

The Effect of Renewable Energy, Life Expectancy, and Globalization on the Ecological Footprint in Iran

Navid Kargar Dehbid¹ | n_kargar@areeo.ac.ir

Received: 26/Aug/2024 | Accepted: 17/Mar/2025

Abstract The ecological footprint is widely regarded as a comprehensive indicator of environmental pressure and a reliable metric for assessing sustainable development. Among the most effective strategies for reducing ecological footprints is the transition to clean energy, which addresses the challenges of global warming with minimal environmental harm. This study investigates the impact of renewable energy consumption, life expectancy, and globalization on the ecological footprint within the framework of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, using data from 1990 to 2020. Employing the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model, the study examines both short- and long-run relationships based on the stationarity properties of the variables. The findings indicate that renewable energy consumption significantly improves environmental quality: a 1% increase in clean energy usage is associated with a 0.05% and 0.08% reduction in the ecological footprint in the short and long run, respectively. While globalization appears to increase the ecological footprint, its effect is not statistically significant. In contrast, increased life expectancy is linked to a larger ecological footprint, suggesting higher environmental degradation. Additionally, the results confirm the presence of an inverted U-shaped relationship between ecological footprint and economic growth, consistent with the EKC hypothesis. These findings underscore the importance of incorporating renewable energy expansion into macroeconomic policy reforms and advocate for energy diversification strategies that prioritize clean energy adoption.

Keywords: Ecological Footprint, Renewable Energy, Life Expectancy, Economic Growth, Globalization, Iran, ARDL.

JEL Classification: Q27, Q56, Q57.

1. Research Assistant Professor, Department of Economic, Social, and Extension Research, Agricultural Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources of West Azerbaijan Province, Agriculture Research, Education, and Extension Organization, Urmia, Iran.

تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی و جهانی‌سازی بر معیار زیست‌محیطی ردپای اکولوژیکی در ایران

نوید کارگر ده‌بیدی

n_kargar@areeo.ac.ir

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

مقاله پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۷

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۵

چکیده: معیار ردپای اکولوژیکی معرف مجموعه فشارها بر محیط زیست است و به‌عنوان موفق‌ترین شاخص جهت ارزیابی توسعه پایدار قلمداد می‌شود. یکی از مهم‌ترین اقدامات در جهت کاهش ردپای اکولوژیکی، بهره‌مندی از انرژی‌های پاک است که با کمترین تأثیر منفی بر محیط پیرامون، تا حد زیادی چالش‌های بزرگ به‌وجودآمده ناشی از گرمایش جهانی را مرتفع می‌سازد. در این مطالعه، میزان اثرگذاری انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی و جهانی‌سازی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در چارچوب فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) و با بهره‌مندی از جدیدترین داده‌ها در طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ بررسی شد. در این راستا، پس از ارزیابی نتایج ایستایی متغیرها، به‌منظور بررسی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت از رهیافت هم‌جمعی در قالب مدل خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL) استفاده شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که مصرف انرژی‌های پاک مطابق انتظار نقشی مثبت در بهبود کیفیت محیط زیست دارد؛ به‌طوری‌که انتظار می‌رود با یک درصد افزایش در مصرف انرژی‌های پاک، با ثابت بودن سایر شرایط، ردپای اکولوژیکی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب حدود ۰/۰۵ و ۰/۰۸ درصد کاهش یابد. معیار جهانی‌سازی تجارت علیرغم اثرگذاری مثبت، فاقد معنی‌داری آماری بود. همچنین، نتایج حاکی از آن است که با افزایش نرخ امید به زندگی و به‌تبع آن، فرصت بیشتر جهت تصرف در طبیعت، منجر به تشدید ردپای انسان و تخریب محیط زیست می‌شود. همچنین، نتایج پژوهش مؤید وجود یک رابطه U شکل وارون میان رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی است. بر اساس یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود که در دریافت سیاست‌های کلان اقتصادی، پیامدهای فوق‌به‌ویژه تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر بهبود کیفیت محیط زیست مدنظر قرار گیرد و با ایجاد زیرساخت‌های لازم و سیاست تنوع‌بخشی در تأمین منابع انرژی تا حد امکان سهم انرژی‌های پاک افزایش یابد.

کلیدواژه‌ها: ردپای اکولوژیکی، انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی، رشد اقتصادی،

جهانی‌سازی، ایران، ARDL.

طبقه‌بندی JEL: Q57، Q56، Q27۰.

مقدمه

تاکنون چندین شاخص و معیار زیست محیطی جهت ارزیابی میزان تخریب محیط زیست معرفی شده است که شامل انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی آب، خاک و تنوع زیستی است. این معیارها تنها بخشی از تخریب محیط زیست را نمایان می‌کنند و شامل برداشت بی‌رویه از منابع طبیعی و آسیب‌های ناشی از آن نمی‌شوند (Charfeddine & Mrabet, 2017). از این رو در طی سال‌های اخیر، معیار رد پای اکولوژیکی (۱) مورد توجه قرار گرفته است که معرف مجموعه فشارها بر محیط زیست بوده و به‌عنوان موفق‌ترین شاخص جهت ارزیابی توسعه پایدار قلمداد می‌شود (Uddin et al., 2017). پایداری محیط زیست به مفهوم برآورده شدن نیازهای نسل فعلی بدون کاهش ظرفیت محیط زیست برای نسل‌های آینده تعریف می‌شود. معیار رد پای اکولوژیکی افزون بر جامعیت نسبت به سایر معیارها، پایداری محیط زیست را نیز ارزیابی می‌نماید (Uddin et al., 2017; Shokoohi et al., 2022). از این رو، می‌تواند معیار مناسبی جهت بررسی اصل پنجاهم قانون اساسی ایران باشد که به موجب آن، حفاظت از محیط زیست بر مبنای منافع نسل فعلی و نسل‌های آتی، وظیفه‌ای عمومی است و هر نوع فعالیت اقتصادی که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیرقابل جبران آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است.

معیار فوق برابر مقدار زمینی است که ضمن تأمین پایدار نیازهای مصرفی جامعه، پسماند تولیدی را نیز جذب می‌نماید (Wackernagel et al., 2004). به عبارت دیگر، رد پای اکولوژیکی، آثاری را نمایان می‌سازد که جوامع مختلف به سبب سبک زندگی در طبیعت ایجاد می‌کنند و می‌توان دریافت که در کدام ناحیه از طرف انسان، تخریب بیشتری بر منابع طبیعی و محیط زیست وارد شده است. پس از سنجش رد پای اکولوژیکی، می‌توان ظرفیت یا توان زیستی را محاسبه نمود و چنان‌چه رد پای اکولوژیکی یک ناحیه بالاتر از ظرفیت زیستی آن باشد، منطقه دچار کسری اکولوژیکی بوده و نشان‌دهنده ناپایداری است (Wilson & Anielski, 2005).

بر اساس یافته‌های علمی، یکی از مهم‌ترین اقدامات در جهت کاهش انتشار آلودگی و رد پای اکولوژیکی، بهره‌مندی از انرژی‌های پاک است که با کمترین تأثیر منفی بر محیط پیرامون، تا حد زیادی چالش‌های بزرگ به‌وجود آمده ناشی از گرمایش جهانی را مرتفع می‌سازد (Zhang et al., 2017). انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان انرژی‌های پاک بر خلاف سایر انرژی‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال‌سنگ) قابلیت بازگشت مجدد به طبیعت را دارند و از ظرفیت بالایی جهت تأمین تقاضای انرژی در جهان برخوردارند و سازگاری مناسبی با طبیعت دارند (Pfeiffer & Mulder, 2013).

انرژی در کنار نیروی کار و سرمایه به‌عنوان نهاده مهم تولید مطرح است و در قالب نیروی محرکه

فعالیت‌های تولیدی، زیربنای اساسی فعالیت‌های اقتصادی محسوب می‌شود؛ بنابراین، مصرف انرژی و رشد اقتصادی ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند (Ellabban *et al.* 2014; Ucan *et al.* 2014). اهمیت مصرف انرژی در اقتصاد ایران از آن‌جا است که بخش عمده درآمد ملی از طریق صادرات محصولات نفتی و پتروشیمی حاصل می‌شود و مصرف ناکارای انرژی در داخل، سبب از دست رفتن منابع ارزی زیادی می‌شود.

افزون بر مصرف انرژی، رویکرد جهانی‌سازی یا سیاست آزادسازی تجاری در رشد اقتصادی و تغییر کیفیت محیط زیست نقش مهمی دارد و در ادبیات پژوهش، از آن به‌عنوان موتور متحرک رشد اقتصادی نام برده می‌شود (Duru *et al.*, 2020). تجارت از طریق انتشار آلودگی ناشی از حمل‌ونقل بین‌المللی و انتقال آلودگی از کشور واردکننده به کشور صادرکننده، باعث تغییر کیفیت محیط زیست می‌شود. با توجه به اینکه به‌طور معمول، فرایند تولید همراه با انتشار آلودگی است؛ کشورهای صادرکننده کالا به‌دلیل به‌کارگیری سیاست تولید در داخل، آلودگی بیشتری را منتشر می‌کنند و درمقابل، کشورهای واردکننده با دریافت سیاست واردات به جای تولید، شرایط را برای کاهش نسبی آلودگی فراهم می‌سازند (Cristea *et al.*, 2013). جهانی‌سازی علیرغم آنکه با مصرف منابع زیستی موجب تخریب بیشتر محیط زیست می‌شود (Singh & Singh, 2017)؛ می‌تواند با کسب درآمد و رونق اقتصادی، سبب افزایش تقاضا برای بهبود کیفیت محیط زیست و ورود فناوری‌های دوست‌دار طبیعت شود (Barros & Martinez-Zarzoso, 2022). به‌عبارت‌دیگر، منافع حاصل از جهانی‌سازی، توانایی جبران هزینه‌های تخریب محیط زیست را دارد.

به‌طورکلی، انتشار آلودگی و تخریب محیط زیست زمینه‌ساز شیوع انواع بیماری‌ها، افزایش مرگ‌ومیر و کاهش انتظاری امید به زندگی است. آثار تخریب محیط زیست چنان گسترده است که پژوهشگران و سیاست‌گذاران را به‌جای صرف توجه به تقویت رشد اقتصادی به شرایط زندگی بهتر و افزایش امید به زندگی سوق داده است (Kwakwa, 2019). معیار امید به زندگی معرف سال‌های انتظاری است که یک فرد عمر می‌کند و به‌عنوان یکی از بهترین ابزارهای سنجش توسعه کشورها به‌ویژه در زمینه بهداشت و سلامت و همچنین شرایط زندگی بهتر است (Wang *et al.*, 2020).

بنابراین پرسش اساسی پژوهش این است که انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی و جهانی‌سازی به چه میزان بر معیار زیست‌محیطی ردپای اکولوژیکی ایران اثرگذارند؟

در ادبیات موضوع، گروهی از مطالعات، مصرف مجموع حامل‌های انرژی را بررسی نمودند. در این مطالعات، مصرف بیشتر انرژی سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش کیفیت محیط زیست می‌شود (Tarazkar *et al.*, 2018; Tarazkar *et al.*, 2020; Islam *et al.*, 2021; Shokoohi *et al.*, 2022).

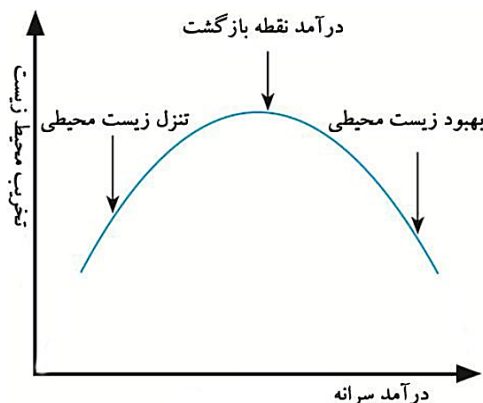
از مطالعات، به مصرف انرژی‌های پاک به عنوان جایگزین مناسب سوخت‌های فسیلی رایج توجه شده است؛ به طوری که افزایش سهم این منابع در انرژی مصرفی نقش تعیین کننده‌ای در جهت تعدیل ردپای اکولوژیکی داشته است (Raghutla et al., 2022; Li et al., 2022; Li and Wang, 2023; Idroes et al., 2024). در این راستا، پژوهش‌های مختلف سعی کرده‌اند که با لحاظ کردن سایر متغیرهای مؤثر احتمالی، نظیر رشد اقتصادی، امید به زندگی و جهانی سازی، تصویری جامع تر از اثرگذاری متغیرها بر کیفیت محیط زیست ارائه دهند؛ به طور مثال، یافته‌های مطالعه **شارما و همکاران (۲۰۲۱)**، به منظور بررسی تأثیر رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی و تراکم جمعیت بر ردپای اکولوژیکی در جنوب شرقی آسیا، نشان داد که افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به طور قابل توجهی سبب کاهش ردپای اکولوژیکی و بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود. در مقابل، افزایش تراکم جمعیت منجر به افزایش ردپای اکولوژیکی شده است. همچنین، معیار امید به زندگی از اثرگذاری معنادار آماری برخوردار نبود (Sharma et al., 2021). در پژوهش مرتبط دیگر، نتایج مطالعه پاتا و همکاران جهت بررسی نقش متغیرهای امید به زندگی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، جهانی سازی بر ردپای اکولوژیکی در کشور ترکیه حاکی از آن بود که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر فاقد اثرگذاری معنادار آماری است (Pata et al., 2023). همچنین معیار امید به زندگی و جهانی سازی به ترتیب سبب افزایش و کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود. نتایج مطالعات ساهو و ستهی در کشورهای در حال توسعه نشان داد که رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدناپذیر و شهرنشینی باعث افزایش ردپای اکولوژیکی می‌شوند (Sahoo and Sethi, 2021). در مقابل، انرژی‌های تجدیدپذیر و جهانی سازی منجر به کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود. در مطالعه چاکماک و آجار، به ارزیابی رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و ردپای اکولوژیکی در ایالات متحده، روسیه، عربستان سعودی، کانادا، چین، برزیل، کویت و نیجریه پرداخته شد و نتایج حاکی از اثرگذاری معنادار رشد اقتصادی و عدم معناداری مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص ردپای اکولوژیکی بود (Çakmak and Acar, 2022). در پژوهش‌های اخیر، لی و وانگ جهت ارزیابی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر انتشار کربن و ردپای اکولوژیکی در کشورهایی با گروه‌های درآمدی مختلف دریافتند که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر به کاهش سرانه انتشار کربن و ردپای اکولوژیکی می‌شود (Li and Wang, 2023). یافته‌های آن‌ها نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای فقیر و توسعه نیافته در مقایسه با کشورهای توسعه یافته تأثیر بیشتری در بهبود کیفیت محیط زیست دارد. افزون بر آن، یافته‌های مطالعه روی و همکاران در کشور هند

نشان داد که انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی سبب کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود. درمقابل، انرژی‌های تجدیدناپذیر و جهانی‌سازی با کاهش کیفیت محیط زیست سبب تشدید ردپای اکولوژیکی می‌شوند (Roy et al., 2024).

مروری بر مطالعات اخیر انجام شده حاکی از آن است که معیار ردپای اکولوژیکی به سبب توانمندی در سنجش توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا، نحوه اثرگذاری انرژی‌های پاک به منظور تعدیل پیامدهای زیست‌محیطی مصرف انرژی در کنار سایر مؤلفه‌های اثرگذار، مورد توجه پژوهشگران حوزه محیط زیست قرار گرفته است. از این رو، در پژوهش پیش‌رو، تأثیر مصرف انرژی‌های پاک، امید به زندگی و جهانی‌سازی بر معیار زیست‌محیطی ردپای اکولوژیکی بر مبنای جدیدترین داده‌های موجود، ارزیابی گردید. در ادامه، مقاله حاضر به صورت زیر ساماندهی شده است. در بخش دوم، مبانی ادبیات موضوع بیان می‌شود. در بخش سوم به معرفی روش پژوهش و متغیرهای مورد استفاده پرداخته می‌شود. بخش چهارم به نتایج و بحث اختصاص دارد و در بخش انتهایی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌گردد.

مبانی نظری پژوهش

در ادبیات پژوهش، به دلیل اهمیت رشد و توسعه اقتصادی در طی دوره‌های زمانی، ارتباط میان متغیرهای تأثیرگذار بر کیفیت محیط زیست در چارچوب فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس^۱ (EKC) مورد سنجش قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، عدم اهتمام به تغییرات رشد اقتصادی، سبب ایجاد نتایج غیرقابل اعتماد در الگوهای برآوردی می‌شود. الگوی EKC، رابطه غیرخطی میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست را انعکاس می‌دهد. به عبارت دیگر، در ادبیات پژوهش به دلیل چارچوب مفهومی قوی EKC، میزان اثرگذاری متغیرهای هدف با همین الگو ارزیابی می‌شود (Voumik et al., 2022; Fakher et al., 2023; Wang et al., 2023; Pata et al., 2023). الگوی EKC مطابق نمودار (۱) با یک منحنی زنگوله شکل نشان داده می‌شود (خوړسندی و دیگران، ۲۰۱۷). مطابق این الگو، رشد اقتصادی در ابتدا با تخریب محیط زیست همراه است؛ اما در مراحل بعدی، توسعه اقتصادی با توسعه محیط زیست سازگار می‌شود. به بیان دیگر مشکلات زیست‌محیطی موقتی بوده و با رشد اقتصادی و ورود فناوری‌های نوآورانه، این مشکلات به مرور زمان مرتفع می‌گردد (Voumik et al., 2022; Fakher et al., 2023; Wang et al., 2023).



نمودار ۱: رابطه رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست

منبع: پژوهش خورسندی و دیگران (۲۰۱۷)

به منظور ارزیابی کیفیت محیط زیست شاخص‌هایی متعددی نظیر شاخص توسعه پایدار محیط زیست (ESI)^۱، شاخص عملکرد محیط زیست (EPI)^۲، شاخص آسیب‌پذیری محیط زیست (EVI)^۳ و شاخص ردپای اکولوژیکی (EF)^۴ به کار گرفته شده است؛ اما شاخص ردپای اکولوژیکی جهت ارزیابی کیفیت محیط زیست جامعیت بیشتری دارد و با انعکاسی از ردپای کلیه فعالیت‌های بشر در طبیعت، تغییرات کیفیت محیط زیست را بهتر از سایر شاخص‌ها بیان می‌کند (Asici & Acar, 2016; Charfeddine & Mrabet, 2017; Haq et al., 2023).

بر اساس گزارش شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی^۵، به منظور محاسبه این معیار، زمین به شش کاربری مختلف تقسیم می‌شود. در این راستا، تمامی کالاها و خدمات مصرفی انسان در این شش کاربری^۶ تأمین می‌شود که شامل زمین کشاورزی، جنگل، مرتع، پهنه‌های دریایی، ردپای کربن و زمین‌های ساخته شده^۷ است (Haq et al., 2023). بر این اساس، هر منطقه یا کشور براساس ظرفیت خود میزان خاصی کالا تولید می‌کند و از این میزان مقادیری را به خارج از منطقه صادر کرده و در صورت کمبود مقادیری را وارد می‌نماید.

1. Environmental Sustainability Index
2. Environmental Performance Index
3. Environmental Vulnerability Index
4. Ecological Footprint
5. Global Footprint Network (<https://data.footprintnetwork.org/>)
6. Land use
7. Built-up land

(Jomhehpoor et al., 2016). با توجه به امکان تبادل کالا در قالب صادرات و واردات هر کشور و یا منطقه در صورت مازاد، بخشی از تولیدات داخلی (ردپای تولید) خود را صادر کرده (ردپای صادرات) و یا در صورت کمبود، واردات از خارج (ردپای واردات) را خواهد داشت؛ بنابراین برای هر یک از کاربری‌های اراضی ردپای تولید، ردپای واردات، ردپای صادرات، ردپای مصرف و مجموع آنها ردپای ملی برای هر کشور را به‌دست می‌دهد که با تقسیم بر جمعیت هر کشور می‌توان سرانه ردپای اکولوژیکی را محاسبه کرد (Lin et al., 2016). سرانه ردپای اکولوژیکی ایران برای هر شش کاربری در **جدول (۱)** گزارش شده است. مطابق **جدول (۱)**، سرانه ردپا برای کاربری‌های مختلف در طی سال‌های اخیر افزایش داشته است که بیانگر اعمال فشار و برداشت بی‌رویه از منابع طبیعی کشور و به‌تبع آن، تخریب بیشتر محیط زیست است.

جدول ۱: سرانه ردپای اکولوژیکی برای هر شش کاربری در ایران (واحد هکتار)

سال	زمین ساخته‌شده	ردپای کربن کشاورزی	پهنه‌های دریایی	جنگل	مرتع	کل
۱۹۹۰	۰/۰۵۶	۰/۶۸۱	۰/۵۵۶	۰/۰۳۰	۰/۰۳۷	۱/۵۵۷
۱۹۹۱	۰/۰۴۸	۰/۷۸۸	۰/۵۶۸	۰/۰۳۹	۰/۰۳۵	۱/۶۵۶
۱۹۹۲	۰/۰۵۴	۰/۸۰۹	۰/۵۶۷	۰/۰۴۲	۰/۰۳۰	۱/۶۷۵
۱۹۹۳	۰/۰۵۴	۰/۸۷۲	۰/۶۰۲	۰/۰۴۲	۰/۰۲۴	۱/۷۷۲
۱۹۹۴	۰/۰۵۴	۱/۱۴۲	۰/۶۱۰	۰/۰۶۲	۰/۰۳۱	۲/۰۶۷
۱۹۹۵	۰/۰۵۴	۱/۲۵۰	۰/۶۶۱	۰/۰۷۵	۰/۰۳۲	۲/۲۳۲
۱۹۹۶	۰/۰۵۵	۱/۲۶۶	۰/۶۲۸	۰/۰۷۹	۰/۰۳۵	۲/۲۲۹
۱۹۹۷	۰/۰۵۸	۱/۳۴۷	۰/۶۲۰	۰/۱۰۱	۰/۰۳۲	۲/۳۱۴
۱۹۹۸	۰/۰۶۴	۱/۲۹۱	۰/۶۵۱	۰/۰۹۸	۰/۰۲۸	۲/۲۸۹
۱۹۹۹	۰/۰۶۱	۱/۵۵۷	۰/۶۵۵	۰/۱۰۰	۰/۰۳۵	۲/۵۵۴
۲۰۰۰	۰/۰۶۱	۱/۶۴۱	۰/۶۱۲	۰/۱۰۶	۰/۰۴۰	۲/۶۰۲
۲۰۰۱	۰/۰۶۲	۱/۷۷۷	۰/۶۱۸	۰/۰۹۴	۰/۰۳۸	۲/۷۳۴
۲۰۰۲	۰/۰۷۲	۱/۷۵۲	۰/۶۱۸	۰/۰۹۰	۰/۰۳۷	۲/۷۰۶
۲۰۰۳	۰/۰۷۵	۱/۸۶۵	۰/۶۴۴	۰/۰۹۶	۰/۰۴۹	۲/۸۷۱
۲۰۰۴	۰/۰۷۵	۲/۰۰۶	۰/۶۲۲	۰/۰۹۶	۰/۰۵۳	۲/۹۹۵
۲۰۰۵	۰/۰۷۷	۲/۱۳۰	۰/۶۱۱	۰/۰۹۹	۰/۰۴۸	۳/۰۵۶
۲۰۰۶	۰/۰۷۵	۲/۱۰۴	۰/۶۴۴	۰/۱۰۲	۰/۰۴۸	۳/۰۶۰
۲۰۰۷	۰/۰۷۶	۲/۲۷۹	۰/۶۶۶	۰/۰۷۹	۰/۰۵۵	۳/۲۵۴

ادامه جدول ۱: سرانه ردپای اکولوژیکی برای هر شش کاربری در ایران (واحد هکتار)

سال	زمین ساخته شده	ردپای کربن کشاورزی	پهنه‌های دریایی	جنگل	مرتع	کل
۲۰۰۸	۰/۰۵۵	۲/۳۱۶	۵۲۹/۰	۰/۰۷۵	۰/۰۵۱	۳/۱۲۰
۲۰۰۹	۰/۰۶۴	۲/۲۸۳	۰/۶۰۷	۰/۰۷۸	۰/۰۵۷	۱۹۲/۳
۲۰۱۰	۰/۰۷۲	۲/۳۰۸	۰/۵۹۵	۰/۰۸۶	۰/۰۷۰	۳/۲۶۰
۲۰۱۱	۰/۰۶۸	۲/۳۰۰	۰/۴۹۴	۰/۰۹۷	۰/۰۷۲	۳/۱۴۵
۲۰۱۲	۰/۰۶۹	۲/۲۶۹	۰/۵۶۲	۰/۱۰۵	۰/۰۷۳	۳/۱۷۱
۲۰۱۳	۰/۰۷۳	۲/۲۹۹	۰/۵۷۰	۰/۱۰۶	۰/۰۵۴	۳/۱۹۰
۲۰۱۴	۰/۰۷۳	۲/۲۸۹	۰/۶۱۴	۰/۱۲۰	۰/۰۵۶	۳/۲۳۸
۲۰۱۵	۰/۰۷۴	۲/۲۸۶	۰/۵۸۵	۰/۱۲۰	۰/۰۶۲	۳/۲۱۸
۲۰۱۶	۰/۰۷۷	۲/۱۹۸	۰/۶۰۹	۰/۱۲۴	۰/۰۶۶	۳/۱۶۴
۲۰۱۷	۰/۰۶۸	۲/۳۰۲	۰/۵۷۶	۰/۱۳۷	۰/۰۶۳	۳/۲۴۶
۲۰۱۸	۰/۰۶۴	۲/۲۸۱	۰/۵۹۷	۰/۱۴۱	۰/۰۴۶	۳/۲۲۳
۲۰۱۹	۰/۰۶۸	۲/۲۲۷	۰/۵۹۳	۰/۱۳۳	۰/۰۲۹	۳/۱۶۰
۲۰۲۰	۰/۰۷۱	۲/۱۱۲	۰/۵۳۲	۰/۱۳۱	۰/۰۱۸	۲/۹۵۲

منبع: شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی

پس از سنجش ردپای اکولوژیکی، ظرفیت یا توان زیستی برای تعیین پایداری یا ناپایداری محاسبه می‌شود و با ردپای اکولوژیکی مقایسه می‌گردد. برای محاسبه کل توان زیستی یک کشور یا جهان می‌بایست توان زیستی کاربری‌های اصلی زمین با هم جمع شود. چنانچه ردپای اکولوژیکی منطقه یا کشوری بالاتر از ظرفیت زیست‌یاش باشد، منطقه دچار کسری ردپای اکولوژیکی است و هشدار عدم ناپایداری جدی خواهد بود (Shahinifar & Habibi, 2016).

در این پژوهش به منظور بررسی میزان اثرگذاری انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی و جهانی‌سازی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در چارچوب فرضیه زیست محیطی کوزنتس (EKC) از متغیرهای زیر بهره گرفته شد (Pata et al., 2023).

$$EF = f(GDP_t, GDP_t^2, REC_t, LIFE_t, TO_t) \quad (1)$$

که در آن اندیس t بیانگر دوره زمانی است. همچنین، EF : شاخص ردپای اکولوژیکی و واحد اندازه‌گیری آن هکتار جهانی (GHa) است و به مفهوم یک هکتار زمین و با بهره‌وری معادل متوسط

جهانی است، GDP: سرانه تولید ناخالص داخلی یا درآمد سرانه (معیاری از رشد اقتصادی) به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵ است، EC: مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی‌های پاک) و عبارت است از سهم منابع تجدیدپذیر در کل مصارف انرژی، LIFE: معیار امید به زندگی یا تعداد سال‌های انتظاری است که یک فرد عمر می‌کند و TO: شاخص جهانی‌سازی (آزادسازی تجاری) است که به‌صورت نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است.

با در نظر گرفتن الگوی EKC و با این توضیح که به‌کارگیری توابع لگاریتمی در داده‌های سری زمانی، نتایج مناسب‌تری در تفسیر ضرایب بر حسب درصد ارائه می‌دهد؛ بنابراین در این مطالعه از مدل لگاریتمی به‌صورت رابطه (۲) بهره گرفته شد.

(۲)

$$\ln EF = \gamma_0 + \gamma_1 \ln GDP_t + \gamma_2 \ln GDP_t^2 + \gamma_3 \ln REC_t + \gamma_4 \ln LIFE_t + \gamma_5 \ln TO_t + \varepsilon_t$$

مفروضات میان ردپای اکولوژیکی و درآمد سرانه به این صورت است: چنانچه $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ باشد؛ آن‌گاه هیچ رابطه‌ای میان درآمد سرانه و ردپای اکولوژیکی وجود ندارد. اگر $\gamma_1 > 0$ و $\gamma_2 = 0$ باشد، یک رابطه یکنواخت افزایشی یا رابطه خطی بین درآمد سرانه و ردپای اکولوژیکی وجود دارد. چنانچه $\gamma_1 > 0$ و $\gamma_2 = 0$ باشد، یک رابطه یکنواخت کاهشی میان درآمد سرانه و ردپای اکولوژیکی برقرار است. اگر $\gamma_1 > 0$ و $\gamma_2 < 0$ باشد، آن‌گاه یک رابطه U وارون بین درآمد سرانه و ردپای اکولوژیکی وجود دارد؛ بنابراین انتظار می‌رود در یک نقطه بحرانی (نقطه بازگشت) روند کیفیت محیط زیست تغییر کند. چنانچه $\gamma_1 < 0$ و $\gamma_2 > 0$ باشد، یک رابطه U شکل میان درآمد سرانه و ردپای اکولوژیکی وجود دارد.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل سرانه ردپای اکولوژیکی، سرانه تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، معیار امید به زندگی و جهانی‌سازی به‌صورت سری زمانی هستند و از منابع مختلفی شامل پایگاه داده‌های بانک جهانی یا شاخص‌های توسعه انسانی^۱ و گزارش‌های سالانه شبکه جهانی ردپای اکولوژیک^۲ برای سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۰ جمع‌آوری شدند. به‌منظور تجزیه تحلیل‌های آماری در این مطالعه از نرم‌افزار EViews استفاده شد.

1. World Development Indicators (<https://www.worldbank.org/>)
2. Global Footprint Network (<https://data.footprintnetwork.org/>)

روش‌شناسی پژوهش

در برآورد ضرایب داده‌های سری زمانی، روش معمول اقتصادسنجی بر این فرض استوار است که متغیرهای الگو ایستا هستند. متغیر سری زمانی وقتی ایستا است که میانگین، واریانس و ضرایب خودهمبستگی آن در طول زمان ثابت بماند. در حالت نایستا بودن متغیرها، علیرغم اینکه ممکن است هیچ رابطه مفهومی بین متغیرها وجود نداشته باشد؛ ولی ضریب تعیین (R^2) نسبتاً بالا به دست آید و باعث استنباط نادرست پژوهشگر در ارتباط با وجود رابطه معنی‌دار میان متغیرها شود. همچنین، حضور متغیرهای نایستا در الگو سبب بی‌اعتباری آزمون‌های t و F می‌شوند (Baltagi, 2008). به‌منظور بررسی ایستایی متغیرها در این مطالعه از آزمون‌های ایستایی دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیلپس پرون (PP) استفاده شده است.

زمانی که داده‌ها نایستا و دارای ریشه واحد باشند، به‌منظور پرهیز از ایجاد رگرسیون کاذب و تعیین رابطه بلندمدت میان متغیرها، می‌توان از الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL) استفاده نمود. از مزایای رهیافت ARDL که سبب برتری آن نسبت به سایر رویکردهای هم‌جمعی می‌شود، عدم نیاز به مشابه بودن درجه هم‌جمعی متغیرها است. همچنین می‌توان الگوهای بلندمدت و کوتاه‌مدت مدل را به‌صورت هم‌زمان برآورد کرد و پیامدهای مربوط به حذف متغیرها و خودهمبستگی را برطرف نمود؛ بنابراین برآوردهای روش ARDL، ناریب و کارا هستند، چرا که فاقد مشکلاتی نظیر خودهمبستگی و درون‌زایی هستند (Siddiki, 2000).

مدل ARDL تعمیم‌یافته به‌صورت رابطه (۳) است (Pesaran & Pesaran, 1997; Pesaran & Shin, 1998):

$$\alpha(L, p)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i(L, qi)x_{it} + u_t, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

که در آن α_0 عرض از مبدأ، y_t متغیر وابسته و L عامل وقفه است که به‌صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود:

$$L^j y_t = y_{t-j} \quad (4)$$

بر این اساس، مدل پویای ARDL ردپای اکولوژیکی به‌صورت رابطه (۵) است:

$$\ln EF_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^k \rho_i \ln GDP_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^f \gamma_i \ln REC_{t-i} + \sum_{i=1}^z \mu_i \ln LIFE_{t-i} \quad (5)$$

$$+ \sum_{i=1}^w \phi_i \ln TO_{t-i} + \varepsilon_0 \ln GDP_t + \gamma_0 \ln GDP_t^2 + \mu_0 \ln REC_t + \lambda_0 \ln LIFE_t + \theta_0 \ln TO_t + u_{it}$$

که در آن m, n, f, k, z, w به‌ترتیب بیانگر تعداد وقفه‌های بهینه برای متغیرهای مورد استفاده

است. روابط زیر در بلندمدت میان متغیرهای حاضر در مدل صادق است:

$$EF_t = EF_{t-1} = \dots = EF_{t-m}, GDP_t = GDP_{t-1} = \dots = GDP_{t-n}, GDP_t^2 = GDP_{t-1}^2 = \dots = GDP_{t-k}^2, \\ REC_t = REC_{t-1} = \dots = REC_{t-f}, LIFE_t = LIFE_{t-1} = \dots = LIFE_{t-z}, TO_t = TO_{t-1} = \dots = TO_{t-w}$$

بنابراین، رابطه بلندمدت را می‌توان به صورت رابطه (۶) نوشت:

(۶)

$$\ln EF_t = \alpha_0 + B_1 \ln GDP_t + B_2 \ln GDP_t^2 + B_3 \ln REC_t + B_4 \ln LIFE_t + B_5 \ln TO_t + u_{2t}$$

ایجاد همگرایی بین مجموعه‌ای از متغیرهای اقتصادی، مبنای استفاده از مدل‌های تصحیح خطا (ECM) است. معادله تصحیح خطای مدل ARDL را می‌توان به صورت رابطه (۷) نوشت:

$$\Delta \ln EF_t = \Delta \hat{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^m \hat{\beta}_i \Delta \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^k \hat{\rho}_i \Delta \ln GDP_{t-i}^2$$

(۷)

$$+ \sum_{i=1}^f \hat{\gamma}_i \Delta \ln REC_{t-i} + \sum_{i=1}^z \hat{\mu}_i \Delta \ln LIFE_{t-i} + \sum_{i=1}^w \hat{\phi}_i \Delta \ln TO_{t-i} + \theta ECT_{t-1} + u_{3t}$$

که جزء تصحیح خطا (ECT_{t-1}) به صورت رابطه (۸) است:

(۸)

$$ECT_t = \ln EF_t - \hat{\alpha}_0 - \hat{\varepsilon}_1 \ln GDP_t - \hat{\rho}_1 \ln GDP_t^2 - \hat{\gamma}_1 \ln REC_t - \hat{\mu}_1 \ln LIFE_t - \hat{\phi}_1 \ln TO_t$$

در رابطه (۸)، Δ عملگر اولین تفاضل است و $\hat{\alpha}_0$ ، $\hat{\varepsilon}_1$ ، $\hat{\rho}_1$ ، $\hat{\gamma}_1$ و $\hat{\mu}_1$ ضرایب برآورد شده از معادله ۷ می‌باشند. θ نیز ضریب جزء تصحیح خطا است که سرعت تعدیل را اندازه‌گیری می‌کند. به منظور بررسی وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها از آزمون کرانه استفاده شد (Pesaran et al., 2001). روش آزمون کرانه ARDL بر اساس برآورد OLS یک الگوی تصحیح خطای نامقید (UECM) جهت تحلیل هم‌جمعی بنا شده است. الگوی تصحیح خطای نامقید مدل ARDL مستخرج از رابطه (۳)، به صورت رابطه (۹) است:

(۹)

$$\Delta \ln EF_t = \alpha_0 + \alpha_1 T + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_i \Delta \ln EF_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \varepsilon_i \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta \ln GDP_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta \ln REC_t + \sum_{i=1}^{p-1} \mu_i \Delta \ln LIFE_t \\ + \sum_{i=1}^{p-1} \phi_i \Delta \ln TO_{t-i} + \delta_1 \ln EF_{t-1} + \delta_2 \ln GDP_{t-1} + \delta_3 \ln GDP_{t-1}^2 + \delta_4 \ln REC_{t-1} + \delta_5 \ln LIFE_{t-1} + \delta_6 \ln TO_{t-1} + u_{4t}$$

که در آن Δ عملگر تفاضل مرتبه اول، P تعداد وقفه بهینه و T روند است. جهت انجام آزمون کرانه بر اساس پژوهش (Pesaran et al., 2001)، می‌بایست از آزمون والد برای بررسی معنی‌داری با وقفه متغیرها در الگوی تصحیح خطای نامقید استفاده نمود. در این حالت، آزمون فرض صفر بیانگر عدم وجود رابطه هم‌جمعی است و از طریق برابر با صفر قرار دادن تمام متغیرها با یک وقفه در سطح،

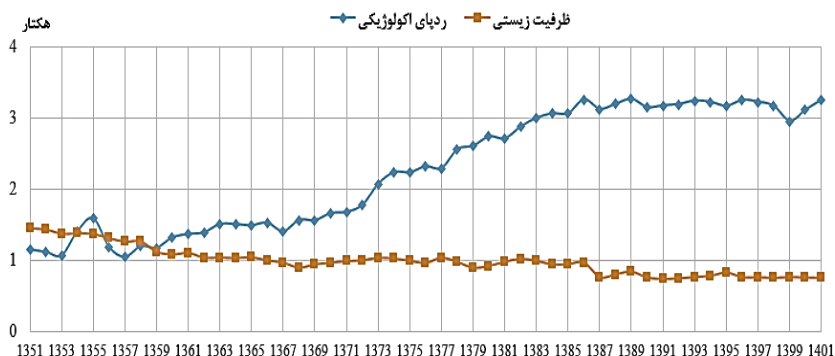
حاصل می‌شود:

$$H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = \delta_6 = 0 \quad (10)$$

بنابراین آماره F جهت آزمون فرضیه صفر بیانگر این است که آیا تمام ضرایب بلندمدت به صورت مشترک برابر صفر هستند؟ در این مرحله، آماره F محاسباتی بر اساس سطوح معنی‌داری با مقادیر بحرانی ارائه شده توسط (Pesaran et al., 2001)، مقایسه می‌شود. چنانچه آماره F محاسباتی، بزرگ‌تر از کرانه بالای مقادیر بحرانی باشد، آن‌گاه فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌جمعی رد می‌شود. درمقابل، چنانچه آماره F محاسباتی، کمتر از کرانه پایین مقادیر بحرانی باشد، آن‌گاه فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌جمعی رد نمی‌شود. همچنین، اگر آماره F محاسباتی بین کرانه بالا و پایین قرار گیرد، رهیافت آزمون کرانه قادر به تعیین وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها نیست (Pesaran et al., 2001).

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این بخش، ابتدا روند تغییرات ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی ایران ارزیابی شد که نتایج آن در قالب نمودار (۲) ارائه شده است. بر اساس نمودار (۲)، از سال ۱۳۵۹ تا سال‌های اخیر، سطح نمودار ردپای اکولوژیکی (مجموعه فشارها و برداشت از منابع طبیعی) از ظرفیت زیستی (قدرت جذب پسماندهای زیست‌محیطی) بیشتر شده و به تدریج شکاف بین دو منحنی افزایش یافته است. حال آنکه ظرفیت زیستی کشور روندی نزولی داشته و فاصله این دو معیار و به بیان دیگر کسری اکولوژیکی به شدت در حال افزایش است؛ به طور مثال، در سال ۲۰۲۰ سرانه ردپای اکولوژیکی ایران ۳/۲۲ هکتار و توان زیستی آن کمتر از یک هکتار محاسبه شده است؛ بنابراین، عدم پایداری اکولوژیکی در ایران تهدیدی جدی محسوب می‌شود که به تبع آن، نشان از فقدان حفاظت کافی از محیط زیست بر مبنای حقوق نسل‌های فعلی و آتی دارد.

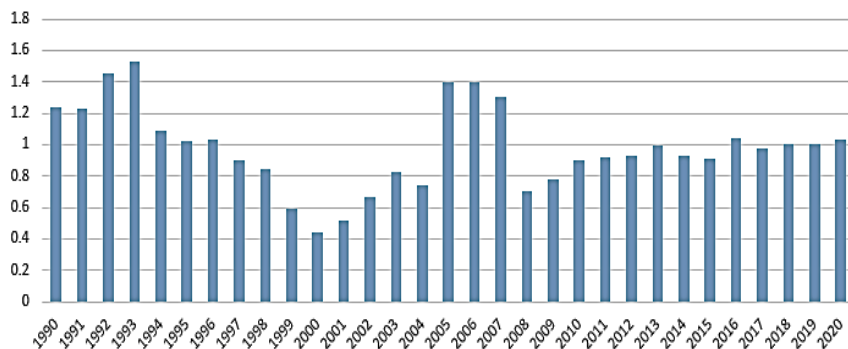


نمودار ۲: وضعیت شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی در ایران

منبع: شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی

با توجه به تفاوت محسوس شاخص ردپای اکولوژیکی در $3/22$ هکتار نسبت به ظرفیت زیستی $0/74$ هکتار و به تبع آن، وجود ناپایداری اکولوژیکی در ایران می‌بایست هر چه سریع‌تر با دریافت اقداماتی درصدد کاهش تخریب و بهبود کیفیت محیط زیست برآمد. یکی از مهم‌ترین اقدامات در این زمینه، تنوع‌بخشی در تأمین منابع انرژی است. **نمودار (۳)** نشان می‌دهد که حدود یک درصد از کل مصارف انرژی ایران از منابع تجدیدپذیر تأمین می‌شود و مابقی از منابع انرژی تجدیدناپذیر است که مصرف آن‌ها سبب انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای و کاهش کیفیت محیط زیست می‌گردد (WDI, 2024).

سهم انرژی‌های تجدیدپذیر



نمودار ۳: سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل مصارف انرژی در ایران

منبع: پایگاه داده‌های بانک جهانی

آمارهای توصیفی متغیرهای مورد بررسی در **جدول (۲)** گزارش شده است. همان طور که مشاهده می شود، میانگین سرانه ردپای اکولوژیکی حدود ۲/۷۳ هکتار جهانی است که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب حدود ۳/۲۶ و ۱/۵۵ هکتار جهانی است. همچنین، میانگین درآمد سرانه به قیمت های ثابت سال ۲۰۱۵ حدود ۴۵۲۵/۵۴ دلار است که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب حدود ۵۴۵۰/۹۴ و ۳۳۶۳/۵۱ دلار است. افزون بر آن، متوسط انرژی های تجدیدپذیر در حدود ۰/۹۶ درصد از کل مصرف انرژی است که مقداری ناچیز است. میانگین معیار امید به زندگی در ایران حدود ۷۱/۳۵ سال است که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب حدود ۷۶/۱۹ و ۶۴/۳۶ سال است. نکته قابل توجه، نتایج آماره جارک-برا است که انطباق با توزیع نرمال را بر اساس شاخص های تقارن چولگی و کشیدگی ارزیابی می کند. بر اساس نتایج **جدول (۲)**، آماره جارک-برا نشان می دهد که تمامی داده ها از توزیع نرمال پیروی می کنند که حاکی از توزیع مناسب داده ها دارد.

جدول ۲: آمارهای توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

آماره ها	سرانه ردپای اکولوژیکی	سرانه تولید ناخالص داخلی	مصرف انرژی های پاک	امید به زندگی	آزادسازی تجاری
میانگین	۲/۷۳۸	۴۵۲۵/۵۴۴	۰/۹۶۱	۷۱/۳۵۲	۴۳/۷۷۵
میانه	۲/۹۹۵	۴۷۴۸/۰۳۰	۰/۹۰۰	۷۱/۸۳۸	۴۳/۸۱۰
حداکثر	۳/۲۶۰	۵۴۵۰/۹۳۸	۱/۵۰۰	۷۶/۱۹۵	۵۸/۵۶۵
حداقل	۱/۵۵۶	۳۳۶۳/۵۱۰	۰/۴۰۰	۶۴/۳۶۷	۲۹/۲۲۸
انحراف معیار	۰/۵۵۲	۷۲۴/۶۵۰	۰/۲۶۴	۳/۳۳۶	۶/۷۰۰
آماره جارک-برا	۴/۴۵۰	۳/۷۳۱	۰/۲۰۰	۱/۷۱۹	۰/۱۰۶
احتمال جارک-برا	۰/۱۰۸	۰/۱۵۴	۰/۹۰۴	۰/۴۲۳	۰/۹۴۷

منبع: یافته های پژوهش

به منظور ارزیابی تأثیر متغیرهای مورد مطالعه بر ردپای اکولوژیکی، بر اساس رابطه (۲)، در ابتدا ایستایی متغیرها آزمون شد که نتایج آن در **جدول (۳)** ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون ایستایی متغیرها

عنوان	آماره ADF	آماره PP	وضعیت ایستایی
لگاریتم سرانه ردپای اکولوژیکی	-۶/۳۴۹***	-۱۱/۸۰۷***	I(1)
لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی	-۴/۸۷۷***	-۴/۸۷۷***	I(1)
لگاریتم مصرف انرژی‌های پاک	-۴/۹۸۸***	-۶/۲۷۴***	I(1)
لگاریتم امید به زندگی	-۶/۴۱۶***	-۶/۴۸۵***	I(1)
لگاریتم آزادسازی تجاری	-۴/۹۶۱***	-۴/۹۴۴***	I(1)

منبع: یافته‌های پژوهش (*، **، *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است).

نتایج ایستایی متغیرها بر اساس آماره ADF در **جدول (۳)** نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای مورد مطالعه در سطح ایستا نبوده و با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند. با توجه به تحولات اقتصاد ایران، امکان شکست ساختاری در داده‌های سری زمانی وجود دارد. در این راستا، به‌منظور اطمینان کامل از نتایج ایستایی متغیرها از آزمون فیلیپس پرون (PP) بهره گرفته شد. نتایج این آزمون در **جدول (۳)** نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای مورد مطالعه در سطح ایستا نبوده و با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند؛ بنابراین نتایج آزمون PP مؤید نتایج آزمون ADF است.

مطابق نتایج آزمون ایستایی، مبنی بر عدم وجود متغیرهایی که با دو بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند، می‌توان از تحلیل هم‌جمعی ARDL استفاده کرد. در ادامه به‌منظور برآورد ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها از رهیافت هم‌جمعی در قالب مدل خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL) استفاده شد. یافته‌های حاصل از برآورد بلندمدت و کوتاه‌مدت در **جدول (۴)** ارائه شده است. با توجه به لگاریتمی بودن متغیرها در مدل (۲)، ضرایب حاصله در **جدول (۴)** را می‌توان به‌عنوان کشش سرانه ردپای اکولوژیکی نسبت به هر یک از متغیرهای توضیحی تفسیر نمود. لازم به توضیح است که تمامی مؤلفه‌های مدل تصحیح خطا به‌صورت تفاضل مرتبه اول هستند. بر اساس آماره‌های (R-squared) و (Adjusted R-squared)، تصریح به‌دست‌آمده قادر است بیش از ۹۷ درصد تغییرات ردپای اکولوژیکی را با استفاده از متغیرهای مورد استفاده تشریح نماید که دلالت بر خوبی برازش دارد. مطابق نتایج **جدول (۴)** آماره F محاسباتی حدود ۶/۱۷ است و این مقدار بیش‌تر از کرانه بالا (۵/۲۳) در سطوح معنی‌داری ۹۹ درصد است؛ بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌جمعی رد و وجود رابطه بلندمدت در میان متغیرها تأیید می‌شود. با توجه به آماره‌های خوبی

برازش نظیر (ARCH-test)، (LM-test) و (Normality test) در جدول (۴)، مدل برآوردی عاری از مشکلات خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی است و به طور مجانبی دارای توزیع نرمال است.

جدول ۴: نتایج برآورد ضرایب بلندمدت و کوتاه مدت متغیرها بر معیار ردپای اکولوژیکی

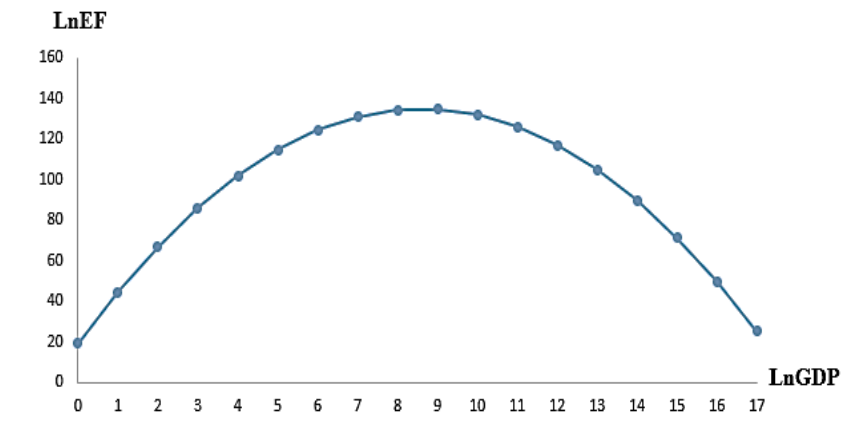
متغیر	ضرایب	خطای معیار	آماره t	احتمال
رابطه بلندمدت				
لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی	۲۶/۸۴۳***	۶/۷۵۷	۳/۹۷۲	۰/۰۰۱
توان دوم لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی	-۱/۵۵۹***	۰/۴۰۱	-۳/۸۸۱	۰/۰۰۱
لگاریتم مصرف انرژی های پاک	-۰/۰۸۵***	۰/۰۲۰	-۴/۱۸۰	۰/۰۰۱
لگاریتم امید به زندگی	۴/۴۸۸***	۰/۹۹۳	۴/۵۱۵	۰/۰۰۰
لگاریتم آزادسازی تجاری	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	۱/۰۳۹	۰/۳۱۷
عرض از مبدأ	-۱۳۳/۲۲۵***	۲۸/۶۷۹	-۴/۶۴۵	۰/۰۰۰
روند زمانی	-۰/۰۱۹***	۰/۰۰۴	-۴/۱۵۶	۰/۰۰۱
رابطه کوتاه مدت				
تفاضل مرتبه اول لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی	-۶/۰۴۹	۱۴/۲۹۹	-۰/۴۲۳	۰/۶۷۹
تفاضل مرتبه اول توان دوم لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی	۰/۳۷۶	۰/۸۴۱	۰/۴۴۷	۰/۶۶۲
تفاضل مرتبه اول لگاریتم مصرف انرژی های پاک	-۰/۰۵۸**	۰/۰۲۶	-۲/۲۳۷	۰/۰۴۳
تفاضل مرتبه اول لگاریتم امید به زندگی	۲/۸۲۲***	۰/۸۱۴	۳/۴۶۴	۰/۰۰۴
تفاضل مرتبه اول لگاریتم آزادسازی تجاری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۰۷۲	۰/۳۰۳
تفاضل مرتبه اول روند زمانی	-۰/۰۲۴***	۰/۰۰۶	-۳/۷۲۴	۰/۰۰۲
جمله تصحیح خطا	-۱/۲۳۳***	۰/۲۳۲	-۵/۳۰۸	۰/۰۰۰
Durbin-Watson stat = ۲/۲۹۲		Bounds test (F-Stat)= ۶/۱۷۷***		
LM-test = ۱/۱۶۲		Bounds test at ۵٪		
Prob (LM-test)= ۰/۳۰۲		I(0): ۳/۱۲ I(1): ۴/۲۵		
ARCH-test= ۰/۴۵۸		Bounds test at ۱٪		
Prob (ARCH)= ۰/۵۰۵		I(0): ۳/۹۳ I(1): ۵/۲۳		
Normality test (JB)= ۰/۷۹۹		R- squared = ۰/۹۸۷		
Prob (JB)= ۰/۶۷۰		Adjusted R- squared = ۰/۹۷۵		

منبع: یافته های پژوهش (***، **، * به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

نتایج جدول (۴) حاکی از آن است که در بلندمدت، به غیر از ضریب آزادسازی تجاری که فاقد اثرگذاری معنادار آماری است، سایر متغیرها از اهمیت آماری برخوردار هستند. مطابق نتایج جدول (۴)، اثر مصرف انرژی‌های پاک به‌عنوان نیروی محرکه فعالیت‌های تولیدی و سازگار با طبیعت، مطابق انتظار نقشی مثبت در بهبود کیفیت محیط زیست دارد. به‌طوری‌که انتظار می‌رود، با یک درصد افزایش در مصرف انرژی‌های پاک، با ثابت بودن سایر شرایط، سرانه ردپای اکولوژیکی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب حدود ۰/۵ و ۰/۸ درصد کاهش یابد. یافته‌های این بخش با نتایج مطالعات شارما و همکاران (۲۰۲۱)، ساهو و ستهی (۲۰۲۱)، لی و وانگ (۲۰۲۳)، روی و همکاران (۲۰۲۴) سازگار است. اثرگذاری ناچیز آن در کاهش ردپای اکولوژیکی به‌دلیل سهم بسیار پایین آن در کل مصارف انرژی ایران (کمتر از یک درصد) است؛ بنابراین، سیاست جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک به‌جای منابع انرژی فسیلی رایج، می‌تواند ضمن کاهش مخاطرات زیست‌محیطی، شرایط دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار را محقق سازد.

همچنین یافته‌ها، مطابق جدول (۴) نشان می‌دهد که انسان با افزایش نرخ امید به زندگی و افزایش طول عمر، فرصت بیشتری جهت تصرف در طبیعت و تخریب محیط زیست دارد؛ بنابراین علیرغم اینکه با افزایش امید به زندگی می‌بایست محیط زیست سالم و با کیفیت برای انسان اهمیت بیشتری پیدا کند؛ متأسفانه، فرصت بیشتر زیستن در جهت تشدید ردپای انسان و برداشت بی‌رویه از منابع طبیعی صرف می‌شود. بر اساس نتایج حاصله، با یک درصد افزایش در شاخص امید به زندگی، انتظار می‌رود که سرانه ردپای اکولوژیکی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب حدود ۲/۸۲ و ۴/۴۸ درصد افزایش پیدا کند. این نتایج با یافته‌های پژوهش پاتا و همکاران (Pata et al., 2023) هم‌خوانی دارد.

به‌منظور ایجاد تصویری بهتر از رابطه بلندمدت میان معیار ردپای اکولوژیکی و درآمد سرانه (معیاری از رشد اقتصادی)، برحسب مقادیر ضرایب به‌دست‌آمده، مبادرت به ترسیم نمودار مربوطه شد که نتایج آن در قالب نمودار (۴) مؤید یک رابطه U شکل وارون است. مقادیر مورد استفاده در این نمودار به‌صورت لگاریتم طبیعی هستند. با توجه به نمودار ترسیمی در سطح درآمد سرانه ۵۴۸۱ دلار ($\ln GDP = 8/609$)، جهت تقعر منحنی عوض می‌شود. بنابراین، ابتدا با افزایش درآمد سرانه، با ثابت بودن سایر شرایط، معیار ردپای اکولوژیکی افزایش می‌یابد. این حالت تا قبل از مرز درآمد سرانه ۵۴۸۱ دلار ادامه دارد و پس از آن انتظار می‌رود سرانه ردپای اکولوژیکی کاهش پیدا کند. این نتیجه‌گیری مبنی بر رابطه U شکل وارون میان درآمد سرانه و شاخص ردپای اکولوژیکی با نتایج مطالعات پاتا و همکاران (۲۰۲۳) و محمد و همکاران (۲۰۲۴) سازگار است.

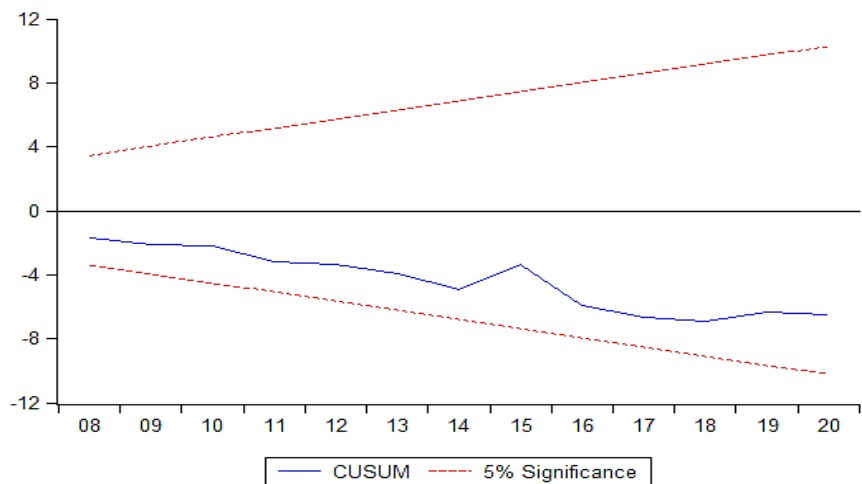


نمودار ۴: رابطه بلندمدت میان رشد اقتصادی و معیار زیست محیطی رد پای اکولوژیکی

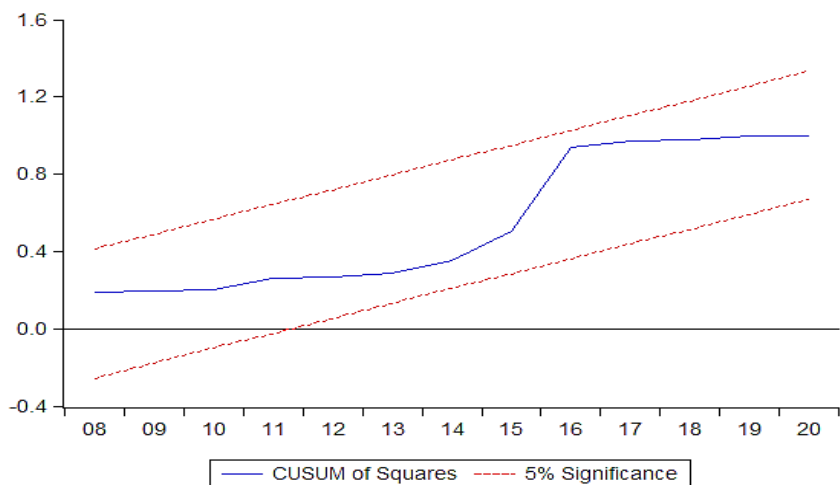
منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق نتایج **جدول (۴)**، روند زمانی که در مطالعات به عنوان معیاری از فناوری به کار گرفته می‌شود، مطابق انتظار دارای علامت منفی و حائز اهمیت آماری است. به طوری که انتظار می‌رود به ازای هر دوره، با فرض ثابت بودن سایر شرایط، شاخص رد پای اکولوژیکی حدود ۰/۰۲ درصد کاهش یابد. ضریب جمله تصحیح خطا در **جدول (۴)** بیانگر وجود رابطه بلندمدت معنی دار میان متغیرهای الگو است. این ضریب دارای علامت منفی و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است. به طوری که انتظار می‌رود در هر دوره حدود ۱/۲۳ درصد انحراف رابطه کوتاه مدت از مسیر بلندمدت تعدیل شود. به عبارت دیگر، اثر یک شوک بر معیار رد پای اکولوژیکی در کوتاه مدت کمی بیشتر از یک دوره زمان به طول خواهد انجامید و پس از آن رابطه کوتاه مدت در مسیر رابطه تعادلی بلندمدت قرار خواهد گرفت. به منظور بررسی پایداری ضرایب برآوردی، از آزمون‌های مجموع تجمعی جملات پسماند بازگشتی^۱ (CUSUM) و مجموع تجمعی مربعات جملات پسماند بازگشتی^۲ (CUSUMQ) بهره گرفته شد. نتایج این دو آزمون در **نمودارهای (۵)** و **(۶)** نمایش داده شده است. مطابق **نمودارهای (۵)** و **(۶)**، مجموع تجمعی جملات پسماند و مجموع تجمعی مربعات جملات پسماند از دو محدوده بحرانی خارج نشده است و ثبات ساختاری در برآورد وجود دارد. در نتیجه، ضرایب برآوردی در سطح ۵٪ از پایداری مناسب برخوردارند.

1. Cumulative Sum of Recursive Residual
2. Cumulative Sum Squares of Recursive Residual



نمودار ۵: مجموع تجمعی جملات پسماند بازگشتی تابع رد پای اکولوژیکی در ایران (CUSUM)
منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۶: مجموع تجمعی مربعات جملات پسماند بازگشتی تابع رد پای اکولوژیکی در ایران (CUSUMQ)
منبع: یافته‌های پژوهش

بحث و نتیجه گیری

مصرف ناکارایی انرژی سبب از دست رفتن منابع ارزی ناشی از صادرات و کاهش کیفیت محیط زیست می گردد که به تبع آن، زمینه ساز شیوع انواع بیماری ها، افزایش مرگ و میر و کاهش انتظاری امید به زندگی است. مطالعه پیش رو سعی بر آن داشت که به بررسی میزان اثرگذاری انرژی های تجدیدپذیر، امید به زندگی و جهانی سازی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در چارچوب فرضیه زیست محیطی کوزنتس (EKC) بپردازد. براین اساس، پس از جمع آوری جدیدترین داده ها و منطبق بر نتایج آزمون ایستایی متغیرها جهت برآورد رابطه بلندمدت و کوتاه مدت، از رهیافت مدل خودتوضیحی با وقفه های گسترده (ARDL) بهره گرفته شد.

نتایج پژوهش نشان داد که اثر انرژی های تجدیدپذیر مطابق انتظار دارای نقشی مثبت در بهبود کیفیت محیط زیست دارد و مصرف بیشتر آن به کاهش ردپای اکولوژیکی منتج می شود. مهم ترین اقدام در این راستا، دریافت سیاست تنوع بخشی در تأمین منابع انرژی است که این مهم با ایجاد زیرساخت های لازم در جهت استفاده بیشتر از انرژی های تجدیدپذیر امکان پذیر است. چراکه با توجه به تنوع اقلیمی ایران و بهره مندی از مواهب طبیعی نظیر نور آفتاب، باد، منابع آبی، بقایای گیاهی و دامی در فصول مختلف سال، ظرفیت استفاده از انواع انرژی های تجدیدپذیر نظیر نصب پنل های خورشیدی، توربین های آبی، بادی و بیوماس (انرژی های تجدیدپذیر) وجود دارد؛ البته این اقدامات می بایست توأم با دریافت اقدامات بازدارنده نظیر وضع مالیات های سنگین بر مصرف سوخت های فسیلی (تجدیدناپذیر) ارزان قیمت باشد تا ضمن کاهش نسبی سهم آن ها در سبد مصرف انرژی، بتوان به طور هم زمان با وضع مشوق های صادراتی، شرایط را برای رقابتی کارآمد در بازارهای جهانی و به تبع آن، ارزآوری بیشتر در کشور میسر نمود.

با توجه به نتایج پژوهش مبنی بر تأثیر جهانی سازی بر افزایش ردپای اکولوژیکی و تخریب محیط زیست، علیرغم عدم معنی داری آماری، می توان پیشنهاد نمود که در تدوین سیاست های تجاری کشور به نحوی اقدام شود تا ضمن حفظ هرچه بیشتر ظرفیت زیستی، با جلوگیری از واردات کالاهایی که توان زیستی داخل را از بین می برد، به تقویت هرچه بیشتر آن مبادرت ورزید.

نتایج پژوهش نشان داد که افزایش نرخ امید به زندگی تأثیری مثبت بر ردپای اکولوژیکی به جا می گذارد. به عبارت دیگر با افزایش سال های انتظاری طول عمر، فرصت بیشتری جهت تخریب محیط زیست فراهم می گردد؛ بنابراین ضرورت دارد که در طی دوران زندگی، آموزش های مناسب جهت بهره مندی از محیط زیست سالم مدنظر قرار گیرد. آنچه حائز اهمیت است، دستیابی به محیط زیست

سالم بدون فرهنگ‌سازی امکان‌پذیر نیست و باید به‌گونه‌ای نهادینه گردد تا مردم یک جامعه، محیط زیست را برای ادامه بقا، امری حیاتی و ارزشمند بدانند. این مهم نیازمند مشارکت همه‌جانبه مدارس، دانشگاه‌ها و رسانه‌ها در تدوین برنامه‌های آموزشی با هدف تقویت اخلاق زیست‌محیطی در جامعه است.

اظهاریه قدردانی

نویسنده از حمایت و همکاری معنوی سردبیر محترم، داوران ناشناس و کارشناسان پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی کمال تشکر را دارد. همچنین از زحمات ویراستاران علمی و ادبی نشریه قدردانی می‌شود.

منابع

- Asici, A. A. & S. Acar. (2016). Does income growth relocate ecological footprint?. *Ecological Indicators*, 61 (2): 707-714. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.022>
- Azam, M., Uddin, I., Khan, S., & Tariq, M. (2022). Are globalization, urbanization, and energy consumption cause carbon emissions in SAARC region? New evidence from CS-ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(58), 87746-87763. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21835-1> PMID
- Baltagi, B. (2008). *Econometric analysis of panel data* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Barros, L., & Martínez-Zarzoso, I. (2022). Systematic literature review on trade liberalization and sustainable development. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 921-931. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.012>
- Çakmak, E. E., & Acar, S. (2022). The nexus between economic growth, renewable energy and ecological footprint: An empirical evidence from most oil-producing countries. *Journal of Cleaner Production*, 352, 131548. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131548>
- Charfeddine, L. & Mrabet Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76: 138-154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.031>
- Cristea, A., Hummels, D., Puzzello, L., & Avetisyan, M. (2013). Trade and the greenhouse gas emissions from international freight transport. *Journal of environmental economics and management*, 65(1), 153-173. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2012.06.002>
- Duru, I. U., Okafor, B. O., Adikwu, F. O., & Njoku, F. C. (2020). Trade liberalization and economic growth: An assessment of Nigerian experience. *Asian Development Policy Review*, 8(3), 194-213. <https://doi.org/10.18488/journal.107.2020.83.194.213>
- Ellabban, O., Abu-Rub, H. and Blaabjerg, F., (2014): Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748-764. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>
- Fakher, H. A., Ahmed, Z., Acheampong, A. O., & Nathaniel, S. P. (2023). Renewable energy, nonrenewable energy, and environmental quality nexus: An investigation of the

- N-shaped Environmental Kuznets Curve based on six environmental indicators. *Energy*, 263, 125660. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125660>
- GFN (Global Footprint Network). (2024). Retrieved July 18, 2024, from <https://www.footprintnetwork.org/>
- Haq, S.M.A., Chowdhury, M.A.F., Ahmed, K.J., & Chowdhury, M.T.A. (2023). Environmental quality and its impact on total fertility rate: an econometric analysis from a new perspective. *BMC Public Health*, 23(1), 2397. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17305-z> PMID
- Idroes, G. M., Hardi, I., Rahman, M. H., Afjal, M., Noviany, T. R., & Idroes, R. (2024). The dynamic impact of non-renewable and renewable energy on carbon dioxide emissions and ecological footprint in Indonesia. *Carbon Research*, 3(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s44246-024-00117-0>
- Islam, M. M., Khan, M. K., Tareque, M., Jehan, N., & Dagar, V. (2021). Impact of globalization, foreign direct investment, and energy consumption on CO2 emissions in Bangladesh: Does institutional quality matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 48851-48871. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13441-4> PMID
- Jomhehpour, M.; Hataminejad, H. & Shahnavaz, S. (2013). Investigating the status of sustainable development of Rasht city using ecological footprint method. *Human geographic research*, 45 (3): 191-208. (in Persian). <https://doi.org/10.22059/jhgr.2013.35252>
- Kartal, M. T. (2023). Production-based disaggregated analysis of energy consumption and CO2 emission nexus: evidence from the USA by novel dynamic ARDL simulation approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 6864-6874. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22714-5> PMID
- Khorsandi, M.; Kafi, N., & Amadeh, H. (2017). Foreign Trade and Environmental Security of the Islamic Republic of Iran. *Strategic Studies Quarterly*, 19 (74): 115-138. (In Persian). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13441-4> DOI: HYPERLINK "https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17350727.1395.19.74.5.8" \t "_blank" \o "DOR" 20.1001.1.17350727.1395.19.74.5.8
- Kwakwa, P. A. (2020). Ghana's economic growth and welfare issues. Retrieved November 20, 2024, from <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/96019> <https://EconPapers.repec.org/RePEc:pra:mprapa:96019>
- Li, R., & Wang, Q. (2023). Does renewable energy reduce per capita carbon emissions and per capita ecological footprint? New evidence from 130 countries. *Energy Strategy Reviews*, 49, 101121. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101121>
- Li, R., Wang, X., & Wang, Q. (2022). Does renewable energy reduce ecological footprint at the expense of economic growth? An empirical analysis of 120 countries. *Journal of Cleaner Production*, 346, 131207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131207>
- Lin, D., Hanscom, L., Martindill, J., Borucke, M., Cohen, L., Galli, A., Lazarus, E., Zokai, G., Iha, K., Eaton, and Wackernagel, D.M. (2016). Working Guidebook to the National Footprint Accounts: 2016 Edition. Oakland: Global Footprint Network.
- Liu, H., Wong, W. K., Cong, P. T., Nassani, A. A., Haffar, M., & Abu-Rumman, A. (2023). Linkage among Urbanization, energy Consumption, economic growth and carbon Emissions. Panel data analysis for China using ARDL model. *Fuel*, 332, 126122. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126122>
- Mohamed, E. F., Abdullah, A., Jaaffar, A. H., & Osabohien, R. (2024). Reinvestigating

- the EKC hypothesis: Does renewable energy in power generation reduce carbon emissions and ecological footprint?. *Energy Strategy Reviews*, 53, 101387. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3940236/v1>
- Oyebanji, M. O., Kirikkaleli, D., & Awosusi, A. A. (2023). Consumption-based CO2 emissions in Denmark: The role of financial stability and energy productivity. *Integrated Environmental Assessment and Management*. <https://doi.org/10.1002/ieam.4757> PMID
- Pata, U. K., Yurtkuran, S., Ahmed, Z., & Kartal, M. T. (2023). Do life expectancy and hydropower consumption affect ecological footprint? Evidence from novel augmented and dynamic ARDL approaches. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19567> PMID
- Pesaran, H.M. & Pesaran. B. (1997). *Working with Microfit 4.0: An Introduction to Econometrics*, Oxford University Press, Oxford.
- Pesaran, H.M. & Shin, Y. (1998). An Autoregressive Distributed lag Modeling Approach to Cointegration Analysis, In (Ed) S. Storm. *The Econometrics and Economic Theory in the 20th Century, Chapter II*. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CCOL521633230.011>
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16 (3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Pfeiffer, B. & Mulder, P., (2013): Explaining the diffusion of renewable energy technology in developing countries. *Energy Economics*, 40, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.005>
- Raghutla, C., Padmagirisan, P., Sakthivel, P., Chittedi, K. R., & Mishra, S. (2022). The effect of renewable energy consumption on ecological footprint in N-11 countries: Evidence from Panel Quantile Regression Approach. *Renewable Energy*, 197, 125-137. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.100>
- Roy, A. (2024). The impact of foreign direct investment, renewable and non-renewable energy consumption, and natural resources on ecological footprint: an Indian perspective. *International Journal of Energy Sector Management*, 18(1), 141-161. <https://doi.org/10.1108/IJESM-09-2022-0004>
- Sahoo, M., & Sethi, N. (2021). The intermittent effects of renewable energy on ecological footprint: evidence from developing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(40), 56401-56417. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14600-3> PMID
- Shahinifar, M. & Habibi, S. (2016). Application of Ecological Footprint Method in Regional Geographic Assessment (Case Study: Kermanshah County). *Environmental Design*, 9 (32): 41-62. (in Persian).
- Sharma, R., Sinha, A., & Kautish, P. (2021). Does renewable energy consumption reduce ecological footprint? Evidence from eight developing countries of Asia. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124867. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124867>
- Shokoohi, Z., Dehbidi, N. K., & Tarazkar, M. H. (2022). Energy intensity, economic growth and environmental quality in populous Middle East countries. *Energy*, 239, 122164. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122164>
- Siddiki, J. U. (2000). Demand for money in Bangladesh: a cointegration analysis. *Applied Economics*, 32 (15): 1977-1984. <https://doi.org/10.1080/00036840050155904>

- Singh, R. L., & Singh, P. K. (2017). Global environmental problems. Principles and applications of environmental biotechnology for a sustainable future, 13-41. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1866-4_2
- Tarazkar, M. H., Dehbidi, N. K., & Bakhshoodeh, M. (2018). The effects of economic development and urbanization on pollution emissions in Iran. *Agricultural Economics Research*, 10(2), 155-174. [In Persian]. <https://doi.org/20.1001.1.20086407.1397.10.38.10.2>
- 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 Persian].
- Tarazkar, M. H., Kargar, N., Esfanjari, R., & Ghorbaniyan, E. (2020). The impact of economic growth on environmental degradation in Middle East region: application of ecological footprint. *Journal of natural environment*, 73(1), 77-90. [In Persian]. <https://doi.org/10.22059/jne.2020.261850.1541>
- Ucan, O., Aricioglu, E. and Yucel, F., (2014): Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3, 411-419.
- Uddin, G. A., Salahuddin, M., Alam, K. & Gow J. (2017). Ecological footprint and real income: Panel data evidence from the 27 highest emitting countries. *Ecological Indicators*, 77, 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.003>
- Voumik, L. C., Rahman, M. H., & Hossain, M. S. (2022). Investigating the subsistence of Environmental Kuznets Curve in the midst of economic development, population, and energy consumption in Bangladesh: Imminent of ARDL model. *Heliyon*, 8(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10357> PMID
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Erb, K.H., Haberl, H. & Schulz, N.B. (2004). Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961-1999: comparing the conventional approach to an 'actual land area' approach. *Land Use Policy*, 21, 261-269. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.007>
- Wang, Q., Zhang, F., & Li, R. (2023). Revisiting the environmental kuznets curve hypothesis in 208 counties: The roles of trade openness, human capital, renewable energy and natural resource rent. *Environmental Research*, 216, 114637. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114637> PMID
- Wang, Z., Asghar, M. M., Zaidi, S. A. H., Nawaz, K., Wang, B., Zhao, W., & Xu, F. (2020). The dynamic relationship between economic growth and life expectancy: Contradictory role of energy consumption and financial development in Pakistan. *Structural Change and Economic Dynamics*, 53, 257-266. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.03.004>
- WDI (World Development Indicators), (2024): Retrieved July 18, 2024, from <http://www.worldbank.org>
- Wilson, J. & Anielski, M. (2005). Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions, the Canadian Federation of Canadian Municipalities, Anielski Management Inc, <http://www.anielski.com>
- Zhang, B., Wang, B., & Wang, Z. (2017). Role of renewable energy and non-renewable energy consumption on EKC: evidence from Pakistan. *Journal of cleaner production*, 156, 855-864. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.203>

نحوه ارجاع به مقاله:

کارگر ده‌بیدی، نوید (۱۴۰۳). تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر، امید به زندگی و جهانی‌سازی بر معیار زیست‌محیطی ردپای اکولوژیکی در ایران. *پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی*، ۲۹(۴)، ۱۶۹-۱۹۳.

Kargar Dehbidi, N. (2024). The Effect of Renewable Energy, Life Expectancy, and Globalization on the Ecological Footprint in Iran. *Economic and Planning Research*, 29(4), 167-191.

DOI: <https://doi.org/10.52547/jpbud.29.4.167>

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.

