دوفصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی
سال دوم، شماره ۳، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۷۰-۵۱

اثر رشد اقتصادی بر پایداری محیط زیست در ایران: کاربرد شاخص ردپای بوم‌شناختی

محمدحسن طرازکار[۱]، عفت قربانیان[۲] و محمد بخشوده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

چکیده

در این مطالعه با به‌کارگیری رد پای بوم‌شناختی به‌عنوان شاخص پایداری در قالب منحنی زیست محیطی کوزنتس، اثر رشد اقتصادی بر پایداری محیط زیست در ایران مورد بررسی قرار گرفت. برای دستیابی به این هدف، مدل تخریب محیط زیست برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۸۵ طراحی شد. همچنین روابط کوتاه و بلندمدت ردپای بوم‌شناختی و تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف سرانه انرژی، تراکم جمعیت و آزادسازی تجاری با استفاده از رهیافت خود رگرسیون با وقفه گسترده (ARDL) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه حاکی از آن است که رابطه رشد اقتصادی و رد پای بوم شناختی به‌صورت U وارون بوده و اثر بلندمدت رشد اقتصادی بر شاخص رد پای بوم‌شناختی ۰/۶۹ است. همچنین ۱۰ درصد افزایش در تراکم جمعیت منجر به افزایش ۱۱/۲ و ۹/۶ درصدی ردپای بوم‌شناختی به ترتیب در کوتاه و بلندمدت می‌شود. علاوه بر این، آزادسازی تجاری در بلندمدت تاثیر مثبتی بر رد پای بوم‌شناختی دارد، حال آنکه در کوتاه‌مدت تاثیر این متغیر معنی‌دار نیست. علاوه بر این، ۱۰ درصد افزایش در مصرف انرژی موجب افزایش ۴/۶ و ۳/۹ درصدی شاخص ردپای بوم شناختی در کوتاه و بلندمدت می‌شود. در پایان بر اساس نتایج مطالعه، سیاست‌های موثری از جمله افزایش بهره‌وری مصرف انرژی، توسعه انرژی‌های پاک، کاهش تراکم جمعیت شهری و بهبود در مدیریت و نظارت محیط زیست پیشنهاد می‌شود.

طبقه‌بندی *JEL*: *Q56, Q57*

واژه‌های کلیدی: پایداری محیط زیست، ردپای بوم‌شناختی، تولید ناخالص داخلی، ایران

۱- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

Email: mhtarazkar@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز(نویسنده مسئول)

Email: e.ghorbanian313@gmail.com

۳- استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

Email: bakhshoodeh@gmail.com

۱- مقدمه

تلاش انسان‌ها در مسیر توسعه اقتصادی در بستر محیط‌زیست صورت می‌گیرد و به صورت خواسته و یا ناخواسته بر کیفیت آن اثر می‌گذارد به طوری که در حال حاضر توسعه اقتصادی از یک طرف و حفظ محیط‌زیست زمین از طرف دیگر به چالش عمده انسان‌ها تبدیل شده 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 محیط‌زیست و کیفیت آن به عنوان بستر توسعه، نه تنها مسیر توسعه برای نسل‌های آینده متوقف خواهد شد، بلکه روند معکوس نیز خواهد داشت. این مساله به طور ضمنی عدم پایداری در آینده را هشدار می‌دهد.

تشدید بحران‌های زیست‌محیطی با تسریع در روند صنعتی شدن کشورها و به تبع 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 محیطزیست شدند (کاسمن و دومن[1]، ۲۰۱۵).

شیوه‌های مواجه و برخورد با مسائل زیست‌محیطی و مدیریت آن متنوع بوده و در مسیر تکامل قرار دارد به طوری که 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. این شاخص‌ها شامل آلودگی هوا، آلودگی آب، جنگل‌زدایی، بیان‌زایی، تنوع زیستی و انتشار گازهای گلخانه‌ای است (مولایی و بشارت، ۱۳۹۴). البته اکثر تحقیقات و مطالعات، شاخص انتشار گازهای گلخانه‌ای را مورد استفاده قرار داده‌اند و رابطه رشد اقتصادی و سایر متغیرهای موثر را با انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای و به‌ویژه گاز دی‌اکسیدکربن مدنظر قرار داده‌اند. انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان 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

1- Kasman and Duman

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 (چارفدین و ماربد[1]، ۲۰۱۷).

یکی از شاخص‌هایی که برخلاف انتشار گازهای گلخانه‌ای، شاخص جامع فشار بر محیط‌زیست است، ردپای بوم‌شناختی (اکولوژیکی)[2] است (آدن و همکاران[3]، ۲۰۱۷). این شاخص به عنوان یک شاخص قابل اعتماد در ارزیابی استفاده از منابع تجدیدپذیر معرفی شده که به طور گسترده به عنوان شاخصی از پایداری زیست‌محیطی به مفهوم دستیابی به نیازهای فعلی بدون کاهش و یا نابودی ظرفیت محیط‌زیست برای نسل‌های آینده برای یک منطقه معین از جمله یک کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد (کورنلیا[4]، ۲۰۱۴). این معیار علاوه بر جامعیت، نشان‌دهنده پایداری محیط‌زیست بوده (نایکمپ و همکاران[5]، ۲۰۰۴) و شاخصی از کارایی بوم‌شناختی نیز است (ویدمن و همکاران[6]، ۲۰۰۶). ردپای بوم‌شناختی یکی از موفق‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی توسعه پایدار است که در سال های اخیر به شدت مورد توجه محققان و سیاست گذاران در زمینه محیط‌زیست قرار گرفته است (هنگ و همکاران[7]، ۲۰۱۷).

مروری بر مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که اکثر مطالعات انجام شده پیرامون ردپای بوم‌شناختی بر بحث روند تغییرات آن در شهرها، شهرستان‌ها و یا استان‌های مختلف کشور متمرکز شده‌اند. از جمله تیموری و همکاران (۱۳۹۳) ردپای بوم‌شناختی گاز دی‌اکسیدکربن انتشار یافته از سوخت‌های فسیلی در شهر شیراز را مورد بررسی قرار دادند.

خاکپور و همکاران (۱۳۹۳) از ردپای بوم‌شناختی برای ارزیابی پایداری شهرستان کرمانشاه و ساری استفاده کردند. همچنین تیموری و محمدی‌فر (۱۳۹۴) روند تغییرات ردپای بوم‌شناختی سوخت‌های فسیلی استان‌های مختلف کشور را بررسی کردند. رضی (۱۳۹۴) به سنجش ردپای بوم‌شناختی در شهرستان‌های مختلف استان مازندارن پرداخت.

1- Charfeddine and Mrabet
2- Ecological Footprint
3- Uddin and *et al.*
4- Cornelia
5- Nijkamp and *et al.*
6- Wiedmann and *et al.*
7- Hong and *et al.*

براساس مطالعات انجام شده، مشهود است که کمتر مطالعه‌ای در ایران از شاخص ردپای بوم‌شناختی به عنوان شاخص ارزیابی فشار بر محیط‌زیست و یا پایداری و همچنین عوامل موثر بر آن در قالب مدل‌های کلان اقتصادی استفاده کرده است.

بررسی نویسندگان مطالعه حاضر حاکی از آن است که تنها پژوهش انجام شده در این زمینه مطالعه مولایی و بشارت (۱۳۹۴) است که به بررسی ارتباط بین ردپای بوم‌شناختی با تولید ناخالص داخلی در ایران در بازه زمانی ۲۰۱۱-۱۹۶۵پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد تولید ناخالص داخلی سرانه با ردپای بوم‌شناختی در کوتاه و بلندمدت رابطه مثبت دارد.

در خارج از کشور مطالعات بیشتری به بررسی عوامل موثر بر شاخص ردپای بوم‌شناختی پرداخته‌اند. در این مطالعات از شاخص ردپای بوم‌شناختی به عنوان معیار اندازه‌گیری پایداری یا به عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست استفاده شده است. در این زمینه می‌توان به مطالعات باگلیانی و همکاران[1] (۲۰۰۸)، گالیی و همکاران[2] (۲۰۱۲)، هرویدوکس و دارنده[3] (۲۰۱۴)، آسیکی و آکار (۲۰۱۶)، آکار و آسیکی[4] (۲۰۱۷) و چارفدین و ماربد[5] (۲۰۱۷) اشاره کرد. در این مطالعات با استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی به بررسی ارتباط رشد اقتصادی با شاخص ردپای بوم‌شناختی به عنوان شاخص فشار بر محیط‌زیست در بستر رشد پرداخته شده است.

در مطالعه حاضر با بهره‌گیری از شاخص ردپای بوم‌شناختی به عنوان شاخصی جامع از پایداری محیط‌زیست به ارزیابی رابطه رشد اقتصادی در ایران و پایداری محیط‌زیست با روش‌های اقتصادسنجی پرداخته شده است. در ادامه مبانی نظری مطرح و تعریف شاخص ردپای بوم‌شناختی بیان می‌شود. قسمت روش پژوهش به تشریح دقیق روش اقتصادسنجی مورد استفاده در مطالعه حاضر می‌پردازد. در بخش چهارم یافته‌های پژوهش در قالب نتایج و بحث مطرح خواهد شد و در نهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر قید خواهد شد.

1- Bagliani and *et al.*
2- Galli and *et al.*
3- Hervieux and Darné
4- Acar and Asici
5- Charfeddine and Mrabet

۲- مبانی نظری

ردپای بوم‌شناختی، معیاری است برای بررسی پایداری زیست‌محیطی که میزان مصرف انسان و اثر این مصرف را بر محیط زیست ارزیابی می‌کند (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲) و پیش درآمد برنامه‌ریزی و یکی از ابزارهای مهم و کارآمد محیط‌زیست است که به تحقق پایداری آن کمک می‌کند (صرافی، ۱۳۷۹). این واژه اولین بار در دهه ۱۹۹۰ میلادی توسط واکرناگل[1] (۱۹۹۴) و ریز[2] (۱۹۹۲) در پاسخ به مبحث ظرفیت تحمل، مطرح[3] شد. این معیار میزان مصرف انسان از منابع زیستی و تولید پسماند را بر حسب نواحی مختلف نشان می‌دهد و برابر مقدار زمینی است که بطور پایدار نیازهای مصرفی جامعه را تامین کرده و پسماند تولیدی آن‌ها را جذب کند (واکرناگل و همکاران[4]، ۲۰۰۴). به بیان بهتر، ردپای بوم‌شناختی نشان‌دهنده آثاری است که جوامع مختلف در اثر سبک و شیوه زندگی خود بر طبیعت به جای می‌گذارند و نشان می‌دهد در کدام ناحیه و کجا، انسان بر منابع طبیعی و محیط‌زیست فشار بیشتری وارد می‌کند (ویلسون و آنلسکی[5]، ۲۰۰۵). از این رو، این معیار به‌دنبال برقراری ارتباط میان منابع طبیعی و محیط‌زیست با تقاضای انسان‌ها است (مولایی و بشارت، ۱۳۹۴).

واحد اندازه‌گیری ردپای بوم‌شناختی، هکتار جهانی (GHa)[6] 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[7] شکل می‌گیرد و شامل زمین کشاورزی، زمین مرتعی، زمین جنگلی (در دو گروه ردپای جذب کربن[8] و ردپای تولیدات)، پهنه‌های دریایی و زمین‌های ساخته شده[9] است. زمین کشاورزی، مساحت زمینی است که برای تولید محصولات زراعی مورد استفاده افراد جامعه قرار می‌گیرد و بر این

1- Wackernagel
2- Rees
3- Carrying Capacity
4- Wackernagel and *et al.*
5- Wilson and Anielski
6- Global Hectares
7- Land use
۸- جنگل‌ها به عنوان اصلی‌ترین منبع جذب کربن برای کاهش دی‌اکسیدکربن هستند.
9- Built-up Land

اساس ردپای زراعی شامل تولید محصولات زراعی، خوراک دام و خوراک ماهیان است. زمین مرتعی، وسعت مرتع برای تولیدات دامی مورد نیاز انسان است که برمبنای آن ردپای مراتع در تولید محصولات دامی مطرح می‌شود. دسته سوم این تقسیم‌بندی، زمین جنگلی بوده که شامل مساحت جنگل که برای تولید چوب و کاغذ و همچنین جذب کربن به‌کار می‌رود، است. ردپای جنگل در تولید محصولات اولیه و ثانویه جنگلی و در قالب دو ردپای جذب کربن و ردپای تولیدات لحاظ می‌شود. ردپای کربن[1] ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است و معادل مساحت جنگلی است که برای جذب این آلودگی‌ها مورد نیاز است، در نظر گرفته می‌شود. پهنه‌های دریایی، مساحت دریایی برای تولید ماهی و آبزیان مورد مصرف انسان در نظر گرفته می‌شود که بر این اساس ردپای صیادی ردپای مناطق دریایی و اقیانوسی در تولید ماهی و سایر آبزیان مطرح می‌شود. در نهایت زمین‌های ساخته شده، مساحت زمینی است که برای احداث زیرساخت‌ها و سکونتگاه‌ها استفاده می‌شود و ردپای ساخت‌وساز در ارتباط با این زیرساخت‌ها است (لین و همکاران[2]، ۲۰۱۶).

ردپای بوم‌شناختی برای یک فرد، خانواده، شرکت، منطقه، شهر، استان و کشور قابل محاسبه است (و چارفدین و ماربد، ۲۰۱۷). بر این اساس، هر منطقه یا کشور براساس ظرفیت خود میزان خاصی کالا تولید می‌کند و از این میزان مقادیری را به خارج از منطقه صادر کرده و در صورت کمبود مقادیری را وارد می‌کند (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به امکان تبادل کالا در قالب صادرات و واردات هر کشور و یا منطقه در صورت مازاد، بخشی از تولیدات داخلی (ردپای تولید) خود را صادر کرده (ردپای صادرات) و یا در صورت کمبود، واردات از خارج (ردپای واردات) را خواهد داشت. بنابراین، برای هر یک از کاربری‌های اراضی ردپای تولید[3]، ردپای واردات[4]، ردپای صادرات[5]، ردپای مصرف[6] و مجموع آن‌ها، ردپای ملی برای هر کشور را به‌دست می‌دهد که با تقسیم بر جمعیت هر کشور می‌توان سرانه ردپای بوم‌شناختی را محاسبه کرد (لین و همکاران، ۲۰۱۶). معادله‌هایی که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود، شیوه محاسبه ردپای‌های نامبرده را

1- Carbon Footprint
2- Lin and *et al.*
3- Footprints of Production
4- Footprints of Import
5- Footprints of Export
6- Footprints of Consumption

نشان می‌دهد. ردپای مصرف از طریق معادله (۱) محاسبه می‌شود (بروک و همکاران[1]، ۲۰۱۲).

$$EF_C = EF_P + EF_I - EF_E \quad (۱)$$

در معادله (۱)، EF_C ردپای مصرف، EF_P ردپای تولید، EF_I ردپای واردات و EF_E ردپای صادرات در مورد یک محصول خاص و یا ضایعات است. ردپای مصرف برای تولید یک محصول خاص و یا ایجاد ضایعات در فرآیند تولید محاسبه شده و جهت محاسبه مجموع ردپای مصرف برای یک نوع کاربری خاص از زمین مورد استفاده قرارگرفته که بعد از تجمیع تمامی موارد کاربری اراضی برای کالاهای مختلف، می‌توان ردپای یک کشور را محاسبه کرد.

پس از محاسبه ردپای بوم‌شناختی، ظرفیت یا توان زیستی[2] برای تعیین پایداری یا ناپایداری محاسبه شده و با ردپای بوم‌شناختی مقایسه می‌شود. چنانچه ردپای بوم‌شناختی منطقه یا کشوری بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد، منطقه دچار کسری بوم‌شناختی[3] است و هشدار عدم پایداری جدی خواهد بود (شاهینی‌فر و حبیبی، ۱۳۹۵).

برای محاسبه توان زیستی هر نوع خاص از کاربری زمین از معادله (۲) استفاده می‌شود.

$$BC = A*YF*IYF*EQF \quad (۲)$$

در معادله (۲)، BC توان زیستی یک نوع خاص از کاربری اراضی (بر حسب هکتار جهانی) است. A محدوده زمین مصرفی برای کاربری خاصی از اراضی داخل یک کشور (برحسب هکتار ملی (NHa)[4])، YF فاکتور عملکرد یک زمین معین در یک کاربری خاص داخل یک کشور برحسب $WHa\ NHa^{-1}$، IYF فاکتور زمانی عملکرد برای یک زمین معین در یک کاربری خاص است که تغییرات در متوسط عملکرد جهانی یک کاربری خاص در زمان را نشان داده و بدون واحد است. EQF فاکتور هم‌ارزی برای کاربری معین از زمین بر حسب واحد $GHa\ WHa^{-1}$ است. برای محاسبه کل توان زیستی یک کشور یا جهان باید توان زیستی کاربری‌های اصلی زمین با هم تجمیع شود. برای محاسبه ردپای تولید، واردات و صادرات از معادله‌های (۳) و (۴) استفاده می‌شود.

1- Borucke and *et al.*
2- Biocapacity
3- Ecological Footprint Deficit
4- National Hectares

$$EP_P = \frac{P}{Y_N} * YF * EQF * IYF \quad (۳)$$

در معادله (۳) P میزان محصول تولید شده و یا ضایعات ایجاد شده است، Y_N متوسط ملی عملکرد برای تولید محصول یا جذب ضایعات و سایر موارد مشابه معادله (۲) است. معادله (۳) را می‌توان با استفاده از عملکرد متوسط جهانی به جای عملکرد متوسط ملی به صورت معادله (۴) بازنویسی کرد که در آن، Y_W متوسط جهانی عملکرد تولید محصول و یا جذب ضایعات را نشان می‌دهد.

$$EF_P = \frac{P}{Y_W} * EQF * IYF \quad (۴)$$

اطلاعات مربوط به ردپای بوم‌شناختی و توان زیستی توسط شبکه ردپای بوم‌شناختی[1] برای مناطق مختلف بر اساس معادله‌ها و تعاریف مطرح شده، محاسبه می‌شود. این شبکه جهانی چارچوبی را برای حساب‌های ردپای ملی[2] معرفی می‌کند که براساس آن توان زیستی و ردپای بوم‌شناختی برای کشورهای مختلف و جهان محاسبه شده و در اختیار محققان قرار داده می‌شود. در این مطالعه نیز مقادیر ردپای بوم‌شناختی کشور ایران برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۸۵ از این منبع استخراج شد.

۳- روش پژوهش

در این مطالعه به منظور بررسی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و تجارت بین‌الملل بر شاخص ردپای بوم‌شناختی به‌عنوان معیاری از تخریب محیط‌زیست در ایران از مدل ارائه شده توسط آسیکی و آکار[3] (۲۰۱۶) و چارفدین و ماربد (۲۰۱۷) استفاده شد. فرم عمومی این مدل به صورت معادله (۵) است که در آن EF شاخص ردپای بوم‌شناختی، PGDP تولید ناخالص داخلی سرانه (برحسب دلار به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۹۰)، EC مصرف سرانه انرژی (بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام)، OP شاخص آزادسازی تجاری (بر حسب درصد) که به‌صورت نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی محاسبه شده و PD شاخص تراکم جمعیت (تعداد افراد در هر کیلومتر مربع) است. فرم عمومی معادله (۵) را می‌توان به‌صورت معادله (۶) نشان داد.

1- Network Ecological Footprint
2- National Footprint Accounts
3- Asıcı and Acar

$$EF = f\left(PGDP, PGDP^{2}, EC, OP, PD\right) \quad (۵)$$

$$EF_t = \beta_0 PGDP_t^{\beta_1} PGDP_t^{2\beta_2} \; EC_t^{\beta_3} OP_t^{\beta_4} PD_t^{\beta_5} \quad (۶)$$

شهباز و همکاران (۲۰۱۶) بر این باورند که استفاده از توابع لگاریتمی- خطی در داده‌های سری زمانی، نتایج بهتری را ارائه می‌کنند. از این رو، در این مطالعه از مدل لگاریتمی- خطی به‌صورت معادله (۷) استفاده شد.

$$\begin{aligned} Ln(EF_t) = {} & \beta_0 + \beta_1 Ln\left(PGDP_t\right) + \beta_2 Ln\left(PGDP_t^{2}\right) \\ & + \beta_3 Ln\left(EC_t\right) + \beta_4 Ln\left(OP_t\right) + \beta_5 Ln\left(DP_t\right) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (۷)$$

در مدل معادله (۷)، Ln نشان‌دهنده لگاریتم در پایه عدد نپر است. با فرض آنکه رابطه رشد اقتصادی و ردپای بوم‌شناختی (تخریب محیط‌زیست) به صورت U وارون باشد، ضریب β_1 مثبت و ضریب β_2 منفی خواهد بود. در غیر این صورت، معادله (۷) U شکل بوده و دارای نقطه حداقل است. درخصوص مصرف انرژی، چنانچه این افزایش همراه با انتشار آلودگی باشد، انتظار می‌رود ضریب β_3 مثبت است و در غیر این صورت این ضریب منفی می‌شود. اثر شاخص آزادسازی تجاری بر انتشار آلودگی به تکنولوژی مورد استفاده در کشور بستگی دارد. در صورتی که در اقتصاد کشور از تکنولوژی و فناوری‌های پاک و دوستدار محیط‌زیست استفاده شود، ضریب این متغیر (β_4) منفی خواهد شد. در غیر این صورت ضریب مورد نظر مثبت به دست آمده و با بهبود شاخص آزادسازی تجاری، ردپای بوم‌شناختی نیز افزایش می‌یابد. همچنین انتظار بر آن است که با افزایش تمرکز جمعیت، میزان انتشار آلودگی و در نتیجه ردپای بوم‌شناختی افزایش یابد و ضریب β_5 مثبت باشد.

پس از برآورد معادله (۷)، می‌توان اثر بلند مدت رشد اقتصادی (تولید ناخالص داخلی سرانه) بر ردپای بوم‌شناختی را براساس معادله (۸) به‌دست آورد (چارفدین و ماربد، ۲۰۱۷).

$$\frac{dLn\left(EF_t\right)}{dLn\left(PGDP_t\right)} = \beta_1 + 2\beta_2 \left(\ln\left(PGDP_t\right)\right) \quad (۸)$$

برای تخمین ضرایب از روش خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده (ARDL[1]) استفاده شد. این روش توسط پسران و شین (۱۹۹۹) معرفی شده و مزیت اصلی آن نسبت به روش‌های مشابه آن است که متغیرها در مدل می‌توانند ایستا از درجه صفر و یک باشند. امکان تخمین همزمان و سازگار از ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت (بدون توجه به درجه

1- Auto Regressive Distributed Lag model

ایستایی متغیرها) از دیگر مزایای این روش محسوب می‌شود. با استفاده از تخمین مدل تصحیح خطای (ECM)، می‌توان وجود و یا عدم وجود رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها را بررسی کرد. ضریب تصحیح خطا در این مدل نیز سرعت تعدیل به سمت بلندمدت را نشان می‌دهد. به این ترتیب روش ARDL شامل دو مرحله تخمین، اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها و مرحله بعد تخمین ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت می‌شود.

برای آزمون وجود رابطه هم‌انباشتگی دو روش ارائه شده است؛ در روش اول استفاده از آزمون F پیشنهادی پسران[1] با فرض صفر اینکه همه ضرایب وقفه‌های مختلف متغیرها برابر صفر است (عدم وجود رابطه بلندمدت)، استفاده می‌شود. اگر آماره F محاسباتی از مقدار بحرانی آن بزرگ‌تر باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌انباشتگی رد می‌شود و در صورتی که این مقدار کوچک‌تر از حد پایین مقدار بحرانی باشد، فرضیه صفر عدم وجود رابطه بلندمدت تایید می‌شود و در صورت قرار گرفتن بین دو حد بحرانی، نتیجه‌گیری قطعی امکان‌پذیر نخواهد بود. روش دوم آزمون پیشنهادی بنرجی، دولادو و مستر[2] (۱۹۹۳) با فرضیه صفر عدم وجود هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت است. آماره t محاسباتی در این آزمون مبنای قضاوت است به طوری که اگر قدرمطلق این آماره از قدرمطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر بزرگ‌تر باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی رد شده و وجود رابطه بلندمدت پذیرفته می‌شود. بعد از تایید وجود رابطه هم‌انباشتگی، مدل ARDL با وقفه‌های متناسب با معیارهای خوبی برازش تخمین زده می‌شود. در نهایت پارامترهای پویای کوتاه‌مدت با تخمین مدل تصحیح خطای مرتبط با تخمین بلندمدت به‌دست می‌آید.

یک الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده را می‌توان به صورت معادله (۹) برآورد کرد که شامل دو معادله (۱۰) و (۱۱)است.

$$\phi(L,P)Y_t = \sum_{i=1}^{k} b_i(L,q_i)X_{it} + C'W_t + u_t \qquad (9)$$

$$\alpha(L,P) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \ldots - \alpha_p L^P \qquad (10)$$

$$b_i(L,q_i) = b_i + b_{i1}L + \ldots + B_{iq}L^q \qquad i = 1,2,\ldots,k \qquad (11)$$

1- Bounds Test
2- Banerjee, Dolado and Master

در این دو معادله (۱۰) و (۱۱)، L عملگر وقفه، W برداری از متغیرهای ثابت مثل عرض از مبدا، متغیرهای مجازی، روند زمانی یا متغیرهای برون‌زای با وقفه ثابت، K تعداد متغیرهای توضیحی به‌کار گرفته شده در مدل است. همچنین p تعداد وقفه بهینه مربوط به متغیر وابسته مدل و q تعداد وقفه بهینه مربوط به هر یک از متغیرهای توضیحی است. برای محاسبه ضرایب بلندمدت مربوط به متغیرهای X از معادله (۱۲) استفاده می‌شود.

$$\theta_i = \frac{\hat{b}_i(1, q_i)}{1-\hat{\phi}(1, p)} = \frac{\hat{b}_{i.} + \hat{b}_{i1} + \hat{b}_{iq}}{1-\hat{\phi} - \ldots - \hat{\phi}_p} \qquad i = 1, 2, \ldots, k \qquad (۱۲)$$

همچنین برای تخمین رابطه بلندمدت می‌توان از روش دو مرحله‌ای به صورت معادله (۸) استفاده کرد. در مرحله اول وجود ارتباط بلندمدت بین متغیرهای تحت بررسی، آزمون می‌شود و اگر مجموع ضرایب برآورد شده مربوط به وقفه‌های متغیر وابسته کوچک‌تر از یک باشد، الگوی پویا به سمت تعادل بلندمدت گرایش می‌یابد. بنابراین، برای آزمون همگرایی لازم است آزمون فرضیه به صورت معادله (۱۳) انجام گیرد (نوفرستی، ۱۳۷۸).

$$H_0 = \sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1 \geq 0$$
$$H_1 = \sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1 < 0 \qquad (۱۳)$$

کمیت آماره t موردنظر برای انجام آزمون فوق به صورت معادله (۱۴) قابل محاسبه است.

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{p} \hat{\alpha}_i - 1}{\sum_{i=1}^{p} s_{\hat{\alpha}_i}} \qquad (۱۴)$$

با توجه به معادله (۱۴)، اگر قدرمطلق مجموع ضرایب با وقفه متغیر وابسته که از یک کسر و بر انحراف معیارش تقسیم می‌شود از قدرمطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر (۱۹۹۲) بیشتر باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همگرایی بلندمدت رد شده و وجود رابطه بلندمدت پذیرفته می‌شود. آخرین مرحله در برآورد یک مدل ARDL، بررسی رابطه کوتاه‌مدت بین متغیرها و محاسبه سرعت تعادل‌های کوتاه‌مدت در هر دوره برای رسیدن به تعادل بلندمدت است. در این مرحله، وقفه پسماند رابطه بلندمدت را به عنوان ضریب تصحیح خطا (ECM) استفاده کرده و معادله (۱۵) برآورد می‌شود.

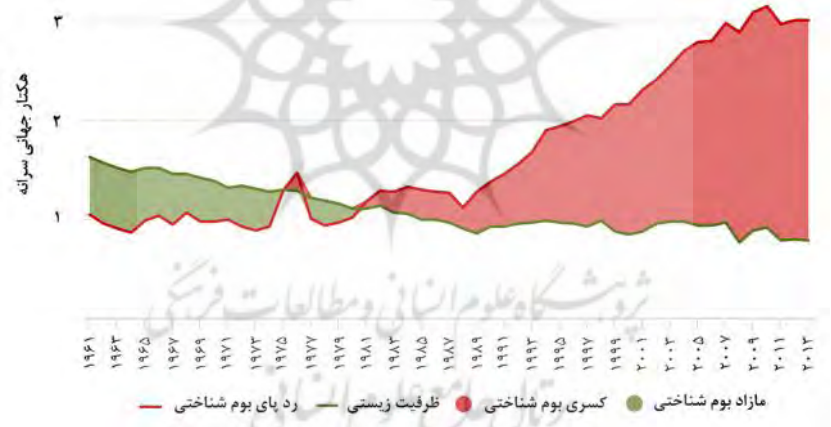
$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta x_t + \alpha_2 \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (۱۵)$$

ضریب تصحیح- خطا، یعنی برآورد ضریب α_2 در صورتی که با علامت منفی ظاهر شود (علامت مورد انتظار)، نشانگر سرعت تصحیح خطا و میل به تعادل بلندمدت خواهد بود. این ضریب نشان می‌دهد در هر دوره چند درصد از عدم تعادل متغیر وابسته، تعدیل شده و به سمت رابطه بلندمدت نزدیک می‌شود (تشکینی، ۱۳۸۴). داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل ردپای بوم‌شناختی، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، تجارت آزاد و جمعیت به صورت سری زمانی و برای سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۸۵ از منابع آماری مرتبط از جمله گزارش‌های سالانه شبکه جهانی ردپای بوم‌شناختی و بانک جهانی استخراج شد.

٤- نتایج و بحث

قبل از برآورد مدل، روند تغییرات ردپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی ایران و در نهایت کسری و مازاد بوم‌شناختی کشور مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در نمودار (۱) آورده شده است.

نمودار (۱): روند تغییرات ردپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی ایران



براساس نمودار (۱)، تا سال ۱۹۸۱ (بجز سال ۱۹۷۶) در تمام سال‌ها کشور با مازاد بوم‌شناختی مواجه بود است. اما پس از این سال، ردپای بوم‌شناختی بیشتر از ظرفیت زیستی کشور شده و ایران با کسری بوم‌شناختی مواجه بوده است. همچنین ردپای بوم‌شناختی ایران از سال ۱۹۸۹ روندی صعودی پیدا کرده، حال آنکه ظرفیت زیستی کشور روندی

نزولی داشته و فاصله این دو معیار و به بیان دیگر کسری بوم‌شناختی به شدت در حال افزایش است. برای نمونه در سال ۲۰۱۳ ردپای بوم‌شناختی سرانه ایران ۳ هکتار و توان زیستی آن کمتر از یک هکتار محاسبه شده است. برای برآورد مدل، اولین قدم بررسی ایستایی متغیرها است که نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱): نتایج آزمون ایستایی متغیرها

عنوان	آماره ADF	وضعیت ایستایی
تولید ناخالص داخلی سرانه	-٤/٠٩**	$I(1)$با عرض از مبدا و روند
ردپای بوم‌شناختی	-٥/٩٧***	$I(1)$با عرض از مبدا و روند
آزاد سازس تجاری	-٢/١٢**	$I(1)$بدون عرض از مبدا و روند
تراکم جمعیت	-٢/٥٧*	$I(0)$با عرض از مبدا و روند
مصرف سرانه انرژی	-٨/١٣***	$I(1)$با عرض از مبدا و روند

*، **و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پس از آزمون ایستایی با توجه به وجود متغیرهای $I(0)$و $I(1)$ در مدل باید مدل را به روش ARDL تخمین زد. نتایج تخمین مدل پویا در جدول (۲) و به صورت $ARDL(1,0,0,0,2,0)$ گزارش شده است. تعداد وقفه بهینه براساس معیار شوارتز-بیزین شامل یک وقفه برای متغیر ردپای بوم‌شناختی سرانه و دو وقفه برای متغیر تجارت آزاد است. سایر متغیرها بدون وقفه، وارد مدل شده است.

نتایج جدول (۲) برای آزمون وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها و محاسبه آماره t بنرجی و همکاران استفاده شد. برای محاسبه این آماره، قدرمطلق مجموع ضرایب با وقفه‌ی متغیر وابسته از یک کسر و بر انحراف معیارش تقسیم شد که مقدار ۶/۸۲- به‌دست آمد. کمیت بحرانی برای این آزمون، کمیت بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر (۱۹۹۲) است. به دلیل بزرگ‌تر بودن آماره محاسباتی (۶/۸۲-) از مقدار بحرانی در سطح اطمینان ۹۹ درصد، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها اثبات می‌شود: $t = \frac{۰/۱۵۴ - ۱}{۰/۱۲۴} = -۶/۸۲$. علاوه بر این آزمون، نتایج آزمون F پیشنهادی پسران (۱۹۹۹) برای بررسی وجود رابطه بلندمدت نیز در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول (۲): نتایج مدل پویای ARDL(۱,۰,۰,۰,۲,۰)

متغیر (لگاریتم)	ضریب	آماره t	سطح معنی‌داری
ردپای بوم‌شناختی با یک وقفه	۰/۱۵	۱/۲٤	۰/۲۲
تولید ناخالص داخلی سرانه	۱/۱	۳/۲۱	۰/۰۰
توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه	-۰/۰۷	-۳/۳۲	۰/۰۰
مصرف انرژی سرانه	۰/۳۹	۲/۲٦	۰/۰۳
تجارت آزاد	-۰/۰۷	-۱/۲۱	۰/۲۳
تجارت آزاد با یک وقفه	-۰/۰۰۳	-۰/۰٦	۰/۹۵
تجارت آزاد با دو وقفه	۰/۱۹	۳/۳۵	۰/۰۰
تراکم جمعیت	۰/۹٤	۳/۳۳	۰/۰۳
عرض از مبدا	-۱۰/۵۲	-۵/۰٤	۰/۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۳): آزمون وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها (سطح اطمینان ۹۹ درصد)

آماره F	حد بالا	حد پایین
٦/۲۵	٤/٦۸	۳/٤۱

ماخذ: یافته های تحقیق

با توجه به اینکه مقدار F محاسباتی (۶/۲۵) از حد بالا در سطح اطمینان ۹۹ درصد (۴/۶۸) بیشتر است، بنابراین، وجود رابطه بلند مدت بین متغیرها تایید می‌شود. ضرایب رابطه بلندمدت بین متغیرها پس از تایید، تخمین زده شده که نتایج آن در جدول (۴) گزارش شده است.

جدول (٤): نتایج تخمین ضرایب رابطه بلندمدت

متغیر (لگاریتم)	ضریب	آماره t	سطح معنی‌داری
تولید ناخالص داخلی سرانه	۱/۳۰	۳/۷۸	۰/۰۰
توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه	-۰/۰۸	-۳/۹	۰/۰۰
مصرف انرژی سرانه	۰/٤٦	۲/۲٦	۰/۰۳
تجارت آزاد	۰/۱۵	۲/٦۲	۰/۰۲
تراکم جمعیت	۱/۱۲	۲/٦۷	۰/۰۱
عرض از مبدا	-۱۲/٤۵	-۸/٤۳	۰/۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول (۴)، در بلندمدت، اثر تمامی متغیرها بر ردپای بوم‌شناختی سرانه‌ی ایران معنی‌دار است. علامت مثبت ضریب تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت و ضریب توان دوم آن منفی است که وجود رابطه U وارون و حاکم بودن فرضیه کوزنتس در ایران تایید می‌شود. مثبت بودن رابطه رشد اقتصادی با ردپای بوم‌شناختی و فشار بر آن، هم از نظر مبانی تئوریک مورد انتظار است و هم با نتایج مطالعات تجربی انجام شده در این زمینه همخوانی دارد. این ارتباط مثبت از آنجا ناشی می‌شود که افزایش تولید ناخالص و به نوعی افزایش رشد اقتصادی مستلزم انجام فعالیت‌های تولیدی بیشتر در بستر محیط‌زیست است که خودبه‌خود موجب افزایش فشار و آلودگی هرچه بیشتر و در نهایت افزایش ردپای بوم‌شناختی خواهد شد. البته از یک نقطه‌ای به بعد (نقطه ماکزیمم U وارون) عایدی‌های مثبت رشد را می‌توان در راستای حفظ هر چه بیشتر محیط‌زیست با نظارت دقیق و تغییر در شیوه‌های تولید به‌کار برد. اثر بلندمدت رشد اقتصادی بر ردپای بوم‌شناختی براساس معادله (۸) برابر با ۰/۶۹ به‌دست آمد. بر این اساس، یک درصد افزایش رشد اقتصادی ایران، شاخص ردپای بوم‌شناختی را نزدیک به ۰/۷ درصد افزایش می‌دهد.

ضریب مصرف انرژی سرانه نشان می‌دهد افزایش مصرف انرژی در ایران با افزایش فشار بر محیط‌زیست همراه است به طوری‌که ۱۰ درصد افزایش در مصرف سرانه انرژی باعث افزایش ۴/۶ درصدی شاخص ردپای بوم‌شناختی سرانه ایران خواهد شد. در مورد شاخص تجارت آزاد، افزایش ۱۰ درصدی این شاخص باعث افزایش ۱/۵ درصدی در شاخص ردپای بوم‌شناختی سرانه ایران می‌شود که نشان‌دهنده استفاده از تکنولوژی آلوده در تولیدات کشور است. ضریب تراکم جمعیت، اثر قوی بر آلودگی محیط‌زیست و بالارفت شاخص ردپای‌بوم شناختی سرانه ایران دارد به طوری که افزایش یک درصدی تراکم جمعیت باعث افزایش بیش از یک درصدی (۱/۱۲ درصد) در این شاخص می‌شود. بعد از تخمین رابطه بلندمدت می‌توان مدل تصحیح خطا را برآورد کرد که نتایج مدل تصحیح خطا در جدول (۵) گزارش شده است. این مدل به نوعی حرکت عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت در ردپای بوم‌شناختی به سمت تعادل بلندمدت را نشان می‌دهد.

ضریب تصحیح خطا در این مدل دارای علامت مورد انتظار منفی بوده و از نظر آماری معنی‌دار است. مقدار این ضریب ۰/۸۴ است که حاکی از سرعت به نسبت بالای تعدیل عدم‌تعادل ردپای بوم‌شناختی است به طوری که در هر دوره ۸۴ درصد از عدم تعادل‌های

کوتاه‌مدت از بین می‌رود و این متغیر به سمت تعادل بلندمدت خود حرکت می‌کند. این نتایج با مطالعه مولایی و بشارت (۱۳۹۴) مبنی بر سرعت به نسبت بالای تعدیل عدم‌تعادل‌ها، همخوانی دارد.

جدول (۵): نتایج تخمین مدل تصحیح خطا (ECM)

متغیر (لگاریتم)	ضریب	آمارهt	سطح معنی‌داری
تفاضل مرتبه اول تولید ناخالص داخلی سرانه	۱/۱۰	۳/۲۱	۰/۰۰
تفاضل مرتبه اول توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه	-۰/۰۷	-۳/۳۲	۰/۰۰
تفاضل مرتبه اول مصرف انرژی سرانه	۰/۳۹	۲/۲٦	۰/۰۳
تفاضل مرتبه اول تجارت آزاد	-۰/۰۷	-۱/۲۱	۰/۲۳
تفاضل مرتبه اول تجارت آزاد با یک وقفه	-۰/۱۹	-۳/۳۵	۰/۰۰
تفاضل مرتبه اول تراکم جمعیت	۰/۹٤	۲/۳۲	۰/۰۳
ضریب تصحیح خطا	-۰/۸٤	-٦/۸۰	۰/۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی روند بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی در ایران حاکی از افزایش فاصله این دو معیار و در نتیجه افزایش کسری بوم‌شناختی است. این مقایسه نشان‌دهنده عدم‌پایداری است که در صورت ادامه این روند، ایران برای تأمین نیازهای خود به محیط‌زیست سایر کشورها وابسته خواهد شد. برآورد مدل حاکی از تایید فرضیه کوزنتس در ایران بوده و این منحنی به‌صورت U وارون است. بر این اساس طی مراحل رشد اقتصادی معیار ردپای بوم‌شناختی ابتدا افزایش و در ادامه این معیار کاهش می‌یابد.

از میان متغیرهای مورد بررسی، تراکم جمعیت در کوتاه و بلندمدت معنی‌دار بوده و دارای بزرگ‌ترین ضریب است. از این رو، اثر قوی بر آلودگی محیط‌زیست و بالارفت شاخص ردپای‌بوم شناختی سرانه ایران است. علت آن، افزایش مصرف انرژی با بالا رفتن تراکم جمعیت است که در کلانشهرها رخ داده و از مصادیق آن به‌کارگیری خودرو شخصی است. در این مورد سیاست‌های اخیر جمعیتی به دنبال افزایش نرخ رشد جمعیت است، اما با کاهش تراکم جمعیت در برخی مناطق شهری ایران از طریق ایجاد فرصت‌های برابر در سایر نقاط کشور می‌توان اثر منفی این متغیر بر کیفیت محیط‌زیست را کاهش داد.

بنابراین باید سیاست تمرکززدایی جمعیت به شکل‌های مختلف در دستور کار مدیران و مسئولین کشور قرار گیرد.

ضریب مصرف سرانه انرژی نیز در کوتاه و بلند مدت تاثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص ردپای بوم‌شناختی دارد. علت این امر می‌تواند استفاده بیش از حد ایران از سوخت‌های فسیلی با آلودگی بالا (به دلیل دارا بودن این منابع) در فرآیند تولید از یک طرف و پایین بودن بهره‌وری مصرف انرژی از سوی دیگر دانست. بنابراین، لازم است در این زمینه مدیران مصرف انرژی‌های پاک را جایگزین منابع انرژی آلوده‌کننده کرده و افزایش بهره‌وری مصرف انرژی را با هدف کاهش فشار بر محیط‌زیست مدنظر قرار دهند.

شاخص آزادسازی تجاری در بلندمدت (برخلاف کوتاه‌مدت) مثبت و معنی‌دار است و با افزایش آزادسازی تجاری شاخص ردپای بوم‌شناختی افزایش می‌یابد. بر این اساس، افزایش صادرات و بالاتر بودن شاخص تجارت آزاد می‌تواند برای کشور ارزآور باشد و حاشیه امن برای کشور ایجاد کند، اما فشاری که از این تولیدات و صادرات بر محیط‌زیست کشور وارد می‌شود باید مدنظر قرار گیرد تا موجب تصمیم‌گیری و تدوین استراتژی‌های سیاستی دور از واقع نشود. اصلاح تکنولوژی تولید محصولات در کشور می‌تواند گام موثری در کاهش اثر افزایش صادرات بر کیفیت محیط‌زیست شود.

٦- منابع

الف- فارسی

تشکینی احمد (۱۳۸۴)، *اقتصادسنجی کاربردی به کمک Microfit*، تهران: موسسه فرهنگی هنری دیباگران.

تیموری ایرج و امیر محمدی‌فر (۱۳۹۴)، «بررسی روند تغییرات ردپای اکولوژیکی سوخت‌های فسیلی استان‌های کشور ۱۳۸۸-۱۳۷۸»، *آمار*، ۱۴، صص ۴۶-۴۰.

تیموری. ایرج، فاطمه سالاروندیان و کرامت‌الله زیاری (۱۳۹۳)، «ردپای اکولوژیک گاز دی اکسید کربن سوخت‌های فسیلی شهر شیراز»، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۱، ۲۹، صص ۲۰۴-۱۹۳.

جمعه‌پور محمود، حسین حاتمی‌نژاد و سارا شهانواز (۱۳۹۲)، «بررسی وضعیت توسعه پایدار شهرستان رشت با استفاده از روش جای پای اکولوژیک»، *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، شماره ۳، صص ۲۰۸-۱۹۱.

خاکپور براتعلی، محمدرحیم رهنما و هادی دماوندی (۱۳۹۳)، «کاربرد روش جای پای اکولوژیکی در ارزیابی پایداری توسعه شهری نمونه موردی: شهر ساری»، اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار، تهران. موسسه ایرانیان، قطب علمی برنامه ریزی و توسعه پایدار گردشگری دانشگاه تهران.

رضی داود (۱۳۹۴)، «سنجش و تحلیل ردپای بوم‌شناختی (مطالعه موردی شهرستان‌های استان مازندران)»، *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری*، سال سوم (۱۰)، صص ۱۲۵-۱۰۳.

شاهینی‌فر مصطفی و میرسالار حبیبی (۱۳۹۵)، «کاربرد روش ردپای اکولوژیک در ارزیابی جغرافیایی ناحیه‌ای (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)»، *آمایش محیط*، ۳۲، صص ۶۲-۴۱.

صرافی مظفر (۱۳۷۹)، «شهر پایدار چیست؟»، *فصلنامه مدیریت شهری*، ۴ ، صص ۱۰-۶.

مولائی. مرتضی، بشارت. احسان (۱۳۹۴)، بررسی ارتباط بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی به عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست، تحقیقات اقتصادی. ش ۴، ۵۰، صص ۱۰۳۳-۱۰۱۷.

نوفرستی. محمد (۱۳۷۸)، *ریشه واحد و هم جمعی در اقتصادسنجی*، چاپ اول، تهران: انتشارات مؤسسه فرهنگی رسا.

ب- انگلیسی

Asici, A. A. and S. Acar (2016), "Does Income Growth Relocate Ecological Footprint?", *Ecological Indicators*, 61 (2): 707-714.

Bagliani, M., G. Bravo and S. Dalmazzone (2008), "A Consumption-Based Approach to Environmental Kuznets Curves Using the Ecological Footprint Indicator", *Ecological Economics*, 65, 650-651.

Banerjee, A, J. Juan, J.W. Dolado, Galbraith and D. Hendry (1993), "Co-integration, Error-correction, and the Econometric Analysis of Non-stationary Data", Advanced Texts in Econometrics, Oxford, UK: Oxford University Press.

Banerjee, A., , j. j. Dolado and R. Master (1992), "On Simple Tests for Co-integration: The Cost of Simplicity", Bank of Spain Working Paper, No: 9302.

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

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

Galli, A., J.Kitzes, V. Niccolucci, M. Wackernagel, Y. Wada and N. Marchettini (2012), "Assessing the Global Environmental Consequences of Economic Growth Throughthe Ecological Footprint, A Focus on China and India", *Ecological Indicators*, 17, 99-107.

Global Footprint Network (2012), "National Footprint Accounts", 2011 Edition. Retrieved from http://www.footprintnetwork.org.

Hervieux, M.S. and O. Darné (2014), "Production and Consumption-Based Approaches for the Environmental Kuznets Curve in Latin America using Ecological Footprint", Document de Travail Working Paper.

Hong, L., P. Zhang, H. Chunyu and W. Gang (2007), "Evaluating the Effects of Embodied Energy in International Trade on Ecological Footprint in China", *Ecological Economics*, 62: 136-148.

Kasman, A., and Y. S. Duman (2015), "CO_2 Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in new EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis", *Economic Modeling*, 44, 97-103.

Lin, D., Hanscom, L. Martindill, J. Borucke, M. Cohen, L. Galli, A. Lazarus, E. Zokai, G. Iha, K. Eaton and D.M Wackernagel (2016), "Working Guidebook to the National Footprint Accounts", Edition 2016, Oakland: Global Footprint Network.

Nijkamp, P., E. Rossi and G. Vindigni (2004), "Ecological Footprints in Plural: A Meta-Analytic Comparison of Empirical Results", *Regional Studies*, 38, 747-765.

Pesaran, M. H. and Y. Shin (1999), "An Autoregressive Distributed lag Modeling Approach to Cointegration Analysis", In: S. Strom (Ed), Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium. Cambridge University Press, Cambridge.

Rees W. E (1992), "Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves out", *Environ Urban*, 4:121–30.

Rees, W. E (1996), "Revisiting Carrying Capacity: Area-based Indicators of Sustainability", Population and Environment, *A Journal of Interdisciplinary Studies*, Vol.17, No.3, PP. 195- 215.

Shahbaz, M., N. Loganathan, A. T. Muzaffar, K. Ahmed and M. A. Jabran (2016), "How Urbanization Affects CO_2 Emissions in Malaysia? The Application of STIRPAT Model", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,57, 83-93.

Uddin, G. A., M. Salahuddin, K. Alam and J. Gow (2017), "Ecological Footprint and Real Income: Panel Data Evidence from the 27 Highest Emitting Countries", *Ecological Indicators*, 77: 166–175.

Wackernagel, M (1994), "Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: a Tool for Planning toward Sustainability", a Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philophy, University of British Colombia.

Wackernagel M, C. Monfreda, K-H. Erb, H. Haberl and NB Schulz (2004), "Ecological Footprint Time Series of Austria, The Philippines, and South Korea for 1961–1999: Comparing the Conventional Approach to an 'Actual Land Area' Approach", *Land Use Policy*, 21:261-9.

Wiedmann, T., J. Minx, J. Barret and M. Wackernagel (2006), "Allocating Ecological Footprints to Final Consumtion Categories with Input-Output Analysis", *Ecological Economics*, 56, 28-48.

Wilson, J., and M. Anielski (2005), "Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions, the Canadian Federation of Canadian Municipalities", Anielski Management Inc, from: www.anielski.com

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The Effect of Economic Growth on Environmental Sustainability in Iran: Application of Ecological Footprint

Mohammad Hasan Tarazkar[1]
Efat Ghorbanian[2]
Moahammad Bakhshoodeh[3]

Received: 24/09/2017
Accepted: 12/03/2018

Abstract

In this study, by utilizing the Ecological Footprint (EF) as an environmental sustainability indicator in context of Environmental Kuznets Curve (EKC), the effect of economic growth on environmental sustainability in Iran was examined. To achieve this goal, an environmental degradation model is established during the period of 1985–2013. Furthermore, the long and short run relationships between EF and per capita Gross Domestic Production (GDP), energy consumption per capita, population intensity and trade openness were investigated by applying Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach. The empirical results revealed that the relationship between EF and economic growth is inverted U-shaped and statistically significant. Moreover, a 10% increase in population intensity is linked with 11.2% and 9.6% growth in EF in long and short run, respectively. Although the impact of trade openness is positive on EF and statistically significant in long run, there is not significant impact in short run. Furthermore, a 10% increase in energy consumption is linked with 4.6% and 3.9% growth in EF in long and short run, respectively. The result shows the desirability of energy consumption efficiency, developing clean energy, lowering urban intensity and improving environmental monitoring.

Keywords*: Environmental Sustainability, Ecological Footprint, Gross Domestic Product, Iran*

JEL Classification*: Q56, Q57*

1- Assistant Professor of Agricultural Economics, College of Agriculture, Shiraz University,Shiraz,Iran,Corresponding Author
Email: mhtarazkar@yahoo.com
2- Ph. D. Student of Agricultural Economics, College of Agriculture, Shiraz University,Shiraz, Iran
Email: e.ghorbanian313@gmail.com
3- professor of Agricultural Economics,College of Agiculture,Shiraz University,Shiraz, Iran
Email: bakhshoodeh@gmail.com