Investigating the Effect of Open Trade on the Ecological Footprint in Iran

Page Number
135–150

A. Sheikhzeinoddin[1], P. Bahramian[2] and F. Fathi[3*]

1,2 and 3) Department of Agricultural Economic. University of Shiraz. Shiraz. Iran.

*Corresponding author: **f.fathi@shirazu.ac.ir**

Received date: 2024.02.13 **Accepted date: 2024.05.07**

Abstract

Ecological footprint is an index that determines the rate of resource consumption and waste production by humans, and by comparing it with the rate of resource reproduction and waste disposal by the environment, the pressure on the environment can be determined. Therefore, policymakers can design and implement the necessary programs to reduce this pressure. In order to measure the possible effects of future activities and policies of development programs on the environment, it is necessary to investigate the relationship between ecological footprint and economic development. Therefore, the purpose of this study is to investigate the short-term and long-term relationship and determine the factors affecting the per capita ecological footprint in Iran. The ARDL model was used for the 1990 to 2018. Also, the variables of energy consumption, open trade, economic growth and the ratio of capital to labor were considered. Also, in order to analyze the impact of trade on the ecological footprint, the effect of trade was decomposed into the effects of scale, technique and composition. The results of the study showed that the effect of scale and technique on the ecological footprint have a positive and negative effect, respectively, and as a result, the environmental hypothesis of the Kuznets curve is confirmed for Iran. In addition, energy consumption and the combination effect contribute to intensifying the ecological footprint, while trade openness reduces environmental degradation. The error correction coefficient shows that 15% of the per capita ecological footprint imbalance is adjusted annually and approaches its long-term trend.

JEL Classification: Q00, Q51, Q59

Key words: Marginal Effect, Returns to scale, Onion, Technical Efficiency and Tobit Model.

بررسی اثر تجارت آزاد بر ردپای اکولوژیکی در ایران

شماره صفحات
۱۳۵-۱۵۰

آذر شیخ زین الدین[۱]، پریسا بهرامیان[۲] و فاطمه فتحی[۳*]

۱، ۲ و ۳) گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز. شیراز. ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: **f.fathi@shirazu.ac.ir**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸

چکیده

ردپای اکولوژیکی شاخصی است که نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را مشخص نموده و با مقایسه آن با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط محیطزیست می‌توان فشار وارد شده به محیطزیست را مشخص نمود. ازاین‌رو با اندازه‌گیری آن، سیاست‌گذران می‌توانند برنامه‌های لازم را برای کاهش این فشار طراحی و اجرا کنند. به‌منظور اندازه‌گیری آثار بالقوۀ فعالیت‌ها و سیاست‌های آتی برنامه‌های توسعه بر محیطزیست، لازم است به بررسی ارتباط بین ردپای اکولوژیکی و توسعۀ اقتصادی پرداخته شود. در این مطالعه به بررسی رابطۀ کوتاه‌مدت و بلندمدت و تعیین عوامل اثرگذار بر ردپای اکولوژیکی سرانه در ایران برای بازه زمانی ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۸ پرداخته شد. متغیرهای مصرف انرژی، تجارت آزاد، رشد اقتصادی و نسبت سرمایه به نیروی‌کار در مدل ARDL درنظر گرفته شدند. همچنین به‌منظور تجزیه و تحلیل پیامد تجارت بر ردپای اکولوژیکی، اثر تجارت به اثرات مقیاس، تکنیک و ترکیب تجزیه شد. نتایج مطالعه نشان داد که اثر مقیاس و تکنیک بر ردپای اکولوژیکی به ترتیب دارای اثر مثبت و منفی می‌باشند در نتیجه فرضیه زیست‌محیطی منحنی کوزنتس برای ایران تأیید می‌شود. علاوه بر این، مصرف انرژی و اثر ترکیب به تشدید ردپای اکولوژیکی کمک می‌کنند در حالی که آزاد بودن تجارت باعث کاهش تخریب محیطزیست می‌شود. برمبنای ضریب تصحیح خطای بدست آمده، سالانه ۱۵ درصد از عدم تعادل ردپای اکولوژیکی سرانه تعدیل می‌شود و به سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود. نتایج این پژوهش رویکردی نوآورانه را برای تشخیص تأثیر آزاد بودن تجارت در سه بعد فرعی (مقیاس، تکنیک و ترکیب) آزادسازی تجارت ارائه می‌کنند. ازاین‌رو، برای سیاست‌گذاران تجاری و اقتصاددانان، این مطالعه پیامدهای سیاستی جامع‌تری را از توافق‌نامه‌های تجاری ارائه می‌کند.

طبقه‌بندی JEL:Q00,Q51,Q59

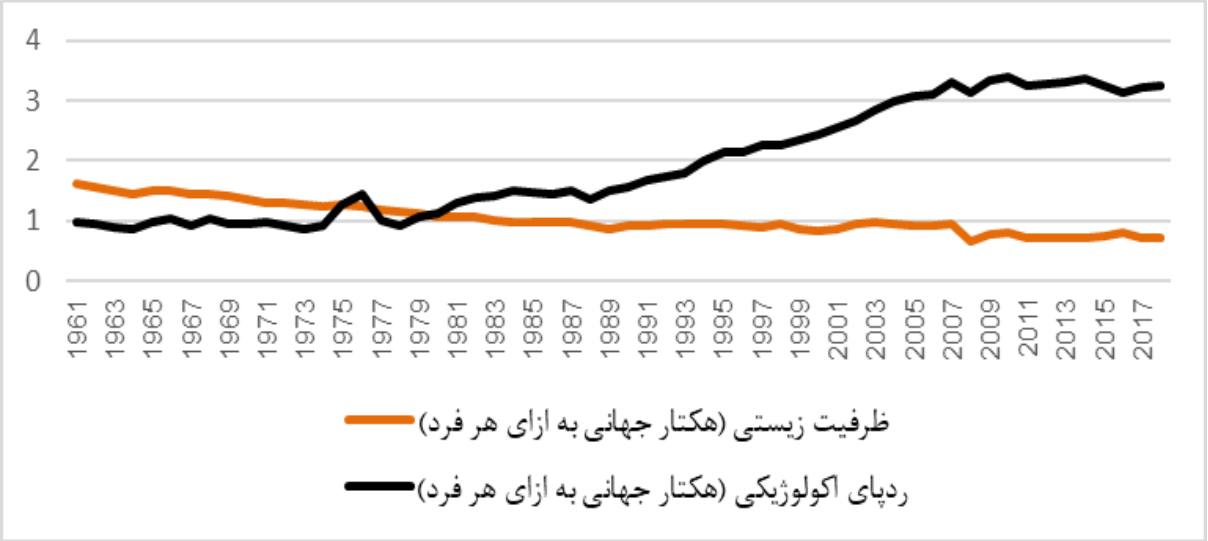
واژه‌های کلیدی: ردپای اکولوژیکی، اثر مقیاس، اثر تکنیک، اثر ترکیب و ARDL.

مقدمه

کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه خواهان رسیدن به رشد اقتصادی مطلوب برای گذار از شرایط موجود هستند. این موضوع اغلب به ایجاد زیان‌های زیست‌محیطی می‌انجامد. از طرف دیگر، محیط‌زیست مجموعه بسیار عظیم و پیچیده‌ای از عوامل گوناگون است که بر عملکرد و فعالیت‌های انسان تأثیر گذاشته و از آن متأثر می‌شود. لذا این مفهوم بیانگر آن است که موضوع محیط‌زیست طیف وسیعی از ابعاد مختلف را شامل می‌شود. ارائه خدمات گسترده‌ای از طرف محیط‌زیست همچون حمایت از زندگی، عرضه منابع‌طبیعی، جذب پسماندهای محصولات و عرضه خدمات رفاهی، حفظ آن را برای زندگی انسان بسیار ضروری کرده است (Aqli *et al*., 2015). امروزه خطر بزرگی که بشر از ناحیه تخریب‌های زیست‌محیطی احساس می‌کند نه تنها آرامش و امنیت زندگی او را بر هم زده است، بلکه موجودیت او را هم در معرض تهدید و خطر قرار داده است. بنابراین، در کنار مشکلاتی که بشر امروز دارد فاجعه بر هم خوردن تعادل زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین مسائل و دغدغه‌های بشر است. هرچند تأثیر انسان بر منابع زیست‌محیطی پیرامون خود عمری به قدمت حیات او دارد، اما تخریب و نابودی آن به دنبال انقلاب صنعتی به‌گونه‌ای خطرناک شدت یافت و پیشرفت علم و فناوری انسان را قادر ساخت تا طبیعت را مقهور خویش سازد و موجب انهدام تدریجی اما مستمر محیط‌زیست گردد (Mehrjardi, 2018). انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت‌های فسیلی و سایر فعالیت‌های انسانی به‌عنوان پیامد زیست‌محیطی علت اصلی افزایش دمای کره‌ی زمین است. انسان‌ها با مصرف انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی و تولید بیش از حد گازهای گلخانه‌ای توازن انرژی زمین را بهم می‌زنند. با توجه به اینکه بیش از۸۰ درصد گازهای مؤثر در پدیده‌ی گرم شدن زمین را دی‌اکسیدکربن تشکیل می‌دهد، می‌توان گفت کنترل این گاز به معنای کنترل کل جو زمین می‌باشد. در ادبیات موضوع، پرداختن به رابطه بین توسعه اقتصادی و حفظ سلامت و کیفیت محیط‌زیست از دهه ۱۹۷۰ با مطالعات مربوط به رشد و پایداری شروع شده و توجه اقتصاد محیط‌زیست به رشد اقتصادی در این دهه افزایش یافته است. افزایش آلودگی‌های محیط‌زیستی در نتیجه صنعتی شدن اقتصاد کشورهای پیشرفته، موجب ایجاد نخستین تنش بزرگ از نگرانی‌های عمومی در برابر محیط‌زیست شد. با افزایش مقدار تجارت در اواخر دهه ۱۹۷۰ این نگرانی‌ها بیش‌تر شد و در دهه ۱۹۸۰ از مباحث مهم در مذاکرات بین‌المللی به شمار آمد (Charter, 2000). طرفداران محیط‌زیست و مخالفان آزادسازی تجارت، اقرار کردند که گسترش تجارت آزاد و افزایش فشارهای رقابتی بین بنگاه‌های داخلی و رقبای خارجی، به ملایم شدن سیاست‌های زیست محیطی مناسب منجر می‌شود و حتی تصویب و اجرای قوانین زیست محیطی ملی در مواجه با فرآیند آزادسازی تجارت را با تأخیر همراه می‌سازد. در این راستا، یکی از مسائلی که امروزه به‌شدت مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و به بررسی تأثیر فعالیت‌های انسان بر محیط‌زیست و زمین تکیه دارد، ردپای اکولوژیکی می‌باشد که از آن به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری عرضه و تقاضای منابع

تجدیدپذیر استفاده می‌شود که شبکه ردپای اکولوژیکی[1] برای کشورهای مختلف به‌صورت سالانه محاسبه و منتشر می‌نماید. ردپای اکولوژیکی ابزار مفیدی است که می‌توان با استفاده از آن، فشار وارد شده بر اکولوژی و محیط‌زیست را به اطلاع عموم جامعه رساند. در واقع، ردپای اکولوژیکی شاخصی است که نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ باز تولید منابع و جذب و تجزیه ضایعات توسط محیط‌زیست را مقایسه می‌کند. ردپای اکولوژیکی به منابع و مساحت زمینی که برای توسعه جامعه انسانی مورد نیاز است، اشاره دارد. محیط‌زیست علاوه بر اثرپذیری از تحولات اقتصاد داخلی، در معرض تغییرات در عرصه تجارت خارجی نیز قرار دارد. این تعامل محیط‌زیست با تجارت خارجی عمدتاً از طریق آزادسازی تجاری صورت می‌گیرد. روش استاندارد در بررسی اثرات آزادسازی تجاری بر محیط‌زیست، تجزیه این اثرات به سه اثر مقیاس، اثر ترکیب و اثر تکنیک است. Grossman & Krueger (1991) در مطالعه‌ای، آثار تجارت آزاد بر وضعیت محیط‌زیست را به سه اثر مقیاس، اثر ترکیب و اثر تکنیک تفکیک کردند. اثر مقیاس به اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر تکنیک بیانگر تغییر در فناوری تولید، به‌خصوص تغییر به سمت فناوری پاک است و به تغییر شیوه‌های تولید ناشی از آزادسازی تجاری اختصاص دارد. با افزایش درآمد سرانه در اثر تجارت، تقاضا برای مقررات زیست‌محیطی و به‌کارگیری آن‌ها در حوزه تولید و مصرف به‌طور معمول افزایش پیدا می‌کند. اثر ترکیبی هم به این معناست که پس از یک مرحله آزادسازی تجاری، پیکره و ساختار صنعتی اقتصادها تغییر یافته و هر کشور در تولید محصولاتی که در آن‌ها مزیت نسبی دارد، تخصص پیدا کند. اثر ترکیب توضیح می‌دهد که چگونه آلودگی متأثر از ترکیب تولید خواهد بود که به نوبه خود توسط مزیت نسبی و درجه آزاد بودن تجارت کشور تعیین می‌شود. شاخص‌های مختلفی از جمله آلودگی هوا، آلودگی آب، جنگل‌زدایی، دی اکسیدکربن، حفظ تنوع زیستی و ردپای اکولوژیکی می‌توانند به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست در نظر گرفته شوند (Fakher & Abedi, 2016). یکی از پرکاربردترین این شاخص‌ها به شاخص ردپای اکولوژیکی می‌توان اشاره نمود. در شکل ۱ روند سرانه ظرفیت‌زیستی و ردپای اکولوژیکی طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۶۱ برای ایران نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود سرانه ظرفیت‌زیستی طی این دوره از یک روند کاهشی برخوردار بوده است و از ۱/۶۱ (سال ۱۹۶۱) به ۰/۷۳ (سال ۲۰۱۸) کاهش یافته است. در مقابل سرانه ردپای اکولوژیکی از یک روند افزایشی برخوردار بوده و مقدار آن از ۰/۹۹ در سال ۱۹۶۱ به ۳/۲۶ در سال ۲۰۱۸ رسیده است. بنابراین در طی دوره زمانی شکاف بین ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی رو به افزایش بوده است که این امر نشان‌دهندهٔ مصرف بیش از اندازهٔ منابع می‌باشد. براساس آمارهای موجود تا پیش از سال ۱۹۶۱میزان ردپای اکولوژیک کره زمین کم‌تر از ظرفیت زیستی زمین بوده است اما در حال حاضر سرانه ظرفیت‌زیستی جهان ۱/۵۸ هکتار جهانی و سرانه ردپای اکولوژیک ساکنان کره‌زمین ۲/۷۷ هکتار جهانی است (Footprintnetwork.org, 2020).

[1]-Footprintnetwork.org



شکل۱: سرانه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک در ایران (Footprintnetwork.org, 2020)

Fig 1: Per capita biological capacity and ecological footprint in Iran (Footprintnetwork.org, 2020)

با توجه به آمارهای سری زمانی، می‌توان مشاهده کرد که با وجود آنکه ظرفیت زیستی در ایران از سال ۱۹۶۱ تا به امروز، روند کاهندهٔ اندکی را نشان می‌دهد، اما مقدار ردپای اکولوژیک روند فزایندهٔ پرشتابی را دنبال می‌کند، این امر موجب شده که از سال ۱۹۸۰ به بعد، مقدار ردپای اکولوژیک ایران بیش از ظرفیت زیستی شده و کسری اکولوژیک در کشور رخ دهد. با مقایسه سرانه ظرفیت‌زیستی و سرانه ردپای اکولوژیکی ایران مشخص می‌شود که ردپای اکولوژیک ایران بسیار بزرگ‌تر از سرانه زیستی اش می‌باشد که این امر نشان‌دهنده مصرف بیش از حد از منابع و وابستگی به منابع دیگر مناطق جهان برای تأمین نیازهای اکولوژیک ساکنان است. همچنین براساس منطق روش ردپای اکولوژیک و نتایج به دست آمده می‌توان گفت که وضعیت اکولوژیک ایران دارای ناپایداری است. در سطح ملی و منطقه‌ای می‌توان ناپایداری اکولوژیک و کمبود ظرفیت زیستی را با مصادره منابع از مناطق پشتیبان جبران کرد. اما در سطح جهانی از آنجا که منابع محدود و مشخص هستند، نمی‌توان بیش از ظرفیت زیستی زمین مصرف کرد. در صورت فشار بیش از حد بر منابع، امکان تجدید منابع از بین می‌رود و از آنجا که حیات انسان به منابع زیستی کره زمین وابسته است، زندگی و محیط‌زیست انسان در معرض خطر جدی قرار می‌گیرد. توجه به این موضوع، لزوم نگرش دقیق‌تر به مسائل زیست‌محیطی و مدیریت صحیح مصرف منابع و لزوم برنامه‌ریزی در حوزه‌های زیست‌محیطی را برای تمام جهان و به‌خصوص کشور ایران خاطر نشان می‌سازد. از این رو مطالعات متعددی به بررسی ردپای اکولوژیکی و شاخص‌های محیط‌زیست و اقتصاد پرداخته‌اند. Moulai & Besharat (2015) به بررسی ارتباط بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی ایران در بازه زمانی ۱۹۶۵-۲۰۱۱ به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست پرداختند. نتایج آنان نشان داد که افزایش تولید ناخالص داخلی در کوتاه‌مدت و بلندمدت تاثیر مثبتی بر ردپای اکولوژی سرانه دارد. Mehrjardi (2018) به بررسی تأثیر رشد اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای در حال توسعه پرداختند. نتایج مطالعه وی حاکی از آن است که متغیر تولید ناخالص داخلی (به عنوان شاخص رشد اقتصادی) با کشش ۰/۲۱ درصدی اثر مثبت و معنادار بر آلودگی محیط‌زیست داشته است. (2020)

Sharif به بررسی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی کشورهای منتخب آسیا و اروپا با متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی، درجه بازبودن تجارت و توسعه مالی پرداختند. نتایج نشان داد بین ردپای اکولوژیکی سرانه و متغیرهای مصرف انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه مثبت و بین ردپای اکولوژیکی و متغیرهای تجارت آزاد و توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه منفی برقرار است که بیانگر تأیید منحنی محیط‌زیستی کوزنتس به‌صورت U معکوس می‌باشد. Abdoshahi *et al* (2022) به تأثیر شاخص¬های اکولوژیکی بر رشد اقتصادی در ایران پرداخت. نشان داد که متغیرهای سرمایه، اشتغال، مصرف انرژی، ردپای اکولوژیکی و ظرفیت‌زیستی، رابطه‌ی علی معناداری با معیار رشد اقتصادی دارند و شاخص ردپای اکولوژیکی با وجود اثرگذاری منفی بر رشد اقتصادی، فاقد معنی‌داری آماری بود. Asıcı & Acar (2016) در کشورهای توسعه‌یافته به بررسی رابطه غیرخطی از تخریب زیست‌محیطی و درآمد پرداخت. نتایج آنان نشان داد که رشد اقتصادی، رشد انتشارات آلاینده‌ها را متأثر می‌سازد. Charfeddine (2017) به بررسی تأثیر مصرف انرژی و توسعه اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی در قطر پرداخت. این مطالعه به بررسی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، آزاد بودن تجارت، شهرنشینی، توسعه مالی بر تخریب محیط‌زیست پرداخت. نتایج نشان داد، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و شهرنشینی اثر مثبت و آزاد بودن تجارت اثری منفی بر ردپای اکولوژیک دارند. Adu & Denkyirah (2018) در غرب آفریقا با استفاده از آزمون فرضیه کوزنتس محیط‌زیست و روش داده‌های تابلویی به بررسی رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که تولید ناخالص داخلی اثر مثبت و معناداری بر انتشار CO_2 دارد و آزاد بودن تجارت با افزایش فعالیت‌های اقتصادی از جمله معدن به‌جای واردات فناوری‌های کارآمد با انرژی، آلودگی محیط‌زیست را افزایش می‌دهد و میزان انتشار CO_2 را افزایش می‌دهد. Ansari *et al* (2021) به‌طور تجربی به بررسی تأثیر آزاد بودن تجارت بر روی ردپای اکولوژیکی (F) برای ۳۵ کشور آسیایی را در نظر گرفتند، نتایج نشان داد که اثر مثبت (منفی) مقیاس (تکنیک) بر ردپای اکولوژیکی نشانگر این مسئله است که فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای با درآمد بالا، متوسط به بالا و متوسط به پایین تأیید می‌کند. علاوه بر این، مصرف انرژی به ردپای اکولوژیکی کمک می‌کند، درحالیکه اثر ترکیب و آزاد بودن تجارت باعث کاهش تخریب محیط زیست می‌شود. Destek & Sinha (2020) به بررسی اعتبار فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی برای ردپای اکولوژیکی با نقش استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، استفاده از انرژی های تجدید ناپذیر و باز بودن تجارت در ۲۴ کشور سازمان همکاری اقتصادی و توسعه می باشد. نتایج نشان داد که فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی U شکل معکوس در کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه صادق نیست و ارتباط منفی بین تجارت و ردپای اکولوژیکی وجود دارد. Zhang & Zhao (2019) نیز نشان دادند که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و پاکی انرژی نقش مهمی در کاهش انتشار CO_2 در مناطق سودمند دارد. رابطه مثبت بین اثر ترکیب و ردپای اکولوژیکی مشاهده شد. در مجموع تأثیر رشد اقتصادی در بین سه منطقه چین بیش‌ترین تأثیر مثبت را دارد و منحنی EKC برای سه منطقه وجود دارد که روند کاهشی انتشار CO_2 را با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه در این کشور نشان می‌دهد. بنابراین

تضعیف محیط‌زیست علل مختلفی دارد که از برخی عواملی تأثیرگذار بر آن می‌توان به مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت اشاره کرد. لذا، با توجه به نتایج متفاوتی که هر یک از این متغیرها می‌توانند بر آلودگی محیط‌زیست کشورهای با شرایط گوناگون داشته باشند، بررسی عوامل مؤثر بر تغییر کیفیت محیط‌زیست در کشور ایران امری مهم تلقی می‌شود. از طرف دیگر توسعه اقتصادی سریع، در دهه‌های اخیر بدون توجه به محدودیت‌های طبیعت با وارد نمودن فشار بیش از حد به محیط‌زیست، خسارت جبران‌ناپذیری را به وجود آورده است بنابراین توجه به آثار زیست‌محیطی آن نیز از اهمیت زیادی برخوردار شده است. ، در این مطالعه، با توجه به اهمیت فراوان محیط‌زیست بویژه در سالیان اخیر و افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه به‌عنوان شاخصی از مقدار آلودگی، به بررسی عوامل موثر بر آن پرداخته شد. برای این منظور نسبت سرمایه به نیروی‌کار، رشد اقتصادی و توان دوم رشد اقتصادی به ترتیب به منظور ارزیابی اثر ترکیب، اثر مقیاس و اثر تکنیک مورد استفاده قرار گرفتند (Ansari & Khan, 2021). همچنین اثر دو متغیر مصرف انرژی و تجارت آزاد نیز بر ردپای اکولوژیکی، مورد بررسی قرار گرفت.

داده و روش تحقیق

در این مطالعه ابتدا اطلاعات مورد نیاز از سایت مرکز آمار ایران، بانک مرکزی و شبکه ردپای اکولوژیکی جهانی جمع‌آوری شدند. سپس ایستایی داده‌های سری زمانی با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد (آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته و فیلیپس-پرون) بررسی شد. آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته در صورت وجود شکست ساختاری سری‌های زمانی، قادر به بررسی وجود شکست نخواهد بود ازاین‌رو از آزمون مجموع تجمعی به‌منظور بررسی شکست ساختاری و ثبات مدل استفاده شد. با توجه به نتایج ایستایی به دست آمده برای متغیر وابسته و متغیرهای مستقل، در ادامه برای بررسی عوامل مؤثر بر شاخص ردپای اکولوژیکی، از مدل خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی گسترده (ARDL) استفاده شد. همچنین تعیین تعداد وقفه‌های بهینه در مدل ARDL نیز با استفاده از معیار (AIC) صورت گرفت و وجود رابطه‌ی بلندمدت و کوتاه‌مدت با استفاده از این روش مشخص شد (Kong *et al*., 2020, Ahmed *et al*., 2021). جهت بررسی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرهای وابسته و توضیحی الگو، می‌توان از رهیافت ARDL استفاده کرد. مزیت مدل ARDL در این است که صرفه نظر از اینکه متغیرهای توضیحی ایستا باشند و یا اینکه با یک بار تفاضل‌گیری ایستا شوند، می‌توان رابطه‌ی همگرایی بین متغیرها را بررسی کرد. با یک تغییر در تعداد وقفه‌ها در ARDL می‌توان مدل تصحیح خطای پویا را به دست آورد. از این الگو برای بررسی وجود یا فقدان ارتباط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها استفاده می‌شود. در حالت کلی، ARDL به‌صورت معادله‌ی زیر است (Kong *et al*., 202, Ahmed *et al*., 2021):

رابطه ۱:

$$\alpha(L,P)Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i(L,qi)X_{it} + \delta`W_t + u_t$$

که در این رابطه برای پارامترهای α و βi خواهیم داشت:

رابطه ۲: $$\alpha\,(\,L,P\,) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 \ldots - \alpha_P L^P$$

رابطه ۳: $$\beta i\,(\,L, qi\,) = 1 - \beta_{i1} L - \beta_{i2} L^2 - \ldots - \beta_{iqi} L_{qi} \quad i = 1, 2, \ldots, K$$

در معادله فوق Y_t متغیر وابسته، α جزء ثابت، L عملکرد وقفه و W_t بردار متغیرهای قطعی (عرض از مبدأ، روندهای زمانی یا متغیرهای برون زا با وقفه ثابت)، P وقفه‌های به کار گرفته شده برای متغیر وابسته و qi وقفه‌های مورد استفاده برای متغیرهای مستقل است. ضرایب بلندمدت متغیرهای توضیح‌دهنده ی الگوی ARDL براساس رابطه‌ی ۴ محاسبه می‌شوند:

رابطه ۴: $$\Pi = \frac{\vartheta\,(\hat{P}, \hat{q}1, \hat{q}2, \ldots, \hat{q}k)}{1 - \hat{\alpha}_1 - \hat{\alpha}_2 - \cdots - \hat{\alpha}_p}$$

در رابطه ۴، $\vartheta\,(P, q1, q2, \ldots, qk)$ تخمین‌های حداقل مربعات معمولی برای کلیه ترکیبات ممکن مقادیر p را در معادله ۱ در رابطه ۴، برای مدل ARDL انتخابی معرفی می‌کند. در این مطالعه الگوی ARDL انتخابی با استفاده از نرم‌افزار Eviews 12 تخمین زده شد. متداول‌ترین معیارهایی که برای تعیین وقفه های زمانی بهینه مورد استفاده قرار می گیرد، معیار آکائیک (AIC) و معیار شوارتز-بیزین (SBC) است. براساس این معیارها، مدلی بهتر است که از لحاظ جبری مقدار عددی آکائیک کم‌تری داشته باشد. علاوه‌بر معیارهای فوق، از معیار دیگری نیز به نام معیار حنان-کوئین (HQC) برای تعیین وقفه‌های بهینه استفاده می شود که براساس این معیار نیز مانند دو معیار قبلی مدلی بهتر است که از لحاظ جبری مقدار HQC کم‌تری داشته باشد. در مطالعه حاضر تعداد وقفه بهینه براساس معیارهای ذکر شده ۳ به دست آمد. از آزمون های مهم برای بررسی هم انباشتگی سری زمانی می توان به آزمون کرانه‌ها و آزمون علیت گرنجر اشاره کرد. دراین پژوهش برای بررسی هم‌انباشتگی متغیرها از آزمون کرانه‌ها استفاده گردید. در آزمون کرانه‌ها متغیرها می‌توانند I(0) یا I(1) باشند ولی نمی‌توانند I(2) باشند. برای انجام این آزمون ابتدا باید مدل ۵ برآورد گردد:

رابطه ۵: $$EF_t = B_0 + B_1 E_t + B_2 OT_t + B_3 GDP_t + B_4 GDP_t{}^2 + B_5 k_t + \varepsilon_t$$

که در این رابطه EF_t ردپای اکولوژیکی (هکتار جهانی)، E_t مصرف انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام)، OT_t تجارت آزاد (درصد از تولید ناخالص داخلی)، GDP_t رشد اقتصادی (درصد)، GDP_t^2 توان دوم رشد اقتصادی و k_t نسبت سرمایه به نیروی کار (میلیون ریال به نفر) است. لازم به ذکر است که اطلاعات مورد برای دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ از مرکز آمار ایران (مصرف انرژی، رشد اقتصادی، نسبت سرمایه به نیروی‌کار)، شبکه ردپای اکولوژیکی (ردپای اکولوژیکی) و بانک جهانی (تجارت آزاد) جمع‌آوری شده است. در مرحله بعدی فرضیه عدم وجود رابطه بلندمدت با استفاده از آزمون های F و Wald آزمون می‌گردد. سپس مقدار F و Wald محاسباتی، با مقدار بحرانی مقایسه می‌شود. مقدار بحرانی، دارای دوحد بحرانی بالا (FU) و پایین (FL) است. به این صورت که اگر F محاسباتی بزرگ تر از FU باشد، فرضیه H0 مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت رد می‌شود. در نتیجه می‌توان گفت رابطه بلندمدت وجود دارد. اگر چنانچه F محاسباتی بزرگ‌تر از FU باشد، رابطه بلندمدت بین متغیرها

وجود دارد. همچنین اگر مقدار F محاسباتی بین دو حد بحرانی قرار بگیرد، نمی‌توان درباره وجود و یا عدم وجود رابطه بلندمدت تصمیم گیری نمود. در نهایت آزمون شکست ساختاری برای بررسی ثبات و پایداری مدل برآورد شده، انجام شد. شکست ساختاری زمانی اتفاق می‌افتد که مقادیر مختلفی را در زیر مجموعه‌های مختلف داده‌ها اختیار کنند. به عبارت دیگر در اثر شکست ساختاری، مقادیر پارامترهای الگو در کل دوره زمانی یکسان نمی‌باشند. از جمله مهم‌ترین آزمون‌های شکست ساختاری، ثبات ضرایب آزمون مجموع تجمعی خطاهای بازگشتی و آزمون مجموع مجذور تجمعی خطاهای بازگشتی می‌باشند.

نتایج و بحث

چنان که قبلاً ذکر شد، در چارچوب روش خودتوضیح با وقفه توزیعی به منظور برآورد روابط کوتاه‌مدت بین متغیرها از الگوی تصحیح‌خطا استفاده می‌شود. این الگو را ابتدا سارگان معرفی کرد و سپس انگل و گرنجر آن را به شهرت رساند، با استفاده از متغیرهای پایای خطای باوقفه رابطه هم‌جمعی و تفاضل‌های باوقفه متغیرهای توضیحی و رگرس کردن تفاضل باوقفه متغیر وابسته بر روی آن‌ها به بررسی روابط کوتاه‌مدت بین متغیرها می‌پردازد. نتایج آزمون پایایی متغیرها در جدول ۱گزارش شده است.

جدول۱: نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها

Table 1: Results of unit root test of variables

متغیر Variable	آماره آزمون دیکی-فولر تعمیم-یافته General Dickey-Fuller test statistic	آماره آزمون فیلیپس-پرون Phillips-Prone test statistic	نتیجه Result
ردپای اکولوژیکی (EF) Ecological footprint	-۶/۰۰*** (۰/۰۰۰)	-۵/۹۴*** (۰/۰۰۰)	I(1)
مصرف انرژی (E) Energy consumption	-۴/۹۳*** (۰/۰۰۵)	-۴/۹۳*** (۰/۰۰۰)	I(1)
تجارت آزاد (OT) Open trade	-۵/۷۹*** (۰/۰۰۱)	-۱/۶۳ (۰/۴۵)	I(0)
رشد اقتصادی (اثر مقیاس) (GDP) economic growth (scale effect) (GDP)	-۴/۴۰*** (۰/۰۰۱)	-۴/۳۵*** (۰/۰۰۲)	I(0)
مجذور رشد اقتصادی (اثر تکنیک) (GDP^2) The square of economic growth (technique effect) (GDP^2)	-۵/۲۷*** (۰/۰۰۰)	-۷/۰۲*** (۰/۰۰۰)	I(0)
نسبت سرمایه به نیروی‌کار (اثر ترکیب) (K) Ratio of capital to labor (combination effect) (K)	-۳/۲** (۰/۰۳)	-۱/۸۶ (۰/۳۴)	I(0)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج نشان می‌دهد که متغیر وابسته، ردپای اکولوژیکی با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌باشد. همچنین متغیرهای مستقل برخی ایستا و برخی با یکبار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند. در نتیجه در ادامه به تخمین مدل با استفاده از روش ARDL پرداخته شد. نتایج حاصل از تخمین مدل پویا در جدول ۲ نشان داده شده است. در کوتاه‌مدت ضریب ردپای اکولوژیکی با مقدار خودش در سه سال گذشته دارای رابطه‌ی مثبت و معنادار می‌باشد. براساس نتایج جدول ۲، در یک سال گذشته در کوتاه‌مدت مصرف

انرژی رابطه‌ای مثبت و معنادار با ردپای اکولوژیکی دارد به‌گونه‌ای که اگر در کوتاه‌مدت مقدار مصرف انرژی یک واحد افزایش یابد، باعث افزایش ۰/۲۴ واحدی ردپای اکولوژیکی در سال جاری می‌شود. این نتایج با مطالعات (Fakher *et al.*, 2018, Esfahani *et al.*, 2022) مطابقت دارد. همچنین همان‌طور که مشاهده می‌شود علامت مثبت ضریب تولید ناخالص داخلی در سال جاری و در یک سال گذشته مثبت و ضریب توان دوم آن، منفی است اما از نظر آماری معنادار نبودند. متغیر تجارت آزاد در سال جاری رابطه‌ای منفی و معنی‌داری با ردپای اکولوژیک دارد. که با نتیجه مطالعه Uddin *et al* (2017) سازگار است. بر این اساس لازم است سیاستمداران کشورهای این منطقه نگاه دقیق‌تری به بحث تکنولوژی‌های وارداتی از کشورهای پیشرفته داشته باشند و فرضیه پناهگاه آلودگی را به‌عنوان یک پیش‌فرض در سیاست‌های بین‌المللی با کشورهای پیشرفته مدنظر قرار دهند. همچنین براساس نتایج انتهای جدول ۲ مشخص شد که بین اجزای مدل خودهمبستگی وجود نداشته و متغیر حذف شده‌ای در مدل نمی باشد. بعد از برآورد مدل کوتاه‌مدت، به بررسی رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها با استفاده از آزمون کرانه پرداخته شد که نتایج به دست آمده در جدول ۳ قابل مشاهده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، آماره F محاسباتی در سطح ۵ درصد بزرگ‌تر از حد بحرانی بالا می‌باشد. در نتیجه متغیرها دارای رابطه بلندمدت می‌باشند. پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها باید به برآورد ضرایب بلندمدت اقدام شود. نتایج حاصل از برآورد ضرایب بلندمدت در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۲: برآورد مدل پویا ARDL(۳,۳,۳,۳,۳,۲)

Table 2: Dynamic model estimation ARDL(3,3,3,3,3,2)

متغیر Variable	ضریب Coefficient	خطای معیار Standard error	احتمال Probability
EF(-1)	0.269	0.036	0.0231
EF(-2)	-0.122	0.022	0.053
EF(-3)	0.700	0.012	0.010
E	0.030	0.121	0.655
E(-1)	0.240	0.107	0.021
E(-2)	0.092	0.004	0.002
E(-3)	-0.146	0.004	0.013
k	0.089	0.004	0.010
k(-1)	0.108	0.005	0.065
k(-2)	0.150	0.007	0.036
k(-3)	0.028	0.027	0.038
OT	-0.001	0.004	0.751
OT(-1)	-0.002	0.004	0.640
OT(-2)	-0.001	0.003	0.023
OT(-3)	-0.001	0.003	0.070
GDP	0.002	0.003	0.613
GDP(-1)	0.024	0.002	0.261
GDP(-2)	0.005	0.003	0.004
GDP(-3)	0.002	0.004	0.571
GDP^2	-5.280	0.000	0.920
GDP^2(-1)	-0.002	0.003	0.195
GDP^2(-2)	0.003	0.002	0.191
عرض از مبدا **Intercept**	-6.030	0.804	0.004
آزمون والد **Wald test**	**خودهمبستگی** Autocorrelation	**تصریح مدل** Specification model	
0.00	0.110	0.960	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول۳:آزمون وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها

Table 3: Testing the existence of a long-run relationship between variable

حدبالا(۵ %)	حد پایین(۵%)	آماره F
Upper Bound (5%)	Lower Bound (5%)	F Test
3	2.08	19.87

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴ : نتایج حاصل از تخمین ضرایب بلندمدت

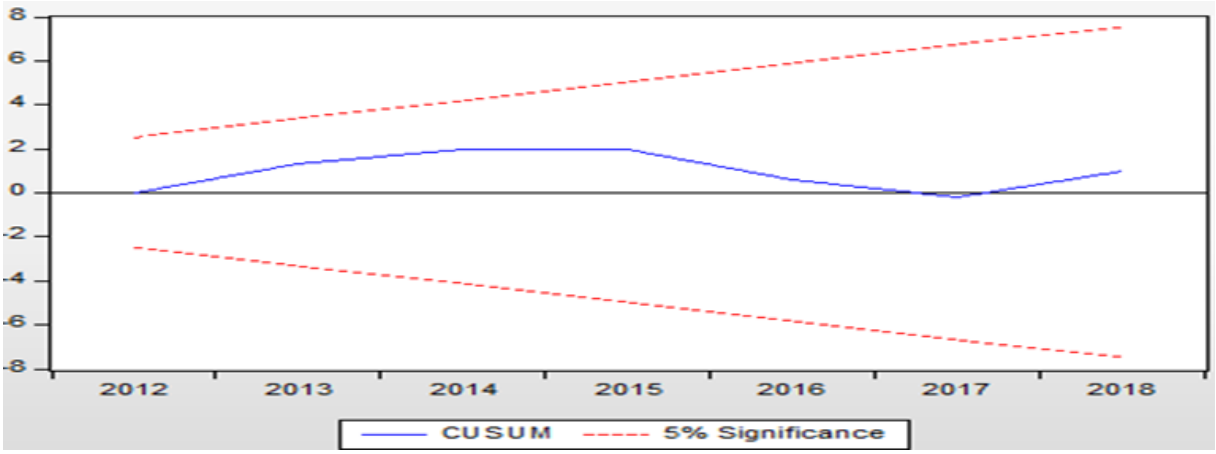
Table 4: The results of estimating long-run coefficients

احتمال	خطای معیار	ضریب	متغیر
Probability	**Standard error**	**Coefficient**	**Variable**
0.030	0.690	3.321	**E**
0.000	0.169	0.045	**k**
0.070	0.036	0.188	**GDP**
0.030	0.053	-0.001	**GDP^2**
0.008	0.005	-0.011	**OT**
0.000	0.637	39.420	**C**
0.000	0.007	-0.153	**ECM (-1)**

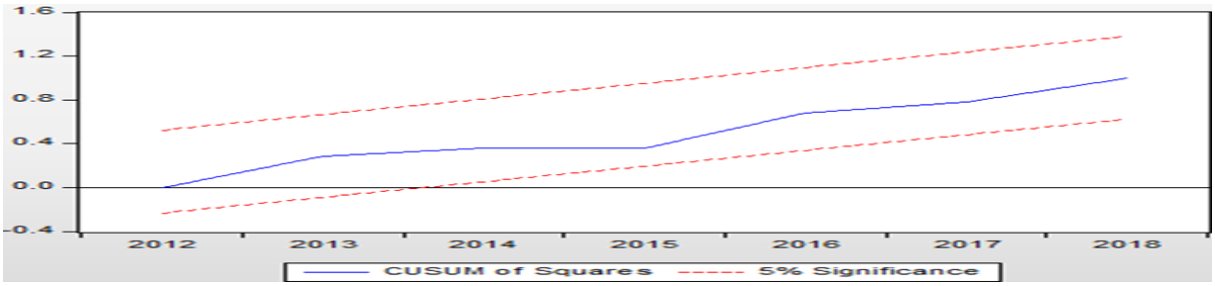
مأخذ: یافته‌های تحقیق

مصرف انرژی در بلندمدت، اثر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد. نتایج این قسمت با نتایج مطالعه Ahmed *et* (Ansari & Khan, 2021, *al*., 2019) مطابقت دارد. با توجه به این که میزان مصرف انرژی در کشور تأثیر بسزایی بر کیفیت محیط‌زیست دارد، یکی از راه‌های بهبود اثر مصرف انرژی بر ردپای اکولوژیکی، بهبود کارایی منبع‌های مصرفی انرژی برای کاهش مصرف و به دنبال آن، کاهش تولید آلاینده‌ها است. همچنین استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی که مستقل از مصرف کربن هستند، می‌تواند تأثیر معناداری بر کاهش ردپای اکولوژیکی حاصل از مصرف انرژی داشته باشد. تولید ناخالص داخلی (اثر مقیاس)، یکی از متداول‌ترین متغیرهای توضیحی می‌باشد که بیانگر مقیاس اقتصادی یا درآمد است. در بلندمدت رشد اقتصادی در سال جاری رابطه مثبت و معناداری با ردپای اکولوژیکی دارد. به‌گونه‌ای که اگر رشد اقتصادی، یک واحد افزایش یابد ردپای اکولوژیکی به اندازه ۰/۱۸۸ واحد افزایش می‌یابد. با این حال، زمانی که تغییراتی در فناوری به‌دلیل گذار در مقیاس اقتصاد ایجاد می‌شود، این اثر از مثبت به منفی تبدیل می‌شود، جایی که افزایش درآمد واقعی منجر به کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. وارد کردن توان دوم تولید ناخالص داخلی (اثر تکنیک)، در مدل بیانگر تغییر ساختار اقتصادی و افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی می‌باشد به‌طوری که در مراحل بالاتر رشد اقتصادی، افزایش درآمد منجر به کاهش سهم صنعت و افزایش سهم خدمات می‌شود و اثر تعدیل‌کننده‌ای بر افزایش انرژی سرانه دارد. بنابراین نتایج نشان می‌دهد که نتیجه اثر مقیاس بر ردپای اکولوژیکی در مراحل اولیه توسعه مثبت است اما کاهش می‌یابد و در نهایت منفی می‌شود. به عبارت دیگر، افزایش صرفه‌جویی در مقیاس منجر به بهبود محیط زیست می‌شود زیرا کشور ایران از سطح درآمد آستانه (اثر فناوری) عبور می‌کنند. بنابراین فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (وجود رابطه U معکوس بین درآمد و آلودگی زیست محیطی) در کشور ایران پذیرفته می‌شود. یافته‌های تجربی مطالعات مختلف نشان می‌دهد که افزایش فعالیت‌های اقتصادی کیفیت زیست‌محیطی

کشورهای آسیایی را بدتر نمی‌کند، زیرا درآمد، امکان پذیرش فناوری جدیدتر را فراهم می‌کند که منجر به تولید پاک‌تر می‌شود که با مطالعات (Ansari *et al*., 2020, Fakher, 2019, Ansari & Khan 2021) همخوانی دارد. ضریب متغیر نسبت سرمایه به نیروی کار (اثر ترکیب) مثبت و معنادار می‌باشد که نشان می‌دهد افزایش یک واحدی اثر ترکیب منجر به افزایش ردپای اکولوژیکی در ایران می‌گردد. در مطالعات Zhang & Zhao (2019) نیز رابطه مثبت بین اثر ترکیب و ردپای اکولوژیکی مشاهده شد. اما در کشورهای با درآمد بالا و کشور چین این رابطه منفی گزارش شده است Tsurumi & Managi, 2010, ; Ling *et al*., 2015, Ansari & Khan 2021). سطح درآمد و تولید یک کشور تحت تأثیر آزاد بودن تجارت قرار می‌گیرد، زیرا در واقع میزان آزاد بودن تجارت می‌تواند تحت تأثیر رشد اقتصادی آن کشور باشد که کم‌تر در مطالعات قبلی به آن توجه شده است. با افزایش درآمد سرانه، اثر تکنیک افزایش می‌یابد، که همچنین بر ترکیب محصول از طریق مزیت نسبی ناشی از مقررات زیست‌محیطی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، اثر ترکیب کاملاً مستقل از اثر درآمد نیست. با توجه به این توضیحات، نتایج این مطالعه نشان داد که آزاد بودن تجارت اثر منفی و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد. بنابراین ایران می‌تواند از طریق توسعه تجارت از تشکیل سرمایه، فناوری و سرریز نهادی بهره‌مند شوند. این ارتباط منفی بین تجارت و ردپای اکولوژیکی با یافته‌های Destek & Ansari & Khan 2021, Sinha 2020) مطابقت دارد. در مرحله نهایی برای بررسی نحوه تعدیل عدم تعادل کوتاه‌مدت به تعادل بلندمدت از ضریب تصحیح‌خطا استفاده می‌شود (جدول ۴). به عبارت دیگر نوسان‌های کوتاه‌مدت یک متغیر به مقدار بلندمدت آن مرتبط می‌شود. ضریب تصحیح خطای بدست آمده برابر با (۰/۱۵۳-) می‌باشد که طبق انتظار منفی و معنادار بوده است و به این معنی است که در هر دوره ۱۵ درصد از عدم تعادل تعدیل می‌گردد. در انتها با استفاده از آزمون مجموع تجمعی ثبات مدل مورد بررسی قرار گرفت (شکل۱ و ۲). طبق نتایج این آزمون مشخص شدکه مجموع تجمعی دارای شکست ساختاری نمی‌باشد و مدل از ثبات برخوردار می‌باشد.



شکل ۱: نتایج حاصل از آزمون مجموع تجمعی
Fig1: Results of Qsum Test



شکل۲ : نتایج حاصل از آزمون مجموع مجذور تجمعی
Fig 2: Results of Qsumq Test

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کشورهای در حال توسعه، برای رسیدن به رشد و توسعه با معضل تخریب محیط‌زیست رو به رو هستند. زیرا بیش‌تر فعالیت‌های اقتصادی وابسته به استفاده از منابع طبیعی است و کمتر فعالیتی را می‌توان یافت که در نهایت منجر به ایجاد ضایعات زیست‌محیطی نگردد. بر این اساس بررسی تأثیر متغیرهای مهم بر ردپای اکولوژیکی حائز اهمیت می‌باشد. برای این منظور متغیرهای مصرف انرژی، تجارت آزاد، رشد اقتصادی و نسبت سرمایه به نیروی‌کار به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر ردپای اکولوژیکی طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ درنظر گرفته شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که آزاد بودن تجارت اثر منفی و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد. بنابراین ایران می‌تواند از طریق توسعه تجارت از تشکیل سرمایه، فناوری و سرریز نهادی بهره‌مند شوند. ازاین‌رو به‌منظور ارتقای کیفیت محیط‌زیست، بایستی با اعمال سیاست‌های بلندمدت ملی، حجم تجارت ایران افزایش یابد. با توجه به نتایج مطالعه مشخص شد که در بین متغیرهای مورد بررسی، مصرف انرژی بیش‌ترین تأثیر را بر ردپای اکولوژیکی دارد ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود که با کاهش مقدار استفاده از انرژی فسیلی و جایگزینی آن با انرژی‌های تجدیدپذیر خسارت وارده بر محیط‌زیست را کاهش داد. در این میان سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و دوستدار محیط‌زیست بویژه در کشور ایران از جمله پیشنهادهای اجرایی برای کاهش ردپای اکولوژیکی است. در این راستا، دولت می‌تواند با تشویق تولیدکنندگان فعال در بخش صنعت به استفاده از فناوری‌ها و تکنولوژی‌هایی جدید، آلودگی‌های محیط‌زیست را کاهش دهد. همچنین دولت با افزایش اطلاعات، آموزش صحیح و مبادلات با دیگر کشورها جهت بهره‌مندی از اطلاعات و کالاهای سازگار با محیط زیست فرایند تولید را اصلاح کرده و موجب کاهش خسارت به محیط‌زیست شود. به‌علاوه با واردکردن فناوری‌های پیشرفته از کشورهای توسعه‌یافته و افزایش توسعه مالی خود می‌تواند این آلودگی‌ها را کاهش دهد. افزون بر آن، می‌توان با وضع مالیات بر تولیدکنندگان آلودگی، آن‌ها را به استفاده از فناوری‌های جدید در راستای حفظ محیط‌زیست ترغیب نمود. از سوی دیگر، فراهم آوردن تسهیلات لازم مانند اعطای تسهیلات کم بهره و بلندمدت به تولیدکنندگان جهت بهره‌مندی از این فناوری‌ها، در کاهش مقدار آلودگی محیط‌زیست می‌تواند نقش مؤثر و مفیدی داشته باشد.

منابع

Abdoshahi, A., Mirzaei, A., & Kargar Debedi, N. (2022). The Effect of Ecological Footprint Indicators on Economic Growth in Iran. Environmental Research, 12(24), 301-315.

Adu, D. T., & Denkyirah, E. K., (2018). Economic growth and environmental pollution in West Africa: Testing the Environmental Kuznets Curve hypothesis. Kasetsart Journal of Social Sciences.

Ahmed, K., Ozturk, I., Ghumro, I.A. & Mukesh, P., (2019). Effect of trade on ecological quality: A case of D-8 countries. Environ. Sci. Pollut. Res. 26 (35), 35935–35944.

Ahmed, Z., Zhang, B., & Cary, M. (2021). Linking economic globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL. Ecological indicators, 121, 107060.

Ansari, M. A., & Khan, N. A., (2021). Decomposing the trade-environment nexus for high income, upper and lower middle-income countries: What do the composition, scale, and technique effect indicate? Ecological Indicators, 121, 107122.

Ansari, M.A., Haider, S. & Khan, N.A., (2020). Does trade openness affects global carbon dioxide emissions. Manage. Environ. Quality: An Int. J.

Aqli, L.A., Sadeghi, H. & Aswar, A. (2015). The Impact of Democracy on Environmental Pollution: Evidence from Selected Oil Exporting Countries. Quantitative Economics, 41(11), 21-40. (Farsi)

Asıcı, A.A. & Acar, S., 2016. Does income growth relocate ecological footprint? Ecol. Ind. 61, 707–714.

Charfeddine, L. & Mrabet, Z., (2017). The impact of economic development and socialpolitical factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA

Charfeddine, L., (2017). The impact of energy consumption and economic development on Ecological Footprint and CO2 emissions: Evidence from a Markov Switching Equilibrium Correction Model. Energy Economics, 65, 355-374.

Charter, D., (2000). Assessment and analysis of ecological footprint (Case study: townships of Mazandaran Province). Shahri-HA. 3(10), 103-125: (In Persian with English abstract).

Destek, M.A. & Sinha, A., (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organization for economic Co-operation and development countries. J. Cleaner Prod. 242, 118537. Translation is too long to be save

Esfahani, A., Qobadi, S. and Azarbaijani, K. (2022). The dynamic effect of renewable and non-renewable energy consumption on the ecological footprint in selected developing countries (generalized moments (GMM) approach). Program and Development Research Quarterly, Volume: 3, Number 1, 27. (Farsi)

Fakher, H., Abedi, Z. & Shaygani, B. (2018). Investigating the relationship between commercial and financial openness and ecological footprint. Economic Modeling Scientific Quarterly, 11(40), 49-67. (Farsi)

Fakher, H.A., (2019). Investigating the determinant factors of environmental quality (based on ecological carbon footprint index). Environ. Sci. Pollut. Res. 26 (10), 10276–10291.

Fakher.H., & Abedi, Z., (2016). investigating the relationship between commercial openness and ecological footprint. (4), 49-67. (In Farsi).

Footprint network, (2020). https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/

Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement, No. w3914. National Bureau of Economic Research.

Hassan, S. T., Xia, E., Khan, N. H., & Shah, S. M. A. (2019). Economic growth, natural resources, and ecological footprints: evidence from Pakistan. Environmental Science and Pollution Research, 26(3), 2929-2938.

Kong, Q., Peng, D., Ni, Y., Jiang, X., & Wang, Z. (2021). Trade openness and economic growth quality of China: Empirical analysis using ARDL model. Finance Research Letters, 38, 101488.

Ling, C. H., Ahmed, K., Binti Muhamad, R., & Shahbaz, M. (2015). Decomposing the trade-environment nexus for Malaysia: what do the technique, scale, composition, and comparative advantage effect indicate? Environmental Science and Pollution Research, 22(24), 20131-20142.

Mehrjardi, M., (2018). Investigating the impact of economic growth on the ecological footprint in developing countries. (65), 56-21. (In Farsi).

Moulai, M. & Besharat, E. (2015). Investigating the relationship between gross domestic product and ecological footprint as an indicator of environmental destruction. Economic Research Quarterly, 50(40), 1017-1033. (Farsi)

Mrabet, Z., & Alsamara, M., (2017). Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 1366-1375.

Sharif, H., (2020). investigating factors affecting the ecological footprint of selected Asian and European countries. Agricultural Economics Research. (2), 155-174. (In Farsi).

Tsurumi, T., & Managi, S., (2010). Decomposition of the environmental Kuznets curve: scale, technique, and composition effects. Environmental Economics and Policy Studies, 11(1), 19-36.

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.

Ulucak, R., & Bilgili, F., (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high-, middle- and low-income countries. Journal of cleaner production, 188, 144-157.

Zhang, S., & Zhao, T., (2019). Identifying major influencing factors of CO2 emissions in China: regional disparities analysis based on STIRPAT model from 1996 to 2015. Atmospheric Environment, 207, 136-147.