



Evaluating and zoning of ecosystem services in mangrove forests of Khamir and Qeshm

Parvaneh Sobhani¹  | Afshin Danehkar^{2*} 

1. Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: sobhani.parvaneh@guest.ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: danehkar@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received May 09, 2023
Revised July 15, 2023
Accepted July 30, 2023
Published online 06 November 2023

Keywords:
*Evaluation Of Ecosystem Services,
Mapping,
Zoning,
Mangrove Forests,
Khamir and Qeshm Areas.*

ABSTRACT

Considering the fact that the supply and demand of ecosystem services may be geographically different, therefore, the management of this spatial heterogeneity requires the evaluation and zoning of ecosystem services in the form of spatial maps. Accordingly, in the present study, the spatial distribution of ecosystem services in the mangrove forests of Khamir and Qeshm was evaluated and zoned. According to the results in this area, cultural services have the most points among the available services due to the high entertainment value. Therefore, among the examined criteria, leisure and nature tourism have more demand for spending leisure time and tourism due to its pristine landscapes, aesthetic values, education, recreation, etc. Likewise, among provisioning ecosystem services, traditional fishing (Moshta) is scattered in most areas of this region within the main tributaries and estuaries and has the largest supply in the area. This ecosystem service is important among the residents of the area, the reasons for which are the livelihood and economic dependence of the local people on this service. Finally, the prioritization of ecosystem services distribution in the studied areas demonstrated that the most services offered and with the highest priority in the area are related to cultural services. In this service, the highest priority is also given to the standard of recreation and nature tourism on the high class, and other services, including aesthetics, sense of place, heritage value, spiritual and religious value, education, and inspiration, are placed in the next priorities. Accordingly, zones that have a high density of mangrove habitats also have a high supply of cultural services. Therefore, examining the spatial distribution of ecosystem services through the evaluation and zoning of these valuable resources can help to correct the plan and protection of natural ecosystems to meet human needs.

Cite this article: Sobhani, P; Danehkar, A. (2023). Evaluating and zoning of ecosystem services in mangrove forests of Khamir and Qeshm. *Town and Country Planning*.15 (2), 275-292. DOI: 10.22059/jtcp.2023.358990.670391



© Parvaneh Sobhani, Afshin Danehkar **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2023.358990.670391>

ارزیابی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرویی حوزه خمیر و قشم

پروانه سبحانی^۱ | افشین دانه‌کار^{۲*}

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: sobhani.parvaneh@guest.ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: danehkar@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵

کلیدواژه:

ارزیابی خدمات اکوسیستمی،

پهنه‌بندی،

جنگل‌های مانگرو،

حوزه خمیر و قشم،

نقشه‌سازی.

با توجه به این که عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستمی ممکن است از نظر جغرافیایی مختلف باشد مدیریت این ناهمگنی مکانی مستلزم ارزیابی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستم در قالب نقشه‌های مکانی است. در سال‌های اخیر افزایش رشد جمعیت و توسعه تقاضاهای انسانی با هدف رفاه اقتصادی و اجتماعی باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در برداشت منابع و خدمات ارزشمند از این رویشگاه‌های طبیعی و در نتیجه تخریب و نابودی آن‌ها شده است. بر این اساس در مطالعه حاضر به ارزیابی و پهنه‌بندی توزیع مکانی خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرویی حوزه خمیر و قشم پرداخته شد. به منظور بررسی خدمات اکوسیستمی در این مطالعه از روش ارزیابی چندمعیاره شامل شناسایی معیارها، تهیه لایه‌های مکانی، استانداردسازی و وزن‌دهی لایه‌های مکانی، ترکیب لایه‌ها، پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی، امتیازدهی و الویت‌بندی پهنه‌ها استفاده شد. خدمات اکوسیستمی در این مطالعه بر اساس طبقه‌بندی اکوسیستم هزاره و مطابق با خدمات عرضه‌شده در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت که شامل دو خدمت عمده فراهمی و فرهنگی است. از خدمات فراهمی موجود می‌توان به سرشاخه‌زنی، برداشت عسل، و صید سنتی (مشتا) اشاره کرد و خدمات فرهنگی نیز شامل منابع غیر مادی است که مردم از اکوسیستم پیرامون خود به دست می‌آورند؛ از جمله الهام‌بخشی، حس مکان، زیبایی‌شناسی، آموزشی، ارزش میراث، ارزش‌های معنوی و مذهبی، و تفرج و طبیعت‌گردی در منطقه. پس از شناسایی معیارها و ارزیابی خدمات اکوسیستمی به تهیه لایه‌های مکانی و نقشه‌سازی خدمات عرضه‌شده در منطقه اقدام شد. سپس، به ترکیب لایه‌ها و پهنه‌بندی خدمات به روش خطی-وزنی پرداخته شد. و در نهایت، با استفاده از طیف لیکرت، هر یک از خدمات امتیازدهی و اولویت‌بندی شدند. مطابق نتایج در این منطقه، با توجه به ارزش تفرجی بالا، خدمات فرهنگی دارای بیشترین امتیاز بین خدمات موجود هستند. از این رو، بین معیارهای بررسی‌شده، تفرج و طبیعت‌گردی به دلیل برخورداری از مناظر بکر، ارزش‌های زیباشناختی، آموزشی، تفرجی، و غیره دارای تقاضای بیشتری برای گذران اوقات فراغت و گردشگری است. همچنین، در بین خدمات اکوسیستمی فراهمی، صید سنتی (مشتا) در اکثر پهنه‌های این منطقه در داخل شاخه‌ها و خورهای اصلی پراکنده شده است و بیشترین عرضه را در منطقه به خود اختصاص داده است. این خدمت اکوسیستمی بین ساکنان منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است که از دلایل آن می‌توان به شغل معیشتی و وابستگی اقتصادی مردم محلی به این خدمت اشاره کرد. در نهایت، اولویت‌بندی توزیع خدمات اکوسیستمی در پهنه‌های مورد مطالعه نشان داد بیشترین خدمات عرضه‌شده و با بالاترین اولویت در منطقه مربوط به خدمات فرهنگی است. همچنین در این خدمت بیشترین اولویت به معیار تفرج و طبیعت‌گردی در طبقه زیاد اختصاص یافته است و سایر خدمات به ترتیب شامل زیبایی‌شناسی، حس مکان، ارزش میراث، ارزش‌های معنوی و مذهبی، آموزشی، و الهامات در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند. بر این اساس مکان‌هایی که از تراکم بالای رویشگاه‌های مانگرو برخوردارند دارای عرضه بالایی از خدمات فرهنگی نیز هستند. بنابراین، بررسی پراکنش مکانی خدمات اکوسیستمی از طریق ارزیابی و پهنه‌بندی این منابع ارزشمند می‌تواند به برنامه‌ریزی صحیح و حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی جهت تأمین نیازهای معیشتی انسان کمک کند.

استناد: سبحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین (۱۴۰۲). ارزیابی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرویی حوزه خمیر و قشم. *آمایش سرزمین*، ۱۵ (۲) ۲۷۵-۲۹۲.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2023.358990.670391>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© پروانه سبحانی، افشین دانه‌کار

DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2023.358990.670391>



مقدمه

خدمات اکوسیستمی منافع ارزشمندی هستند که یک محیط طبیعی به طور مستقیم یا غیر مستقیم برای انسان فراهم می‌آورد (8: Zhang et al., 2023; Daily et al., 2009: 24). این خدمات معمولاً به صورت تولیدی، تنظیمی، حمایتی، و فرهنگی طبقه‌بندی می‌شوند (108: Locatelli et al., 2017; 10: Carpenter et al., 2006; MEA, 2005). خدمات اکوسیستمی شامل جریان ماده و انرژی و اطلاعات از سرمایه‌های طبیعی است که منجر به بهبود رفاه و سلامت جامعه و همچنین تأمین نیاز زندگی انسان می‌شود (5: Sun et al., 2020; 410: Baró et al., 2016).

رشد جمعیت و افزایش تقاضا در زمینه خدمات حاصل از اکوسیستم‌های طبیعی باعث شده سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری برای مدیریت محیط زیست، آمایش سرزمین، و توسعه در سطوح مختلف نیازمند ارزیابی خدمات اکوسیستمی باشد (Pena et al., 2022: 1; 112: Sobhani et al., 2022). امروزه، ارزیابی خدمات اکوسیستمی به طور فزاینده برای حمایت از مدیریت محیط زیست در مقیاس‌های محلی (35: Bana & Sakti, 2019; 638: Tamayo et al., 2018)، ملی (Schroter et al., 2016: 332)، و جهانی گسترش یافته است و برنامه‌ریزان و مدیران از آن استفاده می‌کنند (12: Díaz et al., 2019; 47: IPBES, 2019).

نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم ابزاری مهم برای تصمیم‌گیران است و آن‌ها را قادر می‌سازد تا به شکل مکانی نواحی دارای ارزش حفاظتی و با عرضه بالای خدمات اکوسیستمی را در ابعاد مختلف نشان دهند (64: Balvanera et al., 2012; 258: Burkhard & Maes, 2017). از طرف دیگر برای برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح سرزمین باید به‌درستی تعیین کرد که چه خدماتی و در کجا (در مقیاس‌های مختلف محلی و منطقه‌ای و جهانی) تولید می‌شوند تا بدین وسیله سطح عرضه خدمات اکوسیستم با میزان تقاضای جامعه مطابقت داشته باشد (12: Huang et al., 2023). با توجه به اینکه عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستمی ممکن است از نظر جغرافیایی مختلف باشد، مدیریت این ناهمگنی مکانی مستلزم ارزیابی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستم در قالب نقشه‌های مکانی است (259: Inácio et al., 2020).

نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی، به‌ویژه شناسایی مناطق کلیدی و عرضه آن‌ها، فرایندی است که مفهوم خدمات اکوسیستمی را در برنامه‌ریزی‌های حفاظتی وارد می‌کند و بر لزوم توجه به خدمات اکوسیستم در برنامه‌ریزی کاربری سرزمین تأکید دارد (685: Yingjie et al., 2017; عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۵). سطح عرضه خدمات وابسته به ویژگی ساختار اکوسیستم است و در مقابل تقاضای خدمات اکوسیستمی بسته به نیاز انسان و یک خدمت ویژه متغیر است. از این رو، پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی سطح توزیع مکانی این خدمات را در بخش‌های مختلف سرزمین با توجه به نیاز انسان و نوع عرضه خدمات اکوسیستم مشخص می‌کند.

پیشینه نظری پژوهش

در سال‌های اخیر مطالعات مختلفی برای نمایش مکانی و ارزیابی خدمات و منافع اکوسیستم‌های طبیعی انجام شده است. با توجه به اهمیت این موضوع می‌توان به مطالعه شوارتز^۱ و همکارانش (۲۰۲۲) در مقایسه ارزیابی بیوفیزیکی و نقشه‌سازی فضایی به خدمات اکوسیستمی در چشم‌اندازهای کشاورزی اشاره کردند. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که ذی‌نفعانی که در حاشیه منطقه زندگی می‌کنند درک عمیقی از فرایندهای در حال انجام گرفتن اکوسیستم دارند. از این رو، استفاده از داده‌های مشارکتی در ارزیابی بیوفیزیکی و نقشه‌سازی می‌تواند راهکاری آسان در تصمیم‌گیری و مدیریت خدمات باشد. ایناسیوا^۲ و همکارانش (۲۰۲۰) سیمای منظر خدمات اکوسیستمی دریای بالتیک را ارزیابی کردند و نقشه‌سازی انجام دادند. مطابق نتایج، به‌رغم تلاش‌های صورت‌گرفته برای بهبود وضعیت زیست‌محیطی دریای بالتیک، همچنان اهداف تعیین‌شده محقق نشده‌اند. بنابراین، ارزیابی‌های کمی برای اطلاع‌رسانی بهتر تصمیم‌گیرندگان و استانداردسازی اقدامات خدمات اکوسیستمی در سراسر این دریا

امری حیاتی است. عبدالهی و همکارانش (۱۳۹۹) به ارزیابی و تعیین مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی در بخش مرکزی استان اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد کاربری‌های اراضی دارای بیشترین تأثیر در عرضه خدمات اکوسیستمی هستند. بر این اساس بررسی مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی می‌تواند در بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری سرزمین مؤثر باشد. کبیری هندی و همکارانش (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به ارزیابی خدمات فرهنگی اکوسیستم در استان گلستان پرداختند. در این پژوهش برای ارزیابی این خدمات از روش چندمعیاره و پهنه‌بندی منطقه به روش شایستگی ناحیه‌ای استفاده شد که مطابق نتایج به‌دست‌آمده بیشترین خدمات فرهنگی در پهنه‌های پارک ملی گلستان و جنگل تحقیقاتی بهرام‌نیا توزیع شده است.

مطابق مطالعات یادشده، با هدف یکپارچه‌سازی مفهوم خدمات اکوسیستمی در برنامه‌ریزی مکانی سرزمین، ارزیابی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی نقشی بسیاری مهم جهت مدیریت سرزمین ایفا می‌کند. از این رو در اکثر مطالعاتی که تا کنون صورت گرفته است به ارزیابی خدمات اکوسیستمی پرداخته شده و در هیچ‌یک به پهنه‌بندی و نحوه توزیع خدمات بر اساس اولویت و اهمیت هر خدمت مطابق تقاضای انسان توجهی نشده است. بر این اساس، در این مطالعه ابتدا به شناسایی و ارزیابی خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم پرداخته شد و سپس به وزن‌دهی و اولویت‌بندی این خدمات با هدف پهنه‌بندی و نحوه توزیع مکانی آن‌ها اقدام شد.

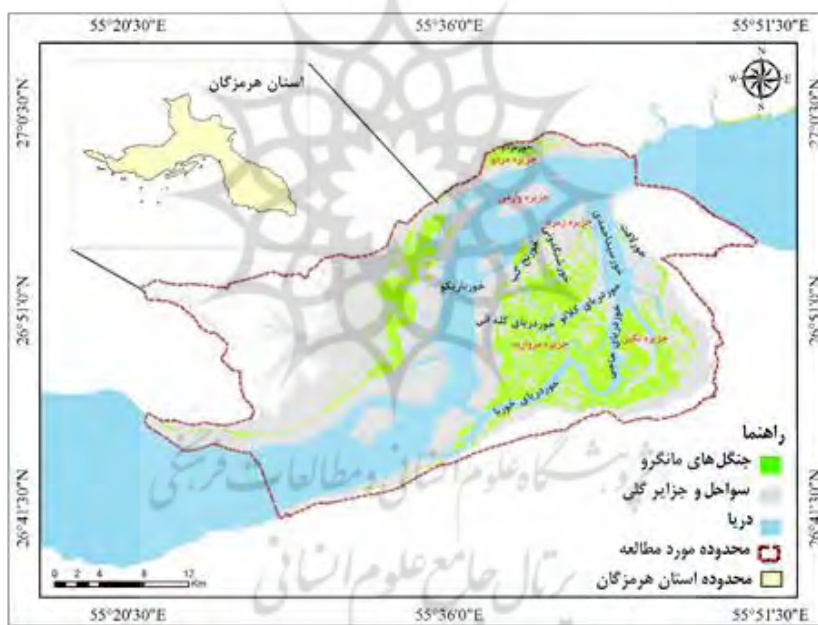
خدمات اکوسیستمی شامل محصولات و منافع مستقیم و غیر مستقیم تولیدشده توسط عملکرد اکوسیستم‌های طبیعت است که می‌توانند سطح زندگی انسان را بهبود ببخشند و معیشت را حمایت کنند. در این زمینه اکوسیستم‌های مانگرو، به منزله یکی از زیستگاه‌های ساحلی بالارزش، ارائه‌دهنده تعدادی از این خدمات به جوامع محلی و طبیعت‌گردان و بازدیدکنندگان از این مناطق است. خدمات ارائه‌شده در این رویشگاه‌ها شامل خدمات فراهمی (چوب، الوار، زغال، آبیان)، خدمات تنظیمی (تعدیل اقلیم، جلوگیری از نفوذ آب دریا، تنظیم سیلاب‌ها)، خدمات حمایتی (نوزادگاه، پشتیبانی از چرخه مواد مغذی کشاورزی، تأمین تنوع زیستی مورد نیاز انسان)، و خدمات فرهنگی (تحقیقات، آموزش، زیباشناختی، پیوندهای فرهنگی و اعتقادی، طبیعت‌گردی) است. این خدمات را می‌توان به دو گروه استفاده مستقیم (ملموس) و غیر مستقیم (غیر ملموس) طبقه‌بندی کرد. در جنگل‌های حوزه خمیر و قشم، منافع مستقیم شامل تولید چوب و الوار و سایر محصولات حمایت‌کننده معیشت انسانی است و در مقابل کارکردهای اکولوژیک و ادراکی، مانند حفاظت از سواحل در مقابل امواج و فرسایش ناشی از جریان‌های دریایی و ایجاد زیستگاه و پناهگاه برای حیات وحش و اکوتوریسم، از منافع غیر مستقیم این اکوسیستم به شمار می‌رود. در محدوده مورد مطالعه، عمده‌ترین خدمات اکوسیستمی قابل مشاهده که زندگی جوامع محلی به آن وابسته است شامل سرشاخه‌زنی، برداشت عسل حرا، صید سنتی (مشتا)، و فعالیت‌های گردشگری و طبیعت‌گردی است. از طرف دیگر، این رویشگاه‌های طبیعی از ارزش تفریحی قابل توجهی برخوردارند. از این رو، خدمات طبیعت‌گردی یکی از خدمات‌های فرهنگی مهم اکوسیستم در این منطقه به شمار می‌رود. جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم منشأ تولید و عرضه کالاها و خدمات وسیعی برای جوامع محلی و گردشگران و همچنین یکی از عناصر مهم برای تأمین رفاه اقتصادی و بهزیستی است. متأسفانه در سال‌های اخیر افزایش رشد جمعیت و توسعه تقاضاهای انسانی با هدف رفاه اقتصادی و اجتماعی باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در برداشت منابع و خدمات ارزشمند از این رویشگاه‌های طبیعی و در نتیجه تخریب و نابودی آن‌ها شده است.

در مطالعه حاضر، با هدف یکپارچه‌سازی مفهوم خدمات اکوسیستمی در منطقه، برای برنامه‌ریزی مکانی و ارزیابی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی با هدف مدیریت سرزمین به پهنه‌بندی و نحوه توزیع خدمات اکوسیستمی بر اساس اولویت و اهمیت هر خدمت مطابق با تقاضای جوامع انسانی پرداخته شد. به عبارت دیگر، کسب اطلاعات مکانی از این خدمات نقشی کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها و به دنبال آن تصمیم‌گیری‌های مرتبط با بهره‌برداری انسان از این منابع خواهد داشت. همچنین، از اطلاعات به‌دست‌آمده می‌توان برای آگاهی‌دهی عموم در زمینه خدمات این بیوم‌ها جهت بهره‌برداری صحیح و حفاظت از آن‌ها استفاده کرد. از این رو برای دستیابی به این اهداف خدمات اکوسیستمی در محدوده مطالعاتی شناسایی شد تا بدین وسیله سطح مطابقت عرضه خدمات اکوسیستمی با میزان تقاضای جامعه ارزیابی شود. پس از بررسی پهنه‌ها و نحوه توزیع مکانی هر یک، به وزن‌دهی و اولویت‌بندی این خدمات اقدام شد. در این زمینه سوالات مهم پژوهش عبارت‌اند از: ۱. کدام‌یک از خدمات

اکوسیستمی شناسایی شده در منطقه اولویت بیشتری دارند؟ و ۲. توزیع مکانی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی شناخته شده در منطقه از چه وضعیتی برخوردار است؟

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه شامل جنگل‌های مانگرویی خمیر-قشم (منطقه حفاظت شده حرا) با موقعیت جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۳ دقیقه و ۴۷ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۰۱ دقیقه و ۰۲ ثانیه شمالی و ۵۵ درجه و ۲۳ دقیقه و ۴۶ ثانیه تا ۵۵ درجه و ۵۴ دقیقه و ۰۱ ثانیه شرقی واقع در استان هرمزگان است. این جنگل‌ها یکی از اکوسیستم‌های بسیار باارزش مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با خصوصیات پناهگاهی در مناطق بین جزر و مدی هستند. همچنین از جنگل‌های پنج‌گانه استان هرمزگان در شمال غرب جزیره قشم و یکی از دوازده ذخیره‌گاه زیست‌کره در ایران‌اند که اطراف چندین جزیره گلی پست در مقابل دهانه رود مهران بیشترین توسعه را دارند. جنگل‌های مانگرویی این محدوده در ردیف اجتماعات درختان غیر صنعتی و حفاظتی قرار دارند و بهره‌برداری از این اجتماعات در قالب برداشت سرشاخه برای تولید دام، زنبورداری، صید آبزیان، و استفاده تفریحی صورت می‌گیرد. این منطقه غنای گونه‌ای بالا و ذخایر زیستی ارزشمندی دارد (سبحانی و دانه‌کار، ۱۴۰۲: ۵). از نظر گونه‌های جانوری در این منطقه می‌توان به ۶ خانواده، ۱۶ گونه پستاندار خشکی‌زی و آبری شناسایی شده، و ۱۱۱ گونه پرنده از ۳۳ خانواده اشاره کرد (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۴۷؛ کابلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۸۶). در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه نمایش داده شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

روش‌شناسی پژوهش

خدمات اکوسیستمی در این مطالعه بر اساس طبقه‌بندی اکوسیستم هزاره و همچنین با توجه به خدمات اکوسیستمی موجود در منطقه به شرح جدول ۱ ارزیابی شد. به منظور دستیابی به این هدف، از روش ارزیابی چندمعیاره استفاده شد. گام‌های این روش عبارت‌اند از: ۱. شناسایی معیارها؛ ۲. تهیه لایه‌های مکانی؛ ۳. استانداردسازی و وزن‌دهی لایه‌های مکانی؛ ۴. ترکیب لایه‌ها؛ ۵. پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی؛ ۶. امتیازدهی و اولویت‌بندی پهنه‌ها.

در گام اول فرایند شناسایی و استخراج معیارها بر اساس مرور منابع و سوابق مطالعاتی پیشین انجام گرفت و سپس به تهیه لایه‌های مکانی به شرح جدول ۱ اقدام شد. از آنجا که جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم از ارزش تفریحی قابل توجهی برخوردارند، در مطالعه حاضر به ارزیابی خدمات اکوسیستمی فرهنگی به منزله یکی از منافع غیر مادی، که افراد از طریق برقراری

ارتباط مستقیم با طبیعت و به واسطه ارزش معنوی و رشدشناختی و تفکر و فعالیت‌های تفریحی و تجربیات زیباشناختی به دست می‌آورند، با تمرکز بیشتری پرداخته شد. مطابق جدول ۱ خدمات اکوسیستمی عرضه‌شده در منطقه در قالب دو خدمت عمده فراهمی و فرهنگی مورد بررسی قرار گرفت. از خدمات فراهمی می‌توان به منابعی اشاره کرد که توسط اکوسیستم طبیعی تولید می‌شوند؛ اعم از غذا، مواد خام، منابع ژنتیکی، مواد بیوشیمیایی، منابع دارویی، انرژی، و منابع زینتی که در این منطقه شامل سرشاخه‌زنی و برداشت عسل و صید سنتی (مشتا) است. خدمات فرهنگی نیز شامل منابع غیر مادی است که مردم از اکوسیستم پیرامون خود به دست می‌آورند؛ از جمله الهام‌بخشی، حس مکان، زیبایی‌شناسی، آموزشی، ارزش میراث، ارزش‌های معنوی و مذهبی، تفریح، و طبیعت‌گردی در منطقه.

جدول ۱. فهرستی از معیارهای ارزیابی خدمات اکوسیستمی در محدوده مورد مطالعه

| منابع | روش تولید شاخص‌ها | شاخص‌ها | معیار | خدمت اکوسیستمی |
|---|--|--|--|----------------|
| | نمایش موقعیت مکانی پدیده‌های نام‌برده‌شده روی نقشه | جنگل‌های مانگرو جنگل‌های مانگرو دریا، رودخانه‌ها، خورها | - سرشاخه‌زنی - برداشت عسل - صید سنتی (مشتا) | فراهمی |
| | نمایش موقعیت مکانی پدیده‌های نام‌برده‌شده روی نقشه | روستاها جنگل‌های مانگرو سواحل و جزایر گلی دریا روستاها | - الهام‌بخشی چشم‌اندازهای طبیعی و مناطق بکر آثار تاریخی اماکن مذهبی | فرهنگی |
| | مدل رقومی ارتفاع (DEM) | ارتفاع شیب جهت | - حس مکان | |
| کیبری هندی و همکاران، ۱۳۹۹؛ اسدالهی و همکاران، ۱۳۹۷؛ چهارراهی و همکاران، ۱۴۰۱؛ مشاری و همکاران، ۱۳۹۸ | استفاده از شاخص NDVI طبقه‌بندی نقشه تراکم پوشش گیاهی | تیپ پوشش گیاهی تراکم پوشش گیاهی | - زیبایی‌شناسی | |
| Sherrouse et al., 2014; Plieninger et al., 2013; Brandt, 2013; Brown, 2013; Jacobs, 2013; Van Berkel, 2014; Tiemann & Ring, 2022; Schwartz et al., 2022; Zhang et al., 2023; Inacio et al., 2020; Huang et al., 2023 | نقشه کاربری اراضی استفاده از دستور Viewshed در فاصله ۳۰۰ متری استفاده از دستور Viewshed | تنوع سیمای منظر قابلیت دید رودخانه قابلیت دید جاذبه‌های طبیعی | | |
| | پراکندگی مراکز آموزشی | مراکز آموزشی | - آموزشی | |
| | پراکندگی آثار فرهنگی | میراث‌های فرهنگی | - ارزش میراث | |
| | پراکندگی آثار طبیعی | میراث‌های طبیعی | | |
| | پراکندگی مکان‌های مذهبی پراکندگی آثار طبیعی مقدس و باارزش | مکان‌های مذهبی پدیده‌های طبیعی مقدس و باارزش | - معنوی و مذهبی | |
| | نمایش موقعیت مکانی پدیده‌های نام‌برده‌شده روی نقشه | جنگل‌های مانگرو سواحل و جزایر گلی روستاها مقبره‌ها زیارتگاه‌ها | - تفریح و طبیعت‌گردی | |
| | | اقامتگاه‌های بوم‌گردی و زیرساخت‌های گردشگری دریا | | |

تهیه لایه‌های مکانی

در این مطالعه، پس از شناسایی معیارهای ارزیابی خدمات اکوسیستمی، به تهیه لایه‌های مکانی و نقشه‌سازی خدمات عرضه‌شده در منطقه به شرح روش تولید شاخص‌ها در جدول ۱ و با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS و ENVI پرداخته شد.

استانداردسازی و وزن‌دهی لایه‌های مکانی

از آنجا که شاخص‌ها دارای ماهیت متفاوت‌اند، باید قبل از ترکیب و هم‌پوشانی با یکدیگر استانداردسازی شوند (مسعودی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۲۱). بی‌مقیاس‌سازی در مسائل زیست‌محیطی، که شاخص‌های کمی و کیفی در آن به طور هم‌زمان در نظر گرفته می‌شود، از طریق روش‌های نرم و خطی و فازی صورت می‌گیرد (پرهیزگار و غفاری‌گیلانده، ۱۳۸۵: ۳۵۷). در بین روش‌های یادشده، روش خطی همه نتایج به یک نسبت خطی تبدیل می‌شوند و ترتیب نسبی از نتایج موجود یکسان باقی می‌ماند (اصغرپور، ۱۳۹۲: ۱۸۷). از این رو در مطالعه حاضر همه لایه‌های مکانی تهیه‌شده در دامنه عددی ۰ تا ۱ به روش خطی مطابق رابطه ۱ و ۲ استانداردسازی شدند.

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\text{Min}}}{x_j^{\text{Max}} - x_j^{\text{Min}}} \quad (1)$$

$$x_{ij} = \frac{x_j^{\text{Max}} - x_{ij}}{x_j^{\text{Max}} - x_j^{\text{Min}}} \quad (2)$$

در رابطه‌های فوق $x_j^{\text{Max}} - x_j^{\text{Min}}$ دامنه ارزش بیشینه و کمینه نشانگرهای مورد نظر، x_j^{Max} ارزش بیشینه تخصیص‌یافته برای صفت x_j^{Min} ارزش کمینه تخصیص‌یافته برای صفت x_j^{Min} است. در این مطالعه، پس از استانداردسازی لایه‌های مکانی، با استفاده از مدل ANP به وزن‌دهی این لایه‌ها نیز پرداخته شد.

ترکیب لایه‌ها و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی

یکی از روش‌های رایج مورد استفاده در ترکیب داده‌ها، ترکیب خطی-وزنی (WLC) است که در این روش هر فاکتور استانداردشده در وزن مرتبط با آن ضرب و سپس فاکتورها با یکدیگر جمع می‌شوند (رابطه ۳). زمانی که وزن‌ها برای هر بخش محاسبه شد، تصویر حاصل‌شده بار دیگر در محدودیت‌های بولی (۰ و ۱) ضرب می‌شود تا مناطقی که نباید در محاسبات در نظر گرفته شوند حذف شوند. تصویر نهایی مربوط به محاسبه ترکیب مطلوبیت در دامنه ۰ تا ۱ برای مناطقی است که محدودیتی برای توسعه ندارند. پردازش این روش امکان جایگزینی کامل بین فاکتورها را فراهم می‌سازد و مقدار جایگزینی هر فاکتور نیز بر اساس وزن فاکتورها برآورد می‌شود. روش ترکیب خطی-وزنی از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به رویکرد بولی برخوردار است. این روش امکان استانداردسازی معیارها را در ساختاری پیوسته فراهم می‌سازد و از این طریق اطلاعات مهم در ارتباط با درجه مطلوبیت را حفظ می‌کند؛ ضمن اینکه اختصاص وزن‌های متفاوت برای هر فاکتور نیز امکان‌پذیر است (سلمان‌ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۹: ۱۵۸). پس از ترکیب خطی-وزنی لایه‌ها، با استفاده از دستور تناسب شایستگی سرزمین (ZLS) در نرم‌افزار ادریسی، نواحی عرضه خدمات فرهنگی در منطقه پهنه‌بندی شد.

$$S = \sum W_i X_i C_i \quad (3)$$

که در آن S شاخص مطلوبیت، W_i وزن هر لایه، X_i ارزش هر لایه، C_i امتیاز معیار محدودیت، و π نمایه حاصل ضرب است (سلمان‌ماهینی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۹۲).

امتیازدهی و اولویت‌بندی پهنه‌ها

پس از پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه، با استفاده از طیف لیکرت (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد) به امتیازدهی و اولویت‌بندی توزیع خدمات اکوسیستمی بین این پهنه‌ها پرداخته شد.

یافته‌های پژوهش

ارزیابی لایه‌های مکانی شناسایی شده

در این مطالعه با توجه به خدمات اکوسیستمی موجود در منطقه به بررسی خدمات فراهمی و فرهنگی.

خدمات فراهمی

در این خدمت اکوسیستمی به بررسی معیارهای سرشاخه‌زنی، برداشت عسل، و صید سنتی (مشتا) پرداخته شد. برای نمایش این معیارها به ترتیب برای سرشاخه‌زنی و برداشت عسل به تهیه نقشه جنگل‌های مانگرو و برای صید سنتی مشتا از دریا و رودخانه‌ها و خورها بهره گرفته شد.

خدمات فرهنگی

- معیار الهام‌بخشی: برای نمایش این معیار در منطقه به نقشه‌سازی روستاهای حاشیه رویشگاه‌های مانگروی خمیر-قشم، توزیع جنگل‌های مانگرو، دریا و سواحل و جزایر گلی پرداخته شد.

- معیار حس مکان: در این معیار، به تهیه نقشه‌ای مشتمل بر روستاهای حاشیه رویشگاه‌های مانگروی خمیر-قشم، چشم‌اندازهای طبیعی و مناطق بکر، آثار تاریخی، و اماکن مذهبی پرداخته شد.

- معیار زیبایی‌شناسی: شاخص‌های این معیار شامل ارتفاع، شیب، جهت، تیپ پوشش گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، تنوع سیمای منظر، قابلیت دید رودخانه، و قابلیت دید جاذبه‌های طبیعی است.

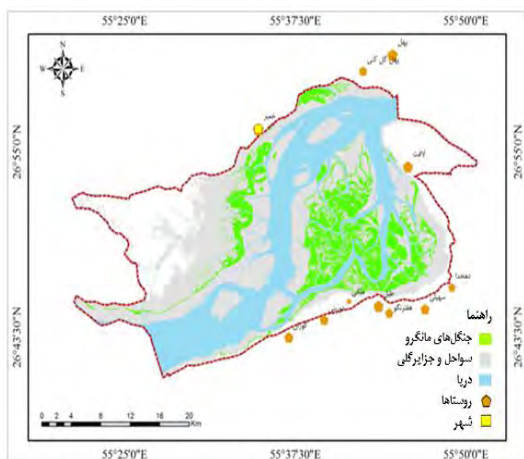
- معیار آموزشی: در محدوده مورد مطالعه، آموزش به منزله یکی دیگر از معیارهای خدمت فرهنگی بررسی و برای آن نقشه‌سازی شد. شاخص‌های مورد مطالعه در این معیار شامل مدارس و مؤسسات است و یکی از مراکز آموزشی مهم شهر تالابی بندر خمیر سیپا (CEPA) نام دارد. سیپا برگرفته از واژه‌های ارتباطات^۱، آموزش^۲، مشارکت^۳، و آگاهی^۴ است. در این مرکز به آموزش و نمایش تالاب و خدمات آن- از جمله پوشش‌های گیاهی مانگرو، فرایند جزر و مد آب، پرندگان تالابی- از طریق پازل و ماکت و تابلوهای الکترونیکی پرداخته می‌شود.

- معیار ارزش میراث: در این معیار به بررسی شاخص‌های میراث‌های فرهنگی (آثار فرهنگی و تاریخی) و میراث‌های طبیعی (جاذبه‌های طبیعی منطقه) پرداخته شد.

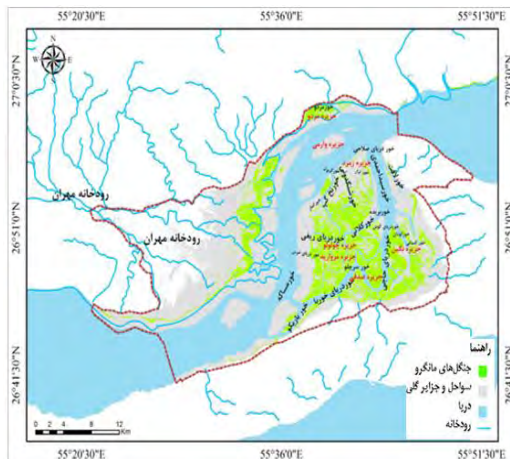
- معیار ارزش‌های معنوی و مذهبی: این معیار با مکان‌های مذهبی و پدیده‌های طبیعی مقدس و باارزش در ارتباط است که برای نقشه‌سازی آن از جنگل‌های مانگرو و سواحل و جزایر گلی و اماکن معنوی و مذهبی استفاده شد.

- معیار تفرج و طبیعت‌گردی: در نقشه‌سازی معیار تفرج و طبیعت‌گردی جنگل‌های مانگرو، کرانه ساحلی، دریا، مقبره‌ها و زیارتگاه‌ها، اقامتگاه‌های بوم‌گردی و زیرساخت‌های گردشگری، چشم‌اندازها و جاذبه‌های طبیعی، و روستاهای تاریخی بررسی شد. پس از بررسی معیارهای شناسایی شده در منطقه، به تهیه لایه‌های مکانی هر معیار مطابق شکل‌های ۲ تا ۹ پرداخته شد. نتایج نشان داد، از بین خدمات اکوسیستمی جنگل‌های مانگروی خمیر و قشم، بیشترین امتیاز به خدمات فرهنگی با ضریب وزنی ۰/۶۸ اختصاص می‌یابد. همچنین بین معیارهای بررسی شده در این مطالعه بیشترین امتیاز مربوط به تفرج و طبیعت‌گردی با ضریب وزنی ۰/۳۸۵ است (جدول ۲).

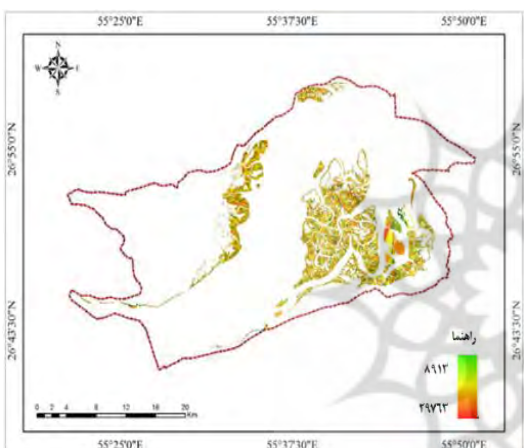
1. Communication
2. Education
3. Participation
4. Awareness



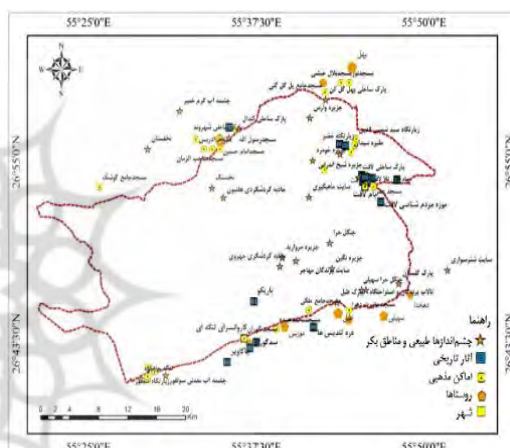
شکل ۳. نقشه معیار الهام‌بخشی در منطقه



شکل ۲. نقشه معیارهای خدمات فراهمی در منطقه (سرشاخه‌زنی، برداشت عسل، صید سنتی (مشتا))



شکل ۵. معیار زیبایی‌شناسی در منطقه



شکل ۴. نقشه معیار حس مکان در منطقه



شکل ۷. نقشه معیار ارزش میراث در منطقه



شکل ۶. نقشه معیار آموزشی در منطقه



شکل ۹. نقشه معیار تفرج و طبیعت‌گردی در منطقه



شکل ۸. نقشه معیار ارزش‌های معنوی و مذهبی در منطقه

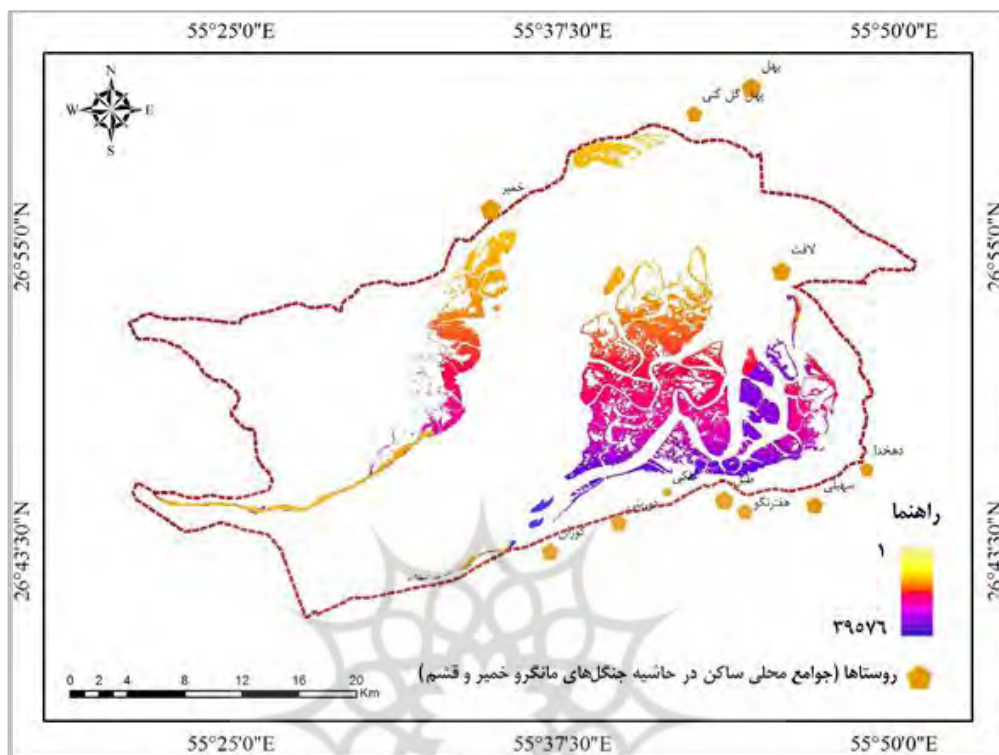
جدول ۲. نتایج وزن‌دهی لایه‌های مکانی مورد مطالعه

| وزن | معیار | وزن | خدمت اکوسیستمی |
|-------|------------------------|------|----------------|
| ۰/۳۵۴ | سرشاخه‌زنی | | |
| ۰/۱۵۸ | برداشت عسل | ۰/۳۲ | فراهمی |
| ۰/۴۸۸ | صید سنتی (مشتا) | | |
| ۰/۱۰۸ | الهام‌بخشی | ۰/۶۸ | فرهنگی |
| ۰/۱۲۴ | حس مکان | | |
| ۰/۱۳۷ | زیبایی‌شناسی | | |
| ۰/۰۶۷ | آموزشی | | |
| ۰/۰۹۸ | ارزش میراث | | |
| ۰/۰۸۴ | ارزش‌های معنوی و مذهبی | | |
| ۰/۳۸۵ | تفرج و طبیعت‌گردی | | |

پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی در منطقه

پس از فرایند وزن‌دهی، به ترکیب لایه‌های مکانی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی در منطقه پرداخته شد. مطابق شکل ۱۰، توزیع خدمات اکوسیستمی در محدوده مورد مطالعه بر اساس روستاهای منطقه (جوامع محلی ساکن در حاشیه جنگل‌های مانگرو) شامل ۱ تا ۳۹۵۷۶ پهنه است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، بیشترین پهنه‌های خدمات فراهمی در منطقه شامل سرشاخه‌زنی در شمال (در جزیره مردو) و در جنوب شرقی و جنوب منطقه در حاشیه روستاهای هفت‌رنگو، طبل، ملکی، دوربنی، و گوران است. از نظر برداشت عسل نیز بیشترین پهنه‌ها در جنگل‌های مانگروی بندر خمیر در تالاب بین‌المللی خورخوران و نزدیک جزایر وارمی و مردو قابل مشاهده است. همچنین، صید سنتی (مشتا) در اکثر پهنه‌های این منطقه داخل شاخه‌ها و خورهای اصلی پراکنده شده است و بیشترین عرضه را بین خدمات اکوسیستمی فراهمی به خود اختصاص داده است. در بررسی خدمات فرهنگی نیز نتایج نشان داد بیشترین معیار الهام‌بخشی در پهنه‌های شمال شرقی، جنوب، و جنوب شرقی منطقه قابل مشاهده است. معیار حس مکان نیز به ترتیب دارای بیشترین پراکندگی در پهنه‌های واقع در نواحی جنوبی و شرقی و شمال منطقه است. همچنین در این منطقه از نظر زیبایی‌شناسی بیشترین پهنه‌ها در نواحی مرکزی و بین جزایر نگین و مروارید و مردو با بیشترین چشم‌اندازهای بکر طبیعی و توزیع جنگل‌های مانگرو قابل مشاهده است. معیار آموزشی، به منزله یکی دیگر از معیارهای مورد بررسی در مطالعه حاضر، دارای بیشترین پراکندگی در پهنه‌های واقع در شمال و جنوب منطقه است. همچنین ارزش میراث در این منطقه، که شامل میراث فرهنگی (آثار فرهنگی و تاریخی) و میراث طبیعی (جاذبه‌های طبیعی منطقه) است، بیشترین پراکندگی را در شرق (بندر لافت کهنه و جدید) و جنوب و جنوب شرق منطقه در حاشیه روستاهای دهخدا، سهیلی، هفت‌رنگو، طبل، ملکی، دوربنی، و گوران و به‌خصوص بین جزایر نگین و مروارید (واقع در رویشگاه جزایر خورخوران) دارد. در

محدوده مورد مطالعه همچنین بیشترین ارزش معنوی و مذهبی در پهنه‌های واقع در شمال و شرق منطقه توزیع شده است. در نهایت تفرج و طبیعت‌گردی به منزله یکی از خدمات فرهنگی عمده، عرضه شده در منطقه، دارای پراکندگی گسترده‌ای از شمال تا جنوب منطقه است. با وجود این، بیشترین توزیع این خدمت در نواحی جنوبی منطقه قابل مشاهده است.



شکل ۱۰. نقشه پهنه‌بندی توزیع خدمات اکوسیستمی در محدوده مورد مطالعه

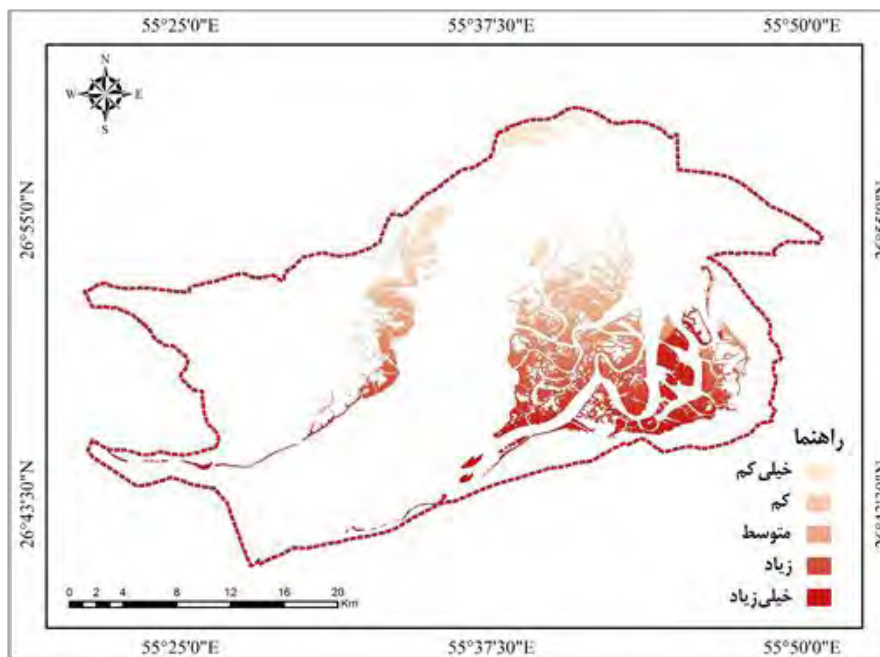
اولویت‌بندی توزیع خدمات اکوسیستمی در پهنه‌های مورد مطالعه

پس از تعیین امتیاز برای هر یک از پهنه‌های مورد مطالعه، به طبقه‌بندی این پهنه‌ها در ۵ طبقه خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم پرداخته شد (جدول ۳ و شکل ۱۱). نتایج نشان داد ۴۸۰۳۴ هکتار از جنگل‌های مانگرویی حوزه خمیر و قشم دارای عرضه خدمات اکوسیستمی در سطح منطقه است که از این مقدار ۲۷۴۰۸ هکتار به خدمات فرهنگی و ۲۰۶۲۶ هکتار به خدمات فراهمی اختصاص دارد. علاوه بر این، نتایج حاکی از آن است که بین پهنه‌های مورد مطالعه بیشترین خدمات اکوسیستمی به خدمت فرهنگی در طبقه زیاد با مساحت ۹۶۲۵ هکتار (۵۶ درصد) اختصاص یافته است. همچنین در این خدمت بیشترین اولویت مربوط به معیار تفرج و طبیعت‌گردی در طبقه زیاد و با مساحت ۳۳۵۶ هکتار (۰/۳۹ درصد) است. بدین ترتیب اولویت‌بندی توزیع سایر خدمات اکوسیستمی موجود در منطقه شامل زیبایی‌شناسی (۵۲۴۷ هکتار)، حس مکان (۴۱۲۷ هکتار)، ارزش میراث (۳۳۱۱ هکتار)، ارزش‌های معنوی و مذهبی (۲۶۵۸ هکتار)، معیار آموزشی (۱۸۷۵ هکتار)، الهامات (۱۷۰۷ هکتار)، صید سنتی (مشتا) (۹۵۸۲ هکتار)، سرشاخه‌زنی (۶۴۵۷ هکتار)، برداشت عسل (۴۵۸۷ هکتار) است.

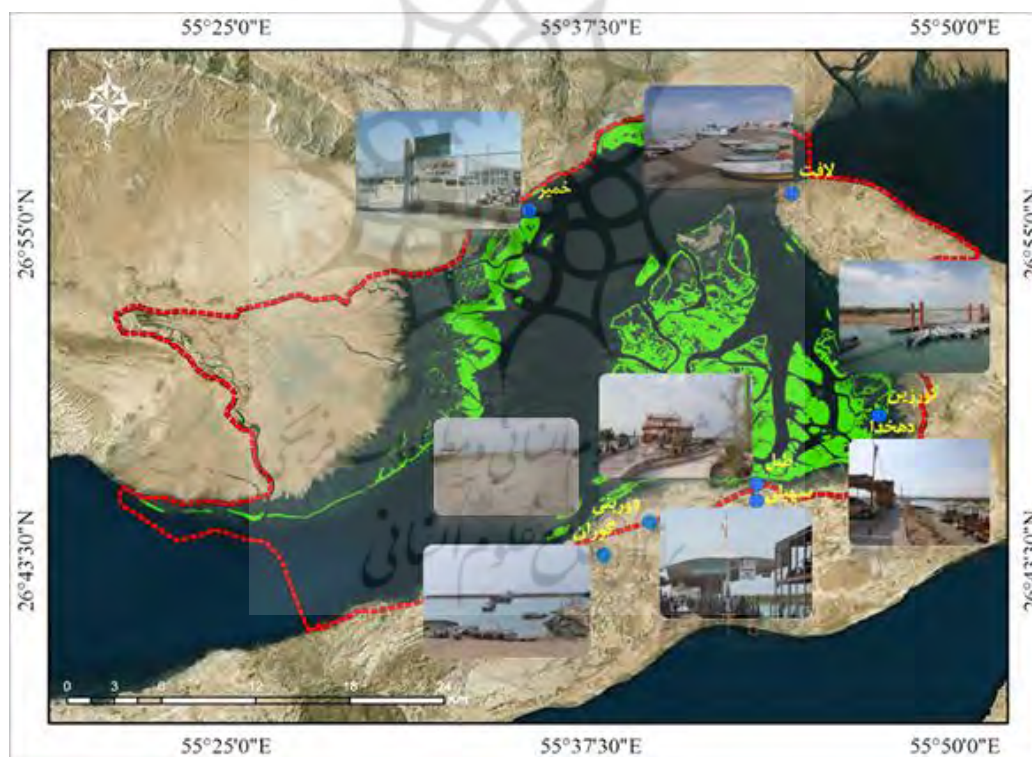
خدمات تفرجی و طبیعت‌گردی به منزله عمده‌ترین خدمت اکوسیستمی در این منطقه در اسکله‌های تفریحی جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم- از جمله اسکله تفریحی بندر خمیر، اسکله‌های بندر لافت (کهنه و جدید)، اسکله گورزین، اسکله دهخدا، اسکله سهیلی، اسکله طبل، اسکله دورینی، اسکله گوران- صورت می‌گیرد (شکل ۱۲).

جدول ۳. مساحت و درصد توزیع خدمات اکوسیستمی در محدوده مورد مطالعه

| مساحت | | طبقات اولویت | معیار | مساحت | | طبقات اولویت | خدمات اکوسیستمی |
|-------|-------|--------------|------------------------|-------|--------|--------------|-----------------|
| هکتار | درصد | | | هکتار | درصد | | |
| ۹۵۸ | ۰/۱۴ | خیلی کم | سرشاخه‌زنی | ۲۳۵۶ | ۰/۱۱ | خیلی کم | فراهمی |
| ۱۱۲۱ | ۰/۱۷ | کم | | ۳۶۷۴ | ۰/۱۷ | کم | |
| ۲۱۰۳ | ۰/۳۲ | متوسط | | ۶۳۴۵ | ۰/۳۰ | متوسط | |
| ۱۲۵۵ | ۰/۱۹ | زیاد | | ۴۳۲۵ | ۰/۲۰ | زیاد | |
| ۱۰۲۰ | ۰/۱۵ | خیلی زیاد | | ۴۰۲۶ | ۰/۱۹ | خیلی زیاد | |
| ۶۴۵۷ | ۱۰۰ | جمع کل | ۲۰۶۲۶ | ۱۰۰ | جمع کل | | |
| ۷۷۶ | ۰/۱۶ | خیلی کم | برداشت عسل | | | | |
| ۸۵۴ | ۰/۱۸ | کم | | | | | |
| ۱۲۵۷ | ۰/۲۷ | متوسط | | | | | |
| ۹۵۷ | ۰/۲۰ | زیاد | | | | | |
| ۷۴۳ | ۰/۱۶ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۴۵۸۷ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۱۰۹۵ | ۰/۱۱ | خیلی کم | صبید سستی (مشتا) | | | | |
| ۱۲۶۲ | ۰/۱۳ | کم | | | | | |
| ۲۲۸۴ | ۰/۲۳ | متوسط | | | | | |
| ۳۳۷۷ | ۰/۳۵ | زیاد | | | | | |
| ۱۵۶۴ | ۰/۱۶ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۹۵۸۲ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۲۲۷ | ۰/۱۳ | خیلی کم | الهام‌بخشی | ۲۳۲۴ | ۰/۰۸۴ | خیلی کم | فرهنگی |
| ۲۸۵ | ۰/۱۶ | کم | | ۳۵۶۱ | ۰/۱۳ | کم | |
| ۳۶۸ | ۰/۲۱ | متوسط | | ۵۳۲۶ | ۰/۱۹ | متوسط | |
| ۴۷۵ | ۰/۲۷۸ | زیاد | | ۹۶۵۲ | ۰/۳۵ | زیاد | |
| ۳۵۲ | ۰/۲۰ | خیلی زیاد | | ۶۵۴۵ | ۰/۲۳ | خیلی زیاد | |
| ۱۷۰۷ | ۱۰۰ | جمع کل | ۲۷۴۰۸ | ۱۰۰ | جمع کل | | |
| ۵۴۷ | ۰/۱۳ | خیلی کم | حسن مکان | | | | |
| ۶۰۳ | ۰/۱۴ | کم | | | | | |
| ۹۷۸ | ۰/۲۳ | متوسط | | | | | |
| ۱۳۴۷ | ۰/۳۲ | زیاد | | | | | |
| ۶۵۲ | ۰/۱۵ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۴۱۲۷ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۵۴۱ | ۰/۱۰ | خیلی کم | زیبایی‌شناسی | | | | |
| ۶۸۲ | ۰/۱۳ | کم | | | | | |
| ۲۰۵۴ | ۰/۳۹ | متوسط | | | | | |
| ۱۱۲۳ | ۰/۲۱ | زیاد | | | | | |
| ۸۴۷ | ۰/۱۶ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۵۲۴۷ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۳۰۳ | ۰/۱۶ | خیلی کم | آموزشی | | | | |
| ۳۷۲ | ۰/۱۹ | کم | | | | | |
| ۴۵۲ | ۰/۲۴ | متوسط | | | | | |
| ۳۷۰ | ۰/۲۵ | زیاد | | | | | |
| ۲۷۸ | ۰/۱۴ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۱۸۷۵ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۵۲۱ | ۰/۱۵ | خیلی کم | ارزش میراث | | | | |
| ۵۳۲ | ۰/۱۶ | کم | | | | | |
| ۱۱۲۰ | ۰/۳۳ | متوسط | | | | | |
| ۷۳۲ | ۰/۲۲ | زیاد | | | | | |
| ۴۰۶ | ۰/۱۲ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۳۳۱۱ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۴۴۷ | ۰/۱۶ | خیلی کم | ارزش‌های معنوی و مذهبی | | | | |
| ۴۵۶ | ۰/۱۷ | کم | | | | | |
| ۷۴۶ | ۰/۲۷ | متوسط | | | | | |
| ۷۱۱ | ۰/۲۶ | زیاد | | | | | |
| ۳۲۵ | ۰/۱۲ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۲۶۸۵ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |
| ۸۵۲ | ۰/۱۰ | خیلی کم | تفرج و طبیعت‌گردی | | | | |
| ۹۵۵ | ۰/۱۱ | کم | | | | | |
| ۲۲۷۱ | ۰/۲۶ | متوسط | | | | | |
| ۳۳۵۶ | ۰/۳۹ | زیاد | | | | | |
| ۱۰۲۲ | ۰/۱۲ | خیلی زیاد | | | | | |
| ۸۴۵۶ | ۱۰۰ | جمع کل | | | | | |



شکل ۱۱. اولویت‌بندی توزیع خدمات اکوسیستمی در پهنه‌های مورد مطالعه



شکل ۱۲. موقعیت اسکله‌های تفریحی جنگل‌های مانگرویی خمیر- قشم

بحث و نتیجه

دسترسی به خدمات اکوسیستمی به جریان خدمت اکوسیستمی، نزدیکی به خدمت اکوسیستمی، و چگونگی توزیع فضایی زیرساخت‌های دسترسی به خدمت اکوسیستمی وابسته است (Wolff et al., 2017: 166). از این رو، نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی نه تنها به شناسایی مکانی عرضه خدمات اکوسیستمی کمک می‌کند، بلکه ناهمگنی توزیع این خدمات را نیز مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بدین ترتیب بررسی پراکنش مکانی خدمات اکوسیستمی از طریق ارزیابی و پهنه‌بندی این منابع ارزشمند

می‌تواند به برنامه‌ریزی صحیح و حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی با هدف تأمین نیازهای معیشتی انسان کمک کند. بر این اساس در مطالعه حاضر به ارزیابی و پهنه‌بندی توزیع مکانی خدمات اکوسیستمی در جنگل‌های مانگرویی حوزه خمیر و قشم پرداخته شد.

نتایج نشان داد در این منطقه، با توجه به ارزش تفریحی بالا، خدمات فرهنگی بیشترین امتیاز و ضریب وزنی را بین خدمات موجود در منطقه دارند. از این رو بین معیارهای بررسی‌شده تفرج و طبیعت‌گردی به دلیل برخورداری از مناظر بکر، ارزش‌های زیباشناختی، آموزشی، تفریحی، و غیره تقاضای بیشتری برای گذران اوقات فراغت و گردشگری دارند. این نتایج در مطالعات مشابهی و همکارانش (۱۳۹۷: ۸۵) نیز تأیید شده است. یافته‌های به‌دست‌آمده حاکی از آن است که امکان گردشگری در این منطقه نسبت به سایر استفاده‌های جنگل‌های مانگرو در اولویت بالاتری قرار دارد؛ طوری که لازم است این امر در برنامه کار سیاست‌گذاران و مدیران قرار گیرد. در مطالعات دیگر سورجانتی^۱ و همکارانش (۲۰۲۰: ۴) و لیکوئیت^۲ (۲۰۱۳: ۲۱۲) اعلام کردند که جنگل‌های مانگرو در اقصی نقاط جهان یکی از منابع گردشگری پرتقاضا محسوب می‌شوند و به منزله یک مکان طبیعت‌گردی می‌توانند زمینه‌ای را برای توسعه انواع فعالیت‌های گردشگری متناسب با اکوسیستم‌های دریایی- ساحلی فراهم سازند. در این زمینه جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم نیز به دلیل ماهیت جزیره‌ای- ساحلی، تنوع زیستی بالا، چشم‌اندازها، و جاذبه‌های طبیعی متعدد برای حضور طبیعت‌گردان و جذب گردشگران از قابلیت بالایی برخوردار است و همچنین یکی از کانون‌های عمده تفرج و طبیعت‌گردی ساحلی محسوب می‌شود.

در ادامه نتایج پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی در این منطقه نشان داد بیشترین توزیع خدمات فراهمی در جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم شامل سرشاخه‌زنی در شمال (در جزیره مردو) و در جنوب و جنوب شرق منطقه در حاشیه روستاهای این رویشگاه‌هاست که از دلایل آن می‌توان به نیاز جوامع محلی برای تأمین علوفه دام‌هایشان (تعلیف گله‌های شتر) اشاره کرد. بنابراین، بیشترین استفاده از خدمات سرشاخه‌زنی در جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم توسط ساکنین صورت می‌گیرد که دام‌های شتر دارند. کریمی و همکارانش (۱۳۹۸: ۸۵) در مطالعه خود به این موضوع پرداختند که فشار توسعه فعالیت‌های انسانی، از جمله برداشت از منابع جنگلی، هم‌سو با اهداف دامداری و زراعی، منجر به تحت تأثیر قرار دادن این ذخایر ارزشمند طبیعی شده است.

یکی دیگر از خدمات فراهمی عمده در این منطقه برداشت عسل حرا است که توسط جوامع محلی ساکن بندر خمیر در تالاب بین‌المللی خورخوران و نزدیک جزایر وارمی و مردو صورت می‌گیرد. همچنین صید سنتی (مشتا) در اکثر پهنه‌های این منطقه داخل شاخه‌ها و خورهای اصلی پراکنده شده است و بیشترین عرضه را بین خدمات اکوسیستمی فراهمی به خود اختصاص داده است. این خدمت بین ساکنان منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است که از دلایل آن می‌توان به شغل معیشتی و وابستگی اقتصادی مردم محلی به این خدمت اشاره کرد.

بین خدمات فرهنگی، تفرج و طبیعت‌گردی از خدمات فرهنگی عمده عرضه‌شده در محدوده مورد مطالعه و دارای پراکندگی گسترده‌ای از شمال تا جنوب منطقه است. از طرفی معیار زیبایی‌شناسی نیز بیشترین پهنه‌ها را در نواحی مرکزی و بین جزایر نگین و مروارید و مردو با بیشترین چشم‌اندازهای بکر طبیعی و توزیع جنگل‌های مانگرو به خود اختصاص داده است. بدین ترتیب، در این منطقه سایر خدمات فرهنگی نیز از پراکندگی کمتری برخوردارند و هر یک در ناحیه‌ای از نواحی مختلف منطقه متمرکز شده است.

به طور کلی بررسی خدمات فرهنگی در این منطقه نشان داد جنگل‌های مانگرو بیشترین نقش را میان معیارهای بررسی‌شده در ارزیابی این خدمت داشته‌اند. از این رو مکان‌هایی که از تراکم بالای رویشگاه‌های مانگرو برخوردار است عرضه بالایی از خدمات فرهنگی را نیز دارد. در نهایت، اولویت‌بندی توزیع خدمات اکوسیستمی در پهنه‌های مورد مطالعه حاکی از آن است که بیشترین خدمات عرضه‌شده و با بالاترین اولویت در منطقه مربوط به خدمات فرهنگی است. همچنین، در این خدمت بیشترین

اولویت به معیار تفرج و طبیعت‌گردی در طبقه زیاد اختصاص یافته است و سایر خدمات به ترتیب شامل زیبایی‌شناسی، حس مکان، ارزش میراث، ارزش‌های معنوی و مذهبی، آموزشی، و الهامات در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند. اولویت‌بندی و اهمیت خدمات اکوسیستمی در این منطقه مطابق تقاضای جوامع انسانی می‌تواند در کسب اطلاعات مکانی از این خدمات نقش کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها و به دنبال آن تصمیم‌گیری‌های مرتبط با بهره‌برداری انسان از این منابع داشته باشد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند به آگاهی‌دهی عموم در زمینه خدمات این بیوم‌ها جهت بهره‌برداری صحیح و حفاظت از آن‌ها کمک کند. نتایج مطالعه حاضر را نظریانی و همکارانش (۱۳۹۶: ۱۰۱) و مصلحی (۱۳۹۷: ۱۶۶) نیز تأیید کرده‌اند. یافته‌ها حاکی از وابستگی‌های معیشتی جنگل‌نشینان به منابع جنگلی است که این موضوع در جهت حفاظت از این منابع ارزشمند از یک طرف و تأمین نیازهای اساسی زندگی این جوامع از طرف دیگر باید مورد توجه برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران قرار گیرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، جنگل‌های مانگرو به دلیل پتانسیل بالای گردشگری از توزیع بالای تفرج و طبیعت‌گردی، به منزله یکی از خدمات اکوسیستمی عمده در این منطقه، برخوردارند. از این رو با برنامه‌ریزی صحیح و مدیریتی یکپارچه می‌توان به حداکثر بهره‌برداری از این خدمت و از طرفی بهبود در وضعیت حفاظتی منطقه کمک کرد. نتایج این مطالعه تکمیل‌کننده سایر مطالعات از نظر شناسایی عمده‌ترین خدمات اکوسیستمی موجود در جنگل‌های مانگرویی خمیر و قشم و همچنین توزیع مکانی و پهنه‌بندی خدمات اکوسیستمی شناخته‌شده در منطقه است.

تشکر و قدردانی

این مقاله با همکاری و مساعدت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF)، برگرفته از طرح شماره ۴۰۰۵۹۷۲، به انجام رسید.



منابع

- اصغریور، محمدجواد (۱۳۹۲). *تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- اسداللهی، زهرا؛ سلمان ماهینی، عبدالرسول؛ میرکریمی، حامد و عظیمی، مژگان. (۱۳۹۷). شناسایی نواحی مهم عرضه خدمات چندگانه بوم‌سازگان (مطالعه موردی: بخش شرقی حوضه آبخیز گرگانرود). *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*. انتشار آنلاین.
- پرهیزگار، اکبر و غفاری گیلانده، عطا (۱۳۸۵). *سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری*، تهران: سمت.
- چهاراهی، ذبیح‌الله؛ پورابراهیم، شراره و پژمان، امیرحسین (۱۴۰۱). تجزیه و تحلیل فضایی و اولویت‌بندی خدمات اکوسیستم فرهنگی: مدل‌سازی تناسب خدمات تفریحی. *آمایش سرزمین*، ۱۸(۱): ۳۱۷ - ۳۴۵.
- دانه‌کار، افشین؛ عزیزی جلیلیان، منا؛ لطفی‌خواه، سعید؛ فروزد، مریم؛ داور، لیدا؛ صمدی، بهاره؛ یعقوب‌زاده، مریم؛ مافی‌غلامی، داوود؛ فیضی، صدیقه؛ مشهدی رفیعی، مجید؛ خطیبی، عطیبه؛ پطروسیان، هستی؛ داداش‌زاده، زهرا و خدام‌آستانه‌حسین، علی‌رضا (۱۳۹۸). برنامه عمل مدیریت یکپارچه منطقه ساحلی شهرستان بندر خمیر. *طرح تدقیق مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی استان هرمزگان، سازمان بنادر و دریانوردی، مهندسان مشاور سازه‌پردازی ایران*.
- سیحانی، پروانه و دانه‌کار، افشین. (۱۴۰۲). مروری بر مطالعات سیمای طبیعی و محدوده‌های مدیریتی جنگل‌های مانگرو خمیر و قشم. *طبیعت ایران*، ۸(۴): ۱-۱۶.
- سلمان‌ماهینی، عبدالرسول؛ ریاضی، برهان؛ نعیمی، بابک؛ بابایی‌کفاکی، ساسان و جوادی لاریجانی، عطیه (۱۳۸۸). ارزیابی توان طبیعت‌گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چندمعیاره با استفاده از GIS. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۱(۱)، ۱۸۷ - ۱۹۸.
- سلمان‌ماهینی، عبدالرسول و کامیاب، حمید (۱۳۸۹). *سنجش از راه دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی*. مهر مه‌دیس.
- عبداللهی، صدیقه؛ ایلدرمی، علی‌رضا؛ سلمان‌ماهینی، عبدالرسول و فاخران، سیما (۱۳۹۹). تعیین مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی در بخش مرکزی استان اصفهان. *سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۱۱، ۲۹ - ۴۷.
- کابلی، محمد؛ علی‌آبادیان، منصور؛ توحیدی‌فر، محمد؛ هاشمی، علی‌رضا؛ موسوی، سید بابک؛ روزلار، کیس و حسن‌زاده کبابی، بهرام (۱۳۹۵). *اطلس پرنندگان ایران*.
- کبیری‌هندی، مریم؛ میرکریمی، سید حامد و سلمان‌ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۹). ارزیابی خدمات فرهنگی اکوسیستم در استان گلستان. *مطالعات علوم محیط زیست*، ۵(۲)، ۲۵۶۰ - ۲۵۶۸.
- کریمی، حمید؛ کرمی، غلام‌حسین و موسوی، سید محمدجواد (۱۳۹۸). بررسی ویژگی و زمینه‌های توسعه نظام جنگل-زراعی. *انسان و محیط زیست*، ۱۷(۲)، ۷۹ - ۹۰.
- مسعودی، ملیحه؛ سلمان‌ماهینی، عبدالرسول؛ محمدزاده، مرجان و میرکریمی، سید حامد (۱۳۹۵). برنامه‌ریزی اکوتوریسم در مناطق حفاظتی با استفاده از ارزیابی چندمعیاره (مطالعه موردی: پناهگاه حیات وحش میانکاله). *محیط زیست طبیعی*، ۶۹(۱)، ۲۱۱ - ۲۲۹.
- مشاری، محمد؛ سپهری، عادل؛ بارانی، حسین و دانه‌کار، افشین (۱۳۹۸). طراحی معیارها و شاخص‌های اندازه‌گیری ارزش‌گذاری خدمات فرهنگی اکوسیستم بر اساس مختصات بومی ایران. *نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی*، ۹(۴)، ۳۰۵ - ۳۱۲.
- مشایخی، زهرا؛ شرزهای، غلام‌علی؛ دانه‌کار، افشین و ماجد، وحید (۱۳۹۷). مقایسه روش‌های ترجیح بیان‌شده در ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی (بررسی موردی: جنگل‌های حرا قشم). *علوم محیطی*، ۱۶(۱)، ۶۹ - ۸۸.
- مصلحی، مریم (۱۳۹۷). ارزش اکولوژیکی اکوسیستم‌های در معرض خطر مانگرو. *انسان و محیط زیست*، ۱۶(۳)، ۱۴۸ - ۱۶۸.
- نظریانی، نسترن؛ فلاح، اصغر؛ لطف‌علیان، مجید و ایمانی‌راستایی، مجتبی (۱۳۹۶). وابستگی‌های معیشتی جنگل‌نشینان به منابع جنگلی (مطالعه موردی: سامان عرفی نامجوی شهرستان کوه‌دشت). *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۲۵(۱)، ۹۵ - ۱۰۵.
- Abdullahi, S., Ildermi, A., Salman Mahini, A. R., & Fakharan, S. (2020). Determining Homogeneous Areas of Ecosystem Service Supply in the Central Part of Isfahan Province. *Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources*, 11, 29-47.
- Asgharpour, M. J. (2012). *Multi-Criteria Decision Making*. Tehran University Press. (in Persian)
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., et al. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services*, 2, 56-70.

- Bana, S. & Sakti, A. (2019). Valuasi Jasa Lingkungan Pada Hutan Mangrove Di Kecamatan Kendari Barat Kota Kendari. *J. Ecogreen*, 5(1), 31–39.
- Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D., & Gómez-Baggethun, E. (2016). Mapping Ecosystem Service Capacity, Flow and Demand for Landscape and Urban Planning: A Case Study in the Barcelona Metropolitan Region. *Land Use Policy*, 57, 405–417.
- Bouwma, I., Schleyer, C., Primmer, E., Winkler, K. J., Berry, P., Young, J., & Vadineanu, A. (2018). Adoption of the ecosystem services concept in EU policies. *Ecosyst. Serv.*, 29, 213–222.
- Brandt, P., Ernst, A., Gralla, F., Luederitz, Ch., Lang, D. J., Newig, J., Reinert, F., Abson, D. J., & Wehrden, H. V. (2013). A Review of Transdisciplinary Research in Sustainability Science. *Ecological Economics*, 92, 1–15.
- Brown, G. (2013). The Relationship Between Social Values for Ecosystem Services and Global Land Cover: An Empirical Analysis. *Ecosystem Services*, 5, 58–68.
- Burkhard, B. & Maes, J., Eds. (2017). Mapping Ecosystem Services. Advanced Books.
- Carpenter, S. R., Bennett, E. M., & Peterson, G. D. (2006). Scenarios for Ecosystem Services: An Overview. *Ecology and Society*, 11(1), 29, 2–15.
- Charahi, Z., Poorebrahim, Sh., & Pejman, A. H. (2022). Spatial analysis and prioritization of cultural ecosystem services: modeling the fitness of recreational services. *Land use planning*, 18(1), 317–345. (in Persian)
- Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Mooney, H. A., Pejchar, L., & Shallen-berger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Front. Ecol. Environ.*, 7, 21–28.
- Danekar, A., Mahmoudi, B. A., Sabaei, S., Asdalahi, Z., Niko Bazl, A., Ruhipour, M., Qadirian, T., Sharifipour, N., & Petrosian, H. (2019). Volume three: National Document of Sustainable Forest Management Program Mangroves of Iran: Report on the mangrove forests of Hormozgan province. *Iran's Forests, Ranges and Watershed Organization, Nature and Resources Sustainability Consultant Engineers*. (in Persian)
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H.T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R.R., Shin, Y.-J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K. J., & Zayas, C. N. (2019). Pervasive Human-Driven Decline of Life on Earth Points to the Need for Transformative Change. *Science* 366 (6471), eaax 3100, 1–15.
- Huang, Ch., Zeng, J., Chen, W., & Cui, X. (2023). Spatiotemporal Characteristics of the Coupled Coordination Degree of Ecosystem Services Supply and Demand in Chinese National Nature Reserves. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20, 4845, 1–18.
- Inácio, M., Karnauskaite, D., Baltranaite, E., Kalinauskas, M., Bogdzevic, K., Gomes, E., & Pereira, P. (2020). Ecosystem services of the Baltic Sea: An assessment and mapping perspective. *Geography and Sustainability*, 1, 256–265.
- IPBES. (2019). Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany, 1–56.
- Jacobs, S., Dendoncker, N., & Keune eds, H. (2013). *Ecosystem Services: Global Issues, Local Practices*. Editorial.
- Kabiri Handi, M., Mirkarimi, S. H., & Salman Mahini, A. R. (2020). Evaluation of ecosystem cultural services in Golestan province. *Environmental Science Studies*, 5 (2), 2568–2560. (in Persian)
- Kabuli, M., Aliabadian, M., Tohidifar, M., Hashemi, A., Mousavi, S. B., Rezolar, Case., & Hassanzadeh Kiabi, B. (2016). *Atlas of birds of Iran*. (in Persian)
- Karimi, H., Karami, Gh. H., & Mousavi, S. M. J. (2019). Investigating the Characteristics and Fields of Development of the Forest-Agricultural System. *Man and Environment*, 17(2), 79–90. (in Persian)
- Locatelli, B., Vallet, A., Fedele, G., & Rapidel B. (2017). Analyzing Ecosystem Services to Manage Territories. In: *Living Territories to Transform the World*, Caron, P., Valette, E., Wassenaar, T., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Papazian, V. (eds.), Cirad-Quae, 106–110.
- Mashari, M., Sepehri, A., Barani, H., & Danekar, A. (2019). Designing Criteria and Indicators for the Evaluation of Ecosystem Cultural Services Based on Iran's Indigenous Features. *Naqsh Jahan - Theoretical Studies and New Technologies of Architecture and Urban planning*, 9(4), 312–305. (in Persian)
- Mashayekhi, Z., Sharzehi, Gh. A., Danekar, A., & Majed, V. (2018). Comparison of Preferred Methods Expressed in the Economic Valuation of Ecosystem Services (Case Study: Qeshm mangrove forests). *Environmental Science Quarterly*, 16(1), 69–88.
- Masoudi, M., Salman Mahini, A. R., Mohammadzadeh, M., & Mirkarimi, S. H. (2016). Ecotourism Planning in Protected Areas Using Multi-Criteria Assessment (Case Study: Miankala Wildlife Refuge). *Journal of Natural Environment*, 69(1), 211–229. (in Persian)
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, USA.

- Moslehi, M. (2018). Ecological Value of Endangered Mangrove Ecosystems. *Man and Environment*, 16(3), 148-168. (in Persian)
- Nazariani, N., Falah, A., Lotfalian, M., & Imanirastaei, M. (2017). Livelihood Dependences of Forest Dwellers on Forest Resources (Case Study: Saman Arafi Namjoi of Kohdasht city). *Iranian Forest and Spruce Research*, 25(1), 95-105. (in Persian)
- Parhizgar, A. & Ghafari Gilandeh, A. (2008). *Geographic Information System and Multi-Criteria Decision Analysis*. Samt Publications. (in Persian)
- Pena, L., Casado-Arzuaga, I., & Onaindia, M. (2015). Mapping Recreation Supply and Demand Using an Ecological and a Social Evaluation Approach, *Ecosystem services*, 13, 108–118.
- Plieninger, T., Bieling, C., Ohnesorge, B., Schaich, H., Schleyer, C., & Wolff, F. (2013). Exploring Futures of Ecosystem Services in Cultural Landscapes Through Participatory Scenario Development in the Swabian Alb, Germany. *Ecology and Society*, 18(3).
- Salman-Mahini, A. R. & Kamyab, H. (2009). *Remote Sensing and Applied Geographic Information Systems with Idrisi Software*. Mehr Mahdis Publications. (in Persian)
- Salman-Mahini, A. R., Riyazi, B., Naimi, B., Babai-Kafaki, S., & Javadi Larijani, A. (2008). Evaluation of Nature Tourism Potential of Behshahr City Based on Multi-Criteria Evaluation Method Using GIS. *Environmental Science and Technology*, 11(1), 187-198.
- Schroder, S. A., Toth, S. F., Deal, R. L., & Ettl, G. J. (2016). Multi-objective Optimization to Evaluate tradeoffs among forest Ecosystem Services Following Fire Hazard Reduction in the Deschutes National forest, USA. *Ecosyst. Serv.* 22B, 328–347.
- Schwartz, C., Klebl, F., Ungaro, F., Bellingrath-Kimura, S. D., & Piorr, S. (2022). Comparing Participatory Mapping and a spatial biophysical Assessment of ecosystem service Cold Spots in Agricultural Landscapes. *Ecological Indicators*, 145, 109700, 1-10.
- Sherrouse, B. C., Semmens, D. J., & Clement, J. M. (2014). An application of Social Values for Ecosystem Services (SolVES) to Three National Forests in Colorado and Wyoming. *Ecological Indicators*, 36, 68–79.
- Sobhani, P., Esmaeilzadeh, H., Sadeghi, S. M. M., Wolf, I. D., Esmaeilzadeh, Y., & Deljouei, A. (2022). Assessing Spatial and Temporal Changes of Natural Capital in a Typical Semi-Arid Protected Area Based on an Ecological Footprint Model. *Sustainability*, 14(17), 10956.
- Sun, X., Tang, H., Yang, P., Hu, G., Liu, Z., & Wu, J. (2020). Spatiotemporal Patterns and Drivers of Ecosystem Service Supply and Demand Across the Conterminous United States: A Multiscale Analysis. *Science of the Total Environment*, 703, 1-47.
- Tamayo, N. Ch. A., Anticamara, J. A., & Acosta-Michlik, L. (2018). National Estimates of Values of Philippine Reefs' Ecosystem Services. *Ecological Economics*, 146, 633-644.
- Tiemann, A. & Ring, I. (2022). Towards Ecosystem Service Assessment: Developing Biophysical Indicators for Forest Ecosystem Services. *Ecological Indicators*, 137, 108704, 1-13.
- van Berkel, D. B. & Verburg, P. H. (2014). Spatial Quantification and Valuation of cultural Ecosystem Services in an Agricultural Landscape. *Ecological Indicators*, 37, 163-174.
- Wolff, S., Schulp, C. J. E., Kastner, T., & Verburg, P. H. (2017). Quantifying spatial variation in ecosystem services demand: a global mapping approach. *Ecological Economics*, 136, 14-29
- Yingjie, L., Liwei, Zh., Junping, Y., Pengtao, W., Ningke, H., Wei, Ch. & Bojie, F. (2017). Mapping the Hotspots and Coldspots of Ecosystem Services in Conservation Priority Setting. *Journal of Geographical Sciences*, 27(6), 681-696.
- Zhang, Sh., Wu, T., Guo, L., Zou, H., & Shi, Y. (2023). Integrating Ecosystem Services Supply and Demand on the Qinghai-Tibetan Plateau Using Scarcity Value Assessment. *Ecological Indicators*, 147, 109969, 1-14.