

Investigation of the role and importance of wildlife corridors between dareh anjir wildlife refuge and Kuh-e-Bafq protected area (Case study: *Capra aegagrus* species)

Fatemeh Bahadori Amjas¹, Maryam Morovati^{2*},
Mina Behnood¹

1. M.A. Assessment and Land Use Planning, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

2. Assistant Professor, Department of Environmental Sciences & Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran and Medicinal and Industrial Plants Research Institute, Ardakan University, P.O. Box 184, Ardakan, Iran

(Received: Nov. 20, 2019 - Accepted: Dec. 29, 2020)

بررسی نقش و اهمیت کریدورهای حیات وحش بین پناهگاه حیات وحش دره انجیر و منطقه حفاظت‌شده کوه بافق (مطالعه موردی: گونه کل و بز)

فاطمه بهادری امجز^۱، مریم مروتی^{۲*}، مینا بهنود^۱

۱. کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده کشاورزی، منابع

طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۲. استادیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و

منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران و عضو پژوهشکده گیاهان

دارویی و صنعتی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۲۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۹)

Abstract

Today, the migration and movement of organisms among patches has been considered to prevent habitat isolation. The purpose of this study is to identify suitable habitats for *Capra aegagrus* species in Dareh Anjir Wildlife Refuge and Kuh-e-Bafq Protected Area and connecting these two habitats. In this study, the maximum entropy algorithm and the least cost method were used to evaluate habitat suitability and design the corridor of *Capra aegagrus* species respectively. For this purpose, at first, species presence data along with eight environmental variables (direction, height, plant density, distance from the river, distance from the road, slope, vegetation and distance from the village) were entered into Maxent software and The utility map was prepared, Then the resistance map and the cumulative cost layer were prepared in Arc GIS10.1. Finally Corridor command was used to plot the corridor using Arc GIS10.1 software in Spatial Analyst tools Distance. The results of the Maxent model showed Jack Nayef analysis, the most important factor in scattering of *Capra aegagrus* in the study area is the slope variable. In the ROC chart, The AUC value of the training data was 0.961, which indicates that the high detection power of the model (separation of presence and absence of species) is Excellent. Also the results of the least cost method showed that of the ten corridors plotted, none of the corridors interconnects the two zones. Therefore, in order to prevent the isolation of habitats, it is necessary to take appropriate management practices and create suitable conditions for the species between these two areas, because the connection between habitats is needed to protect and manage natural ecosystems.

Keywords: Corridor, *Capra aegagrus*, Dareh Anjir Wildlife Refuge, Kuh-e-Bafq Protected Area, Modeling of the habitat suitability.

چکیده

امروزه مهاجرت و جابه‌جایی موجودات در میان تکه‌های زیستگاهی به‌منظور جلوگیری از انزوای زیستگاه‌ها مورد توجه قرار گرفته است. هدف این مطالعه شناسایی زیستگاه‌های مطلوب برای گونه کل و بز در پناهگاه حیات وحش دره انجیر و منطقه حفاظت‌شده کوه بافق و اتصال این دو زیستگاه می‌باشد. در این مطالعه از الگوریتم آنترپی بیشینه برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاه و روش حداقل هزینه برای طراحی کریدور گونه کل و بز استفاده شد. بدین منظور ابتدا داده‌های حضور گونه به همراه هشت متغیر محیطی (جهت، ارتفاع، تراکم گیاهی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، پوشش گیاهی و فاصله از روستا) وارد نرم‌افزار مکسنت گردید و نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شد. سپس نقشه مقاومت و لایه هزینه تجمعی در محیط Arc GIS10.1 تهیه گردید. در نهایت برای رسم کریدور در نرم‌افزار Arc GIS10.1 در قسمت Spatial Analyst tools Distance از دستور Corridor استفاده شد. نتایج حاصل از مدل مکسنت نشان داد؛ آزمون جک نایف، مهمترین عامل در پراکندگی گونه کل و بز در منطقه مورد مطالعه را متغیر شیب معرفی می‌کند و در نمودار ROC، مقدار AUC داده‌های آموزشی ۰/۹۶۱ به‌دست آمد که نشان‌دهنده بالابودن قدرت تشخیص مدل (تفکیک نقاط حضور و عدم حضور گونه از هم) در حد بسیار عالی می‌باشد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از روش حداقل هزینه نشان داد که از ده کریدور ترسیم شده، هیچ‌کدام از کریدورها دو منطقه را به هم متصل نمی‌کند، لذا لازم است به‌منظور جلوگیری از منزوی شدن زیستگاه‌ها، اقدام مدیریتی مطلوبی انجام گیرد و شرایط مناسب برای گونه در بین این دو منطقه ایجاد گردد چرا که اتصال بین زیستگاه‌ها برای حفاظت و مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی مورد نیاز است.

واژه‌های کلیدی: پناهگاه حیات وحش دره انجیر، کریدور، کل و بز، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، منطقه حفاظت‌شده کوه بافق.

مقدمه

گونه‌ها، جمعیت‌ها و گونه‌های جدید، پیش‌بینی اثرات تخریب زیستگاه‌ها، طراحی برنامه‌های حفاظتی و ذخیره‌گاه‌ها، پیش‌بینی هجوم گونه‌ها و پیش‌بینی اثرات تغییرات اقلیمی شناخت حاصل نمایند (Bragin *et al.*, 2017). با روش‌های مدل‌سازی زیستگاه می‌توان به یک تخمین در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش بدون نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژی و رفتار گونه دست یافت (Rouhi *et al.*, 2017). از جمله این روش‌ها می‌توان به روش حداکثر آنتروپی پیشینه (Maxent) اشاره کرد (Morovati *et al.*, 2016). Maxent یک روش همه‌منظوره برای انجام پیش‌بینی‌ها و استنتاج‌ها از اطلاعات ناقص است. همچنین یکنواخت‌ترین توزیع (پیش‌بینی بی‌نظمی) از نقاط نمونه‌برداری شده را در مقایسه با زمینه و با در نظر گرفتن محدودیت‌های به‌دست‌آمده از داده‌ها برآورد می‌کند (Malekpour *et al.*, 2017). این روش فقط نیازمند نقاط حضور گونه‌ها است و می‌توان هم متغیرهای وابسته پیوسته و هم کلاسه‌بندی‌شده را در مدل‌سازی مورد توجه قرار داد (Morovati *et al.*, 2016). یکی دیگر از ویژگی بسیار مهم سیمای سرزمین ارتباط است، که در صورت نابودی آن، تنوع زیستی در معرض خطر جدی قرار می‌گیرد (Abdollahi & Eldermi, 2017). کریدورها برای اتصال مناطق زیستگاه اصلی گونه و آسان کردن جابه‌جایی اهمیت دارد و اثرات منفی تکه‌تکه شدن زیستگاه را کاهش می‌دهد و انعطاف‌پذیری بیشتری برای مواجهه با تنش‌ها را ایجاد کرده (Brost & Beier, 2012) و نقش اصلی را برای مهاجرت گونه بین این مناطق ایفا می‌نماید، زیرا کریدورهای ارتباطی را تشکیل داده که گونه‌ها از طریق آنها میان مناطق حفاظت‌شده مهاجرت می‌کنند (Edwards *et al.*, 2010). اتصال مناطق برای برنامه‌های حفاظت شبکه زیستگاهی گونه‌های حیاتی است (Dickson *et al.*, 2013) و این اتصال بین لکه‌های زیستگاهی و جمعیت‌ها عامل مهمی است که بر گستره وسیعی از فرآیندهای بوم‌شناختی نظیر

زیستگاه فضایی است که در آن جانوران با جابه‌جایی، نیازهای حیاتی خود را تأمین می‌کنند. بنابراین زیستگاه مناسب مکانی است که ساختار عوامل تشکیل‌دهنده آن پاسخگوی نیازهای حیاتی و جابه‌جایی آن باشد (Panahandeh *et al.*, 2018). از مهم‌ترین اولویت‌های مدیریت حیات وحش، حفاظت از جمعیت و گونه‌ها در زیستگاه طبیعی است چرا که تخریب و چندپارگی زیستگاه و شکار بی‌رویه از عوامل اصلی انقراض بسیاری از گونه‌های حیات وحش در زیستگاه طبیعی به حساب می‌آید (Karami *et al.*, 2018). حیات وحش یکی از شاخص‌های زیستی اکوسیستم‌ها و یکی از معیارهای مهم تنوع زیستی است که حفظ آن، مستلزم شناخت گونه، ارتباط گونه با متغیرهای زیستگاهی می‌باشد. عدم شناخت کافی از جانوران و اهمیت آنها در حفظ تنوع زیستی و تأثیرات متقابل‌شان بر محیط، موجب شده تا در برخی از مناطق، گونه‌های جانوری و زیستگاه آنها از بین رفته و حتی در بسیاری از مناطق تحت مدیریت محیط-زیست بسیاری از گونه‌ها در معرض خطر قرار گیرد (Sarhangzadeh *et al.*, 2018). تنوع زیستی یک ویژگی مهم زیست‌محیطی و یک کالای غیرقابل جبران برای جامعه است (Kazemi *et al.*, 2018) و در سراسر جهان در حال تغییر است و این تغییر بیشتر منفی است (Turak *et al.*, 2016). وجود گونه‌ها به شرایط خاص محیطی بستگی دارد که باعث زنده ماندن و تولید مثل آن می‌شود. شناخت عوامل مؤثر بر وجود آن، ضرورت اساسی ارزیابی زیستگاه است (Khan *et al.*, 2016). مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه می‌تواند برای پیش‌بینی، شناسایی و حفاظت از زیستگاه‌های مهم و مطلوب و عوامل مؤثر بر این مطلوبیت، ابزار و هدف اصلی و کلیدی حفاظت در مدیریت گونه‌ها باشد (Nezami *et al.*, 2017) و به اکولوژیست‌ها اجازه می‌دهد تا نسبت به نیازهای اکولوژیکی گونه‌ها، جغرافیای زیستی و موانع پراکنش آنها، فاکتورهای محدودکننده آنها (Farashi, 2014)، تشخیص مکان‌های جدیدی برای معرفی

آنها دشت‌های به نسبت هموار و تپه ماهورها واقع شده‌اند. میانگین دمای سالیانه ۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه حدود ۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر است که موجب ایجاد منطقه‌ای با آب‌وهوای فراخشک معتدل شده است (Abedini, 2009).

منطقه حفاظت‌شده کوه بافق با مساحت ۸۸۵۲۸ هکتار در جنوب شرقی استان یزد و در فاصله ۱۰ کیلومتری شرق شهر بافق واقع شده است. این ناحیه در محدوده جغرافیایی "۲۵' ۲۸' ۵۵° تا "۲۸' ۵۵' ۵۵° طول شرقی "۲۲' ۱۸' ۳۱° تا "۲۶' ۴۵' ۳۱° عرض شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع در شمال غرب منطقه ۱۰۵۴ متر و بیش‌ترین ارتفاع ۲۸۴۱ متر از سطح دریا در جنوب شرق منطقه قرار دارد. کوه بافق دارای چشم‌انداز غالب کوهستانی است و اقلیم بیابانی گرم و خشک (با زمستان‌های سرد) بر آن حکم فرماست. دمای هوا از ۵۰ درجه سانتی‌گراد در تیرماه تا ۵- درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه متغیر است (Abedini, 2009).

گونه مورد مطالعه

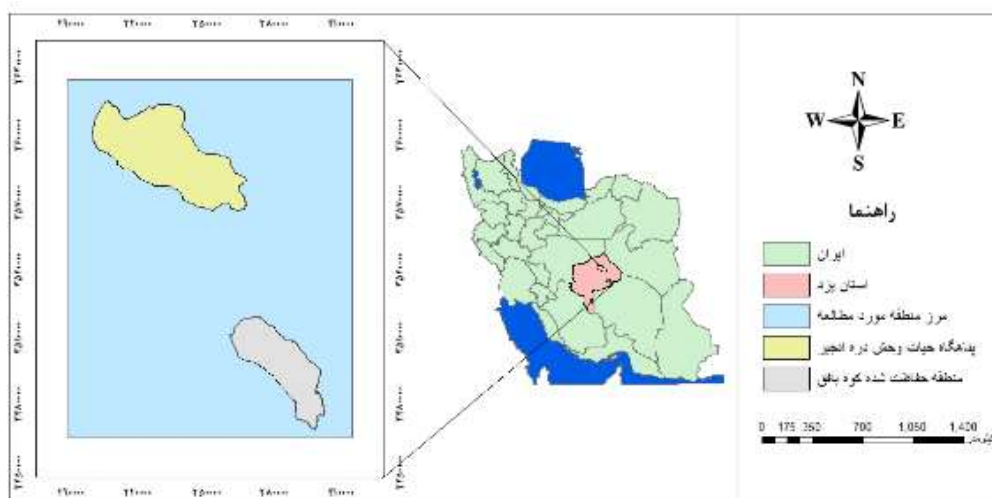
گونه کل و بز با نام علمی *Capra aegagrus* دارای جثه‌ای بزرگ‌تر از بز اهلی است. در کل و بزها، نرها که کل نامیده می‌شوند شاخ‌های بلند و شمشیرمانندی دارند. روی این شاخ‌ها گره‌هایی وجود دارد که مشخص‌کننده رشد سالیانه و سن حیوان است. شاخ بزها نسبت به شاخ کل‌ها کوتاه‌تر است. رنگ موها در بزها و کل‌های جوان قهوه‌ای متمایل به خاکستری و در کل‌های مسن به‌خصوص در فصل زمستان نخودی رنگ است. کل‌های بالغ ریش بلند و سیاهی دارند. در تمام مناطق کوهستانی کشور که دارای آب و امنیت کافی باشد، مشاهده می‌گردد. روزگرد و زندگی اجتماعی دارد. در این گونه حس بویایی، شنوایی و بینایی قوی است. از علوفه، بوته‌ها و سرشاخه درختان تغذیه می‌کنند. در مناطق گرمسیر اوایل پاییز و در مناطق سردسیر اواخر پاییز جفت‌گیری شروع می‌شود. دشمن طبیعی مهم آن پلنگ، گرگ و به تازگی یوز است (Ziaei, 2011).

بویایی ابر جمعیت‌ها، جریان ژن، بقا جمعیت‌ها، افزایش گسترده پراکنش گونه‌ها و حفظ تنوع زیستی تأثیرگذار است (Malakotikhah et al., 2013). اگر امکان حرکت و انتشار به هر دلیلی برای گونه‌ها وجود نداشته باشد و با روند سریع تغییرات و شرایط جدید سازگاری پیدا نکند، سرنوشت نهایی آنها انقراض خواهد بود (Post, 2013). ترسیم کریدور زیستگاهی با هدف حفظ، نگه‌داری و تأمین بخشی از نیازهای حیات وحش و تا حدودی تضمین انتقال و جابه‌جایی افراد جمعیت‌ها بین دو یا چند بلوک زیستگاهی، یکی از بارزترین جنبه‌های مدیریت حیات‌وحش به‌شمار می‌آید. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش حداقل هزینه اشاره کرد (Almasieh et al., 2016). آنالیز حداقل هزینه مسیری را شناسایی می‌کند که گونه با کمک آن متحمل حداقل میزان هزینه ممکن هنگام جابه‌جایی بین نواحی زیستگاهی می‌گردد (Malakotikhah, 2015). هدف این مطالعه شناسایی زیستگاه‌های مطلوب برای گونه کل و بز در پناهگاه حیات وحش دره انجیر و منطقه حفاظت‌شده کوه بافق و محدوده بین این دو زیستگاه هست. اتصال این دو زیستگاه به منظور حرکت ایمن و در عین حال مصرف حداقل انرژی توسط حیوان نقش بسیار مهمی در جریان ژنی و جلوگیری از انزوای ژنتیکی گونه دارد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در دو منطقه پناهگاه حیات وحش دره انجیر و منطقه حفاظت‌شده کوه بافق صورت گرفته است. پناهگاه حیات وحش دره انجیر با مختصات "۵۱' ۵۴' ۴۸" تا "۴۹' ۳۲' ۵۵" طول شرقی و "۵۰' ۱۰' ۳۲" تا "۵۸' ۳۶' ۳۲" عرض شمالی و با مساحت ۱۷۵۰۰۰ هکتار در شهرستان اردکان یزد و ۲۵ کیلومتری خرانق واقع شده است. دامنه ارتفاعی منطقه بین ۸۳۰ تا ۲۲۹۳ متر بالاتر از سطح دریا متغیر است. از نظر توپوگرافی، پناهگاه حیات وحش دره انجیر شامل سه لکه ارتفاعی بوزوآ، هزار دره و نی باز است که بین



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شد این متغیرها شامل جهت، ارتفاع، تراکم گیاهی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده، شیب، پوشش گیاهی و فاصله از روستا می‌باشد. آنالیز MaxEnt نیاز به متغیرهایی دارد که با هم همبستگی نداشته باشند یا میزان همبستگی آنها با هم کم باشد، از آنجایی که میزان همبستگی بین متغیرهای محیط زیستی کمتر از ۰/۸ بود هیچکدام از متغیرها از آنالیز حذف نشدند. این متغیرها با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.1 بر طبق فرمت مکسنت (asc) تهیه و برای ورود به نرم‌افزار آماده شدند.

به منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه مورد مطالعه از نرم‌افزار Maxent 3.3.3e استفاده شد. متغیرهای محیطی انتخاب شده به همراه نقاط حضور گونه مورد مطالعه به عنوان متغیرهای ورودی وارد نرم‌افزار شد. برای این که ما یک ارزیابی درست از مدل داشته باشیم دو دسته نمونه‌گیری تصادفی از داده حضور داریم Test data یا داده‌های ارزیابی‌کننده و Training data یا داده‌های آموزشی. با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده میزان داده‌های Test ۲۵ تا ۳۰ درصد داده‌های حضور و میزان داده‌های Training، ۷۰ تا ۷۵ درصد از داده‌های حضور در نظر می‌گیرند. در این پژوهش برای اجرای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از ۷۰ درصد نقاط حضور به

روش کار

در این پژوهش از نرم‌افزار مکسنت برای ایجاد نقشه مطلوبیت زیستگاه و از روش آنالیز کمترین هزینه مسیر، برای شناسایی و ترسیم گذرگاه‌ها استفاده گردید. لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای تحلیل در نرم‌افزار مکسنت را می‌توان به دو دسته زیر طبقه‌بندی کرد:

الف) نقاط حضور گونه مورد مطالعه در منطقه

ب) نقشه‌های متغیرهای مستقل محیط‌زیستی

ثبت نقاط حضور گونه در زیستگاه‌های طبیعی توسط محیط‌بانان و نیز کارشناسان اداره محیط‌زیست استان یزد در منطقه با بازدیدهای میدانی از سال ۱۳۹۶ تا سال ۱۳۹۷ صورت گرفت. در هر بازدید با مشاهده مستقیم گونه، نمایه (سرگین) و ردپا مختصات جغرافیایی نقطه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) به عنوان نقطه حضور ثبت گردید. در منطقه دره انجیر ۵۷ نقطه و کوه بافق ۸۳ نقطه جمع‌آوری شد.

یکی از مهم‌ترین گام‌ها برای ورود به تحلیل و برآورد مدل انتخاب زیستگاه، انتخاب متغیرهای متناسب است. متغیرهای زیستگاهی مورد استفاده در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه در این پژوهش بر اساس مطالعات انجام‌شده پیرامون زیستگاه و نیازهای بوم‌شناختی گونه مطالعاتی و نظر کارشناسان مشخص

لایه حداقل هزینه نهایی به دست آمد. در مورد محدوده مورد مطالعه بعد از به دست آمدن لایه حداقل هزینه تجمعی، برای شناسایی بیشترین تعداد کریدورها لایه مذکور در نرم افزار GIS طبقه بندی شد. در نهایت کریدورهایی که دارای حداقل هزینه تجمعی کمتری بودند انتخاب و بر اساس وسعت، عرض و دیگر شرایط موجود در منطقه بهترین کریدور تعیین می شود.

نتایج

نتایج نشان داد که مهمترین عامل در پراکندگی کل و بز در منطقه مورد مطالعه شیب می باشد (شکل ۲). جدول ۱ درصد سهم نسبی هر متغیر را در پیش بینی بر اساس همبستگی پنهانی بین متغیرها (صرفاً بر مبنای اثر هر متغیر به تنهایی نمی باشد) مشخص می کند. در این مطالعه طبق نتایج حاصل از الگوریتم حداکثر آنتروپی، شیب دارای بیشترین سهم نسبی (۵۸ درصد) با اهمیت جایگشت (۴۶/۵ درصد) بالاتر در مدل می باشد و به عنوان مهمترین پارامتر غیرزنده تأثیرگذار در توزیع گونه و همچنین نقشه پیش بینی، شناخته شد، متغیر شیب به تنهایی ۴۵ درصد تغییرات کل را به خود اختصاص داده است.

جدول ۱. سهم هر متغیر در پیش بینی مطلوبیت زیستگاه

اهمیت ترتیب فاکتورها (اهمیت جایگشت - درصد)	سهم درصدی	مهمترین عامل (درصد مشارکت)
۴۶/۵	۵۸	شیب
۱۰/۵	۱۴/۶	جهت
۳/۵	۸/۱	تراکم گیاهی
۸/۹	۶/۶	فاصله از رودخانه
۱۱/۵	۶/۱	فاصله از جاده
۴/۶	۲/۵	پوشش گیاهی
۲	۲/۳	ارتفاع
۱۲/۴	۱/۸	فاصله از روستا

در نمودار ROC، خط قرمز پیش بینی مدل بر اساس ۷۰ درصد از داده های آموزشی (Training data) که برای اجرای مدل استفاده گردیده می باشد و مقدار

صورت تصادفی برای ساخت مدل و از ۳۰ درصد باقی مانده برای ارزیابی نتایج مدل استفاده شد. در قسمت Settings برای این که ما بتوانیم داده های تست داشته باشیم باید حتماً گزینه Random Seed تیک دار باشد و در قسمت Random test percentage میزان داده های تست را مشخص می کنیم (۲۵ یا ۳۰) در این پژوهش برای نمونه برداری تصادفی از روش CrossValidation و ۱۰ بار تکرار (مکسنت محدودیتی برای میزان تکرار ندارد) استفاده شد سپس مدل Run شد.

مدل حداقل هزینه

بعد از تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاهی گونه کل و بز، این لایه وارد محیط Arc GIS 10.1 گردید و اقدام به تهیه نقشه های کریدور برای گونه شد. برای ترسیم کریدورهای مناسب بین منطقه پناهگاه حیات وحش دره انجیر و منطقه حفاظت شده کوه بافق، ابتدا لایه مقاومت تهیه گردید. برای به دست آوردن لایه مذکور، لایه مدل مطلوبیت زیستگاه طبق فرمول زیر معکوس می شود.

$$((\text{layer} - z_{\max}) * -1) + z_{\min}$$

Layer = لایه مطلوبیت زیستگاه

Z_max = حداکثر ارزش لایه رستری مطلوبیت

زیستگاه

Z_min = حداقل ارزش لایه رستری مطلوبیت

زیستگاه (Miranzadeh et al., 2017).

برای ترسیم کریدورها، لایه مقاومت به تنهایی نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد، لذا بایستی برای شناسایی و طراحی کریدورها حداقل هزینه تجمعی برای منطقه محاسبه شود. برای تهیه لایه حداقل هزینه تجمعی، به دو لایه منطقه (زیستگاه اصلی) و لایه مقاومت نیاز است که با استفاده از دستور cost distance در قسمت Spatial Analyst tools Distance به دست می آید. سپس با استفاده از دستور corridor دو لایه حداقل هزینه تجمعی ترکیب و

انجام شده ۴۰۴۴۸۳ هکتار از منطقه مورد مطالعه در طبقه مطلوب قرار گرفت و ۱۵۸۹۶۲۰ هکتار باقی‌مانده در طبقه نامطلوب جای گرفت (جدول ۲).

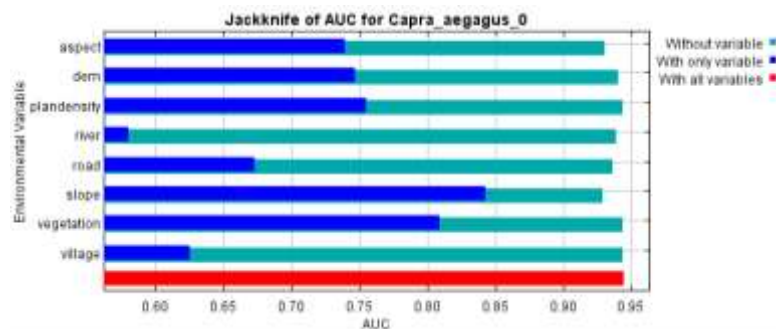
جدول ۲. مساحت زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب گونه

مورد مطالعه		زیستگاه‌ها
مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	
۴۰۴۴۸۳	۲۰/۲۸	زیستگاه مطلوب
۱۵۸۹۶۲۰	۷۹/۷۲	زیستگاه نامطلوب

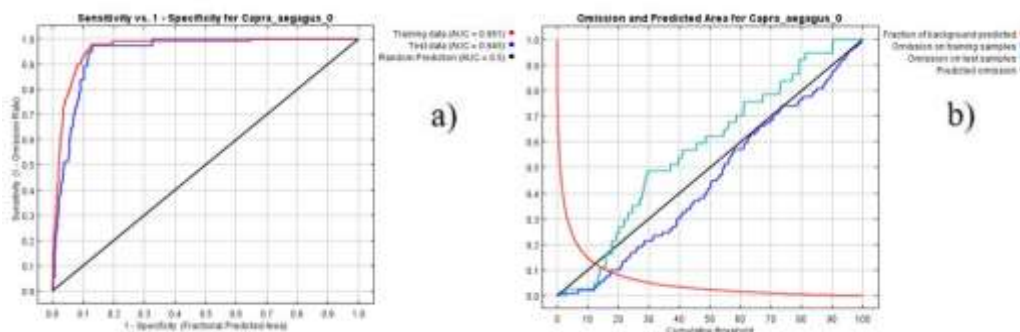
این پژوهش، شناسایی کریدورها را بر اساس تهیه نقشه‌های مطلوبیت زیستگاهی ارائه می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده از روش حداقل هزینه نشان داد که از ۱۰ کریدور ترسیم شده هیچ‌کدام از کریدورها، دو منطقه رو به هم وصل نمی‌کند. کریدور A، B، C و D نزدیک منطقه حفاظت‌شده کوه بافق و پناهگاه حیات وحش دره انجیر قرار گرفته و کریدور D اولویت بیشتری نسبت به دیگر کریدورها دارد و روستا و جاده کمتری را در بر گرفته است.

$AUC = 0.961$ عملکرد و دقت مناسب مدل را نمایش می‌دهد. همچنین خط سیاه رنگ نشان‌دهنده پیش‌بینی حضور گونه به صورت تصادفی ($AUC = 0.5$) بوده و خط آبی پیش‌بینی مدل بر اساس ۳۰ درصد از داده‌ها (Test data) که برای سنجش اعتبار مدل استفاده شده می‌باشد ($AUC = 0.945$) (شکل ۳-a). در شکل ۳-b، میزان Omission Error برای داده‌های Training کمتر از داده‌های Test است و تحلیل نرخ حذف و ناحیه پیش‌بینی شده به عنوان تابعی از آستانه تجمعی، نشان داد که نرخ حذف به نرخ پیش‌بینی شده نزدیک می‌باشد.

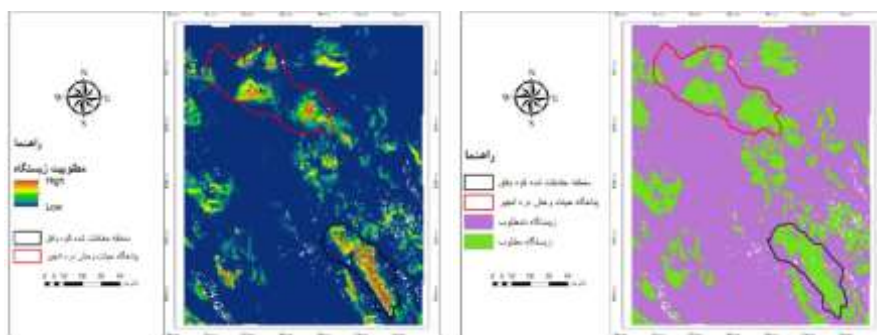
شکل ۴، نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیشترین مطلوبیت زیستگاه مربوط به منطقه حفاظت‌شده کوه بافق، بخش شمالی، مرکزی و جنوبی پناهگاه حیات وحش دره انجیر می‌باشد و اطراف این مناطق که از دشت پوشیده شده از مطلوبیت بسیار پایینی برخوردار است. در مرحله بعد نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و نامطلوب کلاسه‌بندی شد. بر اساس طبقه‌بندی



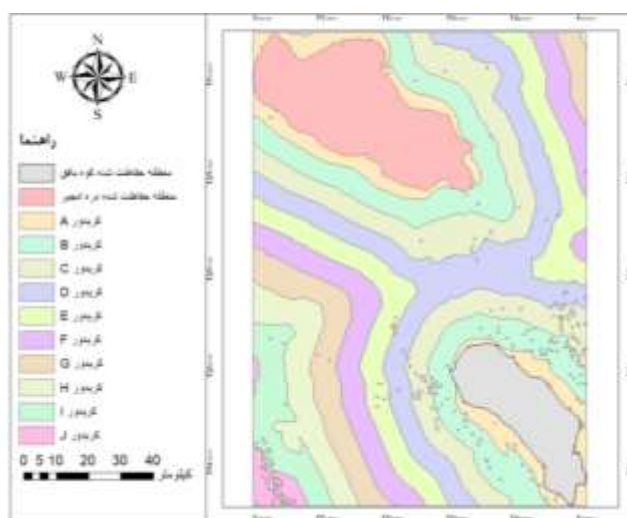
شکل ۲. نتایج آزمون جک نایف برای تعیین اهمیت هر یک از متغیرهای محیطی استفاده‌شده در مدل‌سازی مکسنت برای گونه کل و بز



شکل ۳. (a) منحنی گیرنده عامل مشخصه (ROC؛ b) منحنی میزان حذف و منطقه پیش‌بینی شده



شکل ۴. نقشه حضور کل و بز به صورت مقادیر پیوسته (مناطق با رنگ گرم نشان دهنده احتمال حضور بیشتر گونه می باشد) و نقشه های پراکندگی زیستگاه های مطلوب و نامطلوب به دست آمده از مدل سازی مکسنت برای گونه کل و بز.



شکل ۵. کریدور منطقه مورد مطالعه

مناطق ده کریدور به دست آمد، در این کریدورهای به دست آمده هیچ گونه ارتباطی بین منطقه حفاظت شده کوه بافق و پناهگاه حیات وحش دره انجیر برقرار نشد. از بین کریدورهای حاصل، کریدور D اولویت بیشتری نسبت به دیگر کریدورها دارا می باشد و جاده و روستا کمتری را دربر گرفته است. به نظر می رسد مقاومت نسبتاً بالای سیمای سرزمین در خارج از لکه های باقی مانده (عمدتاً مناطق حفاظت شده) وجود دارد و منجر به منزوی شدن گونه های موجود در مناطق حفاظت شده و کاهش تنوع زیستی می شود. لازم است به منظور جلوگیری از منزوی شدن زیستگاه ها اقدام کرد و شرایط مطلوب را برای گونه در بین این دو مناطق ایجاد کرد. اتصال بین زیستگاه ها برای حفاظت و مدیریت اکوسیستم های طبیعی مورد نیاز است. برای رسیدن به این هدف باید

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی مناطق بالقوه برای گونه کل و بز می تواند یکی از گام های مؤثر در جهت حفاظت از این گونه باشد. در پژوهش حاضر هشت متغیر برای انجام مدل سازی استفاده شد. بر اساس نتایج خروجی نرم افزار مکسنت، متغیر شیب به عنوان مهم ترین پارامتر تأثیرگذار بر پراکنش گونه شناسایی شد. بیشترین مطلوبیت زیستگاه مربوط به منطقه حفاظت شده کوه بافق، بخش شمالی، مرکزی و جنوبی پناهگاه حیات وحش دره انجیر می باشد و اطراف این مناطق از مطلوبیت بسیار پایینی برخوردار بودند. همچنین در این مطالعه ارتباطات و کریدورهای موجود بین زیستگاه های گونه کل و بز در پناهگاه حیات وحش دره انجیر و منطقه حفاظت شده کوه باز تعیین شد. همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، برای این

کریدورهای مهاجرتی آهوی گواتردار در مناطق مرکزی ایران بررسی شد. با استفاده از رویکرد کرنل مقاومت و مسیرهای حداقل هزینه فاکتوریل، سطح لکه‌های زیستگاهی هسته‌ای و کریدورهای مهاجرتی پیش‌بینی شد. نتایج این مطالعه نشان از انزوای کامل آهوان منطقه حفاظت‌شده بیدوییّه داشت. در مقابل نرخ جابه‌جایی مناسبی بین آهوان مناطق موته، قمیشلو، کلاه قاضی، کهپاز و کالمند پیش‌بینی شد. همچنین نتایج نشان داد با در نظر گرفتن تأثیر جاده‌ها و کلان شهرها احتمال ارتباط عملکردی سیمای سرزمین بین آهوان کلاه قاضی با سایر مناطق نیز کاهش می‌یابد. با ترکیب نتایج به‌دست‌آمده و ارتباطات ژنتیکی جمعیت‌ها می‌توان عنوان کرد که آهوان مناطق مرکزی کشور در سه زیر جمعیت آهوان بیدوییّه، آهوان کلاه قاضی و آهوان سایر مناطق حفاظت‌شده در مرکز کشور گروه‌بندی می‌شوند. در مطالعه‌ای دیگر (Morovati *et al.*, 2014) به تعیین عوامل مؤثر بر حضور کل و بز با استفاده از روش MAXENT در فصول زمستان، بهار و تابستان پرداخته شد. متغیرهای زیست‌محیطی مورد استفاده در مدلسازی برای سه فصل شامل طبقات ارتفاعی، شیب، جهت، فاصله از منابع آب، جوامع گیاهی، فاصله از بستر صخره‌ای، فاصله از جاده (آسفالت، خاکی)، فاصله از معادن می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده (از نرم‌افزار مکسنت) نشان داد مهمترین عامل مؤثر بر حضور کل و بز در فصل زمستان، بهار و تابستان به ترتیب متغیر فاصله از بستر صخره‌ای، شیب و فاصله از منابع آبی است. بر اساس پیش‌بینی صورت‌گرفته (با استفاده از نرم‌افزار مکسنت)، نواحی شمالی، مرکزی و جنوب شرقی پناهگاه حیات وحش دره انجیر با بیشترین احتمال کل و بز همراه است. با توجه به مطالعات انجام شده و اهمیت گونه و وجود زیستگاه‌های متعدد در استان یزد، از نتایج این مطالعه می‌توان در اجرای اقدامات حفاظتی و مدیریتی جهت افزایش زیستگاه‌های مطلوب گونه در استان یزد استفاده نمود.

روی بهبود اکوسیستم‌ها، اتصال اکوسیستم‌های تکه‌تکه‌شده و حفاظت از مناطق حفاظت‌شده متمرکز شویم و مواردی که باعث اختلال می‌شوند، مدیریت کرد. از جمله مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است. در مطالعه‌ای (Shabani *et al.*, 2017) به تعیین اولویت کریدورهای حیات وحش بین مناطق حفاظت‌شده استان آذربایجان شرقی پرداخته شد. در این مطالعه، مسیرهای ارتباطی بالقوه تنوع زیستی در استان آذربایجان شرقی اولویت‌بندی شدند. برای مسیر با بالاترین اولویت ارتباطی، گونه‌های حساس به تخریب و تکه تکه شدن زیستگاه مشخص گردید. در این مطالعه مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاهی برای گونه‌های مار (جنس‌های وایپر و کلور)، پلنگ، سیاه‌گوش، کل و بز و قوچ و میش با کمک چهار مدل آماری جی.ال.ام، آی.آر.اس، مکسنت م.آر.اف. صورت گرفت. با کمک نقشه‌های مطلوبیت زیستگاهی به‌دست‌آمده و به کارگیری بسته جانبی طراحی کریدور در محیط Arc GIS 10.1 طراحی کریدور مناسب صورت گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، لزوم ایجاد کریدورهای ارتباطی بین پناهگاه حیات وحش کیامکی و منطقه حفاظت‌شده مراکان در اولویت اول استانی و منطقه حفاظت‌شده دیزمار و پناهگاه حیات وحش کیامکی در اولویت بعدی قرار گرفت. در مطالعه‌ای دیگر (Rouhi *et al.*, 2016) مدل‌سازی کریدور احتمالی پلنگ ایرانی بین دو زیستگاه پناهگاه حیات وحش خوش بیلاق و پارک ملی گلستان با روش کریدور حداقل هزینه انجام شد. در ابتدا مطلوبیت زیستگاه گونه در منطقه‌ی مورد پژوهش با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و نرم‌افزار بایومپر مورد بررسی قرار گرفت. سپس در ادامه بررسی احتمال وجود کریدور بین دو زیستگاه با روش کریدور حداقل هزینه انجام شد. نتایج حاصل از نقشه کریدور احتمالی نشان داد که بخش‌های شمالی پناهگاه حیات وحش خوش بیلاق و جنوب پارک ملی گلستان کوتاه‌ترین و امن‌ترین مکان برای جابه‌جایی حیوان است. در مطالعه‌ای (Khosravi *et al.*, 2017) ارزیابی پیوستگی سیمای سرزمین و

REFERENCES

- Abdollahi, S.; Eldermi, A. (2017). Evaluation of spatial arrangement of land landscape to achieve conservation measures. *Environment and Development*; 8(16): 5-18. (in Farsi)
- Abedini, M. (2009). Birth certificate of Bafgh Mountain Protected Area. General Office of Environmental Protection of Yazd Province. (in Farsi)
- Abedini, M. (2009). Birth certificate of Dareh Anjir Wildlife Refuge. General Office of Environmental Protection of Yazd Province. (in Farsi)
- Almasieh, K.; Kaboli, M.; Rasoli, F.; Ghadirian, T.; Fahimi, H.; Abtin, A. (2016). Identification of habitat blocks and Corridors of Iranian Black Bear (*Ursus thibetanus gedrosianus*) in Hormozgan Province. *Journal of Animal Environmental Research*; 9 (1): 31- 38. (in Farsi)
- Bragin, N.; Amgalanbaatar, S.; Wingard, G.; Reading, R. P. (2017). Creating a model of habitat suitability using vegetation and ruggedness for *Ovis ammon* and *Capra sibirica*, (Artiodactyla: Bovidae) in Mongolia, *Journal of Asia- Pacific Biodiversity*; 10 (3): 390-395.
- Brost, B.M.; Beier, P. (2012). Use of land facets to design linkages for climate change. *Ecological Applications*; 22(1): 87-103.
- Dickson, B. G.; Roemer, G. W.; McRae, B. H.; Rundall, J.M. (2013). Models of regional habitat quality and connectivity for pumas (*Puma concolor*) in the southwestern United States; *PLOS ONE* 8, e81898.
- Edwards, H. J.; Elliott, I. A.; Pressey, R. L.; Mumby, P. J. (2010). Incorporating ontogenetic dispersal. *Ecological processes and conservation zoning into reserve design. Biological Conservation*; 143: 457- 470.
- Farashi, A. (2014). Habitat modelling as a suitable tool for management of wildlife habitats. *Journal of Experimental Animal Biology*; 3(3): 43- 53. (in Farsi)
- Karami, P.; Shayesteh, K. (2018). Modeling habitat Corridors using visualization method in the Maximum Entropy Model Case Study: *Ovis orientalis* protected areas of Markazi and Hamadan Provinces. *Remote sensing and GIS in natural resources*; 9(4): 37- 54. (in Farsi)
- Kazemi, H.; Klug, H.; Kamkar, B. (2018). New services and roles of biodiversity in modern agroecosystems: A review. *Ecological Indicators*; 93: 1126- 1135.
- Khan, G.; Khan, B.; Qamer, F. M.; Abbas, S.; Khan, A.; Xi, C. (2016). Himalayan ibex (*Capra ibex sibirica*) habitat suitability and range resource dynamics in the Central Karakorum National Park, Pakistan, *Journal of King Saud University-Science*; 28: 245- 254.
- Khosravi, R.; Hemami, M. R.; Malekian, M. (2017). Assessing Landscape Connectivity and Dispersal Corridors for Goitered gazelle in Central Iran. *Iran. J. Appl. Ecol.*; 6(4): 49-64. (in Farsi)
- Malakotikhah, Sh. (2015). Corridors, Important habitat landscapes. *Biosphere*; 10 (1): 1-4. (in Farsi)
- Malakotikhah, Sh.; Fakheran, S.; Sofyanian, A. (2013). Using Electrical Circuit Theory to Identify Migration Corridors between Mouteh and Qumshloo Wildlife Refuge in in Isfahan Province. *Applied Ecology*; 2(5): 77- 88. (in Farsi)
- Malekpour, H.; Morovati, M.; Tazeh, M.; Taghizadeh, R. (2017). Evaluation of optimal habitat of rams using Maxent Model (Case Study: Tang Sayyad Protected Area). *Journal of Animal Environmental Research*; 10(4): 45-54. (in Farsi)
- Miranzadeh, R.; Sarhangzadeh, J.; Akbari, H.; Irannezhad, M. H.; Abyare, M. (2017). Investigation of Conservation Value of Damghan Area as Habitat Corridor between Kalmand-Bahadoran Protected Areas and Shirkouh Prohibited

- Hunting. The 4th International Conference on Environmental Planning and Management. Khordad. (in Farsi)
- Morovati, M.; Kaboli, M.; Panahandeh, M.; Sarbaz, M.; Ahmadian, Sh. (2016). Modeling of Asian Cheetah (*Acinonyx jubatus venaticus*) Habitat Impacts on Climate Change in Iran using Maxent Software. Journal of Animal Environmental Research; 9(1): 13-20. (in Farsi)
- Morovati, M.; Karami, M.; Kaboli, M. (2014). Desirable Areas and Effective Environmental Factors of Wild goat Habitat (*Capra aegagrus*). Int. J. Environ. Res.; 8(4): 1031- 1040
- Nezami, B.; Ataei, F.; Heydari, H.; Alizadeh Shaabani, A.; Eshaghi, R.; Naeimaei, R. (2017). Key Source Area to Conserve Brown Bear *Ursus arctos* Linnaeus, 1758 in Alborz Mountain. Journal of Experimental Animal Biology; 6 (3): 127- 141. (in Farsi)
- Panahandeh, M.; Yavari, A.; Salehi, A. (2018). Application of habitat suitability and resistance levels in Assessing habitat Change. Applied Ecology; 7 (2): 43- 54. (in Farsi)
- Post, E. (2013). Ecology of Climate Change: The Importance of Biotic Interactions, Princeton University Press; pp 408.
- Rouhi, H.; Salman Mahini, A.; Rezaei, H. R. (2016). Modeling potential corridors for the Persian Leopard (*Panthera pardus saxicolor*) between the two habitats of Khoshyeilagh wildlife refuge and Golestan National Park based on the least-cost path analysis. J. Env. Sci. Tech.; 21 (3): 195- 209. (in Farsi)
- Rouhi, H.; Tahsini, H.; Salman Mahini, A.; Rezaei, H. R. (2017). Modeling the Desirability of Iranian *Panthera pardus saxicolor* Habitat in the Wildlife Refuge by Ecological Factor Analysis. Journal of Animal Environmental Research; 10(4): 13-22. (in Farsi)
- Sarhangzadeh, J.; Akbari, H. (2018). Modeling the Potential Utility of Jabir (*Gazella bennettii shikarii*) Habitat in the Naiband Wildlife Refuge. Journal of Experimental Animal Biology; 7(3): 59- 70. (in Farsi)
- Shabani, A.; Habibzadeh, N.; Hosseini Ghomi, M. (2017). Priority determination of wildlife corridors between protected areas of East Azarbaijan Province. Geography and environmental sustainability; (23): 67- 82. (in Farsi)
- Turak, E.; Brazill-Boast, J.; Cooney, T.; Drielsma, M.; DelaCruz, J.; Dunkerley, G.; Fernandez, M.; Ferrier, S.; Gill, M.; Jones, H.; Koen, T.; Leys, J.; McGeoch, M.; Mihoub, J.; Scanes, P.; Schmeller, D.; Williams, K. (2016). Using the essential biodiversity variables framework to measure biodiversity change at national scale. Biological Conservation; 1-8.
- Ziaei, H. (2011). Field Guide for Mammals in Iran. The Wildlife familiarity center, Tehran; 432. (in Farsi)