Summer (2025) 14(53): 55-68
DOI: 10.30473/eab.2025.72061.1963
Received: 14 Aug 2024 Accepted: 9 Sep 2025

Experimental Animal Biology Open Access

ORIGINAL ARTICLE

Development of the network of protected areas in Hormozgan province with emphasis on the communication protection approach for the focal species of *Capra aegagrus*

Mehran Saljoghi[1], Mohsen Dehghani Ghanatghestani[1]*, Saber Ghasemi[1], Bahman Shams Esfandabad[1]

[1]Department of Environmental Sciences, BandarAbbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran.

Correspondence
Mohsen Dehghani Ghanatghestani
Email: m.dehghani@iauba.ac.ir

How to cite
Saljoghi, M., Dehghani Ghanatghestani, M., Ghasemi, S., & Shams Esfandabad, B. (2025). Development of the network of protected areas in Hormozgan province with emphasis on the communication protection approach for the focal species of Capra aegagrus. Experimental Animal Biology, 14(53), 55-68.

ABSTRACT
Protected areas are considered to be the basic strategies for the sustainable protection of biodiversity, the primary mechanism for maintaining biodiversity and a very important tool for maintaining the integrity of habitats. In recent years, systematic conservation planning approach has been developed. In this study, after determining the habitat variables affecting the habitat of the focal species of wild goat (*Capra aegagrus*) in Hormozgan province, the Biomod2 package was used to prepare habitat suitability maps. Then the communication design was performed with Circuitscape software and the electric circuit theory method was used to identify and investigate the habitat connections and migration corridors of the target species. In order to identify new protected areas, gap analysis was also applied. The results show that GBM, GLM, MaxEnt, MARS and GAM models are at a similar level to the best model in predicting wild goat distribution. The results of wild goat desirability model showed that the western, central and northern parts of the province have the highest probability of presence of the species and the southern and eastern parts have the lowest desirability for this species. According to Gap analysis, it seems that in addition to the expansion of Tarem and Hamag protected areas, Hormed protected areas to the south and north and Parzoiyeh to the southwest are also suitable for expanding the protection network of Hormozgan province.The development of the network of protected areas is considered a suitable solution for the protection of biodiversity.

KEYWORDS
Capra aegagrus, Gap Analisis, Habitate Conection, Protection Area, Hormozgan.

© 2023, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

سال چهاردهم، شماره اول، پیاپی پنجاه و سوم، تابستان ۱۴۰۴ (۵۵-۶۸)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸

DOI: 10.30473/eab.2025.72061.1963

نشریه علمی

زیست‌شناسی جانوری تجربی

«مقاله پژوهشی»

توسعه شبکه مناطق حفاظت‌شده استان هرمزگان با تأکید بر رویکرد حفاظت ارتباطی برای گونه کانونی بز وحشی (*Capra aegagrus*)

مهران سلجوقی[۱]، محسن دهقانی قناتغستانی[۱*]، صابر قاسمی[۱]، بهمن شمس اسفندآباد[۱]

[۱] گروه محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران.

نویسنده مسئول:
محسن دهقانی قناتغستانی
رایانامه: m.dehghani@iauba.ac.ir

چکیده

مناطق حفاظت‌شده به‌عنوان راهبردی اساسی برای حفاظت پایدار از تنوع زیستی، مکانیزم اولیه برای حفاظت از گونه‌ها و ابزار بسیار مهمی برای نگهداری یکپارچگی زیستگاه‌ها به‌شمار می‌آیند. در سال‌های اخیر رویکرد برنامه‌ریزی سیستماتیک حفاظت، تغییرات چشم‌گیری داشته است. در این مطالعه پس از تعیین متغیرهای مؤثر بر زیستگاه گونه کانونی بز وحشی (*Capra aegagrus*) در استان هرمزگان، از پکیج Biomod2 جهت تهیه نقشه‌های مطلوبیت زیستگاهی استفاده شد. سپس طراحی ارتباطات با نرم‌افزار Circuitscape صورت گرفت و روش تئوری مدار الکتریکی برای شناسایی و بررسی ارتباطات زیستگاهی و کریدورهای مهاجرتی گونه هدف به‌کار گرفته شد. به‌منظور شناسایی نواحی حفاظت‌شده جدید، از آنالیز گپ استفاده شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که مدل‌های GBM، GLM، MaxEnt، GAM و MARS در یک سطح تقریباً مشابه، بهترین مدل‌ها در پیش‌بینی پراکنش بز وحشی هستند. نتایج حاصل از مدل مطلوبیت بز وحشی نیز نشان داد که بخش‌های غربی، مرکزی و شمالی استان هرمزگان بیش‌ترین احتمال حضور گونه بز وحشی را دارد و بخش‌های جنوبی و شرقی کم‌ترین میزان مطلوبیت را برای این گونه دارد. با توجه آنالیز گپ به‌نظر می‌رسد علاوه بر گسترش مناطق حفاظت‌شده طارم و هماگ، مناطق حفاظت‌شده هرمد به سمت جنوب و شمال و پرزوئیه به سمت جنوب غربی نیز برای عریض نمودن شبکه حفاظتی استان هرمزگان مناسب می‌باشند.

واژه‌های کلیدی

بز وحشی (*Capra aegagrus*)، آنالیز گپ، ارتباطات زیستگاهی، منطقه حفاظت‌شده، هرمزگان.

استناد به این مقاله:

سلجوقی، مهران؛ دهقانی قناتغستانی، محسن؛ قاسمی، صابر و شمس اسفندآباد، بهمن (۱۴۰۴). توسعه شبکه مناطق حفاظت‌شده استان هرمزگان با تأکید بر رویکرد حفاظت ارتباطی برای گونه کانونی بز وحشی (*Capra aegagrus*). *فصلنامه زیست‌شناسی جانوری تجربی*، ۱۴(۵۳)، ۵۵-۶۸

https://eab.journals.pnu.ac.ir/

مقدمه

مناطق حفاظت‌شده (Protected Area) به‌عنوان یکی از مهم ترین و موثرترین ابزار در جهان برای حفاظت از تنوع زیستی ظهور یافته‌اند. این مناطق نقش مهمی در حفاظت و مدیریت حیات‌وحش ایفا می‌کنند (Rathnayake *et al.*, 2022). مناطق حفاظت‌شده به‌عنوان راهبردی اساسی در حفاظت پایدار تنوع زیستی، مکانیزم اولیه برای حفاظت از گونه‌ها و ابزار بسیار مهمی برای نگهداری یکپارچگی زیستگاه‌ها به‌شمار می‌آیند (Belote *et al.*, 2016; Brooks, 2004). از مناطق حفاظت‌شده انتظار می‌رود که طبیعت را حفظ کرده و خدمات اکوسیستم را در منطقه ارائه دهند (Qin *et al.*, 2019). در راستای حفظ تنوع‌زیستی لازم است شبکه‌های مناطق حفاظت‌شده گسترش یابد (Zhang *et al.*, 2020). این شبکه مناطق شامل پارک‌های ملی، مناطق حفاظت‌شده و انواع بیشمار ذخیره‌گاه‌ها هستند (Leverington *et al.*, 2010). پایش یکپارچگی سیمای سرزمین و تغییرات زیستگاه در مناطق حفاظت‌شده مسئله مهمی برای سازمان‌های حفاظت از محیط‌زیست، تنوع زیستی و طبیعت به‌شمار می‌رود (Paola, 2013).

بسیاری از کشورها به‌طور فزاینده‌ای متعهد به افزایش درصد پوشش مناطق حفاظت‌شده به سطح ۳۰ درصد هستند که مستلزم افزایش هزینه‌های جهانی سالانه از ۲۴ میلیارد دلار به ۱۴۰ میلیارد دلار خواهد بود (Sreekar *et al.*, 2022). با این‌حال، در حال حاضر تنها ۱۷ درصد از اراضی زیستگاهی حیات‌وحش تحت حفاظت قرار دارند که برای مهار بحران ادامه انقراض گونه‌های حیات وحش کافی نیست (Mammides *et al.*, 2021). شبکه مناطق حفاظت‌شده ایران که کمی بیش‌تر از ۱۰ درصد از مساحت کشور وسعت دارند، بیش‌تر بر مبنای حفاظت از گونه‌های شکاری و کاریزماتیک انتخاب شده‌اند (Majnoonian, 2014). از سوی دیگر، مجموعه مناطق تحت حفاظت کشور تا سال ۲۰۲۰ باید به ۱۷ درصد وسعت کشور افزایش می‌یافت (https://hormozgan.doe.ir). از این‌رو، به‌کارگیری رویکردی سیستماتیک برای انتخاب مناطق جدید الزامی است تا مناطق افزوده شده علاوه بر رفع کاستی‌های شبکه فعلی در حفاظت از تنوع زیستی قادر باشند با کم‌ترین هزینه ممکن، سطح حفاظت از تنوع زیستی را افزایش دهند.

بررسی‌های میدانی و سوابق نشان می‌دهد که متأسفانه عملکرد حفاظتی در اکثر مناطق حفاظت‌شده ایران به‌دلیل گستردگی و وسعت زیاد این مناطق و یا براساس معیار میزان حفاظت از گونه‌هایی که در داخل این مناطق زندگی می‌کنند، مناسب نیست (Bennett, 2003). در سال‌های اخیر، زیستگاه‌های طبیعی به‌ویژه مناطق حفاظت‌شده به‌طورعمده به حالت جزیره‌ای و لکه‌ای درآمده‌اند و در ماتریسی از کاربری‌های مختلف انسانی محاصره شده‌اند (Wikramanayake, 2004; Mairota *et al.*, 2013). هم‌چنین با قطع ارتباط لکه‌های زیستگاهی باقیمانده، جزیره‌های بوم‌شناختی ایجادشده به تدریج سبب قطع ارتباط ژنی بین جمعیت گونه‌های حیات‌وحش آن‌ها می‌گردد (Peter *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2020). از طرف دیگر، وسعت کم مناطق حفاظت‌شده باعث شده است که برخی از زیستگاه‌های مهم گونه‌ها در خارج از مرزهای مناطق حفاظت‌شده قرار داشته باشند (Parks *et al.*, 2020; Hansen, 2007). هم‌چنین رویکرد برنامه‌ریزی سیستماتیک حفاظت برای مقابله با این مشکل و باتوجه به کمبود منابع موجود برای حفاظت از تنوع زیستی، توسعه یافته است (Margules, 2000). اهداف اصلی این رویکرد به‌منظور اطمینان از بقای تنوع زیستی در آینده با حداقل هزینه، معرفی شبکه‌ای از مناطق حفاظتی خواهد بود که در برگیرنده میزان کافی از تمام اجزای تنوع زیستی باشد (Moilanen, 2009). خلأ داده‌ها در مورد گونه‌های گیاهی و جانوری (به‌ویژه گونه‌های اندمیک) می‌تواند کارایی شبکه مناطق تحت حفاظت فعلی و با هر گونه شبکه مناطق پیشنهادی را زیر سؤال ببرد (Bonn *et al.*, 2002).

در سالیان اخیر مطالعات متعددی در زمینه بهینه‌سازی شبکه مناطق حفاظتی صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های Nematollahi *et al.* (2022)، Hamaide *et al.* (2022)، Bukombe *et al.* (2022)، Malkootikhah *et al.* (2020)، Zhang *et al.* (2020)، Esfandeh *et al.* (2019) و Shabani *et al.* (2017) اشاره نمود. از روش‌های مدل‌سازی می‌توان برای اهداف متفاوتی از جمله تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها (Toor *et al.*, 2011)، پیش‌بینی روند گسترش گونه‌ها در سطح یک منطقه و هم‌چنین پیش‌بینی مناطق پرخطر از بروز تعارضات بین گونه‌های حیات وحش و انسان سود برد (Giovannelia *et al.*, 2010). Rezvani *et al.* (2019) کریدورهای مهاجرتی قوچ و میش اصفهانی (*Ovis orientalis isphahanica*) را با استفاده از تلفیق مدل مدار الکتریکی و حداکثر آنتروپی و با استفاده از نرم‌افزار Circuitscape و نرم‌افزار MaxEnt موردبررسی قرار داده و پیشنهاد نمودند مسیرهای مهاجرتی بعنوان مناطق حفاظت‌شده معرفی گردند. Suksavate

et al. (2019) با استفاده از تئوری کم‌ترین هزینه و مدار (Least cost path and circuit theory) با استفاده از روش تحلیلی پیشنهادی (Analytical method) به شناسایی اتصال بین مناطق زیستگاه اصلی با راهروهای بالقوه پرداختند. Majumdar *et al.* (2019) در مطالعه‌ای دالان‌های زیستگاهی را با استفاده از مدل مطلوبیت آنتروپی بیشینه برای زیستگاه گونه *Hydnocarpus kurzii* مدل‌سازی کردند. Fabrizio *et al.* (2019) به مقایسه روش‌های مطلوبیت زیستگاه و اتصالات سیمای سرزمین در تخمین تصادفات جاده‌ای رودک (*Meles meles*) در مرکز ایتالیا پرداختند. Hofman *et al.* (2018) نیز یک شبکه راهرو حیات وحش موجود در کشور بلیز واقع در آمریکای مرکزی را موردمطالعه قرار دادند و یک چارچوب برای بهبود وضعیت زیست‌محیطی و اهمیت حفاظت از طراحی شبکه راهرو کاربردی ارائه دادند. Malkootikhah *et al.* (2020) با استفاده از بسته مدل‌سازی Biomod2 نشان دادند پراکنش کنونی قوچ وحشی و بز وحشی به‌ترتیب به میزان۱۵۰متر در امتداد گرادیان ارتفاع و ۱۶۷و ۱۲۴ کیلومتر در امتداد عرض جغرافیایی جابه‌جا شده است.

برای حفظ و حراست از تنوع زیستگاه‌ها و جمعیت حیات‌وحش در شرایط کنونی چاره‌ای جز انتخاب مناسب از مناطق نمونه و معرف از کل طبیعت و بهره‌برداری چند جانبه آموزشی، پژوهشی، حفاظتی و تفرجگاهی وجود ندارد. یکی از موثرترین روش‌های حفاظت از تنوع زیستی به احداث شبکه مناطق تحت حفاظت کافی در راستای یک راهبرد جهانی نیازمند است تا به‌صورت پناهگاهی وسیع طیف گسترده‌ای از حیات گیاهی و جانوری را در خود جای داده و بقای آن‌ها را تضمین نماید. اگرچه انتخاب سیستماتیک و اولویت‌بندی مناطق حفاظت‌شده برای حفاظت از تنوع زیستی ضروری است، اما مطالعات نشان می‌دهند که اکثر مناطق حفاظت‌شده ایران و به‌ویژه استان هرمزگان به‌طور سیستماتیک انتخاب نشده‌اند. در استان هرمزگان تاکنون تعداد ۱۸ منطقه حفاظتی زیست‌محیطی شامل یک پناهگاه حیات وحش، یک اثر طبیعی ملی و ۱۶ منطقه حفاظت‌شده به ثبت رسیده که مساحتی برابر ۸۹۰۰۶۹ هکتار دارند (https://hormozgan.doe.ir). استان هرمزگان در اقلیم گرم و خشک قرار گرفته است و در نتیجه خشکسالی‌های سال‌های اخیر این استان، کمبود منابع آبی و از بین رفتن پوشش گیاهی موجب خروج علفخواران بزرگ از مناطق تحت حفاظت، به‌منظور یافتن شرایط زیستگاهی مناسب‌تر شده است.

در این پژوهش به‌منظور افزایش کارایی مناطق حفاظت‌شده استان هرمزگان، مسیرهای ارتباطی گونه بز وحشی (*Capra aegagrus*)، در زیستگاه‌های واقع در مناطق حفاظت‌شده استان با استفاده از آنالیز گپ شناسایی، اولویت‌بندی شد و پس از شناسایی کریدورهای ارتباطی، مناطق حفاظت‌شده جدید معرفی شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

استان هرمزگان در جنوب ایران با وسعت ۷۰۱۹۸/۷۶ کیلومترمربع بین ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. بخش عمده‌ای از مساحت این استان را مناطق کوهستانی در برگرفته است. جمع کل مساحت مناطق حفاظت‌شده در استان هرزگان ۸۹۰۰۶۹ هکتار می‌باشد که در حدود ۱۲/۵ درصد کل مساحت استان را شامل می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست در استان هرمزگان

ردیف	نام منطقه	مساحت (هکتار)	منطقه
۱	منطقه حفاظت‌شده گنو	۴۳۰۳۰	بندرعباس
۲	منطقه حفاظت‌شده هماگ	۹۰۷۸۴	بندرعباس- حاجی آباد
۳	منطقه حفاظت‌شده کشار	۲۹۱۲۹	بندر خمیر
۴	منطقه حفاظت‌شده باز	۳۴۱۰۹	بندرعباس
۵	منطقه حفاظت‌شده سراج	۴۳۳۹۸	بندر لنگه
۶	منطقه حفاظت‌شده فارور	۲۸۴۸	ابوموسی
۷	منطقه حفاظت‌شده طارم	۸۰۷۲۷	حاجی آباد
۸	منطقه حفاظت‌شده حرای گابریک شرقی	۲۷۷۱۲	جاسک
۹	منطقه حفاظت‌شده خور جاسک مرکزی	۱۳۶۵	جاسک
۱۰	منطقه حفاظت‌شده مصب رود شهرنو و خورخلاصی	۵۵۱۹	جاسک
۱۱	منطقه حفاظت‌شده تیاب و میناب	۷۸۰۹۹	میناب
۱۲	منطقه حفاظت‌شده حرا رود گز	۲۷۸۲۷	سیریک
۱۳	منطقه حفاظت‌شده حرا	۸۶۵۸۱	قشم – خمیر
۱۴	منطقه حفاظت‌شده خور خوران	۲۷۰۰	بندر لنگه
۱۵	منطقه حفاظت‌شده پرزوئیه	۱۲۳۱۰۱	بستک
۱۶	پناهگاه حیات وحش شیدور	۹۸	بندر لنگه
۱۷	پناهگاه حیات وحش هندورابی	۴۲۸۰	بندر لنگه
۱۸	اثر طبیعی ملی خرسین	۲۲۰۰	بندرعباس
۱۹	شکار ممنوع گلزار و نیزار	۷۹۹۶۰	حاجی آباد
۲۰	پارک ملی دریایی نایبند(مشترک با بوشهر)	۱۴۰۰۰	پارسیان
۲۱	منطقه حفاظت‌شده هرمد(مشترک با فارس)	۹۰۱۵۸	بندر خمیر

https://hormozgan.doe.ir

گونه موردمطالعه

گونه موردمطالعه در این مطالعه بز وحشی (*Capra aegagrus*) است که در بیش‌تر مناطق ایران و در اکثر مناطق کوهستانی و صخره‌ای زیست می کند، اما امروزه به‌علت شکار بی‌رویه و تخریب زیستگاه، جمعیت آن رو به کاهش است (Ziaie, 2014). این گونه از سوی اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) در فهرست گونه‌های آسیب‌پذیر (VU) لیست سرخ قرار گرفته است (https://www.iucnredlist.org). این گونه طعمه موردعلاقه پلنگ محسوب می‌شود و بیش از ۹۱ درصد سهم رژیم غذایی پلنگ در برخی از زیستگاه‌ها را به خود اختصاص داده است (Ziaie, 2014).

جمع‌آوری نقاط حضور گونه بز وحشی

نقاط حضور گونه بز وحشی طی بازدیدهای میدانی به‌صورت فصلی و در مجموع در ۳۱ روز از مهرماه سال ۱۴۰۰ تا مهرماه سال ۱۴۰۱ به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم (ثبت نمایه‌هایی نظیر ردپا و سرگین) با استفاده از GPS ثبت گردید. هم‌چنین از مصاحبه و تکمیل پرسش‌نامه از کارشناسان محیط طبیعی، محیط‌بانان، مردم محلی و گزارش سرشماری اداره حفاظت محیط‌زیست استان در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ استفاده شد. با توجه به امکان خود همبستگی مکانی بین نقاط حضور به‌صورت مجزا برای گونه موردمطالعه، از شاخص موران (Moran Index) استفاده شد. سپس داده‌های حضور براساس فاصله ۵ کیلومتری به‌عنوان حداقل فاصله میان نقاط فیلترشده و از بین نقاطی که در این مقدار قرار داشتند تنها یک نقطه نگه داشته شد (Khosravi *et al.*, 2018). در نتیجه این فرایند، از ۲۷۲ محل حضور بز وحشی، تعداد ۱۰۹ نقطه حضور غیر همبسته این گونه باقی ماند که در مرحله مدل‌سازی پراکنش گونه مورداستفاده قرار گرفتند.

مدل‌سازی پراکنش بز وحشی

در این پژوهش ۱۶ متغیر زیستی، اقلیمی، توپوگرافی و تهدیدات انسانی جهت مدل‌سازی پراکنش گونه هدف وارد فرایند مدل‌سازی شدند. زیستگاه‌ها برای گونه‌های حیات وحش براساس نیازهای زیستگاهی مانند غذا، آب، پناهگاه، روابط با گونه‌های شکارچی یا گونه‌های تسهیل‌کننده تعریف می‌شود. در هر طرح ارتباطی برای مدل‌سازی زیستگاه گونه‌ها حداقل پنج متغیر شامل پوشش‌اراضی، دو متغیر مربوط به تعارضات انسانی و دو متغیر توپوگرافی مورد نیاز می‌باشد. علت انتخاب این پنج متغیر از این جهت است که پوشش‌اراضی و توپوگرافی به‌ترتیب منابع مهمی در تأمین غذا و پناهگاه می باشند و تعارضات انسانی به‌عنوان تهدیدی مهم برای گونه‌ها و زیستگاه‌های آن‌ها به‌شمار می‌آیند.

متغیرهای توپوگرافی وارد شده به مدل شامل نقشه ارتفاع، شیب و جهت شیب بود. برای تهیه این متغیرها از نقشه رقومی ارتفاع ایران با قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر و برای تهیه لایه شیب و جهت از جعبه ابزار تحلیل‌گر مکانی در نرم‌افزار ArcMap10.2 استفاده شد. در این مطالعه از ۱۹ متغیر اقلیمی بانک داده CHELSA از جمله متغیرهای دما و بارندگی برای مدل‌سازی زیستگاه بز وحشی استفاده شد (https://www.chelsa-climate.org/). کم‌ترین قدرت تفکیک مکانی داده‌های این وبگاه نزدیک به یک کیلومترمربع است که در این مطالعه نیز از همین قدرت تفکیک استفاده شده است. سپس هم‌خطی میان پارامترهای اقلیمی با استفاده از شاخص توم واریانس بررسی شد. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که بین متغیرهای زیست اقلیمی همبستگی بالایی وجود دارد که این امر احتمال عدم قطعیت مدل را افزایش می‌دهد (Ahmadzadeh *et al.*, 2013). پارامترهایی که کم‌ترین هم‌خطی را داشتند شامل هم‌دما، بارش خشک‌ترین ماه سال، بارش مرطوب‌ترین فصل و بارش خشک‌ترین فصل برای ورود به مدل‌سازی آماده شدند.

متغیرهای زیستی شامل تیپ پوشش‌گیاهی و منابع آب است. با توجه به بررسی تغذیه بز وحشی و بررسی نقشه تیپ پوشش‌گیاهی استان هرمزگان، مراتع فقیر و متوسط فراوان‌ترین تیپ‌های گیاهی در ناحیه موردمطالعه است. تیپ‌های گیاهی مذکور با استفاده از نرم‌افزار ArcMap10.2 به‌صورت فاصله‌ای آماده شدند. به دلیل اهمیت منابع آب (رودخانه‌ها) برای گونه بز وحشی، منابع آب از نقشه کاربری اراضی استان هرمزگان با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه گردید و موقعیت آن‌ها با استفاده از جعبه ابزار تحلیل‌گر مکانی در نرم‌افزار ArcMap10.2 به‌صورت فاصله‌ای وارد مدل شدند. پس از آن با استفاده از نقشه پوشش گیاهی و قابلیت اراضی، کاربری اراضی موجود در منطقه استخراج گردید و در نهایت نقشه فاصله از سکونتگاه‌های انسانی شامل روستاها و شهرها، راه‌آهن، جاده‌ها و اراضی کشاورزی با استفاده از تابع آنالیز مکانی در نرم‌افزار GIS تهیه شد.

مطلوبیت زیستگاه بز وحشی

پس از تعیین متغیرهای زیستگاهی مؤثر بر زیستگاه بز وحشی در استان هرمزگان از پکیج Biomod2 در نرم‌افزار R جهت تهیه نقشه‌های مطلوبیت زیستگاهی استفاده شد (Thuiller *et al.*, 2008). از بین مدل‌های موجود در این پکیج، مدل خطی تعمیم یافته (Generalized Linear Model, GLM)، مدل جمعی تعمیمی یافته (Generalized Additive Models, GAM)، رگرسیون سازشی چند متغیره (Adaptive Regression Spline Multivariate, MARS)، آنالیز درخت طبقه بندی (Classification Tree Analysis, CTA)، آنالیز تمایز چندگانه (Discriminant Analysis Multivariate, MDA)، شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks, ANN)، مدل افزایشی تعمیم یافته (Generalized Boosting Method, GBM)، پوششی دامنه سطحی (Surface Range Envelope, SRE)، مدل آنالیز تفکیکی انعطاف‌پذیر (Flexible Denotative Analysis, FDA) و الگوریتم حداکثر آنتروپی (Maximum entropy model, MaxEnt)، با توجه به نیاز مطالعه و مرور منابع مختلف، مورداستفاده قرار گرفتند. این مدل‌ها با استفاده از لایه‌های انتخاب‌شده اجرا شدند. نقاط حضور و شبه عدم حضور برابر با ۴۰۰۰ و تعداد اجرای هر مدل ۱۰ بار در نظر گرفته شد. ۲۰ درصد داده‌های گونه به ارزیابی و ۸۰ درصد به اجرای مدل‌ها اختصاص داده شد (Giovanelli *et al.*, 2010). برای ارزیابی مدل‌ها نیز از سطح زیر منحنی AUC و TSS استفاده شده است (Farhadinia *et al.*, 2015). پس از مدل‌سازی و پیش‌بینی محدوده‌های زیستگاهی مطلوب برای گونه بز وحشی با استفاده از پکیج مدل‌سازی Biomod2 از نرم‌افزار Circuitscape جهت تعیین کریدورهای مهاجرتی این گونه استفاده گردید.

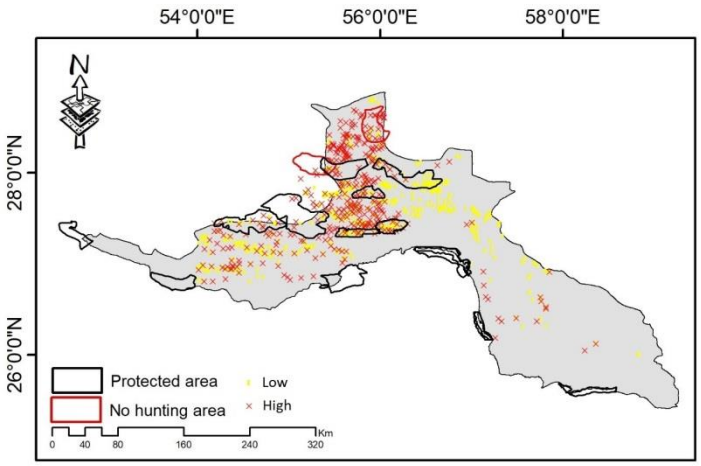
آنالیز گپ

به‌منظور شناسایی نواحی حفاظت‌شده جدید، گسترش وسعت و تغییر مرز مناطق حفاظت‌شده موجود نیز از آنالیز گپ استفاده گردید. به‌طور کلی گپ‌هایی که در این مرحله شناسایی می‌شوند شامل گپ‌های شاخص، گپ‌های بوم شناختی و گپ‌های مدیریتی می‌باشد که در این تحقیق گپ‌های شاخص بررسی گردید. منظور از گپ‌های شاخص؛ گونه‌ها، بوم‌سازگان‌ها و فرایندهای بوم‌شناختی است که به‌طور کامل در خارج از شبکه مناطق حفاظت‌شده قرار گرفته‌اند. بدین منظور با استفاده از روی‌هم‌گذاری نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه حاصل از مدل‌سازی پراکنش گونه بز وحشی، نقشه پیوستگی زیستگاه و نقشه شبکه حفاظت‌شده و مناطق زیستگاهی مطلوب واقع در خارج از شبکه حفاظت‌شده شناسایی شد.

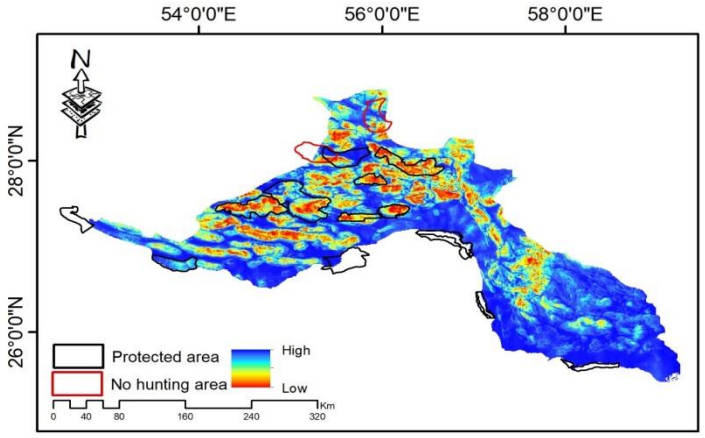
نتایج

نقاط حضور پراکنش بز وحشی

شکل (۱) نتایج حضور گونه بز وحشی در جریان بازدیدهای میدانی را نشان می‌دهد. در این شکل نقاط حضور گونه پس از بازدیدهای میدانی و جمع‌آوری اطلاعات ثبت‌شده نشان داده شده است. هم‌چنین با توجه به نقشه تلفیقی مطلوبیت (شکل ۲)، مناطق با مطلوبیت بالا که حداکثر احتمال حضور گونه را دارد به رنگ قرمز و مناطقی که احتمال حضور گونه پایین است با رنگ زرد و مناطقی که احتمال حضور گونه بسیار پایین یا غیرمحتمل است با رنگ آبی مشخص شده است.



شکل ۱. نقاط حضور بز وحشی در استان هرمزگان



شکل ۲. نقشه تلفیقی مطلوبیت بز وحشی در استان هرمزگان

مطلوبیت زیستگاه بز وحشی

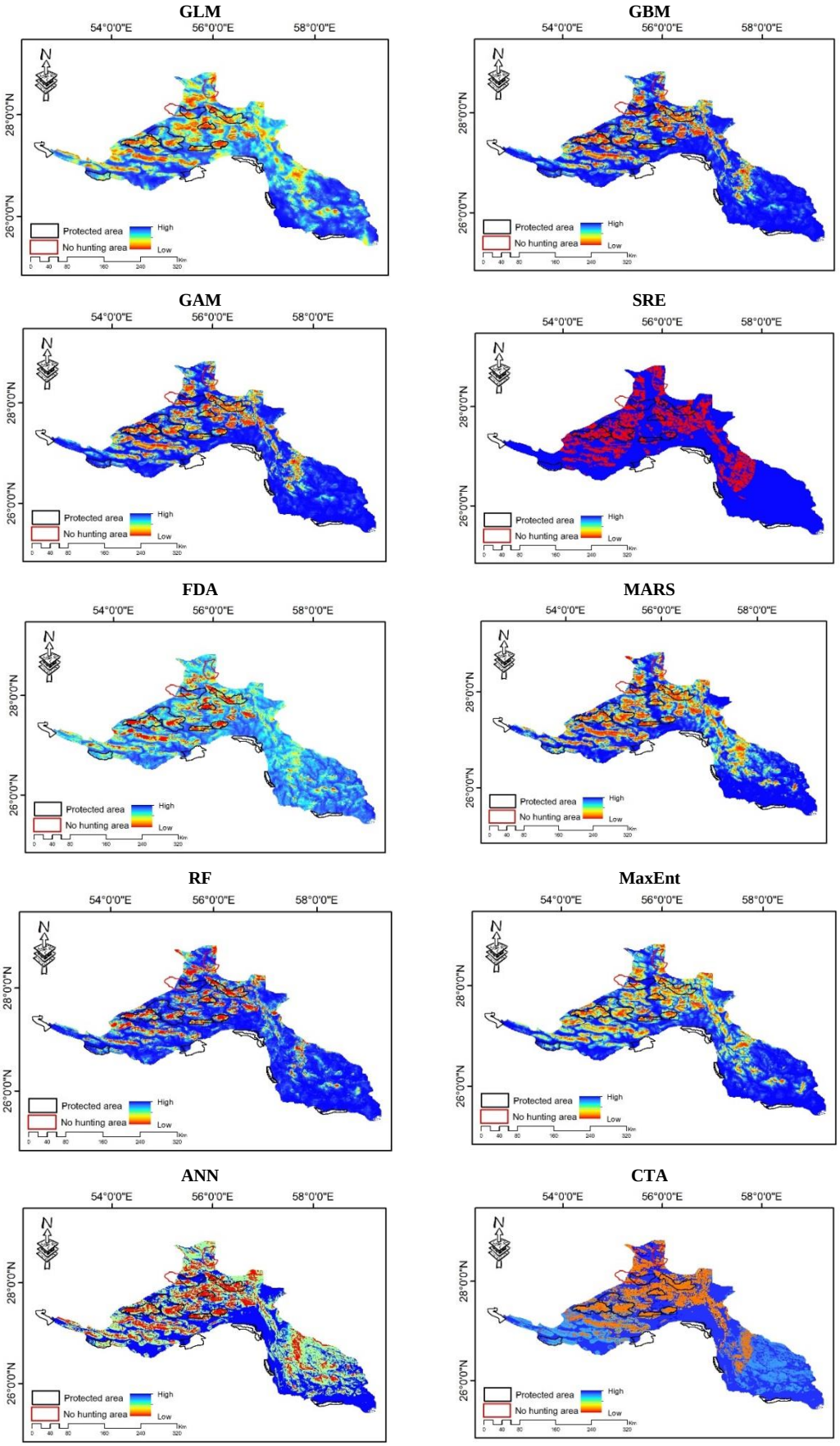
با توجه به نقشه مطلوبیت بز وحشی بیش‌ترین مناطق مطلوب برای این گونه در استان هرمزگان در نواحی شمالی، مرکزی و غربی، هم‌چنین کم‌ترین میزان مطلوبیت در نواحی جنوب شرقی استان قرار دارند. مدل SRE پیش‌بینی را به‌صورت مطلوب و نامطلوب نشان داده است. بخش‌های شمالی، مرکزی و غرب استان به‌صورت زیستگاه‌های مطلوب و سایر مناطق نامطلوب هستند. هم‌چنین مناطق مطلوب در بین نواحی تحت حفاظت نیز به‌صورت ناپیوسته قرار گرفته‌اند. با این حال بیش‌ترین تمرکز مطلوبیت زیستگاه‌ها در مناطق تحت حفاظت قرار دارد. مدل FDA و RF نیز تنها لکه‌های زیستگاهی را با شدت بیش‌تری در نواحی حفاظت‌شده مطلوب پیش‌بینی کرده‌اند و سایر مناطق را نامطلوب نشان می‌دهد. تنها مدل ANN نواحی جنوب‌شرقی استان را برای این گونه مطلوب نشان داده است (شکل ۳). همین نواحی توسط مدل‌های FDA، MARS، RF و MaxEnt نیز با شدت کم‌تر و نواحی محدودتری پیش‌بینی شده‌اند. با توجه به مقایسه نقشه تلفیقی و نقشه مدل‌ها به‌نظر می‌رسد مدل‌های SRE، ANN و CTA قدرت کم‌تری در پیش‌بینی نواحی مطلوب داشته‌اند.

جدول (۲) میزان AUC و TSS را در مدل‌های موردبررسی نشان می‌دهد. میزان AUC تمامی مدل‌های بز وحشی از ۰/۷ بالاتر بوده که نشان دهنده دقت وکارایی مدل‌ها در پیش‌بینی پراکنش این گونه است. میزان TSS نیز در تمامی مدل‌های پراکنش بز وحشی رنج ۰/۵۸-۰/۴۷ را نشان می‌دهد. بنابراین به‌نظر می‌رسد به‌طور کلی مدل‌های پراکنش گونه‌ای در مطالعه حاضر از کارایی مناسبی برخوردار بوده‌اند. در این مطالعه نتایج حاصل از مدل‌ها سهم نسبی هر متغیر را در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج این جدول حاصل میانگین ۱۰ مدل به‌کاررفته در مدل‌سازی می‌باشد. بررسی درجه اهمیت متغیرها در مدل‌سازی بز وحشی نشان می‌دهد که شیب، بارش خشک‌ترین ماه سال و فاصله از راه‌آهن بیش‌ترین درصد مشارکت را داشته است.

مدل ارتباطی بز وحشی در استان هرمزگان

مدل ارتباط عملکردی بز وحشی در ناحیه مطالعاتی که با استفاده از مدل مدار الکتریکی تهیه گردید، در شکل (۴) نشان داده شده است. براساس الگوی توزیع شدت جریان در ناحیه می‌توان نتیجه گرفت که بخش غرب و جنوب غربی منطقه موردمطالعه حداکثر احتمال برای حمایت از جابه‌جایی و پیوستگی زیستگاه این گونه را دارد. حداکثر شدت جریان در سراسر ناحیه (جریان با شدت بالا در این ناحیه با رگه‌های زردرنگ نمایان شده است) در این بخش متمرکز است که به شکل نواری پیوسته در جهت شرقی- غربی بین دو مناطق حفاظت‌شده پیش‌بینی شده است که دلیل آن می‌تواند مقاومت پایین پیکسل‌ها باشد. حداکثر پیوستگی زیستگاه بین مناطق حفاظت‌شدهٔ سراج-پرزوئیه، هرمود-کاشر، هرمود-باز، هرمود-طارم، طارم- هماگ، گنو- باز، گنو- هماگ وجود دارد. ارتباطات ضعیفی نیز بین مناطق باز- هماگ و باز- طارم دیده می‌شود.

منطقه حفاظت‌شده سراج از طریق سه مسیر اصلی به منطقه پرزوئیه متصل شده است که یکی مسیر شدت جریان بالاتری دارد و دومسیر دیگر دارای مقاومت بیش‌تری هستند. هم‌چنین مسیرهای شناسایی‌شده در برخی از نواحی دارای Pinch point هستند که به شدت برای ادامه جریان و پیوستگی زیستگاه‌ها ضروری است. قطع این نواحی سبب قطع ارتباطی گونه خواهد شد. از جمله این نواحی می‌توان به مسیر دوم گنو- باز و گنو- هماگ اشاره نمود.



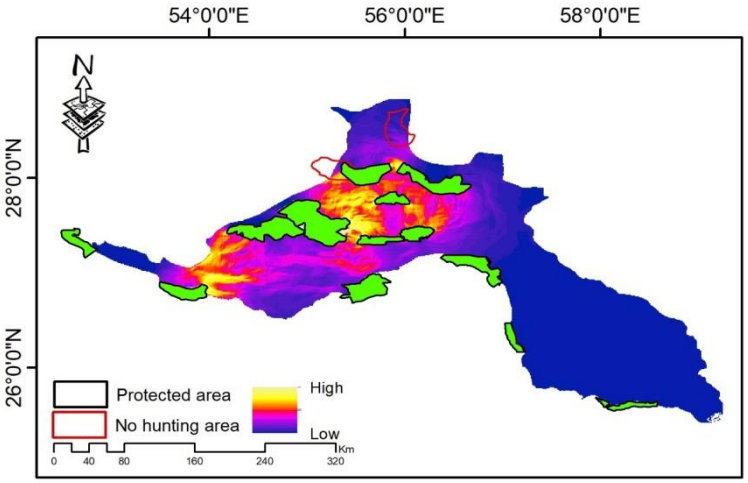
شکل ۳. نقشه‌های احتمال حضور بزوحشی با استفاده از ۱۰ مدل در پکیج Biomod2

جدول ۲. میزان AUC و TSS در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه بز وحشی با استفاده از ۱۰ مدل

مدل	AUC	TSS
SRE	۰/۷۰۱	۰/۴۹۵
FDA	۰/۸۰۵	۰/۵۰۸
ANN	۰/۷۷۷	۰/۴۷۰
MARS	۰/۷۵۴	۰/۵۱۵
CTA	۰/۷۲۱	۰/۴۲۶
GLM	۰/۷۹۰	۰/۴۸۲
GBM	۰/۸۱۶	۰/۵۶۱
GAM	۰/۸۲۰	۰/۵۸۰
MaxEnt	۰/۸۱۵	۰/۵۸۳
RS	۰/۸۱۸	۰/۵۵۵

جدول ۳. لیست درجه اهمیت متغیرها در ۱۰ مدل برای گونه بز وحشی

ردیف	متغیرها	درجه اهمیت	ردیف	متغیرها	درجه اهمیت
۱	فاصله از اراضی کشاورزی	۰/۰۳	۸	فاصله از مراتع ضعیف	۰/۰۲
۲	جهت	۰/۰۶	۹	فاصله از راه اهن	۰/۱۲
۳	بارش خشک‌ترین ماه سال	۰/۰۸	۱۰	فاصله از رودخانه	۰/۰۶
۴	بارش مرطوب ترین فصل	۰/۰۱	۱۱	فاصله از جاده	۰/۰۴
۵	بارش خشک ترین فصل	۰/۱۴	۱۲	شیب	۰/۴۳
۶	ایزوترمالی	۰/۰۰	۱۳	فاصله از شهر	۰/۰۷
۷	فاصله از مراتع متوسط	۰/۰۲	۱۴	فاصله از روستا	۰/۰۴



شکل ٤. نقشه شدت جریان بز وحشی در استان هرمزگان

نتایج حاصل از مدل مطلوبیت بز وحشی نشان داد که بخش‌های غربی، مرکزی و شمالی استان بیش‌ترین احتمال حضور این گونه را دارد و بخش‌های جنوبی و شرقی کم‌ترین میزان مطلوبیت را دارد. نتایج نشان می‌دهد که کل منطقه حفاظت‌شده پرزوئیه، نواحی جنوبی هرمود، نواحی غربی کشار، مناطق شرقی و مرکزی گنو، مرکزی و غربی طارم و کل منطقه حفاظت‌شده هماگ و باز مطلوبیت بالایی دارند و جهت حمایت از این گونه پتانسیل مناسبی خواهند داشت.

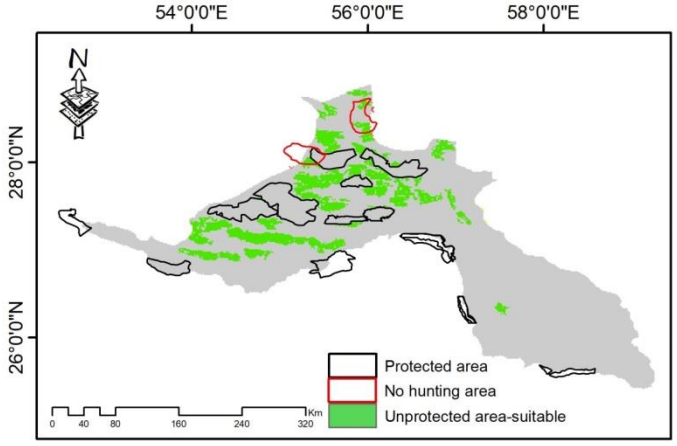
لکه‌های ناپیوسته و مطلوب مابین منطقه حفاظت‌شده پرزوئیه و خورخوران- پروزئیه و سراج دیده می‌شود. منطقه حفاظت‌شده سراج مطلوبیت بالایی ندارد با این حال با توجه به وجود لکه‌های زیستگاهی مطلوب در بین این نواحی و در واقعیت زمینی حضور گونه

و نقاط حضور در این نواحی می‌توان به گسترش شبکه حفاظتی در این مناطق توجه کرد. هم‌چنین مابین هرمد و طارم نیز نواحی با مطلوبیت بالا به‌صورت لکه‌های ناپیوسته وجود دارد. بخش مرکزی استان به‌ویژه در مناطق جنوبی هماگ نیز نواحی ناپیوسته و مطلوبی برای بقا این گونه دیده می‌شود.

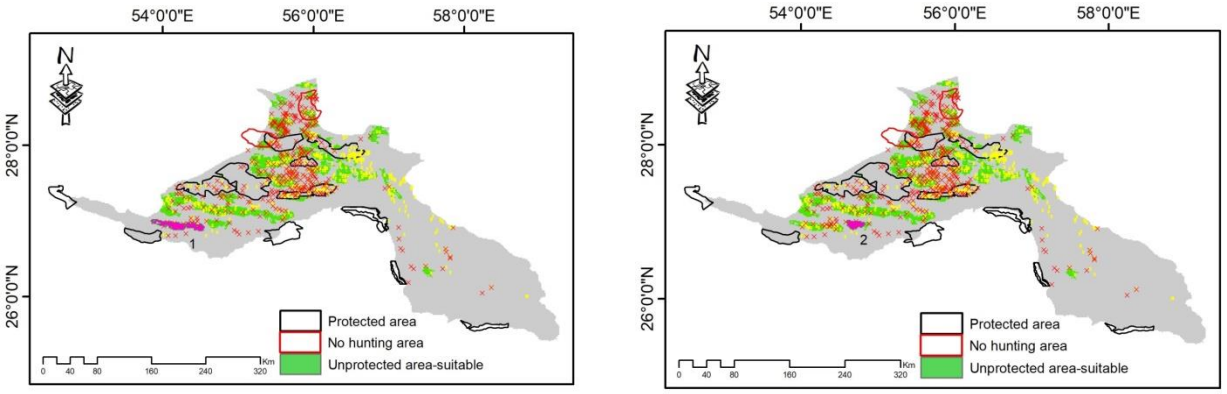
شدت جریان در بخش‌های جنوب‌غربی در نواحی مابین مناطق حفاظت‌شده سراج و پرزوئیه و هرمود- طارم، هرمود- باز و هرمد- کشار بیش‌ترین شدت را نشان می‌دهد. منطقه حفاظت‌شده سراج و پرزوئیه از طریق سه مسیر ارتباطی به یکدیگر متصل شده‌اند. مسیر اصلی در بخش شمالی قرار گرفته است که مطلوبیت بالاتری دارد. دو مسیر دیگر به‌دلیل وجود تعارضات انسانی از جمله مناطق روستایی و شهری از شدت جریان کم‌تری برخوردار است. پیوستگی زیستگاهی در نواحی مرکزی استان به‌ویژه در اتصال نواحی زیستگاهی هرمود- طارم، هرمود- باز و هرمود- کشار برای گونه بز وحشی حائز اهمیت است.

نتایج آنالیز گپ

با توجه به آنالیز گپ به‌نظر می‌رسد علاوه بر گسترش مناطق حفاظت‌شده طارم و هماگ، منطقه حفاظت‌شده هرمد به سمت جنوب و شمال و منطقه حفاظت‌شده پرزوئیه به سمت جنوب‌غربی نیز برای عریض نمودن شبکه حفاظتی استان مناسب باشند. به‌علاوه، تعیین مرز مناطقی در نواحی شرقی استان به‌عنوان شکار ممنوع نیز می‌توان به جمعیت موجود در آن نواحی کمک شایان توجهی نماید. نقشه حاصل از آنالیز گپ برای گونه بز وحشی در استان هرمزگان در شکل‌های (۵) و (۶) نشان داده شده است. مطابق با نقشه حاصل نواحی سبز رنگ مناطقی هستند که حفاظت‌شده نیستند ولی پتانسیل بالقوه جهت حفاظت از این گونه را خواهند داشت. با توجه به آنالیز گپ انجام شده مناطق پیشنهادی جهت توسعه شبکه حفاظت‌شده استان هرمزگان مطابق شکل‌های زیر می‌باشد.



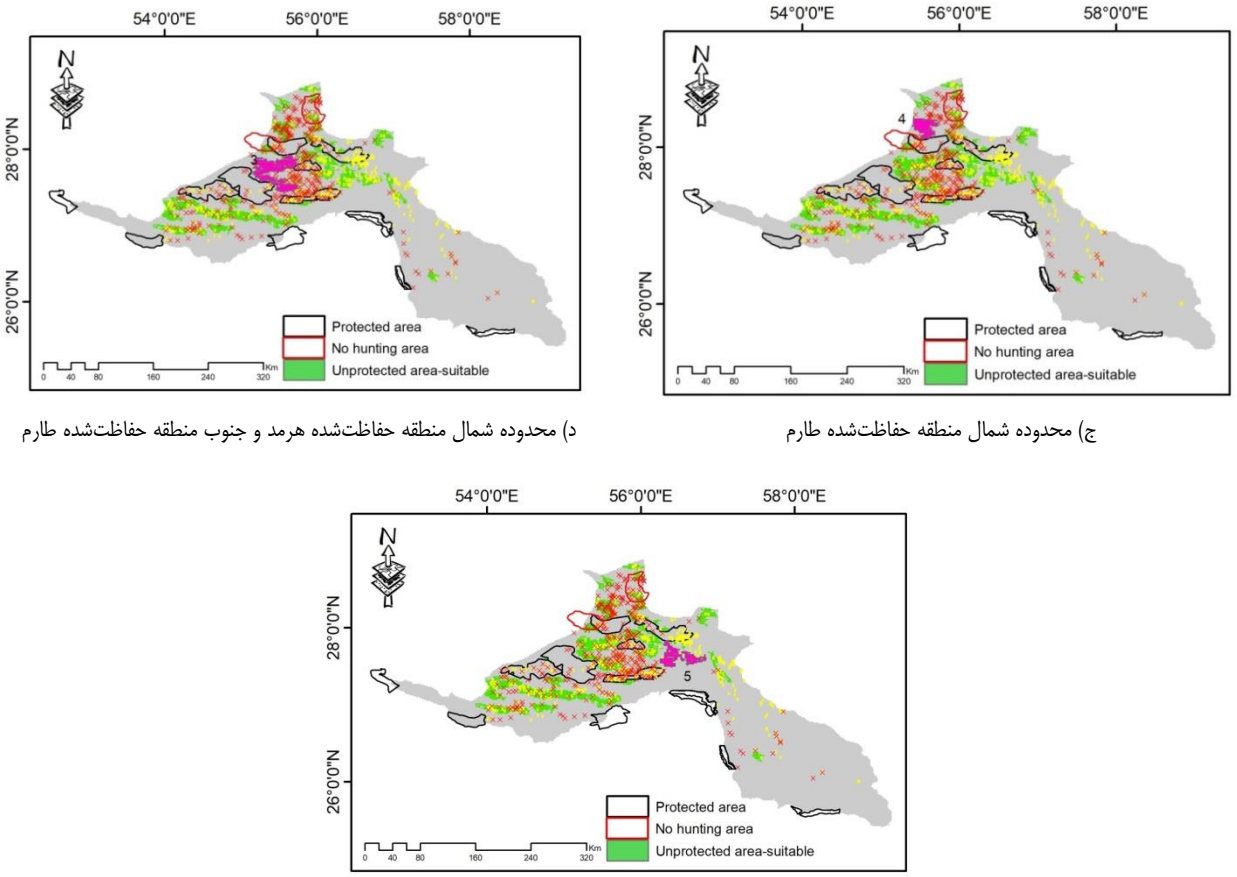
شکل ۵. نقشه حاصل از آنالیز گپ برای گونه بز وحشی در استان هرمزگان



ب) محدوده شمال منطقه حفاظت‌شده سراج

الف) محدوده شمال منطقه حفاظت‌شده هرمد

شکل ٦. نقشه‌های حاصل از آنالیز گپ برای گونه بز وحشی در استان هرمزگان به‌همراه نقاط حضور



ج) محدوده شمال منطقه حفاظت‌شده طارم

د) محدوده شمال منطقه حفاظت‌شده هرمد و جنوب منطقه حفاظت‌شده طارم

و) محدوده جنوب منطقه حفاظت‌شده پرزوئیه

ادامه شکل ٦. نقشه‌های حاصل از آنالیز گپ برای گونه بز وحشی در استان هرمزگان به‌همراه نقاط حضور

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاهی گونه کانونی بز وحشی با استفاده مدل‌های موجود در پکیج Biomod2 و آنالیز گپ پرداخته شد. اضافه‌شدن زیستگاه‌های با ارزش یا به‌عبارتی گپ‌ها به شبکه مناطق حفاظت‌شده موجود به‌واسطه عملکردی که دارند، موجب افزایش کارایی شبکه های حفاظتی خواهد شد. نتایج حاصل از مدل مطلوبیت بز وحشی نشان داد که بخش‌های غربی، مرکزی و شمالی استان بیش‌ترین احتمال حضور گونه را دارد. با این حال برای گونه بز وحشی، شمال استان از شدت مطلوبیت بالاتری برخوردار است و لکه‌های زیستگاهی مابین مناطق از پیوستگی و وسعت بیش‌تری برخوردار هستند. مطابق با نقشه‌های تهیه‌شده، کل منطقه حفاظت‌شده پرزوئیه، جنوب هرمود، کل زیستگاه کشار، گنو، باز و هماگ و نواحی جنوبی طارم از مطلوبیت بالایی برخوردار هستند. وسعت نواحی مطلوب برای این گونه با توجه به اینکه گونه‌ای ساکن نواحی کوهستانی است، زیاد می‌باشد. بخش‌های جنوبی و شرقی استان با وجود نقاط حضور بز وحشی، مطلوبیت بالایی را نشان نمی‌دهد. نواحی شناسایی‌شده در مطالعه حاضر به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علفخواران استان هرمزگان و مطالعه Almasieh *et al.* (2017) به‌عنوان گوشتخوار چتر استان، حاکی از اهمیت نواحی و مناطق حفاظت‌شده به‌ویژه در شمال، مرکز و نواحی محدودتری در غرب و شرق استان دارد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که مدل‌های GLM، MaxEnt، MARS، GAM و GBM در یک سطح تقریباً مشابه بهترین مدل در پیش‌بینی پراکنش بز وحشی هستند و مدل‌های ANN، SRE، CTA و FDA نسبت به سایر مدل‌ها از قدرت پیش‌بینی کم‌تری برخوردار هستند. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که بهترین مدل با در نظر گرفتن ضرایب AUC و TSS مدل‌های GAM و MaxEnt هستند که با مطالعات Shamsasfandabad & Kabuli (2018) مطابقت دارد.

اهمیت متغیرهای پیش‌بینی کننده ورودی به مدل‌ها، شیب به‌عنوان مهم‌ترین متغیر توپوگرافی برای گونه بز وحشی بوده است. با توجه به این‌که گونه بز وحشی ساکن کوهستان‌ها هستند می‌توان این پارامتر را به زیستگاه گونه مرتبط دانست. متغیر بارش به‌عنوان دومین متغیر مهم در پراکنش بز وحشی تعیین شد.

اهمیت بارش در تعیین پراکنش علفخواران را می‌توان اینگونه توجیه کرد که بارش نقش عمده‌ای در پوشش گیاهی به‌ویژه در نواحی خشک و بیابان‌ها دارد (Bertiller *et al.*,1995). دردسترس‌بودن پوشش گیاهی نیز به‌عنوان یک مؤلفه زیستگاهی در تعیین پراکنش علف‌خواران از اهمیت زیادی برخوردار است و نتایج حاصل از مطالعه Rezvani *et al.* (2020) نیز به‌خوبی نتیجه این مطالعه را تأیید می‌کند (Fryxell, 1991). Sarhangzadeh *et al.* (2014) و Naqibzadeh *et al.* (2018) در پناهگاه حیات وحش بورویه استان یزد نتایج مشابهی در خصوص مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی (*Ovis Orientalis*) ارائه نموده‌اند.

شدت جریان در بخش‌های جنوب غربی در نواحی مابین سراج و پرزوئیه و هرمود- طارم، هرمود- باز و هرمد-کشار بیش‌ترین شدت را نشان می‌دهد. این نواحی در مطالعه Almasieh *et al.* (2017) نیز برای ارتباط زیستگاهی خرس سیاه مناسب شناسایی شده است. موانع موجود در مسیرهای شناسایی شده از جمله جاده‌ها و وضعیت سکونتگاه‌ها شدت جریان عبوری در این نواحی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که باید در زمان تعیین اولویت حفاظتی به شدت ترافیک و تردد جاده‌ای و تراکم روستاها و مراکز شهری دقت نمود که با مطالعات Miranzadeh *et al.* (2018) مطابقت دارد. هم‌چنین *Hosseini et al.* (2017) در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه بز وحشی (*Capra aegargrus*) در استان گلستان نشان دادند سه عامل شیب، ارتفاع و پوشش گیاهی به‌عنوان مهم‌ترین متغیر در مطلوبیت زیستگاه این گونه و جاده‌ها و مناطق انسان‌ساخت مهم‌ترین عوامل تهدید گونه محسوب می‌شوند و سبب استرس زیاد برای حیات‌وحش و تهدیدی جدی برای منطقه تلقی هستند. با توجه آنالیز گپ به‌نظر می‌رسد علاوه بر گسترش مناطق حفاظت‌شده طارم و هماگ، مناطق حفاظت‌شده هرمد به سمت جنوب و شمال و پرزوئیه به سمت جنوب‌غربی نیز برای عریض‌نمودن شبکه حفاظتی استان مناسب باشند. به علاوه تعیین مرز مناطقی در نواحی شرقی استان به‌عنوان مناطقی شکار ممنوع نیز می‌تواند به جمعیت موجود در آن نواحی کمک شایان توجهی نماید. نتایج همپوشانی مناطق منتخب حفاظتی با مناطق تحت حفاظت موجود در استان مرکزی توسط Ansari (2022) نشان داد که در برآوردن هدف حفاظتی تنها دو معیار حفاظتی موفق است و شبکه مناطق حفاظتی استان مرکزی جزو زیست‌بوم‌های آسیب‌پذیر با شکنندگی زیاد قرار دارد.

مطالعات Shamsasfandabad & Kabuli (2018) با استفاده از نرم‌افزار برنامه‌ریزی سیستماتیک حفاظت Marxan به‌منظور معرفی مناطق تکمیلی جدید به شبکه فعلی مناطق تحت حفاظت کشور نشان می‌دهد که باید حدود ۲۰ الی ۳۰ درصد از سطح کشور تحت حفاظت قرار گیرد. این مطالعه به معرفی مناطق تکمیلی برای شبکه مناطق حفاظتی کشور با رعایت موارد مهمی از جمله حداقل وسعت (کم‌ترین هزینه ممکن)، حداقل تعارض با جوامع انسانی و بیش‌ترین کارایی در حفاظت از تنوع زیستی پرداخته است که با مطالعات انجام‌شده توسط Ansari (2022) و پژوهش کنونی مطابقت دارد. نتایج این پژوهش و نقشه‌های تهیه شده نشان می‌دهد بخش‌های قابل‌توجهی از زیستگاه گونه بز وحشی در استان هرمزگان خارج از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست قرار دارد. هم‌چنین عوامل تهدید طبیعی و انسان‌ساخت در مناطق حفاظت‌شده فعلی مطوبیت زیستگاه‌های این گونه را کم ساخته است. بنابراین برنامه‌ریزی سیستماتیک حفاظت و توسعه شبکه مناطق حفاظت‌شده در استان هرمزگان برای حفظ جمعیت گونه بز وحشی اجتناب‌ناپذیر است.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رساله دوره دکترای تخصصی در رشته محیط زیست می‌باشد. بدین وسیله از همکاری اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان و هم‌چنین دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس بابت حمایت‌های مالی، خدمات کارشناسی، بازدیدهای میدانی و ارتقای کیفی این پژوهش تیم مطالعاتی را یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع از طرف نویسندگان وجود ندارد.

References

Ahmadzadeh, F., Flecks, M., Carretero, M. A., Mozaffari, O., Böhme, W., Harris, D. J., Freitas, S., & Rödder, D. (2013). Cryptic speciation patterns in Iranian rock lizards uncovered by integrative taxonomy. *PloS one*, 8(12), e80563.

Almasieh, K., Kabuli, M., Rasouli Nasab, F., Qadirian, T., Fahimi, H., & Abtin, A. (2017). Identifying habitat blocks and corridors for the Iranian black bear (*Ursus thibetanus gedrosianus*) in Hormozgan province. *Journal of Animal Environment*, 9(1), 31-37.

Ansari, A. (2022). Assessment of the Conservation Area Network Development in Markazi Province Using Landscape Metrics. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 10(3), 65-80.

Belote, R. T., Dietz, M. S., McRae, B. H., Theobald, D. M., McClure, M. L., Irwin, G. H.,McKinley, P. S., Gage, J. A., & Aplet, G. H. (2016). Identifying corridors among large protected areas in the United States, *PloS one* , 11 (4), 1-16.

Bennett, A. F. (2003). Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in Wildlife conservation, Publi 2nd, IUCN, Gland, Switzerland and cambridge, UK.

Bertiller, M. B., Elissalde, N. O., Rostagno, C. M & Defosse, G. E. (1995). Environmental patterns and plant distribution along a precipitation grardient in western Patagonia. *Journal of Arid Environments*, 29(1), 85-97.

Bonn, A., Rodrigues, A.S.L., & Gaston, J. (2002). Threatened and endemic species: are they good indicators of patterns of biodiversity on a national scale?. *Ecology Letters*, 5, 733-741.

Brooks,T. M., Bakarr, M. I., Boucher, T., Da Fonseca, G. A .B., Hilton-Taylor, C., Hoekstra, J. M., Moritz, T., Olivier, S., Parrish, J., Pressey, R. L., Rodrigues A. S. L., Sechrest, W., Stattesfield, A., Strahm,W., & Stuart, S. N.(2004). Coverage provided by the global protected-area system: Is Enough? *Bioscience*, 54 (12), 1081-1091.

Bukombe, J., Marealle, W., Kimaro, J., Kija, H., Kavana, P., Kakengi, V., ... & Lobora, A. (2022). Viability assessment of the Wami-Mbiki Game Reserve to Nyerere National Park wildlife corridor in southern Tanzania. *Global Ecology and Conservation*, 39, e02259.

Esfandeh, S., & Kaboli, M. (2019). Using simulated annealing optimization algorithm for prioritizing protected areas in Alborz province, Iran. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 11, 100211.

Fabrizio, M., Di Febbraro, M., D'Amico, M., Frate, L., Roscioni, F., & Loy, A. (2019). Habitat suitability vs landscape connectivity determining roadkill risk at a regional scale: a case study on European badger (Meles meles). *European Journal of Wildlife Research*, 65(7), 7-14.

Farhadinia, M. S., Ahmadi, M., Sharbafi, E., Khosravi, S., Alinezhad, H., & Macdonald, D. W. (2015). Leveraging trans-boundary conservation partnerships: Persistence of Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) in the Iranian Caucasus. *Biological Conservation*, 191, 770-778.

Fryxell, J. M. (1991). Forage quality and aggregation by large herbivores. *The American Naturalist*. 138(2), 478-498.

Giovanelli, J. G., de Siqueira, M. F., Haddad, C. F., & Alexandrino, J. (2010). Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*, 221(2), 215-224.

Hamaide, V., Hamaide, B., & Williams, J. C. (2022). Nature reserve optimization with buffer zones and wildlife corridors for rare species. *Sustainability Analytics and Modeling*, 2, 100003.

Hansen, A. J. & Defries, R. (2007). Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands. *Ecological Applications*, 17(4), 974-988.

Hofman, M. P., Hayward, M. W., Kelly, M. J., & Balkenhol, N. (2018). Enhancing conservation network design with graph-theory and a measure of protected area effectiveness: Refining wildlife corridors in Belize, Central America. *Landscape and Urban Planning*, 178, 51-59.

https:// www.chelsa-climate.org

https:// www.hormozgan.doe.ir

https://www.iucnredlist.org

Khosravi, R., Hemami, M. R., Malekian, M., Silva, T. L., Rezaei, H. R., & Brito, J. C. (2018). Effect of landscape features on genetic structure of the goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Central Iran. *Conservation genetics*, 19(2), 323-336.

Leverington, F., Costa, K. L., Courrau, J., Pavese, H., Nolte, C., Marr, M., Coad L., Burgess, N., Bomhard, B., & Hockings, M. (2010). Management effectiveness evaluation in protected areas – a global study. Second edition. The University of Queensland, Brisbane Australia.

Mairota, P., Cafarelli, B., Boccaccio, L., Leronni, V., Labadessa, R., Kosmidou, V., & Nagendra, H. (2013). Using landscape structure to develop quantitative baselines for protected area monitoring. *Ecological Indicators*, 33, 82-95.

Majnoonian, E. (2014). Protected Areas (Basics and Measures for Protecting Parks and Areas in Iran and the World), Daynegar Publications, 425 pages.

Majumdar, K., Adhikari, D., Datta, B.K. & and Barik, S.K. (2019). Identifying corridors for landscape connectivity using species distribution modeling of *Hydnocarpus kurzii* (King) Warb. a threatened species of the Indo-Burma Biodiversity Hotspot. *Landscape and ecological engineering*, 15(1), 1, 13-23.

Malkootikhah, S., Fakharan, S., Hemami, M. R., & Sen J. (2020). Evaluating potential of arid and semi-arid regions in maintaining suitable habitats for montane ungulates under climate change Case study: wild sheep (*Ovis* sp.) and wild goat (*Capra aegagrus*). *Journal of Animal Environment*, 12 (1), 9-16.

Mammides, C., Goodale, E., Elleason, M., & Corlett, R. T. (2021). Designing an ecologically representative global network of protected areas requires coordination between countries. *Environmental Research Letters*, 16, 121001.

Margules, C. R. & and Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405, 243-253.

Miranzadeh, R., Sarhangzadeh, J., Irannejad Parisi, M.H., & 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.

Moilanen, A., Wilson, K. A. & Possingham, H. P. (2009). Spatial Conservation Prioritization: Quantitative Methods and Computational Tools. Oxford University Press, Oxford. 320 p.

Naqibzadeh, A., Rezaei, N., Sarhangzadeh, J., & Seydi, N. (2018). Modeling the Habitat Desirability of Wild Sheep Species in Borouieh Wildlife Sanctuary, Yazd Province Using the Maximum Entropy Method (MAXENT). *Journal of Animal Environment*, 10 (4), 75-82.

Nematollahi, S., Fakheran, S., Jafari, A., Pourmanafi, S., & Kienast, F. (2022). Applying a systematic conservation planning tool and ecological risk index for spatial prioritization and optimization of protected area networks in Iran. *Journal for Nature Conservation*, 66, 126144.

Paola, M., Cafarelli, B., Boccaccio, L., Leronni, V., Labadessa, R., Kosmidou, V., & Nagendra H. (2013). Using landscape structure to develop quantitative baselines for protected area monitoring. *Ecological Indicators*, 33, 82-95.

Parks, S. A., Carroll, C., Dobrowski, S. Z., & Allred, B. W. (2020). Human land uses reduce climate connectivity across North America. *Global Change Biology*, 26(5), 2944-2955.

Peter, C., Bruford, M., Perez, T., Dalamitra, S., Hewitt, G., & Erhardt, G. (2007). Genetic diversity and subdivision of 57 European and Middle-Eastern sheep breeds. *Animal Genetics*, 38, 37-44.

Qin, S., Golden Kroner, R. E., Cook, C., Tesfaw, A. T., Braybrook, R., Rodriguez, C. M., ... & Mascia, M. B. (2019). Protected area downgrading, downsizing, and degazettement as a threat to iconic protected areas. *Conservation Biology*, 33(6), 1275-1285.

Rathnayake, C. W., Jones, S., Soto-Berelov, M., & Wallace, L. (2022). Assessing protected area networks in the conservation of elephants (*Elephas Maximus*) in Sri Lanka. *Environmental Challenges*, 9, 100625.

Rezvani, A., Fakharan, S., Sufianian, A., M., Hemami, M. R. & Tarkesh M. (2019). Combining Electrical Circuit Model and Maximum Entropy for designing Protected Corridors between Isfahan and Markazi Provinces. *Journal of Animal Environment*, 11 (2), 27-36.

Rezvani, A., Malakoutikhah, S., Fakheran, S., Soffianian, A., Hemami, M. R., & Senn, J. (2020). Comparing landscape suitability and permeability with and without migration data: theinfluence of species movement behavior. *Turkish Journal of Zoology*, 44(4), 335-345.

Shamsasfandabad, B., & Kabuli, M. (2018). Developing a network of protected areas using a systematic planning approach in Iran. *Journal of Animal Environment*, 10 (4), 147-162.

Shabani, A., Habibzadeh, N., & Hosseini Qhomi, M. (2017). Prioritization of Potential Linkages among Protected Areas in East Azerbaijan. *Geography and Environmental Sustainability*, 23, 67-82.

Sreekar, R., Zeng, Y., Zheng, Q., Lamba, A., Teo, H. C., Sarira, T. V., & Koh, L. P. (2022). Nature-based climate solutions for expanding the global protected area network. *Biological Conservation*, 269, 109529.

Suksavate, W., Duengkae, P., & Chaiyes, A. (2019). Quantifying landscape connectivity for wild Asian elephant populations among fragmented habitats in Thailand. *Global Ecology and Conservation*, 19, e00685.

Thuiller,W., Albert, C., Araujo, M. B., Berry, P. M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G. F., Paterson, J., Schurr, F. M., Sykes, M. T. & Zimmermann, N. E. (2008). Predicting global change impacts onplant species distributions: future challenges. Perspectives in Plant Ecology, *Evolution and Systematics*, 9, 137–152.

Toor, M.L.; Jaberg, C. & Safi, K. (2011). Integrating sex-specific habitat use for conservation using habitat suitability models. *Animal Conservation*, 14, 512-520.

Wikramanayake, E., McKnight, M., Dinerstein, E., Joshi, A., Gurung, B. & Smith, D. (2004). Designing a conservation landscape for tigers in human-Dominated environments. *Conservation Biology*, 81(2), 129-122.

Zhang, K., Gao, J., Zou, C., Lin, N., Yu, D., Cao, B., & Wang, Y. (2020). Expansion of protected area networks integrating ecosystem service and social-ecological coordination. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01298.

Ziaie, H. (2014) A field guide to the mammals of Iran. Department of the Environment. 423 pages.