Journal of Rural Research

Online ISSN: 2423-7787

Journal Homepage: www.jrur.ut.ac.ir

Production ecological footprint spatial analysis in the agricultural sector: the case study of rural settlements Birjand county

Mohammad Hajipour [1], Meysam Bahraminejad [2], Mahmoud Falsoleyman [3]

1. (Corresponding Author) *Department of Geography, Faculty of literature and humanities, University of Birjand, Birjand, Iran*
Email: mhajipour@birjand.ac.ir
2. *Department of Geography, Faculty of literature and humanities, University of Birjand, Birjand, Iran*
Email: bahraminejad@birjand.ac.ir
3. *Department of Geography, Faculty of literature and humanities, University of Birjand, Birjand, Iran*
Email: mfall@birjand.ac.ir

ARTICLEINFO

Article type:
Research Paper

Article History:
Received:
25 May 2024
Received in revised form:
29 August 2024
Accepted:
5 October 2024
Available online:
8 November 2024

Keywords:
Sustainable Development, Ecological Footprint, Ecological Pressure, Rural Economic, Production.

ABSTRACT

Sustainable development primarily focuses on social and economic approaches, posing the possibility of environmental resources diminishing due to unstable human activities. The ecological environment of rural areas defines the basis of human well-being in these regions. Neglecting the ecological dimension in various aspects of rural development may lead to numerous problems in approaches aiming for economic progress. Considering the importance of sustainable development in rural areas, this study aimed to measure and analyze the sustainability level of rural areas in Birjand County's agricultural sector using the ecological footprint index. The data for this research was obtained through questionnaires and interviews with 220 rural farmers in 2023. The results of this study, concerning 30 studied villages in 6 districts and three types of rural areas (mountainous, foothill, and plain), were presented in the agricultural sector. The findings indicated that the average ecological footprint per capita in the agricultural sector was 2.33 hectares, and the average biocapacity was 80.44 hectares, indicating the absence of ecological pressure in the agricultural sector of this county. The ecological footprint per capita in agricultural areas of mountainous villages was lower compared to foothill and plain villages. This research revealed no significant relationship between the distance of a village from the population center and its ecological footprint in the agricultural sector in Birjand County.

Citation: Hajipour, M., Bahraminejad, M., & Falsoleyman, M. (2024). Production ecological footprint spatial analysis in the agricultural sector: the case study of rural settlements Birjand county. *Journal of Rural Research, 15* (3), 53-68.
http://doi.org/10.22059/jrur.2024.369275.1894

© The Author (s)
Publisher: University of Tehran Press
This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

Throughout the world, agricultural lands are excessively utilized beyond their capacity to meet the needs of urban populations. The primary production in rural habitats lies within the agricultural sector, which faces the most significant production pressure due to the increasing urbanization trend. As Earth's population grows, along with an associated rise in consumption and production, aligning agricultural development with environmental conservation appears as an enduring challenge. The expansion of agricultural lands represents a complex land-use change phenomenon, exerting substantial pressure on natural resources. The imbalance between development and sustainable growth in any region leads to regional and spatial disparities, hindering national development. Additionally, urban area sustainability is interlinked with rural area sustainability, highlighting the necessity for studies investigating the sustainability level of rural areas. Given the significance of sustainable development in rural regions and the influential factors in the agricultural sector, this research aims to analyze the impact of agricultural production in rural settlements of Birjand County on the region's ecosystem sustainability using the ecological footprint index.

Methodology

This research utilized a researcher-developed questionnaire for data collection. Sampling was conducted at two levels: rural settlements with a population of over 20 households in Birjand County and at the household level. As a result, 220 producers from 30 villages in Birjand County were studied. The ecological footprint of agricultural production was calculated using a Location-Based approach that considers sustainability on a small scale. To estimate the ecological footprint of agricultural production activities in rural spaces under study, the ecological footprint of water, gasoline, diesel fuel consumption, and generated waste for each agricultural operator was initially calculated. Then, the total agricultural land and related storage areas for tools and product maintenance of each operator were added as ecological footprints of production. To estimate the biocapacity of the studied villages, the areas of pasturelands, total agricultural lands, and residential areas in each village were summed up in hectares.

Results and discussion

The average ecological footprint per agricultural operator in Birjand County is 2.33 hectares. The highest ecological footprint in the agricultural sector per operator, amounting to 4.71 hectares, is observed in the Fasharoud district. This indicates that an agricultural operator in the villages of the Fasharoud district requires 4.71 hectares of land to meet their basic agricultural production needs. The lowest ecological footprint for agricultural production per operator is related to the Baqeran district. As expected, operators in villages located in plain areas have higher ecological footprints in agricultural sectors compared to other villages. These respective values for villages in plain areas, foothill typology villages, and mountainous villages are 2.99 hectares, 2.80 hectares, and 1.47 hectares, respectively. The average biocapacity estimated for each rural household in the studied region (Birjand County) is 80.44 hectares, indicating that none of the studied villages face ecological pressure from the agricultural perspective.

Available land and the lack of utilization of new technologies in irrigation, planting, harvesting, and the cultivation of low-water-consuming crops have contributed to the ecological sustainability of the agricultural sector in this county. The environmental consequences typical of conventional agricultural systems are not readily observable in this region. Environmental impacts in agriculture heavily rely on the nature of production operations. Mountainous villages, despite having fewer households, possess lower biocapacity and lack the ability to withstand high ecological pressures. Foothill villages, given their placement of pastures and agricultural lands in lower areas and their lower population compared to plain villages, have registered the highest biocapacity.

Conclusion

Considering recent droughts, policies aimed at increasing agricultural production levels should be meticulously planned, particularly concerning irrigation methods, especially for mountainous regions. Given the fragile natural and economic conditions in Birjand County, adherence to sustainable development principles and the implementation of a systematic and scientific plan are among the essential prerequisites in this region, particularly during this critical period. Conducting scientific research and being informed about the current situation can significantly assist planners at various levels. This study attempted to gather raw data based on the present conditions in the area and provide decision-makers with appropriate analyses through data processing.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مجلـه پـژوهـش‌هـای روسـتایـی
شاپا الکترونیکی: ۷۷۸۷-۲۴۲۳
Journal Homepage: www.jrur.ut.ac.ir

تحلیل مکانی ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی
مطالعه موردی: سکونتگاه‌های روستایی شهرستان بیرجند

محمد حجی‌پور [۱]، میثم بهرامی‌نژاد [۲]، محمود فال‌سلیمان [۳]

۱- گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. **Email:** mhajipour@birjand.ac.ir
۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. **Email:** bahraminejad@birjand.ac.ir
۳- گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. **Email:** mfall@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۳/۰۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۶/۰۸
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۷/۱۴
تاریخ چاپ:
۱۴۰۳/۰۸/۱۸

واژگان کلیدی:
توسعه پایدار،
ردپای اکولوژیک،
فشار اکولوژیک،
اقتصاد روستایی،
تولید.

چکیده

توسعه پایدار بیشتر بر روی رویکردهای اجتماعی و اقتصادی تمرکز می‌کند و این احتمال وجود دارد که منابع محیطی به علت فعالیت‌های ناپایدار انسان کاهش پیدا کند. محیط اکولوژیک روستا پایه رفاه انسانی در این مناطق تعریف می‌شود، عدم توجه به بُعد اکولوژیک در ابعاد مختلف توسعه روستایی منجر به بروز مشکلات فراوانی در رویکردهای منتهی به پیشرفت اقتصادی خواهد شد. با توجه به اهمیت توسعه پایدار در مناطق روستایی، در این تحقیق کوشش شده با استفاده از شاخص ردپای اکولوژیک میزان پایداری مناطق روستایی شهرستان بیرجند در بخش کشاورزی اندازه‌گیری و تحلیل شود. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه با ۲۲۰ نفر کشاورز روستایی در سال ۱۴۰۲ به دست آمد. نتایج این پژوهش در بخش کشاورزی بر حسب خانوار برای ۳۰ روستای مورد مطالعه در ۶ دهستان و سه تیپ روستایی کوهستانی، پایکوهی و دشتی ارائه گردید. نتایج نشان داد که میانگین سرانه ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی ۲/۳۳ هکتار و میانگین سرانه ظرفیت زیستی ۸۰/۴۴ هکتار بود که نشان‌دهنده عدم وجود فشار اکولوژیک در بخش کشاورزی این شهرستان است. سرانه ردپای اکولوژیک تولید و ظرفیت زیستی در بخش کشاورزی در روستاهایی با تیپ کوهستانی کمتر از تیپ‌های دشتی و پایکوهی بود. در این تحقیق مشخص شد که در شهرستان بیرجند رابطه معناداری بین فاصله روستا از مرکز جمعیت و میزان ردپای اکولوژیک تولید آن در بخش کشاورزی وجود ندارد. سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی مکانیزه و آبیاری قطره‌ای در راستای تشویق تولیدکنندگان این بخش به بهره‌وری بالاتر از زمین‌های کشاورزی و نیل به توسعه پایدار از جمله راه‌حل‌های مناسب به‌حساب می‌آید.

استناد: حجی‌پور، محمد؛ بهرامی‌نژاد، میثم و فال‌سلیمان، محمود. (۱۴۰۳). تحلیل مکانی ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی مطالعه موردی: سکونتگاه‌های روستایی شهرستان بیرجند. *مجله پژوهش‌های روستایی*، *۱۵* (۳)، ۶۸-۵۳.
http://doi.org/10.22059/jrur.2024.369275.1894

© نویسندگان
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

مقدمه

توسعه پایدار روستایی یک مفهوم چندوجهی، پویا و جامع است که شامل فعالیت‌های کشاورزی، توسعه زیرساخت و مدیریت منابع می‌باشد. توسعه روستایی بر روی رویکردهای اجتماعی و اقتصادی تمرکز می‌کند، ولی این احتمال نیز وجود دارد که منابع محیطی به علت فعالیت‌های ناپایدار انسان کاهش پیدا کنند. بنابراین توسعه پایدار روستایی نه‌تنها بایستی بر روی ابعاد اجتماعی–اقتصادی توجه داشته باشد بلکه مسائل اکولوژیکی و محرک‌های دیگر را نیز باید مدنظر داشته باشد (Zang, Yang & Liu, 2021). از طرفی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته جمعیت مناطق روستایی از ۵۳/۹ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۴۸/۳ درصد در ۲۰۲۰ رسیده است، و پیش‌بینی‌شده است که در سال ۲۰۵۰ به ۳۴/۴ درصد برسد. بنابراین نیل به توسعه پایدار روستایی به دلیل کمبود نیروی کار در مناطق روستایی و اختلاف سطح درآمدی بین ساکنین شهر و روستا سخت‌تر خواهد شد (Gan et al., 2022).

صنعتی شدن و شهری شدن کارایی و ویژگی‌های بعضی از مناطق روستایی در کشورهای درحال‌توسعه را دچار تغییر کرده است. این تغییرات مشکلاتی را برای توسعه پایدار روستایی در بُعد اکولوژیکی و سایر بُعدها به وجود آورده است (Azadi et al., 2011). در سراسر دنیا برای رفع نیازهای جمعیت شهری، بیشتر از حد توان از زمین‌های زراعی حاصل خیز استفاده می‌شود (Rees, 2012). مهم‌ترین بخش تولید در سکونتگاه‌های روستایی، بخش کشاورزی است که با افزایش روند شهری شدن بیشترین فشار تولید به این بخش وارد می‌شود (Guastella & Pareglio, 2016). افزایش زمین‌های کشاورزی یک پدیده تغییر کاربری پیچیده‌ای به‌حساب می‌آید که محرک اصلی تغییرات محیطی و اجتماعی–اقتصادی می‌باشد. این پدیده تولیدات غذایی را افزایش داده و توسعه اقتصادی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ ولی برای مناطق شکننده و آسیب‌پذیر هزینه‌های محیطزیستی بالایی دارد (Boron et al, 2016). توسعه کشاورزی باعث از دست رفتن زیستگاه و پدیده تکه‌تکه شدن زمین می‌شود، که از دلایل اصلی کاهش تنوع زیستی بر روی کره زمین به‌حساب می‌آیند. کشاورزی مدرن همچنین عامل انتشار یک‌سوم از گازهای گلخانه‌ای است، بنابراین در تغییر اقلیم نیز نقش دارد و بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب نیز می‌باشد (Foley et al., 2005; Rockestorm et al., 2009).

در ارتباط متقابلی که بین شهرها و روستاها وجود دارد، شهرها از منابع و تولیدات روستایی بهره می‌برند و روستاها از انرژی و تکنولوژی شهری استفاده می‌کنند، ولی مسئله مهم این است که امکان بقا برای روستاها بدون شهرها وجود دارد ولی پایداری مناطق شهری به پایداری مناطق روستایی گره‌خورده است (Rees, 2012). در مطالعات گذشته بر روی شاخص‌های توسعه پایدار، تمرکز بیشتر بر روی مناطق شهری بوده است، این در حالی است که در کشورهای درحال‌توسعه مناطق روستایی از اهمیت بالایی برخوردار هستند (Li et al., 2021). برای نیل به توسعه پایدار، نخستین گام اطلاع از وضعیت پایداری منطقه مورد مطالعه است. جهت اطلاع از وضعیت پایداری روش‌های کمی و کیفی مختلفی وجود دارد. شاخص ردپای اکولوژیک[1] توجه محققان زیادی را در مباحث توسعه شهری، مالی، توریستی (Wu et al., 2019; Ashraf et al, 2022; Kovács et al 2020; li & Yang 2007) و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و اتمی (Raghutla et al., 2022; Bandyopadhyay et al., 2022; wang, Bui, Zhang & Pham, 2020) را به خود جلب کرده است. به دلایلی اعم از عدم توازن توسعه و وجود شکاف بین مناطق که غالباً با انباشت مواهب توسعه در شهرها مشهود است و از طرفی نیز پایداری مناطق شهری به پایداری مناطق روستایی گره‌خورده (Rees, 2012; Bahrami Paveh, 2018)، می‌توان دریافت که پایداری مناطق روستایی از مسائل بارز و چالش‌های بنیادین است. در این پژوهش که از نوع کاربردی

1 Ecological Footprint

و روش تحقیق تحلیلی- توصیفی است، از روش مکان محور برای محاسبه ردپای اکولوژیک تولید استفاده‌شده است. شرایط شکننده، متغیر و گاه تأثیرگذار اقلیم خراسان جنوبی ارزیابی وضعیت پایداری در منابع طبیعی این منطقه را به امری ضروری تبدیل کرده است. این استان همچنین از نظر اقتصادی رتبه ۲۸ را در کشور دارد و تنها دارای ۵۲۶ واحد صنعتی فعال می‌باشد (Department of management and planning of South Khorasan province, 2022). با توجه به شرایط اقلیمی، اقتصادی و اکولوژیکی منطقه و اهمیت توسعه پایدار در مناطق روستایی و عوامل تأثیرگذار در بخش کشاورزی، این تحقیق بر آن است تا با استفاده از شاخص ردپای اکولوژیک اثر تولیدات بخش کشاورزی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان بیرجند بر زیست‌بوم منطقه را از منظر پایداری تحلیل نماید.

در تحقیقی که آقایاری و همکاران تحت عنوان «ارزیابی پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی با تأکید بر ردپای بوم‌شناختی» در شهرستان اسلام‌آباد غرب انجام دادند، به دنبال ارزیابی پایداری اکولوژیکی سکونتگاه‌های روستایی این شهرستان بودند. نتایج نشان داد که ۷۲/۵ درصد از روستاها در شرایط ناپایداری و کسری اکولوژیکی قرار دارند و مابقی باقی‌مانده دارای اضافه اکولوژیکی هستند. از جمله نتایج این تحقیق تأثیر موقعیت طبیعی سکونتگاه‌های روستایی در میزان ردپای بوم‌شناختی بود (Aghayari Hir et al., 2023). پژوهشی با عنوان «نقش فعالیت‌های کشاورزی بر تخریب محیط‌زیست بر پایه ردپای بوم‌شناختی در کشورهای منتخب منا» توسط نصرنیا و همکاران انجام گرفت. در این پژوهش آن‌ها به دنبال ارتباط بین کشاورزی و تخریب محیط‌زیست، با توجه به تأثیر جمعیت و مصرف انرژی برای کشورهای منتخب حوزه منا در قالب داده‌های ترکیبی برای سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۹۷ بودند. نتایج نشان داد که در بلندمدت درآمد سرانه ملی، تولید کل کشاورزی و جمعیت کل اثر منفی و معناداری بر ردپای بوم‌شناختی داشتند، اما در کوتاه‌مدت نتیجه معکوس بوده است (Nasrniya et al., 2022). از جمله مطالعات دیگری که در باب ردپای اکولوژیک در محیط روستایی صورت گرفته است، ارزیابی است که آقای خان محمدی و مهروان با عنوان «بررسی اثر استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در محیط‌های روستایی» در روستای نجوبران استان کرمانشاه انجام داده‌اند. در این پژوهش هدف ارزیابی تغییرات شاخص ردپای اکولوژیکی در محیط‌های روستایی در اثر جایگزینی انرژی فسیلی با منابع تجدیدپذیر انرژی می‌باشد. نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۶ استفاده از صفحات فتو ولتاییک به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع و دو توربین آبی کوچک ردپای اکولوژیکی مصرف برق در این روستا را از ۶/۸۹۴ به صفر رسانده است (Khan-Mohamadi & Mehravan, 2019). در سال ۲۰۲۲ مقاله‌ای تحت عنوان «نقش استفاده از انرژی اتمی در کاهش ردپای اکولوژیک» در مجله تولید پاک‌تر[1] به چاپ رسید. در این مقاله، بَندی و همکاران به دنبال اثبات تأثیر استفاده از انرژی‌های پاک بر روی شاخص ردپای اکولوژیک بودند. این مفهوم آن‌ها را به سمت تحقیق بر روی پاسخ به این پرسش سوق داد که آیا میزان تغییر در شاخص رد پای اکولوژیک در کشورهای مصرف‌کننده انرژی اتمی مانند کانادا، چین، فرانسه، آلمان؛ ژاپن، کره جنوبی، سوئد و ایالات‌متحده آمریکا یکسان و کاهشی بوده است یا خیر. برای پاسخ به این سؤال میزان شاخص رد پای اکولوژیک با استفاده از روش جدید رگرسیون چندکی در چندکی[2](QQR) در بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ اندازه‌گیری شد. یافته‌ها حاکی از تأثیر نامتقارن استفاده از انرژی اتمی بر روی ردپای اکولوژیک بود. به این معنی که تأثیر یاد شده منفی، مثبت یا ترکیبی از هر دو بود (Bandyopadhyay et al., 2022). وضعیت فضای بوم‌شناختی شهر رشت در روند گردشگری توسط قائمی راد و همکاران با استفاده از مدل ردپای اکولوژیک موردبررسی قرار گرفت. این پژوهش بر پایه روش توصیفی-تحلیلی صورت پذیرفت. با توجه به مساحت شهر رشت (۱۳۶۰۰ هکتار) و شاخص ردپای اکولوژیک

1Cleaner production
2Quantile-on-Quantile Regression

به‌دست‌آمده (۹۰۸۲۲۴ هکتار) فشار زیادی بر فضای زیست‌محیطی شهر رشت وارد می‌شود (Qaemi, Hataminejad, Ziyari & Pour-Ahmad, 2022). مطالعات گذشته نشان می‌دهد که از ابزار اصلی ارزیابی توسعه پایدار در ابعاد و مکان‌های مختلف شاخص ردپای اکولوژیکی است. همچنین با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه ردپای اکولوژیکی و توسعه پایدار، چنین به نظر می‌رسد که تا کنون در سطح ایران و به‌ویژه ناحیه موردمطالعه این تحقیق، بررسی دقیقی در مورد شاخص ردپای اکولوژیکی در مناطق روستایی و تبعات آن صورت نگرفته است. بعلاوه، نظر به اهمیت تولید در اقتصاد فضا و نقشی که در بهره‌برداری از طبیعت روستایی دارد، نتایج این تحقیق می‌تواند گامی به‌سوی جلو در مطالعات پایداری فضاهای روستایی باشد.

مبانی نظری

توسعه باید به‌گونه‌ای پیش برود که زندگی همه ما را به شکلی تحت تأثیر قرار دهد و هدف آن بهبود کیفیت زندگی همه باشد. بنابراین کوشش ما برای دستیابی به توسعه بایستی به شکلی صورت پذیرد که منافع اکثریت مردم چه روستایی و چه شهری را در بر گیرد. این اصل همیشه باید در توسعه مبنی بر برنامه مدنظر باشد از نکات مهم دیگر توسعه پایداری آن است (Papoly-Yazdi & Ebrahimi, 2017). کمیسیون بین‌المللی محیط‌زیست و توسعه (WCED) که به کمیسیون برانت مشهور است در سال ۱۹۸۷ توسعه پایدار را چنین تعریف کرد: توسعه‌ای که نیازهای فعلی را بدون خدشه‌دار کردن توانایی نسل آینده برای برآورده ساختن نیازهای خود برآورده نماید. این کمیسیون مسائل محوری و شرایط ضروری برای توسعه پایدار را جمعیت و توسعه، امنیت غذایی، انرژی و صنعت عنوان کرده است. توسعه پایدار روستایی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و وحدت میان ابعاد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و بُعد اکولوژیک جامعه روستایی برای بهبود وضعیت معیشت و رفاه مردم جزو اصول آن می‌باشند (Horlings & Padt, 2013). در این پژوهش بُعد اکولوژیک و ظرفیت زیستی آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

عدم توجه به بُعد اکولوژیک در ابعاد مختلف توسعه روستایی منجر به بروز مشکلات فراوانی در رویکردهای منتهی به پیشرفت اقتصادی خواهد شد. کشاورزی مدرن سرمایه‌داری، ابتکار عمل طبیعت را به دست گرفته است. کشاورزی سنتی متکی به طبیعت بود و در برابر نوع خاک، شرایط اقلیمی و توپوگرافی محدودیت داشت و در برابر وضع آب‌وهوا، آفات و بیماری‌ها آسیب‌پذیر بود. ولی در کشاورزی جدید با استفاده از انواع فناوری جدید شرایط محیطی به‌گونه‌ای سودمند کنترل‌شده است. نواحی روستایی از پیامدهای تغییر زیست‌محیطی کره زمین، از جمله گرم شدن زمین نیز رنج می‌برند. این قبیل تحولات این ظرفیت را دارد تا الگوهای تولید کشاورزی را به‌طور چشمگیری تغییر دهند. به معنای دقیق کلمه در صورت پایدار نبودن توسعه در مناطق روستایی و بدون توجه به بُعد اکولوژیک آن، فرآیندهای تغییرات زیست‌محیطی روستایی شدت می‌گیرند و این فرآیندها حالت چرخه‌ای دارند، به این صورت که آن‌ها توسط فعالیت‌های انسانی ایجادشده و شدت می‌گیرند و به‌نوبه خود بر فعالیت‌های بشر تأثیر می‌گذارند (Woods, 2011).

جوامعی با اقتصاد قوی جوامع روستایی هستند که روی حفاظت محیطی و اکولوژیکی تأکید می‌کنند و محیط زندگی راحتی دارند (Zhao et al, 2023). از جمله نیازهای این‌چنین جوامعی می‌توان به رشد اقتصادی سالم، زندگی راحت، بهره‌برداری مناسب و کافی و درعین‌حال طبیعت دوست و جامعه پسند از منابع اشاره کرد (Feng et al., 2017). پس حفاظت از بُعد اکولوژیک و شکوفایی اقتصادی رابطه‌ای دوطرفه داشته و تأثیر مستقیمی بر روی یکدیگر دارند.

1World Commission on Environment and Development

اولین بار مفهوم ردپای اکولوژیکی به‌صورت آکادمیک توسط ویلیام رِیز در دانشگاه بریتیش کلمبیا مطرح شد. دو سال بعد متیاس واکِرناگِل در رساله دکتری خود زیر نظر رِیز مفهوم ردپای اکولوژیک را گسترش داد و روش محاسبه آن را شرح داد. از فرض‌های اصلی روش ردپای اکولوژیک این است که منابعی که انسان از آن استفاده می‌کند و ضایعاتی که تولید می‌کند قابل‌ردیابی هستند. بنابراین امکان اندازه‌گیری تکنولوژی روز و مساحت زمین‌ها و آب‌های حاصلخیز استفاده‌شده توسط یک فرد، یک‌خانه، یک شرکت، یک شهر، یک کشور، یک منطقه یا تمامی انسان‌ها برای تولید منابعی که از آن استفاده می‌کند و برای جذب ضایعاتی که تولید می‌کند، وجود دارد (Wackernagel & Rees, 1996). بر طبق گزارش شبکه ردپای جهانی در سال ۲۰۲۳، ظرفیت زیستی برای هر نفر ۱/۵ هکتار و ردپای اکولوژیک هر فرد بر روی کره زمین برابر با ۲/۶ هکتار جهانی می‌باشد (Lin et al, 2023).

ظرفیت زیستی (ظرفیت بیولوژیکی) ظرفیت اکوسیستم‌ها برای تولید مواد بیولوژیکی مفید و جذب پسماندها به خود می‌باشد. مواد بیولوژیکی مفید برای هر سال موادی است که در اقتصاد آن سال تأثیرگذار بوده‌اند. ظرفیت زیستی نیز مانند ردپای اکولوژیک با واحد هکتار جهانی بیان می‌شود و برای تمامی مناطق آبی و خشکی که تولیدکننده فعال بیولوژیکی هستند قابل‌محاسبه می‌باشد. مناطق حاصلخیز بیولوژیکی به ناحیه‌های از آب و خشکی اطلاق می‌شود که از فعالیت فتوسنتزی مهم و زیست‌توده قابل‌استفاده برای انسان حمایت می‌کنند. مناطق غیر حاصلخیز و حاشیه‌ای نواحی‌ای مانند زمین‌های بایر، دریاهای آزاد و مناطق یخ‌زده را شامل می‌شوند. مناطقی که زیست‌توده تولیدی آن توسط انسان استفاده نمی‌شود هم جزو این مناطق می‌باشند (Wackernagel & Rees, 1996).

ازآنجایی‌که محیط اکولوژیک روستا پایه رفاه انسانی در این مناطق تعریف می‌شود، عدم توجه به بُعد اکولوژیک در ابعاد مختلف توسعه روستایی مانند کشاورزی و کالبدی، منجر به بروز مشکلات فراوانی در رویکردهای منتهی به پیشرفت خواهد شد. توسعه پایدار در بین مردم و محیط توسط جوامع اکولوژیک روستایی افزایش می‌یابد، و جوامع روستایی که بر روی حفاظت محیطی و اکولوژیکی تأکید می‌کنند، از اقتصاد قوی‌تری و تولیدی بیشتر برخوردار هستند. با توجه به اینکه در این تحقیق پایداری اکولوژیکی

مناطق روستایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، به دنبال اثبات رابطه بین بُعد اکولوژیک، توسعه پایدار و تولید در روستا می‌باشیم (شکل ۱).

شکل ۱. مدل مفهومی اهمیت بُعد اکولوژیک در چرخه پیشرفت اقتصادی روستا

استفاده از روش‌های محاسباتی و کمک گرفتن از شاخص ردپای اکولوژیکی در تعیین توسعه پایدار به‌طور پیوسته‌ای از سال ۱۹۹۰ بهبود پیداکرده است (Ferng, 2014). محققان زیادی با استفاده از این شاخص گام‌های مؤثری را در نیل به

توسعه پایدار برداشته‌اند. این شاخص در زمینه‌های گوناگونی مانند مباحث توسعه‌های شهری، مالی، توریستی و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و اتمی مورداستفاده قرارگرفته است.

روش پژوهش

روش‌هایی که در چارچوب ردپای اکولوژیک قرار می‌گیرند اصولاً به سه صورت محاسبه ترکیبی (قیاسی)، محاسبه استقرایی و مکان محور می‌باشند. در روش ترکیبی از داده‌های مصرف ملی استفاده می‌شود، بنابراین برای محاسبات ردپای اکولوژیک ملی بسیار مناسب می‌باشد. در روش استقرایی مصارف در آن به تفکیک اجزا طبقه‌بندی می‌شوند و معمولاً در زمینه تحلیل‌های منطقه استفاده می‌شود. در این روش در ابتدا مقدار فعالیت انجام‌شده به‌واسطه جمعیت تعیین می‌شود (Razi, 2015). در این پژوهش که از نوع کاربردی و روش تحقیق توصیفی-تحلیلی می‌باشد، از روش سوم (مکان محور) استفاده‌شده است. این روش برگرفته از دو روش قبلی است و تکمیل‌کننده آن‌ها است و با توجه به کوچک شدن مقیاس پایداری ارائه‌شده است. این روش توسط گاتلیب[1] میاد کیسینگر[2] و دن موران[3] معرفی‌شده است. در دو روش قبلی متد خاصی برای محاسبه ردپا اکولوژیک در تمامی مقیاس‌ها و نیز در تمامی نقاط جهان ارائه‌شده بود، ولی در این روش آزادی عمل بیشتری در اختیار محقق قرارگرفته است تا بتواند بر اساس شرایطی که بر محیط موردمطالعه‌اش حاکم است به ارائه روشی نوین بپردازد.

در این پژوهش به‌منظور برآورد ردپای اکولوژیک فعالیت تولیدی کشاورزی در فضاهای روستایی مورد مطالعه ابتدا برای هر بهره‌بردار بخش کشاورزی ردپای اکولوژیک آب مصرفی، بنزین و گازوئیل مصرفی و زباله تولیدی به شرح فرمول‌های زیر محاسبه گردید. سپس، جمع کل زمین کشاورزی و انبارهای مربوط به ادوات و نگهداری محصولات هر بهره‌بردار نیز به‌عنوان ردپای اکولوژیک تولید به مقادیر بالا اضافه گردید (تقی زاده دیوا و روشناس، ۱۳۹۸).

الف) نحوه محاسبه ردپای اکولوژیک هر بهره‌بردار در حوزه سوخت (بنزین و گازوئیل):

بنزین:

B' گالن = ۳/۷۸۵۳ ÷ بنزین مصرف سالیانه (لیتر)

$B' \div 125000 =$ $C'_{BTU} \div 1000{,}000{,}000 =$ $D' \div 19.35 =$ E'

$E' \div 1.8 = F'$

در این معادله D' همان BTU (سرب) تولیدشده در هر میلیارد، E' تن کربن آزادشده و F' مقدار زمین موردنیاز جذب کربن تولیدشده به هکتار است.

گازوئیل:

B'' گالن = ۳/۷۸۵۳ ÷ گازوئیل مصرف سالیانه (لیتر)

$B'' \div 138700 = C''_{BTU} \div 1000{,}000{,}000 = D'' \div 19.95 = E''$

$E'' \div 1.8 = F''$

در این معادله D'' همان سرب تولیدشده در هر میلیارد، E'' تن کربن آزادشده و F'' مقدار زمین موردنیاز بری جذب کربن به هکتار است.

1Gottlib
2Miad Kissinger
3Dan Moran

ب) نحوه محاسبه ردپای اکولوژیک هر بهره‌بردار در حوزه آب:

هکتارC =۱۰^۶÷۰/۰۸×آب مصرف‌شده برای تولید محصول (لیتر)

ج) نحوه محاسبه ردپای اکولوژیک هر بهره‌بردار در حوزه الکتریسیته (برق):

$A_{kwh}\times 3.6\times 10^{B}{}_{kj}$

$B_{kj}\div 1_{gr}\div 20_{kj}=C_{grams}$

$C_{grams}\div 0.314=D_{grams\ coal}$

$D_{grams\ coal}\div 1.8= E$

در این معادله A میزان برق مصرفی سالیانه برحسب کیلووات بر ساعت و E بر حسب هکتار می‌باشد.

د) نحوه محاسبه ردپای اکولوژیک هر بهره‌بردار در حوزه زباله:

$A\div 1000=B_{ton}$

$((B_{ton}\div 450)0.25)\div 2)\div 10000=C_{hectar}$

در این معادله A مقدار زباله تولیدی در سال بر حسب کیلوگرم است.

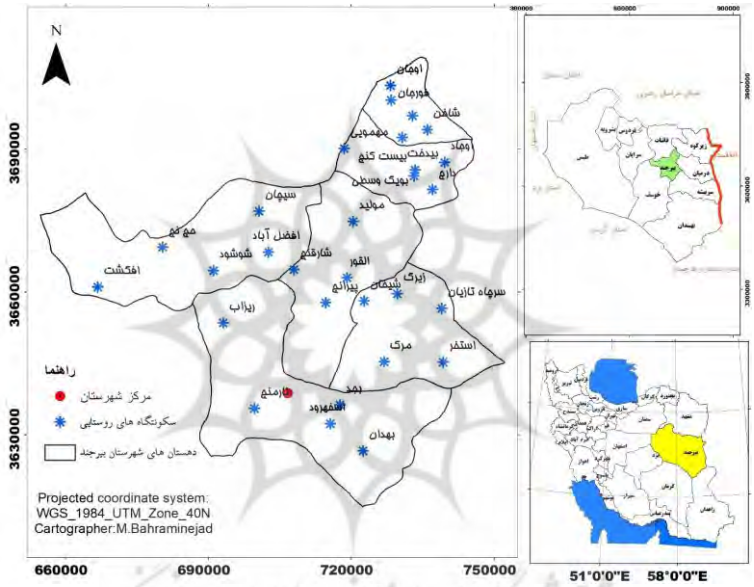
به‌منظور برآورد ظرفیت زیستی روستاهای مورد مطالعه، اعداد مساحت سامان عرفی، مساحت کل اراضی کشاورزی و مساحت محدوده مسکونی روستا به واحد هکتار با یکدیگر جمع شدند. سپس به‌منظور فراهم شدن امکان مقایسه، سرانه ظرفیت زیستی هر روستا بر اساس تعداد خانوار سرشماری شده در سال ۱۳۹۵ به‌دست‌آمده است.

جامعه مورد مطالعه در دو سطح سکونتگاه و تولیدکننده‌های عرصه روستایی (بهره‌بردار) مطرح است. برای نمونه‌گیری از روش چندمرحله‌ای استفاده شد و در دو سطح اقدام به نمونه‌گیری گردید. در سطح سکونتگاهی روستاهای بالای ۲۰ خانوار در شهرستان بیرجند به تعداد ۱۵۴ آبادی (بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵) به‌عنوان جامعه مورد مطالعه انتخاب گردید. حجم نمونه در سطح آبادی با تبعیت از رویه معتبر پژوهش‌های مرتبط گذشته، ۲۰ درصد از کل جامعه یعنی به تعداد ۳۰ آبادی در شهرستان بیرجند در سه تیپ کوهستانی، پایکوهی و دشتی انتخاب‌شده است. با در نظر گرفتن زمینه تحلیلی پژوهش که مبتنی بر تحلیل فضایی می‌باشد، تلاش بر رعایت اصل پراکندگی و پخش فضایی روستاهای نمونه در گستره جغرافیایی شهرستان بیرجند و دهستان‌های شش‌گانه آن شده است (شکل ۲-۱). به‌منظور تعیین حجم نمونه در سطح خانوار، از فرمول کوکران استفاده شد که به کمک آن تعداد خانوارهای نمونه در کل شهرستان ۲۲۰ مورد تعیین گردید. برای گردآوری داده‌ها از پرسش‌نامه محقق ساخته و بانک اطلاعاتی ادارات ذی‌ربط بهره گرفته شد. پرسش‌نامه‌ها از دو بخش اطلاعات فردی و مربوط به متغیرهای کشاورزی تشکیل‌شده بودند. در پژوهش حال حاضر جهت بررسی روایی پرسش‌نامه ردپای اکولوژیک تولید از تجارب اساتید مجرب استفاده گردید.

محدوده مورد مطالعه

شهرستان بیرجند به مرکزیت شهر بیرجند وسعتی در حدود ۴۰۲۷ کیلومترمربع دارد که در این پهنه جمعیتی حدود ۲۷۰ هزار نفر استقرار دارد و تراکم نزدیک به ۶۵ نفری به ازای هر کیلومترمربع (بیشترین میزان نسبت به دیگر شهرستان‌های استان) را به دنبال داشته است. متوسط ارتفاع در شهرستان ۱۴۸۰ متری از سطح آب‌های آزاد است و از حیث تقسیمات کشوری دارای ۱ بخش مرکزی، ۱ شهر به نام بیرجند و ۶ دهستان به نام‌های القورات، باقران، شاخن، شاخنات، فشارود و کاهشنگ است. تعداد کل آبادی‌های دارای سکنه شهرستان ۳۰۴ سکونتگاه است. حداکثر بارندگی سالانه ثبت‌شده در ایستگاه سینوپتیک بیرجند از بدو تأسیس (۱۳۳۴) تا پایان سال ۱۴۰۰، ۲۳۹/۵ میلی‌متر و کمترین مقدار آن ۶۲/۵ میلی‌متر

است. میانگین بارندگی سالانه در این دوران ۱۴۶/۴ میلی‌متر ثبت‌شده است. از حیث دمایی نیز میانگین بیشینه دما در شهر بیرجند از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۴۰۰، ۲۴/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین کمینه دما ۸/۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. میانگین سالانه رطوبت نسبی در سطح شهرستان برابر با ۳۲ درصد می‌باشد. مقدار تبخیر و تعرق بالا در ماه‌های گرم سال موجب بالا رفتن نیاز آبی محصولات کشاورزی در این دوران می‌گردد که با توجه به محدودیت منابع آب در دسترس بیشتر گونه‌های گیاهی با تنش کم‌آبی روبرو است. در شهرستان بیرجند ۷۳۴۱ هکتار اراضی کشاورزی (زراعت و باغداری) وجود دارد که توسط ۶۵۲۹ بهره‌بردار سالیانه مورداستفاده قرار می‌گیرد. سالیانه بیش از ۷۰ میلیون مترمکعب آب از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، قنوات و چشمه‌های شهرستان به‌منظور فعالیت‌های تولیدی، مصارف خانوار و سایر موارد از ذخایر آب زیرزمینی شهرستان برداشت می‌شود. در بخش دامداری نیز بنا به آخرین سرشماری ۶۷۰۴۶ رأس دام سبک و ۲۰۹۹ رأس دام سنگین در شهرستان وجود دارد که بخش قابل‌توجه آن از عرصه طبیعی شهرستان تغذیه می‌شود (Management et al, 2022).



شکل ۲. موقعیت روستاهای مورد مطالعه در شهرستان بیرجند

یافته‌ها

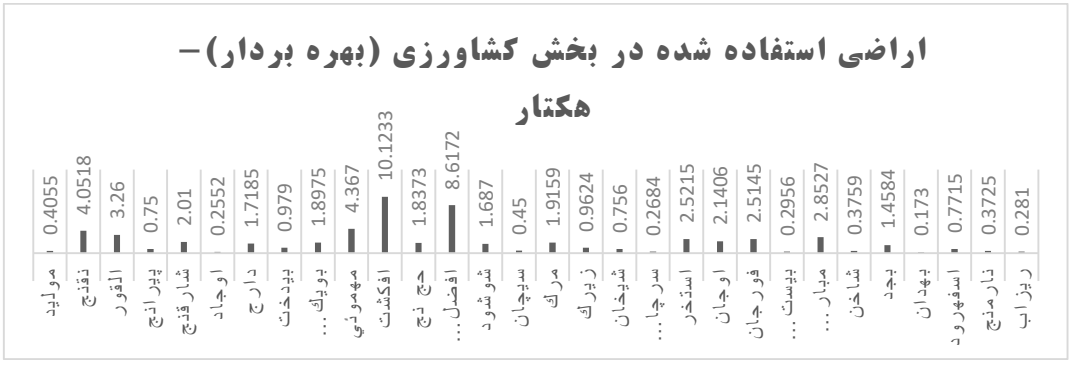
با توجه به جدول شماره ۱ می‌توان گفت که نیمی از پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه سطح سواد ابتدایی داشته‌اند و ۱۴ درصد آن‌ها بی‌سواد بوده‌اند. حدود ۴۰ درصد از پاسخ‌دهندگان سنی بین ۴۵ تا ۵۵ را داشته‌اند. درصد فراوانی نمونه‌ها در تیپ‌های روستایی کوهستانی، پایکوهی و دشتی به ترتیب برابر با ۴۹/۵۴، ۱۴/۰۶ و ۳۶/۳۶ بوده است.

ویژگی‌های اقتصادی بخش کشاورزی

عمده محصول تولیدی کشاورزان شهرستان بیرجند زرشک بوده است. سرانه هزینه کرد بهره‌برداران بخش زراعی ۱،۶۵۰،۰۰۰ تومان در سال می‌باشد. درآمد حاصل از محصولات زراعی در سال به‌صورت سرانه ۱۵،۶۳۳،۰۰۰ تومان است. این نسبت برای محصولات باغی مقداری متفاوت است. میزان هزینه کرد سالانه هر بهره‌بردار بخش باغی به‌صورت میانگین ۲۷،۵۵۲،۷۰۰ تومان است و درآمد حاصل از این بخش به‌صورت سرانه ۸۸،۴۱۴،۰۰۰ تومان در سال می‌باشد.

ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی

همان‌گونه که در بخش قبلی اشاره شد، ردپای اکولوژیک تولید به‌دست‌آمده در این مطالعه حاصل جمع اقلام مصرفی (سوخت‌های فسیل و آب)، برای تولید محصول و زمین‌های استفاده‌شده (زمین کشاورزی و انبار) می‌باشد. اطلاعات مربوط به مقدار زمین‌های استفاده‌شده (هکتار) هر بهره‌بردار در روستاهای مورد مطالعه در شکل ۳ نشان داده‌شده است.

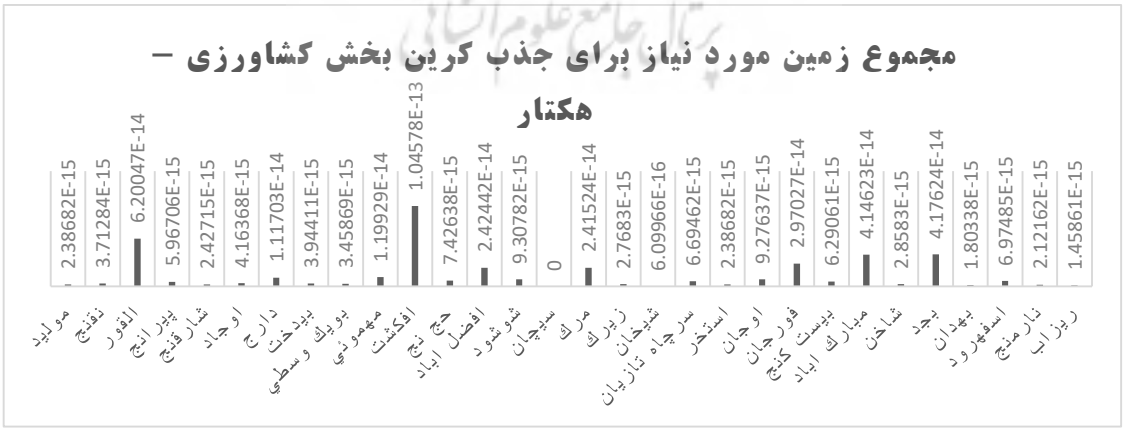


شکل۳. اراضی اشغال‌شده توسط هر بهره‌بردار در تولیدات کشاورزی روستاهای مورد مطالعه شهرستان بیرجند

ردپای سوخت‌های فسیلی در تولیدات کشاورزی

عمده مصرف بنزین و گازوئیل در بخش کشاورزی مربوط به استفاده از تراکتور و تیلر در زمین‌های کشاورزی مناطق روستایی مورد مطالعه بود. ازآنجایی‌که زرشک به‌عنوان محصولی استراتژیک تقریباً در تعداد قابل‌توجهی از روستاهای شهرستان بیرجند کاشت می‌شود و معمولاً با توجه به فاصله بین درختان امکان عبور تراکتور وجود ندارد، و از طرفی استفاده از تیلر نیاز به مهارت خاصی ندارد، کشاورزان از تیلرهای گازوئیلی و بنزینی استفاده می‌کنند. اکثر کشاورزان مناطق روستایی شهرستان بیرجند از تیلرهای قدیمی و گازوئیلی استفاده می‌کنند و تراکتور معمولاً برای زمین‌های زراعی آبی و دیم استفاده می‌شود.

شکل ۴ مقدار زمین موردنیاز برای جذب کربن تولیدشده از مصرف سوخت‌های فسیلی هر بهره‌بردار در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد که از مجموع زمین‌های موردنیاز برای جذب کربن تولیدشده از مصرف بنزین و گازوئیل به‌دست‌آمده است. طبق این نمودار



شکل٤. مقدار زمین موردنیاز برای جذب کربن تولیدشده از مصرف بنزین و گازوئیل هر بهره‌بردار کشاورزی

بهره‌برداران بخش کشاورزی روستای افکشت در مجموع مساحت زمین بیشتری برای جذب کربن تولیدی از مصرف سوخت‌های فسیلی را نیاز دارند. در بخش کشاورزی هر بهره‌بردار به‌طور میانگین $۲/۴۱۵۲۴^{E-14}$ هکتار زمین را برای جذب کربن تولیدشده از مصرف بنزین نیاز دارد. وضعیت این نشانگر در تیپ‌های مختلف روستایی حاکی از این است که بهره‌برداران روستاهای واقع‌شده در مناطق دشتی و دامنه کوه‌ها، به‌واسطه اراضی کشاورزی بیشتری که در اختیاردارند، سوخت بیشتری مصرف می‌کنند و به زمین‌های بیشتری برای جذب کربن متصاعد شده نیاز دارند.

ردپای آب در تولیدات کشاورزی

رد پای آب در کشاورزی به‌اصطلاح میزان آب مصرف‌شده در بخش کشاورزی تعریف می‌شود. در کشور ایران کشاورزی بخش کلیدی مصرف‌کننده آب به‌حساب می‌آید. با مقایسه اطلاعات این نمودار و جداول و ۱ و ۲ مشخص می‌شود که بهره‌برداران روستاهای واقع‌شده در تیپ دشتی (به‌ویژه مهموئی و بجد) به‌واسطه داشتن چاه‌های عمیق آب بیشتری را در بخش کشاورزی مصرف می‌کنند و ردپای آب مصرفی آن‌ها بیشتر می‌باشد. بهره‌برداران ساکن در روستاهای پایکوهی که معمولاً زمین‌های کشاورزی آن‌ها در دشت‌های پهناور واقع‌شده‌اند در رتبه دوم مصرف آب و روستاهای تیپ کوهستانی کم‌مصرف‌ترین روستاها در بخش مصرف آب به‌حساب می‌آیند.

جدول ۱. ردپای آب مصرفی هر بهره‌بردار بخش کشاورزی در دهستان‌های شهرستان بیرجند- هکتار

دهستان	القورات	شاخنات	فشارود	کاهشنگ	شاخن	باقران
ردپای آب بهره‌بردار بخش کشاورزی -هکتار	۰/۲۸۷	۰/۲۷۲	۰/۱۷۴	۰/۲۱۶	۰/۱۶۴	۰/۱۹۴

جدول ۲. ردپای آب مصرفی هر بهره‌بردار بخش کشاورزی در تیپ‌های روستایی سه‌گانه- هکتار

تیپولوژی	کوهستانی	پایکوهی	دشتی
ردپای آب بهره‌بردار بخش کشاورزی -هکتار	۰/۱۲۱	۰/۲۱۸	۰/۴۴۳

ردپای زباله در بخش کشاورزی

با توجه به پاسخ‌های فضای نمونه، در بخش تولیدات کشاورزی به دلیل ناچیز بودن مقدار زباله امکان برداشت آمار نبود، و مقدار این نشانگر برای تمامی روستاهای مورد مطالعه صفر در نظر گرفته شد. متوسط ردپای اکولوژیکی برای هر بهره‌بردار بخش کشاورزی در شهرستان بیرجند ۲/۳۳ هکتار می‌باشد

افکشت و افضل‌آباد که هر دو در دهستان فشارود واقع‌شده‌اند و تیپولوژی روستایی آن‌ها نیز پایکوهی است، با ردپای اکولوژیک تولید ۱۰/۸۵۵ هکتار و ۸/۶۱۹ هکتار به ترتیب در رتبه‌های اول و دوم بزرگ‌ترین ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی قرارگرفته‌اند. با توجه به اطلاعات جداول ۳ و ۴، بیشترین ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی برای هر بهره‌بردار با میزان ۴/۷۱ هکتار مربوط به دهستان فشارود می‌باشد. این جمله به این معناست که یک بهره‌بردار بخش کشاورزی در روستاهای دهستان فشارود به ۴/۷۱ هکتار زمین برای تأمین نیازهای اساسی خود در تولید محصولات کشاورزی به میزان کنونی نیاز دارد. آیا ظرفیت زیستی این دهستان توان تأمین نیازهای زیستی این بهره‌برداران را دارد؟ این سؤالی است که در بخش بعد به آن پاسخ داده خواهد شد. کمترین مقدار ردپای اکولوژیک تولید کشاورزی برای هر بهره‌بردار مربوط به دهستان باقران است. شکل ۳ وضعیت ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی هر بهره‌بردار را برای دهستان‌های مختلف شهرستان بیرجند نشان می‌دهد. همان‌طور که انتظار می‌رفت بهره‌برداران روستاهای واقع در مناطق دشتی نسبت به سایر روستاها ردپای اکولوژیک تولید بالاتری در بخش کشاورزی را دارا هستند (جدول ۴). این مقدار به

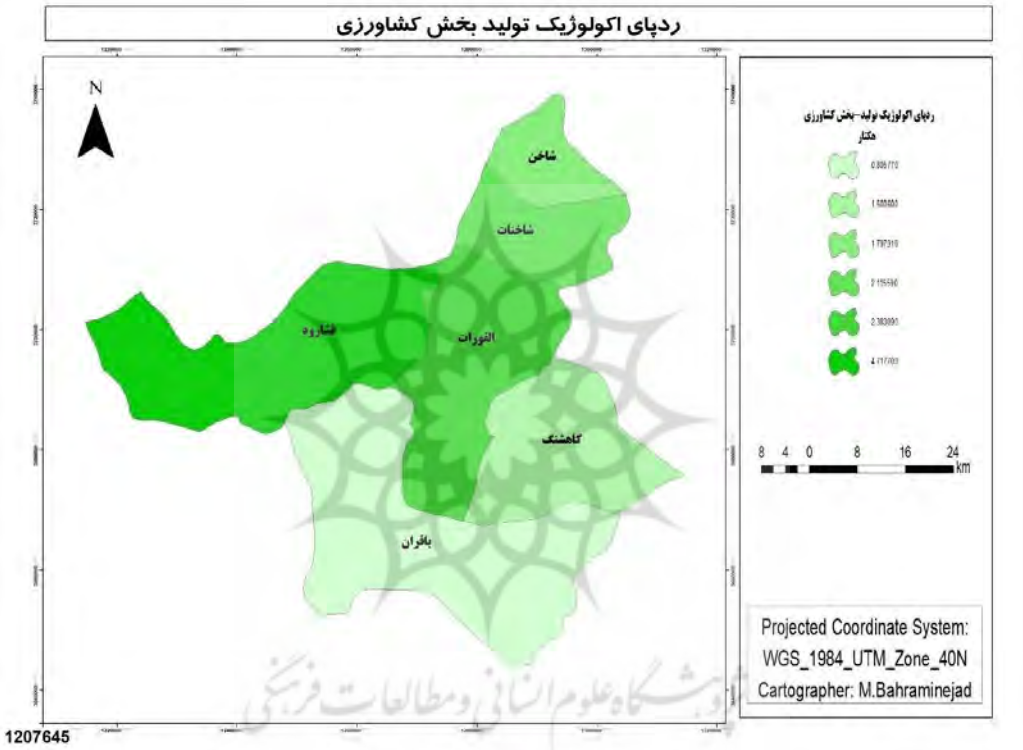
ترتیب برای روستاهای مناطق دشتی ۲/۹۹ هکتار، روستاها با تیپولوژی پایکوهی ۲/۸۰ هکتار و روستاهای کوهستانی برابر با ۱/۴۷ هکتار می‌باشد.

جدول ۳. ردپای اکولوژیک تولید هر بهره‌بردار بخش کشاورزی در دهستان‌های شهرستان بیرجند– هکتار

دهستان	القورات	شاخنات	فشارود	کاهشنگ	شاخن	باقران
ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی –هکتار	۲/۳۸۳	۲/۱۱۵	۴/۷۱۷	۱/۵۰۳	۱/۷۹۷	۰/۸۰۵

جدول ٤. ردپای اکولوژیک تولید هر بهره‌بردار بخش کشاورزی در تیپ‌های روستایی سه‌گانه – هکتار

تیپولوژی	کوهستانی	پایکوهی	دشتی
ردپای اکولوژیک تولید در بخش کشاورزی –هکتار	۱/۴۷	۲/۸۰	۲/۹۹



شکل ۵. ردپای اکولوژیک تولید هر بهره‌بردار بخش کشاورزی در دهستان‌های شهرستان بیرجند

ظرفیت زیستی

یکی از شاخص‌های مهم و قابل‌توجه برای ارزیابی وضعیت پایداری یا ناپایداری مناطق جغرافیایی "ظرفیت زیستی" است. در برآورد ظرفیت زیستی از فاکتورهای محدوده اراضی کشاورزی و محدوده سامان عرفی روستاها استفاده شد. این فاکتور در بُعد روستا و خانوار محاسبه‌شده است. میانگین ظرفیت زیستی برای هر خانوار روستایی در ناحیه مورد مطالعه (شهرستان بیرجند) ۸۰/۴۴ هکتار برآورد شده است. نمودار ۶ ظرفیت زیستی در دسترس هر خانوار را در روستاهای مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۵ سرانه ظرفیت زیستی را در دهستان‌های شهرستان بیرجند بر حسب خانوار نشان می‌دهد. با توجه به این اطلاعات دهستان‌های فشارود، القورات، باقران، کاهشنگ، شاخنات و شاخن رتبه‌های اول تا ششم ظرفیت زیستی را در این شهرستان در اختیاردارند. مساحت محدوده اراضی کشاورزی و محدوده سامان عرفی از عوامل تأثیرگذار بر روی ظرفیت زیستی این

دهستان‌ها می‌باشند. در بررسی جدول ۶ به این نکته پی می‌بریم که روستاهای کوهستانی با وجود تعداد خانوارهای کمتر، از ظرفیت زیستی پایین‌تری برخوردار هستند و توانایی تحمل فشارهای اکولوژیک بالا را ندارد. در روستاهای پایکوهی با توجه به اینکه مراتع و زمین‌های کشاورزی آن‌ها در مناطق پست قرارگرفته و خود آن‌ها هم نسبت به روستاهای دشتی از جمعیت کمتری برخوردار هستند، بالاترین ظرفیت زیستی را به ثبت رسانده‌اند.

جدول ۵. ظرفیت زیستی هر خانوار در دهستان‌های شهرستان بیرجند

دهستان	القورات	شاخنات	فشارود	کاهشنگ	شاخن	باقران
ظرفیت زیستی هر خانوار–هکتار	۲۱۴/۸۷۲۵	۳۹/۱۴۶۴۴	۵۵۰/۲۵۲۳	۱۲۵/۱۶۲۴	۲۳/۶۵۹۰	۱۴۲/۷۷۲۸

جدول ٦. ظرفیت زیستی هر خانوار در تیپ‌های روستایی سه‌گانه

تیپولوژی	کوهستانی	پایکوهی	دشتی
ظرفیت زیستی هر خانوار–هکتار	۸۰/۲۶۹۵۴	۳۱۹/۱۸۳۱	۱۹۳/۹۵۳۸

تطبیق ظرفیت زیستی با ردپای اکولوژیک (فشار اکولوژیک)

به‌طور میانگین ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی شهرستان بیرجند برای هر بهره‌بردار ۲/۳۳ هکتار و ظرفیت زیستی هر خانوار ۸۰/۴۴ هکتار می‌باشد، که نشان‌دهنده عدم وجود فشار اکولوژیک در بخش کشاورزی این شهرستان می‌باشد. همان‌گونه که مشهود است در هیچ‌کدام از روستاهای مورد مطالعه فشار اکولوژیکی از ناحیه کشاورزی به این مناطق وارد نمی‌شود. این مورد برای دهستان‌ها و تیپ‌های روستایی سه‌گانه نیز موردبررسی قرار دادیم و نتایج در جداول ۷ و ۸ به نمایش گذاشته‌شده‌اند.

جدول ۷. مقایسه سرانه ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی و ظرفیت زیستی در دهستان‌های شهرستان بیرجند

دهستان	القورات	شاخنات	فشارود	کاهشنگ	شاخن	باقران
ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی	۲/۳۸۳	۲/۱۱۵	۴/۷۱۷	۱/۵۰۳	۱/۷۹۷	۰/۸۰۵
ظرفیت زیستی	۲۱۴/۸۷۲۵	۳۹/۱۴۶۴۴	۵۵۰/۲۵۲۳	۱۲۵/۱۶۲۴	۲۳/۶۵۹۰	۱۴۲/۷۷۲۸

جدول ۸. مقایسه سرانه ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی و ظرفیت زیستی در تیپ‌های سه‌گانه روستایی

تیپولوژی	کوهستانی	پایکوهی	دشتی
ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی	۱/۴۷	۲/۸۰	۲/۹۹
ظرفیت زیستی	۸۰/۲۶۹۵۴	۳۱۹/۱۸۳۱	۱۹۳/۹۵۳۸

بحث

از کلان‌روندهای حاکم بر نظام تغییرات جهان کنونی، مقوله شهرنشینی و شهرگرایی است که یکی از نتایج قابل‌تأمل آن، رشد شدید مصرف و تقاضا برای بخش محصولات غذایی است. با توجه به اینکه کانون اصلی تولید و تأمین امنیت غذا، فضاهای روستایی است که با بهره‌برداری از دارایی‌های اکولوژیکی آن صورت می‌گیرد؛ بعلاوه، زندگی و معیشت درصد قابل‌توجهی از جمعیت (روستائیان) وابسته به ظرفیت کمی و کیفی دارایی‌های مذکور در عرصه روستا است، بنابراین همان‌گونه که تا پیش‌ازاین دغدغه و برنامه‌ریزی برای پایداری سرمایه‌های محیطی و اکولوژیکی روستاها، محوریتی اصلی در مطالعات و سیاست‌گذاری‌ها داشته است، در شهرستان بیرجند نیز این راهبرد مطالعاتی دنبال شد. شهرستان بیرجند به دلیل شرایط شکننده‌ای که دارد (به‌ویژه از حیث محیط طبیعی) و باوجود عواملی نظیر تراکم زیاد جمعیت، افت پارامترهای

اقلیمی، افت سطح منابع آب زیرزمینی و رشد بیابان‌زایی که روزبه‌روز بر آن دامن می‌زند، کوشش گردید در راستای کمک به برنامه‌ریزی توسعه پایدار روستایی این شهرستان، تحلیل از ردپای اکولوژیک بخش کشاورزی و سنجش وضعیت آن در برابر ظرفیت اکولوژیکی ارائه شود. بنا به مطالعه انجام‌شده، در شهرستان بیرجند فعالیت‌های کشاورزی روستائیان فشار اکولوژیکی بر فضا وارد نمی‌سازد. زمین‌های در دسترس و استفاده نکردن از تکنولوژی‌های جدید آبیاری، کاشت و برداشت محصولات، همچنین کاشت محصولات کم آب باعث شده که این بخش تولیدی در این شهرستان از نظر اکولوژیک پایدار باشد. در واقع عوارض زیست‌محیطی که نظام کشاورزی متعارف به دنبال دارد، در این منطقه قابل‌مشاهده نیست. بااین‌وجود، همسو با نتایج اصفهانی و خزائی[1](۲۰۱۸) برای کنترل پیامدهای زیست‌محیطی کشاورزی در شهرستان بیرجند، کشاورزان نیاز به یک راهنمای عملی و علمی دارند تا بتوانند عملیات تولید را در جهت نیل به پایداری بهبود بخشند. زیرا با وجود خشک‌سالی‌های شدید در سال‌های اخیر، رشد جمعیت و افزایش نیاز به مواد غذایی و تحریم‌های نظام بین‌المللی علیه ایران از یک‌سو و ترغیب سیاست‌ها و برنامه‌های کلان در کشور به سمت افزایش میزان تولیدات بخش کشاورزی از دیگر سو، لازم است در شهرستان بیرجند برنامه‌ریزی دقیق مخصوصاً برای نوع و نحوه آبیاری صورت پذیرد. از منظر مکانی، سرانه ردپای اکولوژیک تولید بخش کشاورزی در روستاهای تیپ کوهستانی شهرستان بیرجند پایین‌تر از تیپ‌های پایکوهی و دشتی بوده است که تأییدی بر نتیجه پژوهش آقایاری و همکاران[2](۲۰۲۳) که گفته‌شده «موقعیت‌های طبیعی سکونتگاه‌های روستایی در میزان ردپای اکولوژیکی این مناطق اثرگذار است».

نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط طبیعی و اقتصادی شکننده شهرستان بیرجند، توجه به اصول توسعه پایدار در برنامه‌ریزی و اجرای برنامه‌های توسعه از جمله ضروریات لازم‌الاجرا این منطقه به‌حساب می‌آید. انجام تحقیقات علمی و آگاهی از وضعیت موجود می‌تواند کمک شایانی را به برنامه‌ریزان در سطوح مختلف نماید. همان‌گونه که پارسا شریف[3]و همکاران (۲۰۲۱) اذعان داشته‌اند، انتظار افزایش فشار بر شرایط اکولوژیکی در فرآیند افزایش رشد اقتصادی و جمعیتی وجود دارد اما در صورت وجود برنامه‌ریزی و آینده‌نگری می‌توان همگام با رشد اقتصادی شاهد کاهش فشار بر محیط‌زیست و گریز از ناپایداری آن بود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

حامی مالی
این اثر حمایت مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش
نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع
نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

1Esfahani & Khazaee
2Aghayari
3Parsasharif

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه‌کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

اصفهانی، سید محمدجعفر و خزاعی، جواد. (۱۳۹۸). کاربرد ردپای اکولوژیک چند کارکردی در تحلیل پایداری تولید زعفران در خراسان جنوبی. *زراعت و فناوری زعفران*، ۷(۴)، ۵۰۳-۴۹۱. doi: 10.22048/jsat.2019.119069.1290

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

بهرامی پاوه، رحمت. (۱۳۹۷). تحلیلی بر روند پارادایم توسعه‌یافتگی و تأثیر آن بر همگرایی ملی در ایران. *سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۶(۲۳)، ۴۹۷-۴۷۸. doi: 10.32598/JMSP.6.3.478

پاپلی یزدی، محمدحسین و ابراهیمی، محمدابراهیم. (۱۳۹۶). *نظریه‌های توسعه روستایی*. تهران: انتشارات سمت.

پارساشریف، حدیثه؛ امیرنژاد، حمید و تسلیمی، مهسا. (۱۴۰۰). بررسی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی کشورهای منتخب آسیا و اروپا. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱۳(۲)، ۱۷۲-۱۵۵. Dor: 20.1001.1.20086407.1400.13.2.8.9

خان محمدی، احسان و مهروان، عباس. (۱۳۹۸). بررسی اثر استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در محیط‌های روستایی (مطالعه موردی: روستای نجوبران استان کرمانشاه). *مسکن و محیط روستا*، ۳۸ (۱۶۵)، ۹۷-۱۱۲. DOI: 10.22034/38.165.97

رضی، داود. (۱۳۹۴). سنجش و تحلیل رد پای بوم‌شناختی (مطالعه موردی شهرستان‌های استان مازندران). *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۳(۱۰)، ۱۲۵-۱۰۳.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان جنوبی. (۱۳۹۱). *سالنامه آماری استان خراسان جنوبی ۱۳۹۰*. بیرجند: معاونت آمار و اطلاعات.

قائمی راد، طیبه؛ حاتمی نژاد، حسین؛ زیاری، کرامت اله و پوراحمد، احمد. (۱۴۰۱). بررسی وضعیت زیست‌محیطی گردشگری شهری با استفاده از روش جای پای اکولوژیک (مورد مطالعه: شهر رشت). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی (چشم‌انداز جغرافیایی)*، ۱۷(۱(پیاپی ۵۸))، ۱۱۹-۱۳۰. DOI:10.17170/kobra-202110144904

نصرنیا، فاطمه؛ روشن‌چراغیان، پریوش و اشک تراب، نیلوفر. (۱۴۰۱). نقش فعالیت‌های کشاورزی بر تخریب محیط‌زیست بر پایه ردپای بوم‌شناختی در کشورهای منتخب منا. *پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۷(۱)، ۹۲-۷۹. doi: 10.22047/srjasnr.2022.147433

وودز، مایکل. (۱۳۹۰). *جغرافیای روستایی (فرایندها، واکنش‌ها و تجربه‌های بازساخت روستایی)*. ترجمه محمدرضا رضوانی و صامت فرهادی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

References

Aghayari Hir, M., Khorshiddoust, A. M., Azmi, A., & Shafiee, A. (2023). The Ecological Sustainability Assessment of Rural Settlements with Emphasis on the Ecological Footprint (Case Study: Eslam Abad-e-Gharb). *Community Development (Rural and Urban)*, 14(2), 547-567. doi: 10.22059/jrd.2023.355037.668780 [In Persian].

Ashraf, A., Nguyen, C. P., & Doytch, N. (2022). The impact of financial development on ecological footprints of nations. *Environmental Management*, 322, 116062. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116062

Azadi, H., Verheijke, G., & Witlox, F. (2011). Pollute first, clean up later? *Global and Planetary Change*, *78*(3-4), 77-82. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.05.006

Bahrami Paveh, R. (2018). Analysis of the Development Paradigm and Its Impact on National Convergence in Iran. *Macro and Strategic Policies*, 6(23), 478-497. doi: 10.32598/JMSP.6.3.478 [In Persian].

Bandyopadhyay, A., Rej, S., Villanthenkodath, M.A., & Mahalik, M.K. (2022). The role of nuclear energy consumption in abatement of ecological footprint: Novel insights from quantile-on-quantile regression, *Cleaner Production*, 358(12), 132052, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132052

Boron, V., Payán, E., MacMillan, D., & Tzanopoulos, J. (2016). Achieving sustainable development in rural areas in Colombia: Future scenarios for biodiversity conservation under land use change. *Land Use Policy*, 59, 27-37. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.017

Esfahani, S. M. J., & Khazaee, J. (2019). Application of Multifunctional Ecological Footprint in Sustainability Analysis of Saffron Production in Southern Khorasan. *Saffron Agronomy and Technology*, *7*(4), 491-503. doi: 10.22048/jsat.2019.119069.1290 [In Persian].

Feng, Q., Liu, X., Tang, L., Shi, L., Jiang, J., & Su, X. (2017). Research on a connotation and assessment index system of eco-communities. *Sustainable Development & World Ecology*, 24(6), 524-531. https://doi.org/10.1080/13504509.2016.1250836

Ferng, J.J. (2014). Nested open systems: An important concept for applying ecological footprint analysis to sustainable development assessment. *ecological economics*, 106, 105-111. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.015

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M.,Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J.,Siebert, S., Tilman, D., & Zaks, D.P.M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342, http://dx.doi.org/10.1038/nature10452.

Gan, L., Wang, L., Hu, Z., Lev, B., Gang, J., & Lan, H. (2022). Do geologic hazards affect the sustainability of rural development? Evidence from rural areas in China. *Cleaner Production*, 339, 130693. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130693

Guastella, G., & Pareglio, S. (2016). Sustainable Development of Rural Areas: Using Urban Patterns to Map the Agricultural Systems. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 88-98. https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.012

Horlings, I., and Padt, F. (2013). Ledership for sustainable regional development in rural areas: bridging personal and institutional aspects. *Sustainable development*, 21(6), 413-424. https://doi.org/10.1002/sd.526

Khanmohammadi, E., & Mehravan, A. (2017). Investigating the effect of using renewable energy sources on the ecological footprint in rural areas (Case Study: Naju-Baran village in Kermanshah Province). *Housing and Rural Environment*, 38(165), 97-112. DOI: 10.22034/38.165.97 [In Persian].

Kovács, Z., Harangozó, G., Szigeti, C., Koppány, K., Kondor, A. C., & Szabó, B. (2020). Measuring the impacts of suburbanization with ecological footprint calculations. *Cities*, 101, 102715. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102715

Li, P., and Yang, G. (2007). Ecological footprint study on tourism itinerary products in Shangri-La, Yunnan Province, China. *Acta Ecologica Sinica*, 27(7), 2954-2963. https://doi.org/10.1016/S1872-2032(07)60062-6

Li, X., Yang, H., Jia, J., Shen, Y., & Liu, J. (2021). Index system of sustainable rural development based on the concept of ecological livability. *Environmental Impact assessment review*, 86, 106478. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106478

Lin, D., Wambersie, L., & Wackernagel, M. (2023). Estimate the Date of Earth Overshoot Day 2023. *Global Footprint Network*, 1-9. https://www.overshootday.org/content/uploads/2023/06/Earth-Overshoot-Day-2023-Nowcast-Report.pdf

Management and Planning Organization of South Khorasan Province, (2022). *Statistical Yearbook of South Khorasan Province 2021*. Birjand: Deputy of statistics and information. [In Persian].

Nasrnia, F., Roshan Cheraghian, P., & Ashktorab, N. (2022). Investigating the Role of Agricultural Activities on Environmental Degradation based on Ecological Footprint in Selected Countries of Mena. *Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, *7*(1), 79-92. doi: 10.22047/srjasnr.2022.147433 [In Persian].

Papoly-Yazdi, M.H., & Ebrahimi, M.A. (2017*). Rural Development Theories*. Tehran: Samt press. [In Persian].

Parsasharif, H., Amirnejad, H., & Taslimi, M. (2021). Investigating and Determining the Factors Affecting the Ecological Footprint of Selected Asian and European Countries. *Agricultural Economics Research*, *13*(2), 155-172. Dor: 20.1001.1.20086407.1400.13.2.8.9 [In Persian].

Qaemi-Rad, T., Hataminejad, H., Ziyari, K., & PourAhmad, A. (2022). Assessing the status of urban ecotourism using the ecological footprint method (Case study: Rasht). *Studies in human settlement planning*, 17 (58). 119-130. DOI: 10.17170/kobra-202110144904 [In Persian].

Raghutla, C., Padmagirisan, P., Sakthivel, P., Chittedi, K. R., & Mishra, S. (2022). The effect of renewable energy consumption on ecological footprint in N-11 countries: Evidence from Panel Quantile Regression Approach. *Renewable Energy*, 197, 125-137. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.100

Razi, D. (2015). Assessment and analysis of ecological footprint (Case study: Mazandaran province). *Urban planning studies*, 3(10), 103-125. [In Persian].

Rees, W. E. (2012). *Ecological Footprint, Concept of. Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition*), 701-713. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00037-X

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton,T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes,T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U.,Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B.,Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., & Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475, http://dx.doi.org/10.1038/461472a.

Van der Werf, H.M.G., Kanyarushoki, C., & Corson, M.S. (2009). An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. *Environmental Management*, 90 (11), 3643-3652. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.07.003

Wackernagel, M., & Rees, W.E. (1996). *Our Ecological Footprint: ReducingHuman Impact on the Earth.* Gabriola Island, BC/Philadelphia, PA: New Society.

Wang, Z., Bui, Q., Zhang, B., & Pham, T. L. H. (2020). Biomass energy production and its impacts on the ecological footprint: An investigation of the G7 countries. *Science of the Total Environment*, 743, 140741. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140741

Woods, M. (2011). *Rural Geography: Processes, Responses and Experiences in Rural Restructuring*. Translated by Rezvani, M, R., and Farhadi, S., Tehran: Tehran University press. [In Persian].

Wu, M., Wei, Y., Lam, P.T.L., Liu, F., & Li, Y. (2019). Is urban development ecologically sustainable? Ecological footprint analysis and prediction based on a modified artificial neural network model: A case study of Tianjin in China. *Cleaner Production*, 237, 117795, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117795

Zang, Y., Yang, Y., & Liu, Y. (2021). Understanding rural system with a social-ecological framework: Evaluating sustainability of rural evolution in Jiangsu province, South China. *Rural Studies*, 86, 171-180. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.008.

Zhao, G., Zhang, J., Wang, X., & Su, H. (2023). Exploring ecological strategies for the sustainability of rural communities. *Ecological Indicators*, 152, 110356. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110356