مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

تأثیر وابستگی به منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی بر پایداری محیط‌زیستی در ایران در چارچوب منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل

ابوالقاسم گل‌خندان *[1]

۱- گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران*

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت:
۱۴۰۲/۱۱/۳۰
پذیرش:
۱۴۰۳/۱۲/۱۹

کلمات کلیدی:
تخریب محیط‌زیست، وابستگی به منابع طبیعی، جهانی‌شدن اقتصادی، منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل، مدل تصحیح خطای برداری

چکیده

مقدمه: کیفیت محیط‌زیست و عوامل تعیین‌کننده آن یکی از مهم‌ترین مباحث مطرح در حوزه اقتصاد محیط‌زیست می‌باشد. وابستگی اقتصاد ایران به رانت منابع طبیعی و توجه به این نکته که کشور ایران در مسیر توسعه‌یافتگی و آزادسازی تجاری گام بر می‌دارد، بررسی تأثیر رانت منابع طبیعی، جهانی‌شدن اقتصادی و رشد اقتصادی را بر کیفیت محیط‌زیست در ایران مهم جلوه می‌دهد. از طرفی منحنی محیط‌زیستی کوزنتس (EKC) کلاسیک معتقد است که رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست به‌شکل U معکوس می‌باشد. در مطالعات جدیدتر با توجه به نقدهای وارده بر EKC کلاسیک، عوامل مؤثر بر تخریب محیط‌زیست با استفاده از معادله درجه سوم و در چارچوب فرم N-شکل EKC مورد آزمون قرار گرفته است. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر وابستگی به منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی بر تخریب محیط‌زیست در ایران در چارچوب منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل می‌باشد.

مواد و روش‌ها: مدل مطالعه توصیفی-تحلیلی و کاربردی حاضر با استفاده از داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۱ طراحی شده و در بر گیرنده متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه (به‌عنوان شاخص رشد اقتصادی)، مربع و مکعب تولید ناخالص داخلی سرانه، سهم رانت منابع طبیعی از GDP (به‌عنوان شاخص وابستگی به منابع طبیعی)، بعد اقتصادی شاخص جهانی‌شدن KOF و دو شاخص تخریب محیط‌زیست (میزان انتشار گاز CO_2 و ردپای اکولوژیک) است. داده‌های مورداستفاده از پایگاه‌های داده‌ای شاخص‌های توسعه جهانی متعلق به بانک جهانی، مؤسسه اقتصادی KOF و شبکه ردپای جهانی گردآوری شدند. در این مطالعه با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن- یوسیلیوس، رابطه بلندمدت بین متغیرها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در نهایت با بهره‌گیری از مدل تصحیح خطای برداری (VECM) به برآورد ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت متغیرها پرداخته شده است. تحلیل داده‌ها نیز به کمک نرم افزار Eviews12.0 انجام شد.

نتایج: برآورد مدل به روش VECM نشان می‌دهد که در بلندمدت اثر رشد اقتصادی، مربع و مکعب آن بر هر دو شاخص تخریب محیط‌زیست معنادار و به‌ترتیب مثبت، منفی و مثبت است که تأییدکننده فرضیه EKC به شکل N می‌باشد. بر اساس سایر نتایج، اثر بلندمدت وابستگی به منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی بر هر دو شاخص تخریب محیط‌زیست، معنادار و به‌ترتیب مثبت و منفی است. با یک درصد افزایش در سهم رانت منابع طبیعی از GDP، انتشار CO_2 و ردپای اکولوژیکی به‌ترتیب حدود ۰/۱۸ و ۰/۱۶ درصد، افزایش و با یک درصد افزایش در بعد جهانی‌شدن KOF، انتشار CO_2 و ردپای اکولوژیکی به‌ترتیب حدود ۰/۴۹ و ۰/۵۴ درصد، کاهش می‌یابد. همچنین، ضریب تصحیح خطا حدود ۰/۲۲- تا ۰/۲۵- برآورد شده و در بازه زمانی کوتاه‌مدت تنها جهانی‌شدن اقتصادی اثر معنادار بر شاخص‌های تخریب محیط‌زیست داشته است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: golkhandana@gmail.com

بحث: دست‌یابی به نرخ رشد اقتصادی بالاتر در آینده نزدیک می‌تواند با گذر از نقطه بازگشت دوم منحنی EKC به تخریب محیط‌زیست بیانجامد. لذا باید تلاش شود تا رشد اقتصادی بالاتر که مستلزم استفاده از انرژی بیشتر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید است، با ایجاد و تقویت انرژی‌های پاک صورت بگیرد. همچنین، دولت بایستی اقدامات و سیاست‌های کنترلی لازم را برای حفظ و جلوگیری از بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی اتخاذ کند و بخشی از درآمدهای حاصل از فروش منابع طبیعی را با ایجاد صندوق‌های سبز به سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های مناسب و سازگار با محیط‌زیست اختصاص دهد. علاوه بر این، با تأیید فرضیه مدیریت جهانی محیط‌زیست که نشان می‌دهد جهانی‌شدن اقتصادی، تقاضای محیط‌زیستی را کاهش می‌دهد، حرکت به‌سمت یک اقتصاد باز می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست در ایران کمک کند.

مقدمه

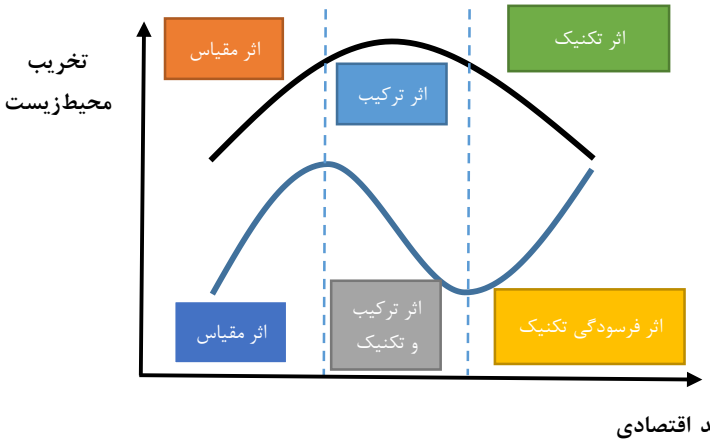
در زمینه رابطه افزایش درآمد (تولید ملی) و کیفیت محیط‌زیست دو دیدگاه کلی وجود دارد. دیدگاه نخست بر این باور است که سطوح بالاتری از فعالیت‌های اقتصادی (مصرف و تولید) همواره نیازمند مقادیر بیشتری از انرژی و مواد اولیه است و فرآورده‌های فرعی زائد بیشتری را به جا می‌گذارد. استخراج بی‌رویه منابع طبیعی، انباشت ضایعات و تمرکز بر روی آلاینده‌ها، می‌تواند ظرفیت زیست‌کره را درهم بشکند و در نهایت با وجود افزایش درآمد به تخریب کیفیت محیط‌زیست منجر شود. بنابراین جهت حفظ محیط‌زیست و حمایت از فعالیت‌های اقتصادی، رشد اقتصادی باید متوقف شده و جهان باید به سمت یک حالت پایدار اقتصادی حرکت کند. از طرف دیگر، دیدگاه دوم معتقد است که سریع‌ترین راه بهبود محیط‌زیست از کانال تولید ملی و افزایش رشد اقتصادی صورت می‌گیرد؛ بدین‌گونه که با افزایش سطوح درآمدی، تقاضا برای کالا و خدماتی که کمتر ماده‌بر باشند، افزایش می‌یابد و این خود به ترویج و پذیرش معیارهای حفاظت محیط‌زیستی در فرایند تولیدات منجر می‌شود (Jafari & Samimi, 2011).

بر این اساس، شناسایی چگونگی اثرگذاری رشد اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست همواره یکی از مهم‌ترین مجادلات در حوزه اقتصاد و محیط‌زیست بوده است. سؤال اساسی در این مطالعات آنست که افزایش رشد اقتصادی چه اثراتی بر تخریب محیط‌زیست خواهد داشت؟ "منحنی محیط‌زیستی کوزنتس" (EKC) از لحاظ نظری به این ارتباط پاسخ می‌دهد و معتقد است که در سطوح پایین رشد اقتصادی، ارتباط مثبت و در سطوح بالای رشد اقتصادی، ارتباط منفی بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست وجود دارد (Daliri, 2020). به‌عبارت دیگر، EKC کلاسیک معتقد است که رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست به‌شکل U معکوس می‌باشد. تاکنون مطالعات داخلی و خارجی فراوانی عوامل مؤثر بر تخریب محیط‌زیست را در قالب EKC کلاسیک مورد بررسی تجربی قرار داده‌اند؛ اما در مطالعات تجربی جدیدتر با توجه به نقدهای وارده بر EKC کلاسیک، این اثرگذاری با استفاده از معادلات درجه سوم و در چارچوب فرم Nشکل EKC مورد آزمون و بررسی قرار گرفته است (Rashdan *et al.*, 2021; Shehzad *et al.*, 2022; Faisal *et al.*, 2023; Narcisse *et al.*, 2023; Jahanger *et al.*, 2023; Hossain *et al.*, 2023).

در شکل ۱ فرم کلاسیک و فرم N-شکل EKC نشان داده شده است. فرم EKC کلاسیک در واقع بیان‌گر آمیزه‌ای از سه ارتباط عمده بین رشد اقتصادی (درآمد سرانه) و تخریب محیط‌زیست می‌باشد که عبارتند از: اثر مقیاس، اثر ترکیب و اثر تکنولوژی (تکنیک). بر اساس مفهوم اثر مقیاس، هنگامی که میزان ستانده و نهاده‌ها در اقتصاد افزایش می‌یابد، کیفیت محیط‌زست رو به کاهش خواهد بود. اثر ترکیب ناشی از تغییر ساختاری است که در اقتصاد اتفاق می‌افتد. تخریب محیط‌زیست با تغییر ساختار اقتصاد از صنعتی به خدماتی و همچنین توسعه‌ی صنایع دانش‌بنیان و تکنولوژی پیشرفته کاهش می‌یابد. اثر تکنولوژی دلالت بر این موضوع دارد که چون کشورهای ثروتمند قادر به سرمایه‌گذاری بیشتر بر روی تحقیق و توسعه هستند، بنابراین رشد اقتصادی منجر به پیشرفت تکنولوژی و جای‌گزینی فناوری‌های منسوخ و آلوده با فناوری‌های جدید و پاک‌تر می‌شود که کیفیت محیط‌زیست را ارتقاء می‌دهد (Kazerouni *et al.*, 2019).

اکنون به مشخصات EKC درجه سوم یعنیEKC به شکل N می‌پردازیم. حتی اگر سطح تخریب محیط‌زیست با رشد اقتصادی بیشتر، کاهش یابد؛ زمانی‌که اثر مقیاس از اثر

فنی پیشی بگیرد، فرسودگی تکنیکی به همراه افزایش سطح تخریب محیط‌زیست رخ می‌دهد. در واقع، زمانی‌که پیشرفت‌های تکنیکی، بازدهی رو به رشد مستمری نداشته باشند و کاهش بازده فنی، اقتصادها را برای بازگشت به وضعیت تخریب محیط‌زیستی فزاینده تسریع کند، این رابطه N-شکل می‌شود. انتخاب بین این دو مشخصه از EKC تا حد زیادی به جنبه‌های زمینه‌ای بستگی دارد؛ زیرا این جنبه‌ها نشان می‌دهند که فرسودگی تکنیکی ایجاد شده است یا خیر. به‌عنوان مثال، باید بررسی شود که آیا مطالعات قبلی در زمینه EKC کلاسیک انجام شده است یا خیر. اگر پاسخ مثبت است، بهتر است EKC به شکل N مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد؛ زیرا این شکل از EKC می‌تواند ماهیت تخریب محیط‌زیست را با افزایش در سطح بزرگ‌تری از درآمد نشان دهد که ممکن است این بررسی با EKC کلاسیک امکان‌پذیر نباشد. فرم N-شکل EKC می‌تواند جنبه آینده نگرانه‌تری را در رابطه با تخریب محیط‌زیستی ارائه دهد؛ در حالی‌که EKC کلاسیک می‌تواند جنبه فعلی و آینده نزدیک را در این رابطه ترسیم کند (Sinha *et al.*, 2019: 67).



شکل ۱- کانال‌های مختلف تخریب محیط‌زیست در منحنی‌های EKC کلاسیک و N-شکل. مأخذ: Sinha و همکاران (۲۰۱۹)

وابستگی به منابع طبیعی یکی از متغیرهای مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست بالاخص در کشورهای ثروتمند از نظر منابع می‌باشد. ارتباط نظری بین منابع طبیعی و تخریب محیط‌زیست، مختلط و ناهمگون است. مطالعات در این حوزه را می‌توان در سه دسته کلی تقسیم‌بندی کرد. دسته نخست استدلال می‌کنند که رانت منابع طبیعی تأثیر مثبت بر کیفیت محیط‌زیست داد و منابع طبیعی کیفیت محیطی را با کاهش واردات و مصرف سوخت‌های فسیلی بهبود می‌بخشد. از طرفی تغییر از فناوری‌های سنتی به فناوری‌های پیشرفته و پاک‌تر می‌تواند با ایجاد صندوق‌های سبز از طریق درآمدهای ناشی از فروش منابع طبیعی امکان‌پذیر باشد (Pata & Ertugrul, 2023). علاوه بر این، فراوانی منابع طبیعی می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی یک کشور منجر گردد که به صعود و بالا رفتن از نردبان توسعه و رشد اقتصادی کمک می‌کند. بر این اساس می‌توان نتایج نامطلوب توسعه اقتصادی بر روی کیفیت محیط‌زیست را همان‌طور که در فرضیه EKC پیش‌بینی شده است، درونی کرد (Erdogan, 2023). در مقابل، نتایج مطالعات دسته دوم نشان می‌دهند که رانت منابع طبیعی به‌طور مخربی بر کیفیت محیطی تأثیر می‌گذارد و وفور منابع طبیعی، ظرفیت‌های انسانی را برای سرمایه‌گذاری در پیشرفت تکنولوژی محدود می‌کند. استخراج انبوه منابع طبیعی و استفاده ناپایدار از آن‌ها در شیوه‌های تولید و مصرف باعث از بین رفتن تنوع زیستی و کاهش منابع می‌شود و چالش‌های محیط‌زیستی مانند کمبود آب، جنگل‌زدایی و گرم‌شدن زمین را ایجاد می‌کند (Danish *et al.*, 2019). دسته سوم نیز دریافتند که رانت منابع طبیعی بر کیفیت محیطی تأثیر نمی‌گذارد که این نتیجه از "فرضیه خنثی" در این زمینه پشتیبانی می‌کند (Hundie *et al.*, 2022). شایان ذکر است که برخی از محققان معتقدند که رابطه بین رانت منابع طبیعی و کیفیت محیطی به عوامل

مختلفی بستگی دارد. به‌عنوان مثال، کیفیت نهادی و حکمرانی خوب از جمله متغیرهایی هستند که ارتباط بین رانت منابع طبیعی و کیفیت محیطی را تعدیل می‌کنند (Nwani & Adams, 2021). از سوی دیگر، ممکن است که رابطه منابع طبیعی و کیفیت محیط‌زیست به شاخص محیط‌زیستی بستگی داشته باشد (Ulucak *et al.*, 2020). جهانی‌شدن اقتصادی دیگر متغیر مهم در بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست می‌باشد که تأثیر آن بر کیفیت محیط‌زیست مبهم است. در کشورهای درحال توسعه که مقررات محیط‌زیستی ضعیفی وجود دارد، جهانی‌شدن اقتصادی باعث ارتقای صنایع با آلودگی شدید خواهد شد و این موضوع منجر به تشدید تقاضاهای اکولوژیکی انسان می‌شود. طبق نظر Rudolph و Figge (۲۰۱۷)، رابطه منفی بین جهانی‌شدن اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست به سه دلیل مرتبط است: ۱) جهانی‌شدن اقتصادی کشورهایی را که از نظر اقتصادی جهانی‌تر شده‌اند تشویق می‌کند تا پادمان‌های اقتصادی را بر پادمان‌های محیط‌زیستی اولویت دهند. ۲) همگام با جهانی‌شدن، تشدید تولیدات کشاورزی و استفاده از انرژی توسط کشورهای توسعه‌یافته باعث افزایش ردپای اکولوژیک می‌شود و ۳) هیچ مقررات الزام‌آور جهانی برای کنترل میزان استفاده از زمین و انتشار گاز CO_2 وجود ندارد. Rudolph و Figge (۲۰۱۷) این ارتباط منفی بین جهانی‌شدن اقتصادی و ردپای اکولوژیک را "فرضیه تشدید" نامیدند. از سوی دیگر، "فرضیه بازارهایی برای محیط‌زیست جهانی" معتقد است که جهانی‌شدن اقتصادی باعث بهبود ردپای اکولوژیک و کیفیت محیط‌زیست می‌شود. این فرضیه استدلال می‌کند که جهانی‌سازی اقتصادی، انتقال فناوری و انتشار فناوری‌های تولید پاک را افزایش و کشورهای درحال‌توسعه را به‌سمت اجتناب از فناوری‌های کمتر کارآمد سوق می‌دهد (Hundie *et al.*, 2022: 11). انتقادات در مورد اثرات منفی جهانی‌شدن بر کیفیت محیط‌زیست اغلب بر "فرضیه پناه‌گاه (لنگرگاه) آلودگی" تکیه دارد که معتقد است تجارت و سرمایه‌گذاری خارجی که تحت تأثیر جهانی‌شدن اقتصادی رشد کرده است، بسترهایی را برای انتقال صنایع آلوده‌کننده به مناطقی که قوانین محیط‌زیستی ساده‌تری دارند، فراهم می‌کند و در عمل، این مناطق به پناه‌گاه‌هایی برای آلودگی تبدیل می‌شوند (Aladejare, 2022). در مقابل این فرضیه، "فرضیه هاله آلودگی" قرار دارد که توسط Birdsall و Wheeler (۱۹۹۳) ارائه شده است. این فرضیه معتقد است که جهانی‌شدن راهی برای انتقال فناوری بین کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه فراهم و دسترسی کشورهای درحال‌توسعه را به تکنولوژی کارا و سازگار با محیط‌زیست ممکن می‌کند که این عمل به بهبود کیفیت محیط‌زیست در این کشورها کمک می‌کند (Ahmad *et al.*, 2021).

در ادامه منتخبی از جدیدترین مطالعات تجربی در زمینه موضوع تحقیق به‌ترتیب مطالعات خارجی و داخلی بررسی می‌شود.

Aladejare (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با عنوان "رانت منابع طبیعی، جهانی‌شدن و تخریب محیط‌زیست: بینش جدیدی از ۵ اقتصاد ثروتمند آفریقا" به بررسی نقش رانت منابع طبیعی و جهانی‌شدن بر تخریب محیط‌زیست در ۵ کشور ثروتمند آفریقا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ پرداخته است. در این مطالعه از چهار تکنیک اثرات ثابت، اثرات تصادفی، حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر و میانگین گروهی تعمیم‌یافته استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که رانت منابع طبیعی به‌طور معناداری به تخریب محیط‌زیست می‌انجامد. در مقابل، جهانی‌شدن، تخریب محیط‌زیست را کاهش می‌دهد.

Shehzad و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با عنوان "آزمون منحنی کوزنتس محیط‌زیستی N-شکل در الجزایر: نقش ضروری منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی" به آزمون فرضیه EKC به شکل N در الجزایر طی سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۷۰ و با توجه به نقش منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق با استفاده از برآوردگر ARDL نشان می‌دهد که درآمد حاصل از منابع طبیعی به‌طور معناداری باعث بهبود کیفیت محیط‌زیست در الجزایر شده است؛ در مقابل، جهانی‌شدن اقتصادی اثر مثبت بر تخریب محیط‌زیست دارد. علاوه بر این، نتایج این مطالعه وجود یک رابطه N-شکل بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک در الجزایر را تأیید کرد.

Hossain و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با عنوان "وابستگی به منابع طبیعی و پایداری محیط‌زیستی تحت EKC به شکل N: مورد غیرعادی هند" به بررسی تأثیر رانت منابع طبیعی، تولید ناخالص داخلی و اثر تعاملی این

دو متغیر بر شاخص‌های تخریب محیط‌زیست در کشور هند و در چارچوب EKC طی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۷۰ پرداخته‌اند. به این منظور از برآوردگر شبیه‌سازی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی پویا (DARDL) و رویکرد علیت دامنه فرکانس (FDC) استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه وجود EKC به شکل N با متغیر وابسته انتشار CO_2، تأیید و با متغیر وابسته ردپای اکولوژیک رد می‌شود. رانت منابع طبیعی، مصرف انرژی و شهرنشینی نیز به‌طور مثبتی با تخریب محیط‌زیست در بلندمدت مرتبط هستند.

Akadiri و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با عنوان "رانت منابع طبیعی، جهانی‌شدن مالی و تخریب محیط‌زیست: شواهدی از یک کشور غنی از منابع" نقش جهانی‌شدن مالی و رانت منابع طبیعی را بر انتشار کربن در کشور نیجریه طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۲۰ بررسی کرده‌اند. به این منظور از تحلیل‌های علیت گرنجر طیفی Breitung-Candelin و انسجام موجک استفاده شده است. نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه علی یک‌طرفه از جهانی‌شدن مالی و رانت منابع طبیعی به انتشار کربن است که مؤید این موضوع می‌باشد که جهانی‌شدن مالی و رانت منابع طبیعی برای پیش‌بینی تخریب محیط‌زیست در کشور نیجریه مفید هستند.

Du و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با عنوان "مدل‌سازی تأثیر منابع طبیعی و جهانی‌شدن اجتماعی بر ضریب ظرفیت بار: بینش‌های جدید از کشورهای آسه‌آن" به ارزیابی اثر منابع طبیعی و جهانی‌شدن اجتماعی بر ضریب ظرفیت بار (که از نسبت ظرفیت بیولوژیک به ردپای اکولوژیکی به‌دست می‌آید) در شش کشور منطقه آسه‌آن (ASEAN) در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ پرداخته‌اند. برآورد ضرایب بلندمدت متغیرهای مدل نیز با به‌کارگیری روش اثرات ثابت رگرسیون کوانتایل گشتاوری (MMQR) و برآوردگر حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح‌شده (FMOLS)، نشان‌دهنده تأثیر مثبت منابع طبیعی و جهانی‌شدن اجتماعی بر ضریب ظرفیت بار در بلندمدت است.

Abdollahi و Ghaderi (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با عنوان "بررسی تأثیر منابع طبیعی و سرمایه انسانی بر ردپای اکولوژیکی ایران" با به‌کارگیری ردپای اکولوژیک به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست، به بررسی اثر رشد اقتصادی، سرمایه انسانی و منابع طبیعی بر ردپای اکولوژیک در ایران طی دوره ۲۰۲۱-۱۹۸۸ و با استفاده از روش ARDL پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنادار رشد اقتصادی و سرمایه انسانی بر ردپای اکولوژیک در کوتاه‌مدت و تأثیر مثبت و معنادار منابع طبیعی بر ردپای اکولوژیک در کوتاه‌مدت و بلندمدت است.

Letafat و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای با عنوان "تأثیر جهانی‌سازی اقتصادی و سیاسی بر ردپای اکولوژیکی در ایران: کاربرد رویکرد هم‌جمعی نامتقارن غیرخطی" با استفاده از رهیافت ARDL غیرخطی (NARDL) این اثرگذاری را طی سال‌های ۲۰۱۹-۱۹۹۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج بلندمدت نشان داد که تکانه‌های منفی ناشی از جهانی‌شدن اقتصادی و سیاسی اثر معنادار بر ردپای بوم‌شناختی دارد و به‌ترتیب موجب افزایش ۰/۱۷ درصدی و کاهش ۴ درصدی در مقدار این شاخص می‌شود. در حالی‌که شوک‌های مثبت جهانی‌شدن اقتصادی و سیاسی اثر معناداری بر کیفیت محیط‌زیست ندارد.

با نگاه به شرایط کنونی محیط‌زیست ایران، ضرورت پرداختن به محیط‌زیست بیشتر آشکار می‌شود. بر اساس گزارشات اطلس جهانی کربن (۲۰۲۰) و وزارت نیرو (۲۰۲۲)، ایران پس از کشورهای چین، آمریکا، هند، روسیه و ژاپن در رتبه ششم انتشار CO_2 در جهان قرار دارد و سهمی معادل ۲/۱۴ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را به خود اختصاص داده و از سال ۲۰۰۰ میلادی تا سال ۲۰۱۹ انتشار CO_2 در ایران از ۰/۴۴ به بیش از ۰/۵۲ رسیده است (Abdollahi & Ghaderi, 2023). وابستگی به منابع طبیعی و توجه به این موضوع که کشور ایران در مسیر توسعه‌یافتگی و آزادسازی تجاری و پیوستن به WTO گام بر می‌دارد؛ بررسی تأثیر رانت منابع طبیعی، جهانی‌شدن اقتصادی و رشد اقتصادی را بر کیفیت محیط‌زیست در ایران مهم جلوه می‌دهد. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر وابستگی به منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی بر شاخص‌های تخریب محیط‌زیست در ایران در چارچوب فرضیه منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل طی سال‌های ۲۰۲۱-۱۹۹۵ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

فرم تبعی مدل این پژوهش با توجه به اهداف آن و بر اساس مطالعه Shehzad و همکاران (۲۰۲۲) به‌صورت زیر تعیین شده است:

$$EQ = f(gdp, gdp^2, gdp^3, NR, EG, \varepsilon) \quad (۱)$$

در رابطه فوق، EQ: شاخص اندازه‌گیری کیفیت محیط‌زیست، gdp: رشد اقتصادی، NR: وابستگی به منابع طبیعی، EG: جهانی‌شدن اقتصادی و ε: جزء اخلال (خطا) مدل است. از آنجا که مدل‌های لگاریتمی- خطی نتایج کارآمدتر و دقیق‌تری نسبت به مدل‌های خطی ارائه می‌کنند (Hossain *et al.*, 2023) و با توجه به این‌که در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری کیفیت محیط‌زیست از دو شاخص معکوس آن شامل میزان انتشار گاز کربن دی‌اکسید (CO_2) و ردپای اکولوژیک (EF) استفاده شده است، مدل‌های اصلی این مطالعه به‌صورت فرم رگرسیونی زیر تعیین می‌شوند:

$$LnCO_{2t} = \theta_0 + \theta_1 Lngdp_t + \theta_2 (Lngdp_t)^2 + \theta_3 (Lngdp_t)^3 + \theta_4 LnNR_t + \theta_5 LnEG_t + \varepsilon_t \quad (۱)$$

$$LnEF_t = \beta_0 + \beta_1 Lngdp_t + \beta_2 (Lngdp_t)^2 + \beta_3 (Lngdp_t)^3 + \beta_4 LnNR_t + \beta_5 LnEG_t + \varepsilon_t \quad (۲)$$

در جدول ۱ تعریف دقیق متغیرها به همراه منبع جمع‌آوری داده‌های آن‌ها گزارش شده است. شایان ذکر است که دوره‌ی زمانی این تحقیق سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ را در بر می‌گیرد (۳۲ سال).

جدول ۱- متغیرها و منابع داده‌ها

متغیر	نماد	شاخص و نحوه اندازه‌گیری	منبع
کیفیت محیط‌زیست	[1]EF	شاخص ردپای اکولوژیکی[2] (بر حسب سرانه هکتار جهانی)	وب‌سایت شبکه ردپای جهانی[3] (GFN) (۲۰۲۳)
	[4]CO_2	میزان انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (بر حسب متریک تن)	وب‌سایت شاخص‌های توسعه جهانی[5] (WDI) متعلق به بانک جهانی (۲۰۲۳)
رشد اقتصادی	[6]gdp	تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه (بر حسب دلار و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵)	وب‌سایت WDI (۲۰۲۳)
وابستگی به منابع طبیعی	[7]NR	سهم رانت منابع طبیعی از gdp (بر حسب درصد)	وب‌سایت WDI (۲۰۲۳)
جهانی‌شدن اقتصادی	[8]EG	زیرشاخص اقتصادی شاخص جهانی‌شدن KOF[9] (بر حسب درصد)	وب‌سایت مؤسسه اقتصادی KOF (۲۰۲۳)

نشانی وب‌سایت GFN: https://www.footprintnetwork.org
نشانی وب‌سایت WDI: https://data.worldbank.org/indicator
نشانی وب‌سایت مؤسسه KOF: https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html

[1]Ecological Footprint (EF)
[2]این شاخص توسط Wackernagel & Rees (۱۹۹۶) ارائه شده است و نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط زیست‌کره مقایسه می‌کند که بر اساس مقدار زمین مورد نیاز (بر حسب هکتار) برای نگه‌داشتن این چرخه تعریف می‌شود.
[3]Global Footprint Network (GFN)
[4]Carbon Dioxide Emissions (CO_2)
[5]World Development Indicators (WDI)
[6]Gross Domestic Product (GDP)
[7]Natural Resources (NR)
[8]Economic Globalization (EG)
[9]شاخص جهانی‌شدن KOF سالانه از سوی یک مؤسسه اقتصادی در سوئیس منتشر می‌شود و مقدار آن بین دو عدد صفر و ۱۰۰ می‌باشد. این شاخص از ترکیب سه زیرشاخص جهانی‌شدن اقتصادی با وزن ۳۶ درصد، جهانی‌شدن اجتماعی با وزن ۳۸ درصد و جهانی‌شدن سیاسی با وزن ۲۶ درصد تشکیل شده است. زیرشاخص جهانی‌شدن اقتصادی شاخص KOF از دو بخش با وزن مساوی ۵۰ درصد به نام‌های جریان‌های واقعی (شامل سهم تجارت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه‌گذاری پرتفوی و پرداختنی‌ها به اتباع خارجی از GDP) و محدودیت‌ها (شامل موانع پنهان واردات، متوسط نرخ تعرفه، مالیات بر تجارت بین‌المللی و محدودیت‌های حساب سرمایه) تشکیل شده است. به‌منظور آشنایی با شاخص جهانی‌شدن KOF اقتصادی و زیرشاخص‌های آن به مطالعه Golkhandan (۲۰۱۶) رجوع کنید.

بر اساس ضرایب برآوردی رابطه (۲) و با فرض معناداری این ضرایب می‌توان ۹ حالت محتمل بین رشد اقتصادی و انتشار گاز CO_2 در نظر گرفت (تحلیل ضرایب برای رابطه (۳) نیز به همین شکل است):

جدول ۲- رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست بر اساس ضرایب برآوردی

حالت	وضعیت ضرایب برآوردی	نوع رابطه	نقطه (نقاط) بازگشت
۱	$\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$	عدم وجود رابطه	-
۲	$\theta_1 > 0, \quad \theta_2 = \theta_3 = 0$	رابطه خطی مثبت (صعودی)	-
۳	$\theta_1 < 0, \quad \theta_2 = \theta_3 = 0$	رابطه خطی منفی (نزولی)	-
۴	$\theta_1 > 0, \ \theta_2 < 0, \ \theta_3 = 0$	EKC به شکل منحنی U معکوس	$gdp^* = \exp(-\frac{\theta_1}{\theta_2})$
۵	$\theta_1 < 0, \ \theta_2 > 0, \ \theta_3 = 0$	EKC به شکل منحنی U	
۶	$\theta_1 > 0, \ \theta_2 < 0, \ \theta_3 > 0$	EKC به شکل منحنی N	$gdp^*_1, gdp^*_2 = \exp(\frac{-\theta_2 \pm \sqrt{\theta_2^2 - 3\theta_1\theta_3}}{3\theta_3})$
۷	$\theta_1 < 0, \ \theta_2 > 0, \ \theta_3 < 0$	EKC به شکل منحنی N معکوس	
۸	$\theta_1 < 0, \ \theta_2 < 0, \ \theta_3 > 0$	EKC به شکل منحنی J	-
۹	$\theta_1 < 0, \ \theta_2 < 0, \ \theta_3 > 0$	EKC به شکل منحنی J معکوس	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق بر اساس مطالعات Shahbaz & Sinha (۲۰۱۹) و Hossain و همکاران (۲۰۲۳)

در جدول ۳ خلاصهٔ آماری متغیرهای پژوهش نشان داده شده است. بر این اساس، طی دوره مورد بررسی پژوهش، میانگین سرانه انتشار CO_2 حدود ۶/۰۴ متریک تن، میانگین شاخص ردپای اکولوژیکی حدود ۲/۷۵ سرانه هکتار جهانی، میانگین تولید ناخالص داخلی سرانه حدود ۴۵۵۱ دلار، میانگین سهم رانت منابع طبیعی از gdp حدود ۲۴/۸ درصد و میانگین شاخص جهانی‌شدن اقتصادی KOF حدود ۲۶/۱۹ درصد بوده است. بر اساس مشخصه‌ی آماری انحراف استاندارد، بیشترین میزان پراکندگی بین داده‌ها متعلق به تولید ناخالص داخلی سرانه است (که البته چون داده‌ها به‌صورت لگاریتم طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، این پراکندگی تا حد قابل‌توجهی کاهش می‌یابد) و کمترین مقدار آن به شاخص ردپای اکولوژیکی اختصاص دارد. همچنین، بر اساس آمارهٔ جارک-برا و سطح احتمال آن می‌توان گفت که همهٔ متغیرهای پژوهش در سطح ۵ درصد از توزیع نرمال برخوردارند.

جدول ۳- خلاصهٔ آماری متغیرهای پژوهش به همراه منبع گردآوری داده‌های آن‌ها

آماره	متغیر				
	CO_2	EF	gdp	NR	EG
میانگین	۶/۰۳۸	۲/۷۵۰	۴۵۵۱/۱۵۱	۲۴/۸۰۱	۲۶/۱۸۹
میانه	۶/۶۰۸	۳/۰۲۶	۴۸۲۸/۴۹۵	۲۴/۵۲۱	۲۷/۹۴۷
ماکسیمم	۷/۵۷۱	۳/۲۶۰	۵۴۵۰/۹۳۸	۳۴/۷۷۹	۳۲/۸۹۶
مینیمم	۳/۵۵۷	۱/۵۵۷	۳۳۶۳/۵۱۰	۱۳/۱۳۶	۱۴/۲۳۴
انحراف استاندار	۱/۳۶۹	۰/۵۴۷	۷۲۷/۴۳۵	۵/۹۴۳	۵/۷۴۱
چولگی	-۰/۴۲۹	-۰/۹۳۱	-۰/۲۹۴	-۰/۰۶۹	-۰/۷۴۸
کشیدگی	۱/۵۹۶	۲/۵۱۲	۱/۳۹۴	۲/۴۰۲	۲/۲۰۴
جارک-برا	۳/۶۱۱	۴/۹۴۱	۳/۸۹۹	۰/۵۰۳	۳/۸۲۸
احتمال	۰/۱۶۴	۰/۰۸۵	۰/۱۴۲	۰/۷۷۸	۰/۱۴۸
تعداد مشاهدات	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲

* آمارهٔ جارک-برا وضعیت نرمال بودن را بررسی می‌کند و سطح احتمال آن نشان‌دهندهٔ فرضیهٔ صفر نرمال بودن است.

مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0

در این مطالعه به‌منظور برآورد تجربی مدل‌های پژوهش و برآورد ضرایب و کشش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت از روش هم‌انباشتگی ارائه شده توسط Johansen و Juselius (۱۹۹۰) و مدل تصحیح خطای برداری[10](VECM) استفاده شده است. "هم‌انباشتگی" به این معناست که بین دو یا چند متغیر که هر یک به‌تنهایی نامانا‌ست، یک رابطه تعادلی بلندمدت وجود دارد. به‌علاوه متغیرهای هم‌انباشته دارای یک الگوی تصحیح خطا[11] (ECM) نیز هستند که بیان‌گر رابطه کوتاه‌مدت بین آن‌هاست (Golkhandan, 2019). روش‌های گوناگونی برای برآورد بردار هم‌انباشتگی وجود دارد؛ اما روش یوهانسن - یوسیلیوس به‌عنوان روش برتر می‌تواند روابط بلندمدت را در صورت وجود دو یا چند متغیر شناسایی و تعیین کند (Enders, 1995). این روش مبتنی‌بر یک مدل خودرگرسیون‌برداری[12] (VAR) است که در آن تعیین تعداد بردارهای هم‌انباشتگی از طریق حداکثر راست‌نمایی صورت می‌گیرد. یک مدل VAR در فرم کلی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

(۴)

$$Y_t = C + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \Phi_p Y_{t-p} + u_t$$

در رابطه فوق، Y_t بردار k×1 مربوط به متغیرهای مدل، C بردار k×1 ضرایب ثابت، Φ_i ماتریس k×k ضرایب الگو و u_t بردار k×1 مربوط به جملات اخلال الگو است. اکنون برای پیوند دادن رفتار کوتاه‌مدت Y_t به مقادیر تعادلی بلندمدت آن، می‌توان رابطه (۴) را در قالب VECM به‌صورت زیر درآورد:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (۵)$$

که در رابطه فوق Δ نشان‌گر تفاضل مرتبه اول و:

$$\Gamma_j = -\left(1 - \sum_{j=1}^{i} \Phi_j\right) \quad , \quad \Pi = -\left(1 - \sum_{j=1}^{p} \Phi_j\right)$$

ماتریس Π حاوی اطلاعات مربوط به روابط تعادلی بلندمدت است (به‌شرط آن‌که این ماتریس دارای رتبه کامل نباشد). با تعیین رتبه (m) این ماتریس می‌توان تعداد بردارهای هم‌انباشتگی و ویژگی‌های آماری VAR را تعیین کرد. رتبه کامل (m=K) به این معنی است که VAR ایستا است. m=0 نشان می‌دهد که VAR غیر ایستا، اما بدون معادلات هم‌انباشتگی است. رتبه کاهش‌یافته (m<K) به‌معنای m معادله هم‌انباشتگی است. در این حالت می‌توان ماتریس Π را به‌صورت $\Pi = \alpha\beta'$ تجزیه کرد که در آن α ماتریس k×m از وزن‌ها و نشان‌دهنده سرعت تعدیل به‌سمت تعادل بلندمدت (مقادیر α نزدیک به صفر دلالت بر اینرسی بالا و هم‌گرایی کند دارد) و β ماتریس k×m ضرایب روابط تعادلی بلندمدت است (Giuliodori & Rodriguez, 2015).

به‌طور کلی برآورد مدل به روش VECM مستلزم انجام چند گام است:

نخستین گام، انجام آزمون ریشه واحد (مانایی) و ایستایی است؛ چراکه که امکان ساختگی‌بودن برآورد با متغیرهای نامانا وجود دارد و استناد به نتایج چنین برآوردهایی به نتایج گمراه‌کننده‌ای منجر خواهد شد. علاوه بر این، استفاده از آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن -یوسیلیوس مستلزم آنست که کلیه متغیرهای مدل از درجه مانایی یکسان و واحد برخوردار باشند. به این منظور، در اولین گام با استفاده از دو آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته[13] (ADF) و فیلیپس - پرون[14] (PP) مانایی متغیرها مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرضیه صفر این دو آزمون نشان‌گر وجود ریشه واحد (نامانایی) و فرضیه مقابل نشان‌گر پایایی متغیر در سطح است.

تحلیل‌های هم‌انباشتگی یوهانسن- یوسیلیوس مستلزم تعیین طول وقفه بهینه در الگوی VAR است. برای تعیین طول وقفه بهینه معیارهای گوناگون و مختلفی وجود دارد که در این مطالعه از معیارهای نسبت درست‌نمایی[15] (LR)، خطای نهایی پیش‌بینی[16] (FPE)، آکائیک[17] (AIC)، شوارتز[18] (SC) و حنان-کوئین[19] (HQ) استفاده شده است؛ شایان ذکر است که در صورت مغایرت بین نتایج به‌دست‌آمده از این معیارها، حجم نمونه می‌تواند تعیین‌کننده معیار مناسب باشد.

[10]Vector Error Correction Model (VECM)
[11]Error Correction Model (ECM)
[12]Vector Auto Regression (VAR)

[13]Augmented Dickey–Fuller (ADF)
[14]Phillips–Perron (PP)
[15]Likelihood Ratio (LR)
[16]Final Prediction Error (FPE)
[17]Akaike Information Criterion (AIC)
[18]Schwarz Criterion (SC)
[19]Hannan Quinn (HQ)

گام سوم، استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی یوهانسن - یوسیلیوس برای بررسی هم‌انباشتگی و رابطه بلندمدت است. این روش با استفاده از دو آماره آزمون اثر (λ_{Trace}) و حداکثر مقادیر ویژه (λ_{Max}) رابطه یا روابط تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو را تعیین می‌کند. آماره اول مربوط به آزمون این فرض است که تعداد بردارهای هم‌انباشتگی کم‌تر و یا مساوی r است. فرض رقیب در این حالت آنست که تعداد بردارهای هم‌انباشتگی بزرگ‌تر از r است. آماره دوم مربوط به آزمون این فرض صفر است که تعداد بردارهای هم‌انباشتگی برابر r می‌باشد. فرض رقیب در این حالت آنست که تعداد این بردارها مساوی r+1 است. این دو آماره بر اساس روابط زیر تعریف می‌شوند:

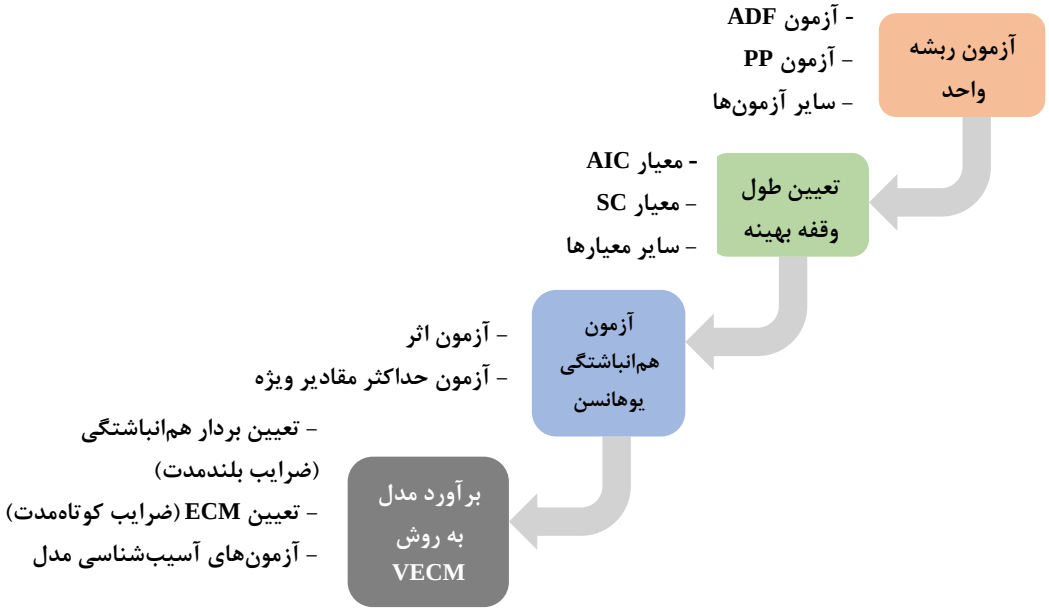
(۶)

$$LR_{max}(r/n+1) = -T * \log(1-\hat{\lambda}), LR_{tr}(r/n) = -T * \sum_{i=r+1}^{n} \log(1-\hat{\lambda}_i)$$

در برخی موارد، آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه ممکن است نتایج متفاوتی به‌همراه داشته باشد. در این وضعیت Alexander (۲۰۰۱) نشان می‌دهد که بایستی نتایج آزمون اثر ترجیح داده شود.

پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها، در گام آخر ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت به روش VECM برآورد و آزمون‌های آسیب‌شناسی لازم در جهت بررسی صحت نتایج انجام می‌شوند.

در شکل ۲ مراحل برآورد مدل‌های پژوهش بر اساس روش VECM و به‌ترتیب اجرا ارائه شده است.



شکل ۲- مراحل برآورد مدل‌های پژوهش بر اساس روش VECM

نتایج

آزمون مانایی: قبل از انجام آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن - یوسیلیوس باید مطمئن شویم که متغیرهای مورد بررسی دارای درجه مانایی واحد، یعنی I(1) می‌باشند. خلاصه‌ی نتایج آزمون‌های ریشه واحد ADF و PP با وجود متغیرهای عرض از مبدأ و روند زمانی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که کلیه متغیرهای تحقیق در سطح نامانا می‌باشند و پس از یک‌بار تفاضل‌گیری به‌صورت مانا درآمده‌اند. بنابراین، به‌دلیل مانایی متغیرهای مورد استفاده از یک درجه (یعنی I(1) بودن تمام متغیرها) می‌توان از آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن - یوسیلیوس برای بررسی هم‌انباشتگی و وجود و یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل استفاده کرد. نتایج تجربی سایر آزمون‌های مانایی مانند آزمون ریشه واحد KPSS و نقطه شکست (BP) نیز نتایج به‌دست‌آمده را تأیید می‌کنند که این نتایج به‌دلیل صرفه‌جویی ارائه نشده‌اند.

جدول ۴- نتایج آزمون‌های ریشه واحد ADF و PP

متغیر	نام آزمون		متغیر	نام آزمون		درجه مانایی
	ADF (Prob)	PP (Prob)		ADF (Prob)	PP (Prob)	
$LnCO_2$	-۰/۱۴۱ (۰/۹۹۱)	-۰/۱۴۱ (۰/۹۹۱)	$\Delta(LnCO_2)$	-۵/۵۳۹*** (۰/۰۰۱)	-۵/۴۸۵*** (۰/۰۰۱)	I(1)
LnER	-۱/۵۲۲ (۰/۸۱۶)	-۱/۶۶۲ (۰/۷۶۱)	Δ(LnER)	-۸/۹۸۱*** (۰/۰۰۰)	-۸/۹۱۳*** (۰/۰۰۰)	I(1)
Lngdp	-۰/۶۷۹ (۰/۹۶۵)	-۰/۶۷۲ (۰/۹۶۵)	Δ(Lngdp)	-۴/۸۹۴*** (۰/۰۰۳)	-۴/۹۲۲*** (۰/۰۰۳)	I(1)
$Lngdp^2$	-۰/۶۹۷ (۰/۹۶۳)	-۰/۶۹۱ (۰/۹۶۴)	$\Delta(Lngdp^2)$	-۴/۸۸۷*** (۰/۰۰۳)	-۴/۹۲۲*** (۰/۰۰۳)	I(1)
$Lngdp^3$	-۰/۷۱۶ (۰/۹۶۱)	-۰/۷۰۹ (۰/۹۶۲)	$\Delta(Lngdp^3)$	-۴/۸۸۱*** (۰/۰۰۳)	-۴/۹۰۵*** (۰/۰۰۳)	I(1)
LnNR	-۳/۱۰۷ (۰/۱۲۵)	-۳/۰۶۲ (۰/۱۳۵)	Δ(LnNR)	-۵/۲۹۲*** (۰/۰۰۱)	-۹/۳۶۲*** (۰/۰۰۰)	I(1)
LnEG	-۱/۵۱۷ (۰/۷۹۸)	-۱/۹۲۱ (۰/۶۱۶)	Δ(LnEG)	-۵/۱۵۹*** (۰/۰۰۲)	-۷/۳۱۳*** (۰/۰۰۰)	I(1)

* وقفه انتخابی برای آماره آزمون ADF توسط معیار شوارتز با حداکثر طول ۶ وقفه و روش برآورد طیفی در آزمون PP، بارتلت کرنل و پهنای باند آن نوی-وست انتخاب شده است. علامت Δ، به تفاضل و علائم ***، ** و * نیز به‌ترتیب به معناداری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ اشاره دارد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0

تعیین طول وقفه بهینه: در گام بعد بایستی با استفاده از معیارهای تعیین طول وقفه به انتخاب طول وقفه بهینه در الگوی VAR پرداخت. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر حجم نمونه بالنسبه کوچک است (۳۲ مشاهده برای هر متغیر) و انتخاب تعداد وقفه‌های بالا درجه آزادی را به‌شدت کاهش می‌دهد، حداکثر دو وقفه برای آزمون تعیین شده است. بر اساس نتایج جدول ۵، وقفه بهینه در هر دو مدل بر اساس معیارهای SC و HQ عدد ۱ و بر اساس معیارهای FPE و AIC عدد ۲ انتخاب می‌شود. با توجه به این‌که معیار SC از اصل "صرفه‌جویی" پیروی می‌کند و برای تعداد داده‌های کم (مانند مطالعه حاضر) مناسب‌تر است؛ این معیار ملاک نهایی انتخاب طول وقفه بهینه مدل VAR قرار گرفته و بنابراین طول وقفه بهینه برای هر دو مدل عدد "یک" است.

جدول ۵- نتایج تعیین وقفهٔ بهینه مدل در الگوی VAR

طول وقفه	معیار تعیین طول وقفه				
	LR	FPE	AIC	SC	HQ
مدل با متغیر وابسته $LnCO_2$					
۰	NA	۱/۵۸-e۱۴	-۱۴/۷۵۵	-۱۴/۴۷۴	-۱۴/۶۶۵
۱	۲۱۷/۸۵۹*	۱/۴۱-e۱۷	-۲۱/۸۲۷	-۱۹/۸۶۵*	-۲۱/۱۹۹*
۲	۴۹/۱۲۷	۱/۱۸-e۱۷*	-۲۲/۳۱۶*	-۱۸/۶۷۳	-۲۱/۱۵۱
مدل با متغیر وابسته LnEF					
۰	NA	۹/۵۶-e۱۵	-۱۵/۲۵۴	-۱۴/۹۷۳	-۱۵/۱۶۵
۱	۲۲۶/۰۴۱	۵/۹۹-e۱۵	-۲۲/۶۸۲	-۲۰/۷۲۱*	-۲۲/۲۹۸*
۲	۵۴/۰۸۳*	۳/۷۶-e۱۸*	-۲۳/۴۶۳*	-۱۹/۸۲۱	-۲۲/۰۵۴

* علامت * به وقفه بهینه بر اساس معیار مورد بررسی اشاره دارد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0

آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن- یوسیلیوس: حال با استفاده از روش یوهانسن- یوسیلیوس به بررسی وجود هم‌انباشتگی رابطه بلندمدت بین متغیرهای می‌پردازیم. بدین منظور ابتدا می‌بایست با استفاده از آماره آزمون اثر (λ_{Trace}) و آماره آزمون حداکثر مقادیر ویژه (λ_{Max}) تعداد بردارهای هم‌انباشت‌کننده را مشخص نماییم. در این آزمون‌ها، زمانی فرضیه صفر وجود r بردار هم‌جمعی پذیرفته می‌شود که آماره آزمون از مقدار بحرانی ارائه‌شده توسط یوهانسن و یوسیلیوس کم‌تر باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های اثر و حداکثر مقادیر ویژه در جداول ۶ و ۷، وجود حداقل سه بردار هم‌انباشتگی در سطح ۵ درصد، در هر دو مدل تأیید می‌شود.

جدول ۶- نتایج آزمون هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل با متغیر وابسته $LnCO_2$

H_0	H_1	آماره آزمون	مقدار بحرانی (۵ درصد)	احتمال
آزمون هم‌انباشتگی اثر				
r=0*	r≥1	۱۶۱/۸۲۷	۹۵/۷۵۴	۰/۰۰۰۰
r≤1*	r≥2	۱۰۱/۳۷۰	۶۹/۸۱۹	۰/۰۰۰۰
r≤2*	r≥3	۵۷/۵۷۶	۴۷/۸۵۶	۰/۰۰۴۷
r≤3*	r≥4	۳۱/۵۰۲	۲۹/۷۹۷	۰/۰۳۱۵
r≤4	r≥5	۱۴/۶۰۶	۱۵/۴۹۵	۰/۰۶۷۷
r≤5	r=6	۱/۱۶۹	۳/۸۴۱	۰/۲۸۸۲
آزمون حداکثر مقادیر ویژه				
r=0*	r=1	۶۰/۴۵۷	۴۰/۰۷۸	۰/۰۰۰۱
r≤1*	r=2	۴۳/۷۹۴	۳۳/۸۷۷	۰/۰۰۲۴
r≤2*	r=3	۲۷/۹۷۵	۲۷/۵۸۴	۰/۰۴۲۱
r≤3	r=4	۱۶/۷۸۵	۲۱/۱۳۲	۰/۱۸۲۳
r≤4	r=5	۹/۲۱۴	۱۴/۲۶۵	۰/۲۶۸۷
r≤5	r=6	۱/۱۶۹	۳/۸۴۱	۰/۲۸۸۲

* علامت * نشان‌دهنده رد فرضیه در سطح ۰/۰۵ است.

مقادیر احتمال مک‌کینون-هاگ-میشلیس

مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0

جدول ۷- نتایج آزمون هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل با متغیر وابسته LnEF

H_0	H_1	آماره آزمون	مقدار بحرانی (۵ درصد)	احتمال
آزمون هم‌انباشتگی اثر				
r=0*	r≥1	۱۵۹/۹۵۳	۹۵/۷۵۴	۰/۰۰۰۰
r≤1*	r≥2	۱۱۱/۸۵۹	۶۹/۸۱۹	۰/۰۰۰۰
r≤2*	r≥3	۷۲/۰۵۶	۴۷/۸۵۶	۰/۰۰۰۱
r≤3*	r≥4	۳۷/۲۷۲	۲۹/۷۹۷	۰/۰۰۵۷
r≤4	r≥5	۱۴/۳۰۵	۱۵/۴۹۵	۰/۰۷۴۹
r≤5	r=6	۲/۲۱۵	۳/۸۴۱	۰/۱۳۶۷
آزمون حداکثر مقادیر ویژه				
r=0*	r=1	۴۸/۰۹۵	۴۰/۰۷۸	۰/۰۰۵۱
r≤1*	r=2	۳۹/۸۰۲	۳۳/۸۷۷	۰/۰۰۸۷
r≤2*	r=3	۳۴/۷۸۴	۲۷/۵۸۴	۰/۰۰۵۰
r≤3	r=4	۱۸/۵۱۶	۲۱/۱۳۲	۰/۱۱۱۷
r≤4	r=5	۱۰/۷۶۵	۱۴/۲۶۵	۰/۱۶۶۴
r≤5	r=6	۲/۲۱۵	۳/۸۴۱	۰/۱۳۶۷

* علامت * نشان‌دهنده رد فرضیه در سطح ۰/۰۵ است.

مقادیر احتمال مک‌کینون-هاگ-میشلیس

مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0.

برآورد مدل به روش VECM: از آنجایی که هدف اصلی پژوهش بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست در ایران است؛ بنابراین عمل نرمال‌کردن بر روی بردارهای بدست‌آمده بر اساس شاخص کیفیت محیط‌زیست انجام می‌شود. بردارهای هم‌انباشتگی نرمال‌شده به‌همراه مقادیر آماره t در جدول ۸ آمده است. این بردارها نشان‌دهنده رابطه تعادلی بلندمدتی است که بین متغیرهای هر دو مدل برقرار می‌باشد. علامت ضرایب محاسبه‌شده با توجه به مبانی نظری و مطالعات تجربی انتظار ما را در تخمین روابط بلندمدت برآورده می‌کنند. از تقسیم ضرایب متغیرها بر انحراف معیار، مقادیر آماره t به‌دست می‌آید که معناداربودن ضرایب متغیرها را نشان می‌دهد. محاسبه آماره t نشان می‌دهد که کلیه ضرایب محاسبه شده در سطح ۹۵ درصد معنادارند. هم‌چنین علامت ضرایب متغیرهای مستقل در هر دو مدل برآوردی از ثبات برخوردار بوده است که این استحکام نتایج را نسبت به تغییر شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست مدل نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج حاصل از جدول ۸، در بلندمدت تأثیر رشد اقتصادی (Lngdp)، مربع ($Lngdp^2$) و مکعب ($Lngdp^3$) آن بر هر دو شاخص تخریب محیط‌زیست (انتشار گاز کربن دی‌اکسید ($LnCO_2$) و ردپای اکولوژیکی (LnEF)) در دو مدل برآوردی به ترتیب مثبت، منفی و مثبت و از لحاظ آماری در سطح اطمینان بالایی معنادار می‌باشد. این نتیجه به‌معنای تأیید فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل در ایران می‌باشد. بر این اساس، در سطوح اولیه، افزایش در رشد اقتصادی منجر به افزایش تخریب محیط زیست (انتشار CO_2 و ردپای اکولوژیک) شده، در فاصله بین نقطه بازگشت اول تا دوم، افزایش رشد اقتصادی منجر به کاهش تخریب محیط‌زیست می‌شود و پس از نقطه بازگشت دوم، افزایش رشد اقتصادی سبب افزایش تخریب محیط‌زیست در ایران می‌شود. با توجه به مقدار نقاط بازگشت در سطح تولید ناخالص داخلی سرانه ۳۹۸۴ دلار (۳۷۱۵ دلار)، ارتباط مستقیم، بین ۳۹۸۴ دلار (۳۷۱۵ دلار) و ۵۸۲۵ دلار (۵۷۱۰ دلار) ارتباط معکوس و پس از تولید ناخالص داخلی سرانه ۵۸۲۵ دلار (۵۷۱۰ دلار) ارتباط مستقیم بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار CO_2 (ردپای اکولوژیک) به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست وجود دارد. با توجه به اطلاعات آماری آخرین سال این پژوهش، در سال ۲۰۲۱ میزان تولید ناخالص داخلی سرانه ایران برابر ۵۳۴۵ دلار بوده است؛ بنابراین در حال حاضر افزایش رشد اقتصادی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست در ایران شود. اما دست‌یابی به نرخ‌های رشد اقتصادی بالاتر در آینده نزدیک می‌تواند با گذر از نقطه بازگشت دوم (مینیمم نسبی منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل) به تخریب محیط‌زیست بیانجامد. بر این اساس، ارتباط U شکل معکوس بین رشد اقتصادی و هر دو شاخص تخریب محیط‌زیست در ایران تأیید نمی‌شود (رد EKC کلاسیک) و این ارتباط داری دو نقطه بازگشت می‌باشد.

تأثیرگذاری بلندمدت رانت منابع طبیعی (Ln(NR)) در هر دو مدل برآوردی در سطح اطمینان ۹۹ درصد، مطابق انتظار و مثبت می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که با افزایش یک درصدی در سهم رانت منابع طبیعی از gdp در بلندمدت، میزان انتشار گاز CO_2 و ردپای اکولوژیکی در کشور، به‌ترتیب حدود ۰/۱۸ و ۰/۱۶ درصد افزایش می‌یابد. بر این اساس می‌توان گفت که افزایش رانت منابع طبیعی باعث تخریب محیط‌زیست در کشور خواهد شد. تأثیرگذاری بلندمدت جهانی‌شدن اقتصادی (Ln(EG)) نیز در هر دو مدل برآوردی در سطح اطمینان ۹۹ درصد، منفی می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که با افزایش یک درصدی در این متغیر در بلندمدت، میزان انتشار گاز CO_2 و ردپای اکولوژیکی در کشور، به‌ترتیب حدود ۰/۴۹ و ۰/۵۴ درصد کاهش می‌یابد. این نتیجه تأییدکننده فرضیه مدیریت جهانی محیط‌زیست است و نشان می‌دهد جهانی‌شدن اقتصادی، تقاضای محیط‌زیستی بشر را کاهش می‌دهد.

نتایج حاصل از برآورد مدل تصحیح خطا (ECM) که به‌منظور بررسی نقش روابط تعادلی و بلندمدت متغیرها در تعدیل نوسانات کوتاه‌مدت و بررسی رفتار دینامیکی کوتاه‌مدت متغیرهای تحت بررسی انجام شده، در جدول ۹ ارائه شده است. در مدل ECM اگر ضریب (جزء) تصحیح خطا (ECT) با علامت منفی ظاهر شود و از نظر آماری معنادار باشد، نشان‌گر سرعت تصحیح خطا و میل به تعادل بلندمدت خواهد بود. این ضریب نشان می‌دهد در هر دوره چند درصد از عدم تعادل متغیر وابسته تعدیل شده و به‌سمت رابطه بلندمدت نزدیک می‌شود.

جدول ۸- نتایج برآورد بردارهای هم‌انباشتگی برای متغیرهای مدل‌ها

متغیر وابسته: $LnCO_2$			متغیر وابسته: LnEF		
برآورد بردارهای هم‌انباشتگی نرمال‌شده					
متغیر	ضریب	آماره t	متغیر	ضریب	آماره t
$LnCO_2$	-۱	-	LnEF	-۱	-
Lngdp	۴۵۲۴/۰۵۶***	۳/۸۱۶	Lngdp	۸۷۲۲/۳۹۹***	۷/۶۳۸
$Lngdp^2$	-۵۳۳/۹۷۵***	-۳/۷۶۷	$Lngdp^2$	-۱۰۳۴/۷۹۹***	۷/۵۷۹
$Lngdp^3$	۲۰/۹۹۸***	۳/۷۱۹	$Lngdp^3$	۴۰/۸۹۵***	۷/۵۲۳
LnNR	۰/۱۷۸***	۴/۰۵۹	LnNR	۰/۱۶۱***	۳/۷۵۳
LnEG	-۰/۴۸۹***	۵/۱۳۳	LnEG	-۰/۵۳۸***	۵/۶۸۲
C	۱۲۸۱۴/۸۵	-	C	۲۴۵۸۳/۲۴	-
شکل EKC	N-شکل		شکل EKC	N-شکل	
نقاط بازگشت	۳۹۸۴	۵۸۲۵	نقاط بازگشت	۳۷۱۵	۵۷۱۰
نقطه عطف	۴۹۰۵		نقطه عطف	۴۷۱۳	

* علامت *** به‌ترتیب نشان‌دهنده معناداری در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد می‌باشند.
مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0

نتایج برآورد ECM در جدول ۱۰ نشان‌دهنده آن است که رشد اقتصادی، مربع و مکعب رشد اقتصادی و رانت منابع طبیعی در کوتاه‌مدت اثر معناداری بر هیچ‌یک از شاخص‌های تخریب محیط‌زیست ندارد. تنها متغیر جهانی‌شدن اقتصادی در مدل با متغیر وابسته انتشار CO_2 در سطح اطمینان ۹۰ درصد و در مدل با متغیر وابسته ردپای اکولوژیکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. با افزایش یک درصدی در این متغیر، در کوتاه‌مدت میزان انتشار گاز CO_2 و ردپای اکولوژیکی در کشور به‌ترتیب حدود ۰/۱۰ و ۰/۱۸ درصد کاهش می‌یابد.

همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۹، ضریب تصحیح خطا (ECT) در هر دو مدل با درجه اطمینان بالایی معنی‌دار و علامت آن مورد انتظاراست؛ که نشان‌دهنده تعدیل در جهت بلندمدت است. ضریب تصحیح خطا نشان می‌دهد انتشار گاز CO_2 و ردپای اکولوژیکی در هر سال به‌ترتیب حدود ۲۲ و ۲۵ درصد به‌سمت تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت که تعدیل به‌سمت تعادل بلندمدت بعد از گذشت حدود ۴ تا ۵ سال کامل می‌شود.

جدول ۹- نتایج برآورد مدل تصحیح خطا (ECM) متغیرهای مدل‌ها

متغیر وابسته: $D(LnCO_2)$			متغیر وابسته: D(lnEF)		
متغیر	ضریب	آماره t	متغیر	ضریب	آماره t
$D(LnCO_2(-1))$	۰/۱۴۱	۰/۶۸۱	$D(LnCO_2(-1))$	۰/۰۴۲	۰/۱۶۹
D(Lngdp(-1))	۶۱۶/۶۴۲	۰/۸۰۹	D(Lngdp(-1))	۶۹۵/۰۲۷	۰/۶۵۶
$D(Lngdp^2(-1))$	-۷۳/۴۷۲	۰/۸۰۷	$D(Lngdp^2(-1))$	-۸۲/۸۲۹	۰/۶۵۵
$D(Lngdp^3(-1))$	۲/۹۱۷	۰/۸۰۴	$D(Lngdp^3(-1))$	۳/۲۸۸	۰/۶۵۳
D(LnNR(-1))	۰/۰۲۴	۰/۸۷۲	D(LnNR(-1))	۰/۰۱۵	۰/۴۳۱
D(LnEG(-1))	-۰/۱۰۳*	۱/۶۴۶	D(LnEG(-1))	-۰/۱۷۸**	۲/۱۳۸
C	۰/۰۱۴*	۱/۶۰۸	C	۰/۰۱۲۲	۱/۱۶۱
ECT	-۰/۲۲۱***	-۳/۷۴۶	ECT	-۰/۲۴۹***	-۳/۸۹۱
R^2	۰/۵۸۹		R^2	۰/۵۵۱	

* علائم *، ** و *** به‌ترتیب نشان‌دهنده معناداری در سطح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد می‌باشند.
مأخذ: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Eviews12.0.

نتایج آزمون‌های آسیب‌شناسی مدل شامل: آزمون خودهمبستگی (آزمون پورتمن)، آزمون واریانس ناهمسانی (آزمون ARCH-LM چند متغیره) و آزمون نرمال بودن پسماندها (آزمون جارک‌برا) بر روی مدل تصحیح خطا نشان می‌دهد که بر اساس مقادیر به‌دست‌آمده، مدل‌های برآوردی فاقد مشکل خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی بوده و باقیمانده‌ها دارای توزیع نرمال می‌باشند که این نتایج به‌منظور صرفه‌جویی ارائه نشده است. بنابراین نتایج به‌دست‌آمده، از اعتبار لازم برخوردارند.

بحث

هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر وابستگی به منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی بر پایداری محیط‌زیستی در ایران تحت منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل با استفاده از داده‌های سری زمانی سال‌های ۲۰۲۱-۱۹۹۰ و بهره‌گیری از مدل تصحیح خطای برداری (VECM) بوده است. برآورد مدل به روش VECM نشان می‌دهد که در بلندمدت اثر رشد اقتصادی، مربع و مکعب آن بر هر دو شاخص تخریب محیط‌زیست ردپای اکولوژیکی و انتشار CO_2 معنادار و به‌ترتیب مثبت، منفی و مثبت است که تأییدکننده فرضیه EKC به شکل N می‌باشد. این در حالیست که فرضیه EKC به شکل N در کوتاه‌مدت تأیید نمی‌شود. نتیجه به‌دست‌آمده مبنی‌بر تأیید منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل در ایران برای دوره بلندمدت با نتایج مطالعات Shehzad و همکاران (۲۰۲۲) برای کشور الجزایر، Hossain و همکاران (۲۰۲۳) برای کشور هند و Narcisse و همکاران (۲۰۲۳) برای کشور چین، هم‌سو است. Daliri (۲۰۱۹) نیز در بررسی رابطه ردپای اکولوژیکی و رشد اقتصادی در کشورهای D8 این ارتباط را برای کشور ایران به‌شکل N، برای کشورهای نیجریه، بنگلادش، اندونزی و پاکستان به‌شکل N معکوس و برای کشورهای ترکیه، مصر و مالزی به‌شکل U معکوس به‌دست آورده است.

نقاط بازگشت منحنی EKC به شکل N برای شاخص انتشار CO_2 حدود ۳۹۸۴ و ۵۸۲۵ دلار و برای شاخص ردپای اکولوژیک حدود ۳۷۱۵ و ۵۷۱۰ دلار محاسبه شده است. بر اساس اطلاعات آماری آخرین سال این پژوهش، در سال ۲۰۲۱ میزان تولید ناخالص داخلی سرانه ایران برابر ۵۳۴۵ دلار است؛ بنابراین در حال حاضر افزایش رشد اقتصادی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های کیفیت محیط‌زیست در کشور شود. اما دست‌یابی به نرخ‌های رشد اقتصادی بالاتر در آینده نزدیک می‌تواند با گذر از نقطه بازگشت دوم (مینیمم نسبی منحنی محیط‌زیستی کوزنتس N-شکل) به تخریب محیط‌زیست بیانجامد. از آن‌جا که دست‌یابی به رشد اقتصادی، از اهداف اصلی کشورها بالاخص کشورهای درحال‌توسعه است، باید تلاش شود تا رشد اقتصادی بالاتر که مستلزم استفاده از انرژی بیشتر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید است، با ایجاد و تقویت انرژی‌های پاک صورت بگیرد.

بر اساس دیگر نتایج، اثر بلندمدت وابستگی به منابع طبیعی و جهانی‌شدن اقتصادی بر هر دو شاخص تخریب محیط‌زیست معنادار و مثبت است؛ به گونه‌ای که با یک درصد افزایش در سهم رانت منابع طبیعی از GDP، انتشار CO_2 و ردپای اکولوژیکی به‌ترتیب حدود ۰/۱۸ و ۰/۱۶ درصد، افزایش و با یک درصد افزایش در بعد جهانی‌شدن KOF، انتشار CO_2 و ردپای اکولوژیکی به‌ترتیب حدود ۰/۴۹ و ۰/۵۴ درصد کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج برآورد مدل تصحیح خطا (ECM) نیز، ضریب تصحیح خطا حدود ۰/۲۲- تا ۰/۲۵- برآورد و در کوتاه‌مدت، تنها جهانی‌شدن اقتصادی اثر معنادار بر شاخص‌های تخریب محیط‌زیست داشته است. نتیجه به‌دست‌آمده مبنی‌بر تأثیر مثبت منابع طبیعی بر تخریب محیط‌زیست هم‌سو با نتایج مطالعات Shehzad و همکاران (۲۰۲۲)، Hossain و همکاران (۲۰۲۳)، Akadiri و همکاران (۲۰۲۳) و Abdollahi و Ghaderi (۲۰۲۳) می‌باشد. تأثیر منفی جهانی‌شدن اقتصادی بر تخریب محیط‌زیست نیز هم‌سو با نتایج مطالعات Akadiri و همکاران (۲۰۲۳) و مغایر با نتایج مطالعات Shehzad و همکاران (۲۰۲۲) می‌باشد.

بر اساس نتایج، افزایش رانت منابع طبیعی و وابستگی به این منابع باعث افزایش تخریب محیط‌زیست در کشور خواهد شد. بنابراین دولت بایستی اقدامات و سیاست‌های کنترلی لازم را برای حفظ و جلوگیری از بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی اتخاذ کند. از جمله این اقدامات و سیاست‌ها عبارتند از: تعیین قیمت مناسب برای منابع طبیعی مانند جنگل‌ها، تجدیدنظر در صدور مجوزهای محیط‌زیستی ، افزایش آگاهی درباره پیامدهای محیط‌زیستی بهره‌برداری بیش از حد و اجرای دقیق و

شفاف مقررات توسط نهادهای ذی‌صلاح برای کنترل فعالیت‌های غیرقانونی. همچنین، سیاست‌گذاران بایستی بخشی از درآمدهای حاصل از فروش منابع طبیعی را با ایجاد صندوق‌های سبز به سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های مناسب و سازگار با محیط‌زیست اختصاص دهد. تأثیر منفی جهانی‌شدن اقتصادی بر تخریب محیط‌زیست نیز تأییدکننده فرضیه مدیریت جهانی محیط‌زیست است و نشان می‌دهد جهانی‌شدن اقتصادی، تقاضای محیط‌زیستی را در ایران کاهش می‌دهد. بر این اساس، حرکت به‌سمت یک اقتصاد باز و واردکردن فناوری‌های پیشرفته کارا و سازگار با محیط‌زیست و همچنین وارد نمودن کالاهایی که در فرآیند تولید مقادیر زیادی از آلاینده‌ها را تولید می‌کنند می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست در ایران کمک کند.

منابع

1. **Abdollahi, F. and Ghaderi, S., 2023.** Investigating the impact of natural resources and human capital on Iran's ecological footprint. Governance and Development Journal, 3(1), 99-120. (In Persian with English Abstract). DOI: 10.22111/jipaa.2023.399117.1124
2. **Ahmad, M., Jabeen, G. and Wu, Y., 2021.** Heterogeneity of pollution haven/halo hypothesis and environmental Kuznets curve hypothesis across development levels of Chinese provinces. Journal of Cleaner Production. 285. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124898
3. **Akadiri, S.S., Olasehinde-Willams, G., Haouas, I., Lawal, G.O., Fatigun, A.S. and Sadiq-Bamgbopa, Y., 2024.** Natural resource rent, financial globalization, and environmental degradation: Evidence from a resource rich country. Energy & Environment, 35(6), 2911-2934. DOI: 10.1177/0958305X231159446
4. **Aladejare, S.A., 2022.** Natural resource rents, globalisation and environmental degradation: New insight from 5 richest African economies. Resources Policy, 78(C). https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102909
5. **Alexander, C., 2001.** Market models: A guide to financial data analysis. John Wiley & Sons Ltd.
6. **Birdsall, N. and Wheeler, D., 1993.** Trade policy and industrial pollution in Latin America: where are the pollution havens? The Journal of Environment and Development. 2(1), 137-149.
7. **Daliri, H., 2020.** Relationship between ecological footprint and economic growth in D8 countries: Testing the Kuznets environmental hypothesis using PSTR model. The Journal of Economic Modeling Research, 11(39), 81-112. (In Persian with English Abstract).
8. **Danish, B.M.A., Mahmood, N. and Zhang, J.W., 2019.** Effect of natural resources, renewable energy and economic development on CO2 emissions in BRICS countries. Science of the Total Environment, 678, 632-638. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.02
9. **Du, J., Yang, X., Long, D. and Xin, Y., 2024**. Modelling the influence of natural resources and social globalization on load capacity factor: New insights from the ASEAN countries, Resources Policy, 91. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104816
10. **Enders, W., 1995.** Applied Econometric Time Series, John Wiley Sons, Ince. USA, 433.
11. **Erdogan, S., 2023.** Linking natural resources and environmental sustainability: A panel data approach based on the load capacity curve hypothesis. Sustainable Development, 1-13. https://doi.org/10.1002/sd.2836
12. **Faisal, F., Rahman, S.U., Khan, A., Ali, A., Irshaid, M.A. and Amin, M.U., 2023.** Exploring the N-shaped EKC in the top tourist destinations. Empirical evidence from cross-country analysis. International Social Science Journal, 73(1). https://doi.org/10.1111/issj.12397
13. **Giuliodori, D. and Rodriguez, A., 2015.** Analysis of the stainless steel market in the EU, China and US using co-integration and VECM. Resources Policy, 44, 12-24. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.11.006
14. **Golkhandan, A., 2016.** Globalization and government size in Iran: Introducing the new KOF globalization index. Economic Journal, 16(11, 12), 5-38. (In Persian with English Abstract).
15. **Golkhandan, A., 2019.** The effect of fiscal decentralization on air pollution in Iran in the form of a Vector Error Correction Model (VECM). Environment and Interdisciplinary Development, 4(65), 37-48. (In Persian with English Abstract).
16. **Hossain, M.R., Rej, S., Awan, A., Bandyopadhyay, A., Islam, M.S., Das, N. and Hossain, M.D., 2023.** Natural resource dependency and environmental sustainability under N-shaped EKC: The curious case of India. Resources Policy, 80. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103150
17. **Hundie, S.K., Abdisa, L.T., Legas, H.A. and Shumetie, A., 2022.** The Nexus among globalization, natural resource rent, and energy consumption for environmental sustainability in Ethiopia. Policy Working Paper 05/2022.

74, 102282. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102282
26. **Pata, U.K. and Ertugrul, H.M., 2023.** Do the Kyoto Protocol, geopolitical risks, human capital and natural resources affect the sustainability limit? A new environmental approach based on the LCC hypothesis. Resources Policy, 80. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103352
27. **Rashdan, M.O.J., Faisal, F., Turgut, T. and Ruqiya, P., 2021.** Investigating the N-shape EKC using capture fisheries as a biodiversity indicator: empirical evidence from selected 14 emerging countries. Environmental Science and Pollution Research, 28(27), 36344-36353. DOI: 10.1007/s11356-021-13156-6
28. **Rudolph, A. and Figge, L., 2017.** Determinants of ecological footprints: What is the role of globalization? Ecological Indicators, 81, 348-361. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.060
29. **Shehzad, K., Zeraibi, A. and Zaman, U., 2022.** Testing the N-shaped environmental Kuznets Curve in Algeria: An imperious role of natural resources and economic globalization, Resources Policy, 77. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102700
30. **Shahbaz, M., and Sinha, A., 2019.** Environmental Kuznets curve for CO_2 emissions: a literature survey. Journal of Economic Studies. https://doi.org/10.1108/JES-09-2017-0249
31. **Sinha, A., Shahbaz, M. and Balsalobre, D., 2019.** Environmental Kuznets Curve (EKC). Chapter 7 - Data Selection and Environmental Kuznets Curve Models - Environmental Kuznets Curve Models, Data Choice, Data Sources, Missing Data, Balanced and Unbalanced Panels, 65-83. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816797-7.00007-2
32. **Ulucak, R., Danish, and Ozcan, B., 2020.** Relationship between energy consumption and environmental sustainability in OECD countries: The role of natural resources rents. Resources Policy, 69, 101803. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101803
33. **Wackernagel, M. and Rees, W., 1996.** Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth, Gabriola Island, BC: New Society Publishers.
18. **Isiksal, A.Z., 2021.** Testing the effect of sustainable energy and military expenses on environmental degradation: evidence from the states with the highest military expenses. Environmental Science Pollution Research, 28, 20487-20498.
19. **Jafari Samimi, A. and 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 Persian with English Abstract).
20. **Jahanger, A., Hossain, M.R., Onwe, J.C., Ogwu, S.O., Awan, A. and Balsalobre-Lorente, D., 2023.** Analyzing the N-shaped EKC among top nuclear energy generating nations: A novel dynamic common correlated effects approach, Gondwana Research, 16, 73-88. https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.12.012
21. **Johanson, S. and Juselius, K., 1990.** Maximum likelihood estimation and inference on co-integration-whit applications to the demand for money. Oxford Bulletin of Economics and Statistic, 52, 169-210.
22. **Kazerouni, A., Asgharpour, H., Aghamohamadi, A. and Zokaei alamdari, E., 2019.** Corruption and the environmental Kuznets curve in developed and developing countries. The Journal of Economic Modeling Research, 10(37), 7-38. (In Persian with English Abstract).
23. **Letafat, N., Jahangirpour, D. and Zibaei, M., 2023.** The effect of economic and political globalization on the ecological footprint in Iran: Application of the nonlinear asymmetric co-integration approach. Journal of Environmental Science Studies, 8(1), 6003-6012. (In Persian with English Abstract). DOI: 10.22034/jess.2022.338539.1768
24. **Narcisse, M., Zhang, S., Shahid, M.S. and Shehzad, K., 2023.** Investigating the N-shaped EKC in China: An imperious role of energy use and health expenditures, Environmental Economics and Management, 11. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1149507
25. **Nwani, C. and Adams, S., 2021.** Environmental cost of natural resource rents based on production and consumption inventories of carbon emissions: Assessing the role of institutional quality. Resources Policy,

2025, The Author(s). Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Environment & Interdisciplinary Development
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

The Impact of Natural Resource Dependency and Economic Globalization on Environmental Sustainability in IRAN within the framework of the N-shaped Environmental Kuznets Curve

Abolghasem Golkhandan [*1]

1*- Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Lorestan University, Khoram Abad, Iran

Original Article

Received: 2024.02.19

Accepted: 2025.03.09

Keywords: Environmental Sustainability, Natural Resource Dependency, Economic Globalization, N-shaped EKC, Vector Error Correction Model

Abstract

Introduction: Environmental quality and its determinants are among the most important issues in environmental economics. The dependence of Iran's economy on natural resource rent and the recognition that the country is on the path of development and commercial liberalization makes it crucial to examine the impact of natural resource rent, economic globalization, and economic growth on environmental quality in Iran. On the other hand, the classical Environmental Kuznets Curve (EKC) believes that the relationship between economic growth and environmental degradation follows an inverted U-shaped curve. In more recent studies, considering the criticisms of the classical EKC, the factors affecting environmental degradation have been examined using a cubic equation and within the framework of the N-shaped EKC. As such, the primary aim of this research is to investigate the impact of natural resource dependency and economic globalization on environmental degradation in Iran within the framework of the N-shaped EKC.

Materials and Methods: The current descriptive-analytical and applied study model is designed using time series data from 1990 to 2021 and includes the variables of GDP per capita (as an economic growth index), square and cube of GDP per capita, share of natural resource rent from GDP (as an indicator of natural resource dependency), the economic dimension of the KOF globalization index and two indicators of environmental degradation (CO_2 emissions and ecological footprint). The data used were collected from the databases of World Development Indicators belonging to the World Bank, KOF Economic Institute, and Global Footprint Network. In this study using Johansen-Juselius's cointegration test, the long-term relationship between the variables is evaluated. Finally, by the Vector Error Correction Model (VECM), the long-term and short-term coefficients of the variables have been estimated. Data analysis was also done with the help of Eviews12.0 software.

Results: The estimation of the model using the VECM method shows that, in the long term, the impact of economic growth, its square, and cube on both environmental degradation indicators is significant and positive, negative and positive, respectively, confirming the hypothesis of an N-shaped EKC. According to other results, the long-term impact of natural resource

* Corresponding Author's email: golkhandana@gmail.com

dependency and economic globalization on both environmental degradation indicators is significant and positive and negative, respectively. With a one percent increase in the share of natural resources from GDP, CO_2 emissions and ecological footprints increase by about 0.18 and 0.16 percent, respectively, and with a one percent increase in the KOF globalization index, CO_2 emissions and ecological footprints decrease by about 0.49 and 0.54 percent, respectively. Also, the error correction coefficient is estimated to be around -0.22 to -0.25, and in the short term, only economic globalization had a significant effect on the environmental degradation indicators.

Discussion: Achieving higher economic growth rates in the near future could lead to environmental degradation by crossing the second turning point of the N-shaped EKC. Therefore, efforts should be made to attain higher economic growth, which requires the use of more energy as one of the most important factors of production, by creating and strengthening clean energies. Also, the government should adopt the necessary control measures and policies to preserve and prevent excessive exploitation of natural resources and allocate a portion of the revenues from the sale of natural resources to investment in appropriate and environmentally friendly technologies by creating green funds. Furthermore, by confirming the global environmental management hypothesis that suggests economic globalization reduces environmental demand, moving towards an open economy can help improve environmental quality in Iran.