فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی

بررسی نقش انرژی تجدید پذیر و خط‌مشی تجاری در ردپای اکولوژیکی (شاخص تخریب محیط‌زیست) با رویکرد حسابداری نوآورانه

سید رسول حسینی*[1]، امین حاجیان نژاد[2] و مرضیه رضوی[3]

۱. استادیار حسابداری، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. استادیار حسابداری، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۳. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۲/۲۵

اطلاعات مقاله

دوره ۳، شماره ۱۰، زمستان ۱۴۰۱

صص ۸۴-۱۰۳

DOR: 20.1001.1.27173747.1401.3.10.6.9

چکیده

هدف این پژوهش بررسی تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر، خط‌مشی تجاری، رشد اقتصادی و ظرفیت زیستی بر ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست در ایران در بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۱ می‌باشد. بدین منظور در این پژوهش از مدل ARDL برای به دست آوردن ضرایب پویا بلندمدت وکوتاه‌مدت، آزمون علیت تودا- یاماموتو برای بررسی مسیر علیت و آزمون تجزیه چولسکی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت بین متغیر ظرفیت زیستی، با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت وجود دارد اما به لحاظ آماری معنی‌داری نیست، اما بین متغیرهای خط‌مشی تجاری و تولید ناخالص داخلی با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. از طرفی، بین متغیر مصرف انرژی تجدیدپذیر با ردپای اکولوژیکی رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد. ضریب تصحیح خطای به‌دست‌آمده در این مدل نشان می‌دهد در هر دوره ۴۷ درصد از عدم تعادل حاصل از بروز تکانه و منحرف شدن مدل کوتاه‌مدت از روند بلندمدت تعدیل‌شده و به سمت روند بلندمدت خود باز می‌گردد. یک رابطه علی دوسویه بین خط‌مشی تجاری و ردپای اکولوژیکی برقرار می‌باشد. همچنین، علیت یک‌سویه از خط‌مشی تجاری به تولید ناخالص داخلی تأیید می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه چولسکی نشان می‌دهد که شوک‌های نوآورانه ایجاد شده در متغیرها برای ۱۰ دوره آتی، بدین‌صورت بر ردپای اکولوژیکی تأثیر می‌گذارند که در دوره دوم بیشترین سهم تأثیر در مقایسه با بقیه متغیرها مربوط به انرژی تجدیدپذیر به میزان ۳/۵ درصد است اما با گذشت زمان و در پایان دوره دهم بیشترین سهم تأثیر به ترتیب مربوط به تولید ناخالص داخلی ۱۹/۶۰ درصد، خط‌مشی تجاری ۹/۵۴ درصد، مصرف انرژی تجدیدپذیر ۷/۷۶ درصد و ظرفیت زیستی ۱/۲۸ درصد می‌باشد. ازاین‌رو، خط‌مشی‌های انرژی که باعث افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی شود، توصیه می‌گردد.

کلید واژه‌ها: انرژی تجدیدپذیر، ردپای‌اکولوژیکی، ظرفیت زیستی، خط‌مشی تجاری، رشد اقتصادی.

نویسنده مسئول: rasoulhosayni@znu.ac.ir

ارجاع به این مقاله: حسینی، سید رسول؛ حاجیان نژاد، امین؛ و رضوی، مرضیه. (۱۴۰۱). بررسی نقش انرژی تجدید پذیر و خط‌مشی تجاری در ردپای اکولوژیکی (شاخص تخریب محیط‌زیست) با رویکرد حسابداری نوآورانه، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، ۳(۱۰)، ۸۴-۱۰۳.

مقدمه

در دهه‌های گذشته متخصصان محیط‌زیست به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر تخریب محیط‌زیست و تحریف‌های اکولوژیکی فضای جغرافیایی کره زمین قرارگرفته‌اند. پیشامدهای مداوم آب و هوایی و تا حدودی ناخواسته، در بیشتر موارد که منجر به بروز بلایای زیست‌محیطی می‌شود، علائم متداولی از انقلاب‌های شدید در سیستم‌های اقلیمی زمین است. با افزایش فعالیت‌های انسانی که شامل فعالیت‌های مستقیم و غیرمستقیم بر روی لایه‌ها و اتمسفر کره زمین می باشد، پایداری انسانی به‌طور فزاینده‌ای در معرض خطر قرار گرفته است (Kuriqi et al, 2017:123 ; Alola et al, 2019:260). برای چندین دهه تأثیر مداخلات انسانی بر محیط‌زیست به‌طور مداوم با واکنش محیط‌زیست به رشد اقتصادی، پویایی جمعیت، مصرف انرژی و چندین عامل قابل توجه دیگر سنجیده شده است (Sarkodie et al, 2018: 888).

امروزه اغلب مشکلات زیست‌محیطی صرفاً یک موضوع محلی و یا حتی ملی به شمار نمی‌آید، زیرا با توجه به وابستگی متقابل و غیر قابل تفکیک محیط زیست با مباحث کلان اجتماعی از جمله اقتصاد، فرهنگ، توسعه، سیاست و بسیاری دیگر از جنبه‌های مادی و معنوی حیات انسان‌ها، در واقع هر مشکل زیست‌محیطی در هر منطقه و حتی در محدوده مرزهای قراردادی یک کشور می‌تواند مشکلی برای کل جهان و نوع بشر به شمار آید. کشور ایران اگرچه سهمی یکسان با کشورهای دیگر از نظر توسعه نداشته، اما در این مسابقه جهانی برای نابودی محیط زیست خود عقب نمانده و مشکلات عدیده‌ای را در زمینه‌های مختلف توسعه پایدار برای خود به وجود آورده است که هرچند برخی از آن‌ها معلول فرآیندهای جهانی است، اما بخشی هم بر اثر سیاست‌ها و برنامه‌های موجود و انجام شده هستند. مسئولان کشور باید با برنامه‌ریزی دقیق و مستمر و در کنار عزمی ملی در راستای سیاست‌های کلی محیط‌زیست برای جبران مافات اقدام کنند و با آگاهی و هوشیاری کامل در رفع مشکلات بکوشند(Kohansal & Shayanmehr, 2016: 179). تلاش انسان‌ها در مسیر توسعه اقتصادی در بستر محیط زیست صورت می‌گیرد و به صورت خواسته و ناخواسته بر کیفیت آن اثر می‌گذارد به‌طوری‌که در حال حاضر توسعه اقتصادی از یک طرف و حفظ محیط زیست زمین از طرف دیگر به چالش عمده انسان‌ها تبدیل‌شده است. گرمایش جهانی، آلودگی هوا، آلودگی دریاها، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و سایر بحران‌های زیست‌محیطی منتج از فعالیت‌های اقتصادی انسان‌ها در مسیر توسعه است که در صورت عدم توجه به محیط زیست و کیفیت آن به‌عنوان بستر توسعه، نه‌تنها مسیر توسعه برای نسل‌های آینده متوقف خواهد شد، بلکه روند معکوس نیز خواهد داشت. تشدید بحران‌های زیست‌محیطی با تسریع در روند صنعتی شدن کشورها و به‌تبع آن افزایش تقاضا برای مصرف انرژی و تجارت بین‌الملل بسیار مشهود است که بر این اساس در دهه‌های اخیر بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و بهره‌برداری از منابع طبیعی و تغییر در کیفیت محیط‌زیست مورد توجه جدی محافل علمی و مدیریتی دنیا قرار گرفته است. از آن جمله اینکه کشورهای صنعتی بر اساس پروتکل کیوتو (۱۹۹۷)، موظف به کاهش انتشار گازهای آلاینده محیط زیست شدند (Kasman & Duman, 2015: 97). مصرف گسترده انرژی‌های تجدیدناپذیر در کنار افزایش گسترده فعالیت‌های اقتصادی در چند دهه اخیر، پیامدهای زیست‌محیطی گسترده‌ای داشته است. طی سالیان اخیر برخی کشورها تلاش گسترده‌ای در راستای استفاده بیشتر از پتانسیل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر را شروع نموده‌اند. این تلاش‌ها در راستای مزایای بیشتر استفاده از این انرژی‌ها و همچنین رعایت توافقنامه‌های بین‌المللی برای کاهش دمای کره زمین بوده است (Masoudi et al, 2020:35). پیامدهای زیست‌محیطی گرم شدن کره زمین و

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

تغییرات اقلیمی کره زمین و انتشار گازهای گلخانه‌ای نگرانی‌ها را در مورد مصرف انرژی تجدیدناپذیر افزایش داده است و استفاده از انرژی تجدیدپذیر جهت کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و کمک به حفاظت از محیط‌زیست نیازمند توجه است (Abui et al, 2018: 167). شیوه‌های مواجه و برخورد با مسائل زیست‌محیطی و مدیریت آن متنوع بوده و در مسیر تکامل قرار دارد به‌طوری‌که تاکنون چند شاخص و معیار زیست‌محیطی جهت بررسی میزان تخریب محیط‌زیست و پایداری آن معرفی شده و مورد استفاده محققان در این زمینه قرار گرفته است . البته اکثر پژوهش‌ها شاخص انتشار گازهای گلخانه‌ای را مورد استفاده قرار داده‌اند که این شاخص به‌عنوان شاخص اثرات زیست‌محیطی تنها بخشی از آسیب کلی به محیط‌زیست را نشان می‌دهد و نمی‌توان آن را به‌عنوان یک شاخص جامع در مسائل زیست‌محیطی در نظر گرفت. در حقیقت، انتشار گاز دی‌اکسید کربن بیشتر آلودگی هوا و تغییرات اقلیمی را که بخشی از تخریب محیط‌زیست است نشان می‌دهد و میزان انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای همبستگی شدیدی با مصرف انرژی دارد (Charfeddine & Mrabet, 2017: 138). یکی از شاخص‌هایی که برخلاف انتشار گازهای گلخانه‌ای شاخص جامع فشار بر محیط زیست است، ردپای بوم‌شناختی (اکولوژیکی) است (Uddin et al, 2017: 166). این شاخص به‌عنوان یک شاخص قابل اعتماد در ارزیابی استفاده از منابع تجدیدپذیر مصرف شده که به طور گسترده به‌عنوان شاخصی از پایداری زیست‌محیطی به مفهوم دستیابی به نیازهای فعلی بدون کاهش و یا نابودی ظرفیت محیط زیست برای نسل‌های آینده برای یک منطقه معین از جمله یک کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد (Cornelia, 2014: 550). این معیار علاوه بر جامعیت نشان دهنده پایداری محیط‌زیست بوده (Nijkamp et al, 2004 : 747) و شاخصی از کارایی بوم شناختی نیز است (Wiedmann et al, 2006: 28). ردپای بوم شناختی یکی از موفق‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی توسعه پایدار است که در سال‌های اخیر به‌شدت مورد توجه محققان و سیاست‌گذاران در زمینه‌ی محیط زیست قرار گرفته است (Hong et al, 2017: 136). لذا، با توجه به مطالب بیان شده و ضرورت پژوهش‌های بیشتر در این زمینه، این پژوهش به بررسی اثرات پویای مصرف انرژی تجدیدپذیر، خط‌مشی تجاری، رشد اقتصادی و ظرفیت زیستی بر ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست پرداخته است. در ادامه، ابتدا مروری بر مبانی نظری صورت می‌پذیرد و سپس به بیان پیشینه مبادرت خواهد شد. سپس، الگوی پژوهش و روش برآورد تشریح شده و پس از تبیین داده‌های آماری، به جمع‌بندی نتایج حاصل از محاسبات پرداخته می‌شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ردپای بوم شناختی معیاری است برای بررسی پایداری زیست‌محیطی که میزان مصرف انسان و اثر این مصرف را بر محیط‌زیست ارزیابی می‌کند و یکی از ابزارهای مهم و کارآمد محیط زیست است که به تحقق پایداری آن کمک می‌کند (Jomehpour et al, 2013: 191)، این واژه اولین بار در دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط واکرناگل (۱۹۹۴) و ریس (۱۹۹۲) در پاسخ به مبحث ظرفیت تحمل مطرح شد. این معیار میزان مصرف انسان از منابع زیستی و تولید پسماند را برحسب نواحی مختلف نشان می‌دهد و برابر مقدار زمینی است که به‌طور پایدار نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده و پسماند تولیدی آن‌ها را جذب کند (Wackernagel et al, 2004: 261). به بیان بهتر، ردپای بوم‌شناختی نشان‌دهنده آثاری است که جوامع مختلف در اثر کسب و شیوه زندگی خود بر طبیعت به‌جای می‌گذارند و نشان می‌دهد در کدام ناحیه و کجا، انسان بر منابع طبیعی و محیط‌زیست فشار بیشتری وارد می‌کند (Wilson & Anielski, 2005: 128). از این‌رو، این معیار به دنبال برقراری ارتباط میان منابع طبیعی و محیط‌زیست با تقاضای انسان است (Molaei et al, 2016: 1017)،

ردپای اکولوژیکی شاخصی است که 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 برای نگه داشتن این چرخه تعریف می‌شود و مقدار فضای بیولوژیکی مورد نیاز برای تولید منابع و دفع ضایعات ایجاد شده یک جمعیت، سازمان یا فعالیت را با توجه به سیستم مدیریتی و تکنولوژیکی موجود نشان می‌دهد (Monfreda et al, 2004: 231). از ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری عرضه و تقاضای منابع تجدیدپذیر استفاده می‌شود (Luck, 2001: 782). این شاخص ابزار مفیدی است که می‌توان با استفاده از آن فشار وارد شده بر اکولوژی و محیط زیست را به اطلاع عموم جامعه رساند. و ظرفیت بیولوژیکی مورد نیاز برای تولید کالاها و خدماتی که به‌وسیله افراد هر کشور مصرف می‌شود و نیز ظرفیت مورد نیاز برای جذب آلودگی‌هایی که به‌وسیله آن‌ها ایجاد شده است را اندازه می‌گیرد (Monfreda et al, 2004: 231). منابع مورد استفاده برای تولید کالا و خدماتی که صادر می‌شوند برای کشوری مورد محاسبه قرار می‌گیرند که در آن کشور استفاده می شوند. بنابراین، هنگامی‌که ردپای اکولوژیکی از ظرفیت بیولوژیکی پیشی می‌گیرد به این معناست که زمین نمی‌تواند جوابگوی نیاز مصرف بشر باشد. بر این اساس، افزایش ردپای اکولوژیکی موجب خسارت جبران‌ناپذیری بر کره زمین است (Kitzes et al, 2007: 9). واحد اندازه‌گیری ردپای بوم شناختی هکتار جهانی[1] است و به مفهوم یک هکتار زمین و آب با بهره‌وری معادل متوسط جهانی است. برای محاسبه ردپای بوم‌شناختی زمین به پنج کاربری مختلف تقسیم می‌شود. در این چارچوب تمامی کالاها و خدمات مصرفی انسان در این پنج کاربری اراضی شکل می‌گیرد و شامل زمین کشاورزی، زمین مرتعی، زمین جنگلی (در دو گروه ردپای جذب کربن و ردپای تولیدات)، پهنه‌های دریایی و زمین‌های ساخته‌شده است (Li et al, 2016: 128).

یکی از مفاهیمی که در محاسبات این شاخص نقش بنیادی دارد ظرفیت زیستی[2] است که در چند دهه اخیر به پارامتر مهمی در مسائل زیست‌محیطی تبدیل شده است و معیار دقیقی برای بررسی الگوهای مصرفی به شمار می‌رود. ظرفیت زیستی به مقدار کل زمین‌های مولد یک منطقه گفته می‌شود (Chambers et al, 2014: 85). در واقع، این مفهوم مکمل ردپای اکولوژیکی است و مقدار زمینی که برای جبران مصارف انسانی در اختیار است را تعیین می‌کند (Ferng, 2014:105).

مطالعات آژانس بین‌المللی انرژی در مورد تغییرات آب و هوایی در جهان نشان می‌دهد که در میان گازهای گلخانه‌ای مختلف ایجاد شده توسط کشورها، گازهای دی‌اکسید کربن ناشی از سوخت‌های فسیلی عامل اصلی گرم شدن زمین است. استفاده بیش‌ازحد از منابع طبیعی (سوخت‌های فسیلی) علاوه بر اینکه سبب از بین رفتن آن‌ها می‌شود منجر به آلودگی‌های زیست‌محیطی خواهد شد. ازاین‌رو، این عوامل سبب شده است که کشورها به فکر جایگزین‌هایی ازجمله انرژی‌های تجدیدپذیر و هسته‌ای باشند. گسترش این‌گونه انرژی‌ها در جهان نقش مهمی در کاهش آلودگی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا می‌کند (Akinlo, 2008: 2391). انرژی تجدیدپذیر[3] که انرژی برگشت‌پذیر نیز نامیده می‌شود به انواعی از انرژی می‌گویند که منبع تولید آن نوع انرژی، برخلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر (فسیلی)، قابلیت آن را دارد که توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه مجدداً به وجود آمده یا تجدید شود. به عبارت دیگر، به نوعی انرژی گفته می‌شود که از منابعی طبیعی به دست آمده و در مدت‌زمان کم به‌طور طبیعی دوباره و پیوسته تولید می‌شود.

1 . Global Hectares
2 . Biocapacity
3 . Renewable energy

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

مفهوم تجدید پذیر بودن یک منبع این است که یک ماده با ارزش اقتصادی بتواند به میزانی که مورد مصرف قرار می‌گیرد و یا در زمانی کمتر از مصرف، مجدداً جایگزین و تولید شود. جایگزین شدن میزان انرژی مصرف شده می‌بایست پیش از اینکه ذخیره مخزن کاهش یافته و پایان پذیرد صورت گیرد. منابع تجدیدپذیر دارای نرخ تولیدی بیشتر و یا برابر با مصرفشان هستند. اما باید خاطرنشان کرد که علاوه بر نرخ، میزان تولید آلایندگی نیز در تعریف و دسته‌بندی آن مؤثر است. در سال‌های اخیر با توجه به این‌که منابع انرژی تجدیدناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفته‌اند. منابع انرژی تجدیدپذیر و فرصت‌های قابل توجه برای افزایش راندمان انرژی در مناطق جغرافیایی وسیعی وجود دارند که در مقایسه با آن، سایر منابع انرژی در تعداد محدودی از کشورها متمرکز شده‌اند. استقرار سریع انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش راندمان انرژی و تنوع تکنولوژی منابع انرژی باعث امنیت انرژی قابل‌توجه و منافع اقتصادی می‌شود. به این دلیل که منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در تمام نقاط کره زمین در دسترس می‌باشند، در حواشی و در جاهای دور افتاده، نقش انرژی‌های نو به‌خوبی نمایان می‌شود. انرژی‌های تجدیدپذیر در واقع دسته‌ای از منابع انرژی هستند که بیش‌تر از نظر اجتماعی و سیاسی تعریف شده‌اند. انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان نوعی انرژی تعریف می‌شوند که از منابعی که در زمانی در مقیاس انسانی، به‌طور پیوسته تولید مجدد می‌گردند مانند نور خورشید، باد، باران، جزر و مد، امواج و زمین‌گرمایی، به وجود می‌آیند. انواع انرژی‌های تجدیدپذیر عبارت‌اند از: انرژی آبی (نیروی برق‌آبی)، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین‌گرمایی، انرژی زیست‌توده، انرژی امواج، انرژی جزر و مد و انرژی جریان اقیانوسی.

خسارات محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی به یک موضوع بحث‌برانگیز تبدیل شده است زیرا افزایش سریع و شدید رشد اقتصادی باعث خسارت جدی بر محیط زیست می شود. افزایش آلودگی‌های محیط‌زیستی در نتیجه صنعتی شدن اقتصاد کشورهای پیشرفته موجب ایجاد نخستین نقش 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 (Jayadevappa & Chhatre, 2000: 175). تولید و انتشار آلودگی ارتباط بالایی با فرآیند رشد و توسعه اقتصادی کشورها دارد. انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی است و از طرفی انرژی به منزله عامل محرک رشد اقتصادی و بهبود سطح کیفیت زندگی انسان‌ها تلقی می‌شود و همچنین موجب تولید آلاینده‌های محیط زیستی می شود، به‌ویژه اگر مصرف انرژی به شکل ناکارآمد با شد فرآیند تولید این آلاینده‌ها افزایش خواهند یافت (Hosseinzadeh et al, 2014:99). در دهه‌های گذشته به بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی و تأثیرات زیست‌محیطی آن توجه بسیاری شده است. در این توجه‌ها تمرکز بر این بوده که آیا با افزایش رشد اقتصادی فشار بر محیط‌زیست و در نتیجه تخریب آن افزایش یا کاهش یافته است. چنانچه در سطوح پایین درآمد رابطه‌ای مثبت بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست و در سطوح بالای درآمد رابطه‌ای منفی بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست وجود داشته باشد ارتباط بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست به شکل U وارون در می‌آید که به آن منحنی کوزنتس زیست‌محیطی[1]، می‌گویند. طرفداران محیط زیست برآنند که به‌منظور حفظ محیط‌زیست رشد اقتصادی باید کند شود در حالی که طرفداران رشد اقتصادی برآنند که رشد اقتصادی می‌تواند با حفظ محیط زیست نیز همراه باشد (مولایی و بشارت ، ۱۳۹۴). در ادبیات اقتصادی ارتباط میان تولید ناخالص داخلی[2] و تخریب محیط زیست به‌صورت U معکوس،

1 . Environmental Kuznets Curve (EKC)
2 . Gross Domestic Production (GDP)

معروف به منحنی زیستی کوزنتس و از طرفی رابطه U معکوس میان درآمد سرانه و آلودگی‌های محیط‌زیست در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرارگرفته است (Sinha & Shahbaz, 2018: 703).

پژوهش‌های خارجی

شهباز و همکاران (Shabaz etal, 2020: 106)، در مطالعه‌ای با به کارگیری رویکرد خود رگرسیون پانل کوآنتایل (QARDL)، به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و تخریب محیط زیست در کشور ایالت متحده آمریکا طی دوره زمانی ۱۹۶۵-۲۰۱۷ پرداخته‌اند.آن‌ها در مطالعه خود از شاخص ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست استفاده کردند. نتایج مطالعه وجود منحنی زیستی کوزنتس را مورد تأیید قرار داد. دوگان و همکاران (Dogan et al, 2020: 138)، با استفاده از شاخص ردپای اکولوژیکی، فرضیه منحنی محیط‌زیستی کوزنتس را برای کشورهای (BRICST) در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج بیان‌کننده عدم تأیید فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس می‌باشد. ایگیامسو و همکاران (Ehigiamusoe et al, 2020: 261)، با به‌کارگیری از رهیافت مدل میانگین گروهی تعمیم‌یافته (AMG) رابطه بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست را در قالب فرضیه منحنی محیط‌زیستی کوزنتس در کشورهای با درآمد متوسط برای دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از انتشار گاز دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخصی برای تخریب محیط زیست استفاده شد، نتایج بیان کننده عدم تأیید فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس می‌باشد. اوسمان و همکاران (Usman et al, 2020: 266)، در مطالعه‌ای با استفاده از رهیافت خود رگرسیون با وقفه‌های گسترده نقش مصرف انرژی تجدیدپذیر و باز بودن تجاری بر تخریب محیط زیست در ایالت متحده آمریکا برای بازه زمانی ۱۹۸۵-۲۰۱۴ را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از شاخص ردپای اکولوژیکی به‌عنوان متغیر وابسته استفاده شده است. نتایج حاکی از تأیید یک رابطه علی دوطرفه بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی می‌باشد. آلتینتاس و کاسوری (Altintas & Kassouri, 2020: 106)، با استفاده از دو شاخص رد پای اکولوژیکی و انتشار دی‌اکسید کربن به بررسی فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس در ۱۴ کشور منتخب اروپایی برای دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۴ پرداختند. نتایج حاکی از آن است که فرضیه کوزنتس برای شاخص انتشار دی‌اکسیدکربن تأیید نمی شود اما برای شاخص ردپای اکولوژیکی این فرضیه مورد تأیید قرار گرفت. شریف و همکاران (Sharif et al, 2020: 102)، با به‌کارگیری از رگرسیون کوانتایل رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست را در قالب فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس در کشور ترکیه برای دوره زمانی ۱۹۶۵-۲۰۱۷ مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه از شاخص ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخصی برای تخریب محیط زیست استفاده شد. نتایج بیان‌کننده تأیید فرضیه کوزنتس می‌باشد. دستک و سارکودی (Destek & Sarkodie, 2019: 2483)، با استفاده از رویکرد پانل دیتا به بررسی تأثیر مصرف انرژی، توسعه مالی، رشد اقتصادی و باز بودن تجاری بر شاخص رد پای اکولوژیکی در قالب فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس برای کشورهای منتخب عضو (OECD)، در دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۴ پرداختند. نتایج نشان داد که فرضیه کوزنتس مورد تأیید قرار نمی‌گیرد. خان و همکاران (khan et al, 2019 : 424) ، با استفاده از رهیافت خود رگرسیون با وقفه‌های گسترده (ARDL) ، رابطه توسعه مالی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و باز بودن تجاری با کیفیت محیط‌زیست را برای کشور پاکستان در بازه زمانی۱۹۷۱-۲۰۱۶ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که یک رابطه خطی مثبت بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد. ایتو (Ito, 2017:6)، به بررسی ارتباط بین انتشار CO_2 و مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با استفاده از پانل دیتا

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴-۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

برای ۴۲ کشور توسعه‌یافته در طی سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۱۱ پرداخت. نتایج نشان داد مصرف انرژی تجدیدناپذیر اثر منفی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته دارد همچنین مصرف انرژی تجدیدپذیر در بلندمدت می‌تواند به‌صورت مثبت، رشد اقتصادی را سبب شود.

پژوهش‌های داخلی

درویشی و همکاران (Darvish et al, 2021: 59) در پژوهشی با عنوان «جهانی‌سازی، مصرف انرژی و تخریب محیط زیست در ایران» به بررسی این موضوع پرداختند که در بین متغیرهای جهانی سازی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی کدام یک در فرآیند تخریب محیط زیست تأثیرگذارتر است. نتایج نشان داد که جهانی شدن بدون توجه به کاهش یا افزایش رشد اقتصادی، باعث افزایش تخریب محیط زیست می‌شود و اثر مقیاس در ایران غالب است. طرازکار و همکاران (Tarazkar et al, 2019: 85) در پژوهشی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آزادسازی تجاری را بر شاخص ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخصی از تخریب محیط زیست در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه مورد ارزیابی قراردادند. بر اساس نتایج به دست آمده وجود یک رابطه N شکل میان رد پای اکولوژیکی و رشد اقتصادی مورد تائید قرار گرفت. مسعودی و همکاران (Masoudi et al, 2020: 35) در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر انرژی‌های تجدید پذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن» به بررسی تأثیر رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب آژانس بین‌المللی پرداختند. نتایج نشان داد که رشد اقتصادی تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. کارگرده بیدی و بخشوده (Kargar dehbidi et al, 2019: 313)، در پژوهشی به بررسی رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک و کشورهای آسیایی فاقد ذخایر نفتی پرداختند. با توجه به نتایج به دست آمده رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن به صورت یک رابطه N شکل مورد تأیید قرار گرفت. فلاحی و همکاران (Fallahi et al, 2020: 189) در پژوهشی رابطه علی میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده وجود یک جریان علی از رشد اقتصادی به کیفیت محیط زیست بود به‌طوری‌که افزایش در رشد اقتصادی باعث افزایش انتشار آلاینده‌ها و آسیب به محیط زیست می شود. طرازکار و فتحی (Tarazkar & Fathi, 2019: 85) در پژوهشی رابطه هم جمعی نامتقارن غیرخطی بین آزادسازی تجاری، مصرف سرانه انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بیانگر وجود یک رابطه N شکل بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار گاز متان بود. فاخر و همکاران (Fakher et al, 2018: 49) در پژوهشی به بررسی عوامل تعیین‌کننده کیفیت محیط زیست در کشورهای درحال‌توسعه پرداختند. نتایج وجود منحنی کوزنتس را مورد تأیید قرار داد. کهنسال و بهرامی نسب (Kohansal & bahrami-Nasab, 2019: 7) در پژوهشی با عنوان ارزیابی رابطه مصرف انرژی و آلودگی با رشد اقتصادی در راستای سیاست‌های کلی محیط‌زیست به بررسی ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی و انتشار کربن دی‌اکسید و مصرف سوخت‌های فسیلی در کوتاه‌مدت و بلندمدت پرداختند. همچنین تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صادرات و واردات بر هریک از متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته. نتایج حاکی از وجود ارتباط دوطرفه میان هریک از متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن دی‌اکسید بود. همچنین، نتایج نشان داد که در بلندمدت از بین متغیرهای مورد بررسی، رشد اقتصادی دوره

گذشته، صادرات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشترین تأثیر را بر تولید ناخالص داخلی دارند و رشد اقتصادی و صادرات بیشترین اثرگذاری بر میزان انتشار کربن دی‌اکسید را خواهند داشت.

روش پژوهش

در این پژوهش هدف بررسی اثرات انرژی‌های تجدید پذیر و سیاست تجاری بر کیفیت زیست‌محیطی و پایداری محیطی است. بنابراین، با در نظر گرفتن متغیر کنترل که شامل رشد اقتصادی می‌شود، مدل‌ها را تصریح می‌کنیم. مدل کلی پژوهش به شرح رابطه (۱) است:

$$lnHFP_t=\Omega_0+\varphi_1 lnRE+\varphi_2 lnGDP+\varphi_3 lnBIOCAP+\varphi_4 lnTP+\varepsilon_t \quad (۱)$$

در رابطه فوق، lnHFP لگاریتم ردپای اکولوژیکی، lnRE لگاریتم مصرف انرژی تجدیدپذیر، lnTP لگاریتم خط‌مشی تجاری، lnGDP لگاریتم تولید ناخالص داخلی (معیار رشد اقتصادی) و lnBIOCAP لگاریتم ظرفیت زیستی می‌باشد. رابطه (۱) به ارزیابی اثرات متغیرهای بنیادی بر تخریب زیست‌محیطی مربوط است. بدین منظور، مدل خود رگرسیونی با وقفه‌های توزیعی گسترده[1] پسران و همکاران (Pesaran et al, 2001) مورد استفاده قرار گرفته است. تبدیل رابطه (۱) بر اساس مدل اصلاح خطای نامحدود (UECM) به‌صورت رابطه (۲) می‌باشد:

(۲)

$$\Delta lnHFT_t=\Omega_0+\emptyset_i\ lnHFP_{t-1}+\varphi_1\ lnRE_{t-1}+\varphi_2\ lnGDP_{t-1}+\varphi_3\ lnBIOCAP_{t-1}+\varphi_4\ lnTP_{t-1}$$
$$+\sum_{i=1}^{p^i}\beta_i\Delta lnHFP_{t-i}+\sum_{i=0}^{q^1}\theta_{1,i}\Delta lnRE_{t-i}+\sum_{i=0}^{q^2}\theta_{2,i}\Delta lnGDP_{t-i}+\sum_{i=0}^{q^3}\theta_{3,i}\Delta lnBIOCAP_{t-i}+\sum_{i=0}^{q4}\theta_{۴,i}\Delta lnTP_{t-i}+\varepsilon_t$$

در رابطه فوق، ln لگاریتم طبیعی تمام متغیرهای مدل، Δ عملگر تفاضل اول می‌باشد که به‌صورت $\Delta x_t=x_t-x_{t-1}$ تعریف می‌گردد. بخش اول رابطه (۲) برای به دست آوردن ضرایب بلندمدت Ω_0، φ_1، φ_2، φ_3 و φ_4 و بخش دوم برای به دست آوردن ضرایب کوتاه‌مدت β_i، $\theta_{1,i}$ ، $\theta_{2,i}$ ، $\theta_{3,i}$ و $\theta_{۴,i}$ استفاده می‌گردد.

باید توجه داشت که اگر به هر یک از متغیرهای مستقل شوک وارد شود، ردپای اکولوژیکی، به‌عنوان معیار ارزیابی تخریب زیست‌محیطی، نمی‌تواند در مسیر تعادل بلندمدت تغییری ایجاد کند. سرعتی که در آن ردپای اکولوژیکی از سطح تعادل کوتاه‌مدت تا بلندمدت تغییر ایجاد می‌کند، توسط معادله مدل اصلاح خطای برآوردی (ECM) به دست می‌آید که به شرح رابطه (۳) می‌باشد:

(۳)

$$\Delta lnHFP_t=\alpha_0+\sum_{i=1}^{p^i}\beta_i\Delta lnHFP_{t-1}+\sum_{i=0}^{q^1}\theta_{1,i}\Delta lnRE_{t-i}+\sum_{i=0}^{q^2}\theta_{2,i}\Delta lnGDP_{t-i}+\sum_{i=0}^{q^3}\theta_{3,i}\Delta lnBIOCAPP_{t-i}+\sum_{i=0}^{q^4}\theta_{4,i}\Delta lnTP_{t-i}+\lambda ect_{t-1}+\varepsilon_t$$

در رابطه فوق تمام متغیرها مشابه رابطه (۲) تعریف شده‌اند. جمله ect_{t-1} تأخیر باقیمانده می‌باشد

آزمون علیت

در این پژوهش برای درک تعامل علی بین متغیرها، از آزمون علیت شرطی گرانجر‌تودا- یاماموتو استفاده‌شده است. این آزمون به درستی جهت علیت بین متغیرها را با استفاده از مدل VAR(p) با آماره آزمون اصلاحی والد بررسی می‌کند. این آزمون به کمک رابطه (۴) انجام می‌شود.

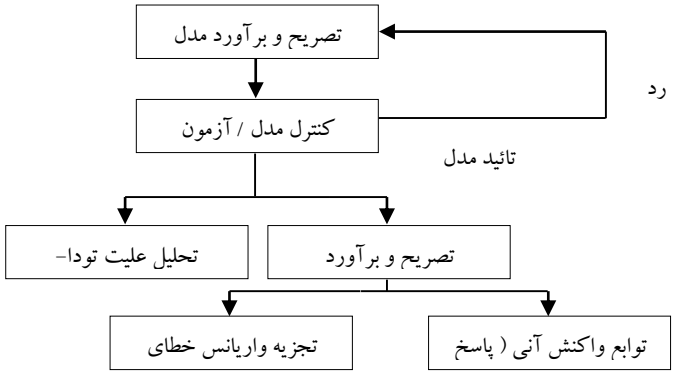
1. Autoreg Ressive Distributed Lag model (ARDL)

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

(۴)

$$\begin{bmatrix} \ln HFP_t \\ \ln RE_t \\ \ln GDP_t \\ \ln BIOCAP_t \\ \ln TP_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \rho \\ \delta \\ \varphi \end{bmatrix} + \sum_{i-1}^{p} \begin{bmatrix} \lambda_{11i}\lambda_{12i}\lambda_{13i}\lambda_{14i}\lambda_{15i} \\ \lambda_{21i}\lambda_{22i}\lambda_{23i}\lambda_{24i}\lambda_{25i} \\ \lambda_{31i}\lambda_{32i}\lambda_{33i}\lambda_{34i}\lambda_{35i} \\ \lambda_{41i}\lambda_{42i}\lambda_{43i}\lambda_{44i}\lambda_{45i} \\ \lambda_{51i}\lambda_{52i}\lambda_{53i}\lambda_{54i}\lambda_{55i} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \ln HFP_{t-i} \\ \ln RE_{t-i} \\ \ln GDP_{t-i} \\ \ln BIOCAP_{t-i} \\ \ln TP_{t-i} \end{bmatrix} + \sum_{j=p+1}^{d_{max}} \begin{bmatrix} \lambda_{11j}\lambda_{12j}\lambda_{13j}\lambda_{14j}\lambda_{15j} \\ \lambda_{21j}\lambda_{22j}\lambda_{23j}\lambda_{24j}\lambda_{25j} \\ \lambda_{31j}\lambda_{32j}\lambda_{33j}\lambda_{34j}\lambda_{35j} \\ \lambda_{41j}\lambda_{42j}\lambda_{43j}\lambda_{44j}\lambda_{45j} \\ \lambda_{51j}\lambda_{52j}\lambda_{53j}\lambda_{54j}\lambda_{55j} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \ln HFP_{t-i} \\ \ln RE_{t-i} \\ \ln GDP_{t-i} \\ \ln BIOCAP_{t-i} \\ \ln TP_{t-i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \\ \varepsilon_{5t} \end{bmatrix}$$

این آزمون چندین مزیت نسبت به رویکرد علیت گرانجر جفتی دارد و فرض می‌کند که تمام متغیرها در I(0) پایا می‌با شند. اگر متغیرها در I(0) و I(1) پایا با شند، تودا- یاماموتو را می‌توان اعمال کرد و نتایج دقیق‌تری به د ست آورد. بر اساس گفته تودا- یاماموتو، این آزمون بر چارچوب مدل اتورگرسیو با وقفه‌های توزیعی اجرا می‌شود که در آن p مرتبه VAR با تأخیر مازاد d (d_{max}) می‌با شد. توزیع مجانبی χ^2 آماره والد با (p= d_{max}) VAR برآورد می شود که در آن d_{max} مرتبه ماکسیمم ادغام در سیستم VAR را نشان می‌دهد. فرضیه صفر آزمون به صورت $H_0: \lambda_{15i} \neq 0 \forall$ می‌با شد که نشان می‌دهد علیت گرانجر از TP_t تا EFP_t اجرا می شود. نمودار ۱ مدل ARDL را نشان می‌دهد. این نمودار جریان از لوتکپو[1] اقتباس‌شده است. این فلوچارت با مشخص کردن و برآورد مدل شروع شده و تناسب آن را بررسی می‌کند. اگر مدل منا سب و پایدار نبا شد، فرایند تا زمانی تکرار می شود که بتوان مدل منا سب‌تری را یافت. بعلاوه، تحلیل علیت و تحلیل ساختار اجرا می‌شوند.



شکل ۱. نمودار جریان مدل

متغیرهای پژوهش

متغیر وابسته : lnHFPt: ردپای اکولوژیکی: که شاخص تخریب محیط زیست در نظر گرفته می‌شود.

متغیر مستقل :lnRE : مصرف انرژی تجدیدپذیر که سهمی از موارد تجدیدپذیر عرضه انرژی اولیه کلی می باشد.

متغیر مستقل :lnTP: خط‌مشی تجاری که شاخص مقررات و قراردادهایی است که واردات و صادرات را کنترل می‌کند. برای محاسبه این شاخص مجموع واردات و صادرات کالا و خدمات تقسیم بر تولید ناخالص داخلی سرانه شده است .

متغیر مستقل :lnBIOCAP: ظرفیت زیستی که نماینده پایداری زیست‌محیطی می‌باشد.

متغیر کنترلی : lnGDP: تولید ناخالص داخلی به ازای سرانه در USD ثابت ۲۰۱۰ که نماینده رشد اقتصادی است.

یافته‌ها و بحث

قلمرو موضوعی این پژوهش در حوزه محیط‌زیست قرار می‌گیرد. قلمرو مکانی این پژوهش کشور ایران است که داده‌های سری زمانی را برای سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۱ را مورد استفاده قرار داده است. در این پژوهش از روش

1 . Lütkepoh

کتابخانه‌ای و اسنادکاوی و مراجعه به مقالات و سایت‌های معتبر جهت جمع‌آوری مبانی نظری استفاده شده و داده‌ها از گزارش‌های سالانه GFN [1] و سایت بانک جهانی[2] استخراج شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و استخراج نتایج پژوهش، از نرم‌افزارهای Excel و Eviwes استفاده شده است. نتایج و تحلیل‌های مربوط به اعداد و ارقام خروجی به تفکیک و به صورت کامل در ادامه تشریح می‌گردد.

آمار توصیفی

برای ارائه یک نمای کلی از خصوصیات مهم متغیرهای محاسبه شده، در جدول (۱) مفاهیم آمار توصیفی این متغیرها، شامل میانگین، میانه، حداقل و حداکثر مشاهدات، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی ارائه گردیده است. مهم‌ترین شاخص مرکزی میانگین است که نشان دهنده نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص مناسبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌ها می‌باشد. به عنوان مثال، با توجه به جدول (۱)، میانگین متغیر ردپای اکولوژیکی (lnHFP) برابر با ۰/۸۲۹ است که نشان می‌دهد بیش‌تر داده‌های مربوط به این متغیر حول این نقطه تمرکز یافته‌اند. میانه یکی دیگر از شاخص‌های مرکزی است که وضعیت جامعه را نشان می‌دهد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد میانه‌ی متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه (lnGDP) برابر با ۸/۵۱۱ است که بیانگر این است که نیمی از داده‌ها کمتر از این مقدار و نیمی بیش‌تر از مقدار مزبور هستند. به‌طورکلی، پارامترهای پراکندگی، معیاری برای تعیین میزان پراکندگی داده‌ها از یکدیگر یا میزان پراکندگی آن‌ها نسبت به میانگین است. از جمله مهم‌ترین پارامترهای پراکندگی، انحراف معیار است. مقدار این پارامتر برای متغیر خط مشی تجاری (lnHFP) برابر ۰/۳۳۱ و برای متغیر ظرفیت زیستی (lnBIOCAP) برابر ۰/۱۲۴ است که نشان می‌دهد در بین متغیرهای پژوهش، lnHFP و lnBIOCAP به ترتیب دارای بیش‌ترین و کمترین میزان پراکندگی هستند. میزان عدم تقارن منحنی فراوانی را چولگی می‌نامند. اگر ضریب چولگی صفر باشد، جامعه کاملاً متقارن است و چنانچه ضریب مثبت باشد، چولگی به راست و اگر منفی باشد، چولگی به چپ وجود خواهد داشت. با توجه به اینکه، ضریب چولگی کلیه متغیرهای پژوهش منفی است پس جامعه آماری چوله به چپ است. متغیر lnRE بیش‌ترین و متغیر lnGDP کمترین عدم تقارن را نسبت به توزیع نرمال دارند. میزان کشیدگی منحنی فراوانی نسبت به منحنی نرمال استاندارد را برجستگی یا کشیدگی می‌نامند. اگر کشیدگی حدود صفر باشد، منحنی فراوانی از لحاظ کشیدگی وضعیت متعادل و نرمالی خواهد داشت، اگر این مقدار مثبت باشد، منحنی برجسته و اگر منفی باشد، منحنی پهن است. کشیدگی همه متغیرهای این مدل مثبت است. متغیر lnRE بیش‌ترین برجستگی و متغیر lnHFP کمترین برجستگی را نسبت به منحنی نرمال دارد.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

نام متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
ردپای اکولوژیکی	۰/۸۲۹	۰/۸۶۹	۰/۲۹۳	۱/۲۱۵	۰/۳۳۱	-۰/۳۳۸	۱/۵۶۱
مصرف انرژی تجدیدپذیر	-۰/۰۱۱	۰/۰۰۷	-۰/۸۲۵	۰/۴۲۴	۰/۲۹۵	-۰/۸۴۸	۳/۳۲۹
تولید ناخالص داخلی سرانه	۸/۵۵۰	۸/۵۱۱	۸/۱۹۹	۸/۸۶۴	۰/۱۸۰	-۰/۰۶۰	۱/۹۲۰
خط مشی تجاری	۱۷/۱۶۰	۱۷/۱۹۶	۱۶/۷۵۶	۱۷/۴۶۲	۰/۱۸۴	-۰/۷۴۳	۲/۸۰۹
ظرفیت زیستی	-۰/۱۳۳	-۰/۰۹۴	-۰/۴	۰/۰۷۷	۰/۱۲۴	-۰/۶۳۴	۲/۲۱۶

1 . Global Footprint Network
2 . World Bank

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

نتایج آزمون‌های پژوهش

آزمون نرمالیتی: تعیین اینکه آیا توزیع آماری مربوط به یک متغیر نرمال ا ست، تو سط آزمون‌های مختلفی صورت می‌گیرد. یکی از این آزمون‌ها که در این پژوهش هم مورد ا ستفاده قرار گرفته ا ست آزمون جارک - برا می‌با شد که بر اساس شاخص‌های تقارن چولگی و کشیدگی، مطابقت با توزیع نرمال را می‌سنجد. اگر p-value آماره آزمون جارک- برا از سطح معنی‌داری ۵ درصد کمتر با شد، در آن صورت توزیع نرمال نیست. اگر بیشتر از ۰/۰۵ با شد، فرض صفر مبنی بر نرمال بودن متغیر با اطمینان ۹۵ درصد رد نخواهد شد و توزیع نرمال است. از آنجا که در این پژوهش مقدار احتمال آماره آزمون جارک - برا برای تمامی متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد درنتیجه تمامی متغیرها دارای توزیع نرمال هستند.

جدول ۲. نتایج آزمون جارک - برا

نام متغیر	مقدار آماره (جارک-برا)	احتمال
ردپای اکولوژیکی	۳/۷۹	۰/۱۵۰
مصرف انرژی تجدیدپذیر	۴/۴۸	۰/۱۰۶
تولید ناخالص داخلی سرانه	۱/۷۷	۰/۴۱۳
خط مشی تجاری	۳/۳۷	۰/۱۸۶
ظرفیت زیستی	۳/۳۳	۰/۱۸۹

آزمون مانایی: برای اطمینان از ضرایب برآوردی می‌بایست آزمون مانایی متغیرها را به انجام رساند. در پژوهش حاضر، برای سنجش مانایی متغیرهای مدل، از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) و آزمون فیلیپس- پرون (PP) ا ستفاده شده ا ست. فر ضیه صفر در این آزمون وجود ری شه واحد یا به‌طور معادل، عدم مانایی متغیرها ا ست که اگر مقدار p-value کمتر از ۰/۰۵ باشد فرضیه صفر رد می‌شود و متغیرها مانا هستند. نرم‌افزار Eviews امکان انتخاب تعداد وقفه‌های بهینه برای از بین بردن همبستگی در پسماندها را بهرصورت خودکار فراهم ساخته است. به طوری که با اعمال یک حداکثر طول وقفه تو سط کاربر نرم‌افزار Eviews تعداد وقفه را به کمک معیارهای آکائیک، شوارتز- بیزین و حنان کویین تعیین می‌کند. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد روی متغیرهای پژوهش در جدول (۳) زیر نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون مانایی متغیرهای پژوهش

نام متغیر	مقدار آماره با یک وقفه(روش دیکی فولر)	احتمال	مقدار آماره با یک وقفه(روش فیلیپس-پرون)	احتمال
ردپای اکولوژیکی	-۶/۴۷۸	۰/۰۰	-۶/۴۴۷	۰/۰۰
مصرف انرژی تجدیدپذیر	-۵/۳۱۹	۰/۰۰	-۵/۷۸۴	۰/۰۰
تولید ناخالص داخلی سرانه	-۴/۵۷۶	۰/۰۰	-۴/۵۷۸	۰/۰۰
خط مشی تجاری	-۴/۸۸۳	۰/۰۰	-۴/۹۸۰	۰/۰۰
ظرفیت زیستی	-۷/۶۰۸	۰/۰۰	-۸/۱۷۳	۰/۰۰

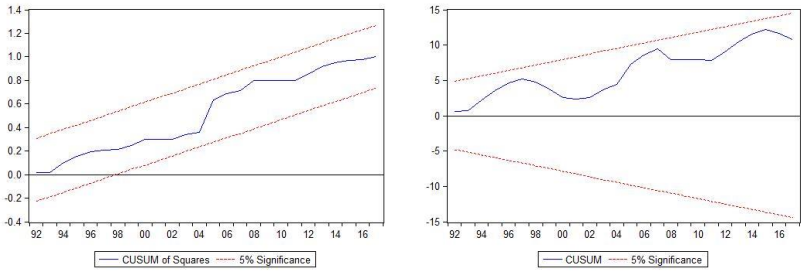
همان‌طور که در جدول نشان داده شده است، مقدار p-value آزمون‌ها برای همه متغیرها با وقفه یک I(1) کمتر از ۰/۰۵ می‌با شد و تمامی متغیرها با احتمال ۹۵ در صد در سطح ساکن (مانا) می‌با شند. درنتیجه، فر ضیه صفر مبنی بردا شتن ری شه واحد داده‌ها و غیر ساکن، رد و فر ضیه مقابل مبنی بر ساکن‌پذیری، در سطح اطمینان ۹۵ در صد رد نمی‌شود.

آزمون‌های فروض رگرسیون: در این پژوهش برای بررسی خودهمبستگی متغیرها از آزمون LM استفاده شده است که در آن فرضیه H_0 مبتنی بر این است که مشکل خودهمبستگی وجود ندارد، یعنی ($COV(U_i,U_j)=0$). با توجه به‌احتمال آماره آزمون که از ۰/۰۵ بیشتر است، فرضیه H_0 پذیرفته می شود و در نتیجه مشکل خودهمبستگی وجود ندارد. همچنین، برای بررسی ناهمسانی واریانس از آزمون ARCH استفاده شده است که در آن فرضیه H_0 دلالت بر این دارد که مشکل ناهمسانی واریانس وجود ندارد. با توجه به احتمال آماره آزمون که از ۰/۰۵ بیشتر است، فرضیه H_0 پذیرفته می شود و در نتیجه مشکل ناهمسانی واریانس وجود ندارد. نتایج حاصل از آزمون‌ها در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های فروض رگرسیون

آزمون	روش	آماره آزمون	احتمال آماره	نتیجه
خودهمبستگی	ال- ام	۱/۵۰	۰/۲۵	عدم وجود خودهمبستگی
ناهمسانی واریانس	آرچ	۲/۹۵	۰/۰۹	عدم وجود ناهمسانی واریانس

آزمون ثبات ساختاری: انجام این آزمون برای بررسی برازش و مناسب بودن مدل ARDL لازم است. با توجه به آزمون‌های خلاصه انباشته اجزاء باقیمانده عطفی (CUSUM) و خلاصه انباشته‌ی مجذور اجزاء باقیمانده عطفی (CUSUMSQ)که به‌صورت نموداری در زیر آمده و خط برازش داخل محدوده قرار دارد و مرز را نشکسته است، درنتیجه، در سطح معناداری ۰/۰۵ فرضیه صفر مبنی بر وجود ثبات ساختاری مدل پذیرفته می‌شود.



شکل ۲. نمودار ثبات ساختاری مدل

برآورد کوتاه‌مدت مدلARDL : نتایج برآورد کوتاه‌مدت مدل ۲ به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۵. نتایج برآورد کوتاه‌مدت مدل

نام متغیر	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معنی‌داری
مصرف انرژی تجدیدپذیر	-۰/۰۹۷	۰/۰۳۲	-۳/۰۳۰	۰/۰۰۸
تولید ناخالص داخلی سرانه	-۰/۵۲۷	۰/۱۵۸	-۳/۳۲۹	۰/۰۰۴
خط مشی تجاری	۰/۲۱۹	۰/۰۸۳	۲/۶۳۷	۰/۰۱۸
ظرفیت زیستی	۰/۰۶۸	۰/۰۸۲	۰/۸۲۲	۰/۴۲۳
مقدار ثابت	-۸/۰۰۶	۱/۸۹۳	-۴/۲۲۷	۰/۰۰۰

نتایج حاصل از برآورد رابطه کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت بین متغیر ظرفیت زیستی (lnBIOCAP) با ردپای اکولوژیکی (lnHFP) به‌عنوان شاخص تخریب محیط زیست رابطه مثبت وجود دارد اما به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. بین متغیر خط‌مشی تجاری (lnTP) با ردپای اکولوژیکی (lnHFP) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد، به طوری که با افزایش یک‌درصدی این متغیر مقدار ردپای اکولوژیکی به میزان ۰/۲۱۹ درصد افزایش می‌یابد. از طرفی، بین

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

متغیر مصـــرف انرژی تجدیدپذیر (lnRE) و تولید ناخالص داخلی ســـرانه (lnGDP) با ردپای اکولوژیکی (lnHFP) رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد و افزایش یک در صدی این متغیرها در کوتاه‌مدت به ترتیب منجر به کاهش مقدار ردپای اکولوژیکی به میزان ۰/۰۹۷ و ۰/۵۲۷ درصد می‌شود .

آزمون همگرایی کرانه‌ای (Bounds) با استفاده از مقادیر بحرانی (Kripfganz و Scheneider) (آزمون-وجودرابطه‌بلندمدت‌بین متغیرها): با اجرای آزمون Bounds باید از وجود رابطه بلندمدت اطمینان حاصـــل نمود. طبق نتایج این آزمون که در جدول زیر ارائه شده است به دلیل اینکه مقدار آماره F محاسباتی بزرگ‌تر از حد بحرانی بالا در سطح ۹۹ درصد است فرضیه صفر مبنی بر فقدان رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل رد می شود. درنتیجه، رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد .

جدول ۶ . نتایج آزمون باند

k	آماره F	حد پایین (ضریب اطمینان ۹۹درصد)	حد بالا (ضریب اطمینان ۹۹درصد)
۴	۹/۶۳	۳/۷۴	۵/۰۶

برآورد بلندمدت مدلARDL : نتایج برآورد بلندمدت مدل ۲ به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۷. نتایج برآورد بلندمدت مدل

نام متغیر	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	سطح معنی‌داری
مصرف انرژی تجدیدپذیر	-۰/۳۳۹	۰/۰۴۹	-۶/۷۹۷	۰/۰۰۰
تولید ناخالص داخلی سرانه	۰/۸۰۷	۰/۱۳۹	۵/۸۰۹	۰/۰۰۰
خط مشی تجاری	۰/۶۴۹	۰/۲۱۲	۳/۰۶۰	۰/۰۰۷
ظرفیت زیستی	۰/۱۴۵	۰/۱۸۷	۰/۷۷۳	۰/۴۵۱
مقدار ثابت	-۱۷/۰۷۵	۳/۱۱۵	-۵/۴۸۱	۰/۰۰۰

نتایج حاصـــل از برآورد رابطه بلندمدت نشـــان می‌دهد که در بلندمدت بین متغیر ظرفیت زیســـتی (lnBIOCAP) و ردپای اکولوژیکی (lnHFP) به‌عنوان شاخص تخریب محیط زیست رابطه مثبت وجود دارد، اما به لحاظ آماری معنی‌دار نیســت. بین متغیرهای خط مشـی تجاری (lnTP) ، تولید ناخالص داخلی سـرانه(lnGDP) با ردپای اکولوژیکی (lnHFP) به‌عنوان شـــاخص تخریب محیط زیســـت رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد به طوری که در بلندمدت با افزایش یک‌درصدی متغیرهای مذکور مقدار ردپای اکولوژیکی به ترتیب، ۰/۶۴۹ و ۰/۸۰۷ درصد افزایش می‌یابد. از طرفی، بین متغیر مصـــرف انرژی تجدیدپذیر (lnRE) و ردپای اکولوژیکی (lnHFP) رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد و افزایش یک‌درصـدی این متغیر در بلندمدت منجر به کاهش مقدار ردپای اکولوژیکی به میزان ۰/۳۳۹درصـد می‌شـود. در ادامه برای بررسی نحوه تعدیل عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت در رد پای اکولوژیکی به سمت تعادل‌های بلندمدت از مدل تصحیح خطا استفاده شده است. ضریب تصحیح خطا نشان می‌دهد که چند دوره طول می‌کشد تا رد پای اکولوژیکی سرانه به روند بلندمدت خود بازگردد. ضریب حاصل از تخمین مدل تصحیح خطا ۰/۴۷ است، یعنی در هر دوره (یک ساله) ۴۷ درصد از عدم تعادل حاصل از بروز تکانه و منحرف شدن مدل کوتاه‌مدت از روند بلندمدت تعدیل شده و به سمت روند بلندمدت خود باز می‌گردد (قابل توضیح است درصدهای کمتر از ۵۰ با سرعت پایین محسوب می‌شوند).

آزمون علیت گرانجر شرطی استاندارد (تودا و یاماموتو): در این پژوهش به منظور بررسی وجود یا عدم وجود رابطه علی دو سویه بین متغیرها از آزمون علیت گرانجر شرطی استاندارد (تودا و یاماموتو) استفاده شده است. فرضیه صـفر در این آزمون عدم وجود رابطه علی بین دو متغیر اسـت که اگر مقدار p-value کمتر از سـطح معنی‌داری ۰/۰۵

باشد فرضیه صفر رد، در غیر این صورت فرضیه صفر پذیرفته می‌شود. نتایج این آزمون در خصوص بررسی رابطه علی بین متغیرهای پژوهش در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۸ . نتایج آزمون علیت گرانجر تودا-یاماموتو

فرض	آماره والد	احتمال	نتیجه
ردپای اکولوژیکی → ظرفیت زیستی	۳/۵۵	۰/۱۶	عدم وجود رابطه علی
ظرفیت زیستی → ردپای اکولوژیکی	۰/۳۲	۰/۸۴	عدم وجود رابطه علی
ردپای اکولوژیکی→ مصرف انرژی تجدیدپذیر	۳/۰۵	۰/۲۱	عدم وجود رابطه علی
مصرف انرژی تجدیدپذیر→ ردپای اکولوژیکی	۲/۵۳	۰/۲۸	عدم وجود رابطه علی
ردپای اکولوژیکی→ خط مشی تجاری	۸/۱۲	۰/۰۱	وجود رابطه علی
خط مشی تجاری→ ردپای اکولوژیکی	۱۲/۴۰	۰/۰۰۲	وجود رابطه علی
ردپای اکولوژیکی→ تولید ناخالص داخلی سرانه	۴/۳۶	۰/۱۱	عدم وجود رابطه علی
تولید ناخالص داخلی سرانه → ردپای اکولوژیکی	۰/۳۰	۰/۸۵	عدم وجود رابطه علی
ظرفیت زیستی→ مصرف انرژی تجدیدپذیر	۰/۹۰	۰/۶۳	عدم وجود رابطه علی
مصرف انرژی تجدیدپذیر→ ظرفیت زیستی	۳/۸۸	۰/۱۴	عدم وجود رابطه علی
ظرفیت زیستی→ خط مشی تجاری	۰/۹۳	۰/۶۲	عدم وجود رابطه علی
خط مشی تجاری→ ظرفیت زیستی	۰/۶۱	۰/۷۳	عدم وجود رابطه علی
ظرفیت زیستی→ تولید ناخالص داخلی سرانه	۳/۰۴	۰/۲۱	عدم وجود رابطه علی
تولید ناخالص داخلی سرانه→ ظرفیت زیستی	۰/۰۹	۰/۹۵	عدم وجود رابطه علی
مصرف انرژی تجدیدپذیر→ خط مشی تجاری	۰/۷۴	۰/۶۹	عدم وجود رابطه علی
خط مشی تجاری→ مصرف انرژی تجدیدپذیر	۱/۹۸	۰/۳۷	عدم وجود رابطه علی
مصرف انرژی تجدیدپذیر→ تولید ناخالص داخلی سرانه	۰/۲۰	۰/۹۰	عدم وجود رابطه علی
تولید ناخالص داخلی سرانه→ مصرف انرژی تجدیدپذیر	۲/۴۶	۰/۲۹	عدم وجود رابطه علی
خط مشی تجاری→ تولید ناخالص داخلی سرانه	۱/۱۸	۰/۵۵	عدم وجود رابطه علی
تولیدناخالص داخلی سرانه→ خط مشی تجاری	۱۷/۵۰	۰/۰۰	وجود رابطه علی

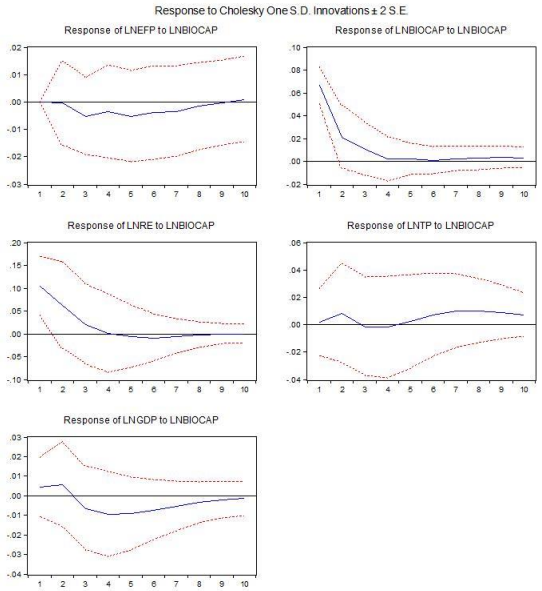
تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی: در راستای تکنیک آزمون کرانه‌های ARDL و آزمون علیت تودا – یاماموتو، از یک آزمون حسابداری نوآورانه برای بررسی سهم پویای هر متغیر در ردپای بوم شناختی یا اثرات اکولوژیکی استفاده شده است. آزمون‌ها، ترکیبی از تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی و توابع واکنش لحظه‌ای می‌باشند. در حالی که توابع عکس‌العمل آنی اثر تکانه وارد بر یک متغیر درون‌زا را روی دیگر متغیرهای مدل نشان می‌دهد، تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، سهم تکانه‌های وارد شده بر متغیرهای مختلف الگو در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر را در طول زمان مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، با تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، می‌توان بررسی نمود که تغییرات یک متغیر تا چه اندازه متأثر از اجزاء اخلال خود متغیر و تا چه اندازه متأثر از اجزای اخلال دیگر متغیرهای درون مدل است. در این روش، واریانس خطای پیش‌بینی، به عناصری که شوک‌های هر یک از متغیرها را در بردارند تجزیه می‌گردد. تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی مقدار اطلاعاتی را نشان می‌دهد که هر متغیر در متغیرهای دیگر در همگرایی کمک می‌کند و تعیین می‌کند که چه مقدار از واریانس خطای پیش‌بینی هر یک از متغیرها را می‌توان با شوک‌های برون‌زا به سایر متغیرها توضیح داد. جدول (۹) نتایج حاصل از تجزیه چولسکی است که برای ۱۰ دوره پیش روی نمونه پژوهش تخمین زده شده است و بیانگر سهم هر یک از متغیرها به ترتیب از بیشترین تأثیر تا کمترین تأثیر برحسب درصد در پایان دوره (که بیانگر نظم متغیرها در تجزیه چولسکی است) در شوک‌های نوآورانه ایجاد شده در آن متغیر مدنظر می‌باشد .

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

جدول ۹ . نتایج تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی

نام متغیر	ردپای اکولوژیکی-ردپای اکولوژیکی	ردپای اکولوژیکی- تولیدناخالص داخلی	ردپای اکولوژیکی- خط مشی تجاری	ردپای اکولوژیکی- مصرف انرژی تجدیدپذیر	ردپای اکولوژیکی- ظرفیت زیستی
سهم متغیر (درصد)	۶۱/۷۹	۱۹/۶۰	۹/۵۴	۷/۷۶	۱/۲۸
نام متغیر	ظرفیت زیستی- ظرفیت زیستی	ظرفیت زیستی- مصرف انرژی تجدیدپذیر	ظرفیت زیستی- ردپای اکولوژیکی	ظرفیت زیستی- خط مشی تجاری	ظرفیت زیستی- تولید ناخالص داخلی
سهم متغیر (درصد)	۶۱/۹۶	۱۵/۵۵	۱۵/۲۲	۶/۵۸	۰/۶۶
نام متغیر	مصرف انرژی تجدیدپذیر-مصرف انرژی تجدیدپذیر	مصرف انرژی تجدیدپذیر- ظرفیت زیستی	مصرف انرژی تجدیدپذیر- خط مشی تجاری	مصرف انرژی تجدیدپذیر- ردپای اکولوژیکی	مصرف انرژی تجدیدپذیر- تولید ناخالص داخلی
سهم متغیر (درصد)	۶۹/۱۴	۱۵/۳۱	۱۱/۹۰	۲/۶۰	۱/۰۳
نام متغیر	خط مشی تجاری- خط مشی تجاری	خط مشی تجاری- تولید ناخالص داخلی	خط مشی تجاری- مصرف انرژی تجدیدپذیر	خط مشی تجاری- ردپای اکولوژیکی	خط مشی تجاری- ظرفیت زیستی
سهم متغیر (درصد)	۵۴/۳۳	۳۶/۴۳	۴/۸۳	۲/۳۰	۲/۰۸
نام متغیر	تولیدناخالص داخلی- خط مشی تجاری	تولیدناخالص داخلی- تولیدناخالص داخلی	تولیدناخالص داخلی- ردپای اکولوژیکی	تولیدناخالص داخلی- ظرفیت زیستی	تولیدناخالص داخلی- مصرف انرژی تجدیدپذیر
سهم متغیر (درصد)	۴۰/۶۶	۳۰/۳۵	۲۰/۸۸	۵/۰۸	۳/۰۱۹

توابع واکنش لحظه‌ای (پاسخ ضربه‌ای – عکس‌العمل آنی) متغیرها : توابع واکنش آنی رفتار پویای متغیرها را در طول زمان به هنگام بروز یک شـوک به اندازه یک انحراف معیار نشـان می‌دهد. به عبارت دیگر، این تکنیک به گونه‌ای طراحی شده است که چگونگی پاسخ یا عکس‌العمل هر متغیر در طول زمان در برابر شوک ایجاد شده در سایر متغیرها را مورد بررسی قرار می‌دهد. به عنوان مثال نمودار زیر بیانگر پاسخ‌های آنی یکی از متغیرها می‌باشد.



شکل ۳: پاسخ‌های آنی یکی از متغیرها

نتیجه‌گیری

تأثیر نامطلوب تخریب محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های انسانی طی دهه گذشته مورد توجه جهانی قرار گرفته است. این پیامدها ناشی از تغییر در سطوح طبیعی و توزیع عناصر شیمیایی و همچنین ترکیبات آن‌ها می‌باشد که تهدیدی برای بشریت و اکوسیستم طبیعی است. ضرورت داردکه سیاست‌های مختلف زیست‌محیطی و انرژی مانند مصرف انرژی تجدیدپذیر را دنبال کرد تا وابستگی به منابع انرژی سوخت‌های فسیلی را که زیربنای سطح بالای آلودگی زیست‌محیطی هستند و برای سلامتی انسان ضرر دارند را کاهش داد. چشم‌انداز استفاده از انرژی تجدیدپذیر در کشور ایران نیز همانند سایر کشورها از اهمیت قابل توجهی برخوردار است اما نقش آن در کاهش تخریب محیط زیست کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. از طرفی، مصرف منابع طبیعی تجدیدناپذیر همراه با افزایش رشد اقتصادی در چند دهه اخیر پیامدهای محیط زیستی فراوانی را داشته است و تعامل بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست به گونه‌ای بوده است که این امر به یکی از مهمترین مسائل و دغدغه‌های جوامع بشری تبدیل شده است. یکی از مسائل مهم، ردپای اکولوژیکی است. ردپای اکولوژیکی ابزار مفیدی است که می‌توان با استفاده از آن فشار وارد شده بر اکولوژی و محیط زیست را به اطلاع عموم جامعه رساند. همچنین، با اندازه‌گیری آن سیاست‌گذاران می‌توانند برنامه‌های لازم را برای کاهش این فشار طراحی و اجرا کنند. از طرفی، ضروری است کشورها در اتخاذ سیاست‌های رشد اقتصادی، مسئله آلودگی محیط زیست را به‌صورت ویژه مورد توجه قرار دهند تا بتوان در مسیر توسعه پایدار گام برداشت. لذا، در این پژوهش به بررسی تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر، خط‌مشی تجاری، رشد اقتصادی و ظرفیت زیستی بر ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص تخریب محیط زیست در ایران در بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۱ پرداخته شده است. بدین منظور، در این پژوهش از مدل اتورگرسیو با وقفه توزیعی گسترده (ARDL) برای به دست آوردن ضرایب پویا بلندمدت و کوتاه‌مدت استفاده شده است. قبل از برآورد مدل اصلی پژوهش، نتایج آزمون جارک برا نشان داد متغیرهای پژوهش نرمال است. همچنین برای سنجش ایستایی متغیرهای مدل، از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) و آزمون فیلیپس- پرون (PP) استفاده شد و طبق نتایج مشخص گردید همه متغیرها با وقفه یک I(1) با احتمال ۹۵ درصد در سطح ساکن (مانا) می‌باشند. نتایج آزمون LM بیانگر عدم وجود

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

خودهمبستگی و آزمون ARCH بیانگر عدم وجود ناهمسانی واریانس بین متغیرهای پژوهش بود. نمودارهای CUSUM و CUSUMSQ حاکی از وجود ثبات ساختاری مدل بودند. در ادامه مدل ARDL برای ضرایب کوتاه‌مدت برآورد شد. نتایج حاصل از برآورد رابطه کوتاه‌مدت نشان داد که در کوتاه‌مدت بین متغیر ظرفیت زیستی (lnBIOCAP) و ردپای اکولوژیکی (lnHFP) به‌عنوان شاخص تخریب محیط زیست رابطه مثبت وجود دارد اما به لحاظ آماری معنی‌دار نیست. بین متغیر خط‌مشی تجاری (lnTP) و ردپای اکولوژیکی (lnHFP) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد، به طوری که با افزایش یک درصدی این متغیر مقدار ردپای اکولوژیکی به میزان ۰/۲۱۹ درصد افزایش می‌یابد. از طرفی، بین متغیر مصرف انرژی تجدیدپذیر (lnRE) و تولید ناخالص داخلی سرانه (lnGDP) با ردپای اکولوژیکی (lnHFP) رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد و افزایش یک درصدی این متغیرها در کوتاه‌مدت به ترتیب منجر به کاهش مقدار ردپای اکولوژیکی به میزان ۰/۰۹۷ و ۰/۵۲۷ درصد می‌شود. سپس، قبل از برآورد بلندمدت مدل باید از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها از طریق انجام آزمون همگرایی کرانه‌ای Bounds با مقادیر بحرانی اطمینان حاصل کرد که نتایج این آزمون در پژوهش حاضر نشان داد رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد. آنگاه مدل ARDL برای بلندمدت برآورد گردید که نتایج نشان داد در بلندمدت بین متغیر ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت وجود دارد اما به لحاظ آماری معنی‌داری نیست. همچنین، بین متغیرهای خط‌مشی تجاری و تولید ناخالص داخلی با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد به طوری که در بلندمدت با افزایش یک درصدی متغیرهای مذکور مقدار ردپای اکولوژیکی به ترتیب ۶۴/۹ و ۸۰/۷ درصد افزایش می‌یابد (اعمال فشار رو به بالا- اثر منفی بر کیفیت زیست‌محیطی). از طرفی، بین متغیر مصرف انرژی تجدیدپذیر با ردپای اکولوژیکی رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد و افزایش یک درصدی این متغیر در بلندمدت منجر به کاهش مقدار ردپای اکولوژیکی به میزان ۳۳/۹ درصد می‌شود (اعمال فشار روبه پایین – اثر مثبت بر کیفیت زیست‌محیطی). ضریب تصحیح خطای به دست آمده در این مدل نشان می‌دهد در هر دوره ۴۷ درصد از عدم تعادل حاصل از بروز تکانه و منحرف شدن مدل کوتاه‌مدت از روند بلندمدت تعدیل شده و به سمت روند بلندمدت خود باز می‌گردد (قابل توضیح است درصدهای کمتر از ۵۰ با سرعت پایین محسوب می‌شوند). همچنین از آزمون علیت تودا-یاماموتو برای بررسی مسیر علیت استفاده شد که بر اساس آن یک رابطه علی دوسویه بین خط‌مشی تجاری و ردپای اکولوژیکی برقرار شد. همچنین، علیت یک‌سویه از خط‌مشی تجاری به تولید ناخالص داخلی تأیید شد. از یک آزمون حسابداری نوآورانه نیز برای بررسی سهم پویای هر متغیر در ردپای بوم‌شناختی یا اثرات اکولوژیکی استفاده شد. آزمون‌ها ،ترکیبی از تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی و توابع واکنش لحظه‌ای بودند. نتایج حاصل از تجزیه چولسکی نشان داد که شوک‌های نوآورانه ایجاد شده در متغیرها برای ۱۰ دوره آتی، بدین‌صورت بر ردپای اکولوژیکی تأثیر می‌گذارند که در دوره دوم بیشترین سهم تأثیر در مقایسه با بقیه متغیرها مربوط به انرژی تجدیدپذیر به میزان ۳/۵ درصد است اما با گذشت زمان و در پایان دوره دهم بیشترین سهم تأثیر به ترتیب مربوط به تولید ناخالص داخلی ۱۹/۶۰ درصد ، خط‌مشی تجاری ۹/۵۴ درصد، مصرف انرژی تجدیدپذیر ۷/۷۶ درصد و ظرفیت زیستی ۱/۲۸ درصد می‌باشد. رابطه منفی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و اثرات اکولوژیکی در بلندمدت نشان می‌دهد که تلفیق فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ترکیب انرژی باعث بهبود کیفیت زیست‌محیطی می‌گردد. ازاین‌رو، خط‌مشی‌های انرژی خاص کشور که باعث افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی می‌شود، توصیه می‌شود. بنابراین، نتایج این پژوهش از اعمال سیاست‌های زیست‌محیطی اخیر کشورهای جهان که توسط مقررات پروتکل کیوتو و هیات بین‌المللی تغییرات اقلیمی (IPCC) تهیه شده است پشتیبانی

می‌کند. نتیجه ارتباط مثبت بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی، GDP را منبع اصلی تخریب زیست‌محیطی نشان می‌دهد. این امر به دلیل استفاده گسترده از منابع انرژی سوخت فسیلی مورد نیاز شرکت‌ها برای فرآیند تولید می‌باشد. با افزایش توسعه اقتصادی، فعالیت‌های اقتصادی در حوزه حمل و نقل، کشاورزی و سایر فعالیت‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای، فشار بیشتری را بر اجزای ردپای اکولوژیکی اِعمال می‌نماید. متعاقباً این امر به آسیب‌های زیست‌محیطی منتج می‌گردد. در این راستا، ضرورت دارد کشور ایران، نیز تمام تلاش خود را جهت ایجاد تکنولوژی پاک انجام دهد و آن را تقویت نماید، یعنی با افزایش اطلاعات، آموزش صحیح و مبادرت با دیگر کشورها جهت بهره‌مندی از اطلاعات و کالاهای همسو با محیط زیست چگونگی تولید را اصلاح نموده و موجب کاهش خسارت به محیط زیست شوند. ایران با وارد کردن فناوری‌های پیشرفته از کشورهای توسعه‌یافته 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 محیط زیست ترغیب نمود. همچنین، با توجه به نتایج می‌توان با کاهش مقدار استفاده از انرژی فسیلی و جایگزینی آن با انرژی‌های تجدیدپذیر مقدار آلودگی را کاهش داد. همچنین، فراهم آوردن تسهیلات لازم مانند اعطای تسهیلات کم‌بهره و بلندمدت به تولیدکنندگان جهت بهره‌مندی از این فناوری‌ها، در کاهش مقدار آلودگی محیط زیست می‌تواند نقش مؤثر و مفیدی داشته باشد. از طرفی، معنی‌دار نبودن رابطه مثبت بین ظرفیت زیستی و تخریب زیست‌محیطی به لحاظ آماری بیانگر عدم الزام ایران برای بهبود سهم منابع تجدیدپذیر از منابع پاک در ترکیب انرژی آن است که مورد تأکید هیات بین‌المللی تغییرات اقلیمی (IPCC) و سایر معاهدات بین‌المللی درباره محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی می‌باشد. پیامدهای نتایج مزبور عبارت‌اند از: اقتصاد فاقد کربن و ترکیب انرژی پاک و نوین برای کاهش تخریب زیست‌محیطی و بهبود کیفیت زیست‌محیطی ضروری است و این رویه سیاست زیست‌محیطی در راستای اهداف بهره‌وری انرژی، امنیت انرژی و پایداری زیست‌محیطی امری محوری محسوب می‌شود. سیاست‌های انرژی باید مشوق سرمایه‌گذاری، تحقیقات و توسعه در منابع تجدید پذیری مانند انرژی خورشیدی، برق‌آبی، باد و موج، سوخت‌های زیستی و زیست‌توده باشند. این موارد برای دستیابی به محیط زیستی پایدار و پاک حیاتی هستند. افزون بر این، سیاست‌ها و مقررات سخت‌گیرانه زیست‌محیطی مانند هزینه آلایندگی، مالیات بر کربن، اعتبارات مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای برای جلوگیری از افزایش سطح انتشار GHG انسانی ضروری هستند.

منابع

Akinlo, A. (2008): Energy consumption and economic growth: evidence from11 Sub-Sahara African countries, Energy Economics, 30, 2391–2400.

Alola, A. (2019): The trilemma of trade, monetary and immigration policies in the United States: accounting for environmental sustainability, Sci. Total Environ, 260-267.

Altıntaş, H. & Kassouri, Y. (2020): Is the environmental Kuznets Curve in Europe related to the per-capita ecological footprint or CO2 emissions? Ecological indicators, 113, 106-187.

Abui, A. & Faridzad, A. & Baloonjad, R. (2018): Assessing the distributional effects of rising energy carrier prices in Iran, Journal of Economic Growth and Development Research,8(30),167-187. (In Persian)

Chambers, N., & Simmons, C., & Wackernagel, M. (2014): Sharing nature’s interest: ecological footprints as an indicator of sustainability: Routledge.85.

Charfeddine, L., & Z. Mrabet. (2017): The Impact of EconomicDevelopment and Social-political Factors on Ecological Footprint: A Panel Data Analysis for 15 MENA Countries, Renewable andSustainable Energy Reviews, 76, 138–154.

پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، دوره ۳، شماره ۱۰، ۸۴ -۱۰۳، زمستان ۱۴۰۱.

Cornelia, P.G. (2014): True Cost Economics: Ecological Footprint, Procedia Econ, Fin.8, 550–555.

Destek, S.A & Sarkodie. (2019): Investigation of environmental Kuznets curve forecological footprint: the role of energy and financial development, Sci. TotalEnviron, 650 2483e2489.

Dogan, E., & Ulucak, R., & Kocak, E., & Isik, C. (2020): The use of ecological footprint in estimating theenvironmental Kuznets curve hypothesis for BRICST by considering cross-section dependence andheterogeneity, Science of the total environment, 723, 138-163.

Darvish, B. & Motalebi, M. & Havasebeigi, F (2021): Globalization, energy consumption and environmental degradation in Iran: Empirical evidence from the Maki integration test, Economic Research (Sustainable Growth and Development), 2, (21), 59-82. (In Persian)

Ehigiamusoe, K. U., & Lean, H. H., & Smyth, R. (2020): The moderating role of energy consumption in the carbonemissions-income nexus in middle-income countries, applied energy, 261, 114215.

Fakher, H. A., Abedi, Z., & Shaygani, B. (2018): Investigating the relationship between trade and financial openness with ecological footprint, Economic modeling, 11(40), 49-67. (In Persian)

Fallahi, F. Pourabadolhan, & M, Sadeghi, S. K, & Shokri, T. (2020): A Study of the Relationship between Economic Growth and Environmental Quality in Iran: New Evidence Based on Continuous Wavelet Transformation, Journal of Economic Growth and Development Research.189. (In Persian)

Ferng, J. J. (2014): Nested open systems: Animportant concept for applying ecological footprintanalysis to sustainable development assessment, Ecological economics, Vol. 106, 105-111.

Hong, L., P. & Zhang, H. Chunyu & W. Gang (2017): Evaluating theEffects of Embodied Energy in International Trade on EcologicalFootprint in China, Ecological Economics, 62, 136-148.

Hosseinzadeh, N., Nesari, R., & Montazeri, R. (2014): Tehran Municipality's Sustainable Financing Strategies in the Five-Year Plan, with Emphasis on Resistance Economy Communication Policies, Economics and Urban Management. 3, 99-116. (In Persian)

Ito, K. (2017): CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from paneldata for developing countries, International Economics, 151, 1-6.

Jayadevappa, R., & Chhatre, S. (2000): International trade and environmental quality: a survey, Ecological Economics, 32(2), 175-194.

Jomehpour, M. Hatami Nejad, H. & Shahanvaz, S. (2013): Investigating the development status of sustainable cities in Rasht using methods, ecological footprints, Human Geography Research, (3), 191-208. (In Persian)

Kargar dehbidi, N. & Bakhshoodeh, M. (2019): Comparison of the Fossil and renewable energies impact oncarbon dioxide emissions in OPEC and Asian countries without oil reserves. Environmental researches, 10(19), 313-326. (In Persian)

Kasman, A., and Y. S. Duman. (2015): CO2 Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in new EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis, Economic Modeling, 44, 97-103.

Khan, M. K., Teng, J. Z. Khan, M. I. & Khan, M. O. (2019): Impact of globalization, economic factors and energy consumption on CO2 emissions in Pakistan, Science of the total environment, 688, 424-436.

Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., & Wackernagel, M. (2007): Current methods for calculating national ecological footprint accounts, Science for Environment & Sustainable society, 4, 1-9.

Kohansal, M. R. & Shayanmehr, S. (2016): The interplay between energy consumption, economic growth and environmental pollution: Application of spatial panel simultaneous-equations model. Journal of Iranian Energy Economics, 5(19), 179-216. (In Persian)

Kohansal, M. R. and bahrami-Nasab, M. (2019): Assessing the relationship between energy consumption and pollution with economic growth in line with general environmental policies, Quarterly Journal of Strategic and Macro Policies ,4, (7). (In Persian)

Kuriqi, A.N. Pinheiro, A. Sordo-Ward, L. Garrote. (2017): Trade-off between environmental flow policy and run-of-river hydropower generation in Mediterranean climate, European Water 60, 123-130.
Li, T., Wang, Y., & Zhao, D. (2016): Environmental Kuznets curve in China: new evidence from dynamic panel analysis, Energy Policy, 91:138-147.
Lütkepohl, New Introduction to Multiple Time Series Analysis, Spring Verlag, Berlin.
Luck, M., Jenerette, G., Wu, J., & Grimm, N. B. (2001): The Urban Funnel Model and the Spatially Heterogeneous Ecological Footprint, Ecosystems, 4:782–796. https://doi.org/10.1007/s10021-001-0046-8.
Monfreda, C., Wackernagel, M., & Deumling, D. (2004): Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Assessments, Land Use Policy, 21, 231-246.
Masoudi, N. Dehmardeh Ghaleh No, N. & Esfandiari, M. (2020): Investigating the Impact of Renewable Energy and Technical Innovations and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions, Journal of Economic Growth and Development Research, 10, (40): 35-54. (In Persian)
Molaei, M., & Ehsan, B. (2016): Investigating relationship between gross domestic product and ecological footprint as an environmental degradation index, Journal of economic research (tahghighat-e-eghtesadi), 50(4), 1017-1033. (In Persian).
Nijkamp, P., E. Rossi and G. Vindigni (2004): Ecological Footprintsin Plural: A Meta-Analytic Comparison of Empirical Results, Regional Studies, 38, 747-765.
Sarkodie, V. Strezov. (2019): Assessment of contribution of Australia's energyproduction to CO2 emissions and environmental degradation using statisticaldynamic approach, Sci. 888-899.
Shahbaz, M. Sinha, A. (2020): Environmental Kuznets curve for CO2 emissions: aliterature survey, J. Econ. Stud. 46, (1), 106-168.
Sharif, A., Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I., & Sinha, A. (2020): Revisiting the role of renewable andnon-renewable energy consumption on Turkey's ecological footprint: evidence from quantile ARDLapproach, Sustainable cities and society, 57, 102-138.
Sinha, A. & Shahbaz, M. (2018): Estimation of environmental Kuznets curve for CO2 emission: role of renewable energy generation in India, Renewable Energy, 119:703-711.
Tarazkar, M.H., & Fathi, F. (2019): Effect of trade liberalization on greenhouse gas emission in Iran: applicationof nonlinear asymmetric cointegration approach, Journal of natural environment, 72(1), 85-96. (In Persian)
Tarazkar, M.H., Kargar, N., Esfanjari, R., & Ghorbaniyan, E. (2019): 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)
Uddin, G. A., M. Salahuddin, K. Alam and J. Gow (2017): Ecological Footprint and Real Income: Panel Data Evidence fromthe 27 Highest Emitting Countries, Ecological Indicators, 77:166–175.
Usman, O., Alola, A. A., & Sarkodie, S. A. (2020): Assessment of the role of renewable energy consumption andtrade policy on environmental degradation using innovation accounting: evidence from the US, Renewableenergy, 150, 266-277.
Wackernagel M, C. Monfreda, K-H. Erb, H. Haberl and NB Schulz. (2004): Ecological Footprint Time Series of Austria, ThePhilippines, and South Korea for 1961–1999: Comparing theConventional Approach to an 'Actual Land Area' Approach, LandUse Policy, 21:261-9.
Wiedmann, T., J. Minx, J. Barret and M. Wackernagel. (2006): Allocating Ecological Footprints to Final Consumtion Categorieswith Input-Output Analysis, Ecological Economics, 56, 28-48.
Wilson, J., and M. Anielski. (2005): Ecological Footprints ofCanadian Municipalities and Regions, the Canadian Federation ofCanadian Municipalities, Anielski Management 5: 128.