Original Article

Quarterly Journal of Village and Space Sustainable Development

Spring 2024, Vol.5, No.1, Serial Number 17, pp 26-48

10.22077/vssd.2023.6756.1204

Analyzing and measuring the ecological footprint of rural settlements with an emphasis on the natural situation (Study Case: Homail district in Eslam Abad-e-Gharb)

Ashkan Shafiei[1], Farzaneh Sasanpour[2*]

1.Ph.D. Student, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2. Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
**Corresponding author, Email: sasanpour@khu.ac.ir*

Keywords:
Sustainable development, ecological footprint, biological capacity, Homail district, Eslam Abad-e-Gharb.

Received:
7/Sep/2023
Revised:
29/Sep /2023
Accepted:
27/Oct /2023

Abstract
The environment is a constant and absolute phenomenon and has a limited ecological capacity for human use. Therefore, it is necessary to evaluate the use of available natural resources. One of the appropriate tools in this field is the ecological footprint index. In this regard, the current research has assessed the ecological sustainability of these areas by measuring the footprint of rural settlements in Homail district. The conducted research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of nature. Documentary and field methods have been used to collect information. The territory under study is the rural settlements inhabited by the Homail district, of which 17 villages were selected using a systematic method (number of households, distance from the city, and natural location). The sample size was determined based on Cochran's formula, 360 households. The collected information was analyzed using ecological footprint index in five consumption sectors (housing, food, transportation, built land and consumer goods). Also, factorial variance analysis and LSD post hoc test were used to investigate the effects of natural position on the amount of footprints. The evaluation of the ecological footprint of the region showed that 64.7 percent of the villages surveyed, equivalent to 11 villages, are in unstable and ecological deficit conditions. Kandahar village has the largest deficit and Mian Tang Mansouri village has the largest ecological surplus. Also, the results of examining the interrelationships of the variables showed that there is a significant difference between the effects of the natural location on the total footprint and the biological capacity of the selected villages, and it was found that the forest villages have a larger footprint than the plain and mountain villages.

How to cite this article:
Shafiei, A., & Sasanpour, F. (2024) Analyzing and measuring the ecological footprint of rural settlements with an emphasis on the natural situation (Study Case: Homail district in Eslam Abad-e-Gharb). *Village and Space Sustainable Development*, **5(1), 26-48.** 10.22077/vssd.2023.6756.1204

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee Quarterly Journal of Village and Space Sustainable Development. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقاله پژوهشی

فصلنامه روستا و توسعه پایدار فضا

دوره پنجم، شماره یکم، پیاپی هفدهم، بهار ۱۴۰۳، شماره صفحه ۲۶-۴۸

10.22077/vssd.2023.6756.1204

تحلیل و سنجش ردپای اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی با تأکید بر موقعیت طبیعی (مورد مطالعه: بخش حُمیل شهرستان اسلام‌آباد غرب)

اشکان شفیعی [۱]، فرزانه ساسان پور [۲*]

۱.دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

* نویسنده مسئول، ایمیل: *sasanpour@khu.ac.ir*

واژگان کلیدی:

توسعه پایدار، ردپای اکولوژیکی، ظرفیت زیستی، بخش حُمیل، شهرستان اسلام‌آباد غرب.

تاریخ ارسال:

۱۴۰۲/۰۶/۱۶

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۲/۰۷/۰۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۸/۰۵

چکیده:

محیط‌زیست پدیده‌ای ثابت و مطلق است و توان اکولوژیکی محدودی برای استفاده انسان دارد. بنابراین ضروری است نحوه مصرف منابع‌طبیعی در دسترس مورد ارزیابی قرار گیرد. یکی از ابزارهای مناسب در این زمینه، شاخص ردپای اکولوژیکی است. در این راستا پژوهش حاضر با سنجش و اندازه گیری میزان ردپای سکونتگاه‌های روستایی بخش حُمیل به تحلیل و ارزیابی پایداری اکولوژیکی این مناطق پرداخته‌است. پژوهش انجام گرفته به‌لحاظ هدف کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی- تحلیلی است. از روش اسنادی و میدانی برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده‌است. قلمرو مورد مطالعه، سکونتگاه‌های روستایی دارای سکنه بخش حمیل هستند که ۱۷ روستای آن با روش سیستمی (تعداد خانوار، فاصله از شهر و موقعیت طبیعی) انتخاب شدند. حجم نمونه براساس فرمول کوکران، ۳۶۰ خانوار تعیین شد. اطلاعات گردآوری شده با به‌کارگیری شاخص ردپای اکولوژیکی در پنج بخش مصرف (مسکن، غذا، حمل و نقل، زمین ساخته‌شده و کالاهای مصرفی) موشکافی شدند. همچنین جهت بررسی اثرات موقعیت طبیعی بر میزان ردپا از تحلیل واریانس فاکتوریل و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. سنجش ردپای اکولوژیکی منطقه نشان داد که از مجموع روستاهای مورد بررسی، ۶۴/۷ درصد معادل ۱۱ روستا در شرایط ناپایدار و کسری اکولوژیکی قرار دارند. روستای کندهر دارای بیشترین کسری و روستای میان تنگ منصوری از بیشترین اضافه اکولوژیکی برخوردار است. همچنین نتایج بررسی روابط متقابل متغیرها نشان داد که بین اثرات موقعیت طبیعی در ردپای کل و ظرفیت زیستی روستاهای برگزیده تفاوت معنی‌داری وجود دارد و مشخص شد که روستاهای جنگلی ردپای بزرگ‌تری نسبت به روستاهای دشتی و کوهستانی دارند.

۱–مقدمه

بحران‌های محیط زیستی یکی از بزرگ‌ترین تهدیدها برای اکوسیستم، فرهنگ، اقتصاد و سلامت نوع بشر است (Klemmer & McNamara, 2020: 503). با گسترش صنعت و فناوری و بهره‌برداری هرچه بیشتر از طبیعت، این مشکلات شدت گرفت (سلطانی بهرام، ۱۳۹۵: ۲) که سرآغاز آن را می‌توان با انقلاب صنعتی و در ادامه رشد سریع جمعیت دانست (سیف و سیف، ۱۴۰۰: ۸۰). در این دوره کشورهای جهان به‌صورت یک‌جانبه در پی رشد اقتصادی سریع بوده و به‌دنبال آن بار قابل توجهی بر محیط‌زیست تحمیل (Yang et al., 2022) و سبب بروز بحران‌های متعددی شده‌اند. از جمله بحران‌های زیست محیطی قرن جدید می‌توان به افزایش ۴۰ درصدی گاز کربنیک در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ (UNEP, 2021: 27)، انتشار ۳۶.۸ میلیارد تنی گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۲۲ (IEA, 2023) که منجر به افزایش گرمایش جهانی به میزان ۰/۱۸ درجه سانتی‌گراد در هر دهه شده (NOAA, 2022)، اشاره کرد. همچنین تخریب سالانه ۱ میلیون هکتار جنگل (Ritchie & Roser, 2021)، کاهش ۶۸ درصدی حیات وحش جهان (Niemelä et al., 2000: 4) از ادامه رابطه نادرست انسان و محیط‌زیست حکایت دارد. همین امور سبب مطرح شدن مفهوم پایداری در ادبیات توسعه شد (Omisore, 2018: 139). پایداری به این مضمون اشاره دارد که منابع‌طبیعی به‌عنوان میراث جمعی بشریت باید به‌گونه‌ای استفاده و حفظ شود که ظرفیت پاسخ‌گویی به نیازهای نسل‌های آینده را داشته‌باشد (مهرآرا، ۱۳۹۶: ۸۶). از این رو قرن بیستم را می‌توان دهه چرخش و بازگشت به محیط‌زیست نام نهاد زیرا جوامع به‌جای توسعه شتابان و رو به جلو، خواهان توجه به محیط، مصرف بهینه از مواد و توسعه پایدار شدند (ساسان‌پور، ۱۳۹۰: ۴).

از سوی دیگر محیط‌زیست به‌صورت یک چرخه بسته عمل می‌کند که در آن با محدودیت منابع و امکانات مواجه هستیم (sasanpur, 2011: 243). به این معنی که محیط‌زیست پدیده‌ای ثابت و مطلق است و توان اکولوژیکی محدودی برای استفاده انسان دارد (علیزاده اقدم و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۰۸) این مسئله این ضرورت را ایجاب می‌کند که نحوه مصرف منابع‌طبیعی، مورد ارزیابی قرار گیرد. یکی از ابزارهای مناسب در این زمینه شاخص ردپای اکولوژیکی[1] می‌باشد. 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 به‌صورت محلی یا در مقیاس جهانی در اختیار بشر قرار دارد؟ و از این روش محدودیت‌های بوم‌شناختی که طبیعت قادر است برای بشر در مدت‌زمان طولانی تأمین کند شناسایی می‌گردد (Rees & Wackernagel, 2008). به‌راستی 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 برآمده از آن تأمین نمایند (ساسان پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲). بر پایه گزارش شبکه ردپای اکولوژیکی در سال ۲۰۱۸، تقاضای بشر ۷۰ درصد بیشتر از میزان بازآفرینی کل اکوسیستم‌های کره زمین است (آقایاری و همکاران، ۱۴۰۱: ۵۴۹) و ادامه این روند تخریب شدید محیط‌زیست و در پایان از میان رفتن منابع را به‌دنبال دارد (عزمی و لنگرودی، ۱۳۹۰: ۱۰۲).

از این‌رو نتایج ردپای اکولوژیکی در افزایش آگاهی‌های عمومی و سیاسی نسبت به مصرف منابع‌طبیعی که توسط انسان اتفاق می‌افتد، سودمند است(Bulte & Van kooten, 2000: 115) و ارزیابی میزان مصرف منابع توسط سکونتگاه‌های شهری و روستایی و همچنین مطالعه توان اکولوژیکی آنها امری ضروری و حیاتی به نظر می‌رسد (ساسانپورو حکیمی، ۱۴۰۲: ۴) در این میان مناطق روستایی به‌واسطه نزدیکی بیشتر به طبیعت و اثرات مستقیمی که بر طبیعت می‌گذارد و تأثیراتی که از آن می‌پذیرد از اهمیت به سزایی برخوردار هستند (عزمی و لنگرودی، ۱۳۹۰: ۱۰۳). چرا که این مناطق به‌منظور تأمین معیشت و نیازهای خود، وابستگی بالایی به منابع‌طبیعی دارند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۳۸). در ایران

[1]- ecological footprint

تقریباً ۲۳ میلیون نفر در ۶۵۰۰۰ روستا زندگی می‌کنند (شیر زور علی‌آبادی، ۱۳۹۹: ۳۶) لذا پایداری اکولوژیکی این مناطق برای تحقق اهداف توسعه ملی در زمینه بیابان‌زدایی، مقابله با فرسایش، خشک‌سالی، حفظ و نگهداری منابع‌طبیعی بسیار مهم خواهد بود (گلشیری و سرایی، ۱۳۸۹: ۷۶) . این در حالی است که امروزه مسائل محیط زیستی تهدیدی جدی برای پایداری جوامع روستایی می‌باشد (صفا و محمدیان سقین‌سرا، ۱۳۹۹: ۱۰۲). بنابراین توجه به‌بعد زیست‌محیطی بیش از هر زمانی در تمامی بخش‌ها مخصوصاً محیط‌های روستایی به یک اصل تبدیل شده‌است.

بخش حُمیل به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید عمده محصولات زراعی در شهرستان اسلام‌آباد غرب و استان کرمانشاه، به حجم گسترده‌ای از منابع‌طبیعی دسترسی دارد. مشکلات محیط زیستی سال‌های گذشته همچون تنزل ۱۲ متری سطح آب‌های زیرزمینی (لشکری و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۵)، عدم رعایت اصول زیست محیطی بنگاه‌های کشاورزی (معتمدی نیا و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۳۲)، کمبود آب به‌دلیل یک دهه خشک‌سالی، کاهش مراتع و تخریب جنگل در اثر عوامل انسانی و آتش‌سوزی، استفاده فراوان از کودهای شیمیایی کشاورزی، آلودگی رودخانه الوند به‌علت ورود پسماند دو کارخانه قند و خمیر مایه به این رودخانه انجام مطالعات و ارزیابی پایداری اکولوژیکی این منطقه را ضروری می‌نماید. پژوهش حاضر تلاش دارد در راستای ضروریات مطرح شده سکونتگاه‌های روستایی بخش حُمیل را از دید مصرف منابع و میزان ردپای بوم‌شناختی مورد بررسی قرار دهد و به این سؤال پاسخ دهد که وضعیت مصرف منابع در روستاهای این بخش چگونه است و آیا موقعیت طبیعی روستاها بر میزان ردپای این مناطق اثرگذار است؟

۲-بنیان نظریه‌ای

توسعه پایدار از بروز مسائلی مانند نابودی منابع‌طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی، افزایش بی رویه جمعیت، بی‌عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان‌ها در زمان حال و آینده جلوگیری می‌کند (حاجی حسینی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۰۵). به‌راستی توسعه پایدار عنصر سازمان‌دهنده آی است که موجب پایداری منابع تجدیدناپذیر می‌شود (شاطری و فیروزنیا، ۱۳۹۹: ۶۳). برای دسترسی به چنین توسعه‌ای، گام اول اطلاع از وضعیت پایداری منطقه است، تا در صورت ناپایدار بودن، برنامه‌ریزی لازم برای توسعه متناسب آن صورت گرفته و اجرا شود. در این راستا شاخص ردپای اکولوژیکی مطرح می‌شود. به‌راستی ردپای اکولوژیکی معیاری است برای بررسی پایداری زیست‌محیطی که میزان مصرف انسان و اثر این مصرف را بر محیطزیست ارزیابی می‌کند (جمعه‌پور و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۹۵). ردپای اکولوژیکی، روشی برای اندازه‌گیری اثرات اکولوژیکی سکونتگاه‌های انسانی است و جوامع را به‌سمت پایداری هدایت می‌کند (Tavallai & sasanpur, 2009: 187). این سنجش از طریق اندازه‌گیری میزان مصرف منابع و تولید پسماند انجام‌می‌شود. منطق این روش بر این مبنا است که، می‌توان هر سال میزان معینی از منابع را مصرف و پسماند تولید کرد که این میزان بر پایه ظرفیت زیستی کره زمین است. اگر مصرف منابع و تولید پسماند انسان بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد (فرهادی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۴۴)؛ به معنی دیگر، جای پای بوم‌شناختی در یک منطقه، کشور و یا کره زمین بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد، آن منطقه ناپایدار است (حسین‌زاده دلیر و ساسان پور، ۱۳۸۵: ۸۹).

این شاخص اولین بار توسط ریز[1] و واکرناگل[2] در سال ۱۹۹۶، در دانشگاه بریتیش کلمبیا، در کتاب "ردپای اکولوژیکی ما: کاهش تأثیر انسان بر زمین" ارائه شد و پس از آن توسعه یافت (Wackernagel & Rees, 1998). در این روش، اندازه منطقه پشتیبان برای سکونتگاه انسانی ارزیابی می‌شود و بر پایه آن مشخص خواهد شد که چه مقدار زمین و دریایِ دارایِ قدرت تولید طبیعی برای پاسخ به نیازهای حیاتی ساکنان آن نیاز است (Wang et al., 2012). ریز و واکرناگل

[1]-Rees
[2]- Wackernagel

با به‌کارگیری ماتریس مصرف و کاربری اراضی یک الگو برای محاسبه ردپای اکولوژیکی ارائه داده‌اند که شامل دو وجه است:

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

وجه دوم: **طبقه‌بندی کاربری اراضی** که شامل ۶ جزء است (جدول ۲). تمام کالاها و خدمات مصرفی عمده انسان باید در این ۶ جزء قرار گیرد (Ryu, 2005).

جدول ۱- طبقه‌بندی کاربردی اراضی

زمین کشاورزی	**مساحت زمینی که برای تولید محصولاتی که افراد جامعه مصرف می‌کنند مورد نیاز خواهد بود.**
زمین انرژی	مساحت جنگلی که برای جذب CO_2 برآمده از مصرف سوخت به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، توسط افراد جامعه مورد نیاز خواهد بود.
زمین مرتع	مساحت مرتعی که برای پرورش دام و تولیداتشان برای جمعیت منطقه، یا کشور مورد نیاز خواهد بود.
زمین جنگلی	مساحت جنگلی که برای تولید چوب و کاغذ مورد نیاز خواهد بود.
پهنه‌های آبی	مساحت دریای که برای تولید ماهی و غذاهای دریایی برای جمعیت منطقه یا کشور مورد نیاز خواهد بود
ناحیه ساخته‌شده	مساحت زمینی که برای ساخت و ساز ساختمان‌ها و زیرساخت‌های سکونتگاه‌های مورد نیاز خواهد بود

منبع: (Ryu, 2005).

بنابراین جهت برآورد ردپای اکولوژیکی باید میزان مصرف و میزان منابع در دسترس در طبقات مطرح شده محاسبه شود. مطالعات زیادی جهت سنجش پایداری با به‌کارگیری شاخص ردپا صورت گرفته از جمله عزیزپور و همکاران (۱۳۹۵)، در مقاله‌ای با عنوان " تحلیل ردپای بوم‌شناختی گردشگری در نواحی روستایی (مطالعه موردی: روستای وشنوه – شهرستان قم) " به ارزیابی اثرات فعالیت‌های گردشگران بر روی محیط طبیعی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها، بیانگر این است که ردپای بوم‌شناختی گردشگری روستای وشنوه در گروه‌های مصرف غذایی، حمل‌ونقل، گرمایش، آب، برق و نیز تولید زباله برابر با ۱/۰۸ هکتار (سرانه هر گردشگر) است. مقایسه این مقدار با فضای پشتیبان آن، حاکی از آن است که گردشگری در روستای وشنوه برای برآوردن نیازهای زیستی و پایداری زیست‌محیطی خود، متّکی به منطقه‌های فراتر از این روستا می‌باشد. بنابراین در برای کاهش ردپای بوم‌شناختی راهکارهای را شامل، توسعه سیستم حمل‌ونقل عمومی جهت مراجعه گردشگران به روستا، آموزش همگانی درباره نحوه مصرف و رعایت بهداشت محیط و گازرسانی به روستا و جایگزینی آن با نفت و گازوئیل، ارائه دادند. دلیری و مهرگان (۱۳۹۵)، در مقاله‌ای تحت‌عنوان " سنجش پایداری توسعه در استان‌های ایران بر پایه شاخص جای پای اکولوژیک" به اندازه‌گیری و سنجش استان‌های ایران در زمینه ردپای اکولوژیک پرداخته‌اند. نتایج نشان‌می‌دهد که ساکنان استان اصفهان با جای پایی به‌اندازه ۲/۴۱۲ هکتار برای هر نفر دارای بالاترین مقدار و ساکنان استان سیستان و بلوچستان با مقدار ۱/۲۶۹ هکتار برای هر نفر دارای کمترین مقدار جای پای اکولوژیک در میان استان‌های ایران می‌باشند. همچنین با توجه به نتایج سنجش پایداری توسعه، تمامی استان‌های ایران دارای ناپایداری اکولوژیک بوده و دراین‌بین استان‌های اصفهان، قم و تهران بالاترین ناپایداری را دارند. بوذرجمهر و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای تحت‌عنوان " ارزیابی ظرفیت تحمل محیطزیست در روستاهای هدف گردشگری مطالعه موردی: روستای کنگ" به بررسی تأثیرات توسعه صنعت گردشگری بر خدشه‌دار شدن اصول توسعه پایدار که محیطزیست را با خطرات روز افزونی مواجه ساخته‌است، می‌پردازند و ظرفیت تحمل روستای کنگ را ارزیابی می‌کنند. نتایج این پژوهش نشان‌می‌دهد که ظرفیت تحمل فیزیکی روستای کنگ برابر با ۱۵۳۶۰۰۰ نفر در سال، ظرفیت تحمل واقعی ۵۲۲۴۴۰ نفر در سال و ظرفیت تحمل

مؤثر برابر با ۳۰۳۰۱۵ نفر در سال است و بر همین مبنا نتیجه‌گیری شده‌است که روستای کنگ از نظر ظرفیت تحمل فیزیکی برای ورود گردشگران در شرایط مطلوبی قرار دارد.

دنیل دی موران[1] و همکاران (۲۰۰۸)، در مقاله‌ای تحت‌عنوان " اندازه‌گیری توسعه پایدار – کشور به کشور" به بررسی پایداری توسعه با به‌کارگیری دو شاخص توسعه انسانی (HDI) و جای پای اکولوژیکی در کشورهای جهان پرداخته‌است. در این پژوهش شاخص HDI کمتر از ۰/۸ و اثر جای پای بوم‌شناختی کمتر از میانگین جهانی، به‌عنوان حداقل نیاز توسعه پایدار مدنظر قرار گرفته است. نتایج نشان داد که تا سال ۲۰۰۳ فقط یک کشور از ۹۳ کشور دارای این دو حداقل بوده‌اند. همچنین با بررسی کشورهای با درآمد بالا در ۲۵ سال گذشته مشخص شد که افزایش HDI با افزایش نامتناسب ردپای اکولوژیکی همراه است که در تضاد با پایداری است در برابر برخی از کشورهای با درآمد پایین، بدون افزایش تقاضای سرانه در منابع اکوسیستم به سطح بالاتری از منابع دست‌یافته‌اند. گریگوریوا[2] (۲۰۱۰) در مقاله‌ای با عنوان " پارامترهای ردپای اکولوژیک افراد به‌عنوان ابزار مؤثر آموزش برای توسعه پایدار" به بررسی و محاسبه میزان مصرف افراد از منابع محدود زمین با به‌کارگیری شاخص ردپای اکولوژیک پرداخته‌است. نتایج نشان‌می‌دهد که ردپای اکولوژیک فردی دانشجویان در این دوره زمانی میزان ۸۰ درصد کاهش یافته است و دلیل آن را ارائه اطلاعات و آموزش در این زمینه معرفی می‌کند. همچنین نتایج می‌دهد که شاخص ردپای اکولوژیک فردی معیار مناسبی برای ارزیابی و برنامه‌ریزی رفتار فرد در زمینه توجه به محیطزیست است. پینگ[3] و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای تحت‌عنوان " تکامل دینامیکی ظرفیت تحمل محیطزیست مبتنی بر نظریه ردپای اکولوژیک: مطالعه موردی استان جیانگ سوء" به مطالعه اثرات رشد جمعیت و رشد شهرنشینی در این استان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان‌می‌دهد که سرانه ظرفیت تحمل استان رو به افزایش است. همچنین کمبود اکولوژیکی زمین‌های زیر کشت به‌دلیل مدیریت و برنامه‌ریزی ضعیف، زیاد برآورد شده‌است. در این راستا به‌منظور حفاظت از زمین‌های زیر کشت و به‌کارگیری آن‌ها توصیه‌های را مانند: استفاده بهینه از منابع برای بهبود ظرفیت تحمل محیطزیست – تقویت و ترمیم اکولوژیکی برای کاهش کمبودهای زیست‌محیطی – ایجاد امکانات برابر برای مناطق روستایی جهت جلوگیری از مهاجرت آن‌ها و کاهش شهرنشینی، ارائه داده‌اند. ساسان‌پور (۱۳۸۵) در رساله خود با عنوان "بررسی پایداری کلان‌شهر تهران با ردپای اکولوژیک " به بررسی ردپای اکولوژیکی کلان‌شهر تهران و عوامل مؤثر بر پایداری و عدم پایداری آن پرداخته‌است. در این پژوهش حوزه‌های مصرفی ساکنین تهران براساس طبقه‌بندی واکرناگل و همچنین زمین استفاده شده برآورد شد و براساس الگوی مصرفی مناطق مختلف ماتریس مصرف – کاربری زمین برای چهار حوزه مصرفی شامل غذا، مسکن، حمل و نقل و کالا و خدمات و شش نوع زمین شامل: انرژی، جنگل، مرتع، زمین ساخته‌شده، کشاورزی و دریاها طراحی شده‌است. نتایج این پژوهش نشان‌می‌دهد که سرانه ردپای اکولوژیکی تهران و ایران به‌ترتیب ۳/۷۹ و ۱/۹۸ هکتار است و در مقایسه با سطح جهانی، سرانه ردپای ساکنین تهران ۲/۳ هکتار بزرگ‌تر می‌باشد.

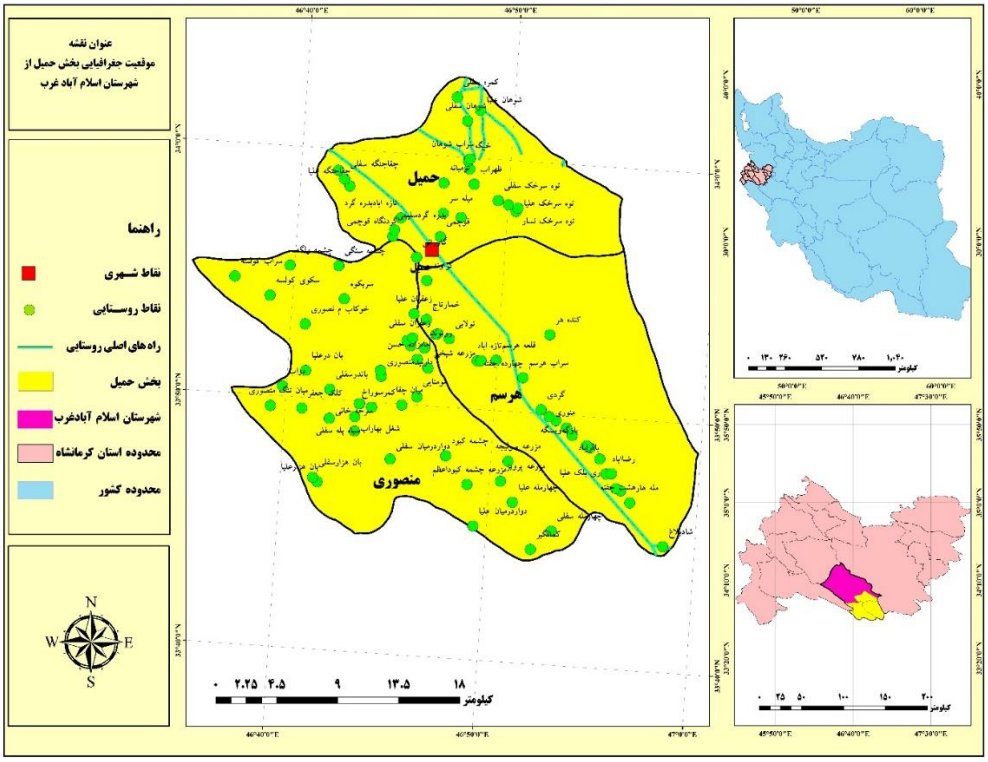
بررسی پیشینه تحقیق نشان‌می‌دهد، شاخص ردپای اکولوژیک شایستگی و توانایی ارزیابی پایداری سکونتگاه‌ها را در مقیاس روستایی، شهری و کشوری داراست. اما اکثر این مطالعات به بررسی تأثیرات اقتصادی بر محیطزیست پرداخته‌اند و بخش دیگر نیز به تبیین جامعه‌شناختی آن توجه داشته‌اند. به‌راستی دیدگاه کلی‌نگر و فضایی در این مطالعات به‌ندرت به چشم می‌خورد. از سوی دیگر در این مطالعات بیشتر بر تأثیر مناطق شهری بر محیطزیست تأکید شده و سکونتگاه‌های روستایی به‌عنوان بخش بزرگی از جمعیت جهان نادیده گرفته شده‌است. از این رو با توجه به مشکلات محیطزیستی بخش

[1]-Daniel.D Moran
[1]- Grigoryeva
[2]- Benhong Peng

حمیل و وجود کشاورزی گسترده در این مناطق ضروری است میزان مصرف منابع و پایداری مصرف آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. پژوهش حاضر سعی دارد با نگاه جغرافیایی و با تکیه‌بر شاخص ردپای بوم‌شناختی، پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی بخش حمیل را مورد ارزیابی قرار دهد.

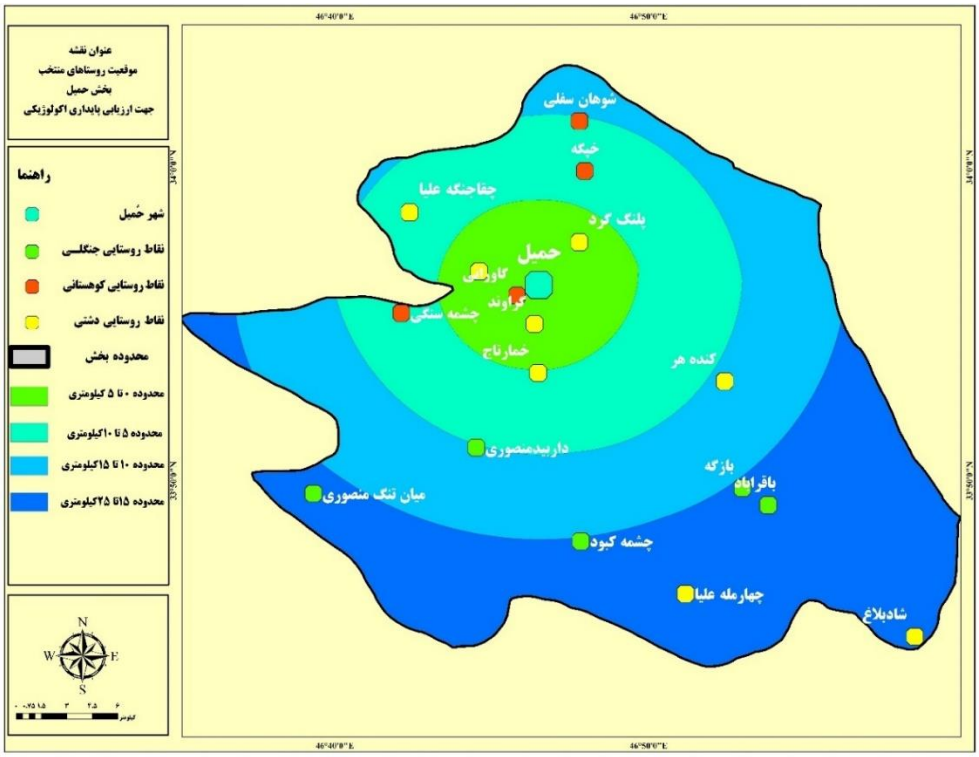
۳–روش، تکنیک‌ها و قلمرو

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی – تحلیلی می‌باشد. از روش پیمایش میدانی و مطالعات اسنادی جهت جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده‌است. قلمرو مکانی پژوهش، بخش حمیل شهرستان اسلام‌آباد غرب می‌باشد و جامعه آماری پژوهش را خانوارهای روستایی این بخش تشکیل می‌دهد. بر پایه تقسیمات کشوری بخش حمیل دارای سه دهستان هرسم، منصوری و حُمیل می‌باشد. بر پایه سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵ این بخش دارای ۷۳ روستا و ۱۸۵۸۸ نفر جمعیت بوده که این ارقام در سرشماری نفوس مسکن ۱۳۹۵ به ۶۶ روستا و ۱۵۹۱۲ نفر کاهش‌یافته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). مساحت بخش حُمیل ۷۸۱ کیلومترمربع است که در دشت اسلام‌آباد واقع‌شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیای بخش حمیل

جامعه نمونه را ۲۵ درصد از روستاهای بخش حمیل که معادل ۱۷ روستا است، تشکیل می‌دهد. روستاهای برگزیده بر پایه سه ویژگی فاصله از نقطه شهری، تعداد خانوار و موقعیت طبیعی گزینش شدند. در انتخاب روستاها پراکندگی فضایی آنها در سطح تمام شهرستان مورد توجه قرار گرفت. در پایان توزیع فضایی روستاهای برگزیده در شکل شماره ۲ نمایش داده‌شده‌است.



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی روستاهای برگزیده بخش حُمیل

مجموع جمعیت ۱۷ روستای منتخب بر پایه آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۶۴۵۰ نفر است و ۱۹۵۸ خانوار در این روستاها ساکن هستند. بر پایه فرمول کوکران تعداد حداقل نمونه پژوهش ۳۲۲ خانوار تعیین شد. به‌دلیل اختلاف تعداد خانوار در روستاهای مختلف، جهت توزیع درست پرسش‌نامه از ضریب تناسب استفاده گردید. در جدول شماره ۳ تعداد نمونه در هر روستا به تفکیک مشخص شده‌است.

جدول ۳- سهم هر روستا از تعداد نمونه

نام روستا	خانوار	جمعیت	تعداد نمونه	موقعیت طبیعی
چشمه کبود	۵۲	۱۷۴	۹	جنگلی
میان تنگ منصوری	۳۴	۸۹	۶	جنگلی
داربیدمنصوری	۱۳۵	۴۱۰	۲۲	جنگلی
باقرآباد	۱۹	۵۶	۳	دشتی
بازگه	۲۹	۸۵	۵	دشتی
خمارتاج	۵۰	۱۵۵	۸	دشتی
گراوند	۲۶۳	۸۴۵	۴۳	دشتی
گاورانی	۱۶۲	۵۱۳	۲۷	دشتی
گردنگاه قوچمی	۱۸۲	۶۸۶	۳۰	دشتی
پلنگ گرد	۱۶۰	۵۳۰	۲۶	دشتی
چقاجنگه علیا	۷۸	۲۷۰	۱۳	دشتی
خیگه	۱۴۲	۴۷۲	۲۳	دشتی
شادبلاغ	۷۵	۲۸۰	۱۲	کوهستانی

نام روستا	خانوار	جمعیت	تعداد نمونه	موقعیت طبیعی
چهارمله علیا	۵۶	۱۵۸	۹	کوهستانی
کنده هر	۳۱۳	۱,۰۸۹	۵۲	کوهستانی
چشمه سنگی	۱۶۴	۴۹۴	۲۷	کوهستانی
شوهان سفلی	۴۴	۱۴۴	۷	کوهستانی
جمع	**۱۹۵۸**	**۶۴۵۰**	**۳۲۲**	----

پایداری اکولوژیکی روستاهای مورد مطالعه با به‌کارگیری شاخص ردپای بوم‌شناختی ارزیابی می‌شود برآورد جای پای اکولوژیک برای یک جمعیت معین یک فرایند چندمرحله‌ای است (جدول ۴). بر پایه روش کلی ابداع‌شده واکرناگل و ریز، محاسبه شاخص جای پای اکولوژیک شامل مراحل زیر است:

- تخمین سرانه مصرف سالانه مواد مصرفی اصلی بر اساس 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 جمع‌کردن تمام مناطق اختصاص داده شده برای همه بخش‌هایی که در یک سال توسط یک نفر، مصرف شده‌است.
- محاسبه جای پای اکولوژیک برای جمعیت منطقه معین که با محاسبه حاصل‌ضرب متوسط جای پای اکولوژیک هر نفر در اندازه جمعیت به‌دست می‌آید(Wackernagel and Rees, 1996: 65) .

پس از محاسبه جای پای اکولوژیک، ظرفیت تحمل[1] روستاها برای تعیین پایداری یا ناپایداری محاسبه‌شده و با جای پای اکولوژیک مقایسه شد. چنانچه جای پای اکولوژیک منطقه‌ای بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد منطقه دچار کسری اکولوژیک و ناپایداری است (تقی‌زاده دیوا و روشناس، ۱۳۹۸: ۱۶۰) منظور از ظرفیت تحمل حداکثر جمعیتی است که به‌وسیله منابع محدود ناحیه تأمین می‌شود به‌طوری که باز تولید اکولوژیکی ناحیه دچار زیان و آسیب نشود. از آنجا که ظرفیت بوم‌شناختی مناطق در زمینه زمین‌های کشاورزی، مرتع، جنگل، ناحیه ساخته‌شده و پهنه‌های آبی متفاوت است و از سوی دیگر بازدهی این مناطق نیز به‌طور چشمگیری متفاوت است از این‌رو نواحی تولیدی اکولوژیکی مناطق و کشورها نمی‌توانند به‌طور مستقیم مقایسه شوند و باید انواع زمین با هم تطبیق داده شوند. اختلافات بین تولید منطقه‌ای و میانگین تولید جهانی می‌تواند با فاکتور معادل تصحیح شود. پس از محاسبه ظرفیت زیستی و ردپای اکولوژیکی روستاها، مقدار کسری موازنه یا کاهش و افزایش بوم‌شناختی مناطق روستایی به‌دست آمد. این کسری از اختلاف میزان ردپا و ظرفیت تحمل حاصل می‌شود و اگر مقدار محاسبه شده ردپا بیشتر از ظرفیت تحمل منطقه باشد، کسری اکولوژیکی وجود دارد و چنانچه این مقدار کمتر از ظرفیت تحمل باشد اضافه اکولوژیکی وجود خواهد داشت.

[1]- Biocapacity

جدول ۴- مراحل محاسبه ردپای اکولوژیکی

مرحله اول: محاسبه مقدار سرانه ردپا در اقلام مصرفی اصلی	
رابطه ۱:	$A_i = C_i / Y_i = (P_i + I_i + E_i) / (Y_i + N)$
i= نوع مورد مصرفی	Yi= میانگین سالانه تولیدی مورد مصرفی i از نواحی تولید بیولوژیکی (kg / hm^2)
C_i= مقدار سرانه مورد مصرفی i	Ai= مقدار تبدیل شده سرانه ردپای بوم‌شناختی مورد مصرفی i
Pi= مقدار تولید سالانه مورد مصرفی i	Ii= مقدار واردات مورد مصرفی i
Ei= 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:	$ec = a_j \times r_j \times y_j$
j= کاربرهای شش‌گانه اراضی	ec= سرانه ظرفیت تحمل بوم‌شناختی برای هر نفر
aj= سرانه ناحیه تولید بیولوژیکی	rj= فاکتور معادل[1]
Yj= فاکتور عملکرد[2]	
رابطه ۴:	$EC = N \times (ec)$
EC= ظرفیت تحمل بوم‌شناختی منطقه‌ای جمعیت	N= تعداد جمعیت
مرحله چهارم: محاسبه کسری موزانه یا کاهش و افزایش بوم‌شناختی	
رابطه ۵:	**کرسی موزانه = EC - EF**
EF= ردپای بوم‌شناختی منطقه	EC= ظرفیت تحمل منطقه

مأخذ: آقایاری و همکاران، ۱۴۰۱

مراحل فوق برای حوزه‌ای مصرفی (جدول ۵) محاسبه شد و روستاهای برگزیده مورد ارزیابی اکولوژیکی قرار گرفتند به‌نحوی که ردپای اکولوژیکی هر یک از روستاها قابلیت مقایسه بین بخشی و بین روستایی را داشته‌باشند.

جدول ۵- دسته‌بندی مصرف و زیرحوزه‌های مربوطه

دسته‌بندی مصرف	زیر حوزه‌ها	معرف	سنجه‌ها
غذا	غذاهای گیاهی	سرانه زمین انرژی سرانه زمین کشاورزی	–میزان مصرف سالانه برق –میزان مصرف سالانه گاز میزان مصرف سالانه فرآورده‌های نفتی –مقدار مصرف سالانه اقلام پرمصرف گیاهی –مقدار تولید سالانه اقلام پرمصرف گیاهی –مقدار زمین اختصاص‌یافته برای تولید اقلام پرمصرف – عملکرد در هکتار اقلام پرمصرف
	غذاهای حیوانی	سرانه زمین انرژی سرانه زمین کشاورزی سرانه زمین مرتع	–میزان مصرف سالانه برق –میزان مصرف سالانه گاز میزان مصرف سالانه فرآورده‌های نفتی

[1] - equivalence factor
[2] - yield factor

دسته‌بندی مصرف	زیر حوزه‌ها	معرف	سنجه‌ها
		سرانه زمین‌ساخته شده	– میزان مصرف سالانه گوشت دام سبک، سنگین و مرغ –میزان تولید سالانه گوشت دام سبک و سنگین و مرغ – میزان مصرف سالانه (شیر) – میزان مصرف جو و یونجه برای تولید یک کیلو گوشت –میزان مصرف کنستانتره و یونجه برای تولید یک کیلو شیر
انسان‌ساخت	ساخت و ساز	سرانه زمین انرژی و زمین ساخته‌شده در مرحله ساخت و ساز	میزان مصرف انواع انرژی در مراحل ساخت مسکن میزان زمین اختصاص‌یافته در بخش‌های بهداشت، آموزش، اداری، تأسیسات سرانه زمین در بخش‌های مختلف
	نگهداری	سرانه زمین انرژی در مرحله نگهداری (گرمایشی، سرمایشی)	میزان مصرف انرژی در بخش سرمایشی و گرمایشی هر یک از فضاهای ساخته‌شده
حمل و نقل	حمل و نقل عمومی	سرانه زمین ساخته‌شده و زمین انرژی در بخش حمل ونقل عمومی	میزان مصرف انرژی سوختی در بخش حمل و نقل عمومی مساحت انبارهای و پارکینگ‌های عمومی مساحت معابر مساحت جاده‌های ارتباطی روستایی
	حمل و نقل خصوصی	سرانه زمین انرژی در بخش خصوصی	میزان مصرف انرژی در بخش حمل و نقل خصوصی
کالاهای مصرفی	پوشاک و کفش	سرانه زمین انرژی سرانه زمین کشاورزی سرانه زمین مرتع	میزان مصرف انرژی (گاز، برق....) در بخش تولید پوشاک و کفش میزان زمین کشاورزی جهت تولید پنبه بر اساس میزان مصرف پوشاک میزان مرتع مورد نیاز جهت تولید پشم از دام
	لوازم و اثاث خانوار	سرانه زمین انرژی سرانه زمین جنگل	میزان مصرف انرژی در ساخت اثاث اصلی خانوار میزان چوب مصرف خانوار
خدمات	دولتی+نظامی	سرانه زمین‌ساخت سرانه زمین انرژی	میزان زمین بخش اداری و انتظامی میزان انرژی (برق و گاز) مصرف شده در این بخش
	آموزشی	سرانه زمین انسان‌ساخت سرانه زمین انرژی	مساحت زمین اختصاص داده شده به بخش آموزش میزان انرژی مصرفی در این بخش
	بهداشتی	سرانه زمین انسان‌ساخت سرانه زمین انرژی	مساحت زمین اختصاص داده شده به بخش بهداشتی میزان انرژی مصرفی در این بخش
	تفریحات و سرگرمی و فرهنگی	سرانه زمین انسان‌ساخت سرانه زمین انرژی	مساحت زمین اختصاص داده شده به بخش سرگرمی و تفریحی میزان انرژی مصرفی در این بخش

منبع: Rees, W & Wackernagel, M. (2008). ساسان پور و شماعی، ۱۳۹۶. عزمی و مطیعی لنگرودی، ۱۳۹۰، Alessandro Galli, (2020).

۴–یافته‌ها و تحلیل داده

بر پایه نتایج به‌دست‌آمده از آمارهای توصیفی، از مجموع ۳۲۲ نمونه آماری بررسی‌شده، ۲۴۳ نفر مرد و ۷۹ نفر زن هستند. به‌عبارتی ۷۵/۴۶ درصد پاسخ‌دهندگان مرد و ۲۴/۵۳ درصد زن بوده‌اند. از لحاظ متغیر سن، میانگین سنی افراد مشارکت‌کننده ۳۲/۵۲ سال با انحراف‌معیار ۱۰/۷ می‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی سنی انجام‌شده، ۴۲/۶ درصد از شرکت‌کنندگان در گروه سنی ۲۴–۲۸ ساله قرار دارند و بیشترین فراوانی مربوط به این گروه است. از لحاظ وضعیت تأهل از مجموع نمونه‌ها ۷۱/۶ درصد متأهل و ۲۸/۴ درصد مجرد بوده‌اند. از نظر وضعیت تحصیلی بیشترین فراوانی مربوط به مقطع دیپلم بوده که ۳۱/۸ در پاسخ‌گویان را شامل می‌شود. بررسی اشتغال سرپرستان خانوار نشان داد که شاغلین بخش کشاورزی با ۷۸/۱ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

محاسبه زمین انرژی روستاهای برگزیده:

در این رابطه نخست میزان مصرف سالانه انرژی (برق، گاز، نفت سفید، نفت گاز و بنزین) به در حوزه‌ای مصرفی (غذا، مسکن، کالاهای مصرفی، خدمات و حمل و نقل) در روستاهای محاسبه شد. سپس جهت استانداردسازی تمام واحدهای انرژی‌بر اساس ضرایب تبدیل انرژی (جدول ۶) به مگاژول تبدیل شدند.

جدول ۶- ضرایب تبدیل انواع انرژی به مگاژول

الکتریسیته به مگاژول	**کیلووات‌ساعت * ۱۰۰۰ * ۳۴۱۱= But[1] * ۱.۰۵۵ | ۱۰۰۰۰۰۰= GJ**
گاز به مگاژول	مترمکعب * ۱۰۰۰= لیتر * ۴۶۹۷۰= But * ۱.۰۵۵ | ۱۰۰۰۰۰۰= GJ
نفت سفید به مگاژول	مترمکعب * ۱۰۰۰= لیتر * ۳۴۳۵= But * ۱.۰۵۵ | ۱۰۰۰۰۰۰= GJ
نفت گاز به مگاژول	مترمکعب * ۱۰۰۰= لیتر * ۳۵۴۸= But * ۱.۰۵۵ | ۱۰۰۰۰۰۰= GJ
بنزین به مگاژول	مترمکعب * ۱۰۰۰= لیتر * ۲۰۵۰۰= But * ۱.۰۵۵ | ۱۰۰۰۰۰۰= GJ

منبع: (عصار،۱۳۹۴: ۷۴)

بر اساس نظر واکرناگل برابر سرانه بوم‌شناختی سوخت فسیلی هر ۱۰۰ گیگاژول در یک هکتار است (یعنی مقدار زمین بوم‌شناختی بارور مانند جنگل که لازم است تا تمام دی‌اکسید کربن برآمده از مصرف سوخت یک فرد را جذب نماید) و با تبدیل واحد مصرف به گیگا ژول به‌دست می‌آید (آقایاری و همکاران، ۱۴۰۱: ۵۵۸). در نتیجه با محاسبه سرانه مصرف انرژی از یک سوء و برابر زمین بوم‌شناختی از سوی دیگر سرانه زمین انرژی مربوط به هر بخش مصرفی روستاها به‌دست آمد و با جمع آنها سرانه زمین انرژی کل محاسبه شد (جدول ۷).

جدول ۷- سرانه زمین انرژی روستاهای برگزیده

نام روستا	سرانه زمین انرژی (هکتار جهانی)	نام روستا	سرانه زمین انرژی (هکتار جهانی)
چشمه کبود	۰/۵۳۱	گردنگاه قوچمی	۰/۴۷۰
میان تنگ منصوری	۰/۰۶۰	پلنگ گرد	۰/۵۲۳
داربیدمنصوری	۰/۶۲۳	چقاجنگه علیا	۰/۷۷۵
باقرآباد	۰/۷۸۹	خپگه	۰/۵۱۱
بازگه	۰/۶۰۸	شادبلاغ	۰/۴۶۵
خمارتاج	۰/۵۹۵	چهارمله علیا	۰/۶۰۱
گراوند	۰/۵۶۰	کنده هر	۰/۵۰۰
گاورانی	۰/۵۵۲	چشمه سنگی	۰/۵۷۰
شوهان سفلی	۰/۸۶۷		

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

[1] - British Thermal Unit (واحد انرژی حرارتی)

جدول فوق نشان‌می‌دهد که بیشترین و کمترین سرانه ردپای انرژی به‌ترتیب با مقدار ۰/۸۶۷ و ۰/۰۶ هکتار مربوط به روستاهای شوهان سفلی و میان تنگ منصوری بوده است. علت پایین بودن ردپای انرژی در روستای میان تنگ منصوری را می‌توان به نبود گاز کشی و عدم مصرف در این بخش ارتباط داد. بر پایه نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین سرانه زمین انرژی در حوزه مسکن و کمترین آن در بخش کشاورزی است که این امر می‌تواند به‌علت دیم بودن بیشتر زمین‌های زراعی منطقه باشد. همچنین میزان مصرف انرژی (برق و گازوئیل) چاه‌های غیر مجاز کشاورزی روستاهای برگزیده به‌علت عدم دسترسی به اطلاعات آن در مقادیر زمین انرژی بخش کشاورزی محاسبه نشده است.

محاسبه زمین کشاورزی روستاهای برگزیده:

زمین کشاورزی در دو بخش غذا و کالاهای مصرفی محاسبه شد. غذا به دو گروه حیوانی و گیاهی تقسیم گردید. در بخش گیاهی اقلام پرمصرف خوراکی (جو، گندم، نخود...) خانوار روستایی شناسایی و سرانه مصرف هر کدام به‌دست آمد. برای تبدیل مصرف غذا در بخش گیاهی به زمین کشاورزی از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه ۱: سرانه زمین غذای گیاهی (هکتار) = مقدار تولید اقلام پرمصرف در هر روستا) عملکرد در هکتار هر محصول	جمعیت

در بخش غذای حیوانی سرانه مصرف شیر و گوشت مورد محاسبه قرار گرفت. در این راستا بر اساس تعداد دام گوشتی و شیری هر روستا میانگین تولید سالانه گوشت و شیر دام سنگین به‌دست آمد (لازم به ذکر است که مقدار تولیدات شیر و گوشت و پشم دام سبک (گوسفند و بز) به زمین مرتع نسبت داده‌شده‌است).

رابطه ۲: سرانه زمین مورد نیاز برای گوشت گاو = (مقدار تولید گوشت گاو * میزان جیره غذایی برای تولید یک کیلو گوشت گاو)	عملکرد در هکتار جو و یونجه	جمعیت
رابطه ۳: سرانه زمین مورد نیاز برای شیر گاو = (مقدار تولید گوشت گاو * میزان جیره غذایی برای تولید یک کیلو شیر گاو)	عملکرد در هکتار جو، یونجه و ذرت	جمعیت
رابطه ۴: سرانه زمین مورد نیاز برای گوشت مرغ = (مقدار تولید گوشت مرغ * میزان جیره غذایی برای تولید یک کیلو گوشت مرغ)	عملکرد در هکتار سویا و ذرت	جمعیت
رابطه ۵: سرانه زمین کشاورزی کالاهای مصرفی= (سرانه مصرف پنبه * جمعیت)	عملکرد در هکتار پنبه	جمعیت
رابطه ۶: سرانه زمین کشاورزی (هکتار) = سرانه زمین گوشت گاو + سرانه زمین شیر+ سرانه زمین گوشت مرغ+ سرانه زمین کالاهای مصرفی

سپس با جمع سرانه زمین در بخش حیوانی و گیاهی و ردپای زمین کشاورزی روستاهای برگزیده در بخش غذا به‌دست آمد. نتایج نشان داد روستای خمارتاج با ۶/۹۸ هکتار و روستای گراوند با ۱/۶۹ هکتار به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین ردپای زمین کشاورزی در بخش غذا هستند (جدول ۸).

جدول ۸- سرانه ردپای زمین کشاورزی روستاهای برگزیده به هکتار

نام روستا	سرانه زمین کشاورزی	نام روستا	سرانه زمین کشاورزی
چشمه کبود	۵/۲۷	گردنگاه قوچمی	۳
میان تنگ منصوری	۴/۳۵	پلنگ گرد	۲/۹۱
داربیدمنصوری	۴/۱۲	چقاجنگه علیا	۲/۹۹
باقرآباد	۴/۶۹	خپگه	۲/۲۳
بازگه	۴/۸۷	شادبلاغ	۱/۹۶

نام روستا	سرانه زمین کشاورزی	نام روستا	سرانه زمین کشاورزی
خمارتاج	۶/۹۸	چهارمله علیا	۳/۵۹
گراوند	۱/۶۹	کنده هر	۲/۶۲
گاورانی	۲/۶۷	چشمه سنگی	۳/۱۶
شوهان سفلی	۲/۰۶		

محاسبه زمین مرتع روستاهای برگزیده:

زمین مرتع در دو بخش غذا و کالا مصرفی محاسبه شد. در بخش غذا میزان تولیدات دام کوچک (گوسفند و بز) در زمینه تولید گوشت و شیر و در بخش کالا میزان تولید پشم برای هر روستا اندازه‌گیری گردید. با شمارش تعداد دام هر روستا و محاسبه میزان تولیدات شیر، گوشت و پشم و تبدیل آن به گیگا ژول انرژی میزان سرانه زمین مرتع ساکنین روستاهای برگزیده به‌دست آمد (رابطه ۷). از آنجا که بر اساس نظر واکرناگل به‌ازای هر ۱۰۰ گیگا ژول انرژی ما به یک هکتار زمین بارور نیاز داریم سرانه زمین مرتع به‌دست‌آمده بر ۱۰۰ تقسیم شد.

رابطه ۷: سرانه زمین مرتع در بخش غذا= (مقدار تولید سالانه گوشت و شیر* مقدار انرژی مصرف شده برای تولید هر کیلو گوشت یا شیرmj)) بازدهی هر هکتار مرتع mj | جمعیت | ۱۰۰۰ | ۱۰۰

همچنین جهت محاسبه میزان زمین مرتع در بخش کالاهای مصرفی از سرانه پشم و مو دام استفاده شد. بر این اساس سرانه پشم استان از سالنامه آماری استان کرمانشاه سال ۱۳۹۸ استخراج گردید. با ضرب این سرانه در تعداد دام 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 مقدار ردپای زمین مرتع در این بخش اندازه‌گیری شد (رابطه ۸).

رابطه ۸: سرانه زمین مرتع در بخش کالای مصرفی= (سرانه پشم * تعداد دام) | ۱۴/۲

با جمع سرانه زمین مرتع در بخش غذا و کالاهای مصرفی میزان ردپای زمین مرتع ساکنین روستاهای برگزیده محاسبه شد (جدول ۹) که بر اساس آن روستای شوهان سفلی دارای بیشترین و چقاجنگه علیا از کمترین سرانه ردپا در بخش زمین مرتع برخوردار است.

جدول ۹- سرانه ردپای زمین مرتع روستاهای برگزیده به هکتار

نام روستا	سرانه زمین مرتع	نام روستا	سرانه زمین مرتع
چشمه کبود	۰/۲۸۰	گردنگاه قوچمی	۰/۲۳۸
میان تنگ منصوری	۰/۳۸۸	پلنگ گرد	۰/۳۷۰
داربیدمنصوری	۰/۴۲۴	چقاجنگه علیا	۰/۲۰۸
باقرآباد	۰/۵۶۲	خپگه	۰/۳۰۱
بازگه	۱/۷۰۶	شادبلاغ	۰/۶۶۶
خمارتاج	۰/۴۴۶	چهارمله علیا	۰/۳۶۱
گراوند	۰/۴۹۳	کنده هر	۰/۲۶۹
گاورانی	۰/۳۹۳	چشمه سنگی	۰/۳۸۱
شوهان سفلی	۲/۰۰۲		

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

محاسبه زمین جنگل

از آنجا که بیشتر فرآورده‌های چوب به بخش کالای مصرفی مربوط است بنابراین 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. بر اساس گزارش اداره کل منابع‌طبیعی در سال ۱۳۹۸ سرانه مصرف چوب شهرستان ۰/۲ مترمکعب است. از سوی دیگر متوسط برداشت چوب در هر هکتار ۱/۴۳ مترمکعب و ۶۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در نتیجه با توجه به رابطه ۹ میزان سرانه زمین جنگل محاسبه شد.

رابطه ۹: سرانه زمین جنگل در بخش کالای مصرفی= (۱۴۳*۶۴۰) | (۶۴۰ *۰/۲)

با توجه به رابطه فوق میزان سرانه زمین جنگل ۰/۱۳۹۸ هکتار است که با ضرب این سرانه در جمعیت نقاط، ردپای زمین جنگل هر روستا به‌دست آمد.

محاسبه زمین ساخته‌شده:

مساحت زمین‌های ساخته‌شده مربوط به کاربری‌های مختلف روستا بر اساس اطلاعات طرح هادی و دهیاران در نظر گرفته شد و بر این اساس مساحت سه بخش حمل و نقل، مسکن و خدمات نقاط روستایی منتخب محاسبه شد.

رابطه ۱۰: سرانه زمین ساخته‌شده به هکتار= مساحت ساخته‌شده به تفکیک کاربری (مترمربع) | جمعیت | ۱۰۰۰۰

بر اساس رابطه فوق، بیشترین سرانه ردپای زمین ساخته‌شده مربوط به روستای بازگه (۰/۰۴۴۲۵۲ هکتار) و کمترین آن برای روستای شادبلاغ (۰/۰۱۸۱۴۸ هکتار) به‌دست آمد (جدول ۱۰).

جدول ۱- سرانه ردپای زمین انسان‌ساخت روستاهای برگزیده به هکتار

نام روستا	سرانه زمین انسان‌ساخت	نام روستا	سرانه زمین انسان‌ساخت
چشمه کبود	۰/۰۲۵۰۵۸	گردنگاه قوچمی	۰/۰۲۰۶۷۳
میان تنگ منصوری	۰/۰۳۱۹۱۲	پلنگ گرد	۰/۰۲۱۴۱۹
داربیدمنصوری	۰/۰۱۳۸۴	چقاجنگه علیا	۰/۰۲۹۹۵۹
باقرآباد	۰/۰۳۸۷۶۸	خپگه	۰/۰۱۹۴۸۴
بازگه	۰/۰۴۴۲۵۲	شادبلاغ	۰/۰۱۸۱۴۸
خمارتاج	۰/۰۳۳۸۴۱	چهارمله علیا	۰/۰۲۲۴۷۳
گراوند	۰/۰۲۳۰۴	کنده هر	۰/۰۳۰۶۶
گاورانی	۰/۰۱۹۴۵۶	چشمه سنگی	۰/۰۲۰۳۳۴
شوهان سفلی	۰/۰۳۴۲۷۱		

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

ردپای بوم‌شناختی روستاهای برگزیده

با جمع سرانه‌های زمین انرژی، زمین کشاورزی، زمین مرتع، زمین جنگل و زمین ساخته‌شده، ردپای بوم‌شناختی روستاهای برگزیده در حوزه‌های مصرفی (غذا، حمل و نقل، کالای مصرفی، خدمات و مسکن) محاسبه شد و با ضرب این مقدار در جمعیت روستا مقدار زمین لازم برای رفع نیازهای بوم‌شناختی مشخص شد (جدول ۱۲). سپس برای محاسبه کسری موازنه روستاها ظرفیت زیستی هر سکونتگاه اندازه‌گیری شد. جهت این امر ابتدا مساحت کاربری‌های مختلف

(کشاورزی، مرتع، جنگل) در نقشه پهنه‌های منابع‌طبیعی روستاها استخراج گردید و سپس فاکتورهای عملکرد و معادل هر نوع زمینِ خاص تعریف شد (جدول ۱۱). با ضرب مساحت کاربری‌ها در این فاکتورها ظرفیت زیستی هر بخش به‌دست آمد (جدول ۱۲). محاسبات انجام‌شده نشان داد که روستای خمارتاج با ۸/۳۴۹ هکتار جهانی دارای بیشترین ردپای اکولوژیکی و روستای شادبلاغ با ۳/۶۵۰ هکتار جهانی از کمترین میزان ردپا برخوردار است. محاسبه ظرفیت زیستی روستاها نشان داد که روستای کندهر با برخورداری از ۳۱۷۹/۱۱ هکتار زمین بارور، از نظر ظرفیت زیستی در رتبه اول قرار دارد و روستای بازگه با ۴۲۰ هکتار از کمترین ظرفیت زیستی برخوردار می‌باشد.

جدول ۱۱- 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، **گزارش اداره جهاد کشاورزی ۱۳۹۸، منابع‌طبیعی و جنگل شهرستان اسلام‌آباد غرب**

چنانچه اندازه ردپای اکولوژیک به‌دست‌آمده از مقدار ظرفیت تحمل منطقه بیشتر باشد کسری اکولوژیکی و در صورت کمتر بودن آن، اضافه اکولوژیکی وجود دارد. کسری موازنه روستاهای برگزیده بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

رابطه ۱۱: کسری موازنه بوم‌شناختی (EC) = ظرفیت زیستی (BC) – ردپای بوم‌شناختی (EF)

در نتیجه روستاهایی که دارای کسری اکولوژیکی هستند شناسایی شدند (جدول ۱۳). این روستاها جهت برآورده شدن نیازهای خود به زمین بیشتری نسبت به آنچه موجود است، نیاز دارند.

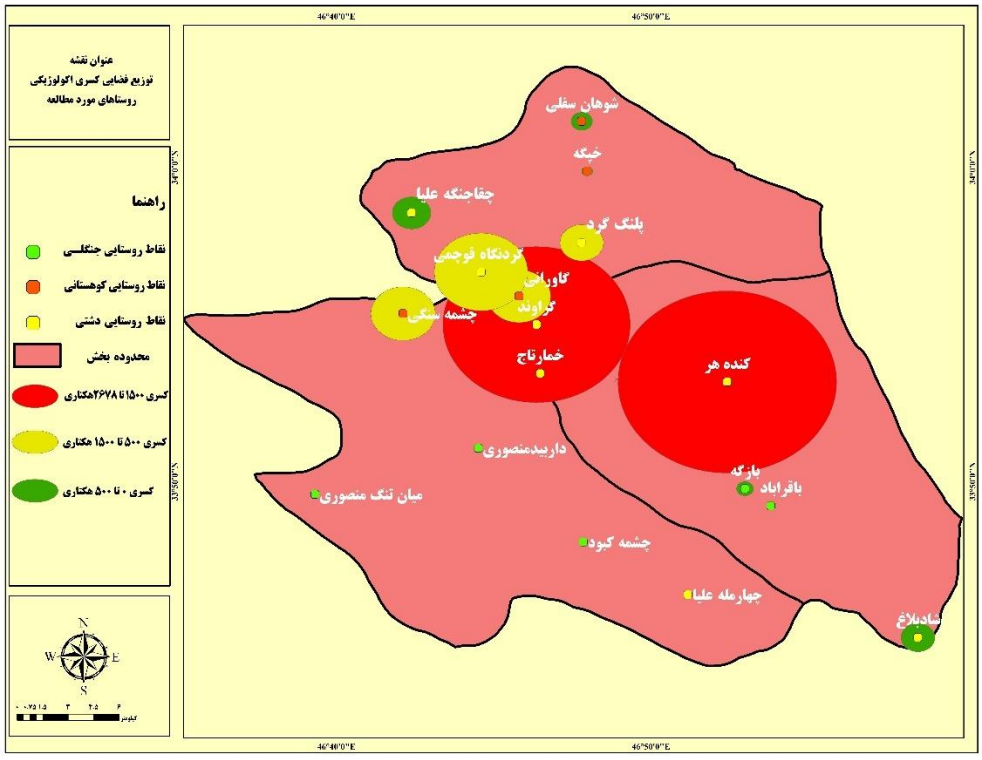
جدول ۱۲- ردپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی روستاهای برگزیده (هکتار جهانی)

نام روستا	جمعیت	جای پای اکولوژیکی	زمین مورد نیاز	ظرفیت زیستی	کسری موازنه
چقاجنگه علیا	۲۷۰	۴/۴۹۰	۱۲۱۲/۴۰	۷۴۰/۰۵	-۴۷۲/۳۵
باقرآباد	۵۶	۶/۲۴۱	۳۴۹/۵۳	۴۴۲/۷۶	۹۳/۲۳
بازگه	۸۵	۷/۳۷۷	۶۷۲/۱۲	۴۲۰	-۲۰۷/۱۲
خمارتاج	۱۵۵	۸/۳۴۹	۱۲۹۴/۲۱	۱۷۷۱/۱۱	۴۷۶/۸۹
شادبلاغ	۲۸۰	۳/۶۵۰	۱۰۲۲/۱۵	۶۰۶/۹۶	-۴۱۵/۱۹
گراوند	۸۴۵	۴/۳۴۲	۳۶۶۹/۵۷	۱۳۷۶/۰۷	-۲۲۹۳/۵
کندهر	۱۰۸۹	۵/۳۷۹	۵۸۵۷/۸۱	۳۱۷۹/۱۱	-۲۶۷۸/۷
شوهان سفلی	۱۴۴	۵/۳۵۵	۷۷۱/۱۳	۵۰۸/۳۳	-۲۶۲/۸۰
خپگه	۴۷۲	۴/۲۹۵	۲۰۲۷/۴۹	۱۸۹۰/۳۱	-۱۳۷/۱۸
پلنگرد	۵۳۰	۵/۱۳۹	۲۷۲۳/۷۰	۲۱۹۳/۷۱	-۵۲۹/۹۹
گردنگاه قوچمی	۶۸۶	۴/۸۷۳	۳۳۴۲/۹۰	۲۲۰۳	-۱۱۳۹/۹۰
میان تنگ منصوری	۸۹	۶/۱	۵۴۲/۹۶	۲۵۸۵	۲۰۴۲/۰۴
چهارمله علیا	۱۵۸	۵/۰۹۴	۸۰۴/۹۶	۱۲۷۲/۷	۴۷۶/۷۳
چشمه کبود	۱۷۴	۷/۳۵۴۲	۱۲۷۹/۶۲	۲۸۸۵/۱۲	۱۶۰۵/۴۹
داربیدمنصوری	۴۱۰	۶/۶۳۶	۲۷۲۱/۱۱	۲۹۶۱/۸۹	۲۴۰/۷۷

نام روستا	جمعیت	جای پای اکولوژیکی	زمین مورد نیاز	ظرفیت زیستی	کسری موازنه
چشمه سنگی	۴۹۴	۵/۰۹۵	۲۵۱۷/۳۳	۱۷۳۰/۷۳	-۷۸۶/۶۰
گاورانی	۵۱۳	۴/۷۱۳	۲۴۱۸/۲۱	۱۶۴۵۸۱	-۷۷۲/۳۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

با توجه به جدول فوق، روستای کندهر با کسری اکولوژیکی ۲۶۷۸/۷ هکتاری، به‌عنوان ناپایدارترین روستای بخش حُمیل شناسایی شد و روستاهای گراوند و گردنگاه قوچمی در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. همچنین مشخص شد بیشترین اضافه اکولوژیکی با ۲۰۴۲ هکتار، در روستای میان‌تنگ منصوری وجود دارد. روی‌هم‌رفته از ۱۷ روستای مورد مطالعه، ۶ روستا در شرایط اضافه اکولوژیکی و ۱۱ روستا، دچار کسری اکولوژیکی هستند و بیش از ظرفیت زیستی خود، مصرف و بهره‌برداری دارند (شکل ۳).



شکل ۳- میزان کسری موازنه اکولوژیکی روستاهای مورد مطالعه

جهت بررسی اثرات موقعیت طبیعی روستاهای برگزیده بر پارامترهای ردپای اکولوژیکی، ظرفیت زیستی و کسری اکولوژیکی از تحلیل واریانس فاکتوریل و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. پس از تأیید توزیع نرمال داده‌ها، آمارهای توصیفی (میانگین، انحراف استاندارد، کم‌ترین و بیشترین) مربوط به هر سه موقعیت جنگلی، کوهستانی و دشتی محاسبه شدند (جدول ۱۳).

جدول ۱۳- آماره‌های توصیفی آزمون تحلیل واریانس

گزارش توصیفی				
موقعیت طبیعی	پارمترها	ردپای کل (هکتار)	ظرفیت زیستی (هکتار)	کمبود اکولوژیکی (هکتار)
جنگلی	میانگین	۶/۵۶۸۹	۱۷۷۳/۳۳	۵۰۴/۱۵
	انحراف‌معیار	۱/۴۴۱۵	۱۱۳۳/۱۶	۹۰۵/۳۵
	کمترین	۵/۰۳	۴۲۰	-۸۳۴/۷۸
	بیشترین	۹/۶۸	۳۲۴۲/۴	۲۰۴۲/۰۴
دشتی	میانگین	۴/۹۵۲۳	۱۹۵۶/۴۰	-۱۳۰۷/۴۳
	انحراف‌معیار	۱/۲۸۸۴	۱۱۱۳/۷۸	۱۸۹۷/۶۶
	کمترین	۳/۰۴	۴۴۸/۸	-۸۳۵۱/۲۳
	بیشترین	۸/۳۵	۴۴۳۰	۶۸۴/۷۲
کوهستانی	میانگین	۴/۶۱۴۴	۱۴۱۳/۶۱	-۹۴۶/۶۰
	انحراف‌معیار	۱/۲۴۶۲	۸۷۹/۳۵	۲۵۶۹/۶۷
	کمترین	۲/۷۹	۳۱۲	-۷۵۲۳
	بیشترین	۶/۸۷	۲۷۹	۱۶۶۹/۰۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

یافته‌ها نشان داد که میانگین ردپای روستاهای جنگلی نسبت به دو گروه دیگر بیشتر بوده است. اما به‌دلیل ظرفیت زیستی بالا، این مناطق کمبود اکولوژیکی ندارند. همچنین میانگین ظرفیت زیستی و کمبود اکولوژیکی روستاهای دشتی بیشتر از روستاهای جنگی و کوهستانی است. در بخش تحلیل واریانس سطح معنی‌داری اثرات متقابل پارامترها محاسبه شد. در متغیرهای ردپای کل و ظرفیت زیستی، سطح معنی‌داری برابر ۰/۰۰۰ بوده و نشان از معنی‌دار بودن اثرات در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد. اما در پارامتر کمبود اکولوژیکی سطح معنی‌داری محاسبه شده برابر ۰/۰۶۹ بوده که معنی‌داری اثرات آن بر پارامترهای دیگر را رد می‌کند. بنابراین نتایج مقایسه پارامترها با یکدیگر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین اثرات موقعیت طبیعی (جنگلی، دشتی، کوهستانی) در ردپای کل و پارامتر ظرفیت زیستی در روستاهای برگزیده وجود دارد (جدول ۱۴).

جدول ۱۴- تحلیل واریانس اثرات متقابل

منبع تغییرات	متغیرهای وابسته	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آمارهF	سطح معنی‌داری
اثرات متقابل	ردپای کل	۹۷۲/۶۵	۱	۹۷۲/۶۵	۵۶۳/۱۰	۰/۰۰۰
	کمبود اکولوژیکی	۱۲۷۷۰۴۷۷/۸۸	۱	۱۲۷۷۰۴۷۷/۸۸	۳/۵۰	۰/۰۶۹
	ظرفیت زیستی	۹۸۸۲۸۷۴۸/۲۴	۱	۹۸۸۲۸۷۴۸/۲۴	۸۶/۰۲	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

نتایج بخش آزمون LSD نشان داد که در پارامتر ردپای کل و موقعیت طبیعی جنگلی، کوهستانی و دشتی، تفاوت معنی‌داری در میانگین وجود دارد. اما در پارامتر کمبود اکولوژیکی تنها در موقعیت جنگلی و دشتی تفاوت معنی‌دار دیده‌می‌شود و در زمینه ظرفیت زیستی بین موقعیت‌های طبیعی مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱۵).

جدول ۱۵- آزمون LSD

پارامتر وابسته	موقعیت طبیعی(I)	موقعیت طبیعی(J)	اختلاف میانگین (I-J)	سطح معنی‌داری
رد پای کل	جنگلی	دشتی	۱/۶۱۶۶	۰/۰۰۴
		کوهستانی	۱/۹۵۴۴	۰/۰۰۳
	دشتی	جنگلی	-۱/۶۱۶۶	۰/۰۰۴
		کوهستانی	۳۳۷۸	۰/۵۲۰
	کوهستانی	جنگلی	-۱/۹۵۴۴	۰/۰۰۳
		دشتی	-۳۳۷۸	۰/۵۲۰
کمبود اکولوژیکی	جنگلی	دشتی	۱۷۱۲/۵۹۵۳	۰/۰۲۹
		کوهستانی	۱۳۵۱/۷۶۲۲	۰/۱۴۲
	دشتی	جنگلی	-۱۷۱۲/۵۹۵۳	۰/۰۲۹
		کوهستانی	-۳۶۰/۸۳۳۰	۰/۶۳۶
	کوهستانی	جنگلی	-۱۳۵۱/۷۶۲۲	۰/۱۴۲
		دشتی	۳۶۰/۸۳۳۰	۰/۶۳۶
ظرفیت زیستی	جنگلی	دشتی	-۱۸۳/۰۶۵۲	۰/۶۶۹
		کوهستانی	۳۵۹/۷۲۱۱	۰/۴۸۱
	دشتی	جنگلی	۱۸۳/۰۶۵۲	۰/۶۶۹
		کوهستانی	۵۴۲/۷۸۶۳	۰/۲۰۹
	کوهستانی	جنگلی	-۳۵۹/۷۲۱۱	۰/۴۸۱
		دشتی	-۵۴۲/۷۸۶۳	۰/۲۰۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

۵-بحث و فرجام

جای پای بوم‌شناختی یک ابزار محاسباتی برای اندازه‌گیری تقاضای جمعیت بر روی طبیعت است. نتایج این شاخص در ارتقا آگاهی‌های عمومی و سیاسی نسبت به محیط طبیعی که توسط، انسان اتفاق می‌افتد سودمند است. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف ارزیابی پایداری سکونتگاه‌های روستایی بخش حُمیل با به‌کارگیری شاخص ردپای اکولوژیکی و همچنین بررسی اثر موقعیت طبیعی بر میزان ردپا انجام گرفت. بر این اساس ردپای بوم‌شناختی ساکنین روستاهای برگزیده در پنج حوضه مصرفی به‌دست آمد. نتایج نشان داد که از ۴۰ روستای مورد بررسی ۳۵/۳ درصد معادل ۶ روستا دارای اضافه اکولوژیکی و ۶۴/۷ درصد معادل ۱۱ روستا در شرایط کسری اکولوژیکی قرار دارند. در این میان روستای کندهر دارای بیشترین کسری و روستای میان تنگ منصوری از بیشترین اضافه اکولوژیکی برخوردار است. از این‌رو می‌توان ادعا کرد که وضعیت مصرف در اکثر روستاهای بخش حمُیل در شرایط ناپایدار قرار دارد و جمعیت استقرار یافته در این مناطق بهره‌برداری و مصرف بیشتری نسبت به ظرفیت زیستی خود دارند. همچنین نتایج بررسی روابط متقابل متغیرها نشان داد که بین اثرات موقعیت طبیعی در ردپای کل و ظرفیت زیستی روستاهای برگزیده تفاوت معنی‌داری وجود دارد و مشخص شد که روستاهای جنگلی ردپای بزرگ‌تری نسبت به روستاهای دشتی و کوهستانی دارند. این امر را می‌توان به‌علت دسترسی کمتر این مناطق به منابع و همچنین مساحت کم پهنه‌های زیستی دانست. از این‌رو برنامه‌ریزان توسعه باید به‌دنبال تغییر الگوی مصرف منابع در روستاهای بخش حمیل، به‌خصوص روستاهای جنگلی باشند. ادامه مصرف ناپایدار منابع منجر به خسارات جبران‌ناپذیر به ظرفیت زیستی این مناطق خواهد شد. از جمله کاهش زمین‌های مستعد کشاورزی به‌علت بهره‌برداری بیش از توان منابع آب و خاک منطقه، کاهش سطح آب‌های زیر زمینی منطقه و حفر چاه‌های عمیق‌تر، افزارش سیر مهاجرت و

خالی از سکنه شدن روستاهای منطقه در ده سال گذشته را می‌توان برآمده از الگوی مصرف نادرست دانست. نتایج به‌دست‌آمده با پژوهش‌های عزیزپور و همکاران(۱۳۹۵)، دلیری و مهرگان(۱۳۹۵)، پینگ و همکاران (۲۰۱۹) هم‌راستا می‌باشد. همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که بیشترین سرانه ردپا مربوط به بخش غذا می‌باشد که از این نظر با پژوهش‌های شاهینی فر (۱۳۹۴)، فرهادی (۱۴۰۰)، سردارآبادی (۱۳۹۳) و اسماعیل‌زاده(۱۳۹۵) هم‌راستا نمی‌باشد. چرا که در پژوهش‌های مذکور، بیشترین سرانه ردپا در بخش حمل و نقل و انرژی برآورد شده‌است. بر اساس نتایج به‌دست آمده پیشنهادهای زیر جهت کاهش ردپای اکولوژیکی منطقه ارائه می‌گردد:

۱- تنوع در اشتغال روستاییان جهت کاهش وابستگی به کشاورزی و به‌کارگیری زمین و مراتع منطقه

۲- توسعه کشاورزی مکانیزه به‌ویژه در روستاهای دشتی که بیشترین زمین‌های دیم را دارا هستند مانند روستایی کندهر و شادبلاغ

۳- مدیریت تعداد دام در روستاهایی که مازاد دام دارند. مانند روستاهای شادبلاغ و بازگه

۴- آموزش در کاهش مصرف انرژی به‌ویژه در بخش گاز خانگی

۵- کاشت گونه‌های مرتعی و گیاهی در مناطق مستعد از جمله روستای کندهر، چشمه سنگی جهت افزایش ظرفیت زیستی این مناطق

۶- منابع

آقایاری خیر، محسن، خورشید دوست، علی‌محمد، عزمی، آیین، و شفیعی، اشکان (۱۴۰۱). ارزیابی پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی با تأکید بر ردپای بوم‌شناختی (مورد پژوهشی: شهرستان اسلام‌آباد غرب). *توسعه محلی (روستایی- شهری)*، ۱۴(۲)، ۵۴۷-۵۶۷. 10.22059/jrd.2023.355037.668780

بوزرجمهری، خدیجه، فعال جلالی، امین، و سلیمانی، زهرا (۱۳۹۸). ارزیابی ظرفیت تحمل محیط در روستاهای هدف گردشگری (مطالعه موردی: روستای کنگ). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۸ (۳۲)، ۱۵۷-۱۷۲. SID. https://sid.ir/paper/362137/fa

تقی‌زاده دیوا، سیدعلی، و روشناس، ساسان (۱۳۹۸). کاربرد روش جای پای اکولوژیک در ارزیابی پایداری زیست‌محیطی. مطالعه موردی: شهرستان گرگان. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۹(۳۳)، ۱۵۷-۱۷۰. https://doi.org/10.30488/gps.2019.100862

جمعه‌پور، محمود، حاتمی نژاد، حسین، و شهانواز، سارا (۱۳۹۲). بررسی وضعیت توسعه‌ی پایدار شهرستان رشت با به‌کارگیری روش جای پای اکولوژیک. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۴۵(۳)، ۱۹۱-۲۰۸. 10.22059/jhgr.2013.35252

حاجی حسینی، حبیب اله، می‌ری، غلامرضا، و انوری، محمودرضا (۱۴۰۱). عوامل مؤثر در عدم پیروی توسعه پایدار روستاهای شهرستان زابل از اصول آمایش سرزمین. *روستا و توسعه پایدار فضا*، ۳(۱)، ۱۰۱-۱۱۶. https://doi.org/10.22077/vssd.2022.5181.1092

حسین زاده دلیر، کریم، و ساسان پور، فرزانه (۱۳۸۵). روش جاپای اکولوژیکی (بوم‌شناختی) در پایداری کلان‌شهرها با نگرشی بر کلان‌شهر تهران، تحقیقات جغرافیایی، ۲۱(۳)، ۸۳. magiran.com/p360515

دلیری، حسن، و مهرگان، نادر (۱۳۹۶). ارزیابی پایداری توسعه بخش حمل و نقل در استان‌های ایران با به‌کارگیری شاخص جای پای اکولوژیک. پژوهشنامه حمل و نقل، ۱۴(۱)، ۲۰۰-۲۱۷. SID. https://sid.ir/paper/83740/fa

ساسان‌پور، فرزانه (۱۳۸۵). بررسی پایداری کلان‌شهر تهران با ردپای اکولوژیک. رساله دکتری. دانشگاه تبریز، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.

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

ساسان پور، فرزانه، شماعی، علی، و عصار، سحر (۱۳۹۶). بررسی توسعه پایدار شهرستان اصفهان با به‌کارگیری روش ردپای بوم‌شناختی. *دانش زمین*، ۸(۱)، ۱۸-۳۱. https://esrj.sbu.ac.ir/article_96199.html?lang=fa

ساسان‌پور، فرزانه، و حکیمی، مدیا (۱۴۰۲). تأثیرات بنیان‌های بوم‌شناختی بر زیست‌پذیری مناطق شهری، مورد پژوهش منطقه ۱ تهران. *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۱۴(۱)، ۲-۱. https://doi.org/10.30473/grup.2023.34731.1952

سلطانی بهرام، سعید (۱۳۹۵). مطالعه جامعه شناختی شهروندی بوم‌شناختی و عوامل مرتبط با آن (مورد مطالعه: شهروندان شهر تبریز). رساله دکتری. دانشگاه تبریز. دانشکده حقوق و علوم‌اجتماعی.

سیف، آرامیس، و سیف، حامد (۱۴۰۱). عوامل مؤثر بر رفتار محیط‌زیستی در تجربه زیسته کنشگران محیط‌زیست (موردمطالعه: انجمن ناجیان و حامیان گهررود اشترانکوه، دو رود). *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*. ۴(۶)، ۹۳-۷۹. https://doi.org/10.52547/sdge.4.6.79

شاطری، مفید، و فیروزنیا، معصومه (۱۳۹۹). حفر بی رویه چاه‌ها و بسترسازی ناپایداری فضا در دشت قاین. *روستا و توسعه پایدار فضا*، ۱(۲)، ۶۱-۸۰. https://doi.org/10.22077/vssd.2020.3850.1011

شیر زور علی‌آبادی، زهرا (۱۳۹۹). اولویت‌بندی فعالیت‌های اقتصادی فضا در راستای توسعه پایدار روستایی (مورد مطالعه: روستاهای شهرستان قوچان). روستا و توسعه پایدار فضا، ۱(۴)، ۳۵-۴۶. https://doi.org/10.22077/vssd.2021.4217.1026

صفا، لیلا، محمدیان، و سقین‌سرا، ویدا (۱۳۹۹). عوامل تعیین‌کننده رفتارهای حفاظت از محیط‌زیست در مناطق روستایی شهرستان تبریز. *محیط‌زیست و توسعه پایدار*، ۸(۳)، ۱۱۶-۹۷. https://doi.org/10.30473/ee.2020.6766

عزمی، آیین، و مطیعی لنگرودی، حسن (۱۳۹۰). مروری بر مشکلات زیست محیطی روستاهای ایران و راهکارهای حل این مشکلات. مسکن و محیط روستا، ۳۰ (۱۳۳)، ۱۱۵-۱۰۱. http://jhre.ir/article-1-20-fa.html.

عزیزپور، فرهاد، قراگوزلو، هادی، و عیسی‌لو، شهاب‌الدین (۱۳۹۵). تحلیل ردپای بوم‌شناختی گردشگری در نواحی روستایی مطالعه موردی: روستای وشنوه (بخش کهک، شهرستان قم). *پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی*، ۵(۲)، ۱۵-۲۷. http://jrrp.um.ac.ir/index.php/RRP/article/view/37372

عصار، سحر (۱۳۹۴). بررسی پایداری شهری با روش ردپای بوم‌شناختی، مطالعه موردی: شهرستان اصفهان. پایان نامه ارشد. دانشگاه خوارزمی. دانشکده علوم جغرافیایی.

علیزاده اقدم، محمدباقر، بن‌ی فاطمه، حسین، عباس‌زاده، محمد، و سلطانی بهرام، سعید (۱۳۹۶). نقش سرمایه فرهنگی در تحقق شهروندی بوم‌شناختی. *مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی*.۹(۲)، ۱۰۷-۱۳۳. https://doi.org/10.22631/isih.2017.1754.2342

فرهادی، پریسا، ایلدرمی، علیرضا، و میرسنجری، میرمهرداد (۱۴۰۰). ارزیابی ردپای بوم‌شناختی و ظرفیت زیستی اکوسیستم شهری (مطالعه موردی: شهر همدان). *علوم و فناوری محیط‌زیست*، ۲۳(۱(پیاپی ۱۰۴))، ۲۴۱-۲۵۲. SID. https://sid.ir/paper/387664/fa

قاسمی، مهدی، کرمی دهکردی، اسماعیل، و ابراهیمی، عطاالله (۱۳۹۶). تحلیل تضاد کنشگران اجتماعی در عرصه‌های منابع‌طبیعی و تأثیرات آن بر جامعه روستایی (مورد مطالعه: شهرستان بروجن). *پژوهش‌های روستایی*، ۸(۴)، ۸۶۴-۶۳۵. https://doi.org/10.22059/jrur.2017.210178.923.

گلشیری اصفهانی، زهرا، و سرایی، محمدحسین (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی راهبردی نظام زیست‌محیطی روستا با تجزیه و تحلیل SWOT (مطالعه موردی: بخش گندمان، شهرستان بروجن). *پژوهش‌های روستایی*، ۱(۴)، ۷۳-۹۸. https://jrur.ut.ac.ir/article_22687.html

لشکری، حسن، کیخسروی، قاسم، و رضایی، علی (۱۳۸۸). تحلیل میزان کارایی مدل CROPWAT در برآورد نیاز آبی محصول گندم در غرب کرمانشاه: شهرستان‌های اسلام‌آباد غرب، سرپل ذهاب و روانسر. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)*، ۱۳(۱ (پیاپی ۶۰))، ۲۷۰-۲۴۷. http://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-12349-fa.html

معتمدی نیا، زهره، پاپ زن، عبدالحمید، و مهدی‌زاده، حسین (۱۳۹۲). نگرش رفتاری بنگاه‌های کشاورزی به آلودگی محیط‌زیست (مطالعه موردی شهرستان‌های کرمانشاه و اسلام‌آباد غرب، ایلام و ایوان غرب). *پژوهش‌های روستایی*، ۴(۲)، ۴۲۹-۴۵۰. 10.22059/jrur.2013.35653

مهرآرا، اسداله، مدانلوجویباری، سپیده، و زارع زیدی، علیرضا (۱۳۹۶). بررسی نقش حفاظت از محیط‌زیست در توسعه پایدار. *شباک*، ۳(۱۰ (پیاپی ۲۹))، ۹۵-۸۵. https://www.magiran.com/paper/citation?ids=1853020

Bulte, E., & Van Kooten, G. C. (2000). Economic science, endangered species, and biodiversity loss. *Conservation Biology*, *14*(1), 113-119. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98390. x

Galli, A., Iha, K., Pires, S. M., Mancini, M. S., Alves, A., Zokai, G.,... & Wackernagel, M. (2020). Assessing the ecological footprint and biocapacity of Portuguese cities: Critical results for environmental awareness and local management. *Cities*, *96*, 102442. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102442

Grigoryeva Victoria, V. (2010). Research of parameters of a personal ecological footprint as an effective tool of education for sustainable development. In *FOOTPRINT FORUM 2010 Academic Conference* (p. 51).

Hajian, M., & Kashani, S. J. (2021). Evolution of the concept of sustainability. From Brundtland Report to sustainable development goals. *In Sustainable resource management* (pp. 1-24). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824342-8.00018-3

IEA (2023), *CO2 Emissions in 2023*, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022, License: CC BY 4.0

Klemmer, C. L., & McNamara, K. A. (2020). Deep ecology and ecofeminism: Social work to address global environmental crisis. *Affilia*, *35*(4), 503-515. https://doi.org/10.1177/0886109919894650

Moran, D. D., Wackernagel, M., Kitzes, J. A., Goldfinger, S. H., & Boutaud, A. (2008). Measuring sustainable development—Nation by nation. *Ecological economics*, *64*(3), 470-474. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.08.017

Niemelä, J., Kotze, J., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., Penev, L., Samways, M., & Spence, J. (2000). The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *Journal of Insect Conservation*, *4*(1), 3–9. https://doi.org/10.1023/A:1009655127440

NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for December 2021, published online January 2022, retrieved on May 21, 2023 from **https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202200**

Omisore, A. G. (2018). Attaining Sustainable Development Goals in sub-Saharan Africa; The need to address environmental challenges. *Environmental development*, *25*, 138-145. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.09.002

Peng, B., Li, Y., Elahi, E., & Wei, G. (2019). Dynamic evolution of ecological carrying capacity based on the ecological footprint theory: A case study of Jiangsu province. *Ecological indicators*, *99*, 19-26.

Rees, W., Wackernagel, M. (2008). *Urban Ecological Footprints: Why Cities Cannot be Sustainable—and Why They are a Key to Sustainability. In*: *Urban Ecology*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_35

Ritchie, H & ,.Roser, M. (2021). Forests and deforestation .*Our world in data*. Retrieved from:

Ryu, H. C. (2005). *Modeling the per capita ecological footprint for Dallas County, Texas: Examining demographic, environmental value, land-use, and spatial influences*. Texas A&M University.

Sasanpour, F., & Mehrejani, M. S. (2011). Evaluation on the sustainability of metropolitan environment for good urban management by ecological footprint model. *Journal of Sustainable Development*, *4*(3), 243. https://doi.org/10.5539/jsd.v4n3p243

Tavallai, S., & Sasanpour, F. (2009). Some aspects of Tehran's ecological footprint. *Journal of sustainable development*, *2*(3), 187. https://doi.org/10.5539/jsd.v2n3p187

UNEP, D. (2021). Partnership and United Nations Environment Programme (2021). *Reducing consumer food waste using green and digital technologies (1-96)*.

https://unepccc.org/wp-content/uploads/2022/03/reducing-consumer-food-waste-using-green-and-digital-technologies.pdf

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

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

Yang, L., Fang, X., & Zhu, J. (2022). Citizen environmental behavior from the perspective of psychological distance based on a visual analysis of bibliometrics and scientific knowledge mapping. *Frontiers in Psychology*, *12*, 6716. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.766907