



The Ecological Sustainability Assessment of Rural Settlements with Emphasis on the Ecological Footprint (Case Study: Eslam Abad-e-Gharb)*

Mohsen Aghayari Hir¹ | Ali Mohammad Khorshiddoust² | Aezh Azmi³ | Ashkan Shafiee⁴

1. Corresponding author, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: aghayari@tabrizu.ac.ir

2. Department of Climatology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3. E-mail: khoshid@tabrizu.ac.ir

4. Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, University of Razi, Kermanshah, Iran.

5. E-mail: a.azmi@razi.ac.ir

PhD Candidate, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: ashkan.shafiee@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received:

10 October 2022

Received in revised form: 07

February 2023

Accepted: 16 February 2023

Published: online 13 March

2023

Keywords:

Assessment of sustainable development,
Ecological footprint,
Biocapacity,
Spatial pattern analysis,
Eslam Abad-e-Gharb.

ABSTRACT

Introduction: The technological progress in the exploitation of natural resources and the increase in consumption have led to environmental crises that threaten the stability of societies, especially rural ones. Therefore, it is important to evaluate the sustainability of these areas and how resources are consumed and exploited. One of the best indicators for assessing sustainable development, which highlights the extent of consumption in relation to ecological power, is the ecological footprint index. Using the mentioned index, the present study analyzes the spatial pattern of ecological footprint at regional level in Eslamabad-e-Gharb district.

Method: This study is practical and descriptive-analytical in nature. Documentation and field methods were used to collect information. Based on the three factors of natural location, distance from the district center and number of households, 40 villages were selected in Eslamabad-Gharb county. Based on Cochran formula, the minimum sample size of 360 households was determined. Using the proportion formula, the share of each village in the number of questionnaire distributions was determined. To analyze the obtained data, the ecological footprint index was employed for the six factors of energy land, pasture land, arable land, forest land, water land and built-up land. Moreover, Moran's *i* statistic was used to identify the spatial distribution pattern of ecological footprint in the study area, and IDW interpolation was used to zone the ecological footprint.

Findings: The results showed that 72.5 percent of the 40 investigated villages, i.e. 29 villages, are in unstable condition and ecological deficit, while 11 villages have ecological surplus. Among them, Barf Abad Aliya village has the largest ecological deficit with -8351.23 global hectares and Mian-Tang Mansouri village has the largest ecological surplus with +2042 global hectares. Also, the local Moran index identified the spatial pattern of footprint distribution at the county level as a cluster type with high value. Based on IDW interpolation, the northern and southern villages of the county, which are often located in mountainous and forest environments, were found to be in the medium and high footprint range, while the middle villages with a plain location had low and very low footprint.

Conclusions: The natural location of rural settlements influences their ecological footprint, such that mountainous and forested villages have a larger footprint than lowland villages. This is due to the fact that these villages have less access to resources and the area of natural resources is smaller. On the other hand, due to environmental conditions, fuel energy consumption is very high in mountain areas, while it is much lower in lowland areas. Consequently, more attention should be paid to mountain and forest villages in resource consumption management and sustainability planning.

Cite this article: Aghayari Hir, M., Khorshiddoust, A., Azmi, A., Shafiee, A. (2023). The Ecological Sustainability Assessment of Rural Settlements with Emphasis on the Ecological Footprint (Case Study: Eslam Abad-e-Gharb).547-567.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jrd.2023.355037.668780>.

* Research Article, Paper from the doctoral dissertation titled: "Ecological Sustainability Analysis and Presentation of Spatial Pattern of Rural Settlements Case Study: Eslamabad-e-Gharb County", Tabriz university, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Geography and Rural planning.

ارزیابی پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی با تأکید بر ردپای بوم‌شناختی

(مورد پژوهشی: شهرستان اسلام‌آباد غرب)*

محسن آقایی هیر^۱ | علی محمد خورشید دوست^۲ | آئیژ عزمی^۳ | اشکان شفییعی^۴

۱. نویسنده مسؤل، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: aghayari@tabrizu.ac.ir

۲. گروه آب‌وهواشناسی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: khورشid@tabrizu.ac.ir

۳. گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: a.azmi@razi.ac.ir

۴. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، رایانامه: ashkan.shafiee@tabrizu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

کلیدواژه‌ها:

ارزیابی توسعه پایدار، ردپای بوم‌شناختی، ظرفیت زیستی، تحلیل الگوی فضایی، اسلام‌آباد غرب

مقدمه: رشد سریع فناوری در بهره‌برداری از منابع طبیعی و افزایش مصرف‌گرایی در جوامع انسانی سبب بروز بحران‌های محیط‌زیستی شده است که تهدیدی جدی برای پایداری جوامع، بخصوص جوامع روستایی به‌شمار می‌آید. از این رو ارزیابی پایداری این مناطق و بررسی نحوه مصرف و بهره‌برداری منابع، امری ضروری است. در این میان یکی از بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی توسعه پایدار که بر میزان مصرف با توجه به توان اکولوژیکی تأکید دارد، شاخص ردپای بوم‌شناختی است. پژوهش حاضر با استفاده از شاخص مذکور به ارزیابی پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب و تحلیل الگوی فضایی ردپای بوم‌شناختی در سطح منطقه می‌پردازد.

روش: این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی است. جمع‌آوری اطلاعات به روش اسنادی و میدانی صورت گرفته است. محدوده مورد مطالعه شامل نقاط روستایی دارای سکنه شهرستان اسلام‌آباد غرب است که ۴۰ روستای آن براساس سه عامل موقعیت طبیعی، فاصله از مرکز شهرستان و تعداد خانوار انتخاب شدند براساس فرمول کوکران، حداقل حجم نمونه ۳۶۰ خانوار تعیین شد. با استفاده از روش نسبت، سهم هریک از روستاها در تعداد توزیع پرسشنامه مشخص شد. تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده به کمک شاخص ردپای بوم‌شناختی در شش جزء زمین کشاورزی، زمین انرژی، زمین مرتع، زمین جنگلی، پهنه‌های آبی و ناحیه ساخته‌شده صورت گرفت. همچنین برای شناسایی الگوی توزیع فضایی ردپا در سطح منطقه مورد مطالعه، از آماره موران محلی و به‌منظور پهنه‌بندی میزان ردپای به‌دست‌آمده، از درون‌یابی IDW استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد از میان ۴۰ روستای مورد بررسی، ۲۹ روستا (۷۲/۵ درصد) در شرایط ناپایدار و کسری اکولوژیکی قرار دارند و ۱۱ روستا دارای اضافه اکولوژیکی هستند. در این میان، روستای برف‌آباد علیا با ۸۳۵/۲۳- هکتار جهانی دارای بیشترین کسری اکولوژیکی است و روستای میان‌تنگ منصوری با ۲۰۴۲+ هکتار جهانی از بیشترین اضافه اکولوژیکی برخوردار است. همچنین شاخص موران محلی، الگوی فضایی توزیع ردپا در سطح شهرستان را از نوع خوشه‌ای با ارزش بالا شناسایی کرد. با درون‌یابی IDW مشخص شد روستاهای شمالی و جنوبی شهرستان که اغلب موقعیتی کوهستانی و جنگلی دارند، در پهنه ردپای متوسط و زیاد قرار دارند و روستاهای میانی با موقعیتی دشتی دارای میزان ردپای کم و خیلی کم هستند.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های پژوهش می‌توان ادعا کرد موقعیت طبیعی سکونتگاه‌های روستایی در میزان ردپای بوم‌شناختی این مناطق اثرگذار است؛ به‌طوری‌که روستاهای کوهستانی و جنگلی ردپای بزرگ‌تری از روستاهای دشتی دارند. این امر را می‌توان در دسترسی کمتر این روستاها به منابع و همچنین مساحت کم پهنه‌های منابع طبیعی دانست. از سوی دیگر میزان مصرف انرژی در زمینه سوخت به‌دلیل شرایط محیطی در مناطق کوهستانی زیاد و در مناطق دشتی بسیار کمتر است. به همین سبب در مدیریت مصرف منابع و برنامه‌ریزی در جهت پایداری باید به روستاهای کوهستانی و جنگلی توجه بیشتری شود.

استناد: آقایی هیر، محسن؛ خورشید دوست، محمدعلی؛ عزمی، آئیژ و شفییعی، اشکان (۱۴۰۱). ارزیابی پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی با تأکید بر ردپای بوم‌شناختی (مورد پژوهشی: شهرستان اسلام‌آباد غرب). توسعه محلی (روستا - شهری)، ۱۴ (۲): ۵۴۷-۵۶۷.

Doi: <https://doi.org/10.22059/jrd.2023.355037.668780>

* مستخرج از رساله دکتری با عنوان «تحلیل پایداری اکولوژیکی و ارائه الگوی فضایی سکونتگاه‌های روستایی؛ مطالعه موردی: شهرستان اسلام‌آباد غرب»، دانشگاه تبریز، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی.

۱. مقدمه

زندگی انسان مدرن با مشکلات بسیاری مواجه است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها مشکلات زیست‌محیطی است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۱۳). این خطرات به دلیل داشتن فرایندهای پیچیده سبب بروز مشکلات بی‌شماری شده است. توسعه اقتصادی-اجتماعی بشر بعد از انقلاب صنعتی و فناوری، شدت زیادی گرفت (روگریو، ۲۰۲۱: ۱۴۷). در نتیجه این تغییرات سریع، تقاضای جهانی برای مصرف، تولید و انتقال انرژی افزایش یافت و امروزه کمبود منابع جدید انرژی بزرگ‌ترین چالشی است که بشر با آن مواجه است (متلیونیس، ۲۰۲۲: ۱). افزایش کربن ناشی از مصرف انرژی در فعالیت‌های انسانی موجب گرم‌تر شدن دمای کره زمین شده است (سانگی و مندلسون، ۲۰۰۸: ۶۵۸)؛ به نحوی که میانگین دمای زمین در سال ۲۰۲۰ حدود ۱/۱ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوران ماقبل صنعتی افزایش داشته است (ژیلت و همکاران، ۲۰۲۱: ۲۰۸). تبعات فعالیت‌های انسانی برای محیط‌زیست که از آن به‌عنوان اثرات انسان‌ساخت^۱ یاد می‌شود، فقط به موارد ذکر شده ختم نمی‌شود و این اثرات را می‌توان در کاهش تنوع زیستی و انقراض گسترده، فرسایش خاک، آلودگی آب‌ها، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، جنگل‌زدایی، بهره‌کشی و مصرف بیش‌ازحد منابع مشاهده کرد.

با توجه به موارد ذکر شده که به سرعت وضعیت محیط‌زیست را بحرانی‌تر کرده‌اند، این سؤال مطرح می‌شود که نقطه آغازین این مشکلات چه بود. از دیدگاه جغرافیایی، نقطه آغازین تخریب محیط‌زیست در نوع رابطه انسان با طبیعت نهفته است. در واقع هر جا که روابط، تسخیری و ناپایدار باشد به این معنی که مصرف منابع بیش از بازتولید آن باشد، می‌توان آن را تخریب محیط‌زیست نام نهاد. چنین وضعیتی را می‌توان با به‌کارگیری ردپای بوم‌شناختی^۲ اندازه‌گیری کرد. در این روش، تخمین منابع مورد تقاضای انسان در اکوسیستم‌ها با مقدار منابع آن اکوسیستم مقایسه می‌شود؛ بنابراین در ردپای بوم‌شناختی این سؤال مطرح می‌شود که چقدر از ظرفیت زمین به صورت محلی یا در مقیاس جهانی در اختیار بشر قرار دارد، و از این طریق محدودیت‌های بوم‌شناختی که طبیعت قادر است برای بشر در مدت‌زمان طولانی تأمین کند شناسایی می‌شود (ریز و واکرناگل، ۲۰۰۸: ۵۴۲). در واقع جای پای بوم‌شناختی بر این ایده استوار است که برای مصرف هرگونه کالا یا انرژی مقدار معینی از زمین در یک یا چند حوزه محیط‌زیستی لازم خواهد بود تا بتواند جریان منابع مصرف‌شده و دفع فضولات ناشی از آن را تأمین کند (ساسانپور و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲). براساس گزارش شبکه ردپای بوم‌شناختی در سال ۲۰۱۸، تقاضای بشر ۷۵ درصد بیشتر از میزان بازآفرینی کل اکوسیستم‌های زمین است. از این رو ارزیابی میزان مصرف منابع توسط سکونتگاه‌های شهری و روستایی، شناسایی عوامل تأثیرگذار در ردپای بوم‌شناختی این مناطق و همچنین مطالعه توان اکولوژیکی آن‌ها امری حیاتی به نظر می‌رسد. در این میان، مناطق روستایی به دلیل نزدیکی بیشتر به طبیعت و اثرات مستقیمی که بر طبیعت می‌گذارند و تأثیراتی که از آن می‌پذیرند، اهمیت بسزایی دارند (عزمی و لنگرودی، ۱۳۹۰: ۱۰۳)؛ چرا که این مناطق به‌منظور تأمین معیشت و نیازهای خود، وابستگی زیادی به منابع طبیعی دارند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۳۸)؛ به طوری که امروزه مسائل محیط‌زیستی تهدیدی جدی برای پایداری جوامع روستایی است (صفا و محمدیان سقین‌سرا، ۱۳۹۹: ۱۰۲)؛ بنابراین ضرورت دارد نحوه روابط و مصرف منابع این نوع سکونتگاه‌ها بررسی و پایداری و ناپایداری آن‌ها سنجیده شود. در زمینه مصرف منابع، اغلب پژوهش‌ها مانند حاجیلو (۱۳۹۲)، بسطامی (۱۳۹۶)، صفا (۱۳۹۷)، لارسون و همکاران (۲۰۱۵)، با رویکردی جامعه‌شناسانه به بررسی عوامل مؤثر بر ردپای بوم‌شناختی پرداخته‌اند و بر موضوعاتی مانند سبک زندگی، سرمایه فرهنگی و سواد بوم‌شناختی تأکید کرده‌اند. از سوی دیگر، محققان اقتصادی ردپای بوم‌شناختی را براساس مؤلفه‌های اقتصادی و در بعد کلان سنجیده‌اند؛ بنابراین خلأ رویکرد

1. anthropogenic impacts
2. ecological footprint

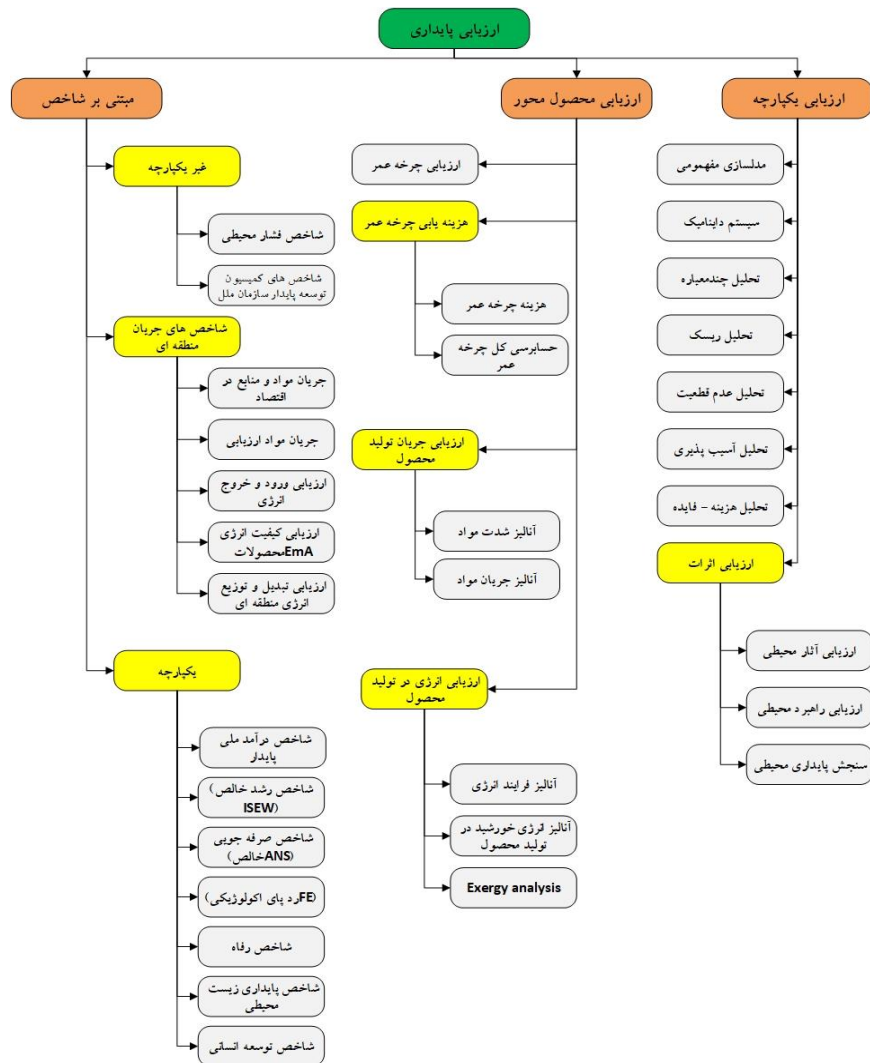
جغرافیایی در سنجش ردپا و بررسی تأثیرگذاری ویژگی‌های طبیعی مناطق مختلف در میزان ردپا سبب شد پژوهش حاضر با اذعان به اهمیت منابع طبیعی در جوامع روستایی و تأثیر الگوی مصرف بر آن، برمبنای پایداری سکونتگاه‌های روستایی و مدیریت مصرف منابع طرح‌ریزی شود. نگاه جغرافیایی و فضایی تأکید بیشتری بر منابع طبیعی دارد و امکان مقایسه مناطق را در زمینه ویژگی‌های مورد بررسی فراهم می‌کند. بدین ترتیب پژوهش پیش‌رو در راستای ضرورت‌های مطرح‌شده، سکونتگاه‌های روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب را از حیث مصرف منابع و میزان ردپای بوم‌شناختی بررسی می‌کند و به این سؤال پاسخ می‌دهد که وضعیت مصرف منابع در روستاهای شهرستان چگونه است و توزیع فضایی ردپای بوم‌شناختی آن‌ها از چه الگویی پیروی می‌کند.

۲. مبانی نظری

یکی از آرمان‌های اصلی توسعه هزاره^۱ تضمین پایداری محیط‌زیست است (اسپنسر، ۲۰۲۱: ۱۴) که براساس آن، دولت‌های امضاکننده موظف بودند تا سال ۲۰۱۵ این اهداف را محقق کنند. با این حال این دولت‌ها فقط در زمینه کاهش انتشار گازهای مخرب لایه ازن موفق عمل کردند و در سایر جنبه‌های محیط‌زیست، تخریب همچنان ادامه دارد. از جمله اینکه انتشار جهانی دی‌اکسیدکربن از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ حدود ۵۰ درصد افزایش یافته است (ریتچی و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین جنگل‌های جهانی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ از ۳۱/۲ درصد به ۳۰/۸ درصد مساحت زمین کاهش یافته است (ریتچی و روسر، ۲۰۱۸). از این رو می‌توان ادعا کرد توسعه هزاره در زمینه تضمین پایداری محیط‌زیست در اکثر اهداف ناموفق عمل کرده است. در سال ۲۰۱۵ رؤسای دولت‌ها در مجمع عمومی سازمان ملل با بررسی دستاوردها و شکست‌های توسعه هزاره، دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار^۲ را تصویب کردند. چهار هدف از ۱۷ هدف اصلی دستور کار ۲۰۳۰ مربوط به محافظت از محیط‌زیست و مصرف پایدار منابع است (میرالی کوپروس و میرالی کوپروس، ۲۰۲۱: ۲) و شامل مصرف پایدار منابع، مبارزه با تغییرات اقلیمی، استفاده پایدار از منابع دریایی، استفاده پایدار از زمین و اکوسیستم‌های خاکی و معکوس کردن روند تخریب زمین است. تمامی اهداف بر توسعه پایدار تأکید دارند. این مفهوم به مرجعی برای تحقیقات علمی در مورد محیط‌زیست تبدیل شده و از زمان ظهور آن در گزارش برون‌داند^۳ در سال ۱۹۸۷، به‌عنوان یک پارادایم گسترش یافته است (روگریو، ۲۰۲۱). از زمان اجلاس زمین ریودوژانیرو^۴، انسان مرکز توسعه پایدار قرار گرفت (رفیع‌فر و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۰) و این مفهوم هژمونیک شده و در معاهدات بین‌المللی و قوانین بسیاری از کشورهای جهان گنجانده شده است (تن‌هو، ۲۰۲۱).

توسعه پایدار به عدالت درون نسلی و بین‌نسلی برای استفاده از منابع تأکید دارد و مسئولیت‌پذیری افراد و جوامع در این زمینه بسیار حائز اهمیت است (آقایاری و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۶). دستیابی به پایداری، نیازمند ارزیابی وضع موجود خواهد بود (خسرویگی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۶۲). با توجه به مطالعات صورت‌گرفته، طبقه‌بندی‌های متعددی از شیوه‌ها و ابزارهای ارزیابی و سنجش پایداری انجام گرفته است و در این میان نس و همکاران (۲۰۰۷) چارچوبی جامع برای ارزیابی پایداری مطرح کردند (شکل ۱) و بینگتون و همکاران (۲۰۰۷) این روش‌ها را در سه حوزه دسته‌بندی کردند: ۱. ارزیابی مبتنی بر شاخص‌ها و معیارها که به دو دسته یکپارچه و غیریکپارچه تقسیم می‌شوند؛ ۲. ابزارهای ارزیابی مرتبط با محصول که بر جریان مواد و انرژی یک محصول یا خدمات در طول زمان تأکید دارند؛ ۳. ارزیابی یکپارچه (شفیعی، ۱۳۹۶).

1. millennium development goals
2. 2030 Agenda for Sustainable Developmen
3. Brundtland Report
4. Rio de Janeiro Earth Summi



شکل ۱. روش‌های ارزیابی پایداری

منبع: سینگ و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۸۵

هریک از شاخص‌های مطرح‌شده برای ارزیابی پایداری با توجه به مقتضیات زمانی و فضای علمی در دوره‌های مختلف مطرح شده است. این شاخص‌ها پایداری را از زوایای مختلف ارزیابی می‌کنند و هرکدام مزایا و معایبی دارند. در این میان، شاخص ردپای اکولوژیکی که در گروه ارزیابی پایداری مبتنی بر شاخص قرار دارد (شکل ۱)، با دید جامع‌تر و عمیق‌تری به تأثیرات و تخریب‌های زیست‌محیطی انسان می‌پردازد و تنها شاخصی است که به مسئله پسماند و تناسب اکولوژیکی و توان زیستی توجه ویژه داشته است. شاخص جای پای اکولوژیکی اولین بار توسط ریز و واکرناگل در سال ۱۹۹۶، در دانشگاه بریتیش کلمبیا، در کتاب *ردپای اکولوژیکی ما: کاهش تأثیر انسان بر زمین* ارائه شد و پس از آن بسط یافت (ریز و واکرناگل، ۱۹۹۸: ۵۴۴). اگر میزان مصرف منابع و تولید پسماند انسان بیشتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد (فرهادی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۴۴) و به عبارت دیگر، جای پای بوم‌شناختی در یک

منطقه، کشور یا کره زمین بیشتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد، آن منطقه ناپایدار است (رهنما و حسینی، ۱۴۰۰: ۲۷۰). در این روش، اندازه منطقه پشتیبان برای سکونتگاه انسانی ارزیابی می‌شود و براین اساس مشخص می‌شود که چه مقدار زمین و دریای دارای قدرت تولید طبیعی برای پاسخ به نیازهای حیاتی ساکنان آن مورد نیاز است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۴۳). ریز و واکرناگل با استفاده از ماتریس مصرف و کاربری اراضی، الگویی برای محاسبه ردپای اکولوژیکی ارائه کردند که شامل دو وجه است:

وجه اول: طبقه‌بندی مصرف که غذا، مسکن، حمل‌ونقل، خدمات، کالاهای مصرفی و مواد زائد را دربرمی‌گیرد.

وجه دوم: طبقه‌بندی کاربری اراضی که شامل شش جزء است (جدول ۱). تمام کالاها و خدمات مصرفی عمده انسان باید در این شش جزء قرار گیرد (ریو، ۲۰۰۵).

جدول ۱. طبقه‌بندی کاربری اراضی

زمین کشاورزی	مساحت زمینی که برای تولید محصولات مصرفی جامعه مورد نیاز است.
زمین انرژی	مساحت جنگلی که برای جذب CO ₂ ناشی از مصرف سوخت به‌طور مستقیم و غیرمستقیم مورد نیاز است.
زمین مرتع	مساحت مرتعی که برای پرورش دام و تولیداتشان برای جمعیت منطقه یا کشور مورد نیاز است.
زمین جنگلی	مساحت جنگلی که برای تولید چوب و کاغذ مورد نیاز است.
پهنه‌های آبی	مساحت دریایی که برای تولید ماهی و غذاهای دریایی برای جمعیت منطقه یا کشور مورد نیاز است.
ناحیه ساخته‌شده	مساحت زمینی که برای ساخت‌وساز ساختمان‌ها و زیرساخت‌های سکونتگاه‌های مورد نیاز است.

منبع: ریو، ۲۰۰۵

۳. پیشینه پژوهش

مطالعات زیادی برای سنجش پایداری با استفاده از شاخص ردپا صورت گرفته که در جدول ۲ به برخی از جدیدترین آن‌ها اشاره می‌شود.

جدول ۲. برخی از مطالعات داخلی و خارجی انجام‌شده با استفاده از شاخص ردپای بوم‌شناختی

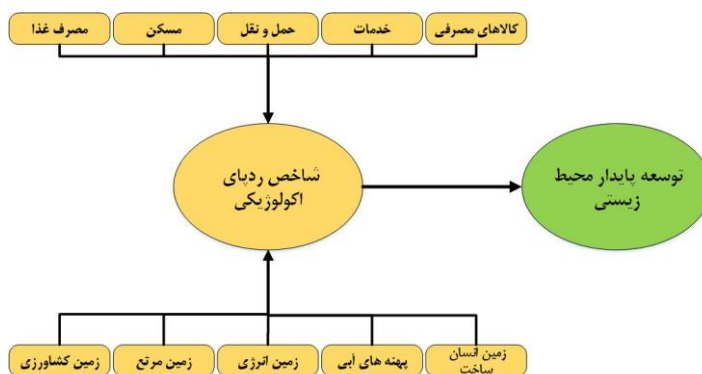
عنوان	محقق	اهداف	روش	نتایج
بررسی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی شهری ساری	نظری و کلانتری (۱۴۰۲)	سنجش ردپای اکولوژیکی در بخش مصرف در چهار منطقه ساری	با استفاده از شاخص ردپای اکولوژیکی	ردپای اکولوژیکی مصرف در شهر ساری ۰/۹۴ و ظرفیت زیستی این شهر ۰/۵۹ هکتار جهانی به ازای هر فرد است که با مقایسه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی شهر ساری کمبود اکولوژیکی دارد و به‌لحاظ اکولوژیکی ناپایدار است. بین ردپاهای محاسبه‌شده در بخش مصرف، حمل‌ونقل با ردپای اکولوژیکی ۴۶۹۶۹/۲۴ هکتار جهانی بیشترین ردپای اکولوژیکی را به خود اختصاص داده است. همچنین با تحلیل ردپای اکولوژیکی در مناطق چهارگانه شهر ساری مشخص شد منطقه ۱ بیشتر از سایر مناطق این شهر از الگوی مصرف پیروی می‌کند.
پیوند رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی از طریق سرمایه انسانی و ظرفیت زیستی	دانش‌خان و همکاران (۲۰۱۹)	بررسی روابط علی میان رشد اقتصادی، ردپای اکولوژیکی، سرمایه انسانی و ظرفیت زیستی	با استفاده از علیت گرنجر (VECM)	منابع طبیعی تأثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی دارد و کیفیت محیط را افزایش می‌دهد و منابع طبیعی، فرضیه منحنی تخمین کوزنتس (EKC) را تأیید می‌کند. از طرف دیگر رابطه‌ای علی و دوطرفه میان ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد که توجه به آن، پیامدهای مهمی در سیاست‌گذاری دارد.
محاسبه ردپای اکولوژیکی	اوزباس و همکاران	اندازه‌گیری ردپای شهروندان استانبول و	استفاده از شاخص ردپای	درصد ردپای اکولوژیکی برای سه محدوده سنی مختلف (۵۰ سال به بالا) متفاوت است. در همه دامنه‌های سنی، ردپای اکولوژیکی افرادی که درآمد

عنوان	محقق	اهداف	روش	نتایج
	(۲۰۱۹)	بررسی میزان تأثیر عوامل جمعیتی و اقتصادی افراد	اکولوژیکی و رگرسیون چندمتغیره	اقتصادی بالایی دارند از کسانی که درآمد اقتصادی کمی دارند بیشتر است. همچنین ردپای اکولوژیکی مردان با همان سطح درآمد بیشتر از ردپای اکولوژیکی زنان است.
تکامل ظرفیت حمل اکولوژیکی براساس نظریه ردپای اکولوژیکی: مطالعه موردی استان جیانگ سو	پینگ و همکاران (۲۰۱۹)	بررسی چالش‌های به‌وجود آمده ناشی از رشد جمعیت و شهرنشینی در استان جیانگ سو در چین براساس ردپای اکولوژیکی	استفاده از شاخص ردپای اکولوژیکی و ظرفیت حمل اکولوژیکی	سرانه ظرفیت تحمل شهرهای مورد مطالعه روبه‌افزایش است. همچنین کمبود اکولوژیکی زمین‌های زیر کشت به‌دلیل مدیریت و برنامه‌ریزی ضعیف، زیاد برآورد شده است. به‌منظور حفاظت از زمین‌های زیرکشت و استفاده از آن‌ها، استفادهٔ بهینه از منابع برای بهبود ظرفیت تحمل محیطزیست، تقویت و ترمیم اکولوژیکی برای کاهش کمبودهای زیست‌محیطی و ایجاد امکانات برابر برای مناطق روستایی در جهت جلوگیری از مهاجرت آن‌ها و کاهش شهرنشینی توصیه شده است.
ردپای اکولوژیکی و عوامل تعیین‌کنندهٔ آن در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا؛ با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی فضایی	رمضانی و همکاران (۲۰۲۲)	سنجش ردپای اکولوژیکی و عوامل مؤثر بر آن در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۶	استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی فضایی (مدل دوربین فضایی)	رفتار کشورهای همسایه تأثیرات زیادی بر ردپای اکولوژیکی یک کشور دارد. همچنین عواملی مانند سرانه تولید ناخالص داخلی، تجارت آزاد و توسعهٔ مالی سبب تخریب محیطزیست می‌شود. در مقابل، مصرف انرژی تجدیدپذیر، شهرنشینی و دموکراسی به‌طور مؤثری ردپا را کاهش می‌دهد. این عوامل نه‌تنها بر ردپای اکولوژیکی در کشور میزبان تأثیر می‌گذارد، بلکه در کشورهای مجاور نیز به شیوه‌های مختلف بر آن اثرگذار است.

بررسی پیشینهٔ تحقیق نشان می‌دهد شاخص ردپای اکولوژیک، ظرفیت ارزیابی پایداری سکونتگاه‌ها را در مقیاس روستایی، شهری و کشوری دارد، اما بیشتر این مطالعات به ابعاد اقتصادی و اجتماعی توسعه توجه داشته‌اند و خلأ نگاه جغرافیایی و فضایی در این مطالعات چشمگیر است؛ بنابراین این پژوهش‌ها با کاستی در دید یکپارچه و کل‌نگر روبه‌رو هستند. همچنین بررسی‌ها مشخص کرد پژوهشی در زمینهٔ ارزیابی پایداری اکولوژیکی مناطق روستایی با استفاده از شاخص ردپا انجام نگرفته است. از طرفی با توجه به مشکلات محیطزیستی شهرستان اسلام‌آباد غرب، جمعیت فراوان روستایی آن و نیز کشاورزی گسترده در این مناطق، لازم است میزان مصرف منابع و پایداری مصرف آن‌ها ارزیابی شود. پژوهش حاضر با نگاه جغرافیایی و با تکیه بر شاخص ردپای بوم‌شناختی، پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب را ارزیابی می‌کند.

۴. چارچوب نظری پژوهش

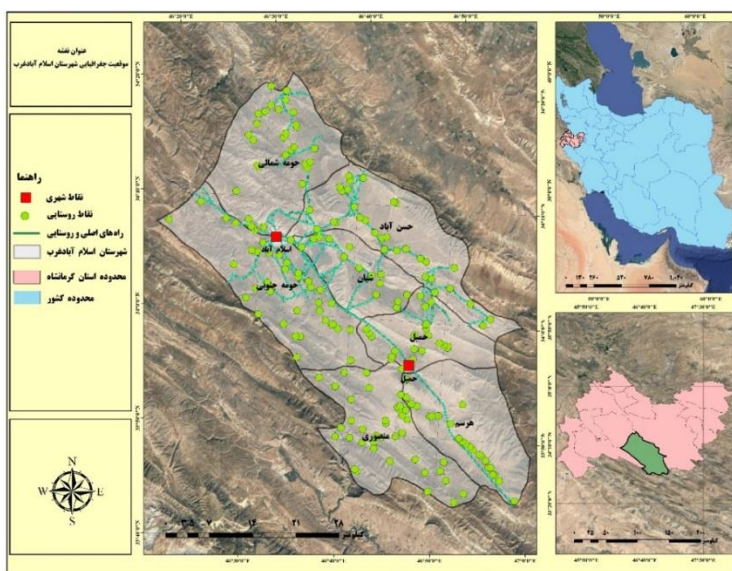
پژوهش حاضر با تکیه بر شاخص ردپای بوم‌شناختی، به ارزیابی پایداری سکونتگاه‌های روستایی می‌پردازد. این شاخص بر مفهوم پایداری در مصرف منابع تأکید می‌کند و براساس تعریف اصلی توسعهٔ پایدار طرح‌ریزی شده است. توسعهٔ پایدار براساس رابطهٔ انسان و محیط و سه رکن اصلی شکوفایی اقتصادی، برابری اجتماعی و پایداری محیط طبیعی تعریف شده است. منظور از پایداری محیط طبیعی این است که میزان بهره‌برداری از منابع محیط، کمتر از ظرفیت آن باشد و ورود آلاینده‌ها به محیط هم بیشتر از قدرت جذب محیط نباشد (اورس، ۲۰۱۸). در این راستا شاخص ردپای اکولوژیکی، میزان مصرف جوامع را بررسی می‌کند. براساس چارچوب نظری مطرح شده و همچنین پژوهش‌های انجام‌شده، مدل نظری تحقیق به‌صورت شکل ۲ تنظیم شده که نمای کلی از متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۲. مدل نظری پژوهش

۵. روش پژوهش

تحقیق پیش‌رو از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی است. بخشی از اطلاعات مورد نیاز با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، گزارش‌های رسمی ارگان‌های دولتی و آمارنامه‌های استانی به‌دست آمده و بخش دیگر با پیمایش میدانی و پرسشگری جمع‌آوری شده است. جامعه آماری پژوهش را خانوارهای روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب تشکیل می‌دهند. براساس آخرین تقسیمات سیاسی، اسلام‌آباد غرب از ۲ شهر (اسلام‌آباد غرب و حمیل)، ۲ بخش (مرکزی و حمیل)، ۷ دهستان (حسن‌آباد، حومه جنوبی، حومه شمالی، شبان، منصور، هرسم و حمیل) و ۱۶۱ روستای دارای سکنه تشکیل شده است. جمعیت این شهرستان ۱۴۰،۸۷۶ نفر در ۴۰،۹۱۱ خانوار است و از این تعداد، ۴۸،۳۴۰ نفر (۱۴،۰۳۱ خانوار) در مناطق روستایی و ۹۱،۸۷۶ نفر (۲۶،۸۸۰ خانوار) در مناطق شهری ساکن هستند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). به عبارتی ۳۴ درصد جمعیت این شهرستان در مناطق روستایی زندگی می‌کنند.



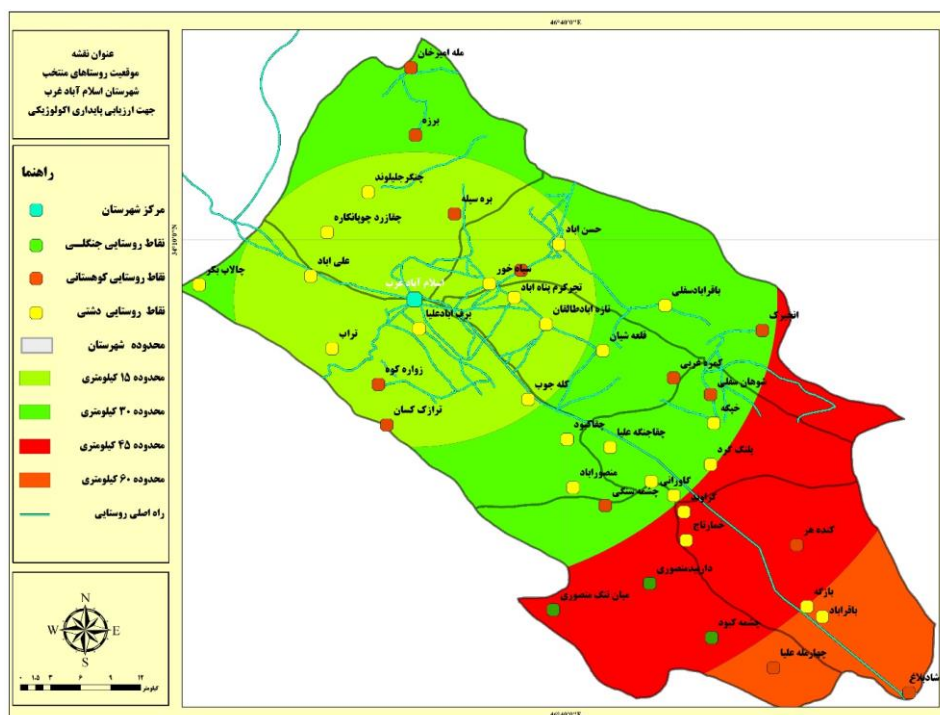
شکل ۳. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

با توجه به تعداد زیاد سکونتگاه‌های روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب و نبود امکان بررسی دقیق و عمیق تمامی آن‌ها، از روش طبقه‌بندی فضایی برای انتخاب روستاهای نمونه استفاده شد. با استفاده از سه ویژگی موقعیت طبیعی (دشتی، کوهستانی، جنگلی)، تعداد خانوار، فاصله از مرکز شهرستان، ۴۰ روستا (۲۵ درصد) از ۱۶۱ روستای دارای سکنته شهرستان به‌عنوان روستاهای نمونه انتخاب شدند. سپس با استفاده از روش سهمیه‌ای، تعداد روستاهای هریک از دهستان‌ها تعیین شد (جدول ۳).

جدول ۳. اسامی روستاهای منتخب

ویژگی طبیعی	فاصله از مرکز شهرستان	تعداد خانوارها		
		کمتر از ۵۰ خانوار	۵۱ تا ۲۵۰ خانوار	۲۵۱ تا ۵۰۰ خانوار
دشتی	کمتر از ۱۵ کیلومتر	تازه‌آباد طالقان	چقازرد، سیاه‌خور، تراب، کله جوب، چنگر جلیلود، تکرکرم پناه‌آباد	علی‌آباد، حسن‌آباد
	بین ۱۶ تا ۳۰ کیلومتر	-	چغاچنگاه علیا، گردنگاه قوچمی، چالاب بکر، منصورآباد، باقرآبادسفلی، خپگه، گاورانی	چقادکیود
	بین ۳۱ تا ۴۵ کیلومتر	خمارتاج	پلنگرد	گراوند
	بین ۴۶ تا ۶۰ کیلومتر	بازگه، باقرآباد	-	-
کوهستانی	کمتر از ۱۵ کیلومتر	کریم‌حاصله، زواره‌کوه، ترازک کسان	بره‌سیله	-
	بین ۱۶ تا ۳۰ کیلومتر	شوهان سفلی، مله امیرخان	برزه، انجیرک، کمره غربی، چشمه‌سنگی	-
	بین ۳۱ تا ۴۵ کیلومتر	-	-	کندهر
	بین ۴۶ تا ۶۰ کیلومتر	-	چهارمله علیا، شادبلاغ	-
جنگلی	کمتر از ۱۵ کیلومتر	-	-	-
	بین ۱۶ تا ۳۰ کیلومتر	-	-	-
	بین ۳۱ تا ۴۵ کیلومتر	میان‌تنگ منصور	داربید منصور، چشمه کیود	-
	جمع روستاها	۱۰	۲۳	۵

در انتخاب روستاها پراکندگی فضایی آن‌ها در سطح تمام شهرستان مورد توجه قرار گرفت. توزیع فضایی روستاهای منتخب در شکل ۴ نمایش داده شده است.



شکل ۴. موقعیت جغرافیایی روستاهای منتخب در سطح شهرستان اسلام‌آباد غرب

براساس آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت ۴۰ روستای منتخب ۲۰،۶۵۹ نفر است و ۵۹۶۶ خانوار در این روستاها ساکن هستند. تعداد حداقل نمونه پژوهش براساس فرمول کوکران ۳۶۰ خانوار است که پرسشنامه در این تعداد خانوار توزیع شد. از آنجا که تعداد خانوارهای هریک از روستاها متفاوت است، برای توزیع درست پرسشنامه از ضریب تناسب استفاده شد و خانوارها به روش هدفمند و قابل دسترس انتخاب شدند. پایداری اکولوژیکی روستاهای منتخب با استفاده از شاخص ردپای بوم‌شناختی (EF) ارزیابی شد و محاسبه آن در چهار مرحله صورت گرفت (جدول ۴).

جدول ۴. مراحل محاسبه شاخص ردپای اکولوژیکی

مرحله اول: محاسبه مقدار سرانه ردپا در ارقام مصرفی اصلی	
رابطه ۱: $A_i = C_i / Y_i = (P_i + I_i + E_i) / (Y_i + N)$	
$i =$ نوع مورد مصرفی	$Y_i =$ میانگین سالانه تولیدی مورد مصرفی i از نواحی تولید بیولوژیکی (kg / hm^2)
$C_i =$ مقدار سرانه مورد مصرفی i	$A_i =$ مقدار تبدیل شده سرانه ردپای بوم‌شناختی مورد مصرفی i
$P_i =$ مقدار تولید سالانه مورد مصرفی i	$I_i =$ مقدار واردات مورد مصرفی i
$E_i =$ مقدار صادرات مورد مصرفی i	$N =$ جمعیت
مرحله دوم: محاسبه ردپای بوم‌شناختی	
رابطه ۲: $ef = \sum r_j A_i = \sum_{j=1}^6 r_j (P_i + I_i - E_i) / (Y_i \cdot N)$	
$ef =$ سرانه ردپای بوم‌شناختی برای هر نفر	$ri =$ فاکتور معادل برای کاربری‌های اراضی شش‌گانه (جدول ۲)

مرحله سوم: محاسبه ظرفیت تحمل بوم‌شناختی	
رابطه ۳: $ec = a_j \times r_j \times y_j$	
$ec =$ سرانه ظرفیت تحمل بوم‌شناختی برای هر نفر	$j =$ کاربرهای شش‌گانه اراضی
$r_j =$ فاکتور معادل ^۱	$a_j =$ سرانه ناحیه تولید بیولوژیکی
	$y_j =$ فاکتور عملکرد ^۲
رابطه ۴: $EC = N \times (ec)$	
$N =$ تعداد جمعیت	$EC =$ ظرفیت تحمل بوم‌شناختی منطقه‌ای جمعیت
مرحله چهارم: محاسبه کسری موازنه یا کاهش و افزایش بوم‌شناختی	
رابطه ۵: $EC - EF =$ کسری موازنه	
$EC =$ ظرفیت تحمل منطقه	$EF =$ ردپای بوم‌شناختی منطقه

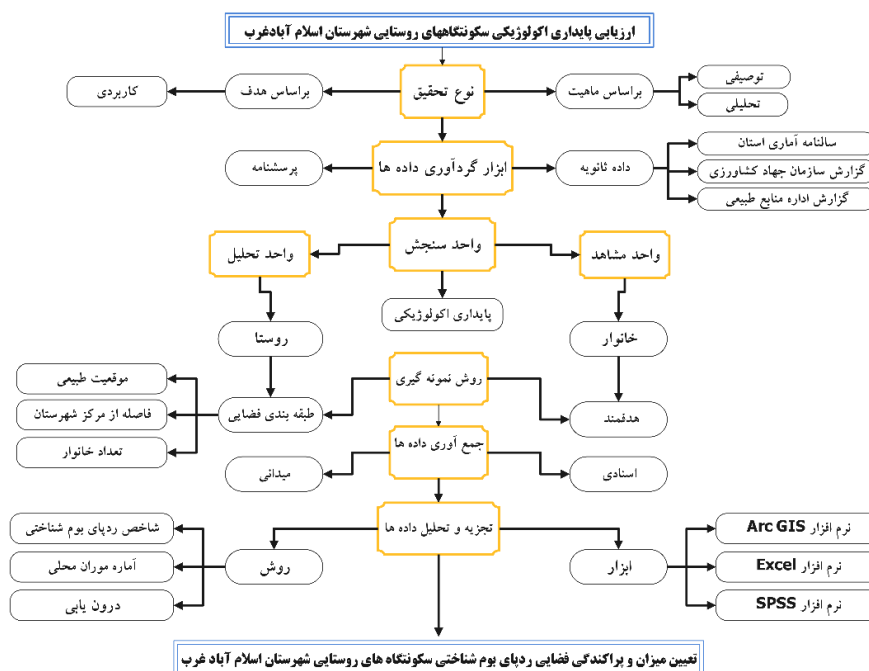
این مراحل برای هر یک از دسته‌بندی‌های اصلی مصرف (جدول ۵) انجام گرفت. هر یک از این دسته‌بندی‌ها دارای زیرحوزه‌ها و معرف‌هایی هستند که به تفکیک برای روستاهای منتخب ارزیابی شدند؛ به نحوی که ردپای اکولوژیکی پنج بخش انرژی، انسان‌ساخت، حمل‌ونقل، کالای مصرفی و خدمات به‌طور جداگانه در بین روستاهای منتخب، قابلیت مقایسه بین‌بخشی و بین‌روستایی را داشته باشد.

جدول ۵. دسته‌بندی مصرف و زیرحوزه‌های مربوط

دسته‌بندی مصرف	زیرحوزه‌ها	معرف
غذا	غذاهای گیاهی	سرانه زمین انرژی، سرانه زمین کشاورزی
	غذاهای حیوانی	سرانه زمین انرژی، سرانه زمین کشاورزی، سرانه زمین مرتع، سرانه زمین ساخته‌شده
انسان‌ساخت	ساخت‌وساز	سرانه زمین انرژی و زمین ساخته‌شده در مرحله ساخت‌وساز
	نگهداری	سرانه زمین انرژی در مرحله نگهداری (گرمایشی، سرمایشی)
حمل‌ونقل	حمل‌ونقل عمومی	سرانه زمین ساخته‌شده و زمین انرژی در بخش حمل‌ونقل عمومی
	حمل‌ونقل خصوصی	سرانه زمین انرژی در بخش خصوصی
کالاهای مصرفی	پوشاک و کفش	سرانه زمین انرژی، سرانه زمین کشاورزی، سرانه زمین مرتع
	لوازم و اثاث خانوار	سرانه زمین انرژی، سرانه زمین جنگل
خدمات	دولتی + نظامی	سرانه زمین‌ساخت، سرانه زمین انرژی
	آموزشی	سرانه زمین انسان‌ساخت، سرانه زمین انرژی
	بهداشتی	سرانه زمین انسان‌ساخت، سرانه زمین انرژی
	تفریحات و سرگرمی و فرهنگی	سرانه زمین انسان‌ساخت، سرانه زمین انرژی

منبع: ریز و واکرناگل، ۲۰۰۸؛ ساسانه‌پور و شماعتی، ۱۳۹۶؛ عزمی و مطیعی لنگرودی، ۱۳۹۰؛ باستانونی و همکاران، ۲۰۲۰

با توجه به مراحل ذکر شده برای ارزیابی پایداری اکولوژیکی نقاط روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب، نمودار روش‌شناسی پژوهش در شکل ۵ ترسیم شده است.



شکل ۵. روش‌شناسی پژوهش

۶. یافته‌های پژوهش

یافته‌های توصیفی نشان می‌دهد ۹۱/۸ درصد از پاسخگویان مرد و ۸/۲ درصد زن هستند. سنین ۴۵ و ۳۸ با ۱۲/۵ و ۱۱/۸ درصد بیشترین فراوانی را دارند. از بین ۳۶۰ سرپرست خانوار پاسخگو، ۱۵/۸ درصد بی‌سواد و کم‌سوادند، ۳۲/۲ درصد دارای تحصیلات ابتدایی، ۲۵/۶ درصد تحصیلات راهنمایی و متوسطه، ۱۵/۵ درصد دیپلم، ۵/۷ درصد مدرک کاردانی، ۳/۲ درصد کارشناسی و ۲/۳ درصد تحصیلات کارشناسی ارشد و بالاتر دارند. از لحاظ اشتغال نیز ۸۶/۳ درصد پاسخگویان در بخش کشاورزی، ۱۲/۱ درصد در بخش خدمات و ۱/۶ درصد در بخش صنعت فعالیت دارند.

۶-۱. محاسبه زمین انرژی روستاهای منتخب

در این زمینه، ابتدا میزان مصرف سالانه انرژی شامل برق، گاز، نفت سفید، نفت گاز و بنزین به تفکیک بخش‌های مصرف (غذا، مسکن، کالاهای مصرفی، خدمات و حمل‌ونقل) در روستاهای منتخب به‌دست آمد. سپس برای استانداردسازی، تمام واحدهای انرژی براساس ضرایب تبدیل انرژی به مگاژول تبدیل شدند. از دیدگاه واکرناگل، سرانه بوم‌شناختی سوخت فسیلی، ۱۰۰ گیگاژول در یک هکتار است (یعنی مقدار زمین بوم‌شناختی بارور مانند جنگل که لازم است تا تمام دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت یک فرد را جذب کند) و با تبدیل واحد مصرف به گیگاژول به‌دست می‌آید. در نتیجه با محاسبه سرانه مصرف انرژی روستاییان ساکن در روستاهای منتخب از

یک سو و معادل زمین بوم‌شناختی از سوی دیگر، سرانه زمین انرژی مربوط به هر بخش مصرفی روستاها به‌دست آمد. نتایج نشان داد روستای زواره‌کوه با سرانه ردپای انرژی ۰/۹۵۲ هکتار بیشترین و روستای میان‌تنگ منصوری با سرانه ۰/۰۶ کمترین میزان ردپای زمین انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. علت کمبود سرانه ردپای انرژی در روستای میان‌تنگ منصوری و منصورآباد را می‌توان در نبود گازکشی و نداشتن مصرف در این بخش دانست. همچنین داده‌ها نشان داد بیشترین سرانه زمین انرژی در بخش مسکن و کمترین آن در بخش کشاورزی است که این امر می‌تواند به‌علت دیمی‌بودن بیشتر زمین‌های زراعی منطقه باشد.

۶-۲. محاسبه زمین کشاورزی روستاهای منتخب

برای محاسبه زمین کشاورزی، بر دو بخش غذا و کالاهای مصرفی تأکید صورت گرفت. براین اساس، غذا در دو گروه حیوانی و گیاهی تقسیم شد. در بخش گیاهی، اقلام پرمصرف خوراکی (گندم، جو، برنج و...) خانوار روستایی شناسایی شد و سرانه مصرف هرکدام از آن‌ها به‌دست آمد. در بخش حیوانی نیز مصرف شیر و گوشت محاسبه شد. براساس تعداد دام‌های گوشتی و شیری هر روستا، میانگین تولید سالانه گوشت و شیر دام سنگین به‌دست آمد^۱. سپس با جمع سرانه زمین در بخش حیوانی و گیاهی، زمین کشاورزی روستاهای منتخب در بخش غذا محاسبه شد. براین اساس روستای مله امیرخان با ۸/۶ هکتار بیشترین و روستای برف‌آباد علیا با ۰/۸۸ هکتار کمترین میزان ردپای زمین کشاورزی در بخش غذا را به خود اختصاص داده‌اند.

۶-۳. محاسبه زمین مرتع روستاهای منتخب

محاسبه زمین مرتع در دو بخش غذا و کالا مصرفی انجام گرفت. در بخش غذا میزان تولیدات دام‌های کوچک (گوسفند و بز) در زمینه تولید گوشت و شیر و در بخش کالا میزان تولید پشم برای هر روستا اندازه‌گیری شد. دلیل انتخاب دام کوچک در محاسبه زمین مرتع، چرای این دام‌ها از مراتع است. با اندازه‌گیری تعداد دام‌های هر روستا و محاسبه میزان تولیدات شیر، گوشت و پشم و تبدیل آن به گیگاژول انرژی، سرانه زمین مرتع ساکنان روستاهای منتخب به‌دست آمد. از آنجا که براساس نظر واکرناگل، به ازای هر ۱۰۰ گیگاژول انرژی به یک هکتار زمین مرتع نیاز داریم، سرانه زمین مرتع بر ۱۰۰ تقسیم شد. همچنین برای محاسبه زمین مرتع در بخش کالاهای مصرفی، سرانه پشم و موی دام ملاک قرار گرفت. براین اساس سرانه پشم استان از سالنامه آماری استان کرمانشاه سال ۱۳۹۸ استخراج شد. با ضرب این سرانه در تعداد دام‌های کوچک هر روستا، میزان پشم تولیدی به‌دست آمد. طبق نظر واکرناگل، میزان تولید پشم ۱۴/۲ کیلوگرم در هکتار است. در نتیجه با تبدیل میزان پشم به زمین هکتار، ردپای زمین مرتع در این بخش اندازه‌گیری شد. با جمع سرانه زمین مرتع در بخش غذا و کالاهای مصرفی، میزان ردپای زمین مرتع ساکنان روستاهای منتخب محاسبه شد که براساس آن روستای شوهان سفلی و قلعه شیان به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین سرانه ردپا در بخش زمین مرتع هستند.

۶-۴. محاسبه زمین جنگل

از آنجا که بیشتر فرآورده‌های چوب به بخش کالای مصرفی مربوط است، برای محاسبه زمین جنگل از سرانه مصرف چوب استفاده می‌شود. به‌دلیل محدودیت اطلاعات در زمینه مصرف چوب خانوار روستایی، از سرانه مصرف شهرستان اسلام‌آباد غرب بهره گرفته شد. براساس گزارش اداره کل منابع طبیعی در سال ۱۳۹۸ سرانه مصرف چوب شهرستان ۰/۲ مترمکعب است. از سوی دیگر متوسط

۱. شایان ذکر است که مقدار تولیدات شیر و گوشت و پشم دام سبک، یعنی گوسفند و بز، به زمین مرتع نسبت داده شده است.

برداشت چوب در هر هکتار ۱/۴۳ مترمکعب و ۶۴۰ کیلوگرم در هکتار است. براین اساس سرانه زمین جنگل ۰/۱۳۹۸ هکتار است که با ضرب این سرانه در جمعیت نقاط، ردپای زمین جنگل هر روستا به دست آمد.

۶-۵. محاسبه زمین ساخته شده

در این بخش مساحت زمین‌های ساخته شده مربوط به کاربری‌های مختلف روستا براساس اطلاعات طرح هادی و دهیاران در نظر گرفته شد و براین اساس مساحت سه بخش حمل و نقل (معابر، پارکینگ و انبار)، مسکن و خدمات (مساحت خدمات آموزشی، مساحت خدمات بهداشتی، مساحت اداری و انتظامی، مساحت مذهبی و فرهنگی و مساحت تأسیسات و تجهیزات) نقاط روستایی منتخب محاسبه شد. با تقسیم مساحت زمین ساخته شده بر جمعیت و سپس تبدیل آن به هکتار، سرانه زمین ساخته شده به دست آمد که براساس آن، بیشترین سرانه ردپای زمین ساخته شده مربوط به روستای بازگه است. از سوی دیگر روستای کریم‌حاصله از کمترین سرانه زمین انسان ساخت برخوردار است.

۶-۶. ردپای بوم‌شناختی روستاهای منتخب

پس از محاسبه سرانه‌های زمین انرژی، زمین کشاورزی، زمین مرتع، زمین جنگل و زمین ساخته شده، ردپای بوم‌شناختی روستاهای منتخب در حوزه‌های مصرفی (غذا، حمل و نقل، کالای مصرفی، خدمات و مسکن) به دست آمد. این مقادیر نشان‌دهنده سرانه زمین معادل اختصاص یافته در بخش‌های مختلف مصرف در هر روستا است؛ بنابراین با ضرب این مقدار در جمعیت هر روستا، مقدار زمین لازم برای رفع نیازهای بوم‌شناختی مشخص شد (جدول ۷). سپس برای محاسبه کسری موازنه روستاها، ظرفیت زیستی هر سکونتگاه اندازه‌گیری شد. ابتدا مساحت کاربری‌های مختلف (کشاورزی، مرتع، جنگل) در نقشه پهنه‌های منابع طبیعی روستاها استخراج و سپس عوامل عملکرد و معادل هر نوع زمین خاص تعریف شد (جدول ۶). با ضرب مساحت کاربری‌ها در این عوامل، ظرفیت زیستی هر بخش به دست آمد (جدول ۷). محاسبات انجام شده نشان داد روستای مله‌امیرخان با ۹/۶۸ هکتار جهانی بیشترین ردپای اکولوژیکی را به خود اختصاص داده و روستای کمره غربی با ۲/۷۹۱ هکتار جهانی دارای کمترین میزان ردپا است. همچنین با محاسبه ظرفیت زیستی روستاهای منتخب مشخص شد روستای چالاب بکر دارای ۴۴۳۰ هکتار زمین بارور است و از نظر ظرفیت زیستی در رتبه اول قرار دارد و روستای تازه‌آباد طالقان با ۳۱۲ هکتار از کمترین ظرفیت زیستی برخوردار است.

جدول ۶. فاکتورهای معادل و عملکرد (هکتار)

نوع زمین	فاکتور معادل	فاکتور عملکرد
زمین زراعی	۲/۵۱	۱/۶۷
زمین مرتع	۰/۴۶	۱/۸۱
جنگل	۱/۲۶	۰/۸۹

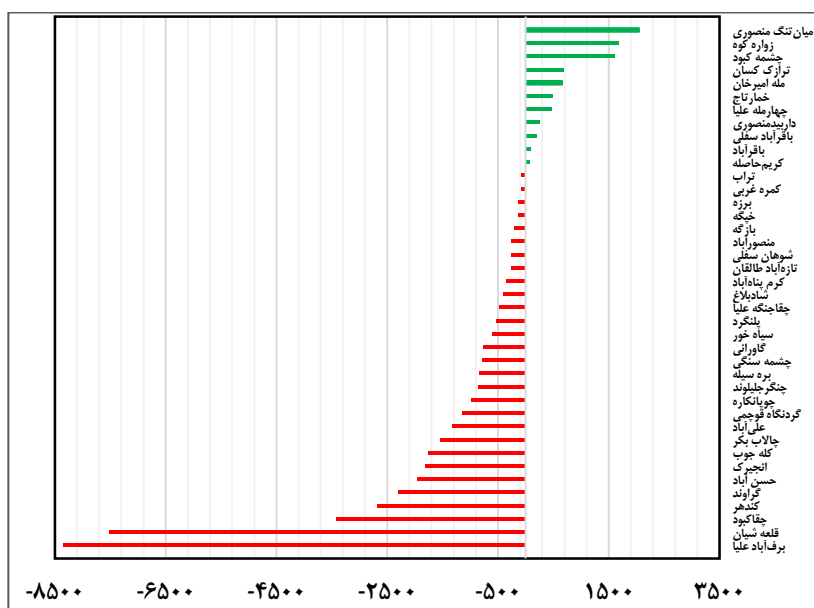
منبع: Ecological Footprint Atlas, 2014: 32؛ اداره جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸؛ منابع طبیعی و جنگل شهرستان اسلام‌آباد غرب

براساس نظر واکرناگل اگر مقدار ردپای بوم‌شناختی از مقدار ظرفیت تحمل زیستی منطقه بیشتر باشد، کمبود بوم‌شناختی (کسری اکولوژیکی) و در صورت کم‌بودن آن افزایش بوم‌شناختی (اضافه اکولوژیکی) وجود خواهد داشت. براین اساس روستاهایی که دارای کسری اکولوژیکی هستند، شناسایی شدند (جدول ۷). این روستاها به زمین بیشتری از آنچه موجود است، نیاز دارند.

جدول ۷. ردپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی روستاهای منتخب (هکتار جهانی)

نام روستا	جای پای اکولوژیکی	زمین مورد نیاز	ظرفیت زیستی	کسری موازنه
کریم‌حاصله	۵/۲۹	۲۸۱/۰۹	۴۴۸/۸۰	۶۷/۷۱
سیاه‌خور	۳/۱۴	۱۵۴۱/۶۷	۹۴۵/۹	-۵۹۵/۷۷
باقرآباد سفلی	۵/۰۲۹	۳۰۵۲/۵۹	۳۳۴۲/۴۰	۱۸۹/۸۱
انجیرک	۴/۰۳۲	۳۱۸۵/۷۲	۱۳۶۷/۶	-۱۸۱۸/۱۲
حسن‌آباد	۵/۹	۵۳۸۶/۶۹	۳۴۲۰	-۱۹۶۶/۶۹
مله‌امیرخان	۹/۶۷	۴۵۴/۹۹	۱۱۰۷/۸۶	۶۵۲/۸۷
برزه	۵/۳۰	۱۳۳۵/۶۹	۱۱۹۹/۸۲	-۱۳۵/۸۸
بره‌سیله	۵/۴۰۱	۱۹۴۹/۹۸	۱۱۱۵/۲	-۸۳۴/۷۸
چنگر‌جلیوند	۵/۴۷۴	۳۷۴۴/۶۱	۲۸۹۰	-۸۵۴/۶۱
چوپانکاره	۵/۱۱۴۸	۴۳۱۶/۸۶	۳۳۳۵/۹۳	-۹۸۰/۹۳
زواره‌کوه	۶/۸۷۳	۶۸۷/۳۵	۲۳۵۶/۳۸	۱۶۶۹/۰۳
ترازک‌کسان	۴/۱۳۰	۷۱۰/۴۴	۱۳۹۵/۱۶	۶۸۴/۷۲
منصورآباد	۳/۰۳۹	۷۸۱/۱۲	۵۲۳	-۲۵۸/۱۲
تراب	۴/۰۵۸	۱۳۱۹/۰۵	۱۲۴۴/۷۶	-۷۴/۲۹
چالاب‌بکر	۷/۹۰۱	۵۹۶۵/۲۹	۴۴۳۰	-۱۵۳/۲۹
کله‌جوب	۳/۹۰۸	۳۴۸۶/۰۷	۱۷۲۵/۱۸	-۱۷۶۰/۸۹
علی‌آباد	۴/۹۷۹	۴۴۷۱/۹۰	۳۱۵۲	-۱۳۱۹/۹۰
چقاکبود	۵/۰۲۹	۶۴۷۸/۱۸	۳۰۶۳	-۳۴۱۵/۱۸
برف‌آباد علیا	۵/۶۴۰	۱۰۱۰۸/۰۸	۱۷۵۶/۸۵	-۸۳۵۱/۲۳
چقاجنگه‌علیا	۴/۴۹۰	۱۲۱۲/۴۰	۷۴۰/۰۵	-۴۷۲/۳۵
باقرآباد	۶/۲۴۱	۳۴۹/۵۳	۴۴۲/۷۶	۹۳/۲۳
بازگه	۷/۳۷۷	۶۷۲/۱۲	۴۲۰	-۲۰۷/۱۲
خمارتاج	۸/۳۴۹	۱۲۹۴/۲۱	۱۷۷۱/۱۱	۴۷۶/۸۹
شادبلاغ	۳/۶۵۰	۱۰۲۲/۱۵	۶۰۶/۹۶	-۴۱۵/۱۹
گراوند	۴/۳۴۲	۳۶۶۹/۵۷	۱۳۷۶/۰۷	-۲۲۹۳/۵
کندهر	۵/۳۷۹	۵۸۵۷/۸۱	۳۱۷۹/۱۱	-۲۶۷۸/۷
شوهان‌سفلی	۵/۳۵۵	۷۷۱/۱۳	۵۰۸/۳۳	-۲۶۲/۸۰
خپگه	۴/۲۹۵	۲۰۲۷/۴۹	۱۸۹۰/۳۱	-۱۳۷/۱۸
پلنگرد	۵/۱۳۹	۲۷۲۳/۷۰	۲۱۹۳/۷۱	-۵۲۹/۹۹
گردنگاه‌فوجمی	۴/۸۷۳	۳۳۴۲/۹۰	۲۲۰۳	-۱۱۳۹/۹۰
تازه‌آباد طالقان	۳/۲۷۲	۵۷۹/۲۳	۳۱۲	-۲۷۶/۲۳
کمره‌غربی	۲/۷۹۱	۶۳۳/۵۹	۵۵۲	-۸۱/۵۹
کرم‌پناه‌آباد	۳/۷۶	۱۲۸۹/۶۷	۹۳۲	-۳۵۷/۶۷
قلعه‌شیان	۵/۳۶۵	۱۰/۳۱۸	۲۷۹۵	-۷۵۲۳
میان‌تنگ‌منصوری	۶/۱	۵۴۲/۹۶	۲۵۸۵	۲۰۴۲/۰۴
چهارمله‌علیا	۵/۰۹۴	۸۰۴/۹۶	۱۲۷۲/۷	۴۷۶/۷۳
چشمه‌کبود	۷/۳۵۴۲	۱۲۷۹/۶۲	۲۸۸۵/۱۲	۱۶۰۵/۴۹
داربیدمنصوری	۳/۳۶۳	۲۷۲۱/۱۱	۲۹۶۱/۸۹	۲۴۰/۷۷
چشمه‌سنگی	۵/۰۹۵	۲۵۱۷/۳۳	۱۷۳۰/۷۳	-۷۸۶/۶۰
گاورانی	۴/۷۱۳	۲۴۱۸/۲۱	۱۶۴/۵۸۱	-۷۷۲/۳۹

روستای برف‌آباد علیا با کسری اکولوژیکی ۸۳۵۱/۲۳ هکتار جهانی، ناپایدارترین روستای شهرستان محسوب می‌شود و روستاهای چقادکبود و کندهر در جایگاه بعدی قرار دارند. از سوی دیگر برخی از روستاها دارای اضافه‌اکولوژیکی هستند که بیشترین آن با ۲۰۴۲ هکتار جهانی، مربوط به روستای میان‌تنگ‌منصوری است. در مجموع ۱۱ روستا دارای اضافه‌اکولوژیکی و باقی روستاها در شرایط کسری قرار دارند و بیش از ظرفیت زیستی مناطق خود مصرف دارند (شکل ۶).



شکل ۶. نمودار کسری موازنه اکولوژیکی

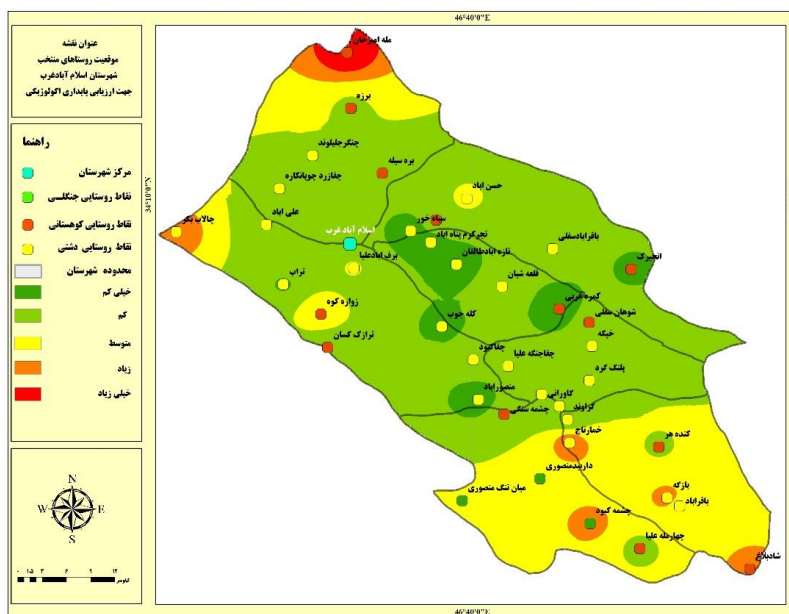
۶-۷. الگوی توزیع فضایی ردپای اکولوژیک شهرستان اسلام آباد غرب

به منظور بررسی الگوی فضایی توزیع ردپا در سطح شهرستان اسلام آباد غرب، از روش‌های زمین آمار خودهمبستگی فضایی موسوم به موران محلی استفاده شد. نتایج این روش به دو صورت عددی و گرافیکی نمایش داده می‌شود و براساس آن، سه نوع الگوی فضایی شامل متمرکز، تصادفی و پراکنده شناسایی می‌شود. در واقع اگر عدد شاخص موران به مثبت ۱ نزدیک باشد، توزیع فضایی دارای الگوی خوشه‌ای است و اگر این شاخص به منفی ۱ نزدیک باشد، الگوی پراکنده برقرار است. یافته‌ها مقدار شاخص موران محلی را $0/131$ نشان می‌دهد. از آنجا که عدد به دست آمده مثبت و معنادار است، الگوی توزیع ردپا در سطح شهرستان اسلام آباد غرب خوشه‌ای است. مقادیر Z و p -value در میزان ارزش الگوی به دست آمده تأثیرگذار است؛ به نحوی که هرچه مقدار Z بیشتر باشد، الگوی فضایی به دست آمده ارزش بیشتری دارد. از این رو با توجه به مقدار Z -score به دست آمده که $2/183$ است، الگوی خوشه‌بندی توزیع ردپا در شهرستان اسلام آباد غرب ارزش زیادی دارد و در سطح ۹۵ درصد معنادار است (جدول ۸).

جدول ۸. میزان شاخص موران محلی در سطح روستاهای منتخب شهرستان

شاخص موران و Z	آماره
Moran's Index	$0/130915$
Z-Score	$2/182739$
p-value	$0/029055$
Variance	$0/0051$

همان‌طور که در گراف جدول ۸ مشاهده می‌شود، الگوی توزیع ردپای اکولوژیکی در سطح شهرستان اسلام‌آباد غرب به‌صورت خوشه‌ای و با ارزش زیاد است. این وضعیت نشان می‌دهد میزان ردپا دارای توزیع یکنواخت نیست و در برخی مناطق شکل متمرکز دارد. دلیل این امر، تأثیر موقعیت طبیعی مناطق بر میزان ردپا است؛ به‌نحوی که روستاهای دارای موقعیت طبیعی یکنواخت، میزان ردپای تقریباً یکسانی دارند. از این‌رو برای پهنه‌بندی میزان ردپای روستاهای شهرستان اسلام‌آباد غرب، از روش درون‌یابی IDW استفاده شد. نتایج نشان داد اغلب روستاهای جنوبی و برخی روستاهای شمالی شهرستان در پهنهٔ ردپای متوسط و زیاد قرار دارند. بیشتر روستاهای این مناطق، دارای موقعیتی کوهستانی و جنگلی هستند. از سوی دیگر، روستاهای میانی در پهنهٔ ردپای کم و خیلی کم استقرار یافته‌اند (شکل ۷). شایان ذکر است که موقعیت طبیعی این روستاها، اغلب دشتی است.



شکل ۷. پهنه‌بندی میزان ردپای اکولوژیکی نقاط روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب با روش IDW

۷. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با رویکردی جغرافیایی و فضایی به ارزیابی پایداری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان اسلام‌آباد غرب پرداخته است. برای رسیدن به این هدف، از شاخص ردپای بوم‌شناختی استفاده شد که ابزاری محاسباتی برای اندازه‌گیری تقاضای جمعیت روی طبیعت است. این شاخص در مطالعات پیشین اغلب به‌عنوان متغیر وابسته مدنظر قرار گرفته و تأثیرات عوامل اجتماعی و اقتصادی بر آن بررسی شده است، اما پژوهش پیش‌رو شاخص ردپا را به‌عنوان معیاری برای پایداری جوامع به‌کار گرفت. درنهایت مشخص شد وضعیت مصرف در بیشتر روستاهای شهرستان اسلام‌آباد غرب در شرایط ناپایدار قرار دارد و جمعیت استقراریافته در این مناطق، بهره‌برداری و مصرف بیشتری به نسبت ظرفیت زیستی خود دارند. نتایج شاخص موران محلی در زمینهٔ الگوی فضایی توزیع ردپای اکولوژیکی نشان داد روستاهای شهرستان حالت خوشه‌ای زیادی دارد. در این راستا با استفاده از درون‌یابی IDW، پهنه‌بندی روستاهای شهرستان براساس میزان ردپا انجام گرفت و مشخص شد روستاهای شمالی و جنوبی در پهنهٔ ردپای متوسط و زیاد قرار

دارند. این روستاها اغلب در موقعیت کوهستانی و جنگلی استقرار دارند و به دلیل ظرفیت زیستی اندک، جمعیت نسبتاً فراوان و فاصله زیاد از مراکز شهری، فشار بیشتری به منابع طبیعی وارد می‌کنند. در مقابل، روستاهای میانی که به مرکز شهرستان نزدیک هستند، در پهنه کم و خیلی کم استقرار دارند. به طور کلی با توجه به نتایج شاخص ردپای اکولوژیکی می‌توان گفت روستاهای کوهستانی و جنگلی ردپای بیشتری از روستاهای دشتی دارند و ریشه این امر را می‌توان در دسترسی کمتر این روستاها به منابع و همچنین مساحت کم پهنه‌های منابع طبیعی دانست. از سوی دیگر، میزان مصرف انرژی در زمینه سوخت به دلیل شرایط محیطی در مناطق کوهستانی بسیار زیاد است که این امر در مناطق دشتی بسیار کمتر است. بیشترین سرانه ردپا مربوط به بخش غذا برآورد شد که از این نظر با نتایج پژوهش‌های فرهادی (۱۴۰۰)، اسماعیل‌زاد (۱۳۹۵)، شاهینی‌فر (۱۳۹۴) و سردارآبادی (۱۳۹۳) همسو نیست؛ چرا که در پژوهش آن‌ها ردپای انرژی و حمل‌ونقل، بیشترین سهم را داشته‌اند. همچنین بررسی توزیع فضایی ردپا در سطح شهرستان نشان داد عوامل جغرافیایی مانند موقعیت طبیعی، فاصله از مراکز شهری در میزان ردپای ساکنان مؤثر بوده است. از این نظر با نتایج پژوهش‌های امینی و مرادی (۱۳۹۸) و رضانی و همکاران (۲۰۲۲) هم‌راستا نیست. نتایج این مطالعات به وابستگی عوامل فضایی و میزان ردپا تأکید دارند. با توجه به این نتایج، برنامه‌ریزان توسعه باید به دنبال تغییر الگوی مصرف منابع در روستاهای کوهستانی و جنگلی شهرستان باشند. ادامه روند موجود موجب آسیب‌های جبران‌ناپذیر به محیط‌زیست این مناطق می‌شود؛ از جمله کاهش توان خاک برای کشاورزی و خشک‌شدن چاه‌های نیمه‌عمیق منطقه که در چند سال اخیر کشاورزان را به سمت عمیق‌کردن چاه‌ها سوق داده است. همچنین خالی از سکنه‌شدن برخی از روستاهای شهرستان را می‌توان ناشی از الگوی مصرف نادرست در دهه‌های گذشته دانست. با توجه به نتایج، پیشنهادهایی برای کاهش جای پای بوم‌شناختی روستاها ارائه می‌شود:

۱. توسعه کشاورزی مکانیزه به جای کشاورزی سنتی مخصوصاً در روستاهای کریم‌حاصله، شادبلاغ، مله امیرخان و کندهر؛
۲. شناسایی روستاهای دارای مازاد دام و ارائه محدودۀ مشخص به دامداران برای چرا به‌ویژه در روستاهای کوهستانی مانند زوره کوه و کمره غربی که تعداد دام بیشتری دارند؛
۳. جلوگیری از ورود دام‌ها به مراتع در اسفند که با توجه به شرایط اقلیمی و زمان رشد گیاهان، اواسط اردیبهشت برای چرا مناسب است؛
۴. آموزش و اطلاع‌رسانی به ساکنان برای مصرف درست انرژی به‌ویژه در بخش گاز خانگی؛
۵. تشویق مردم به مشارکت در طرح‌های آب‌خیزداری و ترویجی؛
۶. کاشت گونه‌های مرتعی و گیاهی در روستاهایی که دارای زمین مناسب هستند از جمله روستای چقداکبود، چشمه سنگی و حسن‌آباد برای افزایش ظرفیت زیستی این مناطق.

۸. منابع

- آقایاری هیر، محسن، ظاهری، محمد، کریمزاده، حسین، و طالبی فرد، رضا (۱۴۰۰). تحلیل سطح توسعه پایدار مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات در نواحی روستایی (مورد مطالعاتی: شهرستان جیرفت). *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۵ (۷۵)، ۳۵-۴۹.
<https://dx.doi.org/10.22034/gp.2021.36670.2517>
- احمدی، حبیب، نفیسی، نوید، رجبی، ماخرخ، و محمودیانی، سراج‌الدین (۱۴۰۱). مطالعه رابطه نگرش زیست‌محیطی و مصرف پایدار در میان شهروندان اصفهانی. *توسعه محلی (روستایی-شهری)*، ۱۴ (۱)، ۱۱۱-۱۳۹. <https://doi.org/10.22059/jrd.2022.343525.668730>
- عزمی، آتیژ، و مطیعی لنگرودی، حسن (۱۳۹۰). مروری بر مشکلات زیست‌محیطی روستاهای ایران و راهکارهای حل این مشکلات. *نشریه مسکن و محیط روستا*، ۳۰ (۱۳۳)، ۱۰۱-۱۱۵. <http://jhre.ir/article-1-20-fa.html>
- نظری، مریم، کلانتری، محسن (۱۴۰۲). بررسی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی شهری ساری. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۴ (۲)، ۱۷-۲۶.
<https://doi.org/10.22108/gep.2022.133118.1506>
- فرهادی، ایلدرمی، و میرسنجری، میرمهرداد (۱۴۰۰). ارزیابی ردپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی اکوسیستم شهری (مطالعه موردی: شهر همدان). *فصلنامه علوم و فناوری محیط‌زیست*، ۲۳ (۱)، ۲۴۱-۲۵۱. <https://doi.org/10.30495/jest.2021.35500.4243>
- قاسمی، مهدی، کرمی دهنکردی، اسماعیل، و ابراهیمی، عطااله (۱۳۹۶). تحلیل تضاد کنشگران اجتماعی در عرصه‌های منابع طبیعی و تأثیرات آن بر جامعه روستایی (مورد مطالعه: شهرستان بروجن). *پژوهش‌های روستایی*، ۸ (۴)، ۶۳۵-۸۶۴. <https://doi.org/10.22059/jrur.2017.210178.923>
- حاجیلو، فتنه، یزدخواستی، بهجت، و عزیززاده اقدم، محمدباقر (۱۳۹۳). بررسی رابطه سبک زندگی مصرفی با شاخص ردپای بوم‌شناختی. *محیط‌شناسی*، ۴۰ (۳)، ۵۸۹-۶۰۲.
<https://doi.org/10.22059/jes.2014.52207>
- خسرویگی، رضا، شایان، حمید، سجاسی قیداری، حمدالله، و صادقلو، طاهره (۱۳۹۰). سنجش و ارزیابی پایداری در مناطق روستایی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمتغیره فازی-تاپسیس. *پژوهش‌های روستایی*، ۲ (۵)، ۱۱۵-۱۵۱. https://jrur.ut.ac.ir/article_22753
- رفیع‌فر، جلال‌الدین، دانش‌مهر، حسین، و احمدش، رشید (۱۳۹۱). بینش و روش در پژوهش‌های دانش بومی و جایگاه آن در فرایند توسعه پایدار روستایی. *توسعه محلی (روستایی-شهری)*، ۴ (۱)، ۱۹-۳۸. <https://doi.org/10.22059/jrd.2012.28896>
- رهنما، محمدرحیم، حسینی، سید مصطفی (۱۴۰۰). ارزیابی وضعیت پایداری در کلان‌شهر اهواز با استفاده از روش جای پای اکولوژیک. *فصلنامه علوم و فناوری محیط‌زیست*، ۲۳ (۷)، ۲۶۷-۲۸۰. <https://doi.org/10.30495/jest.2021.10237>
- صفا، لیلا، و محمدیان سقین‌سرا، ویدا (۱۳۹۹). عوامل تعیین‌کننده رفتارهای حفاظت از محیط‌زیست در مناطق روستایی شهرستان تبریز. *فصلنامه علمی آموزش محیط‌زیست و توسعه پایدار*، ۸ (۳)، ۹۷-۱۱۶. <https://doi.org/10.30473/ee.2020.6766>
- ساسانیور، فرزانه، شمعی، علی، و عصار، سحر (۱۳۹۶). بررسی توسعه پایدار شهرستان اصفهان با استفاده از روش ردپای بوم‌شناختی. *پژوهش‌های دانش زمین*، ۸ (۱)، ۱۸-۳۱. https://esrj.sbu.ac.ir/article_96199.html?lang=fa
- شفیعی، اشکان (۱۳۹۴). ارزیابی توسعه پایدار روستایی با رویکرد سیستماتیک (مطالعه موردی: منطقه حمیل). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. دانشگاه تبریز. دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی.
- Aghayari Hir, M., Zaheri, M., Karimzadeh, H., Talebifard, R. (2021). Analyzing the level of sustainable development based on information and communication technology in rural areas (case study: Jiroft city). *Geography and Planning*, 25(75), 35-49. <https://dx.doi.org/10.22034/gp.2021.36670.2517>. (In Persian)
- Ahmadi, H., Nafisi, N., Rajabi, M., & Mahmoudiani, S. (2022). Study of the relationship between environmental attitudes and sustainable consumption among citizens of Isfahan. *Community Development (Rural and Urban Communities)*, 14(1), 111-139. <https://doi.org/10.22059/jrd.2022.343525.668730>. (In Persian)
- Azmi, A., & Langrody, H. (2011). Review on Rural Environmental Problems in Iran and Solutions in Resolving These Problems. *Journal of Housing and Rural Environment*, 30(133). <http://jhre.ir/article-1-20-fa.html>. (In Persian)
- Bastianoni, S., Niccolucci, V., Neri, E., Cranston, G., Galli, A., & Wackernagel, M. (2020). Sustainable development: Ecological Footprint in accounting. In *Managing Human and Social Systems* (pp. 301-320). CRC Press.
- Bebbington, J., Brown, J., & Frame, B. (2007). Accounting technologies and sustainability assessment models. *Ecological economics*, 61(2-3), 224-236. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.10.021>.
- Danish, H. S., Baloch, M. A., Mahmood, N., & Zhang, J. W. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustain Cities Soc* 47: 101516. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101516>.

- Farhadi, P., Eldermeri, A., & Migranir, M. (2021). Assessment Bio Capacity and Ecological Footprint of Urban Ecosystems (Case study: Hamedan). *Journal of Environmental Science and Technology*, 23(1), 241–251. <https://doi.org/10.30495/jest.2021.35500.4243>. (In Persian)
- Ghasemi, M., Karamidehkordi, E., & Ebrahimi, A. (2017). Analyzing social actors' conflict in natural resources management and its impact on rural communities (Case Study: Borujen County). *Journal of Rural Research*, 8(4), 635–648. <https://doi.org/10.22059/jrur.2017.210178.923>. (In Persian)
- Gillett, N. P., Kirchmeier-Young, M., Ribes, A., Shiogama, H., Hegerl, G. C., Knutti, R., & Ziehn, T. (2021). Constraining human contributions to observed warming since the pre-industrial period. *Nature Climate Change*, 11(3), 207–212. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00965-9>.
- Hajilou, F., Yazdkhasty, B., & Alizadeghdam, M. B. (2014). The relationship between consumer life style and ecological footprint. *Journal of Environmental Studies*, 40(3), 589–602. <https://doi.org/10.22059/jes.2014.52207>. (In Persian)
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). CO2 and greenhouse gas emissions. Published online at OurWorldInData. org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>. (Online source)
- Khosrobeygi, R., Shayan, H., Sojasi Qidari, S., & Sadeghlu, T. (2011). Assessment and Evaluation of Sustainability in Rural Areas: Using TOPSIS- FUZZY Multi-criteria Decision Making Technique. *Journal of Rural Research*, 2(5), 151–185. https://jrur.ut.ac.ir/article_22753.html. (In Persian)
- Metelionis, M. (2022). *Technical and economic feasibility study of electricity self-supply in heat production plant*. Kaunas University of Technology.
- Miralles-Quirós, M. M., & Miralles-Quirós, J. L. (2021). Sustainable finance and the 2030 agenda: Investing to transform the world. *Sustainability*, 13(19), 10505. <https://doi.org/10.3390/su131910505>.
- Nazari, M., & Kalantari, M. (2023). Investigating the factors affecting the ecological footprint of Sari city. *Geography and Environmental Planning*, 34(2), 17–26. <https://doi.org/10.22108/gep.2022.133118.1506>. (In Persian)
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 60(3), 498–508. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023>.
- Özbaş, E. E., Hunce, S. Y., Özcan, H. K., & Öngen, A. (2019). Ecological Footprint Calculation. *Recycling and Reuse Approaches for Better Sustainability*, 179–186. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95888-0_15
- Rafeefar, J., Daneshmehr, H., & Ahmadrash, R. (2012). Theory and method in research of Indigenous knowledge and its role in the process of rural sustainable development. *Community Development (Rural and Urban Communities)*, 4(1), 19–38. <https://doi.org/10.22059/jrd.2012.28896>. (In Persian)
- Rahnama, M. R., & Hosseini, S. Mostafa. (2021). Assessment of the Sustainability Situation in Ahvaz Metropolis City using the Ecological Footprint Method. *Journal of Environmental Science and Technology*, 23(7), 267–280. <https://doi.org/10.30495/jest.2021.10237>. (In Persian)
- Ramezani, M., Abolhassani, L., Shahnoushi Foroushani, N., Burgess, D., & Aminizadeh, M. (2022). Ecological Footprint and Its Determinants in MENA Countries: A Spatial Econometric Approach. *Sustainability*, 14(18), 11708. <https://doi.org/10.3390/su141811708>.
- Rees, W., & Wackernagel, M. (2008). Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable—and why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4–6), 223–248. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_35
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). *Now it is possible to take stock—did the world achieve the Millennium Development Goals*. Our World in Data, 22.
- Ruggerio, C. A. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*, 786, 147481. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.14748>.
- Ryu, H. (2005). *Modeling the per capita ecological footprint for Dallas County*. Texas: Examining demographic, environmental value, land-use, and spatial influences.
- Safa, L., & Mohamadian Saghinsara, V. (2020). Factors Determining the Pro-Environmental Behaviours in the Rural Regions of Tabriz County. *Environmental Education and Sustainable Development*, 8(3), 97–116. <https://doi.org/10.30473/ee.2020.6766> (In Persian)
- Sanghi, A., & Mendelsohn, R. (2008). The impacts of global warming on farmers in Brazil and India. *Global Environmental Change*, 18(4), 655–665. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha>
- Sasanpur, F., Shamaei, A., & Assar, S. (2017). Investigation on sustainable development in esfahan county whit ecological footprint method. *Researches in Earth Sciences*, 8(1), 18–31. https://esrj.sbu.ac.ir/article_96199.html. (In Persian)
- Shafiee, A. (2016). Evaluation of sustainable rural development using systematic approach (Case study: Homail District). *Master dissertation*. University of Tabriz. Faculty of Planning and Environmental Sciences. (In Persian)
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2012). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 15(1), 281–299. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>.
- Spencer, J. (2021). The sustainable development goals. In *Design for Global Challenges and Goals* (pp. 12–25). Routledge.
- Ten Have, H. (2021). Rio Declaration on Environment and Development. In *Dictionary of Global Bioethics* (p. 51). Springer.

- UNEP DTU Partnership and United Nations Environment, & Programme. (2021). *Reducing consumer food waste using green and digital technologies*. In Unep. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/reducing-consumer-food-waste-using-green-and-digital-technologies>.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth* (Vol. 9). New society publishers. <https://doi.org/10.5070/G31710273>
- Wang, B.-C., Chou, F.-Y., & Lee, Y.-J. (2012). Ecological footprint of Taiwan: A discussion of its implications for urban and rural sustainable development. *Computers, Environment and Urban Systems*, 36(4), 342–349. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2011.12.004>.