰/۰۰۰	I(0)
HDI	-۴/۵۶	۰/۰۰۰	I(0)
POP_GR	-۷/۷۰	۰/۰۰۰	I(0)

جدول ۳- نتایج تعیین وقفه بهینه مدل به روش خودرگرسیون برداری

تعداد وقفه	تعداد وقفه مقدار آماره آکانیک (AIC)
۱	-۶۶/۵۹۸۴۳
۲	-۵۲/۲۰۴۲۴
۳	-۲۴/۹۶۴۴۵



شکل ۱- نمودار شرط پایداری مقادیر ویژه مدل

با توجه به نتایج چون تمام نقاط در داخل دایره واحد است، مدل VAR شرط پایداری را دارد. در روش تجزیه واریانس، میزان سهم و اهمیت نسبی یک شوک ناشی از هر متغیر را نسبت به خود متغیر و سایر متغیرها نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بیشترین سهم ناشی از تکانه هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی در طی ۱۰ سال به میزان ۶۳ درصد بر خودش بوده که بعد آن بیشترین سهم از شوک هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی مربوط به نرخ رشد جمعیت است که در دوره ۱۰ ساله به ۲۰ درصد رسیده است. هزینه‌های تحقیق و توسعه کمترین تأثیر را داشته است. همچنین بیشترین سهم ناشی از تکانه انتشار CO_2 و هزینه‌های تحقیق و توسعه در طی ۱۰ سال به ترتیب به میزان ۴۳ درصد و ۴۴ درصد مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه بوده که بعد آن بیشترین سهم از تکانه انتشار CO_2 و هزینه‌های تحقیق و توسعه مربوط به انتشار CO_2 است که در دوره ۱۰ ساله به ۳۱ درصد رسیده است. همچنین بیشترین سهم ناشی از تکانه نرخ رشد جمعیت و شاخص توسعه انسانی در طی ۱۰ سال به ترتیب به مربوط به انتشار CO_2 با ۳۴ درصد و هزینه‌های تحقیق و توسعه با ۵۴ درصد مربوط به بوده که بعد آن بیشترین سهم از تکانه نرخ رشد جمعیت و شاخص توسعه انسانی مربوط به شاخص توسعه انسانی است (جدول ۴).

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که یک رابطه علی یک‌طرفه بین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و انتشار CO_2 وجود دارد و بیانگر آن است که به‌طور قابل توجهی انتشار CO_2 هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را برای کشورهای سازمان همکاری‌های شانگهای افزایش می‌دهد. علاوه بر این، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و HDI نیز یک رابطه دو طرفه مثبت را نشان می‌دهند، زیرا این دو متغیر یکدیگر را تقویت می‌کنند. رابطه علیت دو طرفه بین انتشار CO_2 و HDI وجود دارد که بیانگر انتشار بالای CO_2 است

جدول ۴- تجزیه واریانس انتشار CO₂، هزینه‌ی مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی

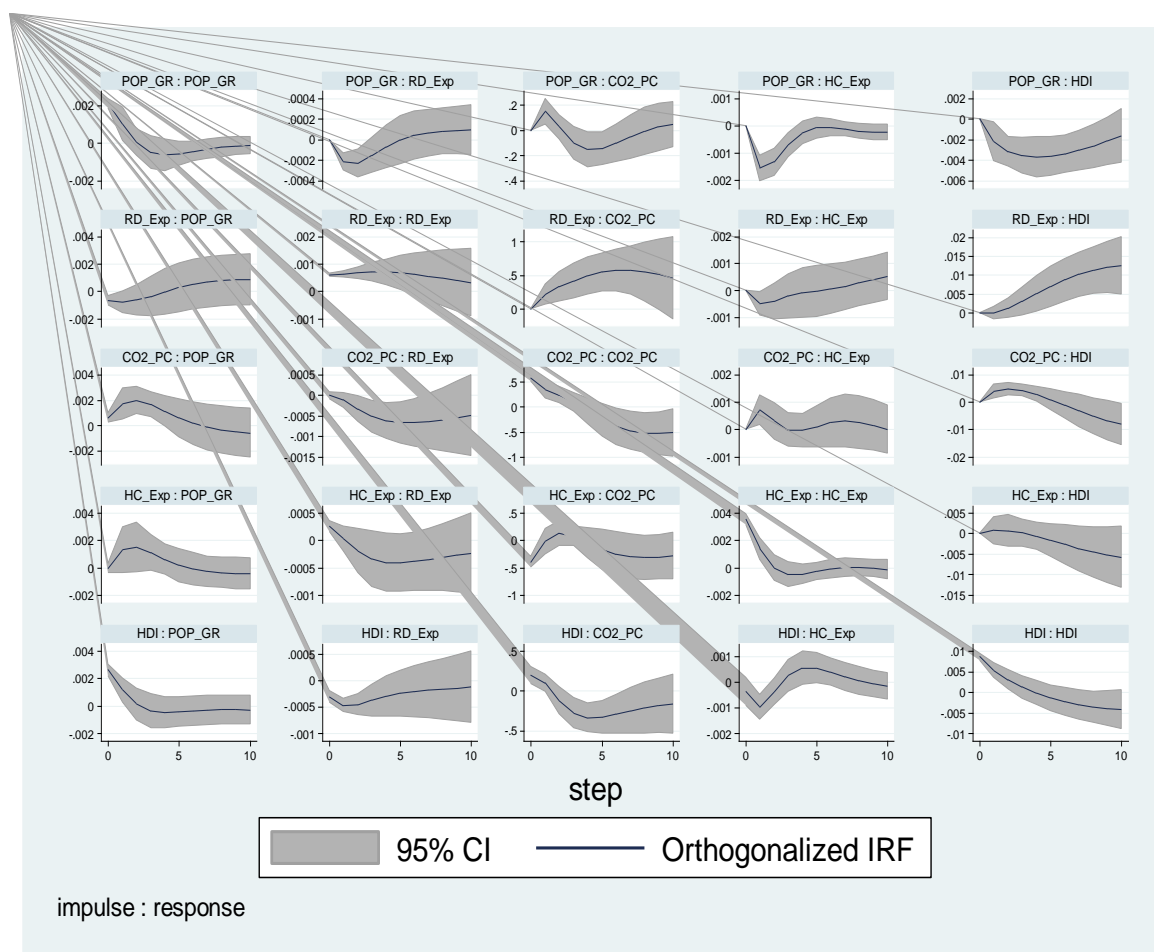
Variables	Period	HC_Exp	CO2_PC	RD_Exp	HDI	POP_GR
HC_Exp	۵	۰/۶۶	۰/۰۲۸	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۲۱
HC_Exp	۱۰	۰/۶۳	۰/۰۳۸	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۰
CO2_PC	۵	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۰۳
CO2_PC	۱۰	۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۰۱
RD_Exp	۵	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۵۲	۰/۱۷	۰/۰۲
RD_Exp	۱۰	۰/۱۱	۰/۳۱	۰/۴۴	۰/۱	۰/۰۱
HDI	۵	۰/۰۰۵	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۴۳	۰/۱۵
HDI	۱۰	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۵۴	۰/۱۵	۰/۰۸
POP_GR	۵	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۰۴	۰/۲۵	۰/۱۸
POP_GR	۱۰	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۲۴	۰/۱۸

جدول ۵- آزمون علیت گرنجر چند متغیره

		chi2	Df	P-Value
HC_Exp	CO2_PC	۱۸/۷۳	۱	۰/۰۰۰
	RD_Exp	۱۹/۰۱	۱	۰/۰۰۰
	HDI	۳۳/۹۲	۱	۰/۰۰۰
	POP_GR	۵۴/۱۵	۱	۰/۰۰۰
	ALL	۶۹/۷۱	۴	۰/۰۰۰
CO2_PC	HC_Exp	۱/۴۸	۱	۰/۲۲۳
	RD_Exp	۱۱/۶۲	۱	۰/۰۰۱
	HDI	۴/۹۹	۱	۰/۰۲۵
	POP_GR	۹/۴۰	۱	۰/۰۰۲
	ALL	۱۵/۵۸	۴	۰/۰۰۴
HDI	HC_Exp	۹/۸۶	۱	۰/۰۰۲
	CO2_PC	۸/۱۱	۱	۰/۰۰۴
	RD_Exp	۰/۳۶	۱	۰/۵۴۸
	POP_GR	۴/۸۱	۱	۰/۰۲۸
	ALL	۱۷/۳۵	۴	۰/۰۰۲

که به‌طور قابل‌توجهی توسعه انسانی کشورهای سازمان همکاری شانگهای را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شکل ۲ عکس‌العمل متغیرهای هزینه مراقبت‌های بهداشتی، انتشار CO₂، هزینه تحقیق و توسعه، رشد جمعیت و شاخص توسعه انسانی کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای را نشان می‌دهد.

نتایج به‌دست آمده از شکل ۲ بیانگر این است که اثر شوک هزینه تحقیق و توسعه تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد جمعیت داشته است. البته این شوک در ابتدا باعث کاهش موقتی رشد جمعیت می‌شود. اثر شوک هزینه مراقبت‌های بهداشتی مشابه شوک هزینه تحقیق و توسعه بر رشد جمعیت است که در ابتدا باعث کاهش موقتی رشد جمعیت می‌شود اما بعد از آن روند افزایشی خواهد بود. اثر شوک شاخص توسعه انسانی تأثیر منفی و معنی‌داری بر رشد جمعیت دارند، با بهبود شاخص توسعه انسانی، رشد جمعیت روند نزولی می‌گیرد. اثر شوک انتشار CO₂ تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد جمعیت داشته است. البته این شوک در ابتدا صعودی و سپس دارای روندی کاهشی موقت و سپس صعودی می‌شود. همچنین نتایج بیانگر این است که اثر شوک‌های انتشار CO₂ هزینه مراقبت‌های بهداشتی، شاخص توسعه انسانی و رشد جمعیت تأثیر مثبت و معنی‌داری بر هزینه تحقیق و توسعه داشته است.



شکل ۲- نمودار توابع عکس‌العمل آنی

شوک‌های افزایش انتشار CO₂، افزایش هزینه مراقبت‌های بهداشتی، بهبود شاخص توسعه انسانی و افزایش رشد جمعیت باعث افزایش سهم هزینه تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی می‌شود. همچنین اثر شوک هزینه تحقیق و توسعه، رشد جمعیت، هزینه مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی بر متغیر انتشار گاز CO₂ تأثیر منفی و معنی‌داری دارند. شوک‌های افزایش هزینه تحقیق و توسعه، افزایش هزینه مراقبت‌های بهداشتی، بهبود شاخص توسعه انسانی و افزایش رشد جمعیت باعث کاهش انتشار CO₂ سرانه می‌شود. اثر شوک‌های رشد جمعیت، انتشار CO₂، اثر شوک هزینه تحقیق و توسعه و شاخص توسعه انسانی بر متغیر هزینه مراقبت‌های بهداشتی تأثیر منفی و معنی‌داری دارند. با این تفاوت که شوک‌های رشد جمعیت و انتشار CO₂ در ابتدا باعث ایجاد روندی فزاینده بر هزینه مراقبت‌های بهداشتی می‌شوند اما در ادامه روندی کاهشی به خود می‌گیرند. همچنین بیانگر این است که شوک‌ها هزینه مراقبت‌های بهداشتی بر شاخص توسعه انسانی تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است. اثر شوک‌های انتشار گاز CO₂ و رشد جمعیت بر متغیر شاخص توسعه انسانی تأثیر منفی و معنی‌داری دارند. یافته‌های خودرگرسیون بردار تابلویی نشان می‌دهد که بین سه متغیر اصلی تحقیق یعنی هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، انتشار CO₂ و HDI یک رابطه علی وجود دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر به ارزیابی ارتباط پویای بین انتشار CO₂، هزینه مراقبت‌های بهداشتی و شاخص توسعه انسانی با استفاده از رهیافت خودرگرسیون برداری ترکیبی (Panel VAR) در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در کشورهای عضو سازمان همکاری شانگهای پرداخته شد. نتایج نشان داد که افزایش انتشار CO₂ اثرات منفی بر هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و توسعه انسانی دارد. ادبیات موضوع نشان داد، مسیرهای متعددی وجود دارد که از طریق انتشار گاز CO₂ و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی منجر به کاهش

توسعه انسانی می‌شود. افزایش آلودگی هوا و مشکلات تنفسی مرتبط با آن فشار زیادی بر سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌آورد که نیاز به اقدامات پیشگیرانه برای کاهش انتشار گاز CO₂ را ضروری می‌سازد که بایستی به‌منظور جلوگیری از تأثیرات گسترده آن بر توسعه انسانی اقدامات حیاتی توسط دولتمردان کشورهای عضو شانگهای صورت گیرد. سیاست‌های رشد اقتصادی در کشورهای عضو شانگهای بایستی با مد نظر قرار دادن حفظ محیط‌زیست و مقرون به صرفه بودن، مراقبت‌های بهداشتی انجام گیرد و ارتباط متقابل متغیرهای مورد بررسی با توجه به اهداف توسعه پایدار را بایستی در نظر گیرند. کشورهای عضو شانگهای باید با یکدیگر همکاری مناسبی داشته باشند تا سیاست‌هایی را اتخاذ نمایند که ضمن کاهش انتشار گاز CO₂ و مقرون به صرفه بودن مراقبت‌های بهداشتی، رشد اقتصادی را در کشورهای مورد بررسی منجر شود. در نهایت، تحقیقات بیشتری برای درک کامل اثرات انتشار گاز CO₂، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و توسعه انسانی در مناطقی فراتر از کشورهای عضو معاهده شانگهای مورد نیاز است. بررسی تأثیرات تغییرات سیاست‌های محیط‌زیستی و مراقبت‌های بهداشتی بر جامعه جهانی، به‌ویژه در مناطقی که بزرگترین چالش‌ها را از نظر توسعه انسانی تجربه داشته‌اند، مهم می‌باشد. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری نیاز است تا در بخش‌های خاصی مانند بخش‌های حمل‌ونقل و انرژی صورت گیرد که نقش به‌سزایی در انتشار گاز CO₂ و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی دارند. این تحقیق پیشنهادی ارزشمندی را ارائه می‌کند که تصمیمات سیاسی در کشورهای عضو شانگهای بایستی با توجه به اهداف ارتقای توسعه پایدار، کاهش انتشار گاز CO₂ و اطمینان از دسترسی به منابع بهداشتی مقرون به صرفه اتخاذ گردد. نتایج نشان داد که کشورهای عضو شانگهای همچنان از منابع انرژی و فناوری‌های بسیار آلاینده برای ایجاد رشد اقتصادی بالاتر استفاده می‌کنند، پیامدهای این تحقیق از مدیران مربوطه در کشورهای عضو شانگهای می‌خواهد، سیاست‌هایی را برای کاهش انتشار گاز CO₂ در راستای اهداف توسعه پایدار تعیین شده توسط سازمان ملل متحد اتخاذ کنند. در نتیجه این کشورها نه تنها می‌توانند بار مراقبت‌های بهداشتی خود را کاهش دهند، بلکه منجر به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و بهبود شاخص‌های توسعه انسانی می‌شود. علاوه بر این، معرفی فناوری‌های پاک‌تر در فرآیندهای تولید برای کاهش انتشار آلاینده‌ها برای تضمین محیط‌زیست سالم برای جوامع مورد بررسی ضروری است. همچنین برای کشورهای سازمان همکاری شانگهای ضروری است که استفاده از منابع تولید انرژی کربن را به‌شدت کاهش دهند و سهم منابع تجدیدپذیر را در ترکیب انرژی خود برای حفظ اکوسیستم و افزایش کیفیت زندگی افزایش دهند. در این راستا موارد زیر پیشنهاد می‌شود

۱. اتخاذ سیاست‌های توسعه پایدار: دولت‌ها و سازمان‌های مربوطه بایستی سیاست‌های قوی و کارا را برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و حفظ محیط‌زیست تعیین کنند. این سیاست‌ها می‌توانند شامل تشویق به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی و تشویق به انتقال به سبک زندگی پایدارتر باشند.
۲. توسعه فناوری‌های پاک: سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه فناوری‌های پاک و کم‌مصرف می‌تواند به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی کمک کند. توسعه و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی، به افزایش پایداری و کاهش هزینه‌های انرژی در طولانی مدت کمک می‌کند.
۳. آموزش و ارتقاء آگاهی: افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت حفظ محیط‌زیست و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌تواند به کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و افزایش شاخص توسعه انسانی کمک کند. ارائه آموزش‌های مرتبط با محیط‌زیست به جوانان و بزرگسالان و تشویق به اتخاذ رفتارهای پایدار می‌تواند تغییرات مثبتی در رفتار جمعی ایجاد کند.
۴. توسعه سرمایه انسانی: سرمایه‌گذاری در آموزش و بهبود شاخص توسعه انسانی اهمیت بسیاری در کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و افزایش رفاه جامعه دارد. ارتقای سطح آموزشی جامعه و افزایش فرصت‌های شغلی و کسب مهارت‌های لازم می‌تواند به بهبود شاخص توسعه انسانی و کاهش بار مراقبت‌های بهداشتی منجر شود.
۵. همکاری بین‌المللی: مسائل محیط‌زیست و اقتصادی معمولاً مرزهای ملی را نادیده می‌گیرند. برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و افزایش شاخص توسعه انسانی، همکاری بین‌المللی برای توسعه و اجرای سیاست‌ها و تدابیر مشترک می‌تواند

مؤثر باشد. این شامل تبادل دانش و تکنولوژی، همکاری در تحقیقات و توسعه و ایجاد توافقات بین المللی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود.

این تحقیق همچنین دارای محدودیت‌هایی است که شایان ذکر است: اولاً، جمع‌آوری داده‌های متغیرهای برای دوره‌های زمانی طولانی مشکل بود. دوم، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی به هزینه‌های سلامت‌بخش دولتی و خصوصی تفکیک نمی‌شوند. سوم، اگرچه انتشار گاز CO₂ سهم عمده‌ای در انتشار آلودگی دارد، اما اثرات نامطلوب سایر انتشارات گازهای گلخانه‌ای مانند متان، SO₂ و اکسید نیتروژن بر سلامت انسان و هزینه‌های بهداشتی ناشی از آن در نظر گرفته نشده است.

References

- Abrigo, M.R., Love, I., 2015. Estimation of Panel Vector Autoregression in Stata: a Package of Programs. Manuscript. Feb 2015 Available on <http://paneldataconference2015.ceu>.
- Ahmed, Z., Wang, Z., Ali, S., 2019. Investigating the non-linear relationship between urbanization and CO₂ emissions: An empirical analysis. *Air Quality, Atmosphere & Health* 12(8), 945-953.
- Akbar, M., Hussain, A., Akbar, A. and Ullah, I., 2021. The dynamic association between healthcare spending, CO₂ emissions, and human development index in OECD countries: Evidence from panel VAR model. *Environment, Development and Sustainability* 23, 10470-10489.
- Apergis, N., Gupta, R., Lau, C.K.M., Mukherjee, Z., 2018. US state-level carbon dioxide emissions: does it affect health care expenditure? *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91, 521-530.
- Baltagi, B.H., Moscone, F., 2010. Health care expenditure and income in the OECD reconsidered: Evidence from panel data. *Economic Modelling* 27(4), 804-811.
- Chaabouni, S., Saidi, K., 2017. The dynamic links between carbon dioxide (CO₂) emissions, health spending and GDP growth: A case study for 51 countries. *Environmental Research* 158, 137-144.
- Doryan, E., 2001. Poverty, human development, and public expenditure: Developing actions for government and civil society. *Equity Health*, pp. 1-156.
- Jacobson, M.Z., 2008. On the causal link between carbon dioxide and air pollution mortality. *Geophysical Research Letters* 35(3).
- Khan, M.A., Abbas, F., 2019. The dynamic relationship between CO₂ emissions, healthcare expenditure, and economic growth in Pakistan: An application of the ARDL bounds testing approach. *Environmental Science and Pollution Research* 26(10), 10148-10160.
- Khan, M.A., Abbas, F., 2020. The dynamic relationship between CO₂ emissions, healthcare expenditure, and human development index in Pakistan: An application of the ARDL bounds testing approach. *Environmental Science and Pollution Research* 27(8), 8261-8273.
- Kurt, S., 2015. Government health expenditures and economic growth: a Feder-Ram approach for the case of Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues* 5(2), 441-447.
- Mehrara, M., Musai, M., 2019. The dynamic relationship between CO₂ emissions, healthcare expenditure, and economic growth in Iran: Evidence from a panel VAR approach. *Environmental Science and Pollution Research* 26(35), 35405-35416. (In Persian)
- Oni, L.B., 2014. Analysis of the growth impact of health expenditure in Nigeria. *IOSR Journal of Economics and Finance* 3(1), 77-84.
- Pang, L., 2015. Openness to Trade, Urbanization and carbon emission based on model ARDL in Jiangsu. *China Population, Resources and Environment* 25, 430-434.
- Rahman, M.M., Mamun, S.A.K., 2016. "Energy Use, International Trade and Economic Growth Nexus in Australia: New evidence from an extended growth model", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 64, 806-816.
- Ramos-Meza, C.S., Flores-Arocutipa, J.P., Jinchuña-Huallpa, J., Corzo-Palomo, E.E., Gamero-Huarcaya, V.K., Gutiérrez-Acuña, Y., Valencia-Martinez, J.C., 2023. Does environment quality affect the health care spending? Nexus among CO₂ emissions, non-renewable energy production, financial development, and health care spending. *Environmental Science and Pollution Research* 30(17), 48903-48910.
- Saleem, H., Khan, M.B., Shabbir, M.S., Khan, G.Y., and Usman, M., 2022. Nexus between non-renewable energy production, CO₂ emissions, and healthcare spending in OECD economies. *Environmental Science and Pollution Research* 29(31), 47286-47297.

- Ullah, I., Ali, S., Shah, M.H., Yasim, F., Rehman, A., Al-Ghazali, B.M., 2019. Linkages between trade, CO2 emissions and healthcare spending in China. *International journal of Environmental Research and Public Health* 16(21), 4298.
- Wang, K.M., 2011. Health care expenditure and economic growth: Quantile panel-type analysis. *Economic Modelling* 28(4), 1536–1549.
- Wang, Y., Zhang, Y., Li, L., 2019. The relationship between carbon emissions, health expenditure, and economic growth in 14 countries of the Shanghai Cooperation Organization. *Environmental Science and Pollution Research* 26(12), 12061-12072.
- Wang, Y., Zhang, Y., Li, L., 2018. The impact of carbon emissions on health expenditure in the Shanghai Cooperation Organization countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15(12), 2869.
- Yang, B., Ali, M., Nazir, M. R., Ullah, W., Qayyum, M., 2020. Financial instability and CO 2 emissions: cross-country evidence. *Air Quality, Atmosphere and Health* 13, 459-68.
- Zhang, Y., Wang, Y., & Li, L., 2019. The dynamic relationship between carbon emissions, health expenditure, and economic growth in the Shanghai Cooperation Organization countries. *Environmental Science and Pollution Research* 26(16), 16503-16514.
- Zhang, Y., Wang, Y., Li, L., 2019. The impact of carbon emissions on health expenditure and economic growth in the Shanghai Cooperation Organization countries. *Journal of Cleaner Production* 225, 1084-1093.