

## Integration of multi-criteria decision models and recreation opportunity spectrum in the mapping of recreational ecosystem service in Semnan Province

Fateme Mohammadyari<sup>1\*</sup>, Ardavan Zarandian<sup>2</sup>, Roya Mousazadeh<sup>3</sup>

1. Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2. Research Group of Environmental Assessment and Risk, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of Environment, Tehran, Iran.

3. Research Group of Environmental Economics, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD) Department of Environment, Tehran, Iran.

\* Corresponding author: [mohammadyari.f@sku.ac.ir](mailto:mohammadyari.f@sku.ac.ir)

(Received: 13 January 2024    Revised: 24 February 2024    Accepted: 29 February 2024)

### Extended Abstract

**Introduction:** With the rapid development of society, economy and population growth, the impact of human activities on ecosystems is increasing, which has caused the relationship between human well-being and ecosystem to be in the spotlight. To that end, ecosystem services as an essential element for human development and survival emphasizes the benefits that natural ecosystems provide to humans. These services are divided into four categories based on the Millennium Ecosystem Assessment (MEA): provision, regulation, support and cultural. Cultural ecosystem services are important component of ecosystem services that refer to intangible benefits of the human beings from ecosystems and play an essential role in enhancing human well-being. Cultural ecosystem services can include the use of natural resources directly or indirectly.

**Materials and Methods:** The present study was conducted with the aim of modeling recreation services in Semnan province. For this purpose, the integration of the analytic hierarchy process (AHP) of one as the multicriteria decision-making methods and the recreation opportunity spectrum (ROS) model was used. In the ROS model, recreational service is estimated based on recreation potential index and accessibility- remoteness index. In the recreation potential index, three elements: the degree of naturalness, the protected regions, and the attractiveness of water bodies, and in the accessibility- remoteness index, the distance from roads and human-made areas were mapped. In this research, Sentinel-2 satellite images were used to prepare the land use map of 2021. Then, using the maximum likelihood algorithm, land use maps were prepared in 18 classes.

**Results and Discussion:** According to the land use map, pastures, barren lands and rainfed agriculture have the highest levels of land use in the studied area with 23.57, 22.27 and 17.31% respectively. After that, waterbodies, salt marshes and irrigated agriculture are the dominant land uses with 15.65, 10.98 and 7.84%, respectively. It is worth mentioning that the smallest area of the region is dedicated to wetlands and urban uses. Based on the results, Forest and pasture areas have the highest potential in providing recreation services in the study area. It was also seen that, the third category (low provision- difficult access) and the seventh category (high provision- easy access) respectively have the highest and lowest land surface coverage in terms of the provision of recreational ecosystem services in the province. Overall, the results showed that recreation ecosystem service is affected by various factors caused by human development, especially land cover/use changes. Considering the concentration of both variables of ecosystem service provision and urban and industrial development in the northern half of the province, it is vital to pay attention to the conflicts between the development and management of ecosystem services. If this is ignored, in addition to intensifying the instability of development, the destruction of natural assets of the province, especially forests and pastures, which are the main source of provision of various ecosystem services such as recreation, will intensify.

**Conclusion:** In general, the results indicate that most of the places in the province have a medium to low ability to provide recreation services. Considering that recreational potential is important for the well-being of urban populations, increasing urban parks and green infrastructure areas is a useful way to improve the quality of the recreational experience. Therefore, urban development strategies should increasingly aim to strengthen the natural and artificial network of green space, diversity of plant compositions and biomass structure, and proper management of green space. This is necessary for the design of green space with regard to maximizing ecosystem services in Semnan province.

**Keywords:** Ecosystem services, Recreation, Analytic Hierarchy Process, land use, Semnan

**Citation:** Mohammadyari, F., Zarandian, A., & Mousazadeh, R. (2024). Integration of multi-criteria decision models and recreation opportunity spectrum in the mapping of recreational ecosystem service in Semnan Province. *Integrated Watershed Management*, 4(2), 35-49. doi: 10.22034/iwm.2024.2020228.1125

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





## تلفیق مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و طیف فرصت‌های تفرجی در نقشه‌برداری خدمت

### اکوسیستمی تفرج در استان سمنان

فاطمه محمدیاری<sup>۱\*</sup>، اردوان زرندیان<sup>۲</sup>، رویا موسی‌زاده<sup>۳</sup>

۱. گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲. گروه پژوهشی ارزیابی و مخاطرات محیط‌زیستی، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران

۳. گروه پژوهشی اقتصاد محیط‌زیست، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول: mohammadyari.f@sku.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳

#### چکیده مبسوط

**مقدمه:** با توسعه سریع جامعه، اقتصاد و رشد جمعیت، تأثیر فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌ها رو به افزایش است که باعث شده رابطه بین رفاه انسان و اکوسیستم در کانون توجه قرار گیرد. در این راستا، خدمات اکوسیستم به‌عنوان عنصر اساسی برای توسعه و بقای انسان، به مزایایی که اکوسیستم‌های طبیعی به انسان‌ها ارائه می‌دهند، تأکید دارد. این خدمات بر اساس ارزیابی اکوسیستم هزاره به چهار دسته: تأمین، تنظیم، حمایت و فرهنگی تقسیم می‌شود. خدمات اکوسیستم فرهنگی جزء مهمی از خدمات اکوسیستمی است که به مزایای ناملموس انسان از اکوسیستم‌ها اشاره دارد و نقش اساسی در افزایش رفاه انسان ایفا می‌کند. خدمات اکوسیستم فرهنگی می‌تواند شامل استفاده از منابع طبیعی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم باشد.

**روش انجام پژوهش:** مطالعه حاضر با هدف مدل‌سازی خدمت تفرج در استان سمنان انجام شد. بدین منظور از تلفیق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و مدل طیف فرصت‌های تفرجی (ROS) استفاده شد. در مدل ROS، خدمت تفرج بر اساس شاخص پتانسیل تفرجی و شاخص دسترسی - دوری برآورد می‌شود. در شاخص پتانسیل تفرجی، سه عنصر درجه طبیعی بودن، مناطق حفاظت‌شده و جذابیت آب و در شاخص دسترسی - دوری فاصله از جاده‌ها و مناطق انسان‌ساخت نقشه‌برداری شد. در این پژوهش برای تهیه نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۰۰، از تصاویر ماهواره سنتیل ۲ استفاده شد. سپس با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال نقشه کاربری اراضی در ۱۸ کلاس تهیه شد.

**نتایج و بحث:** بر اساس نقشه کاربری اراضی، مراتع، اراضی بایر و زراعت دیم به ترتیب با ۲۳/۵۷، ۲۲/۲۷ و ۱۷/۳۱ درصد، بیشترین سطوح پوشش/کاربری زمین را در محدوده مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. پس‌از آن پهنه‌های آبی، شوره‌زار و زراعت آبی به ترتیب با ۱۵/۶۵، ۱۰/۹۸ و ۷/۸۴ درصد کاربری‌هایی با پوشش غالب هستند. شایان‌ذکر است که کمترین مساحت منطقه به پوشش تالابی و کاربری شهری اختصاص دارد. بر اساس نتایج، مناطق جنگلی و مرتعی بالاترین پتانسیل در تدارک خدمت تفرج را در منطقه مورد مطالعه دارند. همچنین مشاهده شد که طبقه سوم (تأمین کم - دسترسی سخت) و طبقه هفتم (تأمین بالا - دسترسی آسان) به ترتیب بیشترین و کمترین پوشش سطح زمین از نظر خدمت اکوسیستمی تفرج در استان را به خود اختصاص داده‌اند. در مجموع، نتایج نشان داد که خدمت اکوسیستمی تفرج تحت تأثیر عوامل مختلف ناشی از توسعه انسانی به‌ویژه تغییرات پوشش/کاربری زمین است. با توجه به تمرکز هر دو متغیر تدارک خدمات اکوسیستمی و توسعه شهری و صنعتی در نیمه شمالی استان، توجه به تعارضات و تضادهای بین توسعه و مدیریت خدمات اکوسیستمی، حیاتی است. در صورت نادیده گرفتن این امر، علاوه بر تشدید ناپایداری توسعه، تخریب دارایی‌های طبیعی استان به‌ویژه جنگل‌ها و مراتع که منبع اصلی تدارک انواع خدمات اکوسیستمی مانند تفرج هستند، شدت می‌یابد.

**نتیجه‌گیری:** به‌طور کلی، نتایج حاکی از این است که بیشتر مکان‌های استان قابلیت متوسط تا کم برای عرضه خدمت تفرج را دارند. با توجه به اینکه پتانسیل تفرجی برای رفاه جمعیت شهری مهم است، افزایش پارک‌های شهری و مناطق زیرساختی سبز راهی مفید برای ارتقاء کیفیت تجربه تفرج است؛ بنابراین، استراتژی‌های توسعه شهری باید به‌طور فزاینده‌ای با هدف تقویت شبکه طبیعی و مصنوعی فضای سبز، تنوع ترکیبات گیاهی و ساختار زیست‌توده و مدیریت صحیح فضای سبز باشد. این امر برای طراحی فضای سبز با توجه به حداکثر رساندن خدمات اکوسیستمی در استان سمنان ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** خدمات اکوسیستم، تفرج، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، کاربری اراضی، سمنان

**استناد:** محمدیاری، ف.، زرندیان، ا.؛ موسی‌زاده، ر. (۱۴۰۳). تلفیق مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و طیف فرصت‌های تفرجی در نقشه‌برداری خدمت اکوسیستمی تفرج در استان سمنان. *مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز*، ۴(۲)، ۳۵-۴۹.

#### حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

## مقدمه

با توسعه سریع جامعه، اقتصاد و رشد جمعیت، تأثیر فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌ها رو به افزایش است که باعث شده رابطه بین رفاه انسان و اکوسیستم در کانون توجه قرار گیرد (Shi *et al.*, 2024). در این راستا، خدمات اکوسیستم به‌عنوان عنصر اساسی برای توسعه و بقای انسان (Han *et al.*, 2020)، به مزایایی که اکوسیستم‌های طبیعی به انسان‌ها ارائه می‌دهند، تأکید دارد (Quevedo and Kohsaka, 2024). این خدمات بر اساس ارزیابی اکوسیستم هزاره به چهار دسته، الف) تأمین (غذا، آب شیرین و...؛ ب) تنظیم (تغییرات اقلیم، ترسیب و ذخیره کربن و...؛ ج) حمایت (ایجاد زیستگاه برای بسیاری از گونه‌ها، حفظ تنوع ژنتیکی جهان و...؛ د) فرهنگی (مزایای زیبایی‌شناختی، معنوی یا تفریحی و...) تقسیم می‌شود (Kosanic *et al.*, 2023).

خدمات اکوسیستم فرهنگی جزء مهمی از خدمات اکوسیستمی است که به مزایای ناملموس انسان از اکوسیستم‌ها اشاره دارد و نقش اساسی و بی‌بدیل در افزایش رفاه انسان ایفا می‌کنند (Guo *et al.*, 2023). خدمات اکوسیستم فرهنگی می‌تواند شامل استفاده از منابع طبیعی به‌طور مستقیم (لذت بردن از پیاده‌روی یا تماشای مناظر و...) یا غیرمستقیم (میراث فرهنگی و ارزش معنوی فضاهای سبز و...) باشد (Sen and Guchhait, 2021). برخلاف سایر خدمات اکوسیستم، مانند ترسیب کربن و تصفیه آب یا هوا که نیاز به دانش علمی برای اثبات دارند، این خدمات مستقیماً توسط افراد از هر طبقه‌ای که با طبیعت و ارتباط نزدیک بین شهروندان در تماس هستند، تجربه و به‌طور مستقیم درک می‌شود. درواقع طبیعت فرصتی ارزشمند برای افزایش آگاهی از چند کارکردی و به‌هم‌پیوستگی خدمات مختلف اکوسیستم و اهمیت آن‌ها برای کیفیت زندگی ارائه می‌دهد (Márquez *et al.*, 2023). مشخص شده است که این خدمات از طریق جنبه‌های

زیبایی‌شناختی، تفریحی، آموزشی، فرهنگی و معنوی تجربه انسانی به سلامت جسمی و روانی انسان‌ها کمک می‌کند (Martín-López *et al.*, 2019). خدمات اکوسیستم فرهنگی به‌عنوان پیوندی بین جامعه و طبیعت، اغلب درک عمومی و حفاظت از اکوسیستم‌ها را ترویج می‌کند و به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا ارزش افزوده فرهنگی بالقوه را در نظر بگیرند، از تعصب در فرآیندهای مدیریت اکوسیستم اجتناب کنند و درنهایت مدیریت بهینه اکوسیستم را برای تضمین توسعه اجتماعی-اقتصادی پایدار ارتقا دهند (Wang *et al.*, 2024)؛ بنابراین، به‌منظور دستیابی به پایداری، برای تصمیم‌گیرندگان مهم است که ویژگی‌های فضایی این خدمات را برای مقابله با تخریب اکوسیستم‌ها و بهبود رفاه انسان در سراسر جهان در نظر بگیرند (Teoh *et al.*, 2019). باین‌حال، ارزیابی این خدمات به دلیل ویژگی‌های ذهنی قوی و ناملموس بودن آن‌ها و روابط پیچیده بین ارزش‌های بیوفیزیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، بسیار دشوار است و چالش‌هایی در ارزیابی آن‌ها وجود دارد (Wang and Hayashi, 2023; Gugulica and Burghardt, 2023).

روش‌های ارزیابی این خدمات در حال حاضر به طیفی از روش‌ها، از جمله مدل‌سازی بیوفیزیکی متکی است. مدل SolVES (Huang *et al.*, 2023)، مدل تفرج InVEST (González-García *et al.*, 2020)، شاخص‌های مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (Grzyb, 2024) و مدل طیف فرصت‌های تفرجی (ROS) (Aşılıoğlu and Çay, 2023)؛ از پرکاربردترین مدل‌ها در نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم فرهنگی هستند. اگرچه خدمات اکوسیستمی فرهنگی با استفاده از مدل‌های اشاره‌شده در ایران در مطالعات معدودی مانند Chaharahy و همکاران (۲۰۲۲) مدل‌سازی شده است؛ اما در مطالعات خارجی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. نقشه‌برداری خدمات اکوسیستم

استان با مساحت ۹۷۱۹۲/۶۸ کیلومترمربع در ۴۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۱۰ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۱۱ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). از نظر گسترش عوارض طبیعی، شمال استان تحت تأثیر ارتفاعات البرز بوده و اقلیم کوهستانی در آن حاکم است. در حالی که نواحی جنوبی استان تحت تأثیر مناطق کویری و نمکزار و اقلیم خشک و بیابانی است. میانگین دما و بارندگی سالانه از بدو تأسیس ایستگاه‌های سینوپتیک تا سال ۱۳۹۸ به ترتیب ۱۵/۸۶ درجه سانتی‌گراد و ۱۳۵ میلی‌متر است (Zarandian, 2023). با توجه به نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، استان سمنان با ۷/۲ نفر در کیلومترمربع پایین‌ترین تراکم جمعیتی کشور را در واحد سطح در میان دیگر استان‌های کشور دارد و حدود ۰/۸۴ درصد جمعیت کشور را به خود اختصاص داده است. در منطقه مورد مطالعه ۱۸ منطقه از مناطق چهارگانه تحت حفاظت سازمان محیط‌زیست وجود دارد. این مناطق شامل پارک ملی (قسمتی از پارک ملی گلستان، کویر، توران، پابند)، مناطق حفاظت‌شده (کویر، توران، پرور، بولا، لاوه، هزارجریب)، پناهگاه حیات‌وحش (خوش ییلاق، دودانگه، دشت لاقری) و مناطق شکار ممنوع (کوه سفید، کاور، پتال، سفیدکوه، طالو و شیربند، چلچلی، خنار) هستند (Zarandian, 2023).

### روش تحقیق

روش‌شناسی تحقیق حاضر شامل دو گام تهیه نقشه کاربری اراضی و مدل‌سازی خدمت اکوسیستمی تفرجی است در ادامه جزئیات این دو گام ارائه شده است.

### تهیه نقشه کاربری اراضی

تصاویر موردنظر برای استخراج نقشه کاربری اراضی از سایت LAND VIEWER گرفته شد. در این پایگاه امکان تهیه به‌روزترین تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و

فرهنگی در جزیره لسبوس، یونان (Banela and Kitsiou, 2023)، ادغام طیف فرصت‌های تفریحی و فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی برای مناسب بودن مکان‌های تفریحی در فضای باز منطقه انیز ادرنه در شمال غربی ترکیه (Aşılıoğlu and Çay, 2023)، تجسم خدمات اکوسیستم فرهنگی برای ترویج حفاظت از منظره (Shi et al., 2024) و نقشه‌برداری خدمت اکوسیستمی تفرج در رودخانه ویستولا لهستان (Grzyb, 2024) از نمونه این مطالعات هستند. با توجه به اینکه، گنجانیدن خدمات اکوسیستم فرهنگی در ارزیابی‌های خدمات اکوسیستم یک پیش‌نیاز برای درک جامع از کمک‌های طبیعت به رفاه انسان است (Quevedo and Kohsaka, 2024)؛ هدف از مطالعه حاضر کمی‌سازی و نقشه‌برداری خدمت تفرجی به‌عنوان نماینده خدمات فرهنگی در استان سمنان با استفاده از تلفیق مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل ROS است. یکی از قابل‌توجه‌ترین ویژگی‌های مدل مورد استفاده در این است که تفریحات را می‌توان با تمرکز بر روی چندین فرآیند مدیریت منابع و برنامه‌ریزی ادغام کرد (Aşılıoğlu and Çay, 2023). خدمت تفرجی به لذت تفریحی حاصل از اکوسیستم طبیعی یا کشت‌شده، گفته می‌شود (Yang and Cao, 2022) که شناخته‌شده‌ترین خدمت فرهنگی است. شواهد حاکی از آن است که چنین مطالعاتی می‌تواند از طریق بهبود تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری منجر به مزایای اجتماعی قابل‌توجهی شود (Guo et al., 2022).

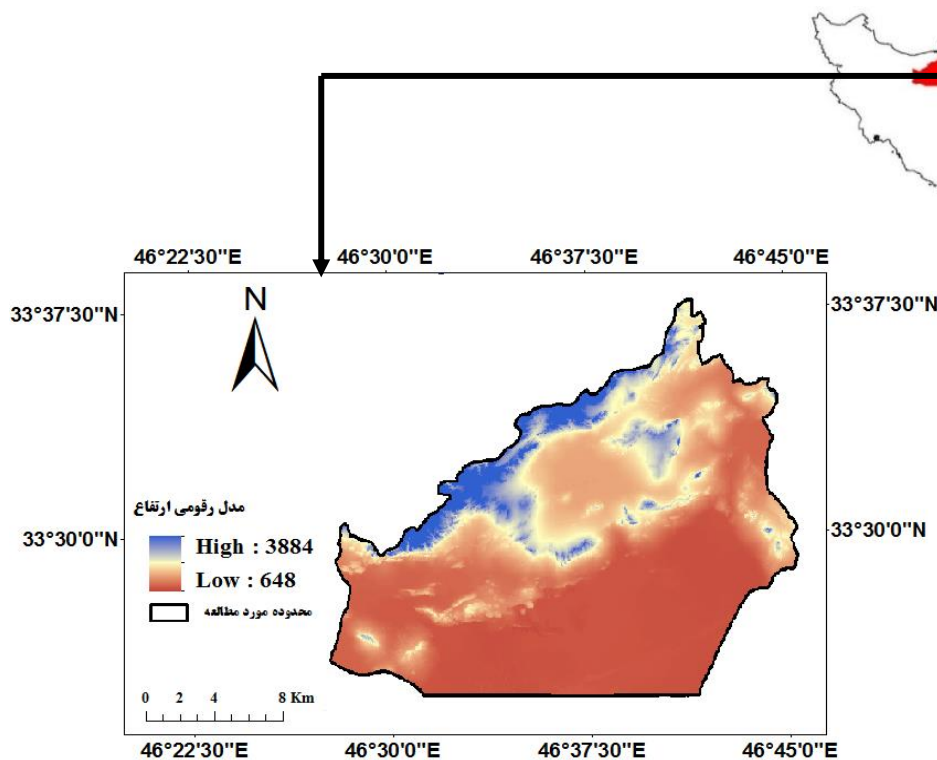
### مواد و روش‌ها

#### معرفی محدوده مطالعاتی

استان سمنان از شمال به استان‌های خراسان شمالی، گلستان و مازندران، از شرق به استان خراسان رضوی، از جنوب به استان‌های خراسان جنوبی و اصفهان و از غرب به استان‌های قم و تهران محدود می‌شود. این

فرایند موزاییک‌سازی ترکیب فریم‌ها صورت گرفت. موزاییک کردن به معنای قراردادن تصاویری که از لحاظ جغرافیایی با هم شباهت دارند در کنار هم است. پس این عملیات در نرم‌افزار ENVI 5.3 صورت گرفت. از پیش‌پردازش‌های لازم تصویر موزاییک‌شده با روش حداکثر احتمال در ۱۸ کلاس طبقه‌بندی شد و نقشه کاربری اراضی به دست آمد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصویر با کمک Google Earth و برداشت نقاط کنترل زمینی (۳۰۰ نقطه) از ضریب کاپا استفاده شد. در جدول ۱ مشخصات زمانی و نوع سنسورهای دریافتی تصویر نشان داده شده است.

۸، سنتینل ۱ و ۲ و CBER-۴ وجود دارد. ماهواره‌های سری سنتینل، توسط اتحادیه اروپا، ایجاد و طراحی شده‌اند و تاکنون ۶ سری از این ماهواره‌ها به فضا پرتاب شده است. ماهواره سنتینل ۲، مدار قطبی است که مأموریت آن اخذ تصاویر با وضوح بالا برای پایش پدیده‌هایی همانند آب، خاک، پوشش گیاهی و... است. بسیاری اوقات منطقه مورد مطالعه از یک فریم تصویر ماهواره‌ای کوچک‌تر است و نیازی به ترکیب فریم‌ها و موزاییک‌سازی برای پوشش یک منطقه نیست. اما با توجه اینکه که وسعت استان سمنان در تحقیق حاضر از یک فریم بیشتر است، در این شرایط، با استفاده از



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of the study area

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره Sentinel-2

Table 1- Characteristics of Sentinel-2 satellite images

ردیف	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	قدرت تفکیک (متر)
1	2021/06/28	1400.4.7	10
2	2021/06/30	1400.4.9	10
3	2021/07/1	1400.4.10	10
4	2021/07/8	1400.4.16	10

## مدل‌سازی خدمت فرهنگی تفرج

به منظور کمی‌سازی خدمت تفرج از تلفیق فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۱</sup> (AHP)، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، و مدل ROS<sup>۲</sup> استفاده شد. در مدل ROS، خدمت تفرج بر اساس دو شاخص پتانسیل تفرجی و شاخص دسترسی - دوری برآورد شد که در ادامه به توضیحات این دو شاخص پرداخته شده است. در شاخص پتانسیل تفرجی سه عنصر طبیعی بودن منطقه (Sun et al., 2018)، مناطق حفاظت‌شده (Maes et al., 2012) و جذابیت‌های مناطق آبی (Kienast et al., 2012) نقشه‌سازی شدند. در گام اول، برای تهیه لایه طبیعی بودن از شاخص هومروبی استفاده می‌شود. در این شاخص تأثیر انسان بر روی پوشش گیاهی و مناظر بررسی می‌شود. بدین منظور اثر فعالیت‌های انسانی بر پوشش‌های طبیعی از ۱ تا ۷ امتیازدهی می‌شود. عدد ۱ به معنای طبیعی بودن و فاقد تأثیر انسان و عدد ۷ به معنای مصنوعی بودن و دارای بیشترین تأثیر فعالیت انسانی بر منطقه مورد مطالعه است (Früh-Müller et al., 2016). در این پژوهش با نسبت دادن عدد مناسب به هر کدام از کلاس‌های کاربری اراضی، درجه طبیعی بودن به دست آمد (González-García et al., 2020). در گام دوم بر اساس طبقه‌بندی‌های اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (Vallecillo et al., 2019)، فایل‌های وکتوری مناطق حفاظت‌شده استان از اداره

محیط‌زیست تهیه شد و بر اساس آن‌ها لایه مناطق حفاظت‌شده استخراج شد. در گام سوم برای استخراج لایه جذابیت‌های مناطق آبی با توجه به پوشش منطقه و با دستور بافر، فاکتور فاصله از رودخانه محاسبه و با استفاده از تابع خطی کاهش فازی شد (جدول ۲). در نهایت برای تهیه شاخص پتانسیل تفرجی به هر کدام از لایه‌های تهیه شده در هر سه گام شامل لایه طبیعی بودن، لایه مناطق حفاظت‌شده و لایه فاصله از رودخانه با توجه به نظرات کارشناسان و بر اساس روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در نرم‌افزار Expert Choice یک وزن اختصاص داده شد. در پایان لایه‌ها با روش ترکیب خطی وزنی (WLC<sup>۳</sup>) در نرم‌افزار ArcGIS10.8 با دستور Raster Calculator با هم ادغام شدند و لایه شاخص پتانسیل تفرجی به دست آمد. در شاخص دسترسی - دوری، فاصله از جاده‌ها و مناطق انسان‌ساخت با استفاده از روش Proximity در نرم‌افزار ArcGIS10.8 تهیه (Sun and Li, 2017) و با استفاده از تابع خطی کاهش فازی شدند (جدول ۳). پس از فازی کردن این دو لایه نیز بر اساس جدول ۲، نقشه نهایی این شاخص استخراج شد. در نهایت لایه‌های دو شاخص پتانسیل تفرجی و شاخص دسترسی - دوری با توجه به جدول ۴ ترکیب شدند و نقشه خدمت اکوسیستمی تفرج منطقه مورد مطالعه با روش ROS به دست آمد. روند کلی تحقیق در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- فازی‌سازی معیارها

Table 2- Standardization of criteria

نقاط کنترل				شکل تابع	نوع تابع	معیار
D	C	B	A			
1000	500	-	-	نزولی	خطی	فاصله از رودخانه
5000	2000	-	-			فاصله از جاده
5000	500	-	-			فاصله از مناطق انسان‌ساخت

<sup>۱</sup>. weighted linear combination

<sup>۱</sup>. Analytic Hierarchy Process

<sup>۲</sup>. Recreation Opportunity Spectrum

جدول ۳- پارامترهای روش proximity (Zulian et al., 2013)

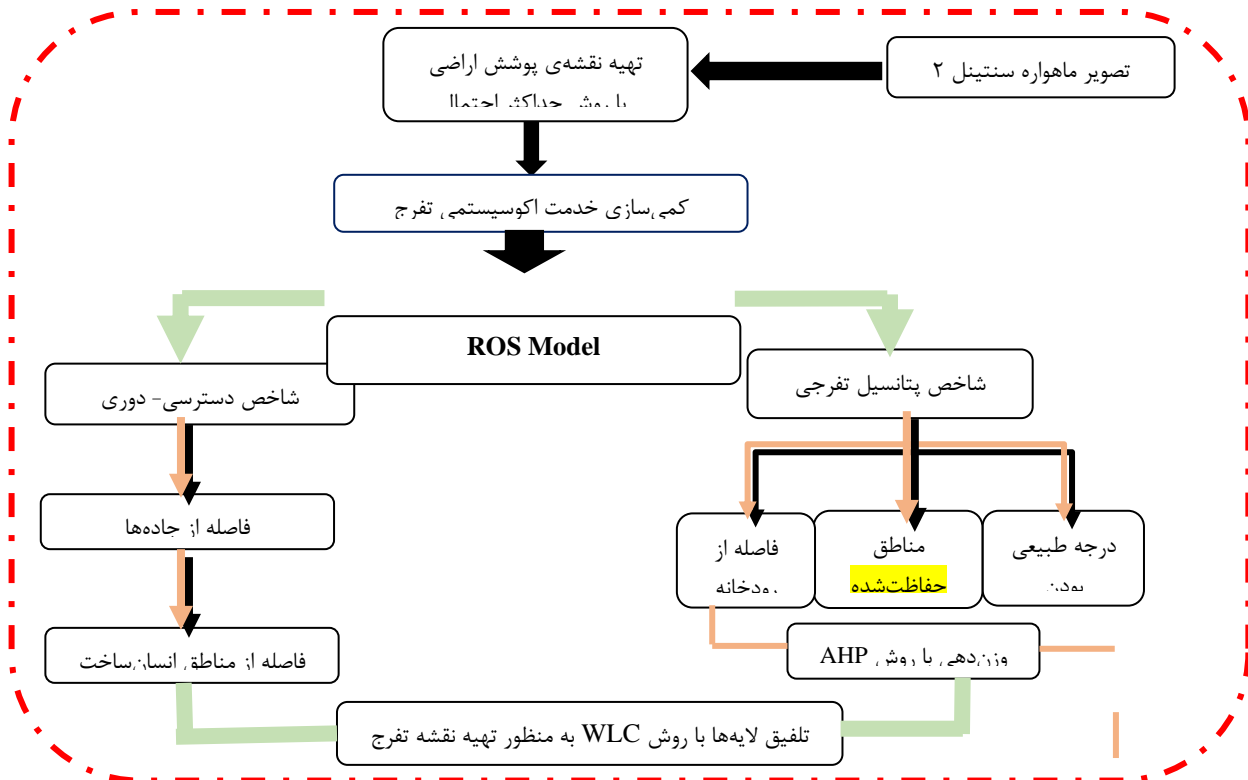
Table 3- The parameters of the proximity method

فاصله از مناطق مسکونی (KM)	فاصله از جاده (KM)			
	<1	<1-5	<5-10	>10
<5	همسایگی	مجاورت	مجاورت	دور
5-10	مجاورت	مجاورت	مجاورت	دور
10-25	تقریباً دور	تقریباً دور	تقریباً دور	دور
25-50	تقریباً دور	دور	دور	دور
>50	دور	دور	دور	خیلی دور

جدول ۴- پارامترهای طیف فرصت‌های تفریحی (Zulian et al., 2013)

Table 4- Parameters of the recreation opportunity spectrum

دسترسی - دوری	پتانسیل تفریحی		
	1 <0.19	2 0.19- 0.25	3 >0.25
همسایگی	تأمین کم- دسترسی آسان	تأمین متوسط- دسترسی آسان	تأمین بالا- دسترسی آسان
مجاورت	تأمین کم- دسترسی آسان	تأمین متوسط- دسترسی آسان	تأمین بالا- دسترسی آسان
تقریباً دور	تأمین کم- در دسترس	تأمین متوسط- در دسترس	تأمین بالا- در دسترس
دور	تأمین کم- دسترسی سخت	تأمین متوسط- دسترسی سخت	تأمین بالا- دسترسی سخت
خیلی دور	تأمین کم- دسترسی سخت	تأمین متوسط- دسترسی سخت	تأمین بالا- دسترسی سخت



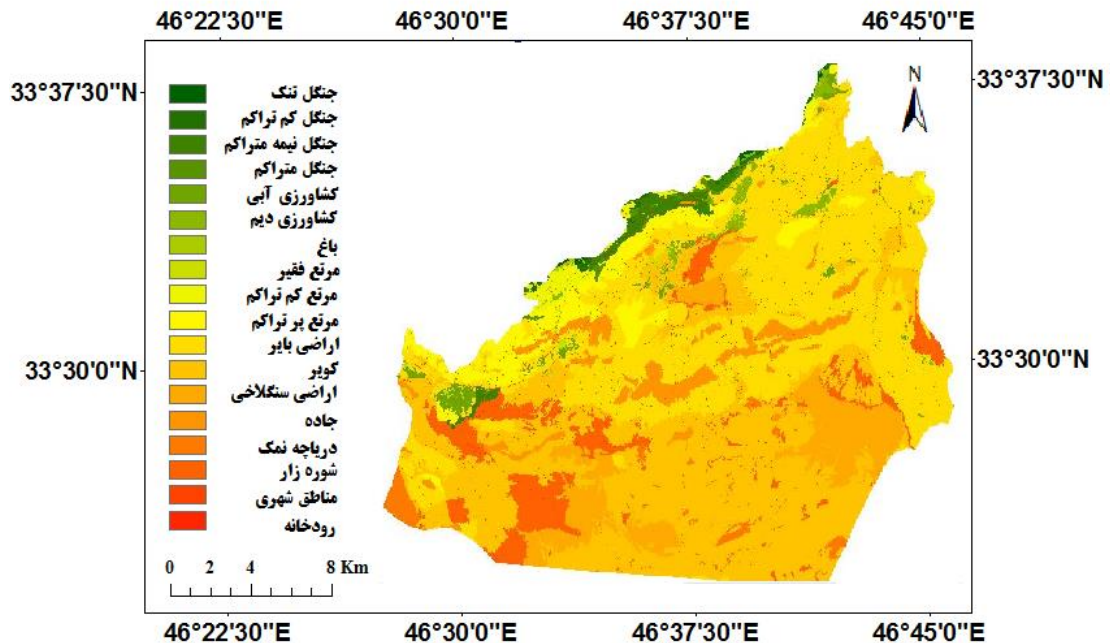
شکل ۲- چارچوب تحقیق

Figure 2- Research framework

**نتایج**

پوشش کاربری در استان سمنان در شکل ۳ و جدول ۵ ارائه شده است.

در این تحقیق، نتیجه طبقه‌بندی تصویر با ضریب کاپای ۹۱ درصد و همچنین مساحت ۱۸ طبقه



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی  
Figure 3-Land use map

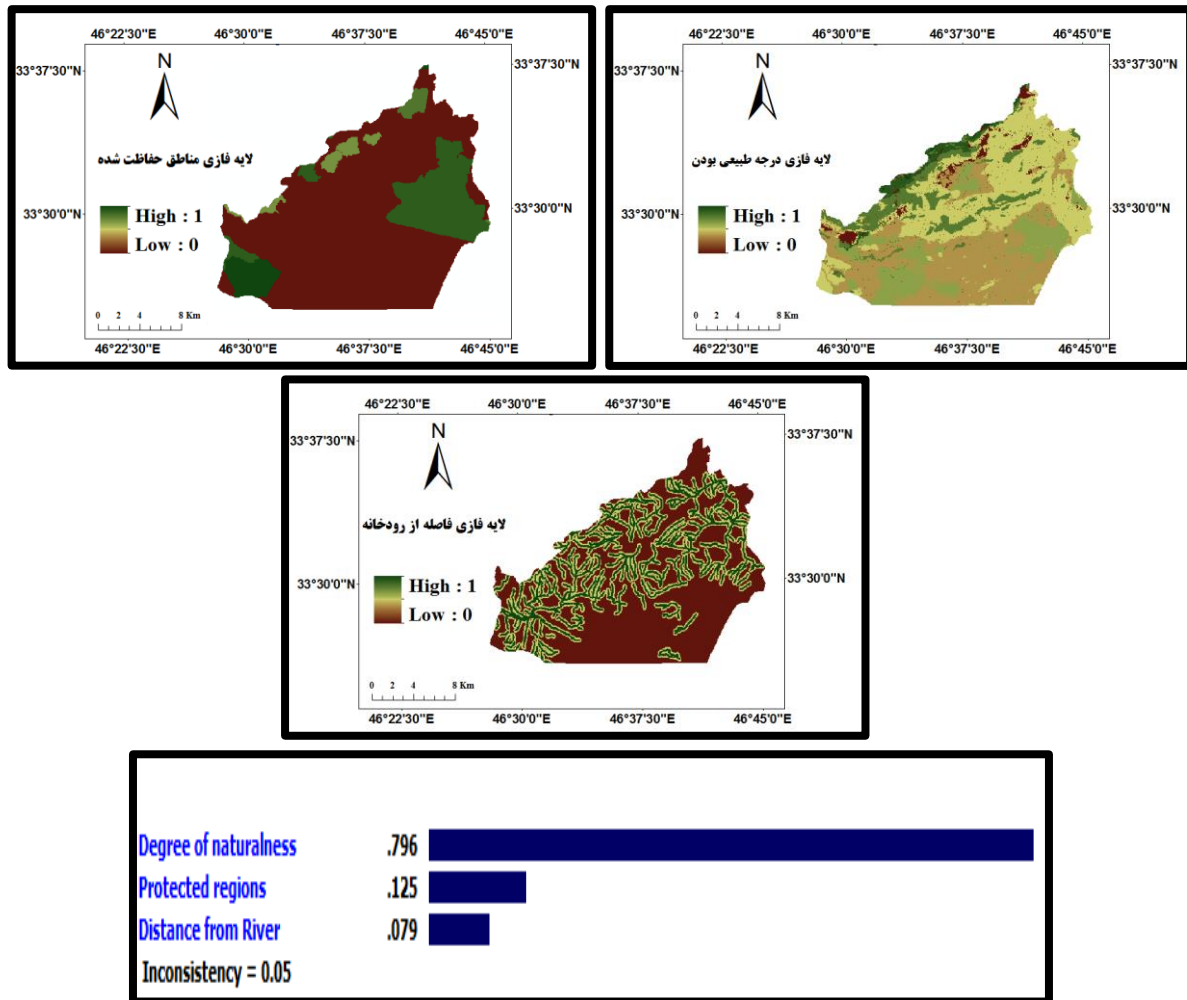
جدول ۵- مساحت کلاس‌های نقشه کاربری اراضی

Table 5- Area of land use map classes

کاربری	جنگل تنک	جنگل کم تراکم	جنگل نیمه متراکم	جنگل پر تراکم	کشاورزی آبی	کشاورزی دیم
مساحت (هکتار)	28430.83	147624.43	24948.5	11988.89	120542.67	100558.29
کاربری	باغ	مرتع فقیر	مرتع متوسط	مرتع خوب	اراضی بایر	کویر
مساحت (هکتار)	12797.48	3254469.49	561465.6	101902.82	3265330.66	753171.78
کاربری	اراضی سنگلاخی	جاده	دریاچه نمک	شوره‌زار	مناطق شهری	رودخانه
مساحت (هکتار)	411830.46	28925.43	122208/3	682293/03	42837.28	47964.04

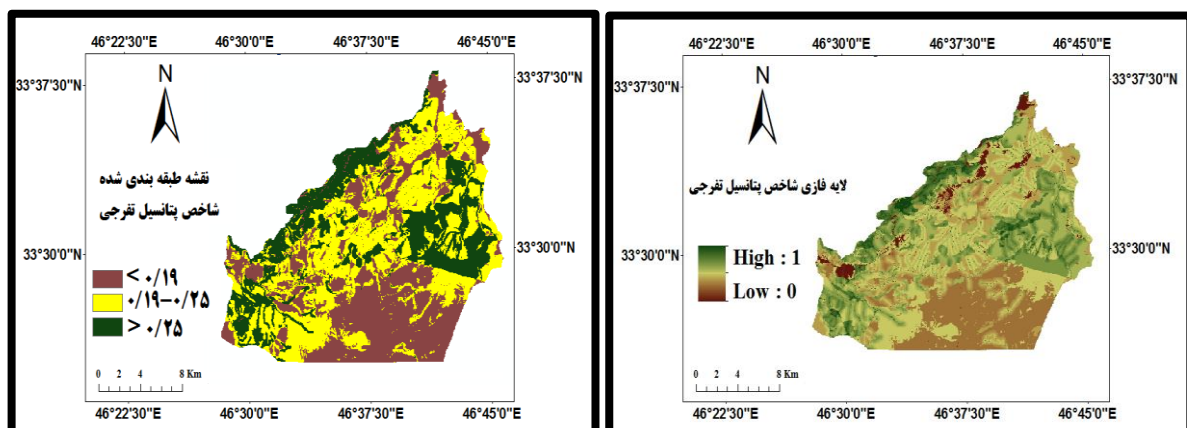
قابل قبول بودن نتایج است. مقدار این ضریب باید کمتر از ۰/۱ باشد (Ryngnga, 2008). بر اساس نتایج در بین معیارهای ورودی، درجه طبیعی بودن با وزن ۰/۷۹۶ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. همچنین نقشه فازی شده شاخص پتانسیل تفرجی و نقشه طبقه‌بندی شده این شاخص با توجه به پارامترهای روش Proximity در شکل ۵ نشان داده شده است.

لایه‌های فازی درجه طبیعی بودن، مناطق حفاظت شده و فاصله از رودخانه و وزن‌های اختصاص شده به هر کدام از این لایه‌ها بر اساس نظر کارشناسان و روش AHP در شکل ۴ ارائه شده است. پس از مشخص کردن وزن لایه‌ها، اهمیت هر کدام از آن‌ها در نرم‌افزار Expert Choice بررسی شد که ضریب ناسازگاری (Inconsistency)، ۰/۰۵ به دست آمد که حاکی از



شکل ۴- لایه‌های ورودی شاخص پتانسیل تفریحی

Figure 4- Input layers of recreational potential index

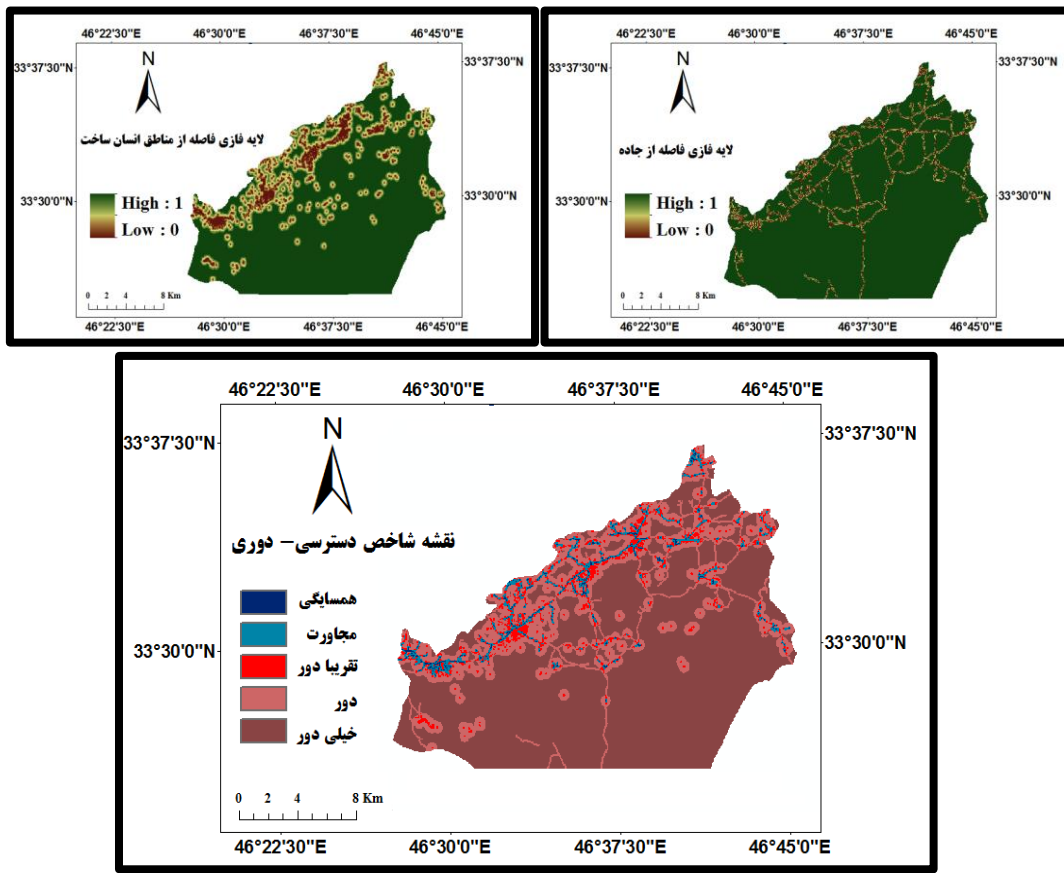


شکل ۵- نقشه نهایی شاخص پتانسیل تفریحی

Figure 5- The final map of the recreational potential index

دسترسی- دوری و نقشه نهایی این شاخص ارائه شده است.

همچنین در شکل ۶، لایه‌های فازی فاصله از جاده و فاصله از مناطق انسان‌ساخت برای تهیه شاخص

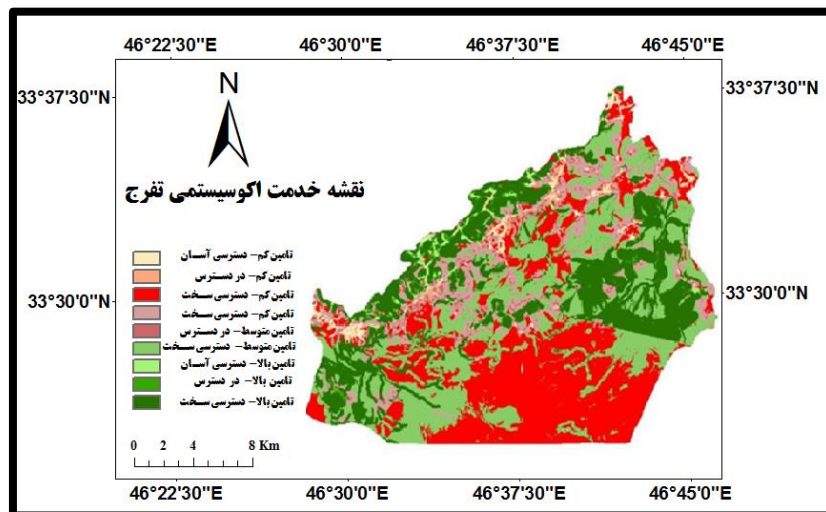


شکل ۶- لایه‌های ورودی و نقشه نهایی شاخص دسترسی - دوری

Figure 6- Input layers and the final map of accessibility- remoteness index

تحت پوشش هر طبقه نیز در شکل ۸ نمایش داده شده است.

در نهایت با ترکیب نقشه شاخص پتانسیل تفرجی و نقشه شاخص دسترسی - دوری، نقشه نهایی خدمت اکوسیستمی تفرج به دست آمد (شکل ۷). درصد زمین



شکل ۷- نقشه خدمت اکوسیستمی تفرج

Figure 7- Recreation ecosystem service map

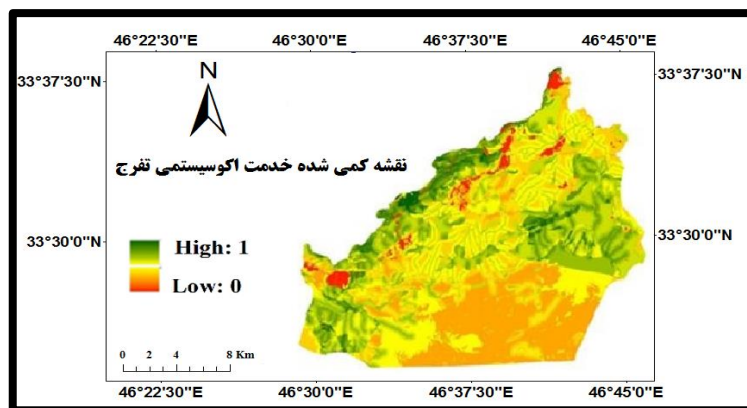


شکل ۸- درصد زمین تحت پوشش در هر طبقه ROS

Figure 8- Percentage of land covered in each ROS class

پهنه‌هایی از استان است که دارای بالاترین جذابیت طبیعی برای تفرج و گردشگری و بهترین مکان برای مراجعه گردشگران است.

در پایان برای تهیه نقشه ارزش تفرج با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، خروجی مدل ROS، به صورت طیف ۰-۱ کمی شد (شکل ۹)، که عدد ۱ نشان‌دهنده



شکل ۹- نقشه کمی شده خدمت اکوسیستمی تفرج

Figure 9- Quantified map of recreation ecosystem service

تفرج در سطح پایین (طبقه اول) قرار دارد. پوشش غالب این مناطق اراضی بایر است. از طرف دیگر، در مکان‌های دارای پوشش جنگلی و مرتعی بالاترین (طبقه سوم) پتانسیل تفرج مشاهده می‌شود. بر اساس شکل ۶، نیز کاملاً مشخص است که دسترسی به منابع تفرجی در بیشتر منطقه سخت است و طبقه "دور" بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است. در مجموع با توجه به شکل نهایی خدمت اکوسیستمی تفرج (شکل ۷) در قسمت‌های شرقی، نوار باریکی از شمال غرب و بیشتر جنوب غرب منطقه از پتانسیل بیشتری نسبت به سایر مکان‌ها برای عرضه خدمت تفرج هستند. این مناطق دارای پوشش مرتعی و جنگلی هستند. همچنین منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه

## بحث

بر اساس نقشه کاربری اراضی (شکل ۳) مراتع، اراضی بایر و زراعت دیم به ترتیب با ۲۳/۵۷، ۲۲/۲۷ و ۱۷/۳۱ درصد، بیشترین سطوح پوشش/کاربری زمین را در محدوده مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. پس از آن پهنه‌های آبی، شوره‌زار و زراعت آبی به ترتیب با ۱۵/۶۵، ۱۰/۹۸ و ۷/۸۴ درصد کاربری‌هایی با پوشش غالب هستند. بقیه سطح محدوده مورد مطالعه با سایر کاربری‌ها پوشیده شده است که در این میان کمترین سهم به پوشش تالابی و کاربری شهری اختصاص دارد. نقشه نهایی شاخص پتانسیل تفرجی (شکل ۵) حاکی از این است که بیشتر مساحت منطقه از نظر پتانسیل

شامل پارک ملی، پناهگاه حیات‌وحش و مناطق حفاظت‌شده اختصاص دارد که از تنوع اقلیمی، ذخایر طبیعی و حیات‌وحش با نادرترین گونه‌های گیاهی و جانوری (یوزپلنگ آسیایی و گورخر ایرانی) برخوردار است، در صورت مدیریت تلفیقی خدمات اکوسیستمی و توسعه در استان، می‌توان علاوه بر استمرار و حفظ ظرفیت تدارک خدمات اکوسیستمی در توازن با قابلیت توسعه خدمت تفرج و گردشگری و بوم‌گردی روستایی باشد و بدین ترتیب بخشی از محدودیت‌های اقتصادی ناشی از تعارضات موجود (تعارض زراعت آبی با حفاظت از مراتع و...) را خنثی نماید یا کاهش دهد.

### نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر مدل‌سازی خدمت اکوسیستمی تفرج در استان سمنان با تلفیق مدل‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و طیف فرصت‌های تفرجی (ROS) انجام شد. نتایج نشان از کارایی این مدل در کمی‌سازی خدمت تفرج است. نتایج حاکی از این است که بیشتر مکان‌های استان قابلیت متوسط تا کم برای عرضه خدمت تفرج را دارند. با توجه به اینکه پتانسیل تفرجی برای رفاه جمعیت شهری مهم است، افزایش پارک‌های شهری و مناطق زیرساختی سبز راهی مفید برای ارتقاء کیفیت تجربه تفرج است؛ بنابراین، استراتژی‌های توسعه شهری باید به‌طور فزاینده‌ای با هدف تقویت شبکه طبیعی و مصنوعی فضای سبز، تنوع ترکیبات گیاهی و ساختار زیست‌توده و مدیریت صحیح فضای سبز باشد. این امر برای طراحی فضای سبز با توجه به حداکثر رساندن خدمات اکوسیستم در استان سمنان ضروری است. بر اساس نتایج، خدمت اکوسیستمی تفرج از اثرات مختلف ناشی از توسعه انسانی به‌ویژه تغییرات پوشش/ کاربری زمین تأثیر می‌پذیرد. با توجه به تمرکز هر دو متغیر تدارک خدمات اکوسیستمی و توسعه شهری و صنعتی در نیمه شمالی استان، توجه به تعارضات و تضادهای بین

حیات‌وحش توران در بخش‌های شرقی و پارک ملی و منطقه حفاظت‌شده کویر در جنوب غرب منطقه واقع شده‌اند. بر اساس شکل ۸ که درصد زمین تحت پوشش در هر طبقه را نشان می‌دهد، طبقه سوم (تأمین کم-دسترسی سخت) و طبقه هفتم (تأمین بالا-دسترسی آسان) به ترتیب بیشترین و کمترین پوشش سطح زمین از نظر خدمت اکوسیستمی تفرج در استان را به خود اختصاص داده‌اند. پتانسیل بالای مناطق با پوشش طبیعی مانند جنگل‌ها و مراتع در تدارک خدمت تفرج در مطالعات قبلی (Lavorel *et al.*, 2020; Yohannes *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2022; Mohammadyari *et al.*, 2023a; Mohammadyari *et al.*, 2023b) تأیید شده است که با نتایج این مطالعه تطابقت دارد. به‌بیان دیگر الگوی کاربری زمین و نوع پوشش اراضی بر عرضه خدمت تفرج بسیار تأثیرگذار است. ۳۵۲ هزار هکتار از پوشش جنگلی استان شامل جنگل‌های انبوه، نیمه انبوه، تنک و دست‌کاشت در نیمه شمالی استان قرار گرفته که دارای همپوشانی با محدوده‌های توسعه انواع زیرساخت‌های انسانی مانند جاده، سکونتگاه شهری و روستایی است. این محدوده‌های جنگلی به دلیل واقع‌شدن در ارتفاعات و طول زیاد دوره یخبندان از دوره رویش سالانه کوتاهی برخوردارند و از این رو به‌شدت در مقابل فشارهای انسانی ناشی از تغییر کاربری، حساس و تخریب‌پذیرند. اگرچه جنگل‌های استان به دلیل حفاظتی بودن قابلیت بهره‌برداری ندارند، اما تعارضاتی چون بهره‌برداری غیرقانونی (قطع غیرمجاز درختان توسط قاچاقچیان چوب)، تخریب رویشگاه‌های جنگلی برای استخراج معدن، آتش‌سوزی و جاده‌سازی برای توسعه شبکه ارتباطی به‌ویژه برای ایجاد دسترسی برای جوامع شهری و روستایی ساکن در این محدوده‌ها وجود دارد که همه این موارد باعث کاهش عرضه انواع خدمات اکوسیستمی از جمله تفرج می‌شود؛ بنابراین حفاظت بیشتر از این مناطق باید در دستورکار قرار گیرد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه ۲۵ درصد از مساحت استان به مناطق تحت مدیریت

هستند، شدت می‌یابد. بدیهی است که تداوم روند موجود بدون توجه به ظرفیت تدارک خدمات اکوسیستمی در استان، در درازمدت دارای اثرات و پیامدهای زیان‌بار و برگشت‌ناپذیر اکولوژیکی است که در نهایت علاوه بر نابودی محیط‌زیست موجب ایجاد بن‌بست برای توسعه اقتصادی و انسانی نیز خواهد شد.

توسعه و مدیریت خدمات اکوسیستمی در صورت تداوم روند موجود، حیاتی است. چراکه در صورت تداوم روند موجود، علاوه بر تشدید ناپایداری توسعه، تخریب و نابودی دارایی‌های طبیعی استان به‌ویژه جنگل‌ها و مراتع که منبع اصلی تدارک انواع خدمات اکوسیستمی مانند تفرج، تعادل آبی، تعادل اقلیمی، حفاظت خاک، تدارک زیستگاه برای انسان و سایر موجودات زنده و...

## References

- Aşılıoğlu, F. & Çay, R. D. (2023). A dual spatial analysis method based on recreation opportunity spectrum and analytical hierarchy process for outdoor recreation site suitability. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 44, 100703. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100703>
- Banella, M. & Kitsiou, D. (2023). Mapping cultural ecosystem services: A case study in Lesbos Island, Greece. *Ocean & Coastal Management*, 246, 106883. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106883>
- Chaharhahy, Z., Pourebrahim, S. & Pejman, A. H. (2022). Spatial Analysis and Prioritization of Cultural Ecosystem Services: Modeling the Suitability of Recreational Services. *Town and Country Planning*, 14(1), 317-345. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jtcp.2021.330707.670255>
- Früh-Müller, A., Hotes, S., Breuer, L., Wolters, V. & Koellner, T. (2016). Regional patterns of ecosystem services in cultural landscapes. *Land*, 5(2), 17. <https://doi.org/10.3390/land5020017>
- Grzyb, T. (2024). Mapping cultural ecosystem services of the urban riverscapes: the case of the Vistula River in Warsaw, Poland. *Ecosystem Services*, 65, 101584. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101584>
- González-García, A., Palomo, I., González, J. A., López, C. A. & Montes, C. (2020). Quantifying spatial supply-demand mismatches in ecosystem services provides insights for land-use planning. *Land use policy*, 94, 104493. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104493>
- Gugulica, M. & Burghardt, D. (2023). Mapping indicators of cultural ecosystem services use in urban green spaces based on text classification of geosocial media data. *Ecosystem Services*, 60, 101508. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101508>
- Han, R., Feng, C. C., Xu, N. & Guo, L. (2020). Spatial heterogeneous relationship between ecosystem services and human disturbances: A case study in Chuandong, China. *Science of The Total Environment*, 721, 137818. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137818>
- Huang, S., Tian, T., Zhai, L., Deng, L. & Che, Y. (2023). Understanding the dynamic changes in wetland cultural ecosystem services: Integrating annual social media data into the SolVES. *Applied Geography*, 156, 102992. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.102992>
- Kienast, F., Degenhardt, B., Weilenmann, B., Waeger, Y. & Buchecker, M. (2012). GIS-assisted mapping of landscape suitability for nearby recreation. *Landscape and Urban Planning*, 105, 385-399. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.015>
- Kosanic, A., Lambers, K., Galata, S., Kothieringer, K. & Abderhalden, A. (2023). Importance of Cultural Ecosystem Services for Cultural Identity and Wellbeing in the Lower Engadine, Switzerland. *Land*, 12(12), 2156. <https://doi.org/10.3390/land12122156>

- Lavorel, S., Rey, P. L., Grigulis, K., Zawada, M. & Byczek, C. (2020). Interactions between outdoor recreation and iconic terrestrial vertebrates in two French alpine national parks. *Ecosystem Services*, 45, 101155. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101155>
- Guo, R.Z., Song, Y.B. & Dong, M. (2022). A review and prospect of cultural ecosystem services of urban wetlands. *Hangzhou Normal Univ.* 21, 364–371.
- Guo, R. Z., Lin, L., Xu, J. F., Dai, W. H., Song, Y. B. & Dong, M. (2023). Spatio-temporal characteristics of cultural ecosystem services and their relations to landscape factors in Hangzhou Xixi National Wetland Park, China. *Ecological Indicators*, 154, 110910. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110910>
- Maes, J., Paracchini, M.L., Zulian, G., Dunbar, M.B. & Alkemade, R. (2012). Synergies and trade-offs between ecosystem service supply, biodiversity, and habitat conservation status in Europe. *Biological Conservation*, 155, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.016>
- Martin-Lopez, B., Leister, I., Lorenzo Cruz, P., Palomo, I., Grêt-Regamey, A., Harrison, P. A., Lavorel, S., Locatelli, B., Luque, S. & Walz, A. (2019). Nature's contributions to people in mountains: A review. *PloS one*, 14(6), e0217847. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217847>
- Márquez, L. A. M., Rezende, E. C. N., Machado, K. B., do Nascimento, E. L. M., Castro, J. D. A. B. & Nabout, J. C. (2023). Trends in valuation approaches for cultural ecosystem services: A systematic literature review. *Ecosystem Services*, 64, 101572. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101572>
- Mohammadyari, F., Tavakoli, M., Zarandian, A. & Abdollahi, S. (2023a). Optimization land use based on multi-scenario simulation of ecosystem service for sustainable landscape planning in a mixed urban-Forest watershed. *Ecological Modelling*, 483, 110440. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110440>
- Mohammadyari, F., Zarandian, A., Mirsanjari, M. M., Suziedelyte Visockiene, J. & Tumeliene, E. (2023b). Modelling Impact of Urban Expansion on Ecosystem Services: A Scenario-Based Approach in a Mixed Natural/Urbanised Landscape. *Land*, 12(2), 291. <https://doi.org/10.3390/land12020291>
- Quevedo, J. M. D. & Kohsaka, R. (2024). A systematic review of cultural ecosystem services of blue carbon ecosystems: Trends, gaps, and challenges in Asia and beyond. *Marine Policy*, 159, 105898. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105898>
- Ryngnga, P. K. (2008). Ecotourism prioritization: A geographic information system approach. *South Asian Journal of Tourism and Heritage*, 1, 50-56
- Sun, X., Crittenden, J. C., Li, F., Lu, Z. & Dou, X. (2018). Urban expansion simulation and the spatio-temporal changes of ecosystem services, a case study in Atlanta Metropolitan area, USA. *Science of the Total Environment*, 622, 974-987. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.062>
- Sun, X. & Li, F. (2017). Spatiotemporal assessment and trade-offs of multiple ecosystem services based on land use changes in Zengcheng, China. *Science of the total environment*, 609, 1569-1581. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.221>
- Sun, Y., Liu, D. & Wang, P. (2022). Urban simulation incorporating coordination relationships of multiple ecosystem services. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103432. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103432>
- Sen, S. & Guchhait, S. K. (2021). Urban green space in India: Perception of cultural ecosystem services and psychology of situatedness and connectedness. *Ecological Indicators*, 123, 107338. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107338>
- Shi, X., Zhao, X., Pu, J., Gu, Z., Zhao, Q., Feng, Y. & Zhou, S. (2024). Creating a monetization-SOLVES model to visualize

- the cultural ecosystem services for promoting landscape conservation. *Journal for Nature Conservation*, 77, 126521. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2023.126521>
- Teoh, S. H. S., Symes, W. S., Sun, H., Pienkowski, T. & Carrasco, L. R. (2019). A global meta-analysis of the economic values of provisioning and cultural ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 649, 1293-1298. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.422>
- Vallecillo, S., La Notte, A., Zulian, G., Ferrini, S. & Maes, J. (2019). Ecosystem services accounts: Valuing the actual flow of nature-based recreation from ecosystems to people. *Ecological Modelling*, 392, 196-211. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.09.023>
- Wang, Y. & Hayashi, K. (2023). Methodological development of cultural ecosystem services evaluation using location data. *Journal of Cleaner Production*, 396, 136523. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136523>
- Wang, L., Huang, L., Cao, W., Zhai, J. & Fan, J. (2024). Assessing grassland cultural ecosystem services supply and demand for promoting the sustainable realization of grassland cultural values. *Science of The Total Environment*, 169255. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169255>
- Yang, L. & Cao, K. (2022). Spatial matching and correlation between recreation service supply and demand in the Ili River Valley, China. *Applied Geography*, 148, 102805. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102805>
- Yohannes, H., Soromessa, T., Argaw, M. & Dewan, A. (2021). Spatio-temporal changes in habitat quality and linkage with landscape characteristics in the Beressa watershed, Blue Nile basin of Ethiopian highlands. *Journal of Environmental Management*, 281, 111885. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111885>
- Zarandian, A. (2023). Economic valuation of the basic resources of Semnan province with the approach of preparing an ecosystem service map. Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). Research Project
- Zulian, G., Paracchini, M. L., Maes, J. & Liqueste, C. (2013). ESTIMAP: Ecosystem services mapping at European scale. *Publications Office of the European Union*, Luxembourg.