

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی (*Ovis gmelini X O. vignei*) در مجموعه حفاظت‌شده جاجرود

رضا گل‌جانی^{۱*}، محمد کابلی^۲، محمود کرمی^۳، بابک نعیمی^۴ و افشین عزیززاده‌شعبانی^۲

^۱ گروه تنوع زیستی و زیستگاه‌ها، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۲ استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۳ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۴ مربی دانشکده انرژی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۷، تاریخ تصویب: ۸۹/۲/۱۳)

چکیده

مجموعه حفاظتی جاجرود (پارک‌های ملی خجیر و سرخه حصار و منطقه حفاظت‌شده جاجرود) یکی از زیستگاه‌های مهم گوسپند وحشی البرز مرکزی (*Ovis gmelini X O. vignei*) در ایران است. از آنجایی که این گونه در فصل پاییز تولید مثل می‌کند، گستره خانگی پاییزه اهمیت ویژه‌ای در چرخه حیات این گونه دارد. در این پژوهش با استفاده از تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) عامل‌های موثر بر حضور گونه در زیستگاه پاییزه شناسایی و مطلوبیت زیستگاه در این دوره محاسبه شد. نتایج نشان داد این گونه دارای آشیان بوم‌شناختی باریکی در این فصل بوده و نسبت به تغییرات زیستگاه حساس است. زیستگاه‌های مطلوب در مناطقی با ارتفاع بیش از ۱۵۳۵ متر، میانگین دمای فصل کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس، دارای گریزگاه مناسب و به دور از روستاها قرار دارند. مناطق نظامی و جاده‌ها با توجه به نوع کاربری تأثیرات متفاوتی بر حضور گونه و مطلوبیت زیستگاه دارند.

واژه‌های کلیدی: گوسپند وحشی البرز مرکزی، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

مقدمه

را می‌توان به عنوان داده عدم حضور در مدل استفاده کرد (Martin et al., 2005). دستیابی به داده‌های عدم حضور صحیح نیازمند پایش مداوم زیستگاه، ثبت نقاط حضور و عدم حضور گونه در سالیان متمادی و دستیابی به اطلاعات کافی در مورد بوم‌شناسی گونه است (Sobern & Peterson, 2005). استفاده از مدل‌هایی که تنها نیازمند داده‌های حضور هستند، می‌تواند از خطاهای حاصل از بکارگیری داده‌های عدم حضور اشتباه جلوگیری کند (Zaniewski et al., 2002).

در این پژوهش به علت نبود داده‌های عدم حضور مطمئن از مدل تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی^۱ (ENFA) که تنها به داده‌های حضور گونه احتیاج دارد برای شناسایی عوامل موثر بر حضور گوسپند وحشی البرز مرکزی و محاسبه مطلوبیت زیستگاه این گونه در فصل پاییز استفاده شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مجموعه حفاظت شده جاجرود با وسعت ۷۲۱۱۵ هکتار در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و در شرق شهر تهران قرار دارد. پوشش گیاهی غالب منطقه دو جنس *Astragalus spp* و *Artemisi spp* می‌باشد. حداکثر بارش متوسط دراز مدت ماهانه و حداکثر و حداقل میانگین سالانه رطوبت نسبی به ترتیب برابر با ۳۷۳ میلی متر ۶۲/۳ و ۴۸/۱ درصد هستند. بیشترین و کمترین سرعت باد معادل ۲۲/۴ و ۰/۳ متر بر ثانیه در ماه‌های شهریور و آذر بوده و سیستم موثر باران زا توده‌های مدیترانه‌ای است و بر مبنای اقلیم نمای آمبرژه اقلیم غالب در منطقه نیمه مرطوب سرد است (Boom Abad Consultatnt Engineers, 2002). ارتفاع کمینه، بیشینه و میانگین آن به ترتیب ۱۰۰۰، ۲۴۶۰ و ۱۵۳۵ متر از سطح دریا بوده و فراوانترین ارتفاع از نظر

هدف از مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کمی کردن روابط بین توزیع گونه و محیط زنده و غیر زنده است (Rushton et al., 2004). مدیریت گونه‌های در خطر انقراض، احیاء بوم سازگان‌ها، تحلیل زیست‌مندی جمعیت و تحلیل تضاد بین انسان و حیات وحش (Louto et al., 2006)، شناسایی زیستگاه‌های مناسب برای حفاظت (Martinez et al., 2006)، بطور عمده متکی به مدل‌سازی رابطه بین زیستگاه و توزیع گونه‌ها هستند. مدل‌هایی که بتوانند مطلوبیت زیستگاه حیات وحش را بدون نیاز به داده‌های دقیق فیزیولوژیک و رفتاری آن‌ها در مقیاس وسیع پیش بینی کنند، می‌توانند برای مدیران حیات وحش بسیار کارآمد و عملی باشند (Etienne, 2002). گوسپند وحشی البرز مرکزی (*Ovis gmelini X O vignei*) از جمله گونه‌هایی است که دارای چندین گستره خانگی فصلی است (Geist, 1971). از آنجایی که این گونه در فصل پاییز جفت‌گیری می‌کند (ضیایی ۱۳۸۷)، گستره خانگی پاییزه از اهمیت ویژه‌ای در چرخه حیات این گونه برخوردار است. مجاورت با شهر تهران، اماکن انسان ساخت، جاده‌ها، فنس‌ها و موانع، فعالیت‌های نظامی و غیره باعث محدود شدن و تجزیه زیستگاه این گونه در مجموعه حفاظت شده جاجرود (شامل پارک ملی خجیر، پارک ملی سرخه حصار و منطقه حفاظت شده جاجرود) شده است. لذا شناسایی عامل‌های موثر بر حضور این گونه و محاسبه مطلوبیت زیستگاه آن می‌تواند گامی موثر در حفاظت از این گونه باشد.

مدل‌های پیش‌بینی کننده مطلوبیت زیستگاه بر اساس متغیر وابسته به دو دسته مدل‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم حضور و مدل‌های وابسته به داده‌های فقط حضور تقسیم‌بندی می‌شوند. یکی از مشکلات اساسی مدل‌هایی که نیاز به داده‌های حضور و عدم حضور به عنوان متغیر وابسته دارند، نبود داده‌های عدم حضور مطمئن است (Guisan & Zimmerman, 2000). یک گونه ممکن است به علل مختلفی همچون انقراض موقت محلی، عدم مشاهده در زمان نمونه‌برداری، وجود موانع پراکنش و نامطلوب بودن زیستگاه در بخشی از زیستگاه مشاهده نشود. تنها مورد آخر

مقادیر مثبت M نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه مقادیری بیشتر از میانگین زیستگاه را در مورد آن متغیر ترجیح می‌دهد در حالیکه مقادیر منفی ترجیح مقادیر کمتر از میانگین زیستگاه را نشان می‌دهد. فاکتور تخصص‌گرایی بین صفر و بینهایت تغییر می‌کند اما مقدار عکس آن (T) بین صفر و یک تغییر می‌کند که هر چه به صفر نزدیکتر باشد نشان دهنده تحمل کم گونه نسبت به تغییر شرایط میانگین زیستگاه است (معادله ۳).

$$T = \frac{1}{S} \quad \text{معادله (۳)}$$

نقشه نقاط حضور و متغیرهای مورد استفاده

برای تهیه نقشه نقاط حضور گونه، ترانسکت‌هایی بر اساس مشاهدات و تجربیات کارشناسان و محیط‌بانان، محل تجمع گوسپند وحشی و راه‌های دسترسی به منطقه به طول کل ۱۱۴ کیلومتر انتخاب و از مهرماه تا اواسط دی ماه سال ۱۳۸۷ مورد پیمایش قرار گرفت. در مجموع این پیمایش‌ها ۸۰ نقطه حضور توسط GPS ثبت شد. به علت تشابه نمایه‌های کل و بز و گوسپند اهلی با گونه مورد مطالعه، فقط داده‌های مربوط به مشاهده مستقیم ثبت شدند.

ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت جغرافیایی (پنج طبقه)، گریزگاه و متوسط دمای فصل به عنوان متغیرهای بوم‌جغرافیایی^۴ و راه‌ها، روستاها، پادگان‌ها، مناطق صنعتی، باغات و مزارع به عنوان متغیرهای توسعه انسانی در ENFA مورد استفاده قرار گرفتند. لایه‌های اطلاعاتی تمام متغیرها پس از رقومی سازی با اندازه سلول 30×30 متر در نرم‌افزار ArcGIS 9.2 به نقشه رستری تبدیل شدند. متغیرهای کمی (ارتفاع، شیب و متوسط دمای فصل) به طور مستقیم در تحلیل‌ها استفاده شدند. متغیرهای کیفی نیز به متغیرهای فراوانی و فاصله‌ای تبدیل شدند تا بدین صورت کمی شوند. از آنجایی که جانوران محیط زیست را در مقیاس‌های مختلف مشاهده می‌کنند (Karl et al., 2000) و مطالعات مختلف نشان داده است مدل‌های زیستگاهی که شامل بیش از یک مقیاس هستند، نتایج بهتری را ارائه

وسعت ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. نیمی از منطقه مطالعاتی دارای شیب صفر تا ده درصد و یک درصد از منطقه دارای شیب بیش از هفتاد درصد است. میانگین شیب ۱۵ درصد و انحراف معیار آن ۱۶ برآورد شده است. در یک دسته بندی کلی توسعه انسانی در این منطقه شامل بزرگراه ابعلی در قسمت شمالی و مناطق مسکونی اطراف آن، جاده آسفالت چهار بانده پارچین درون منطقه، روستاها و زمین‌های کشاورزی، دریاچه سد ماملو، مناطق نظامی و عشایر و دام‌های فصلی می‌باشد.

مدل ENFA

اساس کار این مدل مقایسه ویژگی‌های بوم شناختی نقاط حضور گونه با ویژگی‌های بوم شناختی کل منطقه مطالعاتی است. این روش مشابه تجزیه به مولفه‌های اصلی^۱ بوده و متغیرهای پیش بینی کننده را به چند فاکتور که با یکدیگر همبستگی ندارند و حاوی عمده اطلاعات متغیرهای اولیه هستند خلاصه می‌کند. تفاوت ENFA با تحلیل‌های عاملی کلاسیک این است که در این روش فاکتورها براساس مفهوم آشیان بوم شناختی استخراج می‌شوند. اولین فاکتور خروجی در این روش فاکتور حاشیه‌ای^۲ (M) نام دارد که عبارت است از قدر مطلق تفاوت بین میانگین یک متغیر در کل منطقه مورد مطالعه (m_G) و میانگین توزیع گونه در آن متغیر (m_S) تقسیم بر ۱.۹۶ در انحراف معیار هر متغیر در کل منطقه مطالعاتی (σ_G) (معادله ۱). سایر فاکتورها تخصص‌گرایی^۳ (S) که با تقسیم σ_G بر انحراف معیار سلول‌های مشاهده گونه (σ_S) بدست می‌آیند (معادله ۲) (Hirzel, 2001).

$$M = \frac{|m_G - m_S|}{1.96\sigma_G} \quad \text{معادله (۱)}$$

$$S = \frac{\sigma_G}{\sigma_S} \quad \text{معادله (۲)}$$

۱- Principal Component Analysis (PCA)

۲- Marginality

۳- Specialisation

حاشیه‌ای (M) نشان می‌دادند. لذا از این طبقه بندی به عنوان لایه رستری طبقات شیب در تحلیل‌ها استفاده شد. جاده‌ها بر اساس نوع (خاکی، آسفالت و اتوبان)، میزان رفت و آمد و امنیت به چهار کلاس تقسیم شد. در عین حال برای فهم تاثیر کلی جاده‌ها لایه‌ای متشکل از تمام جاده‌ها نیز تهیه شد. از آنجایی که اندازه سلولی در این پژوهش ۳۰ متر در نظر گرفته شده بود و این مقدار از عرض واقعی جاده‌ها بزرگتر است، ابتدا لایه وکتوری جاده‌ها با اندازه سلولی ۱۰ متر تبدیل به رستر شد، سپس از این لایه برای تهیه لایه فاصله توپوگرافیکی از جاده‌ها با اندازه سلول ۳۰ متر مورد استفاده شد.

پادگان‌ها و مناطق نظامی به دو کلاس تقسیم شدند. مناطقی که سازه‌های نظامی در آن‌ها استقرار دارند و مناطقی که جزو مناطق نظامی هستند اما سازه‌ای در آن‌ها وجود ندارد و فقط عبور و مرور غیرنظامیان در آن‌ها ممنوع است.

آماده‌سازی متغیرها

برای نرمال سازی لایه‌های غیر نرمال از تبدیل باکس-کاکس^۲ استفاده شد (معادله ۴).

$$T(X) = \frac{(X^Y - 1)}{Y} \quad \text{معادله (۴)}$$

در این معادله X متغیر اصلی، T(X) مقادیر تبدیل یافته و Y ضریب همبستگی بین داده‌ها هستند. از آنجایی که لایه‌های مورد استفاده در ENFA باید پیوسته و به اندازه کافی نرمال باشند (Hirzel et al., 2001)، لایه‌هایی که پس از انجام این مرحله نرمال نشدن، حذف شدند. پس از این مرحله، همبستگی بین متغیرها دو به دو بررسی شد و یکی از دو متغیری که دارای همبستگی بیش از ۸۰٪ بودند بر اساس میزان سهمی که در توزیع گونه دارند حذف شد.

نقشه مطلوبیت زیستگاه

می‌دهند (Pathey, 2003, Manel et al., 1999)، فراوانی متغیرهای کیفی با چندین شعاع (۵۰۰ متر، ۱ کیلومتر، ۲ الی ۵ کیلومتر) محاسبه شد. سپس با استفاده از آزمون همبستگی شعاع‌های دارای همبستگی زیاد شناسایی و حذف شدند. علاوه بر این شعاع‌هایی که بر اساس نتایج ENFA تاثیر چندانی در توزیع گونه نداشتند نیز حذف شدند. برای تهیه متغیرهای فاصله‌ای از تابع فاصله توپوگرافیکی^۱ استفاده شد. این تابع علاوه بر فاصله اقلیدسی بین دو سلول در نقشه رستری، عوامل شیب و ارتفاع را نیز لحاظ کرده و در مناطق تپه ماهوری و کوهستانی نتایج بهتری را نسبت به تابع فاصله کمینه ارائه می‌کند (Hirzel et al., 2008).

از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برای تهیه لایه‌های ارتفاع، شیب و جهت استفاده شد. متوسط دمای فصل بوسيله رگرسیون خطی ساده تهیه شد که در آن متوسط دمای فصل متغیر وابسته و ارتفاع از سطح دریا متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. گریزگاه یکی از مهمترین اجزای زیستگاه گوسپند وحشی است. قوج و میش‌ها از گریزگاه جهت حفظ خود در مقابل خطرات احتمالی، استراحت و بره آوری استفاده می‌کنند (ماهینی، ۱۳۷۳). وسعت و پراکندگی گریزگاه تنظیم کننده میزان استفاده از سایر اجزای زیستگاه بوده و فعالیت این گونه همواره در فاصله معینی از آن صورت می‌گیرد (Wockner et al., 2003). گریزگاه با فراوانی طبقات شیب و فاصله طبقه بندی، از همبستگی بین طبقات مختلف شیب در الگوهای مختلف و میزان اطلاعات داده شده توسط هر الگو استفاده شد. از آنجایی که میزان همبستگی بین طبقات شیب شامل ۱۰-، ۲۰-۱۰، ... و ۷۰ > از حد بحرانی (۸۰٪) نسبت به سایر طبقه بندی‌های شیب (به عنوان مثال ۲-، ۴-، ۲ و ...) کمتر بود و همچنین از آنجایی که طبقات مذکور بیشترین میزان اطلاعات را در فاکتور

مطلوبیت زیستگاه و یک بخش به عنوان نقاط ارزیابی استفاده شد. این رویه هفت بار تکرار شد و هر دفعه یک بخش جدید برای ارزیابی قدرت مدل مورد استفاده قرار گرفت و در نتیجه هفت نقشه مطلوبیت زیستگاه بدست آمد. سپس در هر نقشه با استفاده از شاخص پیوسته Boyce (Hirzel et al., 2006) دامنه مطلوبیت زیستگاه به ۲۰ قسمت تقسیم بندی و در هر قسمت نرخ F_i (Boyce et al., 2002) (معادله ۵) محاسبه شده و در مقابل میانگین مطلوبیت زیستگاه آن قسمت در یک نمودار قرار گرفت و نمودار نرخ F به مطلوبیت زیستگاه بدست آمد.

معادله (۵)

$$F_i = \frac{P_i}{E_i} = \frac{P_i / \sum_{j=1}^b P_j}{a_i / \sum_{j=1}^b a_j}$$

در این معادله F_i نرخ مقدار پیشبینی شده به مقدار مورد انتظار، P_i و p_i به ترتیب فراوانی نقاط ارزیابی و تعداد نقاط ارزیابی در دامنه مطلوبیت زیستگاه i می‌باشند. $\sum P_j$ تعداد کل نقاط ارزیابی، E_i فراوانی مورد انتظار نقاط ارزیابی، a_i و $\sum a_j$ به ترتیب تعداد سلول‌های متعلق به دامنه مطلوبیت زیستگاه i و تعداد کل سلول‌ها در نقشه رستری مطلوبیت زیستگاه می‌باشند.

نتایج

ارتباط بین توزیع گوسپندوحشی البرز مرکزی و متغیرهای زیستگاهی

مقادیر ویژگی حاشیه‌ای نشان می‌دهد که گوسپند وحشی البرز مرکزی مناطقی را ترجیح می‌دهد که ارتفاع بیشتر از ارتفاع میانگین زیستگاه (بیشتر از ۱۵۳۵ متر، مقدار حاشیه‌ای = ۰/۰۸۲)، شیب‌های نزدیک به میانگین زیستگاه (۱۵ درصد، مقدار حاشیه‌ای = ۰/۰۱-) و میانگین دمای پاییزه کمتر از میانگین زیستگاه (کمتر از ۱۰ درجه، مقدار حاشیه‌ای = ۰/۱۰۴-) داشته باشند.

تمام مراحل اجرای ENFA در نرم‌افزار Biomapper 4.0 (Hirzel et al., 2008) انجام شد. ابتدا مقادیر عامل‌های حاشیه‌ای و تخصص‌گرایی برای متغیرهای زیستگاهی محاسبه شد و آن متغیرهایی که سهم ناچیزی در این فاکتورها داشتند حذف شدند. همین مراحل برای متغیرهای توسعه انسانی تکرار شد. بدین ترتیب متغیرهای بی‌تاثیر در رجحان زیستگاه از تجزیه و تحلیل کنار گذاشته شدند. سپس بر اساس روش چوب شکسته^۱ (Hirzel et al., 2002a) ۷ فاکتور از ۴۲ فاکتور محاسبه شده برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب شدند. نقشه مطلوبیت زیستگاه با الگوریتم‌های میانه^۲ (Hirzel et al., 2002b)، میانگین فاصله هندسی^۳ (Hirzel & Arlettaz, 2003)، میانگین فاصله هارمونیک^۴ و الگوریتم حداقل فاصله^۵ (Hirzel et al, in press) تهیه شده و با استفاده از نتایج اعتبارسنجی مدل بهترین الگوریتم انتخاب شد. سپس باتوجه به تغییرات شیب خطوط میانه و حدود اعتماد نرخ F به مطلوبیت زیستگاه (شکل ۱)، این نقشه طبقه بندی شد. بدینصورت که هر قسمت از منحنی که دارای شیب مسطح و یا منفی بود در یک طبقه قرار گرفت (Hirzel et al., 2006). دامنه شاخص مطلوبیت زیستگاه در این پژوهش ۱۰۰ - ۰ در نظر گرفته شد که صفر بیانگر کمترین مطلوبیت و ۱۰۰ نمایانگر مطلوبیت بیشینه می‌باشند.

ارزیابی قدرت پیشبینی مدل

از رویه اعتبارسنجی^۶ برای ارزیابی قدرت پیشبینی مدل‌های تهیه شده از الگوریتم‌های مختلف استفاده شد. بدین ترتیب که نقشه نقاط حضور به طور تصادفی به هفت بخش مستقل تقسیم شد. از شش بخش برای تهیه مدل

۱- Broken stick method

۲- Median algorithm

۳- Geometric mean distance algorithm

۴- Harmonic mean distance algorithm

۵- Minimum distance algorithm

۶- Cross-validation process

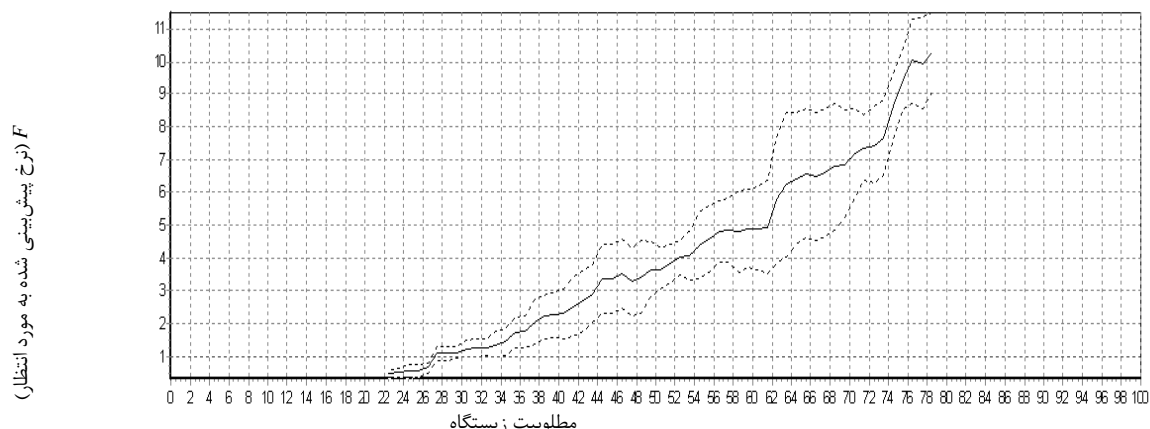
روستاها نیز تاثیر منفی بر حضور گوسپند وحشی در فصل پاییز داشته و این گونه از آن‌ها دوری می‌کند (فاصله توپوگرافیکی = $0/267$). بعلاوه نتایج نشان می‌دهد که باغات (فاصله توپوگرافیکی = $0/133$) و جنگل دست کاشت (فاصله توپوگرافیکی = $0/342$) باعث جذب این گونه می‌شوند (حاشیه این مناطق به علت رویش علف‌های تازه مورد توجه گوسپند وحشی است). همچنین گونه مورد مطالعه از مناطق نظامی که سازه‌های نظامی در آن‌ها وجود دارد (طبقه ۱) دوری می‌کند (فاصله توپوگرافیکی = $0/136$) و مناطق نظامی که سازه‌ای در آن‌ها وجود ندارد و تنها عبور و مرور افراد در آن‌ها ممنوع است را می‌پسندد (فاصله توپوگرافیکی = $0/127$) (جدول ۱).

ارزیابی قدرت پیشبینی مدل

بر اساس شاخص پیوسته Boyce میانگین هارمونیک به علت مقدار بسیار نزدیک به یک و حدود اعتماد کم عرض از قدرت پیشبینی بهتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار است (جدول ۲). علاوه بر این منحنی نرخ F (نرخ پیشبینی شده به نرخ مورد انتظار در محور عمودی) به مطلوبیت زیستگاه (محور افقی) نشان می‌دهد که این مدل از قدرت پیشبینی بسیار بالایی برخوردار است. در این نمودار هر جا که نرخ F کم است مطلوبیت زیستگاه نیز کم بوده و هر جا که این نرخ زیاد است مطلوبیت زیستگاه نیز زیاد است. همچنین شکل نمودار به صورت یکنواخت بوده و تقریباً به سمت بی‌نهایت افزایش می‌یابد (شکل ۱).

در میان طبقات جهت کمترین میزان استفاده از دامنه‌های جنوبی است (مقیاس ۱ کیلومتر = $0/025$ ، مقیاس ۳ کیلومتر = $0/022$ ، فاصله توپوگرافیکی = $0/073$). بیشترین میزان مطلوبیت را جهت شرقی دارد (مقیاس ۱ کیلومتر = 0.9 ، مقیاس ۳ کیلومتر = $0/144$ ، فاصله توپوگرافیکی = $0/138$). در مورد جهت‌های غربی و شمالی مقادیر مقیاس ۱ کیلومتر نشان می‌دهد که گوسپند وحشی از هر کدام از این جهت‌ها به طور مجزا دوری می‌کند. اما مقادیر مقیاس ۳ کیلومتر نشان می‌دهد که احتمال حضور گونه در فاصله‌ای نزدیکتر از میانگین زیستگاه بیشتر است. این امر بدین معناست که این جهت‌های جغرافیایی در کنار سایر جهت‌های جغرافیایی مطلوب هستند، نه به طور مجزا. همچنین نتایج نشان می‌دهد که گوسپند وحشی از شیب‌های ۳۰ تا ۵۰ درصد در فصل پاییز به عنوان گریزگاه استفاده می‌کند. شیب‌های بالای ۷۰ درصد و زیر ۱۰ درصد (بدون جهت) نامطلوب بوده و از آن‌ها دوری می‌شود. شیب‌های ۱۰ تا ۳۰ درصد در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در کنار سایر طبقات شیب قرار داشته باشند. این امر از آن جا آشکار می‌شود که مقدار ویژگی حاشیه‌ای مقیاس ۳ کیلومتر این طبقه بزرگتر از مقیاس ۱ کیلومتر است.

بعلاوه مشخص شد که این گونه در منطقه مورد مطالعه از اتوبان ابعلی دوری می‌کند زیرا ویژگی حاشیه‌ای نزدیک به صفر است ($0/012$). این بدان معناست که فاصله مناطق مطلوب زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی به طور میانگین در فاصله ۱۳ کیلومتری از این اتوبان قرار گرفته‌اند. بعلاوه این گونه در مناطق نزدیک به جاده‌های آسفالت طبقه یک و خاکی طبقه یک در این فصل حضور دارد (فاصله توپوگرافیکی = $0/33$) و از جاده‌های آسفالت طبقه ۲ (فاصله توپوگرافیکی = $0/186$) و خاکی طبقه ۲ دوری می‌کند (فاصله توپوگرافیکی = $0/327$). اگر تمامی جاده‌های موجود در منطقه را با یکدیگر در نظر بگیریم، فاصله مناطق حضور گونه از جاده‌ها کمتر از میانگین فاصله زیستگاه از جاده‌ها است (فاصله توپوگرافیکی = $0/127$).



شکل ۱- نمودار نرخ F به مطلوبیت زیستگاه پاییزه. خطوط نقطه چین: حدود اعتماد ۹۵٪ و خط سیاه نشان دهنده میانه است. در مناطقی که نرخ F کمتر از یک است زیستگاه نامطلوب است.

جدول ۱- مقادیر هشت فاکتور اول حاصل از آنالیز ENFA برای زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرزمرکزی در مجموعه حفاظتی جاجرو

| متغیرهای بوم‌جغرافیایی | M | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| فراوانی شیب ۱۰-۰٪ در مقیاس ۱ کیلومتر | ۰/۰۶۴ | -۰/۰۳۳ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۱ | -۰/۰۹۳ | ۰/۰۱ | -۰/۰۴۴ | -۰/۱۱ |
| فراوانی شیب ۱۰-۰٪ در مقیاس ۳ کیلومتر | -۰/۱۲۴ | -۰/۲۸۵ | ۰/۰۲۲ | -۰/۴۷۵ | ۰/۴۳۴ | -۰/۰۱۴ | ۰/۰۰۶ | -۰/۰۲۹ |
| فاصله توپوگرافیکی از شیب ۱۰-۰٪ | -۰/۰۶۱ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۱ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۸ | -۰/۰۱۷ |
| فراوانی شیب ۲۰-۱۰٪ در مقیاس ۱ کیلومتر | -۰/۰۹۲ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۲۲ |
| فراوانی شیب ۲۰-۱۰٪ در مقیاس ۳ کیلومتر | ۰/۱۰۱ | -۰/۰۷۷ | ۰ | -۰/۱۰۹ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۵ | -۰/۰۵۲ | -۰/۰۳۱ |
| فاصله توپوگرافیکی از شیب ۲۰-۱۰٪ | -۰/۰۸۵ | -۰/۰۰۶ | ۰ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۹ | ۰ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۱ |
| فراوانی شیب ۴۰-۳۰٪ در مقیاس ۱ کیلومتر | ۰/۰۹۲ | ۰/۰۲۴ | ۰/۰۰۱ | -۰/۰۱۳ | ۰/۰۱۸ | ۰ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۳ |
| فراوانی شیب ۴۰-۳۰٪ در مقیاس ۳ کیلومتر | ۰/۱۳۸ | -۰/۰۲۷ | ۰/۰۱ | -۰/۰۵۹ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۱۵ | ۰/۰۳۸ | -۰/۰۶۳ |
| فاصله توپوگرافیکی از شیب ۴۰-۳۰٪ | -۰/۱۱۴ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۰۲ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۰۶ |
| فراوانی شیب ۵۰-۴۰٪ در مقیاس ۱ کیلومتر | ۰/۱۱۴ | -۰/۰۱۱ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۲ | -۰/۰۵۷ | ۰/۰۰۱ | -۰/۰۱ | -۰/۰۳۴ |

ادامه جدول ۱- مقادیر هشت فاکتور اول حاصل از آنالیز ENFA برای زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی

در مجموعه حفاظتی جاجرود

| S7 ٪۲ | S6 ٪۳ | S5 ٪۵ | S4 ٪۶ | S3 ٪۸ | S2 ٪۱۱ | S1 ٪۱۳ | M ٪۴۳ | متغیرهای بوم‌جغرافیایی |
|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|---|
| ۰/۰۵۴ | -۰/۱۰۳ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۰۱ | -۰/۱۱۸ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۷۴ | ۰/۲۵۴ | فراوانی شیب ۵۰-۴۰٪ در مقیاس ۳ کیلومتر |
| ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۰۱ | -۰/۰۰۱ | -۰/۱۲۴ | فاصله توپوگرافیکی از شیب ۵۰-۴۰٪ |
| -۰/۰۰۹ | ۰/۰۱۵ | -۰/۰۱۲ | ۰/۰۷۲ | ۰/۱۳۷ | -۰/۰۲۴ | -۰/۱۹۱ | -۰/۱۱۴ | فراوانی شیب ۱۰۰-۷۵٪ در مقیاس ۳ کیلومتر |
| ۰/۰۳ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۹ | ۰ | -۰/۱۸ | فاصله توپوگرافیکی از شیب ۱۰۰-۷۵٪ |
| ۰/۱۹۴ | -۰/۰۷۴ | -۰/۰۲۷ | -۰/۰۹۶ | ۰/۴۱۳ | ۰/۰۰۹ | ۰/۱۸۸ | ۰/۰۱۲ | فاصله توپوگرافیکی از اتوبان آبدلی |
| ۰/۱۳۶ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۰۶ | -۰/۱۷۳ | ۰/۰۹۲ | -۰/۰۰۵ | ۰/۰۵۳ | -۰/۳۳ | فاصله توپوگرافیکی از جاده‌های آسفالت طبقه ۱ |
| ۰/۰۱۶ | -۰/۰۲۵ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۲۸ | -۰/۰۳۸ | ۰/۰۱۸ | -۰/۰۸۸ | ۰/۱۸۶ | فاصله توپوگرافیکی از جاده‌های آسفالت طبقه ۲ |
| ۰/۰۳۱ | -۰/۰۳ | ۰/۰۱۵ | -۰/۱۴۱ | ۰/۰۵۷ | -۰/۰۱۵ | ۰/۰۴۵ | -۰/۳۵۶ | فاصله توپوگرافیکی از جاده‌های خاکی طبقه ۱ |
| ۰/۰۲۱ | ۰/۰۵۷ | -۰/۰۰۲ | -۰/۱۵۹ | -۰/۲۰۵ | -۰/۰۱۵ | -۰/۰۴۹ | ۰/۳۲۷ | فاصله توپوگرافیکی از جاده‌های خاکی طبقه ۲ |
| -۰/۰۴۴ | ۰/۰۲۵ | -۰/۰۱ | ۰/۱۳۵ | -۰/۱۰۸ | ۰/۰۰۸ | -۰/۰۳۷ | -۰/۱۲۷ | فاصله توپوگرافیکی از تمام جاده‌ها |
| -۰/۰۱ | -۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۲ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۱ | ۰/۰۰۱ | -۰/۰۲۷ | ۰/۰۸۷ | فراوانی دامنه‌های شرقی در مقیاس ۱ کیلومتر |
| -۰/۰۱۲ | ۰/۰۲۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۱۴ | -۰/۰۹۱ | ۰/۰۰۵ | -۰/۰۰۶ | ۰/۱۴۴ | فراوانی دامنه‌های شرقی در مقیاس ۳ کیلومتر |
| -۰/۰۰۹ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۴ | -۰/۱۳۸ | فاصله توپوگرافیکی از دامنه‌های شرقی |
| -۰/۰۳۶ | -۰/۰۲۹ | ۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۲۸ | -۰/۰۱۴ | فراوانی دامنه‌های شمالی در مقیاس ۱ کیلومتر |
| -۰/۰۲۴ | ۰/۰۲۳ | -۰/۰۱۴ | ۰/۱۴ | -۰/۱۴۴ | ۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۵ | ۰/۱۴ | فراوانی دامنه‌های شمالی در مقیاس ۳ کیلومتر |

ادامه جدول ۱- مقادیر هشت فاکتور اول حاصل از آنالیز ENFA برای زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرزمرکزی در مجموعه حفاظتی جاجرود

| متغیرهای بوم‌جغرافیایی | M ٪۴۳ | S1 ٪۱۳ | S2 ٪۱۱ | S3 ٪۸ | S4 ٪۶ | S5 ٪۵ | S6 ٪۳ | S7 ٪۲ |
|--|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| فاصله توپوگرافیکی از دامنه‌های شمالی | -۰/۱۰۶ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۹ | ۰ | -۰/۰۰۱ | -۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۲ |
| فراوانی دامنه‌های جنوبی در مقیاس ۱ کیلومتر | ۰/۰۲۵ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۲ | -۰/۰۴۳ | ۰/۰۰۴ | -۰/۰۲۹ | -۰/۰۳۸ |
| فراوانی دامنه‌های جنوبی در مقیاس ۳ کیلومتر | ۰/۰۲۲ | -۰/۰۷۹ | ۰/۰۱۳ | -۰/۱۱ | ۰/۱۵۲ | -۰/۰۱۱ | ۰/۰۴ | ۰/۰۳۵ |
| فاصله توپوگرافیکی از دامنه‌های جنوبی | -۰/۰۷۳ | ۰/۰۰۶ | ۰ | ۰/۰۰۱ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۸ |
| فراوانی دامنه‌های غربی در مقیاس ۱ کیلومتر | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۳۵ | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۴۱ | ۰/۰۰۴ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۳۳ |
| فراوانی دامنه‌های غربی در مقیاس ۳ کیلومتر | ۰/۱۰۶ | -۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۵۸ | ۰/۱۲۸ | -۰/۰۰۷ | ۰/۰۲۲ | -۰/۰۱۹ |
| فاصله توپوگرافیکی از دامنه‌های غربی | -۰/۰۶۹ | ۰/۰۱ | ۰ | ۰/۰۰۶ | -۰/۰۱۴ | ۰/۰۱ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۱۳ |
| ارتفاع از سطح دریا | ۰/۰۹۸ | ۰/۶۵۸ | ۰/۷۰۸ | -۰/۳۱۹ | ۰/۵۲۹ | -۰/۷۰۶ | ۰/۶۹۱ | -۰/۶۶۸ |
| میانگین دمای پاییزه | -۰/۱۰۴ | ۰/۵۹۵ | ۰/۷ | -۰/۳۶۵ | ۰/۵۱۶ | -۰/۶۲۱ | ۰/۶۹۶ | -۰/۶۵۲ |
| شیب (٪) | -۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۷ | ۰ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۴ | -۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۱ |
| فاصله توپوگرافیکی از مزارع | -۰/۰۴۵ | -۰/۰۳۷ | -۰/۰۰۵ | -۰/۳۳۳ | -۰/۰۳۸ | ۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۹ | -۰/۱۲۹ |
| فاصله توپوگرافیکی از جنگل دست کاشت | -۰/۳۴۲ | -۰/۰۴۴ | -۰/۰۰۳ | -۰/۱۵۴ | -۰/۰۲۴ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۹ | -۰/۱۳۱ |
| فاصله توپوگرافیکی از باغات | -۰/۱۳۳ | -۰/۰۴۶ | ۰/۰۰۴ | -۰/۰۲۶ | ۰/۰۲۷ | -۰/۰۰۵ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۳۶ |
| فاصله توپوگرافیکی از روستاها | ۰/۲۶۷ | ۰/۰۴۲ | -۰/۰۰۷ | ۰/۲۶۲ | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۴۸ | -۰/۰۳۸ |
| فاصله توپوگرافیکی از مناطق نظامی طبقه ۱ | ۰/۱۳۶ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۱۱ | -۰/۰۳۳ | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۱۶ |
| فاصله توپوگرافیکی از مناطق نظامی طبقه ۲ | -۰/۱۷۴ | -۰/۰۸۸ | ۰/۰۵۵ | -۰/۰۵۳ | ۰/۲۳۴ | ۰/۰۰۸ | -۰/۰۱ | -۰/۰۶۳ |

ستون اول متغیرهای بوم‌جغرافیایی، ستون دوم مقادیر ویژگی حاشیه‌ای و ستون‌های بعدی شامل مقادیر تخصص‌گرایی (S1 تا S7) هستند. درصدها بیانگر مقدار واریانس نمایش داده شده بوسیله هر فاکتور هستند. مقادیر مثبت ویژگی حاشیه‌ای نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه مقدار بالاتری از میانگین متغیر مورد نظر را ترجیح می‌دهد و مقادیر منفی نشان می‌دهد که گونه مقادیر کمتری از میانگین آن متغیر را در منطقه ترجیح می‌دهد.

نقشه مطلوبیت زیستگاه

با استفاده از الگوریتم میانگین هارمونیک نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شد (شکل ۲) و با توجه به تغییرات شیب منحنی نمودار شکل ۱ به چهار طبقه نامطلوب، بینابینی، مطلوب و بهینه طبقه بندی شد (شکل ۳). بخش‌هایی از زیستگاه که دارای شاخص مطلوبیت زیر ۲۷ هستند ($F=1$)، جزو مناطق نامطلوب به حساب می‌آیند زیرا در آن‌ها مقدار حضور پیشبینی شده توسط مدل کمتر از مقداری است که برحسب تصادف مورد انتظار است. دامنه شاخص مطلوبیت و مساحت هریک از طبقات مطلوبیت زیستگاه در جدول ۳ ذکر شده است.

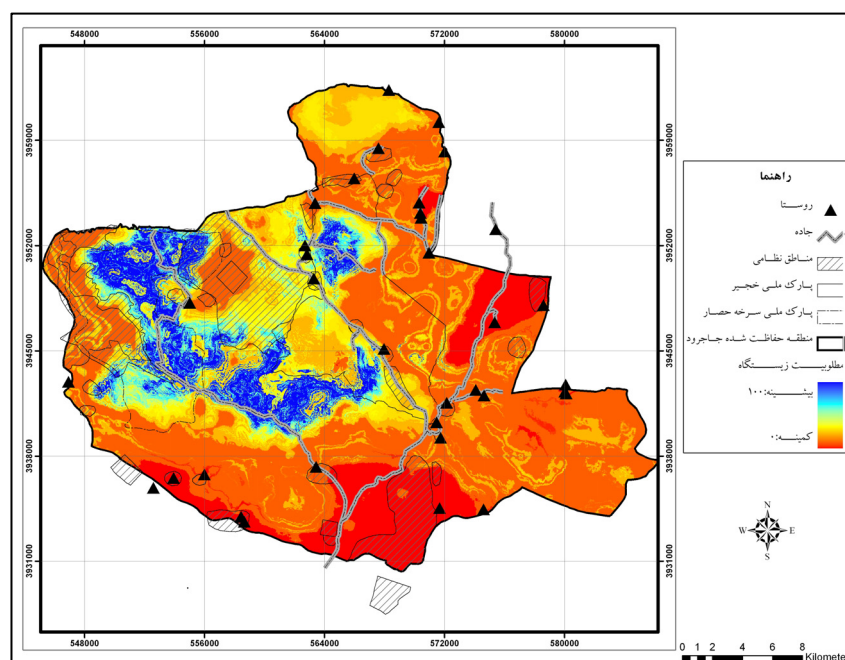
جدول ۲- مقادیر شاخص بویس الگوریتم های مختلف برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی در مجموعه

جاجرود

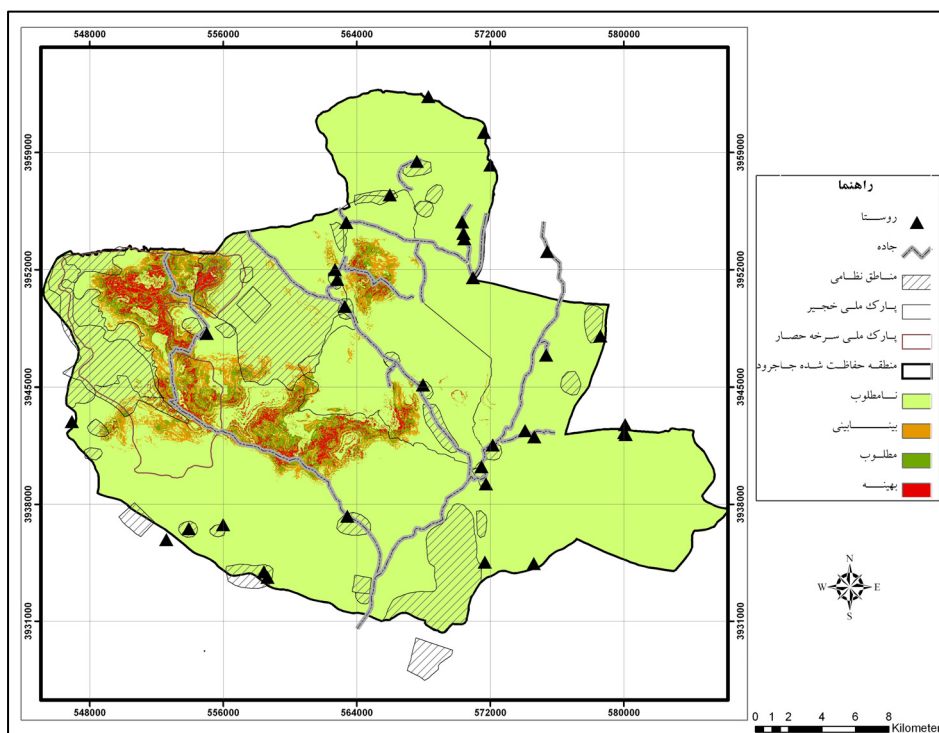
| الگوریتم | شاخص بویس |
|------------------|------------------|
| میانگین هارمونیک | 0.955 ± 0.04 |
| میانگین هندسی | 0.849 ± 0.02 |
| میانه | 0.803 ± 0.02 |

جدول ۳- دامنه مطلوبیت، مساحت و درصد فراوانی نسبی هریک از طبقات مطلوبیت زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی در مجموعه حفاظت شده جاجرود.

| نام طبقه | دامنه مطلوبیت | مساحت (هکتار) | درصد فراوانی نسبی |
|----------|---------------|---------------|-------------------|
| نامطلوب | ۰-۲۷ | ۶۳۸۱۳ | ۸۷/۸۶ |
| بینابینی | ۲۷-۴۴ | ۳۸۱۵ | ۵/۲۵ |
| مطلوب | ۴۴-۶۲ | ۳۱۲۸ | ۴/۳ |
| بهینه | ۶۲-۱۰۰ | ۱۸۷۰ | ۲/۵۷ |



شکل ۲- نقشه مطلوبیت زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی در مجموعه حفاظت شده جاجرود



شکل ۳- نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی در مجموعه حفاظت شده جاجرود.

بر اساس نتایج بدست آمده در این پژوهش گوسپند وحشی البرز مرکزی در فصل پاییز نسبت به تغییر شرایط بهینه منابع زیستگاهی خود حساس بوده و آشیان بوم شناختی باریکی دارد در نتیجه هرگونه تغییر در زیستگاه می تواند نقش تاثیر گذاری در بقاء جمعیت های این گونه در منطقه مطالعاتی داشته باشد.

گوسپند وحشی در فصول پاییز و زمستان مناطق کم ارتفاع را ترجیح می دهد (Wockner et al., Ziaie, 2008). بر اساس مشاهدات بومیان و محیط بانان قدیمی در گذشته که توسعه انسانی در منطقه وجود نداشت، در این فصل دستجات بزرگ قوچ و میش بومی منطقه و گله های مهاجر پارک ملی لار در مناطقی که ارتفاع آنها کمتر از میانگین زیستگاه بود (شهرک زیتون، ترکمنده، پادگان های غرب و جنوب منطقه) ساکن می شدند. می توان دلیل اینکه این گونه در حال حاضر در فصل پاییز ارتفاعات بیشتر از میانگین زیستگاه را ترجیح می دهد را وجود اکثر اماکن انسان ساخت در دامنه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر بیان

بحث و نتیجه گیری

مقدار و شکل منحنی Boyce قدرت بالای پیشبینی مدل را تایید می کند. همچنین بازدید میدانی در سال بعد از مناطق مطلوب پیشبینی شده توسط مدل که در بازه زمانی مطالعاتی مورد بازدید قرار نگرفته بود، نشان داد که نتایج مدل قابل اتکا هستند.

بر اساس نقشه مطلوبیت زیستگاه پاییزه، ۱۲/۱۲ درصد از مجموعه حفاظت شده جاجرود با مساحتی در حدود ۸۸۱۳ هکتار را می توان زیستگاه مطلوب پاییزه گوسفند وحشی البرز مرکزی معرفی نمود. این زیستگاه پیوسته نبوده و شامل ۶ لکه زیستگاهی است. بزرگترین لکه با مساحت ۶۹۸۲ هکتار بخش عمده ای از پارک ملی سرخه حصار و قسمتی از منطقه حفاظت شده جاجرود مابین جنوب غرب پارک ملی خجیر و جنوب شرق پارک ملی سرخه حصار را در بر می گیرد.

می‌شود. در فصل پاییز گوسپند وحشی از مناطق نظامی که سازه‌های نظامی در آن‌ها وجود دارد دوری می‌کند. این مناطق به واسطه توسعه انسانی ارزش زیستگاهی خود را از دست داده‌اند. مناطقی که جزء مناطق نظامی هستند ولی سازه‌های نظامی در آن‌ها وجود ندارد باعث جذب گله‌ها می‌شوند. ورود انسان و دام به این مناطق ممنوع بوده و از نواحی بسیار امن به حساب می‌آیند. این مناطق در صورتی که سایر ویژگی‌های زیستگاه پاییزه را دارا بوده و مساحت مناسب داشته باشند، احتمال تجمع گله‌های قوچ و میش در آن‌ها زیاد است.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از راهنمایی‌ها و مساعدت‌های مسئولین و کارشناسان اداره کل محیط زیست استان تهران آقایان شادروان سید یوسف جلی، محمدکرمی، امیرعباس مشهدی احمدی، سید حسن فراهانی و محیط‌بانان مجموعه حفاظت شده جاجرود سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از آقایان علیرضا هاشمی، فرید مبصر، محمد توحیدی‌فر و مهدی چلانی که در مطالعات میدانی همکاری نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌شود.

کرد. این درحالیست که مساحت مناطقی که ارتفاع آن‌ها کمتر از میانگین زیستگاه است حدوداً دو هزار هکتار بیشتر از مناطقی است که ارتفاع آن‌ها بیشتر از میانگین زیستگاه است. با توجه به مقادیر تخصص‌گرایی گونه مورد مطالعه در پاییز نسبت به تغییرات ارتفاعی و میانگین دمای فصل بیشترین حساسیت را دارد و توسعه بیشتر انسانی و اشغال مناطق باقیمانده می‌تواند تأثیرات جبران‌ناپذیری داشته باشد. بنابراین مدیریت مناطق انسان ساخت امری ضروری به نظر می‌رسد.

بر اساس نتایج ENFA گوسپند وحشی البرز مرکزی در این فصل مناطقی که دارای شیب نزدیک به میانگین زیستگاه (۱۵٪) و گریزگاه (شیب‌های ۳۰-۵۰٪) باشند را ترجیح می‌دهد. از آنجایی که ۴۰ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای شیب مناسب بوده و علاوه بر این گوسپند وحشی در این منطقه به تغییرات شیب حساسیت کمی دارد، می‌توان گفت مجموعه جاجرود از لحاظ این متغیر برای زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی مناسب است.

استفاده از تابع فاصله توپوگرافیکی نشان داد وجود پشه‌ماهورهای مرتفع بین پدیده‌های انسان ساخت و زیستگاه‌های پاییزه باعث افزایش مطلوبیت این زیستگاه‌ها

منابع

- Boom Abad Consultatnt Engineers. 2002. Jajrood Protected Complex Action Plan. Iran Department of Environment.
- Etienne RS. 2002. Striking the metapopulation balance mathematical Models & Methods Mett Metapopulation Management. Phd Thesis. Dutch. Wageningen University. 208 p.
- Boyce MS PR, Vernier SE, Nielsen FK. 2002. Evaluating resource selection functions. Ecological Modelling 157: 281-300
- Geist V. 1971. Mountain sheep, a study in behavior and evolution. Univ, Chicago Press, Chicago. 383pp.
- Guisan A, Zimmermann N. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological modeling. 135: 147-186.
- Hirzel AH. 2001. When GIS come to life. Linking landscape and population ecology for large population management modelling: the case of Ibex (Capra ibex) in Switzerland. PhD thesis, University of Lausanne, Lausanne, Switzerland. 106p.
- Hirzel A H, Arlettaz R. in press. Environmental-envelope based Habitat-suitability models. In the proceedings of the 1st Conference on Resource Selection by Animals, Laramie, Wyoming, USA.
- Hirzel, A.H, Arlettaz, R. 2003. Modelling habitat suitability for complex species distributions by the environmental-distance geometric mean. Environmental Management, 32: 614-23.
- Hirzel AH, Guisan A. 2002a. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. Ecological Modelling 157: 331-341.

- Hirzel AH, Hausser J, Chessel D, Perrin, N. 2002b. Ecological niche factor analysis: How to compute habitat suitability maps without absence data? *Ecology*, 83: 2027-2036.
- Hirzel A H, Hausser J, Perrin N. Biomapper 3.1. Division of Conservation Biology, University of Bern, 2008. URL: <http://www.unil.ch/biomapper>
- Karl JW, Heglund PJ, Garton, EO, Scott JM, Wright NM, Hutto RL. 2000. Sensivity of species habitat-relationship model performance to factors of scale. *Ecological applications*. 10: 1690-1705.
- Luoto M, Heikkinen RK, Poyry J, Saarinen K. 2006. Determinants of the biogeographical distribution of butterflies in boreal regions. *Journal of Biogeography* 33:1764–1778.
- Manel S, Dias JM, Buckton ST, Ormerdo SJ. 1999. Alternative methods for predicting species distribution: an illustration with Himalayan river birds. *Journal of Applied Ecology*. 36: 734-747.
- Martinez I, Carreno F, Escudero A, Rubio A. Are threatened lichen species well-protected in Spain? Effectivnes of a protected area network. 2006. *Biological Conservation*. 133: 500-511
- Patthey P. 2003. Habitat and corridor selection of an expanding red deer (*cervus elaphus*) population. Phd thesis. University of Lausanne. Lausanne, Switzerland. 152 p.
- Rushton SP, ormerod SJ, Kerby G. 2004. New paradigms for modeling species distribution. *Journal of applied ecology*. 41: 193-200.
- Sobern J, Peterson AT. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodivers. Infor*. 2: 1–10.
- Wockner G, Singer F, Schoenecker K. 2003. Habitat Suitability Model for Bighorn Sheep and Wild Horses in Bighorn Canyon and the Pryor Mountain Wild Horse Range. University of Fort Collins. 41p.
- Ziaie, H. 2008. Mammals of Iran. Ashnai ba Hayate Vahsh Press. 430p.

Fall Habitat Suitability Modeling of Central Alborz Wild Sheep (*Ovis gmelini X O. vignei*) in Jajrood Protected Complex, Iran

R. Goljani^{1*}, M. Kaboli², M. Karami³, B. Naimi⁴ and A. Alizadeh Shabani²

¹ Biodiversity & Habitats Division, Faculty Environment & Energy, Science & research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN

² Asst. Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

³ Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

⁴ Lecturer, Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, I.R. Iran

(Received: 08 November 2009, Accepted: 03 May 2010)

Abstract

Jajrood protected complex (Khojir and Sorkheh Hesar national parks and Jajrood protected area) is one of the most important habitats of Central Alborz wild sheep (*Ovis gmelini X O. vignei*) in Iran. Since the species mate in fall, then fall home range has critical rule in life cycle of this species. Using the ecological niche factor analysis (ENFA), effective factors on the presence of species were identified and fall habitat suitability was modeled. The results show that this species has narrow ecological niche in this season and is sensitive to habitat changes. The suitable habitats are recognized to be in areas with height more than 1535 meters a.s.l. and the mean temperature less than 10°C, with suitable escape terrain away from the villages. Military areas and roads according to their use have different effects on species presence and habitat suitability.

Keywords: Central Alborz wild sheep; Habitat suitability modeling; Ecological niche factor analysis (ENFA)