ISSN: 2251-9092 | doi 10.52547/jpbud.28.2.115 | The Journal of PLANNING & BUDGETING
PP 115-154 | Summer 2023 | No. 2 | Vol. 28

Evaluating the Impact of Economic-Institutional -Energy Variables on the Ecological Footprint: The Application of the Panel Quantile Regression Model in Selected Countries of the MENA Region

Mohammad Sayadi[1] | m.sayadi@khu.ac.ir
Siab Mamipour[2] | s.mamipoor@khu.ac.ir
Maryam Galavi[3]
Ebrahim Ghaed[4] | ebrahimghaed@mail.um.ac.ir

Received: 27/Feb/2023 | Accepted: 30/Jul/2023

Abstract The main purpose of this study is to investigate the effect of economic indicators, institutional quality and energy efficiency on the ecological footprint (as an indicator to evaluate the degree of environmental degradation). For this purpose, the annual data of 15 MENA countries (Middle East and North Africa) for the period from 1990 to 2021 have been used with the quantile panel approach. The quantile panel model provides the possibility of investigating the effect of research variables on the ecological footprint during different quantiles. The findings indicate the effect of the coefficients of the variables on the ecological footprint in accordance with the expected theoretical foundations; In such a way that the gross domestic product per capita, the ratio of foreign direct investment, and the degree of urbanization and political instability have a positive and significant effect on the ecological footprint, while the index of trade openness, corruption control, the index of democracy, and energy efficiency have a negative and significant effect on the ecological footprint. This effect has not been constant in different quantiles; In such a way that the effect of the variables of GDP per capita, energy efficiency, foreign direct investment ratio, degree of urbanization, and political instability in the high quantiles is far more than the low quantiles, and the effect of the variables of trade openness index, control Corruption and democracy index in low quantiles are more than in high quantiles.

Keywords: Ecological Footprint, Panel Quantile Regression Model, Institutional Quality, Energy Efficiency, Mena Region

JEL Classification: K32, F18, C23, O13.

1. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Kharazmi University Tehran, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Kharazmi University Tehran, Tehran, Iran.
3. M.A. Student of Economics, Faculty of Economics, Kharazmi University Tehran, Tehran, Iran.
4. Ph.D. Student of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (Corresponding Author).

ارزیابی تاثیر متغیرهای اقتصادی ـ نهادی ـ انرژی بر ردپای اکولوژیکی: کاربرد مدل پانل کوانتایل در کشورهای منتخب منطقه منا

محمد صیادی | m.sayadi@khu.ac.ir
دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران.

سیاب ممی‌پور | s.mamipoor@khu.ac.ir
دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران.

مریم گلوی
دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران.

ابراهیم قائد | ebrahimghaed@mail.um.ac.ir
دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (نویسنده مسئول).

مقاله پژوهشی
دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸ | پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۸

چکیده: هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی (به عنوان شاخصی برای ارزیابی درجهٔ تخریب محیط‌زیست) است. برای این منظور، از داده‌های سالیانه ۱۵ کشور منطقه منا (خاورمیانه و شمال آفریقا) طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ با رویکرد پانل کوانتایل استفاده شده است. مدل پانل کوانتایل امکان بررسی نحوهٔ تاثیر متغیرهای پژوهش بر ردپای اکولوژیکی را طی کوانتایل (چندک)های مختلف فراهم می‌کند. یافته‌ها حاکی از اثرگذاری ضرایب متغیرها بر ردپای اکولوژیکی مطابق مبانی نظری مورد انتظار است، به‌نحوی که تولید ناخالص داخلی سرانه، نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درجهٔ شهرنشینی و بی‌ثباتی سیاسی نیز اثر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارند و شاخص باز بودن تجاری، کنترل فساد، شاخص دموکراسی و بهره‌وری انرژی نیز اثر منفی و معناداری بر ردپای اکولوژیکی می‌گذارند. این اثرگذاری در کوانتایل مختلف ثابت نبوده است، به‌نحوی که میزان اثرگذاری متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، بهره‌وری انرژی، نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درجهٔ شهرنشینی و بی‌ثباتی سیاسی در کوانتایل‌های بالا به‌مراتب بیش‌تر از کوانتایل‌های پایین است و میزان اثرگذاری متغیرهای شاخص باز بودن تجاری، کنترل فساد و شاخص دموکراسی در کوانتایل‌های پایین، بیش‌تر از کوانتایل‌های بالاست.

کلیدواژه‌ها: ردپای اکولوژیکی، مدل پانل کوانتایل، کیفیت نهادی، بهره‌وری انرژی، منطقه منا.

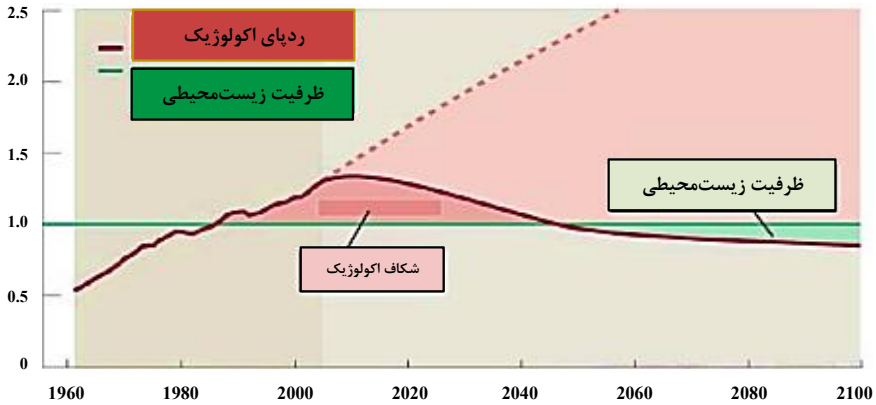
طبقه‌بندی JEL: K32, F18, C23, O13.

فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه | شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۹۰۹۲ doi 10.52547/jpbud.28.2.115
سال بیست و هشتم | شماره ۲ | تابستان ۱۴۰۲ | ص ص ۱۵۴-۱۱۵

مقدمه

یکی از مهم‌ترین موارد آسیب‌پذیری کشورهای جهان، به‌ویژه کشورهای منطقه منا در حوزهٔ مشکلات زیست‌محیطی، مربوط به شاخص ردپای اکولوژیکی[1] است. ردپای اکولوژیکی شاخصی است که نخستین بار توسط واکرناگل و ریس[2] (۱۹۹۸) معرفی شد. این شاخص نشان‌دهندهٔ محدودیت‌های زیست‌محیطی و میزان تجاوز انسان‌ها از این محدودیت‌هاست و حاصل‌جمع ردپای انسان‌ها در زمینه‌ای زراعی، چراگاه‌ها، ماهیگیری، جنگل، انتشار دی‌اکسید کربن و زیرساخت‌هاست. به عبارت دیگر، ردپای اکولوژیکی نشان‌دهندهٔ مقدار زمین و دریای مورد نیاز برای تامین مصارف انسان‌ها در کشورهای مختلف است. همان‌طور که تعریف اشاره‌شده نشان می‌دهد، ردپای اکولوژیکی در قیاس با سایر شاخص‌های زیست‌محیطی مثل انتشار دی‌اکسید کربن نگاه جامع‌تری به مقولهٔ تخریب محیط‌زیست داشته و به همین دلیل در پژوهش حاضر از این شاخص بهره گرفته شده است. با به‌کارگیری شاخص ردپای اکولوژیکی و برآورد ردپای اکولوژیکی[3] مصرف منابع برای بررسی میزان تقاضا و برداشت منابع از یک‌سو، و برآورد ظرفیت زیست‌محیطی[4] تامین منبع مورد نظر از سوی دیگر، می‌توان میزان شکاف اکولوژیکی[5] یا عدم پایداری در مصرف را تخمین زد و تبیین کرد. همچنین، با توجه به مفهوم ظرفیت زیست‌محیطی که میزان توانایی اکوسیستم را در تامین منابع طبیعی مورد نیاز به عنوان عامل تولید برای هر بخش اقتصادی به منظور تولید کالا و خدمات نشان می‌دهد، شکل (۱)، روند ردپای اکولوژیکی، ظرفیت زیستی و شکاف اکولوژیکی را نشان می‌دهد. با بررسی ردپای اکولوژیکی مصرفی و مقایسهٔ آن با ظرفیت زیست‌محیطی می‌توان راهکاری موثر در جهت پیشگیری از هدررفت منابع طبیعی مطرح نمود (Pearce, 2013).

1. Ecological Footprint Index
2. Wackernagel & Rees
3. Ecological Footprin
4. Biocapacity
5. Ecological Gap



شکل ۱: روند ردپای اکولوژیکی، ظرفیت زیستی، و شکاف اکولوژیکی (Pearce, 2013)
Source: https://www.footprintnetwork.org

قابل‌ذکر است که شاخص مربوط به ردپای اکولوژیکی در دو دهه منتهی به سال ۲۰۱۷ بالغ بر ۱۰ درصد رشد کرده است[1] که به معنای افزایش فشار انسان‌ها به محیط‌زیست در جهت رفع نیازهای بشر است. افزایش شاخص ردپای اکولوژیکی می‌تواند ناشی از عوامل متعددی از قبیل توسعه صنعتی، تغییرات آب‌وهوایی، آشفتگی‌های سیاسی، آلودگی آب‌ها، گسترش شهرنشینی و موارد دیگر باشد (Hemati & Khoshkalam Khosroshahi, 2020). در کشورهای در حال توسعه منطقه منا، سهم بسیار بزرگی از صادرات را منابع طبیعی تشکیل می‌دهند (Costantini & Monni, 2008). از این‌رو، این عامل و در کنار آن افزایش جمعیت و تقاضای انسان موجب تخریب محیط‌زیست و ردپای اکولوژیکی این کشورها شده است که از ظرفیت بازسازی زیست‌محیطی، به‌خصوص از اواسط دهه ۱۹۷۰، بسیار بیش‌تر شده است و این فاصله در حال افزایش است. واقعیت بیانگر این است که این کشورها با وجود داشتن منابع طبیعی غنی، از منابع طبیعی خود به شکل صحیح استفاده نمی‌کنند (Akadiri *et al*., 2022). بر اساس آنچه تبیین شد، در ردپای اکولوژیکی، این پرسش مطرح می‌شود که چقدر از ظرفیت زمین به صورت محلی یا در مقیاس جهانی در اختیار بشر قرار دارد؛ از این راه، محدودیت‌های اکولوژیکی‌ای که طبیعت قادر است برای بشر در مدت زمان بیش‌تری تامین کند، شناسایی می‌شود (Kitzes *et al*., 2007). بنابراین، به نظر می‌رسد که بررسی عوامل اثرگذار بر ردپای اکولوژیکی، به‌ویژه در کشورهای منطقه منا، بسیار ضروری است زیرا که بررسی این عوامل می‌توانند

1. www.footprintnetwork.org

تبیین‌کنندهٔ سیاست‌هایی برای بهبود وضعیت این شاخص مهم زیست‌محیطی برای کشورهای منطقه منا باشند.

در مورد بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای منطقه منا می‌توان بیان کرد که برخی معتقدند که شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی و بهره‌وری انرژی می‌توانند موجب افزایش ردپای اکولوژیکی شوند و مطالعات تجربی انجام‌شدهٔ خارجی (Rosa *et al*., 2010; Arouri *et al*., 2012; Destek & Sarkodie, 2019; Zafar *et al*., 2019; Ahmed *et al*., 2020b; Nathaniel *et al*., 2021)، و داخلی (Molaei & Basharat, 2015; Fakher *et al*., 2018; Tarazkar *et al*., 2018; Moridian *et al*., 2021) نیز بالا رفتن روند ردپای اکولوژیکی را ناشی از شاخص‌های اقتصادی نتیجه‌گیری کرده‌اند، به این صورت که اگرچه با افزایش درآمد سرانه نرخ رشد ردپای اکولوژیکی به‌کُندی کاهش می‌یابد، ولی هیچ‌وقت متوقف نمی‌شود و با توجه به این‌که انسان‌ها به اندازهٔ ۳۳ درصد بیش‌تر از مقدار بازتولید از طبیعت مصرف می‌کنند، و به عبارتی، ردپای اکولوژیکی تخریب بالقوهٔ سرمایه‌های طبیعی (نه تخریب واقعی) را اندازه‌گیری می‌کند، می‌تواند شاخصی برای تهدید پایداری تلقی شود. مطالعاتِ دیگر معتقدند که شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی و بهره‌وری انرژی می‌توانند موجب کاهش ردپای اکولوژیکی شوند و گاه ارتباط غیرمستقیم بین آن‌ها را نتیجه می‌گیرند. به این صورت که افزایش بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر به کمینه رساندن تخریب محیط‌زیست پس از سطح آستانه را به دنبال دارد و دولت می‌تواند، با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر نسبت به منابع تجدیدناپذیر و جهانی‌سازی، محیط‌زیست بهتری را فراهم کند که نتیجهٔ آن به بهبود ردپای اکولوژیکی منجر می‌شود (Mrabet *et al*., 2017; Alola *et al*., 2019; Akadiri *et al*., 2019; Pata, 2021; Li *et al*., 2022). در خصوص مطالعات داخلی نیز می‌توان به مطالعات جعفری صمیمی و احمدپور (۲۰۱۱)، پارسا شریف و همکاران (۲۰۲۱)، و اصفهانی و همکاران (۲۰۲۲) اشاره نمود.

بنابراین، پژوهش حاضر به بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای منطقه منا می‌پردازد. همچنین، این‌که کدام یک از متغیرهای مدل اثر بیش‌تری بر ردپای اکولوژیکی در این کشورها دارد، به عنوان تمرکز اصلی این پژوهش مطرح شده است. این پژوهش یکی از نخستین پژوهش‌هایی است که با به‌کارگیری روش داده‌های ترکیبی و رویکرد رگرسیون کوانتایل در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ اثر روابط میان شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی را بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای منطقه منا مورد توجه قرار داد و می‌تواند به این پرسش پاسخ دهد که آیا بین ردپای اکولوژیکی با

شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی در کشورهای منطقه منا رابطه‌ای برقرار است یا خیر؟ متغیرهای به‌کارگرفته‌شده در مدل شامل تولید ناخالص داخلی، درجهٔ باز بودن تجاری، نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، و نرخ شهرنشینی به عنوان شاخص‌های اقتصادی، ثبات سیاسی و کنترل فساد به عنوان شاخص‌های کیفیت نهادی و شاخص بهره‌وری انرژی (که از نسبت تولید ناخالص داخلی سرانه بر مصرف انرژی به‌دست می‌آید) هستند.

مبانی نظری پژوهش

برخلاف شاخص‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای، شاخصی به نام ردپای اکولوژیکی به عنوان موفق‌ترین معیار برای ارزیابی توسعه پایدار محیط‌زیست، مجموعه فشارها بر محیط‌زیست را اندازه‌گیری می‌کند (Esfahani *et al*., 2022). واکرناگل و ریس (۱۹۹۸)، این اصطلاح را در مجامع علمی و در کتاب «ردپای اکولوژیکی ما: کاهش تاثیر انسان بر زمین» رواج دادند. از منظر این دو اندیشمند، هر واحد انسانی (اعم از فرد، شهر یا کشور) تاثیری بر زمین می‌گذارد، زیرا از تولیدات و خدمات طبیعت استفاده می‌کند. به عبارت دیگر، مفهوم ردپای اکولوژیکی فن اندازه‌گیری اثرات اکولوژیکی شهر و راهنمای جوامع به سمت پایداری است. این تکنیک اندازه می‌گیرد که چه مقدار زمین برای تامین نیازهای زندگی به سبک فعلی، برای عوامل مهم زندگی شهری از جمله غذا، مسکن، حمل‌ونقل، کالا و خدمات مورد نیاز است. طریقهٔ محاسبه شاخص ردپای اکولوژیکی بر اساس دو واقعیت ساده صورت می‌پذیرد: نخست، می‌توان ردپای اکثر منابعی را که مصرف می‌کنیم و بیش‌تر زباله‌هایی را که دفع می‌کنیم مشخص کنیم؛ و دوم این‌که، بیش‌تر این جریاناتِ منابع و زباله‌ها می‌توانند به منطقهٔ زیستی تولیدکننده‌ای که برای تدارک این امور لازم است تبدیل شوند. بنابراین، ردپاهای اکولوژیکی نشان می‌دهند که ملل مختلف به چه میزان از طبیعت استفاده می‌کنند (Wackernagel & Rees, 1998).

ردپای اکولوژیکی نشان می‌دهد که لازمهٔ استفاده از منابع و دفع ضایعات به وسیله جمعیت در سطح زمین، استفاده از الگوهای توسعه پایدار است (Lambert & Cushing, 2017). در گزارش توسعه انسانی[1] (۲۰۱۱)، سازمان ملل متحد ردپای اکولوژیکی را به عنوان شاخص پایداری مد نظر قرار گرفته که اهمیت این شاخص را نشان می‌دهد. بر اساس این گزارش، ردپای اکولوژیکی هر فرد، در سطح کره زمین، ۱/۲ هکتار بوده، در حالی که ظرفیت زیست‌کره زمین ۲/۱ هکتار است؛ یعنی جهان با ۰/۹ هکتار کسری اکولوژیکی برای هر فرد مواجه است (Klugman, 2011). در این بخش به‌تفکیک،

1. United Nations Development Programme (UNDP)

به بررسی ارتباط بین متغیر ردپای اکولوژیکی با هر یک از شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی پرداخته می‌شود.

رابطهٔ بین شاخص‌های اقتصادی و ردپای اکولوژیکی

الف) تولید ناخالص داخلی: در ادبیات اقتصادی رابطهٔ بین تولید ناخالص داخلی (GDP) و ردپای اکولوژیکی به صورت U معکوس منحنی محیط‌زیستی کوزنتس (EKC)[1] معروف است (Destek & Sarkodie, 2019). به این صورت که اگر بین تولید ناخالص داخلی (GDP) و ردپای اکولوژیکی در سطوح پایین درآمد رابطهٔ مثبت و بین تولید ناخالص داخلی (GDP) و ردپای اکولوژیکی در سطوح بالای درآمد رابطهٔ منفی وجود داشته باشد، رابطهٔ بین تولید ناخالص داخلی (GDP) و تخریب محیط‌زیست به شکل U معکوس است (Stern, 2004; Molaei & Basharat, 2015). بر اساس این، در مراحل بالای رشد و توسعه اقتصادی، پیشرفت فناوری، افزایش دانش و آگاهی مردم، افزایش سطح سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست، کنترل آلودگی را موجب می‌شود (Sinha & Shahbaz, 2018).

ب) درجهٔ باز بودن تجاری: محیط‌زیست هر کشور علاوه بر اثرپذیری از تحولات اقتصاد داخلی، در معرض تغییرات عرصه تجارت خارجی نیز قرار دارد. این تعامل محیط‌زیست با تجارت خارجی عمدتاً از طریق آزادسازی تجاری صورت می‌گیرد (Polloni-Silva *et al.*, 2021). گروسمن و گروگر[2] (۱۹۹۱)، آثار آزادسازی تجاری بر ردپای اکولوژیکی را به سه اثر مقیاس (رشد اقتصادی)، اثر ترکیب (ترکیب صنایع)، و اثر فناوری (شدت مقررات زیست‌محیطی) تفکیک کردند. اثر مقیاس به افزایش اندازه فعالیت‌های اقتصادی اشاره دارد که به دلیل افزایش دسترسی به بازار در اثر آزادسازی تجاری رخ می‌دهد. با ثبات سایر شرایط، افزایش ردپای اکولوژیکی به احتمال زیاد از اثر مقیاس نشئت می‌گیرد. اثر تکنیک بیانگر تغییر در فناوری تولید، به‌ویژه تغییر به سمت فناوری پاک است و به تغییر شیوه‌های تولید ناشی از آزادسازی تجاری اختصاص دارد. با افزایش درآمد سرانه در اثر تجارت و رشد اقتصادی، تقاضا برای مقررات زیست‌محیطی و به‌کارگیری آن‌ها در حوزه تولید و مصرف به‌طور معمول افزایش می‌یابد. این اثر ممکن است به نفع ردپای اکولوژیکی تمام شود. اثر ترکیبی هم به این معناست که پس از یک مرحله آزادسازی تجاری، پیکره و ساختار صنعتی اقتصادها تغییر می‌یابد و هر کشور در تولید محصولاتی که در آن‌ها مزیت نسبی دارد تخصص پیدا می‌کند. بنابراین، تاثیر نهایی این اثر بر افزایش

1. Environmental Kuznets Curve
2. Grossman & Krueger

ردپای اکولوژیکی به عوامل تعیین‌کنندهٔ مزیت نسبی یک کشور بستگی دارد (Ali *et al*., 2020).

ج) سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی: نحوهٔ اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر ردپای اکولوژیکی، به‌ویژه در مورد کشورهای منطقه منا متفاوت است. برخی از دانشمندان، مانند استرن (۲۰۰۳)، معتقدند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به علت اثرگذاری بر رشد اقتصادی می‌تواند بر ردپای اکولوژیکی اثر بگذارد. آن‌ها با تاکید بر فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس، که بیانگر رابطهٔ U معکوس بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیستی است، استدلال می‌کنند کشورهای در حال توسعه که هنوز در نیمهٔ چپ این منحنی قرار دارند، با افزایش میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که به رشد اقتصادی کمک می‌کند، وضعیت محیط‌زیستی و در نتیجه ردپای اکولوژیکی خود را بدتر می‌نمایند (Seker *et al*., 2015). همچنین، برخی از دانشمندان با بیان فرضیه پناهگاه آلودگی نتیجه می‌گیرند که ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشورهای در حال توسعه به افزایش ردپای اکولوژیکی منجر می‌شود، زیرا فرضیه پناهگاه آلودگی اشاره به این وضعیت دارد که کشورهای توسعه‌یافته، به‌ویژه آن‌هایی که در صنایع آلاینده فعالیت دارند، عمدتاً تمایل دارند صنایع آلایندهٔ خود را به کشورهایی انتقال دهند که استانداردهای محیط‌زیستی ضعیف‌تری دارند. این کار اغلب در قالب تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انجام می‌شود که نتیجهٔ ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای کشور میزبان با استانداردهای زیست‌محیطی پایین، که اغلب درآمد پایینی دارند، افزایش ردپای اکولوژیکی است (Musah *et al*., 2022).

د) نرخ شهرنشینی: در مورد رابطهٔ بین نرخ شهرنشینی و ردپای اکولوژیکی دو دیدگاه متفاوت وجود دارد. دیدگاه اول، این است که تاثیر افزایش نرخ شهرنشینی بر ردپای اکولوژیکی مثبت است، زیرا با افزایش شهرنشینی، استفاده از زیرساخت‌ها، حمل‌ونقل و انرژی افزایش می‌یابد و همچنین انتقال از کشاورزی به صنعت، باعث افزایش ردپای اکولوژیکی می‌گردد (Ahmed *et al*., 2020a). دیدگاه دوم تاکید می‌کند که فرهنگ شهرنشینی باعث بهینه شدن مصرف انرژی در شهرها نسبت به روستاها می‌شود و به کاهش آلودگی محیط‌زیستی و ردپای اکولوژیکی می‌انجامد (Li *et al*., 2022). بنابراین، رابطهٔ بین نرخ شهرنشینی و ردپای اکولوژیکی می‌تواند مثبت یا منفی باشد. یورک[1] و همکاران (۲۰۰۳)، استدلال می‌کنند که اثرات زیست‌محیطی ممکن است از رابطه کوزنتس نسبت به پدیده شهرنشینی و توسعه اقتصادی پیروی کند، زیرا شهرنشینی با خود، جنبهٔ کلیدی و نوسازی را

1. York

به همراه دارد و ممکن است به بهبود در کارایی و مدیریت بیانجامد. از سوی دیگر، فوستر[1] (۱۹۹۹) معتقد است که شهرنشینی عاملی کلیدی است که به انهدام و تخریب محیط‌زیست و جامعه منتهی می‌شود. در حقیقت، کارهای تجربی نتایج متفاوتی از تاثیر شهرنشینی بر محیط‌زیست نشان داده است، به‌طوری که مارتینز-زارزوسو[2] و همکاران (۲۰۰۷) تبیین می‌کنند که رابطه این دو موضوع پیچیده است و بستگی به شهرنشینی و نوع اثرات زیست‌محیطی دارد.

رابطهٔ بین شاخص‌های کیفیت نهادی و ردپای اکولوژیکی

الف) بی‌ثباتی سیاسی: یکی دیگر از عوامل موثر بر عملکرد محیط‌زیست بی‌ثباتی سیاسی است. در حالت کلی، می‌توان ادعا نمود که نقطهٔ آغاز بی‌ثباتی سیاسی تقاضا برای تغییرات سیاسی است. این تقاضا از دو جنبه قابل‌بررسی است. از منظر نخست نیاز به تغییرات از ساختار داخلی حاکمیت سیاسی آغاز می‌شود که می‌تواند عوامل متعددی همچون به‌وجود آمدن اختلاف و کشمکش میان سیاستگذاران باشد. از منظر دوم، احساس نیاز به اِعمال تغییرات از خارج سیستم به ساختار سیاسی تحمیل می‌شود. بیش‌تر منشأ این تقاضا می‌تواند افزایش سطح آگاهی مردم، نارضایتی از نظام سیاسی، فشار گروه‌های اپوزوسیون و... باشد. به هر حال، آنچه که مسلّم است، بی‌ثباتی سیاسی فارغ از نوع و شدت خود، همواره انرژی و پتانسیل‌هایی را که باید در مسیر بهبود عملکرد محیط‌زیست به‌کار گرفته شوند از بین می‌برد و روند طبیعی حفاظت محیط‌زیست را در اثر سوء مدیریت که ناشی از منازعات درون‌حزبی و برون‌حزبی است منحرف می‌سازد و سرعت روند بهبود عملکرد محیط‌زیست را کاهش می‌دهد. بی‌ثباتی سیاسی با از بین بردن امکان سرمایه‌گذاری، سبب تخریب و کاهش کیفیت محیط‌زیست می‌شود، برای مثال، در کشورهایی که احتمال کودتا، شورش‌های خیابانی، ترور و دیگر اَشکال تغییر غیرمسالمت‌آمیز قدرت وجود دارد، انگیزه برای سرمایه‌گذاری از بین می‌رود. همچنین، افزایش بی‌ثباتی سیاسی ممکن است در اجرای سیاست‌های محیط‌زیست مشکلاتی از قبیل کاهش سرمایه‌گذاری در جهت فناوری کاهش آلودگی محیط‌زیست را سبب شود. در نتیجه، در کشورهایی با درجه بالایی از فساد و بی‌ثباتی سیاسی، ممکن است اجرای سیاست‌های محیط‌زیستی مختل شود (Wollscheid, 2005). به‌طور کلی، بی‌ثباتی سیاسی و خشونت نشان‌دهندهٔ آن است که دولت‌ها بر اساس انتخابات آزاد روی کار نیامده‌اند و نارضایتی وسیع عمومی نسبت به شرایط اقتصادی، اجتماعی

1. Foster
2. Martínez-Zarzoso

و سیاسی زمینه‌های شورش و جنگ داخلی را به‌وجود آورده‌اند (Mustafavi, 2016). بنابراین، آشکار است که جنگ و خشونت در جامعه کارکردهای اصلی و اولیه اقتصاد و محیط اجتماعی و محیط‌زیست از قبیل کارایی فرایندهای تولید و توزیع، کیفیت استاندارد زندگی، کاهش نابرابری، مواجه با بیکاری، کنترل تورم و حفاظت از منابع محیط‌زیست را با مشکل مواجه می‌سازد و با آسیب‌هایی که به زیرساخت‌های فیزیکی، انسانی، محیط‌زیستی و انگیزشی جامعه وارد می‌کند امکان دستیابی به توسعه پایدار را محدود می‌کند یا به تاخیر می‌اندازد (Shahabadi & Pourjavan, 2013).

ب) کنترل فساد: فساد به معنای استفاده از قدرت عمومی در جهت تامین منافع شخصی یا گروهی است که آثار زیان‌باری بر رشد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست دارد. علاوه بر این، وجود فساد جذابیت‌های اقتصاد را برای سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی کاهش می‌دهد و بنگاه‌های دولتی را به سمت فعالیت‌های غیررسمی، که عمدتاً با پرداخت کم‌تر مالیات به دولت همراه است، سوق می‌دهد.

یکی از مشکلات مهمی که در دهه‌های اخیر بر روند عملکرد محیط‌زیست تاثیرگذار بوده است، وجود فساد در بخش محیط‌زیستی است. سیستم قانونگذاری ناکافی، کمبود احترام به تساوی افراد در برابر قانون، دموکراسی ضعیف، قدرت وسیعی که به مقام‌های رسمی داده می‌شود، پاسخگویی و مسئولیت‌پذیری پایین، شفاف‌سازی ضعیف و نبودِ انگیزه در میان مسئولان از جمله عوامل ایجاد فساد هستند. فساد در بخش محیط‌زیست از طریق به‌کارگیری منافع عمومی، که از طریق منابع محیط‌زیست به‌دست آید، در جهت منافع خصوصی ایجاد می‌شود (Welsch, 2004). فساد ممکن است در طول بسیاری از معاملات و دادوستدها، از طریق به‌کارگیری امکانات دولتی در جهت منافع شخصی در زمان اجرای سیاست‌های ملّی اتفاق افتد. همچنین، فساد هنگام اجرای برنامه‌های محیط‌زیست مانند صادر کردن مجوز و جمع‌آوری مالیات‌های محیط‌زیست به‌وجود می‌آید. کوتاهی در پیاده کردن برنامه‌های محیط‌زیست با رشوه گرفتن در زمان صادر کردن مجوز و جمع‌آوری مالیات‌های محیط‌زیست به شکل‌گیری فساد منجر می‌شود (Bhattarai & Hammig, 2001). سن (۱۳۸۱)، کالاهای محیط‌زیستی را نوعی کالای عمومی در نظر می‌گیرد که در آن نقش بازارها در تخصیص این منابع نه‌تنها بستگی به آنچه می‌توانند انجام دهند دارد، بلکه همچنین وابسته به چیزی است که آن‌ها مجاز به انجامش هستند. منافع بسیاری از مردم به‌خوبی به وسیله کارکرد روان بازارها تامین می‌شود، ولی گروه‌هایی نیز وجود دارند که منافع مقرر آن چنین کارکردی آسیب می‌بینند. اگر گروه‌های اخیر که افزایش فساد و ناکارامدی دولت به قدرتمند شدن آن‌ها منجر می‌شود به لحاظ سیاسی قدرتمند و پرنفوذ باشند، می‌توانند کاری کنند که بازارها سهم کافی در اقتصاد نداشته باشند و تخصیص منابع

از جمله کالاهای محیط‌زیستی را با مشکل روبه‌رو سازند (سن، ۱۳۸۱).

فساد آثار مخرب متعددی دارد، نهادهای ملّی تضعیف می‌شوند و بهره‌برداری لجام‌گسیخته از منابع طبیعی از جمله این آثار هستند. کانال‌های دیگری که محیط‌زیست می‌تواند از فساد تاثیر پذیرد، بخش‌هایی از جمله کشاورزی و تهیه منابع عمومی است. برای مثال، فساد در بخش جنگل، تاثیرات محیط‌زیستی و اجتماعی بسیاری ایجاد می‌کند که مستلزم مداخله قوی و صحیح از طرف دولت است. اگر دولت مفسد باشد، امید برای کنترل اَعمال مفسدانه افرادی که جزو کارمندان دولت نیستند، کاهش می‌یابد. فساد در بخش محیط‌زیستی بودجه‌های محیط‌های اختصاصی را متوجه برنامه‌های محیط‌زیستی می‌کند تا هزینه‌ها را از طریق اختلاس و رشوه‌خواری خصوصی کند. این امر به نقصان منابع طبیعی و آلودگی محیط‌زیست از طریق رشوه‌خواری در بازرسی محیط‌زیستی منجر می‌شود. فساد به توسعه سیاست‌های مخرب محیط‌زیستی دامن می‌زند و به اختصاص ناعادلانهٔ منابع محیط‌زیستی منجر می‌شود (Damania *et al*., 2003). بالا بودن سطح فساد اداری، نگرانی‌های محیط‌زیستی دولت را کم‌تر می‌کند و کنترل کیفیت محیط‌زیست را با تاخیر همراه می‌کند و نیز تصویب و اجرای قوانین سخت‌گیرانهٔ محیط‌زیستی را به تعویق می‌اندازد (Leitão, 2010). فساد به افزایش فقر در جامعه و از بین رفتن اعتماد مردم به عدالت دولت منجر می‌شود. در بخش منابع طبیعی و محیط‌زیستی از طریق گرفته شدن حق مردم از منابع طبیعی، سهم ویژه‌ای از بخش خصوصی افزایش می‌یابد. می‌توان گفت، به دلیل سرمایه‌گذاری و تامین مالی ضعیف، مدیریت ضعیف سازمان‌ها و نهادهای مرتبط، عدم برنامه‌گذاری صحیح در بخش محیط‌زیستی، فساد در این بخش بیش‌تر آشکار می‌شود (Angelsen, 2009).

ج) دموکراسی: دموکراسی در آغاز شکل‌گیری در یونان باستان به صورت مشارکت مستقیم مردم در امور عمومی بود، اما در دوران جدید و با گسترده شدن جوامع، مشارکت غیرمستقیم مردم مطرح گردید و بدین ترتیب، دموکراسی مستقیم یونانی جای خود را به دموکراسی نمایندگی داد. در این نوع از دموکراسی، مردم با انتخاب نماینده‌ای برای اخذ تصمیمات عمومی و اجرای آن‌ها حاکمیت خود را اِعمال می‌کنند. بنابراین، از لحاظ شکل حکومت، برخی از دموکراسی‌ها مبتنی بر دخالت مستقیم مردم در فرایند تصمیم‌گیری سیاسی هستند (دموکراسی یونان باستان و دموکراسی روسویی) و برخی مبتنی بر انتخاب نمایندگان توسط مردم هستند (دموکراسی نمایندگی) (Dasgupta & Mäler, 1995). در پیوند دموکراسی با محیط‌زیست و ردپای اکولوژیکی مستقیم‌ترین راه‌حل استفاده از ادبیات علوم

سیاسی است. پایینه[1] (۱۹۹۵)، چهار دلیل برای عملکرد بهتر زیست‌محیطی دولت‌های دموکراتیک ذکر می‌کند: ۱. پاسخگویی (مسئولیت): کشورهای دموکرات مسئولیت‌پذیری بیش‌تری دارند، در نتیجه نگرانی‌های زیست‌محیطی را نادیده نمی‌گیرند. ۲. اطلاعات: دموکراسی تمایل به تسهیل دسترسی بیش‌تر به اطلاعات دارد. مطبوعات آزاد و دیگر شکل‌های اطلاعات شهروندان را قادر خواهد ساخت که اطلاعات بیش‌تری دربارهٔ مسائل زیست‌محیطی و اکتشافات معدنی بدانند. ۳. جامعه مدنی: طرفداران محیط‌زیست در صورت وجود آزادی بیان و مشارکت همگانی، به احتمال زیاد شهروندان را در مسائل زیست‌محیطی و فشار گذاشتن دولت سازماندهی می‌کنند. ۴- همکاری بین‌المللی: دولت‌های دموکراتیک همکاری بیش‌تری میان خودشان دارند. در نتیجه، به احتمال زیاد به پیمان‌های بین‌المللی زیست‌محیطی متعهد هستند. لافرتی و میدوکرافت[2] (۱۹۹۶)، در ارتباط با رابطه بین دموکراسی و محیط‌زیست سه مقوله مهم را مطرح می‌کنند: اول این‌که، شهروندان در نظام‌های دموکراتیک می‌توانند رهبران خود را در برابر اَعمال‌شان پاسخگو نگه دارند. آن‌ها در موقعیت بهتری برای تاکید بر سیاست‌های مدافع محیط‌زیست و همچنین مقاومت در برابر سیاست‌های ضدمحیط‌زیست قرار دارند. دولت‌های خودکامه به دنبال تحمیل مضرات زیست‌محیطی به مردم محلی می‌توانند آزادانه از سیاست‌ها بهره‌مند شوند. برای مثال، واگذاری امتیازات استخراج معادن توسط دولت به نفع دولت یا حاکمان فردی باعث تخریب محیط‌زیست و تهدید معیشت محلی می‌شود. رهبران منتخب در یک نظام دموکراتیک بایستی با اقتدار تمام از سیاست‌های مخرب محیط‌زیست دوری کنند، هرچند که ممکن است در دورهای بعدی انتخابات، کرسی پارلمانی را از دست بدهند. دوم، تا حدی که دموکراسی، پاسخگویی بیش‌تر رهبران سیاسی را برای نیازهای حوزه انتخابی خودشان تشویق می‌کند، موجب تلاش‌هایی برای توسعه اجتماعی و اقتصادی می‌شود، به مردم روستایی ظرفیت بیش‌تری برای سرمایه‌گذاری در کشاورزی پایدار و حفاظت از محیط‌زیست می‌دهد. سوم، مشارکت محلی در تصمیم‌گیری و مدیریت زیست‌محیطی افزایش می‌یابد. دولت‌های دموکراتیک می‌توانند از راهنمایی‌های نادرست، سیاست‌های بی‌اثر و بی‌توجهی به دانش و مهارت‌های محلی (از طریق رهیافت‌های حفاظت مشارکتی) دوری کنند. در مقابل، نظرات موافق تاثیر دموکراسی بر محیط‌زیست، برخی از دانشمندان نیز دموکراسی را موجب تخریب محیط‌زیست می‌دانند. برای مثال دسای[3] (۱۹۹۸) اعتقاد دارد، از آن‌جا که دموکراسی باعث رشد و توسعه اقتصادی می‌شود و رشد

1. Payne
2. Lafferty & Meadowcroft
3. Desai

اقتصادی نیز آلودگی و تخریب محیط‌زیست را به بار می‌آورد، در نتیجه دموکراسی لزوماً باعث حمایت از محیط‌زیست نمی‌شود. همچنین، از دیدگاه میدلارسکی[1] (۱۹۹۸)، سه شاخص تخریب محیط‌زیست (انتشار CO2، ردپای اکولوژیکی، و فرسایش خاک) با دموکراسی رابطهٔ عکس دارند.

رابطهٔ بین شاخص بهره‌وری انرژی و ردپای اکولوژیکی

به منظور بررسی روابط نظری بین بهره‌وری انرژی و ردپای اکولوژیکی نیاز است که ابتدا رابطهٔ بین مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی بررسی شود. در بررسی مبانی نظری ارتباط بین مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی، سه رویکرد توسط پژوهشگران مطرح شده است. اولین رویکرد در بررسی این رابطه، فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس است. سیمون کوزنتس در سال ۱۹۵۵ وجود رابطه‌ای به شکل U وارونه را میان متغیرهای رشد اقتصادی و توزیع درآمد بررسی کرده است. سپس در دهه ۱۹۹۰ فرضیه‌ای بر مبنای وجود چنین رابطه‌ای برای شاخص‌های تخریب محیط‌زیست و درآمد سرانه مطرح و آزمون‌ها برای صحت این نظریه توسط گروسمن و گروگر (۱۹۹۱)، استرن (۲۰۰۴)، و دیندا[2] (۲۰۰۴) انجام شده است. صنایع مختلف مقادیر متفاوتی از آلایندگی را به همراه دارند و ترکیب ستانده نیز در دوران مختلف رشد اقتصادی متفاوت است. بررسی مراحل توسعه نشان می‌دهد که در مراحل اولیه این فرایند، اقتصاد از محور کشاورزی به سمت ایجاد صنایع سنگین با آلایندگی بالا حرکت می‌کند. در مراحل بعدی، اقتصاد از محور صنایع سنگین به سمت محور خدمات و صنایع سبک با آلایندگی کم‌تر می‌رود و تغییرات در ترکیب نهاده‌ها به‌تدریج موجب جایگزینی نهاده‌های پاک‌تر به‌جای انواع آلاینده‌ها می‌شود. برای مثال، جایگزینی گاز طبیعی به‌جای زغال سنگ یا جایگزینی زغال سنگ با درصد سولفور پایین‌تر به‌جای زغال سنگ با درصد سولفور بالا. ثابت بودن مقیاس تولید، ترکیب نهاده‌ها و فناوری، ما را قادر به حرکت بر یک منحنی هم‌مقداری تولید در تابع تولید نئوکلاسیکی می‌کند (Stern, 2011). رویکرد دوم، یافتن روابط علّی میان متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف انرژی است. آیرس و نایرن[3] (۱۹۸۴)، بیان می‌کنند در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی مهم‌ترین عامل رشد اقتصادی است و نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه در به‌کارگیری انرژی هستند. دنیسون[4] (۱۹۸۵)

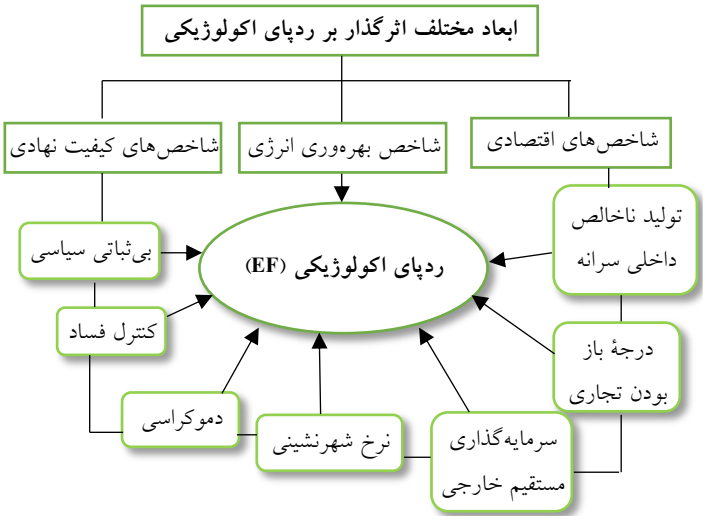
1. Midlarsky
2. Dinda
3. Ayres & Nair
4. Denison

و برندت و وود[1] (۱۹۸۶) نیز بیان می‌کنند اثر انرژی بر تولید به واسطه نیروی کار و سرمایه صورت می‌گیرد، اما خود بر تولید تاثیری ندارد. پیندیک[2] (۱۹۷۹)، عقیده دارد اثر قیمت انرژی بر تولید به نقش انرژی در ساختار تولید بستگی دارد. وی عقیده دارد که کاهش مصرف انرژی به دلیل افزایش در قیمت آن، موجب کاهش تولید می‌شود. در این رویکرد، رشد اقتصادی مستلزم مصرف بیش‌تر انرژی است و استفادهٔ کارا از انرژی نیازمند رسیدن به مراحل بالاتری از توسعه اقتصادی است. به همین دلیل، در این رویکرد تبیین روابط علّی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. مطالعات کرفت و کرفت[3] (۱۹۷۸)، نارایان و اسمیت[4] (۲۰۰۸)، بلوم[5] (۲۰۰۹)، از جمله مطالعاتی هستند که با کمک مدل‌های هم‌انباشـتگی و علّیت گرنجری سعی در تبیین این روابط داشته‌اند. رویکرد سوم، تلفیق دو رویکرد ذکرشده است، به‌طوری که ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و کیفیت محیط‌زیست را بررسی می‌کند (Pao, 2009).

در این پژوهش، رویکرد مورد استفاده رویکرد سوم است که نسبت به دو رویکرد قبلی جامعیت بیش‌تری دارد و از شاخص بهره‌وری انرژی به دلیل اهمیت بالای خود در انعکاس نحوهٔ مصرف انرژی انتخاب شد.

در این بخش خلاصه‌ای از نظریات مطرح‌شده در خصوص ارتباط بین شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی بر کیفیت محیط‌زیست و ردپای اکولوژیکی ارائه شد. بررسی نظریات حوزه ردپای اکولوژیکی بیانگر وجود نگاه چندبُعدی در سنجش ردپای اکولوژیکی است، به‌گونه‌ای که اهمیت هر یک از ابعاد کم‌تر از بُعد دیگر نخواهد بود. ابعاد مختلف موثر بر ردپای اکولوژیکی را می‌توان به صورت شکل (۲) نشان داد. این شکل، تمامی نماگرهای مختلف مطرح‌شده در ادبیات نظری این حوزه را دربر می‌گیرد.

1. Berndt & Wood
2. Pindyck
3. Kraft & Kraft
4. Narayan & Smyth
5. Bloom



شکل ۲: چارچوب مفهومی پژوهش

پیشینهٔ پژوهش

در این بخش، آنچه که به عنوان پیشینه موضوع بدان اشاره خواهد شد، ترکیبی از مطالعات در دسترس در حوزهٔ ارزیابی تاثیر متغیرهای اقتصادی ـ نهادی ـ انرژی بر ردپای اکولوژیکی است.

رحمان[1] و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی تاثیر جهانی شدن، مصرف انرژی و تجارت بر ردپای اکولوژیکی در پاکستان با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی گسترده (ARDL) در طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۷۴ پرداختند. یافته‌های تعاملات کوتاه‌مدت نیز نشان می‌دهد که جهانی شدن، مصرف انرژی، تجارت و رشد تولید ناخالص داخلی دارای پیوندهای سازنده هستند. با این حال، بررسی واردات سوخت ارتباطی نامطلوب با ردپای اکولوژیکی را آشکار می‌کند. نتایج حداکثر احتمال اطلاعات محدود نشان می‌دهد که متغیرهای جهانی‌سازی، مصرف انرژی، تجارت و واردات سوخت دارای پیوندهای تولیدی هستند، در حالی که بررسی رشد تولید ناخالص داخلی پیوند مخالفی با ردپای اکولوژیکی آشکار می‌کند. خان[2] و همکاران (۲۰۲۱)، ارتباط بین بهره‌وری انرژی حاصل از فنی و ردپای اکولوژیکی در منطقهٔ A-3 را با استفاده از داده‌های تابلویی در طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۰۱

1. Rehman
2. Khan

مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که نرخ شهرنشینی و کارایی انرژی عاملی فزاینده در ردپای اکولوژیکی است. در نهایت، این مطالعه توصیه می‌کند که استفادهٔ بهینه از منابع انرژی و همچنین سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی برای محیط‌زیست پایدار ضروری است. اوزار[1] (۲۰۲۱)، به بررسی رابطه بین کیفیت نهادی و ردپای اکولوژیکی در کشورهای E-7 از طریق برآوردگرهای AMG و CCEMG در طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۲ پرداخت. یافته‌ها نشان می‌دهد که کیفیت سازمانی باعث کاهش ردپای اکولوژیکی در کشورهای E-7 می‌شود و برعکس، رشد اقتصادی و مصرف انرژی موجب افزایش فشار اکولوژیکی در این کشورها می‌گردد. علاوه بر این، تاثیر کیفیت نهادی بر ردپای اکولوژیکی ناهمگونی را در سطح کشورهای چین، هند، اندونزی و روسیه نشان می‌دهد، در حالی که چنین رابطه‌ای را در سایر کشورها پیدا نمی‌کند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد مصرف انرژی مهم‌ترین عامل در افزایش فشار اکولوژیکی در همه کشورها باشد. همان‌طور که از نتایج به‌دست آمد، می‌توان گفت که بهبود کیفیت سازمانی و افزایش منابع تجدیدپذیر در سبد انرژی از اقدامات راهبردی در جهت بهبود کیفیت زیست‌محیطی در کشورهای E-7 است. گوپتا[2] و همکاران (۲۰۲۲)، به بررسی عوامل تعیین‌کنندهٔ ردپای اکولوژیکی و PM2.5 با تاکید بر نقش شهرنشینی، منابع طبیعی و نوآوری‌های فناورانه در بنگلادش با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی گسترده (ARDL)[3] در طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۰ پرداختند. نتایج مدل نشان داد که شهرنشینی، تراکم جمعیت و مصرف انرژی عوامل اصلی تعیین‌کنندهٔ ردپای اکولوژیکی و PM2.5 هستند. با این حال، نوآوری‌های فناورانه و منابع طبیعی باعث کاهش ردپای اکولوژیکی و PM2.5 می‌شود. این پژوهش همچنین برخی از پیامدهای سیاستی مهم در رابطه با پایداری زیست‌محیطی را پیشنهاد کرده است.

مولایی و بشارت (۲۰۱۵)، به بررسی ارتباط بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی به عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست در ایران با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی گسترده (ARDL) در طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۶۵ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت تاثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی سرانه دارد. ضریب تصحیح خطای به‌دست‌آمده در این مدل نشان می‌دهد که ۷۳ درصد از عدم تعادل ردپای اکولوژیکی سرانه تعدیل می‌شود و به سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود. فاخر و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی رابطهٔ باز بودن تجاری و مالی با ردپای اکولوژیکی در کشورهای منتخب در حال توسعه با

1. Uzar
2. Gupta
3. Autoregressive Distributed Lag (ARDL)

استفاده از الگوی سیستم معادلات همزمان مبتنی بر داده‌های تابلویی در طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۴ پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که عوامل بسیاری می‌توانند بر میزان باز بودن تجاری و مالی تاثیر بگذارند و نمی‌توان این متغیرها را برون‌زا در نظر گرفت. با درون‌زا در نظر گرفتن متغیرهای باز بودن تجاری و مالی و بررسی عوامل موثر بر آن‌ها، تاثیر این متغیرها بر ردپای اکولوژیکی با دقت بیش‌تری مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس این، متغیر باز بودن تجاری تاثیر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی (تاثیر منفی بر کیفیت محیط) دارد. از سوی دیگر، با توجه به فرضیه پناهگاه آلودگی، متغیر باز بودن مالی تاثیر مثبت و معناداری بر شاخص ردپای اکولوژیکی دارد. دلیری (۲۰۲۰)، به بررسی ارتباط بین رد پای اکولوژیکی و رشد اقتصادی در کشورهای عضو گروه D-8 و آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس با استفاده از مدل PStR در طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۶۱ پرداختند. نتایج برآورد سری زمانی نشان از آن دارد که ارتباط غیرخطی در هر هشت کشور وجود دارد، اما فرضیه کلاسیک کوزنتس تنها در مالزی، مصر و ترکیه وارونه نبود. در ایران، ارتباط بین ناخالص داخلی سرانه و شاخص رد پای اکولوژیک سرانه به شکل N است و در سطوح تولید ناخالص داخلی سرانه ۵۸۶۴ دلار و ۱۰۵۱۴ دلار جهت ارتباط این دو متغیر تغییر خواهد کرد. از سوی دیگر، آزمون فرضیه کوزنتس با استفاده از مدل‌های انتقال ملایم پانلی نشان داد که در بین این کشورها ارتباط غیرخطی با یک حد آستانه بین تولید ناخالص داخلی و جای پای اکولوژیک وجود داشته است، به‌گونه‌ای که در رشدهای اقتصادی زیر ۸/۳ درصد ارتباط مستقیم و در رشدهای اقتصادی بالای ۸/۳ ارتباط عکس بین تولید ناخالص داخلی و جای پای اکولوژیک وجود دارد. پارسا شریف و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی عوامل موثر بر ردپای اکولوژیکی کشورهای آسیایی و اروپایی منتخب با استفاده از داده‌های تابلویی در طی دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۲ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین ردپای اکولوژیکی سرانه و متغیرهای مصرف انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه مثبت و بین ردپای اکولوژیکی و متغیرهای تجارت آزاد رابطه منفی وجود دارد. همچنین، نتایج نشان داد که فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس در این‌جا همان رابطه U معکوس است. در هر دوره ۲۲ ساله، ۵۶ درصد از عدم تعادل تعدیل می‌شود و به روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود.

با بررسی مطالعات انجام‌شده، به نظر می‌رسد مطالعه‌ای که با استفاده از روش داده‌های ترکیبی و رویکرد رگرسیون کوانتایل به بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای منطقه منا پرداخته شده باشد، انجام نشده است. با توجه به این خلأ مطالعاتی، انجام پژوهشِ پیشارو حائز اهمیت است.

روش‌شناسی و داده‌های پژوهش

روش رگرسیون چندک (کوانتایل) که توسط کوانکر و باسِت[1] (۱۹۷۸) معرفی شد، برخلاف روش حداقل مربعات معمولی اثر نهایی متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته در نقاط مختلف توزیع، و نه‌فقط میانگین، را بررسی می‌کند. این روش نسبت به روش حداقل مربعات معمولی مزیت‌هایی دارد، از جمله حساسیت کم‌تری نسبت به داده‌های پرت دارد و تخمین‌ها نسبت به نرمال نبودن قوی و مستحکم هستند. علاوه بر ویژگی‌های فوق، رگرسیون کوانتایل نسبت به حداقل مربعات معمولی در حضور ناهمسانی واریانس قوی است.

یک مدل پانل ساده را در نظر بگیرید:

$$y_{it} = x`_{it}\beta_\tau + c_i + u_{it} \quad (۱)$$

که در آن i نشان‌دهندهٔ کشورها و t زمان است. y_{it} و $x`_{it}$ به‌ترتیب c نشان‌دهندهٔ رشد اقتصادی و برداری از رگرسورهاست. β و u نیز به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ برداری از پارامترها و جزء اخلال است. در روش رگرسیون کوانتایل برای ترکیب‌بندی توابع مختلف چندکی از توزیع شرطی استفاده می‌شود. هر رگرسیون چندکی نیز یک نقطهٔ منحصر به فرد از توزیع شرطی را فراهم می‌کند. با قرار دادن رگرسیون چندک‌های مختلف در کنار یکدیگر توزیع کاملی از توزیع شرطی اصلی فراهم می‌شود (Homaunifar & Totonchi, 2021).

مدل رگرسیون کوانتایل برای کوانتیل τاُم متغیر وابسته به عنوان تابع خطی از متغیرهای توضیحی به صورت رابطه (۲) برآورد می‌شود (Koenker & Bassett, 1978; Kato *et al*., 2012):

$$Quant_\tau(y_{it}|x_{it}, c_i) = x`_{it}\beta_\tau + c_i \quad (۲)$$

که در آن $Quant_\tau(y_{it}, x_{it})$ نشان‌دهندهٔ کوانتایل شرطی τاُم از y_{it} در سطوح داده‌شده از $x`_{it}$ است. در این رابطه c اثر تغییر مکان بر کوانتایل شرطی متغیر وابسته است. بررسی رگرسیون چندک در تحقیقاتی که دارای توزیع نامتقارن، توزیع با دنباله‌های پهن هستند، بسیار اهمیت دارد. برای برآورد ضرایب مدل فوق از حداقل‌سازی قدر مطلق خطاها با وزن‌دهی مناسب از رابطه (۳) استفاده می‌کنیم:

$$min\beta_\tau \left\{\sum_{i:y_{it}\geq x_{it}\beta_\tau + c_i} |y_{it} - x`_{it}\beta_\tau + c_i| + \sum_{i:y_{it}<x_{it}\beta_\tau + c_i} (1-\tau)|y_{it} - x`_{it}\beta_\tau + c_i|\right\} \quad (۳)$$

با توجه به این‌که θ برابر با مقادیر مختلف است، بنابراین با حل این مدل، پارامترهای متفاوتی

1. Koenker & Bassett

به‌دست می‌آید. برای مثال، میانگین رگرسیون یک مورد خاص از رگرسیون کوانتایل تحت $\theta = 0.5$ است (Xu & Lin, 2018).

این پژوهش از لحاظ روش، علّی ـ تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است و روش جمع‌آوری اطلاعات نیز از نوع اسنادی ـ کتابخانه‌ای است. کلیه متغیرها به صورت سالیانه و لگاریتمی وارد مدل شده‌اند و با توجه به داده‌های در دسترس، منتخبی از کشورهای منا حوزه مطالعاتی مورد نظر است. دوره مورد استفاده با توجه به دسترسی همه داده‌ها از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ در نظر گرفته شده است. جدول (۱)، تعریف و منبع استخراج متغیرهای وابسته و مستقل به‌کاررفته در پژوهش را توصیف می‌کند.

جدول ۱: تعریف و منبع استخراج متغیرهای پژوهش

علامت اختصاری	نام متغیرها	تعریف و واحد متغیرها	منبع
LECF	لگاریتم ردپای اکولوژیکی	شاخصی است که برای ارزیابی وابستگی انسان به منابع طبیعی با محاسبه میزان نیاز محیط به منظور حفظ یک سبک زندگی خاص استفاده می‌شود و برحسب هکتار جهانی اندازه‌گیری می‌شود. اگر هکتار ردپا کم باشد، به این معناست که جامعه کم‌تر از منابع طبیعی استفاده می‌کند و پایدارتر است، اما اگر هکتار ردپا زیاد باشد، به این معناست که جامعه بیش‌تر از ظرفیت زمین برای بازسازی منابع استفاده می‌کند و ناپایدار است.	(Global Footprint Network) GFN https://www.footprintnetwork.org/
LGDP	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	شاخصی است که از تقسیم GDP حقیقی بر جمعیت هر کشور به‌دست می‌آید که در این‌جا واحد اندازه‌گیری آن برحسب میلیون دلار به قیمت ثابت ۲۰۱۰ در نظر گرفته شده است.	(World Bank Data) WBD https://data.worldbank.org/
LDTO	لگاریتم درجهٔ باز بودن تجاری (صادرات + واردات / GDP)	به میزان در معرض قرار گرفتن یک کشور به تجارت و رقابت به منظور سرمایه‌گذاری اشاره دارد که از حاصل‌جمع صادرات و واردات به صورت درصدی از GDP به‌دست می‌آید.	(World Bank Data) WBD https://data.worldbank.org/
LFDI	لگاریتم نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به GDP	عبارت است از سرمایه‌گذاری یک شرکت یا شخص حقیقی در کشوری دیگر به منظور تجارت یا تولید که از تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به صورت درصدی از GDP به‌دست می‌آید.	(World Bank Data) WBD https://data.worldbank.org/

ادامه جدول ۱: تعریف و منبع استخراج متغیرهای پژوهش

علامت اختصاری	نام متغیرها	تعریف و واحد متغیرها	منبع
LURB	لگاریتم نرخ شهرنشینی	به افزایش شمار ساکنان شهرها نسبت به ساکنان روستایی یک کشور یا منطقه اشاره دارد که از نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت به‌دست می‌آید.	(World Bank Data) WBD https://data.worldbank.org/
LPOI	لگاریتم شاخص بی‌ثباتی سیاسی	درصدی از واحدهای توزیع نرمال استاندارد است که بین محدوده ۲/۵- تا ۲/۵ قرار دارد.	(World Bank Data) WBD https://data.worldbank.org/
LCOR	لگاریتم شاخص کنترل فساد	درصدی از واحدهای توزیع نرمال استاندارد است که بین محدوده ۲/۵- تا ۲/۵ قرار دارد.	(World Bank Data) WBD https://data.worldbank.org/
LDEM	لگاریتم شاخص دموکراسی	شاخص حق اظهار نظر و پاسخگویی است که بین محدوده ۲/۵- تا ۲/۵ قرار دارد.	(International Monetary Fund) IMF https://www.imf.org/en/Data
LENE	لگاریتم شاخص بهره‌وری انرژی (مصرف انرژی/ GDP)	شدت مصرف انرژی از شاخص‌های مطلوب برای مقایسه بهره‌وری مصرف انرژی استفاده می‌شود که بر طبق رابطه شدت انرژی به صورت نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی تعریف می‌شود.	(International Energy Agency) IEA https://www.iea.org/data-and-statistics

در این پژوهش، بر اساس روش رگرسیون کوانتایل پانل، به بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی پرداخته شده است. نظریه‌های اقتصادسنجی تاکید می‌کنند که متغیرهای مدل باید به صورت لگاریتمی باشند تا پدیده‌های ناهمگنی احتمالی را حذف کنند. بنابراین، در این پژوهش نیز متغیرها به صورت لگاریتمی در مدل وارد شده‌اند و مدل مورد بررسی برگرفته از مطالعات کاتو و همکاران (۲۰۱۲) و چاودوری[1] و همکاران (۲۰۲۱) به صورت

1. Chowdhury

رابطه (۴) مطرح می‌شود:

$$LECF_{it} = La + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LDTO_{it} + \beta_3 LFDI_{it} + \beta_4 LURB_{it} + \beta_5 LPOI_{it} + \beta_6 LCOR_{it} + \beta_7 LDEM_{it} + \beta_8 LENE_{it} + \delta_{it.} \quad (۴)$$

در رابطه (۴)، LECF: نشان‌دهندهٔ لگاریتم ردپای اکولوژیکی اندازه‌گیری‌شده در هکتارهای جهانی، LGDP: لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰، LDTO لگاریتم درجهٔ باز بودن تجاری، LFDI: لگاریتم نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به GDP، LURB: لگاریتم درصد نرخ شهرنشینی، LPOI: لگاریتم شاخص بی‌ثباتی سیاسی، LCOR: لگاریتم کنترل فساد، LDEM: لگاریتم شاخص دموکراسی، و LENE: لگاریتم شاخص بهره‌وری انرژی است که از نسبت تولید ناخالص داخلی سرانه بر مصرف انرژی اندازه‌گیری می‌شود. از آن‌جایی که در این پژوهش از رگرسیون پانل کوانتایل برای اندازه‌گیری ردپای اکولوژیکی استفاده شده است، رابطه (۴) به رابطه (۵) تبدیل می‌شود:

$$Q_\tau(LECF_{it}) = (La)_\tau + \beta_{1\tau} LGDP_{i\tau} + \beta_{2\tau} LDTO_{i\tau} + \beta_{3\tau} LFDI_{i\tau} + \beta_{4\tau} LURB_{i\tau} + \beta_5 LPOI_{it} + \beta_6 LCOR_{it} + \beta_7 LDEM_{it} + \beta_8 LENE_{it} + \delta_{i\tau} \quad (۵)$$

در رابطه (۵)، Q_τ: به معنای برآورد رگرسیون کوانتایل ردپای اکولوژیکی، $(la)_\tau$: مقدار ثابت و ضرایب $\beta_{1\tau}.\beta_{2\tau}.\beta_{3\tau}.\beta_{4\tau}.\beta_{5\tau}.\beta_{6\tau}.\beta_{7\tau}.\beta_{8\tau}$، پارامترهای رگرسیون کوانتایل هستند.

تجزیه‌وتحلیل یافته‌های پژوهش

هدف اصلی این پژوهش بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای منطقه منا است. برای این منظور از رگرسیون پانل کوانتایل استفاده می‌شود. برای معتبر بودن نتایج، لازم است پیش از برآورد مدل اقتصادسنجی، پیش‌آزمون‌هایی انجام شود. شرط اولیه برای استفاده از رگرسیون پانل کوانتایل، توزیع غیرنرمال داده‌هاست. بنابراین، در این بخش ابتدا نرمال بودن متغیرها پیش از انجام برآورد مدل اقتصادسنجی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه، همخطی بودن، همبستگی مقطعی، مانا بودن متغیرها و آزمون هم‌انباشتگی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند.

آزمون توزیع نرمال

با توجه به این‌که، در صورتی که داده‌ها دارای توزیع غیرنرمال باشند، نتایج آزمون کوانتایل نسبت به نتایج آزمون OLS قوی‌تر است (Koenker & Xiao, 2002). در این پژوهش ابتدا نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور، از آزمون‌های شاپیرو ـ ویلک[1] (Royston, 1992) و شاپیرو ـ فرانس[2] (Royston, 1983) برای اندازه‌گیری نرمال بودن داده‌ها استفاده می‌شود. جدول (۲)، نتایج آزمون نرمال بودن را نشان می‌دهد.

جدول ۲: آزمون توزیع نرمال

متغیرها	آزمون شاپیرو-ویلک		آزمون شاپیرو-فرانس		تعداد مشاهده‌ها
	Statistic		Statistic		
LECF	۰/۵۲۳	۰/۰۰۰	۰/۵۲۶	۰/۰۰۰	۴۸۰
LGDP	۰/۹۳۶	۰/۰۰۰	۰/۹۳۰	۰/۰۰۰	۴۸۰
LDTO	۰/۹۶۲	۰/۰۰۰	۰/۹۶۳	۰/۰۰۰	۴۸۰
LFDI	۰/۷۳۵	۰/۰۰۰	۰/۷۳۴	۰/۰۰۰	۴۸۰
LURB	۰/۹۴۳	۰/۰۰۰	۰/۹۱۸	۰/۰۰۰	۴۸۰
LPOI	۰/۷۰۴	۰/۰۰۰	۰/۶۱۸	۰/۰۰۰	۴۸۰
LCOR	۰/۸۳۴	۰/۰۰۰	۰/۵۴۸	۰/۰۰۰	۴۸۰
LDEM	۰/۸۸۳	۰/۰۰۰	۰/۹۶۷	۰/۰۰۰	۴۸۰
LENE	۰/۹۳۴	۰/۰۰۰	۰/۹۹۶	۰/۰۰۰	۴۸۰

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، با توجه به مقدار آماره آزمون و احتمال آماره، فرضیه صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع داده‌ها در سطح معناداری ۱ درصد رد می‌شود. پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها، آزمون همخطی بودن متغیرها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

آزمون همخطی VIF و آزمون LM

در این پژوهش برای بررسی مشکل همخطی بین متغیرهای مستقل و وابسته از آزمون همخطی

1. Shapiro-Wilk
2. Shapiro-Francia

(VIF)[1] استفاده می‌شود. در واقع، آزمون همخطی یعنی همبستگی شدید و حتی متوسط بین متغیرهای مستقل و وابسته نباید وجود داشته باشد که نتایج را کاذب می‌کند. شدت همخطی چندگانه را با بررسی بزرگی مقدار VIF می‌توان تحلیل نمود. اگر آماره آزمون VIF به یک نزدیک بود، نشان‌دهندهٔ نبودِ همخطی است. به عنوان یک قاعده تجربی، اگر مقدار VIF بزرگ‌تر از ۵ باشد، همخطی چندگانه بالاست.

جدول ۳: نتایج آزمون همخطی VIF

متغیرها	LECF	LGDP	LDTO	LFDI	LURB	LPOI	LCOR	LDEM	LENE
آزمون VIF	-	۳/۲۸	۳/۳۶	۲/۲۲	۳/۱۲	۲/۰۱	۲/۳۳	۳/۳۸	۳/۵۴
میانگین VIF					۲/۵۸				

همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، مقدار VIF برای همه متغیرها کم‌تر از ۵ است و مقدار میانگین VIF برابر با ۲/۵۸ است که کم‌تر از مقدار پذیرفته‌شده ۶ است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که هیچ مشکل همخطی بین متغیرها وجود ندارد. بعد از بررسی همخطی متغیرها، همبستگی مقطعی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به این‌که تعداد دوره‌های زمانی (T) بیش‌تر از تعداد کشورها (N) است، بنابراین برای بررسی همبستگی مقطعی در داده‌های پانل از آزمون LM بروش ـ پاگان[2] (۱۹۸۰) استفاده می‌شود. فرضیه صفر در این آزمون وجود استقلال مقطعی است.

جدول ٤: نتایج آزمون LM

آزمون LM	آماره F	سطح احتمال
-	۱۰۵۴/۲۳۵	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول (۴) نشان داده شد، نتایج آزمون LM فرضیه صفر را که حاکی از نبودِ همبستگی مقطعی در همه متغیرهاست، رد می‌کند و مدل دارای مشکل خودهمبستگی است.

1. Variance Inflation Factor
2. Breusch-Pagan

آزمون ریشه واحد پانل (CIPS)

با توجه به نتایج آزمون LM در جدول (۴)، که وجود همبستگی مقطعی در داده‌های پانل را تایید کرد، بنابراین در این بخش از آزمون ریشه واحد پانل (CIPS)، معرفی‌شده توسط پسران[1] (۲۰۰۷)، برای انجام آزمون مانایی متغیرها استفاده می‌شود.

جدول ۵: نتایج آزمون ریشه واحد پانل (CIPS)

متغیرها	وقفه‌ها	(Zt-bar)
LECF	۰	-۴/۱۴۱
	۱	-۲/۲۳۸
LGDP	۰	-۲/۶۴۸
	۱	-۲/۴۳۲
LDTO	۰	-۲/۶۵۸
	۱	-۲/۵۵۳
LFDI	۰	-۲/۳۴۰
	۱	-۲/۶۱۸
LURB	۰	-۲/۲۳۶
	۱	-۲/۸۸۲
LPOI	۰	-۲/۳۴۶
	۱	-۳/۳۶۰
LCOR	۰	-۲/۴۵۱
	۱	-۲/۱۱۸
LDEM	۰	-۲/۲۱۶
	۱	-۲/۲۰۸
LENE	۰	-۲/۲۱۴
	۱	-۲/۱۹۸

نتایج آزمون CIPS در جدول (۵) نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر نبودِ خودهمبستگی بین جملات اخلال در آن‌ها رفع شده است و تمامی متغیرها با یک‌بار تفاضل‌گیری از آن‌ها مانا می‌شوند.

1. Pesaran

آزمون هم‌انباشتگی کائو و پدرونی

با توجه به این‌که نتایج آزمون ریشه واحد پانل نشان داد که همه متغیرها با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند، بنابراین می‌توان از آزمون هم‌انباشتگی برای بررسی روابط بلندمدت بین متغیرها استفاده کرد (Al-Mulali & Ozturk, 2016; Wang *et al*., 2018). در این پژوهش از آزمون پدرونی[1] (۱۹۹۹) و کائو[2] (۱۹۹۹)، برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرها استفاده می‌شود. فرضیه صفر در هر دو آزمون نبودِ هم‌انباشتگی است.

جدول ٦: نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو و پدرونی

آزمون کائو		
برآوردگرها	آماره F	سطح احتمال
Modified Dickey-Fuller t	-۳/۶۶۱۲	۰/۰۰۰
Dickey-Fuller t	-۴/۶۶۳۸	۰/۰۰۰
Augmented Dickey-Fuller t	-۲/۳۳۲۷۴	۰/۰۰۰
Unadjusted modified Dickey-Fuller t	-۱۱/۸۸۳۲	۰/۰۰۰
Unadjusted Dickey-Fuller t	-۴/۴۹۶۵	۰/۰۰۰
آزمون پدرونی		
برآوردگرها	آماره F	سطح احتمال
Modified Phillips-Perron t	-۲/۲۱۴۸	۰/۰۰۰
Phillips-Perron t	-۴/۰۸۵۴	۰/۰۰۰

همان‌طور که نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد، فرضیه صفر در هر دو آزمون رد می‌شود و این نشان‌دهندهٔ وجود رابطه بلندمدت بین ردپای اکولوژیکی و متغیرهای توضیحی است.

نتایج رگرسیون پانل کوانتایل

پس از انجام آزمون‌های اولیه مورد نیاز، در این بخش نتایج برآورد رگرسیون پانل کوانتایل ارائه می‌شود. برای این منظور مشابه اکثر مطالعات دوگان[3] و همکاران (۲۰۲۰)، کوانتایل‌های ۱۰th، ۲۵th،

1. Pedroni
2. Kao
3. Dogan

۵۰th، ۷۵th، ۹۰th در نظر گرفته شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در جدول (۷)، کشورهای مورد مطالعه بر اساس متغیر ردپای اکولوژیکی خود به شش گروه تقسیم می‌شوند و در جدول (۸)، نتایج برآورد مدل رگرسیون پانل کوانتایل و رگرسیون پانل اثرات ثابت ارائه شده است. در این‌جا، از اثرات ثابت پانل برای ارزیابی بررسی استحکام نتایج استفاده می‌شود.

جدول ۷: تقسیم‌بندی کشورها بر اساس ردپای اکولوژیکی

کوانتایل (چندک)	کشورها
گروه کوانتایل کم‌تر از ۱۰th	مصر
گروه کوانتایل بین ۱۰th و ۲۵th	اردن، لبنان، الجزایر
گروه کوانتایل بین ۲۵th و ۵۰th	عمان، کویت، بحرین
گروه کوانتایل بین ۵۰th و ۷۵th	مراکش، امارات متحده عربی، عربستان سعودی، عراق
گروه کوانتایل بین ۷۵th و ۹۰th	ایران، ترکیه
گروه کوانتایل بالاتر از ۹۰th	تونس، لیبی

نکته: با توجه به سطح ردپای اکولوژیکی، پانل ۱۵ کشور به شش گروه تقسیم شده است.

جدول ۸: نتایج برآورد مدل رگرسیون پانل کوانتایل و رگرسیون پانل اثرات ثابت

متغیرها	کوانتایل ۱۰th		کوانتایل ۲۵th		کوانتایل ۵۰th	
	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال
LGDP	۰/۸۲۹	۴/۹۹۲***	۰/۰۰۰	۱/۲۹۵	۶/۵۱۴**	۰/۰۰۰	۰/۸۷۲	۳/۲۹۴***	۰/۰۰۱
LDTO	-۱/۱۷۲	-۲/۱۶۷***	۰/۰۳۱	-۱/۲۹۶	-۳/۱۲۴*	۰/۰۰۲	-۰/۱۱۹	-۹/۴۰۹**	۰/۰۰۰
LFDI	۱/۶۳۳	۲/۶۹۵**	۰/۰۲۷	۰/۱۳۱	۲/۲۰۳***	۰/۰۰۰	۰/۲۶۹	۲/۸۵۳***	۰/۰۰۶
LURB	۱/۸۴۳	۴/۷۷۵***	۰/۰۰۰	۰/۱۳۴	۶/۳۶۱*	۰/۰۰۰	۰/۱۷۲	۶/۱۰۹***	۰/۰۰۰
LPOI	-۱/۶۵۸	-۲/۸۶۲***	۰/۰۰۳	-۰/۱۴۸	-۳/۰۳۵**	۰/۰۰۲	-۰/۴۶۱	-۷/۱۰۳*	۰/۰۰۰
LCOR	-۱/۱۴۰	-۲/۶۶۱*	۰/۰۳۴	-۱/۳۳۴	-۴/۵۸۸**	۰/۰۰۰	-۱/۰۸۶	-۹/۲۵۴***	۰/۰۰۰
LDEM	-۰/۲۳۱	-۲/۰۷۸***	۰/۰۰۰	-۰/۸۳۴	-۲/۹۰۳***	۰/۰۰۴	-۰/۱۱۲	-۳/۲۸۹*	۰/۰۰۱
LENE	-۰/۰۹۴	-۲/۶۵۹**	۰/۰۰۰	-۰/۱۱۰	-۲/۷۴۸***	۰/۰۰۰	-۰/۱۱۱	-۲/۴۹۲**	۰/۰۰۰
Constant	۱/۸۶۳	۷/۴۱۷*	۰/۰۰۰	۱/۲۹۵	۹/۲۲۵***	۰/۰۰۰	۲/۵۲۱	۱۳/۵۶۵**	۰/۰۰۰
Pseudo R2		۰/۸۶۱۳			۰/۹۰۰۴			۰/۹۳۴۳	

ادامه جدول ۸: نتایج برآورد مدل رگرسیون پانل کوانتایل و رگرسیون پانل اثرات ثابت

متغیرها	کوانتایل ۷۵th			کوانتایل ۹۰th			OLS Fixed		
	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال
LGDP	۰/۶۰۶	۲/۹۷۰*	۰/۰۴۹	۰/۹۰۰	۲/۳۷۶**	۰/۰۱۸	۰/۹۷۳	۴/۰۹۶***	۰/۰۰۰
LDTO	-۱/۱۷۳	-۸/۷۶۶***	۰/۰۰۰	-۱/۱۶۸	-۹/۳۰۶**	۰/۰۰۰	-۰/۱۳۵	۹/۹۰۲***	۰/۰۰۰
LFDI	۱/۴۰۳	۲/۳۹۴***	۰/۰۱۷	۱/۶۵۸	۲/۳۱۷**	۰/۰۰۱	۰/۳۷۳	۱/۱۳۰***	۰/۰۰۴
LURB	۰/۱۶۰	۴/۸۹۱**	۰/۰۰۰	۱/۱۵۷	۳/۹۰۶***	۰/۰۰۰	۰/۱۵۳	۶/۰۷۱*	۰/۰۰۰
LPOI	-۱/۵۷۱	-۷/۵۸۰**	۰/۰۰۱	-۱/۴۴۵	-۴/۷۹۴***	۰/۰۰۰	-۰/۵۸۲	-۸/۹۹۳***	۰/۰۰۰
LCOR	-۱/۵۵۱	-۹/۶۷۱*	۰/۰۰۰	-۱/۳۶۱	-۹/۰۳۶**	۰/۰۰۰	-۱/۲۲۰	۸/۸۹۶***	۰/۰۰۰
LDEM	-۰/۱۸۷	-۴/۷۰۰**	۰/۰۰۰	-۰/۲۰۰	-۴/۰۹۳***	۰/۰۰۰	-۱/۱۳۴	۴/۳۷۴**	۰/۰۰۰
LENE	-۰/۱۲۷	-۲/۰۲۲***	۰/۰۰۷	-۱/۶۶۹	-۲/۳۴۰**	۰/۰۰۰	-۰/۰۵۱	۲/۲۵۱***	۰/۰۰۰
Constant	۱۳/۶۸۸	۱۳/۹۹۲***	۰/۰۰۰	۳/۲۵۱	۱۲/۲۲۴*	۰/۰۰۰	۲/۴۷۱	۱۴/۸۴۵*	۰/۰۰۰
Pseudo R2		۰/۹۵۳۱			۰/۹۵۵۳			۰/۹۸۹۰	

نکته: *** معناداری در سطح ۱ درصد، ** معناداری در سطح ۵ درصد، و * معناداری در سطح ۱۰ درصد.

با توجه به نتایج جداول (۷) و (۸)، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه در سطوح کوانتایل ۱۰th، ۲۵th، ۵۰th، ۷۵th، و ۹۰th تاثیر مثبت و قابل‌توجهی بر سطح محیط‌زیست دارد. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه باعث افزایش ردپای اکولوژیکی و تخریب بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود. نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات در سطح کوانتایل ۲۵ در مقایسه با سایر سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این یافته در راستای نتایج مولایی و بشارت (۲۰۱۵) و پارسا شریف و همکاران (۲۰۲۱) است. آن‌ها با بررسی رابطه بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی با استفاده از مدل‌های خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی گسترده (ARDL) و داده‌های تابلویی، گزارش دادند که تاثیر مثبت و معناداری بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی برقرار است و رشد اقتصادی نیز ردپای اکولوژیکی را افزایش می‌دهد.

لگاریتم باز بودن تجاری تاثیر منفی و قابل‌توجهی بر ردپای اکولوژیکی در تمام سطوح کوانتایل ۱۰th، ۲۵th، ۵۰th، ۷۵th، و ۹۰th دارد، به این معنا که افزایش حجم تجارت در کشورهای منطقه منا، ردپای اکولوژیکی را کاهش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این تاثیرات در سطح کوانتایل ۲۵ بیش‌تر از سایر سطوح کوانتایل بر روی ردپای اکولوژیکی است. این یافته برخلاف نتایج فاخر و

همکاران (۲۰۱۸) است. آن‌ها با بررسی رابطه بین باز بودن تجاری و ردپای اکولوژیکی با استفاده از الگوی سیستم معادلات همزمان مبتنی بر داده‌های تابلویی، گزارش دادند که تاثیر مثبت و معناداری بین باز بودن تجاری و ردپای اکولوژیکی برقرار است و باز بودن تجاری سبب افزایش تخریب محیط‌زیست می‌شود.

نتایج لگاریتم نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به GDP بر ردپای اکولوژیکی نشان می‌دهد که در تمامی چندک‌ها، نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تاثیر مثبت و قابل‌توجهی بر ردپای اکولوژیکی دارد. در کشورهای منطقه منا، به دنبال استفاده از فناوری‌های جدید برای تولیدات بیش‌تر و توسعه بیش‌تر هستند و توجه زیادی به فناوری‌های جدید سازگار با محیط‌زیست ندارند. بنابراین، با افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و استفاده از فناوری‌های جدید، به محیط‌زیست آسیب بیش‌تری وارد می‌کنند. بنابراین، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به استفاده از فناوری‌های کم‌کیفیت منجر می‌شود که سطح پایین فناوری به استفاده از محصولات با مصرف انرژی بالا منجر می‌شود که به نوبه خود به افزایش ردپای اکولوژیکی و تخریب محیط‌زیست دامن می‌زند. نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات در سطح کوانتایل ۹۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این یافته در راستای نتایج استرن (۲۰۰۴) است. او با بررسی نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی معتقد بود که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی اثرگذار است و می‌تواند به افزایش ردپای اکولوژیکی منجر شود. او با تاکید بر فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس، که بیانگر رابطه U معکوس بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیستی است، استدلال می‌کند که با افزایش میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، که به رشد اقتصادی کمک می‌کند، وضعیت محیط‌زیستی و در نتیجه ردپای اکولوژیکی نیز بدتر می‌شود. همچنین، این یافته برخلاف نتایج سینها و شهباز (۲۰۱۸) است. آن‌ها با بررسی برآورد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای ردپای اکولوژیکی با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی گسترده (ARDL)، گزارش دادند که رابطهٔ معکوسی بین سطح سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست و ردپای اکولوژیکی برقرار است، به این صورت که افزایش سطح سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست، کنترل آلودگی را موجب می‌شود.

لگاریتم نرخ شهرنشینی و ردپای اکولوژیکی در تمامی سطوح کوانتایل رابطهٔ مثبت و معناداری در کشورهای منطقه منا دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که افزایش شهرنشینی باعث افزایش ردپای اکولوژیکی و تخریب بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود. بنابراین، نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات در سطح کوانتایل ۱۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است و از میان

شاخص‌های اقتصادی و کیفیت نهادی در مدل، بیش‌ترین اثر را نسبت به افزایش ردپای اکولوژیکی دارد. این یافته برخلاف نتایج لی و همکاران (۲۰۲۲) است. آن‌ها با بررسی رابطه بین شهرنشینی و ردپای اکولوژیکی با استفاده از مدل DID[1]، گزارش دادند که تاثیر منفی و معناداری بین نرخ شهرنشینی و ردپای اکولوژیکی برقرار است، به این صورت که نرخ شهرنشینی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی ردپای اکولوژیکی را بهبود بخشد. همچنین، این یافته در راستای نتایج احمد و همکاران (۲۰۲۰ الف) است. آن‌ها با بررسی تاثیر فراوانی منابع طبیعی، سرمایه انسانی و شهرنشینی بر ردپای اکولوژیکی با استفاده آزمون همجمعی معروف بایر و هک و روش علّیت بوت‌استرپ[2]، گزارش دادند که شهرنشینی و رشد اقتصادی به تخریب محیط‌زیست می‌انجامد و افزایش شهرنشینی را عامل اصلی تخریب محیط‌زیست و ردپای اکولوژیکی می‌دانند.

لگاریتم شاخص بی‌ثباتی سیاسی و ردپای اکولوژیکی در تمامی سطوح کوانتایل رابطه مثبت و معناداری در کشورهای منطقه منا دارد. نتایج حاصل از این ضرایب نیز نشان می‌دهد که این تاثیرات سطح کوانتایل ۱۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این یافته در راستای نتایج وولشاید (۲۰۰۵) و شاه‌آبادی و پورجوان (۲۰۱۳) است. آن‌ها با بررسی رابطه میان دموکراسی، حکمرانی، بی‌ثباتی سیاسی، و ردپای اکولوژیکی با استفاده از داده‌های تابلویی، گزارش دادند که افزایش بی‌ثباتی سیاسی ممکن است در اجرای سیاست‌های محیط‌زیست مشکلاتی از جمله کاهش سرمایه‌گذاری در جهت فناوریِ کاهش آلودگی محیط‌زیست را به بار آورد.

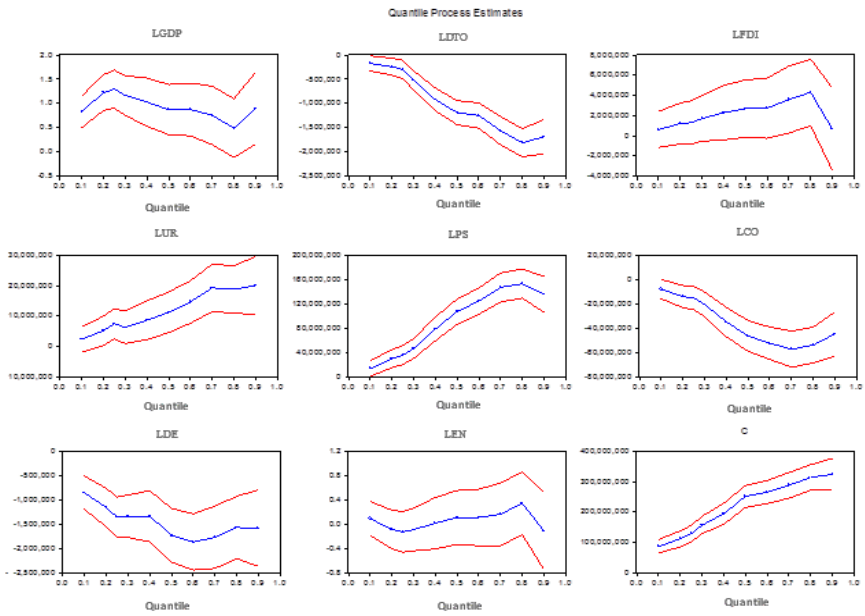
لگاریتم شاخص کنترل فساد و ردپای اکولوژیکی در تمامی سطوح کوانتایل رابطه منفی و معناداری در کشورهای منطقه منا دارد. نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات سطح کوانتایل ۷۵ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این یافته در راستای نتایج والش (۲۰۰۴) است. او با بررسی ارتباط بین کنترل فساد، رشد، و ردپای اکولوژیکی با استفاده از داده‌های تابلویی، گزارش داد که رابطه منفی و معناداری بین کنترل فساد و ردپای اکولوژیکی برقرار است و از آن‌جایی که این رابطه، به‌ویژه در سطوح پایین درآمد قوی است، کشورهای در حال توسعه می‌توانند عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی خود را در جهت کاهش ردپای اکولوژیکی با کنترل فساد به‌طور قابل‌توجهی بهبود بخشند.

لگاریتم شاخص دموکراسی و ردپای اکولوژیکی در تمامی سطوح کوانتایل رابطهٔ منفی و معناداری

1. Difference-In-Differences (DID) Approaches
2. Bootstrap

در کشورهای منطقه منا دارد. این نتایج نشان می‌دهد که شاخص دموکراسی باعث کاهش ردپای اکولوژیکی و بهبود بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود. نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات سطح کوانتایل ۲۵ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این یافته در راستای نتایج وولشاید (۲۰۰۵) است. او با بررسی روابط میان دموکراسی، حکمرانی، بی‌ثباتی سیاسی، و ردپای اکولوژیکی با استفاده از داده‌های تابلویی، گزارش داد که رابطهٔ منفی و معناداری بین شاخص دموکراسی و ردپای اکولوژیکی برقرار است و شرط لازم و ضروری برای حفاظت از محیط‌زیست و ردپای اکولوژیکی را گسترش دولت دموکراتیک به کشورهای بیش‌تری در جهان می‌داند.

لگاریتم شاخص بهره‌وری انرژی و ردپای اکولوژیکی در تمامی سطوح کوانتایل رابطهٔ منفی و معناداری در کشورهای منطقه منا دارد. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش بهره‌وری انرژی باعث کاهش ردپای اکولوژیکی و بهبود بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود. نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات سطح کوانتایل ۹۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است و از میان شاخص‌های اقتصادی و کیفیت نهادی در مدل، بیش‌ترین اثر را نسبت به کاهش ردپای اکولوژیکی دارد. این یافته در راستای نتایج استرن (۲۰۱۱) است. او با بررسی نقش شاخص بهره‌وری انرژی بر رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی با استفاده از روش گرنجر غیرخطی معتقد بود که لازمهٔ پیشرفت فناوری بهره‌وری است و با توجه به این‌که صنایع سنگین با آلایندگی بالا حرکت می‌کنند، در مراحل بعدی اقتصاد از محور صنایع سنگین به سمت محور خدمات و صنایع سبک با آلایندگی کم‌تر می‌رود و تغییرات در ترکیب نهاده‌ها به‌تدریج موجب جایگزینی نهاده‌های پاک‌تر به‌جای انواع آلاینده‌ها می‌شود که این خود به کاهش ردپای اکولوژیکی منجر می‌شود. همچنین، همان‌طور که در شکل (۳) نشان داده شده است، اثرگذاری هر کدام از متغیرها بر اساس دهک‌ها نشان داده شده است که با حرکت به سمت دهک‌های بالا، شاخص ردپای اکولوژیکی افزایش و با حرکت به سمت دهک‌های پایین شاخص ردپای اکولوژیکی کاهش می‌یابد. به این صورت که میزان اثرگذاری متغیرهای LGDP، LFDI، LURB، و LPOI در کوانتایل‌های بالا به‌مراتب بیش‌تر از کوانتایل‌های پایین است و میزان اثرگذاری متغیرهای LDEM، LCOR، LDTO، و LENE در کوانتایل‌های پایین، بیش‌تر از کوانتایل‌های بالاست. همچنین، نتایج R2 در دهک‌های بالاتر بیش‌تر از دهک‌های پایین است.



شکل ۳: تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای منطقه منا

در نهایت، باید از آزمون‌های بین‌کوانتایلی[1] برای بررسی ناهمگنی پارامترها استفاده شود. آزمون‌های بین‌کوانتایلی برای بررسی این‌که آیا تفاوت در ضرایبِ برآوردشده قابل‌توجه است یا خیر، توسعه داده شده است. به‌طور خاص، به دنبال پژوهش کوانکر و باست (۱۹۷۸)، آزمون والد[2] برای بررسی برابری شیب در بین کوانتایل‌ها انجام می‌شود. ماتریس واریانس ـ کواریانس ضرایب مربوط از روش بوت‌استرپ به‌دست می‌آید. در حال حاضر، تنها نتایج مربوط به این‌که آیا مدل در کوانتایل‌های پایین، که در این‌جا با کوانتایل ۰/۰۵ اُم نشان داده شده است، مشابه زمانی است که در کوانتایل میانه (کوانتایل ۰/۵) و در کوانتایل‌های بالا (کوانتایل ۰/۹۵) قرار دارد. جدول (۹)، نتایج آزمون برابری ضرایب را بین کوانتایل‌های پایین و بالا نشان می‌دهد.

1. Inter-Quantile
2. Wald Test

جدول ۹: آزمون والد برای برابری شیب‌ها (۰/۰۵ در مقابل کوانتایل‌های ۰/۵ و ۰/۹۵)

متغیرها	Against the 0.5 Quantile		Against the 0.95 Quantile	
	آماره T	سطح احتمال	آماره T	سطح احتمال
LGDP	۲/۲۷۱**	۰/۰۰۷	۳/۴۸۷**	۰/۰۰۰
LDTO	۲/۳۷۴**	۰/۰۰۰	۲/۵۵۷**	۰/۰۰۰
LFDI	۲/۵۱۲*	۰/۰۰۰	۴/۱۸۰*	۰/۰۰۰
LUR	۳/۳۷۵**	۰/۰۰۰	۴/۶۴۴**	۰/۰۰۰
LPS	۳/۴۲۶**	۰/۰۰۲	۶/۱۰۳**	۰/۰۰۰
LCO	۰/۸۵۷۹*	۰/۰۰۱	۱/۶۷۲*	۰/۰۰۱
LD	۲/۳۲۸**	۰/۰۰۰	۳/۲۷۴**	۰/۰۰۰
LEN	۳/۳۲۲***	۰/۰۰۱	۶/۶۷۰***	۰/۰۰۰

نکته: *** معناداری در سطح ۱ درصد، ** معناداری در سطح ۵ درصد، و * معناداری در سطح ۱۰ درصد.

با توجه به نتایج جدول (۹)، فرضیه همگنی پارامترها به‌جز در مورد LCO رد می‌شود. بنابراین، این مهم است که ناهمگنی توزیع در بررسی روابط میان تولید ناخالص داخلی، باز بودن تجاری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، نرخ شهرنشینی، بی‌ثباتی سیاسی، و بهره‌وری انرژی در نظر گرفته شود.

بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، روند رشد اقتصادی در سراسر کشورها با مصرف روزافزون انرژی و سایر منابع طبیعی همراه بوده است که بر پایداری محیط‌زیست اثر قابل‌توجهی گذاشته است. دولت‌های کشورهای منطقه خاورمیانه با چالش کاهش فقر و تحقق آرمان‌های بهبود سطح زندگی افراد جامعه، بدون تخریب محیط‌زیست و به خطر انداختن رفاه نسل‌های آینده روبه‌رو هستند. برای دستیابی به این هدف دوگانه، آن‌ها باید اقتصاد خود را به سمت تولید کالاها با ارزش‌افزوده بالاتر انتقال دهند و همزمان، فرایندهای تولید کارامد و بهینه‌تر را که به حفظ منابع طبیعی کمک می‌کنند، اجرا کنند.

هدف این پژوهش بررسی تاثیر شاخص‌های اقتصادی، کیفیت نهادی، و بهره‌وری انرژی و ردپای اکولوژیکی (به عنوان شاخصی برای تخریب محیط‌زیست) است. برای این منظور، از داده‌های ۱۵ کشور منطقه منا طی دوره مطالعاتی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ با رویکرد پانل کوانتایل استفاده شده است.

تجزیه‌وتحلیل نتایج حاصل از رگرسیون کوانتایل (چندکی)، نشان می‌دهد که بین تولید ناخالص داخلی سرانه و ردپای اکولوژیکی اثر مثبت و معناداری برقرار است و در سطح کوانتایل ۲۵ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه باعث افزایش ردپای اکولوژیکی و تخریب بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود.

اثر رشد اقتصادی در سطوح میانی به صورت منفی و معنادار است، ولی در دهک‌های پایین بی‌معناست، که در این گروه از کشورهای در حال توسعه، سطح رشد اقتصادی بالاتر می‌تواند باعث کاهش گسترش دی‌اکسید کربن شود.

بین نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ردپای اکولوژیکی رابطهٔ مثبت و معناداری برقرار است و در سطح کوانتایل ۹۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است و بین نرخ شهرنشینی و ردپای اکولوژیکی رابطهٔ مثبت و معناداری برقرار است و در سطح کوانتایل ۱۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. این نتایج نشان می‌دهد که رشد شهرنشینی موجب گسترش تخریب بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود که افزایش ردپای اکولوژیکی را به همراه دارد و از میان شاخص‌های اقتصادی و کیفیت نهادی در مدل بیش‌ترین اثر را نسبت به افزایش ردپای اکولوژیکی دارد. بین شاخص بی‌ثباتی سیاسی و ردپای اکولوژیکی نیز رابطهٔ مثبت و معناداری برقرار است و در سطح کوانتایل ۱۰ در مقایسه با سطوح دیگر بیش‌تر است.

همچنین، نتایج نشان می‌دهد که بین شاخص باز بودن تجاری و ردپای اکولوژیکی رابطهٔ منفی و معناداری برقرار است و در سطح کوانتایل ۲۵ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. بین کنترل فساد و ردپای اکولوژیکی رابطهٔ منفی و معناداری برقرار است و در سطح کوانتایل ۷۵ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. هنگامی که در جوامع کنترل فساد شکل گیرد و با افرادی که منابع عمومی را از بین می‌برند برخورد قانونی مناسبی صورت گیرد، این عامل خود سبب کاهش ردپای اکولوژیکی و بهبود منابع محیط‌زیستی می‌گردد.

بین شاخص دموکراسی و ردپای اکولوژیکی نیز رابطهٔ منفی و معناداری برقرار است. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش بهره‌وری انرژی باعث کاهش ردپای اکولوژیکی و بهبود بیش‌تر محیط‌زیست می‌شود. نتایج حاصل از این ضرایب نشان می‌دهد که این تاثیرات در سطح کوانتایل ۹۰ در مقایسه با سطوح دیگر کوانتایل بیش‌تر است. بنابراین، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ارتقای بهره‌وری انرژی می‌تواند ردپای اکولوژیکی کشورها منطقه منا را کاهش دهد.

با توجه به یافته‌ها می‌توان گفت، برای کنترل ردپای اکولوژیکی ضروری است که کشورهای

مورد بررسی نسبت به افزایش بهره‌وری انرژی در جهت کاهش ردپای اکولوژیکی، با به‌کارگیری سیاست‌هایی از قبیل افزایش سرمایه‌گذاری‌ها در راستای صرفه‌جویی انرژی، به‌کارگیری پروژه‌هایی برای افزایش کارایی مصرف انرژی، و به‌کارگیری سیاست‌هایی برای افزایش نقش منابع انرژی‌های تجدیدپذیر اقدامات موثری انجام دهند. از آن‌جایی که کنترل فساد و ارتقای دموکراسی باعث بهبود ردپای اکولوژیکی می‌شود، به کشورها توصیه می‌گردد برای ارتقای شاخص‌های نهادی خود اقدام نمایند. سیاستگذاران کشورهای منطقه منا بایستی برای کنترل فساد، افزایش کارایی دولت‌های متبوع‌شان، افزایش ثبات سیاسی، افزایش کیفیت مقررات، افزایش حاکمیت قوانین، و افزایش شفافیت و پاسخگویی تلاش‌های مضاعفی انجام دهند، زیرا این عوامل در مجموع و در قالب حکمرانی، به کاهش ردپای اکولوژیکی منجر می‌شوند.

اظهاریه قدردانی

این پژوهش حاصل بخشی از پایان‌نامه نویسندهٔ سوم است که با حمایت دانشگاه خوارزمی اجرا شده است. نویسندگان لازم می‌دانند از دانشجویان و استادان دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی و دانشگاه فردوسی مشهد، که در اجرای این پژوهش شرکت داشته‌اند، تشکر و قدردانی کنند. همچنین، از پیشنهادها و توصیه‌های شایسته داوران محترم و ناشناس که در بهبود کیفی مقاله نقش مهمی داشته‌اند و نیز از ویراستار علمی (مازیار چابک) نشریه برنامه‌ریزی و بودجه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

الف) انگلیسی

Ahmed, Z., Asghar, M. M., Malik, M. N., & Nawaz, K. (2020a). Moving Towards a Sustainable Environment: The Dynamic Linkage Between Natural Resources, Human Capital, Urbanization, Economic Growth, and Ecological Footprint in China. *Resources Policy, 67*(1), 101677. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101677

Ahmed, Z., Zafar, M. W., & Ali, S. (2020b). Linking Urbanization, Human Capital, and the Ecological Footprint in G7 Countries: An Empirical Analysis. *Sustainable Cities and Society, 55*(1), 102064. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102064

Akadiri, S. S., Adebayo, T. S., Asuzu, O. C., Onuogu, I. C., & Oji-Okoro, I. (2022). Testing the Role of Economic Complexity on the Ecological Footprint in China: A Nonparametric Causality-In-Quantiles Approach. *Energy & Environment*, 0958305X221094573. https://doi.org/10.1177/0958305X221094573

Akadiri, S. S., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). Contemporaneous Interaction between Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Sustainability in South Africa: What Drives What? *Science of the Total Environment, 686*(1), 468-475. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.421

Ali, S., Yusop, Z., Kaliappan, S. R., & Chin, L. (2020). Dynamic common Correlated Effects of Trade Openness, FDI, and Institutional Performance on Environmental Quality: Evidence from OIC Countries. *Environmental Science and Pollution Research, 27*(11), 11671-11682. https://doi.org/10.1007/s11356-020-07768-7

Al-Mulali, U., & Ozturk, I. (2016). The Investigation of Environmental Kuznets Curve Hypothesis in the Advanced Economies: The Role of Energy Prices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54*(1), 1622-1631. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.131

Alola, A. A., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic Impact of Trade Policy, Economic Growth, Fertility Rate, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Ecological Footprint in Europe. *Science of the Total Environment, 685*(1), 702-709. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.139

Angelsen, A. (2009). *Realising REDD+: National Strategy and Policy Options*: Cifor.

Arouri, M. E. H., Youssef, A. B., M'henni, H., & Rault, C. (2012). Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries. *Energy Policy, 45*, 342-349. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.042

Ayres, R. U., & Nair, I. (1984). Thermodynamics and Economics. *Physics Today, 37*(11), 62-71. https://doi.org/10.1063/1.2915973

Berndt, E. R., & Wood, D. O. (1986). Energy Price Shocks and Productivity Growth in US and UK Manufacturing. *Oxford Review of Economic Policy, 2*(3), 1-31. https://doi.org/10.1093/oxrep/2.3.1-a

Bhattarai, M., & Hammig, M. (2001). Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development, 29*(6), 995-1010. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00019-5

Bloom, N. (2009). The Impact of Uncertainty Shocks. *Econometrica, 77*(3), 623-685. https://doi.org/10.3982/ECTA6248

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies, 47*(1), 239-253. https://doi.org/10.2307/2297111

Chowdhury, M. A. F., Shanto, P. A., Ahmed, A., & Rumana, R. H. (2021). Does Foreign Direct Investments Impair the Ecological Footprint? New Evidence from the Panel Quantile Regression. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(1), 14372-14385. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11518-0

Costantini, V., & Monni, S. (2008). Environment, Human Development and Economic Growth. *Ecological Economics, 64*(4), 867-880. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.05.011

Daliri, H. (2020). Relationship between Ecological Footprint and Economic Growth in D8 Countries: Testing the Kuznets Environmental Hypothesis Using PStR Model. *Journal of Economic Modeling Research, 11*(39), 81-112. [In Farsi] http://jemr.khu.ac.ir/article-1-1944-fa.html

Damania, R., Fredriksson, P. G., & List, J. A. (2003). Trade Liberalization, Corruption, and Environmental Policy Formation: Theory and Evidence. *Journal of Environmental Economics*

and Management, 46(3), 490-512. https://doi.org/10.1016/S0095-0696(03)00025-1

Dasgupta, P., & Mäler, K.-G. (1995). Poverty, Institutions, and the Environmental Resource-Base. *Handbook of Development Economics, 3*, 2371-2463. https://doi.org/10.1016/S1573-4471(05)80011-7

Denison, E. F. (1985). *Trends in American Growth, 1929-1982*: Brookings Institute.

Desai, U. (1998). *Ecological Policy and Politics in Developing Countries: Economic Growth, Democracy, and Environment*: SUNY Press.

Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of Environmental Kuznets Curve for Ecological Footprint: The Role of Energy and Financial Development. *Science of the Total Environment, 650*, 2483-2489. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017

Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics, 49*(4), 431-455. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011

Dogan, E., Ulucak, R., Kocak, E., & Isik, C. (2020). The Use of Ecological Footprint in Estimating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for BRICSt by Considering Cross-Section Dependence and Heterogeneity. *Science of the Total Environment, 723*(1), 138063. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138063

Esfahani, A., Ghobadi, S., & Azarbaiejani, K. (2022). Dynamic Effect of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Ecological Footprint in Selected Developing Countries (Generalized Method of Moments Approach). *Program and Development Research, 3*(1), 93-119. [In Farsi]

Fakher, H.-A., Abedi, Z., & Shaygani, B. (2018). Investigating the Relationship between Trade and Financial Openness with Ecological Footprint. *Economic Modelling, 11*(40), 49-67. [In Farsi]

Foster, J. B. (1999). Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology. *American Journal of Sociology, 105*(2), 366-405. https://doi.org/10.1086/210315

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research Working Papers Series, No. 3914*. https://doi.org/10.3386/w3914

Gupta, M., Saini, S., & Sahoo, M. (2022). Determinants of Ecological Footprint and PM2. 5: Role of Urbanization, Natural Resources and Technological Innovation. *Environmental Challenges, 7*(1), 100467. https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100467

Hemati, R., & Khoshkalam Khosroshahi, M. (2020). The Interaction of Economic Freedom and Governance on Ecological Footprint (Selected Developing Countries). *Iranian Energy Economics, 10*(37), 159-182. [In Farsi] https://doi.org/10.22054/jiee.2022.64650.1875

Homaunifar, R., & Totonchi, J. (2021). Investigating the Factors Affecting Administrative Corruption in Selected Oil-Producing Countries with a Regional Development Planning Approach: Using the Quantile Panel Model. **Regional Planning, 11**(41), 1-14. [In Farsi]

Jafari Samimi, A., & Ahmadpour, S. M. (2011). The Relationship between Environmental Performance Index (EPI) and Economic Growth in Developed Countries. *Iranian Energy Economics, 1*(1), 55-72. [In Farsi]

Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics, 90*(1), 1-44. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2

Kato, K., Galvao Jr, A. F., & Montes-Rojas, G. V. (2012). Asymptotics for Panel Quantile

Regression Models with Individual Effects. *Journal of Econometrics, 170*(1), 76-91. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2012.02.007
Khan, D., Nouman, M., Popp, J., Khan, M. A., Ur Rehman, F., & Oláh, J. (2021). Link between Technically Derived Energy Efficiency and Ecological Footprint: Empirical Evidence from the ASEAN Region. *Energies, 14*(13), 3923. https://doi.org/10.3390/en14133923
Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., & Wackernagel, M. (2007). Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment & Sustainable Society, 4*(1), 1-9.
Klugman, J. (2011). Human Development Report 2011. Sustainability and Equity: A Better Future for All. *Sustainability and Equity: A Better Future for All (November 2, 2011). UNDP-HDRO Human Development Reports*.
Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression Quantiles. Econometrica: *Journal of the Econometric Society, 46*(1), 33–50. https://doi.org/10.2307/1913643
Koenker, R., & Xiao, Z. (2002). Inference on the Quantile Regression Process. *Econometrica, 70*(4), 1583-1612. https://doi.org/10.1111/1468-0262.00342
Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development, 3*(2), 401-403.
Lafferty, W. M., & Meadowcroft, J. (1996). *Democracy and the Environment*: Edward Elgar Publishing.
Lambert, M., & Cushing, K. K. (2017). How Low Can you Go? Understanding Ecological Footprint Reduction in University Students, Faculty and Staff. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 18*(7), 1142-1156. https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2015-0145
Leitão, A. (2010). Corruption and the Environmental Kuznets Curve: Empirical Evidence for Sulfur. *Ecological Economics, 69*(11), 2191-2201. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.004
Li, J., Li, F., & Li, J. (2022). Does New-Type Urbanization Help Reduce Haze Pollution Damage? Evidence from China's County-Level Panel Data. *Environmental Science and Pollution Research, 29*(31), 47123-47136. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19272-1
Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A., & Morales-Lage, R. (2007). The Impact of Population on CO2 Emissions: Evidence from European Countries. *Environmental and Resource Economics, 38*(1), 497-512. https://doi.org/10.1007/s10640-007-9096-5
Midlarsky, M. I. (1998). Democracy and the Environment: An Empirical Assessment. *Journal of Peace Research, 35*(3), 341-361. https://doi.org/10.1177/0022343398035003005
Molaei, M., & Basharat, E. (2015). Investigating Relationship between Gross Domestic Product and Ecological Footprint as an Environmental Degradation Index. *Journal of Economic Research, 50*(4), 1017-1033. [In Farsi]
Moridian, A., Yarmohammadian, N., Motalebi, M., & Shadmehr, A. (2021). The Role of Economic Complexity in the Ecological Footprint: A Review of the EKC Hypothesis for Iran. *Planning and Budgeting, 26*(2), 153-179. [In Farsi] http://jpbud.ir/article-1-2006-fa.html
Mrabet, Z., AlSamara, M., & Hezam Jarallah, S. (2017). The Impact of Economic Development on Environmental Degradation in Qatar. *Environmental and Ecological Statistics, 24*(1), 7-38. https://doi.org/10.1007/s10651-016-0359-6

Musah, M., Mensah, I. A., Alfred, M., Mahmood, H., Murshed, M., Omari-Sasu, A. Y.,... Coffie, C. P. K. (2022). Reinvestigating the Pollution Haven Hypothesis: The Nexus between Foreign Direct Investments and Environmental Quality in G-20 Countries. *Environmental Science and Pollution Research, 29*(21), 31330-31347. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17508-0

Mustafavi, S. F. (2016). The Relationship between Quality of Education, Quality of Institutions, and Innovation in Environmental Technology. *Planning and Budgeting, 20*(4), 137-154. [In Farsi] http://jpbud.ir/article-1-1274-fa.html

Narayan, P. K., & Smyth, R. (2008). Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks. *Energy Economics, 30*(5), 2331-2341. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.10.006

Nathaniel, S. P., Murshed, M., & Bassim, M. (2021). The Nexus between Economic Growth, Energy Use, International Trade and Ecological Footprints: The Role of Environmental Regulations in N11 Countries. Energy, *Ecology and Environment, 6*(6), 496-512. https://doi.org/10.1007/s40974-020-00205-y

Pao, H.-T. (2009). Forecast of Electricity Consumption and Economic Growth in Taiwan by State Space Modeling. *Energy, 34*(11), 1779-1791. https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.07.046

Parsasharif, H., Amirnejad, H., & Taslimi, M. (2021). Investigating and Determining the Factors Affecting the Ecological Footprint of Selected Asian and European Countries. *Agricultural Economics Research, 13*(2), 155-172. [In Farsi]

Pata, U. K. (2021). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Economic Complexity, CO2 Emissions, and Ecological Footprint in the USA: Testing the EKC Hypothesis with a Structural Break. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(1), 846-861. https://doi.org/10.1007/s11356-020-10446-3

Payne, R. A. (1995). Freedom and the Environment. *Journal of Democracy, 6*(3), 41-55. https://doi.org/10.1353/jod.1995.0053

Pearce, F. (2013). Admit it: We Can't Measure Our Ecological Footprint. *New Scientist, 20 November*. https://www.newscientist.com/article/mg22029445-000

Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics, 61*(S1), 653-670. https://doi.org/10.1111/1468-0084.61.s1.14

Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics, 22*(2), 265-312. https://doi.org/10.1002/jae.951

Pindyck, R. S. (1979). *The Structure of World Energy Demand*: MIT Press.

Polloni-Silva, E., Ferraz, D., Camioto, F. d. C., Rebelatto, D. A. d. N., & Moralles, H. F. (2021). Environmental Kuznets Curve and the Pollution-Halo/Haven Hypotheses: An Investigation in Brazilian Municipalities. *Sustainability, 13*(8), 4114. https://doi.org/10.3390/su13084114

Rehman, A., Radulescu, M., Ma, H., Dagar, V., Hussain, I., & Khan, M. K. (2021). The Impact of Globalization, Energy Use, and Trade on Ecological Footprint in Pakistan: Does Environmental Sustainability Exist? *Energies, 14*(17), 5234. https://doi.org/10.3390/en14175234

Rosa, E. A., Diekmann, A., Dietz, T., & Jaeger, C. C. (2010). *Human Footprints on the Global Environment: Threats to Sustainability:* MIT Press.

https://doi.org/10.7551/mitpress/8305.001.0001
Royston, J. (1983). A Simple Method for Evaluating the Shapiro–Francia W′ Test of Non-Normality. Journal of the Royal Statistical Society Series D: *The Statistician, 32*(3), 297-300. https://doi.org/10.2307/2987935
Royston, P. (1992). Approximating the Shapiro-Wilk W-Test for Non-Normality. *Statistics and Computing, 2*(1), 117-119. https://doi.org/10.1007/BF01891203
Seker, F., Ertugrul, H. M., & Cetin, M. (2015). The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality: A Bounds Testing and Causality Analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52*(1), 347-356. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.118
Shahabadi, A., & Pourjavan, A. (2013). The Relationship between Governance and So-Economic Development Indicators in Selected Countries. Journal of Social Sciences *Ferdowsi University of Mashhad, 9*(2), 53-75. [In Farsi] https://doi.org/10.22067/jss.v0i0.17868
Sinha, A., & Shahbaz, M. (2018). Estimation of Environmental Kuznets Curve for CO2 Emission: Role of Renewable Energy Generation in India. *Renewable Energy, 119*(1), 703-711. https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.058
Stern, D. I. (2003). International Society for Ecological Economics Internet Encyclopaedia of Ecological Economics the Environmental Kuznets Curve. *Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute.*
Stern, D. I. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development, 32*(8), 1419-1439. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004
Stern, D. I. (2011). The Role of Energy in Economic Growth. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1219*(1), 26-51. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05921.x
Tarazkar, M. H., Kargar Dehbidi, N., & Shokoohi, Z. (2018). Estimating the Ecological Footprint of Agricultural Production in D-8 Islamic Countries. *Environmental Sciences, 16*(4), 17-32. [In Farsi]
UNDP (2011). Sustainability and Equity: A Better Future for All. *Human Development Report*. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/in/human_development_report_2011_sustainability_and_equity_a_better_future_for_all_english.pdf
Uzar, U. (2021). *The Relationship between Institutional Quality and Ecological Footprint: Is There a Connection?* Paper Presented at the Natural Resources Forum. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12235
Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* (Vol. 9): New Society Publishers.
Wang, S., Li, G., & Fang, C. (2018). Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Countries with Different Income Levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81*(1), 2144-2159. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.025
Welsch, H. (2004). Corruption, Growth, and the Environment: A Cross-Country Analysis. *Environment and Development Economics, 9*(5), 663-693. https://doi.org/10.1017/S1355770X04001500
Wollscheid, J. R. (2005). *Essays on Political Economy of Environmental Policy: Technology Choice, Political Instability and Democracy.* Southern Methodist University.
Xu, B., & Lin, B. (2018). Investigating the Differences in CO2 Emissions in the Transport

Sector Across Chinese Provinces: Evidence from a Quantile Regression Model. *Journal of Cleaner Production, 175*(1), 109-122. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.022
York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). A Rift in Modernity? Assessing the Anthropogenic Sources of Global Climate Change with the StIRPAT Model. *International Journal of Sociology and Social Policy, 23*(10), 31-51. https://doi.org/10.1108/01443330310790291
Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F., & Kirmani, S. A. A. (2019). The Impact of Natural Resources, Human Capital, and Foreign Direct Investment on the Ecological Footprint: The Case of the United States. *Resources Policy, 63*(1), 101428. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101428

ب) فارسی

سن، آمارتیا کومار (۱۳۸۱). *توسعه یعنی آزادی*. ترجمهٔ حسین راغفر، انتشارات نی.

نحوه ارجاع به مقاله:

صیادی، محمد؛ ممی‌پور، سیاب؛ گلوی، مریم، و قائد، ابراهیم (۱۴۰۲). ارزیابی تاثیر متغیرهای اقتصادی ـ نهادی « انرژی بر ردپای اکولوژیکی: کاربرد مدل پانل کوانتایل در کشورهای منتخب منطقه منا. *برنامه‌ریزی و بودجه*، ۲۸(۲)، ۱۵۴-۱۱۵.

Sayadi, M., Mamipour, S., Kalavi, M., & Ghaed, E. (2023). Evaluating the Impact of Economic-Institutional-Energy Variables on the Ecological Footprint: The Application of the Panel Quantile Regression Model in Selected Countries of the MENA Region. *Planning and Budgeting*, 28(2). 115-154.
DOI: https://doi.org/10.52547/jpbud.28.2.115

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Planning and Budgeting. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://Creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.