

ارزیابی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در

منطقه حفاظت شده هفتاد قله استان مرکزی

گلنوش حسینی^{۱*}، بهمن شمس اسفند آباد^۲ و افشین علیزاده شعبانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران

۲- استادیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی اراک

۳- دانشیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۹/۲)

چکیده

آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*)، با وضعیت حفاظتی آسیب پذیر VU، گونه ای از گاوسانان ساکن مناطق دشتی و استپی ایران است که جمعیت آن در دهه های اخیر کاهش چشمگیری یافته است. منطقه حفاظت شده هفتاد قله از جمله زیستگاه های این گونه در گذشته محسوب می شده که در حال حاضر در داخل منطقه منقرض شده است. به منظور معرفی مجدد این گونه به منطقه حفاظت شده هفتاد قله آگاهی از زیستگاه های مطلوب در سطح منطقه ضروری است، از این رو در این پژوهش با استفاده از دو رویکرد مکسنت و رگرسیون لوجستیک و داده های مربوط به گذشته (سال ۱۳۵۴)، مدل مطلوبیت زیستگاه آهوی در منطقه حفاظت شده هفتاد قله در گذشته تهیه و با توجه به شرایط فعلی متغیر های زیست محیطی به زمان حال (سال ۱۳۹۲) تعمیم داده شد. از جمله فاکتورهای مورد بررسی، ارتفاع از سطح دریا، شیب، منابع آب و عوامل انسانی شامل فاصله از روستاها، معادن، مزارع و جاده ها بود که به عنوان متغیرهای پیش بینی کننده در مدل مطلوبیت زیستگاه مورد استفاده قرار گرفت. میزان بالای سطح زیر منحنی (بالتر از ۰/۸۰) در هر دو رویکرد نشان دهنده قابلیت بالای مدل ها در تفکیک زیستگاه های مطلوب و نامطلوب از یکدیگر بود. نتایج دو رویکرد نشان داد که آهوی مناطقی با ارتفاع کم، شیب کم، نزدیک به منابع آبی و دور از جاده ها، مزارع و معادن را ترجیح می دهد. مقایسه نقشه های مطلوبیت زیستگاه بدست آمده از گذشته و حال منطقه توسط هر دو رویکرد نشان داد که در سال های اخیر طبق رویکرد مکسنت ۱۳٪ و طبق رویکرد رگرسیون لوجستیک ۱۶٪ از سطح مناطق مطلوب زیستگاه آهوی نسبت به سه دهه گذشته کاسته شده است.

کلید واژگان: آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*)، منطقه حفاظت شده هفتاد قله، مطلوبیت زیستگاه، مکسنت، رگرسیون لوجستیک

۱. مقدمه

استثنای شمال غرب، امتداد دریای خزر و جنوب شرقی ایران می‌زیسته است (Ziyaei, 2008; Karami *et al.*, 2002). تا اواخر دهه ۱۳۵۰ تعداد زیادی آهو در اغلب دشت‌های کشور مشاهده می‌شده است که بنابر عللی نظیر شکار بی رویه، تبدیل زیستگاه‌ها به باغات و اراضی کشاورزی، جمعیت آن در بسیاری از نقاط کشور کاهش چشمگیری یافته و در مناطقی که تحت حفاظت نیستند، نابود شده است (Ziyaei, 2008). مناطقی از استان مرکزی نظیر منطقه حفاظت شده هفتاد قله از گذشته‌های دور از جمله زیستگاه‌های آهوی ایرانی محسوب می‌شده است، که در حال حاضر تعداد اندکی در زیستگاه‌های مجاور منطقه هفتاد قله یافت می‌شود. برنامه معرفی مجدد آهوی ایرانی در منطقه حفاظت شده هفتاد قله از جمله برنامه های حفاظتی است که می تواند علاوه بر احیای گونه به ثبات و پایداری اکوسیستم منطقه کمک نماید. برای اجرای این برنامه در مرحله نخست نیاز به شناسایی زیستگاه‌های مطلوب برای آهو در سطح منطقه است از این رو نیاز به روش‌هایی است که به کمک آن بتوان نیاز زیستگاهی گونه را تعیین و آن را با وضعیت فعلی زیستگاه‌های موجود در منطقه حفاظت شده هفتاد قله مقایسه کرد.

مدل های مطلوبیت زیستگاه برای پیش بینی زیستگاه های مطلوب برای معرفی مجدد گونه ها بکار گرفته شده اند (Guissan and Zimmerman, 2000). مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در سطح کشور به صورت توصیفی (Akbari, 2004) و با استفاده از روش مدل سازی مطلوبیت زیستگاه تحلیل

رشد و توسعه شتابزده، زیستگاه‌ها و به تبع آن حیات وحش را تحت تاثیر قرار داده است. عمده آثار منفی توسعه متوجه زیستگاه‌های دشتی است. کوهستان‌ها علاوه بر ماهیت خود تنظیمی در برابر شکار بی‌رویه تا حدی از دست‌اندازی بشر نیز مصون مانده و چهره آن‌ها کمتر به واسطه تعارضات، دگرگون شده است. بنابراین تعارضات موجود بیشتر بر گونه‌های دشتی تأثیر گذاشته و خواهد گذاشت و باعث شتاب در روند انقراض این گونه‌ها شده است به طوری که کارشناسان و پژوهشگران محیط زیست، صرفاً حفاظت از زیستگاه‌ها را کافی نمی‌دانند و نیاز به استراتژی‌های حفاظتی دیگر از جمله برنامه های معرفی^۱ و معرفی مجدد^۲ گونه‌ها را برای حفظ تنوع حیات لازم می‌دانند. انتخاب اینکه چه گونه یا چه گروه تاکسونومیکی نقش محوریت را در برنامه ریزی حفاظتی پیدا می‌کند بسیار مهم به نظر می‌رسد، معمولاً اولویت به آنهایی تعلق می‌گیرد که در رده بندی گونه‌های در خطر، از آسیب‌پذیرتر تا در خطر انقراض قرار دارند، همچنین تلاش‌های حفاظتی بیشتر روی گونه‌های شاخص، گونه‌های محوری و گونه‌های پرچم صورت می‌گیرد (Meffe, 1997; simberloff, 1998). آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) از جمله گونه‌های شاخص مناطق دشتی ایران است که در اکثر مناطق کشور پراکنده شده است. این گونه از دیر باز در سرتاسر ایران به

¹ - Introduction
2- Reintroductio

که خانواده Asteraceae با ۱۰۵ گونه بیشترین تنوع گونه ای را به خود اختصاص داده است، پستانداران منطقه هفتادقله شامل ۲۳ گونه از ۱۲ خانواده می باشند.

۲.۲. داده های حضور و عدم حضور گونه

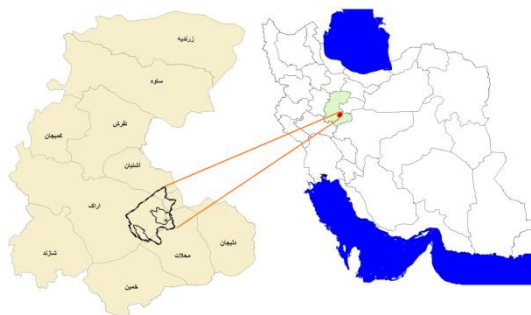
نقاط حضور آهو در سالهای گذشته (قبل از سال ۱۳۶۰) در منطقه حفاظت شده هفتاد قله از طریق مرور اطلاعات موجود در اداره کل حفاظت محیط زیست، انجام مصاحبه با کارشناسان محیط زیست، شکارچیان و محیط بانان قدیمی در منطقه بدست آمد. بدین منظور نام محل نقاطی که حضور آهو در آنها ثبت گردیده است با مراجعه به نقشه توپوگرافی تعیین گردید و حدود ۲۱ نقطه حضور در نظر رفته شد. برای نقاط عدم حضور نیز، کل منطقه به شبکه هایی با اندازه ۳*۳ کیلومتر تقسیم گردید و شبکه هایی که در آنها نقاط حضور آهو گزارش شده بود کنار گذاشته شد و از سایر شبکه ها هر یک، یک نقطه بصورت تصادفی به عنوان عدم حضور انتخاب گردید، بدین ترتیب ۲۱ نقطه عدم حضور بدست آمد، با انجام مصاحبه با افراد با تجربه از عدم حضور آهو در شبکه ها اطمینان بدست آمد.

عامل آشیان بوم شناختی^۱ (Ramezanzadeh et al., 2011) و مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش نیز با استفاده از دو روش مکسنت و رگرسیون لجستیک مدل مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در گذشته در منطقه حفاظت شده هفتاد قله تهیه و به شرایط کنونی منطقه تعمیم داده می شود تا مناطقی که بر طبق هر دو رویکرد از مطلوبیت مناسبی برای معرفی مجدد آهو برخوردارند، مشخص گردند.

۲. مواد و روشها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت شده هفتاد قله واقع در استان مرکزی با وسعت بیش از ۹۷ هزار هکتار، در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی اراک و از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل ۳۳°/۵۵' و ۳۴°/۱۹' عرض شمالی و ۴۹°/۵۷' و ۵۰°/۲۲' طول شرقی قرار دارد. این منطقه دارای دو منطقه امن شمالی و جنوبی می باشد (شکل ۱). منطقه حفاظت شده هفتاد قله دارای اقلیم معتدل خشک و سرد نیمه خشک است و متوسط بارندگی سالانه آن ۳۴۰ میلیمتر است هیچ رودخانه دائمی در منطقه وجود ندارد و منابع تامین آب حیات وحش عمدتاً چشمه ها و آبشخورها می باشند. در این منطقه تعداد ۳۱ چشمه آب وجود دارد که علیرغم خشک شدن بعضی از آنها در فصل تابستان، اکثراً آب مورد نیاز حیات وحش را تأمین می نمایند. در منطقه حفاظت شده هفتاد قله ۶۴۱ گونه گیاهی در قالب ۶۳ خانواده شناسایی شده است



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه حفاظت شده هفتاد قله به همراه موقعیت آن در استان و کشور.

شد. پس از رقومی و زمین مرجع نمودن نقشه مربوطه در محیط Arc GIS و استخراج عوارض نقشه، نقشه های زیست محیطی مورد نیاز مربوط به سال های گذشته تهیه شد.

همچنین برای اندازه گیری هریک از متغیرهای زیست محیطی شرایط کنونی (سال ۱۳۹۲)، از نقشه های تهیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست استفاده شد، که با استفاده از نرم افزار Arc GIS نقشه های زیست محیطی استخراج شد. متغیرهایی که در این پژوهش انتخاب شدند عبارتند از: ارتفاع از سطح دریا، شیب، منابع آب و عوامل انسانی شامل: روستاها، معادن، جاده ها و مزارع می باشند که برای هردو شرایط گذشته و حال زیستگاه مورد بررسی قرار گرفتند.

برای بررسی عامل ارتفاع با استفاده از نقشه های خطوط میزان منطقه با استفاده از نرم افزار Arc GIS نقشه مدل رقومی ارتفاع^۱ (Dem) تهیه شد. با استفاده مدل رقومی ارتفاع و تابع سطح^۲ در نرم افزار

مجموعه داده های بدست آمده از نقاط حضور و عدم حضور آهو در سالهای گذشته وارد نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سپس جهت تجزیه و تحلیل و تعمیم به شرایط کنونی منطقه توسط دو رویکرد مکسنت و رگرسیون لجستیک آماده گردید.

۳.۲. داده های زیست محیطی و آماده سازی نقشه

های متغیرهای زیست محیطی برای استفاده توسط نرم افزار

به منظور انتخاب متغیرهای زیست محیطی، با مطالعه رفتارشناسی اجمالی آهو مجموعه عوامل زیست محیطی که بر کیفیت زیستگاه آهو تاثیرگذار بود تهیه شد. با توجه به تغییر شرایط زیست محیطی در طی سال های گذشته، شرایط زیستگاه در زمان حضور گونه ثبت گردید. بدین منظور از نقشه توپوگرافی مربوط به سال ۱۳۵۴ سازمان جغرافیایی ارتش که توسط عکس های هوایی مربوط به سال ۱۳۳۲ تهیه شده است با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استفاده

^۱- Digital elevation model
^۲- surface

۵.۲. محاسبه مدل مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر

رویکرد مکسنت

مکسنت یک مدل آماری است و برای اینکه بتوان توزیع گونه را بدست آورد باید ارتباطی را میان مدل داده ای و مدل اکولوژیکی ایجاد کرد. داده های ورودی در نرم افزار مکسنت همان اطلاعات حضور گونه و لایه های زیست محیطی هستند. نقاط حضور گونه و لایه های زیست محیطی همگی باید یک سیستم موقعیت جغرافیایی داشته باشند. نرم افزار مکسنت دارای چندین قابلیت اجرایی باشد که در این پژوهش از قابلیت auto feature برای ساخت نقشه ها استفاده گردید. جهت خروجی مدل از فرمت منطقی^۱ استفاده شده است که در آن مدل نمایی تبدیل به یک مدل منطقی می شود. بررسی اعتبار مدل مکسنت با استفاده از سطح زیرمنحنی^۲ ROC صورت گرفت. سطح زیر منحنی برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Philips et al., 2004). مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ است. جهت تعیین مهمترین متغیر در مدل سازی مکسنت از عملیات جک نایف^۳ و جدول سهم مشارکت متغیرهای زیست محیطی استفاده شد، و همچنین ابزار منحنی پاسخ^۴ جهت برآورد میزان احتمال شرایط مطلوب پیش بینی شده برای هر یک از عوامل زیست محیطی مورد استفاده قرار گرفت و با توصیف شرایط

نقشه شیب بر حسب درصد محاسبه شد. لازم به ذکر است که متغیرهای ارتفاع و شیب تغییرات زمانی چندانی نداشته است و برای هر دو زمان گذشته و حال یک نقشه تهیه شد. برای تهیه نقشه فاصله از نزدیکترین منابع آبی، موقعیت چشمه ها و آبشخورهای موجود در منطقه چه در زمان حال و چه در زمان گذشته از نقشه های پایه استخراج و در نرم افزار Arc GIS با استفاده از تابع فاصله^۵ محاسبه گشت. برای تهیه نقشه فاصله از نزدیکترین عوامل انسانی، با استفاده از نقشه پایه موقعیت روستاها، معادن، جاده ها، مزارع مشخص و نقشه فاصله تا نزدیکترین عوامل انسانی نامبرده شده تهیه شد. لازم به ذکر است کلیه نقشه های نامبرده شده با اندازه سلولی ۳۰*۳۰ متر محاسبه شدند.

۴.۲. نرم افزارهای به کاررفته در پژوهش

در این پژوهش از نرم افزار MAXENT نسخه 3.3.3K برای ترسیم مدل و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه استفاده شده است. همچنین از نرم افزار Excel ویرایش ۲۰۱۲، به منظور آماده سازی اطلاعات مربوط به نقاط حضور، برای ورود به نرم افزار مکسنت استفاده گردیده است. از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS) نسخه 9.3 به منظور تهیه لایه های زیست محیطی و نقشه های پایه منطقه بهره برداری شده است و از نرم افزار Spss نسخه ۱۹ جهت تجزیه و تحلیل مربوط به مدل رگرسیون لجستیک استفاده شده است.

- 1- Logistic
- 2- Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve
- 3-jackknife
- 4 - response curve

³ - Distance

با استفاده از ضرایب محاسبه شده توسط رگرسیون لوجستیک می توان احتمال حضور گونه (احتمال رویداد ۱) را نیز در هر نقطه از زیستگاه بر اساس وضعیت مجموعه ای از متغیرهای پیش بینی کننده زیست محیطی پیش بینی کرد. در نتیجه این کار نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه می شود. برای محاسبه مدل مطلوبیت زیستگاه آهو، نقاط حضور و عدم حضور گونه به عنوان متغیرهای وابسته و متغیرهای زیستگاهی به عنوان متغیر مستقل در این تحلیل وارد شدند. برای انتخاب بهترین مدل از رویکرد رگرسیون لوجستیک گام به گام رو به عقب^۲ استفاده شد.

ضریب قطعیت نایجل کرک (Nagelkerke, 1991)، را می توان برای میزان تطابق مدل با داده های به کار رفته در آن مورد استفاده قرار داد. این ضریب از ۰ تا ۱ متغیر است. هرچه میزان این ضریب بالاتر باشد، مدل بهتر می تواند متغیر وابسته را پیش بینی کند. برای بررسی معنی دار بودن ضرایب رگرسیون لوجستیک از آماره والد^۳ استفاده شد. همچنین از آزمون هوسرلمشو (Hosmer & Lemeshow, 2000)، برای بررسی خوبی برازش مدل با داده های به کار رفته در تولید آن استفاده شد. برای بررسی بیشتر اعتبار مدل روش هایی نظیر صحت کلی و سطح زیرمنحنی آر او سی (Liu et al., 2009) به کار گرفته شد.

۳. نتایج

گذشته منطقه، به وسیله ابزار تصویرسازی^۱، مدل سازی زیستگاه در زمان حال صورت گرفت. (جهت اطلاعات بیشتر به A Brief Tutorial on Maxent By Steven Phillips, AT&T Research مراجعه گردد).

۶.۲. محاسبه مدل مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر رویکرد رگرسیون لوجستیک

مدل رگرسیون لوجستیک نوع خاصی از مدل های رگرسیونی است که در آن متغیر وابسته دو حالتی است و فقط مقادیر صفر یا یک را اختیار می کند

(Mesgari et al., 2003). فرض اساسی رگرسیون لوجستیک این است که، احتمال اینکه متغیر وابسته مقدار یک (پاسخ مثبت) بپذیرد از منحنی لوجستیک تبعیت می کند و مقدار این احتمال را میتوان از رابطه زیر برآورد نمود (Eastman, 2002)

که در آن:

$$Pr(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)}$$

رابطه ۱

X_1, \dots, X_2 و... متغیرهای پیش بینی کننده مستقل و β_0 و... ضرایب لوجستیک هستند. در رابطه فوق اینگونه تصور می شود که بین نسبت ۱ به ۰ (Odd) و متغیرهای وابسته رابطه خطی وجود نداشته و باید از لگاریتم این نسبت استفاده شود (رابطه ۲).

$$\ln(Odd) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$$

رابطه ۲

1- Backward Logistic Regression
2- Wald Statistics

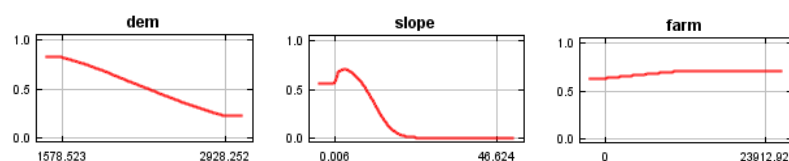
5- projection

تاثیر را دارد و متغیرهای فاصله از روستا، فاصله از معدن، ارتفاع، فاصله از منابع آبی، فاصله از مزارع و فاصله از جاده ها در رده‌های بعدی قرار دارند (شکل ۳).

بر اساس جدول بدست آمده از مکسنت مهمترین عامل در انتخاب زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله متغیر فاصله از روستا است، که دارای ۳۱/۴ درصد مشارکت در مدل بوده و از نظر اهمیت ترتیب ۱۸/۴ درصد دارای تاثیر می‌باشد. همچنین متغیرهای فاصله از معدن، ارتفاع، فاصله از منابع آبی، فاصله از مزارع، فاصله از جاده ها در اولویت های بعدی قرار دارند (جدول ۱).

نمودارهای پاسخ نشان دادند که با کاهش ارتفاع، افزایش فاصله از جاده‌ها و مزارع مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد و با افزایش شیب و فاصله از منابع آبی، معادن و روستاها ابتدا مطلوبیت زیستگاه کمی افزایش و سپس کاهش می‌یابد و به طور کلی، افزایش ارتفاع، فاصله از منابع آبی و شیب، تاثیر منفی و فاصله از جاده، فاصله از مزارع، فاصله از معدن و فاصله از روستا تاثیر مثبت بر حضور آهو دارد (شکل ۲).

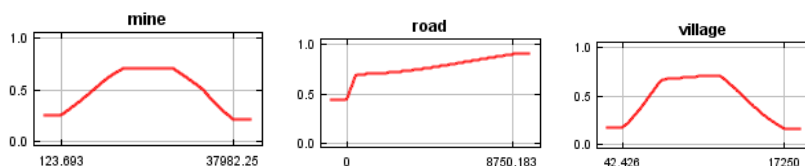
اهمیت هر متغیر پیش بینی کننده زیست محیطی با توجه به عملیات جک نایف ارزیابی شد. نتیجه حاصل از این عملیات نشان داد که متغیر شیب، بیشترین



ج- متغیر فاصله از مزارع

ب- متغیر شیب

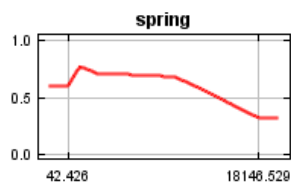
الف- متغیر ارتفاع



و- متغیر فاصله از روستاها

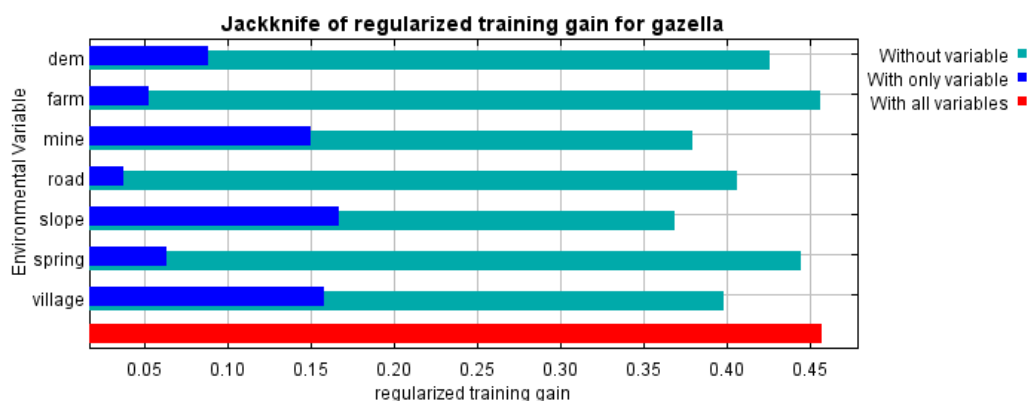
ه- متغیر فاصله از جاده ها

د- متغیر فاصله از معدن



ز- متغیر فاصله از منابع آبی

شکل ۲- نمودارهای پاسخ برای متغیرهای به کار رفته در مدل مکسنت.



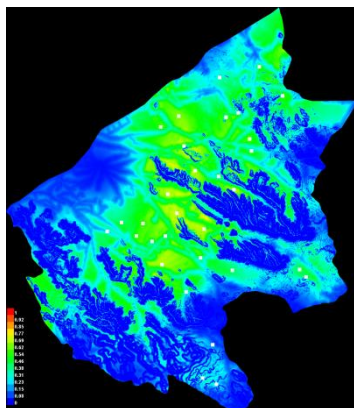
شکل ۳- اهمیت متغیرهای آزمون شده توسط جک نایف.

جدول ۱- درصد فاکتورهای تاثیر گذار و اهمیت ترتیب در پیش بینی مکسنت

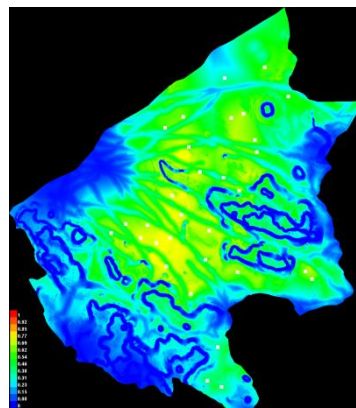
متغیر	درصد مشارکت
فاصله از روستاها	۳۱/۴
فاصله از معادن	۲۸
شیب	۲۵/۴
فاصله از جاده‌ها	۶/۸
ارتفاع از سطح دریا	۵/۵
فاصله از منابع آبی	۲/۸
فاصله از مزارع	۰/۱

گرفته شده است. شیب مطلوبیت زیستگاه به طرف رنگ های گرم متمایل است، بدین معنی که هر چه به سمت رنگ (قرمز=یک)پیش می رود زیستگاه برای آهو مطلوبیت بالاتری دارد و هر چه به سمت رنگ سردتر (آبی = صفر) پیش می رود از مطلوبیت زیستگاه کاسته می شود (شکل ۴ الف و ب).

برای سنجش اعتبار مدل مکسنت از سطح زیر منحنی استفاده گشت، سطح زیر منحنی (AUC) برابر ۰/۸۴۳ می باشد که بیانگر عملکرد خوب مدل است. با معرفی ۷ لایه زیست محیطی به نرم افزار مکسنت نقشه نهایی برای گذشته و حال منطقه بدست آمده است. همانگونه که در نقشه مشاهده می شود میزان مطلوبیت زیستگاه بین صفر تا یک در نظر



ب- نقشه حاصل از پیش بینی مکسنت در منطقه حفاظت شده
هفتاد قله مربوط به سال ۱۳۹۲



الف- نقشه حاصل از پیش بینی مکسنت در منطقه
حفاظت شده هفتاد قله مربوط به سال ۱۳۵۴.

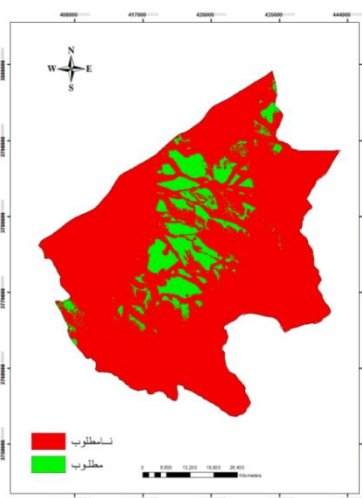
شکل ۴- نقشه حاصل از پیش بینی مکسنت در منطقه حفاظت شده هفتاد قله

قسمتهایی از جنوب غربی و شرق منطقه متمرکز شده است (شکل ۵-ب)
در مقایسه دو نقشه حاصل از مطلوبیت زیستگاه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۵۴، مبتنی بر رویکرد مکسنت حدود ۱۳٪ معادل ۱۳۰۰۱/۳۱ هکتار از سطح مناطق مطلوب زیستگاه در سال ۱۳۹۲، نسبت به ۱۳۵۴ کاسته شده است (جدول ۲). همچنین مناطق مطلوب در سطح منطقه پراکنده تر شده است (شکل ۵ الف و ب).

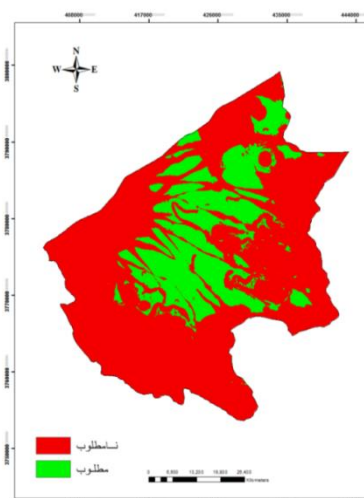
۱,۳. توزیع زیستگاه‌های مطلوب در سطح منطقه حفاظت شده هفتاد قله مبتنی بر رویکرد مکسنت به منظور طبقه بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه در روش مکسنت، از مقدار بریدگی بهینه استفاده شد. در این حالت مدل بیشترین صحت را در طبقه بندی نقاط حضور و نقاط عدم حضور یا پس زمینه دارد (Maximum training sensitivity = ۰/۴۷۷ plus specificity). بر اساس نقشه حاصل از مطلوبیت زیستگاه در سال ۱۳۹۲، مبتنی بر رویکرد مکسنت، مناطق مطلوب عمدتاً در مرکز، شمال و

جدول ۲- توزیع زیستگاه های مطلوب و نا مطلوب مبتنی بر رویکرد مکسنت در سطح منطقه حفاظت شده هفتاد قله

مطلوب		نامطلوب		مدل
درصد (%)	وسعت (هکتار)	درصد (%)	وسعت (هکتار)	
۱۲	۱۱۳۵۸/۶۳	۸۸	۸۶۰۴۸/۶۴	مکسنت در سال ۱۳۹۲
۲۵	۲۴۳۵۹/۹۴	۷۵	۷۳۰۷۷/۲۱	مکسنت در سال ۱۳۵۴



ب- نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله در سال ۱۳۹۲ توسط رویکرد مکسنت.



الف- نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله در سال ۱۳۵۴ توسط رویکرد مکسنت.

شکل ۵- نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله توسط رویکرد مکسنت.

وفاصله تا منابع آبی داشت و همبستگی مثبت با متغیرهای فاصله تا روستا و فاصله تا جاده داشت، به بیانی دیگر آهو مناطقی با ارتفاع کم و نزدیک به منابع آبی و دور از روستاها و جاده ها را ترجیح می دهد(جدول ۳).

۲,۳. نتایج حاصل از مدل سازی مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر رویکرد رگرسیون لجستیک حضور آهو همبستگی منفی با متغیر نقاط ارتفاعی

جدول ۳- نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک

متغیرها	β	اشتباه معیار	آماره Wald	احتمال اشتباه نوع اول	EXP (β)	df	R ² نایجل کرک
عدد ثابت	۱۵/۱۲۲	۵/۲۱	۸/۴۱	۰/۰۰۳	۳۶۹۴۴۵۸		
نقاط ارتفاعی	-۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۱۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۹۹		
فاصله تا روستا	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۷/۷۵	۰/۰۰۵	۱/۰۰۰۳	۱	۰/۵۴۲
فاصله تا آب	-۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۶/۰۴	۰/۰۱۴	۰/۹۹		
فاصله تا جاده	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۶	۳/۵۵	۰/۰۵۹	۱/۰۰۰۱		

هوسمر لمشو معنی دار نیست ($P=۰/۷۳۲$ ، $df=۸$ ،

$\chi^2=۵/۲۲۹$) ، بنابراین برازش قابل قبولی دارد.

۳,۳. بررسی اعتبار مدل رگرسیون لجستیک

چنانچه آزمون خوبی برازش هوسمر و لمشو معنی دار باشد مدل برازش خوبی با داده های به کار رفته در ایجاد آن ندارد. همانگونه که در این مطالعه نیز آزمون

شاخص صحت کلی نشان داد که مدل قادر است ۸۵/۵٪ نقاط را به خوبی پیش بینی کند. همچنین سطح زیر منحنی ROC نیز ۰/۸۹۴ محاسبه گشت، بنابراین می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که مدل رگرسیون لوجستیک از صحت بالایی در پیش بینی مطلوبیت زیستگاه برخوردار است.

۴,۳. توزیع زیستگاه های مطلوب در سطح منطقه حفاظت شده هفتاد قله مبتنی بر روش رگرسیون لوجستیک

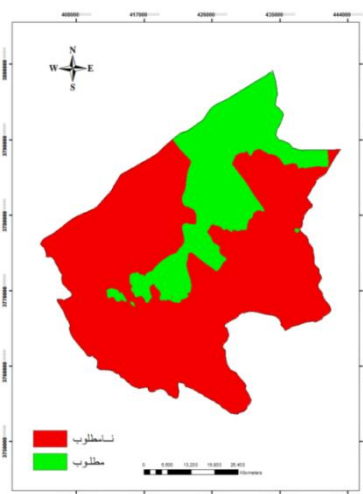
به منظور طبقه بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه با استفاده از مدل رگرسیون لوجستیک ، مقدار بریدگی بهینه با استفاده از منحنی ROC تعیین شد، سپس نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و

نامطلوب طبقه بندی گشت.

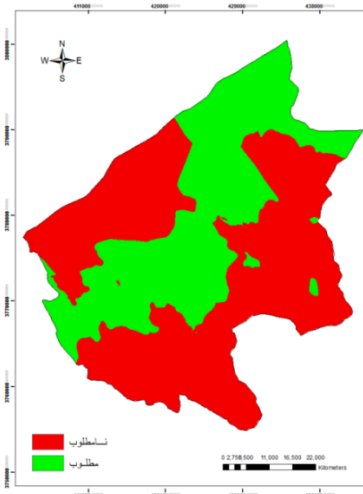
بر اساس نقشه حاصل از مطلوبیت زیستگاه سال ۱۳۵۴ و ۱۳۹۲ ، مبتنی بر رویکرد رگرسیون لوجستیک مناطق مطلوب عمدتاً در مرکز، شمال و شمال شرقی و قسمتهایی از جنوب غربی منطقه متمرکز شده است. (شکل ۶ الف و ب) در مقایسه دو نقشه حاصل از مطلوبیت زیستگاه سال های ۱۳۹۲ و ۱۳۵۴ مبتنی بر روش رگرسیون لوجستیک، حدود ۱۶٪ معادل ۱۵۰۲۴/۵۱ هکتار از سطح مناطق مطلوب زیستگاه در سال ۱۳۹۲، نسبت به سال ۱۳۵۴ کاسته شده است (جدول ۴).

جدول ۴- توزیع زیستگاه های مطلوب و نامطلوب مبتنی بر روش رگرسیون لوجستیک در سطح منطقه

مدل		طبقه بندی منطقه حفاظت شده هفتاد قله	
		نامطلوب	
		مطلوب	
		وسعت (هکتار)	درصد (%)
		وسعت (هکتار)	درصد (%)
رگرسیون لوجستیک در سال ۱۳۹۲	۷۵	۲۴۴۶۵/۲۴	۲۵
رگرسیون لوجستیک در سال ۱۳۵۴	۵۹	۳۹۴۸۹/۷۵	۴۱



ب - نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله در سال ۱۳۹۲ توسط رویکرد رگرسیون لوجستیک.



الف - نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله در سال ۱۳۵۴ توسط رویکرد رگرسیون لوجستیک.

شکل ۶- نقشه مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله توسط رویکرد رگرسیون لوجستیک.

نسبتاً زیاد مناطق مطلوب در سطح منطقه، بازنگری و دقت بیشتری در تصمیم گیری ها در امر انتقال و معرفی مجدد گونه نیاز است و همچنین قبل از انجام آن بایستی اقدامات ویژه ای در جهت کاهش و حذف عوامل کاهش دهنده مطلوبیت در سطح زیستگاه اجرا شود.

مناطق امن هفتاد قله عمدتاً به دلیل کوهستانی بودن خارج از زیستگاه آهو قرار گرفتند بررسی توزیع زیستگاه های مطلوب در سطح منطقه نشان داد که مناطق مطلوب عمدتاً در نواحی دشتی و خارج از مناطق امن هفتاد قله قرار گرفته اند. نقشه حاصل از همپوشانی دو رویکرد نشان داد که تنها بخش کوچکی از منطقه امن شمالی به عنوان منطقه مطلوب شناخته شده است و این امر نشان دهنده عدم کارایی مرزبندی کنونی محدوده های امن در حفاظت

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد هر دو رویکرد مبتنی بر حضور و عدم حضور، در مدل سازی این گونه دشتی از صحت بالایی برخوردار بودند. و طبق نتایج دو رویکرد آهو مناطقی با ارتفاع کم، شیب کم، نزدیک به منابع آبی و دروازه جاده ها، مزارع، معادن و روستاها را ترجیح می دهد که مشابه مطالعات انجام شده بر روی این گونه در سرتاسر کشور است (Akbari, 2004; Ziaei, 2008; Ramezanzadeh et al., 2011). هر دو رویکرد مکسنت و رگرسیون لوجستیک نشان دهنده کاهش سطح زیستگاه های مطلوب برای آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله می باشند که دلیل آن عمدتاً توسعه مزارع کشاورزی، جاده ها، کانون های انسانی و معادن و همچنین کمبود منابع آبی و خشکسالی های پی در پی می باشد. با توجه به کاهش

ایجاد جاده‌های جدید و روکش نمودن جاده‌های خاکی و خارج نمودن عوامل انسانی مانند آغل‌ها و معادن و... جهت برقراری امنیت در منطقه و اضافه نمودن مناطق دشتی به مناطق امن را در پی داشته باشد.

از این گونه در آینده است. نزدیکی زیستگاه‌های مطلوب آهو به جاده‌ها و خارج بودن از مناطق امن می‌تواند آسیب پذیری این گونه را افزایش دهد. بنابراین تدابیر مدیریتی در جهت افزایش مناطق مطلوب باید به گونه‌ای اندیشیده شود که جلوگیری از

References

- Akbari Haroni, H., 2004. Habitat Study of goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Kalmand-bahadoran protected area, Yazd province. MS Thesis. Faculty of Natural Resources Noor, the Tarbiat Modarres University, 80 pages. in Persian
- Eastman, J.R. (2002), "Idrisi for windows, user's guide version 32". Clark labs for cartography technology and geographic analysis, Worcester, Clark University.
- Guisan, A. Zimmermann, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186.
- Hayatgheib, D., 2010. Genetical analysis and taxonomical study of Persian Gazelle population (*Gazella subgutturosa*) in West Zagros mountains by molecular morphometry method. PhD thesis, Faculty of Environment and energy, Science and Research Branch of tehran, Islamic Azad University, 146 pages. in Persian
- Hemmami, M., 2009. Reintroduction of species to new areas for conservation, report submitted to the Department of Environment, Khuzestan province. in Persian
- Hosmer DW, Lemeshow S. 2000. Applied logistic regression. 2nd edition John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Liu C, White M, Newell G. 2009. Measuring the accuracy of species distribution models: a review. 18th World IMACS/MODSIM Congress, Carins, Australia.
- Madani, N., 2009. distribution modeling for Asian wild ass population (*Equus hemionus*) in Turan Biosphere Reserve. MS Thesis. Faculty Of Natural Resources karaj, the Tehran University, 82 pages. in Persian
- Meffe, G.K. Corroll, C.R. 1997. (eds) principles of conservation biology, 2nd Edition. Sinour Associates, Inc, Sunderland, massachusetts, USA
- Mesgari, S., Ranjbar, A. (2003), "Analysis and estimation of deforestation using satellite imagery and GIS", Proceedings of Map India, the 6th Annual International Conference and Exhibition, New delhi, india.
- Nagelkerke N.J.D. 1991. A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika*, Vol. 78, No. 3: 691-692.
- Phillips, J., Dudík, M., Schapire, P. 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling, Appearing in Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, Banff, Canada. 655-662
- Ramezanzadeh, S., Mansouri, J., Dargahi, M., Shams-Esfandabad, B. 2011. spring habitat suitability map for Persian goitered gazelle using ecological niche factor analysis (ENFA) in Saluk

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵ صفحه ۹۷۸

National Park. First symposium on conservation and Environment planning.

Saduq,M.,2001, Haftad Gholleh Protected Area.Department of Environment, Markazi province. 51pages.in Persian

Shams Esfandabad,B.,2003. Ecological And Biological Studies of Sohrein Persian Goitered Gazelle. MS Thesis, Faculty Of Natural Resources karaj, the Tehran University.129 page.in Persian

Shams Esfandabad, B .2010. Habitat suitability modeling for wild sheep (*Ovis orientalis*) and wild goat (*Capra aegagrus*) in mountainous areas of central plateau of Iran (Case study: Haftad Gholleh Protected Area). PhD thesis, Faculty Of

Environment and energy, Science and Research Branch of tehran, Islamic Azad University. 110 pages.in Persian

Water and Watershed Research Jahad Co .2002. Management Plan of Haftad Qolleh Protected Area , Markazi province. Department of Environment.in Persian

Yalpaniyan, A.,2014. Habitat evaluation of Gray wolf (*Canis lupus*) in Khangrmoz protected area, Hamadan province.Faculty of Environment and energy, Science and Research Branch of tehran, Islamic Azad University. 129 pages.in Persian

Ziyaei,H., 2008. Field Guide to Mammals of IRAN. Meet the wildlife center. 298 pages.in Persian

Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Haftad Qolleh Protected Area , Markazi province in central Iran

Golnoush Hosseini^{1*}, Bahman Shams Esfand Abad², Afshin Alizadeh Shabani³

¹ Masters student, Department of Environment, Faculty of Environment and Energy , Science and Research Branch, Islamic Azad University of Tehran

² Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University of arak

³ Associate professor, Department of Environment , Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Received: 21-Apr.-2015

Accepted: 22-Nov-2016

Abstract

Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) with conservation status of vulnerable (VU) is one of Bovidae species living in plain and steppe regions of Iran and its population has declined dramatically. Haftad Gholleh Protected Area has been considered as one of the suitable habitats for this species for many years. However, its population faced local extinction. In order to re-introduce the species to Haftad Gholleh Protected Area, the current suitability of protected area habitats should be evaluated. Therefore, in this study, the occurrence data for gazelles was extracted by reviewing local reports and interview with experts. These occurrence data was related to the anthropogenic and topographic characteristics of the habitat in the past (30 years ago the last time gazelles were reported from the area), using maxent and logistic regression methods. Then, the developed models were projected to the current status of the protected area to estimate the present situation of suitable habitats for gazelles. Both models indicated high discrimination power with AUC greater than 80 percent. Results of both models, suggested that areas with low elevation, low slope, close to the water sources and away from roads, farms and the mines are suitable for gazelles. Current suitable maps for gazelles indicate a decrease by 13% and 16% in maxent method and logistic regression method, respectively. Finally, both models predict seven percent of the protected area as suitable for gazelles. These areas are of great priority in any attempt for reintroduction of gazelles to Haftad Gholleh Protected Area

Keyword: Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*), Haftad Gholleh Protected Area, habitat suitability, Maxent, Logistic Regression

*Corresponding author; Tel:+98-9188634189

Email:hoseini.g123@yahoo.com