

The Role of Good Governance in Modulating the Impact of Human Development on Carbon Dioxide Emissions (A Case Study of Selected OPEC Member Countries),

Maryam Gahramzahi¹, Gholamreza Zamanian² Marziyeh Esfandiari³

Abstract

The relationship between human development and environmental quality has become an important topic in the sustainable development literature, and governance quality may play a decisive role in moderating this relationship. Accordingly, the present study aims to investigate the moderating role of good governance in the effect of the Human Development Index (HDI) on carbon dioxide (CO₂) emissions in selected OPEC member countries. For this purpose, annual data covering the period 2002–2022 were collected. To test the research hypotheses, the Generalized Method of Moments (GMM) was employed to control for endogeneity, and the Panel Threshold Regression (PTR) model was applied to examine nonlinear relationships. The findings indicate that the effect of human development on CO₂ emissions depends on the level of good governance and follows a nonlinear threshold pattern. The estimated threshold value for good governance was -0.0320 at the 95% confidence level. In the below-threshold regime (weaker governance conditions), an increase in HDI leads to a positive and statistically significant increase in CO₂ emissions, with an estimated coefficient of 5.94 ($P < 0.05$). In contrast, in the above-threshold regime (stronger governance conditions), human development exerts a negative and statistically significant effect on CO₂ emissions, with an estimated coefficient of -48.97 ($P < 0.05$). The findings suggest that good governance plays an effective role in reversing the impact of human development on carbon emissions, and improvements in institutional quality can create the conditions for reducing environmental pressures. Therefore, strengthening governance quality and implementing institutional reforms may be considered

¹ PhD Candidate in Economics, Faculty of Economics and Administrative sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. maryam.gahramzahi.student.um.ac.ir

² Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahdan, Iran, zamanian@eco.usb.ac.ir

³ Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahdan, Iran (Corresponding Author), m.esfandiari@eco.usb.ac.ir

necessary prerequisites for achieving favorable environmental outcomes from human development. Given the panel data structure and the limited sample of countries, the findings of this study should be interpreted only within the context of the selected OPEC countries and their governance conditions.

Keywords: Good Governance, Human Development, Carbon Dioxide Emissions, Generalized Method of Moments (GMM), Panel Smooth Transition Regression (PTR).

پیشینه پژوهش

بررسی نقش حکمرانی خوب در تأثیرگذاری شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی اکسید کربن (مطالعه موردی: کشورهای منتخب عضو اوپک)

مریم گهرام زهی^۱

غلامرضا زمانیان^۲

مرضیه اسفندیاری^۳

چکیده

رابطه میان توسعه انسانی و کیفیت محیط زیست از موضوعات مهم در ادبیات توسعه پایدار محسوب می شود و کیفیت حکمرانی می تواند در تعدیل این رابطه نقش تعیین کننده ای ایفا کند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش تعدیل گری حکمرانی خوب در تأثیر شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای منتخب عضو اوپک انجام شده است. برای این منظور، داده های سالانه کشورهای منتخب طی دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲ گردآوری و به منظور آزمون فرضیه ها از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) برای کنترل درون زایی و از مدل رگرسیون آستانه ای پانلی (PTR) برای بررسی روابط غیرخطی استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر توسعه انسانی بر انتشار دی اکسید کربن وابسته به سطح حکمرانی خوب بوده و از الگوی غیرخطی آستانه ای تبعیت می کند. مقدار آستانه حکمرانی خوب برابر با ۰/۰۳۲۰- در سطح اطمینان

^۱ دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران،

maryam.gahramzahi.student.um.ac.ir

^۲ دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران،

zamanian@eco.usb.ac.ir

^۳ دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، (نویسنده

مسئول)،

m.esfandiari@eco.usb.ac.ir

۹۵ درصد برآورد شد. در رژیم زیر آستانه (حکمرانی ضعیف‌تر)، افزایش شاخص توسعه انسانی موجب افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن شده و ضریب اثر برابر با ۵/۹۴ برآورد شد ($P < 0.05$). در مقابل، در رژیم بالای آستانه (حکمرانی قوی‌تر)، توسعه انسانی اثر کاهنده بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته و ضریب آن برابر با ۴۸/۹۷- برآورد شد ($P < 0.05$). یافته‌ها نشان می‌دهد حکمرانی خوب نقش مؤثری در تغییر جهت اثر توسعه انسانی بر انتشار کربن ایفا می‌کند و ارتقای کیفیت نهادی می‌تواند زمینه کاهش فشارهای زیست‌محیطی را فراهم سازد. از این‌رو، تقویت کیفیت حکمرانی و اصلاحات نهادی می‌تواند پیش‌شرط تحقق آثار زیست‌محیطی مطلوب توسعه انسانی در سایر کشورهای منتخب باشد. با توجه به ساختار داده‌های پانلی و محدود بودن کشورهای مورد بررسی، نتایج پژوهش صرفاً در چارچوب کشورهای منتخب عضو اوپک و سطح حکمرانی آن‌ها قابل تفسیر است.

کلیدواژه‌ها: حکمرانی خوب، توسعه انسانی، انتشار دی‌اکسیدکربن، گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR)

۱. مقدمه

دستیابی به رفاه و توسعه پایدار، هدف اصلی کشورهاست و مستلزم ایجاد توازن میان ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. یکی از چالش‌های مهم در این مسیر، تعارض میان ارتقای توسعه انسانی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه انتشار دی‌اکسید کربن است. تغییرات اقلیمی ناشی از انتشار CO_2 یکی از مهم‌ترین تهدیدات زیست‌محیطی محسوب می‌شود (بالانتاین و همکاران^۱، ۲۰۱۶، لین و احمد^۲، ۲۰۱۷ و دیمیتریو و کاسومنوس^۳، ۲۰۱۷) و کاهش آن به یکی از اهداف کلیدی سیاست‌های جهانی تبدیل شده است (هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی^۴، ۲۰۰۶). شاخص توسعه انسانی^۵ (HDI) که توسط برنامه توسعه ملل متحد معرفی شده، ترکیبی از درآمد سرانه، امید به زندگی و

1. Ballantyne et al

2. Lin & Ahmad

3. Dimitriou & Kassomenos

4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

5. Human Development Index

آموزش است و از سال ۱۹۹۰ به عنوان جایگزینی برای GDP در سنجش رفاه مورد استفاده قرار گرفته است (کراکولچسکی و همکاران، ۲۰۱۰، خدابخش، ۲۰۱۱ و خوشنویس و پژویان، ۱۳۹۱). با این حال، HDI قادر به پوشش کامل ابعاد نهادی، مشارکت سیاسی و پایداری زیست محیطی نیست (گزارش برنامه توسعه ملل متحد^۱، ۲۰۱۹). در همین راستا، شاخص توسعه انسانی تعدیل شده با فشارهای سیاره‌ای^۲ (PHDI) نیز برای لحاظ کردن اثرات زیست محیطی معرفی شده است (گزارش برنامه توسعه ملل متحد^۳، ۲۰۲۰). از نظر تجربی، رابطه بین توسعه انسانی و انتشار CO₂ پیچیده و دوگانه است؛ به گونه‌ای که بهبود HDI می‌تواند از طریق افزایش درآمد و مصرف انرژی، موجب رشد انتشار آلاینده‌ها شود (کاستا و همکاران^۴، ۲۰۱۱). شواهد نشان می‌دهد در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، رشد سریع توسعه انسانی با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار CO₂ همراه بوده است؛ برای مثال در بنگلادش طی ۱۹۹۱-۲۰۱۲ انتشار CO₂ بیش از ۱۴۰ درصد افزایش یافته است (سرکار و همکاران^۵، ۲۰۱۵). که نشان‌دهنده پیوند قوی میان توسعه و تخریب محیط زیست در غیاب سیاست گذاری مناسب است (اسلام و خان^۶، ۲۰۱۷). در این میان، حکمرانی خوب به عنوان یک عامل نهادی مهم می‌تواند این رابطه را تعدیل کند. بانک جهانی حکمرانی را مجموعه‌ای از فرآیندها و نهادهایی تعریف می‌کند که از طریق آن‌ها قدرت در جهت منافع عمومی اعمال می‌شود و شامل شش شاخص اصلی نظیر کنترل فساد، کیفیت مقررات و حاکمیت قانون است (بانک جهانی^۷، ۲۰۱۹). حکمرانی کارآمد با افزایش شفافیت، بهبود کیفیت سیاست‌گذاری و تقویت سرمایه‌گذاری

¹. United Nations Development Programme (UNDP)

². Planetary Pressures-adjusted Human Development Index (PHDI)

³. United Nations Development Programme (UNDP)

⁴. Costa et al

⁵. Sarkar et al

⁶. Islam & Khan

⁷. World development indicators (WDI)

در فناوری‌های پاک می‌تواند فشارهای زیست‌محیطی ناشی از توسعه را کاهش دهد (حسین و چن^۱، ۲۰۲۱)، (اعظمی و محجوبی، ۱۴۰۳ و محمدی و شهرکی، ۱۴۰۴).

تحلیل نقش حکمرانی کارآمد در شکل‌دهی تأثیر شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن از جمله موضوعاتی است که در پژوهش‌های تجربی کمتر مورد توجه قرار گرفته است و همچنان با خلأهای نظری و روش‌شناختی مواجه است. مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که اغلب پژوهش‌ها رابطه میان توسعه انسانی، حکمرانی و انتشار دی‌اکسیدکربن را با استفاده از الگوهای خطی بررسی کرده‌اند و فرض ضمنی آن‌ها ثابت بودن شدت و جهت اثر متغیرها در تمام سطوح کیفیت نهادی بوده است. در حالی که این فرض ممکن است با واقعیت کشورهای در حال توسعه و به‌ویژه کشورهای متکی بر منابع طبیعی سازگار نباشد؛ زیرا کارایی سیاست‌های توسعه انسانی و پیامدهای زیست‌محیطی آن می‌تواند تحت تأثیر کیفیت حکمرانی تغییر کند. به بیان دیگر، مدل‌های خطی متعارف قادر نیستند تغییرات ساختاری و نقاط تغییر رفتار^۲ را که در اثر تفاوت سطوح حکمرانی ایجاد می‌شود شناسایی کنند و در نتیجه ممکن است برآوردهای تورش‌دار یا تعمیم‌های نادقیق ارائه دهند. در چنین شرایطی، این احتمال وجود دارد که توسعه انسانی در سطوح پایین حکمرانی به افزایش فشارهای زیست‌محیطی منجر شود، اما در سطوح بالاتر حکمرانی همان توسعه انسانی بتواند از طریق بهبود کارایی نهادی، ارتقای سیاست‌های محیط‌زیستی و توسعه فناوری‌های پاک، موجب کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن شود. بنابراین انتظار می‌رود رابطه میان توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن ماهیتی غیرخطی و وابسته به سطح حکمرانی داشته باشد. بر این اساس، خلأ اصلی پژوهش حاضر نه تنها در بررسی همزمان توسعه انسانی و حکمرانی خوب، بلکه در آزمون وجود رفتار آستانه‌ای در این رابطه نهفته است. برای رفع این محدودیت، مطالعه حاضر با بهره‌گیری از مدل

¹. Hossain & Chen

². Regime Switching

رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) هانسن^۱ (۱۹۹۹)، حکمرانی خوب را به عنوان متغیر آستانه‌ای وارد مدل کرده تا امکان شناسایی سطوح متفاوت اثرگذاری توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن فراهم شود. همچنین به منظور کنترل ناهمسانی‌های مقطعی، پویایی زمانی و احتمال درون‌زایی متغیرها، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) نیز استفاده شده است. این رویکرد امکان ارائه شواهد تجربی دقیق‌تری نسبت به الگوهای خطی متعارف را فراهم می‌کند.

بر این اساس، سؤال اصلی پژوهش حاضر به شرح زیر مطرح می‌شود:

- آیا حکمرانی خوب بر تأثیرگذاری شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک اثر معناداری دارد؟

مطالعه حاضر با بهره‌گیری از گشتاورهای تعمیم‌یافته^۲ (GMM) و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی^۳ (PTR) هانسن (۱۹۹۹)، به بررسی نقش حکمرانی خوب در تعدیل اثر شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک طی دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲ می‌پردازد. نوآوری پژوهش در تمرکز بر رفتار آستانه‌ای این رابطه و بررسی وابستگی اثر توسعه انسانی به سطوح مختلف کیفیت حکمرانی در کشورهای منتخب عضو اوپک است. در راستای هدف مطالعه حاضر، در ادامه بخش دوم به ارائه مبانی نظری پژوهش، بخش سوم به مرور برخی از مطالعه‌های انجام شده در داخل و خارج از کشور و بخش چهارم به روش شناسی تحقیق می‌پردازد و در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌شود.

۲. ادبیات موضوع

۱،۲ مبانی نظری تحقیق

^۱. Hansen

^۲. Generalized Method of Moments (GMM)

^۳. Panel Threshold Regression Model (PTR)

دی اکسید کربن، به عنوان عامل اصلی گرمایش جهانی، نه تنها نتیجه فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی است، بلکه تحت تأثیر کیفیت حکمرانی، شاخص توسعه انسانی و سیاست‌های اقتصادی و انرژی کشورها قرار دارد. حکمرانی خوب با ارتقاء شفافیت، پاسخگویی، مشارکت شهروندان و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک، مسیرهایی مؤثر برای کاهش فشارهای زیست‌محیطی فراهم می‌کند. هم‌زمان، شاخص توسعه انسانی که شامل ابعاد اقتصادی، آموزشی و سلامت است، بر رشد اقتصادی و الگوی مصرف انرژی تأثیر گذاشته و در نهایت پیامدهایی بر انتشار CO₂ دارد. همچنین، عوامل اقتصادی و انرژی مانند رشد اقتصادی، بازبودن تجارت و الگوی مصرف انرژی نقش مهمی در تعیین میزان انتشار دی اکسید کربن ایفا می‌کنند. بررسی هم‌زمان این کانال‌ها، امکان درک جامع مکانیسم‌های اثرگذاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و مسیرهای تحقق توسعه پایدار را فراهم می‌آورد.

۱،۱،۲ کانال اثرگذاری حکمرانی خوب بر انتشار دی اکسید کربن

حکمرانی خوب مفهومی گسترده است که به توصیف نظام‌های حکومتی می‌پردازد که بر پایه اصول نهادگرایی فعالیت می‌کنند. در منابع مختلف تعاریف متفاوتی برای حکمرانی ارائه شده است. به عنوان نمونه، بانک جهانی در سال ۱۹۹۸ حکمرانی را به شیوه‌ای تعریف می‌کند که در آن قدرت برای مدیریت منابع اقتصادی و اجتماعی کشور و ارتقای توسعه به کار گرفته می‌شود (کساهون^۱، ۲۰۱۱). به طور کلی، حکمرانی به تعامل و همکاری میان جامعه مدنی و نظام سیاسی، یا رابطه میان دولت و شهروندان اشاره دارد. همچنین، این مفهوم فرآیندهای تصمیم‌گیری جمعی، نحوه استفاده از قدرت و ارتباطات میان افراد و گروه‌ها را نیز در بر می‌گیرد (ساعی و همکاران، ۱۳۹۰).

حکمرانی خوب شامل مجموعه‌ای از اصول و مؤلفه‌ها است که رعایت آن‌ها به دولت‌ها امکان می‌دهد به‌طور مؤثر در مسیر توسعه و پیشرفت حرکت کنند. این مؤلفه‌ها شامل حاکمیت قانون، عدالت، شفافیت، مبارزه با فساد، مسئولیت‌پذیری، پاسخگویی، ایجاد اجماع،

^۱. Kassahun

مشارکت و کارایی و اثربخشی هستند (سرتیبی و همکاران^۱، ۲۰۲۲). پیاده‌سازی این اصول می‌تواند به مدیریت بهتر منابع، تقویت دموکراسی، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و ارتقای توسعه پایدار منجر شود. همچنین، حکمرانی مطلوب می‌تواند کیفیت زندگی شهروندان را بهبود بخشد و نقش مؤثری در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور ایفا کند (گهرام زهی و همکاران، ۱۴۰۲ و شاولو و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

حکمرانی مطلوب با محوریت شفاف‌سازی و دخیل کردن ذی‌نفعان در فرآیند تصمیم‌سازی، بستر لازم را برای شکل‌گیری سیاست‌های کارآمد در جهت صیانت از منابع طبیعی و مهار روند تخریب محیط زیست فراهم می‌آورد. در این چارچوب، مقررات زیست‌محیطی قادرند با وضع ضوابط مشخص، از گسترش آلاینده‌ها، آسیب به اکوسیستم‌ها و استفاده ناپایدار از منابع طبیعی جلوگیری کنند (داس‌گوپتا و همکاران^۳، ۲۰۰۶). شفافیت در حکمرانی همچنین می‌تواند آگاهی عمومی نسبت به مسائل محیطی را افزایش دهد و مشارکت مردم در حفاظت از محیط زیست را تقویت کند؛ به‌عنوان مثال، دسترسی شهروندان به اطلاعات محیطی و فرآیندهای تصمیم‌گیری، فشار اجتماعی لازم برای وضع سیاست‌های زیست‌محیطی مناسب را افزایش می‌دهد (استرن^۴، ۲۰۰۴). نظارت اجتماعی موجب می‌شود تصمیمات زیست‌محیطی بیشتر با منافع عمومی همسو شوند و تضمین می‌کند که مسئولین دولتی وظایف خود را به درستی انجام دهند (باربیر^۵، ۲۰۲۱). علاوه بر این، در حکمرانی مطلوب، دولت‌ها می‌توانند با سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک و نوآوری‌های محیط‌زیستی، کیفیت محیط زیست را ارتقا دهند. این موضوع به ویژه در حوزه‌هایی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، مدیریت پسماند و حمل و نقل سبز اهمیت دارد؛ توسعه این فناوری‌ها باعث کاهش آلودگی و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی می‌شود (ارو و همکاران^۶،

¹. Sartibi et al

². Shawulu et al

³. Dasgupta et al

⁴. Stern

⁵. Barbier

⁶. Arrow et al

۱۹۹۵). با توجه به ماهیت جهانی مسائل زیست محیطی، از جمله تغییرات اقلیمی، حکمرانی خوب می تواند همکاری های بین المللی را برای مقابله با چالش های محیطی تقویت کند. سیاست های زیست محیطی در سطح جهانی نیز باید مبتنی بر اصول حکمرانی خوب باشند تا کشورها بتوانند در دستیابی به اهداف مشترک مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و حفاظت از تنوع زیستی همکاری کنند (کوستانزا و همکاران^۱، ۱۹۹۷).

۲.۱.۲ کانال اثرگذاری شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی اکسید کربن

در تبیین نظری رابطه میان توسعه انسانی و تخریب محیط زیست، می توان از چارچوب نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس^۲ بهره گرفت. بر اساس این نظریه، رابطه میان توسعه و آلودگی محیط زیست ماهیتی غیرخطی و به شکل U وارونه دارد؛ به این معنا که در مراحل اولیه توسعه، افزایش سطح درآمد، بهبود آموزش، توسعه زیرساخت ها و ارتقای شاخص های توسعه انسانی معمولاً با افزایش مصرف انرژی، گسترش فعالیت های صنعتی و در نتیجه رشد انتشار آلاینده ها همراه است؛ با این حال، پس از عبور از سطح معینی از توسعه، تغییر در ساختار اقتصادی، ارتقای فناوری، افزایش آگاهی های اجتماعی و تقویت سیاست های محیط زیستی موجب کاهش تدریجی تخریب محیط زیست می شود (گروسمن و کروگر^۳، ۱۹۹۱؛ استرن، ۲۰۰۴ و دوغان و اوزتورک^۴، ۲۰۱۷).

با وجود این، مطالعات جدید نشان می دهند که تحقق بخش نزولی منحنی زیست محیطی کوزنتس به صورت خودکار رخ نمی دهد و کیفیت نهادها و سازوکارهای حکمرانی در این فرآیند نقش تعیین کننده ای دارند. در واقع، نهادهای کارآمد از طریق بهبود کیفیت سیاست گذاری، افزایش شفافیت، تقویت نظارت، کاهش فساد، حمایت از فناوری های پاک و مدیریت کارآمد منابع، شرایط لازم برای تبدیل آثار توسعه انسانی از افزایش دهنده آلودگی به کاهنده آلودگی را فراهم می کنند. در مقابل، ضعف نهادی می تواند موجب تداوم وابستگی

¹. Costanza et al

². Environmental Kuznets Curve: EKC

³. Grossman and Krueger

⁴. Dogan & Ozturk

به الگوهای رشد آلاینده و تأخیر در دستیابی به نقطه بازگشت منحنی شود (حسین و چن، ۲۰۲۱ و ژانگ و همکاران^۱، ۲۰۲۲).

بر این اساس، انتظار می‌رود رابطه میان شاخص توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب عضو اوپک تحت تأثیر سطح حکمرانی قرار داشته باشد؛ به گونه‌ای که در سطوح پایین کیفیت نهادی، توسعه انسانی با افزایش انتشار همراه باشد، اما با ارتقای حکمرانی و عبور از سطح آستانه‌ای مشخص، اثر توسعه انسانی به سمت کاهش فشارهای زیست‌محیطی تغییر جهت دهد. این چارچوب نظری با رویکرد آستانه‌ای پژوهش حاضر هم‌راستا بوده و مبنای استفاده از مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی را فراهم می‌کند (هانسن، ۱۹۹۹؛ حسین و چن، ۲۰۲۱).

۳،۱،۲ کانال‌های اثرگذاری سایر عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن

موارد زیر را می‌توان به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن ذکر کرد:

الف- رابطه رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن

برای بررسی رابطه میان درآمد و انتشار آلاینده‌ها، دو دیدگاه اصلی وجود دارد: یکی که درآمد تابعی از انتشار باشد و دیگری که انتشار تابعی از درآمد در نظر گرفته شود. رابطه نخست را می‌توان به عنوان منحنی انگل برای انتشار تفسیر کرد، چرا که انتشار معمولاً به عنوان کالایی نامطلوب از دیدگاه مصرف‌کننده شناخته می‌شود. بر اساس این تفسیر، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس^۲ (EKC) بیان می‌کند که با افزایش درآمد، کشش انتشار کاهش یافته و پس از رسیدن به یک سطح درآمد آستانه‌ای، این کشش به مقدار منفی می‌رسد. به عبارت دیگر، هم‌زمان با افزایش سطح درآمد، انتشار آلاینده‌ها به تدریج از جایگاه یک نیاز اجتناب‌ناپذیر خارج شده و به رفتاری نامطلوب و کم‌ارزش تبدیل می‌شود. فرضیه‌ی EKC یکی از مفاهیم پرکاربرد در تحلیل رابطه بین آلودگی و درآمد است که به شکل U معکوس مطرح می‌شود. این مفهوم برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی

¹. Zhang et al

². Environmental Cuznets Curve

مطرح شد و در تحقیقات گروسمن و کروگر (۱۹۹۱) درباره تأثیرات زیست محیطی تجارت آزاد در آمریکای شمالی^۱ (NAFTA) و همچنین در مطالعه شافیک و باندیوپدیا^۲ (۱۹۹۲) به آن پرداخته شد.

در رابطه دوم، انتشار آلاینده‌ها به عنوان عامل تأثیرگذار و درآمد به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود؛ امری که می‌تواند بیانگر وجود یک ارتباط تولیدی باشد. بر این اساس، آلودگی محیط زیست به منزله یکی از نهاده‌های لازم برای ایجاد درآمد تلقی می‌شود. مقایسه این برداشت با فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) حاکی از وجود دو الگوی متفاوت تولید است. الگوی نخست مربوط به سطوح درآمدی پایین‌تر از حد آستانه بوده و در آن افزایش درآمد مستلزم رشد انتشار آلاینده‌هاست. در مقابل، الگوی دوم به سطوح درآمدی بالاتر از آستانه اختصاص دارد که در آن، افزایش درآمد هم‌زمان با کاهش انتشار آلودگی رخ می‌دهد (کوندو و دیندا^۳، ۲۰۰۲ و لطفعلی پور و همکاران، ۱۳۹۰).

ب- رابطه بازبودن تجارت و انتشار دی اکسیدکربن

گسترش صنایع و مکانیزه شدن فعالیت‌های اقتصادی موجب افزایش آلودگی‌ها شده است، که اهمیت بررسی تأثیر سیاست‌های اقتصادی مختلف، از جمله سیاست‌های تجاری، بر کیفیت محیط زیست را دوچندان کرده است. این مسئله تا حدی اهمیت دارد که در جوامع صنعتی پیشرفته، مقررات بسیار سختگیرانه‌ای برای کنترل آلاینده‌ها وضع شده است. چنین سختگیری‌هایی باعث شده است فناوری تولید در این کشورها به سمت فرآیندهایی با آثار جانبی منفی کمتر و کاهش آلودگی هدایت شود (نیکخواه سرنقی و همکاران، ۱۴۰۱).

گروسمن و کروگر آثار آزادسازی تجاری بر کیفیت محیط زیست را به سه دسته اثر مقیاس، اثر ترکیبی و اثر فنی تقسیم کرده‌اند. اثر مقیاس به تغییرات در اندازه و وسعت فعالیت‌های تولیدی اشاره دارد و افزایش سطح تولید معمولاً باعث تشدید تخریب محیط

¹. North American Free Trade Agreement

². Shafik & Bandyopadhyay

³. Coondoo & Dinda

زیست می‌شود. اثر فنی بیانگر تغییر در شیوه‌های تولید، به ویژه به‌کارگیری فناوری‌های سازگار با محیط زیست است که می‌تواند منجر به کاهش تخریب محیط زیست شود. اثر ترکیبی نیز وابسته به مزیت نسبی تولید است و ممکن است در برخی شرایط آثار مثبت و در شرایط دیگر آثار منفی بر محیط زیست داشته باشد (گروسمن و کروگر، ۱۹۹۱). علاوه بر این، برخی مطالعات رابطه میان تجارت آزاد و کیفیت محیط زیست را از طریق فرضیه پناهگاه آلودگی^۱ (PHH) مورد بررسی قرار داده‌اند. طبق این فرضیه، جریان تجارت بین‌الملل صنایع آلاینده تمایل دارد به کشورهایی هدایت شود که در آن‌ها مقررات زیست‌محیطی کمتر سختگیرانه است. این موضوع می‌تواند الگوی تجاری جهانی را تحت تأثیر قرار دهد (جبارا و بریان^۲، ۲۰۰۷).

ج- رابطه مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن

یکی از عوامل اصلی آلودگی و تخریب محیط زیست، افزایش تدریجی دمای جهانی در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای، به ویژه دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در فرآیند رشد اقتصادی کشورها است. احتراق سوخت‌های فسیلی منجر به آزادسازی کربن به جو می‌شود و هر نوع سوخت به ازای هر واحد انرژی حرارتی مقدار متفاوتی از این گاز را تولید می‌کند. با افزایش سریع فعالیت‌های صنعتی و شهرنشینی، مصرف انرژی در بخش‌های مختلف، نقش مهمی در اثرگذاری بر محیط زیست محلی و تغییرات آب و هوایی جهانی دارد، به گونه‌ای که بخش عمده آلودگی هوای شهری در سال‌های اخیر ناشی از حمل و نقل درون‌شهری است. علاوه بر این، سوخت‌های فسیلی مصرفی در حمل و نقل و فرآیندهای صنعتی و همچنین استفاده از مواد خام و محصولات تولیدی، از عوامل اصلی آلودگی شهرها به شمار می‌آیند (زرانژاد و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین، یکی از اولویت‌های مهم در سیاست‌های انرژی، تأمین انرژی ایمن، ارزان و کم‌انتشار گازهای گلخانه‌ای است (ناهدی امیرخیز، ۱۳۹۶).

^۱. Pollution Haven Hypothesis

^۲. Jbara & Brian

مصرف انرژی یکی از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر انتشار آلاینده‌ها است. برخی مطالعات نشان می‌دهند که مصرف انرژی تأثیر مستقیمی بر انتشار دی‌اکسیدکربن ندارد، در حالی که تحقیقات دیگر حاکی از اثرگذاری مصرف انرژی بر انتشار این گاز است (زو و همکاران^۱، ۲۰۱۶). مصرف انرژی را می‌توان به عنوان شاخصی برای سنجش فشار وارد بر محیط زیست در نظر گرفت، زیرا انتشار دی‌اکسیدکربن به‌طور مستقیم با مصرف انرژی مرتبط است. شواهد حاکی است که علت اصلی افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن، سوزاندن سوخت‌های فسیلی است و تقریباً ۷۷٪ از کل انتشار این گاز ناشی از مصرف انرژی است. همچنین، تمامی فعالیت‌های اقتصادی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به مصرف سوخت‌های فسیلی، گرما یا برق وابسته‌اند (پابلو و همکاران^۲، ۲۰۱۶). رشد سریع مصرف انرژی، به‌ویژه انرژی‌های فسیلی، مشکلات زیست‌محیطی را تشدید کرده است. یکی از مهم‌ترین این مشکلات، آلودگی هوا ناشی از انتشار و نشت گازهای آلاینده در اثر احتراق سوخت‌های فسیلی است (نجاتی و همکاران، ۱۳۹۶). انرژی مصرفی شامل سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و فرآورده‌های نفتی و همچنین گاز طبیعی است که همه آن‌ها موجب انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند (میرزایی و بکری^۳، ۲۰۱۷).

با توجه به ماهیت چندبعدی انتشار دی‌اکسیدکربن، انتخاب متغیرهای کنترلی در این پژوهش بر اساس چارچوب نظری «مدل‌های تعیین‌کننده انتشار آلاینده‌ها» و همچنین ادبیات تجربی گسترده در حوزه اقتصاد محیط‌زیست صورت گرفته است. هدف اصلی از گنجاندن این متغیرها، کنترل اثرات عوامل ساختاری و کلان اقتصادی مؤثر بر انتشار CO₂ و جلوگیری از تورش ناشی از حذف متغیرهای مهم^۴ است.

مطابق ادبیات موجود، انتشار دی‌اکسیدکربن تابعی از ترکیب عوامل اقتصادی، نهادی و انرژی است و در صورت حذف هر یک از این کانال‌ها، برآورد اثر متغیرهای اصلی

¹. zhu et al

². Pablo et al

³. Mirzaei & Bekri

⁴. Omitted Variable Bias

(به‌ویژه HDI و حکمرانی خوب) دچار سوگیری و تورش خواهد شد. بر این اساس، متغیرهای انتخاب‌شده در این پژوهش به گونه‌ای طراحی شده‌اند که مهم‌ترین کانال‌های اثرگذاری را پوشش دهند (رحمان و سلطان،^۱ ۲۰۲۴):

- **رشد اقتصادی (GDP):** به‌عنوان نماینده اثر مقیاس فعالیت‌های اقتصادی در چارچوب فرضیه EKC، که افزایش تولید معمولاً با افزایش تقاضای انرژی و انتشار همراه است.
- **باز بودن تجارت (Trade):** به‌عنوان کانال انتقال ساختار تولید و فناوری در سطح بین‌المللی و آزمون فرضیه‌هایی مانند «پناهگاه آلودگی» و «اثر تکنیکی تجارت».
- **مصرف انرژی (EC):** به‌عنوان مهم‌ترین متغیر مستقیم توضیح‌دهنده انتشار CO₂ که نقش کلیدی در ادبیات انتشار آلاینده‌ها دارد.
- **شاخص توسعه انسانی (HDI):** به‌عنوان متغیر اصلی توسعه‌ای که اثر غیرخطی آن بر محیط‌زیست در مطالعات EKC تأکید شده است.
- **حکمرانی خوب (GG):** به‌عنوان متغیر نهادی کلیدی که نقش آن در تعیین کیفیت سیاست‌گذاری محیط‌زیستی و تغییر مسیر اثر توسعه انسانی بر انتشار CO₂ در ادبیات جدید برجسته شده است. در این چارچوب، حکمرانی خوب از طریق چهار کانال اصلی بر رابطه توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن اثرگذار است: (۱) بهبود کارایی انرژی از طریق سیاست‌گذاری و استانداردهای مصرف، (۲) تقویت اجرای مقررات زیست‌محیطی و کاهش تخلفات آلاینده، (۳) هدایت ترکیب انرژی به سمت منابع پاک و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و (۴) ارتقای کیفیت نهادها و کاهش فساد که منجر به افزایش اثربخشی سیاست‌های محیط‌زیستی می‌شود.

¹. Rahman & Sultana

در مجموع، ترکیب این متغیرها موجب می‌شود مدل پژوهش از نظر نظری، حداقل مجموعه متغیرهای لازم برای توضیح رفتار انتشار دی‌اکسیدکربن را در بر گیرد و از تورش ناشی از حذف متغیرهای مؤثر جلوگیری شود. همچنین انتخاب این متغیرها با مطالعات کلاسیک و معاصر در حوزه اقتصاد محیط‌زیست از جمله گروسمن و کروگر (۱۹۹۱) و استرن (۲۰۰۴) در زمینه حکمرانی و انتشار آلاینده‌ها هم‌راستا است.

بر این اساس، می‌توان چارچوب نظری پژوهش را به صورت یک رابطه ساختاری تعدیل‌شده در نظر گرفت که در آن اثر HDI بر انتشار CO₂ تابعی از سطح حکمرانی و متغیرهای کنترلی اقتصادی و انرژی است. بنابراین، ساختار مفهومی مدل به صورت زیر قابل نمایش است:

$$CO_2 = f(HDI \times GG, GDP, Trade, EC) \quad (1)$$

معادله ۱، نشان می‌دهد که اثر شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن تابعی از سطح حکمرانی بوده و سایر متغیرهای اقتصادی و انرژی نیز به عنوان عوامل کنترلی در مدل لحاظ شده‌اند. این چارچوب مبنای استفاده از مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) در بخش تجربی پژوهش قرار گرفته است. انتخاب کشورهای عضو اوپک علاوه بر ملاحظات داده‌ای، دارای پشتوانه نظری در ادبیات اقتصاد رانتی است. بر اساس نظریه دولت رانتی، اقتصادهای متکی بر منابع طبیعی به ویژه نفت، معمولاً با ضعف در پاسخگویی نهادی، وابستگی بودجه به رانت منابع و ناکارایی سیاست‌گذاری زیست محیطی مواجه‌اند (آوتی^۱، ۲۰۰۱ و راس^۲، ۲۰۱۳). این ویژگی‌ها موجب می‌شود کیفیت حکمرانی نقش پررنگ‌تری در تعیین پیامدهای زیست محیطی توسعه انسانی داشته باشد. بنابراین، کشورهای اوپک بستر مناسبی برای آزمون روابط غیرخطی و آستانه‌ای میان حکمرانی، توسعه انسانی و انتشار CO₂ هستند.

۲.۲ پیشینه پژوهش

¹. Auty

². Ross

با توجه به نوآورانه بودن موضوع تحقیق، مطالعات داخلی و خارجی محدودی در زمینه نقش حکمرانی خوب در تأثیرگذاری شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. اعظمی و محجوبی (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر حکمرانی خوب در کیفیت محیط‌زیست تأکیدی بر نقش کیفیت نهادی در حصول توسعه پایدار با استفاده از مدل پانل آستانه‌ای (PTR) در طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ پرداختند. نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد با ارتقای شاخص‌های حکمرانی خوب و عبور از سطح آستانه‌ای، رابطه میان متغیرهای تولید و انتشار CO_2 تغییر می‌کند، به گونه‌ای که تولید هر واحد کالا با انتشار کربن کمتری همراه خواهد بود. بیشترین کاهش در انتشار دی‌اکسیدکربن معمولاً با بهبود کیفیت مقررات و افزایش نظارت حاصل می‌شود. همچنین، در سطوح بالاتر تولید بهبود شاخص‌های حکمرانی منجر به کاهش بیشتر انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. در همه شاخص‌ها به جزء شاخص ثبات سیاسی حد آستانه‌ای کمتر از متوسط شاخص است. به عبارتی در سطوح بالاتر شاخص ثبات سیاسی می‌توان شاهد تأثیرگذاری مثبت آن بر کیفیت محیط‌زیست بود. وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس N شکل برای این گروه از کشورها نگران کننده و بیانگر آن است که تولید در بلندمدت حل کننده مسایل زیست محیطی نیست. آلودگی با رشد اقتصادی بطور خودکار از بین نمی‌رود و حکمرانی خوب می‌تواند راه حلی برای توسعه پایدار باشد.

بهرامی نیا و همکاران (۱۴۰۲) در مقاله‌ای به بررسی تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسیدکربن با تأکید بر نقش حکمرانی خوب پرداختند و از تکنیک رگرسیون پانل آستانه‌ای برای داده‌های سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که رابطه میان توسعه مالی و انتشار دی‌اکسیدکربن غیرخطی است؛ به‌طوری که در ابتدا توسعه مالی تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO_2 دارد، اما پس از عبور از حد آستانه، این اثر به سمت منفی تغییر می‌کند. در زمینه تأثیر شیوه حکمرانی دولت مشاهده شد که در بسیاری از کشورهای صادرکننده نفت، به دلیل درآمدهای بالای نفتی، امکان

تسلط بر بازار برای دولت‌ها فراهم است. علاوه بر این، بسیاری از بنگاه‌های نفتی تحت مالکیت دولتی یا شبه‌دولتی هستند و به دلیل برخورداری از امنیت نسبی و نبود رقابت جدی، کمتر تابع قوانین و مقررات می‌باشند؛ این مسئله باعث افزایش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در هر دو رژیم آستانه‌ای می‌شود.

ورهامی (۱۴۰۲) در تحقیق خود، با بهره‌گیری از روش پنل پویا و در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱، تأثیر شاخص‌های حکمرانی خوب بر رشد اقتصادی با تمرکز بر محیط زیست و مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه را مورد بررسی قرار داد. یافته‌ها بیانگر آن است که انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2)، کارایی دولت (GE)، میزان مصرف انرژی (EC) و حاکمیت قانون (RL) اثر مثبتی بر رشد اقتصادی دارند. همچنین نتایج حاصل از برآورد مدل دوم نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی (GDP) و مصرف انرژی (EC) موجب افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند، در حالی که شاخص‌های اثربخشی دولت (GE) و ثبات سیاسی (PAV) نقش کاهنده‌ای در میزان انتشار این آلاینده ایفا می‌کنند.

نیکخواه سرنقی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای رابطه میان رشد اقتصادی، باز بودن تجاری و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای توسعه‌یافته را با استفاده از داده‌های تابلویی پویا و روش GMM برای دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که ارتقای میزان باز بودن تجاری همراه با افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن به تقویت رشد اقتصادی منجر می‌شود. همچنین رشد اقتصادی خود عاملی مؤثر در گسترش تجارت خارجی است، اگرچه انتشار دی‌اکسیدکربن می‌تواند این تأثیر را تضعیف کند. از سوی دیگر، افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی باعث رشد انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود، در حالی که توسعه تجارت خارجی قادر است از شدت انتشار این گاز بکاهد.

محمودی و دهمرده قلعه‌نو (۱۴۰۰) در یک مطالعه، تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی و کیفیت حکمرانی بر انتشار CO_2 در کشورهای آسیایی بررسی شد و از داده‌های تابلویی مربوط به سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۹ استفاده گردید. نتایج

حاصل از برآوردگر حداقل مربعات معمولی پویا نشان داد که رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیری مثبت بر انتشار CO_2 دارند، در حالی که افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود شاخص کیفیت حکمرانی موجب کاهش انتشار CO_2 و ارتقای کیفیت محیط زیست می‌شود. بر اساس این نتایج، پیشنهاد شده است که منابع انرژی تجدیدناپذیر با انرژی‌های تجدیدپذیر جایگزین شوند و سیاست‌هایی برای محدود کردن مصرف انرژی تجدیدناپذیر و تشویق استفاده از انرژی تجدیدپذیر دنبال گردد. همچنین برنامه ریزی و هدف‌گذاری در توجه به شاخص‌های حکمرانی و حرکت به سوی حکمرانی خوب توسط حکومت، نهادهای دولتی و بخش خصوصی که می‌تواند موجب حرکت در مسیر توسعه پایدار نیز شود.

عارفیان و همکاران (۱۳۹۹) در یک مطالعه، تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در کشورهای OECD بررسی شد و برای داده‌های سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ از روش پنل و استفاده گردید. نتایج نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر رابطه‌ای مثبت و معنادار با افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن دارد، در حالی که رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، آزادی تجارت و توسعه مالی نقش موثری در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و بهبود وضعیت محیط زیست ایفا می‌کنند.

پولات و چیل^۱ (۲۰۲۵) در مقاله‌ای به بررسی فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (EKC) تعدیل‌شده با شاخص توسعه انسانی در ۳۹ کشور نوآور در حوزه محیط‌زیست طی دوره زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۸ پرداختند. برخلاف مطالعات کلاسیک که رشد تولید ناخالص داخلی را به‌عنوان شاخص توسعه اقتصادی در نظر می‌گیرند، در این پژوهش شاخص توسعه انسانی (HDI) به‌عنوان معیار توسعه استفاده شده است. همچنین برای بررسی اعتبار فرضیه EKC از دو شاخص انتشار آلاینده، یعنی انتشار متان و انتشار دی‌اکسیدکربن، استفاده گردید. روش‌شناسی پژوهش بر پایه مدل داده‌های تابلویی با اثرات

^۱. Polat & Çil

ثابت و برآوردهای مقاوم و همچنین آزمون U قرار دارد. نتایج تجربی حاکی از وجود شواهد قوی مبنی بر رابطه U وارونه بین انتشار CO_2 و شاخص توسعه انسانی است، هرچند نتایج برای CH_4 ترکیبی و غیرقطعی بود. علاوه بر این، یافته‌ها نشان دادند که نوآوری‌های فناورانه مرتبط با محیط‌زیست رابطه منفی و معناداری با انتشار آلاینده‌ها دارند، که اهمیت ترویج فناوری‌های نوین در مقابله با گرمایش جهانی را برجسته می‌سازد.

شعبانی و همکاران^۱ (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل پویای فضایی دوربین^۲ به بررسی رابطه میان انرژی‌های تجدیدپذیر، حکمرانی خوب و انتشار دی‌اکسیدکربن در ۱۷۹ کشور طی دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج این پژوهش علاوه بر تأیید فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی، نشان داد که حکمرانی خوب اثر منفی و معناداری بر انتشار CO_2 در داخل کشورها دارد، اما اثرات سرریز آن بر کشورهای همسایه مثبت و معنادار است. این یافته در راستای فرضیه پناهگاه آلودگی تفسیر می‌شود، به این معنا که بهبود حکمرانی در یک کشور موجب کاهش انتشار داخلی اما افزایش انتشار در کشورهای همسایه می‌شود. همچنین اثرات بلندمدت انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار CO_2 منفی برآورد شد و نتایج بیانگر آن است که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در یک کشور، از طریق الگوگیری و یادگیری، منجر به کاهش انتشار کربن در کشورهای همسایه نیز می‌شود.

ماوتور و همکاران^۳ (۲۰۲۵) در پژوهشی به بررسی رابطه اقتصاد چرخشی و انتشار دی‌اکسیدکربن و همچنین شناسایی آستانه‌ای از کیفیت حکمرانی بر مدیریت محیط زیست در غنا با استفاده از رویکرد خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) طی دوره زمانی ۲۰۰۶ Q1 تا ۲۰۰۶ Q4 پرداختند. یافته‌ها نشان داد که اقتصاد چرخشی اثر مثبت و معناداری بر انتشار کربن دارد، اما متغیر تعاملی کیفیت حکمرانی تأثیری منفی و معنادار بر انتشار کربن بر جای می‌گذارد. این نتایج حاکی از آن است که برای کاهش انتشار کربن، وجود کیفیت

¹. Shabani et al

². Dynamic Spatial Durbin Model

³. Mawutor et al

بالای نهادی و حکمرانی کارآمد ضروری است. همچنین آستانه کیفیت حکمرانی ۱/۱۵۵ شناسایی شد که فراتر از آن، گذار به اقتصاد چرخشی منجر به کاهش انتشار کربن می‌شود. رحمان و سلطانه (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی رابطه بین توسعه انسانی و کیفیت محیط‌زیست در ۶۰ کشور با سطوح درآمدی پایین، پایین-متوسط و متوسط پرداختند. در این مطالعه نقش انرژی‌های تجدیدپذیر و برخی عوامل اقتصادی و نهادی نظیر تولید ناخالص داخلی، حاکمیت قانون، کیفیت مقررات و کنترل فساد نیز در این رابطه مورد بررسی قرار گرفت. برای تحلیل تجربی، از روش‌های گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، اثرات ثابت و تصادفی استفاده شد و روابط بلندمدت بین متغیرها با بهره‌گیری از روش‌های حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل‌شده (FMOLS) و حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) برآورد گردید. نتایج قوی این مطالعه نشان‌دهنده وجود رابطه مبادله‌ای^۱ بین توسعه انسانی و کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب است. همچنین شواهدی از وجود منحنی کوزنتس زیست‌محیطی بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست به‌دست آمد. یافته‌ها بیانگر آن است که اقدامات صورت گرفته برای ارتقای سطح توسعه انسانی، در این کشورها به افزایش انتشار CO₂ منجر شده است. با این حال، افزایش تقاضا برای انرژی‌های تجدیدپذیر، اجرای مؤثر حاکمیت قانون و بهبود کنترل فساد اثر کاهنده‌ای بر انتشار کربن داشته‌اند.

لایتائو^۲ (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار آلاینده‌ها با تمرکز بر شاخص توسعه انسانی، تجارت بین‌الملل، انرژی‌های تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری خارجی مستقیم (FDI) در کشورهای عضو گروه G7 طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ پرداخت. این مطالعه با بهره‌گیری از رویکردهای اقتصادسنجی متنوع شامل اثرات ثابت و تصادفی، مدل خطی تعمیم‌یافته (گاما)، مدل‌های هم‌انباشتگی پنلی مانند FMOLS و DOLS، مدل ARDL پنلی و رگرسیون‌های صدکی پنلی و با استناد به آزمون‌هایی نظیر ریشه

^۱. Trade-off

^۲. Leitão

واحد و هم‌انباشتگی، به تحلیل داده‌ها پرداخت. نتایج نشان داد که توسعه انسانی منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود. همچنین، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر کیفیت هوا را بهبود داده و در کاهش تغییرات اقلیمی نقش مؤثری دارد. این یافته‌ها با فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی معکوس نیز هم‌خوانی دارد و بیانگر آن است که با ارتقای توسعه انسانی، پس از گذر از یک مرحله خاص، روند انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد.

مینِه^۱ (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر توسعه انسانی بر انتشار CO₂ در ویتنام با استفاده از روش علیت گرنجر طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ پرداخت. نتایج نشان داد که هیچ رابطه علی میان توسعه انسانی و انتشار CO₂ در ویتنام وجود ندارد، اما توسعه انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر کاهش انتشار CO₂ داشته و در نتیجه، نقش مثبتی در حفاظت از محیط‌زیست ایفا می‌کند. این یافته با این توضیح تبیین شده است که با ارتقای توسعه انسانی، نیاز افراد به زندگی و سرمایه‌گذاری در محیطی پاک‌تر برای بهبود سلامت و رفاه افزایش می‌یابد.

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که پژوهش‌های انجام‌شده را می‌توان از نظر رویکرد تحلیلی و روش‌شناختی در سه دسته کلی طبقه‌بندی کرد.

دسته نخست شامل مطالعاتی است که رابطه میان توسعه اقتصادی، توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن را با استفاده از الگوهای خطی و متعارف اقتصادسنجی بررسی کرده‌اند (مانند نیکخواه سرنقی و همکاران، ۱۴۰۱؛ رحمان و سلطان، ۲۰۲۴؛ لایتانو، ۲۰۲۴ و مینه، ۲۰۲۳). این مطالعات عمدتاً از روش‌هایی نظیر GMM، اثرات ثابت و تصادفی، FMOLS، DOLS و ARDL استفاده کرده‌اند و به طور ضمنی فرض کرده‌اند که شدت و جهت اثر توسعه انسانی یا متغیرهای اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در تمام کشورها و سطوح نهادی یکسان است. با وجود مزیت این رویکردها در کنترل پویایی متغیرها، ناتوانی آن‌ها

^۱. Minh

در شناسایی تغییرات ساختاری و تفاوت رفتار کشورها در سطوح مختلف کیفیت نهادی، از مهم‌ترین محدودیت‌های آن‌ها محسوب می‌شود.

دسته دوم شامل مطالعاتی است که نقش نهادها، حکمرانی و کیفیت نهادی را در تحلیل کیفیت محیط‌زیست وارد کرده‌اند (از جمله محمودی و دهمرده قلعه‌نو، ۱۴۰۰؛ ورهامی، ۱۴۰۲؛ شعبانی و همکاران، ۲۰۲۵ و ماوتور و همکاران، ۲۰۲۵). نتایج این گروه از مطالعات عموماً نشان می‌دهد که بهبود کیفیت حکمرانی موجب کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود؛ با این حال، این مطالعات اغلب اثر مستقیم حکمرانی را بررسی کرده‌اند و کمتر به نقش تعدیل‌گر آن در تغییر رابطه میان توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن پرداخته‌اند.

دسته سوم شامل مطالعاتی است که با استفاده از رویکردهای غیرخطی و آستانه‌ای تلاش کرده‌اند وابستگی نتایج به سطح متغیرهای نهادی را تبیین کنند (اعظمی و محجوبی، ۱۴۰۳ و بهرامی‌نیا و همکاران، ۱۴۰۲). یافته‌های این مطالعات نشان می‌دهد که عبور از سطوح آستانه‌ای می‌تواند موجب تغییر جهت اثر متغیرها بر انتشارکربن شود؛ با این وجود، تمرکز این پژوهش‌ها عمدتاً بر توسعه مالی، تولید یا شاخص‌های کلان اقتصادی بوده و نقش آستانه‌ای حکمرانی در رابطه میان توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن همچنان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

همچنین مرور نتایج مطالعات نشان‌دهنده نوعی ناهم‌گرایی و تناقض تجربی است؛ به گونه‌ای که برخی پژوهش‌ها توسعه انسانی را عامل افزایش انتشارکربن معرفی کرده‌اند (رحمان و سلطانه، ۲۰۲۴)، در حالی که برخی دیگر به اثر کاهنده توسعه انسانی بر انتشار آلاینده‌ها دست یافته‌اند (لایثائو، ۲۰۲۴ و مینه، ۲۰۲۳). این تفاوت نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در کیفیت نهادی، سطح توسعه کشورها و محدودیت الگوهای خطی در شناسایی رفتارهای غیرخطی باشد.

بر این اساس، خلأ اصلی پژوهش حاضر در دو بعد قابل طرح است: نخست، فقدان بررسی هم‌زمان توسعه انسانی و حکمرانی خوب در تبیین انتشار دی‌اکسیدکربن؛ و دوم، کمبود مطالعاتی که بتوانند تغییر جهت اثر توسعه انسانی را در سطوح متفاوت کیفیت نهادی

شناسایی کنند. از این رو، پژوهش حاضر با ترکیب روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR)، تلاش می‌کند ضمن کنترل پویایی داده‌ها، نقش آستانه‌ای حکمرانی خوب را در رابطه میان شاخص توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک بررسی کند.

۳. مواد و روش‌ها

این پژوهش از لحاظ روش، علی-تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی بوده و روش جمع‌آوری اطلاعات نیز از نوع اسنادی-کتابخانه‌ای است، دوره مورد استفاده با توجه به داده‌های در دسترس، از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲ با تواتر سالانه در نظر گرفته شده است. جامعه آماری این پژوهش شامل کشورهای منتخب عضو اوپک است که ۹ کشور را در بر می‌گیرد: الجزایر، آنگولا، جمهوری کنگو، گابن، ایران، عراق، لیبی، عربستان سعودی و امارات متحده عربی. به دلیل فقدان داده‌های لازم برای متغیرهای مورد بررسی، کشورهای گینه استوایی، کویت، نیجریه و ونزوئلا از مطالعه حذف شدند. متغیرهای کنترلی با هدف پوشش ابعاد اصلی مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک انتخاب شده‌اند. بر این اساس، تنها سه متغیر کلیدی شامل رشد اقتصادی (به‌عنوان شاخصی از سطح فعالیت‌های تولیدی)، درجه باز بودن تجاری (به‌عنوان کانال انتقال کالاها و فناوری‌های انرژی‌بر) و مصرف انرژی (به‌عنوان اصلی‌ترین عامل مستقیم انتشار CO₂) در مدل لحاظ شده‌اند. سایر متغیرهای ساختاری نظیر رشد جمعیت، شهرنشینی و صنعتی‌شدن به دلیل همپوشانی بالا با متغیرهای کلان اقتصادی و جذب اثرات آن‌ها در ترکیب متغیرهای موجود، از مدل حذف شده‌اند. با توجه به ساختار داده‌های پانلی پژوهش (۹ کشور و دوره زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲)، از دو رویکرد مکمل استفاده شد؛ به‌طوری‌که روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) با هدف کنترل درون‌زایی احتمالی میان متغیرها و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) برای بررسی روابط غیرخطی و شناسایی تغییر رژیم‌ها به‌کار گرفته شد. از مدل‌های میانگین گروهی (MG) و میانگین گروهی تلفیقی (PMG) استفاده نشد، زیرا هدف پژوهش

بر تحلیل اثر آستانه‌ای کیفیت حکمرانی و ناهمگنی ساختاری میان رژیم‌ها متمرکز بوده است. جدول (۱)، منبع استخراج متغیرهای وابسته و مستقل بکار رفته در این تحقیق را توصیف می‌کند.

جدول (۱): تعریف و منبع استخراج متغیرهای تحقیق

متغیر	تعریف	واحد متغیرها	منبع
CO ₂	انتشار دی اکسید کربن	(انتشار دی اکسید کربن (تن CO ₂ معادل به ازای هر نفر)	(World Development Indicators) WDI https://data.worldbank.org
HDI	شاخص توسعه انسانی	شاخص ترکیبی شامل امید به زندگی، سطح آموزش و درآمد سرانه (عدد بین ۰ و ۱ بدون واحد اندازه‌گیری)	UNDP Human Development Reports Database (accessed 2025) https://ourworldindata.org
GG	حکمرانی خوب	(درصدی از واحدهای توزیع نرمال استاندارد است که بین محدوده ۲/۵- تا ۲/۵ قرار دارد)	(Worldwide Governance Indicators) WGI https://www.worldbank.org
GDP	رشد اقتصادی	(درصد تغییر تولید ناخالص داخلی سرانه)	(World Development Indicators) WDI https://data.worldbank.org
Trade	باز بودن تجارت	(سهم تجارت از تولید ناخالص داخلی (درصد))	(World Development Indicators) WDI https://data.worldbank.org
EC	مصرف انرژی	مصرف انرژی (کیلوگرم معادل نفت به ازای هر نفر)	(World Development Indicators) WDI https://data.worldbank.org

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، شاخص حکمرانی خوب (GG) بر اساس داده‌های شاخص‌های حکمرانی جهانی بانک جهانی (WGI) محاسبه شده است. این شاخص از میانگین ساده شش بعد حکمرانی شامل حق اظهارنظر و پاسخگویی^۱، ثبات سیاسی و نبود خشونت^۲،

^۱. Voice and Accountability

^۲. Political Stability & Absence of Violence

اثربخشی دولت^۱، کیفیت مقررات^۲، حاکمیت قانون^۳ و کنترل فساد^۴ استخراج شده است. مقدار این شاخص در بازه تقریبی ۲/۵- تا ۲/۵+ قرار دارد؛ به طوری که مقادیر بالاتر نشان‌دهنده کیفیت نهادی و حکمرانی مطلوب‌تر هستند.

به منظور ارائه تصویری کلی از ویژگی‌های اساسی متغیرهای مورد بررسی، جدول (۲) شاخص‌های منتخب آمار توصیفی این متغیرها را شامل میانگین، میانه، انحراف معیار، مقادیر حداقل و حداکثر و نحوه توزیع آن‌ها برای کشورهای منتخب عضو اوپک در دوره زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲ با داده‌های سالانه، که با استفاده از نرم‌افزار Eviews13 محاسبه شده‌اند، نشان می‌دهد.

جدول (۲): شاخص‌های آماری استفاده‌شده برای کشورهای منتخب اوپک

Mean	Median	Maximum	Minimum	Std. Dev.	Observations	Variables
میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف	مشاهدات	متغیرها
۷/۹۳۹۳۸۱	۴/۱۱۳۲۹۴	۲۶/۲۵۲۳۹	۰/۶۱۹۱۳۹	۷/۷۴۶۰۷۴	۱۸۹	CO ₂
۰/۷۱۲۷۸۸	۰/۸۴۷۰۰۰	۰/۹۲۱۰۰۰	۰/۴۱۷۰۰۰	۰/۱۰۱۱۱۹	۱۸۹	HDI
-۰/۸۰۷۴۲۱	-۰/۹۱۵۰۴۱	۱/۶۶۶۰۵۹	-۱/۹۰۹۶۱۶	۰/۶۲۴۰۴۰	۱۸۹	GG
۰/۵۸۳۱۷۴	۰/۶۹۳۲۹۷	۹۱/۷۸۱۳۷	-۴۹/۱۲۷۸۶	۱۰/۸۶۳۴۶	۱۸۹	GDP
۸۶/۸۵۹۸۴	۷۹/۳۳۲۹۲	۱۸۸/۹۴۵۵	۳۹/۴۲۲۵۹	۳۵/۲۰۸۲۷	۱۸۹	Trade
۳۰۶۹/۹۳۱	۲۱۴۰/۱۱۶	۱۰۸۶۶/۲۵	۲۳۹/۲۴۰۰	۲۹۶۱/۲۱۰	۱۸۹	EC

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بررسی شاخص‌های توصیفی نشان می‌دهد که متغیرهای پژوهش از پراکندگی مناسبی برخوردار بوده و تفاوت قابل توجهی میان کشورهای مورد مطالعه وجود دارد؛ موضوعی که استفاده از روش‌های داده‌های پانلی را توجیه می‌کند. همچنین دامنه تغییرات متغیر حکمرانی خوب نشان‌دهنده وجود ناهمگنی نهادی میان کشورهای منتخب بوده که می‌تواند زمینه بروز رفتار آستانه‌ای در رابطه بین توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن را فراهم سازد. بنابراین، برآورد مدل

1. Government Effectiveness

2. Regulatory Quality

3. Rule of Law

4. Control of Corruption

PTR در این پژوهش نه به عنوان جایگزین GMM، بلکه به عنوان رویکرد مکمل برای بررسی وابستگی اثر توسعه انسانی به سطوح مختلف حکمرانی مورد استفاده قرار گرفته است.

۱.۳ توجیه انتخاب مدل آستانه‌ای پانلی (PTR) و متغیر آستانه

انتخاب مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) در این پژوهش مبتنی بر محدودیت‌های مدل‌های خطی در تحلیل روابط میان متغیرهای اقتصادی و نهادی است. مدل‌های خطی مانند GMM اگرچه قادر به کنترل درون‌زایی و پویایی داده‌ها هستند، اما فرض می‌کنند که اثر متغیرهای توضیحی در تمامی سطوح متغیرهای نهادی ثابت است. این فرض در مطالعات توسعه محیط‌زیست می‌تواند منجر به سوگیری در برآورد نتایج شود، زیرا اثر توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن به شدت وابسته به کیفیت نهادی کشورها است و این اثر در سطوح مختلف حکمرانی می‌تواند تغییر جهت دهد. در مقابل، مدل PTR هانسن (۱۹۹۹) امکان شناسایی تغییر رژیم‌ها و شکست‌های ساختاری در رابطه بین متغیرها را فراهم می‌کند و به پژوهش اجازه می‌دهد تا اثرات متفاوت یک متغیر توضیحی را در سطوح مختلف متغیر آستانه‌ای به صورت جداگانه برآورد نماید. از این رو، این مدل نسبت به رویکردهای خطی، توانایی بالاتری در شناسایی روابط غیرخطی و ناهمگنی‌های پنهان دارد. در این پژوهش، متغیر حکمرانی خوب (GG) به عنوان متغیر آستانه‌ای انتخاب شده است، زیرا بر اساس مبانی نظری و شواهد تجربی، کیفیت نهادی یکی از عوامل کلیدی تعیین‌کننده در تبدیل اثر توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن از حالت افزایشی به کاهشی است. به عبارت دیگر، این متغیر می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در تغییر رژیم رابطه میان توسعه و محیط‌زیست ایفا کند.

به منظور اطمینان از اعتبار آماری مقدار آستانه، از روش بوت‌استرپ (Bootstrap) در چارچوب آزمون هانسن (۱۹۹۹) استفاده شده است تا معناداری وجود آستانه و کفایت تفکیک رژیم‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج این آزمون نشان‌دهنده وجود یک

مقدار آستانه معنادار برای شاخص حکمرانی خوب بوده است که مبنای تفکیک رژیم‌های خطی و غیرخطی در مدل تحقیق قرار گرفته است.

۴. نتایج و بحث

این پژوهش برای برآورد مدل‌ها از دو رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و رگرسیون آستانه‌ای پانل (PTR) بهره گرفته است.

انتخاب روش GMM به دلیل توانایی آن در کاهش مشکلاتی نظیر هم‌خطی و تورش احتمالی در داده‌های پانلی بوده است. از آنجا که متغیر انتشار دی‌اکسیدکربن ممکن است به مقادیر گذشته خود وابستگی داشته و ساختاری پویا را نشان دهد، این روش توانسته است ویژگی پویایی مدل را به‌خوبی پوشش دهد. علاوه بر این، GMM به‌طور ویژه برای مدل‌هایی که متغیرهای تأخیری دارند مناسب است، زیرا می‌تواند همبستگی بین متغیر وابسته و خطاها را کنترل کرده و تخمین‌هایی سازگار و کارا ارائه دهد. بر همین اساس، با توجه به ویژگی‌های داده‌ها و ساختار مدل، استفاده از این روش باعث شده است که نتایج از اعتبار و دقت بیشتری برخوردار باشند.

در کنار آن، برای بررسی روابط غیرخطی بین شاخص توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن با در نظر گرفتن نقش حکمرانی خوب به عنوان یک متغیر آستانه‌ای، از مدل رگرسیون آستانه‌ای پانل (PTR) استفاده شده است. این رویکرد داده‌ها را به دو یا چند رژیم تفکیک می‌کند که مرز آن‌ها بر اساس مقدار بهینه متغیر آستانه‌ای تعیین می‌شود. اهمیت این مدل زمانی آشکار می‌شود که فرض شود رابطه بین توسعه انسانی و انتشار دی‌اکسیدکربن بسته به سطح حکمرانی خوب متفاوت است؛ به گونه‌ای که در سطوح بالاتر حکمرانی خوب، توسعه انسانی می‌تواند منجر به کاهش انتشار شود، اما در سطوح پایین‌تر، ممکن است اثر معکوس داشته باشد. استفاده از PTR این امکان را فراهم می‌کند که اثرات متغیرهای توضیحی در رژیم‌های مختلف به‌طور جداگانه بررسی شده و ناهمگونی موجود در داده‌ها به شکل مؤثری تحلیل گردد. مدل‌های این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Stata 17 تخمین زده شده است.

تخمین GMM از طریق استفاده از ماتریسی شامل متغیرهای ابزاری انجام می‌شود که با متغیرهای درونزا همبستگی دارند، اما با اجزای خطای مدل همبستگی ندارند (حاج امینی و فلاحی^۱، ۲۰۱۸). این روش باعث می‌شود که مسئله درون‌زایی در مدل کنترل شده و اطمینان از قابلیت اعتماد نتایج تخمین حاصل گردد:

$$CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 CO_{2it-1} + \beta_2 HDI_{it} + \beta_3 GG_{it} + \beta_4 GDP_{it} + \beta_5 Trade_{it} + \beta_6 EC_{it} + e_{it} \quad (2)$$

در معادله ۲، انتشار دی اکسید کربن متغیر وابسته است که با یک وقفه CO_{2it-1} ، به عنوان جزء پویای مدل در برآورد GMM لحاظ شده است. شاخص توسعه انسانی متغیر مستقل و برداری از متغیرهای حکمرانی خوب، رشد اقتصادی، باز بودن تجارت و مصرف انرژی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته مورد بررسی قرار می‌گیرند. انتخاب متغیرها بر اساس مطالعات رحمان و سلطانه (۲۰۲۴)، صورت گرفته است.

با توجه به تأثیر متفاوت شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی اکسید کربن و نقش کلیدی حکمرانی خوب در بهینه‌سازی اثرگذاری این شاخص، از مدل رگرسیون پانلی با آستانه (PTR) ارائه شده توسط هانسن (۱۹۹۹) برای شناسایی وجود متغیر آستانه‌ای (GG) در مدل تحقیق استفاده شد. این روش امکان بررسی نقش حکمرانی خوب در تأثیر شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی اکسید کربن کشورهای منتخب عضو اوپک را فراهم می‌کند. در صورت وجود مقدار آستانه‌ای برای متغیر (GG)، می‌توان اثر شاخص توسعه انسانی (HDI) بر CO_2 را در سطوح مختلف GG، یعنی قبل و بعد از مقدار آستانه، تحلیل کرد. این رویکرد امکان بررسی دقیق‌تر اثر HDI بر CO_2 را فراهم می‌آورد، که در تخمین GMM به‌طور مستقیم میسر نیست. علاوه بر این، تخمین مقدار متغیر آستانه‌ای (GG) در داده‌های تابلویی معمولاً نتایجی قابل اعتمادتر نسبت به داده‌های سری زمانی یا مقطعی ارائه می‌دهد (حاج امینی و فلاحی، ۲۰۱۸). بنابراین، در این پژوهش، ترکیبی از تخمین GMM و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) به کار گرفته شده است، به

¹. Hajamini & Falahi

ویژه در شرایطی که تعداد کشورها (N) کمتر از طول دوره زمانی (T) باشد. در

صورتی که یک آستانه (λ) شناسایی شود، مدل معادله آن به شکل زیر خواهد بود:

$$CO_{2it} = \alpha + \delta_1 HDI_{it} I(GG_{it} \leq \lambda) + \delta_2 HDI_{it} I(GG_{it} > \lambda) + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

در معادله ۳، λ بیانگر مقدار متغیر آستانه‌ای (GG) بوده و X مجموعه متغیرهای کنترلی را نشان می‌دهد. چنانچه مدل شامل دو مقدار آستانه‌ای (λ_1 و λ_2) باشد، ساختار آن به صورت معادله زیر قابل بیان است:

$$CO_{2it} = \alpha + \delta_1 HDI_{it} I(GG_{it} \leq \lambda_1) + \delta_2 HDI_{it} I(\lambda_1 < GG_{it} \leq \lambda_2) + \delta_3 HDI_{it} I(GG_{it} > \lambda_2) + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

در معادله ۴، λ_1 و λ_2 به عنوان مقادیر متغیر آستانه‌ای (GG) تعریف شده‌اند و X بیانگر مجموعه متغیرهای کنترلی است. در صورتی که مدل از چند آستانه (آستانه ج)

برخوردار باشد، فرم کلی آن را می‌توان به صورت معادله زیر نمایش داد:

$$CO_{2it} = \alpha + \delta_1 HDI_{it} I(GG_{it} \leq \lambda_1) + \sum_{j=2}^J \delta_2 HDI_{it} I(\lambda_{j-1} < GG_{it} \leq \lambda_j) + \delta_3 HDI_{it} I(GG_{it} > \lambda_j) + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

در معادله ۵، λ_j (آستانه‌های ج) مقادیر متغیر آستانه‌ای (GG) و X نشان‌دهنده متغیرهای کنترلی است.

۱.۴ آزمون مانایی متغیرها

در این مطالعه، به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب و اطمینان از پایایی متغیرها، از آزمون‌های ریشه واحد برای داده‌های تلفیقی سری زمانی و مقطعی استفاده شده است. این آزمون‌ها شامل آزمون لوین، لین و چو (LLC)، آزمون ایم، پسران و شین (IPS) و آزمون فیشر - دیکی فولر (ADF) می‌باشند. استفاده از این سه آزمون به پژوهش کمک می‌کند تا اطمینان حاصل شود که متغیرها دارای مانایی لازم برای تحلیل‌های بعدی هستند.

جدول (۳): آزمون‌های ریشه واحد

متغیرها	آزمون‌های ریشه واحد پانل	مقدار آماره و احتمال	
		مقدار آماره	سطح احتمال
CO ₂	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۲/۸۹۱۲۲	۰/۰۰۱۹
	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۴/۶۸۲۲۰	۰/۰۰۰۰

۰/۰۰۰۰	-۴/۶۶۹۷۱	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	
۰/۰۰۱۰	-۳/۰۷۸۷۶	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	HDI
۰/۰۰۰۱	-۳/۸۹۰۱۹	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	
۰/۰۰۰۱	-۳/۸۴۷۶۵	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	
۰/۰۰۰۴	-۳/۳۸۰۰۷	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	GG
۰/۰۰۰۰	-۵/۲۰۵۲۷	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	
۰/۰۰۰۰	-۵/۲۸۲۹۰	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	
۰/۰۰۰۰	-۶/۷۱۵۲۳	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	GDP
۰/۰۰۰۰	-۶/۶۸۵۸۳	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	
۰/۰۰۰۰	-۵/۸۱۸۴۹	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	
۰/۰۰۰۱	-۳/۸۰۸۸۰	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	Trade
۰/۰۳۵۷	-۱/۸۰۲۶۳	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	
۰/۰۰۰۰	-۵/۱۷۶۲۵	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	
۰/۰۰۰۰	-۶/۵۴۹۲۸	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	EC
۰/۰۰۰۰	-۶/۴۱۲۴۲	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	
۰/۰۰۰۰	-۶/۳۰۰۹۵	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس جدول (۳) و نتایج آزمون‌های انجام شده برای متغیرهای کشورهای مورد مطالعه، مشخص شد که تمامی متغیرها مانا هستند. به عبارت دیگر، فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در متغیرهای پژوهش در سطح معناداری مورد بررسی، رد شده است.

۲.۴ آزمون هم‌انباشتگی

برای بررسی وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای مدل، از آزمون‌های هم‌انباشتگی در داده‌های پانلی استفاده شده است. در ادبیات اقتصادسنجی، آزمون‌هایی مانند کائو (Kao)، پدرونی (Pedroni) و فیشر (Fisher) از رایج‌ترین روش‌ها برای بررسی هم‌انباشتگی محسوب می‌شوند. با این حال، به دلیل محدودیت‌های ساختاری داده‌ها و همچنین تعداد متغیرهای وارد شده در مدل، اجرای آزمون پدرونی در این پژوهش امکان‌پذیر نبود. همچنین آزمون فیشر به دلیل محدودیت در ابعاد نمونه و ناهمسانی ساختار داده‌ها قابلیت اجرا

نداشت. با توجه به این محدودیت‌ها و در راستای افزایش دقت نتایج، از آزمون کائو به عنوان آزمون پایه هم‌انباشتگی استفاده شد. علاوه بر این، با توجه به احتمال وجود وابستگی مقطعی میان کشورهای عضو اوپک، استفاده از رویکردهای نسل دوم آزمون‌های پانلی در ادبیات اقتصادسنجی توصیه می‌شود که نسبت به ناهمگنی و وابستگی مقطعی مقاوم‌تر هستند. در این راستا، آزمون کائو به عنوان یکی از آزمون‌های مبتنی بر رویکرد تصحیح‌شده، به کار گرفته شد که در شرایط وجود همبستگی مقطعی نیز نتایج قابل اتکاتری ارائه می‌دهد. این آزمون امکان بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق را فراهم می‌سازد. با توجه به احتمال وجود وابستگی مقطعی میان کشورهای عضو اوپک، نتایج آزمون کائو به عنوان یک آزمون پایه و در کنار نتایج آزمون مانایی، نشان‌دهنده وجود رابطه تعادلی بلندمدت میان متغیرها است. از آنجا که هدف پژوهش بررسی روابط ساختاری و غیرخطی بوده است، وجود هم‌انباشتگی به عنوان شرط کفایت برای جلوگیری از رگرسیون کاذب تأیید می‌شود.

جدول (۴): نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو

نام آزمون	Prob	t-statistic
آزمون هم‌انباشتگی کائو	۰/۰۰۰۹	-۳/۱۲۵۴۸۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد، مقدار آماره t برابر با $-۳/۱۲۵۴۸۱$ و سطح احتمال $۰/۰۰۰۹$ بوده که بیانگر رد فرض صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی است. بنابراین، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل تأیید می‌شود و نتایج برآوردها از احتمال رگرسیون کاذب مصون هستند.

۳.۴ برآورد مدل تحقیق

۱,۳.۴ روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)

برای بررسی انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) که توسط آرنالو و باند (۱۹۹۱) پیشنهاد شده است، استفاده می‌شود.

در این پژوهش از روش GMM سیستمی (System GMM) استفاده شده است، زیرا در مدل‌های پویا با N کوچک و T متوسط، کارایی بالاتری نسبت به Difference GMM دارد. این روش امکان کنترل مسائل درون‌زایی در مدل را فراهم می‌کند و همزمان به اطمینان از استحکام و قابل اعتماد بودن نتایج کمک می‌نماید. درون‌زایی زمانی ایجاد می‌شود که متغیرهای توضیحی با اجزای خطای مدل همبستگی داشته باشند؛ این متغیرها به عنوان متغیرهای درون‌زا شناخته می‌شوند. به منظور اطمینان از اعتبار نتایج برآورد GMM، آزمون‌های تشخیصی شامل آزمون سارگان برای اعتبار ابزارها و آزمون‌های خودهمبستگی آرلانو-باند $AR(1)$ و $AR(2)$ گزارش و بررسی شدند. نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهد که ابزارهای مورد استفاده معتبر بوده و مشکل خودهمبستگی مرتبه دوم در مدل وجود ندارد. نتایج تخمین متغیرهای مورد بررسی در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج برآورد مدل با روش GMM

متغیرهای تحقیق	نماد متغیرها	مقدار آماره و احتمال		
		ضریب	مقدار Z	سطح احتمال
انتشار دی اکسید کربن (با یک وقفه)	CO2	۰/۸۸۵۵۵۷۸	۳۰/۹۳	۰/۰۰۰
شاخص توسعه انسانی	HDI	-۰/۶۳۱۹۲۶۲	-۲/۷۱	۰/۰۰۷
حکمرانی خوب	GG	-۰/۱۷۶۴۶۳۷	-۲/۱۴	۰/۰۳۲
رشد اقتصادی	GDP	۰/۰۲۶۹۶۱۸	۱۱/۰۳	۰/۰۰۰
باز بودن تجارت	Trade	۰/۰۰۲۱۹۹۹	۱/۹۹	۰/۰۴۶
مصرف انرژی	EC	۰/۰۰۰۳۲۷۸	۳/۸۷	۰/۰۰۰
F statistics		۱۱۸۴۰۶/۶۱		
Prob		۰/۰۰۰۰		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ضرایب به دست آمده از آزمون GMM، در جدول (۵) را می‌توان به صورت زیر تفسیر

کرد:

ضریب متغیر وابسته با یک وقفه نشان می‌دهد که انتشار دی‌اکسیدکربن دارای پویایی درونی بالایی است؛ به گونه‌ای که مقدار آن در دوره گذشته اثر مثبت و قابل توجهی بر مقدار فعلی دارد. به عبارت دیگر، افزایش یک درصدی در انتشار دی‌اکسیدکربن در دوره قبل، منجر به افزایش حدود ۰/۸۸ درصدی در دوره جاری می‌شود که بیانگر ماهیت انباشتی انتشار آلاینده‌ها در طول زمان است. در میان متغیرهای توضیحی، شاخص توسعه انسانی اثر منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد؛ به طوری که افزایش یک واحد در این شاخص، انتشار دی‌اکسیدکربن را حدود ۰/۶۳ واحد کاهش می‌دهد. همچنین حکمرانی خوب نیز اثر کاهنده بر انتشار دارد (۰/۱۷ واحد کاهش به ازای یک واحد افزایش در GG). در مقابل، رشد اقتصادی اثر مثبت بر انتشار دارد، به گونه‌ای که افزایش آن موجب افزایش ۰/۰۲ واحدی انتشار می‌شود. (۰/۰۰۲ واحد افزایش)، و در نهایت مصرف انرژی نیز اثر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد (۰/۰۰۳ واحد افزایش).

۲.۳.۴ آزمون سارگان

آزمون سارگان یکی از روش‌های متداول برای بررسی اعتبار و کفایت متغیرهای ابزاری در تخمین‌های مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) است. این آزمون پس از برآورد مدل اجرا شده و بررسی می‌کند که آیا ابزارهای مورد استفاده با جمله خطای مدل همبستگی ندارند یا خیر. در صورت عدم معناداری آماره آزمون، فرض صفر مبنی بر معتبر بودن ابزارها پذیرفته می‌شود؛ در غیر این صورت، ابزارها نامعتبر تلقی خواهند شد. نتایج این آزمون در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول (۶): نتایج آزمون سارگان

نوع آزمون	مقدار آماره	سطح احتمال
آزمون سارگان	۲۱۷/۳۷۵۳	۰/۱۱۰۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول (۶) مقدار آماره سارگان در مدل برابر با ۲۱۷/۳۷۵۳ و سطح معناداری آن ۰/۱۱۰۲ است. با توجه به مقدار احتمال به دست آمده (بزرگ‌تر از سطح خطای

۵ درصد)، فرض صفر مبنی بر معتبر بودن ابزارهای مورد استفاده در مدل رد نمی‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ابزارهای به‌کاررفته در تخمین مدل GMM از اعتبار لازم برخوردار بوده و به درستی انتخاب شدند.

۳.۳.۴ آزمون خودهمبستگی

به‌منظور بررسی اعتبار ساختار پویای مدل و کنترل وجود خودهمبستگی در جملات اخلاص، از آزمون آرلانو-باند^۱ استفاده شد. در این آزمون، فرض صفر (H_0) بیانگر عدم وجود خودهمبستگی در جملات اخلاص تفاضل‌گیری‌شده است. در چارچوب روش GMM، معیار اصلی اعتبار مدل، عدم وجود خودهمبستگی مرتبه دوم ($AR(2)$) است.

جدول (۷): نتایج آزمون خودهمبستگی آرلانو-باند

مرتبۀ خودهمبستگی	مقدار آماره Z	مقدار احتمال (P-Value)
AR(1)	-۱/۱۵۱	۰/۲۲۶۷۴
AR(2)	-۰/۸۷۶۳۸	۰/۴۰۳۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول (۷)، مقدار احتمال آزمون $AR(2)$ برابر با ۰/۴۰۳۹ بوده که بزرگ‌تر از سطح خطای ۵ درصد است؛ بنابراین فرض صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی مرتبه دوم رد نمی‌شود. از آنجا که نبود خودهمبستگی مرتبه دوم یکی از شروط اصلی اعتبار برآورد GMM محسوب می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که ساختار مدل از نظر پویایی مناسب بوده و ابزارهای مورد استفاده قابلیت اتکای لازم را دارند.

۴.۳.۴ مدل رگرسیون آستانه‌ای

مدل رگرسیون آستانه‌ای (PTR) یکی از روش‌های پیشرفته برای شناسایی روابط غیرخطی و تغییر رژیم در داده‌های پانلی است که بر اساس آن، اثر متغیرهای توضیحی در سطوح مختلف یک متغیر آستانه‌ای متفاوت خواهد بود. در این پژوهش، پیش از برآورد

۱. Arellano-Bond

مدل، مناسب بودن متغیر حکمرانی خوب (GG) به عنوان متغیر آستانه‌ای از طریق آزمون‌های آماری معتبر مورد بررسی قرار گرفته است .
در گام نخست، آزمون وجود اثر آستانه‌ای با استفاده از روش بوت‌استرپ هانسن (۱۹۹۹) انجام شد و نتایج آن در جداول (۸) و (۹) ارائه شده است.

جدول (۸): برآورد مقدار آستانه‌ای (سطح=۹۵)

نوع مدل	مقدار آستانه	حد پایین	حد بالا
یک آستانه	-۰/۰۳۲۰	-۰/۲۰۷۸	۰/۴۳۸۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۹): آزمون اثر مقدار آستانه‌ای

Threshold	RSS	F- stat	Prob
Single	۷۲/۵۱۴۴	۹۸/۸۳	۰/۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج جدول (۸)، مقدار آستانه برابر با -۰/۰۳۲۰ بوده و در بازه اطمینان ۹۵ درصدی (-۰/۲۰۷۸ و ۰/۴۳۸۲) قرار دارد که بیانگر پایداری و معناداری آماری نقطه شکست است. با توجه به اینکه شاخص WGI در بازه استاندارد -۲/۵ تا +۲/۵ تعریف می‌شود، این مقدار در محدوده نزدیک به مرکز توزیع قرار گرفته و بیانگر آن است که عبور از سطوح پایین حکمرانی به سطوح متوسط و بالاتر می‌تواند جهت اثر توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن را تغییر دهد. بر این اساس، کشورهایی با مقادیر کمتر از آستانه در رژیم حکمرانی ضعیف‌تر و کشورهای بالاتر از آستانه در رژیم حکمرانی قوی‌تر طبقه‌بندی شده‌اند . همچنین نتایج جدول (۹) نشان داد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود اثر آستانه‌ای رد می‌شود و وجود یک آستانه معنادار در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید می‌گردد ($F = 98.83, Prob = 0.0000$) این نتیجه بیانگر آن است که استفاده از مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) از کفایت تجربی بالاتری نسبت به مدل‌های خطی برخوردار است .

در ادامه، با تأیید وجود اثر آستانه‌ای، مدل تحقیق بر اساس تفکیک دو رژیم «زیر آستانه» و «بالای آستانه» برآورد شده و نتایج آن در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول (۱۰): تخمین مدل با در نظر گرفتن سطح آستانه‌ای

متغیرهای تحقیق	نماد متغیرها	مقدار آماره و احتمال		
		مقدار آماره t	ضریب	سطح احتمال
رشد اقتصادی	GDP	۱/۵۹	۰/۰۰۶۹۹۳۷	۰/۱۱۴
باز بودن تجارت	Trade	۲/۹۲	۰/۰۰۸۸۱۷۴	۰/۰۰۴
مصرف انرژی	EC	۶/۷۲	۰/۰۰۰۹۶۷۷	۰/۰۰۰
cat#c.ge				
HDI ($GG \leq -۰/۰۳۲۰$)	0	۳/۵۲	۵/۹۴۸۳۲	۰/۰۰۱
HDI ($GG > -۰/۰۳۲۰$)	1	-۱۰/۵۴	-۴۸/۹۷۲۱۷	۰/۰۰۰
F(۸/۱۷۵) آماره		۷۹/۳۱	۰/۰۰۰۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول ۱۰ بیان می‌کند که؛ اثر شاخص توسعه انسانی (HDI) در دو رژیم از نظر علامت، اندازه و تفسیر اقتصادی متفاوت است؛ به گونه‌ای که در رژیم اول ($GG -۰/۰۳۲۰$) اثر HDI بر انتشار دی‌اکسیدکربن مثبت و معنادار است و افزایش یک واحد در HDI موجب افزایش حدود ۵/۹۴ واحدی در انتشار CO_2 می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که در سطوح پایین حکمرانی، بهبود توسعه انسانی عمدتاً از مسیر افزایش فعالیت‌های اقتصادی و مصرف انرژی به افزایش انتشار منجر می‌شود. در این شرایط، ضعف نهادی و فناوریانه مانع از هدایت رشد به سمت فناوری‌های پاک شده و اثر مقیاس بر اثر تکنیکی غلبه می‌کند. این نتیجه را می‌توان از منظر ساختاری اقتصاد کشورهای با حکمرانی ضعیف توضیح داد. در این کشورها، ارتقای شاخص توسعه انسانی عمدتاً از مسیر افزایش درآمد سرانه، گسترش

فعالیت‌های تولیدی و رشد مصرف انرژی حاصل می‌شود، در حالی که زیرساخت‌های نهادی و فناوریانه لازم برای کنترل آلودگی به اندازه کافی توسعه نیافته‌اند. به بیان دیگر، در این مرحله، رشد آموزش و سلامت و درآمد، به جای حرکت به سمت فناوری‌های پاک، بیشتر به افزایش تقاضای انرژی‌های فسیلی و توسعه صنایع آلاینده منجر می‌شود. بنابراین، اثر مقیاس فعالیت‌های اقتصادی بر اثر تکنیکی غلبه کرده و نتیجه نهایی، افزایش انتشار CO_2 است.

در مقابل، در رژیم دوم ($GG > -0.320$) اثر HDI ر انتشار دی‌اکسیدکربن منفی و معنادار است؛ به‌طوری که افزایش یک واحد در HDI موجب کاهش حدود $48/97$ واحد در انتشار CO_2 می‌شود. این اختلاف در علامت و شدت اثر نشان می‌دهد که در سطوح بالاتر حکمرانی، توسعه انسانی از طریق ارتقای کیفیت نهادی، افزایش آگاهی زیست‌محیطی و گسترش فناوری‌های پاک به کاهش انتشار منجر می‌شود. این تفاوت نه تنها از نظر علامت بلکه از نظر شدت اثر نیز بسیار قابل توجه است؛ به‌طوری که اثر منفی HDI در رژیم بالای آستانه به مراتب قوی‌تر از اثر مثبت آن در رژیم پایین آستانه است. این موضوع بیانگر وجود یک تغییر ساختاری قاطع در رفتار متغیر توسعه انسانی نسبت به کیفیت حکمرانی است.

در مورد متغیرهای کنترلی نیز نتایج نشان می‌دهد رشد اقتصادی در هر دو رژیم اثر مثبت اما غیرمعنادار بر انتشار دارد. در مقابل، باز بودن تجارت اثر مثبت و معنادار $0/008$ درصد و مصرف انرژی اثر مثبت و معنادار $0/009$ بر انتشار CO_2 دارد. در مجموع، نتایج مدل آستانه‌ای نشان می‌دهد که اثر HDI به شدت وابسته به سطح حکمرانی بوده و تغییر رژیم موجب تغییر کامل جهت اثر آن می‌شود؛ به‌طوری که نتایج به دست آمده هم‌راستا با فرضیه تغییر رژیم در چارچوب مدل PTR و مبانی نظری تحقیق است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر حکمرانی خوب بر رابطه شاخص توسعه انسانی با انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲ با

داده‌های سالانه است. برای آزمون فرضیات پژوهش، با توجه به طول دوره ۲۰ ساله و وجود داده‌های مقطعی برای کشورهای منتخب عضو اوپک، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) استفاده شد. همچنین، چهار کشور به دلیل نبود داده‌های مورد نیاز از تحلیل حذف گردیدند. لازم به ذکر است که نتایج این پژوهش به دلیل ساختار داده‌ها و تمرکز بر کشورهای منتخب عضو اوپک، صرفاً در چارچوب همین کشورها و با توجه به سطح حکمرانی و ویژگی‌های نهادی آن‌ها قابل استناد بوده و قابلیت تعمیم به سایر کشورها بدون احتیاط روش‌شناختی ندارد. نتایج حاصل از روش GMM نشان داد که شاخص توسعه انسانی تأثیری منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد؛ این یافته با نتایج لایتانو (۲۰۲۴) و مینه (۲۰۲۳) همسو است، اما با نتایج رحمان و سلطانه (۲۰۲۴) مغایرت دارد.

در مقابل، مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) نشان داد که شاخص توسعه انسانی در سطوح پایین‌تر از حد آستانه‌ای حکمرانی خوب (GG) تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن و در سطوح بالاتر تأثیر منفی و معناداری دارد. بنابراین کشورهایی که حکمرانی خوب آن‌ها در رژیم زیر آستانه قرار می‌گیرند، شاخص توسعه انسانی اثری مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است که نشان می‌دهد ارتقاء HDI در شرایط حکمرانی ضعیف، عمدتاً با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، توسعه زیرساخت‌های پرمصرف و رشد صنعتی وابسته به کربن همراه است و منجر به افزایش انتشار می‌شود. در مقابل، کشورهایی که حکمرانی خوب آن‌ها در رژیم بالای آستانه قرار می‌گیرند، شاخص توسعه انسانی اثری منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است که حاکی از آن است که در شرایط حکمرانی قوی، بهبود توسعه انسانی همراه با ارتقاء کیفیت نهادی، سرمایه‌گذاری را به سمت فناوری‌های پاک هدایت کرده، بهره‌وری انرژی را ارتقاء می‌دهد و با اجرای سیاست‌های محیط‌زیستی مؤثر، انتشار کربن را کاهش می‌دهد. این نتایج با فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی هم‌خوانی دارد؛ به این معنا که در مراحل اولیه توسعه (به‌ویژه در رژیم زیر آستانه)، رشد توسعه انسانی با افزایش انتشار همراه است، اما پس از

عبور از سطح معینی از کیفیت حکمرانی و توسعه نهادی، روند معکوس شده و توسعه انسانی به کاهش انتشار منجر می‌شود. با بررسی حکمرانی خوب در کشورهای مورد بررسی می‌توان بیان کرد که همه کشورهای منتخب اوپک به جز امارات متحده عربی در رژیم زیر آستانه قرار دارند. این امر بیانگر آن است که کیفیت حکمرانی در این کشورها هنوز به حدی نرسیده که اثر کاهنده توسعه انسانی بر انتشار کربن فعال شود؛ بنابراین، ارتقاء حکمرانی و اصلاح نهادی، پیش‌شرط ضروری برای تحقق بخش نزولی منحنی کوزنتس در این کشورهاست. این یافته در راستای نتایج ورهامی (۱۴۰۲)، نیکخواه سرنقی و همکاران (۱۴۰۱) و محمودی و دهمرده قلعه‌نو (۱۴۰۰) است. اما بر خلاف نتایج لایتائو (۲۰۲۴) و عارفیان و همکاران (۱۳۹۹) است.

در خصوص متغیر باز بودن تجارت، نتایج حاصل از هر دو روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR) نشان داد که این متغیر تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. این یافته حاکی از آن است که افزایش سطح تجارت با سایر کشورها، علی‌رغم مزایای اقتصادی، می‌تواند منجر به افزایش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش انتشار آلاینده‌ها شود. این نتیجه با فرضیه پناه‌گاه آلودگی هم‌خوانی دارد، که بیان می‌کند کشورهایی با باز بودن بیشتر تجارت ممکن است صنایع آلاینده و پرمصرف را جذب کرده یا تولیدات خود را به سمت بازارهای جهانی افزایش دهند و در نتیجه فشارهای زیست‌محیطی تشدید شود. علاوه بر این، نتایج مدل PTR نشان داد که اثر مثبت باز بودن تجارت بر انتشار دی‌اکسید کربن در تمام رژیم‌ها (زیر و بالای آستانه حکمرانی خوب) مشاهده می‌شود، که بیانگر این است که حتی در شرایط حکمرانی قوی، گسترش تجارت به دلیل رشد فعالیت‌های اقتصادی و افزایش جریان کالا و انرژی، همچنان باعث افزایش انتشار کربن می‌گردد. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که برای کشورهای عضو اوپک، ادغام اقتصاد با تجارت جهانی باید هم‌زمان با سیاست‌های محیط‌زیستی و مدیریت انرژی صورت گیرد تا اثرات منفی زیست‌محیطی آن کاهش یابد. در خصوص متغیر مصرف انرژی، نتایج حاصل از هر دو روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و مدل رگرسیون آستانه‌ای پانلی (PTR)

نشان داد که این متغیر تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. این یافته نشان می‌دهد که افزایش مصرف انرژی، به ویژه انرژی‌های فسیلی، مستقیماً باعث افزایش انتشار CO_2 می‌شود و فشارهای زیست‌محیطی را تشدید می‌کند. همچنین، تحلیل مدل PTR بیانگر این است که اثر مثبت مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در تمام رژیم‌های حکمرانی (زیر و بالای آستانه) مشاهده می‌شود، که نشان می‌دهد حتی در شرایط حکمرانی خوب، بدون جایگزینی فناوری‌های پاک و بهینه‌سازی مصرف انرژی، افزایش مصرف انرژی همچنان اثر مستقیمی بر انتشار کربن دارد. این یافته با نتایج محمودی و دهمرده قلعه‌نو (۱۴۰۰) و عارفیان و همکاران (۱۳۹۹) هم‌خوانی دارد و تأکید می‌کند که کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن نیازمند سیاست‌های کارآمد در حوزه انرژی، ارتقاء بهره‌وری انرژی و ترویج منابع انرژی پاک است.

شایان ذکر است که یافته‌های این پژوهش، با توجه به ساختار مدل، ویژگی نمونه آماری و تمرکز بر کشورهای منتخب عضو اوپک، صرفاً در چارچوب همین کشورها و در دوره زمانی مورد بررسی قابل تفسیر و استناد است. با وجود مزایای روش‌های مورد استفاده در این پژوهش، برخی محدودیت‌های روش‌شناختی نیز وجود دارد. نخست، تعداد کشورهای مورد بررسی (N محدود) حذف بخشی از کشورها به دلیل نبود داده‌های کامل، می‌تواند بر قدرت تعمیم‌پذیری نتایج اثرگذار باشد. دوم، در برآورد مدل GMM، علی‌رغم استفاده از آزمون‌های تشخیصی، محدودیت‌هایی نظیر حساسیت نتایج به انتخاب ابزارها و احتمال تورم ابزارها وجود دارد که می‌تواند بر دقت برآوردها اثر بگذارد. سوم، آزمون‌های مانایی و هم‌انباشتگی مورد استفاده، هرچند معتبر هستند، اما در حضور وابستگی مقطعی بین کشورها ممکن است دارای محدودیت دقت باشند. همچنین در مدل رگرسیون آستانه‌ای، نتایج نسبت به انتخاب و برآورد مقدار آستانه حساس بوده و تغییرات کوچک در نمونه می‌تواند بر محل شکست اثرگذار باشد. از سوی دیگر، به دلیل وابستگی مستقیم برآوردها به سطح حکمرانی خوب و شرایط نهادی کشورهای مورد مطالعه، تعمیم نتایج به سایر کشورها یا گروه‌های اقتصادی باید با احتیاط صورت گیرد؛ بنابراین نتایج این مطالعه بیش از آنکه ماهیتی جهانی

داشته باشد، بیانگر الگوهای رفتاری خاص در کشورهای منتخب و شرایط نهادی آنها است.

در راستای رفع محدودیت‌های این مطالعه، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی از روش‌های اقتصادسنجی پیشرفته‌تری مانند مدل‌های پانلی با وابستگی مقطعی (CS-ARDL یا AMG)، یا رویکردهای بیزی در داده‌های پانلی استفاده کنند. همچنین به‌کارگیری GMM با کنترل دقیق‌تر ابزارها یا روش‌های Robust GMM می‌تواند دقت نتایج را افزایش دهد. از سوی دیگر، گسترش دامنه کشورها و دوره زمانی و همچنین افزودن متغیرهای نهادی تکمیلی مانند کیفیت مقررات زیست‌محیطی یا نوآوری فناورانه می‌تواند درک دقیق‌تری از رابطه بین توسعه انسانی و انتشار کربن ارائه دهد. در نهایت، بررسی پویایی اثرات آستانه‌ای در چارچوب مدل‌های غیرخطی جایگزین نیز می‌تواند به غنای ادبیات این حوزه کمک کند. با توجه به نتایج پژوهش و نقش آستانه‌ای حکمرانی خوب در تغییر اثر شاخص توسعه انسانی بر انتشار دی‌اکسیدکربن، مجموعه‌ای از اقدامات سیاستی مشخص برای کشورهای منتخب عضو اوپک پیشنهاد می‌شود:

- در حوزه بهبود شفافیت نهادی، لازم است دولت‌ها نظام گزارش‌دهی عمومی در بخش انرژی و انتشار آلاینده‌ها را توسعه دهند؛ به گونه‌ای که داده‌های مرتبط با مصرف انرژی، یارانه‌های سوخت و انتشار کربن به صورت دوره‌ای و قابل دسترس منتشر شود. این اقدام می‌تواند زمینه نظارت عمومی و کاهش رفتارهای آلاینده را فراهم کند.
- در راستای کاهش فساد و افزایش کارایی حکمرانی، دیجیتالی‌سازی فرآیندهای اداری در حوزه‌های انرژی، گمرک و تجارت پیشنهاد می‌شود. اجرای دولت الکترونیک در این بخش‌ها می‌تواند امکان رانت‌های انرژی‌بر و تخصیص ناکارآمد منابع را کاهش داده و بهره‌وری نهادی را افزایش دهد.
- در بخش سیاست‌گذاری انرژی، اصلاح ساختار یارانه‌های سوخت‌های فسیلی و جایگزینی تدریجی آن با مشوق‌های مالی برای انرژی‌های تجدیدپذیر ضروری است.

این سیاست به طور مستقیم شدت انتشار CO₂ را کاهش داده و وابستگی به انرژی های آلاینده را کم می کند.

➤ در حوزه کیفیت مقررات زیست محیطی، لازم است استانداردهای سخت گیرانه تری برای صنایع پرکربن (نفت، گاز و پتروشیمی) اعمال شود و سازوکار جریمه-پاداش بر اساس میزان انتشار واقعی طراحی گردد. این اقدام می تواند رفتار تولیدکنندگان را به سمت فناوری های پاک هدایت کند.

➤ در راستای تقویت سرمایه انسانی پایدار (HDI سبز)، سرمایه گذاری در آموزش های محیط زیستی، توسعه مهارت های مرتبط با اقتصاد سبز و ارتقای آگاهی عمومی درباره مصرف انرژی بهینه پیشنهاد می شود تا اثرات منفی رشد انسانی بر محیط زیست کاهش یابد.

➤ ایجاد چارچوب های هماهنگ بین حکمرانی و توسعه انسانی ضروری است؛ به گونه ای که هرگونه بهبود در شاخص های توسعه انسانی (آموزش، سلامت و درآمد) هم زمان با سیاست های کنترل انتشار کربن و ارتقای بهره وری انرژی همراه باشد تا اثر معکوس توسعه انسانی بر محیط زیست در رژیم های حکمرانی ضعیف تکرار نشود.

کتاب نامه

اعظمی، سمیه و محجوبی، مهسا (۱۴۰۳). بررسی تأثیر حکمرانی خوب در کیفیت محیط زیست: تأکیدی بر نقش کیفیت نهادی در حصول توسعه پایدار. *فصلنامه پژوهش های اقتصاد صنعتی*، ۸ (۳۰)، ۵۹-۸۲.

بهرامی نیا، ابراهیم، نورانی آزاد، سمانه، ایزدی، سیدحسین و شمس اللهی، رضا (۱۴۰۲). تأثیر آستانه ای توسعه مالی بر انتشار گاز دی اکسید کربن با تأکید بر نقش حکمرانی خوب، *نشریه پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۳ (۱۹)، ۴۲-۱۱.

خوشنویس، مریم و پژویان، جمشید (۱۳۹۱). بررسی تأثیر آلودگی محیط زیست بر شاخص توسعه انسانی (HDI) در کشورهای توسعه یافته، *فصلنامه علوم اقتصادی*، ۶ (۲۰)، ۳۹-۶۷.

زراءنژاد، منصور، عبدالهیان، حمیدرضا، امیرنیا، آرام و سعیدیان، سهیل (۱۳۹۴). تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب عضو اوپک: با رویکرد اقتصادسنجی فضایی، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۱ (۴۳)، ۶۱-۸۳

ساعی، علی، کبیری، افشار، سالار کسرای، محمد و صادقی، حسین (۱۳۹۰). سرمایه اجتماعی و حکمرانی خوب، تحلیل تطبیقی فازی بین کشوری از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸، *مجله علمی بررسی مسائل اجتماعی ایران*، ۲ (۲)، ۶۳-۹۴.

عارفیان، محمدضا، فرجی دیزجی، سجاد و قاسمی، سحر (۱۳۹۹). بررسی نقش انرژی تجدید پذیر، انرژی تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در کشورهای OECD، *نشریه اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۵ (۳)، ۱۰۹-۱۳۷.

گهرام زهی، مریم، اسفندیاری، مرضیه، زمانیان، غلام رضا (۱۴۰۲). بررسی نقش کنترل فساد در تأثیرگذاری مخارج دولت بر رشد اقتصادی (مطالعه موردی: کشورهای منتخب عضو اوپک)، *پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه سیستان و بلوچستان*.

لطفعلی پور، محمدرضا، فلاحی، محمدعلی و آشنا، ملیحه (۱۳۹۰). بررسی رابطه انتشار دی-اکسیدکربن با رشد اقتصادی، انرژی و تجارت در ایران، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۴۶ (۹۴)، ۱۵۱-۱۷۳.

محمودی، مریم و شهرکی، مهدی (۱۴۰۴). ارتباط پویا بین هزینه های سلامت، انتشار دی اکسیدکربن و شاخص توسعه انسانی: شواهدی از کشورهای عضو اوپک، *فصلنامه علمی - پژوهشی رفاه اجتماعی*، ۲۵ (۹۶)، ۳۵-۹.

محمودی، مجید و دهمرده قلعه‌نو، نظر (۱۴۰۰). بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی و کیفیت حکمرانی بر انتشار CO2 در کشورهای آسیایی، *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، ۱۲ (۴)، ۱۵-۱۸۱.

ناهیدی امیرخیز، محمدرضا، رحیم زاده، فرزاد و شکوهی فرد، سیامک (۱۳۹۶). بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (مطالعه موردی: منتخب سازمان همکاری اسلامی). *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲ (۳)، ۲۶-۱۳.

نجاتی، مهدی، جلایی، سید عبدالمجید و باوقار زعیمی، پگاه (۱۳۹۶). بررسی اثر رشد تولیدات و مصرف انرژی بر انتشار دی اکسید کربن با تأکید بر بخش‌های مختلف اقتصادی ایران، *نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۳ (۶۹)، ۲۸۰-۲۵۷.

نیکخواه سرنقی، اکبر، آذربایجانی، کریم و دایی کریم زاده، سعید (۱۴۰۱). ارتباط رشد اقتصادی، باز بودن تجاری و انتشار دی اکسید کربن در کشورهای توسعه‌یافته (رهیافت داده‌های تابلویی پویا با روش GMM، *فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۱۳ (۴۹)، ۹۴-۱۰۸.

ورهامی، ویلا (۱۴۰۲). بررسی اثر شاخص‌های حکمرانی خوب بر رشد اقتصادی با تأکید بر محیط زیست و مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه (با رویکرد پنل پویا)، *فصلنامه اقتصاد محاسباتی*، ۲ (۳)، ۴۳-۲۵.

- Auty, R. M. (Ed.). (2001). *Resource abundance and economic development*. OUP Oxford.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., ... & Pimentel, D. (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological economics*, 15(2), 91-95.
- Ballantyne, A. G., Wibeck, V., & Neset, T. S. (2016). Images of climate change—a pilot study of young people's perceptions of ICT-based climate visualization. *Climatic change*, 134(1), 73-85.
- Barbier, E. B. (2021). The evolution of economic views on natural resource scarcity. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15(1), 24-44.
- Coondoo, D., & Dinda, S. (2002). Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis. *Ecological Economics*, 40(3), 351-367.
- Costa, L., Rybski, D., & Kropp, J. P. (2011). A human development framework for CO2 reductions. *PloS one*, 6(12), e29262.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.
- Cracolici, M. E., Cuffaro, M., & Nijkamp, P. (2010). The measurement of economic, social and environmental performance of countries: A novel approach. *Social indicators research*, 95(2), 339-356.
- Dogan, E., & Ozturk, I. (2017). The influence of renewable and non-renewable energy consumption and real income on CO2 emissions in the USA: evidence from structural break tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11), 10846-10854.
- Dasgupta, S., Hamilton, K., Pandey, K. D., & Wheeler, D. (2006). Environment during growth: accounting for governance and vulnerability. *World development*, 34(9), 1597-1611.

- Dimitriou, K., & Kassomenos, P. (2017). Aerosol contributions at an urban background site in Eastern Mediterranean–Potential source regions of PAHs in PM10 mass. *Science of The Total Environment*, 598, 563-571.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement.
- Hossain, M. A., & Chen, S. (2021). Nexus between Human Development Index (HDI) and CO2 emissions in a developing country: decoupling study evidence from Bangladesh. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 58742-58754.
- Hajamini, M., & Falahi, M. A. (2018). Economic growth and government size in developed European countries: A panel threshold approach. *Economic Analysis and Policy*, 58, 1-13.
- Hansen, B. E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference. *Journal of Econometrics*, 93(2), 345-368.
- IPCC, (2006). Chapter 1: guidelines, Ipcc greenhouse, national inventories, gas. Available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2Volume2/V2.1.Ch1.Introduction.pdf>
- Islam, S., & Khan, M. Z. R. (2017). A review of energy sector of Bangladesh. *Energy Procedia*, 110, 611-618.
- Jbara, B. W., & Brian, W. (2007). Exploring the causality between the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve. *Honors Projects*, 1-21.
- Kassahun, S. (2011). Good governance: An antidote to corruption in Africa. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 13(5), 201-224.
- Khodabakhshi, A. (2011). Relationship between GDP and human development indices in India. In *Society of interdisciplinary business research (SIBR) 2011 conference on interdisciplinary business research*.
- Leitão, N. C. (2024). The link between human development, foreign direct investment, renewable energy, and carbon dioxide emissions in G7 economies. *Energies*, 17(5), 978.
- Lin, B., & Ahmad, I. (2017). Analysis of energy related carbon dioxide emission and reduction potential in Pakistan. *Journal of cleaner production*, 143, 278-287.
- Mawutor, J. K. M., Sogah, E., & Gborse, F. C. (2025). Circular economy and carbon emissions: Threshold effect of quality of governance. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 36(4), 948-970.
- Minh, N. H. (2023). Impact of human development on CO2 emissions in Vietnam. *Hue University Journal of Science: Economics and Development*, 132(5B), 53-66.
- Mirzaei, M., & Bekri, M. (2017). Energy consumption and CO2 emissions in Iran, 2025. *Environmental research*, 154, 345-351.
- Pablo-Romero, M. D. P., & De Jesús, J. (2016). Economic growth and energy consumption: The energy-environmental Kuznets curve for Latin America and the Caribbean. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1343-1350.

- Polat, B., & Çil, N. (2025). Investigating the environmental Kuznets curve modified with HDI: evidence from a panel of eco-innovative countries. *Environment, Development and Sustainability*, 27(7), 16655-16682.
- Ross, M. L. (2013). *The oil curse: How petroleum wealth shapes the development of nations*. Princeton University Press.
- Rahman, M. M., & Sultana, N. (2024). Nexus of human development and environmental quality in low-income and developing Countries: Do renewable energy and good governance matter?. *Sustainability*, 16(13), 5382.
- Sarkar, M. S. K., Sadeka, S., Sikdar, M. M. H., & Zaman, B. (2015). Energy consumption and CO2 emissions: trends and policy implications. *Asia Pac J Energy Environ*, 2(3), 220-227.
- Sartibi, A., Tohidfam, M., Ardestani, A. B., & Amini, A. A. (2022). The Position of Good Governance in Iran from the Perspective of Human Development Indicators during the Years 2000-2010. *International Journal of Political Science*, 12(2), 151-168.
- Shabani, Z. D., Shahnazi, R., & Sadati, S. M. (2025). The effects of spatial spillover of good governance and renewable energy on CO2 emissions. *Environment, Development and Sustainability*, 27(5), 10857-10894.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: time-series and cross-country evidence* (Vol. 904). World Bank Publications.
- Shawulu, P. T., Bidda, J. A., & Emmanuel, K. O. (2022). Democracy, Good Governance and Anti-Corruption War in Nigeria. *VEJOH-VERITAS JOURNAL OF HUMANITIES*, 4(1 & 2).
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World development*, 32(8), 1419-1439.
- UNDP, (2019). United Nations Development Programme: Human Development Reports. <http://hdr.undp.org/en/humandev>
- WDI, (2019). World development indicators DataBank. The World Bank. Available at: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#advancedDownloadOptions>
- Zhang, D., Ozturk, I., & Ullah, S. (2022). Institutional factors-environmental quality nexus in BRICS: a strategic pillar of governmental performance. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35(1), 5777-5789.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., & Yu, K. (2016). The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling*, 58, 237-248.