

کاربرد روش جای پای اکولوژیک در ارزیابی پایداری زیست‌محیطی.

مطالعه موردی: شهرستان گرگان

سیدعلی تقی‌زاده دیوا^{۱*}، ساسان روشناس^۲

^۱ کارشناس ارشد علوم محیط زیست، ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، علوم و تحقیقات تهران، ایران

^۲ دانشجوی دکتری رشته شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

چکیده

شهرها پس از انقلاب صنعتی به سرعت توسعه یافتند و این رشد و توسعه پیامدهای بسیاری با خود همراه داشت. عمده آثار این پیامدها بر محیط‌زیست و کیفیت زندگی مردم این جوامع وارد شده است. با بروز و تشدید این آثار، رهیافت توسعه پایدار از سوی سازمان ملل متحد مطرح شد و در دستور کار دولت‌ها و برنامه‌ریزان قرار گرفت. یکی از عناصر اساسی توسعه پایدار این است که انسان‌ها در چارچوب ظرفیت زیستی طبیعت زندگی کنند. روش جای پای اکولوژیک تاکنون برای سنجش پایداری شهرهای بزرگ دنیا مانند لندن، سانتیاگو، لیورپول مورد استفاده قرار گرفته است. این پژوهش به بررسی جای پای اکولوژیکی شهرستان گرگان می‌پردازد و تلاش می‌کند به این پرسش پاسخ دهد که آیا فضای بوم‌شناسی شهرستان گرگان توان حمایت و برآورد نیازهای اساسی جمعیت شهر را دارد؟ این پژوهش از نوع کاربردی با رویکرد کمی است. داده‌های پژوهش از نوع اولیه برای اطلاعات مربوط به مصرف مواد غذایی و ثانویه برای اطلاعات مربوط به میزان مواد زائد تولیدشده، مصرف آب، الکتریسیته، سوخت‌های فسیلی، جمعیت، مساحت مسکن است. به منظور تحلیل داده‌ها، میزان جای پای اکولوژیکی برای هر یک از شاخص‌ها همچون غذا، مواد زائد، حمل‌ونقل، گرمایش گازه‌های طبیعی، نیروی الکتریسیته، آب و مسکن محاسبه و مجموع جای پای اکولوژیکی این شاخص‌ها با ظرفیت زیستی شهرستان گرگان مقایسه گردید. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که جای پای اکولوژیکی شهرستان گرگان در گروه مصرفی مواد غذایی، مواد زائد، حمل‌ونقل، نیروی الکتریسیته، گرمایش گازه‌های طبیعی، آب و مسکن ۱/۲۴ هکتار بوده است. کمترین میزان جای پای اکولوژیکی مربوط به زمین موردنیاز جهت دفع زباله و بیشترین میزان مربوط به نیروی الکتریسیته است. از آنجا که ظرفیت زیستی ایران ۰/۸ هکتار است و ظرفیت زیستی شهرستان گرگان به ازای هر نفر ۰/۶۴۳ هکتار است این بدان معناست که جای پای اکولوژیکی ۱/۵۵ برابر بیش از ظرفیت زیستی قابل تحمل کشور و ۱/۹۲ برابر بیش از ظرفیت زیستی قابل تحمل شهرستان گرگان است به عبارتی دیگر شهرستان گرگان از ظرفیت زیستی قابل تحمل محیط خود فراتر رفته است. با مقایسه ظرفیت زیستی و جای پای بوم‌شناختی می‌توان مشاهده کرد که شهرستان گرگان کسری بوم‌شناختی دارد. این امر بدان معناست که چنانچه در آینده روند کنونی مصرف همچنان ادامه یابد، محیط طبیعی دیگر توان تأمین نیازهای جمعیت را نداشته و نیاز به منطقه پشتیبان بزرگ‌تری برای تدارک نیازهای مصرفی شهرستان گرگان خواهد داشت؛ بنابراین، برای کاهش جای پای اکولوژیکی انسان بر روی کره زمین منطقی‌ترین راه‌حل، کاهش مقدار مصرف سرانه است و این مهم محقق نمی‌شود مگر با مشارکت عمومی شهروندان و تلاش در راستای اصلاح الگوی مصرف.

واژه‌های کلیدی: جای پای اکولوژیکی، توسعه پایدار، ظرفیت برد، گرگان.

مقدمه

در جهان معاصر پایداری مفهومی است ناب همچون دموکراسی یا عدالت و دلالت بر هدفی نهایی دارد که هادی سیاست‌های اقتصادی و اجتماعی جوامع شده است (یزدخواستی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۲). انبوه جمعیت مصرف‌کننده ساکن در ساختمان‌های مترکم موجب ایجاد انبوه زباله و استفاده فراوان از وسایل نقلیه موتوری موجب ایجاد انواع آلودگی هوا و آلودگی صوتی شده است (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۷۲). پایداری در معنای وسیع خود به توانایی جامعه، اکوسیستم یا هر سیستم جاری برای تداوم کارکرد در آینده نامحدود گفته می‌شود، بدون این که به اجبار در نتیجه تحلیل رفتن منابعی که سیستم به آن وابسته است یا به دلیل تحمیل بار بیش از اندازه روی آن‌ها به ضعف کشیده شود (Gilman, 1996: 7). مفهوم پایداری در دهه ۱۹۷۰، واکنشی منطقی نسبت به مسائل جهانی محیط‌زیست و توسعه بود، به شکلی که رشد شتابان شهرنشینی پس از جنگ جهانی دوم و گسترش فعالیت‌های صنعتی، ظرفیت زیرساخت‌های شهری را کاهش و ضایعات زیست‌محیطی را افزایش داد (حکمت نیا و زنگی آبادی، ۱۳۸۳: ۳۹).

مفهوم توسعه پایدار، نخستین بار به طور رسمی در سال ۱۹۸۷ در گزارش برانت لندن^۱ با عنوان "آینده مشترک ما" در کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه سازمان ملل (WCED) مطرح شد. این کمیسیون، توسعه پایدار را چنین تعریف می‌کند: "تأمین نیازهای نسل حاضر بدون به مخاطره انداختن ظرفیت‌های نسل آینده برای رفع نیازهایشان" (پاپلی یزدی، ۱۳۸۷: ۴۹). با این که شهرها تنها ۳ درصد از سطح زمین را اشغال کرده‌اند، اما بیش از نیمی از جمعیت جهان و بیشترین مصرف منابع را به خود اختصاص داده‌اند (Dhanju, 2008: 10) هیچ شهری نمی‌تواند بدون اتکا به منابع و ظرفیت پذیرش ضایعات منطقه پشتیبانش پایدار باشد. البته در مقابل این پشتیبانی، شهر نیز به ارائه کالا و خدمات و تولید

نوآوری و دانش و فن به منطقه‌اش، در روال توسعه‌های طبیعی می‌پردازد تا رابطه‌ای متقابل میان شهر و منطقه برقرار شود. چنین توسعه‌ای ناپایدار نخواهد بود و پایداری منطقه و در مقیاس گسترده‌تر، در تقابل با پایداری زمین نخواهد بود. واضح است که گستره رابطه شهر با منطقه پشتیبانش، بنا بر حجم و نوع کارکردهای هر شهر متغیر است. شهرهای بزرگ، از نظر جمعیت و فعالیت در نظام شهری، گسترده‌ترین و پیچیده‌ترین روابط را با منطقه پشتیبان خود دارند که اغلب سطوحی فراتر از منطقه پیرامونش و فضای ملی را در بر گرفته و به سطح جهانی پیوند می‌خورد (صرافی، ۱۳۸۱: ۱۲). توسعه شهری پایدار، نیاز به نگرش یکپارچه‌ای به شهر و منطقه پشتیبانش دارد و تنها در روابط متقابل شهر با دیگر سکونت‌گاه‌های منطقه دست‌یافتنی است. در یک سازوکار اقتصادی، شهرها کالا تولید می‌کنند، اما این کالاها از توانایی لازم برای احیای اکوسیستم با استفاده از منابع اولیه وارد نشده نیستند. این عمل در بسیاری از شهرها منجر به ناپایداری می‌شود (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۵). شهرها به خاطر تراکم جمعیت، فشردگی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، مهم‌ترین مراکز مصرف منابع و تولیدکننده مواد زائد و آلودگی به شمار می‌روند؛ به طوری که شهرهای جهان حدود سه‌چهارم، منابع طبیعی موردنیاز جهانیان را به مصرف می‌رسانند (Xing et al, 2009: 209). مرور الگوهای توسعه شهری به‌ویژه در دهه‌های اخیر، حاکی از ناپایداری توسعه در جوامع شهری است زیرا روندهای شهرنشینی برای تأمین کیفیت مطلوب زندگی شهروندان و دسترسی آنان به رفاه و برخورداری از خدمات شهری و محیط سالم، همراه با حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آتی نبود و بررسی شاخص‌های محیط‌زیستی نشان‌دهنده تهدید جدی نظام‌های شهری در این زمینه است (یزدخواستی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۲). به این ترتیب وجود محدودیت‌های طبیعی در تأمین منابع موردنیاز جمعیت مسکون، در کنار فشارهای فیزیکی و انواع آلودگی به عنوان مهم‌ترین مخاطرات محیط‌زیستی تهدیدکننده در این

الکتروسیته، آب و مسکن مورد بررسی قرار می‌گیرد. مجموع جای پای اکولوژیک هر کدام از این شاخص‌ها، نشانگر اثری است که سکونت در شهرستان گرگان بر روی زیست‌بوم آن دارد. حال با مقایسه این اثر با توان و ظرفیت زیست‌بوم شهرستان گرگان می‌توان به پرسش اصلی این پژوهش پاسخ داد که آیا فضای بوم‌شناسی شهرستان گرگان توان پاسخگویی به اثر بر جای مانده از سکونت در این فضا را دارد یا نه؟

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

روش جای پای اکولوژیک: جای پای اکولوژیک به وسیله واکرناگل و ویلیام ریز^۲ (۱۹۹۶) به‌عنوان وسیله اندازه‌گیری مبتنی بر مفهوم اساسی پایداری و ظرفیت کشش به کار رفته است. به لحاظ تئوری جابجایی اکولوژیک یک جمعیت به وسیله اندازه‌گیری مقدار زمین یا آب موردنیاز مستمر برای تولید همه کالاهای مورد استفاده و برای جذب همه زباله‌های تولید شده به وسیله جمعیت یا بخش اقتصادی، تخمین زده می‌شود. تمام فعالیت‌های انسانی ردپای اکولوژیک دارد و بنابراین جای پای اکولوژیک را می‌توان در زمینه فعالیت‌هایی چون ساخت‌وساز، حمل‌ونقل، مصرف مواد غذایی و مصرف انرژی محاسبه کرد. به بیان دیگر جای پای اکولوژیک (EF) بازگوکننده آثاری است که هر کدام از جوامع بر اثر سبک و شیوه زندگی خود بر طبیعت برجای می‌گذارند (Wilson and Anielski, 2005:32). این مفهوم، به سادگی توسط نیاز افراد به زمین برای معاش توضیح داده می‌شود. تحلیل جای پای اکولوژیک، یک ابزار محاسبه محیطی است که ما را قادر می‌کند تا بر اساس سطح زمین و آبی که انسان‌ها صرف تولید می‌کنند، میزان مصرف منابع و جذب پسماندهای آنان را برآورد کنیم (Wackernagel and Rees, 1996:9). میزان جای پای اکولوژیک نشانگر مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات است) و برابر مقدار زمین، یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده، یا آن که پسماند تولیدی آن‌ها را جذب می‌کنند. به این معنا

منطقه به همراه وجود شرایطی نظیر تراکم جمعیت، مصرف انبوه، تولید فراوان زباله و سبک زندگی گوناگون، این شهر را به مورد مناسبی برای مطالعه شهرنشینی پایدار تبدیل کرده است (یزدخواستی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۴). برای داشتن توسعه پایدار، گام اول، اطلاع از وضعیت پایداری منطقه است تا در صورت ناپایدار بودن، برنامه‌ریزی لازم برای توسعه پایدار آن انجام گرفته و اجرا شود. برای اندازه‌گیری سطح پایداری، روش‌های کمی و کیفی مختلفی وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش جای پای اکولوژیک^۱ است (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۲).

بیان مسئله

تمام فعالیت‌های انسانی ردپای اکولوژیک دارد و بنابراین جای پای اکولوژیک را می‌توان در زمینه فعالیت‌هایی چون ساخت‌وساز، حمل‌ونقل، مصرف مواد غذایی و مصرف انرژی محاسبه کرد. جای پای اکولوژیک (EF) بازگوکننده آثاری است که هر کدام از جوامع بر اثر سبک و شیوه زندگی خود بر طبیعت برجای می‌گذارند. به بیان دیگر میزان جای پای اکولوژیک نشانگر مقدار مصرف (تقاضای مردم برای کالاهای طبیعی و خدمات است) و برابر مقدار زمین، یا آبی است که نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده، یا آن که پسماند تولیدی آن‌ها را جذب می‌کنند. به این معنا که جای پای اکولوژیک، نشان‌دهنده آثاری است که هر کدام از جوامع در اثر سبک و شیوه زندگی خود، بر طبیعت به جای می‌گذارند هدف اصلی که این پژوهش در پی پرداختن به آن است ارزیابی فضای بوم‌شناسی شهرستان گرگان و توان حمایت و برآورد نیازهای اساسی جمعیت شهرستان است. به منظور دستیابی به این هدف و ارزیابی فضای بوم‌شناختی و به تبع آن پایداری محیطی شهرستان از روش ارزیابی جای پای اکولوژیک بهره گرفته شده است. بدین منظور شاخص‌های اصلی و مهم تأثیرگذار بر فضای بوم‌شناختی و زیست‌بوم مانند غذا، مواد زائد، حمل‌ونقل، گرمایش گازهای طبیعی، نیروی

مناطق زمین، بیان می‌شود. به این دلیل، می‌توان از ادبیات ظرفیت تحمل، مفهوم جای پای اکولوژیک را استخراج کرد. این یک ابزار تحلیلی است که به ما توان ارزیابی میزان مصرف منابع و جذب پسماندی را که بر اثر فعالیت انسانی به وجود می‌آید، را می‌دهد (Wackernagel and Ress, 1996: 9).

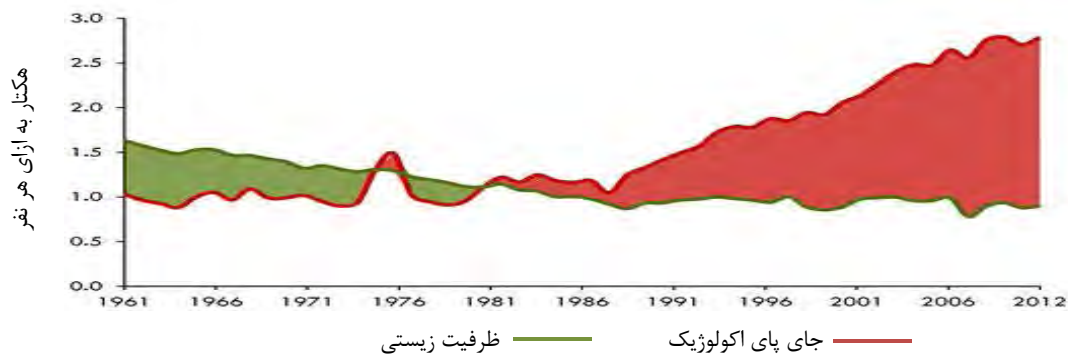
در پاسخ به مباحث مربوط به ظرفیت تحمل (Carrying Capacity)، روش جای پای اکولوژیک، مقدار مصرف انسان‌ها را از منابع زیستی و تولید پسماند برحسب نواحی اکوسیستم اختصاص داده شده، نشان می‌دهد و می‌تواند بعد از آن با ظرفیت تولیدی زیست کره در یک سال معین مقایسه شود (Wackernagel et al, 2000:21).

براساس آمارهای موجود تا پیش از سال ۱۹۶۱، میزان جای پای اکولوژیک کره زمین کمتر از ظرفیت زیستی زمین بوده است. این روند تا جایی ادامه یافته که اکنون سرانه ظرفیت زیستی جهان ۱/۸ هکتار و سرانه جای پای اکولوژیک ساکنان کره زمین ۲/۷ هکتار است. با مقایسه سرانه ظرفیت زیستی (۰/۸۱ هکتار) و سرانه جای پای اکولوژیک ایران (۲/۶۷ هکتار) درمی‌یابیم که جای پای اکولوژیک ایران از سرانه زیستی آن بسیار بزرگ‌تر است که این امر نشان‌دهنده مصرف بیش از اندازه منابع و وابستگی به منابع دیگر مناطق جهان برای تأمین نیازهای بوم‌شناختی ساکنان آن است (نمودار ۱). با توجه به آمارهای سری زمانی، می‌توان مشاهده کرد که با وجود آن‌که ظرفیت زیستی در ایران از سال ۱۹۶۱ تا به امروز، روند کاهنده اندکی را نشان می‌دهد، اما مقدار جای پای اکولوژیک روند فزاینده پرشتابی را دنبال می‌کند، این امر موجب شده که از سال ۱۹۸۰ به بعد، مقدار جای پای اکولوژیک ایران بیش از ظرفیت زیستی شده و کسری اکولوژیک در کشور رخ دهد. نمودار ۱ روند افزایش جای پای اکولوژیک و کاهش ظرفیت زیستی را در ایران نشان می‌دهد (Ecological Footprint Atlas, 2010).

که جای پای اکولوژیک، نشان‌دهنده آثاری است که هرکدام از جوامع در اثر سبک و شیوه زندگی خود، بر طبیعت به جای می‌گذارند (Wilson and Anielski, 2005:37). برآورد جای پای اکولوژیک برای یک جمعیت معین یک فرایند چندمرحله‌ای است. براساس روش کلی ابداع شده واکرناگل و ریز، محاسبه شاخص جای پای اکولوژیک شامل مراحل زیر است:

- تخمین سرانه مصرف سالانه مواد مصرفی اصلی براساس مجموع داده‌های منطقه‌ای و تقسیم میزان به مصرف کل به میزان جمعیت.
 - تخمین زمین اختصاص داده شده به هر نفر برای تولید هر مورد مصرفی، از طریق تقسیم متوسط مصرف سالانه هر مورد بر متوسط سالانه تولید، یا بازه زمین.
 - محاسبه متوسط کل جای پای اکولوژیک هر نفر از طریق جمع کردن تمام مناطق اختصاص داده شده برای همه بخش‌هایی که در یک سال توسط یک نفر، مصرف شده است.
 - محاسبه جای پای اکولوژیک برای جمعیت منطقه معین که با محاسبه حاصل ضرب متوسط جای پای اکولوژیک هر نفر در اندازه جمعیت به دست می‌آید (Wackernagel and Ress, 1996: 65).
- پس از محاسبه جای پای اکولوژیک، ظرفیت زیستی برای تعیین پایداری یا ناپایداری محاسبه شده و با جای پای اکولوژیک مقایسه می‌شود. چنانچه جای پای اکولوژیک منطقه‌ای بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد منطقه دچار کسری اکولوژیک و ناپایداری است (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۸).

ظرفیت تحمل "بالاترین تعداد از جمعیت یک گونه است که یک منطقه می‌تواند از آن پشتیبانی کند". مناطق شهری به دلیل تراکم بالای جمعیت، در استفاده از منابع در سراسر جهان، از حد مجاز ظرفیت تحمل پیش‌تر رفته‌اند؛ بنابراین، مفهوم ظرفیت تحمل توسط جایگاه مصرف‌کننده در مرکز تحلیل و کمی کردن منابع مصرف‌شده افراد یا گروه‌ها برحسب



نمودار ۱: مقدار ظرفیت زیستی و جای پای اکولوژیک در ایران (۱۹۶۱-۲۰۱۲).

منتشر شده توسط جامعه جهانی جای پای اکولوژیک این رقم در سال ۲۰۱۰ (اطلاعات براساس داده‌های سال ۲۰۰۷ بوده است)، میانگین جای پای اکولوژیک هر ایرانی ۲/۶۷ هکتار، در حالی که ظرفیت زیستی ایران برای هر نفر ۰/۸۱ هکتار بوده است. به عبارتی، جای پای اکولوژیک هر ایرانی ۱/۸۷ هکتار بزرگ‌تر از ظرفیت زیستی است (Ewing et al., 2010:50). یکی از مشکلات، چگونگی تبدیل ارزش هزینه‌های زیست‌محیطی یا اجتماعی به مواردی همچون، پول یا سطح زمین است (شاهینی فر و حبیبی، ۱۳۹۵: ۴۳).

ظرفیت برد بوم‌شناختی: تعبیر جای پای اکولوژیکی به عنوان شاخص پایداری، منجر به معرفی ایده ظرفیت تحمل یا ظرفیت برد شده است. ظرفیت برد در بوم‌شناختی عبارت است از حداکثر جمعیتی که زمین می‌تواند نیازهای آن‌ها را به طور نامحدود تأمین کند. این موضوع زمانی که برای توزیع جمعیت بر حسب منابع بوم‌شناختی استفاده شود، به نسبت صحیح و دقیق است. برای نمونه مقدار مشخصی از زمین می‌تواند نیازهای تعداد معینی از انسان‌ها را تأمین کند و زمانی که این تعداد از ظرفیت زمین فراتر رود، منابع موردنیاز، به ویژه مواد غذایی نایاب می‌شود و دوره بازگشت مرگ جمعیت رخ می‌دهد (Mc Donald et al., 2004:50).

با تجزیه و تحلیل جای پای اکولوژیکی، می‌توان وسعتی از زمین برای تأمین نیاز افراد و ساکنان در محدوده‌های مشخص زمین را برآورد کرد (Wilson, 2005:8). امروزه شاخص جای پای اکولوژیکی در

ارزیابی ظرفیت زیستی: ظرفیت زیستی، نواحی زمین حاصلخیزی است که برای تولید منابع و جذب پسماند وجود دارد. ظرفیت زیستی مناطقی مانند صحرای آفریقا و کوه‌های آلپ که زندگی در آنجا وجود ندارد را شامل نمی‌شود. ظرفیت زیستی، یک معیار تراکمی از میزان زمین‌دهی شده است. به طور خلاصه، ظرفیت زیستی توانایی پهنه‌های آبی و خاکی برای تهیه خدمات اکولوژیک است. ظرفیت زیستی یک کشور برای هر نوع مصرف زمین، به صورت رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$BC=A.YF.EQF \quad \text{رابطه ۱}$$

BC: ظرفیت زیستی

A: نواحی موجود برای یک نوع مصرف زمین معین
YE و EQF به ترتیب ضریب بازده و ضریب تعادل برای انواع پهنه زمین کشور است (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۹).

برای پاسخ به این پرسش که آیا براساس شاخص جای پای اکولوژیک، پایداری اکولوژیک وجود دارد یا خیر، نیاز به محاسبه ظرفیت زیستی خواهیم داشت تا با مقایسه ظرفیت زیستی به دست‌آمده برای منطقه با روش جای پای اکولوژیک، بتوانیم مقادیر کمبود یا اضافه‌ی اکولوژیک را اندازه‌گیری کرده و براساس آن پایداری یا ناپایداری منطقه را تشخیص دهیم (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰۳).

گزارش سیاره زنده در سال ۲۰۰۰ جای پای بوم‌شناختی میانگین ایرانیان را ۲/۴۷ هکتار برآورد نموده است (wwf, 2000:25). براساس اطلاعات

بسیاری از کشورهای جهان در سطوح ملی و محلی استفاده می‌شود. این شاخص، روش یکپارچه مصرف منابع طبیعی و جذب ضایعات است. این شاخص به طور روشن نشان می‌دهد که در کدام ناحیه و کجا، بر منابع طبیعی فشار وارد می‌شود (سرایی و زارعی فرشاد، ۱۳۸۸: ۱۶).

پیام اصلی جای پای اکولوژیکی، توسعه پایدار است که خود فراتر از رفومی ساده است. تغییر و تحول ساختاری و بنیادی در جامعه صنعتی، در گرو تغییر رویکرد همسو با ملاحظات بوم‌شناختی است (حسین‌زاده دلیر و ساسان‌پور، ۱۳۸۷: ۱۳). به بیان دیگر EF بازگوکننده آثاری است که هر کدام از جوامع در اثر سبک و شیوه زندگی خود بر جمعیت به جای می‌گذارد (Wilson and Anielski, 2005:18).

روش تحقیق

روش‌شناسی را فرایند چگونگی گردآوری اطلاعات و شواهد و تبدیل آن‌ها به یافته‌ها به منظور دستیابی به دانش دانسته‌اند؛ لذا مفاهیمی که در روش‌شناسی مطرح می‌گردند، باید دربرگیرنده این فرایند و هدف آن باشد. به همین جهت در روش‌شناسی از مفاهیمی چون جامعه آماری، نمونه آماری، نمونه‌گیری، ابزار پژوهش یا ابزاری جمع‌آوری داده‌ها، روایی و پایایی ابزار، روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها و متغیرها صحبت می‌شود (عابدی و شواخی، ۱۳۸۹: ۱۵۷). به منظور روشن شدن ابعاد روش‌شناسی پژوهش باید مفاهیمی همچون اهداف، پارادایم، نوع، رویکرد، نوع داده‌ها و شیوه گردآوری داده‌ها مشخص گردد.

هدف پژوهش: سنجش پایداری محیطی شهرستان گرگان با استفاده از مقایسه ظرفیت زیستی و جای پای اکولوژیک.

پارادایم پژوهش: پارادایم به عنوان نظامی از باورداشت‌های بنیادی یا جهان‌بینی تعریف می‌شود که پژوهشگر را نه تنها در انتخاب روش، بلکه شیوه‌ای بنیادی در حوزه‌های هستی‌شناختی و معرفت‌شناختی جهت می‌دهد. چون این پژوهش مبتنی بر روش‌های آماری است و با استفاده از داده‌های به دست‌آمده به

نتیجه‌گیری می‌رسد که این نتیجه کمی است لذا پارادایم پژوهش از نوع اثبات‌گرایی است. در روش اثبات‌گرایی عینی کردن مقوله‌ها، شاخص‌ها و گویه‌ای کردن مقوله‌ها دنبال می‌شود و این روش به دنبال تعمیم است، درست مثل کاری که در روش تجربی انجام می‌گردد و به دنبال یک نگاه علی‌گرایانه است و می‌خواهد مقوله‌ها را در مقوله و قاعده ریاضی قرار دهد، در این روش سعی می‌شود مطالب علوم انسانی به علوم تجربی نزدیک شود، این روش در همه چیز به دنبال مقیاس است و معنادار بودن رابطه بین متغیرها را با سنجش قراردادی مورد بررسی قرار می‌دهد و به دنبال ثابت کردن چیزهاست.

نوع پژوهش: پژوهش‌ها را بسته به این‌که نظری یا معطوف به سیاست‌های اجرایی باشند به دو نوع بنیادی یا کاربردی تقسیم می‌کنند. پژوهش بنیادی با تولید دانش برای درک بیشتر سروکار دارد و پژوهش کاربردی با تولید دانش برای اقدام به عمل (Majchrzak 1984:41). این پژوهش به علت این‌که به دنبال کاربست روش جای پای اکولوژیک در ارزیابی پایداری محیطی شهرستان گرگان هست، لذا از نوع کاربردی است.

رویکرد پژوهش: رویکرد و استراتژی کلان‌انواع پژوهش را می‌توان در سه دسته کمی، کیفی و ترکیبی جای داد. در پژوهش‌های کمی محقق از متغیرهای کمی استفاده می‌کند و گردآوری داده‌ها به صورت سیستماتیک و نمونه‌ای و تحلیل داده‌ها با روش‌های آماری صورت می‌پذیرد. اما پژوهش کیف تفسیری است. بدان معنا که پژوهشگر داده‌ها را از منفذ نوعی نگاه تخصصی تفسیر و پالایش می‌کند (کرسول، ۱۳۹۱: ۲۱۱). نوع سوم پژوهش نیز مجموعه اقداماتی است برای جمع‌آوری، تحلیل و ترکیب اطلاعات کمی و کیفی در یک مطالعه واحد. داده‌های این پژوهش شامل اطلاعات مربوط به مصرف مواد غذایی، تولید مواد زائد، مسکن، سوخت، آب و الکترونیسته مصرفی از نوع کمی بوده و تحلیل‌های صورت گرفته بر روی داده‌ها با روش‌های آماری صورت گرفته است؛ لذا رویکرد پژوهش، کمی است.

پرسشنامه توزیع و اطلاعات آن گردآوری شده است که از این تعداد ۲۸۰ عدد پرسشنامه در نقاط شهری و ۱۲۰ پرسشنامه در نقاط روستایی به شیوه احتمالی از نوع نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک توزیع شده است. پرسشنامه‌ها در محله‌های مختلف از لحاظ برخورداری و محرومیت اقتصادی، توسط افراد آموزش دیده تکمیل شده است.

برای به دست آوردن جای پای اکولوژیک (EFp) برای جمعیت منطقه مورد برنامه‌ریزی (N)، باید حاصل ضرب متوسط جای پای هر نفر را در اندازه جمعیت (EFp=N.EF) محاسبه کرد. در این پژوهش برای محاسبه جای پای هر نفر از شاخص‌هایی همچون غذا، مواد زائد، حمل‌ونقل، گرمایش گازهایی طبیعی، نیروی الکتریسیته، آب و مسکن استفاده شده است. در جدول ۱ این شاخص‌ها بیان شده است.

نوع داده‌ها: داده‌های مورد استفاده در این پژوهش هم از نوع اولیه و هم از نوع ثانویه هستند. داده‌های اولیه برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مصرف مواد غذایی با استفاده از پرسشنامه گردآوری شده‌اند و داده‌های ثانویه با استفاده از اطلاعات مرکز آمار ایران، طرح آمایش استان گلستان و سالنامه آماری استان به دست آمده‌اند.

شیوه گردآوری داده‌ها: برای داده‌های از نوع ثانویه منابع اطلاعاتی شامل سرشماری‌های مرکز آمار ایران و طرح‌های توسعه مختلف مرتبط با شهرستان گرگان مطالعه شده و اطلاعات مرتبط با موضوع استخراج گردید. به منظور گردآوری داده‌های ثانویه که پرسشنامه مربوط به میزان مصرف مواد غذایی در شهرستان گرگان بوده است با توجه به جمعیت جامعه آماری و با دقت ۹۵ درصد با در نظر گرفتن حداکثر واریانس ویژگی جمعیت ($p=q=0.5$) تعداد ۴۰۰

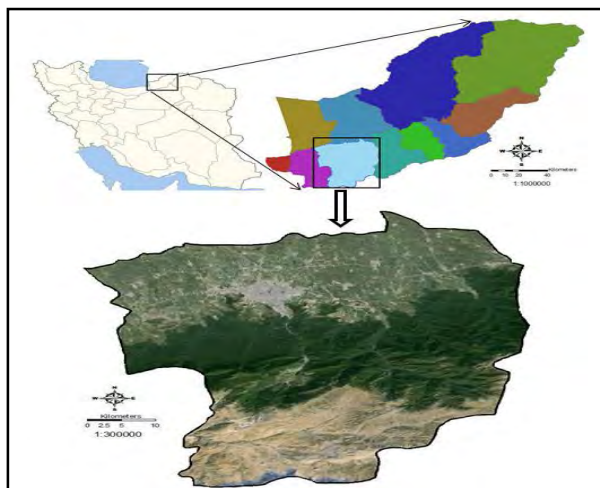
جدول ۱- شاخص‌های مورد استفاده در تعیین جای پای اکولوژیک شهرستان گرگان

شاخص	توضیحات
غذا	محاسبه جای پای مصرف مواد غذایی با احتساب ضایعات پیش از مصرف و سطح موردنیاز از زمین برای کشت محصولات موردنیاز تولید مواد غذایی.
مواد زائد	محاسبه میزان زباله تولید شده سالانه در شهرستان گرگان و محاسبه حجم آن پس از دفن و سطح موردنیاز برای دفن هر مترمکعب زباله
حمل و نقل	مجموع جای پای بنزین و گازوئیل به عنوان سوخت اصلی خودروها با توجه به انرژی تولید شده توسط هر سوخت و میزان کربن موردنیاز برای تولید بنزین یا گازوئیل
گرمایش گازهایی طبیعی	با توجه به این که ۷۵ درصد متان از کربن است لذا با محاسبه تعداد مول متان در مترمکعب گاز شهری می‌توان میزان زمین موردنیاز برای تولید گاز برای هر نفر را محاسبه کرد.
نیروی الکتریسیته	تعیین مقدار زغال سنگ لازم برای تولید برق و همچنین تخمین میزان کربن لازم برای تولید زغال سنگ موردنیاز با توجه به این که برای هر ۰/۰۸ هکتار زمین یک میلیون لیتر آب موردنیاز است می‌توان با توجه به میزان مصرف سالانه آب در شهرستان گرگان میزان زمین موردنیاز را محاسبه کرد.
مسکن	میزان زمین استفاده شده برای تأمین مسکن در شهرستان گرگان

علی‌آباد کتول، از جنوب به استان سمنان و از غرب به شهرستان کردکوی محدود گردیده است. منطقه مذکور با مساحت ۱۶۱۵ کیلومترمربع شامل ۳ شهر، ۲ بخش، ۵ دهستان و ۱۰۹ پارچه آبادی است که در مجموع ۴۶۲۴۵۵ نفر را در خود جای داده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه مورد مطالعه این پژوهش، محدوده شهرستان گرگان در $36^{\circ} 44'$ تا $36^{\circ} 58'$ عرض شمالی و $54^{\circ} 45'$ تا $54^{\circ} 45'$ طول شرقی واقع شده است. شهرستان گرگان به‌عنوان مرکز استان گلستان از شمال به آق‌قلا و بندر ترکمن، از شرق به شهرستان



شکل ۲- منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن در استان گلستان و کشور ایران

بحث اصلی

برآورد جای پای اکولوژیک شهرستان گرگان
در حوزه های مصرفی غذا: برای برآورد مقدار مصرف مواد غذایی شهرستان گرگان از طریق توزیع پرسشنامه در شهرستان گرگان اقدام شده است. با توجه به جمعیت جامعه آماری و با دقت ۹۵ درصد با در نظر گرفتن حداکثر واریانس ویژگی جمعیت ($p=q=0.5$) تعداد ۴۰۰ پرسشنامه توزیع و اطلاعات آن گردآوری شده است که از این تعداد ۲۸۰ عدد پرسشنامه در نقاط شهری و ۱۲۰ پرسشنامه در نقاط روستایی به شیوه احتمالی از نوع نمونه گیری تصادفی سیستماتیک توزیع شده است. پرسشنامه ها در

محله های مختلف از لحاظ برخورداری و محرومیت اقتصادی، توسط افراد آموزش دیده تکمیل شده است. در بخش مصرف مواد غذایی و مقدار ضایعات به دست می آید:

$$\text{فرمول ۲} \quad \text{مصرف سالانه} = E_{\text{food}} + E_{\text{wast}}$$

براساس داده های به دست آمده از طریق پرسشنامه، مقدار کل مصرف مواد غذایی شهرستان گرگان ۲۹۹۷۱۶/۸ تن بوده است. از طرفی براساس آمارهای وزارت جهاد کشاورزی حدود ۱۰ درصد از کل تولیدات کشاورزی به ضایعات پیش از مصرف اختصاص دارد و بر این اساس می توان گفت مقدار ضایعات ۲۹۹۷۱/۶۸ تن بوده است.

جدول ۲- مقدار مصرف مواد غذایی شهرستان گرگان

۲۹۹۷۱۶,۸	مصرف مواد غذایی (تن)
۲۹۹۷۱,۶۸	ضایعات پیش از مصرف (تن)
۷۶۸۴۴	سطح زیرکشت (هکتار)
۳۶۷۷۶۴	کل محصولات تولیدی (تن)

محصولات شهرستان گرگان ۷۶۸۴۴ هکتار و مقدار تولید محصولات سالانه ۳۶۷۷۶۴ تن بوده است. براین اساس:

$$\text{هکتار} = 0.2 = 367764 \div 76844$$

یعنی به ازای هر تن محصول به ۰/۲ هکتار زمین نیاز است؛ بنابراین می توان میزان زمین تأمین کننده مقدار مصرف مواد غذایی شهر گرگان را تعیین کرد:

$$\text{تن} = 299716.8 + 29971.68 = 329688.48$$

کل مصرف مواد غذایی گرگان در یک سال به منظور برآورد اراضی مورد نیاز برای تولید این مقدار مصرف، از تناسب سطوح زیر کاشت و مقدار تولید محصولات سالانه بهره برداری کشاورزی در استان گلستان براساس سالنامه آماری ۱۳۹۳ استفاده شده است. در سال یاد شده، مجموع سطوح زیر کشت

۱۸۲/۸۵ لیتر است. بنزین بدون سرب کمابیش برابر ۱۲۵۰۰۰ BTU در هر گالن است که برابر با نرخ ۱۹/۳۵ تن کربن آزاد شده در هر بیلیون BTU است. سوخت گازوییل نیز در هر گالن کمابیش ۱۳۸۷۰۰ BTU تولید می‌کند که در نهایت، ۱۹/۹۵ تن کربن در هر بیلیون BTU آزاد می‌کند (فریادی و صمدپور به نقل از پزتا و دروسام، ۱۳۸۷: ۱۰۳-۱۰۲)؛ بنابراین باید برای محاسبه میزان زمین موردنیاز برای تأمین سرانه مصرف بنزین و گازوییل به صورت زیر عمل کرد:

محاسبه جای پای بنزین

$$139837000 \div 462455 = 302/37 \text{ lit}$$

$$302/37 \div 3/7853 = 79/88 \text{ گالن}$$

$$79/88 \div 125000 = 9985327 \text{ BTU}$$

$$9985327 \div 1000000000 = 0/009985327 \text{ BTU بیلیون}$$

$$0/009985327 \div 19/35 = 0/193216 \text{ tonnes carbon}$$

حال با توجه به این قانون که سالانه برای جذب ۱/۸ تن کربن یک هکتار زمین نیاز است؛ بنابراین:

$$0/193216 \div 1/8 = 0/1073 \text{ هکتار}$$

محاسبه جای پای گازوییل

$$84562000 \div 462455 = 182/85 \text{ lit}$$

$$182/85 \div 3/7853 = 48/30 \text{ گالن}$$

$$48/30 \div 138700 = 6700109/84 \text{ BTU}$$

$$6700109/84 \div 1000000000 = 0$$

$$/00670010984 \text{ BTU بیلیون}$$

$$0/00670010984 \div 19/95 = 0/133667 \text{ tonnes carbon}$$

حال با توجه به این قانون که سالانه برای جذب ۱/۸ تن کربن یک هکتار زمین نیاز است؛ بنابراین:

$$0/133667 \div 1/8 = 0/07426 \text{ هکتار}$$

محاسبه جای پای حمل‌ونقل: محاسبه کلی ردپای اکولوژیکی حمل‌ونقل از مجموع ردپای انواع سوخت‌ها به دست می‌آید:

$$0/07427 + 0/1073 = 0/18156 \text{ هکتار}$$

بنابراین ردپای حمل‌ونقل ۰/۱۸۱۵۶ هکتار است.

محاسبه جای پای گرمایش گازه‌های طبیعی: گاز طبیعی از دسته سوخت‌هایی است که تمایل جهانی برای مصرف آن روندی افزایشی داشته و به‌عنوان

$$329688.48 \times 0.2 = 65937.69 \text{ هکتار}$$

میزان زمین موردنیاز برای تأمین مواد غذایی گرگان

$$65937.69 \div 462455 = 0.14$$

جای پای مواد غذایی شهرستان گرگان

مواد زائد: سرانه تولید زباله هر شهروند گرگانی ۵۹۱ گرم در روز است (سالنامه آماری سال ۱۳۹۳ استان گلستان) با توجه به این رقم می‌توان سرانه سالانه هر نفر و به تبع کل شهر را محاسبه کرد.

$$591 \div 1000 = 0.591 \text{ kg}$$

$$0.591 \times 365 = 215.71 \text{ kg در طول سال}$$

$$462544 \times 215/17$$

$$= 99777678/96 \text{ kg} \div 1000$$

$$= 99777/67 \text{ ton}$$

با توجه به این که ۸۰ درصد از زباله‌های شهرستان گرگان را مواد آلی تشکیل می‌دهند و در هنگام دفن حدود ۲۵ درصد حجم اولیه خود تقلیل می‌یابد و در هر مترمکعب با ۴۵۰ کیلوگرم به حجم ۰/۲ مترمکعب تبدیل خواهد شد؛ بنابراین حجم زباله پیش از دفن مساوی است با:

$$99777678/96 \div 450 = 221728/17 \text{ m}^3$$

حجم زباله با توجه به تغییرات فیزیکی در هنگام دفن

مساوی است با:

$$221728/17 \times 0/25 = 55432/04 \text{ m}^3$$

به طور معمول دفن هر لایه از زباله به عمق ۲ متر است. با توجه به این امر مساحت زمین موردنیاز برای دفن زباله شهرستان گرگان برابر است با:

$$55432/04 \div 2 = 27716/02 \text{ m}^3$$

$$27716/02 \div 10000 = 2/7716 \text{ hectare}$$

$$2/7716 \div 462544 = 0.0000059 \text{ hectare}$$

حمل‌ونقل: در این بحث، مصرف گازوییل و بنزین به عنوان سوخت اصلی خودروها مبنای اصلی محاسبات بوده است مقدار مصرف خودروها با استفاده از آمار رسمی شرکت ملی پخش و فرآورده‌های نفتی ایران، میزان سوخت انواع خودروها به دست می‌آید. محاسبه مقدار مصرف شهرستان گرگان از طریق برقراری تناسب جمعیت شهر و شهرستان با کل مصرف اعلام شده، انجام گرفته است.

با توجه به محاسبات انجام شده، میزان مصرف سرانه بنزین گرگان، ۳۰۲/۳۷ لیتر و مصرف نفت گاز

کربن، مقدار مصرف گاز طبیعی شهرستان گرگان را به فوت مکعب تبدیل کرد:

$$552/5 \div 462455 = 1136m^3$$

$$1136 \times 35314$$

$$= 40105 \text{cubic foot consumption natural gas}$$

$$40105 \times 0/24 = 9625gr \text{ کربن}$$

$$9625 \div 1000000 = 0/009625ton \text{ کربن}$$

با توجه به این قانون که سالانه برای جذب ۱/۸ تن کربن یک هکتار زمین نیاز است؛ بنابراین:

$$0/009625 \div 1/8 = 0/005347 \text{ hectare}$$

محاسبه جای پای نیروی الکتریسیته: کل برق

مصرفی شهرستان گرگان در سال ۱۳۹۳، حدود ۹۵۲۶۴۱۰۰۰ کیلووات ساعت بوده است. برای تعیین

مقدار کیلوژول مصرفی باید از روش تبدیل واحدهای اندازه‌گیری، مشخص شود که یک مقدار معین

کیلووات ساعت چند کیلوژول وجود دارد. مقدار موردنظر بر مبنای رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$1kwh \equiv 1 \times 1000w \times 3600s$$

$$= 3/6 \times 10^6 W.s$$

$$= 3/6 \times 10^6 J$$

$$952641000kwh \times 3/6 \times 10^3 j$$

$$= 3429507600000KJ$$

از این رو می‌توان مقدار زغال‌سنگی که برای تولید مقدار کیلوژول محاسبه شده، از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$34295076 \times 10^5 \div 1gr \div 20kj$$

$$= 17147538 \times 10^4 \text{grams}$$

حال با در نظر داشتن این نکته که گیاهان حدود ۳۱/۴ درصد بازدهی تولید زغال‌سنگ دارند:

$$17147538 \times 10^4 \text{grams} \div 0/314$$

$$= 54609993$$

$$\times 10^4 \text{grams coal}$$

با پذیرش این که در زغال‌سنگ ۸۵ درصد کربن وجود دارد، به محاسبه مقدار کربن در آن می‌پردازیم.

$$54609993 \times 10^4 \text{grams coal} \times 0/85$$

$$= 46418494 \times 10^4 \text{grams carbon}$$

$$= 464184/94 \text{ tone carbon}$$

در نتیجه با توجه به این نکته که هر هکتار زمین، حدود ۱/۸ تن کربن جذب می‌کند:

$$464184/94 \text{ tone carbon} \div 1/8$$

$$= 257880 \text{ hectare}$$

$$464184/94 \text{ tone carbon} \div 462455 = 0/56$$

در نتیجه، جای پای اکولوژیکی هر یک از شهروندان گرگانی از نیروی الکتریسیته ۰/۵۶ هکتار است.

انرژی جایگزین و پاک مطرح است. کشور ایران با دارا بودن حدود ۱۵ درصد از کل ذخایر جهان، دومین کشور جهان از حیث دارا بودن این منبع با ارزش پس از روسیه است (عباس‌پور، ۱۳۸۶: ۱۲).

برای محاسبه ردپای اکولوژیک گرمایش گازهای طبیعی به روش زیر عمل شده است:

نخست برای محاسبه تعداد مول‌ها در فوت مکعب باید از قانون گازها استفاده کرد. این‌گونه که تعداد مول‌ها در فوت مکعب مساوی است با تقسیم حاصل ضرب فشار (اتم‌سفر) و حجم (فوت مکعب) برای حاصل ضرب ضریب ثابت R در درجه حرارت (کلوین) که در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$N=V/R.T \quad \text{فرمول ۳}$$

گفتنی است که فشار گاز داخل لوله در منازل ۰/۲۵ psi است و از آنجایی که هر psi معادل ۱۴/۵ اتمسفر است؛ بنابراین می‌توانیم مقدار زیر را نتیجه‌گیری کنیم:

$$P=0.25 \div 14.5 = 0.017 \text{ atm}$$

$$V=1 \text{cubic Foot} = 28.3 \text{ L}$$

مکعب

$$R=0.08206 \text{ L atm/mole k}$$

$$T=60 \text{ degrees Fahrenheit} = 15.55$$

$$\text{Centigrade} = 288.5 \text{ Kelvin}$$

در نتیجه می‌توانیم براساس شاخص‌های معین شده به محاسبه تعداد مول‌ها در فوت مکعب بپردازیم.

$$N=0/017 \times 28/3 \div 0/08206 \times 288/5 = 0/02$$

نتیجه می‌گیریم که در یک فوت مکعب ۰/۰۲ مول متان وجود دارد و با این نکته که جرم ملکولی متان ۱۶/۰۴۳ گرم در مول است؛ بنابراین:

$$16/043 \text{ g/mole} \times 0/02 \text{ moles} = 0/32 \text{grams CH}_4 \text{ per cubic Foot}$$

با در نظر داشتن این نکته که ۷۵ درصد از متان، کربن است نتیجه می‌گیریم که:

$$0/32 \text{grams CH}_4 \text{ per cubic Foot} \times 0/75$$

$$\equiv 0/24 \text{grams CH}_4 \text{ per cubic Foot}$$

با توجه به تبدیل واحدها، هر فوت مکعب برابر ۰/۰۲۸۳۲ مترمکعب و از سوی دیگر، یک مترمکعب نیز ۳۵/۳۱۴ فوت مکعب است، می‌توان برای محاسبه

$$22257 \times 10^6 \text{ litre} \times 0/08 \div 10^6 \\ = 1780 \text{ hectare}$$

$$1780 \div 462455 = 0/00385$$

محاسبه جای پای مسکن: با توجه به جمعیت ۴۶۲۴۵۵ نفری ساکن در شهر گرگان و وسعت ۱۶۱۵۸۱ هکتار آن به طور متوسط به هریک از ساکنان آن ۰/۳۴۹۳ هکتار زمین اختصاص می‌یابد.

$$161581 \div 462455 = 0/3493$$

محاسبه جای پای آب: با توجه به بررسی‌های صورت گرفته برای هر ۰/۰۸ هکتار زمین یک میلیون لیتر آب مورد نیاز است (صمدپور، ۱۳۸۵: ۳۶). از آنجایی که مصرف آب شهرستان گرگان در سال ۱۳۹۳ حدود ۲۲۲۵۷ هزار مترمکعب بوده است (سالنامه آماری استان گلستان، ۱۳۹۳)

جدول ۳- رد پای اکولوژیک شهرستان گرگان به تفکیک عناصر مصرفی

اجزا	EFP (هکتار)	EF (هکتار/نفر)
غذا	۶۴۷۴۳/۷	۰/۱۴
مواد زائد	۲/۷۲	۰/۰۰۰۰۰۵۹
حمل‌ونقل	۸۳۹۶۳/۳۲	۰/۱۸۱۵۶
نیروی الکتریسیته	۲۵۸۹۷۴/۸	۰/۵۶
گرمایش گازهای طبیعی	۲۴۷۲/۷۴	۰/۰۰۵۳۴۷
آب	۱۷۸۰/۴۵	۰/۰۰۳۸۵
مسکن	۱۶۱۵۳۵/۵۳	۰/۳۴۹۳
جمع	۵۷۳۴۷۳/۲۶	۱/۲۴

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تلاش شده است با استفاده از روش جای پای اکولوژیکی شهرستان گرگان مورد ارزیابی قرار بگیرد. پیش‌فرض اصلی این بررسی بر این پایه است که شهرستان گرگان فاقد توان لازم و کافی فضای بوم‌شناسی برای تأمین نیازهای ساکنان خویش است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که جای پای اکولوژیکی شهرستان گرگان در گروه مصرفی مواد غذایی، مواد زائد، حمل‌ونقل، نیروی الکتریسیته، گرمایش گازهای طبیعی، آب و مسکن ۱/۲۴ هکتار بوده است. گرچه این موارد فهرست کاملی از مصارف شهرستان نیست، اما مقایسه آن با فضاهای مواد زائد اشغال‌شده شهرستان و حتی فضاهای پشتیبان آن و همچنین استان بیانگر این است که شهرستان گرگان برای برآوردن نیازهای زیستی و پایداری خویش، متکی به منطقه‌ای فراتر از محدوده جغرافیایی خود است. کمترین میزان جای پای اکولوژیک مربوط به زمین موردنیاز جهت دفع زباله است و بیشترین میزان مربوط به نیروی الکتریسیته است. از آنجا که ظرفیت زیستی ایران ۰/۸ هکتار است و ظرفیت زیستی

شهرستان گرگان به ازای هر نفر ۰/۶۴۳ هکتار (سردارآبادی، ۱۳۹۳: ۱) است و جای پای اکولوژیکی ۱/۲۴ هکتاری شهرستان گرگان به‌دست آمده است این بدان معناست که ۱/۵۵ برابر بیش از ظرفیت زیستی قابل‌تحمل کشور و ۱/۹۲ برابر بیش از ظرفیت زیستی قابل‌تحمل شهرستان گرگان را به خود اختصاص داده است به عبارتی دیگر شهرستان گرگان از ظرفیت زیستی قابل‌تحمل محیط خود فراتر رفته است. با مقایسه ظرفیت زیستی و جای پای بوم‌شناختی می‌توان مشاهده کرد که شهرستان گرگان کسری بوم‌شناختی دارد. این امر بدان معناست که چنانچه در آینده روند کنونی مصرف همچنان ادامه یابد، محیط طبیعی دیگر توان تأمین نیازهای جمعیت را نداشته و منطقه پشتیبان بزرگ‌تری برای تدارک نیازهای مصرفی شهرستان گرگان خواهد داشت.

مقایسه یافته‌های این پژوهش با نتایج پژوهش‌های مشابه پیشین، بیانگر نکات قابل‌توجهی است. براساس مطالعات ساسان‌پور جای پای بوم‌شناختی کلان‌شهر تهران در سال ۱۳۸۵ حدود ۳/۷۹ هکتار محاسبه شده است. کمترین میزان مربوط به زمین موردنیاز برای

مصرف زمین براساس محاسبات EF قبل از تصویب طرح‌های توسعه محلات و نواحی شهری. بدین صورت که قبل از تعیین تراکم جمعیتی، ابتدا براساس مقدار زمین موجود جهت ساخت‌وساز حداکثر ظرفیت بوم‌شناختی منطقه محاسبه شود و EF استاندارد، جمعیت بهینه محاسبه می‌شود.

- ممانعت از افزایش ساخت‌وسازها در اراضی سبز و باز شهرها و انتقال توسعه به اراضی فاقد توان‌های توسعه فضای سبز توسط ارگان‌های مربوطه اعم از شهرداری.
- تدوین و اجرای ضوابط و مقررات توسعه فضاهای سبز و باز به میزان چندین برابر سطوح ساختمانی تولید شده در فرآیند متراکم سازی محلات شهری.
- آموزش و فرهنگ‌سازی برای مصرف بهینه هریک از شاخص‌های به کار رفته در محاسبه EF به منظور کاهش سرانه مصرف.
- آموزش و اطلاع‌رسانی در مورد آثار محیط‌زیستی ناشی از بالا بودن میزان مصرف، با استفاده از مفهوم زمین و روش EF.
- توجه به پتانسیل‌های بوم‌شناختی شهر گرگان به‌ویژه جنگل، باغ‌ها و رودخانه‌ها.
- اصلاح الگوی مصرف و اجرای مدیریت سبز در کلیه مراکز دولتی و غیردولتی.

منابع

۱. پاپلی‌یزدی، محمدحسین. محمدامین ابراهیمی. ۱۳۸۷. نظریه‌های توسعه روستایی، تهران، سازمان سمت.
۲. جمعه‌پور، محمود و حسین حاتمی‌نژاد و سارا شهانواز. ۱۳۹۲. بررسی وضعیت توسعه پایدار شهرستان رشت با استفاده از روش جای پای اکولوژیکی. مجله پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، دوره ۴۵، شماره ۳، پاییز، صص ۲۰۸-۱۹۱.
۳. حبیبی، کیومرث و آرمان رحیمی کاکه‌جوب. ۱۳۹۴. کاربری شاخص جای پای بوم‌شناختی در سنجش پایداری محلات شهری از منظر عوامل اجتماعی-

دفع زباله که حدود ۰/۰۶ مترمربع محاسبه شده است. در سال ۱۳۹۴ حبیبی و رحیمی، در مطالعه‌ای که در محله قطارچیان سنندج انجام دادند چنین نتیجه گرفتند که در میان متغیرهای اجتماعی-اقتصادی، سطح درآمد بیشترین تأثیر را بر جای پای بوم‌شناختی غذا، حمل‌ونقل و مسکن دارد و سطح سواد نیز بالاترین تأثیر را بر جای پای کالاهای مصرفی می‌گذارد. در پژوهشی دیگر مهدی قرخلو و همکاران با عنوان ارزیابی پایداری توسعه شهری با روش جای پای اکولوژیکی شهر کرمانشاه صورت گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که جای پای اکولوژیکی شهر کرمانشاه در گروه‌های مصرفی مواد غذایی، حمل‌ونقل، گرمایش گازهای طبیعی، آب، برق و زمین موردنیاز برای دفع مواد زائد ۱/۸۲ هکتار بوده است.

تحلیل محیط‌زیستی ما براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش این است که ادامه روند کنونی توسعه، موجب کاهش فرصت‌های زندگی برای نسل‌های آتی خواهد شد. به طور کلی یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که میزان جای پای اکولوژیکی به طور چشمگیری بیش از مقدار زمین‌های تولیدی است، این تفاوت بیانگر شکاف پایداری و نقصان اکولوژیکی است. این مقدار تفاوت نشان می‌دهد که مصرف باید به منظور پایداری اکولوژیکی بلندمدت کاهش یابد، به بیان دیگر از آنجاکه زمین یک ناحیه محدود است، مجموع جای پای اکولوژیکی باید کمتر از کل تقاضای جمعیت فعلی نواحی مختلف زمین باشد تا اکوسیستم پایدار بماند و از طرف دیگر، امکان تصرف زمین توسط افراد بشری میل به بی‌نهایت دارد و همچنین جای پای اکولوژیکی نواحی، در کلیه کشورها، به طور مداوم در حال افزایش است؛ بنابراین، برای کاهش جای پای اکولوژیکی انسان بر روی کره زمین منطقی‌ترین راه‌حل، کاهش مقدار مصرف سرانه است و این مهم با مشارکت عمومی شهروندان و تلاش در راستای اصلاح الگوی مصرف میسر نمی‌شود.

پیشنهادها

- انجام ارزیابی‌ها و محاسبات تعیین میزان واقعی

۱۳. صمدپور، پریمه. ۱۳۸۵. ارزیابی آثار محیط‌زیستی توسعه‌های شهری‌های متراکم و بلندمرتبه به روش ردپای اکولوژیکی (نمونه مطالعاتی: ناحیه الهیه). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. استاد راهنما: دکتر شهرزاد فریادی. دانشگاه تهران، دانشکده محیط‌زیست.
۱۴. صمدپور، پریمه و شهرزاد فریادی. ۱۳۸۷. تعیین ردپای اکولوژیکی در نواحی شهری پرتراکم و بلندمرتبه نمونه موردی: محله الهیه تهران، مجله محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، شماره ۴۵، بهار. صص ۶۳-۷۲.
۱۵. عابدی، احمد و علیرضا شواخی. ۱۳۸۹. مقایسه روش‌شناسی پژوهش کمی و کیفی در علوم رفتاری. مجله راهبرد، دوره نوزدهم، شماره ۵۴، بهار، صص ۱۶۸-۱۵۳.
۱۶. عباس‌پور، مجید. ۱۳۸۶. انرژی، محیط‌زیست و توسعه پایدار، جلد اول. تهران. مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
۱۷. قرخلو، مهدی و حسین حاتمی‌نژاد و اکبر باغوند و مصطفی یلوه. ۱۳۹۲. ارزیابی پایداری توسعه شهری با روش جای پای اکولوژیکی نمونه موردی: شهر کرمانشاه، مجله پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۵، شماره ۲، بهار. صص ۶۳-۷۲.
۱۸. کرسول، جان دابلیو. ۱۳۹۱. طرح تحقیق در علوم انسانی و اجتماعی. ترجمه اسماعیل سعدی‌پور. تهران: دوران.
۱۹. یزدخواستی، بهجت و فتانه حاجیلو و محمدباقر علیزاده اقدام. ۱۳۹۲. بررسی رابطه بین سرمایه فرهنگی بوم‌شناختی با ردپای بوم‌شناختی مورد مطالعه: شهروندان تبریز. فصلنامه اخلاق زیستی، سال سوم، شماره ۸، تابستان، صص ۱۳۲-۱۰۱.
20. Dhanju, A. 2008. An Analysis of the Ecological Footprint Mapping by Urban Areas as a Sustainable Development Indicator, a Thesis Submitted to the Faculty of the University of Delaware in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Arts with a Major in Urban Affairs and Public Policy.
21. Ecological Footprint Atlas 2010.
22. Ewing. Brad; Moore. David & others. 2010. The Ecological Foot Print Atlas 2010. Published by; Global Footprint Network. Oakland, California, USA, <http://www.footprintnetwork.org>.
- اقتصادی مطالعه موردی محله قطارچیان شهر سنج، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال پنجم، شماره ۱۶، تابستان. صص ۵۴-۳۹.
۴. حسین‌زاده‌دلیر، کریم و فرزانه ساسان‌پور. ۱۳۸۷. روش‌های نوین در ارزیابی پایداری محیط‌زیست شهری. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال سیزدهم، شماره ۲۵، پاییز، صص ۲۴-۱.
۵. حکمت‌نیا، حسن و علی زنگی‌آبادی. ۱۳۸۳. بررسی و تحلیل سطوح پایداری در محلات شهر یزد و آرایه راهکارهایی در بهبود روند آن. مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱ (۷۲ پیاپی)، بهار، صص ۵۲-۳۷.
۶. ساسان‌پور، فرزانه. ۱۳۸۵. بررسی پایداری کلان‌شهر تهران با روش جای پای بوم‌شناختی. رساله دکتری. استاد راهنما: دکتر کریم حسین‌زاده دلیر. دانشگاه تبریز. دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
۷. سالنامه آماری. ۱۳۹۳. استان گلستان، استانداری گلستان.
۸. سرایی، محمدحسین و عبدالحمید زارعی فرشاد. ۱۳۸۸. جای پای بوم‌شناختی (EF) به‌عنوان شاخص سنجش پایداری اجتماعات، مجله محیط‌شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۰، تابستان، صص ۶۱-۳۷.
۹. سردارآبادی، دانیال. ۱۳۹۳. بررسی پایداری شهرستان گرگان با روش ردپای اکولوژیکی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. استاد راهنما: دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی، دکتر حامد میرکریمی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. دانشکده شیلات و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست.
۱۰. شاهینی‌فر، مصطفی و میرسالار حبیبی. ۱۳۹۵. کاربرد روش جای پای اکولوژیکی در ارزیابی پایداری جغرافیایی ناحیه‌ای مطالعه موردی شهرستان کرمانشاه، فصلنامه آمایش محیط، سال نهم، شماره ۳۲، بهار، صص ۶۲-۴۱.
۱۱. صادقی، سیدکمال و رحمان خوش‌اخلاق و مصطفی عمادزاده و رحیم دری اصفهانی. ۱۳۸۷. تأثیر آلودگی هوا بر ارزش مسکن مطالعه موردی کلان‌شهر تبریز، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دوازدهم، شماره ۳۷، زمستان، صص ۱۹۲-۱۷۱.
۱۲. صرافی، مظفر. ۱۳۸۱. بنیادهای توسعه پایدار کلان‌شهر تهران، همایش توسعه و ضد توسعه فرهنگی و اجتماعی، تهران.

27. Wackernagle, M. and Rees, W.E. 1996. Our Ecological Footprint, New Society Publishers, Gabriola Island, Canada.
28. Wilson, J. and Anielski, M. 2005. Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions, the Canadian Federation of Canadian Municipalities, Retrieved from <http://www.anielski.com>.
29. Wwp.2000, pp25.
30. Xing, Yangang et al. 2009. A Framework model for assessing sustainability impacts of urban development, Accounting Forum, 33(3), 209-224.
23. Gilman, R. 1996. Sustainability, Fram.:<http://www.context.org>.
24. Majchrzak, Ann. 1984. Methods for Policy Research. Sage.
25. McDonald, G.W. and Patterson, M.G. 2004. Ecological Footprints and Interdependencies of New Zealand Regions, Ecological Economics, 50(1-2), 49-67.
26. Wackernagel, M. and Yount, J.D. 2000. Footprints for Sustainability: the Next Steps, Environment, Development and Sustainability, 2(1): 23-44.

