

ارزیابی جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان لاهیجان

طیبه قائمی راد^۱

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حسین حاتمی نژاد

دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۵

چکیده

امروزه افزایش جمعیت شهرنشین و در نتیجه آن توسعه مناطق شهری و اتکا به حمل و نقل موجب افزایش مصرف انرژی و ایجاد اثرات مخرب زیست محیطی شده است در نتیجه برای دست یافتن به توسعه پایدار استفاده از ابزارها و روشهای مناسب جهت بررسی و شناخت پیامدهای مخرب ناشی از توسعه شهری ضروری است. یکی از این روشها، ارزیابی جای پای اکولوژیک است که به محاسبه میزان اثرات منفی هر فرد بر محیط زیست می‌پردازد. شهرستان لاهیجان بعنوان بزرگ‌ترین شهرستان شرق گیلان و سومین شهرستان پر جمعیت گیلان شاهد افزایش روزافزون جمعیت شهری و در نتیجه توسعه شهری و افزایش استفاده از وسایل حمل و نقل است. هدف این پژوهش ارزیابی جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان لاهیجان است و پاسخ به این سؤال که آیا فضای بوم شناختی شهرستان لاهیجان توان تأمین حمل و نقل پایدار شهری را داراست؟ روش تحقیق بر پایه روش توصیفی-تحلیلی و استفاده از شاخص جای پای اکولوژیک است. یافته‌ها بیانگر این موضوع هستند که جای پای اکولوژیک حمل و نقل هر فرد ساکن شهرستان لاهیجان برابر ۰/۸۹۲۲ هکتار زمین است. با توجه به جمعیت شهرستان در کل ۱۵۰۳۲۵/۳۲ هکتار زمین برای بخش حمل و نقل مورد نیاز است که در مقایسه با میزان زمین در دسترس، شهرستان لاهیجان دارای ۱۲۲۸۳۱/۳۲ هکتار کسری زمین است و این موضوع بیانگر میزان فشار وارده بر فضای بوم شناختی جهت تأمین انرژی مورد نیاز حمل و نقل است که منجر به ناپایداری اکولوژیکی شهرستان لاهیجان می‌شود.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، جای پای اکولوژیک، حمل و نقل، شهرستان لاهیجان.

مقدمه

قرن بیست و یکم دوره شهری شدن سیاره زمین است. هم اکنون بیش از نیمی از جمعیت جهان در سکونتگاههای شهری زندگی می‌کنند. جهانی شدن اقتصاد و انباشت سرمایه همراه با اطلاعاتی شدن روندهای تولید، توزیع و مصرف و شیوه‌های نوین مدیریت اقتصادی-فضایی به گونه‌ای عمیق ساختار فیزیکی شهرها و دیگر سکونتگاههای بشری را دگرگون ساخته است و منطق هزینه-فایده عامل اصلی تخریب محیط زیست و عدم تعادل اکولوژیک به شمار می‌رود، شهرهای امروزی تبدیل به کاکاتوپیا یا زشت‌آبدهایی شده‌اند که محصول حرص و ولع بشرند. انسان امروزی در جستجوی آرمان شهر بوم‌شناختی است تا دوباره با طبیعت آشتی کند و آرامش، آسایش، سلامتی تن و روان را بازیابد (کاپلان، ۱۳۹۱، ص ۱). در این راستا اصطلاح توسعه پایدار همزمان با اعلامیه کوکویک در زمینه محیط زیست و توسعه در اوایل دهه ۱۹۷۰ به کار برده شد، ریشه این اصطلاح به رویکرد توسعه اکولوژیک بر می‌گردد که در راهبرد حفاظت جهان آورده شده است (بارو، ۱۳۷۶، ص ۴۵). با انتشار گزارش کمیسیون بروتلند در ۱۹۸۷، تحت عنوان آینده مشترک ما و کنفرانس سران زمین سازمان ملل متحد در ۱۹۹۲، توسعه پایدار در سراسر جهان وارد جریان اصلی خود شد و برنامه‌های شهر پایدار در بسیاری از نقاط جهان اجرا شد (ساسانپور، ۱۳۹۰، ص ۶۲). تعریف ارائه شده از این کمیسیون در مورد توسعه پایدار عبارتست از: توسعه‌ای که نیازهای فعلی را بدون خدشه دار کردن توانایی نسل آینده در تأمین ساختن نیازهای خود، برآورده نماید (پاپلی یزدی، ۱۳۸۱، ص ۴۹). در شهرها، مفاهیم پایداری و توسعه پایدار شهری بر پایه طرفداری از سه منطق بوم‌شناسی، اقتصادی و سیاسی-اجتماعی و نیز تقابل این سه منطق شکل گرفته است (ساسانپور، ۱۳۹۰، ص ۶۳). توسعه پایدار اکولوژیک بهترین و ایده آل‌ترین نوع توسعه محسوب می‌شود؛ توسعه‌ای که کیفیت کلی زندگی را در حال و آینده بهبود می‌بخشد؛ به طوری که فرایندهای اکولوژیک ضروری را برای ادامه زندگی حفظ نماید چنین توسعه پایداری از زمین، آب، گیاهان و منابع ژنتیکی حفاظت می‌کند، از نظر زیست محیطی مخرب نبوده، از نظر تکنولوژیک مناسب و از نظر اقتصادی توجیه پذیر است (گودرزی، ۱۳۷۹، ص ۵۲). در راستای اندازه‌گیری میزان توسعه پایدار مناطق مدل‌های کمی و کیفی متعددی ارائه شده که یکی از مدل‌های کمی کارآمد مدل جای پای اکولوژیک است که توانایی تعیین اثرات بارهای تحمیلی بر محیط زیست را از طریق محاسبه میزان مصرف مواد و منابع داراست. مبانی این رویکرد برای اولین بار توسط اقتصاد دان محیطی، کانادایی ریز در سال ۱۹۹۲ پیشنهاد شد و در سال ۱۹۹۶ توسط دکتر واکر ناگل، توسعه و ارتقا یافت. روش تحلیل جای پای اکولوژیک، ابزار محاسباتی است که میزان مصرف منابع و نیازهای جذب زباله را برای یک جمعیت انسانی و اقتصادی معین تخمین می‌زند (Zhiying, 2011, p2387). شاخص جای پای اکولوژیک در بخش مصرف به پنج گروه غذا، مسکن، حمل و نقل، کالاهای مصرفی و خدمات تقسیم می‌گردد. در این راستا شهانواز و دلیری در سال ۱۳۹۱ در مقاله ارزیابی جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان رشت به محاسبه سرانه جای پای اکولوژیک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به مساحت شهرستان رشت، منطقه از نظر حمل و نقل، ناپایدار بوده و در حال آسیب رسانی به محیط زیست می‌باشد (شهانواز، ۱۳۹۱، ص ۱). عربی یزدی و همکاران در مقاله بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۷ که برای تعیین میزان آب مورد نیاز جمعیت کشور از نظر تأمین مواد غذایی و رفع آلودگیهای حاصل از مصرف آن بود دریافتند که

ردپای اکولوژیک آب کشور در سال مذکور ۱۰۴ میلیارد متر مکعب بوده است که با توجه به واردات آب خالص مجازی و کسرسادات آب مجازی بدون در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۱۲ و برمبنای راندمان آبیاری ۶۰ درصد محاسبه شد که در صورت تهیه کلیه محصولات در داخل کشور، لازم بود ۱۱۲ میلیارد متر مکعب آب در کشاورزی مصرف شود که چنین مقداری در دسترس نبود (عربی یزدی، ۱۳۸۷، ص ۱). ژینگ و کویان در سال ۲۰۱۱ در مقاله تحلیل تجربی جای پای اکولوژیک مصرف خانوار در چین بدنبال پاسخ به این سؤال که آیا کشور چین باید به دنبال یک الگوی مصرف دوستدار محیط زیست باشد در حالیکه این کشور یک کشور در حال توسعه بوده که سرانه درآمد آن رتبه‌ای بیش از ۱۰۰ را در جهان به خود اختصاص داده است؟ به این نتیجه رسیدند که سرانه رد پای اکولوژیک رو به افزایش و سرانه تغییرات ظرفیت برد اکولوژیک ثابت است. کمبود سرانه اکولوژیک که گسترش رو به افزایشی را در آغاز سال ۲۰۰۲ داشت کمبود جدی‌تری را در سال ۲۰۰۷ نشان داد و این موضوع لزوم استفاده از یک الگوی مصرف دوستدار محیط زیست را نشان می‌دهد (Zhiying, 2011, p 2387). شیخ اعظمی و دیوسالار در مقاله بررسی مقایسه‌هایی اثربخشی جای پای اکولوژیک در کشورهای اسلامی جنوب غربی آسیا و کشورهای صنعتی غربی در سال ۱۳۸۹ به مقایسه میزان جای پای اکولوژیک کشورهای اسلامی جنوب غربی آسیا (ایران، عراق، اردن، افغانستان، سوریه، ترکیه) و کشورهای صنعتی غربی (ایالات متحده، انگلستان، آلمان، فرانسه و روسیه) پرداختند و نتایج تحقیق نشان داد که تنشها، فشارهای سیاسی، نظامی، اجتماعی و فرهنگی که از سوی دنیای صنعتی به کشورهای جنوب غربی آسیا اعمال می‌شود در راستای تحقق بخشیدن به استانداردهای رویکرد جای پای اکولوژیک می‌باشد (شیخ اعظمی، ۱۳۸۹، ص ۱). سرایی و زارعی در سال ۱۳۹۰ در مقاله بررسی پایداری منابع بوم شناختی با استفاده از شاخص جای پای بوم‌شناسی: مورد ایران، منابع بوم‌شناختی ایران را از انقلاب اسلامی تا سال ۱۳۸۰ بررسی کردند و مشخص شد که منابع اکولوژیک در ایران به صورت ناپایدار استفاده شده است (سرایی، ۱۳۹۰، ص ۹۷). قرخلو و همکاران در مقاله ارزیابی پایداری توسعه شهری با روش جای پای اکولوژیک (نمونه‌ی موردی: شهر کرمانشاه) در سال ۱۳۹۱ بدنبال پاسخ به این پرسش هستند که آیا فضای بوم‌شناسی شهر کرمانشاه توان حمایت و برآوردن نیازهای اساسی جمعیت شهر را دارد؟ به این نتیجه رسیدند که شهر کرمانشاه برای تأمین غذا، انرژی و زمین مورد نیاز برای جذب دی‌اکسید کربن، به فضایی حدود ۱۸۰ برابر مساحت کنونی خود نیازمند است (قرخلو، ۱۳۹۲، ص ۱۰۵). باگلیانی و همکاران در سال ۲۰۰۸ در مقاله تحلیل اثرات اکولوژیک اعمال شده به یک منطقه محلی: مورد مطالعه استان سیهنا (ایتالیا) به بررسی پایداری محیط زیست با استفاده از رد پای زیست محیطی و ظرفیت زیستیه عنوان شاخص برای نظارت بر شرایط محیطی منطقه پرداختند و یک تعادل اکولوژیک نزدیک به نقطه سر به سر را در منطقه تشخیص دادند که با میزان متوسط ملی و بیشتر مناطق استان‌های ایتالیا متفاوت است به علاوه تحلیل‌هایی که در مقیاسهای مکانی مختلف صورت گرفت نشان دهنده یک ساختار سرزمینی ناهمگون بود که از زیر منطقه‌هایی با کمبودهای اکولوژیک تشکیل شده که توسط مناطقی با مازاد اکولوژیک جبران می‌گردد (Bagliani, 2008, p 354). تیموری و همکاران در سال ۱۳۹۳ در مقاله رد پای اکولوژیک گاز دی‌اکسید کربن سوخته‌های فسیلی شهر شیراز به تخمین میزان اراضی جنگلی مورد نیاز برای جذب دی‌اکسید کربن منتشر شده ناشی از سوخت انرژی فسیلی از طریق روش جای پای اکولوژیک برای شهر شیراز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که

سرانه موجود فضای سبز در سطح شهر شیراز برای کاهش جای پای اکولوژیک گاز CO₂ منتشر شده از سوخت انرژی‌های فسیلی جوابگو نیست (تیموری، ۱۳۹۳، ص ۱۹۳). فریادی و صمدی در مقاله تعیین تناسب بهینه استفاده از انواع شیوه‌های حمل و نقل با هدف کاهش جای پای اکولوژیک در شهر تهران در سال ۱۳۸۹ به تعیین نحوه استفاده بهینه و مطلوب از انواع وسایل سیستم حمل و نقل درون شهری برای کاهش مصرف سوخت و کاهش تخریب محیط زیست با توجه به روش جای پای اکولوژیک پرداختند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که مترو به ازای هر مسافر کمترین مقدار مصرف را که معادل مصرف ۱۴۰۰ مسافر خودروی شخصی که بیشترین مقدار مصرف را داراست به خود اختصاص داده است (فریادی، ۱۳۸۹، ص ۹۷). افزایش انتشار آلاینده‌های محیط زیست و گازهای گلخانه‌ای تنها بخشی از تبعات زیست محیطی حامل‌های انرژی با منشأ فسیلی از مرحله تولید تا مصرف نهایی به شمار می‌رود. این دو عامل به طور مستقیم با افزایش تقاضای انرژی، در اثر افزایش جمعیت و ارتقای استانداردهای کیفیت زندگی در رابطه می‌باشد. در سال ۱۳۹۱، بخش حمل و نقل بیشترین سهم در تولید CH₄ و ذرات معلق و بخش‌های نیروگاهی و حمل و نقل بیشترین میزان انتشار SO₃ و CO₂ در بین بخش‌های مصرف کننده انرژی را به خود اختصاص داد (معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، ۱۳۹۳، ص ۵۷). شهرستان لاهیجان به علت دارا بودن زمین‌های حاصلخیز و مناظر زیبای طبیعی دارای جذابیت برای توسعه بوده و یکی از پیامدهای توسعه افزایش میزان حمل و نقل است که در صورت عدم توجه و مدیریت مناسب می‌تواند منجر به ناپایداری محیط شود از این رو بررسی شاخص رد پای اکولوژیک در بخش حمل و نقل می‌تواند عامل موثری در تصمیم‌گیری برای دستیابی به توسعه پایدار باشد.

روش بررسی

یکی از مدل‌های کمی کارآمد که توانایی تعیین اثرات بارهای تحمیلی بر محیط زیست را از طریق محاسبه میزان مصرف مواد و منابع داراست مدل جای پای اکولوژیک است (Zhiying & Cuiyan, 2011, 2387). روش جای پای اکولوژیک که توسط ویلیام ریز استاد دانشگاه بریتیش کلمبیا در سال ۱۹۹۲ ابداع و توسط متیس واکرناگل در سال ۱۹۹۴ ارتقا یافت ابزاریست برای سنجش پایداری مکان‌های ویژه یا انواع سبک‌های زندگی. این رویکرد بر این ایده استوار است که برای مصرف هر گونه کالا یا انرژی، مقدار معینی از زمین در یک یا چند حوزه زیست محیطی لازم خواهد بود تا بتواند جریان منابع مصرف شده و دفع فضولات ناشی از آن را تأمین نمایند (ساسانپور، ۱۳۹۰، ص ۲۹۹). در واقع این شاخص پایداری به مقایسه میزان ظرفیت زیستی منطقه و میزان استفاده انسانی از آن می‌پردازد.

جای پای اکولوژیک به اندازه‌گیری دو موضوع می‌پردازد:

۱. چه میزان طبیعت در اختیار است و

۲. چه میزان از طبیعت استفاده می‌شود.

مزایای تفکر جای پای اکولوژیک:

۱. توضیح چالش‌ها برای تصمیم‌گیرندگان: پیچیدگی و محدودیت اکولوژیکی جهان

۲. ایجاد ارتباط آسان فواید طرح‌های پایدار تهاجمی

۳. شناسایی خطرات و فرصت‌ها (Wackernagel, 2009, p 28).

جای پای اکولوژیک در ساده‌ترین شکل آن، توسط معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$EF = \frac{D_{ANNUAL}}{Y_{ANNUAL}}$$

که در آن تقاضای سالانه یک محصول تقسیم بر بازده سالانه همان محصول است. بازده در واحد هکتار جهانی بیان می‌شود (Ewing, 2010, p 11). جای پای اکولوژیک مبتنی بر این تفکر است که برای هر بخش از مصرف انرژی یا مواد و جذب پسماند، مقدار معینی از زمین در یک یا چند دسته اکوسیستم، مورد نیاز است (Wackernagel & Rees, 1996, p63). در استفاده اولیه از این مفهوم پهنه‌های زمین، به طور کلی به مرتع، زمین کشاورزی، زمین جنگل، زمین دریا، زمین ساخته شده و زمین انرژی، تقسیم شده است. هر کدام از این پهنه‌های زمین، مناطقی را که برای تولید کالاها و خدمات و ظرفیت جذب پسماند لازم است را، نشان می‌دهند. برای تعیین کل زمین مورد نیاز برای تأمین الگوی خاص مصرف یک جمعیت معین، مفهوم کاربرد زمین برای هر یک از دسته‌های مصرف باید مشخص شود. این دسته‌های مصرف عبارتند از: غذا، مسکن، حمل و نقل، کالاهای مصرفی، خدمات. براساس سطح دقت مورد نیاز در محاسبه، دسته‌ها را می‌توان به زیر بخش‌های کوچکتر تقسیم کرد، یا بعضی دسته‌ها وقتی که مورد نیاز نیستند، را می‌توان حذف کرد (شهانواز، ۱۳۹۱، ص ۸۷).

- بر اساس روش کلی ابداعی واکرناگل و ویلیام ریز (۱۹۹۶) این محاسبات مراحل اصلی زیر را شامل می‌شوند:
۱. برآورد سرانه‌ی مصرف سالانه‌ی مواد مصرفی اصلی، بر اساس مجموع داده‌های منطقه‌ای و تقسیم مصرف کل به میزان جمعیت.
 ۲. برآورد زمین اختصاص داده شده به هر نفر برای تولید هر مورد مصرفی، از راه تقسیم متوسط مصرف سالانه‌ی هر مورد بر متوسط سالانه‌ی تولید یا بازده زمین.
 ۳. محاسبه‌ی متوسط کل ردپای اکولوژیک هر نفر (EF) از طریق جمع زدن تمامی مناطق اکوسیستم که به هر نفر اختصاص یافته است.
 ۴. به دست آوردن ردپای اکولوژیک (Efp) برای جمعیت منطقه‌ی برنامه ریزی شده (N)، با محاسبه‌ی حاصلضرب متوسط ردپای هر نفر در اندازه‌ی جمعیت (Efp = N × EF) (قرخلو، ۱۳۹۲، ص ۱۰۵).
- بر اساس گزارش‌های ارائه شده توسط سازمان‌های جهانی مانند گزارش سیاره زنده (Living Planet Report) در سالهای مختلف که میزان ظرفیت زیستی و جای پای اکولوژیک را برای کشورها محاسبه می‌کند، میزان ظرفیت زیستی ایران در بخشهای زراعی، مرتع، جنگل، ماهیگیری و زمین ساخته شده طی سالهای ۱۹۹۹، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۴ روند کاهشی و رد پای اکولوژیک هر فرد ایرانی روند افزایشی را نشان می‌دهد (جدول شماره ۱ و ۲). شهرستان لاهیجان نیز از این قاعده مستثنی نیست.

جدول شماره (۱): رد پای اکولوژیک بر اساس استفاده از زمین به ازای هر فرد به هکتار

جمعیت (میلیون)	زمین زراعی	زمین مرتع	زمین جنگل	زمین دریا	زمین انرژی	زمین ساخته شده
۶۹/۲	۰/۶۱	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۸	۱/۰۸	۰/۱۰
۷۲/۴۴	۰/۶۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۹	۱/۷۱	۰/۰۸
۷۳/۹۷	۰/۷۳	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۹	۱/۸۲	۰/۶۲

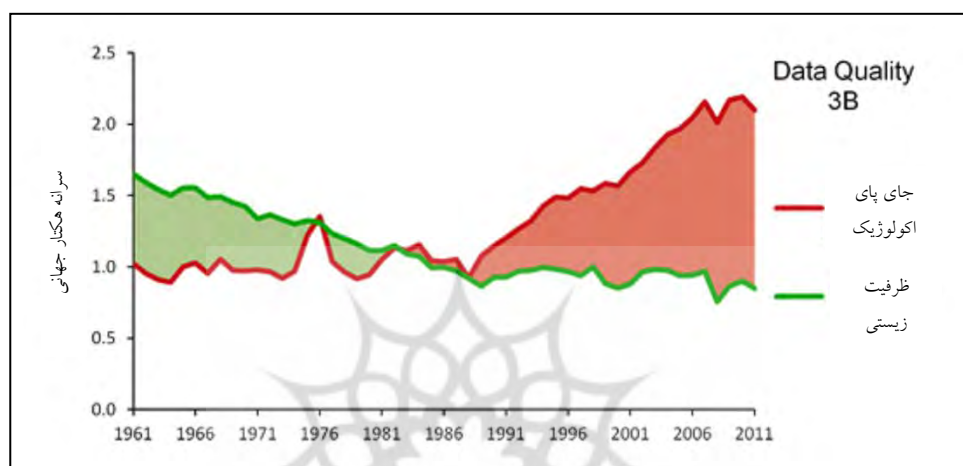
منبع: (Ewing, 2010, p 51)*، (Living Planet Report 2002, 2014, p 159)*

جدول شماره (۲): ظرفیت زیستی زمین بر اساس نوع استفاده از زمین به ازای هر فرد به هکتار

زمین ساخته شده	زمین دریا	زمین جنگل	زمین مرتع	زمین زراعی	جمعیت (میلیون)	ظرفیت زیستی
-	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۴۷	۰/۸۹	۶۹/۲	۱۹۹۹*
۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۵۳	۷۲/۴۴	۲۰۰۷
۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۵۰	۷۳/۹۷	۲۰۱۴*

منبع: (Living Planet Report 2002, 2014, p 159)*, (Ewing, 2010, p 51)

بر اساس سایت رسمی رد پای اکولوژیک وضعیت این شاخص و ظرفیت زیستی ایران از سال ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۱ به ازای میزان استفاده هر فرد به هکتار به شرح زیر است (تصویر شماره ۱).

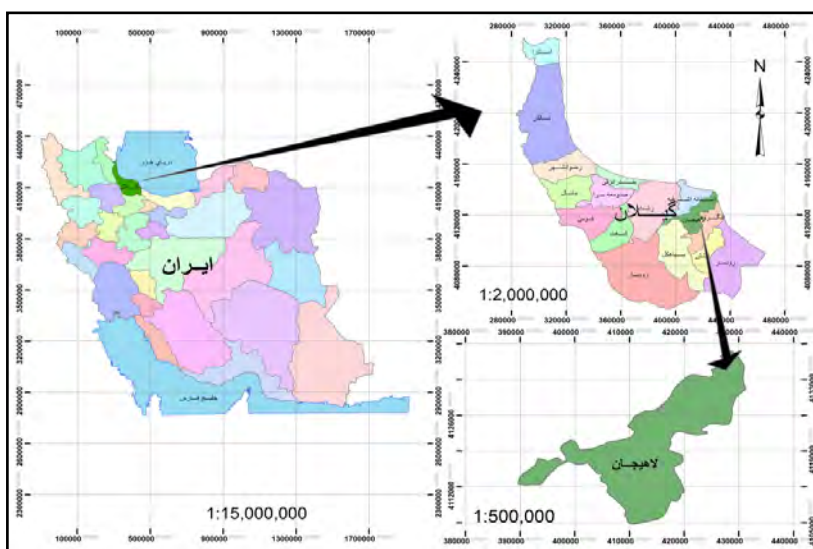


تصویر شماره ۱: وضعیت شاخص رد پای اکولوژیک و ظرفیت زیستی در ایران

منبع: WWW.footprintnetwork.org

بحث و نتیجه‌گیری

شهرستان لاهیجان در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی قرار دارد (اکبری، ۱۳۹۱، ص ۶۱). مساحت آن ۴۰۷ کیلومتر مربع و مرکز آن شهر لاهیجان است. این شهرستان دارای ۲ بخش، ۲ شهر، ۷ دهستان و ۱۸۶ آبادی است که بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ دارای ۱۶۸۸۲۹ نفر جمعیت است (معاونت برنامه‌ریزی و اشتغال، دفتر آمار و اطلاعات و GIS استانداری گیلان، ۱۳۹۲، ص ۱۵). شهرستان لاهیجان که در شرق استان گیلان قرار گرفته است از طرف شمال به شهرستان آستانه اشرفیه، از طرف شمال شرقی به دریای خزر، از طرف مشرق به شهرستان لنگرود، از طرف جنوب به شهرستان لنگرود و سیاهکل، از طرف مغرب به شهرستان رشت و آستانه اشرفیه محدود شده است (تصویر شماره ۲) (اصلاح عربانی، ۱۳۷۴، ص ۱۶۸۱).



تصویر شماره ۲: محدوده شهرستان لاهیجان در تقسیمات کشوری و استانی

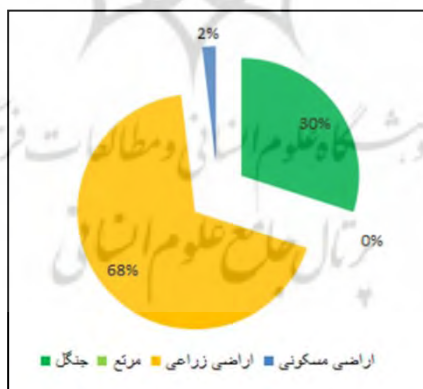
منبع: اداره کل منابع طبیعی استان گیلان

بر اساس روش واکرناگل برای محاسبه جای پای اکولوژیک شهرستان لاهیجان در بخش حمل و نقل ابتدا میزان زمین ساخته شده و سپس میزان زمین انرژی مصرفی در این بخش محاسبه شد. نوع کاربری اراضی منطقه و میزان زمین در دسترس نیز مشخص گردید (جدول شماره ۳، تصویر شماره ۳).

جدول شماره ۳: وضعیت کاربری اراضی شهرستان لاهیجان (۱۳۹۰)

کاربری اراضی به هکتار	اراضی جنگلی	اراضی مرتعی	اراضی زراعی	اراضی مسکونی کل
لاهیجان	۸۲۴۰	-	۱۸۷۳۷	۲۷۴۹۴

منبع: اکبری و همکاران، ۱۳۹۱، ص ۳۰۷



تصویر شماره ۳: کاربری اراضی شهرستان لاهیجان

منبع: نگارندگان

با توجه به این موضوع که شهرستان لاهیجان دارای فرودگاه نمی باشد و از حمل و نقل دریایی نیز بهره نمی برد تنها حمل و نقل زمینی مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا ابتدا نوع و طول راه های شهری و روستایی شهرستان لاهیجان با توجه آمارهای موجود گردآوری و سپس با توجه به تعریف نوع راه و مشخص شدن عرض آن مساحت زمین ساخته شده در بخش حمل و نقل زمینی در شهرستان لاهیجان محاسبه گردید.

جدول شماره (۴): طول و مساحت راه‌های شهری شهرستان لاهیجان

نوع راه	جمع	راه اصلی					راه فرعی				
		آزادراه	چهارخطه (بزرگراه)	عریض	معمولی	عریض	درجه ۱	درجه ۲			
		۰	۲۷/۰۳	۰	۰	آسفالته	شنی	آسفالته	شنی	آسفالته	شنی
طول کیلومتر	۹۳/۳۵	۰	۲۷/۰۳	۰	۰	۰	۰	۶۶/۳۲	۰	۰	۰
مساحت* هکتار	۱۳۴/۰۹	۰	۸۱/۰۹	۰	۰	۰	۰	۵۳	۰	۰	۰

منبع: تقی زاده، ۱۳۹۰، ص ۴۳۹، و یافته‌های پژوهش

جدول شماره (۵): طول و مساحت راه‌های روستایی شهرستان لاهیجان

نوع راه	جمع	راه روستایی					
		درجه ۱		درجه ۲		درجه ۳	
		آسفالته	شنی	آسفالته	شنی	آسفالته	شنی
طول کیلومتر	۳۵۶/۸۵	۲۶/۴۵	۰	۲۳۸	۵۸/۲۶	۳/۴۷	۳۰/۶۷
مساحت* هکتار	۱۷۵/۷۸۶	۱۴	۰	۱۱۹	۲۹/۱۳	۱/۳۸۸	۱۲/۲۶۸

منبع: (تقی زاده، ۱۳۹۰، ص ۴۴۱، و یافته‌های پژوهش

با توجه به محاسبات صورت گرفته مجموع زمینهای ساخته شده در بخش حمل و نقل زمینی در شهرستان لاهیجان با توجه به جداول ۴ و ۵ برابر با ۳۰۹/۸۷۶ هکتار است. که سرانه آن برای هر فرد با توجه به جمعیت ۱۶۸۸۲۹ نفری شهرستان برابر با ۰/۰۰۱۸ هکتار می‌باشد.

برای محاسبه زمین انرژی ابتدا باید مقادیر مورد استفاده هر کدام از اقلام انرژی در بخش حمل و نقل مشخص و معادل واحد مگاژول آن براساس تبدیل‌های ذکر شده محاسبه گردد. در همین راستا میزان مصرف سوختهای بنزین، گازوئیل (نفت و گاز) و گاز بر اساس آمارهای موجود بدست آمد و سرانه مصرف هر فرد با توجه به جمعیت محاسبه گردید (جدول شماره ۶).

جدول شماره (۶): میزان مصرف انرژی در بخش حمل و نقل شهرستان لاهیجان

نوع انرژی	بنزین	گازوئیل (نفت گاز)	گاز
مقدار مصرف	۵۷۳۰۰۰۰۰	۲۴۱۴۶۰۰۰ لیتر	۲۰۶۰۹۰۰ مترمکعب
سرانه مصرف هر فرد	۳۳۹/۴ لیتر	۱۴۳ لیتر	۱۲/۲ مترمکعب

منبع: اکبری، ۱۳۹۱، ص ۳۰۷

برای محاسبه میزان زمین مورد نیاز برای جذب کربن تولید شده توسط بنزین، گازوئیل (نفت و گاز) و گاز به طریق زیر عمل شد:

بنزین بدون سرب کمابیش برابر 125000 BTU در هر گالن است که برابر با نرخ $19/35$ تن کربن آزاد شده در هر میلیارد BTU است (فریادی، ۱۳۸۹، ص ۹۷).

هر یک لیتر برابر $0/264$ گالن است. بر این اساس محاسبات به طریق زیر صورت می‌گیرد:

۱. BTU = British Thermal Unit. یک واحد حرارتی در سیستم انگلیسی بوده که عبارت است از مقدار گرمایی که می‌تواند درجه حرارت ۱ پوند آب را یک درجه فارنهایت بالا

$$\text{سرانه مصرف هر فرد به گالن} \quad 89/6 = 0/264 \times 339/4$$

$$\text{BTU} \quad 11200000 = 125000 \times 89/6$$

$$\text{BTU میلیارد} \quad 0/0112 = 10^9 \div 11200000$$

$$\text{سرانه کربن تولید شده هر فرد به تن} \quad 0/21672 = 19/35 \times 0/0112$$

سوخت گازوئیل نیز در هر گالن کما بیش ۱۳۸۷۰۰ BTU تولید می‌کند که در نهایت، ۱۹/۹۵ تن کربن در هر میلیارد BTU آزاد می‌کند (فریادی، ۱۳۸۹، ص ۹۷).

$$\text{سرانه مصرف هر فرد به گالن} \quad 37/75 = 0/264 \times 143$$

$$\text{BTU} \quad 5235925 = 138700 \times 37/75$$

$$\text{BTU میلیارد} \quad 0/0052 = 10^9 \div 5235925$$

$$\text{سرانه کربن تولید شده هر فرد به تن} \quad 0/10374 = 19/95 \times 0/0052$$

در ارتباط با گاز نخست برای محاسبه تعداد مول‌ها در فوت مکعب باید از قانون گازها استفاده کرد. این گونه که تعداد مول‌ها در فوت مکعب مساوی است با تقسیم حاصل ضرب فشار (اتمسفر) و حجم (فوت مکعب) بر حاصل ضریب ثابت در درجه حرارت (کلوین) که در رابطه زیر نشان داده شده است. (قرخلو، ۱۳۹۲، ص ۱۰۵).

$$N = \frac{P \times V}{R \times T}$$

با توجه به اینکه فشار گاز CNG ۳۰۰۰ psi است.

$$\text{atm} \quad 14/5 \text{psi} = 1$$

$$\text{atm} \quad 206/9 = 14/5 \div 3000 \text{P} =$$

$$\text{تعداد مول در یک فوت مکعب} \quad L \quad 28/3 \text{Cubic Foot} = 1 \text{V} =$$

$$\text{ضریب ثابت} \quad L \quad \text{atm/mole} \quad K \quad 0/08206 \text{R} =$$

$$\text{Kelvin} \quad 288/5 \text{T} =$$

$$N = (206/9 \times 28/3) \div (0/08206 \times 288/5) = 288/5 = 247/37 \text{ مول متان موجود در یک فوت مکعب}$$

جرم مولکولی متان برابر با ۱۶/۰۴۳ گرم بر مول است بنابراین:

$$\text{گرم متان در یک فوت مکعب} \quad 3969 = 16/043 \times 247/37$$

از آنجایی که ۷۵٪ متان از کربن تشکیل شده است بنابراین:

$$\text{گرم کربن در یک فوت مکعب} \quad 2977 = 0/75 \times 3969$$

هر یک فوت مکعب برابر با ۰/۰۲۸۳۲ متر مکعب است بنابراین سرانه مصرف گاز هر فرد در شهرستان لاهیجان ۴۳۰/۷۹ فوت مکعب است که با توجه به میزان کربن موجود در هر فوت مکعب گاز که برابر با ۲۹۷۷ گرم محاسبه شده است:

$$\text{سرانه کربن تولید شده هر فرد به گرم} \quad 1282461/83 = 2977 \times 430/79$$

$$\text{سرانه کربن تولید شده هر فرد به تن} \quad 1/2824 = 10^6 \div 1282461/83$$

با توجه به این قانون که سالانه برای جذب ۱/۸ تن کربن یک هکتار زمین نیاز است می‌توان میزان زمین مورد نیاز برای هر فرد را محاسبه نمود (جدول شماره ۷).

جدول شماره (۷): میزان سرانه زمین مورد نیاز برای جذب کربن تولید شده در بخش حمل و نقل شهرستان لاهیجان

نوع انرژی	بنزین	گازوئیل (نفت گاز)	گاز	جمع
سرانه زمین مورد نیاز هر فرد (هکتار)	۰/۱۲۰۴	۰/۰۵۷۶	۰/۷۱۲۴	۰/۸۹۰۴
کل زمین مورد نیاز (هکتار)	۲۰۳۲۷	۹۷۲۴/۵۵	۱۲۰۲۳۳/۷۷	۱۵۰۳۲۵/۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

در بخش حمل و نقل از بخش‌های مرتع، جنگل، کشاورزی و دریا بهره برداری نمی‌شود. حال با توجه به میزان جای پای اکولوژیک در بخش زمین ساخته شده و زمین انرژی می‌توان جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان لاهیجان را بدست آورد (جدول شماره ۸).

جدول شماره (۸): جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان لاهیجان

جمعیت (۱۳۹۰)	زمین زراعی	زمین مرتع	زمین جنگل	زمین دریا	زمین انرژی	زمین ساخته شده	ردپای اکولوژیک حمل و نقل	کل زمین مورد نیاز	میزان زمین در دسترس	میزان کسری زمین
۱۶۸۸۲۹	-	-	-	-	۰/۸۹۰۴	۰/۰۰۱۸	۰/۸۹۲۲	۱۵۰۳۲۵/۳۲	۲۷۴۹۴	۱۲۲۸۳۱/۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

امروزه با توجه به افزایش جمعیت شهری به عنوان بزرگترین اجتماعات انسانی و اهمیت روز افزون مسائل محیط زیستی و اکولوژیکی، شناخت کمبودها و مشکلات در این زمینه می‌تواند بر تصمیم‌گیری و مدیریت بهتر این مکان‌ها تأثیر بسزایی داشته باشد. میزان جای پای اکولوژیک بیانگر اثری است که هر جامعه‌ای با توجه به سبک زندگی خود بر طبیعت به جای می‌گذارد. با استفاده از روش جای پای اکولوژیک میزان پایداری و ناپایداری عوامل مختلف یک منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد تا از این طریق بتوان برای بهبود وضعیت منطقه برنامه‌ریزی لازم را انجام داد. بر اساس این روش جای پای اکولوژیک حمل و نقل هر فرد ساکن در شهرستان لاهیجان با توجه به میزان زمین ساخته شده در بخش حمل و نقل و میزان انرژی مصرفی در این بخش برابر ۰/۸۹۲۲ هکتار زمین محاسبه گردید. با توجه به جمعیت شهرستان لاهیجان که معادل ۱۶۸۸۲۹ نفر است در کل ۱۵۰۳۲۵/۳۲ هکتار زمین برای بخش حمل و نقل لاهیجان نیاز است که در مقایسه با میزان زمین در دسترس که معادل ۲۷۴۹۴ هکتار است، مشاهده می‌شود که این شهرستان دارای ۱۲۲۸۳۱/۳۲ هکتار کسری زمین است. در واقع بخش حمل و نقل شهرستان لاهیجان به مساحتی حدود ۴/۵ برابر مساحت فعلی جهت تأمین سوخت مورد استفاده جمعیت کنونی خود نیازمند است. این اعداد بیانگر میزان فشاری هستند که فضای بوم‌شناختی شهرستان جهت تأمین سوخت مورد نیاز برای مصرف ساکنان تحمل می‌نماید. این فشار می‌تواند باعث ایجاد مشکلات بسیاری مانند ایجاد انواع آلودگی‌ها، در معرض خطر نهادن موجودات و سیستم‌های پشتیبان حیات شود که این موضوع نشان دهنده ناپایداری بخش حمل و نقل شهرستان لاهیجان است، این ناپایداری که با توجه به شاخص جای پای اکولوژیک محاسبه گردید نشان دهنده لزوم بازنگری در سیاست‌های توسعه و مدیریت شهری برای رسیدن به پایداری و حفاظت از محیط زیست منطقه با توجه به

گردشگر پذیر بودن آن دارد. در همین راستا پیشنهاداتی جهت کاهش جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان لاهیجان ارائه می‌گردد:

- آموزش و اطلاع رسانی در زمینه پیامدهای محیط زیستی استفاده از سوخت‌های فسیلی برای حمل و نقل
- تشویق مردم به کاهش استفاده از اتومبیل شخصی از طریق افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، افزایش هزینه پارکینگ

- ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای توسعه حمل و نقل عمومی و تشویق مردم به استفاده هر چه بیشتر از آن
- بازسازی و بهسازی ناوگان حمل و نقل عمومی جهت افزایش رضایت افراد
- ترویج استفاده از حمل و نقل پاک و سالم مانند پیاده روی، دوچرخه سواری یا استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی
- ممنوعیت تردد خودروهای با مصرف سوخت بالا، اجرای طرح تعویض خودروهای فرسوده و معاینه فنی خودروها جهت تنظیم میزان مصرف سوخت

- نامگذاری یکی از روزهای هفته به عنوان "روز بدون خودرو" و تشویق مردم به عدم استفاده از خودرو در آن روز.

منابع

اداره کل منابع طبیعی استان گیلان، نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ استان گیلان و شهرستان لاهیجان، اصلاح عربانی، ابراهیم (۱۳۷۴). کتاب گیلان. تهران: انتشارات گروه پژوهشگران ایران، اکبری... و دیگران] (۱۳۹۱). سالنامه آماری استان گیلان سال ۱۳۹۰. رشت: انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و اشتغال استانداری گیلان، بارو، سی جی (۱۳۷۶). توسعه پایدار، مفهوم ارزش و عمل. ترجمه سید علی پدری، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۴، صص ۴۳-۶۷.

پاپلی یزدی، محمدحسین؛ و ابراهیمی، محمدرضا (۱۳۸۱). نظریه‌های توسعه روستایی. تهران: انتشارات سمت، تقی زاده... و دیگران] (۱۳۹۰). اطلس گزیده‌های آمارهای استان گیلان ۱۳۸۸. رشت: انتشارات معاونت برنامه‌ریزی استانداری گیلان، تیموری، ایرج، سالاروندیان، فاطمه، زیاری، کرامت الله (۱۳۹۳). ردپای اکولوژیک گاز دی اکسید کربن سوخت‌های فسیلی شهر شیراز. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۱۲، صص ۱۹۳-۲۰۴.

ساسانپور، فرزانه (۱۳۹۰). مبانی پایداری توسعه کلانشهرها با تاکید بر کلانشهر تهران. تهران: انتشارات مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران،

سرابی، محمدحسین، زارعیفرشاد، عبدالحمید (۱۳۹۰). بررسی پایداری منابع بوم شناختی با استفاده از شاخص جای پای بوم شناسی: مورد ایران. مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره پیاپی ۴۱، شماره ۱، صص ۹۷-۱۰۶.

شهانواز، سارا، دلیری، حسن (۱۳۹۱). ارزیابی جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان رشت. دوازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، صص ۱-۹.

شهانواز، سارا (۱۳۹۱). بررسی پایداری توسعه منطقه شهری رشت با استفاده از روش جای پای اکولوژیک. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی توسعه منطقه‌ای. دانشکده علوم اجتماعی. دانشگاه علامه طباطبایی. تهران

شیخ اعظمی، علی، دیوسالار، اسدالله (۱۳۸۹). بررسی مقایسه ای اثر بخشی جای پای اکولوژیکی در کشورهای اسلامی جنوب غربی آسیا و کشورهای صنعتی غربی. مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافی دانان جهان اسلام، صص ۱-۱۴.

عربی یزدی، اعظم، علیزاده، امین، محمدیان، فرشاد (۱۳۸۷). بررسی ردپای اکولوژیک آب در بخش کشاورزی ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۴، صص ۱-۱۵.

- فریادی، شهرزاد، صمدی، پریمه (۱۳۸۹). تعیین تناسب بهینه استفاده از انواع شیوه‌های حمل و نقل با هدف کاهش جای پای اکولوژیک در شهر تهران. مجله محیط‌شناسی، شماره ۵۴، صص ۹۷-۱۰۸.
- قرخلو، مهدی، حاتمی نژاد، حسین، باغوند، اکبر، یلو، مصطفی (۱۳۹۲). ارزیابی پایداری توسعه‌ی شهری با روش جای پای اکولوژیک (نمونه‌ی موردی: شهر کرمانشاه). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره‌ی ۴۵، شماره‌ی ۲، صص ۱۰۵-۱۲۰.
- کاپلان، دیوید اچ - وویلر، جیمز - وهالووی، استیون آر (۱۳۹۱). جغرافیای شهری. ترجمه حسین حاتمی نژاد و عبدالمطلب برات نیا، تهران: انتشارات سمت،
- گودرزی، مسعود (۱۳۷۹). توسعه پایدار منابع زیستی، مطالعه موردی حوزه سد کرخه. فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست، شماره ۳۰، صص ۵۲-۵۵.
- معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو (۱۳۹۳). ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱. تهران: وزارت نیرو،
- معاونت برنامه‌ریزی و اشتغال، دفتر آمار و اطلاعات و GIS استانداری گیلان (۱۳۹۲). فرهنگ آبادی‌های شهرستان لاهیجان: سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰. رشت: استانداری گیلان،
- Bagliani, M., Galli, A., Niccolucci, V., Marchettini, N. (2008). Ecological footprint analysis applied to a sub-national area: The case of the Province of Siena (Italy). Elsevier Ltd: journal of Environmental management, 86, 354-364.
- Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., Wackernagel, M. (2010). Ecological footprint atlas. Global Footprint Network, Oakland, **California, United States of America, 113.**
- Wackernagel, M. (2009), The ecological footprint the underlying science, 'Beyond GDP, Bruxelles, April 2, 59.
- WWF (2002): Living Planet Report.
- WWF (2014): Living Planet Report, enter for sustainability studies Switzer land.
- WWW.footprintnetwork.org
- WWW.iratm.ir
- Zhiying, G., Cuiyan, L. (2011). Empirical Analysis on Ecological Footprint of Household Consumption in China, Elsevier Ltd Energy Procedia 5, 2387-2391.