Archive of SID

مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال هشتم، شماره دوم، پیاپی سی‌ام، پاییز ۱۳۹۸ (۹۱-۸۳)

ارزیابی میزان سطح مطلوبیت زیستگاه آهو (*Gazella subgutturosa*) با استفاده از مدل MCE (مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده کالمند بهادران در استان یزد)

مریم مروتی[1*]، زهرا السادات حسینی[2]، فاطمه بهادری امجز[3]
۱. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۲. کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده کشاورزی،منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
۳. کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده کشاورزی،منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۹ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۲)

چکیده
این مطالعه با هدف ارزیابی زیستگاه آهو در منطقه حفاظت‌شده کالمند بهادران با استفاده از مدل ارزیابی چند معیاره (MCE)، انجام شد. متغیرهای زیستگاهی مورد استفاده در مدلسازی شامل: شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع، تراکم و فلور منطقه، منابع آب، مزارع کشاورزی و سکونتگاه‌های انسانی بودند. ابتدا نقشه متغیرها جهت مدل‌سازی در محیط نرم‌افزار ادریسی (IDRISI) نسخه ۱۷، آماده گردید. سپس با استفاده از الگوریتم بولین (Bolin) در نرم‌افزار ادریسی (IDRISI)، لایه‌های محدودیت برای زیستگاه آهو شامل شیب بیش‌تر از ۱۰ درصد، ارتفاع بیش‌تر از ۱۶۰۰ متر، حریم ۱۰۰ متری از سکونت‌های انسانی، ۵۰۰ متری ازجاده‌های اصلی، ۵ کیلومتری از مزارع کشاورزی، ۱۰ کیلومتری از منابع آب به‌دست آمد همچنین جهت تعیین وزن هر یک از متغیرها از روش سلسه مراتبی در نرم‌افزار ادریسی (IDRISI) استفاده شد نتایج حاصل از رتبه‌دهی متغیرها نشان داد از بین متغیرهای مورد استفاده، متغیر جاده بیش‌ترین وزن و متغیر ارتفاع کمترین وزن را به خود اختصاص داده است. نتایج ارزیابی میزان سطح مطلوبیت در منطقه کالمند و بهادران نشان داد بیش‌ترین میزان سطح (۵۶/۰۱ درصد)، برای آهو دارای مطلوبیت متوسط می باشد بنابراین می‌توان گفت منطقه کالمند بهادران یک منطقه آهو خیز بوده و به نسبت برای این گونه زیستگاه خوبی می‌باشد که می‌توان با مدیریت و برنامه‌ریزی، سطح زیستگاه مطلوب را در منطقه بهبود بخشید از نتایج این مطالعه می‌توان در اجرای اقدامات حفاظتی و مدیریتی جهت افزایش زیستگاه‌های مطلوب در سطح استان یزد نیز استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، سطح مطلوبیت زیستگاه، آهو، منطقه حفاظت‌شده کالمند و بهادران.

* نویسنده مسئول: Email: mymorovati@ardakan.ac.ir

Assessment of the level of desirability of habitat *Gazella subgutturosa* with MCE model (Case study: Kalmand Bahadoran protected area in Yazd province)

Maryam Morovati[1*], Zahrasadat Hoseini[2], Fatemeh Bahadori Amjas[2]
1. Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
2. M.A. Assessment and Land use Planning, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
3. M.A. Assessment and Land use Planning, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran
(Received: Jan. 9, 2019 - Accepted: Jun. 2, 2019)

Abstract
This study was done with the aim of evaluating the Iranian Gazella's habitat in Kalmand Bahadoran protected area with multi-criteria evaluation model (MCE). The habitat variables used in the modeling were including: slope, geographic orientation, height, density and flora, water resources, agricultural fields and human habitats. At the first, the variables was prepared for modeling in the IDRISI software 17 version. Then the limitation layers for the Iranian Gazella habitat include slope of more than 10%, height greater than 1600 m, a 100-meter privacy of Human habitats, 500 meters from main roads, 5 kilometers from agricultural fields, 10 kilometers from water resources, achieved with the Bolin algorithm in IDRISI software. Also to determine the weight of each variables, the hierarchical method was used in Idrisi software (IDRISI). The results of variables ranking showed that among used variables, the road variable had the highest weight and the height variable had the lowest. The results of the desirability level assessment in the Kalmand and Bahadoran region showed that the highest level of the region (56.01%), for Iranian Gazella, has moderate utility. Therefore, it can be stated that the Calmand Bahador region is a Gazella area and is relatively good habitat for this species which can improve the desirability level of habitat in the region by managing and planning. The results of this study can be used in implementing conservation and management measures to increase the desirable habitats in Yazd province.

Keywords: Assessment, *Gazella subgutturosa*, habitat desirability level, Kalmand and Bahadoran Protected Area.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

حفاظت از تنوع زیستی در قرن ۲۱ با دو چالش اصلی؛ کاهش زیستگاه و انقراض گونه‌ها مواجه بوده است. از این‌رو مدیریت زیستگاه نقش مهمی در حفاظت از تنوع زیستی دارد (Bayan & Metaxas, 2007). نابودی زیستگاه یکی از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده تنوع زیستی و گونه‌ها محسوب می‌شود. تجزیه زیستگاه سبب کاهش مساحت و در نتیجه محدود شدن جمعیت‌های محلی به زیستگاه‌های کوچک می‌شود. نتیجه این امر افزایش درون‌آمیزی، کاهش تنوع ژنتیکی، افزایش حوادث دموگرافیک و در نتیجه افزایش ریسک انقراض است (Hosseini *et al*., 2017). همچنین می توان گفت احداث مناطق تحت حفاظت نیز تلاش آگاهانه، برای حمایت از گونه‌ها و تنوع زیستی است که کم و بیش در روند توسعه ناپایدار کنونی، توانسته است ویژگی‌های طبیعی خود را حفظ کند (Razghandi *et al*., 2017). آهو (*Gazella subgutturosa*) با وضعیت حفاظتی آسیب پذیر، از جمله گونه شاخص مناطق دشتی ایران است، که در اکثر مناطق کشور پراکنده شده است (Ziaei, 2011)، اما جمعیت آن در دهه‌های اخیر بنابر عللی نظیر شکار بی‌رویه، تبدیل زیستگاه‌ها به باغات و اراضی کشاورزی کاهش چشمگیری داشته است (Hosseini *et al*., 2016). مدل‌سازی زیستگاه راهکاری علمی برای انجام این امر می‌باشد. در سال‌های اخیر روش‌های مدل‌سازی زیستگاه توسعه زیادی یافته‌اند، این مدل‌ها قادرند مشخص نمایند که یک گونه در چه مناطقی حضور دارد و در چه مناطقی می‌تواند حضور داشته باشد (Khalili *et al*., 2016). آگاهی در مورد حضور یا عدم حضور گونه‌های حیات وحش و توزیع آن‌ها در سیمای سرزمین برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی بسیار حائز اهمیت است. به‌عنوان مثال با تهیه نقشه توزیع حیات‌وحش در یک منطقه حفاظت‌شده می‌توان توسعه انسانی را به گونه‌ای مدیریت کرد که کمترین آسیب را به جمعیت‌ها و زیستگاه‌ها برساند یا می‌توان عواملی را که سبب تغییر توزیع طبیعی جمعیت‌ها شده‌اند شناسایی کرد و سپس تأثیر این تغییر را بر بقای آن‌ها بررسی کرد (Ghandali *et al*., 2014). بنابراین ارزیابی میزان سطح زیستگاه مطلوب، به‌منظور آگاهی از وضعیت موجود گونه و رفع چالش‌های پدیدآمده بسیار مهم و حیاتی تلقی می‌شود. انواع روش‌های مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای GIS وجود دارد که اساس آن‌ها بر پایه داده‌های فقط حضور استوار است (Sarhangzadeh & Akbari, 2018). لذا استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره در تلفیق با GIS می‌تواند ابزار قدرتمند، به‌منظور توان‌سنجی مسائل محیط‌زیست به‌ویژه مسائل مربوط به زیستگاه محسوب شود (Joerin *et al*., 2001). به این منظور پژوهش حاضر با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE)[1] و روش ترکیب خطی وزنی (WLC)[2] در محیط GIS به ارزیابی مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت‌شده کالمند- بهادران که یکی از مناطق مهم آهو خیز کشور می باشد پرداخته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده کالمند- بهادران با مختصات جغرافیایی ۲۰ دقیقه و ۵۴ درجه تا ۱۳ دقیقه و ۵۵ درجه شرقی و ۴ دقیقه و ۳۱ درجه تا ۳۶ دقیقه و ۳۱ درجه عرض شمالی و وسعتی معادل ۲۵۰۰۰۰ هکتار در استان یزد، در جنوب شهرستان مهریز واقع شده است (Dehghani Tafti & Parvane, 2009) (شکل ۱). بیش از نیمی از سطح منطقه، نقاط دشتی و مابقی را ارتفاعات صعب‌العبور و کوهپایه‌ها و تپه ماهورها تشکیل داده است. مرتفع‌ترین نقطه منطقه با ارتفاع ۳۲۹۰ متردر شمال منطقه و پست‌ترین نقطه آن

1. Multi Criteria Evaluation
2. Weighted Linear Combination

www.SID.ir

Archive of SID

با ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا در کفه مهدی‌آباد قرار دارد. میزان بارش نزولات جوی به‌طور متوسط ۶۸/۶ میلی‌متر برآورد شده است. منطقه حفاظت‌شده کالمند بهادران در ناحیه رویشی ایران و تورانی و زیر ناحیه استپی قرار دارد. عنصر اصلی تشکیل‌دهنده تیپ‌های گیاهی همانند سایر مناطق استپی، درمنه (*Artemisia* sp.) می‌باشد (Iranian Integrated Consulting Engineers,2003).

گونه مورد مطالعه

آهو (*Gazella subgutturosa*) در رده پستانداران، راسته زوج‌سمان، خانواده گاوسانان قرار دارد.

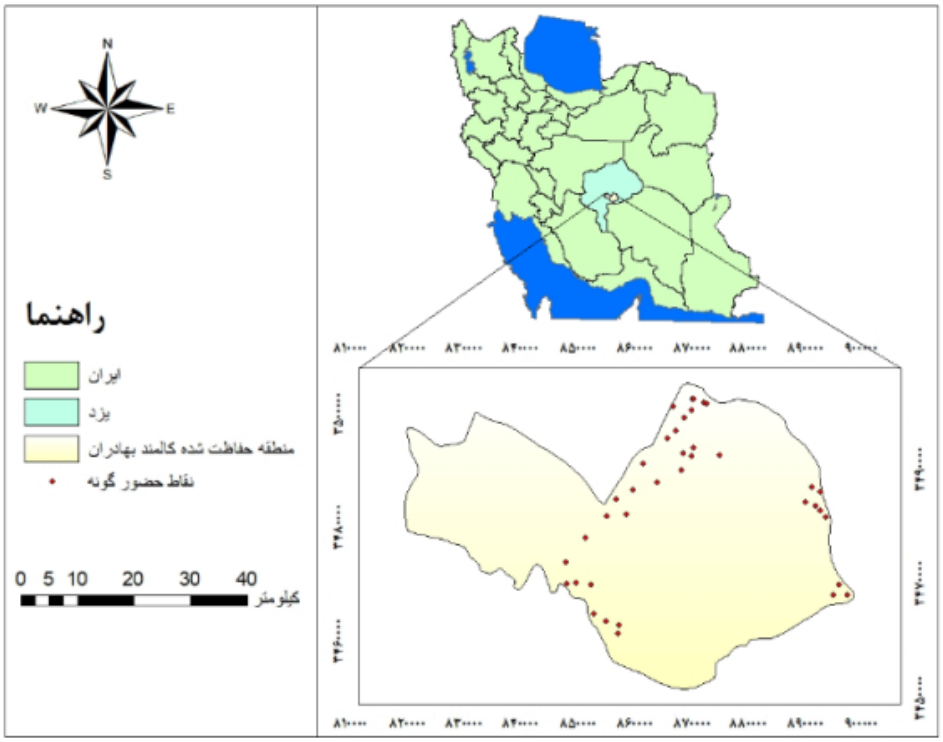
نقاط حضور گونه

این نقاط به‌عنوان متغیر وابسته و شامل نقاط حضور گونه مورد مطالعه، در سطح منطقه است. نقاط حضور آهو، بر اساس مشاهدات مستقیم، آثار و نمایه‌های به‌جا مانده نظیر سرگین، ردپا، محل استراحت و نظایر آن طی چهار فصل در فاصله سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۵ تعیین و مختصات این نقاط با دستگاه GPS ثبت شد (شکل ۱).

روش پژوهش

در این مطالعه جهت ارزیابی زیستگاه آهو از روش ارزیابی چند معیاره استفاده شد. یکی از متداول‌ترین و ساده‌ترین شیوه‌ها در تصمیم‌گیری چند معیاره، روش ترکیب خطی وزنی است (Malczewski, 2006)، که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. در این روش ابتدا هدف ارزیابی تعیین می‌گردد سپس معیارهای متناسب با آن هدف مشخص، استانداردسازی و اولویت‌بندی می‌گردد (Masoodi *et al.*, 2014). به‌طور کلی مراحل MCE برای ارزیابی زیستگاه آهو در منطقه کالمند بهادران شامل:

۱) شناسایی و تعریف انواع لایه‌های مؤثر برای زیست آهو و تهیه لایه‌های اطلاعاتی برای ارزیابی زیستگاه (تهیه پایگاه داده)، ۲) تعیین وزن متغیرهای مدل به روش AHP، ۳) ادغام لایه‌های اطلاعاتی به‌دست آمده.



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه و نقاط حضور گونه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه پایگاه داده

در این پژوهش، با مطالعه رفتارشناسی اجمالی آهو، مجموعه متغیرهای زیست‌محیطی که برکیفیت زیستگاه گونه تأثیرگذار بود شناسایی (با توجه به تغییر شرایط زیست‌محیطی درطی سال‌های گذشته، شرایط زیستگاه در زمان حضور گونه ثبت گردید) شد. به‌منظور تهیه لایه متغیرهای مؤثر، از نقشه توپوگرافی منطقه و از نقشه‌های تهیه‌شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست استان استفاده و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، لایه‌های متغیرهای زیست‌محیطی مؤثر بر گونه از جمله نقشه‌های شیب، ارتفاع، منابع آب، پوشش گیاهی، جاده، مزارع کشاورزی و سکونتگاه‌های انسانی استخراج گردید.

فرایند مدل‌سازی

شناسایی و توسعه معیارها، اولین مرحله در فرایند ارزیابی چندمعیاره است. معیارها شامل دو دسته: محدودیت و عامل هستند. با توجه به این معیارها، می‌توان آن‌ها را به روش‌های مختلف استاندارد کرد (Rajaee *et al*., 2016). در این پژوهش، در روش MCE از دو نوع لایه اطلاعاتی به نام لایه‌های بولین و لایه فازی استفاده شد. لایه‌های بولین دارای ارزش، صفر و یک هستند (Salman Mahiny & Kamyab, 2009) و نشان‌دهنده محدودیت‌های قطعی برای گونه می‌باشند، در حالیکه لایه فازی دارای دامنه‌ای از اعداد و نشان‌دهنده امکان برقراری شرط‌های مختلف با درجات مختلف می‌باشد. در ادامه، عوامل و پارامترهای مورد نظر برای هر کاربری، بر مبنای تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن‌دهی شدند سپس، لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ادریسی با استفاده از ماژول FUZZY، فازی و در محدوده‌ای از صفر تا ۲۵۵ قرار گرفتند. باید توجه داشت که برای هر کاربری، پارامترهای مورد نظر را به‌صورت لایه‌های فازی اطلاعاتی، در پایگاه داده ذخیره کرد و از آن‌ها برای ادغام لایه‌ها استفاده نمود. هرلایه خود دارای یک لایه بولین نیز می‌باشد.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

این روش یکی از رایج‌ترین روش‌های استفاده‌شده برای وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها است (Rezaei & Jamshidi Zanjani, 2016). پس از آن‌که معیارهای ارزیابی به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد تبدیل شدند باید وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها در رابطه با هدف موردنظر، تعیین گردد. در این پژوهش از روش سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) برای تعیین وزن نسبی هر معیار استفاده شد، که وزن‌دهی لایه‌ها بر اساس مقایسات زوجی توسط گروه کارشناس در قالب AHP در محیط نرم‌افزار IDRISI انجام شد. در ادامه برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص سازگاری استفاده می‌شود. چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد وزن‌دهی صحیح بوده است، در غیر این صورت وزن‌های نسبی داده شده به معیارها، بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً باید انجام گردد (Ghodsi pour, 2005).

تلفیق لایه‌ها

در ارزیابی حاضر، از روش ترکیب خطی وزنی (WLC)، به‌منظور تلفیق لایه‌ها استفاده شد. در این روش معیارها در یک محدوده عددی پیوسته استاندارد شده و سپس، بر اساس میانگین‌گیری وزنی، ترکیب می‌شوند. ابتدا، عامل‌ها بر اساس وزنی که به آن‌ها داده می‌شود، با هم جمع می‌شوند (Rajaee *et al*., 2016). وزن‌های محاسبه‌شده در لایه‌های بولین (لایه محدودیت) ضرب شده و نقشه بولین برای منطقه مورد مطالعه به‌دست می‌آید و لایه‌های فازی نیز در هم ضرب شده و نقشه فازی منطقه به‌دست می‌آید که در نهایت از ضرب نقشه فازی و نقشه بولین، نقشه نهایی مطلوبیت زیستگاه در محدوده ۰ تا ۲۵۵ به‌دست می‌آید. فرمول روش MCE به‌صورت زیر است:

$$S = \Sigma Wi \; II \; Xi * Cj$$

که در آن: S: تناسب برای کاربری موردنظر، Wi: وزن

www.SID.ir

Archive of SID

هریک از لایه‌ها، Xi: لایه فازی (عامل)، II: علامت ضرب، Ci: لایه بولین (محدودیت))

نتایج

لایه‌های زیستگاهی بولین به‌دست‌آمده که نشان‌دهنده محدودیت‌های قطعی برای گونه هستند، در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشند.

در ادامه، وزن هر یک از عوامل مؤثر بر کیفیت زیستگاه گونه، بر اساس نظر کارشناسی و توسط فرایند تحلیل سلسه مراتبی در نرم‌افزار IDRISI محاسبه شد. عامل‌های جاده، سکونتگاه‌های انسانی، منابع آبی به‌ترتیب، بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

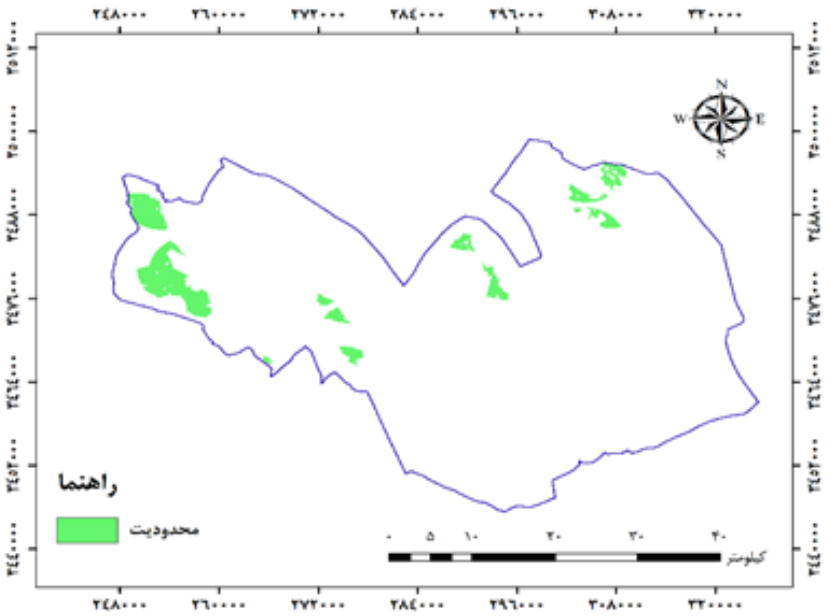
لایه‌های زیستگاهی بولین تشکیل شده در نرم‌افزار ادریسی، در هم ضرب شده و در نهایت، نقشه نهایی موقعیت نقاط دارای محدودیت برای گونه مورد مطالعه، را به ما می‌دهد که مطابق شکل ۲، قسمت‌های سبز رنگ، نقاط دارای محدودیت را به ما نشان می‌دهد.

جدول ۱. لایه‌های زیستگاهی محدودکننده قطعی برای آهو در منطقه

ردیف	داده‌های اکولوژی (فاکتورها)	داده‌های اکولوژی (محدودیت‌ها)
۱	نقشه فازی طبقات شیب (۰ –۱۰)	شیب بالای ۱۰ درصد
۲	نقشه فازی فاصله از جاده‌های اصلی	بافر ۵۰۰ متری از جاده
۳	نقشه فازی فاصله از مزارع کشاورزی	بافر ۵ کیلومتری از مزارع کشاورزی
۴	نقشه فازی فاصله از سکونت‌های انسانی	بافر ۱۰۰۰ متری از سکونتگاه های انسانی
۵	نقشه فازی طبقات ارتفاع (۱۴۰۰ –۱۶۰۰)	ارتفاع بالای ۱۶۰۰ متر
۶	نقشه فازی فاصله ازمنابع آبی	بافر ۵ کیلومتری از منابع آبی
۷	نقشه فازی طبقات پوشش گیاهی (درمنه،کاهوی وحشی_درمنه)	پوشش گیاهی

جدول ۲. وزن لایه‌های زیست‌محیطی با روش AHP

نام لایه‌ها	شیب	ارتفاع	پوشش گیاهی	جاده	مزارع کشاورزی	سکونتگاه‌های انسانی	منابع آبی
وزن لایه‌ها	۰/۰۹۶۸	۰/۰۸۱۲	۰/۱۰۵۲	۰/۱۸۹۹	۰/۱۶۳۹	۰/۱۸۹۳	۰/۱۷۴۰

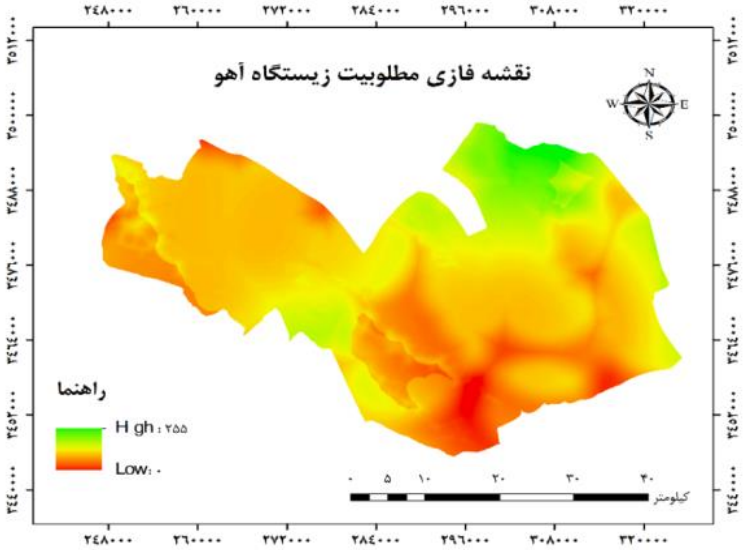


شکل ۲. نقشه موقعیت نقاط دارای محدودیت برای گونه آهو در منطقه مورد مطالعه

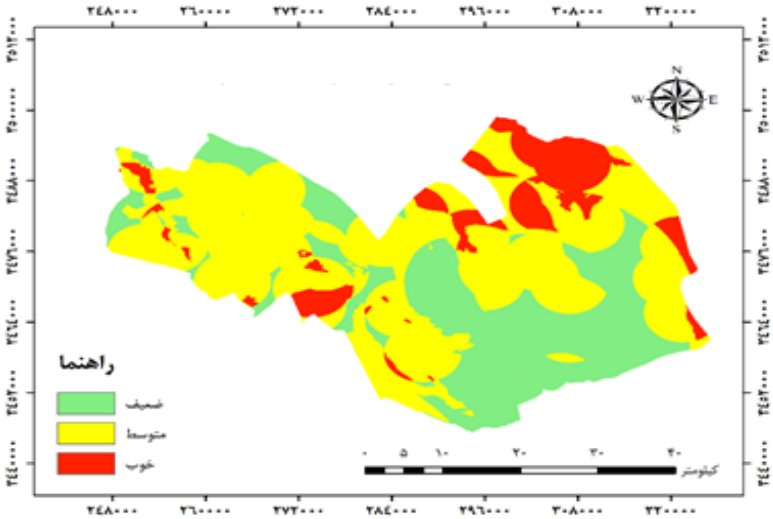
www.SID.ir

Archive of SID

نقشه‌های فازی تشکیل‌شده برای معیارها که دامنه‌ای بین ۰ تا ۲۵۵ دار می‌باشد را در وزن مربوط به هر لایه، ضرب کرده و در نهایت نقشه نهایی فازی منطقه به‌دست می‌اید. با توجه به نقشه نقاط دارای محدودیت و نقشه فازی، نقشه مطلوبیت زیستگاه برای گونه آهو تهیه شد (شکل ۳) سپس نقشه مطلوبیت به‌دست‌آمده به سه کلاس (خوب، متوسط، ضعیف) تقسیم شد (شکل ۴) و درصد مساحت هر کلاس طبق جدول ۳ به‌دست آمد.



شکل ۳. نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه آهو به روش MCE در منطقه مورد مطالعه



شکل ۴. کلاسه‌بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه آهو به روش MCE در منطقه مورد مطالعه

جدول ۳. مساحت زیستگاه مطلوب و نامطلوب برای گونه آهو در منطقه مورد مطالعه

طبقه	مساحت (مترمربع)	درصد مساحت
کلاس خوب	۲۷۳۴۸۷۰۰۰	۱۱/۸۴
کلاس متوسط	۱۲۹۳۵۲۰۰۰۰	۵۶/۰۱
کلاس ضعیف	۷۴۲۲۷۸۰۰۰	۳۲/۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی مناطق بالقوه مناسب و تشخیص عوامل محدودکننده برای گونه آهو، می تواند، یکی از مهم‌ترین گام‌ها، در جهت محافظت از این گونه با ارزش باشد. منطقه حفاظت‌شده کالمند و بهادران یکی از زیستگاه‌های شاخص آهو در مرکز ایران است. در نتیجه مدل MCE به‌طور بالقوه می‌تواند برای سایر زیستگاه‌ها، در استان مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج حاصل از مدل سازی با استفاده از روش MCE برای گونه مورد مطالعه در منطقه حفاظت‌شده کالمند و بهادران مشخص شد مهم‌ترین عواملی که در تعیین و کاهش مطلوبیت زیستگاه آهو نقش مؤثرتر و بیش‌ترین وزن را به‌خود اختصاص دادند، به‌ترتیب جاده، مناطق مسکونی و منابع آبی و کمترین وزن مربوط به عامل ارتفاع در منطقه می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که، در منطقه کالمند و بهادران، فراوانی آهو در شیب‌های کمتر از ۵ درصد، فاصله کمتر از ۵ کیلومتری منابع آبی، ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰ و در پوشش گیاهی درمنه دیده می‌شود. مطالعه‌ای که بر روی آهوی ایرانی در منطقه حفاظت‌شده هفتادقله صورت گرفت (Hosseini *et al*., 2016) نشان‌دهنده این است که آهو، مناطقی با ارتفاع کم، شیب کم، نزدیک به منابع آبی و دور از جاده‌ها، مزارع و معادن را ترجیح می‌دهد. در مطالعه‌ای دیگر (Ansari, 2017) مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در نیمه جنوبی استان مرکزی با استفاده از روش مکسنت با ده متغیر و ۳۰ نقطه حضور مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد زیستگاه مطلوب برای آهوی ایرانی ۲۱۵۱۵۰/۶ هکتار برابر با ۱۴درصد از نیمه جنوبی استان مرکزی را پوشش می‌دهد. در میان متغیرها، فاصله از معدن بیش‌ترین تأثیر و فاصله از جاده کمترین تأثیر را به‌خود اختصاص داده است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر (Radnezhad *et al*., 2018) به ارزیابی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در پارک ملی بمو با استفاده از روش ENFA پرداخته شد. نتایج این تحقیق، نشان داد آهوی ایرانی زیستگاه‌های با ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۲۰۰ و شیب ۲ تا ۵ درصد و دارای گونه‌های *Astaragalus* و *Artemisia sieberi* را ترجیح می‌دهد. همچنین مطلوبیت زیستگاه آهو در پارک ملی سرخه حصار تهران در فصل پاییز با استفاده از روش حداکثر آنتروپی با ۳۳ نقطه حضور و ۱۵ متغیر زیستگاهی مورد بررسی قرار گرفت (Ashouri Rad *et al*., 2017). نتایج این مطالعه نشان داد فاصله از آبشخورها مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه آهو در پارک ملی سرخه حصار می‌باشد. به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهو در پارک ملی گلستان، از روش‌های مبتنی بر داده‌های فقط حضور و تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی استفاده شد (Madadi *et al*., 2017). در این مطالعه از نقاط حضور گونه به‌عنوان متغیر وابسته و از هشت متغیر محیطی به‌عنوان متغیر مستقل استفاده شد. بر اساس مقادیر تخصص‌گرایی، مهم‌ترین عوامل مؤثر در آشیان بوم‌شناختی گونه مورد مطالعه درصد شیب، فاصله از جاده، و فاصله از پاسگاه‌های محیط‌بانی تشخیص داده شد.

در مطالعه حاضر پس از تهیه نقشه نهایی حاصل از روش منطق فازی بر پایه ترکیب خطی وزنی، نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو به‌دست آمد، در این نقشه، اعداد بزرگتر نشان‌دهنده مطلوبیت بالاتر هستند یعنی عدد ۲۵۵ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می‌باشد و طیفی از رنگ‌ها بین این دو عدد قرار می‌گیرد که هرچه به عدد ۲۵۵ نزدیک‌تر می‌شود، مطلوبیت افزایش می‌یابد. در نهایت نقشه مطلوبیت به‌دست‌آمده، به سه طبقه تقسیم‌بندی شد. طبقه خوب، ۱۱/۸۴ درصد، طبقه متوسط، ۵۶/۰۱ درصد و طبقه ضعیف، ۳۲/۱۵ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص دادند (در مناطق با تناسب ضعیف ما بیش‌ترین محدودیت را طبق نقشه بولین منطقه داریم و همچنین در مناطق با تناسب خوب ما بیش‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

عامل و کمترین محدودیت را داریم). در مطالعه‌ای (Akbari *et al*., 2008)، درصد رضایت‌مندی زیستگاه‌های آهو در منطقه کالمند و بهادران مورد بررسی قرار گرفت نتایج این مطالعه نشان داد ۱۱ درصد مساحت زیستگاه دارای مطلوبیت خوب، ۴۰/۳ درصد دارای مطلوبیت متوسط و ۴۸/۷ درصد مطلوبیت ضعیف می‌باشد، لذا مناطق با مطلوبیت ضعیف بیش‌ترین مساحت را در این منطقه به‌خود اختصاص دادند.

در نهایت با در نظر گرفتن نواحی مورد استفاده توسط آهوها و نواحی که در مدل مناسب تشخیص داده شده‌اند، می توان گفت که زیستگاه مطلوب برای گونه در منطقه کالمند و بهادران بیش از آنچه که هم اکنون توسط این گونه استفاده می‌شود، می‌باشد. چنانچه این نواحی به شکل مناسبی مدیریت شود، می‌تواند بیش‌تر از حداکثر تعداد آهوها که تا امروز در این منطقه وجود داشته است را حفاظت نماید.

همچنین می‌توان گفت با انجام این مطالعه در سایر زیستگاه‌ها شاید طیفی از نتایج متفاوت، نسبت به نتایج این تحقیق به‌دست آید و دانش بیش‌تر در مورد خصوصیات اکولوژیکی آهو از جمله انتخاب مجموعه‌ای بهتر از پیش‌بینی‌کننده‌ها، به‌دست آید و سبب بهبود و توسعه این مدل در آینده شود.

سپاسگزاری

از اداره حفاظت محیط‌زیست استان یزد به‌ویژه بخش محیط طبیعی که جهت انجام این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Akbari Harouni, H.; Behroozi Rad, B.; Hasanzade Khibi, B. (2008). An Evaluation of the Desirability of Gazella Habitat in the Kalmand-Bahadoran Protected Area of Yazd Province .Journal of Environmental Studies; 34(48): 113-118.

Ansari, A. (2017). Habitat evaluation for Persian Gazelle in the Southern half of Markazi province, Iran. Journal of Wildlife and Biodiversity; 1(1): 19-23.

Ashouri Rad, A.; Rahimi, R.; Shams Esfandabad, B. (2018). Modeling habitat suitability for Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Sorkheh Hesar national park. J. Env. Sci. Tech., 19(4): 193- 207. (in Farsi)

Bayan, T.L.; Metaxas, A. (2007). Predicting suitable habitat for deep-water gorgonian corals on the Atlantic and Pacific Continentale Margins of North America. Mariane Ecology Progress Series; 330: 113-126.

Dehghani Tafti, M.; Parvane Aval, E. (2009). Protein quality of consuming forage of *Gazelle subgutturosa* (Goittre Gazelle) in Kalmand-Bahadoran protected area in Yazd Province. Iran biology magazine; 22 (4): 594- 598. (in Farsi)

Ghandali, M.; Alizadeh, A.; Karami, M.; Kaboli, M. (2014). Evaluation of wild sheep habitat (*Ovis orientalis*) in Desert National Park using factor analysis of ecological nesting. Natural Environment Journal, Natural Resources of Iran; 67(2): 185-194. (in Farsi)

Ghodsipour, H. (2013). Analytical hierarchy process, Amir kabir University of Technology (Tehran polytechnic); 220. (in Farsi)

Hosseini, G.; Shams Esfand Abad, B.; Alizadeh shabani, A. (2016). Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Haftad Qolleh Protected Area, Markazi province in central Iran. Natural environment; 69(4): 965-979. (in Farsi)

Hosseini, M.; Riyadhi, B.; Shams Esfandabad, B.; Naderi, M. (2017). Evaluation of the desirability of the total and goat habitat (*Capra aegagrus*) in Golestan province. Journal of Animal Environmental; 9(2): 9-16. (in Farsi)

Iranian Integrated Consulting Engineers.

www.SID.ir

Archive of SID

(2003). Studies on the management of the Kalmand-Bahadoran protected area. Environmental Protection Agency, Office of habitats and affairs of regions. (in Farsi)

Joerin, F.; Theriault, M.; Musy, A. (2001). Using GIS and outranking multicriteria analysis for land use suitability assessment. Geographical Information Science; 15(2): 153-174.

Khalili, F.; Malekian, M.; Rojaei, N.; Hamamy, M. R. (2016). Evaluation of Iranian Squirrels (*Sciurus anumalus*) habitat in Sarvak Forest Area in Kohgiluyeh and Boyerahmad Province. Applied Ecology; 5(4): 15-24. (in Farsi)

Madadi, M.; Akbarnejad, F.; Ghorbanzadeh, S. (2017). Modeling the desirability of Gazella subgutturosa in Golestan National Park. Journal of Environmental Ecology; 10(1): 9-18. (in Farsi)

Malczewski, J. (2006). Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach. Faculty of range and watershed management, Gorgan University of agricultural; 180.

Masoodi, M.; Salman Mahiny, A.; Mohammadzadeh, M.; Mirkarimi, H. (2014). Application of multi-criteria evaluation and GIS to ecotourism planning in protected areas (Case study: MianKaleh Wildlife refuge). Natural environment; 69 (1): 211-229. (in Farsi)

Radnezhad, H.; Hassanvand, A.; Zaremanesh, H.; Sadeghi, M.; Loni, A. (2018). A Study of Effective Species Plant and Ecological Niche Analytical Approach of Environmental Factor for Assessing the Proper Levels of Fauna and Flora in the Northeastern Part of Shiraz. Journal of Materials and Environmental Sciences; 9(6): 1922- 1930.

Rajaee, F.; Asmaeeli sari, A.; Salman Mahini, A.; Delavar, M.; Gholi pour, M.; Mesah bvani, A. (2016). Estimation of the most demanding agricultural zones in the Tajan watershed by applying a multi-criteria evaluation method (MCE). Land use planning; 9(1): 111- 127. (in Farsi)

Razghandi, A.; Zebardast, L.; Jaafari, H.; Yavari, A. (2018). Quantification of Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) habitat changes in Sabzevar shahahmad Wildlife Refuge using Landscape Ecology Metrics. Quarterly journal of animal ecology; 3: 9- 16. (in Farsi)

Rezaei, M.; Jamshidi Zanjani, A. (2017). Landfill Site Selection Using Combination of Fuzzy Logic and Multi Criteria Decision Making Method (Case Study: Arak, Iran). Modares Civil Engineering Journal (M.C.E.J); 17(2): 133- 141. (in Farsi)

Salman Mahini, A.; Kamyab, H. (2009). Remote Sensing and Geographic Information System with Edrisi Software. Mehr Mehdis publishing; 582. (in Farsi)

Sarhangzadeh, J.; Akbari, H. (2019). Habitat suitability modeling for Chinkara (*Gazella bennettii shikarii*) in Naybandan Wildlife Refuge. Journal of Empirical Animal Biology; 7(3): 59-70. (in Farsi)

Ziaei, H. (2011). Field Guide for Mammals in Iran. The wildlife familiarity center, Tehran; 432. (in Farsi)

www.SID.ir