



Habitat quality assessment of wild life to identify key habitat patches using landscape ecology approach

Sedighe Abdollahi¹ 

Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran. E-mail: baharabdollahi94@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 07 February 2023

Received in revised form 22 April 2023

Accepted 26 April 2023

Published online 27 January 2024

Keywords:

Conservation planning,

Habitat quality,

Hamedan Province,

Zonal land suitability.

ABSTRACT

Biodiversity as one of the life support ecosystem services has a great impact on the ecosystem's sustainability. The main challenge of land management is to allocate efficient resources to conserve natural resources and maximize the value of biodiversity. Therefore, spatial assessment of biodiversity values is a crucial tool in identifying key areas for conservation and setting conservation priorities. In this study, the habitat quality of species having conservation value in Hamedan province including wild sheep (*Ovis orientalis*), wild goat (*Capra aegagrus*), brown bear (*Ursus arctos*) and Eurasian lynx (*Lynx lynx*) were modeled by applying land use/cover data and using InVEST software as the study area biodiversity indicators. In the next step, using the Zonal Land Suitability analysis in the IDRISI environment, the most suitable areas for conservation were determined and finally, the conservation zones were prioritized applying landscape criteria. The results showed that approximately, 35% of the province has high suitability for target species habitats, which mainly involves the central and southern part of the province, including 39, 74, 16 and 15 habitat zones for wild goat, wild sheep, brown bear and Eurasian lynx respectively. Landscape metrics analysis also revealed that, patches having more contiguity, density and fractal dimension involve a higher conservation value. The results of this study, indicate the high capability of landscape metrics in conservation patches prioritization.

Cite this article: Abdollahi, S. (2023). Habitat quality assessment of wild life to identify key habitat patches using landscape ecology approach. *Journal of Natural Environment*, 76 (Special Issue), 147-162. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.356873.2538>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.355036.2525>

ارزیابی کیفیت زیستگاه حیات وحش به منظور شناسایی لکه‌های زیستگاهی کلیدی با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین

صدیقه عبدالمهی^۱

گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، همدان، ایران. رایانامه: baharabdollahi94@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	تنوع زیستی به‌عنوان یکی از خدمات اکوسیستمی پشتیبان حیات، تأثیر به‌سزایی در پایداری بوم‌سازگان دارد. چالش اصلی مدیریت سرزمین، اختصاص منابع کارآمد برای حفظ منابع طبیعی و بیشینه‌سازی ارزش تنوع زیستی است. از این‌رو ارزیابی مکانی ارزش‌های تنوع زیستی، ابزاری مهم در شناسایی مناطق کلیدی مناسب حفاظت و تعیین اولویت‌های حفاظتی است. در این مطالعه، کیفیت زیستگاه گونه‌های دارای ارزش حفاظتی استان همدان شامل قوچ و میش (<i>Ovis orientalis</i>)، کل و بز (<i>Capra aegagrus</i>)، خرس قهوه‌ای (<i>Ursus arctos</i>) و سیاه‌گوش (<i>Lynx lynx</i>) به‌عنوان شاخصی از تنوع زیستی منطقه با بکارگیری داده‌های کاربری/پوشش زمین و استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی شد. در گام بعد، با استفاده از روش تناسب ناحیه‌ای سرزمین در محیط نرم‌افزار ایدریسی، مناسب‌ترین پهنه‌ها برای حفاظت تعیین گردید. سرانجام، اولویت‌بندی مناطق حفاظتی با استفاده از معیارهای سیمای سرزمین انجام شد. براساس نتایج، حدود ۳۱٪ از سطح استان دارای مطلوبیت بالا برای زیستگاه گونه‌های هدف است که به‌طور عمده قسمت مرکزی و جنوبی استان را شامل می‌شود. این مناطق به‌ترتیب در برگیرنده ۳۹، ۷۴، ۱۶ و ۱۵ پهنه زیستگاهی برای گونه‌های کل و بز، قوچ و میش، خرس قهوه‌ای و سیاه‌گوش است. تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین نیز نشان داد که لکه‌های دارای پیوستگی، تراکم و چین‌خوردگی بیشتر از ارزش حفاظتی بالاتری برخوردار هستند. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده قابلیت بالای سنجه‌های سیمای سرزمین در اولویت‌بندی لکه‌های حفاظتی است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۰۲	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷	
کلیدواژه‌ها: استان همدان، تناسب ناحیه‌ای سرزمین، طرح‌ریزی حفاظت، کیفیت زیستگاه.	

استناد: عبدالمهی، صدیقه (۱۴۰۲). بررسی حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوب ساحل اکوسیستم مانگرو قشم (مطالعه جنگل مانگروی طبل). محیط زیست طبیعی، ۷۶ (ویژه نامه)، ۱۶۲-۱۴۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.355036.2525>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

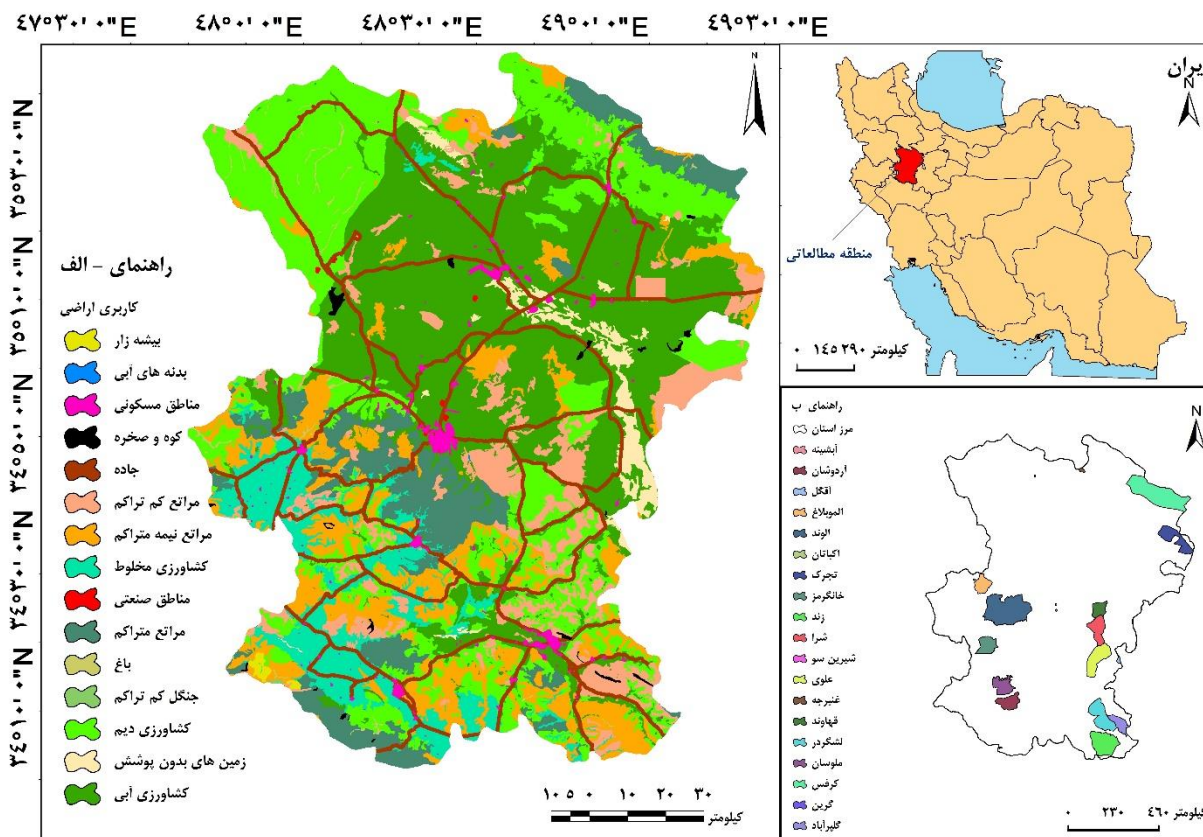
مقدمه

در سال‌های اخیر، اهمیت تنوع زیستی در رابطه با اقتصاد جهانی، رفاه و بقای انسان به‌طور گسترده‌ای مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است (TEEB, 2010; Steffen *et al.*, 2009; Butchart *et al.*, 2010; Rands *et al.*, 2010). تنوع زیستی به‌عنوان یک جزء پشتیبان پایداری بوم‌شناختی (Burkhard *et al.*, 2012)، ارتباط تنگاتنگی با سایر خدمات اکوسیستمی که بیانگر سودمندی‌های به‌دست آمده از طبیعت هستند و در چهار گروه خدمات تنظیمی، خدمات فراهم‌سازی، خدمات فرهنگی و خدمات زیستگاهی (MEA, 2005) قرار می‌گیرند، دارد. بر این اساس، کمی‌سازی و مدل‌سازی خدمات اکوسیستمی به‌منظور شناسایی مناطق دارای اولویت حفاظتی ابزاری کارآمد است (Terrado *et al.*, 2016). تنوع زیستی به‌طور ذاتی دارای الگوهای فضایی است از این‌رو می‌توان آن را با استفاده از نقشه‌های کاربری/پوشش زمین در ترکیب با تهدیدات موجود بررسی و تحلیل کرد (Sharp *et al.*, 2016).

در برنامه‌های حفاظتی نوظهور، مدل‌های پراکنش گونه به‌منظور ارزیابی ارتباط بین تنوع زیستی به‌عنوان شاخصی از خدمات اکوسیستمی و محیط‌زیست استفاده می‌شوند (Nematollahi *et al.*, 2020a). در بیشتر این مدل‌ها رابطه بین حضور گونه و شرایط محیطی ارزیابی می‌شود (Allan *et al.*, 2013). با توجه به در دسترس نبودن داده‌های حضور برای بسیاری از گونه‌ها و هزینه و زمان بر بودن تهیه چنین داده‌هایی در سال‌های اخیر مدل‌هایی توسعه یافته‌اند که بدون نیاز به داده‌های حضور گونه به‌دنبال مدل‌سازی کیفیت زیستگاه هستند (Tulloch *et al.*, 2015). مدل کیفیت زیستگاه InVEST یکی از این مدل‌ها است. براساس این مدل، مناطق با کیفیت زیستگاه بالاتر، سطوح مختلف تنوع زیستی را بهتر حمایت می‌کند (Sharp *et al.*, 2016). در این مدل، زیستگاه عبارت است از منابع و شرایط موجود در یک ناحیه که استقرار یک موجود زنده (شامل بقا و تولید مثل) را فراهم می‌کند. کیفیت زیستگاه به توانایی بوم‌سازگان در فراهم‌سازی شرایط مناسب برای بقای افراد و جمعیت گونه‌ها اشاره دارد (Hall *et al.*, 1997; Asadolahi *et al.*, 2018). در این مدل با هدف تولید نقشه کیفیت زیستگاه، اطلاعات کاربری اراضی و تهدیدات تنوع زیستی با یکدیگر ادغام می‌شود. با توجه به اینکه کدام کاربری اراضی زیستگاه گونه‌های مختلف محسوب می‌شود، لایه کاربری اراضی به نقشه زیستگاه تبدیل می‌شود. اینکه یک نوع کاربری اراضی، زیستگاه گونه محسوب شود به هدف حفاظت از تنوع زیستی بستگی دارد (Zarandian *et al.*, 2015).

برای ایجاد پایگاه داده‌های زیستی که به برنامه‌ریزی و مدیریت موفق حفاظت در سیمای سرزمین متغیر (Eigenbrod *et al.*, 2009) و شناسایی مکان‌های دارای اولویت برای تخصیص منابع محدود سرزمین کمک می‌کند (Baral *et al.*, 2014)، نیاز به ارزیابی مکانی و کمی‌سازی شرایط مناسب حفاظت و بازسازی تنوع زیستی است. بر این اساس، بوم‌شناسی سیمای سرزمین با مطالعه و بررسی روابط دوسویه الگوهای مکانی سرزمین و فرآیندهای بوم‌شناختی منجر به توسعه مدل‌ها و نظریه‌های روابط مکانی شده و موجب استفاده از انواع داده‌های جدید مربوط به ارزیابی الگوهای مکانی سرزمین می‌شود (Ghandali *et al.*, 2014).

در سال‌های اخیر، اغلب مطالعات به بررسی ارتباط بین انواع پوشش/کاربری زمین و تنوع زیستی و سایر خدمات اکوسیستمی پرداخته‌اند (Nematollahi *et al.*, 2020b; Aneseyee *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2021). رویکردهای متنوعی به‌منظور شناسایی مکان‌های دارای اولویت برای حفاظت که بر جنبه‌های مختلف تنوع زیستی تمرکز دارند، توسعه یافته است (Kandziora *et al.*, 2013; Baral *et al.*, 2013). با افزایش مداخلات انسانی در محیط‌های طبیعی، یکپارچگی و ارتباط بین این مناطق که بستر نگهداری از تنوع زیستی هستند، کاهش یافته است (Rezazadeh *et al.*, 2017). از این‌رو سنجش‌های سیمای سرزمین، ابزاری مناسب برای ارزیابی ارتباط بین ساختار و عملکرد الگوهای سیمای سرزمین است (Botequila *et al.*, 2006). با توجه به کاربرد راهبردهای حفاظتی در برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین، رویکردهای ارزیابی مکانی که از ابزارها و داده‌های در دسترس استفاده می‌کند بدین‌منظور بسیار مفید است. از این‌رو، هدف این مطالعه، ارزیابی مکانی ارزش تنوع زیستی سیمای سرزمین استان همدان با بکارگیری داده‌های مربوط به کاربری زمین و تعیین اولویت‌های حفاظتی مناطق شاخص تنوع زیستی براساس معیارهای سیمای سرزمین است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، راهنمای الف) نقشه کاربری اراضی و راهنمای ب) شبکه مناطق تحت حفاظت استان

روش‌شناسی پژوهش

محدوده مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه، استان همدان در غرب ایران با گستره‌ای به مساحت ۱۹۴۹۱ کیلومتر مربع بین ۵۹' ۳۳° تا ۴۸' ۳۵° عرض شمالی و ۴۷° ۴۴' تا ۴۹° ۳۰' طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). میانگین دمای سالانه استان ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی منطقه ۳۵۰ میلی‌متر است. این استان دارای آب و هوای سرد و خشک است (MPO of Hamedan Province, 2016). استان همدان دارای شش منطقه مهم حفاظت‌شده شامل گلپرایه، خانگرمز، لشگرده، شرا، آلموبلاغ و ملوسان و مناطق شکار ممنوع آقل، علوی، زند، قهاوند، الوند، کرفس، تجرک، تالاب شیرین‌سو، تالاب آبشینه، تالاب اکباتان، آردوشان، غینجره و آدق و گرین است. موقعیت جغرافیایی استان همدان در ناحیه کوهستانی غرب کشور به همراه شرایط آب و هوایی و پوشش گیاهی آن شرایط مساعدی را برای حضور گونه‌های گیاهی و جانوری و تنوع زیستی فراهم نموده است که متأسفانه در چند دهه اخیر عواملی همچون شکار غیر مجاز، خشکسالی‌های ناشی از تغییر اقلیم، کاهش منابع آبی و چرای بیش از حد دام‌ها در مراتع، صدمات جبران‌ناپذیری بر آن وارد کرده است (DEPA of Hamedan Province, 2014a).

مدل‌سازی تنوع زیستی: ارزیابی کیفیت زیستگاه: در این مطالعه، کیفیت زیستگاه چهار گونه چوچ و میش *Ovis orientalis*، کل و بز *Capra aegagrus*، سیاه‌گوش *Lynx lynx* و خرس قهوه‌ای *Ursus arctos* به‌عنوان گونه‌های کلیدی و شناخته شده استان همدان با استفاده از مدل تنوع زیستی نرم‌افزار InVEST مدل‌سازی شد. مدل تنوع زیستی InVEST مدلی زیستگاه محور است که به منظور کمی‌سازی و نقشه‌سازی کیفیت زیستگاه به‌عنوان یک خدمت بوم‌نظامی و بستر تنوع زیستی کاربرد دارد (Sharp et al., 2016). بدین منظور نقشه کاربری اراضی تهیه‌شده از تصاویر لندست ۸ متعلق به تاریخ ۱۶ ژوئن ۲۰۲۱ (۲۵ خرداد ۱۴۰۰)، در پانزده طبقه کاربری شامل کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، کشاورزی مخلوط، جنگل کم تراکم، بیشه‌زار، منابع آبی، باغ، مراتع متراکم، مراتع نیمه‌متراکم، مراتع کم‌تراکم، مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، کوه و صخره، جاده و مناطق بدون پوشش استفاده شد. بررسی و شناسایی حساسیت انواع زیستگاه نسبت به تهدیدهای تنوع زیستی از مهم‌ترین قابلیت‌های مدل تنوع زیستی

InVEST است. بر این اساس، کاربر قادر به تعیین و برآورد اثر نسبی یک تهدید معین نسبت به سایر تهدیدها است و بدین ترتیب زیستگاه‌های مختلف، حساسیت متفاوتی را نسبت به انواع تهدیدها نشان می‌دهند. چگونگی و فرآیند عملی اجرای مدل تنوع زیستی برای محدوده مورد مطالعه بدین شرح است:

الف) پس از مرور منابع (Asadolahi *et al.*, 2018; Zarandian *et al.*, 2015; Nematollahi *et al.*, 2020a) و بهره‌گیری از نظر کارشناسی، نقش انواع طبقات کاربری/پوشش زمین در فراهم‌سازی زیستگاه گونه‌های مورد بررسی با اختصاص ارزش بین طیفی صفر به عنوان زیستگاه نامطلوب، تا یک، به عنوان زیستگاه کاملاً مطلوب مشخص گردید. از شش نفر از استادان گروه حیات وحش دانشگاه و همچنین شش نفر از محیط‌بانان اداره حفاظت محیط‌زیست همدان خواسته شد تا با توجه به نوع زیستگاه‌های طبیعی استان و رفتار انتخاب زیستگاه گونه‌های هدف، به انواع کاربری‌های مورد بررسی امتیاز صفر تا یک اختصاص دهند. بر این اساس، تمامی انواع کاربری‌های انسان‌ساخت شامل مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها، مناطق صنعتی و جاده‌ها به عنوان زیستگاه کاملاً نامطلوب در نظر گرفته شد و به پیکسل‌های مربوط به این طبقات کاربری در لایه رستری کاربری/پوشش زمین ارزش عددی صفر به عنوان غیرزیستگاه تعلق گرفت. برای انواع پوشش طبیعی از جمله مراتع، جنگل‌ها و بیشه‌زارها با توجه به نوع گونه و ترجیحات زیستگاهی آن ارزش عددی یک به عنوان زیستگاه کاملاً مطلوب و ارزش عددی کمتر از یک به عنوان زیستگاه دارای مطلوبیت متوسط در نظر گرفته شد (جدول پیوست ۱) (Sallustio *et al.*, 2017).

ب) با توجه به اینکه مدل نیازمند داده‌های مربوط تهدیدهای زیستگاه و شدت و آثار آن‌ها بر زیستگاه است و انواع کاربری‌های انسان‌ساخت منجر به تکه‌تکه شدن زیستگاه و ایجاد و افزایش اثرات حاشیه‌ای بر لکه‌های زیستگاهی به واسطه تسهیل ورود آلاینده‌ها و گونه‌های مهاجم و مانند آن می‌شوند، این طبقات، که در مرحله قبل به عنوان زیستگاه نامطلوب مشخص شده بودند در این مرحله به عنوان عوامل تهدید در نظر گرفته شدند. در گام بعد، اثر تهدیدها در یک شبکه رستری با بکارگیری سه عامل اثر نسبی هر تهدید، فاصله بین زیستگاه و هر تهدید و حساسیت زیستگاه نسبت به منابع تهدید تعیین شد: ۱) اثر نسبی هر تهدید بیانگر شدت هر تهدید است و براساس مرور منابع (Zarandian *et al.*, 2015; Nematollahi *et al.*, 2020a) و نظر کارشناسی تعیین گردید (جدول ۲ پیوست). برخی تهدیدات اثر زیان‌بارتری بر روی تنوع زیستی و زیستگاه بر جای می‌گذارند. در این مطالعه، برای تعیین این معیار ارزش طیفی بین صفر و یک در نظر گرفته شد که براساس آن یک بیانگر شدیدترین تهدید است. ۲) فاصله بین زیستگاه و منابع تهدید که یک عامل کاهنده است. بدین صورت که با افزایش فاصله از منبع تهدید اثرات آن بر مناطق مجاور کاهش می‌یابد، از این رو، در یک لایه رستری پیکسل‌های نزدیک‌تر به منابع تهدید تأثیر بیشتری پذیرفته و بیشتر مورد تخریب قرار می‌گیرند. بر این اساس، بیشترین فاصله مؤثر هر یک از منابع تهدید بر زیستگاه‌های مجاور با بهره‌گیری از مرور منابع (Parris and Schneider, 2009; Makki *et al.*, 2013) و نظر کارشناسی تعیین گردید. ۳) حساسیت زیستگاه نسبت به عوامل تهدید، از آنجا که زیستگاه‌های مختلف دارای حساسیت متفاوتی نسبت به عوامل تهدید هستند این عامل با اختصاص ارزش طیفی صفر برای حساسیت بسیار ناچیز، تا یک، برای حساسیت بسیار زیاد نسبت به عوامل تهدید براساس مرور منابع (Terrado *et al.*, 2017; Sallustio *et al.*, 2016) و نظر کارشناسی تعیین شد.

پهنه‌بندی منطقه به روش تناسب ناحیه‌ای سرزمین: در این پژوهش، به منظور پهنه‌بندی منطقه از نظر ارزش حفاظتی از روش تناسب ناحیه‌ای سرزمین استفاده شد. این روش، یک رویکرد غیر پیکسلی، ناحیه‌ای و پلی‌گونی است که از قابلیت ماکرو یا همان Site Select استفاده می‌کند. به منظور اجرای این دستور، فایللی با پسوند iml ایجاد و از منوی فایل در نرم‌افزار ایدرسی دستور ماکرو اجرا می‌شود. بدین منظور در قسمت Parameters دستور ماکرو، چهار فاکتور شامل اسم فایل ورودی، کمیته آستانه مطلوبیت، کمیته مساحت مکان به هکتار و نام فایل خروجی وارد می‌شود. پس از واردسازی پارامترهای مورد نیاز و اجرای دستور دو نقشه نمایش داده می‌شود. نقشه اول هر مکان را با یک کد منحصر به فرد نشان می‌دهد و نقشه دوم مکان‌ها را براساس امتیازهای مطلوبیت پیوسته اصلی نشان می‌دهد. ماکرو، آمار مربوط به هر سایت همچون میانگین امتیاز مطلوبیت، محدوده امتیازها، انحراف معیار امتیازها و مساحت هر مکان بر حسب هکتار را در قالب دو جدول خروجی ارائه می‌دهد (Salmanmahini and Kamyab, 2009). در این مطالعه نقشه‌های کیفیت زیستگاه ایجاد شده در مرحله قبل در ابتدا در محیط نرم‌افزار ایدرسی با استفاده از تابع Fuzzy در دامنه صفر تا ۲۵۵ استاندارد شدند و سپس دستور ماکرو با آستانه کمیته ۲۰۰ و مساحت کمیته

جدول ۱- سنجه‌های سیمای سرزمین مورد استفاده برای تحلیل لکه‌های زیستگاهی

سنجه	علامت اختصاری	توصیف	واحد
تراکم لکه	PD	تعداد لکه‌ها در واحد سطح	تعداد در هکتار
اندازه موثر شبکه	MESH	اندازه مورد نیاز پهروهایی با مساحت یکسان برای ایجاد درجه مطلوبی از تقسیم‌شدگی سیمای سرزمین	هکتار
میانگین چین خوردگی لکه‌ها	FRAC_MN	میانگین فشردگی لکه‌ها، مقدار این شاخص هر چه به یک نزدیک‌تر باشد بیانگر یکنواختی بیشتر لکه است.	بدون واحد
توزیع نسبت محیط به مساحت	PARA_MN	میانگین محیط لکه‌ها تقسیم بر مساحت آن‌ها	بدون واحد
میانگین مساحت طبقه	AREA_MN	نسبت مساحت لکه‌های یک طبقه به تعداد کل لکه‌های آن	هکتار
شاخص دیوار به دیواری لکه	CONTAG	میزان انسجام و پیوستگی (اتصال فیزیکی) لکه‌های یک طبقه	متر
میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیکترین همسایه	ENN_MN	میانگین فاصله لکه‌های یک کاربری تا نزدیک‌ترین لکه از همان کاربری در سیمای سرزمین	متر

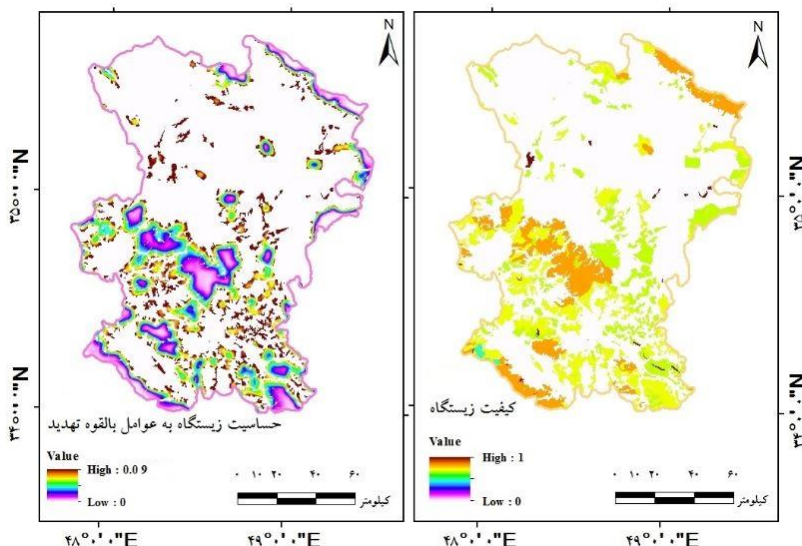
۱۰۰ هکتار بر روی آن‌ها اجرا گردید.

تجزیه و تحلیل پهنه‌های زیستگاهی براساس سنجه‌های سیمای سرزمین: سنجه‌های سیمای سرزمین، ابزاری سودمند برای واردسازی دیدگاه‌های اکوسیستمی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست و سرزمین است که به کمک آن‌ها می‌توان فرآیندهای سیمای سرزمین را به‌صورت کمی ارزیابی نمود (Danekar and Jafari, 2017). در این مطالعه، به‌منظور بررسی و مقایسه پایداری و پیوستگی لکه‌های زیستگاهی مشخص شده تعدادی از سنجه‌های سیمای سرزمین که نشان‌دهنده ویژگی‌های سیمای سرزمین از منظر شکل (FRAC_MN, PARA_MN)، مساحت (AREA_MN, MESH)، اتصال (CONTAG) و تکه‌تکه‌شدگی (PD, ENN_MN) پس از مرور منابع (Han et al., 2019; Sadeh Oghli et al., 2019; Wang et al., 2020; Ahmadi Mirghaed and Souri, 2021; Duan and Yu, 2022; Han et al., 2023) (جدول ۱). سپس، نقشه‌های ایجاد شده از مرحله قبل به‌عنوان لایه ورودی به نرم‌افزار Fragstats 4.2 (McGarigal et al., 2012) وارد شدند. برای محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین بر روی نقشه‌های ورودی به نرم‌افزار Fragstats، ضروری است که تغییراتی در نقشه رستری ورودی صورت گیرد. بر این اساس سلول‌های زیستگاهی با ارزش ۱ و سلول‌های غیرزیستگاهی با ارزش ۹۹۹ به‌عنوان پس‌زمینه مشخص شدند و پس از مشخص شدن قانون مورد استفاده برای لکه‌های زیستگاهی (وجود ۴ سلول و ۸ سلول در اطراف لکه زیستگاهی برای تحلیل آن) معیارهای تعیین شده توسط نرم‌افزار محاسبه گردید.

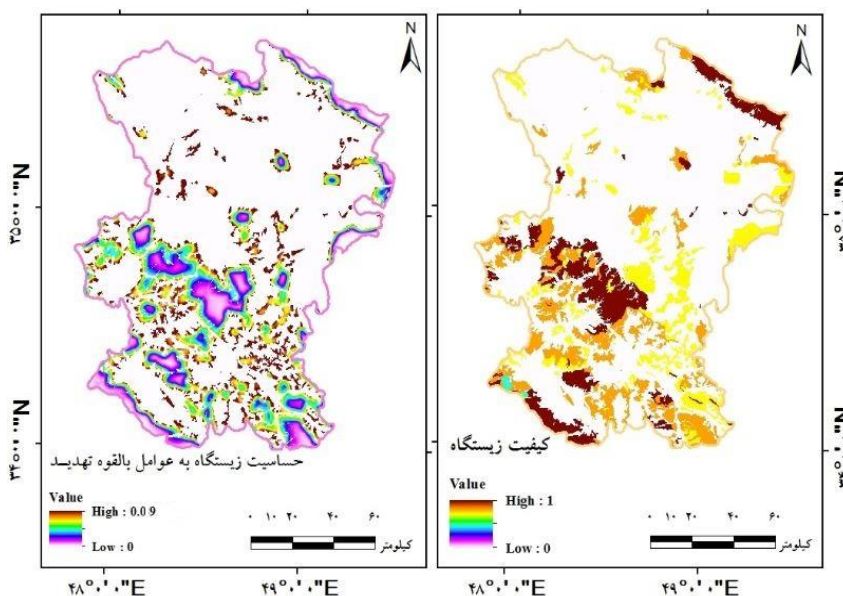
یافته‌های پژوهش

مدل‌سازی تنوع زیستی: نتایج مدل‌سازی کیفیت زیستگاه گونه‌های هدف در این بخش ارائه شده است (شکل‌های ۲ تا ۵). در نقشه‌های کیفیت زیستگاه این گونه‌ها، ارزش‌های کیفیت زیستگاه در دامنه صفر، زیستگاه نامطلوب تا ارزش یک، زیستگاه کاملاً مطلوب قرار دارد.

براساس نقشه کیفیت زیستگاه گونه‌های هدف، مناطق مرکزی، جنوبی و شمال شرقی استان دارای کیفیت نسبتاً مناسبی برای زیست این گونه‌ها ارزیابی شد. این مناطق عمدتاً در برگیرنده مراتع متراکم، نواحی تپه‌ماهوری، استپی و گوهستانی است که با رفتار



شکل ۲- نقشه کیفیت زیستگاه گونه کل و بز (راست) و حساسیت زیستگاه به عوامل بالقوه تهدید (چپ) در محدوده مطالعاتی

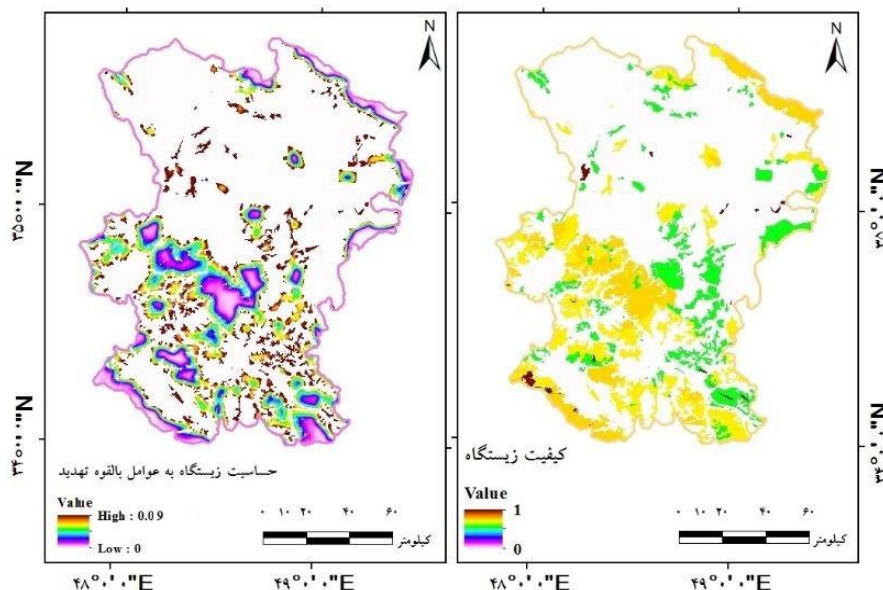


شکل ۳- نقشه کیفیت زیستگاه گونه قوچ و میش (راست) و حساسیت زیستگاه به عوامل بالقوه تهدید (چپ) در محدوده مطالعاتی

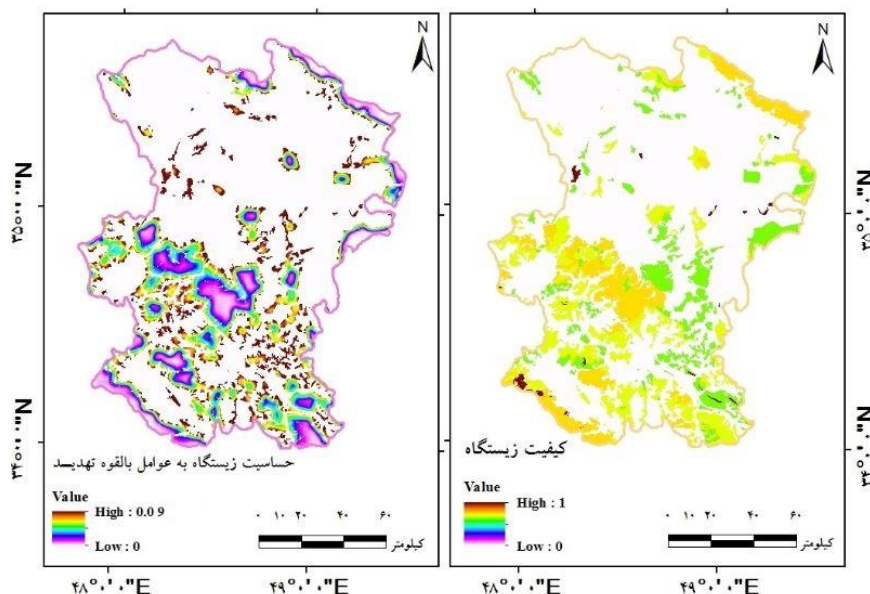
انتخاب زیستگاه گونه‌های هدف انطباق دارد. این مناطق حدود ۳۱ درصد از سطح استان را شامل می‌شود و در برگیرنده تعدادی از مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع استان است.

در نقشه مطلوبیت زیستگاه دو گونه کل و بز و قوچ و میش قسمت‌های مرکزی، شمال شرقی و جنوب غربی استان از مطلوبیت نسبتاً بالایی برخوردار است. این دو گونه، مناطق کوهستانی با پوشش گیاهی مناسب را ترجیح می‌دهند و نواحی مطلوب برای زیست آن‌ها نیز بر مراتع با پوشش متراکم و نواحی کوهستانی و صخره‌ای منطبق است. دو گونه سیاه‌گوش و خرس قهوه‌ای مناطق کوهستانی و نواحی دارای پوشش درخت و درختچه‌ای را ترجیح می‌دهند و از مناطق بدون پوشش نسبتاً انبوه دوری می‌کنند. بر این اساس، زیستگاه مطلوب این دو گونه بر مناطق کوهستانی و جنگل‌های کم‌تراکم و بیشه‌زارها منطبق است. از سوی دیگر، در دسترس بودن منابع آبی و فاصله تا مناطق مسکونی و نواحی صنعتی و معادن نیز از دیگر عوامل مؤثر بر ترجیح زیستگاهی گونه‌های هدف است. بر این اساس، زیستگاه‌هایی که فاصله بیشتری از مناطق مسکونی و صنعتی داشته و دسترسی به منابع آبی آسان‌تر باشد از مطلوبیت بیشتری برای زیست این گونه‌ها برخوردار هستند.

به‌طور کلی درصد نسبتاً بالایی از زیستگاه‌های طبیعی استان دارای مطلوبیت متوسط برای گونه‌های هدف است. با توجه به شتاب بالای تغییر کاربری در منطقه، زیستگاه‌های طبیعی توسط مناطق تحت تسلط انسان‌ها احاطه شده‌اند که با توجه به مدل



شکل ۴- نقشه کیفیت زیستگاه گونه خرس قهوه‌ای (راست) و حساسیت زیستگاه به عوامل بالقوه تهدید (چپ) در محدوده مطالعاتی

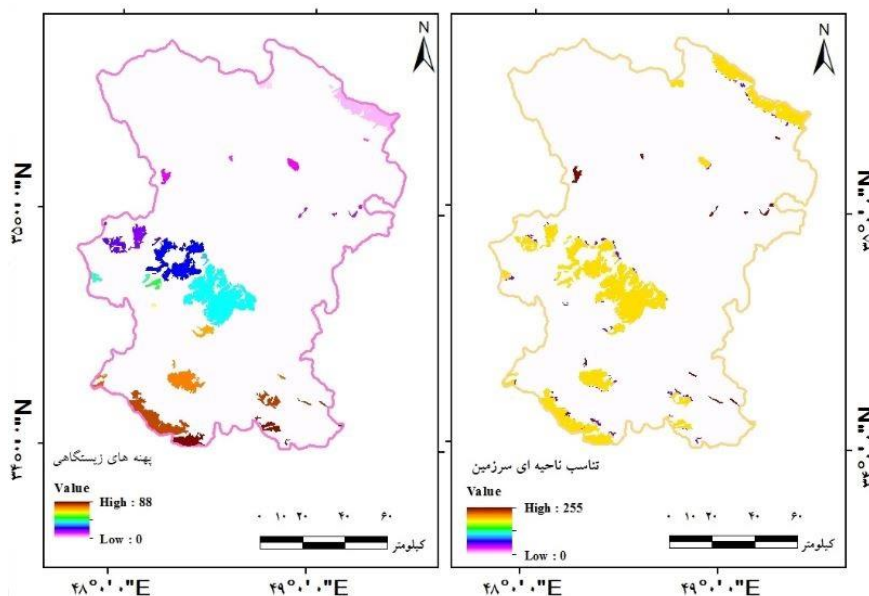


شکل ۵- نقشه کیفیت زیستگاه گونه سیاه‌گوش (راست) و حساسیت زیستگاه به عوامل بالقوه تهدید (چپ) در محدوده مطالعاتی

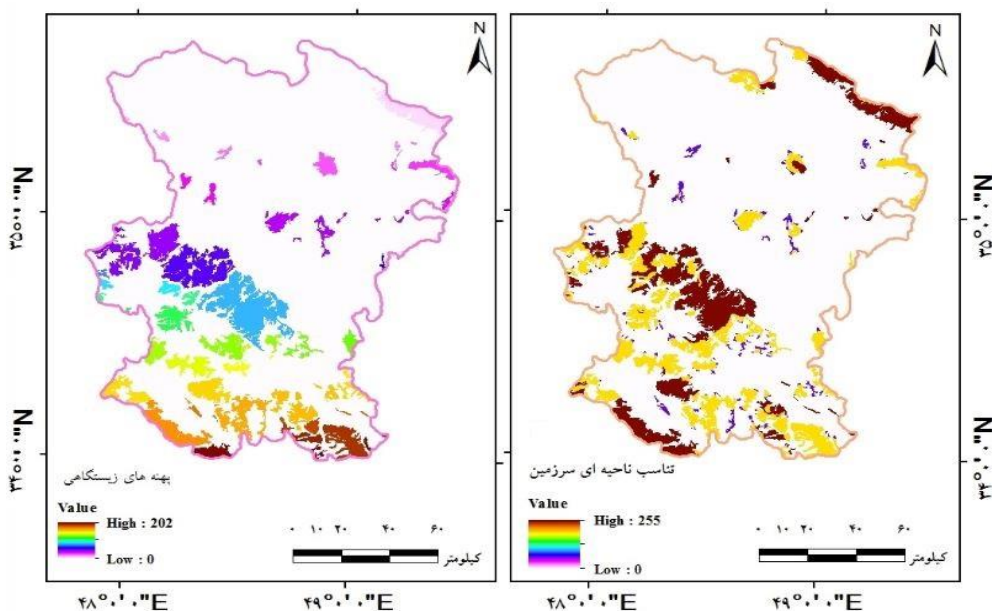
ارزیابی کیفیت زیستگاه InVEST در زمره منابع تهدیدکننده کیفیت زیستگاه به‌شمار می‌آیند. از این‌رو، زیستگاه‌های طبیعی استان دارای مطلوبیت متوسطی برای گونه‌های هدف است.

خروجی دیگر مدل InVEST نقشه حساسیت زیستگاه نسبت به عوامل بالقوه تهدید است که در این مطالعه انواع کاربری‌های انسان‌ساخت از جمله مناطق مسکونی، مناطق صنعتی، زمین‌های کشاورزی و جاده عوامل بالقوه تهدید را شامل می‌شوند (جدول ۲ پیوست). این نقشه براساس اثرات تجمعی تهدیدهای موجود در منطقه، فاصله از منابع تهدید و میزان حساسیت زیستگاه‌ها به عوامل تهدید برآورد می‌شود. مقدار حساسیت زیستگاه نسبت به عوامل بالقوه تهدید برای گونه‌های مورد بررسی در این مطالعه ۰/۰۹ به‌دست آمد که بیشترین مقدار آن در اطراف مناطق مسکونی و کشاورزی در نواحی مرکزی و شمالی منطقه مطالعاتی یافت شد. به‌طور کلی با افزایش فاصله از منابع تهدید میزان اثر این منابع بر زیستگاه‌های طبیعی کاهش می‌یابد. بر این اساس، شبکه‌های رستری دورتر از منابع تهدید، تأثیرپذیری کمتری نسبت به تهدیدات منطقه داشته و حساسیت این مناطق نسبت به تهدیدات کمتر می‌شود.

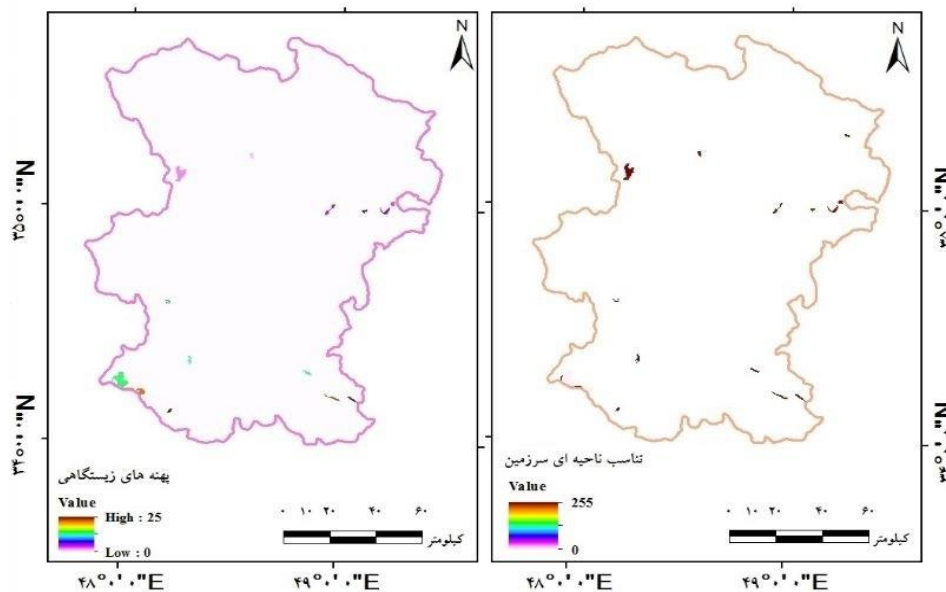
تناسب ناحیه‌ای سرزمین: همان‌طور که بیان شد برای پهنه‌بندی حفاظتی منطقه، تناسب ناحیه‌ای سرزمین استفاده شد (شکل‌های ۶ تا ۹). با اعمال محدودیت مساحت همراه با درجه مطلوبیت زیستگاه، پهنه‌های مناسب برای حفاظت از تنوع زیستی به‌خوبی شناسایی گردید. براساس نتایج، پهنه‌های دارای توان بالای حفاظتی در مناطقی قرار دارد که از خط‌مشی برگزیده برای این پژوهش (دوری از تهدیدات بالقوه (انواع کاربری‌های انسان‌ساخت) و فراهم بودن امکانات زیستگاهی (منابع آبی و غذایی و شرایط جغرافیایی)) پیروی می‌کند. ویژگی‌های پهنه‌های زیستگاهی گونه‌های هدف در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج، تعداد پهنه‌های زیستگاهی بسیار مطلوب برای گونه کل و بز ۳۹ پهنه، برای گونه قوچ و میش ۷۴ پهنه، برای گونه خرس قهوه‌ای ۱۶ پهنه و برای گونه سیاه‌گوش ۱۵ پهنه است.



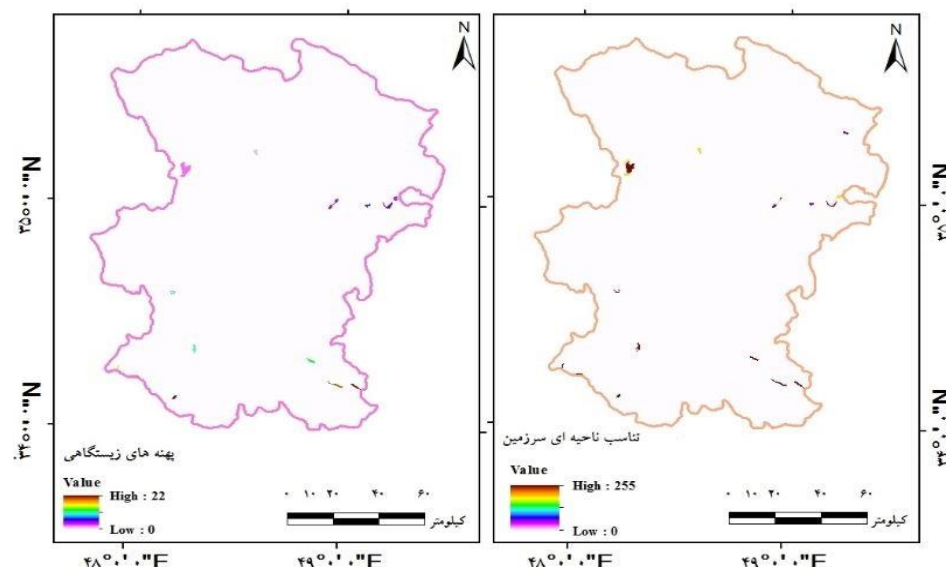
شکل ۶- نقشه تناسب ناحیه‌ای گونه کل و بز (راست) و پهنه‌های زیستگاهی گونه کل و بز (چپ) در محدوده مطالعاتی



شکل ۷- نقشه تناسب ناحیه‌ای گونه قوچ و میش (راست) و پهنه‌های زیستگاهی گونه قوچ و میش (چپ) در محدوده مطالعاتی



شکل ۸- نقشه تناسب ناحیه‌ای گونه خرس قهوه‌ای (راست) و بهننه‌های زیستگاهی گونه خرس قهوه‌ای (چپ) در محدوده مطالعاتی



شکل ۹- نقشه تناسب ناحیه‌ای گونه سیاه‌گوش (راست) و بهننه‌های زیستگاهی گونه سیاه‌گوش (چپ) در محدوده مطالعاتی

تحلیل بهننه‌های زیستگاهی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین: نتایج حاصل از تحلیل بهننه‌های زیستگاهی با استفاده از سنجه‌ای سیمای سرزمین در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج، سنجه‌ی تراکم لکه، برای دو گونه قوچ و میش و کل و بز به مراتب کمتر از دو گونه خرس قهوه‌ای و سیاه‌گوش است که نشان‌دهنده پراکندگی کمتر بهننه‌های زیستگاهی برای این دو گونه نسبت به دو گونه دیگر است. در این راستا، شاخص میانگین مساحت نیز این یافته‌ها را تأیید می‌کند، اگر چه که تراکم لکه‌های زیستگاهی دو گونه خرس قهوه‌ای و سیاه‌گوش نسبت به دو گونه دیگر بیشتر است اما مساحت بهننه‌ها کمتر است. بررسی شاخص میانگین چین‌خوردگی نشان می‌دهد که این شاخص برای تمامی گونه‌های هدف در یک طیف قرار دارد. شاخص دیوار به دیواری بهننه‌های زیستگاهی برای گونه‌های هدف نزدیک به یک است که نشان‌دهنده یکپارچگی بهننه‌های زیستگاهی برای گونه‌های هدف است. این شاخص برای گونه سیاه‌گوش کمترین مقدار را دارد. در این خصوص معیار اندازه مؤثر شبکه نیز نتایج را تأیید می‌کند به طوری کاهش مقدار این سنجه بیانگر افزایش از هم‌گسیختگی و کاهش پیوستگی سیمای سرزمین است. سنجه میانگین نسبت محیط به مساحت برای گونه سیاه‌گوش نسبت به سه گونه دیگر بیشتر است. هرچه میزان این سنجه کمتر باشد لکه‌های

جدول ۲- ویژگی پهنه‌های زیستگاهی بسیار مطلوب برای حفاظت از تنوع زیستی در استان همدان

گونه‌های هدف	پهنه‌های زیستگاهی					
	تعداد پهنه‌های	مساحت کل پهنه‌ها (هکتار)	کمترین مساحت (هکتار)	بیشترین مساحت (هکتار)	میانگین مطلوبیت کوچک‌ترین پهنه	میانگین مطلوبیت بزرگ‌ترین پهنه
کل و بز	۳۹	۱۶۷۱۲۶/۲	۱۸۶/۲۲	۴۴۶۸۷/۹۷	۲۰۹	۲۰۸
قوچ و میش	۷۴	۳۷۹۵۱۹/۹	۱۵۵/۷۱	۵۵۳۳۲/۸۲	۲۰۹	۲۴۶
خرس قهوه‌ای	۱۶	۹۲۷۸/۷۲	۱۹۱/۰۳	۲۵۹۷/۴	۲۵۲	۲۰۴/۶
سیاه‌گوش	۱۵	۶۲۰۵/۳۵	۱۷۱/۷۷	۱۷۴۸/۹۹	۲۵۵	۲۵۳/۸

جدول ۳- نتایج اعمال معیارهای سیمای سرزمین بر پهنه‌های زیستگاهی گونه‌های هدف در استان همدان

گونه‌های هدف	سنجه‌های سیمای سرزمین						
	تراکم لکه	فاصله اقلیدسی تا نزدیک‌ترین همسایه	میانگین چین‌خوردگی لکه	شاخص دیوار به دیواری	میانگین مساحت لکه	اندازه موثر لکه	میانگین نسبت محیط به مساحت
کل و بز	۰/۰۲۳	۴۶۳۰/۷۷	۱/۰۹	۰/۹۲	۴۲۸۵/۲۷	۲۰۹۸۴/۵۵	۲۹/۷۷
قوچ و میش	۰/۰۲	۲۸۲۱/۷۳	۱/۱	۰/۹۳	۵۱۲۸/۶۳	۱۹۲۳۲/۸	۲۷/۵۹
خرس قهوه‌ای	۰/۱۷۲	۱۱۷۲۴/۴۱	۱/۰۹	۰/۹۰۳	۵۷۹/۹۲	۱۲۶۹/۱۲	۳۸/۳۸۵
سیاه‌گوش	۰/۲۴	۱۳۴۵۸/۱۸	۱/۰۸	۰/۸۹	۴۱۳/۶۹	۷۴۷/۶۱	۴۱/۸۵۳

زیستگاهی از فشردگی بیشتری برخوردار هستند. بر این اساس لکه‌های زیستگاهی سیاه‌گوش نسبت به سه گونه دیگر از فشردگی کمتری برخوردار هستند که سنجه پیوستگی لکه‌های زیستگاهی نیز برای این گونه نسبت به سایر گونه‌ها این امر را تأیید می‌کند. سنجه فاصله از نزدیک‌ترین همسایه نیز نشان می‌دهد که لکه‌های زیستگاهی دو گونه قوچ و میش و کل و بز از نظر همسایگی به یکدیگر نزدیک‌تر هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

انتخاب بهینه مناطق حفاظت از تنوع زیستی یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی در کشورهای در حال توسعه است. تمامی روش‌های مطالعه، انتخاب و اولویت‌بندی مناطق حفاظتی در اصل حفاظت حداکثری از تنوع زیستی مشترک هستند (Karami et al., 2020). حفاظت و مدیریت گونه‌های دارای ارزش بوم‌شناختی و در معرض خطر انقراض، از اولین اصول زیست‌شناسی حفاظت است و بیشتر برنامه‌های حفاظت از تنوع زیستی بر جلوگیری از کاهش گونه‌های شاخص و مهم تمرکز دارد (Jafari, 2013). از این‌رو، در این پژوهش، ارزیابی کیفیت زیستگاه گونه‌های مهم استان همدان با بکارگیری نرم‌افزار InVEST انجام شد. براساس نقشه کیفیت زیستگاه کل و بز به‌عنوان یکی از گونه‌های در معرض خطر لیست قرمز، و همچنین قوچ و میش که در دسته آسیب‌پذیر لیست قرمز IUCN قرار دارد (Karami et al., 2016)، زیستگاه کاملاً مطلوب این دو گونه در نواحی مرکزی استان قرار دارد. این مناطق شامل نواحی کوهستانی الوند کوه و تپه‌ماهورهای پیرامونی است که پوشش گیاهی گونه *Astragalus spp.*

چشمه‌ها و منابع آبی و دوری از تهدیداتی همچون سکونتگاه‌های انسانی و جاده‌ها فراهم است. براساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، مناطق حفاظت‌شده آلموبلاغ، خانگرمز و منطقه شکار ممنوع الوند از بهترین زیستگاه‌های این دو گونه به‌شمار می‌رود که مطالعات و سرشماری‌های صورت گرفته در استان نیز این مطلب را تأیید می‌کند (Department of Environment of Hamedan Province, 2014b). این مناطق به‌لحاظ پوشش گیاهی مناسب و سیمای کوهستانی تپه‌ماهوری از زیستگاه‌های اصلی دو گونه کل و بز و قوچ و میش در استان همدان است. براساس نقشه کیفیت زیستگاه سیاه‌گوش که در دسته گونه‌های در خطر انقراض IUCN قرار دارد (Karami *et al.*, 2016) و همچنین کیفیت زیستگاه خرس قهوه‌ای به‌عنوان گونه‌ای با کمترین نگرانی در لیست قرمز IUCN (Karami *et al.*, 2016)، زیستگاه‌های کاملاً مطلوب، در مناطق کوهستانی با شیب نسبتاً تند و صعب‌العبور صخره‌ای قرار دارد که منطبق بر رفتار اکولوژیک این دو گونه به‌عنوان گونه‌های منزوی و شب فعال است. این پژوهش، مدل کیفیت زیستگاه InVEST را مدل مناسب و نسبتاً قدرتمندی برای بررسی کیفیت زیستگاه گونه‌های مختلف بدون نیاز به داده‌های حضور گونه و تنها بر مبنای داده‌های پوشش/کاربری زمین ارزیابی نمود. از این‌رو می‌توان از این مدل در مناطقی که از مطلوبیت بالایی برای زیستگاه حیات وحش و حفاظت از تنوع زیستی برخوردار است ولی دسترسی به داده‌های حضور امکان‌پذیر نیست، استفاده نمود. Nematollahi و همکاران (۲۰۲۰a) نیز InVEST را ابزار مناسبی برای ارزیابی کیفیت زیستگاه گونه کل و بز ارزیابی نموده‌اند. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم این مدل، مدل‌سازی حساسیت زیستگاه نسبت به عوامل بالقوه تهدید تنوع زیستی است که براساس آن می‌توان مناطق دارای پتانسل بالقوه حفاظتی را شناسایی و اولویت‌بندی نمود. از سوی دیگر، این مدل تنها از داده‌های پوشش/کاربری زمین برای مدل‌سازی استفاده می‌کند و سایر پارامترهای محیطی مؤثر در مطلوبیت زیستگاه، همچون ارتفاع و شیب را در مدل‌سازی کیفیت زیستگاه دخیل نمی‌سازد. از این‌رو عدم قطعیت در نتایج مدل بالا است. نتایج رویکرد تناسب ناحیه‌ای سرزمین، برای گونه‌های هدف نشان داد که مساحت کل پهنه‌های زیستگاهی برای گونه‌های کل و بز، قوچ و میش، خرس قهوه‌ای و سیاه‌گوش به‌ترتیب ۱۶۷۱۲۶/۲، ۳۷۹۵۱۹/۹، ۹۲۷۸/۷۲ و ۶۲۰۵/۳۵ هکتار است. با توجه به این نتایج تنها حدود ۱۹ درصد منطقه مطالعاتی دارای مطلوبیت بسیار بالا برای حفاظت از تنوع زیستی است. در روش تناسب ناحیه‌ای سرزمین، تنها محدودیت و معیار اعمال شده از سوی تصمیم‌گیران، مساحت شبکه مناطق حفاظتی است. بر این اساس منطقه با توجه به مطلوبیت رتبه‌بندی می‌شود و بالاترین مطلوبیت در مساحت مورد نیاز انتخاب می‌شود. مشکل این رویکرد عدم توجه به شکل و چگونگی قرارگیری پهنه‌های حفاظتی به‌لحاظ ساختار سیمای سرزمین است (Eastman, 2012). نتایج نشان داد که این روش تنها به بهینه‌سازی مطلوبیت منطقه برای حفاظت پرداخته و به توزیع مکانی پهنه‌های حفاظتی توجهی ندارد که هم‌راستا با مطالعه‌ی Mehri و همکاران (۲۰۱۴) است. چیدمان مکانی سیمای سرزمین (به‌عنوان مثال، تراکم و پیوستگی لکه‌های زیستگاهی) به‌طور قابل توجهی بر میزان تنوع زیستی تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، یکی از راه‌حل‌ها برای برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین به‌منظور حفاظت، بررسی الگوهای پراکنش پهنه‌های حفاظتی با استفاده از سنج‌های سیمای سرزمین است. سنج‌های سیمای سرزمین می‌توانند بر سطوح تنوع زیستی تدبیر بگذارند. به‌طوری که با کاهش تراکم لکه‌های حفاظتی، میزان نماینده بودن این لکه‌ها برای حفاظت از تنوع زیستی کاهش می‌یابد. همچنین در بقای گونه اثر منفی دارد که این عمل به‌واسطه افزایش نسبت محیط به مساحت لکه‌ی حفاظتی رخ می‌دهد. Ahmadi Mirghaedi و Sourı (۲۰۲۱) گزارش داده‌اند که تراکم و پیوستگی لکه‌های سیمای زمین بر کیفیت زیستگاه تأثیرگذار است و تأکید نموده‌اند که الگوهای مکانی سیمای سرزمین نقش مهمی در میزان کیفیت زیستگاه دارد. مطالعات نشان داده است که افزایش حاشیه منجر به افزایش در معرض خطر قرارگیری تنوع زیستی نسبت به تهدیدات موجود می‌شود که در بلند مدت کاهش سطح تنوع زیستی در مرز مناطق حفاظت شده را به‌دنبال دارد (McAlpine and Eyre, 2002; Schindler *et al.*, 2008). نتایج بررسی سنج‌های سیمای سرزمین و تأثیر آن‌ها در انتخاب و اولویت‌بندی لکه‌های حفاظتی نشان داد که لکه‌های دارای پیوستگی، تراکم و چین‌خوردگی بیشتر ارزش حفاظتی بالاتری دارند. اهمیت کاربرد سنج‌های سیمای سرزمین برای برنامه‌ریزی حفاظتی در مطالعات نیز گزارش شده است (Sala *et al.*, 2017; Malavasi *et al.*, 2018; Ansari, 2022). Yu و Duan (۲۰۲۲) در مطالعه خود دریافتند که با افزایش چین‌خوردگی و پیچیدگی کلاس‌های کاربری انسان ساخت،

کیفیت زیستگاه کاربری‌های طبیعی کاهش می‌یابد. بر این اساس پیشنهاد نمودند که برای بهبود کیفیت زیستگاه نیاز به کنترل گسترش کاربری‌های انسان ساخت است.

حفاظت از تنوع زیستی و اولویت‌بندی لکه‌های حفاظتی، یکی از موضوعات اساسی و مهم در مدیریت منابع طبیعی است. با بهره‌گیری از بوم‌شناسی سیمای سرزمین و شناسایی پارامترهای ساختاری و فرآیندهای عملکردی ایجاد تغییرات در سیمای سرزمین می‌توان به درک درستی از چگونگی ارتباط بین اجزاء مختلف سیمای سرزمین برای مدیریت و برنامه‌ریزی این تغییرات دست یافت (Botequila and Ahren, 2002). براساس نتایج این مطالعه، مشخص گردید که سنج‌های سیمای سرزمین نقش مؤثری در ارزیابی لکه‌های حفاظتی دارند. از این رو پیشنهاد می‌شود که هنگام طرح‌ریزی شبکه مناطق حفاظتی، تغییرات مکانی و الگوهای ساختاری لکه‌های زیستگاهی ارزیابی شده و براساس بین الگوهای مکانی سیمای سرزمین و کیفیت و کمیت تنوع زیستی نسبت به طراحی و توسعه این مناطق اقدام نمود. یافته‌های این مطالعه نشان داد که مدل‌ها، ابزار و داده‌های مکانی ساده و در دسترس می‌تواند به منظور ارزیابی، مدیریت و طرح‌ریزی حفاظتی سرزمین مفید واقع شود؛ همان‌طور که Polasky و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعه خود نشان داده‌اند با بهره‌گیری از الگوهای مکانی مناسب احیای سرزمین، به سطح بالاتری از حفاظت از تنوع زیستی و فراهم‌سازی خدمات اکوسیستمی دست یافت. از این رو استفاده از تغییرات ساختاری سیمای سرزمین می‌تواند برای انجام مطالعات دقیق‌تر و تصمیم‌گیری در مورد اقدامات عملی برای حفظ لکه‌های حفاظتی راهگشا باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند مورد استفاده مدیران و برنامه‌ریزان سرزمین برای هم‌سو کردن راه‌کارهای حفاظتی و مدیریتی در پیشینه‌سازی حفاظت از تنوع زیستی قرار گیرد.

پیوست

جدول ۱- امتیاز مربوط به هر یک از انواع زیستگاه برای گونه‌های هدف براساس مرور منابع مطالعاتی و دانش کارشناسی منطبق بر رفتار انتخاب زیستگاه گونه‌ها

نوع زیستگاه	مراتع متراکم	مراتع تیمه متراکم	مراتع کم تراکم	جنگل نیمه متراکم	کوه و صخره	بیشه‌زار	بدنه‌های آبی	گونه‌های هدف
کوه و بز	۰/۸۳	۰/۷۲	۰/۷	۰/۴۵	۱	۰/۴۴	۰/۱۲	
قوچ و میش	۱	۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۳۸	۱	۰/۴۲	۰/۱۲	
خرس قهوه‌ای	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۴۳	۱	۱	۰/۷۸	۰/۳۷	
سیاه‌گوش	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۴	۱	۱	۰/۷	۰/۳۵	

جدول ۲- ویژگی‌های هر یک از منابع تهدید مورد استفاده در مدل‌سازی کیفیت زیستگاه نرم‌افزار InVEST

منبع تهدید	شدت نسبی منبع تهدید، دامنه (۰-۱)	بیشترین فاصله تأثیرگذار منبع تهدید بر روی زیستگاه‌های مجاور (کیلومتر)
کشاورزی آبی	۰/۷۵	۴/۵
کشاورزی مخلوط	۰/۷۲	۴/۲
کشاورزی دیم	۰/۶۸	۳/۵
باغ	۰/۶۶	۵/۵
مناطق صنعتی	۰/۹۷	۶/۵
مناطق مسکونی	۱	۷/۵
جاده	۱	۳
زمین‌های بدون پوشش	۰/۳۶	۲

References

- Ahmadi Mirghaed, F., Souri, B., 2021. Relationships between habitat quality and ecological properties across Ziarat Basin in northern Iran. *Environment, Development and Sustainability* 23(11), 16192-16207.

- Allan, J.D., McIntyre, P.B., Smith, S.D., Halpern, B.S., Boyer, G.L., Buchsbaum, A., Burton, G.A., Campbell, L.M., Chadderton, W.L., Ciborowski J.J., Doran, P.J., 2013. Joint analysis of stressors and ecosystem services to enhance restoration effectiveness. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(1), 372-377.
- Aneseyee, A. B., Noszczyk, T., Soromessa, T., Elias, E., 2020. The InVEST Habitat Quality Model Associated with Land Use/Cover Changes: A Qualitative Case Study of the Winike Watershed in the Omo-Gibe Basin, Southwest Ethiopia. *Remote Sensing* 12(7), 1103.
- Ansari, A., 2022. Assessment of the Conservation Area Network Development in Markazi Province Using Landscape Metrics. *Iranian Journal of Applied Ecology* 10(3), 65-80
- Asadolahi, Z., Salmanmahini, A., Sakieh, Y., Mirkarimi, S.H., Baral, H., Azimi, M., 2018. Dynamic trade-off analysis of multiple ecosystem services under land use change scenarios: Towards putting ecosystem services into planning in Iran. *Ecological Complexity* 36(4), 250-260.
- Baral, H., Keenan, R.J., Fox, J.C., Stork, N.E., Kasel, S., 2013. Spatial assessment of ecosystem goods and services in complex production landscapes: a case study from south-eastern Australia. *Ecological Complexity* 13(1), 35-45.
- Baral, H., Keenan, R.J., Sharma, S.K., Stork, N.E., Kasel, S., 2014. Spatial assessment and mapping of biodiversity and conservation priorities in a heavily modified and fragmented production landscape in north-central Victoria, Australia. *Ecological Indicator* 36(1), 552-562.
- Botequila, L.A., Ahern, J., 2002. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. *Landscape and Urban Planning* 59 (2), 65-93.
- Botequila, L.A., Jozeph, M., Ahern, J., McGarigal, K., 2006. *Measuring landscapes: A planner's handbook*, Island Press, Washington, D.C., 276 p.
- Burkhard, B.; Kroll, F.; Nedkov, S. Müller, F., 2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators* 21(10), 17-29.
- Butchart, S.H., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P., Almond, R.E., Baillie, J.E., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández Morcillo, M., Oldfield, T.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.C., Watson, R., 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328(5982), 1164-1168.
- Danehkar, A., Jafari, S., 2017. Degradation assessment of Jajrood protected area using landscape degradation model. *Journal of RS and GIS for Natural Resources* 8(2), 17-32. (In Persian)
- Department of Environmental Protection Agency of Hamedan Province. 214a. Determining the educational needs of the eight environmental audiences of Hamadan province. Report number: 26, 118 p. (In Persian)
- Department of Environmental Protection Agency of Hamedan Province. 214b. A comprehensive study of Armenian wild sheep (keystone species) in Hamadan province. Report number: 71, 142. (In Persian)
- Duan, H., Yu, X., 2022. Linking landscape characteristics to shorebird habitat quality changes in a key stopover site along the East Asian–Australasian Flyway migratory route. *Ecological Indicators*, 144(11), 109490
- Eastman, J. R. 2012. *IDRISI for Windows; User Manual*, Clark Labs, Massachusetts, 342 p.
- Eigenbrod, F., Hecnar S. J., Fahrig, L., 2009. Quantifying the road effect zone: threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario. *Ecology and Society* 14(1), 24.
- Ghandali, M., Alizade, A., Karami, M., Kaboli, M., Zohrabi, H., 2014. Application of Criteria of Landscape Ecology in Habitat Evaluation for Wild Sheep (*Ovis orientalis*) in Kavir National Park. *Journal of Environmental Science and Technology* 16(1), 633-645. (In Persian)
- Hall, L.S., Krausman, P.R., Morrison, M.L., 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25 (1), 173-182.
- Han, H., Su, Z., Yang, G., 2023. Variations of Habitat Quality and Ecological Risk and Their Correlations with Landscape Metrics in a Robust Human Disturbed Coastal Region—Case Study: Xinggang Town in Southern China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2837.
- Han, Y., Kang, W., Thorne, J., Song, Y. 2019. Modeling the effects of landscape patterns of current forests on the habitat quality of historical remnants in a highly urbanized area. *Urban Forestry and Urban Greening* 41(5), 354-363.

- Jafari, A., 2013. 10 essential strategies for protecting biodiversity at productive landscape scale (agriculture & forestry). *Environment & Development* 4(8), 5-12. (In Persian)
- Kandziora, M., Burkhard, B. Müller, F. 2013. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—a theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators* 28(5), 54–78.
- Karami, M., Ghadierian, T., Faizolahi, K., 2016. Atlas of Iranian Mammals, Jahad Daneshgahi, Kharazmi, Karaj, 292 p.
- Karami, P., Shayesteh, K., Rastegar Pouyani, N., 2020. Evaluation the Distribution of Effective Factors on Habitat Diversity in Kermanshah Protected Areas. *Geography and Environmental Sustainability* 10(2), 105-123. (In Persian)
- Li, M., Zhou, Y., Xiao, P., Tian, Y., Huang, H. Xiao, L., 2021. Evolution of Habitat Quality and Its Topographic Gradient Effect in Northwest Hubei Province from 2000 to 2020 Based on the InVEST Model. *Land* 10(8), 857.
- Makki, T., Fakheran, S., Moradi, H., Iravani, M., Senn. J., 2013. Landscape–scale impacts of transportation infrastructure on spatial dynamics of two vulnerable ungulate species in Ghamishloo Wildlife Refuge, Iran. *Ecological Indicators* 31(8), 6-14.
- Malavasi, M., Bartak, V., Carranza, M.L., Simova, P., Acosta, A.T.R., 2018. Landscape pattern and plant biodiversity in Mediterranean coastal dune ecosystems: Do habitat loss and fragmentation really matter?. *Journal of Biogeography* 45(6), 1367- 1377.
- Management and Planning Organization of Hamedan Province. 2016. Statistical Yearbook of Hamedan Province, Deputy of statistics and information, Hamedan, 186 p. (In Persian)
- McAlpine, C.A., Eyre, T.J., 2002. Testing landscape metrics as indicators of habitat loss and fragmentation in continuous eucalypt forests (Queensland, Australia). *Landscape Ecology* 17(8), 711-728.
- McGarigal, K., Cushman, S.A., Ene, E., 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available from <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. (Accessed on 21 December 2022)
- Mehri, A., Salmanmahiny, A., Mirkarimi, S., Rezaei, H., 2014. A Performance Comparison of Three Computer Algorithms in the Selection of Best Protected Areas (Case Study: Mazandaran Province of Iran). *Journal of Environmental Studies* 40(1), 1-16.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 155 p.
- Nematollahi, S., Fakheran, S., Jafari, A., Raеisi, T., Pourmanafi, S., 2020a. Landscape Planning for Conservation, based on the InVEST Model of Habitat Quality and Ecological Impact Assessment of Road Network in Chaharmahal & Bakhtiari Province. *Iranian Journal of Applied Ecology* 8(4), 67-81
- Nematollahi, S., Fakheran, S., Kienast, F., Jafari. A., 2020b. Application of InVEST habitat quality module in spatially vulnerability assessment of natural habitats (Case Study: Chaharmahal & Bakhtiari Province, Iran). *Environmental Monitoring and Assessment* 192(8), 1-17.
- Parris, K. M., Schneider. A., 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and Society*, 14(1), 1-29.
- Polasky, S., Nelson, E., Camm, J., Csuti, B., Fackler, P., Lonsdorf, E., Montgomery, C., White, D., Arthur, J., Garberlyonts, B., 2008. Where to put things? Spatial land management to sustain biodiversity and economic returns. *Biological Conservation* 141(6), 1505-1524.
- Rands, M.R.W., Adams, W.M., Bennun, L., Butchart, S.H.M., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., Scharlemann, J.P.W., Sutherland, W.J., Vira, B., 2010. Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. *Science* 329(5997), 1298-1303.
- Rezazadeh, S., Jahani, A., Makhdom, M. Goshtasb Meigooni, H., 2017. Evaluation of the Strategic Factors of the Management of Protected Areas Using SWOT Analysis-Case Study: Bashgol Protected Area-Qazvin Province. *Scientific Research Publishing* 7(1), 55.
- Sadegh oghli, R., Jahani, A., Alizadeh Shabani, A., Goshtasb, H., 2019. Quantifying the Fragmentation of Landscape as an Index for the Assessment of the Wildlife Habitat (Case Study: Protected Area of Jajroud). *Journal of Animal Environment* 11(1), 13-20.
- Sala, J., Gascón, S. Cunillera-Montcusí, D., Alonso, M., Amet, F., Cancela da Fonseca, L., Cristo, M., Florencio, M., García-de-Lomas, J., Machado, M., Miracle, M.R., Miró, A., Pérez-Bote, J.L., Lluís Pretus, J., Prunier, F., Ripoll, J., Rueda, J., Sahuquillo, M., Serrano, L., Ventura, M., Verdiell-Cubedo, D., Boix, D., 2017. Defining the importance of landscape metrics for large branchiopod biodiversity and conservation: the case of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Hydrobiologia*, 801(1), 81-98.

- Sallustio, L., De Toni, A., Strollo, A., Di Febbraro, M., Gissi, E., Casella, L., Geneletti, D., Munafò, M., Vizzarri, M., Marchetti, M., 2017. Assessing habitat quality in relation to the spatial distribution of protected areas in Italy. *Environmental Management* 201(10), 129-137.
- Salmanmahini, A. Kamyab, H.R., 2010. *Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi*, Mehre Mahdis Press, Tehran, 582 p. (In Persian)
- Schindler, S., Poirazidis, K. Wrbka, T. 2008. Towards a core set of landscape metrics for biodiversity assessments: A case study from Dardia National Park, Greece. *Ecological Indicators* 8(5), 502- 514.
- Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., 2016. *INVEST 3.6.0 User's Guide*; Collaborative Publication by The Natural Capital Project, Stanford University, USA, 371 p.
- Steffen, W., Burbidge, A. A., Hughes, L., Kitching, R., Lindenmayer, D., Musgrave, W., Smith, M.S., Werner, P.A., 2009. *Australia's Biodiversity and Climate Change*. CSIRO Publishing, Melbourne. 236 p.
- TEEB Foundations, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. In: Kumar, P. (Ed.), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Washington, USA, pp. 1-42.
- Terrado, M., Sabater, S., Chaplin-Kramer, B., Mandle, L., Ziv G. Acuña, V., 2016. Model development for the assessment of terrestrial and aquatic habitat quality in conservation planning. *Science of the Total Environment* 540(1), 63-70.
- Tulloch, V.J., Tulloch, A.I., Visconti, P., Halpern, B.S., Watson, J.E., Evans, M.C., Auerbach, N.A., Barnes, M., Beger, M., Chadès, I., Giakoumi. S., 2015. Why do we map threats? Linking threat mapping with actions to make better conservation decisions. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(2), 91-99.
- Wang, H., Tang, L., Qiu, Q., Chen, H., 2020. Assessing the Impacts of Urban Expansion on Habitat Quality by Combining the Concepts of Land Use, Landscape, and Habitat in Two Urban Agglomerations in China, *Sustainability* 12(11), 4346.
- Zarandian, A., Yavari, A., Jafari, H., Amirnejad, H., 2016. Modeling of Land Cover Change Impacts on Habitat Quality of a Forested Landscape in the Sarvelat and Javaherdasht. *Environmental Researches* 6(12), 183-194. (In Persian)