

بررسی ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک پنج قاره و جایگاه ایران

لیلا حاجی هاشمی^۱، اسماعیل صالحی^{۲*}، علیرضا رحمتی^۳

۱ دانشجوی دکتری مدیریت محیط‌زیست دانشگاه تهران، ایران

۲ دانشیار دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران ایران

۳ دکترای جغرافیا برنامه ریزی روستایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۷

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک پنج قاره و جایگاه ایران است. این تحقیق از داده‌های شبکه جهانی ردپای اکولوژیک سال ۲۰۲۱ بهره‌گرفته‌است. از دید ظرفیت زیستی آسیا، اروپا، آفریقا، آمریکا و اقیانوسیه به ترتیب بیشترین تا کمترین ظرفیت زیستی را دارند. آسیا با ۳۲۷۸۰۶۰۹۶۲ هکتار جهانی رتبه اول و اقیانوسیه رتبه پنجم را داراست. ردپای اکولوژیک نشان می‌دهد آسیا، اروپا، آمریکا، آفریقا و اقیانوسیه به ترتیب بیشترین تا کمترین ردپای اکولوژیک را برجای می‌گذارند. آسیا با ۱۰۵۶۵۸۱۳۸۹۲ هکتار جهانی بیشترین ردپا و اقیانوسیه با ۱۸۰۳۶۰۵۶۰ هکتار جهانی کمترین ردپا را بر جای می‌گذارد. آمریکا ۵/۰۳ برابر سهم خود از ظرفیت زیستی کره زمین، ردپای اکولوژیک بر جای می‌گذارد. پس از آمریکا به ترتیب اقیانوسیه، اروپا و آسیا ۴/۴۵، ۲/۹۷ و ۱/۵۲ برابر سهم خود از ظرفیت زیستی کره زمین ردپای اکولوژیک برجای می‌گذارند. قاره آفریقا تنها از ۰/۷۷ ظرفیت زیستی خود بهره می‌برد. بیشترین ردپای کربن در قاره‌های آمریکا، اقیانوسیه، اروپا و آسیا دیده می‌شود. ایران با ۶۰۴۰۰۰۰۰ هکتار جهانی رتبه ۳۶ را به لحاظ ظرفیت زیستی کل بین کل کشورهای دنیا داراست ولی به لحاظ ردپای اکولوژیک با ۲۶۲۰۰۰۰۰۰ هکتار جهانی در سال، رتبه ۱۶ را دارد. ظرفیت زیستی ایران برای هر فرد با رتبه ۱۳۰ برابر با ۰/۷ هکتار جهانی است اما ردپای اکولوژیک هر فرد در ایران ۳/۲ هکتار جهانی است و رتبه ایران برای ردپای اکولوژیک هر فرد در میان سایر کشورها ۷۸ است. به عبارتی می‌توان گفت ایران ۳۳۳ درصد کسری زیستی دارد.

کلید واژه‌ها: ردپای اکولوژیک، ظرفیت زیستی، شبکه جهانی ردپای اکولوژیک، ردپای کربن، کسری/مازاد اکولوژیک، ردپای اکولوژیک هر فرد، ظرفیت زیستی برای هر فرد

سرآغاز

صنعتی شدن جوامع و افزایش مهاجرت به شهرها باعث افزایش روند تصرف منابع طبیعی زمین و استفاده روزافزون از آن‌ها شده است. در چند دهه اخیر، این رشد که با شیب صعودی نسبتاً ثابتی حرکت می‌کرد، به میزانی رسیده که حتی از ظرفیت اکولوژیکی زمین نیز بیشتر شده است. در اواسط دهه ۱۹۸۰ ردپای اکولوژیکی انسان بر روی زمین که بیانگر میزان استفاده افراد از منابع مصرفی است، از ظرفیت کره زمین بیشتر شده است و سال به سال نیز این ردپا بیشتر می‌شود. نخستین بار ماتیس واکرناگل و ویلیام ریس در دانشگاه بریتیش کلمبیا، اصطلاح و تکنیک ردپای اکولوژیکی را در کتاب ردپای اکولوژیکی ما: کاهش تاثیر انسان بر زمین (۱۹۹۵) مطرح کرده و آن را توسعه دادند (Lee et al, 2019) از منظر این دو اندیشمند، هر واحد انسانی (اعم از فرد، شهر و کشور) تاثیری بر زمین می‌گذارد. زیرا، تولیدات و خدمات طبیعت را مورد استفاده قرار می‌دهد. تاثیر اکولوژیکی آن‌ها برابر با مقدار طبیعتی است که آن‌ها برای تداوم زندگی اشغال کرده‌اند (Wackernagel, 1998 & Rees).

یکی از معیارهایی که بر اثرات اکولوژیکی انسان بر زمین تکیه دارد و مورد توجه حوزه علم و دانشگاه قرار گرفت، ردپای اکولوژیکی است. این شاخص از پنج مولفه ردپای زمین‌های ساخت و ساز شده، ردپای کربن، ردپای زمین‌های زراعی، ردپای زمین‌های ماهیگیری، ردپای محصولات جنگلی و ردپای زمین‌های چراگاهی تشکیل شده است. تحلیل اطلاعات شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی در سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهد ظرفیت زیستی قاره آمریکا به ازای هر نفر ۳/۴۵ هکتار جهانی است، در حالی ردپای اکولوژیکی قاره آمریکا به ازای هر نفر ۸/۰۴ هکتار جهانی است. به همین شکل آفریقا، آسیا، اروپا و اقیانوسیه هر کدام به ترتیب ۱/۱۸، ۰/۷۵، ۳ و ۱۲/۲۶ هکتار جهانی ظرفیت زیستی دارند، در حالی که ردپای اکولوژیکی این قاره‌ها به ترتیب ۱/۲۳، ۲/۴۳، ۴/۷۴ و ۷/۱۱ هکتار جهانی است. یعنی قاره آمریکا نسبت به قاره آفریقا ۶/۵۳ برابر بیشتر ردپای اکولوژیکی برجای می‌گذارد (Global Footprint Network, 2021) واکرناگل (۱۹۹۸) ذکر کرده است تفاوت ردپای اکولوژیکی در کشورهای فقیر دنیا ۰/۰۴ هکتار و در کشورهای ثروتمند تا ۱۲ هکتار نوسان می‌نماید (Wackernagel & Rees, 1998).

مواد و روش‌ها

روش مورد استفاده در این تحقیق به صورت روش توصیفی-تحلیلی با تکیه بر مطالعات اسنادی می‌باشد. داده‌های پژوهش به طور عمده از نوع کمی است. این داده‌ها در روش اسنادی با استفاده از اطلاعات شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی در سال ۲۰۲۱ به دست آمده است. آخرین اطلاعات این شبکه مربوط به سال ۲۰۱۷ در حوزه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی بر اساس هکتار جهانی، بر اساس تعداد کره زمین و بر اساس سهم هر نفر استخراج و مبنای محاسبات قرار گرفت.

از ردپای اکولوژیکی به عنوان یک شاخص توسعه پایدار برای تشخیص و ارزیابی شهرها با تراکم مختلف جمعیت در جهت سیر به سوی پایداری استفاده می‌کنند. در واقع می‌توان با این شاخص، فشار استفاده از منابع زیستی را بر ظرفیت برد سنجید و سنگینی بار اکولوژیکی که تهدید جدی بر اکوسیستم‌ها و پایداری آن‌هاست را برآورد نمود. زیرا، اکوسیستم‌ها توان تحمل بار سنگین و فرصت تجدیدشوندگی را در یک حد معینی دارند، در صورت استمرار فشار بر اکوسیستم تغییر غیرقابل بازگشت خواهد شد. ایده ردپای اکولوژیکی تبیین می‌نماید که فعالیت هر فرد به محیط وابسته است، این وابستگی از قبیل غذا، مسکن، حمل و نقل، انرژی و دیگر ضروریات در واحد زمین سنجیده می‌شود. این واحد زمین، واحد زمین اکولوژیکی است که برای هر فرد پاسخ نیازمندی‌های آن را داشته باشد. در حال حاضر از این شاخص به عنوان شاخص مهم سنجش و ارزیابی برای تعیین اندازه عرضه و تقاضا در حدود سرزمین استفاده می‌شود. این شاخص به صورت کمی داده‌ها را توصیف می‌نماید. برای محاسبه و دریافت واحد نهایی آن از رابطه‌ها و فرمول‌ها استفاده می‌شود. واحد سنجش آن هکتار جهانی یا ایکر است. ردپای اکولوژیکی در واحد سطح اندازه‌گیری می‌شود. یک واحد سطح برابر با یک هکتار فضای زیستی بارور، نسبت به میانگین جهانی بهره‌وری است. زمین‌ها از نظر بهره‌وری متفاوت هستند. بارورترین زمین‌ها برای کشت غلات و فقیرترین آنها برای مراتع و چرای دام مورد استفاده قرار می‌گیرند (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). بدین ترتیب واحد سطح برابر با حدود ۰/۳ هکتار از زمین‌های زراعی، نسبت به میانگین جهانی بهره‌وری است. همین واحد برابر با حدود ۰/۶ هکتار از میانگین زمین‌های جنگلی، یا ۲/۷ هکتار از میانگین زمین‌های چراگاهی، یا ۱۶/۳ هکتار دریا (ساحل) است. بنابراین یک هکتار زمین کاملاً

به توسعه پایدار معیارها و ضوابط مختلفی در این زمینه معرفی شده‌اند. مجمع جهانی اقتصاد شاخصی را به نام شاخص پایداری ESI^(۱) براساس ۲۹ مولفه (کیفیت هوا، آب، تنوع زیستی، آلودگی زیستی، بهداشت محیط و...) معرفی کردند که بر اساس آن شاخص، کیفیت و وضعیت محیط زیست کشورها سنجیده می‌شود. علاوه بر آن، معیار دیگری نظیر شاخص عملکرد EPI^(۲) بر اساس ۲۵ مولفه در ۲ گروه، شادابی اکوسیستم و بهداشت محیط زیست (شاخص کیفیت آب و هوا، انتشار دی‌اکسید کربن، میزان آفت‌کش‌ها و ...) معرفی شد، این شاخص عملکرد کشورها را در قالب سیاست‌های عمومی و حفظ محیط زیست مورد ارزیابی قرار می‌دهد. همچنین معیارهای دیگری چون مفهوم ظرفیت برد (CCC)^(۳) حدود تغییر قابل قبول سیستم (LAC)^(۴)، ظرفیت زیستی محیط (EBC)^(۵)، ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA)^(۶) در این زمینه به وجود آمد (رضی، ۱۳۹۴).

تعبیر ردپای اکولوژیکی به عنوان شاخص پایداری ایده ظرفیت تحمل یا ظرفیت برد را به وجود آورد. ظرفیت برد «حداکثر جمعیتی که زمین می‌تواند نیازهای آن‌ها را به طور نامحدود تامین کند» (شاهینی‌فر و حبیبی، ۱۳۹۴). در واقع یک قطعه از زمین می‌تواند نیازهای تعداد معینی از انسان‌ها را تامین کند و زمانی که این تعداد از ظرفیت زمین فراتر می‌رود منابع مورد نیاز کاهش یافته و نایاب می‌شود، بنابراین جمعیت وارد فاز بازگشت یا مرگ می‌شود (Global Footprint Network, 2021). ویلسن (۲۰۰۵) می‌نویسد که با تجزیه و تحلیل ردپای اکولوژیکی، می‌توان وسعتی از زمین را برای تامین نیازهای افراد ساکن در آن برآورد کرد و نشان داد که در کدام ناحیه و کجا بر منابع فشار بیشتری وارد شده‌است. بنابراین در ارزیابی ردپای اکولوژیکی در مقیاس‌های مختلف (فرد، شهر، کشور، جهان) می‌توان رقمی را برای رابطه انسان با اکوسیستم یا طبیعت معرفی کرد، که آن انعکاس میزان فشاری است که انسان بر محیط زیست وارد می‌نماید. شاخص ردپای اکولوژیکی بازگوکننده مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات) به میزان مقدار زمین، یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تامین کرده و یا اینکه زواید تولیدی آن‌ها را جذب نماید (صمدپور و فریادی، ۱۳۸۷). ردپای اکولوژیکی وابسته به سبک، شیوه زندگی و خدماتی است که انسان از طبیعت اخذ می‌کند (Global Footprint Network, 2021).

سیتل (۲۰۰۴) سه فرض را برای محاسبه ردپای اکولوژیکی و برآورد آن ذکر می‌کند. نخست- میزان مصرف غذا، مسکن، حمل

بارور، نشان‌دهنده‌ی میزان بیشتری از واحد سطح نسبت به همان مقدار زمین نه چندان بارور است. مساحت تمام زمین‌ها بر حسب ظرفیت آنها برای تولید «زیست توده» سنجش می‌شود و دریا نیز برحسب تولید مواد پروتئینی برای مصرف انسان اندازه‌گیری می‌شود. روش «واحد سطح» مقیاس کاملی از ردپای اکولوژیکی مناطق و کشورهای مختلف را برحسب انواع کاربری اراضی، اراضی ساخته‌شده، ظرفیت‌های زیستی و کمبودهای اکولوژیکی برآورد می‌کند. از جمله داده‌های مورد نیاز برای تحلیل می‌توان به مصرف آب و انرژی اشاره کرد (اسماعیل زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

منطقه مورد مطالعه

از آنجایی که موضوع این تحقیق «بررسی و مقایسه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی پنج قاره و جایگاه ایران بر اساس آمار شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی» است. بنابراین، اطلاعات مربوط به ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی پنج قاره بر اساس مولفه‌های پنج‌گانه و همچنین جایگاه ایران از آمار شبکه ردپای اکولوژیکی جهانی استخراج و تحلیل شد.

ردپای اکولوژیکی و دو دیدگاه اصلی برای محاسبه آن

نخستین ایده ردپای اکولوژیکی این است که فعالیت هر فرد در هر گوشه از زمین نوعی رابطه با زمین دارد و آن از طریق استفاده از منابع، تولید مواد زاید و استفاده از خدمات تولید شده اکوسیستم‌ها برقرار می‌شود. در حال حاضر از آن به‌عنوان شاخص مهم سنجش و ارزیابی برای تعیین اندازه عرضه و تقاضای منابع تجدیدشونده استفاده می‌شود و به این پرسش، پاسخ می‌دهد که چه مقدار از ظرفیت زمین برای عرضه و تقاضای هر انسان در مقیاس محلی و در مقیاس جهانی مورد نیاز است (رضی، ۱۳۹۴). همچنین واگرنالگ (۲۰۱۰) در مورد ردپای اکولوژیکی این سوال را مطرح کرده است که چه مقدار از ظرفیت زمین در اختیار بشر قرار دارد و از این طریق می‌توان محدودیت‌های اکوسیستم‌ها را نیز شناسایی کرد. شناسایی و محاسبه حد مصرف که هر فرد از منابع می‌نماید و سنجش آن در یک معیار مناسب برای برنامه‌ریزی و رفتار سالم انسان در محیط زیست حایز اهمیت است (رضی، ۱۳۹۴). رشد جمعیت و استفاده نامناسب از منابع به عنوان نیروهای پیشران، فشار بر منابع خاک، آب، پوشش گیاهی مناطق و ... را بیشتر می‌نماید. راهکارهای توسعه پایدار علاوه بر حفظ حقوق نسل کنونی سعی در حفظ حقوق نسل‌های آتی نیز دارد. برای رسیدن

کردند و آن به نام روش مکان‌محور معروف است. در این روش بر خلاف دو روش قبلی که یک متد خاص برای محاسبه ردپا در تمام مقیاس‌ها و نیز در تمام نقاط جهانی ارایه شده و آزادی عمل بیشتری در اختیار محقق قرار می‌دهد تا بتواند شرایطی که در محیط مورد مطالعه حاکم است را با این روش محاسبه کند (رضی، ۱۳۹۴).

رابطه یکم: در بخش مصرف غذایی، برای محاسبه ردپای اکولوژیکی نیاز است که مقدار ضایعات قبل از مصرف لحاظ شود. در واقع مصرف سالانه برابر است با مجموع مقادیر غذایی و مقدار ضایعات (Wackernagel & Rees, 1998).

رابطه (۱): مصرف سالانه = Efood+ Ewaste

رابطه دوم: ردپای اکولوژیکی در شکل اولیه از رابطه ذیل حاصل می‌شود (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۶):

$$EF = \frac{D_{\text{annual}}}{Y_{\text{annual}}} \quad \text{رابطه (۲):}$$

در رابطه فوق EF ردپای اکولوژیکی، D تقاضای سالانه یک محصول و Y عرضه سالیانه همان محصول می‌باشد. رابطه سوم: به دست آوردن ردپای اکولوژیکی برای جمعیت منطقه مورد برنامه‌ریزی (N)، با محاسبه حاصل ضرب متوسط ردپای اکولوژیکی هر نفر در اندازه جمعیت می‌باشد (Wackernagel & Rees, 1998).

رابطه (۳): (EFP= N* EF)

رابطه چهارم: طبق محاسبات یک گیگا ژول GJ سوخت فسیلی حدود ۱۸ کیلوگرم کربن به اتمسفر وارد می‌کند. یک هکتار جنگل به طور متوسط در یک سال می‌تواند ۱۰۰ گیگا ژول سوخت فسیلی را جذب نماید یعنی ظرفیت جذب سالانه جنگل‌ها ۱/۸ تن کربن در هکتار می‌باشد (شاهینی‌فر و حبیبی، ۱۳۹۴).

رابطه (۴): 100 gj/yr * 18 kg/ gil= 1.8 ton/yr

رابطه پنجم: یک کیلوژول نفت یا گاز برابر است با ۲ کیلوژول ذغال سنگ. برای حصول یک کیلوژول سوخت مایع ۲ کیلوژول ذغال سنگ لازم است. رابطه زیر نسبت تبدیل بین چوب، ذغال سنگ، سوخت مایع و گاز را بیان می‌کند (شاهینی‌فر و حبیبی، ۱۳۹۴).

رابطه (۵):

$$2 \text{ kj timber} = 2 \text{ kj (coal)} = 1 \text{ kj (liquid fuel)} = 1 \text{ kj (gas)}$$

و نقل، کالاها و خدمات که جمعیت از طبیعت اخذ می‌نمایند؛ دوم- مقدار مصرف یک جمعیت در محدوده سرزمین و استعداد آن زمین برای تولید کالاهای مصرفی، خدمات و حمل و نقل؛ سوم- ردپای اکولوژیکی جمعیت برابر با مقدار زمین مورد استفاده برای تولید مناسب کالاهای مصرف‌شده توسط جمعیت می‌باشد (رضی، ۱۳۹۴). بنابراین مفروضات ابتدا مصرف نیاز مندی‌های اولیه (غذا، انرژی، آب، ...) از طریق تقسیم کل مصرف بر تعداد جمعیت یعنی تخمین سرانه مواد اصلی مصرفی بر اساس داده‌های منطقه بر اساس کل جمعیت آن منطقه؛ تخمین زمین اختصاص داده شده برای هر نفر جهت تولید اقلام مصرفی بر اساس میانه مصرف سالانه (مورد مصرفی) و میانه تولید سالانه به نسبت بازده زمین، یعنی سرانه زمین‌های تخصیص داده شده جهت تولید هر کدام از این اقلام مصرفی مشخص می‌شود. سپس میانگین کل سرانه ردپای اکولوژیکی با جمع کردن کل مناطق اکوسیستم تخصیص داده شده برای هر فرد به منظور تعیین سالانه مصرف کالا و خدمات محاسبه می‌شود (صمدپور و فریادی، ۱۳۸۶).

روش‌هایی که در چارچوب تحلیل ردپای اکولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند غالباً به صورت قیاسی و استقرایی محاسبه می‌شوند. روش ترکیبی بر اساس داده‌های مصرف ملی قرار دارد و لذا برای محاسبات ردپای اکولوژیکی ملی مناسب است. این روش بیش از ۵۰ منبع حیاتی را برحسب مصرف تحلیل می‌کند و همچنین محاسبه انرژی کلی را نیز برقرار می‌نماید. روش قیاسی از ارقام کشاورزی یا بیولوژیکی برای تبدیل مقادیر مصرف به مقادیر زمین مولد زیستی استفاده می‌کند، سپس گروه‌ها با هم جمع می‌شوند و ارزش ردپای اکولوژیکی حاصل می‌شود. طبقه‌بندی مصارف در روش قیاسی به تفکیک اجزا صورت گرفته و در تحلیل‌های منطقه‌ای از آن استفاده می‌شود. در این روش ابتدا مقدار فعالیت انجام شده به واسطه جمعیت تعیین می‌شود، سپس انرژی‌ها به کاربری زمین اصلی و سرانجام به واحد مساحت جهانی تبدیل می‌شوند تا امکان مقایسه با سایر بخش‌ها و مناطق فراهم آید. بنابراین روش استقرایی تصویر کامل‌تر از تولید مواد و نیز تفاوت معنادار بین تولیدات اولیه (تولیدات کشاورزی و معدنی) و تولیدات ثانویه (تولیدات صنعتی) ارایه می‌دهد (رضی، ۱۳۹۴). با کوچک شدن پایداری در مقیاس‌های کوچک در سال‌های اخیر، روش جدید محاسبه ردپای اکولوژیکی ارایه شده است که در واقع برگرفته از دو روش قبلی است و این روش مکمل هر دو روش بالا می‌باشد. گوتلیب، میاد کیسنگر و دن موران این روش را ارایه

نتایج ردپای اکولوژیک در افزایش آگاهی‌های عمومی و سیاسی نسبت به محیط طبیعی که توسط انسان اتفاق می‌افتد، مفید است. تحلیل‌های ردپای اکولوژیک در تهیه اطلاعات قابل توجه از سطح فعلی وابستگی انسان روی اکوسیستم بسیار مفید است. ردپای اکولوژیک بر خورد انسان را با زمین در یک الگوی روشن و واضح نشان می‌دهد (Global Footprint Network, 2021). اما آنچه که ادعای کلیت ردپای اکولوژیک را نقد می‌کند این است که شاخص ردپای اکولوژیک بیشتر با داده‌های کمی سر و کار دارد، درحالی‌که طیف وسیعی از کنش‌های انسان با طبیعت در پرتو داده‌های کیفی انعکاس می‌یابد. از طرف دیگر در مفهوم ردپای اکولوژیک همه انسان‌های یک جامعه به شکل یکسان فرض می‌شود درحالی‌که، اثرات انسان‌ها در طبقات مختلف، متفاوت است. برخی عواید بیشتر، مصرف بیشتر و زواید و پسماندهای بیشتر دارند و بیشتر از طبیعت استفاده می‌کنند (Lee et al, 2019). شاخص ردپای اکولوژیک تا حدی می‌تواند برای سنجش و ارزیابی سرزمین‌های اکولوژیک یا اکوسیستم‌ها، معیاری علمی باشد ولی نواقص و مشکلات خود را نیز دارد. مزایا و معایب تحلیل ردپای اکولوژیک در جدول (۱) آمده است.

رابطه ششم: فرض بر این است که یک هکتار جنگل در سال به طور متوسط ۲/۳ مترمکعب چوب بهروری داشته‌باشد. تراکم متوسط هر متر مکعب چوب خشک نیز ۵۲۰ کیلوگرم است. هر کیلوگرم چوب خشک حاوی ۲۰ مگاژول انرژی می‌باشد. به طور متوسط سالانه یک هکتار از جنگل‌های روی زمین می‌باشد که می‌تواند ۲۴ گیگا ژول انرژی انباشت نماید (شاهینی فر و حبیبی، ۱۳۹۴).

رابطه (۶):

$$2.3 \text{ m}^3 \text{ ha/ yr} * 520 \text{ kg} * 20 \text{ mj} = 1000 \text{ (mj/gj)} 24 \text{ gj ha/ yr}$$

رابطه هفتم: بهره‌وری انرژی بیوشیمیایی از اکوسیستم‌های جنگلی، متوسط جذب هر هکتار جنگل در سال ۱/۸ تن دی اکسید کربن بوده و در بیشتر جنگل‌ها یک کیلوگرم از کربن معادل ۴۴ مگاژول انرژی بیوشیمیایی است. از این رو انباشتگی انرژی بیوشیمیایی در جنگل‌ها از رابطه ذیل محاسبه می‌شود (شاهینی فر و حبیبی، ۱۳۹۴).

رابطه (۷): $1.8 \text{ t ha/ yr} * 44 \text{ gj/t} = 79 \text{ gj ha/ yr}$

مزایا و معایب روش ردپای اکولوژیک

جدول (۱): مزایا و معایب تحلیل ردپای اکولوژیک (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۲)

مزایا	معایب
ردپای اکولوژیک، شاخص جمعی ارایه می‌دهد که هم از نظر علمی قدرتمند بوده و هم شناخت و درک آن توسط افراد غیرمتخصص آسان است.	روش ردپای اکولوژیک تنها شامل مصرف منابع و تولید ضایعاتی است که مستلزم نواحی زمین است.
از این روش می‌توان برای سطوح مختلف مصرف از یک فرد تا سطح یک کشور و حتی جمعیت جهان استفاده نمود.	مشکل آفرین‌ترین بعد و جنبه، ایده جمع‌بندی گروه‌های مختلف زمین در یک عدد واحد است.
ردپای اکولوژیک، امکان ترکیب گروه‌های مختلف مصرف و نیز اثرات محیطی آن را در یک تحلیل واحد میسر می‌سازد.	این شاخص بیشتر روی مسایل کمی تاکید دارد و کمتر مسایل کیفی را در نظر می‌گیرد.
از آنجایی که این روش یک مقدار واحد ارایه می‌نماید بنابراین قابلیت مقایسه‌های کلی و جزئی را دارد.	شاخص ردپای اکولوژیک، تغییر فناوری را نادیده می‌گیرد.
در این روش عدالت اجتماعی نیز مدنظر قرار می‌گیرد.	این شاخص در سطح منطقه‌ای بیشتر مبتنی بر احتمالاتی است که اتفاق می‌افتد، که قسمتی از آن ناشی از کمبود اطلاعات در سطح ملی و منطقه‌ای است.
تحلیل ردپای اکولوژیک هم روش آموزشی بوده و هم انگیزه‌بخش می‌باشد.	یکسان‌نگری و عدم تعیین محل مصرف و تولید محصولات و آلاینده‌ها.

یافته‌ها

ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک جهان طی سال‌های

۱۹۶۱ تا ۲۰۱۷

بر اساس گزارش ارایه‌شده توسط شبکه جهانی ردپای اکولوژیک در سال ۲۰۲۱، ردپای اکولوژیک بر مبنای نوع زمین در سال ۲۰۱۷،

ردپای ساخت و ساز ۴۷۶۲۷۴۱۱۷ هکتار جهانی، ردپای کربن ۱۲۷۹۳۴۱۶۸۳۵ هکتار جهانی، ردپای زمین‌های زراعی ۳۸۹۲۸۹۲۸۴۰ هکتار جهانی، ردپای ماهیگیری ۶۸۲۳۸۰۳۰۶ هکتار جهانی، ردپای تولیدات جنگلی ۲۰۵۸۳۱۵۲۷۸ هکتار جهانی و ردپای زمین‌های چراگاهی ۱۰۲۲۸۱۴۰۲۱ هکتار جهانی است.

زراعی طی این سال‌ها از ۱۴۰۷۰۶۸۴۳۹ هکتار جهانی به ۳۸۹۲۸۹۲۸۴۰ هکتار جهانی رسیده‌است. ردپای ماهیگیری از ۲۹۳۸۵۵۳۴۲ هکتار جهانی به ۶۸۲۳۸۰۳۰۶ هکتار جهانی رسیده‌است. ردپای محصولات جنگلی از ۱۳۲۵۰۸۲۴۲۹ هکتار جهانی به ۲۰۵۸۳۱۵۲۷۸ هکتار جهانی رسیده و ردپای چراگاهی طی این سال‌ها از ۸۲۱۰۵۶۴۷۱ هکتار جهانی به ۱۰۲۲۸۱۴۰۲۱ هکتار جهانی رسیده‌است (Global Footprint Network, 2021).

همچنین جدول (۲) نشان می‌دهد: ردپای اکولوژیک کل با سیری صعودی از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۱۷ از ۷۰۲۰۲۲۵۳۹۰ هکتار جهانی به ۲۰۹۲۶۰۹۳۳۹۸ هکتار جهانی رسیده‌است (Global Footprint Network, 2021). ردپای اکولوژیک ساخت و ساز از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۱۷ از ۸۱۴۱۵۵۲۳ هکتار جهانی به ۴۷۶۲۷۴۱۱۷ هکتار جهانی رسیده‌است. ردپای کربن از سال ۱۹۹۱ تا سال ۲۰۱۷ از ۳۰۹۱۷۴۷۱۸۵ هکتار جهانی به ۱۲۷۹۲۳۴۱۶۸۳۵ هکتار جهانی رسیده‌است. ردپای زمین‌های

جدول (۲): ظرفیت زیستی جهان طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۷

ردپای اکولوژیک کل	زمین‌های چراگاهی	محصولات جنگلی	زمین‌های ماهیگیری	زمین‌های زراعی	کربن	ساخت و ساز	مولفه‌های ردپای اکولوژیکی
۹۶۱۲۱۱۲۵۸۱	۱۴۹۵۷۳۱۰۷۶	۵۵۰۰۲۴۱۱۵۶	۱۱۲۷۶۵۶۳۸۷	۱۴۰۷۰۶۸۴۳۹	۰	۸۱۴۱۵۵۲۳	سال ۱۹۶۱
۹۶۱۲۱۱۲۵۸۱	۱۵۲۹۰۷۴۳۸۰	۵۳۴۸۱۶۷۷۳۵	۱۰۷۸۵۰۸۶۴۲	۲۶۱۴۸۶۵۹۴۲	۰	۲۴۰۶۷۲۸۴۹	سال ۱۹۹۰
۱۲۰۶۶۸۳۷۵۹۱	۱۴۹۶۸۱۴۳۷۳	۵۱۰۲۴۲۲۰۲۵	۱۰۹۸۴۳۴۲۳۵	۳۸۹۲۸۹۲۸۴۰	۰	۴۷۶۲۷۴۱۱۷	سال ۲۰۱۷

یافته‌است. اطلاعات کل مولفه‌ها در جدول (۳) نشان می‌دهد در سال ۱۹۶۱ ردپای اکولوژیک کل، برابر ظرفیت کره زمین بوده‌است و در سال ۲۰۱۷ این عدد به ۱/۷۳ برابر رسیده‌است. همان‌طور که مولفه‌های ردپای اکولوژیک نشان می‌دهد مولفه کربن در سال ۲۰۱۷، ۱/۰۶ برابر ظرفیت کره زمین شده‌است (Global Footprint Network, 2021).

از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۱۷ در مولفه ساخت و ساز از ۰/۰۱ به ۰/۰۴، مولفه ردپای کربن از ۰/۳۲ به ۱/۰۶، مولفه ردپای زمین‌های زراعی از ۰/۱۵ به ۰/۳۲، مولفه زمین‌های ماهیگیری از ۰/۰۳ به ۰/۰۶ و مولفه ردپای محصولات جنگلی از ۰/۱۴ به ۰/۱۷ افزایش یافته و مولفه زمین‌های چراگاهی از ۰/۰۹ به ۰/۰۸ کاهش

جدول (۳): ردپای اکولوژیک بر اساس ظرفیت موجود (تعداد کره زمین) در سال ۲۰۱۷

ردپای اکولوژیک کل	زمین‌های چراگاهی	محصولات جنگلی	زمین‌های ماهیگیری	زمین‌های زراعی	کربن	ساخت و ساز	مولفه‌های ردپای اکولوژیکی
۰/۷۳	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۱	سال ۱۹۶۱
۱/۲۹	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۷۱	۰/۰۲	سال ۱۹۹۰
۱/۷۳	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۳۲	۱/۰۶	۰/۰۴	سال ۲۰۱۷

ردپای اکولوژیک کشورهای ۵ قاره بر مبنای هکتار جهانی بررسی ردپای اکولوژیک قاره‌ها نشان می‌دهد آسیا با دارا بودن ۱۰۵۶۵۸۱۳۸۹۲ هکتار جهانی رتبه اول را داراست. اروپا با ۳۱۷۳۳۷۸۲۵۵ هکتار جهانی رتبه دوم و آمریکا، آفریقا و اقیانوسیه به ترتیب در مراتب بعدی قرار دارند. ظرفیت زیستی هر یک از قاره‌ها با پنج مولفه ساخت و ساز، کربن، زمین‌های زراعی، زمین‌های ماهیگیری، محصولات جنگلی، زمین‌های چراگاهی در جدول (۵) آمده‌است (Global Footprint Network, 2021).

ظرفیت زیستی کشورهای ۵ قاره بر مبنای هکتار جهانی بررسی ظرفیت زیستی موجود قاره‌ها نشان می‌دهد آسیا با دارا بودن ۳۲۷۸۰۶۰۹۶۲ هکتار جهانی رتبه اول را داراست. اروپا با ۲۰۱۰۹۴۶۴۷۱ هکتار جهانی، رتبه دوم و آفریقا، آمریکا و اقیانوسیه به ترتیب در مراتب بعدی قرار دارند. ظرفیت زیستی هر یک از قاره‌ها با پنج مولفه ساخت و ساز، کربن، زمین‌های زراعی، زمین‌های ماهیگیری، محصولات جنگلی، زمین‌های چراگاهی در جدول (۴) آمده‌است (Global Footprint Network, 2021).

جدول (۴): ظرفیت زیستی قاره‌ها با مولفه‌های پنج‌گانه در سال ۲۰۱۷ (بر حسب هکتار جهانی)

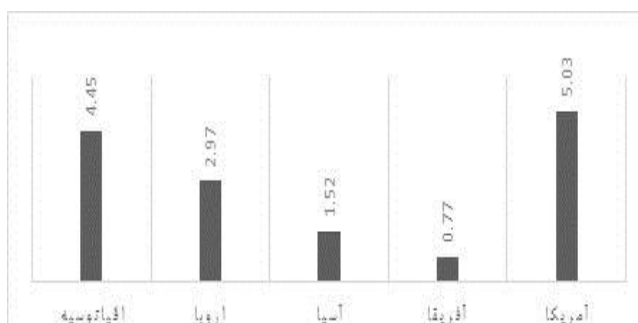
نام قاره	ساخت و ساز	کربن	زمین‌های زراعی	زمین‌های ماهیگیری	محصولات جنگلی	زمین‌های چراگاهی	ظرفیت زیستی کل
آمریکا	۲۳۶۲۵۴۱۲	۰	۴۱۴۶۱۶۱۹۱	۱۰۵۹۴۸۹۹۸	۴۹۱۲۹۴۰۰۷	۸۳۱۴۸۶۶۰	۱۱۱۸۶۳۳۲۶۸
آفریقا	۵۱۸۹۵۳۳۳	۰	۳۷۲۲۵۱۳۱۶	۷۱۱۴۶۸۲۲	۳۷۸۱۴۰۴۷۹	۳۴۳۰۸۶۶۵۳	۱۲۱۶۵۲۰۶۰۳
آسیا	۳۱۴۹۶۰۴۵۱	۰	۱۷۰۰۵۵۴۸۷۵	۳۵۱۲۸۶۰۹۴	۶۴۲۸۷۴۹۳۹	۲۶۸۳۸۴۶۰۳	۳۲۷۸۰۶۰۹۶۲
اروپا	۵۷۸۱۲۷۲۲	۰	۵۲۹۲۵۴۷۰	۲۸۶۷۰۳۰۲۶	۱۰۳۴۵۴۰۶۸۱	۱۰۲۶۴۴۵۷۲	۲۰۱۰۹۴۶۴۷۱
اقیانوسیه	۱۴۲۴۳۹۶	۰	۶۷۰۴۷۴۰۴	۷۴۵۲۴۰۹۷	۴۷۰۵۰۱۶۴	۱۲۰۹۱۵۲۱۸	۳۱۰۹۶۱۲۸۰

جدول (۵): ردپای اکولوژیک پنج قاره با مولفه‌های پنج‌گانه در سال ۲۰۱۷ (بر حسب هکتار جهانی)

نام قاره	ساخت و ساز	کربن	زمین‌های زراعی	زمین‌های ماهیگیری	محصولات جنگلی	زمین‌های چراگاهی	ردپای اکولوژیک کل
آسیا	۳۱۴۹۶۰۴۵۱	۶۸۰۷۷۲۹۲۴۰	۲۰۲۳۷۱۶۱۷۰	۳۳۵۲۳۴۰۳۸	۷۴۶۴۶۶۱۱۷	۳۳۷۷۰۷۸۷۵	۱۰۵۶۵۸۱۳۸۹۲
اروپا	۵۷۸۱۲۷۲۲	۱۹۶۲۹۰۷۵۶۹	۵۳۳۷۱۲۳۴۸	۱۰۲۰۱۹۱۸۴	۳۸۶۱۴۱۴۲۳	۱۳۰۷۸۵۰۰۸	۳۱۷۳۳۷۸۲۵۵
آمریکا	۲۳۶۲۵۴۱۲	۱۸۶۲۸۸۸۶۰۸	۳۰۶۵۳۹۸۶۱	۴۵۶۴۰۳۵۲	۲۷۰۱۹۱۰۰۱	۹۸۵۱۹۶۷۲	۲۶۰۷۴۰۴۹۰۶
آفریقا	۵۱۸۹۵۳۳۳	۳۳۰۰۳۶۳۸۸	۳۸۳۹۷۲۴۹۵	۵۰۲۱۹۸۰۵	۲۸۲۷۱۰۵۳۶	۱۷۰۴۱۴۸۰۵	۱۲۶۹۲۴۹۳۶۳
اقیانوسیه	۱۴۲۴۳۹۶	۱۱۰۱۷۰۱۸۰	۳۴۰۲۲۵۴۸	۳۳۷۴۶۱۸	۲۴۳۰۸۰۰۴	۷۰۶۰۸۱۲	۱۸۰۳۶۰۵۶۰

ردپای اکولوژیک کشورهای ۵ قاره بر مبنای سهم از ظرفیت زیستی (تعداد کره زمین)

بررسی ردپای اکولوژیک قاره‌ها بر مبنای سهم از ظرفیت زیستی نشان می‌دهد آمریکا ۵/۰۳ برابر بیشتر از ظرفیت زیستی‌اش ردپای اکولوژیک بر جای می‌گذارد. پس از آن اقیانوسیه، اروپا و آسیا ۴/۴۵، ۲/۹۷ و ۱/۵۲ برابر ظرفیت زیستی‌شان ردپای اکولوژیک بر جای می‌گذارند. ردپای اکولوژیک هر یک از قاره‌ها بر مبنای سهم‌شان از ظرفیت زیستی با پنج مولفه ساخت و ساز، کربن، زمین‌های زراعی، زمین‌های ماهیگیری، محصولات جنگلی، زمین‌های چراگاهی در جدول (۶) و نمودار (۱) آمده‌است. Global Footprint Network, (2021)



نمودار شماره (۱): ردپای اکولوژیک پنج قاره در سال ۲۰۱۷ (بر حسب تعداد کره زمین)

البته باید متذکر شد که اثرات هر فرد بر محیط‌زیست جهان تفاوت‌های زیادی را در بین کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه نشان می‌دهد. کشورهای توسعه یافته به دلیل استانداردهای زندگی و درآمدهای بیشتر، منابع بیشتری را مصرف کرده و آلاینده‌های بیشتری را در محیط‌زیست تخلیه می‌کنند. به عنوان مثال در ایالات متحده آمریکا به ازای هر فرد حدود ۳۵۲ کیلوگرم فولاد مصرف می‌شود، حال آنکه در کشور چین ۹۸ کیلوگرم و در هند تنها ۲۴ کیلوگرم به ازای هر فرد فولاد مصرف می‌شود (پوراصغر و همکاران، ۱۳۹۹). از سوی دیگر میزان انتشار آلاینده‌های حاصل از این دو گروه از کشورها تفاوت‌های زیادی را نشان می‌دهد. در حالی که در سال ۲۰۱۱ هر آمریکایی ۱۹/۱۸ تن دی‌اکسید کربن در جو زمین منتشر کرده است، این مقدار برای یک شهروند چینی معادل ۹۱/۴ تن و برای یک شهروند هندی ۳۱/۱ تن بوده است. به این ترتیب مشاهده می‌شود اثراتی که یک فرد در کشورهای توسعه یافته بر منابع و محیط‌زیست کره زمین تحمیل می‌نمایند به مراتب بیش از کشورهای در حال توسعه و فقیر است که این موضوع را می‌توان در ردپای اکولوژیکی این کشورها مشاهده کرد (پوراصغر و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول (۶): ردپای اکولوژیک پنج قاره با مولفه‌های پنجگانه در سال ۲۰۱۷ (بر حسب تعداد کره زمین)

نام قاره	ساخت و ساز	کربن	زمین‌های زراعی	زمین‌های ماهیگیری	محصولات جنگلی	زمین‌های چراگاهی	ردپای اکولوژیک کل بر مبنای تعداد کره زمین
آمریکا	۰/۰۵	۳/۵۹	۰/۵۹	۰/۰۹	۰/۵۲	۰/۱۹	۵/۰۳
آفریقا	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۱	۰/۷۷
آسیا	۰/۰۵	۰/۹۸	۰/۲۹	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۵	۱/۵۲
اروپا	۰/۰۵	۱/۸۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳۶	۰/۱۲	۲/۹۷
اقیانوسیه	۰/۰۴	۲/۷۲	۰/۸۴	۰/۰۸	۰/۶	۰/۱۷	۴/۴۵

ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک ۵ قاره به ازای یک نفر

بررسی ردپای اکولوژیک قاره‌ها بر مبنای سهم یک نفر نشان می‌دهد آمریکا به ازای یک نفر ۳/۴۵ هکتار جهانی ظرفیت زیستی دارد اما ردپایی برابر با ۸/۰۴ هکتار جهانی برجای می‌گذارد. آفریقا به ازای یک نفر ۱/۱۸ هکتار جهانی ظرفیت زیستی دارد و ۱/۲۳ هکتار جهانی ردپای اکولوژیکی برجای می‌گذارد. آسیا ۰/۷۵ ظرفیت زیستی به ازای یک نفر دارد ولی ردپای اکولوژیکی برابر

با ۲/۴۳ هکتار جهانی باقی می‌گذارد. در نهایت اقیانوسیه ۱۲/۲۶ هکتار جهانی ظرفیت زیستی دارد ولی ۷/۱۱ هکتار جهانی ردپا باقی می‌گذارد. ردپای اکولوژیک به ازای یک نفر در هر یک از قاره‌ها با پنج مولفه ساخت و ساز، کربن، زمین‌های زراعی، زمین‌های ماهیگیری، محصولات جنگلی، زمین‌های چراگاهی در نمودار (۲) آمده‌است.

نمودار (۲): ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک پنج قاره به ازای یک نفر در سال ۲۰۱۷



تحلیل جایگاه ایران از دید ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیک

ظرفیت زیستی ایران در سال ۲۰۱۷ برابر با ۶۰۴۴۰۲۵۳ هکتار جهانی است اما ردپای اکولوژیکی برجای گذاشته شده توسط ایران برابر با ۲۶۱۷۰۵۹۹۰ هکتار جهانی است. آمار ردپای اکولوژیکی بر اساس تعداد کره زمین نشان می‌دهد کشور ایران ۲/۰۲ برابر ظرفیت زیستی خود ردپای اکولوژیکی بر جای می‌گذارد. ظرفیت

زیستی هر نفر در ایران برابر با ۰/۷۴ هکتار جهانی است اما هر نفر ایرانی ۳/۲۲ هکتار جهانی ردپای اکولوژیکی بر جای می‌گذارد. همانطور که آمارها نشان می‌دهد ردپای کربن بالاترین مقدار را در میان مولفه‌های ردپای اکولوژیکی دارد به عبارتی ایران ۱/۴۵ برابر ظرفیت زیستی خود ردپای کربن برجای می‌گذارد. هر فرد ایرانی ۲/۳۲ هکتار جهانی ردپای کربن بر جای می‌گذارد (Global Footprint Network, 2021).

جدول (۷): ردپای اکولوژیک و ظرفیت زیستی ایران با مولفه‌های پنجگانه در سال ۲۰۱۷

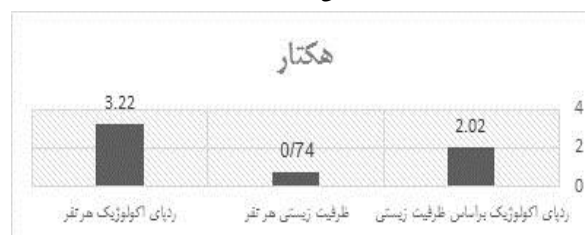
شاخص‌ها	ساخت و ساز	کربن	زمین‌های زراعی	زمین‌های ماهیگیری	محصولات جنگلی	زمین‌های چراگاهی	ظرفیت زیستی / ردپای اکولوژیک کل
ظرفیت زیستی (هکتار جهانی)	۵۹۸۰۹۶۴	۰	۲۹۲۳۱۰۳۵	۱۵۰۰۱۸۹۶	۴۷۴۹۱۱۷	۵۴۷۷۲۴۲	۶۰۴۴۰۲۵۳
ردپای اکولوژیکی (هکتار جهانی)	۵۹۸۰۹۶۴	۱۸۱۷۹۱۷۹۳۸	۴۱۸۵۱۲۰۵	۱۲۷۸۷۳۷۴	۵۳۴۸۹۰۷	۷۸۱۹۶۰۲	۲۶۱۷۰۵۹۹۰
ردپای اکولوژیک براساس تعداد کره زمین	۰/۰۵	۱/۴۵	۰/۳۲	۰/۱	۰/۰۴	۰/۰۶	۲/۰۲
ظرفیت زیستی هر نفر	۰/۰۷	۰	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۷۴
ردپای اکولوژیک هر نفر	۰/۰۷	۲/۳۲	۰/۵۲	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۱	۳/۲۲

مصرفی و مقایسه آن با ظرفیت زیستی می‌تواند راهکاری موثر در راستای پیشگیری از هدر رفت منابع طبیعی باشد.

کل ردپای اکولوژیک بر جای گذاشته شده از سوی بشر از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۱۷ رشد ۲۹۸ درصدی داشته است. بررسی مولفه‌های ردپای اکولوژیک گویای آن است که ردپای اکولوژیک ساخت و ساز طی این سال ۵۸۵ درصد رشد داشته است. ردپای کربن با ۴۱۳ درصد رشد، رتبه دوم را در میان مولفه‌ها دارد. ردپای زمین‌های زراعی، ردپای ماهیگیری، ردپای محصولات جنگلی و ردپای چراگاهی به ترتیب با ۲۷۶ درصد، ۲۳۲ درصد، ۱۵۵ درصد و ۱۲۴ درصد رشد رتبه‌های سوم تا پنجم را در میان مولفه‌های ردپای اکولوژیک دارند. بررسی ردپای اکولوژیک با در نظر گرفتن ظرفیت زیستی موجود کره زمین نشان می‌دهد ردپای اکولوژیک کل، ۲/۴ برابر شده و از ۰/۷۳ برابر ظرفیت کره زمین در سال ۱۹۶۱ به ۱/۷۳ برابر ظرفیت زمین در سال ۲۰۱۷ رسیده است. در مولفه ساخت و ساز بهره‌کشی و ایجاد ردپای اکولوژیک ۴ برابر شده است و از ۰/۰۱ به ۰/۰۴ رسیده است. ردپای کربن ۳/۳ برابر، ردپای زمین‌های زراعی ۲/۱ برابر، زمین‌های ماهیگیری ۲ برابر و مولفه ردپای محصولات جنگلی از ۰/۸ برابر شده است و ردپای زمین‌های چراگاهی طی این سال‌ها ۰/۱۲ کاهش یافته است. اطلاعات کل مولفه‌ها در جدول (۳) نشان می‌دهد در سال ۱۹۶۱ همان‌طور که مولفه‌های ردپای اکولوژیک نشان می‌دهد مولفه کربن در سال ۲۰۱۷، ۱/۰۶ برابر ظرفیت کره زمین شده است (Global Footprint Network, 2021).

بررسی ظرفیت زیستی موجود قاره‌ها نشان می‌دهد آسیا، اروپا، آفریقا، آمریکا و اقیانوسیه به ترتیب از بالاترین ظرفیت زیستی برخوردار هستند. در مقابل تحلیل ردپای اکولوژیک بر مبنای هکتار

نمودار (۳): ردپای اکولوژیک و ظرفیت زیستی ایران در سال ۲۰۱۷



بحث و نتیجه‌گیری

در گزارشی که شبکه ردپای اکولوژیک جهانی در سال ۲۰۲۱ منتشر کرده‌است تا سال ۲۰۱۷، بالا رفتن سرعت مصرف اکوسیستم توسط بشر در مقایسه با سیر تجدید حیات زیست‌بوم سبب افزایش شکاف اکولوژیک شده است، به طوری که مصرف منابع کره قابل حیات توسط بشر طی یک‌سال به زمانی معادل یک‌سال و هفت ماه جهت تجدید حیات و باز تولید نیاز دارد. اما بشر بدون توجه به توان باز تولید طبیعت، آن چنان در مصرف از اکوسیستم پیشی گرفته که نابودی منابع طبیعی و در نتیجه مرگ هر موجود زنده بر روی کره زمین را ممکن خواهد ساخت. بر این اساس با به کارگیری شاخص ردپای اکولوژیک و برآورد رد پای اکولوژیک مصرف منابع جهت بررسی میزان تقاضا و برداشت منابع از یک سو و برآورد ظرفیت زیستی تامین منبع موردنظر از سوی دیگر می‌توان میزان شکاف اکولوژیک یا عدم پایداری در مصرف را تخمین زد و تبیین کرد. همچنین با توجه به مفهوم ظرفیت محیط‌زیستی که میزان توانایی اکوسیستم در تامین منابع طبیعی مورد نیاز به عنوان عامل تولید برای هر بخش اقتصادی جهت تولید کالا و خدمات را نشان می‌دهد، بررسی ردپای اکولوژیکی

آمار ظرفیت زیستی کشورها بر اساس هکتار جهانی نشان می‌دهد از دید ظرفیت زیستی، ایران با ۶۰۴۰۰۰۰۰ هکتار جهانی رتبه ۳۶ را میان کشورهای دنیا دارد. آمار ردپای اکولوژیکی بر مبنای تعداد کره زمین نشان می‌دهد کشور ایران ۲/۰۲ برابر ظرفیت زیستی خود ردپای اکولوژیکی بر جای می‌گذارد.

آمار ظرفیت زیستی هر نفر در ایران نشان می‌دهد هر نفر ایرانی (با رتبه ۱۳۰ در میان کشورها) ۰/۷۴ هکتار جهانی ظرفیت زیستی دارد، اما هر نفر ایرانی ۳/۲۲ هکتار جهانی ردپای اکولوژیکی بر جای می‌گذارد و از دید ردپای اکولوژیکی به ازای هر فرد رتبه ۷۸ در دنیا به ایران اختصاص می‌یابد. به عبارتی می‌توان گفت ایران ۳۳۳ درصد کسری زیستی دارد.

یادداشت‌ها

1. Environmental sustainable index
2. Environmental performance index
3. Carrying Capacity Concept
4. limit of acceptable change system
5. Environmental Bio Capacity
6. Environmental Impact Assessment

جهانی گویای آن است که آسیا، اروپا، آمریکا، آفریقا و اقیانوسیه بیشترین ردپا را بر مبنای هکتار جهانی برجای می‌گذارند. اما بررسی ردپای اکولوژیکی قاره‌ها بر مبنای ظرفیت زیستی موجودشان (بر مبنای تعداد کره زمین) نشان می‌دهد آمریکا ۵/۰۳ برابر بیشتر از ظرفیت زیستی‌اش ردپای اکولوژیکی بر جای می‌گذارد. پس از آن اقیانوسیه، اروپا و آسیا ۴/۴۵، ۲/۹۷ و ۱/۵۲ برابر ظرفیت زیستی‌شان ردپای اکولوژیکی بر جای می‌گذارند. تنها آفریقا است که از ۰/۷۷ ظرفیت زیستی موجودش بهره می‌برد.

بررسی ردپای اکولوژیکی قاره‌ها بر مبنای سهم یک نفر نشان می‌دهد یک آمریکایی ۲/۳ برابر ظرفیت زیستی خود ردپا به جا می‌گذارد. هر آفریقایی تنها ۰/۰۴ هکتار بیشتر از ظرفیت زیستی خود ردپا دارد. هر آسیایی ۳/۲ برابر ظرفیت زیستی خود از زمین بهره‌کشی می‌کند. هر اروپایی ۱/۵ برابر ظرفیت زیستی خود ردپا دارد و تنها اقیانوسیه کمتر از ظرفیت زیستی خود از زمین بهره‌کشی می‌کند.

ایران با ۲۶۲۰۰۰۰۰۰ هکتار جهانی ردپای اکولوژیکی رتبه ۱۶ را به لحاظ ردپای بر جای گذاشته در میان کشورهای دنیا داراست.

فهرست منابع

- ارجمندنیا، ا. ۱۳۸۰. جای پای بوم‌شناسی، رهیافتی نو در ارزیابی تاثیر انسان بر محیط زیست، فصلنامه مدیریت شهری، ۶ (۲)؛ ۹۲-۹۹.
- اسماعیل زاده، ح.؛ براری، م و رحمتی، ع. ۱۳۹۵. ردپای اکولوژیکی در سنجش پایداری توسعه شهری، نمونه مورد مطالعه: شهر ساری، فصلنامه محیط زیست، ۵۷.
- پوراصغر، ف.؛ شکرخدایی، ف و صدرنژاد، ت. ۱۳۹۹. مقدمه‌ای بر اقتصاد چرخشی، گزارش امور کمیسیون‌های تخصصی اتاق ایران.
- حبیبی، ک.؛ رحیمی کاکه چوب، آ و عبدی، م ح. ۱۳۹۲. ارزیابی جای پای بوم‌شناختی وسایل حمل و نقل شهری، رویکردی نوین به منظور برنامه ریزی حمل و نقل پایدار، نمونه موردی: شهر ارومیه، فصلنامه آمایش جغرافیایی فضا، ۵ (۲)؛ ۹۹-۱۱۶.
- حق پرست، ق.؛ احمدی زاده، س. و داوودیان، ج. ۱۳۹۴. ارزیابی پایداری انرژی در توسعه شهری با شاخص ردپای اکولوژیکی، مطالعه موردی: کلان شهر مشهد، همایش بین المللی زمین، فضا و انرژی پاک، دانشگاه تبریز.
- رضی، د. ۱۳۹۲. سنجش و تحلیل رد پای بوم‌شناختی، مطالعه موردی: شهرستانهای استان مازندران. مجله مطالعات ساختار و کارکرد شهری. ۱۰ (۳)؛ ۱۰۳-۱۲۵.
- شاهینی فر، م و حبیبی، م. ۱۳۹۵. کاربرد روش جای پای اکولوژیکی در ارزیابی پایداری جغرافیای ناحیه ای، مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه. فصل نامه آمایش محیط، ۳۲، ۴۱-۶۲.
- صمدپور، پ. و فریادی، ش. ۱۳۸۷. تعیین ردپای اکولوژیکی در نواحی شهری پرتراکم و بلند مرتبه، نمونه مورد مطالعه: محله الهیه تهران، مجله محیط شناسی دانشگاه تهران، دوره ۳۴، (۴۵)؛ ۶۳-۷۲.

صمدپور، پ. و فریادی، ش. ۱۳۸۹. تعیین تناسب بهینه استفاده از انواع شیوه های حمل و نقل با هدف کاهش جای پای اکولوژیک در شهر تهران، مجله محیط شناسی دانشگاه تهران، دوره ۳۶، (۵۴)، ۹۷-۱۰۸.

ضیایی، م.؛ قادری، ا. و احمدی، س. ۱۳۹۶. تعیین ظرفیت تحمل و ردپای اکولوژیکی در مقصدهای طبیعت گردی، مورد شناسی: دریاچه زریوار، مجله جغرافیا و آمایش شهری - منطقه ای. (۲۵). ۳۹-۵۶.

Lee, L.; Park, J. & Sung, W. 2019. Simple gated convent for small footprint acoustic modeling. In 2019 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop (ASRU) (pp. 122-128). IEEE.

Wackernagel, M. & Rees, W. 1998. Our ecological footprint: reducing human impact on the earth (Vol. 9). New society publishers.

Wackernagel, M.; Onisto, L.; Bello, P.; Linares, A. C.; Falfán, I. S. L.; García, J. M. & Guerrero, M. G. S. 1999. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological economics*, 29(3), 375-390.

Wackernagel, M. & Rees, W. 2004. What is an ecological footprint? *The sustainable urban development reader*, 211-219.

<https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/> 2021

Study of Bio- Capacity and Ecological Footprint of Five Continents and Position of Iran

Leila Hajhashemi¹, Esmail Salehi², Alireza Rahmati³

1 PhD Student in Environmental Management, University of Tehran, Iran

2 Associate Professor, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran

3 Vice President of Iran Environmental Assessment Association, Tehran, Iran

(Received: 2021/02/05 Accepted: 2021/07/19)

Abstract

The present paper aims at studying bio-capacity and ecological footprint of five continents and position of Iran in this regard. We used ecological global footprint network in 2021. In terms of bio-capacity, Asia, Africa, Europe, Americas and Oceania have the highest to lowest bio-capacity respectively. Asia with 3,278,060,962 hectares has the top rank and Oceania enjoys the fifth rank. Ecological footprint indicates that Asia, Africa, Europe, Americas and Oceania have left the highest to lowest ecological footprint respectively. Asia with 10,565,813,892 hectares has the top rank and Oceania with 180,360,560 hectares enjoys the lowest rank. Americas leave ecological footprint 5.03 times more than the planetary bio-capacity followed by Oceania (4.45), Europe (2.97) and Asia (1.52) respectively. Africa just enjoys 0.77 of its bio-capacity. Carbon footprint has left the highest footprint in Americas, Oceania, Europe and Asia respectively. With 60,400,000 global hectares, Iran ranks 36th in terms of total bio-capacity among all countries worldwide while in terms of ecological footprint and with 262,000,000 global hectares, Iran ranks 16th. Iranian bio-capacity per person ranks 130th with 0.7 global hectares while its ecological footprint per person is 3.2 global hectares ranking it 78th among all countries. As such, Iran currently encounters 333% of bio deficit.

Keywords: Ecological footprint, Bio-capacity, Global footprint network, Carbon footprint, Ecological deficit/reserve, Ecological footprint per person, Bio-capacity per person