

Original Article



Evaluation of Wild Goat (*Capra aegagrus*) Habitat and Spatial Data Mining of Habitat Hotspots in Daruneh Protected Area, Khorasan-e Razavi

Received: 2024.07.20

Accepted: 2024.09.28

Sedighe Abdollahi,^{1,3} Maryam Morovati,^{2,3*} Mehdi Jumapour,⁴ Mohammad Reza Delkandi Moghadam⁵

¹ Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

² Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

³ Water, Energy and Environment Research Institute, Ardakan University, Ardakan, Iran

⁴ Department of Supervision and Monitoring Expert of Environmental Protection, Bardskan, Mashhad, Iran

⁵ Expert in Charge of Habitats and Regional Affairs of the General Department of Environmental Protection, Mashhad, Iran

How to cite this article:

Abdollahi, S., Morovati, M., Jumapour, M. and Delkandi Moghadam, M.R., 2025. Evaluation of Wild Goat (*Capra aegagrus*) Habitat and Spatial Data Mining of Habitat Hotspots in Daruneh Protected Area, Khorasan-e Razavi. Adv. Environ. Sci. 23(1): 163-176.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Habitat destruction is one of the main threats to biodiversity. Today, large mammals, especially herbivores such as wild goat, is more exposed to habitat destruction and extinction than other wildlife species. Therefore, predicting the distribution of a species in the habitat is considered as a fundamental element of conservation biology. Despite the widespread distribution of wild goat in Iran, accurate information on its habitat selection is not available, especially in the northeastern regions of the country. Accordingly, identifying and evaluating spatial patterns of habitat hot spots for this species in these areas is essential. The aim of this study is to assess the habitat of ibex and goats in the Daruneh protected area of Khorasan-e Razavi province and identify its habitat hot spots.

Material and Methods: For this purpose, upon collecting data on the species presence, using field surveys and direct observation and traces left behind, such as dung and footprints during the four seasons of spring, summer, autumn and winter of 2023 and recording their location using a global positioning device (GPS), as well as preparing environmental data including elevation, slope, aspect, distance from residential areas, distance from water sources and distance from the road, the habitat suitability of this species was modeled using MaxEnt software and the maximum entropy method. The number of presence data points to import the model was 79. Subsequently, spatial data mining techniques were employed to identify habitat hotspots using spatial statistics, specifically the Getis-Ord Gi* hotspot analysis and Anselin Local Moran's I spatial autocorrelation analysis within a spatial information system environment (GIS). The model's performance was evaluated using the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve.

Results and Discussion: The results showed that the central areas of the study area have the greatest potential to meet the habitat needs of wild goat across the studied area and the model has a high ability to predict the distribution of the wild goat. The model sensitivity analysis using the Jackknife method determined that the variables of distance from water sources, distance from residential areas and distance from the road have a higher priority for the habitat suitability of the wild goat in this area. The results of spatial data mining indicated that the Getis-Ord Gi* method has a higher accuracy for identifying habitat spots of the target species and identifies habitat hot spots with an accuracy of 94%.

Conclusion: Assessing the suitability of wildlife habitat is essential for the effectiveness of biodiversity conservation strategies. Based on the results of this study, it was found that both approaches used have relatively good ability to identify habitat hot spots and priority conservation areas for the wild goat species and can be used as a suitable criterion for measuring the accuracy of habitat modeling of wild goat in the study area. In general, identifying habitat hot spots is a powerful tool for integrating wildlife management approaches and biodiversity conservation. The results of this study can be used by wildlife managers to identify places with high conservation value and improve management and conservation approaches related to desirable wild goat habitats in the study area.

Keywords: Maximum Entropy, Spatial Data Mining, Spatial Statistics, Wild Goat, Habitat Hotspots

* Corresponding Author Email Address: Mymorovati@ardakan.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1418



ارزیابی زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) و داده‌کاوی مکانی لکه‌های داغ زیستگاهی در منطقه حفاظت‌شده درونه، خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۷

صدیقه عبداللہی^۱، مریم مروتی^{۲*}، مهدی جمعه پور^۴، محمد رضا دلقندی مقدم^۵

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: تخریب زیستگاه از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده تنوع زیستی است. امروزه، پستانداران بزرگ‌جثه، بویژه علف‌خوارانی همچون کل و بز، بیش از دیگر گونه‌های حیات وحش در معرض تخریب و نابودی زیستگاه قرار دارند. از این‌رو، پیش‌بینی پراکنش یک گونه در زیستگاه به عنوان عنصر اساسی زیست‌شناسی حفاظت مطرح است. با وجود پراکنش گسترده گونه کل و بز در ایران، اطلاعات دقیقی از انتخاب زیستگاه آن بویژه در مناطق شمال شرقی کشور در دسترس نیست. بر این‌اساس، شناسایی و ارزیابی الگوهای مکانی لکه‌های داغ زیستگاهی این گونه در این مناطق ضروری است. هدف از این مطالعه، ارزیابی زیستگاه گونه کل و بز در منطقه یحفاظت‌شده درونه در استان خراسان رضوی و شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی آن است.

مواد و روش‌ها: بدین منظور، پس از جمع‌آوری داده‌های حضور گونه، با روش پیمایش میدانی و مشاهده مستقیم و نمایه‌های برجای مانده از آن، همچون سرگین و ردپا در طی چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۴۰۲ و ثبت موقعیت آنها با کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی و همچنین آماده‌سازی داده‌های محیطی شامل ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از منابع آب و فاصله از جاده، مطلوبیت زیستگاه این گونه با بهره‌گیری از نرم‌افزار MaxEnt و روش بی‌نظمی بیشینه مدل‌سازی شد. تعداد داده حضور برای ورود به مدل ۷۹ نقطه بود. در گام بعدی، داده‌کاوی مکانی لکه‌های داغ زیستگاهی با بهره‌گیری از آمار فضایی و دو رویکرد تحلیل لکه‌های داغ گیتس ارد جی (Getis-Ord Gi) و تحلیل خودهمبستگی مکانی تحلیل خوشه و ناخوشه موران محلی (Anselin Local Moran's I) در محیط سامانه اطلاعات مکانی GIS انجام شد و در پایان، عملکرد این رویکردها با کمک نمودار مشخصه عملکرد ارزیابی شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که نواحی مرکزی منطقه یمطالعاتی دارای بیشترین پتانسیل برای رفع نیازهای زیستگاهی کل و بز در منطقه یمورد بررسی است و مدل از توانمندی بالایی برای پیش‌بینی پراکنش گونه کل و بز در این منطقه برخوردار است. حساسیت‌سنجی مدل با بهره‌گیری از روش جک‌نایف مشخص کرد که متغیرهای فاصله از منابع آبی، فاصله از مناطق مسکونی و فاصله از جاده از اولویت بالاتری برای مطلوبیت زیستگاه گونه کل و بز در این منطقه برخوردار هستند. نتایج داده‌کاوی مکانی نشان داد که روش گیتس ارد جی از دقت بیشتری برای شناسایی لکه‌های زیستگاهی گونه مورد نظر برخوردار است و لکه‌های داغ زیستگاهی را با دقت ۹۴ درصد شناسایی می‌کند.

نتیجه‌گیری: ارزیابی مطلوبیت زیستگاه حیات‌وحش برای اثربخشی راهبردهای حفاظت از تنوع زیستی ضروری است. بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که هر دو رویکرد به‌کاررفته، به طور نسبی از توانمندی خوبی برای شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی و مناطق دارای اولویت حفاظتی برای گونه کل و بز برخوردار هستند و می‌توانند بعنوان معیار مناسبی برای سنجش دقت مدل‌سازی زیستگاه گونه کل و بز در منطقه مطالعاتی بکار روند. بطور کلی، شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی ابزار نیرومندی برای یکپارچه‌سازی رویکردهای مدیریت حیات‌وحش و حفاظت از تنوع زیستی است. نتایج این مطالعه می‌تواند به منظور شناسایی لکه‌های دارای ارزش حفاظتی بالا مورد بهره‌برداری مدیران حیات وحش قرار گیرد و رویکردهای مدیریتی و حفاظتی مرتبط با زیستگاه‌های مطلوب کل و بز را در منطقه مطالعاتی بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: بی‌نظمی بیشینه، آمار فضایی، داده‌کاوی مکانی، کل و بز، لکه‌های داغ

^۱ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

^۲ گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

^۳ پژوهشکده آب، انرژی و محیط زیست، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

^۴ گروه نظارت و پایش، اداره حفاظت محیط زیست، بردسکن، مشهد، ایران

^۵ گروه زیستگاهها و امور مناطق، اداره کل حفاظت محیط زیست، مشهد، ایران

استناد به این مقاله: عبداللہی،

ص. م. مروتی، م. جمعه پور و م. ر.

دلقندی مقدم. ۱۴۰۴. ارزیابی

زیستگاه کل و بز (*Capra*

aegagrus) داده‌کاوی مکانی

لکه‌های داغ زیستگاهی در منطقه

حفاظت‌شده درونه، خراسان رضوی.

فصلنامه علوم محیطی نوین. ۲۳(۱):

۱۶۳-۱۷۶.

* Corresponding Author Email Address: Mymorovati@ardakan.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2024.1418



مقدمه

مختلفی همچون آهوی ایرانی (Pourmanafi et al., 2022; Zarabian et al., 2023)، سگ گل (Morovari et al., 2023)، قوچ و میش (Malekpoor et al., 2017) و کفتار راه‌راه (Rezaei et al., 2017) بکار رفته است که در همه این مطالعات بر توانمندی بالای این رویکرد برای شناسایی زیستگاه‌های مطلوب در گونه‌های مورد بررسی تاکید شده است. از سوی دیگر، تحلیل الگوهای پراکنش مکانی گونه‌های حیات وحش، میزان همبستگی بین لکه‌های زیستگاهی و اهمیت آماری آن‌ها را نشان می‌دهد و ارتباط مکانی لکه‌های زیستگاهی را نسبت به لکه‌های زیستگاهی مشابه یا متفاوت ارزیابی می‌کند. بدین ترتیب، برای شناسایی مناطق دارای اولویت حفاظتی بسیار مناسب است (Abdollahi et al., 2019). تجزیه و تحلیل لکه‌های داغ، یک رویکرد تحلیل فضایی است که مکان نقاط داغ در لکه‌های زیستگاهی را بررسی می‌کند و برای شناسایی مناطق همگن در زیستگاه حیات وحش بکار می‌رود. این روش کاربرد گسترده‌ای در تصمیم‌گیری برای اقدامات حفاظتی آینده دارد (Zagmajster, 2016 and Bregović).

گونه کل و بز از خانواده گاوسانان (Bovidae) است و شاخص‌ترین گونه پستاندار مناطق کوهستانی کشور به‌شمار می‌رود. عواملی همچون تخریب و کاهش سطح زیستگاه، شکار غیرقانونی و چرای بی‌رویه دام‌های اهلی در مناطق حفاظت شده، کاهش جمعیت این گونه را به دنبال داشته است (Miranzadeh et al., 2017). سازمان محیط‌زیست کشور، با توجه به رده‌های حفاظتی در گزارش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت، این گونه را در سطح ملی در طبقه گونه‌های آسیب‌پذیر طبقه‌بندی کرده است (Daneshi et al., 2018). با وجود مطالعات گسترده‌ای که در برخی از مناطق کشور درباره یارزیابی کیفیت و مطلوبیت زیستگاه این گونه انجام شده است، کمبود اطلاعات زیستگاهی در برخی از مناطق کشور، حفاظت از این گونه را دشوار می‌سازد. در منطقه حفاظت‌شده یدرونه در استان

پیش‌بینی پراکنش یک گونه در زیستگاهش بعنوان عنصر اساسی زیست‌شناسی حفاظت مطرح است (Wang et al., 2024). مدیریت گونه‌های در خطر انقراض، بازسازی بوم-سازگان‌ها، معرفی مجدد گونه‌ها، بررسی زیستایی جمعیت و حل تعارض انسان و حیات‌وحش، اغلب متکی به مدل-سازی تناسب زیستگاه است (Banks-Leite et al., 2020). ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش، بررسی مقایسه‌ای بین دسترس‌پذیری به منابع زیستگاهی و چگونگی بهره‌برداری از این منابع زیستی را شامل می‌شود (Ahmadi et al., 2020). بر این اساس، مدل‌های ارزیابی کیفیت زیستگاه که بر پایه همبستگی آماری و زیستی متغیرهای محیط‌زیستی و رفتار انتخاب زیستگاه در گونه‌های حیات‌وحش گسترش یافته‌اند، ابزار سودمندی برای دستیابی به اهداف مدیریت و حفاظت از تنوع زیستی و حیات‌وحش هستند (Morovati et al., 2023). در سال‌های اخیر رویکردهای گوناگونی برای ارزیابی کیفیت و مطلوبیت زیستگاه حیات‌وحش به کار رفته‌اند (Ahmadi et al., 2023). این رویکردها در دو گروه کلی، مطلوبیت زیستگاه را ارزیابی می‌کنند و دربرگیرنده یمدل‌های مبتنی بر داده‌های حضور و عدم حضور، همچون مدل‌های خطی تعمیم‌یافته، مدل‌های افزایشی تعمیم‌یافته، درخت رگرسیون (Saladin et al., 2019) و مدل‌های مبتنی بر داده‌های حضور، همچون مدل تحلیل عاملی آشیان بوم-شناختی، مدل الگوریتم ژنتیک و مدل بی‌نظمی بیشینه (Maximum Entropy) هستند. از میان مدل‌های یادشده، مدل بی‌نظمی بیشینه از انعطاف بسیار بالایی برای مدل-سازی وابستگی‌های خطی غیرپیچیده میان مناطق حضور گونه و متغیرهای محیطی برخوردار است (Valavi et al., 2022). این رویکرد، احتمال پراکنش مقادیر بالاترین بی-نظمی متأثر از محدودیت‌های ناشی از متغیرهای محیطی را بر چگونگی پراکنش مکانی گونه‌های حیات وحش و تنوع زیستی ارزیابی می‌کند (Behrooz et al., 2018). تاکنون این مدل برای ارزیابی زیستگاه گونه‌های گیاهی و جانوری

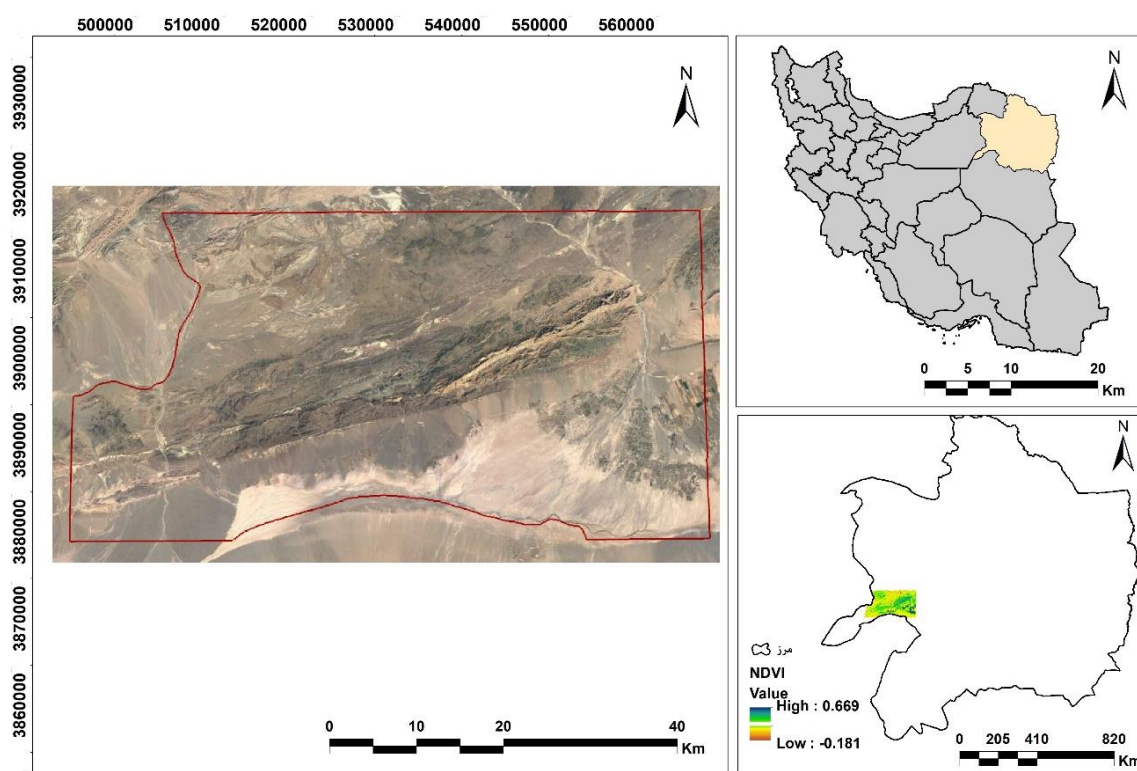
خراسان رضوی، کل و بز از پستاندارن شاخص مناطق صخره‌ای است و نقش مهمی در بوم‌سازگان‌های کوهستانی این منطقه به عنوان یکی از علف‌خواران نواحی صخره‌ای و سخت‌گذر منطقه دارد. بر این اساس، هدف این مطالعه، ارزیابی زیستگاه گونه کل و بز در منطقه حفاظت‌شده درونۀ استان خراسان رضوی و شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی این گونه با بهره‌گیری از رویکرد آمار فضایی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده‌ی درونۀ با وسعت ۶۳۱۱۴ هکتار در غرب شهرستان بردسکن در استان خراسان رضوی و نزدیک به

مجموعه حفاظتی توران واقع شده است. این منطقه در سال ۱۳۷۵ به عنوان منطقه‌ی شکارممنوع اعلام شد و پس از آن، طی مصوبه شماره‌ی ۲۱۳ شورای عالی محیط‌زیست در تاریخ ۱۳۸۵/۱/۱۹ به عنوان یک منطقه‌ی حفاظت‌شده، به مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست پیوست. منطقه حفاظت‌شده‌ی درونۀ در موقعیت جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و ۵۷ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه بخشی از گذرگاه‌های اصلی یوز در ایران است (Ahmadi et al., 2017; Nezami, 2018). میانگین سالانه دما در این منطقه ۲۰/۴ درجه سلسیوس و میانگین بارش سالانه ۱۳۷/۹ میلی‌متر گزارش شده است (GDEKP, 2022).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی

Fig. 1- Geographical Location of the study area

ارزیابی مطلوبیت زیستگاه

نقاط حضور کل و بز، بر اساس مطالعات و بازدیدهای میدانی و مشاهده‌ی مستقیم، آثار و نمایه‌های برجای مانده از این جانور همچون سرگین، ردپا و محل استراحت گونه در این

منطقه، برای فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان ۱۴۰۲ جمع‌آوری و با کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی ثبت شد. تعداد نقاط حضور ثبت‌شده برای این مطالعه ۷۹ نقطه بود. در گام بعدی، بر اساس مرور منابع مطالعاتی (Daneshi et

شناخته شده است. در این رویکرد، الگوی ارتباط مکانی پدیده‌ها (لکه‌های زیستگاهی) در محدوده‌ی همسایگی پدیده‌ها با یکدیگر ارزیابی می‌شود. روش تحلیل گیتس ارد جی، با محاسبه مقادیر آماره Z و P-Value و سطوح اطمینان پدیده‌های مورد بررسی (در این مطالعه، لکه‌های زیستگاهی)، خوشه‌های مکانی پدیده‌ها را که از نظر آماری ارزش‌های بالا (نقاط داغ) و مقادیر کم (نقاط سرد) دارند را شناسایی می‌کند (Jana and Sar, 2016). برای ارزیابی لکه‌های داغ زیستگاهی کل و بز با بهره‌گیری از این رویکردها، نقشه‌ی رستری مطلوبیت زیستگاه گونه که در مرحله‌ی پیشین تهیه شده بود، در محیط نرم‌افزار ARCGIS به فرمت چندضلعی (پلیگونی) تبدیل شد و با بکارگیری ابزار آماری Zonal Statistics مورد تحلیل قرار گرفت. یکی از مفاهیم اساسی برای انجام رویکردهای مبتنی بر آمار فضایی، موضوع همسایگی پدیده‌ها است که برای تعیین آن، روش‌های گوناگونی گسترش یافته‌اند که دو رویکرد فاصله معکوس و همسایگی بر اساس حاشیه کاربرد بیشتری دارند (Abdollahi et al., 2021). در این پژوهش، با توجه به ماهیت واحدهای فضایی، مطلوبیت زیستگاه که به صورت لکه‌ای است، از روش همسایگی بر اساس حاشیه بهره‌گیری شد. بدین ترتیب، تنها پدیده‌هایی که دارای مرز مشترک با یکدیگر بودند، در تحلیل همسایگی وارد شدند و روش‌های داده‌کاوی مکانی مورد نظر انجام شد. در پایان، به‌منظور واسنجی نتایج حاصل از رویکردهای به‌کاررفته و مقایسه رویکردها با یکدیگر از نمودار مشخصه‌ی عملکرد در نرم‌افزار ایدرسی سلوا بهره‌گیری شد. برای ارزیابی صحت مکانی با بهره‌گیری از این نمودار در نرم‌افزار ایدرسی، به یک نقشه مرجع و نقشه‌های حاصل از رویکردهای آمار فضایی نیاز است. در این مطالعه، داده‌های حضور گونه مورد بررسی بعنوان نقشه مرجع بکار برده شد.

نتایج و بحث

نمودارهای پاسخ گونه بیانگر چگونگی تأثیر متغیرهای محیطی مختلف بر توزیع گونه‌ها یا تناسب زیستگاه هستند.

al., 2018; Hoseini et al., 2017; Morovati et al., 2014)، تعداد ۱۰ متغیر محیطی مؤثر بر زیستگاه گونه کل و بز، در نظر گرفته شد. سپس همبستگی بین متغیرها با بهره‌گیری از نرم‌افزار ENMtools ارزیابی شد. در صورتیکه همبستگی بین دو یا چند متغیر بیش از ۰/۸ باشد، تنها یکی از این متغیرها می‌تواند در مدل بی‌نظمی بیشینه در نرم‌افزار مکسنت به کار رود (Morovati et al., 2018). بدین ترتیب، هفت متغیر شیب، ارتفاع، جهت جغرافیایی، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، فاصله از جاده، فاصله از منابع آبی و پوشش گیاهی، بعنوان متغیرهای محیطی وارد مدل شدند. آماده‌سازی متغیرهای محیطی در محیط نرم‌افزار ARCGIS 10.4.1 صورت گرفت. برای تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش گیاهی، عکس‌های ماهواره‌ای لندست ۹ مربوط به ماه ژوئن ۲۰۲۳ به کار رفتند و شاخص اختلاف نرمال‌شده‌ی پوشش گیاهی بعنوان شاخصی از تراکم پوشش گیاهی منطقه تهیه شد. در گام بعدی، برای مدل‌سازی پراکنش مکانی گونه‌ی مورد بررسی، داده‌های حضور به صورت تصادفی به داده‌های آموزشی (۷۰ درصد) و داده‌های آزمون (۳۰ درصد) تقسیم شدند. ارزیابی متقابل مدل‌ها با ۱۵ تکرار و اجرای مدل با ۱۰۰۰۰ تکرار انجام شد. در پایان، سطح زیر نمودار و نمودار مشخصه‌ی عملکرد (Receiver Operating Characteristics (ROC)، برای ارزیابی صحت نتایج مدل بکار رفت. چنانچه مقدار سطح زیر نمودار برابر و یا کوچک‌تر از ۰/۵ باشد، بیانگر نبود تفاوت بین پیش‌بینی مدل و پیش‌بینی با داده‌های تصادفی است که هر چه مقدار آن به یک نزدیک شود، پیش‌بینی بالای مدل را نشان می‌دهد (Ildoromi and Abdollahi, 2022).

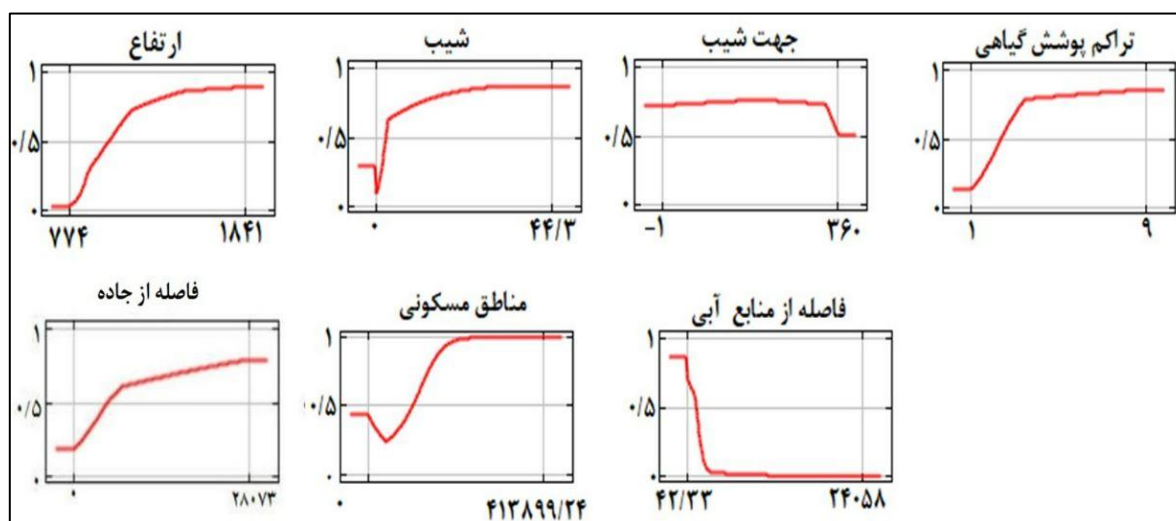
داده‌کاوی مکانی لکه‌های داغ زیستگاهی

پس از تهیه‌ی نقشه مطلوبیت زیستگاه برای شناسایی و تحلیل لکه‌های زیستگاهی گونه یکل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی، از دو رویکرد گیتس ارد جی و تحلیل موران محلی بهره‌گیری شد. رویکرد موران محلی بعنوان رویکردی معتبر برای نمایش مکانی پدیده‌ها (لکه‌های زیستگاهی) بر اساس اصول آماری

افزایش احتمال حضور گونه‌ی کل و بز در منطقه همراه است. با افزایش فاصله از جاده و مناطق مسکونی احتمال حضور گونه‌ی کل و بز در منطقه افزایش می‌یابد. درحالی‌که با افزایش فاصله از منابع آب، تناسب زیستگاه کل و بز کاهش یافته و در فاصله‌های بیشتر از حدود ۱۰۰۰ متر به کمترین مقدار می‌رسد.

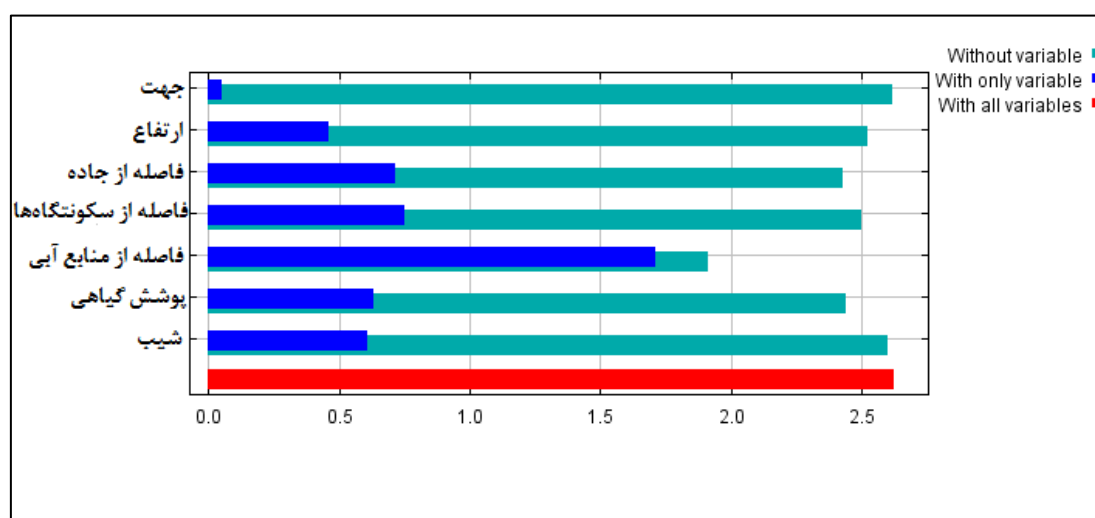
بر اساس نتایج این پژوهش، پارامترهای فاصله از منابع آبی، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی و فاصله از جاده، مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر پراکنش گونه مورد بررسی در منطقه مطالعاتی بودند (شکل ۳).

این نمودارها کمک می‌کنند تا ارتباط هر متغیر با احتمال حضور گونه را درک کنیم (شکل ۲). بدین ترتیب، در ارتفاعات پایین‌تر احتمال حضور گونه‌ی کل و بز در منطقه کمتر است و با افزایش ارتفاع (تا ۱۸۴۱ متر)، احتمال حضور گونه در زیستگاه افزایش می‌یابد. در زمین‌های با شیب بسیار کم یا بدون شیب احتمال حضور این گونه کمتر است، اما با افزایش شیب، احتمال حضور کل و بز در منطقه به طور قابل توجهی افزایش یافته و سپس تغییری نمی‌کند. جهت شیب تأثیر کمی بر مدل دارد و احتمال حضور گونه در تمامی جهات یکسان است. افزایش پوشش گیاهی با



شکل ۲- نمودارهای پاسخ کل و بز به متغیرهای محیطی در منطقه حفاظت‌شده درون

Fig. 2- Response curve of wild goat to environmental variables in Darunch protected area



شکل ۳- مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر پراکنش گونه کل و بز در درون بر اساس آزمون جک‌نایف

Fig. 3- The most important variables affecting the distribution of Wild goat in Darunch based on the Jack-knife test

جدول ۱ میزان مشارکت و اهمیت تأثیر مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول میزان مشارکت منابع آبی در پیش‌بینی مدل ۷۹/۵۶ درصد و میزان اهمیت تأثیر آن ۴۱/۲۴ درصد است. این نتایج تأییدکننده نمودارهای پاسخ گونه نسبت به متغیرهای محیطی است. به‌طوریکه با افزایش فاصله از منابع آبی، مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه بطور چشمگیری کاهش می‌یابد.

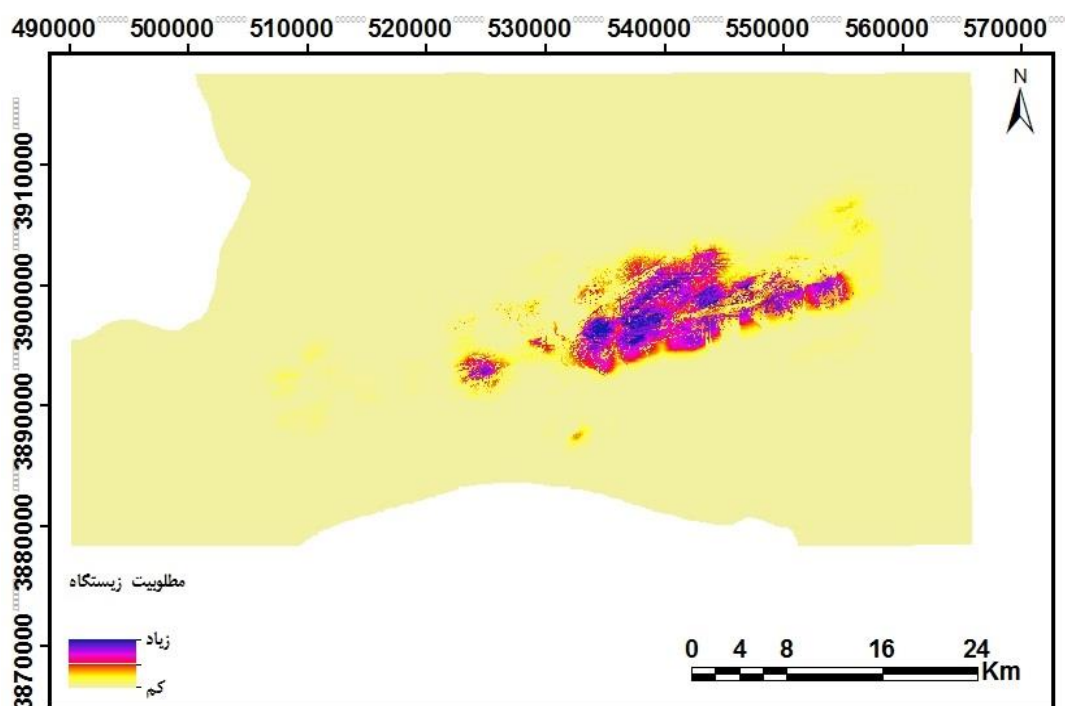
نقشه مطلوبیت زیستگاه نشان داد که مناطق مرکزی منطقه مطالعاتی دارای بیشترین مطلوبیت برای گونه‌ی کل و بز هستند (شکل ۴). با توجه به شکل ۴، مناطق دارای مطلوبیت

بالا بیانگر مناطقی هستند که احتمال حضور گونه بسیار بالا است و مناطق دارای مطلوبیت کم و بدون مطلوبیت، مناطقی را نشان می‌دهند که احتمال حضور گونه بسیار ناچیز است. مساحت زیستگاه‌های مطلوب گونه‌ی کل و بز در منطقه مطالعاتی ۲۶۲۹۲ هکتار (۴۰ درصد محدوده مطالعاتی) است. نتایج ارزیابی کارایی مدل بر اساس سطح زیر نمودار نشان داد که مدل بکاررفته، از دقت و کارایی مناسبی برای پیش‌بینی بین مناطق پراکنش کل و بز در منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی درونه برخوردار است. مقدار سطح زیر نمودار برای داده‌های آموزشی ۰/۹۸ بیانگر کارایی بسیار خوب مدل در پیش‌بینی پراکنش کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی است.

جدول ۱- درصد مشارکت و اهمیت مهم‌ترین متغیرهای محیطی پیش‌بینی‌کننده‌ی زیستگاه کل و بز

Table 1. Percentage of contribution and importance of the most important environmental variables predicting the habitat of goats and goats

میزان اهمیت Importance	درصد مشارکت contribution	متغیر محیطی Environmental variable
۴۱/۲۴	۷۹/۵۶	فاصله از منابع آبی Distance from water sources
۲۵/۲۲	۱۱/۹۴	فاصله از جاده Distance from the road
۳۳/۵۴	۸/۴۹	فاصله از سکونتگاه‌ها Distance from residential

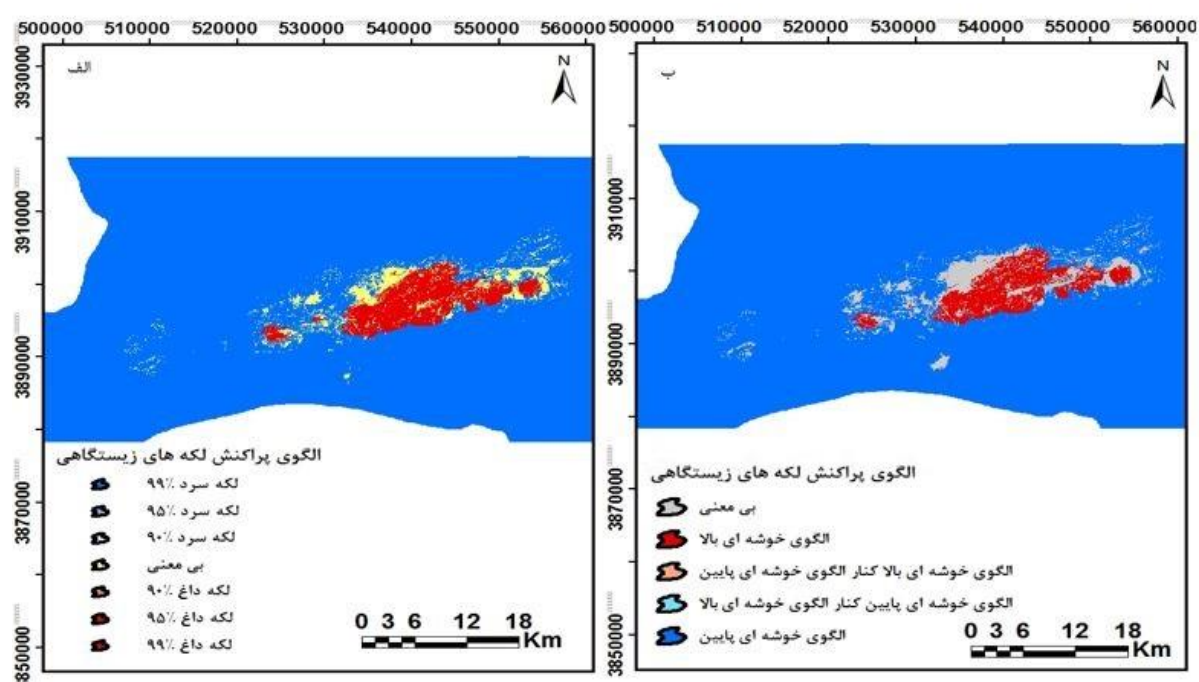


شکل ۴- مدل پراکنش پیوسته کنونی کل و بز در منطقه حفاظت‌شده درونه

Fig. 4- Current continuous distribution model of Wild goats in Daruneh protected area

بالایی از منطقه‌ی مطالعاتی برای گونه کل و بز بعنوان لکه-های سرد زیستگاهی و مناطقی با الگوی خوشه‌ای پایین طبقه‌بندی می‌شود. به طور کلی و با توجه به دو نقشه‌ی مطلوبیت زیستگاه و همچنین نقشه‌های حاصل از داده‌کاوی مکانی مشخص شد که نسبت زیستگاه‌های نامطلوب به زیستگاه‌های مطلوب برای گونه کل و بز از سهم چشمگیری برخوردار است. با توجه به رفتار انتخاب زیستگاه گونه کل و بز و شرایط محیطی منطقه‌ی مطالعاتی (سهم بالای مناطق دشتی در محدوده مطالعاتی) این نتایج دور از انتظار نیست.

شکل ۵ نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل آمار فضایی بر روی لکه‌های زیستگاهی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، لکه-های داغ زیستگاهی و خوشه‌هایی با ارزش بالا یا همبستگی مکانی مثبت منطبق بر مناطقی با بیشترین میزان مطلوبیت زیستگاه برای گونه هدف هستند. بر اساس این شکل، لکه-های داغ ۹۹ درصد بیشترین درصد (۸۶٪) و بیشترین مساحت از لکه‌های داغ زیستگاهی (۸۶۰۷ هکتار) را به خود اختصاص می‌دهند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه محدوده-ی حضور این گونه تنها در بخش مرکزی منطقه است، سهم



شکل ۵ - الگوی پراکنش مکانی لکه‌های داغ زیستگاهی گونه‌ی کل و بز در منطقه حفاظت‌شده درون: (الف) گیتس ارد جی و (ب) موران محلی
Fig. 5- Spatial distribution pattern of habitat hotspots of wild goat in Darunch protected area: (a) Getis Ord Gi (b) Anselin Local Moran's I

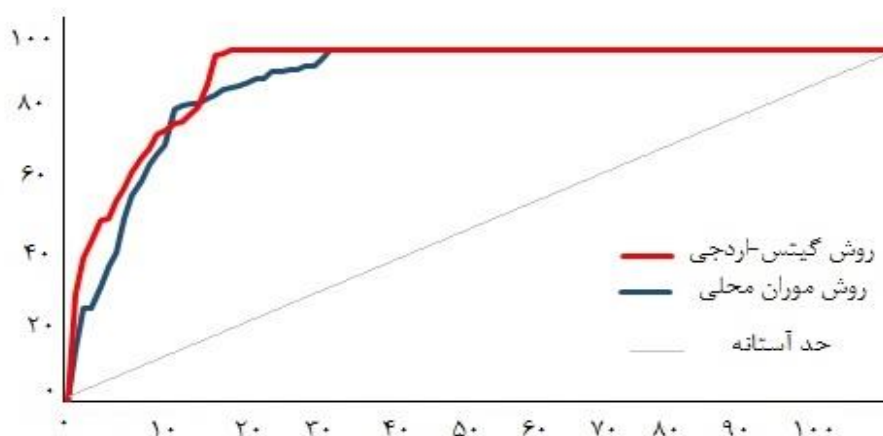
اساس نتایج، مشخص شد که هر دو رویکرد بهره‌گیری‌شده، به طور نسبی از توانمندی خوبی برای شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی و مناطق دارای اولویت حفاظتی برای گونه کل و بز برخوردار هستند و می‌توانند به عنوان معیار مناسبی برای سنجش دقت در مدل‌سازی زیستگاه گونه کل و بز در منطقه مطالعاتی به کار روند. مقادیر سطح زیر نمودار نیز این مسئله را تایید می‌کنند (جدول ۲). بدین ترتیب، مقدار زیر نمودار برای روش گیتس ارد جی برابر ۰/۹۴ و برای روش موران محلی ۰/۸۱ است.

با توجه به تشابه بالای الگوی پراکنش مکانی روش‌های گیتس ارد جی و موران محلی، دقت و صحت مکانی این نقشه‌ها با کمک نمودار مشخصه‌ی عملکرد ارزیابی و مقایسه شد. با توجه به شکل ۶، بیشترین فاصله از سطح آستانه برای لکه‌های زیستگاهی مربوط به روش گیتس ارد جی است که بیانگر دقت و صحت بالاتر این روش نسبت به روش موران محلی برای شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی است. البته با توجه به فاصله روش موران محلی از سطح آستانه، کارایی، دقت و صحت این روش نیز مورد تایید است. بر

جدول ۲- مقادیر سطح زیر نمودار برای ارزیابی دقت و صحت مکانی رویکردهای بررسی شده

Table 2. Values of the AUC to evaluate the spatial accuracy of the investigated approaches

روش‌های داده‌کاوی مکانی Spatial data mining methods	مقدار سطح زیر نمودار (AUC)
روش گیتس-اردجی Getis-Ord Gi*	۰/۹۴
روش موران محلی Anselin Local Moran's I	۰/۸۱



شکل ۶- نمودار مشخصه عملکرد لکه‌های داغ زیستگاهی گونه کل و بز با دو رویکرد بررسی شده

Fig. 6- Receiver operating characteristic of habitat hotspots of wild goat using two investigated approaches

نتیجه‌گیری

ارزیابی مطلوبیت و شناسایی زیستگاه‌های اولویت‌دار حیات-وحش برای سنجش اثربخشی راهبردهای حفاظت از تنوع زیستی ضروری است (Vu et al., 2022). در این مطالعه، بر اساس نقاط حضور کل و بز در منطقه‌ی حفاظت‌شده‌ی درونه و متغیرهای محیطی مؤثر بر پراکنش این گونه، پراکنش کل و بز با بهره‌گیری از روش بی‌نظمی بیشینه ارزیابی شد. برخلاف مدل کیفیت زیستگاه InVEST که تنها بر پایه‌ی نقشه کاربری اراضی مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها را بررسی می‌کند (Abdollahi et al., 2023; Abdollahi et al., 2024; Abdollahi, 2024)، مدل بی‌نظمی بیشینه MaxEnt متغیرهای محیطی تأثیرگذار در مطلوبیت زیستگاه را به همراه داده‌های حضور گونه‌ها در مدل‌سازی وارد می‌کند و بدین ترتیب در پیش‌بینی مناطق مطلوب زیستگاهی از دقت بالاتری برخوردار است.

بر پایه تحلیل مشارکت و آزمون جک‌نایف متغیرهای فاصله از منابع آبی، فاصله از جاده‌ها و فاصله از سکونتگاه‌های انسانی دارای اهمیت بالایی هستند. از آنجاییکه منطقه حفاظت‌شده درونه در اقلیم سرد و خشک قرار دارد، تأثیر منابع آبی بعنوان مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی اجتناب‌ناپذیر است. به‌طوریکه با افزایش فاصله از منابع آبی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت‌شده درونه کاهش می‌یابد. موقعیت سکونتگاه‌های انسانی در اطراف محدوده‌ی مورد مطالعه گونه‌ای است که امکان دسترسی آسان به زیستگاه کل و بز را فراهم می‌سازد. از این‌رو، احتمال حضور کل و بز در نزدیکی آن‌ها کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش فاصله از جاده مطلوبیت زیستگاه کل و بز در محدوده‌ی مطالعاتی افزایش می‌یابد. مطالعه گونه‌ی کل و بز در سایر مناطق کشور همچون پارک ملی کلاه قاضی

اهمیت تراکم و تیپ پوشش گیاهی در مطلوبیت زیستگاه تأکید کرده‌اند (Pourmanafi et al., 2022; Ashourirad et al., 2018). جهت شیب بعنوان یکی از کم‌اهمیت‌ترین متغیرها در مطلوبیت زیستگاه کل و بز در محدوده‌ی مطالعاتی مشخص شد. این نتیجه را می‌توان ناشی از عدم مطالعه تغییرات فصلی زیستگاه در این مطالعه دانست. مطالعاتی که تغییرات فصلی زیستگاه گونه را بررسی کرده‌اند، جهت شیب را با توجه به تأثیر این پارامتر در رویش گیاهان یک‌ساله مورد استفاده این گونه متغیر مهمی ارزیابی کرده‌اند (Ranjbar et al., 2016).

در مقایسه با مطالعاتی که به ارزیابی و مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه کل و بز پرداخته‌اند، در این پژوهش، با نگاه ویژه به داده‌کاوی مکانی مناطق مطلوب زیستگاهی، لکه‌های داغ زیستگاه گونه کل و بز به منظور شناسایی مناطق اولویت‌دار برای حفاظت پایدار از این گونه بررسی شده است. شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی ابزار نیرومندی برای یکپارچه‌سازی رویکردهای مدیریت حیات‌وحش و حفاظت از تنوع زیستی است (Abdollahi et al., 2019). نتایج حاصل از ارزیابی داده‌کاوی مکانی لکه‌های زیستگاهی به‌شدت تحت تأثیر نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی است، به‌طوری که مناطقی که زیستگاه‌های نامطلوب گونه‌ی مورد بررسی را تشکیل می‌دهند، لکه‌های سرد زیستگاهی را دربر می‌گیرد. با توجه به اینکه بیشتر سطح منطقه مطالعاتی به صورت دشتی و استپی است و سهم چشمگیری از منطقه برای گونه کل بز زیستگاه مناسبی ندارد و تنها درصد کمی از منطقه در بخش مرکزی محدوده مطالعاتی که دارای ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۹۰۰ متر است، از مطلوبیت بسیار بالایی برای کل و بز برخوردار است و لکه‌های داغ زیستگاهی این گونه را شامل می‌شوند. با توجه به شکل ۵ سهم بالایی از لکه‌های داغ زیستگاهی در هر دو رویکرد مورد استفاده لکه‌هایی با خوشه‌بندی بالا و سطح اطمینان ۹۹ درصد است. با توجه به اینکه مطلوب-ترین مناطق زیستگاهی کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی از

(Ranjbar et al., 2016)، پارک ملی گلستان (Hoseini et al., 2017)، منطقه حفاظت‌شده بافق استان یزد (Sarhangzadeh et al., 2014) نیز بر اهمیت منابع آبی، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی و فاصله از مسیرهای دسترسی بر میزان مطلوبیت گونه کل و بز تأکید کرده‌اند. همچنین در مطالعاتی بر روی بز وحشی اتیوپیایی (Alqamy et al., 2010) و بز وحشی قفقازی (Gavashelishvili, 2004) مشخص شده است که با افزایش فاصله از مناطق مسکونی مطلوبیت زیستگاه این گونه‌ها افزایش می‌یابد. ارتفاع از سطح دریا در شمار زیادی از مطالعات ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز به عنوان یک متغیر معنی‌دار مشخص شده است (Gavashelishvili, 2004; Hoseini et al., 2017; Shams Esfandabad et al., 2010). با توجه به شکل نمودار پاسخ به ارتفاع، به نظر می‌رسد محدوده ارتفاعی مشخصی برای کل و بز مطلوب محسوب می‌شود. ارتفاع مطلوب کل و بز در منطقه حفاظت‌شده درونه بین ۱۲۰۰ تا ۱۸۴۱ متر است. با توجه به اینکه بیشینه ارتفاع در محدوده‌ی مورد نظر ۱۹۰۴ متر است. انتخاب ارتفاعات بالا توسط این گونه، به خاطر نبود امنیت در ارتفاعات میانی منطقه است. سایر مطالعات صورت گرفته در زمینه مطلوبیت زیستگاه کل و بز نیز ارتفاع مطلوب برای این گونه را بین ۱۷۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ارزیابی کرده‌اند (Hoseini et al., 2017; Sarhangzadeh et al., 2014). نمودار پاسخ شیب کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی مشخص نمود که با افزایش شیب تا یک حد معین مطلوبیت زیستگاه گونه افزایش می‌یابد و پس از آن ثابت می‌ماند که هم‌راستا با سایر مطالعات ارزیابی زیستگاه کل و بز در سایر نقاط ایران است (Ansari et al., 2014). براساس منحنی پاسخ پوشش گیاهی با افزایش میزان تراکم پوشش گیاهی در منطقه، مطلوبیت زیستگاه کل و بز افزایش می‌یابد. تیپ گیاهی موجود در منطقه درمنه و گون است که یکی از مطلوب‌ترین علوفه‌ها برای گونه کل و بز به‌شمار می‌رود. مطالعه بر روی علفخواران دیگر نیز بر

مسائلی که زیستگاه این گونه را تهدید می‌کند قرار دارند. لکه‌های مطلوب زیستگاهی دارای سطح اطمینان ۹۹ درصد و الگوی خوشه‌ای بالا هستند که برخلاف مطالعه صورت گرفته در زمینه ارزیابی خدمات زیستگاهی در استان خراسان جنوبی است که نبود لکه‌های داغ زیستگاهی را ناشی از تأثیرگذاری بالای تهدیدات زیستگاهی ارزیابی کرده‌اند (Mohammadpour et al., 2023).

کاربرد نمودار مشخصه عملکرد برای ارزیابی رویکردهای داده‌کاوی نشان داد که رویکرد گیتس ارد جی نسبت به رویکرد موران از دقت و صحت بالاتری برای شناسایی لکه‌های داغ زیستگاه کل و بز برخوردار است. آماره G در رویکرد گیتس ارد جی، نوعی امتیاز Z است. در این روش، امتیاز نهایی Z با توجه به مقایسه مجموع محلی یک پدیده با پدیده کناری آن، با جمع کل پدیده‌های پیرامون آن به دست می‌آید. بر این اساس، این روش از توانمندی بالایی برای شناسایی الگوهای پراکنش مکانی پدیده‌ها برخوردار است (Ildoromi and Abdollahi, 2022). سطح زیر نمودار برای مقایسه دو رویکرد گیتس ارد جی و موران محلی نشان داد که روش گیتس ارد جی به احتمال ۹۴ درصد در شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی کل و بز قابل اعتمادتر است. از سوی دیگر و با توجه به اینکه برای روش موران محلی نیز این احتمال ۸۱ درصد است و مقدار سطح زیر نمودار بسیار به یک نزدیک است، روش موران محلی نیز از کارایی قابل قبولی برای شناسایی لکه‌های داغ زیستگاهی کل و بز برخوردار است. بر اساس، نمودار مشخصه عملکرد مربوط به این دو رویکرد، میزان همخوانی این رویکردها با واقعیت زمینی بسیار بالا است که در مطالعات دیگر و نیز در زمینه‌ی پدیده‌های محیط‌زیستی دیگر، این موضوع تأیید شده است (Abdollahi et al., 2021; Saeidi et al., 2016). نتایج بدست آمده از این پژوهش به می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد برای برنامه‌ریزی حفاظتی بیشتر از این گونه مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان با مدیریت و برنامه‌ریزی در خصوص پارمترهای تأثیرگذار بر

مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه‌ی مطالعاتی، سطح زیستگاه مطلوب این گونه را بهبود بخشید. به طور کلی، مدیریت پایدار منابع آبی، از جمله حفاظت از چشمه‌ها و منابع آب طبیعی، جلوگیری از پیشروی سکونتگاه‌های انسانی، محدودیت در توسعه جاده‌ها و کنترل چرای دام از اقدامات مهمی است که باید در راستای مدیریت منطقه حفاظت‌شده درونه و زیستگاه کل و بز در محدوده‌ی مطالعاتی صورت گیرد.

برای حفظ کارایی و اثربخشی برنامه‌های حفاظتی، مدیران باید به‌طور مستمر زیستگاه‌ها را نظارت کرده و داده‌های جدید را جمع‌آوری کنند. این داده‌ها باید بروزرسانی شوند و در مدل‌سازی‌های آینده برای ارزیابی دقیق‌تر زیستگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرند. همچنین، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند به بهبود دقت در مدل‌سازی و مدیریت زیستگاه‌ها کمک کند.

برای اطمینان از پایداری زیستگاه‌ها، مدیران باید برنامه‌های بلندمدت حفاظتی را توسعه داده و از مشارکت ذینفعان محلی، از جمله جوامع محلی و سازمان‌های غیردولتی، در برنامه‌ریزی و اجرای این برنامه‌ها بهره‌مند شوند. این مشارکت‌ها می‌تواند به افزایش آگاهی عمومی و حمایت از برنامه‌های حفاظتی بینجامد.

در پایان، پیشنهاد می‌شود که مدیران حیات‌وحش از رویکردهای مدل‌سازی زیستگاه و داده‌کاوی مکانی برای شناسایی و حفاظت از لکه‌های داغ زیستگاهی برای گونه‌های دیگر و در مناطق حفاظت‌شده دیگر نیز استفاده کنند. این رویکردها می‌توانند به تصمیم‌گیری‌های بهتر و برنامه‌ریزی‌های دقیق‌تر برای حفاظت از تنوع زیستی منجر شوند. همچنین می‌توان این رویکردها را با رویکردهای دیگر همچون تئوری گراف ادغام کرد و از نتایج حاصل برای ارزیابی و حفظ پیوستگی بوم‌شناختی لکه‌های زیستگاهی و شبکه حفاظتی و همچنین حفظ ارزش‌های تنوع زیستی استفاده نمود.

سپاسگزاری

طبیعی اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان رضوی، اداره حفاظت محیط زیست شهرستان بردسکن و از تمامی افرادی که به صورت مستقیم و غیرمستقیم در پیشبرد این پژوهش همکاری داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

نویسندگان بدین وسیله اعلام می‌دارند که انجام این پژوهش بدون دریافت هیچ گونه حمایت مالی از اشخاص حقیقی و حقوقی صورت گرفته است. همچنین از بخش محیط

References

منابع

- Abdollahi, S., Ildoromi, A., Salmanmahini, A. and Fakheran, S., 2019. Identifying and determining key areas for multiple ecosystem services supply in central part of Isfahan Province. *Journal of Environmental Science Studies*. 4(4), 2029- 2036. (In Persian with English abstract). https://www.jess.ir/article_99731_en.html?lang=en
- Abdollahi, S., Ildoromi, A., Salmanmahini, A. and Fakheran, S., 2021. Evaluating spatial patterns of ecosystem services based on a comparative approach on spatial statistics in the central part of Isfahan Province. *Geography and Environmental Sustainability*. 11(1), 41- 54. doi: 10.22126/ges.2021.5957.2326. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22126/ges.2021.5957.2326>
- Abdollahi, S., Zeilabi, E. and Xu, C.C.Y., 2023. Habitat quality assessment based on local expert knowledge and landscape patterns for bird of prey species in Hamadan, Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*. 10, 2051–2061. <https://doi.org/10.1007/s40808-023-01896-y>
- Abdollahi, S., 2024. Habitat quality assessment of wild life to identify key habitat patches using landscape ecology approach. *Journal of Natural Environment*. 76 (Special Issue Protected Areas), 147-162. (In Persian with English abstract). <http://doi.org/10.22059/jne.2023.355036.2525>
- Abdollahi, S., Khalilzadeh, P., Zeilabi, E. and Lesbarrères, D. 2024. patial assessment of biodiversity and conservation priorities in Hamedan Province, Iran, using a landscape ecology approach, *Journal of Environmental Studies and Science*, 14: 358–371. <https://doi.org/10.1007/s13412-024-00890-9>
- Ahmadi, M., Farhadinia, M. S., Cushman, S. A., Hemami, M. R., Nezami Balouchi, B., Jowkar, H. and Macdonald, D. W. 2020. Species and space: A combined gap analysis to guide management planning of conservation areas. *Landscape Ecology* 35, 1505– 1517. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01033-5>
- Ahmadi, M., Hemami, M., Kaboli, M. and Shabani, F. 2023. MaxEnt brings comparable results when the input data are being completed; Model parameterization of four species distribution models. *ecology evolution* 13, e9827, <https://doi.org/10.1002/ece3.9827>.
- Ahmadi, M., Nezami-Balouchi, B., Jowkar, H., Hemami, M.R., Fadakar, D., Malakouti-Khah, Sh. and Ostrowski, S. 2017. Combining landscape suitability and habitat connectivity to conserve the last surviving population of cheetah in Asia. *Diversity and Distributions*; 23 (6), 592–603. <https://doi.org/10.1111/ddi.12560>
- Alqamy, H. E., Abdelhameed, A. I., Nagy, A., Hamada, A., Rashad S. and Kamel. M. 2010. Predicting the status and distribution of the nubian ibex (capra nubiana) in the high-altitude mountains of south sinai (Egypt). *Galemys* 22: 517-530. <https://doi.org/10.7325/Galemys.2010.NE.A31>
- Ansari, A., Karami, M., Rezaei, H. and Reyazi, B. 2014. Environmental assessment of the wild goat (Capra aegagrus) habitat in Markazi Province and strategies for providing them. In *Proceedings 1st National Conference on Sustainable Biome and Development*, 7th April, , Arak, Iran. p. 35 (In Persian with English abstract)
- Ashourirad, A., Rahimi, R. and Shams, E.B. 2018. Modeling habitat suitability for Goitered Gazelle (Gazella subgutturosa) in Sorkheh Hesar national park. *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(4), 193-207. (In Persian with English abstract). <https://dx.doi.org/10.22034/jest.2017.11633>
- Banks-Leite, C., Ewers, R.M., Folkard-Tapp, H. and Fraser, A. 2020. Countering the effects of habitat loss, fragmentation, and degradation through habitat restoration. *One Earth*, 3(6), 672– 676. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.11.016>
- Behrooz, R., Kaboli, M., Arnal, V., Nazarizadeh, M., Asadi, A., Salmanian, A., Ahmadi, M. and Montgelard, C. 2018. Conservation below the species level: Suitable evolutionarily significant units among mountain vipers (the Montivipera raddei complex) in Iran. *Journal of Heredity*, 109(4), 416– 425. <https://doi.org/10.1093/jhered/esy005>
- Bregović, P. and Zagmajster, M. 2016. Understanding hotspots within a global hotspot identifying the drivers of regional species richness patterns in terrestrial subterranean habitats. *Insect Conservation Diversity*, 9(4), 268-281. <https://doi.org/10.1111/icad.12164>
- Daneshi, S. S., Sokhango, F. and Behrouzirad, B. 2019. Estimation of the desirability of the whole and

- goat habitat (*Capra aegagrus*) in the protected area of Khayyz during the regeneration season using the HEP method. *Journal of Animal Environment*, 11(4), 23- 32. (In Persian with English abstract). <https://www.magiran.com/p2090846>
- Gavashelishvili, A. 2004. Habitat selection by East Caucasian tur. *Biological Conservation*, 120(3), 391-398. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.014>
- General Department of Environment, Khorasan Razavi Province. 2022. Planning studies for the preferential management of the Laghri plain wildlife sanctuary and the surrounding habitat (Dorone protected area). Khak Saman Alchemists Consulting Engineers Co Research Report ,Iran. (In Persian without English abstract)
- Hoseini, S. M., Riazi, B., shams esfand abad, B. and Naderi, M. 2017. Habitat desirablility Evaluation of *Capra aegagrus* in Golestan. *Journal of Animal Environment*, 9(2), 9- 16. (In Persian with English abstract). <https://www.magiran.com/p1712298>
- Ildoromi, A. and Abdollahi, S. 2022. Application of Spatial Statistics in Evaluating the Spatial Correlation Patterns of Noise Pollution in the Central Part of Zayandeh-Rood Watershed. *Integrated Watershed Management* 1(2), 35- 46. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iwm.2022.250825>.
- Jana, M. and Sar, N. 2016. Modeling of hotspot detection using cluster outlier analysis and Getis-Ord Gi* statistic of educational development in upper-primary level, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(2), 1- 10. <https://doi.org/10.1007/s40808-016-0122-x>
- Madadi, M., Salman Mahini, A. and Varasteh Moradi, H. 2018. Habitat suitability modeling of Wild Goat (*Capra aegagrus*) using Ecological Niche Factor Analysis in Golestan National Park. *Journal of Animal Environment* 10(2), 13- 22. (In Persian with English abstract). http://www.aejournal.ir/article_68428.html
- Malekpoor, H., Morovati, M., Tazeh, M. and Taghizadeh, R. 2018. Evaluating the desirable habitat of *Ovis orientalis* using the MaxEnt model (Case study: Tang Sayyad Protected Area). *Journal of Animal Environment* 10(4), 45- 54. (In Persian with English abstract). http://www.aejournal.ir/article_85302.html
- Miranzadeh, R., Sarhangzadeh, J., Iran Nejad Parizi, M. H. and Akbari, H. 2018. Investigating on conservation value of Damgahan area as a habitat corridor of Wild Goat (*Capra aegagrus*) between Kalmand- Bahadoran protected area and Shirkouh hunting prohibited area. *Journal of Animal Environment*, 10(4), 55- 64. (In Persian with English abstract). http://www.aejournal.ir/article_85628.html
- Mohammadpour, N., Jahanishakib, F. and Asadolahi, Z. 2023. Modeling the Supply of Habitat Service and Spatial Data Mining of Hotspots in Arid Ecosystems, *Journal of Environmental Studies*, 49 (1), 33-49.(In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/jes.2023.343520.1008322>
- Morovati, M., Kamalian, N., Mohammadi, S., 2023. Habitat Assessment of The Goitered Gazelle (*Gazella Subgutturosa*) By Maximum Entropy in Kalmand Bahadran Protected Area, Yazd, Iran. *Environment and Interdisciplinary Development* 8(80), 79- 89. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/envj.2023.406351.1299>.
- Morovati, M., Karami, M., Kaboli, M., Roust, Z., Shorakaei, M. J., 2015. Modeling the Habitat suitability of *Ovis orientalis*, the most important prey of cheetah (*Acinonyx jubatus venaticus*) Using Maximum Entropy method In Dareh Anjir Wildlife Refuge. *Journal of Animal Environment* 6(4), 135-149. (In Persian with English abstract). http://www.aejournal.ir/article_9332.html
- Nezami-Balouchi, B. 2018. Asiatic cheetah: the ecology of Asian cheetah status in Iran, First ed. Academic Center for Education, Culture and Research, Tehran, Iran.
- Pourmanafi, S., Afshari, S., Lotfi, A. and Soffianhan, A. 2022. Evaluation of *Gazella subgutturosa* Habitat and Presentation of its Utility Model at Mouteh Wildlife Refuge. *Desert Ecosystem Engineering* 9(29), 115- 127. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22052/deej.2020.9.29.61>.
- Ranjbar N., Hemami, M., Tarkesh, M. and Shahgholian, J. 2016. Seasonal Assessment of Habitat Suitability of the Wild Goat (*Capra aegagrus*) in Mountainous Areas of Kolah-Qazi National Park using Maximum Entropy Approach. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 5 (16):69-83. (In Persian with English abstract). <http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.ijae.5.16.69>
- Rezaei, S., Naderi, S. and Karami, P. 2018. The habitat suitability study of *hyaena hyaena* in the Haftadgoleh protected area. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 31(2), 162-177. (In Persian with English abstract). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23832614.1397.31.2.5.3>
- Saeidi, S., Mohammadzadeh, M., Salman Mahini, A. and Mirkarimi, S.H. 2016. Application of Logistic Regression in Landscape Aesthetic Quality Modelling (Case study: Ziarat watershed of Golestan Province). *Journal of Environmental Studies*, 42(2), 427- 439. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/jes.2016.58744>
- Saladin, B., Thuiller, W., Graham, C. H., Lavergne, S., Maiorano, L., Salamin, N. and Zimmermann, N. E. 2019. Environment and evolutionary history shape phylogenetic turnover in European tetrapods.

Nature Communications, 10, 249.
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-08232-4>

Sarhangzadeh, J., Yavari, A., Hamami, M., Jafari, H. and Shams Esfandabad, B. 2014. Habitat Suitability Modeling for Wild Sheep (*Ovis Orientalis*) in Kouh-e- Bafgh Protected Area Using Ecological Niche Factor Analysis. Environmental Researches 4(8), 169- 182. (In Persian with English abstract).
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089597.1392.4.8.16.0>

Valavi, R., Guillera-Aroita, G., Lahoz-Monfort, J. J. and Elith, J. 2022. Predictive performance of presence-only species distribution models: A benchmark study with reproducible code. Ecological Monographs. 92, e01486.
<https://doi.org/10.1002/ecm.1486>

Vu, X.D., Csaplovics, E., Marrs, C. and Nguyen, T.T. 2022. Criteria and Indicators to Define Priority Areas for Biodiversity Conservation in Vietnam, Forests, 13(9), 1341.

<https://doi.org/10.3390/f13091341>.

Wang, F., Yuan, X., Sun, Y. and Liu, Y. 2024. Species distribution modeling based on MaxEnt to inform biodiversity conservation in the Central Urban Area of Chongqing Municipality. Ecological Indicators, 158, 111491.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111491>

Zarabian, M., Soloki, M., Rahimian Boogar, A., Ramazan, D. and Bameri, A. 2023. Application of the MaxEnt model to evaluate the habitat suitability of dog rose (*Rosa canina* L.) in the natural landscape of Kadkan (Khorasan Razavi). FOP, 7 (2), 277- 292. (In Persian with English abstract).
<http://dx.doi.org/10.61186/flowerjournal.7.2.277>

