



Hakim Sabzevari University

Arid Regions Geographic Studies

Homepage: jargs.hsu.ac.ir

P- ISSN: 2228-7167

E- ISSN: 2981-1910



Assessment of the ecological potential for sustainable territorial development (Case study: Jajroud watershed)

Hossein Hatami Nejad^{1✉} | Fatemeh Mohebi² | Amir Hossein Kazem³

1. Corresponding Author, Department of Human Geography, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran. hataminejad@ut.ac.ir

2. Department of Human Geography, Faculty of Geography, Tehran University, Tehran, Iran. bmohebi85@ut.ac.ir

3. Geographical organization of the armed forces, Tehran, Iran. amirhosseinkazem@gmail.com

Article Information

Research Paper

Vol: 16
No: 59
P: 14-31
Received: 2023-10-28
Revised: 2023-12-09
Accepted: 2023-12-10
Published: 2025-05-01

Keywords:

- Ecological capacity
- Sustainable development
- Multi-criteria assessment
- Jajrud watershed

Cite this Article:

Hatami Nejad, Hossein., Mohebi, Fateme & Kazem, Amir Hossein. (2025). Assessment of the ecological potential for sustainable territorial development (Case study: Jajroud watershed). *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 16(59): 14-31. doi: 10.22034/jargs.2023.422565.1068

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)



Abstract

Aim: The rapid urbanization in our country has disrupted the natural balance, necessitating immediate attention from planners and decision-makers. This research aims to assess the natural potential of the Jajrood watershed for urban, rural, and industrial development, providing crucial insights for sustainable planning.

Material & Method: Due to the importance of the topic, in this research, using the main criteria and indicators for evaluating the ecological potential and taking into account the limitations by applying the VIKOR decision-making model, the aptitude and ability of the lands of the Jajrood watershed for the sustainable development of population centers have been evaluated. First, data was collected according to the objectives and method of the research. Then, all the collected data, including elevation maps, soil type, land type, vegetation, waterways, and main faults, were extracted and prepared to be evaluated in the next steps. Finally, the degree of desirability of each map pixel was determined for urban, rural, and industrial development.

Finding: Considering the overall results obtained from the evaluation of ecological and per capita water criteria in the region, and taking into account the existing limitations (water quantity, fault and river boundaries), it can be concluded that the cities of Pardis, Bumehan, Damavand, and Lavasan have more suitable conditions and fewer limitations for future development.

Conclusion: The assessment of natural criteria has revealed that several settlements in the Jajrud watershed, including the cities of Fesham, Migun, and Ahar, are situated in areas unsuitable for development due to ecological weakness and vulnerability to natural hazards. These findings underscore the need for strategic planning and development in the region.

Innovation: The assessment of environmental potential, along with its possible limitations and risks, in the Jajrood watershed, a growing region with a special natural, economic, and communication situation, is considered an innovation of future research.

Extended Abstract

1- Introduction

The well-being and comfort of humans depend on the strength of the ecosystems that benefit from it. Rapid urbanization has become one of the defining characteristics of human social progress, and the intensification of land use and rapid changes in land use have threatened the environment of countries. In recent years, global climate change and increased human land development activities have increased negative ecosystem effects and loss of natural resources. One way to achieve sustainability goals in the land use planning framework is to consider ecological aspects of planning and organizing land use in line with the goals of sustainable development. The recent trend of urban development and rapid changes in natural land use have led to the loss of living and non-living natural resources in the ecosystem of these areas, which have changed their biological, chemical, and physical characteristics. The ever-increasing growth of the urban population in Iran, especially after 1976, has caused the balance between the urban networks and its natural pattern to be disrupted, which has reduced the quality and health of the ecological systems that the life of the city depends on. In this way, there have been many disturbances between the population and the resources, and it is necessary to pay attention to the planners and decision-makers regarding the most appropriate uses and basic methods of land use in land exploitation plans. Paying attention to the importance of the subject, in this research, considering the main criteria and indicators for evaluating the ecological potential, considering the natural limitations and capabilities, and applying the VIKOR decision-making model, the aptitude and ability of the lands of this Jajrood Watershed for development. We have evaluated the stability of population centers.

2- Materials and methods

Determining goals and putting forward strategies to achieve the desired goals are key elements in a planning process, and land evaluation and selection for various activities require a set of criteria and indicators. Therefore, in this study, effective criteria and indicators were determined in the first step of evaluating the ecological capacity of the watershed for urban and rural development. The Minister of Criteria formed the decision-making matrix, including criteria, after determining the suitable criteria for the region. After that, the team developed fuzzy membership functions to normalize the numerical values of each map. In order to evaluate the ecological potential in the Jajrud watershed, the team first collected all the information. Then, it categorized the layers needed to evaluate each user. The team first collected all the information, including the contour line, soil characteristics, land type, vegetation density, waterway lines, and major faults of the region, to evaluate the ecological potential in the Jajrud watershed. In the next step, Dr. Makhdoom's ecological model for Iran evaluated all the layers related to each use. After fuzzifying the numerical values of each map, the critic method determined appropriate weights for each criterion. Finally, by applying the VIKOR multi-criteria decision-making model, the desirability of each pixel of the region map for urban, rural, and industrial development was determined.

3- Discussion and results

By implementing the VIKOR model and using the obtained weights, the VIKOR index (Q) value was obtained for each option (pixels). Finally, by assigning Q values to each of the relevant points (options) and removing the restrictions of the area in terms of the distance from the fault and the major waterway, the last map of the ecological potential of the Jajrud watershed was obtained. One of the most critical factors in determining the feasibility of developing these uses is the possibility of water supply. Therefore, in the final stage, we investigated the amount of water that the surface and underground water sources of the region can supply after determining the desirability of the Jajrud watershed for urban, rural, and industrial use. These data were obtained from the water and sewage company in Tehran province.

4- Conclusion

Based on the total results obtained and considering the existing limitations in the region (water quantity, fault boundary, and river), we can conclude that Damavand and Lavasan campus cities offer suitable conditions and fewer ecological restrictions for future development.

5. Acknowledgement & Funding

The manuscript did not receive a grant from any organization.

6. Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

The authors declare no conflict of interest.



ارزیابی توان بوم‌شناختی به منظور توسعه پایدار سرزمینی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز جاجرود)

حسین حاتمی‌نژاد^۱✉، فاطمه محبی^۲، امیرحسین کاظم^۳

۱- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. hataminejad@ut.ac.ir

۲- گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. bmohebi85@ut.ac.ir

۳- گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد/ واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. amirhosseinkazem@gmail.com

چکیده:

هدف: رشد روزافزون جمعیت شهری در کشور ما باعث از بین رفتن تعادل بین شبکه‌های شهری و الگوهای طبیعی آنها شده است. این موضوع باعث کاهش کیفیت و سلامت سیستم‌های اکولوژیکی و عدم تعادل بین عوامل طبیعی و جمعیتی شده و لزوم توجه برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران به آماده‌سازی زمین و بارگذاری متناسب جمعیت و فعالیت‌ها با ظرفیت‌های طبیعی را آشکار می‌کند. بنابراین در این پژوهش هدف اصلی، تعیین پتانسیل‌های طبیعی حوضه آبخیز جاجرود جهت توسعه شهری، روستایی و صنعتی است.

روش و داده‌ها: در این تحقیق با استفاده از معیارها و شاخص‌های اصلی ارزیابی پتانسیل اکولوژیکی و در نظر گرفتن محدودیت‌ها، با به کارگیری مدل تصمیم‌گیری VIKOR، استعداد و توانایی اراضی حوزه آبخیز جاجرود برای توسعه پایدار مراکز جمعیتی مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا داده‌ها با توجه به اهداف و روش تحقیق گردآوری شد. سپس کلیه داده‌های جمع‌آوری شده شامل نقشه‌های ارتفاعی، نوع خاک، نوع زمین، پوشش گیاهی، آبراه‌ها و غسل‌های اصلی استخراج و برای ارزیابی در مراحل بعدی آماده شد. در نهایت میزان مطلوبیت هر پیکسل نقشه برای توسعه شهری، روستایی و صنعتی تعیین شد.

یافته‌ها: با توجه به مجموع نتایج به دست آمده از ارزیابی معیارهای بوم‌شناختی و سرانه آب منطقه و با در نظر داشتن محدودیت‌های موجود (کمیت آب، حریم غسل و رودخانه) می‌توان نتیجه گرفت شهرهای پردیس، بومهن، دماوند و لواسان جهت توسعه آبی شرایط مناسب‌تر و محدودیت کمتری را دارا هستند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از ارزیابی معیارهای طبیعی، نشان می‌دهد تعدادی از سکونتگاه‌های واقع در حوضه آبخیز جاجرود، در مناطق با ظرفیت محدود از لحاظ بوم‌شناختی واقع شده‌اند که لازم است نسبت به ایمن‌سازی و جلوگیری از توسعه فیزیکی آن‌ها اقدام شود.

نواوری: ارزیابی پتانسیل‌های زیست محیطی همراه با محدودیت‌ها و خطرات احتمالی آن در حوضه آبخیز جاجرود به عنوان یک منطقه رو به رشد با وضعیت خاص طبیعی، اقتصادی و ارتباطی موضوعی است که تا کنون مغفول مانده و از نوآوری‌های تحقیقات آبی محسوب می‌شود.

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شماره: ۱۶

دوره: ۵۹

صفحه: ۳۱-۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۶

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۱۱

کلیدواژه‌ها:

- توان بوم‌شناختی
- توسعه پایدار سرزمینی
- ارزیابی چندمعیاره
- حوضه آبخیز جاجرود

نحوه ارجاع به این مقاله:

حاتمی‌نژاد، حسین، محبی، فاطمه، کاظم، امیرحسین. (۱۴۰۴). ارزیابی توان بوم‌شناختی به منظور توسعه پایدار سرزمینی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز جاجرود). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۶(۵۹): ۳۱-۱۴.

doi: 10.22034/jargs.2023.422565.1068

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده(گان).



10.22034/jargs.2023.422565.1068

۱- مقدمه

رفاه و آسایش انسان به توان اکوسیستم‌هایی که از آن بهره‌مند می‌شوند بستگی دارد (Leman et al., 2015). شهرنشینی سریع به یکی از مشخصه‌های تعیین‌کننده پیشرفت اجتماعی بشر تبدیل شده است و محیط زیست کشورها با شدت گرفتن استفاده از زمین و تغییرات سریع کاربری زمین در معرض تهدید قرار گرفته است. در سال‌های اخیر، تغییرات آب و هوایی جهانی و افزایش فعالیت‌های توسعه زمین انسانی منجر به افزایش تأثیرات منفی اکوسیستم مانند: از دست دادن تنوع زیستی، آلودگی جدی محیط‌زیستی و از دست دادن منابع طبیعی شده است (Luo, F. et al., 2018; Li, Z. et al., 2020). عواملی از قبیل استخراج معادن و منابع هیدروکربنی، استخراج بی‌رویه منابع آب زیرزمینی، آلودگی آب‌های سطحی، فرسایش خاک، آلودگی هوا، تغییر کاربری اراضی طبیعی به کاربری‌های شهری و صنعتی، اثرات مخرب بر سیستم‌های طبیعی و انسانی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی داشته است (Xie et al., 2017; Trenouth & Gharabaghi, 2015).

روند اخیر توسعه شهری و تغییرات سریع کاربری اراضی طبیعی، منجر به از دست رفتن منابع طبیعی زنده از قبیل حیات گیاهی و جانوری و منابع غیر زنده همچون خاک و آب در اکوسیستم این مناطق شده و به طور فزاینده‌ای ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی آن‌ها را دچار تغییر کرده است (Deng et al., 2011; Qiu & Jones, 2013). برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و درخور، برنامه‌ریزی سرزمین که شالوده آن ارزیابی توان محیط زیست است، ضروری و اجتناب‌ناپذیر است (Makhdoom., 2012).

یکی از راه‌های دستیابی به اهداف پایداری در چارچوب برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، در نظر گرفتن جنبه‌های بوم‌شناختی در برنامه‌ریزی و ساماندهی کاربری زمین در راستای اهداف توسعه پایدار است.

پایداری در لغت به معنای تداوم یک حالت یا فعالیت است؛ اما از نظر توسعه، پایداری عبارت است از ایجاد و تداوم وضعیت اقتصادی و اجتماعی و محیطی سالم (Huang et al., 2015). توسعه پایدار بر اساس رابطه انسان و محیط و وضعیت اقتصادی و اجتماعی و محیطی سالم سه رکن اصلی شکوفایی اقتصادی، برابری اجتماعی و پایداری محیط طبیعی تعریف شده است. در گذشته به پایداری شرایط اجتماعی به‌ویژه اقتصاد توجه بیشتری می‌شد. اما اکنون روشن شده است که در مرحله اول باید در مسیر پایداری محیط طبیعی قدم برداشت. منظور از پایداری محیط طبیعی این است که میزان بهره‌برداری از منابع محیط کمتر از ظرفیت آن باشد و ورود آلاینده‌ها به محیط هم بیشتر از قدرت جذب محیط نباشد (Evers, 2018).

دیدگاه آمایش، ناظر بر بهترین و مطلوب‌ترین بهره‌برداری از قابلیت و توانایی‌های سرزمین است به گونه‌ای که با کمترین میزان تخریب همراه باشد. رعایت قابلیت و استعداد زمین و منابع موجود در آن با کاربردهای متفاوت در برنامه‌ریزی آمایش سرزمین و منابع موجود در آن با کاربردهای متفاوت در برنامه‌ریزی آمایش سرزمین به عنوان نقطه تلاقی و وحدت دو دیدگاه اقتصادی و محیطی حاکم بر فعالیت‌های انسانی عصر حاضر به شمار می‌آید که همان راهبرد توسعه پایدار و بدون تخریب است.

طی نیم قرن اخیر، به دنبال گسترش شهرنشینی، چهره زمین در سراسر جهان تغییرات قابل توجهی داشته است (Pickett et al., 2011). برنامه‌ریزی جهت دستیابی به توسعه پایدار با استفاده از ارزیابی توان بوم‌شناختی به منظور انتخاب مکان‌های مطلوب برای توسعه، رویکرد جدیدی است که امروزه مورد توجه برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای قرار گرفته و عاملی مهم برای دستیابی به این امر محسوب می‌شود (Sattarzadeh et al., 2022). علی‌رغم نقش مهم و در بسیاری از کشورها به ویژه در کشورهای در حال توسعه، بدون در نظر داشتن نقش مهم و حیاتی اکوسیستم‌های طبیعی و کارکردهای آن، این اکوسیستم‌ها در شرایط نامطلوبی به سر برده و سیر تنزل را طی می‌کنند. دلیل اصلی این پدیده را می‌توان عدم شناخت جایگاه و کارکردهای مهم این اکوسیستم‌ها، تصمیمات نابخردانه در خلأ آینده‌نگری در بهره‌برداری ناپایدار از آن‌ها از دانست (Zare Chahouki & Sanaei., 2016).

قبل از هرگونه مداخله در اراضی یک منطقه، باید توان بوم‌شناختی آن سرزمین به منظور استقرار کاربری‌های مناسب ارزیابی شود تا بر اساس قابلیت‌ها و استعدادهای بالقوه‌ی هر یک از واحدهای سرزمین و با مدنظر قرار دادن نیازهای اقتصادی و اجتماعی، توسعه مناسب بررسی شود. در این رابطه تعیین نیازمندی‌های هریک از انواع کاربری‌ها با مشخصات و کیفیت موجود در هر یک از واحدهای اراضی لازم است که این امر با مدل‌های توان بوم‌شناختی به دست می‌آید (Hataminejad et al., 2011).

مفهومی تحت عنوان ارزیابی توان‌های طبیعی (بوم‌شناختی) اصطلاحی است که به برآورد حد استفاده مطلوب انسان از سرزمین برای کاربری‌های مختلف منتهی می‌شود، به طوری که به منابع طبیعی موجود فشار وارد نشود. بر این اساس توان بوم‌شناختی را توان بالقوه سرزمین در رابطه با قابلیت‌های بوم‌شناختی آن برای توسعه تلقی کرد. در بیان دیگر این مفهوم به فرآیندی اطلاق می‌شود

که هدف آن تنظیم ارتباط انسان و محیط و دستیابی به توسعه‌ای همه جانبه بدون از دست دادن منابع محیطی ارزشمند و تجدیدنپذیر، در جهت دستیابی به توسعه‌ای پایدار بوده به گونه‌ای که برنامه‌های توسعه را همگام با طبیعت و خصوصیات بوم‌شناختی آن، تنظیم نماید.

رشد روز افزون جمعیت شهری در کشور ما، به خصوص بعد از سال ۱۳۵۵، سبب به هم خوردن توازن یا تعادل بین شبکه‌های شهری و الگوی طبیعی آن شده و شبکه‌های شهری بر شبکه‌های بوم‌شناختی آسیب‌پذیر تسلط یافته‌اند. این امر موجب کاهش کیفیت و سلامت سیستم‌های بوم‌شناختی که حیات شهر به آن‌ها وابسته است، شده است (Sotoudeh., 2008).

با این وصف و با توجه به روند رو به رشد جمعیت در سال‌های اخیر، می‌توان بر هم خوردن تعادل و توازن مابین جمعیت و منابع طبیعی را به عنوان مهم‌ترین عامل در بارگذاری جمعیت و فعالیت در برنامه‌های توسعه در قالب کاربری‌های مختلف، دانست و با آگاهی از میزان مطلوبیت و توانایی‌های مناطق جهت توسعه کاربری‌های مختلف، به اهداف آمایش سرزمین نزدیک‌تر شد. یکی از مناطقی که در سال‌های اخیر به دلیل سهولت دسترسی به شهر تهران، موقعیت جغرافیایی ویژه و آب و هوای مطلوب مورد توجه توسعه‌گران شهری، گردشگران و اقشار مختلف به خصوص طبقه مرفه تهران جهت گذران اوقات فراغت و تفریح قرار گرفته است، حوضه آبخیز جاجرود است. وجود رودخانه جاجرود که یکی از مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آب سد لتیان به حساب می‌آید در کنار توسعه روز افزون مراکز جمعیتی جدید از قبیل شهر جدید پردیس، مراکز تفریحی و اقامتی ویژه گردشگران در این منطقه در سال‌های اخیر، اهمیت و ضرورت ارزیابی توان بوم‌شناختی جهت توسعه شهری، روستایی در حوضه آبخیز جاجرود، را روشن می‌کند.

با توجه به این‌که همواره بیان پیشینه‌ای از مطالعات انجام شده در راستای موضوع مورد تحقیق، به محقق کمک می‌کند تا بداند موضوع مورد مطالعه چگونه و طی چه روندی به مساله مورد دغدغه جامعه تبدیل شده است، در ادامه به بیان مختصری از روش‌ها و نتایج پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با موضوع مورد بررسی پرداخته خواهد شد:

تاکنون روش‌های مختلفی جهت ارزیابی‌های بوم‌شناختی پیشنهاد شده که روش ابداعی توسط مک هارگ (مخدوم) یکی از پرکاربردترین آن‌ها به خصوص در ایران است که در آن با تلفیق نقشه ویژگی‌های فیزیکی منطقه، اقدام به ارزیابی مناطق تحت تأثیر و میزان تأثیر آن می‌شود.

در این راستا حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲)، به ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان بوم‌شناختی در استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد در عرصه‌های کشت زراعت دیم، کاربری وضع موجود مغایر با توان بوم‌شناختی است. همچنین از کل کاربری‌های مربوط به زراعت آبی ۶/۷۷ درصد جزء اراضی حفاظتی است (Hataminejad et al., 2011).

پورخباز و همکاران به بررسی توان بوم‌شناختی منطقه خائیز بهبهان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط GIS پرداختند که نتایج نشان‌دهنده تناسب تنها ۳ درصد از منطقه برای کاربری کشاورزی است (Pourkhabaz et al. 2013). ترکمانی و همکاران، در پژوهشی با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، اقدام به پهنه‌بندی شهرستان میانه به لحاظ توان بوم‌شناختی نموده‌اند و در یک نتیجه‌گیری کلی اذعان داشتند که در شهرستان میانه از نظر پتانسیل اکوتوریسم، تفاوت قابل توجهی بین بخش‌ها و مناطق مختلف آن وجود دارد (Turkmani et al., 2017).

رفیعیان و محمودی، به ارزیابی توان بوم‌شناختی برای تعیین پهنه‌های کاربری اراضی در مناطق حساس محیط زیستی شهر طالقان اقدام نمودند که نتایج به دست آمده حاکی از این است که در حال حاضر بیشترین وسعت محدوده مورد مطالعه را کاربری مرتع و سپس کاربری کشاورزی تشکیل می‌دهد و شهرک طالقان و روستاهای منطقه از نظر توان بوم‌شناختی در محدوده توان مناسب درجه ۷ برای توسعه شهری قرار گرفته است (Rafiyan & Mahmoudi., 2021).

محرابی و همکاران، به ارزیابی توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز کبگیان شهرستان بویراحمد برای آبی‌ری پروری پرداختند و نتیجه گرفتند که از وسعت تقریبی ۱۹۲ هکتاری منطقه مورد مطالعه، ۷/۷۸ هکتار و به طور غالب در حاشیه روستای بطاری، از قابلیت قابل قبول برای توسعه صنعت آبی‌ری پروری برخوردار بوده است (Mehrabi et al., 2022).

پنگ و همکاران، در پژوهشی به بررسی معیارهای زیست محیطی در تعدادی از شهرهای کشور چین پرداختند. آن‌ها اقدام به ارزیابی توان زیست محیطی با استفاده از روش AHP و GIS جهت کاربری دامداری کرده و چنین نتیجه گرفتند که این مناطق تناسب بسیار زیادی جهت توسعه این کاربری دارد (Peng et al., 2014).

ژو و همکاران به مدل سازی رشد شهری با توجه به توان اکولوژیکی اراضی شهر شان ژو شین توجه کردند. نتایج نشان دهنده آن بود که مدل ارائه شده اختلاف فضایی را بین گسترش شهرها و حفاظت از اراضی محیط زیستی کاهش می دهد و به برنامه ریزی شهری معقول تر کمک می کند (Xu, L et al., 2018).

ژائو و همکاران با مطالعه پاسخ کیفیت محیط زیستی، ساختار کاربری زمین را در منطقه تایون در مرکز چین بین سال های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸ ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که بین این سال ها کیفیت اکولوژیکی ساختار کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه بهبود یافته و همچنین امیدهای جدیدی را برای ارزیابی با کیفیت تر و نیز تدوین سیاست های محیط زیستی بهتر را در منطقه تایون برانگیخته است (Zhao et al., 2021).

یانگ و همکاران، در پژوهشی به بررسی محدودیت های بوم شناختی در مرزهای رشد شهری و نواحی حساس اطراف رودخانه زردعلیا در چین پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که طرح هایی که صرفاً به توسعه شهری اهمیت می دهد، تاثیر منفی در حفاظت از منابع طبیعی پایدار و پایداری بوم شناختی به ویژه در مناطق حساس طبیعی خواهد داشت (Yang et al., 2021).

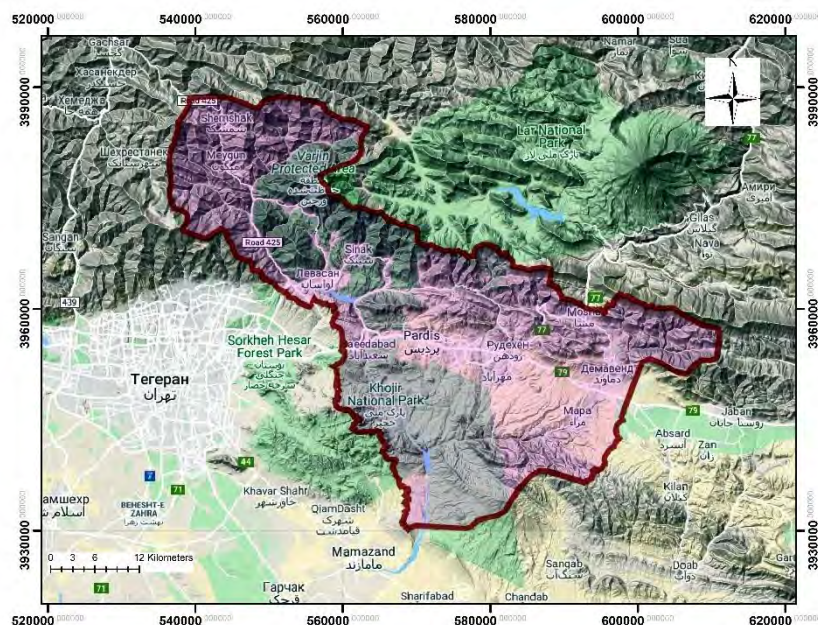
با بررسی پیشینه پژوهش می توان اظهار داشت علی رغم اهمیت مطالعات ارزیابی توان بوم شناختی در برنامه ریزی آمایش سرزمین، بررسی توان محیطی در کنار محدودیت ها و مخاطرات احتمالی آن، در حوضه آبخیز جاجرود به عنوان منطقه ای رو به رشد و توسعه با موقعیت ویژه طبیعی، اقتصادی و ارتباطی، موضوعی است که به عنوان خلأ مطالعاتی بزرگ به چشم می خورد. از این رو با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش با در نظر گرفتن معیارها و شاخص های اصلی ارزیابی توان بوم شناختی، با در نظر گرفتن محدودیت ها و قابلیت های طبیعی و با به کارگیری مدل تصمیم گیری ویکور^۱، استعداد و توانایی اراضی این حوضه آبخیز جهت توسعه پایدار مراکز جمعیتی به بررسی گذاشته خواهد شد:

در پژوهش پیش رو، هدف اصلی، تعیین پتانسیل های طبیعی حوضه آبخیز جاجرود جهت توسعه شهری، روستایی و صنعتی است که در ذیل آن اهداف کاربردی از قبیل: ارائه چهارچوبی انتظام یافته از مؤلفه ها و اصول ارزیابی توان بوم شناختی جهت تعیین بهینه کاربری ها در حوضه آبخیز جاجرود به پژوهشگران و سازمان های مسئول، توجه به عوامل موثر در مکان یابی بهینه کاربری ها در برنامه های آتی توسعه منطقه، کمک به توسعه عناصر و اجزای تشکیل دهنده حوضه آبخیز جاجرود به ویژه توان ها و جاذبه های موجود در منطقه و در نهایت کمک به توسعه متوازن و پایدار در چارچوب اهداف آمایش سرزمین است.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز جاجرود در شمال شرقی استان تهران واقع شده است. حوضه آبخیز جاجرود با مساحتی ۱۸۹۰ کیلومتر مربع از مناطق حفاظت شده سازمان حفاظت محیط زیست بوده که در دامنه جنوبی سلسله جبال البرز مرکزی قرار گرفته است. از مساحت فوق حدود ۷۱۰ کیلومتر مربع در بالا دست سد لتیان و ۱۱۸۰ کیلومتر مربع در پایین دست سد لتیان است. رودخانه جاجرود به عنوان یکی از اصلی ترین رودخانه تغذیه کننده سد لتیان و از رودهای مهم و حیاتی استان تهران است که از ارتفاعات خرسنگ، جانستون، سرکچال، دیزین، آهار، شکرآب، گرمابدره و چندین ارتفاع ها دیگر و چشمه متعدد سرچشمه گرفته و از به هم پیوستن رودهای فشم، اوشان، لوارک، افجه و کندرود شاخه اصلی جاجرود را تشکیل می دهد. شاخه اصلی جاجرود به طول ۴۰ کیلومتر است و رودخانه در انتها در محل سرخه حصار در جنوب شرقی تهران تقسیم و به مصرف آبیاری دشت ورامین می رسد. میانگین بارندگی در بخش های جنوبی حدود ۲۰۰ و در ارتفاعات شمالی حدود ۸۰۰ میلیمتر است (Amonia et al., 2018). شکل ۱ محدوده حوضه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

۲-۲- روش پژوهش

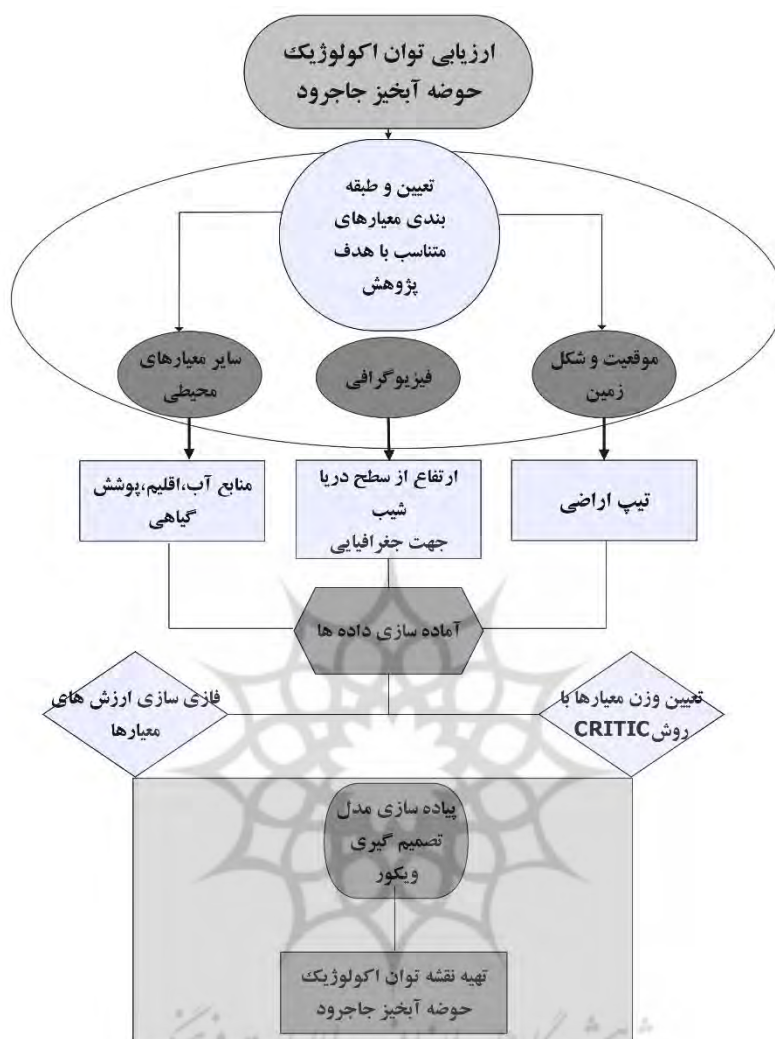
با توجه به موضوع، ماهیت و ضرورت تحقیق و سوالات تدوین شده، روش تحقیق از نوع توصیفی - تحلیلی است و ماهیت کاربردی دارد. در مرحله شناخت، از اطلاعات و نقشه‌های موجود در آرشیوها، کتابخانه‌ها و مراکز سازمان‌های اداری مرتبط با موضوع استفاده خواهد شد.

در راستای انجام فرآیند ارزیابی، نخست تمامی اطلاعات ضروری جمع‌آوری و لایه‌های مورد نیاز برای ارزیابی هر کاربری دسته‌بندی شد. به همین منظور نخست با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری، اقدام به تهیه مدل ارتفاعی منطقه نموده تا در گام بعد با استفاده از آن، نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب و جهات شیب منطقه استخراج شود. در مرحله بعد با استفاده از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه‌های مربوط به تیپ اراضی، خاکشناسی و گسل تهیه شد. جهت تهیه نقشه بارش و درجه حرارت منطقه نیز از داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی و اقلیم‌شناسی سازمان هواشناسی استفاده شد. در نهایت محدوده‌های شهری، روستایی و پوشش گیاهی منطقه با بهره‌گیری از تصاویر گوگل و سامانه Open Street Map در نقشه مشخص شدند.

در ادامه مسیر ارزیابی توان بوم‌شناختی، بر اساس مدل بوم‌شناختی تعریف شده توسط دکتر مخدوم (Makhdoom., 2012) برای ایران، تمامی لایه‌های مربوط به هر کاربری مورد ارزیابی قرار گرفت. با ساختن تابع عضویت فازی به مقادیر موجود در هر لایه بر اساس میزان مطلوبیت تعریف شده در مدل مذکور، ارزش عددی بین صفر تا ۱ اختصاص پیدا کرد.

بعد از مرحله نرمال‌سازی، وزن‌دهی به هر کدام از لایه‌های مورد ارزیابی از طریق روش کریتیک^۱ انجام شد. روش کریتیک یک روش وزن‌دهی به معیارها بر اساس همبستگی و انحراف معیار داده‌های ماتریس تصمیم است و از روش نرمال‌سازی خطی استفاده می‌کند (Habibi & Afridi., 2022). سپس با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره VIKOR و وزن‌های به دست آمده، مقدار شاخص ویکور (Q) در نرم‌افزار Excel محاسبه و در نرم‌افزار ARCGIS به هر کدام از نقاط (گزینه‌های) واقع در نقشه، اختصاص یافت تا نقشه نهایی توان بوم‌شناختی توسعه شهری و روستایی و صنعتی در حوضه آبخیز جاجرود به دست آید. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور، روشی است مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره که مسائلی با معیارهای نامتناسب و ناسازگار را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (Atai., 2009).

در نهایت پس از اختصاص مقادیر Q به هر کدام از نقاط (گزینه‌های) مربوطه و حذف محدودیت‌های منطقه از لحاظ فاصله از گسل و آبراهه اصلی، نقشه نهایی توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز جاجرود تهیه شد. شکل ۲ مراحل انجام پژوهش را نشان می‌دهد:



شکل ۲. مراحل انجام پژوهش

▪ مدل تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور

آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ (MCDM)، به روشی از مجموعه‌ای از تکنیک‌های تصمیم‌گیری که در برگرنده مجموعه عوامل کمی و کیفی است، اطلاق می‌شود. در این روش نظرات و اهداف مختلف تصمیم‌گیران متعدد به طور واضح ترکیب شده و به تصمیم‌گیران اجازه داده می‌شود تا مشاهدات، معیارها و میزان اهمیت هر یک از آن‌ها را رتبه‌بندی نموده و با وجود نظرات ناسازگار و مخالف، ناسازگاری‌ها را نیز برطرف نماید (Mozafari & Karimi., 2019).

روش ویکور یک تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل یک مساله تصمیم‌گیری با معیارهای نامناسب و واحدهای اندازه‌گیری مختلف و متعارض است که بر تمرکز بر رتبه‌بندی و انتخاب از بین یک مجموعه راه کار در مساله‌ای با داشتن معیارهای مخالف هدف‌گذاری شده است. نتایج نشان داده شده در روش ویکور لیست رتبه‌بندی توافقی به اضافه یک یا چند راه حل توافقی است (Atai., 2009).

▪ مدل بوم‌شناختی توسعه شهری، روستایی و صنعتی

توسعه بی‌ملاحظه شهری، روستایی، صنعتی در عرصه‌های سرزمینی، مولد واکنش‌های محیط زیستی عرصه‌های طبیعی از جمله اصلاح و تغییر مسیر آبراهه‌های طبیعی، فرسایش خاک، آلودگی محیط زیست و بروز مخاطرات طبیعی از جمله زمین لغزش و سیل خواهد بود. از این رو ارزیابی واکنش‌های احتمالی طبیعت پس از چنین توسعه‌ای ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به این موضوع که نیازمندی‌های زیست محیطی، برای توسعه مناطق شهری، روستایی و صنعتی تقریباً مشابه است، مدل بوم‌شناختی پیشنهاد شده توسط دکتر مخدوم، برای هر سه کاربری به صورت یکجا ارائه شده است. بر این اساس در این مدل، فاکتورهای شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهات جغرافیایی، تیپ اراضی، خاک، کمیت منابع آب و تراکم پوشش گیاهی برای پی بردن به درجه مطلوبیت منطقه برای این کاربری در نظر گرفته می‌شود. جدول ۱ معیارها، زیرمعیارها و نحوه طبقه‌بندی در فرآیند ارزیابی مدل برای کاربری توسعه شهری و روستایی و صنعتی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. معیارها، زیرمعیارها و نحوه طبقه‌بندی در فرآیند ارزیابی مدل برای کاربری توسعه شهری و روستایی و صنعتی (Makhdom, 2013)

معیار	زیر معیار	طبقه‌بندی لایه		
		طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳
توپوگرافی	درجه شیب	تا ۶	۶-۹	بیش از ۹
	ارتفاع (متر)	۴۰۰-۱۲۰۰	۱۲۰۰-۱۸۰۰ و ۴۰۰	بیش از ۱۸۰۰
	جهت	جنوبی	غربی-شرقی	شمالی
خاک	بافت خاک	لومی، لومی-رسی	شنی، شنی-لومی، لومی کم عمق	شنی، رسی
اقلیم	بارندگی (میلی متردرسال)	۵۰۰-۸۰۰	هر اقلیم و آب و هوا	نامناسب
	درجه حرارت	۱۸-۲۴	هر اقلیم و آب و هوا	نامناسب
تیپ اراضی	موقعیت و شکل زمین	میان بندها	دشت و شبه دشت	دره و موقعیت‌های کاسه مانند
پوشش گیاهی	تراکم پوشش گیاهی	کمتر از ۳۰ درصد	۳۰-۶۰ درصد	بیش از ۶۰ درصد
زلزله‌خیزی	حریم گسل اصلی	بیشتر از ۱۱۰۰ متر	۵۰۰-۱۱۰۰ متر	کمتر از ۵۰۰ متر
سیل‌خیزی	حریم رودخانه اصلی	بیشتر از ۱۰۰۰ متر	۱۵۰-۱۰۰۰ متر	کمتر از ۱۵۰ متر

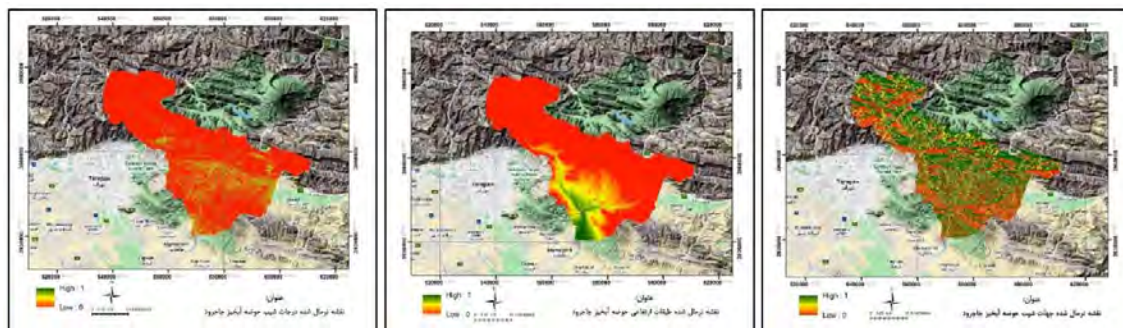
۳- یافته‌ها

تعیین اهداف و پیش رو قرار دادن راهبردهای مناسب جهت رسیدن به اهداف مورد نظر عناصر کلیدی در یک فرآیند برنامه‌ریزی هستند و ارزیابی و گزینش سرزمین برای فعالیت‌های مختلف به مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌ها نیاز دارد. بنابراین در این مطالعه در اولین گام معیارها و شاخص‌های موثر در ارزیابی توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز برای توسعه شهری و روستایی مشخص شدند. پس از تعیین معیارهای متناسب با منطقه، ماتریس تصمیم‌گیری شامل معیارها و زیر معیارها تشکیل شد. پس از آن اقدام به نرمال‌سازی ارزش‌های عددی هر کدام از نقشه‌ها با تشکیل توابع عضویت فازی، شد. جدول ۲، وزن معیارهای به دست آمده از روش Critic را نشان می‌دهد.

جدول ۲. وزن معیارهای مورد ارزیابی در تعیین توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز جاجرد

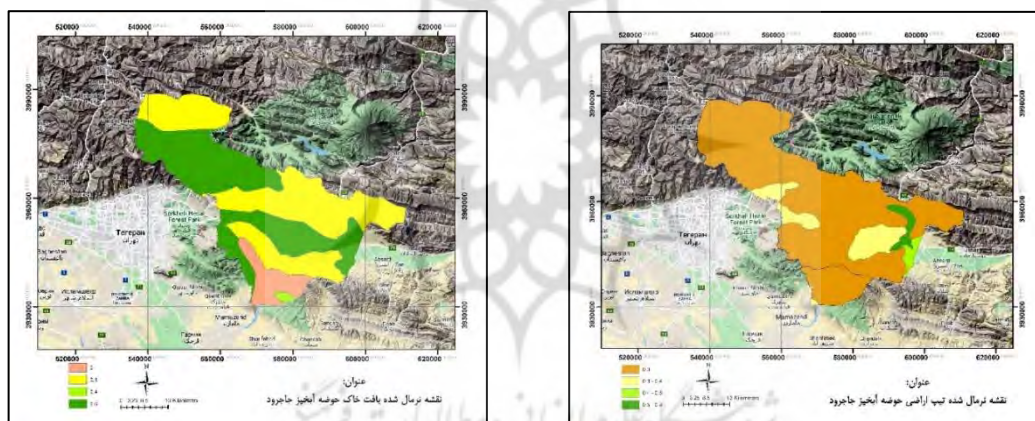
معیار	ارتفاع	شیب	جهت شیب	میانگین بارش	درجه حرارت	بافت خاک	تیپ اراضی	تراکم پوشش گیاهی
وزن	۰/۱۸۲	۰/۱۴۹	۰/۱۴۸	۰/۱۴۲	۰/۱۱۱	۰/۱۴۱	۰/۰۵	۰/۰۷۳

توپوگرافی یکی از عوامل مهم جغرافیایی در اکوسیستم مناطق به حساب می‌آید، که بر ویژگی‌های اقلیم و سایر عناصر جغرافیایی اثر گذاشته و ارتباطی تنگاتنگ با تنوع چشم‌اندازها در مقیاس‌های مختلف دارد. در این ارتباط، با استفاده از داده‌های منحنی میزان منطقه، نقشه‌های طبقات ارتفاعی، درجات شیب و جهات شیب استخراج و با استفاده از تابع عضویت فازی، نرمال شد. شکل ۳، نقشه‌ی نرمال شده مربوط به معیار ارتفاع از سطح دریا، درجات و جهات شیب منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



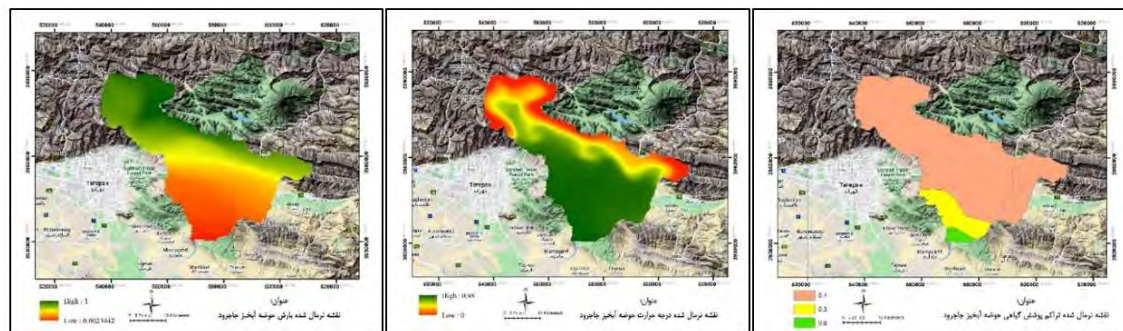
شکل ۳. نقشه نرمال شده معیارهای توپوگرافی

در منطقه مورد مطالعه تیپ اراضی شامل کوه، تپه، فلات و تراس و دشت دامنه‌ای تشخیص داده شد. همچنین با ارزیابی وضعیت خاک‌شناسی در حوضه آبخیز جاجرود، سه رده اصلی انتی سول، اینسپتی سول و اریدوسول شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل ۴، نقشه نرمال شده مربوط به معیارهای خاک و تیپ اراضی منطقه را نشان می‌دهد.



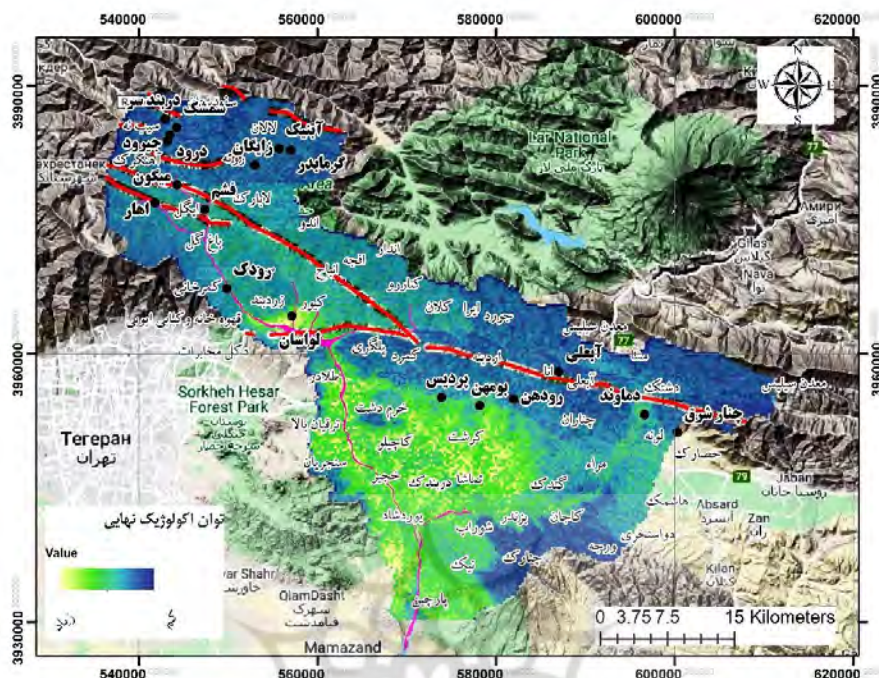
شکل ۴. نقشه نرمال شده معیارهای خاک و تیپ اراضی

در ادامه و با بررسی تراکم پوشش گیاهی، نقشه تراکم پوشش گیاهی با انواع پوشش مراتع مرغوب، مراتع متوسط، اراضی کشاورزی و پوشش‌های گیاهی ویژه دشت‌های شور و سیلابی ارزش‌دهی و نرمال‌سازی شد. همچنین بر اساس داده‌های خطوط هم‌بارش و هم‌دمای منطقه، نسبت به تهیه نقشه هم‌دمای و هم‌بارش اقدام شد. شکل ۵، نقشه نرمال شده تراکم پوشش گیاهی، هم‌دمای و هم‌بارش منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۵. نقشه نرمال شده تراکم پوشش گیاهی، بارش و درجه حرارت منطقه

با پیاده‌سازی مدل VIKOR و به کارگیری وزن‌های به دست آمده، مقدار شاخص ویکور (Q) برای هر کدام از گزینه‌ها (پیکسل‌ها) به دست آمد. در نهایت با اختصاص مقادیر Q به هر کدام از نقاط (گزینه‌های) مربوطه، و حذف محدودیت‌های منطقه از لحاظ حفظ حریم گسل و آبراهه اصلی، نقشه نهایی توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز جاجرود به دست آمد (شکل ۶).



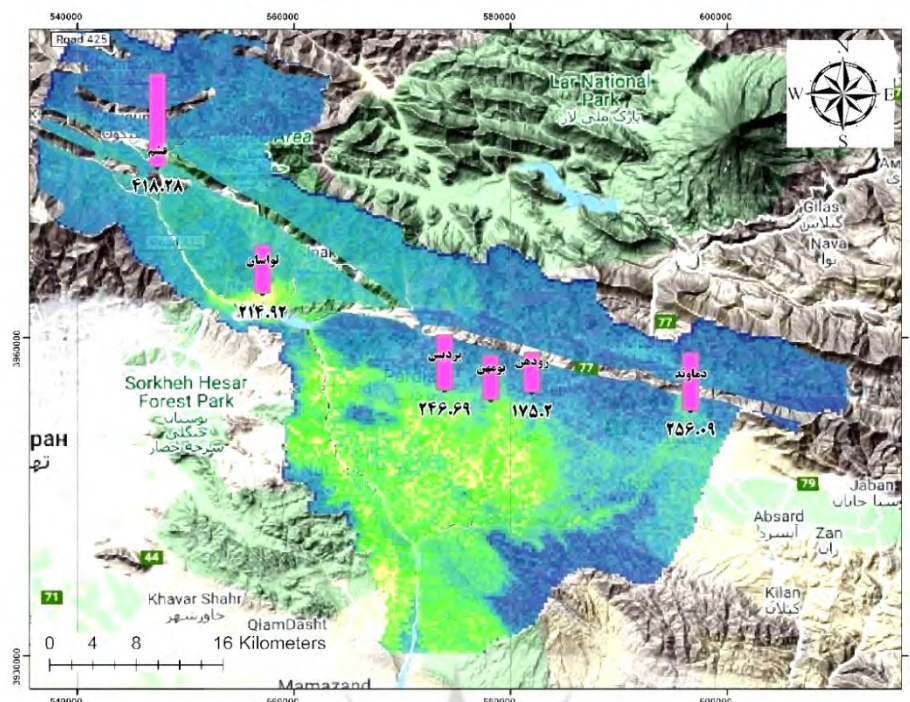
شکل ۶. نقشه توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز جاجرود

پس از تعیین میزان مطلوبیت حوضه آبخیز جاجرود جهت گسترش کاربری شهری و روستایی و صنعتی، با توجه به این‌که یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین امکان‌پذیری توسعه این کاربری‌ها، امکان تأمین آب است، نسبت به بررسی کمیت آب قابل تأمین از منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه، که از داده‌های شرکت آب و فاضلاب منطقه به دست آمده بود، اقدام شد. جدول ۳، کمیت آب قابل تأمین برای هر نفر در روز با استفاده از مجموع منابع آب قابل استحصال در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰، را نشان می‌دهد.

جدول ۳. توان تأمین آب شهرهای حوضه آبخیز جاجرود (ماخذ: داده‌های سازمان آب و فاضلاب استان تهران، ۱۴۰۱)

شهر	ظرفیت آبدی کل منابع در مدار (لیتر/روز)	جمعیت	سرانه (نفر، لیتر، روز)
دماوند	۱۲۳۹۰۰۰۰	۴۸۳۸۰	۲۵۶/۰۹
رودهن	۴۹۹۹۰۰۰	۲۸۵۳۳	۱۷۵/۲
لواسان	۳۹۰۰۰۰۰	۱۸۱۴۶	۲۱۴/۹۲
فشم	۲۹۰۵۰۰۰	۶۹۴۵	۴۱۸/۲۸
پردیس	۳۷۵۹۶۰۰۰	۱۵۲۳۹۷	۲۴۶/۶۹
بومهن	۱۵۷۰۰۰۰۰	۷۹۰۳۴	۱۹۸/۶۴

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۳، بیشترین سرانه تأمین آب متعلق به شهر فشم با ۴۱۸/۲۸ لیتر آب در روز برای هر نفر، و کمترین آن مربوط به شهر رودهن با سرانه ۱۷۵/۲ لیتر آب در روز برای هر نفر است. شکل ۷، میزان توان تأمین آب شرب در شهرهای مختلف حوضه جاجرود را برای هر نفر در روز، نشان می‌دهد.



شکل ۷. توان تأمین آب شرب در شهرهای حوضه آبخیز جاجرود

با مشاهده و بررسی نقشه نهایی به دست آمده از ارزیابی توان طبیعی، می‌توان چنین بیان کرد که در مناطق جنوبی حوضه آبخیز جاجرود برآیند شرایط طبیعی، مطلوبیت بیشتری جهت توسعه شهری، روستایی و صنعتی، فراهم می‌کند، اما از آنجا که سنجش توان‌های محیطی در کنار توجه به خطرات و محدودیت‌های احتمالی، منطقی‌ترین راه جهت بهینه‌سازی فرآیند ارزیابی توان بوم‌شناختی است، پس از انجام فرآیند ارزیابی، عوامل خطر ساز طبیعی به عنوان عامل محدودکننده توسعه شهری و روستایی، به بررسی گذاشته شد. در میان عوامل شناخته شده، گسل مشاء-فشم و رودخانه جاجرود به عنوان گسل و رودخانه اصلی، مهم‌ترین عوامل محدودیت‌زا در رشد و توسعه مراکز شهری، روستایی و صنعتی شناخته شدند که این امر لزوم رعایت حریم امن در ساخت و سازهای شهری و توسعه منطقه‌ای را بیش از پیش نمایان می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده از تلفیق نقشه‌های توان طبیعی اراضی منطقه، محدودیت حریم گسل و آبراهه اصلی و با امکان‌سنجی تأمین آب شرب برای نقاط شهری، می‌توان چنین بیان کرد که از بین مراکز جمعیتی اصلی محدوده مطالعاتی، شهر لواسان علی‌رغم توان مطلوب بوم‌شناختی، به دلیل قرارگیری در حریم رودخانه جاجرود، دارای محدودیت توسعه فیزیکی بوده و لازم است از ساخت و ساز در حریم رودخانه و مناطق پرخطر اطراف آن جلوگیری به عمل آید. همچنین شهر فشم که از دیرباز به عنوان منطقه بیلاقی و دارای جاذبه‌های طبیعی فراوان بوده است، به دلیل محدودیت‌های طبیعی از جمله شرایط توپوگرافی نامناسب مانند ارتفاع و شیب زیاد، دارای توان طبیعی کمی جهت توسعه مراکز شهری و روستایی در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این استقرار این شهر و مراکز سکونتگاهی پراکنده اطراف آن در حریم گسل مهمی همچون گسل مشاء فشم، با توان ایجاد زمین لرزه‌های بالای ۷ ریشتر، و همچنین عبور روخانه دائمی جاجرود از میان آن، به عنوان محدودیت بزرگی جهت توسعه این مراکز شهری و روستایی به حساب می‌آید. در سوی دیگر ارزیابی مجموع قابلیت‌های طبیعی، محدودیت‌های موجود و توان تأمین آب شرب، نشان می‌دهد که شهرهای پردیس، بومهن و دماوند علاوه بر این که مکان‌گزینی مناسبی داشته‌اند، توان توسعه فیزیکی و جمعیت‌پذیری در آینده را نیز متناسب با امکانات و نیاز منطقه را دارا هستند.

با مقایسه یافته‌های پژوهش با سایر پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه ارزیابی‌های توان بوم‌شناختی از جمله مطالعه، ترکمانی و همکاران، رفیعیان و همکاران و همچنین با مطالعه انجام شده توسط پنگ و همکاران و آکینچی و همکاران می‌توان چنین اظهار داشت که کاربست مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، در کنار به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی، جهت ارزیابی توان بوم‌شناختی، ابزاری قدرتمند جهت تصمیم‌گیری و ارزیابی توان بوم‌شناختی به حساب می‌آید و به انجام ارزیابی معقول‌تر جهت بهبود کیفیت بوم

شناختی ساختارهای کاربری اراضی و دستیابی به توسعه متوازن و پایدار سرزمینی به ویژه در مناطق حساس اکولوژیک منجر خواهد شد (Turkmani et al., 2017; Rafiyan et al., 2021; Peng et al., 2014; Akıncı et al., 2013).

۴- بحث و نتیجه‌گیری

منطقه آبخیز جاجرو، به عنوان یکی از مناطق مهم و دارای اهمیت راهبردی اقتصادی و گردشگری، شناخته شده که توسعه و رشد سکونتگاه‌های آن از گذشته تاکنون، با عوامل متعددی از جمله جاذبه‌های طبیعی و گردشگری، شرایط آب و هوایی، راه‌های ارتباطی و موقعیت جغرافیایی مرتبط بوده است. با ارزیابی شرایط طبیعی حاکم بر این منطقه سعی بر آن بود تا با بیان توان بوم‌شناختی این حوضه، در راستای بهره‌مندی از توسعه پایدار و درخور این منطقه کمکی شایان به تصمیم‌گیران و مدیران صورت گیرد. همانند بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته، مراحل مختلف انجام این پژوهش نیز با مشکلات متعدد مواجه بوده است. از جمله: عدم دسترسی به برخی از داده‌های مورد نیاز یا هزینه گزاف دسترسی به آن و به روز نبودن و عدم هماهنگی مدل ارزیابی بوم‌شناختی با برخی شرایط طبیعی منطقه. در این پژوهش علی‌رغم مشکلات، تلاش شد تا داده‌های مربوط به عوامل مهم و تأثیرگذار اصلی با دقت بالا جمع‌آوری و در ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند. با انجام بررسی‌های میدانی و مشاهده تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های اخیر، می‌توان ادعا کرد داده‌های مورد ارزیابی از دقت بالایی برخوردار بوده و نتایج حاصل از پیاده‌سازی مدل و ارزیابی توان بوم‌شناختی نتایج قابل اتکایی ارائه داده‌اند.

نتایج حاصل از ارزیابی معیارهای طبیعی، نشان می‌دهد تعدادی از سکونتگاه‌های واقع در حوضه آبخیز جاجرو، در مناطق با ظرفیت پایین بوم‌شناختی واقع شده‌اند. عدم هماهنگی شرایط توپوگرافی (شیب، جهات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا)، نزدیکی به گسل و آبراهه اصلی، موضوعی است که با مشاهدات میدانی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای قابل صحت‌سنجی است. از جمله موارد عدم هماهنگی توسعه با ظرفیت‌ها و توان طبیعی سرزمین، می‌توان به محدوده شمال شرقی حوضه اشاره کرد، که علی‌رغم برخورداری از شرایط توپوگرافی و خاک‌شناسی نامطلوب و فاصله نایمن از گسل و آبراهه اصلی، شاهد برپایی و گسترش روزافزون سکونتگاه‌های شهری و روستایی در آن هستیم که با اهداف آمایش سرزمین در تضاد بود و می‌تواند در مواقع بروز بحران، حیات ساکنان این مناطق را با خطر جدی مواجه کند. در مقابل محل استقرار شهرهای بومهن، دماوند و پردیس به لحاظ شرایط طبیعی از جمله توپوگرافی، خاک‌شناسی و فاصله از گسل و آبراهه اصلی به عنوان هسته‌های سکونتگاهی دارای توان و ظرفیت مطلوب شناخته شدند.

با توجه به ضرورت ارزیابی توان بوم‌شناختی در برنامه‌ریزی آمایش سرزمین و با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود در راستای نیل به اهداف توسعه پایدار و دستیابی به توسعه متوازن سرزمینی، در وهله اول سیاست‌های جمعیت‌پذیری و جذب سرریز جمعیت شهر تهران در هسته‌های سکونتگاهی کم خطر و دارای پتانسیل بالای طبیعی، از جمله شهرهای بومهن، پردیس، دماوند و لواسان اعمال گردد. در مقابل با توجه به قرارگیری شهر فشم میگون و آهار در حریم گسل و رودخانه اصلی، پیشنهاد می‌شود از توسعه ساخت و ساز در این حریم جلوگیری شده، در صورت امکان سکونتگاه‌های نایمن واقع در این محدوده شناسایی و نسبت به تخلیه یا ایمن‌سازی آن‌ها در برابر مخاطرات احتمالی اقدام شود.

۵- سپاس‌گزاری

در انتها لازم می‌دانیم از مدیریت و اساتید محترم دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران که با حمایت‌های معنوی خود ما در پیشبرد نگارش این مقاله یاری نمودند، تشکر و قدردانی نماییم.

۶- فهرست منابع

- ارجمند سیاه پوش، اسحاق (۱۳۹۴). ارزیابی متغیرهای وضعیت توسعه پایدار شهری در شهر اندیمشک. *مطالعات توسعه اجتماعی ایران*. ۸ (۱)، ۸۳-۶۷. https://jids.srbiau.ac.ir/article_9233.html
- بدراق‌نژاد، ایوب، موسی‌زاده، حسین، سارلی، رضا، محمدلی، حمیدرضا. (۱۳۹۶). ارزیابی توان بوم‌شناختی توسعه شهری-روستایی حوضه آبخیز طارم، استان زنجان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۱۱ (۱)، ۱۱۲-۱۰۲. https://www.jget.ir/article_44687.html

- پورخبا، اقدر، محمدیاری، فاطمه، رحیمی، وحید. (۱۳۹۳). اجرای مدل بوم‌شناختی کشاورزی با استفاده از AHP و FAHP در محیط GIS مورد مطالعه: منطقه خائیز بهبهان. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*. ۱۶(۱۸)، ۴۸-۲۱. https://hsmmp.modares.ac.ir/browse.php?a_id=&slc_lang=fa&sid=۸۸۰۷
- ترکمانی، حجت، طاهرخانی، علیرضا، فلاح‌پور، سجاد. (۱۳۹۷). ارزیابی توان بوم‌شناختی شهرستان میانه در راستای توسعه اکوتوریسم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*. ۱(۵۵)، ۲۳۲-۲۱۵. <http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3176-fa.html>
- جوکار، پرویز، مسعودی، مسعود. (۱۳۹۷). ارزیابی توان بوم‌شناختی توسعه شهری، روستایی و صنعتی شهرستان شیراز و برآورد استقرار فعلی این مناطق با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). *انسان و محیط زیست*. ۱۶(۳)، ۶۳-۵۳. https://journals.srbiau.ac.ir/article_13138.html
- حاتمی‌نژاد، حسین، رجایی، عباس، سالاروندیان، فاطمه، تیموری، ایرج. (۱۳۹۲). ارزیابی تناسب کاربری اراضی از طریق مدل توان بوم‌شناختی در استان اردبیل با هدف آمایش سرزمین. *آمایش سرزمین*. ۵(۱)، ۲۶-۵. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2013.35469>
- حبیبی، آرش، آفریدی، صنم. (۱۴۰۱). تصمیم‌گیری چندشاخصه، انتشارات نارون، تهران.
- رفعیان، مجتبی، محمودی، مهران. (۱۴۰۱). ارزیابی توان بوم‌شناختی برای تعیین پهنه‌های بهینه کاربری اراضی در مناطق حساس محیط‌زیستی (مطالعه موردی: محدوده شهر طالقان). *برنامه‌ریزی فضایی*. ۱۲(۲)، ۷۰-۴۷. <https://doi.org/10.22110/sppl.10.22110.1601>
- زارع چاهوکی، محمدعلی، سنایی، انور. (۱۳۹۷). واکاوی ارزش عملکردی بوم نظام‌های طبیعی. *راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. ۳(۱)، ۱-۱۲. https://srj.asnr.ias.ac.ir/article_110629.html
- ستارزاده، داریوش، زنگنه، محمد، اشرفی، نسرين. (۱۴۰۱). ارزیابی توان بوم‌شناختی برای توسعه شهرستان شبستر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای. *مطالعات بین رشته‌ای در تعالی معماری و شهرسازی*. ۱(۱)، ۸۲-۶۸. <https://doi.org/10.30495/jisaud.2022.694841>
- ستوده، احد. (۱۳۸۹). کاربرد شاخص‌های سلامت اکولوژیک برای تعیین الگوی بهینه توسعه شهری در بیوم ایران و تورانی. رساله دکتری تخصصی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران. <https://noordoc.ir/thesis/38990>
- سیاح نیا، رومینا، مخدوم، مجید، فریادی، شهرزاد. (۱۳۹۶). نمایه‌های بوم‌شناختی در ارزیابی توان رشد و توسعه شهری (بررسی موردی: کلان شهر تهران). *فصلنامه علوم محیطی*. ۱۵(۱)، ۷۷-۸۸. https://envs.sbu.ac.ir/?_action=article&au=842104&_au=%D8%B3%DB%8C%D8%A7%D8%AD%20%D9%86%DB%8C%D8%A7%D8%8C%20%D8%B1%D9%88%D9%85%DB%8C%D9%86%D8%A7
- عبدالله زاده، علی، اونق، مجید، سعدالدین، امیر، مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۳۹۴). ارزیابی توان و انطباق توسعه کاربری سکونتگاه روستایی مدل سیستمی با کاربری موجود در آبخیز زیارت گران. *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*. ۱۳(۲)، ۲۰۰-۱۸۳. <https://doi.org/10.22067/GEOGRAPHY.V13I2.46787>
- عطائی، محمد. (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری چندمعیاره، دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپ ۱، شاهرود.
- علیجانی، بهلول. (۱۴۰۰). جغرافیا و پارادایم توسعه پایدار. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*. ۸(۳)، ۱۶-۱. <http://dx.doi.org/10.52547/jsaeh.8.3.1>
- عمونیا، حمید، شایان، سیاوش، یمانی، مجتبی. (۱۳۹۸). شناسایی مناطق فرسایشی با استفاده از الگوریتم آلبو سطحی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ (مطالعه موردی حوزه آبخیز جاجرود). *علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*. ۱۳(۴۴)، ۱۲۲-۱۱۴. <https://sid.ir/paper/957490/fa>
- فرجی، امین، صحنه، فریا. (۱۳۹۹). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین در استان گلستان به منظور توسعه کاربری‌های کشاورزی با رویکرد آمایش سرزمین. *آمایش سرزمین*. ۱۲(۲)، ۲۴۷-۲۵۳. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2020.294811.670053>
- محرابی، زینب، سبحان اردکانی، سهیل، طیبی، لیما. (۱۴۰۱). ارزیابی توان بوم‌شناختی حوضه آبخیز کبکیان شهرستان بویر احمد برای آبی‌پرووری. *۲(۱۳)*. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/817196>
- مخدوم، مجید. (۱۳۹۲). شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۴، تهران.

مخدوم، مجید (۱۳۹۶). نمایه‌های بوم‌شناختی در ارزیابی توان رشد و توسعه شهری (مطالعه موردی کلان شهر تهران). علوم محیطی، ۷۷-۸۸.

(۱)۱۱
https://envs.sbu.ac.ir/?_action=article&au=837887&_au=%D9%85%D8%AE%D8%AF%D9%88%D9%85%D8%8C%20%D9%85%D8%AC%DB%8C%D8%AF

مظفری، سعید، کریمی، حمزه (۱۳۹۹). شناسایی و دسته‌بندی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گسسته با استفاده از روش‌های MCDM. رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری، ۴(۴۱)، ۱۱۵-۱۳۳.

<https://ensani.ir/file/download/article/۱۶۰۷۴۲۰۲۲۶-۱۰۱۳۵-۴۱-۸>

یارمحمدی، کلثوم، خدابخشی، زهرا، نظریور دزکی، امین (۱۳۹۷). ارزیابی توان اکولوژیکی جهت توسعه شهری با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی استان اردبیل). چشم‌انداز زاگرس، ۱۰(۳۷)، ۱۰۵-۱۲۷.

https://zagros.borujerd.iau.ir/article_۶۶۷۱۷۳.html

References

- Abdollah zadeh, A., Ong, M., Saaduddin, A., Mostafazadeh. (2014). Assessing the capability and adaptation of the system model rural settlement development with the existing use in the Ziyarat Gorgan watershed. *Geography and Regional Development*, 13(2), 183-200. 10.22067/GEOGRAPHY.V13I2.46787. [In Persian]
- Akinci, H., Özalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71-82. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.07.006>
- Alijani, B. (1400). Geography and sustainable development paradigm. *Spatial Analysis of Environmental Hazards*, 8(3), 1-16. <http://dx.doi.org/10.52547/jsaeh.8.3.1>. [In Persian]
- Amonia, H., Shayan, Si., Yamani, M. (2018). Identification of erosion areas using surface albedo algorithm of Landsat 8 satellite images (case study of Jajrud watershed). *Iran Watershed Science and Engineering*, 13(44), 114-122. <https://sid.ir/paper/۹۵۷۴۹۰/fa>. [In Persian]
- Arjmand Siah Posh, I., (2014). Evaluation of the variables of sustainable urban development in Andimeshk city. *Iran's social development studies*. 8 (1), 67-83 . <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.07.006>. [In Persian]
- Atai, M. (2009). Multi-criteria decision making, Shahrood University of Technology, Chapter 1, Shahrood. [In Persian]
- Badraqnejad, A., Musazadeh, H., Sarli, R., Mohammadli, H. (2016). Evaluation of the ecological potential of urban-rural development in the Tarem watershed, Zanjan province using the Analytical Hierarchy Process (AHP). *Land Geographical Engineering*, 1(1), 102-112. https://www.jget.ir/article_44687.html [In Persian]
- Deng, H., Zheng, P., Liu, T., & Liu, X. (2011). Forest ecosystem services and eco-compensation mechanisms in China. *Environmental Management*, 48, 1079-1085. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-011-9742-0>
- Evers, B. A. (2018). Why adopt the sustainable development goals. *The case of multinationals in the Colombian coffee and extractive sector: Master Thesis Erasmus University Rotterdam*. <https://thesis.eur.nl/pub/41819/Evers-Bas.pdf>
- Faraji, A., Sahne, F. (2019). Evaluation of the ecological potential of the land in Golestan province in order to develop agricultural uses with land use approach. *Spatial Planning*. 12(2), 253-247. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2020.294811.670053>. [In Persian]
- Habibi, A., Afridi, S. (2022). Multi-indicator decision making. Naron Publishing House, Tehran. [In Persian]
- Hataminejad, H., Rajaei, A., Salarondian, F., Timuri, I. (2012). Assessment of suitability of land use through ecological capacity model in Ardabil province with the aim of land improvement. *Spatial Planning*, 5(1), 5-26. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2013.35469>. [In Persian]
- Huang, L., Wu, J., & Yan, L. (2015). Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators. *Landscape Ecology*, 30, 1175-1193. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-015-0208-2>
- Jokar, P., Masoudi,. (2017). Evaluation of the ecological capacity of urban, rural and industrial development of Shiraz city and estimation of the current settlement of these areas using geographic information system (GIS). *Man and Environment*, 16(3), 53-63. https://journals.srbiau.ac.ir/article_13138.html. [In Persian]

- Leman, N., Ramli, M. F., & Khirotadin, R. P. K. (2016). GIS-based integrated evaluation of environmentally sensitive areas (ESAs) for land use planning in Langkawi, Malaysia. *Ecological indicators*, 61, 293-308. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.029>
- Li, Z. T., Li, M., & Xia, B. C. (2020). Spatio-temporal dynamics of ecological security pattern of the Pearl River Delta urban agglomeration based on LUCC simulation. *Ecological Indicators*, 114, 106319. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106319>
- Luo, F., Liu, Y., Peng, J., & Wu, J. (2018). Assessing urban landscape ecological risk through an adaptive cycle framework. *Landscape and Urban Planning*, 180, 125-134. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.014>
- Makhdoom, M. (2016). Ecological profiles in the assessment of urban growth and development potential (case study of Tehran metropolis). *Environmental Sciences*, 11(1), 77-88. https://envs.sbu.ac.ir/?_action=article&au=837887&_au=%D9%85%D8%AE%D8%AF%D9%88%D9%85%D8%8C%20%D9%85%D8%AC%DB%8C%D8%AF. [In Persian]
- Makhdoom, M. (2013). The foundation of land planning (Vol. 1). Tehran University. [In Persian]
- Mozafari, S., Karimi, H. (2019). Identification and classification of discrete multi-criteria decision making techniques using MCDM methods. *New research approaches in management and accounting*, 4(41), 115-133. <https://ensani.ir/file/download/article/1607420226-10135-41-8.pdf>. [In Persian]
- Peng, L., Chen, W., Li, M., Bai, Y., & Pan, Y. (2014). GIS-based study of the spatial distribution suitability of livestock and poultry farming: The case of Putian, Fujian, China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 108, 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.08.004>
- Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Boone, C. G., Groffman, P. M., Irwin, E., ... & Warren, P. (2011). Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 331-362. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.022>
- Pourkhabaz, A., Mohammadyari, F., Rahimi, V. (2013). Implementation of agricultural ecological model using AHP and FAHP in the GIS environment under study: Khaiz Behbahan region. *Planning and preparation of space*, 16(18), 21-48. https://hsm.spm.modares.ac.ir/browse.php?a_id=8807&sid=21&slc_lang=fa [In Persian]
- Rafiiyan, M., Mahmoudi, M. (2021). Evaluation of ecological capacity to determine optimal land use zones in environmentally sensitive areas (case study: Taleghan city limits). *Spatial Planning*, 12(2), 47-70. <https://doi.org/10.22108/sppl.2022.130010.1601>. [In Persian]
- Ramya, S., & Devadas, V. (2019). Integration of GIS, AHP and TOPSIS in evaluating suitable locations for industrial development: A case of Tehri Garhwal district, Uttarakhand, India. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117872. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117872>
- Sattarzadeh, D., Zanganeh, M., Ashrafi, . (2022). Evaluation of the ecological capacity for the development of Shabestar city using geographic information system and network analysis process. *Interdisciplinary studies in the excellence of architecture and urban planning*, 1(1), 68-82. . <https://doi.org/10.30495/jisaud.2022.694841>[In Persian]
- Sayah Nia, R., Makhdoom, M., Faradi, Sh. (2016). Ecological profiles in the assessment of urban growth and development potential (case study: Tehran metropolis). *Environmental Sciences Quarterly*, 15(1), 77-88. https://envs.sbu.ac.ir/?_action=article&au=842104&_au=%D8%B3%DB%8C%D8%A7%D8%AD%20%D9%86%DB%8C%D8%A7%D8%8C%20%D8%B1%D9%88%D9%85%DB%8C%D9%86%D8%A7 [In Persian]
- Sayahnia, R., Makhdoom, M., & Faryadi, S. (2017). (Ecological indices in evaluation of urban development capability (case study: Tehran metropolitan area. *Environmental Sciences*, 15(1), 77-88. https://envs.sbu.ac.ir/article_97820.html
- Sotoudeh, A. (2008). Application of ecological health indicators to determine the optimal pattern of urban development in Iran and Turani biome. Ph.D. thesis, specialized in environmental planning and management, University of Tehran. <https://noordoc.ir/thesis/38990> [In Persian]
- Trenouth, W. R., & Gharabaghi, B. (2015). Soil amendments for heavy metals removal from stormwater runoff discharging to environmentally sensitive areas. *Journal of Hydrology*, 529, 1478-1487. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.08.034>
- Turkmani, H., Taherkhani, Al., Falahpour, S. (2017). Evaluation of the ecological potential of Mianeh city in line with the development of ecotourism using geographic information system. *Applied Research of Geographical Sciences*, 1(55), 232-215. <http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3176-fa.html> [In Persian]
- Wang, Z., Chen, J., Zheng, W., & Deng, X. (2018). Dynamics of land use efficiency with ecological intercorrelation in regional development. *Landscape and Urban Planning*, 177, 303-316. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.022>

- Xie, G., Zhang, C., Zhen, L., & Zhang, L. (2017). Dynamic changes in the value of China's ecosystem services. *Ecosystem Services*, 26, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.010>
- Xu, L., Huang, Q., Ding, D., Mei, M., & Qin, H. (2018). Modelling urban expansion guided by land ecological suitability: A case study of Changzhou City, China. *Habitat International*, 75, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.04.002>
- Yang, X., Bai, Y., Che, L., Qiao, F., & Xie, L. (2021). Incorporating ecological constraints into urban growth boundaries: A case study of ecologically fragile areas in the Upper Yellow River. *Ecological Indicators*, 124, 107436. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107436>
- Yarmohammadi, K., Khodabakhshi, Z., Nazarpour Dezaki, A. (2017). Evaluation of ecological capacity for urban development using multi-criteria decision models (case study of Ardabil province). *Zagros Perspective*, 10(37), 105-127. https://zagros.borujerd.iau.ir/article_۶۶۷۱۷۳.html [In Persian]
- Yohannes, H., & Soromessa, T. (2018). Land suitability assessment for major crops by using GIS-based multi-criteria approach in Andit Tid watershed, Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 4(1), 1470481. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1470481>
- Zare Chahoki, M., Sanai, . (2017). Analyzing the functional value of natural ecosystems. *A strategy in agricultural sciences and natural resources*, 3(1), 1-12. https://srj.asnr.ias.ac.ir/article_110629html [In Persian]
- Zhao, D., Xiao, M., Huang, C., Liang, Y., & Yang, Z. (2021). Land use scenario simulation and ecosystem service management for different regional development models of the Beibu Gulf Area, China. *Remote Sensing*, 13(16), 3161. <https://doi.org/10.3390/rs13163161>
- Zhao, W., Yan, T., Ding, X., Peng, S., Chen, H., Fu, Y., & Zhou, Z. (2021). Response of ecological quality to the evolution of land use structure in Taiyuan during 2003 to 2018. *Alexandria Engineering Journal*, 60(1), 1777-1785. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.11.026>

