



The Impact of Institutional Quality and Human Development on Environmental Sustainability in MENA Countries

Mojgan Omidi ¹, Ahmad Sarlak^{2*}, Gholamali Haji ³

1. Ph.D. Candidate, Department of Economics, AR.C., Islamic Azad University, Arak, Iran. Email: Mojgan.omidi@iau.ac.ir

2. Associate Professor, Department of Economics, AR.C., Islamic Azad University, Arak Iran. Corresponding Author. Email: ah.sarlak@iau.ac.ir

3. Associate Professor, Department of Economics, AR.C., Islamic Azad University, Arak Iran. Email: Gh.haji@iau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 22-09-2025
Accepted: 25-01-2026

Keywords:
Institutional Quality;
Human Development;
Carbon Emissions;
MENA Countries.

Abstract

This study examines the relationship between institutional quality, human development, and environmental sustainability by investigating the effects of three components—the rule of law, regulatory quality, and control of corruption—on carbon dioxide (CO₂) emissions in MENA countries. The present study explores the vital role of these factors, along with gross domestic product and renewable energy consumption, in environmental sustainability across MENA countries over the period from 2008 to 2023. To this end, the study employs fixed effects, random effects, the generalized method of moments (GMM), Driscoll–Kraay standard errors, as well as fully modified ordinary least squares (FMOLS) and dynamic ordinary least squares (DOLS) techniques to examine the long-run relationships among the variables.

The findings support the significant impact of institutional quality components, human capital, and other variables on the improvement of environmental sustainability in MENA countries. Furthermore, the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis is confirmed for the relationship between economic growth and environmental sustainability in these countries. It is recommended that MENA countries adopt necessary policies aimed at enhancing institutional quality and increasing renewable energy consumption to improve environmental sustainability.

Cite this article: Omidi, Mojgan., Sarlak, Ahmad., & Haji, Gholamali. (2026). The Impact of Institutional Quality and Human Development on Environmental Sustainability in MENA Countries. *Journal of Defense Economics & Sustainable Development*, 11 (40), 9 -36



© The Author(s) 2026. Published by Defense Economics Scientific Association of Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)



اقتصاد دفاع و توسعه پایدار

شاپا الکترونیک: ۲۹۸۱-۰۶۱۶

شاپا چاپی: ۳۰۶۰-۷۵۳۱



تأثیر کیفیت نهادی و توسعه انسانی بر پایداری محیطی در کشورهای منا

مژگان امید^۱، احمد سرلک^{۲*}، غلامعلی حاجی^۳

۱. دانشجوی دکترا، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

رایانامه: Mojgan.omidi@iau.ac.ir

۲. دانشیار، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. نویسنده مسئول.

رایانامه: ah.sarlak@iau.ac.ir

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

رایانامه: Gh.haji@iau.ac.ir

چکیده

در این مطالعه رابطه بین کیفیت نهادی، توسعه انسانی و پایداری محیطی با بررسی سه جزء حاکمیت قانون، کیفیت نظارتی و کنترل فساد و سطوح انتشار کربن (CO₂) در کشورهای منا مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه حاضر نقش حیاتی این عوامل، به همراه تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای منا از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۳، را بر پایداری محیطی بررسی می کند. در این تحقیق، از روش اثرات ثابت، اثرات تصادفی، گشتاورهای تعمیم یافته، دریسکول - کرای و همچنین تکنیک حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده و حداقل مربعات معمولی پویا، جهت بررسی ارتباط بلندمدت بین متغیرها استفاده شده است.

یافته ها از تاثیر معنادار اجزاء کیفیت نهادی، سرمایه انسانی و سایر متغیرها بر بهبود پایداری محیطی در کشورهای منا حمایت می کند. همچنین رابطه زیست محیطی کوزنتس بین رشد اقتصادی و پایداری محیطی، در این کشورها وجود دارد. به کشورهای منا توصیه می شود سیاست های لازم جهت افزایش کیفیت نهادی و مصرف انرژی های تجدیدپذیر جهت بهبود پایداری محیطی در کشورهای منا مد نظر قرار گیرد.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله علمی

تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۵

واژگان کلیدی:

کیفیت نهادی، توسعه انسانی،

انتشار کربن، کشورهای منا.

استناد به مقاله: امید، مژگان؛ سرلک، احمد و حاجی، غلامعلی. (۱۴۰۵). تأثیر کیفیت نهادی و توسعه انسانی بر پایداری محیطی در کشورهای منا. فصلنامه اقتصاد دفاع



و توسعه پایدار، ۱۱(۴۰)، ۹-۳۶.

ناشر: انجمن علمی اقتصاد دفاع ایران

© نویسندگان



۱. مقدمه

پایداری محیطی مهمترین بعد توسعه پایدار در ادبیات اقتصادی است (مرابت و همکاران^۱، ۲۰۲۱). کیفیت نهادی عاملی کلیدی برای پایداری محیط بوده و نهادها به عنوان یک عامل مهم برای تدوین قوانین صحیح و اجرای مؤثر برای بهبود کیفیت محیط زیست در سراسر جهان می‌باشند (کازوری والتین تاس^۲، ۲۰۲۰). کیفیت نهادی معیار جامعی از پیشرفت جامعه انسانی را بیان می‌کند (اپکا، دکا و اولکا^۳، ۲۰۲۲). سطح بالاتر کیفیت نهادی به‌مراه توسعه انسانی، سبک زندگی سالم، فن‌آوری سازگار با محیط زیست و آگاهی محیط‌زیست را تقویت می‌کند (بانو و همکاران^۴، ۲۰۱۸ و وانگ و همکاران^۵، ۲۰۲۰). اغلب کشورهایی که با چالش‌های مرتبط با تخریب سریع محیط‌زیست و افزایش سطح آلودگی مواجه هستند، بهبود در کیفیت نهادی و توسعه انسانی را به عنوان یک راهکار مد نظر قرار می‌دهند (مرابت و همکاران^۶، ۲۰۲۱). کشورهای در حال توسعه چالش‌های عظیمی را از نظر توسعه انسانی و کیفیت نهادی، به ویژه در مورد بی‌ثباتی سیاسی، فساد و پایین بودن اثربخشی دولت را تجربه کرده‌اند (لای و چن^۷، ۲۰۲۰). با این حال، درک تاثیر این عوامل مستلزم بررسی کامل جنبه‌های مختلف چگونگی زندگی در هر جامعه است. فعالیت‌های انسانی اغلب به‌عنوان عاملی حیاتی در پس تخریب کیفیت محیطی و تغییرات آب و هوایی در نظر گرفته می‌شوند (ژانگ و همکاران^۷، ۲۰۲۱). در برخی از کشورهای در حال توسعه همچون کشورهای منا، کیفیت نهادی و توسعه انسانی، هنوز به سطحی نرسیده است که بتواند به طور مؤثر تخریب محیط‌زیست را کاهش دهد (لای و چن^۷، ۲۰۲۰).

تغییرات اقلیمی در منطقه منا، به راهبردهای سازگار با محیط‌زیست و کاهش اثرات ناشی از فعالیت‌های اقتصادی کشورهای این منطقه بستگی دارد. در سال ۲۰۲۲، منطقه منا ۳/۲ میلیارد تن دی‌اکسید کربن منتشر کرده که معادل ۸/۷ درصد از انتشار گاز گلخانه‌ای جهان بوده است، در حالی که تنها ۶ درصد از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. این انتشار عمدتاً از صنعت انرژی سرچشمه می‌گیرد، که به دلیل وجود نفت خام و گاز طبیعی گسترده، بخشی حیاتی از اقتصاد بسیاری از کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا به‌شمار می‌آید. منطقه منا به دلیل محیط خشک و نیمه‌خشک خود در برابر چنین تغییراتی بسیار آسیب‌پذیر است و با چالش‌های اقلیمی مانند بارش کم، دماهای بالا و خاک خشک مواجه است. شرایط اقلیمی که این چالش‌ها را برای منا ایجاد می‌کند، در طول قرن ۲۱ بدتر خواهد شد. اگر انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌طور چشمگیری کاهش نیابد، بخش‌هایی از منطقه منا تا سال ۲۱۰۰ ممکن است غیرقابل سکونت شوند (بانک جهانی، ۲۰۲۴). با توجه به رابطه بین توسعه انسانی، کیفیت نهادی و پایداری محیطی بر اساس سطح توسعه یک کشور، بررسی تعامل آنها در تمامی کشورها از جمله منا بسیار مهم است. در این کشورها یک معضل پیچیده بین کیفیت نهادی و

¹ Mrabet et al

² Kassouri & Altıntaş

³ Opoku, Dogah & Aluko

⁴ Bano et al

⁵ Wang et al

⁶ Lai & Chen

⁷ Zhang et al

پایداری محیطی وجود دارد که عمدتاً به دلیل تعارضات اجتماعی-اقتصادی است (ساکو^۱، ۲۰۰۳). علاوه بر این، بررسی رابطه بین توسعه انسانی، کیفیت نهادی و محیط‌زیست در گروه کشورهای هم پیمان در یک معاهده می‌تواند با اهمیت و مهم باشد و زمینه توجه بیشتر به محیط‌زیست را فراهم نماید (رادمهر و همکاران^۲، ۲۰۲۵). بنابراین، شاخص کیفیت نهادی و توسعه انسانی در این مطالعه به عنوان معیاری برای ارزیابی کیفیت محیطی کشورها به جای تکیه صرف بر تولید ناخالص داخلی استفاده شده است. این مطالعه با هدف درک جامع رابطه بین کیفیت نهادی، توسعه انسانی و ملاحظات زیست محیطی تدوین شده است و به دنبال آزمون فرضیه‌های زیر می باشد:

H1: سرمایه انسانی بر پایداری محیط زیست در کشورهای منا تأثیر مثبت دارد.

H2: کیفیت نهادی بر پایداری محیط زیست در کشورهای منا تأثیر مثبت دارد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مبانی نظری پژوهش

منطقه منا^۳ شامل ۲۱ کشور، اصطلاحی است که برای نامیدن کشورهای عمده تولیدکننده نفت در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا به کار می‌رود. حد این منطقه از کشور مراکش در شمال غربی قاره آفریقا آغاز می‌شود و تا ایران، شرقی‌ترین کشور منطقه خاورمیانه امتداد می‌یابد. این منطقه دارای ۶۰ درصد منابع نفتی و ۴۵ درصد منابع گازی جهان می‌باشد. اقتصاد این کشورها رابطه تنگاتنگی با تغییرات جهانی بهای نفت دارد. این منطقه یکی از قدیمی‌ترین حوزه‌های برداشت نفت در جهان محسوب می‌شود. به همین دلیل ذخایر نفت کشورهای این منطقه بیشتر از سایر مناطق کره زمین کاهش یافته و فرسودگی ادوات حفاری و استخراج نفت نیز مشهودتر است. منطقه منا به دلیل داشتن منابع فراوان خورشیدی و باد، ظرفیت بالایی برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. سرمایه‌گذاری در این حوزه در حال افزایش است و انتظار می‌رود که در آینده نقش مهمی در تامین انرژی این منطقه ایفا کند. شواهد نشان می‌دهد که منطقه منا انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را بیش از سه برابر افزایش داده و اکنون بالاتر از میانگین جهانی به‌ازای هر نفر، گازهای گلخانه‌ای منتشر می‌کند، به‌طوری که بیشتر کشورهای حاضر در فهرست کشورها بر پایه سرانه تولید کربن دی‌اکسید در خاورمیانه قرار دارند که بیانگر اهمیت بررسی پایداری محیطی در این منطقه است (بانک جهانی، ۲۰۲۴).

پایداری محیطی تحت تأثیر عوامل متعددی است و دی اکسید کربن، به عنوان برجسته‌ترین عامل اصلی آن است. در نتیجه، انتشار CO₂ به عنوان یک نماینده قوی و جایگزین برای ارزیابی پایداری محیطی عمل می‌کند (ابراهیم و حنفی^۴، ۲۰۲۱). این جایگزین به ویژه برای کشورهای در حال توسعه مناسب است، زیرا این کشورها به طور فزاینده‌ای درگیر افزایش انتشار کربن هستند. با در نظر گرفتن چشم‌انداز کشورهای در حال

¹ Sakiko

² Radmehr

³ Middle East and North Africa (MENA)

⁴ Ibrahim & Hanafy

توسعه، برخی از محققان استدلال می‌کنند که رشد اقتصادی متعارف مسیر ترجیحی برای دستیابی به پایداری زیست محیطی است و معتقدند که بحران زیست محیطی را می‌توان بدون چشم پوشی از رشد اقتصادی حل کرد (هائو^۱، ۲۰۲۱). با این وجود، افزایش رشد اقتصادی، ناشی از افزایش تولید صنعتی، مصرف انرژی، و باز بودن تجارت بیشتر، سطوح آلودگی را تقویت می‌کند. برخی از محققان همچنین ادعا می‌کنند که سطوح درآمد بالاتر سرمایه‌گذاری در توسعه انسانی و کیفیت نهادی را تسهیل می‌کند، که به نوبه خود مصرف کالاهای اقتصادی و خدمات اجتماعی را تحریک می‌کند و منجر به افزایش انتشار CO₂ می‌شود (اکار و همکاران^۲، ۲۰۲۱). کشورهای پیشرفته با کیفیت نهادی بالاتر و ارتقای توسعه انسانی تمایل به کاهش اتکای خود به انرژی فسیلی دارند و تقاضای بیشتری برای منابع انرژی پاک خواهند داشت. در نتیجه رشد اقتصادی و سطح درآمد یک کشور تأثیر قابل توجهی بر کیفیت نهادی و توسعه انسانی دارد که به صورت فزاینده بر پایداری محیطی تأثیر می‌گذارد (ابراهیم وحنفی^۳، ۲۰۲۱). تحلیل‌ها نشان می‌دهد که عوامل اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی، به‌ویژه مصرف سوخت‌های فسیلی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، تأثیرگذار هستند (گلدانی و همکاران^۴، ۱۴۰۴).

رشد اقتصادی، به طور گسترده با انتشار CO₂ در هم تنیده شده است و این همبستگی را می‌توان به تعامل ذاتی بین رشد اقتصادی و استفاده از انرژی نسبت داد. انرژی به عنوان یک کاتالیزور حیاتی برای توسعه اقتصادی، در کنار سرمایه و نیروی کار در فرآیند تولید عمل می‌کند، اما همچنین به عنوان محرک اصلی تخریب محیط‌زیست در کشورهای در حال توسعه ظاهر شده است (رادمهر و همکاران^۵، ۲۰۲۵). این مطالعه همچنین به بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی^۶ در کشورهای منا می‌پردازد تا این ارتباط را بررسی نماید. کشورهای منا، به طور قابل توجهی، به سمت صنعتی شدن پیش می‌روند و مصرف انرژی خود را به طور قابل توجهی افزایش داده اند (رحمان و سلطانا^۴، ۲۰۲۲). از آنجایی که تقریباً ۹۰ درصد از انتشار کربن در جهان ناشی از احتراق منابع انرژی تجدید ناپذیر است، استقبال از انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک استراتژی مناسب برای کاهش انتشار CO₂ بدون ایجاد مانع در رشد اقتصادی ظاهر می‌شود (آچیمپانگ و آدامز و بوتنگ^۵، ۲۰۱۹). بنابراین، انرژی‌های تجدیدپذیر یک مسیر بالقوه برای ایجاد تعادل بین رشد اقتصادی و پایداری محیطی است که به نوبه خود از کیفیت نهادی و توسعه انسانی تأثیر می‌پذیرد. این منطق به عنوان انگیزه‌ای برای درک پایداری محیطی در حوزه‌های به هم پیوسته کیفیت نهادی، توسعه انسانی و پایداری محیطی عمل می‌کند (لی^۶، ۲۰۱۹).

بسیاری از کشورها که عمدتاً در گروه‌های درآمدی پایین‌تر قرار دارند و هنوز در مراحل اولیه توسعه هستند در مواجهه با تخریب محیط‌زیست اقدامات موثر انجام نمی‌دهند. در این زمینه، نهادها، به‌ویژه ارگان‌های دولتی،

¹ Hao

² Çakar et al

³ Environmental Kuznets curve(EKC)

⁴ Rahman & Sultana

⁵ Acheampong et al

⁶ Lee

می‌توانند با اجرای مؤثر ابزارهای خود و با حمایت از اتخاذ منابع انرژی تجدیدپذیر، نقشی محوری در کاهش این معضل ایفا کنند (سلمان و همکاران^۱، ۲۰۱۹). ارتقای کیفی نهادها، مانند تقویت ظرفیت دولتی و اعمال اصول حکمرانی خوب، می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی را از طریق تقویت پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر، حمایت از حاکمیت قانون، مهار فساد، و اجرای مقررات با کیفیت بالا که مجموعاً به رفاه انسان کمک می‌کند، افزایش دهد (فابو، تالا و نینگای^۲، ۲۰۲۳). از این رو، این مطالعه نقش توسعه انسانی و کیفیت نهادی، که شامل کیفیت نظارتی، حاکمیت قانون و کنترل فساد، در تعامل با پایداری محیطی در گروه کشورهای منا، را بررسی می‌نماید.

۲-۱-۱. توسعه انسانی و پایداری محیطی

اهمیت توسعه انسانی به طور گسترده در مطالعات اقتصادی و زیست محیطی شناخته شده است. بهبود توسعه انسانی می‌تواند با افزایش بهره‌وری کل عوامل بر تولید تأثیر بگذارد (لی و وانگ^۳، ۲۰۱۸). نقش توسعه انسانی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در ادبیات موجود بسیار تحلیل شده است. ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که توسعه انسانی انتشار CO₂ را در بلندمدت کاهش می‌دهد؛ اما در کوتاه‌مدت و در کشورهای سازمان توسعه و همکاری اقتصادی^۴ (OECD) آن را افزایش داده است، زیرا انتقال انرژی از سوخت‌های کثیف به پاک و اجرای فناوری پاک‌تر زمان می‌برد. مطالعه یائو و همکاران^۵، (۲۰۲۰) ناهمگونی قابل توجهی را در سطوح مختلف توسعه انسانی، از سطوح پایه تا پیشرفته، نشان داد و بهبود توسعه انسانی را برای تشویق رشد اقتصادی و همچنین برای کاهش تغییرات آب و هوایی پیشنهاد می‌کند. هانی^۶، (۲۰۲۱) در کشورهای آسه‌آن، به این نتیجه رسیده است که بهبود توسعه انسانی باعث افزایش انتشار CO₂ می‌شود زیرا منجر به رشد اقتصادی بالاتر شده و استفاده از انرژی را افزایش می‌دهد.

اگرچه نقش سرمایه انسانی پدیده‌ای است که به طور گسترده در ارزیابی پایداری محیطی مورد بحث قرار گرفته است، توسعه انسانی مفهومی نسبتاً جدید در این زمینه است. مطالعات کمی وجود دارد که رابطه بین توسعه انسانی و پایداری محیطی را بررسی می‌کند. توسعه انسانی به عنوان فرآیندی در نظر گرفته می‌شود که از طریق آن افراد می‌توانند آزادی‌های واقعی خود را گسترش دهند (آسنگیو و اودی هامبو^۷، ۲۰۱۹). مطالعه آسنگیو و لیروگس^۸، (۲۰۱۷) همبستگی مثبت و معناداری را بین عملکرد محیطی و توسعه انسانی تایید کرد. مطالعه لای و چن (۲۰۲۰) در کشورهای جنوب صحرا، نشان داد که تأثیر توسعه انسانی تأثیر منفی بر انتشار CO₂ دارد. کاکر و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که توسعه انسانی انتشار CO₂ را در یک رژیم با رشد اقتصادی پایین را کاهش داده و انتشار آن را در رژیم رشد با درآمد بالا افزایش می‌دهد. این مطالعه همچنین

¹ Salman et al

² Fomba, Talla & Ningaye

³ Li & Wang

⁴ Organisation for Economic Co-operation and Development

⁵ Yao et al

⁶ Hani

⁷ Asongu & Odhiambo

⁸ Asongu & Le Roux

نشان داد که توسعه انسانی انتشار CO_2 را در رژیم‌های با توسعه انسانی پایین افزایش می‌دهد و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در رژیم‌های با توسعه انسانی بالا کاهش می‌دهد. شاخص توسعه انسانی همراه با استفاده از بسیاری از متغیرهای اجتماعی مرتبط، به عنوان مثال، اثرات بهداشتی، حقوق سیاسی، نرخ باسوادی - بزرگسالان، نرخ ثبت نام و آزادی‌های مدنی، توسط گورلاک^۱ (۲۰۰۹) بر پایداری محیطی، برای ۱۵ کشور در منطقه مدیترانه بررسی شد و نشان داد که توسعه انسانی آلودگی منطقه را کاهش می‌دهد. یک رابطه U شکل معکوس بین شاخص تخریب محیط زیست و شاخص توسعه انسانی^۲ (HDI) برای استان‌های چین توسط لی، ژاو و هامن (۲۰۲۱) آشکار شد. یک رابطه U شکل معکوس نیز توسط مراتب (۲۰۲۱) برای کشورهای منتخب آشکار شد که نشان می‌دهد بهبود در توسعه انسانی در مراحل اولیه با افزایش ردپای اکولوژیکی کشور، تخریب محیط زیست را افزایش می‌دهد اما با توسعه مداوم اقتصادی، افزایش بیشتر در توسعه انسانی کیفیت محیط را بهبود می‌بخشد. مرکاجاری و چکاربرتی^۳ (۲۰۰۹) بیان می‌کنند که یک رابطه N شکل بین پایداری محیطی و توسعه انسانی در هند، وجود دارد.

۲-۱-۲. نقش نهادها و پایداری محیطی

کیفیت نهادها و انرژی‌های تجدیدپذیر هر دو تأثیرات قابل توجهی بر رشد اقتصادی و انتشار CO_2 دارند (باتاچاریا و همکاران^۴، ۲۰۱۹). سادیک زادا و گاتو^۵ (۲۰۲۱) عناصر نهادی و ساختارگرا را ارزیابی کرده‌اند که می‌توانند بر تخریب محیط زیست در اقتصادهایی که به شدت به نفت وابسته هستند تأثیرگذار باشند. این مطالعه با بررسی مسائل انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای صادرکننده نفت، نشان می‌دهد که چگونه فراوانی سوخت‌های فسیلی عواملی را ایجاد می‌کند که اثرات کاملاً متضادی بر آلودگی هوا دارند. آنها با بررسی ۸۵ کشور توسعه یافته و در حال توسعه، نشان دادند که نهادها از طریق افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثرات منفی قابل توجهی بر انتشار CO_2 دارند. کیفیت نهادی به عنوان یک انتخاب استراتژیک کلیدی در ترویج استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و حل مشکلات زیست محیطی توسط اودار^۶ (۲۰۲۰) برای ۶۶ کشور در حال توسعه معرفی شد. در مطالعه دیگری اعظم، لیو و احمد^۷ (۲۰۲۱) روی کشورهای در حال توسعه، یافته‌های مشابهی دارند که در آن موارد کیفیت نهادی، شامل ثبات سیاسی، ظرفیت اداری، و پاسخگویی دموکراتیک، تأثیر مثبتی بر شاخص‌های پایداری محیطی، به‌ویژه، انتشار دی اکسید کربن، انتشار متان و بهبود فضای سبز دارد. بهبود در نهادها و چارچوب نظارتی کشورهای آفریقایی جنوب صحرا نیز برای بهبود پایداری محیطی مهم است.

¹ Gurluk

² Human Development Index

³ Mukherjee & Chakraborty

⁴ Bhattacharya et al

⁵ Sadik-Zada & Gatto

⁶ Uzar

⁷ Azam Liu & Ahmad

۲-۳. انرژی‌های تجدیدپذیر و پایداری محیطی

مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی متعددی برای پیگیری انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. در حال حاضر، انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان کاتالیزوری در نظر گرفته می‌شود که پایداری محیطی را افزایش می‌دهد و تعبیر از انرژی تجدیدناپذیر به تجدیدپذیر به عنوان یک رویکرد استراتژیک برای کاهش انتشار در نظر گرفته می‌شود (اوپیمی و همکاران^۱، ۲۰۱۹). یافته‌های مشابهی برای کشورهای خاورمیانه و آفریقا و کشورهای اتحادیه اروپا توسط آبیّد^۲ (۲۰۱۷) بدست آمد. با مشاهده اثرات مستقیم و غیرمستقیم انرژی‌های تجدیدپذیر، این مطالعه نقش مهمی برای انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار نهادها و سیاست‌های سخت‌گیرانه زیست‌محیطی در شکل‌گیری رابطه U شکل معکوس بین رشد اقتصادی و آلودگی در هر دو منطقه را نشان می‌دهد. انرژی‌های تجدیدپذیر و کیفیت نهادی عامل محرک رشد اقتصادی سبز در بلندمدت برای اقتصادهای جنوب آسیا توسط احمد و همکاران^۳ (۲۰۲۲) و برای ۱۸ کشور در حال ظهور توسط احمد و همکاران^۴ (۲۰۲۲) بود. در آن کشورها انرژی‌های تجدیدپذیر، کیفیت نهادی و بهبود سرمایه انسانی پایداری محیطی را افزایش داده است.

اهمیت گذار از انرژی‌های تجدیدناپذیر به انرژی‌های تجدیدپذیر را در کاهش گرمایش جهانی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در تعداد زیادی از مطالعات همچون هو و همکاران^۵ (۲۰۲۱) برای هند، رحمان^۶ (۲۰۲۱) برای استرالیا و کانادا، رحمان و الام^۷ (۲۰۲۱) برای بنگلادش، آپیا و همکاران^۸ (۲۰۱۹) برای کشورهای در حال ظهور، آسفو و همکاران^۹ (۲۰۱۶) برای ۵۳ کشور، محسن و همکاران^{۱۰} (۲۰۲۱) برای ۲۵ کشور در حال توسعه، نگوان و کاکنکیا^{۱۱} (۲۰۱۹) برای ۱۰۷ کشور کم درآمد و پردرآمد، انگلس و دوگان^{۱۲} (۲۰۱۸) برای کشورهای جنوب صحرای آفریقا، قادر و نوو^{۱۳} (۲۰۲۱) برای ۳۷ کشور آفریقایی، و الموالی و همکاران^{۱۴} (۲۰۱۵) برای ۱۰۷ کشور قابل مطالعه می‌باشد.

از این بررسی مختصر ادبیات، مشاهده شده است که نتایج متنوعی در پیوندهای اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و نهادی در سراسر مناطق جهان حاکم است. باید از مبادله^{۱۵} (رسیدن به رشد به قیمت تخریب محیط

¹ Opeyemi et al

² Abid

³ Ahmed et al

⁴ Ahmed et al

⁵ Hu et al

⁶ Rahman

⁷ Rahman, & Alam

⁸ Appiah et al

⁹ Asafu et al

¹⁰ Mohsin et al

¹¹ Nguyen & Kakinaka

¹² Ingleso & Dogan

¹³ Qudrat & Nevo

¹⁴ Al-Mulali et al

¹⁵ Trade

زیست) بین جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی رشد جلوگیری کرد (سدیک زادا و گاتو^۱، ۲۰۲۳). به منظور اجتناب از چنین مبادلاتی، کیفیت نهادی باید تقویت شود که بتواند اجرای توسعه پایدار را به ویژه در کشورهای کمتر توسعه یافته و در حال توسعه تسهیل کند. با این حال، کیفیت نهادی در ارزیابی کیفیت محیطی کشورهای با درآمد پایین و متوسط به اندازه کافی تحلیل نشده است. در این کشورها به دلیل وجود احتمالی نابرابری در ابعاد توسعه‌ای که در نتیجه آرزوهای بالای آنها برای رشد اقتصادی ایجاد می‌شود نیازمند توجه است. این مطالعه با استفاده از کیفیت نهادی در ارزیابی اثرات زیست محیطی کشورهای منا به این ضرورت می‌پردازد تا بینشی در مورد اقدامات سیاستی در رابطه با رفاه انسان از طریق کیفیت نهادی فراگیر و حفاظت از محیط زیست ارائه دهد.

۲-۲. پیشینه پژوهش

۲-۲-۱. مطالعات خارجی

رادمهر و همکاران (۲۰۲۵)، رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی کشورهای عضو اتحادیه اروپا را طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ بررسی نمودند. یافته‌ها بیانگر همبستگی‌های فضایی مثبت متغیرهای مدل است. همچنین رشد اقتصادی از نظر فضایی همبستگی قوی‌تری نسبت به انتشار دی‌اکسید کربن یا مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد و ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار کربن و بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر دو طرفه است.

فوبا و همکاران (۲۰۲۳)، در بررسی کیفیت نهادی و کیفیت محیط در کشورهای در حال توسعه، نمونه‌ای از ۸۲ کشور در حال توسعه را مطالعه می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد که کیفیت نهادی تأثیر مثبتی بر کیفیت محیط‌زیست و تأثیر منفی بر مصرف انرژی‌های فسیلی دارد. همچنین وخامت کیفیت نهادی که به‌ویژه با وجود فساد، بی‌ثباتی سیاسی یا وخامت اثربخشی دولت مشخص می‌شود، اثربخشی هزینه‌های عمومی و کیفیت محیط زیست را کاهش می‌دهد.

احمد و همکاران (۲۰۲۲)، در بررسی تأثیر توسعه مالی، سرمایه انسانی و کیفیت نهادی بر تخریب محیط زیست در کشورهای نوظهور با استفاده از داده‌های پنل در دوره ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۷، به این نتیجه می‌رسند که توسعه مالی با افزایش ردپای اکولوژیکی، کیفیت اکولوژیکی را کاهش می‌دهد. همچنین سرمایه انسانی و کیفیت نهادی، ردپای اکولوژیکی را کاهش می‌دهند و توسعه مالی از طریق کانال سرمایه انسانی، پایداری زیست محیطی را تقویت می‌کند و کیفیت نهادی، اثرات منفی اکولوژیکی توسعه مالی را کاهش می‌دهد.

رحمان (۲۰۲۲)، به بررسی اثرات پویای شدت انرژی، انرژی تجدیدپذیر، صنعتی شدن، شهرنشینی و تجارت بین‌المللی بر شدت کربن در ۲۵ اقتصاد بزرگ نوظهور جهان بر اساس دوره داده‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۸ می‌پردازد یافته‌ها نشان می‌دهد که در بلندمدت، شدت کربن با شدت انرژی و صنعتی شدن افزایش و با افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و گسترش شهرنشینی کاهش می‌یابد.

¹ Sadik-Zada & Gatto

سیهات و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی نقش بهره‌وری مالی در تقاضای انرژی تجدیدپذیر: شواهدی از کشورهای عضو OECD بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ به این نتیجه می‌رسند که شاخص‌های سیستم مالی عموماً ارتباط ضعیفی با تقاضای انرژی تجدیدپذیر کشورهای عضو OECD دارند. اگرچه ضریب شاخص کلی توسعه مالی برای تقاضای انرژی تجدیدپذیر مثبت است لیکن ضرایب کارایی مالی ناچیز هستند. همچنین هیچ ارتباط موثری بین کارایی سیستم مالی و تقاضای انرژی تجدیدپذیر در کشورهای OECD وجود ندارد. کاکر و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی ارتباط بین سرمایه انسانی و تخریب محیط زیست بر اساس داده‌های پنل ۲۱ کشور اتحادیه اروپا در دوره ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۸، با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم پنل^۱ (PSTR) بیان می‌کنند که سرمایه انسانی در رژیم رشد پایین، انتشار کربن را کاهش می‌دهد در حالی که در رژیم رشد بالا افزایش می‌یابد. علاوه بر این، سرمایه انسانی در هر دو رژیم پایین توسعه مالی و سرمایه انسانی، انتشار کربن را افزایش می‌دهد و در رژیم‌های بالا کاهش می‌دهد. همچنین با بهبود سرمایه انسانی، نوآوری بیشتری برای حفاظت از محیط زیست وجود خواهد داشت و بنابراین تخریب محیط زیست کمتر می‌شود.

اعظم و احمد (۲۰۲۱) در بررسی تأثیر کیفیت نهادی بر محیط‌زیست و مصرف انرژی برای ۶۶ کشور در حال توسعه با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷ بیان می‌کنند که کیفیت نهادی تأثیر مثبتی بر اکثر شاخص‌های زیست‌محیطی مانند انتشار CO_2 ، انتشار CH_4 و مساحت جنگل دارد. کیفیت نهادی بر اساس منابع نفت و سوخت‌های فسیلی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی داشته است. علاوه بر این، جهانی شدن اقتصادی در طول زمان کیفیت محیط زیست را در کشورهای در حال توسعه افزایش نداده است.

هائو و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی رشد سبز و انتشار کم کربن در کشورهای عضو گروه هفت از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷ به این نتیجه می‌رسند که در هر دو روش خطی و غیرخطی، رشد سبز، انتشار CO_2 را کاهش می‌دهد. همچنین، مالیات زیست‌محیطی، سرمایه انسانی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، انتشار CO_2 را کاهش می‌دهند. تأثیر رشد تولید ناخالص داخلی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، همراه با کاهش کیفیت محیط زیست است.

هو و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی تأثیر منابع انرژی بر رشد اقتصادی و انتشار کربن، در هند برای دوره ۲۰۱۸-۱۹۹۰ بیان می‌کنند که مصرف انرژی و نوآوری‌های تکنولوژیکی تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دارند، در حالی که مصرف انرژی تجدیدپذیر و نوآوری‌های تکنولوژیکی تأثیر مثبتی بر انتشار CO_2 دارند. همچنین با استفاده از مصرف انرژی تجدیدپذیر و نوآوری‌های تکنولوژیکی می‌توان انتشار CO_2 را به طور قابل توجهی کاهش داد، تحلیل علیت همچنین نشان می‌دهد که یک رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی تفکیک‌شده به رشد اقتصادی و انتشار کربن وجود دارد.

۲-۲-۲. مطالعات داخلی

صادقی و همکاران (۱۴۰۳)، تأثیر نامتقارن درآمد سرانه، جریان ورودی سرمایه و قیمت نفت بر انتشار CO_2 در ایران را طی دوره ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۲ مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج بدست آمده تنها متغیر درآمد

^۱ Panel smooth transition regression

سرايه ارتباط خطی با انتشار CO_2 دارد؛ درحالی که ساير متغيرها دارای ارتباط غيرخطی هستند. همچنين قيمت نفت و ارزش افزوده بخش صنعت تنها در شوک‌های مثبت با انتشار آلودگی رابطه عکس دارد و سرمايه‌گذاری خارجی نيز تنها در شوک منفی دارای اثری مثبت بر انتشار آلودگی است. درآمد سرايه نيز دارای اثری منفی بر انتشار آلودگی است و منحنی U شکل کوزنتس برای ايران صادق نمی باشد.

جعفری صمیمی و همکاران (۱۴۰۳)، در بررسی تأثیر يارانه انرژی کل، يارانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر بر محیط‌زیست در منتخبی از کشورهای جهان برای ۲۲ کشور در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۰ به اين نتیجه رسیدند که يارانه انرژی کل در کشورهایی که يارانه‌های اختصاص یافته آنها بالاتر است با اثر منفی بر محیط‌زیست همراه است. در حالی که برای کشورهایی که از يارانه انرژی تجدیدپذیر بیشتری استفاده می‌کنند اين اثر مثبت می‌باشد. همچنین افزایش در نسبت يارانه انرژی‌های تجدیدنپذیر به يارانه انرژی‌های تجدیدپذیر با اثری منفی بر محیط‌زیست همراه است.

آهن‌گری و همکاران (۱۴۰۳)، در بررسی تأثیر پیشرفت فناوری و کیفیت نهادی بر پایداری محیط‌زیستی و اجتماعی شهر تهران در عصر دیجیتال، با استفاده از پرسش‌نامه استاندارد در جامعه آماری شامل ۹۶ خبره، به اين نتیجه رسیدند که تأثیر پیشرفت فناوری بر پایداری محیط‌زیست و پایداری اجتماعی مستقیم و معنادار است. همچنین، تأثیر کیفیت نهادی بر پایداری محیط‌زیستی و پایداری اجتماعی مستقیم و معنی‌دار می باشد. جواهری و همکاران (۱۴۰۳)، در بررسی تأثیر آزادی سیاسی، توسعه انسانی و پایداری محیط زیست در ايران در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲؛ از روش حداقل مربعات معمولی پویا^۱ (DOLS) بیان می‌کنند که شاخص توسعه انسانی اثر منفی و آزادی سیاسی اثر مثبت و معناداری بر پایداری محیط زیست دارند. از طرفی آزمون فرضیه کوزنتس نيز نشان داد که مجذور شاخص توسعه انسانی اثر مثبت و معناداری بر پایداری محیط زیست دارد؛ همچنین مصرف انرژی اثر منفی، نرخ شهر نشینی و باز بودن تجاری اثر مثبت بر پایداری محیط زیست در بلندمدت دارند.

دلگرم و همکاران (۱۴۰۲)، تأثیر کیفیت نهادها بر کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن در بازه زمانی ۲۰۰۱ الی ۲۰۲۱، برای منتخبی از کشورهای عضو پیمان شانگهای بررسی نمودند. نتایج حاکی از تأثیر منفی متغيرهای کیفیت نهادی، و نرخ رشد اقتصادی بر انتشار CO_2 بود و متغيرهای مصرف انرژی، باز بودن تجارت و نرخ رشد جمعیت، تأثیر مثبت بر انتشار CO_2 ادارد. همچنین اثر متغيرهای صنعت و سرمايه انسانی بر انتشار CO_2 بی‌معنا بوده است.

صیادی و همکاران (۱۴۰۲)، در ارزیابی تأثیر متغيرهای اقتصادی- نهادی- انرژی بر ردپای اکولوژیکی، در کشورهای منتخب منطقه منا طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ بیان می‌کنند که تولید ناخالص داخلی سرايه، نسبت سرمايه- گذاری مستقیم خارجی، درجه شهرنشینی و بی ثباتی سیاسی اثر مثبت بر ردپای اکولوژیکی دارند و شاخص باز بودن تجاری، کنترل فساد، شاخص دموکراسی و بهره‌وری انرژی اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی می گذارند.

^۱ Dynamic Ordinary Least Squares

۲-۲-۳. اشتراک

وجه اشتراک این مطالعه با مطالعات قبلی در وهله اول توجه به مفهوم پایداری محیطی و توسعه پایدار است که سعی شده با توجه به متغیرهای مورد استفاده در مدل و روش اقتصاد سنجی بکار گرفته شده اهمیت آن را در کشورهای منا بررسی نماید. دوم آنکه در این مطالعه با توجه به مبانی نظری و پیشینه موجود مهمترین متغیرهای تأثیر گذار بر پایداری محیطی کشورهای منا استخراج شود که در بسیاری از متغیرهای مورد استفاده وجه اشتراک وجود دارد و در برآورد مدل از آنها استفاده شده است.

۲-۲-۴. افتراق

این مطالعه از سه جنبه با مطالعات پیشین تفاوت دارد. اولاً، تخریب کیفیت محیطی را با در نظر گرفتن سطوح کیفیت نهادی که نه تنها جنبه اقتصادی، بلکه دیدگاه اجتماعی کشورها را نیز در بر می‌گیرد، ارزیابی می‌کند. با توجه به اینکه مفهوم و اندازه‌گیری کیفیت نهادی در پاسخ به رشد اقتصادی پایدار ایجاد شد، این مطالعه پتانسیل بررسی ارتباط پیچیده بین زندگی اجتماعی-اقتصادی مردم و تأثیر آن بر محیط‌زیست را دارد که به نوبه خود می‌تواند به دستیابی به توسعه پایدار کمک کند. ثانیاً، با در نظر گرفتن چشم‌انداز توسعه گسترده‌تر، این مطالعه بر اهمیت حیاتی پیشرفت‌های قابل توجه در ابعاد اجتماعی در کنار بهبود ابعاد درآمد برای توسعه پایدار تأکید خواهد کرد. ثالثاً، این مطالعه نقش دو محرک کلیدی مدیریت کیفیت زیست‌محیطی - انرژی‌های تجدیدپذیر و ظرفیت دولت - را در چارچوب رابطه انسان و محیط‌زیست از طریق یک چارچوب تحلیلی جامع در یک چشم‌انداز پویا بررسی می‌کند. در نهایت، با استفاده از تحلیل تجربی و اطمینان از استحکام نتایج، این مطالعه مکانیسم‌های اجتماعی، تکنولوژیکی و نهادی را به طور قانع‌کننده‌ای برای ترسیم مسیر توسعه کم کربن برای کشورهای منا پیشنهاد می‌کند.

۲-۲-۵. نوآوری

علاوه بر موارد فوق می‌توان بیان داشت که این تحقیق بدلائیل زیر نیز از نوآوری لازم برخوردار است. مطالعات قبلی در بررسی پایداری محیطی، عمدتاً از سرمایه اجتماعی، کیفیت نهادی و ثبات سیاسی بطور جداگانه استفاده نموده‌اند، در حالی که این تحقیق تأثیر همزمان این سه متغیر را بررسی نموده و نتایج را با یکدیگر مقایسه می‌کند. استفاده از سه معیار فوق در این مطالعه، محققین را در دستیابی به درک جامع‌تری از ویژگی‌های خاص عواملی که بیشترین تأثیر را بر افزایش پایداری محیطی دارند، تسهیل می‌کند. این مطالعه جنبه‌های دیگری مانند انرژی‌های تجدیدپذیر را در نظر می‌گیرد. با ادغام این عناصر در مدل انتشار کربن، منجر به نتایج قابل اعتماد و سازگارتری می‌شود. تجزیه و تحلیل با استفاده از روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG) انجام می‌شود که تجزیه و تحلیل غیر خطی به دلیل نوسانات چرخه‌ای که توسط متغیرهای کلان اقتصادی تجربه می‌شود، از اهمیت بالایی برخوردار است. PMG به ما این امکان را می‌دهد که متغیر اولیه را به شوک‌های مثبت و منفی آن تجزیه کنیم و بتوان اثرات این عوامل را به صورت جداگانه روی متغیر وابسته اندازه‌گیری نمود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع هدف کاربردی است و روش آن توصیفی-تحلیلی است. این مطالعه از یک پانل متوازن از کشورهای مناسمل، الجزایر، بحرین، جیبوتی، مصر، عراق، ایران، اسرائیل، اردن، کویت، لبنان، لیبی، مالت، مراکش، عمان، عربستان سعودی، تونس، امارات متحده عربی، کرانه باختری رود اردن (کشور یمن و سوریه بدلیل در دسترس نبودن اطلاعات از نمونه آماری حذف شده است) است که با توجه به شباهت این کشورها از لحاظ بسیاری از متغیرهای تحقیق با یکدیگر، برای بازه زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۸ انتخاب شده‌اند. اطلاعات و داده‌های آماری مورد نیاز با توجه به جدول (۱) استخراج و با استفاده از نرم افزار ایویوز نسخه ۱۰ و استاتا نسخه ۱۴ برآوردهای لازم انجام شده است.

جدول شماره (۱) معرفی متغیرها

متغیر	علامت	واحد	منبع	علامت مورد انتظار
انتشار کربن	CO ₂	سرانه برحسب تن	IEA/GCP ¹	
شاخص توسعه انسانی	HDI	یک شاخص ترکیبی از نرخ امید به زندگی، نرخ باسوادی و سطح درآمد می باشد.	UNDP ²	-/+
تولید ناخالص داخلی	GDP	بر حسب دلار آمریکا (قیمت های ثابت ۲۰۱۵)	WDI	+
انرژی های تجدیدپذیر	RE	بصورت درصدی از کل مصرف انرژی	WDI	-
کیفیت نهادی	RQ ³	رتبه صدک ^۴	WGI ⁵	-
	RL ⁶			-
	CC ⁷			-

منبع: نگارندگان پژوهش

در مدل مد نظر تحقیق، انتشار CO₂ نشان دهنده پایداری محیط است و به عنوان متغیر وابسته تعریف می‌شود. به همانند مطالعه رحمان و همکاران^۸ (۲۰۲۱)، انتشار CO₂ در این مطالعه به عنوان تابعی از درآمد

1 IEA/Global Carbon Project

2 United Nations Development Program

3 Regulatory quality

4 Percentile Rank

5 Worldwide Governance Indicators

6 Rule of law

7 Control of corruption

8 Rahman, et al

(GDP) و مجذور درآمد (GPD^2)، توسعه انسانی (HD)، انرژی‌های تجدیدپذیر (RE)، و شاخص‌های حکمرانی، یعنی کیفیت نظارتی (RQ)، حاکمیت قانون (RL)، و کنترل فساد (CC) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$LCO_{2it} = b_0 + b_1 LHD_{it} + b_2 LGDP_{it} + b_3 LGDP_{it}^2 + b_4 LRE_{it} + b_5 LRQ_{it} + b_6 LRL_{it} + b_7 LCC_{it} + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده است، ضرایب b_1 تا b_7 رگرسیون با تحلیل رگرسیونی برآورد می‌شود. در این مدل رگرسیون، کشورها با زیرنویس i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) و دوره زمانی با زیرنویس t ($t = 1, 2, 3, \dots, T$) نشان داده می‌شوند. δ_i نشان دهنده ثابت خاص کشور است و ε_{it} عبارت خطا است.

این مدل با استفاده از دو رویکرد اصلی برای تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی، اثرات ثابت (FE) و اثرات تصادفی (RE) برآورد می‌شود که جهت انتخاب یکی از آنها از آزمون‌های f لیمر و هاسمن استفاده می‌شود. از آنجایی که مدل اثرات ثابت قادر به پرداختن به درون زایی نیست، مدل نیز با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) در معادله (۱) برآورد می‌شود. سیستم GMM مورد استفاده در این تحقیق به همانند روش پیشنهاد شده توسط بالاندل و باند^۱ (۲۰۰۹) می‌باشد. استفاده از روش GMM در مطالعات متعدد مورد اقبال قرار گرفته است. روش GMM از مفروضات کمتری در مورد فرآیند تولید داده استفاده می‌کند و برای داده‌های پانلی با T کوچک (زمان) و N بزرگ (کشورها) مناسب است (رودمن^۲، ۲۰۰۹). علاوه بر این، سیستم GMM از مفروضات مقادیر با وقفه متغیرهای مستقل به عنوان ابزار معتبر و سطوح تاخیری برای متغیرهای درون‌زا در مدل استفاده می‌کند. این امر ناهمگونی مشاهده نشده را از نظر متغیرهای حذف شده ثابت با زمان و کنترل همزمانی در متغیرهای توضیحی با استفاده از ابزار دقیق به حساب می‌آورد. همچنین می‌توان آن را به عنوان تعمیم سایر تخمین‌ها، یعنی حداکثر راستنمایی و حداقل مربعات معمولی مشاهده کرد. بنابراین، این احتمال وجود دارد که مدل به درستی مشخص شود (سپهات و دیگران^۳، ۲۰۲۱). طبق آریلانو و باند^۴ (۲۰۰۹) و فیلیپس و هانسن^۵ (۱۹۸۸)، مدل را می‌توان به صورت زیر مشخص کرد:

$$LCO_{2it} = b_0 + b_1 LCO_{2it-1} + b_2 LHD_{it} + b_3 LGDP_{it} + b_4 LGDP_{it}^2 + b_5 LRE_{it} + b_6 LRQ_{it} + b_7 LRL_{it} + b_8 LCC_{it} + \delta_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

¹ Blundell, Bond

² Roodman

³ Cihat et al

⁴ Arellano & Bond

⁵ Phillips & Hansen

این مدل بسط معادله (۱) است که شامل مقدار وقفه متغیر وابسته و 7^1 به عنوان اثر ثابت زمانی است. برای پشتیبانی بیشتر و تایید نتایج برای تحلیل بلندمدت با توجه به رابطه هم انباشتگی بین متغیرها، این مطالعه از تکنیک حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده (FMOLS) و حداقل مربعات معمولی پویا^۲ (DOLS) برای یافتن کشش بلندمدت بین متغیرهای وابسته و مستقل مدل (۱) استفاده می‌کند. آزمون FMOLS پیشنهاد شده توسط فیلیپس و هانسن (۱۹۸۸) یک تخمین گر مجانبی بدون تورش و کارا، عاری از درون‌زایی و همبستگی سریالی است. روش DOLS پیشنهاد شده توسط کائو و شیانگ^۳ (۲۰۰۰) شامل معادله پانل با تاخیرهای مقطعی است و منجر به حذف درون‌زایی و همبستگی سریالی بین متغیرها می‌شود (الموالی و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین می‌بایست آزمون‌های وابستگی مقطعی، ریشه واحد و هم انباشتگی نیز انجام پذیرد.

از مهمترین آزمون‌ها، بررسی وابستگی مقطعی^۴ بین متغیرهای مجموعه داده‌های تابلویی است که به دلیل وابستگی متقابل مقاطع به وجود آمده و باعث اختلال در نتایج می‌شوند (بالتاچی و پسران^۵، ۲۰۰۷). در این تحقیق از چهار آزمون LM - بروش و پاگان^۶، آزمون LM پسران مقیاس شده^۷، آزمون LM اریب - تصحیح شده مقیاس شده^۸ و آزمون وابستگی مقطعی پسران^۹، برای بررسی اینکه آیا امکان انتقال شوک از یک کشور به کشور دیگر وجود دارد، استفاده شده است.

آزمون‌های ریشه واحد پانل برای تعیین مانایی داده‌های پانل اعمال می‌شوند. با این حال، انتخاب آزمون پانل واحد ریشه بر اساس نتیجه آزمون CD است. در این مطالعه از یک "آزمون ریشه واحد نسل اول"^{۱۰}، یعنی آزمون ریشه واحد بریتونگ و داس^{۱۱} (۲۰۰۵) و دو "آزمون ریشه واحد نسل دوم"^{۱۲}، یعنی آزمون مقطعی ایم-پسران وشین^{۱۳} (CIPS) و آزمون دیکی فولر تعمیم یافته مقطعی^{۱۴} (CCAD) استفاده می‌شود. آزمون ریشه واحد نسل اول به با فرض مانا بودن داده‌ها و استقلال مقطعی است، در حالی که آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم مشکل وابستگی مقطعی فردی را بررسی می‌کنند. فرضیه صفر آزمون CIPS غیر مانا بودن سری داده‌ها را در نظر می‌گیرد. آماره آزمون CADF با افزودن تاخیرها و تفاوت میانگین‌های مقطعی به آزمون ADF استاندارد به دست می‌آید.

¹ fully modified ordinary least squares

² Dynamic Ordinary Least Squares

³ Kao & Chiang

⁴ Cross Section Dependence

⁵ Baltagi and Pesaran

⁶ Breusch-Pagan LM

⁷ Pesaran scaled LM

⁸ Bias-Corrected Scaled LM

⁹ Pesaran Cross-Section-Dependence

¹⁰ first-generation unit-root test

¹¹ Breitung and Das

¹² second generation unit-root tests

¹³ cross-sectional Im-Pesaran-shin

¹⁴ Cross-sectional Augmented Dicky-Fuller

آزمون هم‌انباشتگی^۱ برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرها استفاده می‌شود. این مطالعه از آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی^۲ (۱۹۹۹) و وسترلوند^۳ (۲۰۰۵) برای تشخیص رابطه بلندمدت بین متغیرها استفاده کرده است (اوزار، ۲۰۲۰).

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در جدول (۲) شاخص‌های مرکزی و پراکندگی برای متغیرهای تحقیق به منظور توصیف وضعیت آنها در کشورهای منطقه منا بیان شده‌اند.

جدول شماره (۲) آمار توصیفی متغیرهای مورد بررسی بدون مقدار لگاریتمی آنها

متغیر	CO ₂	LGDP	LHD	LRE	LRQ	LRL	LCC
میانگین	۱/۷۲۳	۳۶۱۵/۷۱۴	۰/۵۸۳۵	۵۰/۰۸۹	۳۳/۵۷	۲۹/۷۱۷	۲۷/۸۵۱
میانه	۰/۶۸۷۱	۱۴۶۱/۶۱۲	۰/۵۶۸۱	۵۰/۹۱	۳۳/۲۵۲	۲۷/۸۸۶	۲۵/۸۴۴
بیشترین	۱۱/۶۴	۴۵۰۷۷/۶۷	۰/۸۴۵	۸۹/۰۱۲	۸۳/۶۱۹	۸۰/۶۸۴	۶۹/۷۹۱
کمترین	۰/۰۲۱۸	۲۶۸/۶۳	۰/۲۸۳	۰/۰۵۹	۰/۴۹۰۷	۰/۵۳۹۸	۰/۵۱۳۹
انحراف معیار	۲/۴۲۰	۵۹۸۴/۸۱۲	۰/۱۴۷۲	۲۹/۸۱۶	۹۲/۸۹۲	۱۸/۱۷۸	۱۶/۶۵۱
مجموع	۱۴۶۰/۸۲	۶۹۱۵۰۰/۱۲۳	۱۸۵/۲۳۱	۱۶۲۱۸/۲۱۶	۱۳۴۱۲/۲۳	۷۱۷۸/۴۳	۸۲۴۲/۲۱
مجموع مربعات انحراف معیار	۶۳۱۵/۲۸	۲/۱۲×۱۰ ^۸	۲۳/۳۷۴	۱۰۲۵۱۲/۳۲	۱۵۲۹۱۱/۴	۷۶۹۸۲/۶	۸۹۵۴۱/۶
تعداد مشاهدات	۲۸۸	۲۸۸	۲۸۸	۲۸۸	۲۸۸	۲۸۸	۲۸۸

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۳) ماتریس همبستگی بین متغیرها را نشان می‌دهد. علامت ضرایب همبستگی بدست آمده با توجه به تئوری‌های مرتبط مورد انتظار می‌باشد.

جدول شماره (۳) ماتریس همبستگی

متغیر	LCO ₂	LGDP	LGDP ²	LHD	LRE	LRL	LRQ	LCC
LCO ₂	۱							
LGDP	۰/۹۲۲	۱						
LGDP ²	-۰/۸۹۱	۰/۹۸۶	۱					
LHD	۰/۸۱۴	۰/۸۲۹	۰/۹۱۶	۱				
LRE	-۰/۷۱۶	۰/۷۴۱	-۰/۷۴۲	۰/۶۹۱	۱			
LRL	-۰/۲۸۰	۰/۲۶۵	۰/۳۵۹	۰/۳۸۱	۰/۲۳۷	۱		
LRQ	-۰/۳۱۲	۰/۳۲۱	-۰/۴۱۶	۰/۴۵۱	۰/۱۴۵	۰/۷۶۱	۱	
LCC	-۰/۱۶۵	۰/۳۶۵	۰/۴۴۹	۰/۴۱۶	۰/۳۲۱	۰/۷۸۱	۰/۷۳۵	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

¹ Cointegration Test

² Pedroni

³ Westerlund

در مرحله بعد، فرضیه عدم وابستگی مقطعی برای انتخاب آزمون‌های ریشه واحد مناسب برای بررسی مانایی سری مورد آزمون قرار می‌گیرد. جدول (۴) نتایج را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۴) آزمون وابستگی مقطعی

متغیر	LM بروش - پاگان	LM پسران مقیاس شده	LM اریب - تصحیح شده مقیاس شده	پسران CD
LCO ₂	۱۴۶۵/۲۱	۳۰۹/۹۵	۳۰۱/۳۱	۶۱/۶۱۲
LGDP	۱۹۵۱/۱۹	۳۶۵/۲۶	۳۵۵/۱۱	۱۱۷/۷۱۲
LGDP ²	۱۹۰۱/۳۱	۴۱۲/۸۵	۴۰۱/۶۱	۱۱۷/۷۰۱
LHD	۲۸۷۹/۱۲	۴۵۱/۶۵	۴۴۸/۳۷	۱۴۹/۳۲
LRE	۱۷۴۱/۶۳	۱۶۵/۵۸	۱۶۰/۵۱	۳۴/۹۸
LRL	۶۶۹۲/۲۹	۹۴/۶۵	۹۱/۵۴	۲/۶۸
LRQ	۷۳۱۲/۵۴	۸۵/۳۴	۸۲/۲۴	۶/۲۵
LCC	۶۲۱۲/۳۷	۷۴/۱۲	۷۰/۶۵	۵/۴۱۸

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج چهار آزمون مختلف، فرض صفر برای همه متغیرها رد می‌شود و وابستگی مقطعی همه متغیرها تایید می‌شود. بر اساس این نتیجه، آزمایش ریشه واحد نسل دوم، آزمون CIPS و آزمون CADF ابزارهای ترجیحی برای تشخیص ریشه واحد هستند. نتیجه آزمون ریشه واحد نسل اول در اینجا به عنوان یک نتیجه اضافی از آزمایش ریشه واحد ارائه شده است. نتایج تمام آزمون ریشه واحد انجام شده در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول شماره (۵) نتایج آزمون ریشه واحد

متغیرها	بریتونگ (عرض از مبدا و روند)		دیکی فولر تعمیم یافته		مقطعی ایم-پسران وشین	
	اولین تفاضل	درسطح	اولین تفاضل	درسطح	اولین تفاضل	درسطح
LCO ₂	-۵/۲۴۹***	۱/۳۱۱	-۱/۸۷۱	-۲/۲۶۹**	-۲/۱۳۹**	-۳/۲۰۹***
LGDP	-۴/۰۰۷***	۳/۱۱۶***	-۱/۳۶۲	-۲/۲۳۵**	-۱/۸۵۵	-۲/۲۶۵***
LGDP ²	-۳/۳۱۸***	۲/۶۱۳**	-۱/۳۸۱	-۲/۲۳۱**	-۱/۶۸۹	-۳/۲۸۵***
LHD	-۷/۲۰۹***	۴/۰۲۱***	-۲/۳۷۵	-۲/۳۷۵**	-۲/۹۸۶**	-۳/۰۰۹***
LRE	-۲/۸۲۱***	۰/۷۱۲	-۲/۱۷۶	-۳/۰۱۹***	-۲/۹۰۲**	-۳/۸۲۹***
LRL	-۸/۹۲۴***	-۱/۸۳۶*	-۱/۷۱۶	-۵/۶۱۹***	-۲/۱۴۵*	-۴/۵۲۴***
LRQ	-۸/۵۱۹***	-۰/۷۴۶	-۲/۰۸۵	-۵/۷۳۵***	-۳/۲۱۱***	-۳/۲۳۵***
LCC	-۷/۶۵۱***	-۰/۰۵۶	-۲/۰۱۲	-۵/۵۹۱***	-۳/۲۰۹***	-۴/۶۱۹***

* سطح معناداری ۱۰ درصد ** سطح معناداری ۵ درصد *** سطح معناداری ۱ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج هر دو آزمون نسل اول و نسل دوم، فرضیه اصلی عدم مانایی را در اولین تفاضل رد می‌کند، اگرچه تعداد کمی از متغیرها در سطح مانا هستند. در ادامه، نتایج وجود رابطه بلندمدت، با استفاده از آزمون‌های هم

انباشتگی پدرونی و وسترلوند در جدول (۶) بیان شده است، نتایج هر دو آزمون با رد فرضیه صفر عدم هم انباشتگی در مدل، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها را تایید می‌کند.

جدول شماره (۶) نتایج آزمون وجود رابطه بلند مدت

آزمون‌های هم انباشتگی پدرونی			آزمون‌های هم انباشتگی وسترلوند		
فرض صفر: عدم وجود رابطه بلند مدت			فرض صفر: عدم وجود رابطه بلندمدت		
فرض یک: تمامی پانل‌ها رابطه بلندمدت دارند			فرض یک: برخی پانل‌ها رابطه بلندمدت دارند		
آماره*	سطح احتمال		آماره*	سطح احتمال	
نسبت واریانس شده	۰/۰۰۰	۷/۱۴۱-	نسبت واریانس	۰/۰۱۹	۲/۰۶۵-
آماره t اصلاح شده فیلیپس	۰/۰۰۰	۸/۰۱۲	فرض صفر: عدم وجود رابطه بلند مدت		
پرون			فرض یک: تمامی پانل‌ها رابطه بلندمدت دارند		
آماره t اصلاح شده فیلیپس	۰/۰۰۰	۱۰/۱۱۵-	نسبت واریانس	۲/۷۹۶	۰/۰۰۱
پرون	۰/۰۰۰	۹/۸۶۱-			
آماره t دیکی فولر تعمیم یافته	۰/۰۰۰				

*سطح معناداری ۱ درصد منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۷) یافته‌های حاصل از چهار برآوردگر اثرات ثابت^۱ (FE)، اثرات تصادفی^۲ (RE)، روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) و برآوردگر دریسکول - کرای^۳ را نشان می‌دهد. نتیجه (آزمون هاسمن رد فرضیه صفر را بیان می‌کند، به این معنی که مدل اثرات ثابت کارآمدتر از مدل اثرات تصادفی برای این مطالعه است). با این حال، تخمین‌ها از هر دو مدل FE و RE نتایج مشابهی را البته با مقادیر ضرایب کمی متفاوت ارائه می‌دهند. نتایج جدول (۴) وجود وابستگی مقطعی را با چند آزمون تأیید می‌کند. با این حال تخمین‌های اثرات ثابت، اثرات تصادفی و روش GMM، بدون تصحیح برای وابستگی مقطعی و شوک‌های مشترک، می‌توانند تورش‌دار باشند. لذا از برآوردگر دریسکول - کرای نیز جهت استحکام نتایج نیز استفاده شده است. در تخمین GMM، نتیجه متغیر وابسته با وقفه مثبت و از نظر آماری معنی‌دار در سطح یک درصد است که حاکی از روند مداوم و قابل توجهی در انتشار CO₂ از گذشته به آینده در کشورهای منا است. نتایج روش GMM با نتایج سه مدل کاربردی دیگر مطابقت دارد.

جدول (۷) نتایج برآورد به روش های اثرات ثابت، اثرات تصادفی، دریسکول - کرای و گشتاورهای تعمیم یافته

متغیرها	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	روش GMM	روش دریسکول - کرای
LCO _{2t-1}	-	-	۰/۶۹۳(۲۴/۸۲)	-
LGDP	۰/۲۱۳(۹/۸۱۲)	۰/۰۳۳(۹/۱۲)	۰/۶۵۲(۴/۶۵۲)	۰/۳۲۳(۷/۰۰۱)
LGDP ²	-۰/۰۷۳(-۵/۶۳)	-۰/۰۹۳(-۶/۳۳)	-۰/۰۴۳(-۴/۵۳)	-۰/۰۳۹(-۳/۸۳)

¹ Fixed effects

² Random effects

³ Driscoll-Kraay

متغیرها	اثرات ثابت	اثرات تصادفی	روش GMM	روش دریسکول-کرای
LHD	-۰/۴۲۵(-۵/۱۲۵)	-۰/۳۱۵(-۴/۲۸۵)	-۰/۳۰۵(-۴/۸۴۵)	-۰/۳۹۶(-۹/۱۲۱)
LRE	-۰/۱۲۵(-۱۱/۲۵)	-۰/۱۳۶(-۱۶/۲۱)	-۰/۱۴۷(-۱۰/۸۵)	-۰/۱۲۵(-۶/۱۴)
LRL	-۰/۰۵۱(-۶/۱۲۱)	-۰/۰۹۴(-۷/۲۲۱)	-۰/۰۳۱(-۳/۸۳۱)	-۰/۰۱۹(-۴/۶۱۹)
LRQ	-۰/۱۳۵(-۷/۵۶۲)	-۰/۱۲۳(-۵/۴۵۲)	-۰/۰۳۵(-۶/۹۷)	-۰/۰۲۹(-۵/۱۱۷)
LCC	-۰/۰۵۱(-۴/۲۱)	-۰/۰۵۶(-۳/۹۱)	-۰/۰۲۱(-۶/۲۱)	-۰/۰۱۹(-۷/۶۳)
عرض از مبدا	۸/۱۴۷(۶/۳۸)	۹/۶۷(۸/۹۴)	-۴/۲۸۷(-۹/۳۸)	۱۱/۴۷(۱۱/۳۶)
آزمون هاسمن	۳۲/۸۹(۰/۰۰۰)			
آزمون ژ هانسن	۵۶/۸۱۱(۰/۳۴۱)			
آزمون AR(2)	-۰/۶۸۱(۰/۴۹۱)			

منبع: یافته‌های پژوهش - تمام ضرایب برآوردی در سطح ۱ درصد معنادار می باشند

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که $LGDP$ دارای ضریب مثبت است، در حالی که $LGDP^2$ دارای ضریب منفی است. این نتیجه وجود احتمالی فرضیه محیطی منحنی کوزنتس (EKC) را در کشورهای منا نشان می‌دهد. تاثیر شاخص توسعه انسانی بر انتشار CO_2 در کشورهای منا منفی است و منجر به افزایش پایداری محیطی می شود (تایید فرضیه اول). ضریب انرژی‌های تجدیدپذیر معنی‌دار و منفی است که نشان دهنده تأثیر مفید آن بر کیفیت محیطی است. در میان شاخص‌های مرتبط با کیفیت نهادی، شاخص حاکمیت قانون، کیفیت نظارتی و کنترل فساد منفی و از نظر آماری معنی‌دار هستند و منجر به تقویت پایداری محیطی در کشورهای منا می‌شود (تایید فرضیه دوم). از شاخص‌های زیر مجموعه کیفیت نهادی بکار رفته در این تحقیق، شاخص کیفیت نظارتی در مقایسه یا دو شاخص حاکمیت قانون و کنترل فساد در تمامی مدل‌ها تاثیر بیشتری در پایداری محیطی دارد و دو شاخص حاکمیت قانون و کنترل فساد تقریباً در تمامی مدل‌ها تاثیر مشابه‌ای در پایداری محیطی دارند.

پذیرش برآوردهای GMM به معتبر بودن متغیرهای ابزارهای مورد استفاده و همبستگی سریالی در عبارت خطا بستگی دارد. از آنجایی که سطح اطمینان آزمون هانسن بیشتر از یکدهم است، فرضیه صفر مبنی بر معتبر بودن متغیرهای ابزارهای مورد استفاده قابل رد نیست علاوه بر این، نتیجه آزمون $AR(2)$ نشان می‌دهد که رگرسیون از مشکل همبستگی سریال مرتبه دوم رنج نمی‌برد. از این رو، مجموعه ابزار اعمال شده در این رگرسیون ها معتبر است

در تحقیق برای سازگاری نتایج در بلندمدت، FMOLS و DOLS بر اساس نتیجه هم انباشتگی برآورد شده‌اند. نتایج بلندمدت برای انتشار CO_2 در جدول (۸) ارائه شده و مشخص است که نتایج یافته‌های قبلی FE، RE و GMM را رد نمی‌کند. منحنی زیست محیطی کوزنتس نیز در نتیجه بلندمدت مشهود است، زیرا ضرایب GDP و GDP^2 به ترتیب مثبت و منفی هستند و هر دو از نظر آماری معنی دار هستند.

جدول شماره (۸) نتایج FMOLS و DOLS

DOLS		FMOLS		متغیرها
انحراف معیار	ضرایب	انحراف معیار	ضرایب	
۰/۱۱۲	۱/۴۷۹***	۰/۰۰۳	۱/۳۶۵***	LGDP
۰/۰۲۲	-۰/۰۹۲***	۰/۰۰۵	-۰/۱۰۱***	LGDP ²
۰/۰۱۲	-۰/۲۸۵***	۰/۰۰۶	-۰/۳۱۲***	LHD
۰/۰۱۵	-۰/۴۰۱***	۰/۰۰۸	-۰/۴۱۲***	LRE
۰/۰۲۵	-۰/۱۰۳***	۰/۰۰۱	-۰/۰۴۸***	LRL
۰/۰۲۱	-۰/۱۰۳***	۰/۰۰۲	-۰/۰۸۶***	LRQ
۰/۰۱۶	-۰/۰۴۹**	۰/۰۰۶	-۰/۰۶۵***	LCC
۰/۹۸۱		۰/۹۷۶		ضریب تعیین
۰/۹۷۸		۰/۹۷۳		ضریب تعیین تعدیل شده
۰/۱۶۹		۰/۱۷۲		انحراف معیار رگرسیون
-۰/۴۴۶		-۰/۴۲۵		میانگین متغیر وابسته
۲۵/۶۵		۲۶/۲۱۱		مجموع مجذور پسماندها

*** سطح معناداری ۵ درصد ** سطح معناداری ۱ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

علاوه بر این، اثرات مصرف انرژی تجدیدپذیر و شاخص‌های حکمرانی خوب با یافته‌های قبلی همسو هستند. ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده بالا، بیان کننده قدرت توضیح دهنده مدل مناسب می باشد.

قبل از انجام تحلیل خاص، لازم است وجود اثر آستانه‌ای و تعداد مشخص آستانه‌ها بررسی شود. ابتدا، یک آزمون آستانه واحد انجام می‌شود. فرضیه صفر، عدم وجود مقدار آستانه است. اگر فرضیه صفر رد شود، آزمون آستانه دوگانه انجام می‌شود. فرض اصلی این است که مقدار آستانه وجود ندارد. اگر رد شود، آزمون آستانه سه‌گانه انجام می‌شود و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. از جدول (۹) می‌توان دریافت که یک اثر آستانه‌ای با متغیر تولید ناخالص داخلی وجود دارد. مدل، آزمون آستانه اول را پذیرفته است و در آزمون آستانه دوم، مقدار F برابر با ۱۴/۷۷ و مقدار P آن برابر با ۰/۱۶۱۱ است که نشان می‌دهد فرضیه صفر مبنی بر اینکه مدل دارای دو مقدار آستانه است، رد می‌شود. بنابراین، نتایج آزمون نشان می‌دهد که یک آستانه در نمونه وجود دارد.

جدول شماره (۹) نتایج آزمون اثر آستانه پنل

مقادیر بحرانی			آزمون F		اثر آستانه
یک درصد	۵ درصد	۱۰ درصد	سطح احتمال	آماره	
۱۴/۱۵۵۰	۹/۹۶۷۰	۸/۵۵۲۶	۰/۰۰۶۱	۱۷/۱۳	اول
۴۰/۳۹۷۵	۲۸/۶۴۳۰	۲۲/۵۲۰۰	۰/۱۶۱۱	۱۴/۶۱	دوم

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۱۰) نتایج آستانه درآمدی EKC را نشان می دهد. در این جدول مقدار آستانه درآمدی برابر ۰/۰۰۵۱ به دست می آید، و فواصل اطمینان ۹۵٪ مربوط به آن (۰/۰۰۳۹، ۰/۰۰۶۱) می باشد، و آماره LR مقدار آستانه در سطح معنی داری ۹۵٪ کمتر از مقادیر بحرانی است، که نشان دهنده وجود یک آستانه در مدل است.

جدول شماره (۱۰) نتایج آستانه درآمدی EKC

آماره LR	فاصله اطمینان	مقدار	آستانه اول
۰/۲۵۱۶	(۰/۰۰۳۹ ، ۰/۰۰۶۱)	۰/۰۰۵۱	

منبع: یافته های پژوهش

این نتایج نشان می دهد که ویژگی های توسعه در کشورهای منا پتانسیل تشکیل منحنی کوزنتس زیست محیطی (EKC) را دارند. این بدان معناست که با افزایش درآمد، در ابتدا منجر به افزایش انتشار CO₂ در این کشورها می شود، اما زمانی که به آستانه معینی رسید، فعالیت اقتصادی گسترده تر در مقیاس بزرگ تر، تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی ایجاد می کند که به نوبه خود منجر به کاهش تأثیر بر تخریب محیط زیست می شود. این نتیجه با یافته های آچیمپانگ و آدامز و بوتنگ (۲۰۱۹) برای کشورهای جنوب صحرای آفریقا و ژانگ و دیگران (۲۰۲۱) برای پاکستان مطابقت دارد. با این حال، رابطه مبادله ای بین وضعیت توسعه انسانی و انتشار CO₂ نشان می دهد که فعالیت های غالب با هدف افزایش توسعه انسانی از طریق افزایش تولید، به طور ناخواسته منجر به افزایش انتشار CO₂ می شود و در نتیجه کیفیت زیست محیطی را در این کشورها به خطر می اندازد. با توجه به سطح نسبتاً پایین توسعه انسانی و سطح درآمد در این کشورها، این نتیجه با انتظارات مطابقت دارد. تلاش برای بهبود وضعیت توسعه انسانی می تواند انتشار CO₂ را تحریک کند، به ویژه از آنجایی که شاخص توسعه انسانی (HDI) درآمد سرانه را در بر می گیرد، که منعکس کننده استاندارد زندگی بالاتری است که از طریق رشد اقتصادی قابل دستیابی است، و تسریع درآمد معمولاً منجر به افزایش انتشار CO₂ برای کشورهای منا در این مطالعه می شود. این یافته با نتایج تحقیقات مشابه کاسیوری و التنتاس (۲۰۲۰) برای منطقه غرب آسیا و هابنی (۲۰۲۱) برای کشورهای ASEAN مطابقت دارد. این استدلال ارائه شده توسط کیکر و دیگران (۲۰۲۱) را تأیید می کند و نشان می دهد که وقتی توسعه سرمایه انسانی زیر آستانه مشخصی از توسعه انسانی باقی می ماند، افزایش سرمایه انسانی باعث افزایش انتشار CO₂ می شود. فراتر از این آستانه، انتشار CO₂ کاهش می یابد. بنابراین، اگرچه این مطالعه نشانه ای از وجود EKC را ارائه می دهد که نشان دهنده سیاست «ابتدا رشد و بعد پاکسازی» است (سادیک زادا و گاتو، ۲۰۲۳)، برای کاهش بحران زیست محیطی جاری بدون پرداختن به مؤلفه های اجتماعی توسعه، مانند توسعه انسانی، کافی نیست. با این وجود، تحقیقات در مقیاس جهانی انجام شده توسط تران و همکاران^۱ (۲۰۱۹) نشان داد که بهبود شاخص های حکمرانی باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه ای می شود.

در زمینه شاخص توسعه انسانی (HDI)، که درآمد را در کنار میانگین سال های تحصیل و امید به زندگی به عنوان شاخص های کلیدی توسعه انسانی در بر می گیرد، تأکید بیشتر بر درآمد با نمره توسعه انسانی پایین تر

^۱ Tran et al

مطابقت دارد. این به نوبه خود، همانطور که در این مطالعه مشاهده شد، با عملکرد محیطی کمتر از حد مطلوب همراه است (لای و چن، ۲۰۲۰). این همبستگی ممکن است به این واقعیت نسبت داده شود که افزایش درآمد اغلب با افزایش صنعتی شدن، تقاضای بیشتر برای استخراج منابع طبیعی و افزایش مصرف انرژی مرتبط است که منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود که اثرات نامطلوبی بر محیط‌زیست دارد. در گروه‌های منتخب کشورهای مورد بررسی، درآمد از اهمیت بالایی برخوردار است و این مشاهدات خاص در مورد توسعه انسانی با نتایج موجود در ادبیات موجود مطابقت دارد.

نتایج بلندمدت این ادعا را اثبات می‌کند که ابتکارات با هدف افزایش شاخص توسعه انسانی منجر به کاهش کیفیت محیطی با افزایش انتشار CO_2 می‌شود، اگرچه فرضیه منحنی کوزنتس زیست محیطی (EKC) برای کشورها صادق است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ارتباط مثبت مشاهده شده بین وضعیت توسعه انسانی و انتشار CO_2 در این مطالعه ناشی از سطوح نسبتاً پایین درآمد و توسعه انسانی در کشورهای منا است. این کشورها رشد درآمد را به عنوان وسیله‌ای برای بهبود وضعیت HDI خود در اولویت قرار می‌دهند که با یافته‌های لیو، بران و ساسازا^۱ (۲۰۱۷) مطابقت دارد که نشان می‌دهد هر دو شاخص توسعه انسانی (HDI) و شاخص عملکرد زیست‌محیطی رابطه مثبتی با تولید ناخالص داخلی نشان می‌دهند و در مواردی که اقتصاد یک کشور ضعیف‌تر (قوی‌تر) است، نتیجه برای هر دو شاخص توسعه انسانی و شاخص عملکرد زیست‌محیطی ضرایب کمتر (بیشتر) است. علاوه بر این، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و اجرای حکمرانی خوب برای حفظ کیفیت زیست محیطی در کشورهای مختلف از همه گروه‌های درآمدی حیاتی است.

کیفیت نظارتی که به عنوان یک شاخص اساسی کیفیت حکمرانی در این کشورها عمل می‌کند و با سیاست‌های تدوین‌شده و اجرا شده برای تسهیل و ارتقای بخش خصوصی (شامل جنبه‌هایی مانند کنترل قیمت، سرمایه‌گذاری و آزادی مالی، بار مقررات دولتی، سازگاری مالیاتی، موانع غیرتعرفه‌ای، و سهولت راه‌اندازی یک کسب‌وکار و سایر موارد) اندازه‌گیری می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که کیفیت سرمایه‌گذاری تجاری، مدیریت مالی و سیاست‌های بوروکراتیک در کشورهای منا پایین‌تر از حد مطلوب است، که به نوبه خود برای حفظ کیفیت محیطی مناسب نیست. در مقابل، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، رواج حاکمیت قانون، و اقدامات کنترل فساد در این کشورها نقش اساسی در حفظ کیفیت زیست محیطی با کاهش انتشار CO_2 ایفا می‌کند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱. نتیجه‌گیری

این مطالعه رابطه پیچیده بین کیفیت نهادی و پایداری محیطی را با تمرکز ویژه بر انتشار کربن، با استفاده از مجموعه داده‌های ۱۸ کشور منا در دوره ۲۰۰۸-۲۰۲۳ بررسی نمود. این مطالعه همچنین نقش درآمد، انرژی‌های تجدیدپذیر و مولفه‌های کیفیت نهادی را در این رابطه تحت شرایط اقتصادی کشورهای منا مد

¹ Liu, Brown & Casazza

نظر قرار داد. این مطالعه با استفاده از روش‌های نسل اول و دوم ادغام مشترک با استفاده از تکنیک‌های حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده (FMOLS) و حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS)، روابط بلندمدت بین این متغیرها را بررسی نمود. یافته‌های بلندمدت با نتایج به‌دست‌آمده از رویکردهای اثرات ثابت (FE)، اثرات تصادفی (RE) و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) سازگاری دارند. یافته‌های تجربی همبستگی مثبت معنی‌داری را بین وضعیت توسعه انسانی و تخریب کیفیت محیطی نشان می‌دهد، همانطور که با افزایش انتشار CO₂ نشان می‌دهد. این همبستگی نشان دهنده سطح پایین توسعه انسانی در این کشورها است.

دستیابی به رتبه‌های بالاتر در توسعه انسانی اغلب با افزایش توسعه اقتصادی همراه است که معمولاً مستلزم افزایش صنعتی شدن و مصرف انرژی بیشتر است. با این حال، هر دوی این عوامل منابع قابل توجهی برای انتشار کربن هستند. علاوه بر این، سطوح بالاتر توسعه انسانی اغلب با افزایش مصرف مرتبط است که شامل استفاده از محصولات انرژی بر و حمل و نقل می‌شود. این به نوبه خود منجر به انتشار کربن بیشتر بصورت سرانه می‌شود. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، پایبندی به حاکمیت قانون، و کنترل موثر فساد به طور مثبت به کیفیت محیط زیست کمک می‌کند. با این حال، کیفیت نظارتی کشورها تأثیر قابل توجهی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد و می‌تواند تأثیر بدتری بر کیفیت محیط‌زیست داشته باشد.

تأثیر مثبت توسعه انسانی بر انتشار CO₂ را می‌توان با استفاده از مکانیسم‌هایی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) کاهش داد که می‌تواند هزینه‌های حمل و نقل را از منظر اقتصادی و زیست محیطی کاهش دهد و در عین حال درآمد قابل تصرف را افزایش دهد که می‌تواند به تقویت سرمایه اجتماعی اختصاص یابد. تلاش هماهنگ دولت‌ها برای اولویت‌بندی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به طور قابل توجهی تقاضا برای توسعه اقتصادی و پایداری زیست محیطی را افزایش دهد. این به نوبه خود به توسعه انسانی و بهبود سرمایه انسانی کمک خواهد کرد که در حفظ منافع اقتصاد و محیط زیست بسیار مهم است.

نابرابری در توسعه انسانی نیز به طور قابل توجهی به کاهش کیفیت محیطی کمک می‌کند. در حالی که دو دهه اول قرن بیست و یکم شاهد گام برداشتن بسیاری از افراد از حداقل آستانه برای توسعه انسانی بوده است، همانطور که در گزارش توسعه انسانی ۲۰۲۳ ذکر شده است، اختلافات گسترده همچنان پابرجاست. این نابرابری‌ها خطرات زیست محیطی را تشدید می‌کند و تأثیر آنها در سطوح مختلف توسعه انسانی متفاوت است. نابرابری در ابعاد توسعه انسانی، مانند درآمد، بهداشت و آموزش، می‌تواند بر محیط زیست فشار وارد کند. در نتیجه، رسیدگی به نابرابری‌ها در توسعه انسانی امری ضروری است. کشورهایی که از نظر اقتصادی محروم هستند باید با سرمایه‌گذاری در سرمایه اجتماعی و اجرای سیاست‌های توسعه آگاهانه محیط زیست برای مقابله با چالش‌های زیست محیطی و دستیابی به توسعه انسانی پایدار، توسعه انسانی را در اولویت قرار دهند. عدم انجام این کار باعث می‌شود کشورهایی با کمترین HDI کمترین سهم را در کاهش تغییرات آب و هوایی داشته باشند و با موانع قابل توجهی برای دستیابی به محیطی بدون انتشار مواجه شوند.

۵-۲. پیشنهادات کاربردی

- با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق می‌توان پیشنهادهای ذیل را بیان داشت.
- جهت کاهش تأثیر مخرب رشد بر پایداری محیطی، باید از طریق شیوه‌های پایدار، نوآوری‌های فن‌آوری و توافق‌نامه‌های بین‌المللی با هدف کاهش تغییرات آب و هوایی استفاده نمود.
 - با توجه به رابطه مبادله مشهود بین وضعیت توسعه انسانی و انتشار کربن در کشورهای منا، برای نهادها مهم است که یک سناریوی سودمند دوجانبه ایجاد کنند که همزمان از توسعه انسانی و پایداری محیط‌زیست محافظت کند.
 - کشورهای منا، علاوه بر ایجاد درآمد، باید بر ادغام ابعاد اقتصادی و اجتماعی مانند آموزش، بهداشت، توسعه مهارت، آزادی اقتصادی و شمول اجتماعی-اقتصادی تأکید بیشتری نمایند.
 - افزایش ظرفیت سرمایه انسانی از طریق خدمات بهداشت عمومی و آموزش مدرن، همکاری بین المللی در زمینه دانش و آگاهی بخشی با توجه به حفاظت از محیط زیست و فناوری‌های تجدیدپذیر می‌تواند قابلیت‌های اقتصادی-اجتماعی این کشورها را افزایش دهد.
 - کشورهای منا، دارای منابع فراوان و دست‌نخورده انرژی تجدیدپذیر هستند. این کشورها با انجام سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه می‌توانند انرژی‌های تجدیدپذیر را به طور موثر در سبد انرژی خود ادغام کنند.
 - دولت‌های این کشورها باید کیفیت نظارتی خود را ارتقا دهند و به آنها قدرت دهند تا سیاست‌ها و مقررات مؤثری را تدوین و اجرا کنند که رشد بخش خصوصی و توسعه مالی را تقویت کند. این امر می‌تواند با ساده‌سازی فرآیندهای سرمایه‌گذاری، کاهش مقررات دولتی، ارتقای آزادی مالی و به حداقل رساندن مالیات‌های تبعیض آمیز و حمایت‌های لازم محقق شود.
 - دولت‌ها همچنین باید ظرفیت خود را برای مبارزه با اشکال مختلف فساد و فعالیت‌هایی که رفاه شهروندان و همچنین ثبات اقتصادی و زیست‌محیطی را تهدید می‌کنند، گسترش دهند.

منابع و مأخذ

منابع فارسی

- آهنگری، نوید؛ سلیمانی، منصور و شیخی، غفور. (۱۴۰۳). تأثیر پیشرفت فناوری و کیفیت نهادی بر پایداری محیط‌زیستی و اجتماعی شهر تهران در عصر دیجیتال. *پژوهش و فناوری محیط زیست*. ۹(۱۵)، ۱۳۱-۱۴۸.
- جعفری صمیمی، احمد؛ زروکی، شهریار و امیری لرگانی، محمد. (۱۴۰۳). تأثیر یارانه انرژی کل، یارانه انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر محیط‌زیست در منتخبی از کشورهای جهان. *نظریه-های کاربردی اقتصاد*. ۱۱(۱)، ۱۷۴-۱۴۹.
- جواهری، بختیار؛ عزیزی، وحید و شاه ویسی، حمیرا. (۱۴۰۳). آزادی سیاسی، توسعه انسانی و پایداری محیط زیست در ایران. *فصلنامه اقتصاد با ثبات*. ۵(۱)، ۱۴۹-۱۱۶.
- دل گرم، عاطفه؛ پهلوانی، مصیب و رادنی، مرجان. (۱۴۰۳). تأثیر کیفیت نهادها بر کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن (منتخبی از کشورهای عضو پیمان شانگهای). *فصلنامه علوم محیط زیست*. ۹(۱)، ۷۹۱۹-۷۹۳۷.
- گلدانی، مهدی؛ محمدی، مرتضی و علوی، سید احسان. (۱۴۰۴). سیاست‌گذاری انرژی در شرایط بحران؛ بررسی و تحلیل دو متغیر شدت انرژی و مصرف انرژی با رویکرد داده کاوی در ایران. *اقتصاد دفاع و توسعه پایدار*. ۱۰(۳۴)، ۱۳۹-۱۷۵.
- صادقی، سید کمال و رشید عجب عجب، حیدر حمید. (۱۴۰۳). تحلیل تأثیر نامتقارن درآمدسرانه، جریان ورودی سرمایه و قیمت نفت بر انتشار CO₂ در ایران: رویکرد NARDL. *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*. ۱۱(۴)، ۱۵۴-۱۳۷.
- صیادی، محمد؛ ممی پور، سیاب؛ گلوی، مریم و قائد، ابراهیم. (۱۴۰۲). تأثیر متغیرهای اقتصادی-نهادی-انرژی بر ردپای اکولوژیکی، در کشورهای منتخب منطقه منا. *پژوهشنامه اقتصاد و برنامه-ریزی*. ۲۸(۲)، ۱۱۵-۱۵۴.

منابع لاتین

- Abid, M. (2017). Does economic, financial and institutional developments matter for environmental quality? A comparative analysis of EU and MEA countries, *Journal of Environmental Management*, 188(4), 183-194.
- Acheampong, A. O. Adams, S. Boateng, E. (2019). Do globalization and renewable energy contribute to carbon emissions mitigation in Sub-Saharan Africa? *Science of The Total Environment*, 677(3), 436-446.
- Ahmed, F. Kousar, S. Pervaiz, A. Shabbir, A. (2022). Do institutional quality and financial development affect sustainable economic growth?

Evidence from South Asian countries, *Borsa Istanbul Review*, 22(1), 189–196.

- Ahmad, M. Ahmad, Z. Yang, X. Hussain, M. Sinha, A. (2022). Financial development and environmental degradation: Do human capital and institutional quality make a difference? *Gondwana Research*, 105(9), 299–310.
- Ahmed, Z. Wang, Z. (2019). Investigating the impact of human capital on the ecological footprint in India: An empirical analysis, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 26782–26796.
- Al-Mulali, U. Weng-Wai, C. Sheau-Ting, L. Muhammad, A.H. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48(3), 315–323.
- Asongu, S.A. Le Roux, S. Biekpe, N (2017). Environmental degradation, ICT and inclusive development in Sub-Saharan Africa. *Energy Policy*, 111(4), 353–361.
- Asongu, S.A. Odhiambo, N.M. (2019). Environmental degradation and inclusive human development in sub-Saharan Africa. *AGDI Working Paper*. No. WP/18/017, 25–34.
- Azam, M. Liu, L. Ahmad, N. (2021). Impact of institutional quality on environment and energy consumption: Evidence from developing world. *Environment, Development and Sustainability*, 23(5), 1646–1667.
- Bhattacharya, M. Churchill, S.A. Paramati, S.R. (2019). The dynamic impact of renewable energy and institutions on economic output and CO2 emissions across regions. *Renewable Energy*, 111(2), 157–167.
- Bano, S. Zhao, Y. Ahmad, A. Wang, S. Liu, Y. (2018). Identifying the impacts of human capital on carbon emissions in Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 183(2), 1082–1092.
- Blundell, R. Bond, S. (2009). GMM estimation with persistent panel data: An application to production functions. *Economic Review*, 9(3), 321–340.
- Cihat, K. Setareh, K. Salih, K. (2021). The role of financial efficiency in renewable energy demand: Evidence from OECD countries. *Journal of Environmental Management*, 285(2), 125–146.
- Çakar, N.D. Gedikli, A. Erdogan, S. Yildirim, D.C. (2021). Exploring the nexus between human capital and environmental degradation: The case of EU countries. *Journal of Environmental Management*, 295(4), 113–138.
- Fomba, B.K. Talla, D. N. D. F. Ningaye, P. (2023). Institutional Quality and Education Quality in Developing Countries: Effects and

Transmission Channels. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(4), 86–115.

- Gurluk, S. (2009). Economic growth, industrial pollution and human development in the Mediterranean Region. *Ecological Economics*, 68(8), 2327–2335.
- Hao, L. N. Umar, M. Khan, Z. Ali, W. (2021). Green growth and low carbon emission in G7 countries: How critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is? *Science of The Total Environment*. 752(15), 141853.
- Hu, K. Raghutla, C. Chittede, K. R. Zhang, R. Koondhar, M. A. (2021). The effect of energy resources on economic growth and carbon emissions: A way forward to carbon neutrality in an emerging economy. *Journal of Environmental Management*, 298(15), 113-133.
- Haini, H. (2021). Examining the impact of ICT, human capital and carbon emissions: Evidence from the ASEAN economies. *International Economics*, 166(2), 116–125.
- Ibrahim, D. M. Hanafy, S. A. (2021). Do energy security and environmental quality contribute to renewable energy? The role of trade openness and energy use in North African countries. *Renewable Energy*, 179(2), 667–678.
- Kao, C. Chiang, M. H. (2000). On the Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data. In *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels (Advances in Econometrics)*; Baltagi, B. Ed. JAI Press: Amsterdam, The Netherlands, 161–178.
- Kassouri, Y. (2020). Altıntaş, H. Human well-being versus ecological footprint in MENA countries: A trade-off? *Journal of Environmental Management*, 263(2), 19-35.
- Liu, G. Brown, M. T. (2017). Casazza, M. Enhancing the sustainability narrative through a deeper understanding of sustainable development indicators. *Sustainability*, 9(6), 147-160.
- Li, T. Wang, Y. (2018). Growth channels of human capital: A Chinese panel data study. *China Economic Review*, 51(3), 309–322.
- Mrabet, Z. Alsamara, M. Mimouni, K. Mnasri, A. (2021). Can human development and political stability improve environmental quality? New evidence from the MENA region. *Economic Modelling*, 94(7), 28–44.
- Mukherjee, S. Chakraborty, D. (2009). Environment, Human Development and Economic Growth after Liberalisation: An Analysis of Indian States. *International Journal Globol. Envirument*, 9(3), 20-49.
- Mohsin, M. Kamram, H. W. Nawaz, M. A. Hussain, M. S. Dahri, A. S. (2021). Assessing the impact of transition from nonrenewable to renewable energy consumption on economic growth-environmental

- nexus from developing Asian economies. *Journal of Environmental Management*, 284(3), 111-125.
- Nguyen, K. H. Kakinaka, M. (2019). Renewable energy consumption, carbon emissions, and development stages: Some evidence from panel cointegration analysis. *Renewable Energy*, 132(4), 1049–1057.
 - Opeyemi, A. Uchenna, E. Simplice, A. (2019). Renewable energy, trade performance and the conditional role of finance and institutional capacity in sub-Sahara African countries. *Energy Policy*, 132(5), 490–498.
 - Opoku, E. E. O. Dogah, K. E. Aluko, O. A. (2022). The contribution of human development towards environmental sustainability. *Energy Economics*, 106(4), 105-128.
 - Qudrat-Ullah, H. Nevo, C. M. (2021). The impact of renewable energy consumption and environmental sustainability on economic growth in Africa. *Energy Reports*, 7(3), 3877–3886.
 - Radmehr, R. Henneberry, S. R. Shayanmehr, S. (2025). Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth Nexus: A Simultaneity Spatial Modeling Analysis of EU Countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 57(3), 13–27.
 - Rahman, M. M. (2020). Environmental degradation: The role of electricity consumption, economic growth and globalisation. *Journal of Environmental Management*, 253(7), 109742.
 - Rahman, M. M. Vu, X. B. (2022). The nexus between renewable energy, economic growth, trade, urbanisation and environmental quality: A comparative study for Australia and Canada. *Renewable Energy*, 155(6), 617–627.
 - Rahman, M. M. Alam, K. (2021). Clean energy, population density, urbanization and environmental pollution nexus: Evidence from Bangladesh. *Renewable Energy*, 172(5), 1063–1072.
 - Rahman, M. M. Nepal, R. Alam, K. (2021). Impacts of human capital, exports, economic growth and energy consumption on CO2 emissions of a cross-sectionally dependent panel: Evidence from the newly industrialized countries (NICs). *Environmental Science & Policy*, 121(4), 24–36.
 - Rahman, M. M. Sultana, N. (2022). Velayutham, E. Renewable energy, energy intensity and carbon reduction: Experience of large emerging economies. *Renewable Energy*, 184(6), 252–265.
 - Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in stata. *Stata Journal*, 9(3), 86–136.

- Sadik-Zada, E. R. Gatto, A. (2023). Grow first and Clean up Later? Dropping Old 55. Paradigms and Opening Up New Horizons of Sustainable. *Development. Sustainability*, 15(2), 3595.
- Sadik-Zada, E. R. Gatto, A. (2023). The puzzle of greenhouse gas footprints of oil abundance. *Socio-Economic Planning Sciences*, 75(4), 100-116.
- Salman, M. Long, X. Dauda, L. Mensah, C. N. (2019). The impact of institutional quality on economic growth and carbon emissions: Evidence from Indonesia, South Korea and Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 241(3), 118-131.
- Sakiko, F. (2003). The Human Development Paradigm: Operationalizing Sen's Ideas on Capabilities. *Feminist Economics*, 9(2), 301-317.
- Tran, N.V. Tran, Q. V. Do, L. T. T. Dinh, L. H. Do, H. T. T. (2019). Trade off between environment, energy consumption and human developemnt: Do levels of economic development matter? *Energy*, 173(4), 483-493.
- Uzar, U. (2020). Political economy of renewable energy: Does institutional quality make a difference in renewable energy consumption? *Renewable. Energy*, 155(4), 591-603.
- Wang, R. Mirza, N. Vasbieva, D. G. Abbas, Q. Xiong, D. (2020). The nexus of carbon emissions, financial development, renewable energy consumption, and technological innovation: What should be the priorities in light of COP Agreements? *Journal Environoment. Management*. 271(3), 111-127.
- World Development Indicators; World Bank: Washington, DC, USA, 2021.
- Yao, Y. Ivanovski, K. Inekwe, J. Smyth, R. (2020) Human capital and CO2 emissions in the long run. *Energy Economic*. 9(1), 104-121.
- Zhang, L. Godgil, D.I. Bibi, M. Khan, M. K. Sarwat, S. Anser, M. K. (2021). Caring for the environment: How human capital, natural resources, and economic growth interact with environmental degradation in Pakistan? A dynamic ARDL approach. *Science of The Total Environment*. 7(7), 145-162.