Advanced Environmental Sciences ***(Adv. Environ. Sci.)*** **2025, 23(2):295-316** **ISSN: 2588-6177**

Original Article

Assessment of the geographical distribution of a threatened population of brown bear (*Ursus arctos*) in northern Zagros

Received: 2025.01.12
Accepted: 2025.03.23

Mohammad Reza Ashrafzadeh,[1,2,3]* Marzieh Moradi,[1] Ali Asghar Naghipour [4]

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

[2] The Office of National Museum of Natural History and Genetic Resources, Department of Environment, Tehran, Iran

[3] Research Institute of Biotechnology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[4] Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: To effectively protect wildlife, it is crucial to understand ecological conditions and their relationship with habitats. Habitat suitability modeling is a valuable tool in this context. The brown bear (Ursus arctos), one of the most widely distributed terrestrial mammals, faces varying conservation statuses across different regions. In Iran, this species is classified as "endangered" due to habitat loss and reduction. Assessing potential high-suitability habitats is vital for the conservation of this species. This information helps managers make informed decisions regarding reintroduction, species translocation, and the development of protected areas, ultimately enhancing conditions for the preservation of this species by identifying key habitats.

Materials and Methods: The study area covers Kermanshah Province, spanning 24,361 square kilometers in the central Zagros mountain range. The dominant vegetation consists of Persian oak in a mountainous ecosystem. A total of 139 brown bear occurrence points were collected, with a minimum distance of 2.5 kilometers, through direct observations, camera trap images, identification of tracks and signs, verified reports, expert opinions, and ranger assessments. These points were validated and checked for spatial autocorrelation. Additionally, 13 environmental variables were selected based on previous studies and correlation analyses for habitat modeling. To model the geographic distribution, an ensemble modeling approach was applied using the Biomod2 package within the R environment.

Results and Discussion: The analysis indicates that the AUC and TSS metrics for the models were evaluated as good to excellent. The results from the ensemble approach of various models show that approximately 22.16% of the total area of Kermanshah Province (5,399.66 km²) is identified as suitable habitat for brown bears, with a probability of occurrence greater than 0.6. The optimal habitats for brown bears in Kermanshah Province are distributed at elevations ranging from 450 meters to over 3,000 meters, extending along the province's mountain ranges in a northwest-southeast direction. The most significant contributing variables in the modeling process include total annual precipitation (22.26%), elevation (21.68%), slope (14.97%), and distance from forested areas (11.15%). Brown bears typically prefer habitats characterized by dense forests, rugged terrain, and minimal human disturbance, particularly at higher elevations where human access is limited. Habitats improve with increasing precipitation and elevation, with forests playing a crucial role as sources of food and shelter. Approximately 62% of bear occurrences were recorded in mountainous forests, 30% in grasslands and shrublands, and 8% in agricultural lands. Additionally, 7.67% of bear occurrences were identified within protected areas, although the majority of suitable habitats lie outside these zones. Livestock density was found to be the least significant factor influencing habitat selection.

Conclusion: The brown bear, as a species at the top of the food chain, plays a crucial role in the ecosystem, and its population and habitat decline can negatively impact biodiversity and ecosystem functions. Understanding suitable habitats and the factors influencing habitat selection is essential for the management and conservation of this species. The expanse of mountainous forests in Kermanshah Province is recognized as one of the most important brown bear habitats in western Iran. Therefore, it is recommended that, given the conservation status and ecological significance of the species under study, suitable brown bear habitats be incorporated into the protected area network.

Keywords: Brown bear, Species distribution modelling, Habitat assessment, protected areas, BIOMOD2.

How to cite this article: *Ashrafzadeh, M.R., Moradi, M. and Naghipour, A.A., 2025. Assessment of the geographical distribution of a threatened population of brown bear (Ursus arctos) in northern Zagros. Adv. Environ. Sci. 23(2): 295-316.*

* **Corresponding Author Email Address:** mrashrafzadeh@sku.ac.ir
DOI: 10.48308/envs.2025.238317.1479

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم محیطی نوین، ۳۱۶-۲۹۵ : (۲) ۲۳، ۱۴۰۴ شاپا: ۶۱۷۷-۲۵۸۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی پراکنش جغرافیایی یکی از جمعیت‌های در تهدید خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در زاگرس شمالی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۰۳

محمدرضا اشرف‌زاده[۱،۲،۳] *، مرضیه مرادی[۱]، علی‌اصغر نقی‌پور[۴]

[۱] گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[۲] دفتر موزه ملی تاریخ طبیعی و ذخایر ژنتیکی، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران

[۳] پژوهشکده بیوتکنولوژی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۴] گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: برای حفاظت از حیات‌وحش، شناخت شرایط بوم‌شناختی و ارتباط آنها با زیستگاه ضروری است. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه ابزاری مؤثر در این زمینه است. خرس‌های قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در ایران به دلایل مختلف از جمله از دست‌دادن زیستگاه‌ها، کاهش گستره پراکنش و شکار غیرقانونی در خطر انقراض قرار دارند. با توجه به آنکه این گونه چتر قلمداد می‌شود، ارزیابی و شناسایی زیستگاه‌های مطلوب برای حفاظت از این گونه اهمیت زیادی دارد. این اطلاعات به مدیران کمک می‌کند که در تعیین اولویت‌هایی نظیر توسعه مناطق حفاظت‌شده، معرفی مجدد و انتقال افراد تصمیم‌گیری بهتری داشته باشند و با شناسایی زیستگاه‌های کلیدی، شرایط را برای حفظ این گونه بهبود بخشند.

مواد و روش‌ها: محدوده مورد مطالعه شامل گستره پراکنش یکی از جمعیت‌های خرس قهوه‌ای در زاگرس شمالی واقع در استان کرمانشاه با مساحتی معادل ۲۴۳۶۱ کیلومتر مربع، در میانه رشته‌کوه‌های زاگرس و پوشش گیاهی غالب بلوط ایرانی در اکوسیستم کوهستانی است. در این مطالعه، ۱۳۹ نقطه حضور خرس قهوه‌ای با فاصله حداقل ۲/۵ کیلومتر از طریق مشاهده مستقیم، ثبت تصاویر توسط دوربین‌های تله‌ای، مشاهده نمایه‌ها و آثار موجود، گزارش‌ها و اطلاعات معتبر، نظرات کارشناسان و محیط‌بانان پس از صحت‌سنجی و بررسی خودهمبستگی مکانی و همچنین ۱۳ متغیر محیطی پس از بررسی مطالعات پیشین و نیز بررسی همبستگی برای مدل‌سازی زیستگاه‌های مناسب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه به‌کار گرفته شدند. به‌منظور مدل‌سازی پراکنش جغرافیایی، از رویکرد مدل‌سازی اجماعی در بسته نرم‌افزاری Biomod2، در محیط R استفاده شد.

نتایج و بحث: معیارهای AUC و TSS برای مدل‌ها در سطح خوب تا عالی ارزیابی شدند. نتایج حاصل از رویکرد اجماعی مدل‌های مختلف نشان می‌دهد که حدود ۲۲/۱۶ درصد از مساحت استان کرمانشاه (۵۳۹۹/۶۶ کیلومتر مربع) به‌عنوان زیستگاه مناسب خرس قهوه‌ای با احتمال حضور بیشتر از ۰/۶ است. زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه، در ارتفاعات بین ۴۵۰ متر تا بیش از ۳۰۰۰ متر، در امتداد رشته‌کوه‌های استان و در جهت شمال‌غربی به جنوب‌شرقی کشیده شده‌اند. مهم‌ترین متغیرهای مشارکت‌کننده در مدل‌سازی شامل مجموع بارندگی سالانه (۲۲/۲۶ درصد)، ارتفاع (۲۱/۶۸ درصد)، شیب (۱۴/۹۷ درصد) و فاصله از مناطق جنگلی (۱۱/۱۵ درصد) هستند. خرس‌های قهوه‌ای معمولاً زیستگاه‌هایی با جنگل‌های متراکم، زمین‌های ناهموار و تأثیرات انسانی کم را ترجیح می‌دهند، به‌ویژه در ارتفاعات بالایی که دسترسی انسان دشوار است. بر اساس یافته‌ها، وضعیت زیستگاه‌ها با افزایش بارندگی و ارتفاع بهبود می‌یابد و جنگل‌ها به‌عنوان منبع غذا و پناهگاه نقش کلیدی دارند. حدود ۶۲ درصد از حضور خرس در جنگل‌های کوهستانی، ۳۰ درصد در مراتع و بوته‌زارها و ۸ درصد در زمین‌های کشاورزی ثبت شده است. همچنین، تنها حدود ۷/۶۷ درصد از گستره شناسایی شده حضور خرس با مناطق حفاظت‌شده هم‌پوشی دارد.

نتیجه‌گیری: خرس قهوه‌ای، به‌عنوان گونه‌ای در رأس هرم غذایی، نقش مهمی در اکوسیستم ایفا می‌کند و کاهش جمعیت و زیستگاه آن می‌تواند به تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم آسیب برساند. شناخت زیستگاه‌های مناسب و عوامل مؤثر بر انتخاب آنها برای مدیریت و حفاظت این گونه حیاتی است. گستره جنگل‌های کوهستانی استان کرمانشاه از مهمترین زیستگاه‌های خرس قهوه‌ای در غرب کشور شناخته می‌شوند. احداث مناطق حفاظت شده جدید و تکمیل شبکه مناطق حفاظت شده موجود، آموزش و آگاهی‌رسانی در خصوص اهمیت حفاظتی خرس قهوه‌ای، بازسازی و احیاء زیستگاه‌ها، مدیریت منابع آب و مدیریت پوشش گیاهی از مهمترین اولویت‌هایی هستند که باید در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و حفاظتی مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: خرس قهوه‌ای، مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، ارزیابی زیستگاه، مناطق حفاظت‌شده، BIOMOD2

استناد به این مقاله: *اشرف‌زاده، م.ر.، م. مرادی و ع.ا. نقی‌پور. ۱۴۰۴. ارزیابی پراکنش جغرافیایی یکی از جمعیت‌های در تهدید خرس قهوه‌ای (Ursus arctos) در زاگرس شمالی. فصلنامه علوم محیطی نوین. ۲۳(۲):۲۹۵-۳۱۶.*

* **Corresponding Author Email Address:** mrashrafzadeh@sku.ac.ir
DOI: 10.48308/envs.2025.238317.1479

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

گوشتخواران بزرگ عمدتاً نقش مهمی در حفظ تعادل اکوسیستم‌ها دارند. در بسیاری موارد این گونه‌ها می‌توانند به‌عنوان گونه‌های کلیدی، چتر، شاخص یا پرچم‌دار در برنامه‌های حفاظتی مورد توجه قرار گیرند (Bailey, 1984). کاهش اندازه جمعیت گوشتخواران بزرگ می‌تواند تعادل بوم‌شناختی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (Arim *et al*., 2010; Palazón, 2017; Hoeks *et al*., 2020). خرس‌ها تنها خانواده‌ای از راسته گوشتخواران هستند که تمام گونه‌های آن، به‌دلیل نیازهای زیستگاهی گسترده و تحرک بالا، به‌عنوان گونه‌های چتر[1] (Nezami and Farhadinia, 2011; Mateo-Sanchez´ *et al*., 2014; Dai *et al*., 2021; Mukherjee *et al*., 2021; Steenweg *et al*., 2023)، به‌دلیل حساسیت در برابر اختلالات و استرس‌های محیطی، به‌عنوان گونه‌های شاخص[2] (Mateo-Sanchez *et al*., 2014; Mukherjee *et al*., 2021; Dar *et al*., 2021; Steenweg *et al*., 2023; Dar *et al*., 2023)، به‌دلیل وابستگی بخش قابل‌توجهی از جامعه اکوسیستمی به حضور آنها، به‌عنوان گونه‌های کلیدی[3] (Helfield and Naiman, 2006; Steenweg *et al*., 2023; Lucas *et al*., 2023)، و همچنین به‌دلیل جلب حمایت عمومی، به‌عنوان گونه‌های پرچم‌دار[4] شناخته می‌شوند (Nawaz *et al*., 2008; Burton *et al*., 2018; Habibzadeh and Ashrafzadeh, 2018; Steenweg *et al*., 2023). خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*)، دارای پراکنش به‌نسبت گسترده در جهان است (Servheen *et al*., 1999) که در مناطق وسیعی از شمال اوراسیا و آمریکای شمالی زندگی می‌کند و وضعیت حفاظتی آن در مناطق مختلف به‌طور چشمگیری، از گونه معمول تا گونه در خطر انقراض، متغیر است (Swenson *et al*., 2020). خرس‌های قهوه‌ای حیوانات همه‌چیزخوار و دارای توان سازش‌پذیری به‌نسبت زیاد هستند که می‌توانند به زیستگاه‌های مختلف با منابع غذایی متنوع سازگار شوند (Swenson *et al*., 2000; Bojarska and Selva, 2012). این گونه، عمدتاً از مواد گیاهی مانند ریشه‌ها، جوانه‌ها و میوه‌ها تغذیه می‌کند (Sergio *et al*., 2008) و نیازمندی زیادی به مصرف آب دارد، به‌نحوی که مسافت‌های طولانی را برای نوشیدن آب طی می‌کند (Ripple *et al*., 2014). برآورد جهانی جمعیت خرس قهوه‌ای حدود ۲۰۰ هزار فرد است که نیمی از آن‌ها در روسیه زندگی می‌کنند (IUCN, 2014). با افزایش جمعیت انسان و گسترش فعالیت‌های انسانی، زیستگاه‌های خرس‌ها به‌دلیل تکه‌تکه شدن، به‌شدت کاهش یافته است. این مسئله در سال‌های اخیر منجر به کاهش قابل‌توجه اندازه جمعیت این گونه شده است (Gibbs, 1998; McLellan *et al*., 2008). به‌همین‌دلیل، اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت بررسی وضعیت و پراکنش خرس‌ها را در اولویت قرار داده است (Sarhangzadeh and Kiani, 2020). خرس‌های قهوه‌ای در گذشته در خاورمیانه پراکندگی وسیعی داشتند (Boitani *et al*., 2008; Swenson *et al*., 2020)، اما امروزه به جمعیت‌های کوچک و منزوی در مناطق کوهستانی ایران، عراق و ترکیه محدود شده‌اند (Can and Togan, 2004: Farhadinia and Valizadegan, 2015). جمعیت‌های خرس قهوه‌ای در خاورمیانه در خطر انقراض قرار دارند (Calvignac *et al*., 2009).

در ایران، تعداد خرس‌های قهوه‌ای بین ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ فرد برآورد شده‌است که در جنگل‌های کوهستانی البرز، زاگرس و کوه‌های آذربایجان و قفقاز پراکنش دارند (Sathyakumar and Can, 2007; Ashrafzadeh *et al*., 2016). بر اساس پژوهش‌ها، تعداد افراد و گستره جغرافیایی خرس قهوه‌ای در طول ۱۰۰ سال گذشته در حدود ۵۰ درصد کاهش یافته‌است (Servheen *et al*., 1999). با این حال، برآورد دقیقی از جمعیت آن‌ها در ایران در دسترس نیست (Gutleb and Ziaie, 1999). گونه خرس قهوه‌ای در طبقه کمترین نگرانی فهرست سرخ IUCN و در ضمیمه دو کنوانسیون سایتیس (CITES, 2014) طبقه‌بندی شده است (IUCN,

(2017. در ایران، خرس قهوه‌ای به‌دلیل از دست‌دادن زیستگاه‌ها و کاهش گستره زیستگاهی (Ashrafzadeh *et al*., 2016) ، در رده "در خطر انقراض" قرار دارد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۴۰۳). تجزیه و تخریب زیستگاه‌ها، جنگل‌زدایی، شکار غیرقانونی، چرا بیش از حد دام‌های اهلی، توسعه غیرمنطقی زیرساخت‌ها، برداشت بی‌رویه گیاهان داروئی و میوه‌های جنگلی و شایعه‌ها و خرافات موجود در زمینه کاربرد داروئی اعضای بدن خرس‌ها از مهمترین عوامل تهدید خرس‌ها در ایران هستند (Qashqaei *et al*., 2014; Habibzadeh and Ashrafzadeh, 2018; Farashi, 2018; Parchizadeh and Belant, 2021). برنامه‌ریزی بر پایه شناخت درست از وضعیت بوم‌شناختی جمعیت‌ها و گونه‌ها و نحوه ارتباط آنها با زیستگاه‌شان اهمیت زیادی در حفاظت از حیات‌وحش دارد (Ataei *et al*., 2011). شناخت و آگاهی از ویژگی‌های زیستگاهی یک گونه اطلاعات مهمی را در اختیار مدیرانی قرار می‌دهد که با مسائلی همچون معرفی مجدد و انتقال گونه‌ها، و همچنین توسعه مناطق تحت حفاظت مواجه هستند. بنابراین، این اطلاعات می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های بهتر در زمینه حفاظت و مدیریت اکوسیستم‌ها کمک کند (Araujo and New, 2007). با تعیین متغیرهای زیستگاهی مهم، مدیران می‌توانند مناطق کلیدی زیستگاه را شناسایی و برای بهبود شرایط آن اقدامات لازم را انجام دهند (Zang *et al*., 2017; Cianfrani *et al*., 2018). در حال حاضر، مدل‌های پراکنش گونه‌ای از ابزارهای مهم در بررسی ارتباط بین گونه‌ها و متغیرهای محیطی هستند (Guisan and Zimmermann, 2000; Guisan *et al*., 2013). یافته‌های حاصل از مدل‌سازی‌های پراکنش گونه‌ای، اهمیت زیادی در تعیین اولویت‌های حفاظتی و افزایش کارآمدی برنامه دارند (Sarhangzadeh and Kiani, 2020). تاکنون روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی‌های پراکنش گونه‌ای معرفی شده‌اند (Franklin, 2010; Peterson *et al*., 2011; Guisan *et al*., 2017) ، که با توجه به گونه‌ها و مناطق مختلف، عملکردهای متفاوتی را نشان داده‌اند (Pearson *et al*., 2006; Elith *et al*., 2006; Senay *et al*., 2013). بر این اساس، انتخاب روش مدل‌سازی یکی از منابع اساسی تغییرپذیری در پیش‌بینی‌ها محسوب می‌شود (Elith and Graham, 2009). با این حال، استفاده از رویکرد مدل‌سازی اجماعی و تحلیل هم‌زمان نتایج چندین مدل مستقل، می‌تواند در کاهش عدم قطعیت در پیش‌بینی‌ها اثرگذار باشد (Araujo and New, 2007).

علاوه بر اینکه اطلاعات اندکی در زمینه وضعیت زیستی خرس‌های قهوه‌ای در رشته‌کوه‌های زاگرس وجود دارد، فعالیت‌های انسانی متنوع نیز در گستره کوهستانی زاگرس از جمله: راه‌سازی، احداث سدها و دیگر سازه‌های آبی، شهرک‌های صنعتی، توسعه شهرها و سکونتگاه‌های انسانی، پیوستگی زیستگاه‌های خرس‌های قهوه‌ای را تحت تأثیر قرار داده و منجر به محدود شدن خرس‌های قهوه‌ای به جمعیت‌های کوچک و مجزا شده‌اند. گستره جنگل‌های کوهستانی استان کرمانشاه از مهمترین زیستگاه‌های خرس قهوه‌ای در غرب کشور شناخته می‌شوند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه، تعیین مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش خرس قهوه‌ای و ارزیابی هم‌پوشی مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست و زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در این استان انجام شد.

مواد و روش ها

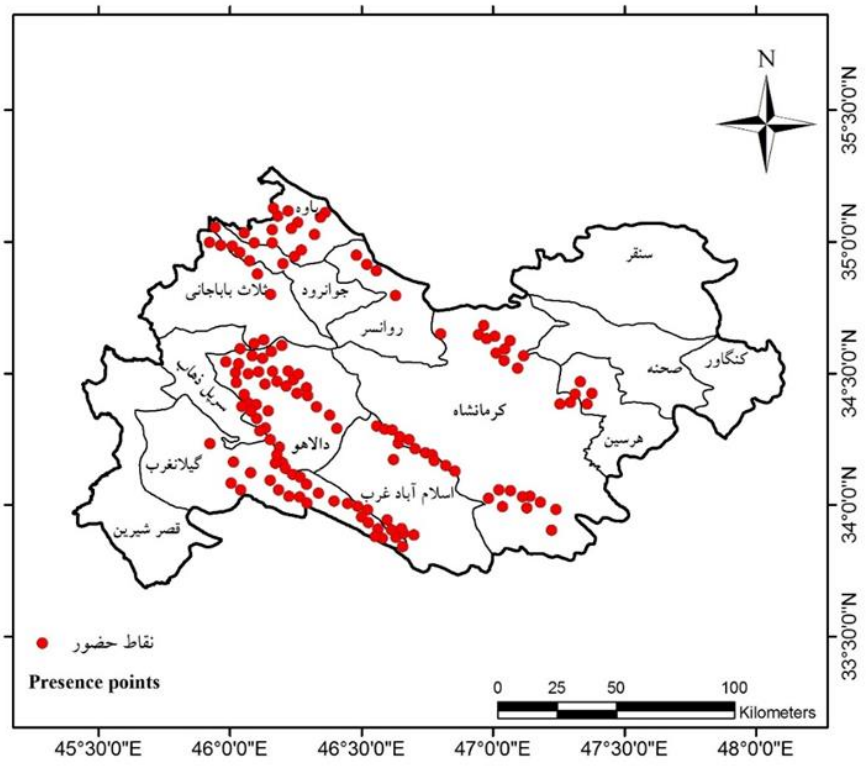
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل گستره پراکنش یکی از جمعیت‌های خرس قهوه‌ای در زاگرس شمالی واقع در استان کرمانشاه است. این استان، با مساحتی معادل ۲۴۳۶۱ کیلومتر مربع، حدود ۱/۶ درصد از مساحت ایران را تشکیل می‌دهد (Hamzavi *et al*., 2012). استان کرمانشاه در میانه رشته‌کوه‌های زاگرس واقع شده‌است. بلندترین نقطه استان، کوه شاهو با ارتفاع بیش از ۳۳۰۰ متر و پایین‌ترین نقطه با ارتفاع در حدود ۱۸۰ متر در منطقه سومار واقع است. میزان

بارندگی در مناطق مختلف استان بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر در نوسان است و متوسط بارندگی بلندمدت استان حدود ۵۷۰ میلی‌متر است (Bagheri *et al*., 2018). مساحت جنگل‌های استان برابر ۵۲۸۵۰۷/۵ هکتار است که حدود ۲۱/۷ درصد مساحت استان را شامل می‌شود. مساحت مراتع استان نیز در حدود ۱۱۸۸۴۸۰ هکتار است که حدود ۴۸/۸ درصد از سطح استان را به خود اختصاص داده است و بیشترین سطح مراتع استان در طبقه کم تراکم یا به عبارتی مراتع ضعیف قرار می‌گیرد (Ministry of Jihad Agriculture, 2017).

گردآوری داده‌های حضور

داده‌های حضور خرس قهوه‌ای، بر پایه مشاهده مستقیم، ثبت تصاویر توسط دوربین‌های تله‌ای و مشاهده نمایه‌ها و آثار موجود (از جمله سرگین و رد پا) طی بازدیدهای میدانی در سراسر استان، گزارش‌ها و اطلاعات معتبر و اخذ نظرات کارشناسان و محیط‌بانان با تجربه اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان جمع‌آوری شدند. بازدیدها توسط تیم پژوهشی این مطالعه در تمامی مناطق حضور خرس و با همراهی حداقل یکی از کارشناسان با تجربه اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان به انجام رسیده است. بنابراین، در این پژوهش، تنها داده‌های معتبر به‌منظور انجام تحلیل‌ها استفاده شدند. در مجموع، تعداد ۱۵۶ نقطه حضور خرس قهوه‌ای در سراسر استان گردآوری شد (شکل ۱). به‌منظور کاهش خودهمبستگی مکانی[۵]، موقعیت‌های حضور در فاصله کمتر از ۲/۵ کیلومتر (بر اساس میانگین بیشینه مسافت طی شده[۶] توسط خرس قهوه‌ای، یعنی پنج کیلومتر (گستره= ۰/۵۵ کیلومتر (Huber and Roth, 1993) - ۱۰/۴ کیلومتر (Naves *et al*., 2001) ، با استفاده از شیوه ترقیق مکانی داده‌های حضور در جعبه ابزار SDM (Brown, 2014) حذف شدند. همچنین، میانگین روزانه مسافت طی شده توسط خرس قهوه‌ای در یونان در حدود ۲/۴۵ کیلومتر (گستره= ۸/۵-۰/۱۵ کیلومتر) ثبت شده است (Mertzanis *et al*., 2005). در نهایت، ۱۳۹ موقعیت حضور به‌منظور اجرای مدل‌سازی استفاده شد.



شکل ۱- نقاط حضور خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه

Fig. 1- Presence points of *U. arctos* in Kermanshah province

متغیرهای محیطی

به‌منظور شناسایی متغیرهای محیطی مؤثر در انتخاب زیستگاه توسط خرس قهوه‌ای، مطالعات پیشین مورد بررسی قرار گرفتند (Zarzo-Arias *et al*., 2019; Penteriani *et al*., 2019; Kuchali *et al*., 2019; Almasieh *et al*., 2019; Dai *et al*., 2019; Dar *et al*., 2021; Mohammadi *et al*., 2021a; Ashrafzadeh *et al*., 2022) چهار گروه از متغیرهای محیطی و انسانی شامل: پوشش زمین، عوامل اقلیمی، متغیرهای توپوگرافی و عوامل انسانی در مدل‌سازی‌ها استفاده شدند. داده‌های مربوط به پوشش زمین از لایه اطلاعاتی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور استخراج شد (FRWMO, 2010). متغیرهای اقلیمی، با دقت ۳۰ ثانیه قوسی (حدود یک کیلومتر مربع)، از پایگاه داده WorldClim، استخراج شدند. نقشه‌های فاصله از جنگل، زمین‌های کشاورزی، رودخانه، روستاها و مناطق تحت مدیریت با استفاده از ابزار فاصله اقلیدسی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 تهیه شدند. از لایه رقومی ارتفاع (استخراج شده از پایگاه داده WorldClim با دقت ۳۰ ثانیه)، به‌منظور تهیه نقشه درصد شیب استفاده شد. لایه اطلاعاتی ردپای انسان (Human footprint)، به‌عنوان معیاری از اثرات انسانی بر زیستگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Venter *et al*., 2016). این لایه بر اساس اطلاعاتی مانند تراکم جمعیت، دسترسی انسان، تغییرات کاربری زمین و زیرساخت‌هایی نظیر جاده‌ها تهیه شده‌است (Venter *et al*., 2018). نقشه انحراف معیار ارتفاع سلول‌های رستری (Topographic roughness) نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر ناهمگونی توپوگرافی مورد استفاده قرار گرفت. برای ارزیابی تأثیر تراکم دام، داده‌های مربوط به تعداد واحد دامی در هر سامان عرفی از اداره کل منابع طبیعی کرمانشاه دریافت شد. سپس، تراکم واحد دامی در هر هکتار محاسبه و در سه طبقه دسته‌بندی شد: تراکم کم (کمتر از ۰/۵ واحد دامی در هکتار)، تراکم متوسط (بین ۰/۵ تا ۱ واحد دامی در هکتار) و تراکم زیاد (بیش از ۱ واحد دامی در هکتار). تمامی لایه‌های محیطی از لحاظ محدوده، تعداد پیکسل‌ها و سیستم تصویری در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی یکسان‌سازی شدند. با توجه به این که همبستگی بین متغیرها می‌تواند منجر به اریب‌های آماری و پیش‌بینی‌های نادرست شود (Franklin, 2010) ، پیش از استفاده از لایه‌های اطلاعاتی در فرایند مدل‌سازی، ضریب همبستگی پیرسون (Dormann *et al*., 2013) مورد بررسی قرار گرفت و متغیرهایی که دارای همبستگی با مقادیر بیش از ۰/۷ بودند، از فرایند مدل‌سازی حذف شدند (Trisurat *et al*., 2012). در نهایت، ۱۳ متغیر شامل: مجموع بارندگی سالانه یا BIO12، تغییرات فصلی بارندگی یا BIO15، تغییرات فصلی دما یا BIO4، ارتفاع از سطح دریا، شیب، ناهمواری توپوگرافی، فاصله از جنگل، فاصله از زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها، فاصله از رودخانه، فاصله از مناطق حفاظت‌شده، ردپای انسان، فاصله تا روستا و تراکم دام در مدل‌سازی استفاده شدند.

مدل‌سازی زیستگاه

به‌منظور مدل‌سازی پراکنش جغرافیایی خرس قهوه‌ای، از رویکرد مدل‌سازی اجماعی (Thuiller *et al*., 2009) در بسته نرم‌افزاری Biomod2 (Thuiller *et al*., 2021) در محیط R (نسخه 3.1.2) (R Development Core Team, 2014) استفاده شد. این رویکرد می‌تواند نتایجی قدرتمندتری را نسبت به مدل‌های انفرادی به‌دست دهد (Araujo and New, 2007; Thuiller *et al*., 2021). در این مطالعه از الگوریتم‌های رگرسیون چند متغیره تطبیقی (MARS; Leathwick *et al*., 2005)، آنتروپی بیشینه (MaxEnt; Phillips *et al*., 2006) ، تحلیل ممیزی انعطاف‌پذیر (FAD; Hastie *et al*., 1994) ، شبکه عصبی مصنوعی (ANN; Corne *et al*., 2004) ، مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM; Guisan *et al*., 2006) ،

روش افزایشی تعمیم‌یافته (GBM; De'Ath, 2007) و جنگل تصادفی (RF; Breiman, 2001) در مدل‌سازی‌ها استفاده شد. به واسطه نیازمندی تمامی مدل‌ها به داده‌های زمینه‌ای (مانند نقاط عدم حضور کاذب)، به‌طور تصادفی تعداد ۱۳۹ نقطه زمینه‌ای، در محدوده مطالعه و خارج از سلول‌های حضور ایجاد گردید (Barbet-Massin *et al*., 2012). تعداد نقاط شبه عدم حضور برابر با نقاط حضور در نظر گرفته شد (Barbet-Massin *et al*., 2012; Dar *et al*., 2021; Dubos *et al*., 2022, Ashrafzadeh *et al*., 2023) و مدل با ۱۰ تکرار انجام شد. برای اجتناب از سلول‌هایی که هم‌زمان شامل نقاط حضور و عدم حضور هستند، از بافر ۲/۵ کیلومتری استفاده شد. تمامی نقشه‌ها با استفاده از ArcGIS 10.3 تهیه شدند. برای اعتبارسنجی مدل‌ها، ۸۰ درصد نقاط حضور به‌عنوان داده‌های آموزشی و ۲۰ درصد باقی‌مانده برای ارزیابی پیش‌بینی مدل‌ها مورد استفاده قرار گرفت. مدل‌ها با استفاده از ناحیه زیر منحنی (AUC) و آماره TSS ارزیابی شدند (Allouche *et al*., 2006). مدل‌هایی که دارای AUC بیشتر از ۰/۹ بودند، به‌عنوان مدل‌های با دقت عالی، ۰/۹-۰/۸ خوب، ۰/۸-۰/۷ متوسط و ۰/۷-۰/۶ ضعیف ارزیابی شدند. مدل‌هایی که TSS بیش از ۰/۷۵ داشتند، به‌عنوان مدل‌های با دقت عالی، ۰/۷۵-۰/۴ خوب و کمتر از ۰/۴۰ ضعیف ارزیابی شدند (Allouche *et al*., 2006). همچنین، با هم‌پوشی نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه خرس قهوه‌ای با مناطق تحت مدیریت استان، به ارزیابی کارآمدی این مناطق در حفاظت از زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه پرداخته شد.

نتایج و بحث

بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، معیار AUC (بیش از ۰/۸۷) برای تمامی مدل‌ها در سطح خوب تا عالی ارزیابی گردید. همچنین، مدل‌ها بر اساس TSS (بیش از ۰/۷۶) در رتبه عالی قرار گرفتند (جدول ۱). مطالعات متعدد تأکید کرده‌اند که دقت پیش‌بینی‌ها در مدل‌های پراکنش گونه‌ای ممکن است به‌طور قابل‌توجهی متفاوت باشد (Hosseini *et al*., 2022 Amiri *et al*., 2020). بالاترین ارزش‌ها در هر دو معیار AUC و TSS برای مدل RF برآورد شد.

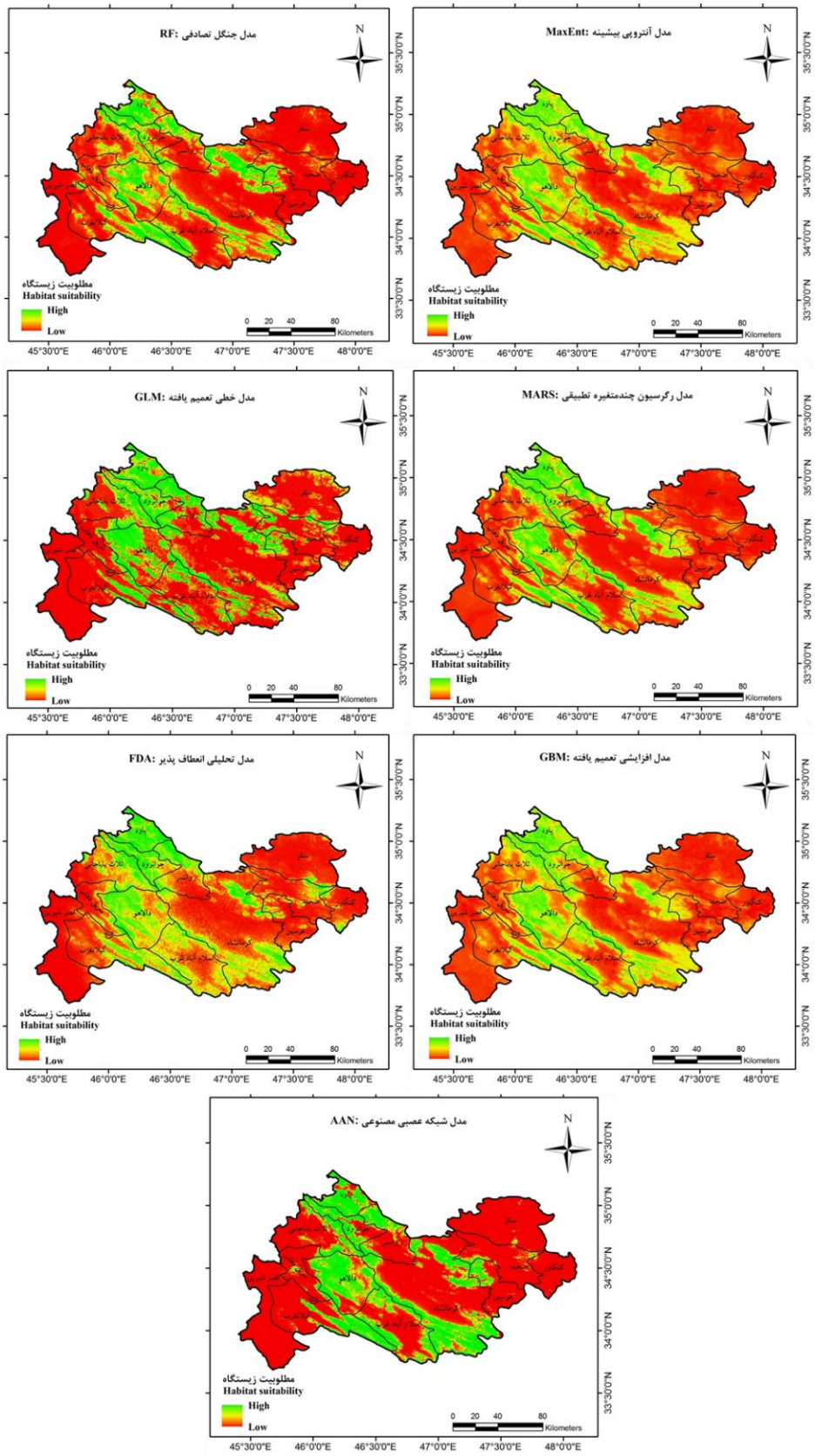
جدول ۱- برآورد سطح زیر منحنی (AUC) و TSS در الگوریتم‌های مختلف اجرا شده
Table 1. Estimation of AUC and TSS in different executed algorithms

معیار	MARS	RF	GLM	FDA	ANN	GBM	MaxEnt
AUC	0.93	0.99	0.88	0.95	0.87	0.91	0.94
TSS	0.83	0.97	0.74	0.83	0.83	0.88	0.89

شکل ۲، زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای را بر اساس متغیرهای محیطی و با استفاده از مدل‌های مختلف نشان می‌دهد. مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر چهار طبقه کیفیت زیستگاهی (Xiao *et al.* 2024) شامل زیستگاه نامناسب (احتمال حضور کمتر از ۰/۱)، زیستگاه با مطلوبیت کم (احتمال حضور ۰/۱ تا ۰/۴)، زیستگاه با مطلوبیت متوسط (احتمال حضور ۰/۴ تا ۰/۶) و زیستگاه با مطلوبیت زیاد (احتمال حضور بیشتر از ۰/۶) در جدول ۲ قابل مشاهده است. بر اساس نتایج حاصل از رویکرد اجماعی مدل‌های مختلف، حدود ۲۲/۱۶ درصد (۵۳۹۹/۶۶ کیلومتر مربع) از مساحت استان کرمانشاه به‌عنوان زیستگاه مناسب (با احتمال حضور بیشتر از ۰/۶) خرس قهوه‌ای شناسایی گردید (شکل ۳). بر اساس یافته‌ها، زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه، در ارتفاعات بین ۴۵۰ متر تا بیش از ۳۰۰۰ متر، در امتداد رشته‌کوه‌های استان و در جهت شمال‌غربی به جنوب‌شرقی کشیده شده‌اند (شکل ۴). زیستگاه‌های اصلی و مناسب برای حفاظت از خرس قهوه‌ای بیشتر در مناطق کوهستانی با پوشش جنگل‌های برگ‌ریز واقع شده‌اند (Ashrafzadeh *et al.,* 2023). خرس‌های قهوه‌ای معمولاً زیستگاه‌هایی با جنگل‌های متراکم، زمین‌های ناهموار و تأثیرات انسانی کم را ترجیح می‌دهند، به‌ویژه در ارتفاعات بالایی که دسترسی انسان دشوار است (Steyaert *et al.,* 2016; Almasieh *et al.,* 2019; Zarzo-Arias *et al.,* 2019; Mohammadi (*et al.,* 2021a; Bogdanovi´c *et al.,* 2023. با توجه به بررسی‌ها، خرس قهوه‌ای در جنگل‌های کوهستانی و ناهموار، به‌ویژه در مناطق میانی استان کرمانشاه در امتداد رشته‌کوه‌های استان از شمال‌غرب تا جنوب‌شرق پراکنش دارد. قابل توجه است که در این مطالعه صرفاً به بررسی زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه پرداخته شده است. این زیستگاه‌ها نقش مهمی در برقراری ارتباط بین جمعیت‌های خرس قهوه‌ای در زاگرس مرکزی و شمالی دارند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی یکپارچگی زیستگاه‌های خرس قهوه‌ای در سراسر زاگرس مورد بررسی قرار گیرد.

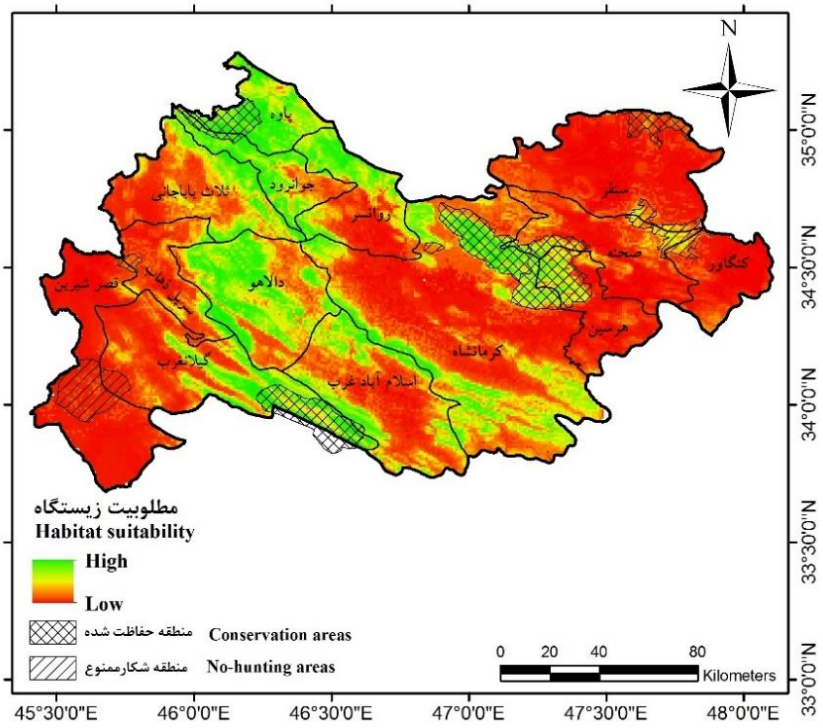
جدول ۲- طبقه‌بندی محدوده مورد مطالعه بر اساس آستانه‌های کیفیت زیستگاه برای خرس قهوه‌ای
Table 2. Classification of the study area based on habitat quality thresholds for Brown Bears

ردیف Row	میزان مطلوبیت Suitability level	احتمال حضور گونه Probability of species presence	مساحت (کیلومترمربع) Area (Km^2)	درصد مساحت Area (%)
۱	نامناسب (Unsuitable)	< 0.1	10223.22	41.97
۲	کم (Low)	0.1- 0.4	6511.39	26.73
۳	متوسط (Moderate)	0.4-0.6	222.96	9.14
۴	زیاد (High)	> 0.6	5399.66	22.16



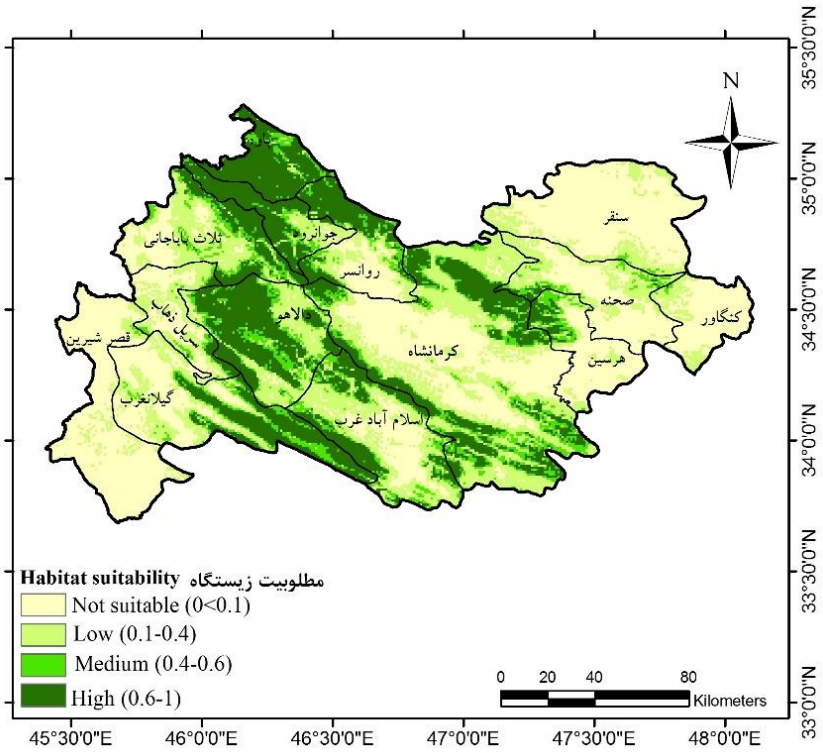
شکل ۲- زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه با استفاده از مدل‌های انفرادی

Fig. 2- Suitable habitat of brown bears in Kermanshah province using individual models



شکل ۳- مطلوبیت زیستگاه خرس قهوه‌ای حاصل از هفت مدل بر اساس رویکرد مدل اجماعی و هم‌پوشی آن با مناطق حفاظت شده و شکارممنوع استان کرمانشاه

Fig. 3- Brown bear habitat suitability resulting from seven models based on the ensemble model approach and its overlap with conservation areas and no-hunting areas in Kermanshah provinc



شکل ۴- مدل اجماعی طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه خرس قهوه‌ای بر اساس چهار آستانه کیفیت زیستگاه

Fig. 4- The classified consensus model of habitat suitability of brown bear based on four quality thresholds

مهم‌ترین متغیرهای مشارکت کننده در مدل‌سازی شامل مجموع بارندگی سالانه (۲۲/۲۶ درصد)، ارتفاع (۲۱/۶۸ درصد)، شیب (۱۴/۹۷ درصد) و فاصله از مناطق جنگلی (۱۱/۱۵ درصد) هستند (جدول ۳). شرایط اقلیمی، منابع غذایی، زیستگاه‌های طبیعی و امنیت، نقش کلیدی در انتخاب زیستگاه این گونه دارند. با توجه به منحنی‌های پاسخ، مطلوبیت زیستگاه‌های خرس قهوه‌ای با افزایش میزان بارش‌ها و افزایش ارتفاع رابطه مستقیم دارد (شکل ۵). متغیر شیب نقش مهمی در انتخاب زیستگاه به‌ویژه در انتخاب محل‌های لانه‌گزینی خرس قهوه‌ای دارد. مناطق جنگلی به‌دلیل تأمین غذا و پناهگاه برای خرس قهوه‌ای، از دیگر عوامل کلیدی در انتخاب زیستگاه هستند. فاصله از زمین‌های کشاورزی نیز به‌عنوان یک عامل انسانی بر حضور خرس تأثیر دارد. با توجه به یافته‌ها، حدود ۶۲ درصد از حضور خرس قهوه‌ای در جنگل‌های مناطق کوهستانی ثبت شده‌است. همچنین، ۳۰ درصد حضور خرس در مراتع و بوته‌زارهای اطراف جنگل‌ها و ۸ درصد در زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها مشاهده شده‌است.

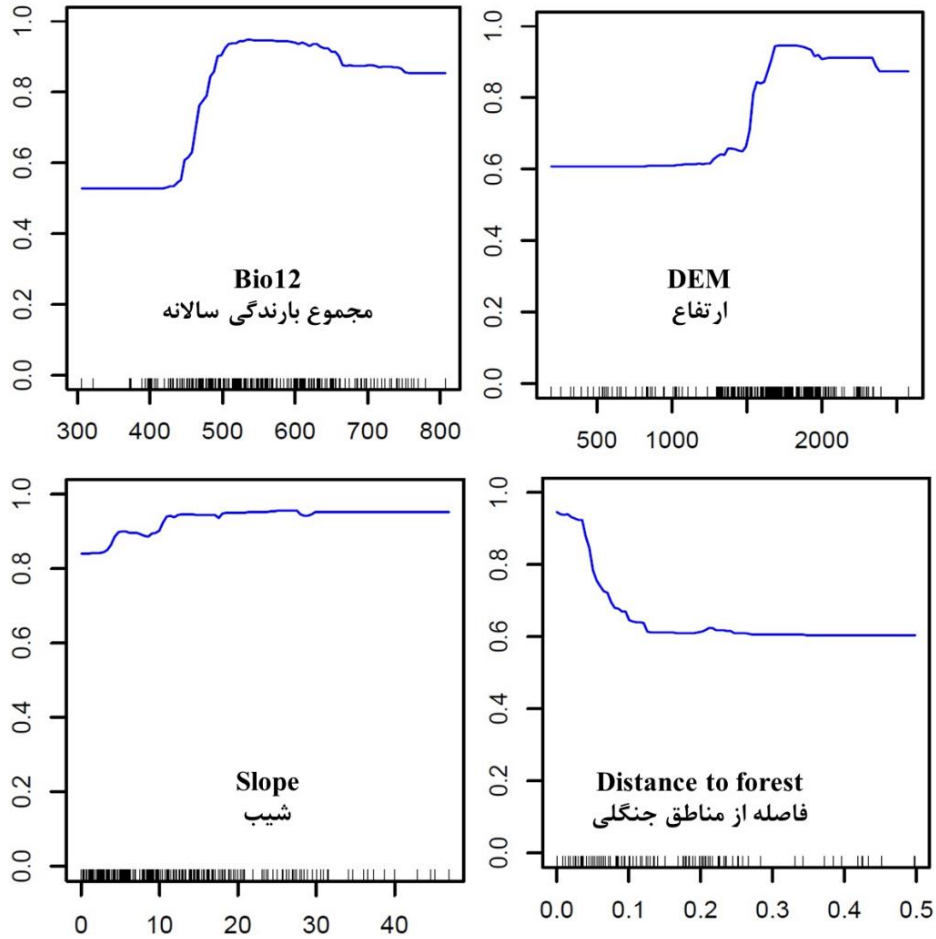
جدول ۳- متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی و اهمیت نسبی آنها
Table 3. Environmental Variables Used in Modeling and Their Relative Importance

متغیرهای محیطی	اهمیت نسبی
مجموع بارندگی سالانه (Bio12: Annual Precipitation)	22.26
ارتفاع از سطح دریا (DEM)	21.68
شیب (Slope)	14.97
فاصله از مناطق جنگلی (Distance to forest areas)	11.15
فاصله از زمین‌های کشاورزی (Distance to farmlands)	7.90
فاصله از مناطق حفاظت شده (Distance to conservation areas)	7.67
تغییرات فصلی بارندگی (Bio15: Precipitation Seasonality)	5.32
ناهمواری (Terrain ruggedness index)	2.83
ردپای انسان (Human footprint)	2.25
فاصله از رودخانه (Distance to rivers)	1.41
فاصله از روستا (Distance to settlements)	1.06
تغییرات فصلی دما (Bio4: Temperature Seasonality)	0.96
تراکم دام (Stocking density)	0.53

مجموع بارندگی سالانه، ارتفاع، شیب و فاصله از مناطق جنگلی به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای مشارکت‌کننده در مدل‌سازی پراکنش خرس قهوه‌ای شناسایی شدند (شکل ۵). Hosseini et al., 2022 بر نقش برجسته متغیرهای اقلیمی در شناسایی زیستگاه‌های مطلوب تأکید کرده‌اند. Hemami et al., 2015نیز پارامترهای اقلیمی را مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در پراکنش خرس قهوه‌ای توصیف کرده‌اند. Lotfi and Moradi, 2020 عواملی چون بارندگی سالیانه، ارتفاع، شیب، دمای فصلی، و کاربری اراضی را از عوامل اصلی تأثیرگذار بر زیستگاه این گونه در استان کردستان ذکر کرده‌اند. بارندگی و برف زمستانه نیز با بهبود پوشش گیاهی، تولید میوه‌ها و تقویت منابع غذایی، ارزش زیستگاه را در بهار افزایش می‌دهند (Gholamhosseini *et al*., 2010; Zarei *et al*., 2015). مطالعه Gholamhosseini et al., 2010 نشان داد که خرس‌ها زیستگاه‌هایی با بارش کافی را ترجیح می‌دهند. خرس قهوه‌ای به مناطق مرتفع و ناهموار تمایل داشته و با افزایش ارتفاع، مطلوبیت زیستگاه برای آن افزایش می‌یابد (Gholamhosseini *et al*., 2010; Ataei *et al*., 2011; Nezami and Farhadinia, 2011; Nawaz *et al*., 2014; Nezami *et al*., 2018; Suel, 2019; Sarhangzadeh and Kiani, 2020; Mohammadi *et al*., 2021b; Mosedeh, 2023). خرس‌های قهوه‌ای تمایل بیشتری به زیست در ارتفاعات بالای ۲۰۰۰ متر دارند و از مناطق پایین‌تر که اغلب محل استقرار روستاها است، دوری می‌کنند (Almasieh *et al*., 2019). این ترجیح به‌دلیل وجود اکوتون بین جنگل و مرتع در ارتفاعات بالاتر، به‌ویژه حدود ۲۴۰۰ متر، است که زیستگاه مناسبی برای این گونه فراهم می‌کند (Sagheb Talebi *et al*., 2014). در زاگرس، بیشترین حضور خرس‌ها در ارتفاعات حدود ۲۱۰۰ تا بیش از ۲۵۰۰ متر گزارش شده است. در زاگرس، این گونه عمدتاً در جنگل‌های کوهستانی پراکنش دارد (Gholamhosseini *et al*., 2010). جنگل‌های طبیعی در ارتفاعات ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر در منطقه غربی مدیترانه زیستگاه‌های ایده‌آلی برای خرس‌های قهوه‌ای هستند (Suel, 2019). ترجیح خرس‌های قهوه‌ای برای انتخاب زیستگاه‌های واقع در ارتفاعات ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ متر به عوامل مختلفی مانند پوشش گیاهی، تأثیرات انسانی و ساختار زمین مرتبط است (Posillico *et al*., 2004). میانگین دمای سالانه از عوامل مهم در انتخاب زیستگاه خرس قهوه‌ای محسوب می‌شود، اما به‌دلیل همبستگی زیاد با ارتفاع، در این پژوهش از تحلیل‌ها حذف شده‌است. خرس‌های قهوه‌ای رابطه‌ای معکوس با حداکثر دمای گرم‌ترین ماه دارند؛ به این معنا که با افزایش دما، مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد (Mohammadi *et al*., 2021a; Ashrafzadeh *et al*., 2022). دما برای خرس‌ها محدودیت ایجاد می‌کند و در بازه دمایی ۱۱ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد، خرس قهوه‌ای تمایل بیشتری به استراحت نیمروزی نشان می‌دهد. نتایج Sharifi همکاران در سال ۲۰۲۳ نشان داد که بیشترین احتمال حضور این گونه در دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد است و با افزایش دما، احتمال حضور آن کاهش می‌یابد.

شیب یکی دیگر از متغیرهای کلیدی در انتخاب زیستگاه خرس قهوه‌ای محسوب می‌شود. این گونه بر اساس فیزیولوژی خود، توانایی بالایی در بالا رفتن از شیب‌های تند دارد (Gholamhosseini *et al*., 2010; Suel, 2019). مطالعات پیشین نیز نشان داده‌اند که شیب نقش مهمی در تعیین مطلوبیت زیستگاه خرس قهوه‌ای دارد (Ashrafzadeh *et al*., 2018; Almasieh *et al.,* 2019; Sarhangzadeh and Sotoudeh, 2020; Lotfi and Moradi, 2020; Sharifi *et al*., 2023). به نظر می‌رسد با افزایش شیب تا حدود ۳۰ درجه، مطلوبیت زیستگاه افزایش یافته و در شیب‌های تندتر ثابت می‌ماند. این امر ممکن است به‌دلیل محدودیت دسترسی انسان به این مناطق و فراهم شدن شرایط بهتر برای لانه‌گزینی باشد (Ashrafzadeh *et al*., 2018; Suel, 2019; Lotfi and Moradi, 2020; Sharifi *et al*., 2023; Sarhangzadeh and Sotoudeh, 2024). ارتباط مستقیمی میان بارندگی

سالانه با پوشش گیاهی و منابع تغذیه‌ای خرس قهوه‌ای وجود دارد. بارش بیشتر می‌تواند مطلوبیت زیستگاه این گونه را افزایش دهد، زیرا باعث تقویت پوشش گیاهی مورد نیاز آن به‌عنوان یک گونه همه‌چیزخوار می‌شود (Lotfi and Moradi, 2020). مناطق جنگلی به‌دلیل تأمین غذا و پناهگاه، نقش مهمی در انتخاب زیستگاه خرس قهوه‌ای دارند. جنگل‌زدایی و بهره‌برداری بیش از حد از جنگل‌های زاگرس در دهه‌های اخیر، بقای این گونه را با خطر جدی مواجه کرده‌است (Gutleb and Ziaie, 1999). این جنگل‌ها که سال‌های متمادی تحت چرای دام بوده‌اند، تغییرات زیادی را در ساختار و عملکردشان تجربه کرده‌اند. همچنین، تحقیقات نشان می‌دهند که خرس قهوه‌ای در ارسباران به زیستگاه‌هایی با پوشش جنگلی متراکم و نیمه‌متراکم علاقه‌مند است و با افزایش تراکم پوشش، زیستگاه مناسب‌تر می‌شود (Sarhangzadeh and Sotoudeh, 2024).



شکل ۵- منحنی‌های پاسخ خرس قهوه‌ای در برابر متغیرهای مهم برای گونه

Fig. 5- Response curves of the brown bear to variables important to the species

این مطالعه نشان می‌دهد که حدود ۶۲ درصد از حضور خرس قهوه‌ای در جنگل‌های مناطق کوهستانی ثبت شده است. نوع کاربری اراضی و فعالیت‌های انسانی تأثیر قابل توجهی بر پراکنش گونه‌ها دارد (Sarhangzadeh and Kiani, 2020). خرس قهوه‌ای مناطق مرتفع با پوشش جنگلی مناسب را ترجیح می‌دهد (Nezami, 2008; Gholamhosseini *et al*., 2010; Ataei *et al*., 2012; Fernández *et al*., 2012). تمایل خرس قهوه‌ای به حضور در جنگل‌های بلوط، بادام کوهی و پسته وحشی اهمیت مناطق جنگلی را برای زیستگاه این گونه نشان می‌دهد

(Lotfi and Moradi, 2020). همچنین، ۳۰ درصد حضور خرس در مراتع و بوته‌زارهای اطراف جنگل‌ها و ۸ درصد در زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها مشاهده شده‌است. این گونه ترجیح قابل توجهی به پوشش گیاهی سبز دارد (Can and Togan, 2004; Bojarska and Selva, 2012). مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات قبلی نشان می‌دهد که با وجود تفاوت در شرایط محیط‌زیستی و انسانی مناطق مورد بررسی، خرس قهوه‌ای ترجیح می‌دهد در جنگل‌های متراکم با اقلیم نیمه‌مرطوب و فاصله از جاده‌ها زندگی کند، به شرط وجود منابع آب و سایر عوامل زیستی (Sarhangzadeh and Kiani, 2020). بررسی‌ها نشان می‌دهد که تراکم دام کم‌اهمیت‌ترین عامل در انتخاب زیستگاه خرس قهوه‌ای است و تأثیر چندانی در این زمینه ندارد. موارد اندکی از حمله مستقیم خرس به دام‌های اهلی گزارش شده و علت اصلی تلفات دام معمولاً جا ماندن در زیستگاه‌های خرس یا نگهداری نامناسب در شب بوده است. به‌هر حال برخی مطالعات نشان می‌دهند که خرس‌ها تمایل بالایی به بخش‌هایی از زیستگاه در نزدیکی دامداری‌ها دارند (Ataei *et al*., 2012). لازم به ذکر است که در این مطالعه، اطلاعات مربوط به تعداد دام‌های موجود در هر سامان عرفی از اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه دریافت شده است. با این حال، همان‌طور که مطالعات پیشین نیز نشان داده‌اند، در بسیاری از موارد، تعداد دام واقعی از مقدار ثبت شده در پروانه‌های عرفی بیشتر است. این اختلاف می‌تواند منجر به افزایش فشار بر زیستگاه خرس قهوه‌ای و تشدید تعارض میان انسان و خرس شود. انجام مطالعات میدانی به منظور دست‌یابی به اطلاعات دقیق‌تر در زمینه تعداد دام موجود در هر سامان عرفی دارای اهمیت است. همچنین، حضور سگ‌های گله و سگ‌های پرسه‌زن به‌عنوان یک عامل بالقوه تأثیرگذار بر امنیت و مطلوبیت زیستگاه قابل توجه است، که پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده مورد بررسی قرار گیرد.

بارندگی و دسترسی به آب برای این گونه ضروری است، زیرا بارندگی کم باعث تغییرات در جامعه گیاهی و کاهش زیست‌توده در ماه‌های بعدی می‌شود (Hosseini *et al*., 2022). با افزایش بارندگی، احتمال حضور خرس قهوه‌ای بیشتر می‌شود (Lotfi and Moradi, 2020). به‌طور کلی، بر خلاف منطقه البرز که خرس‌ها در مناطق با بارندگی کمتر دیده می‌شوند، در زاگرس، خرس‌ها بیشتر در مناطق با بارندگی بیشتر حضور دارند (Mosedeh, 2023). خرس قهوه‌ای به افزایش دما در گرم‌ترین و سردترین ماه‌های سال واکنش نشان داده و با افزایش دما، مطلوبیت زیستگاه آن کاهش می‌یابد (Gholamhosseini *et al*., 2010).

مناطق حفاظت‌شده نیز با سهم ۷/۶۷ درصد، از دیگر متغیرهای مؤثر در انتخاب زیستگاه هستند، اما بخش عمده زیستگاه‌های اصلی این گونه در خارج از این مناطق قرار دارند. هر گونه از دست دادن زیستگاه، به‌ویژه در داخل مناطق حفاظت‌شده، می‌تواند منجر به خروج خرس‌های قهوه‌ای از این مناطق و افزایش احتمال برخورد با انسان شود. بنابراین، به‌منظور حفاظت از این گونه در برابر پدیده‌هایی نظیر تغییرات اقلیمی، ضروری است که شبکه مناطق حفاظت شده تقویت گردد(Hannah *et al*., 2007). در این مطالعه مناطق حفاظت‌شده با سهم حدود ۸ درصد، از متغیرهای مؤثر در انتخاب زیستگاه هستند، اما بخش عمده زیستگاه‌های اصلی این گونه در خارج از این مناطق قرار دارند. یافته‌ها نشان می‌دهد، حدود ۱۹ درصد (۱۰۲۶ کیلومتر مربع) از گستره زیستگاه‌های مناسب (با آستانه بیش از ۰/۶) خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه توسط مناطق حفاظت شده و شکار ممنوع پوشش داده شده‌است (شکل ۳). بیشتر تلفات خرس قهوه‌ای در ایران (۹۶/۷۴٪) خارج از مناطق حفاظت‌شده رخ داده است (Nayeri *et al*., 2022). بنابراین، به‌عنوان یک اولویت، نیاز است که شبکه مناطق حفاظت‌شده استان مورد بازبینی قرار گیرد و به‌منظور تأمین نیازهای ضروری گوشتخواران بزرگ‌جثه مانند خرس، تکمیل شود. مناطق حفاظت‌شده کوچک و عدم وجود کریدورهای زیستگاهی می‌تواند موجب کاهش

جمعیت گوشتخواران بزرگ گردد (Carter and Linnell, 2016; Farr *et al*., 2019; Mohammadi *et al*., 2021b).

نتیجه‌گیری

زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای در استان کرمانشاه در امتداد رشته‌کوه‌های استان و در جهت شمال‌غربی به جنوب‌شرقی کشیده شده‌اند. این زیستگاه‌ها از مرز مشترک استان کرمانشاه با استان کردستان (در ناحیه کوهستانی شاهو) آغاز شده و به سمت جنوب ادامه یافته، شامل مناطق حفاظت‌شده بوزین و مرخیل، کوهستان دالاهو، نواکوه، بیمار، کچل و قلاجه در مرز مشترک با استان ایلام، و در امتداد دالاهو به سمت تنگ شوهان و از آنجا به سمت مناطق کوهستانی استان لرستان و ایلام کشیده می‌شوند. در نواحی شمالی و شمال‌شرقی استان، منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش بیستون به‌عنوان زیستگاهی مناسب برای خرس قهوه‌ای شناخته می‌شود. در این منطقه، کوه‌های خورین و چال‌آباد به‌نظر می‌رسد که نقش مهمی در ارتباط بین جمعیت‌های خرس ساکن در این منطقه حفاظت‌شده و مناطق شمالی کوهستان شاهو و منطقه حفاظت‌شده کوسالان و شاهو ایفا می‌کنند. پیشنهاد می‌شود با توجه به وضعیت حفاظتی و ارزش بوم‌شناختی گونه مورد مطالعه، زیستگاه‌های مناسب خرس قهوه‌ای به مناطق شبکه حفاظت‌یافته افزوده شود (Lotfi and Moradi, 2020). مدل‌سازی و تحلیل‌ها نشان می‌دهند که گستره کوهستانی امروله و دالاخانی (به‌عنوان منطقه شکار ممنوع) شامل لکه‌های کوچک زیستگاه‌های مناسب خرس در شمال‌شرقی استان است. به‌نظر می‌رسد این منطقه به‌دلیل فعالیت‌های انسانی از سایر زیستگاه‌های اصلی خرس قهوه‌ای در شمال و شمال‌غربی استان جدا شده و مشکلات متعددی به‌دلیل حضور گسترده جوامع انسانی دارد. در حال حاضر، مناطق حفاظت‌شده قلاجه، بوزین و مرخیل، پناهگاه حیات وحش و منطقه حفاظت‌شده بیستون بخشی از نیازهای گوشتخواران بزرگ‌جثه، از جمله خرس قهوه‌ای، را تأمین می‌کنند. این مناطق، به‌ویژه منطقه حفاظت‌شده قلاجه، با چالش‌های زیادی مانند گسترش فعالیت‌های انسانی و شدت تعارض انسان-خرس قهوه‌ای روبه‌رو هستند. همچنین، مناطق حفاظت‌شده استان به‌طور کامل زیستایی جمعیت‌های خرس قهوه‌ای را تضمین نمی‌کنند، زیرا بخش عمده زیستگاه‌های اصلی و کریدورهای حیاتی این گونه تحت پوشش حفاظتی قرار نگرفته‌اند. این مشکل همچنین برای سایر گوشتخواران مطرح است (Ashrafzadeh *et al*., 2020; Rezaei *et al*., 2022; Khosravi *et al*., 2022; Mohammadi *et al*., 2022; Almasieh *et al*., 2022).

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری‌های ارزشمند اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه در برگزاری بازدیدهای میدانی سپاسگزاری نمایند. این مطالعه طی قرارداد پژوهشی به شماره ۹۷/۳۰۵۱۷ به انجام رسیده است.

پی‌نوشت‌ها

[1] Umbrella species
[2] Indicator species
[3] keystone species
[4] Flagship species
[5] Spatial autocorrelation
[6] Mean maximum distance moved

منابع

Almasieh, K., Mohammadi, A., & Alvandi, R. (2022). Identifying core habitats and corridors of a near threatened carnivore, striped hyaena (Hyaena hyaena) in southwestern Iran. Scientific Reports, 12(1), 3425. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-022-07386-y

References

Allouche, O., Tsoar, A., & Kadmon, R. (2006). Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). Journal of applied ecology, 43(6), 1223-1232. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x

Almasieh, K., Rouhi, H., & Kaboodvandpour, S. (2019). Habitat suitability and connectivity for the brown bear (Ursus arctos) along the Iran-Iraq border. European journal of wildlife research, 65(4), 57. DOI: https://doi.org/10.1007/s10344-019-1295-1

Amiri, M., Tarkesh, M., Jafari, R., & Jetschke, G. (2020). Bioclimatic variables from precipitation and temperature records vs. remote sensing-based bioclimatic variables: Which side can perform better in species distribution modeling?. Ecological informatics, 57, 101060. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101060

Ashrafzadeh, M. R., Kaboli, M., & Naghavi, M. R. (2016). Mitochondrial DNA analysis of Iranian brown bears (Ursus arctos) reveals new phylogeographic lineage. Mammalian Biology, 81(1), 1-9. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.09.001

Ashrafzadeh, M. R., Khosravi, R., Ahmadi, M., & Kaboli, M. (2018). Landscape heterogeneity and ecological niche isolation shape the distribution of spatial genetic variation in Iranian brown bears, Ursus arctos (Carnivora: Ursidae). Mammalian Biology, 93(1), 64-75. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mambio.2018.08.007

Ashrafzadeh, M. R., Khosravi, R., Adibi, M. A., Taktehrani, A., Wan, H. Y., & Cushman, S. A. (2020). A multi-scale, multi-species approach for assessing effectiveness of habitat and connectivity conservation for endangered felids. Biological Conservation, 245, 108523. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108523

Ashrafzadeh, M. R., Khosravi, R., Mohammadi, A., Naghipour, A. A., Khoshnamvand, H., Haidarian, M., & Penteriani, V. (2022). Modeling climate change impacts on the distribution of an endangered brown bear population in its critical habitat in Iran. Science of the Total Environment, 837, 155753. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155753

Ashrafzadeh, M. R., Shahbazinasab, K., Mohammadi, A., & Penteriani, V. (2023). Determining the distribution factors of an endangered large carnivore: A case study of the brown bear Ursus arctos population in the Central Zagros Mountains, Southwest Iran. Global Ecology and Conservation, 46, e02590. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02590

Ataei, F., Karami, M., & Kaboli M. (2011). Modeling the suitability of the summer habitat of brown bear (Ursus arctos syriocus) in the southern Alborz protected area. Natural Environment Journal, Iranian Journal of Natural Resources, 65, No. 2, 235-245. DIO: 10.22059/jne.2012.29605 (In Persian with English abstract)

Ataei, F., Karami, M., & Kaboli, M. (2012). Summer habitat suitability modeling of brown bear (Ursus arctos) Southern Alborz Protected Area. Journal of Natural Environment, 65(2), 235-245. DOI: https://doi.org/10.22059/jne.2012.29605

Araújo, M. B., & New, M. (2007). Ensemble forecasting of species distributions. Trends in ecology & evolution, 22(1), 42-47. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.010

Arim, M., Abades, S. R., Laufer, G., Loureiro, M., & Marquet, P. A. (2010). Food web structure and body size: trophic position and resource acquisition. Oikos, 119(1), 147-153. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17768.x

Bagheri, M., JELOKHANI, N. M., & Bagheri, K. (2018). Investigation of the land potential of Kermanshah province for rainfed wheat cultivation using artificial neural network. https://sid.ir/paper/189487/en

Bailey, J. A. 1. (1984). Principles of wildlife management. Estados Unidos : John Wiley & Sons, Inc..

Barbet-Massin, M., Jiguet, F., Albert, C. H., & Thuiller, W. (2012). Selecting pseudo-absences for species distribution models: How, where and how many?. Methods in ecology and evolution, 3(2), 327-338. DOI: https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00172.x

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine learning, 45(1), 5-32. DOI: https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Bogdanović, N., Zedrosser, A., Hertel, A. G., Zarzo-Arias, A., & Ćirović, D. (2023). Where to go? Habitat preferences and connectivity at a crossroad of European brown bear metapopulations. Global Ecology and Conservation, 43, e02460. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02460

Boitani, L., Jdeidi, T., Masseti, M., De Smet, K., & Cuzin, F. (2008). Ursus arctos. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009, 1 (Available at). 〈http://www. iucnredlist.org〉 .

Bojarska, K., & Selva, N. (2012). Spatial patterns in brown bear Ursus arctos diet: the role of geographical and environmental factors. Mammal Review, 42(2), 120-143. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2011.00192.x

Brown, J. L. (2014). SDM toolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. Methods in Ecology and Evolution, 5(7), 694-700. DOI: https://doi.org/10.1111/2041-210X.12200

Burton, A. C., Fisher, J. T., Adriaens, P., Treweek, J., Paetkau, D., Wikstrom, M., ... & Stepanyan, A. (2018). Density and distribution of a brown bear (Ursus arctos) population within the Caucasus biodiversity hotspot. Journal of Mammalogy, 99(5), 1249-1260. DOI: https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy081

Calvignac, S., Hughes, S., & Hänni, C. (2009). Genetic diversity of endangered brown bear (Ursus arctos) populations at the crossroads of Europe, Asia and Africa. Diversity and Distributions, 15(5), 742-750. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00586.x

Can, Ö., & Togan, İ. (2004). Status and management of brown bears in Turkey. Ursus, 15(1), 48-53. https://doi.org/10.2192/1537-6176(2004)015<0048:SAMOBB>2.0.CO;2

Carter, N. H., & Linnell, J. D. (2016). Co-adaptation is key to coexisting with large carnivores. Trends in Ecology & Evolution, 31(8), 575-578. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.05.006

Cianfrani, C., Broennimann, O., Loy, A., & Guisan, A. (2018). More than range exposure: Global otter vulnerability to climate change. Biological Conservation, 221, 103-113. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.031

Corne, S. A., Carver, S. J., Kunin, W. E., Lennon, J. J., & van Hees, W. W. V. (2004). Predicting forest attributes in southeast Alaska using artificial neural networks. Forest Science, 50(2), 259-276. DOI: https://doi.org/10.1093/forestscience/50.2.259

Dai, Y., Hacker, C. E., Zhang, Y., Li, W., Li, J., Zhang, Y., ... & Li, D. (2019). Identifying the risk regions of house break-ins caused by Tibetan brown bears (Ursus arctos pruinosus) in the Sanjiangyuan region, China. Ecology and evolution, 9(24), 13979-13990. DOI: https://doi.org/10.1002/ece3.5835

Dai, Y., Peng, G., Wen, C., Zahoor, B., Ma, X., Hacker, C. E., & Xue, Y. (2021). Climate and land use changes shift the distribution and dispersal of two umbrella species in the Hindu Kush Himalayan region. Science of the Total Environment, 777, 146207. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146207

Dar, S. A., Singh, S. K., Wan, H. Y., Kumar, V., Cushman, S. A., & Sathyakumar, S. (2021). Projected climate change threatens Himalayan brown bear habitat more than human land use. Animal Conservation, 24(4), 659-676. DOI: https://doi.org/10.1111/acv.12671

Dar, S. A., Singh, S. K., Wan, H. Y., Cushman, S. A., Bashir, T., & Sathyakumar, S. (2023). Future land use and climate change escalate connectivity loss for Himalayan brown bears. Animal Conservation, 26(2), 199-215. h DOI: ttps://doi.org/10.1111/acv.12813

De'Ath, G. (2007). Boosted trees for ecological modeling and prediction. Ecology, 88(1), 243-251. DOI: https://doi.org/10.1890/0012-9658(2007)88[243:BTFEMA]2.0.CO;2

Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., ... & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. Ecography, 36(1), 27-46. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x

Dubos, N., Préau, C., Lenormand, M., Papuga, G., Monsarrat, S., Denelle, P., ... & Luque, S. (2022). Assessing the effect of sample bias correction in species distribution models. Ecological Indicators, 145, 109487. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109487

Elith, J., H. Graham*, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., ... & E. Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography, 29(2), 129-151. DOI: https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x

Elith, J., & Graham, C. H. (2009). Do they? How do they? WHY do they differ? On finding reasons for differing performances of species distribution models. Ecography, 32(1), 66-77. http://www.jstor.org/stable/30244651

Farashi, A. (2018). Identifying key habitats to conserve the threatened brown bear in northern Iran. Russian Journal of Ecology, 49(5), 449-455. DOI: https://doi.org/10.1134/S1067413618050041

Farhadinia, M. S., & Valizadegan, N. (2015). A preliminary baseline status of the Syrian Brown Bear Ursus arctos syriacus (Mammalia: Carnivora: Ursidae) in Golestanak, northern Iran. Journal of Threatened Taxa, 7(1), 6796-6799. DOI: https://doi.org/10.11609/JoTT.o3708.6796-9

Farr, M. T., Green, D. S., Holekamp, K. E., Roloff, G. J., & Zipkin, E. F. (2019). Multispecies hierarchical modeling reveals variable responses of African carnivores to management alternatives. Ecological Applications, 29(2), e01845. DOI: https://doi.org/10.1002/eap.1845

Fernández, N., Selva, N., Yuste, C., Okarma, H., & Jakubiec, Z. (2012). Brown bears at the edge: Modeling habitat constrains at the periphery of the Carpathian population. Biological Conservation, 153, 134-142. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.013

Franklin, J., 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press. DOI: https://doi.org/9780521700023

FRWMO. (2010). Iranian forests, range and watershed management organization national land use/land cover map. Forest, Range and Watershed Management Organization of Iran, Tehran, Iran. http://frw.org.ir/00/En/

Gholamhosseini, A., Esmaeili, H. R., Ahani, H., Teimory, A., Ebrahimi, M., Kami, H., & Zohrabi, H. (2010). Study of topography and climate effects on brown bear Ursus arctos (Linneaus, 1758): Carnivora, Ursidae distribution in south of Iran with use of Geographic Information System (GIS). DOI:

https://sid.ir/paper/21344/en

Gibbs, J. P. (1998). Amphibian movements in response to forest edges, roads, and streambeds in southern New England. The Journal of Wildlife Management, 584-589. DOI: https://doi.org/10.2307/3802333

Guisan, A., Lehmann, A., Ferrier, S., Austin, M., Overton, J. M. C., Aspinall, R., & Hastie, T. (2006). Making better biogeographical predictions of species' distributions. Journal of Applied Ecology, 43(3), 386-392. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01164.x

Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J. B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P. R., Tulloch, A. I., ... & Buckley, Y. M. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. Ecology letters, 16(12), 1424-1435. DOI: https://doi.org/10.1111/ele.12189

Guisan, A., Thuiller, W., & Zimmermann, N. E. (2017). Habitat suitability and distribution models: with applications in R. Cambridge University Press. DOI: https://doi.org/10.1017/9781139028271

Guisan, A., & Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological modelling, 135(2-3), 147-186. DOI: https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9

Gutleb, B., & Ziaie, H. (1999). On the distribution and status of the Brown Bear, Ursus arctos, and the Asiatic Black Bear, U. thibetanus, in Iran. Zoology in the Middle East, 18(1), 5-8. DOI:https://doi.org/10.1080/09397140.1999.10637777

Habibzadeh, N., & Ashrafzadeh, M. R. (2018). Habitat suitability and connectivity for an endangered brown bear population in the Iranian Caucasus. Wildlife Research, 45(7), 602-610. DOI: https://doi.org/10.1071/WR17175

Hamzavi, Y., Hamzeh, B., Mohebali, M., Akhoundi, B., Ajhang, K., Khademi, N., ... & Pajhouhan, M. (2012). Human visceral leishmaniasis in Kermanshah province, western Iran, during 2011-2012. Iranian journal of parasitology, 7(4), 49. PMCID: PMC3537480 PMID: 23323091

Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., ... & Williams, P. (2007). Protected area needs in a changing climate. Frontiers in Ecology and the Environment, 5(3), 131-138. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[131:PANIAC]2.0.CO;2

Hastie, T., Tibshirani, R., & Buja, A. (1994). Flexible discriminant analysis by optimal scoring. Journal of the American statistical association, 89(428), 1255-1270. DOI:https://doi.org/10.1080/01621459.1994.10476866

Helfield, J. M., & Naiman, R. J. (2006). Keystone interactions: salmon and bear in riparian forests of Alaska. Ecosystems, 9(2), 167-180. DOI:https://doi.org/10.1007/s10021-004-0063-5

Hemami, M. R., Esmaeili, S., & Soffianian, A. R. (2015). Predicting the Distribution of Asiatic Cheetah, Persian Leopard and Brown Bear in Response to EnvironmentalFactors in Isfahan Province. Iranian Journal of Applied Ecology, 4(13), 51-64. DOI:http://ijae.iut.ac.ir/article-1-691-en.html

Hoeks, S., Huijbregts, M. A., Busana, M., Harfoot, M. B., Svenning, J. C., & Santini, L. (2020). Mechanistic insights into the role of large carnivores for ecosystem structure and functioning. Ecography, 43(12), 1752-1763. DOI:https://doi.org/10.1111/ecog.05191

Hosseini, S. P., Amiri, M., & Senn, J. (2022). The effect of environmental and human factors on the distribution of Brown bear (Ursus arctos isabellinus) in Iran. Applied Ecology & Environmental Research, 20(1). DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2001_153170

Huber, D. and Roth, H.U., 1993. Movements of European brown bears in Croatia. Acta theriologica, 38, 151-159.

Huber, D., & Roth, H. U. (1993). Movements of European brown bears in Croatia. Acta theriologica, 38, 151-151. DOI: https://doi.org/10.4098/AT.arch.93-13

IUCN Standards and Petitions Subcommittee. (2014). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 11.

Khosravi, R., Pourghasemi, H. R., Adavoudi, R., Julaie, L., & Wan, H. Y. (2022). A spatially explicit analytical framework to assess wildfire risks on brown bear habitat and corridors in conservation areas. Fire Ecology, 18(1), 1-14. DOI: https://doi.org/10.1186/s42408-021-00125-0

Kuchali, F., Nezami, B., Goshtasb, H., Rayegani, B., & Ramezani, J. (2019). Brown Bear (Ursus arctos) habitat suitability modelling in the Alborz Mountains. International Journal of Environmental Science and Bioengineering, 8(1), 45-54. DOI: 10.22034/uoe.2019.103620

Leathwick, J. R., Rowe, D., Richardson, J., Elith, J., & Hastie, T. (2005). Using multivariate adaptive regression splines to predict the distributions of New Zealand's freshwater diadromous fish. Freshwater Biology, 50(12), 2034-2052. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01448.x

Lotfi., A. & Moradi, Y. (2020). Identifying the optimal habitats of brown bear (Ursus arctos) in the forests of the Northern Zagros. Journal of Applied Ecology, 9, 31-43. http://ijae.iut.ac.ir/article-1-971-fa.html (In Persian with English abstract)

Lucas, P. M., Thuiller, W., Talluto, M. V., Polaina,

E., Albrecht, J., Selva, N., ... & Pollock, L. J. (2023). Including biotic interactions in species distribution models improves the understanding of species niche: a case of study with the brown bear in Europe. BioRxiv, 2023-03. DOI: https://doi.org/10.1101/2023.03.10.532098

Mateo-Sánchez, M. C., Cushman, S. A., & Saura, S. (2014). Connecting endangered brown bear subpopulations in the C antabrian R ange (north-western S pain). Animal conservation, 17(5), 430-440. DOI: https://doi.org/10.1111/acv.12109

McLellan, B.N., Servheen, C., & Huber, D. (2008). Ursus arctos. In: IUCN 2009.

Mertzanis, Y., Ioannis, I., Mavridis, A., Nikolaou, O., Riegler, S., Riegler, A., & Tragos, A. (2005). Movements, activity patterns and home range of a female brown bear (Ursus arctos, L.) in the Rodopi Mountain Range, Greece. Belgian journal of zoology, 135(2), 217. Belgian Journal of Zoology 135(2)

Ministry of Jihad Agriculture. (2017). Agricultural statistics. Vol. 2, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad Agriculture, Tehran, Iran. (In Persian)

Mohammadi, A., Almasieh, K., Nayeri, D., Ataei, F., Khani, A., López-Bao, J. V., ... & Cushman, S. A. (2021). Identifying priority core habitats and corridors for effective conservation of brown bears in Iran. Scientific reports, 11(1), 1044. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020-79970-z

Mohammadi, A., Lunnon, C., Moll, R. J., Tan, C. K. W., Hobeali, K., Behnoud, P., ... & Farhadinia, M. S. (2021b). Contrasting responses of large carnivores to land use management across an Asian montane landscape in Iran. Biodiversity and Conservation, 30(13), 4023-4037. DOI: https://doi.org/10.1007/s10531-021-02290-9

Mohammadi, A., Almasieh, K., Nayeri, D., Adibi, M. A., & Wan, H. Y. (2022). Comparison of habitat suitability and connectivity modelling for three carnivores of conservation concern in an Iranian montane landscape. Landscape Ecology, 37(2), 411-430. DOI: https://doi.org/10.1007/s10980-021-01386-5

Mosedeh, S. (2023). Modeling the suitability of the habitat of the brown bear Ursus arctus in Iran. Scientific and Specialized Quarterly Journal of Zist Sepehr, 16(2): 48-56. https://biosepehrsj.ut.ac.ir/article_98556.html (In Persian)

Mukherjee, T., Sharma, L. K., Kumar, V., Sharief, A., Dutta, R., Kumar, M., ... & Chandra, K. (2021). Adaptive spatial planning of protected area network for conserving the Himalayan brown bear. Science of the Total Environment, 754, 142416. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142416

Nawaz, M. A., Swenson, J. E., & Zakaria, V. (2008). Pragmatic management increases a flagship species, the Himalayan brown bears, in Pakistan's Deosai National Park. Biological Conservation, 141(9), 2230-2241. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.012

Nawaz, M. A., Martin, J., & Swenson, J. E. (2014). Identifying key habitats to conserve the threatened brown bear in the Himalaya. Biological Conservation, 170, 198-206. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.031

Naves, J., Fernández-Gil, A., & Delibes, M. (2001). Effects of recreation activities on a brown bear family group in Spain. Ursus, 135-139. DOI: http://www.jstor.org/stable/3873241

Nayeri, D., Mohammadi, A., Zedrosser, A., & Soofi, M. (2022). Characteristics of natural and anthropogenic mortality of an endangered brown bear population. Journal for Nature Conservation, 70, 126288. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126288

Nezami, B. (2008). Ecological studies on brown Bear (Ursus arctos) in the northern part of Central Alborz Protected Area (Doctoral dissertation, MSc thesis. Islamic Azad University. Tehran, Iran.(In Persian)).

Nezami, B., & Farhadinia, M. S. (2011). Litter sizes of brown bears in the Central Alborz Protected Area, Iran. Ursus, 22(2), 167-171. DOI: https://doi.org/10.2192/URSUS-D-10-00026.1

Nezami, B., Ataei, F., Heydari, H., Shaabani, A. A., Eshaghi, R., & Naeimaei, R. (2018). Key source area to conserve brown bear Ursus arctos Linnaeus, 1758 in Alborz Mountain. Experimental Animal Biology, 6(3), 127-141. https://www.magiran.com/p1806746 (In Persian with English abstract)

Palazón, S. (2017). The importance of reintroducing large carnivores: the brown bear in the Pyrenees. In High mountain conservation in a changing world (pp. 231-249). Cham: Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-55982-7

Parchizadeh, J., & Belant, J. L. (2021). Brown bear and Persian leopard attacks on humans in Iran. Plos one, 16(7), e0255042. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255042

Pearson, R. G., Thuiller, W., Araújo, M. B., Martinez-Meyer, E., Brotons, L., McClean, C., ... & Lees, D. C. (2006). Model-based uncertainty in species range prediction. Journal of biogeography, 33(10), 1704-1711. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01460.x

Penteriani, V., Zarzo-Arias, A., Novo-Fernández, A., Bombieri, G., & López-Sánchez, C. A. (2019). Responses of an endangered brown bear population to climate change based on predictable food resource and shelter alterations. Global Change Biology,

25(3), 1133-1151. DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.14564

Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., & Araújo, M. B. (2011). Ecological niches and geographic distributions. In Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press. DOI: https://doi.org/10.1515/9781400840670

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modelling, 190(3-4), 231-259. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026

Posillico, M., Meriggi, A., Pagnin, E., Lovari, S., & Russo, L. (2004). A habitat model for brown bear conservation and land use planning in the central Apennines. Biological conservation, 118(2), 141-150. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.07.017

Qashqaei, A. T., Karami, M., & Etemad, V. (2014). Wildlife conflicts between humans and Brown Bears, Ursus arctos, in the Central Zagros, Iran. Zoology in the Middle East, 60(2), 107-110. DOI: https://doi.org/10.1080/09397140.2014.914711

R Development Core Team (2014). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Rezaei, S., Mohammadi, A., Bencini, R., Rooney, T., & Naderi, M. (2022). Identifying connectivity for two sympatric carnivores in human-dominated landscapes in central Iran. Plos one, 17(6), e0269179. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269179

Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., ... & Wirsing, A. J. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. Science, 343(6167), 1241484. DOI: 10.1126/science.1241484

Talebi, K. S., Sajedi, T., & Pourhashemi, M. (2014). Forests of Iran. A treasure from the past, a hope for the future, 10. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7371-4

Sarhangzadeh, j., & Kiani, b. (2020). Modeling the suitability of brown bear (Ursus arctos syriacus) habitat in the uncultivated tea watershed. Environmental Science and Technology, 22, 139-152. https://sid.ir/paper/387607/fa (In Persian with English abstract)

Sarhangzadeh, J., & Sotoudeh, A. (2024). Study of potential habitats of the brown bear (Ursus arctos) in Arsbaran Biosphere Reserve. Experimental animal Biology, 12(4), 39-51. DOI: 10.30473/eab.2024.67230.1904

Sathyakumar, S., & Can, Ö. E. (2007). News and status of South Asian brown bears. International Bear News, 16, 6-9.

Senay, S. D., Worner, S. P., & Ikeda, T. (2013). Novel three-step pseudo-absence selection technique for improved species distribution modelling. PloS one, 8(8), e71218. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071218

Servheen, C., Herrero, C., B. Peyton (eds). (1999). Bears: status survey & conservation action plan. International Union for the Conservation of Nature & Natural Resources, Gland, Switzerland. https://www.researchgate.net/publication/48376974_The_Status_Survey_and_Conservation_Action_Plan_Bears.

Bear and Polar Bear Specialist Groups. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 309 pp

Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., ... & Hiraldo, F. (2008). Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. Annual review of ecology, evolution, and systematics, 39(1), 1-19. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173545

Sharifi, M., Nezami Balochi, B., Ramezani, J., Raygani, B. & Jahani, A. (2023). Desirability level and the effect of environmental factors on habitat selection of brown bear (Ursus arctos) in Iran. Quarterly Journal of Environmental Sciences, 21, 49-68. DOI: 10.48308/envs.2023.1168. (In Persian with English abstract)

Steenweg, R., Hebblewhite, M., Burton, C., Whittington, J., Heim, N., Fisher, J. T., & Musiani, M. (2023). Testing umbrella species and food-web properties of large carnivores in the Rocky Mountains. Biological Conservation, 278, 109888. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109888

Steyaert, S. M., Zedrosser, A., Elfström, M., Ordiz, A., Leclerc, M., Frank, S. C., ... & Swenson, J. E. (2016). Ecological implications from spatial patterns in human-caused brown bear mortality. Wildlife Biology, 22(4), 144-152. DOI: https://doi.org/10.2981/wlb.00165

Suel, H. (2019). Brown bear (Ursus arctos) habitat suitability modelling and mapping. Applied Ecology & Environmental Research, 17(2). DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_42454255

Swenson, J.E., Ambarli, H., Arnemo, J.M., Baskin, L., Ciucci, P., Danilov, P.I., Delibes, M., Elfstrom, M., Evans, A.L., Groff, C., & Hertel, A.G. (2020). Brown Bear (Ursus arctos; Eurasia). In: Penteriani, V., Melletti, M. (Eds.), Bears of the World: Ecology, Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge, 139–161. DOI: https://doi.org/10.1017/9781108692571.013

Swenson, J.E., Gerstl, N., Dahle, B. & Zedrosser, A. (2000). Action plan for the conservation of the brown bear (Ursus arctos) in Europe. Nature and environment, 114, 1-69. https://www.researchgate.net/publication/23584513

7_Action_Plan_for_Conservation_of_the_Brown_Bear_in_Europe_Ursus_arctos

Thuiller, W., Georges, D., Gueguen, M., Engler, R., Breiner, F., Lafourcade, B., & Blancheteau, H. (2012). biomod2: Ensemble platform for species distribution modeling. (No Title). DOI: 10.32614/cran.package.biomod2

Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., & Araújo, M. B. (2009). BIOMOD–a platform for ensemble forecasting of species distributions. Ecography, 32(3), 369-373. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x

Trisurat, Y., Bhumpakphan, N., Reed, D. H., & Kanchanasaka, B. (2012). Using species distribution modeling to set management priorities for mammals in northern Thailand. Journal for Nature Conservation, 20(5), 264-273. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.05.002

Venter, O., Sanderson, E. W., Magrach, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., ... & Watson, J. E. (2018). Last of the wild project, Version 3 (LWP-3): 1993 human footprint, 2018 release. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC) data set, H4H9938Z. DOI: 10.7927/H4H9938Z

Venter, O., Sanderson, E. W., Magrach, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., ... & Watson, J. E. (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. Nature communications, 7(1), 12558. https://doi.org/10.1038/ncomms12558

Xiao, X., Li, Z., Ran, Z., Yan, C., & Chen, J. (2024). Impact of Climate Change on Distribution of Endemic Plant Section Tuberculata (Camellia L.) in China: MaxEnt Model-Based Projection. Plants, 13(22), 3175. DOI: https://doi.org/10.3390/plants13223175

Zang, Z., Zou, X., Zuo, P., Song, Q., Wang, C., & Wang, J. (2017). Impact of landscape patterns on ecological vulnerability and ecosystem service values: An empirical analysis of Yancheng Nature Reserve in China. Ecological Indicators, 72, 142-152. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.019

Zarei, A. A., Abedi, S., Mahmoodi, M., & Peyrovi Latif, S. (2015). Habitat Assessment of Brown Bear (Ursus arctos syriacus) Hibernation Densite with use of Generalized Linear Model (GLM) and Geographically Weighted Logistic Regression (GWR) in South of Iran. Practical Ecology, 4(4). DOI: 10.18869/acadpub.ijae.4.14.75

Zarzo-Arias, A., Penteriani, V., Delgado, M. D. M., Peón Torre, P., García-González, R., Mateo-Sánchez, M. C., ... & Dalerum, F. (2019). Identifying potential areas of expansion for the endangered brown bear (Ursus arctos) population in the Cantabrian Mountains (NW Spain). PLoS One, 14(1), e0209972. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209972

This page is intentionally left blank.