

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن (*Capra aegagrus*) به کمک روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی، استان اصفهان

آزیتا فراشی^{۱*}، محمد کابلی^۲ و ایمان مومنی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۲ استاد یار گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۱۴، تاریخ تصویب: ۸۷/۱۲/۲۱)

چکیده

پارک ملی کلاه قاضی یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های بز و پازن در ایران بشمار می‌آید که جمعیتی نزدیک به ۲۰۰۰ راس از این گونه را در خود جای داده است. به منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه این گونه از نقاط حضور گونه از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی^۱ و نرم‌افزار Biomapper بهره‌گیری شد. لایه‌های اطلاعاتی بکار برده شده به عنوان متغیرهای موثر بر حضور گونه شامل نقشه‌های جامعه‌های گیاهی، پراکنش طعمه خواران این گونه شامل پلنگ و گرگ، تیپ‌های شکل زمینی (ژئومورفولوژیکی)، جاده‌ها، چشمه‌ها به عنوان منابع آبی مورد استفاده، شیب و طبقات ارتفاعی بوده است. نقشه مطلوبیت زیستگاه بدست آمده نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب بز و پازن در این منطقه در ارتفاعات ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا، در شیب‌های بیش از ۳۰٪، به طور عمده در مناطق صخره‌ای و تا حدودی نیز در جامعه‌های گیاهی با گیاهان چیره‌ای شامل *Stipa spp.*، *Ebenus stellata* و *Convolvulus leiocalycinus* می‌باشد. به علاوه نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بز و پازن در این زیستگاه دارای آشیان بوم‌شناختی به نسبت باریکی است و به زیستگاه‌های حاشیه‌ای گرایش بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: بز و پازن، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، ENFA، کلاه قاضی، اصفهان

مقدمه

عمومیت‌پذیری و صحت) و تحلیلی^۶ (بر پایه دقت و عمومیت‌پذیری) را مورد توجه و تشخیص قرار داد. از آنجا که هدف از این بررسی فراهم‌آوری یک مدل با دقت و صحت بالا در مقیاس مکانی به نسبت متوسط (در حدود ۵۰۰۰۰ هکتار) در یکی از زیستگاه‌های بز و پازن در ایران بوده است، لذا روش مدل‌سازی در این بررسی از نوع تجربی خواهد بود.

زیمرن و گوپسان (۲۰۰۰) بر پایه نوع متغیر وابسته مدل‌های مناسبی را ارائه نموده‌اند. برای مثال اگر متغیر وابسته بود و نبود گونه یا ۰ و ۱ باشد درخت رگرسیون (RT^7)، مدل خطی عمومی شده (GLM^8) و مدل افزایشی عمومی شده (GAM^9) بهره‌گیری می‌شود. از سوی دیگر از سال ۱۹۹۸ روش مدل‌سازی نوینی با بهره‌گیری از داده‌های حضور گونه بنام تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی (ENFA) ارائه شده است (Hirzel, 2002) که به دلیل صرفه جویی در زمان و هزینه بررسی‌های، به گستردگی مورد استفاده پژوهشگران قرار می‌گیرد (Hirzel, 2002, Oliver et al., 2005 و Master, 2007).

روش‌هایی که بر پایه داده‌های حضور/عدم حضور گونه استوار می‌باشند با پدیده عدم حضور کاذب روبرو هستند. به عبارت دیگر دیدن گونه توسط مشاهده‌گر به دلایل بیشماری مانند دقت مشاهده‌گر، تجهیزات مورد استفاده، رفتار گونه در استتار و اختفا و مانند آن سبب می‌شود تا آن نقطه به عنوان نقطه عدم حضور گونه ثبت شود. این خطا می‌تواند نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها را با خطای بالایی همراه سازد. اما تجزیه و تحلیل ENFA به دلیل اینکه تنها از داده‌های نقاط حضور استفاده می‌کند با مشکل یاد شده روبرو نیست. در این روش علاوه بر محاسبه مطلوبیت زیستگاه عامل‌های بوم شناختی مهمی مانند

تعیین مطلوبیت زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات وحش بشمار می‌آید. زیستگاه مطلوب تاثیر بسزائی بر بقاء و تولید مثل گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد.

اما مشکل زمان و بودجه در دسترس برای بررسی زیستگاه‌ها در مقیاس گسترده - برای مثال در مقیاس یک استان - اجرای بسیاری از بررسی‌های را دشوار و در مواردی غیرممکن می‌سازد. لذا روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به سرعت در مدیریت حیات وحش مورد بهره‌گیری قرار گرفته‌اند، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده‌اند (Mack et al., 1997 و Anderson et al., 1999). با روش‌های مدل‌سازی زیستگاه می‌توان به یک بر آورد در مقیاس گسترده از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش بدون نیاز به جمع‌آوری داده‌های از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژیک و رفتاری گونه دست یافت (Morrison et al., 1999). همچنین مدل‌سازی زیستگاه می‌تواند در راستای شناسائی و معرفی زیستگاه‌های بالقوه به منظور معرفی گونه‌ها کاربرد داشته باشد.

امروزه برای مدل‌سازی زیستگاه‌های حیات وحش روش‌های مختلفی بکار می‌رود. لوینس (۱۹۶۶) پایه‌گزینش مدل مناسب برای مدل‌سازی توزیع جغرافیایی گونه‌ها را به سه عامل عمومیت‌پذیری^۱، دقت^۲ و صحت^۳ مرتبط دانسته است که همزمان می‌توان تنها دو عامل از سه عامل یاد شده را بهبود بخشید. لذا بر این پایه می‌توان سه نوع مدل تجربی^۴ (بر پایه صحت و دقت)، مکانیکی^۵ (بر پایه

۱- Generality

۲- Precision

۳- Accuracy

۴- Empirical

۵- Mechanistic

۶- Analytical

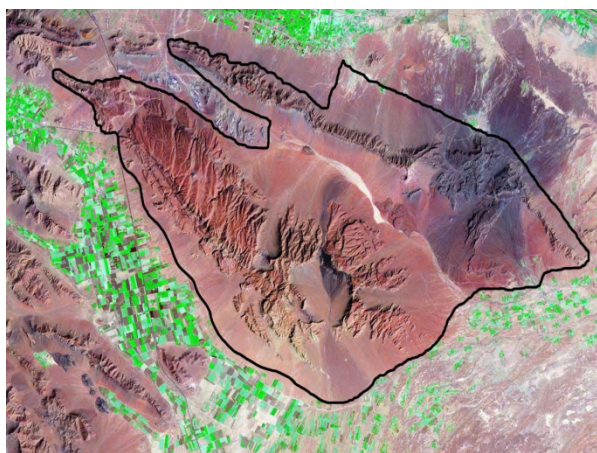
۷- Regression Tree

۸- Generalized Linear Model

۹- Generalized Additive Model

ای در حدود ۵۰۰۰۰ هکتار است. این منطقه از طرف غرب به گردنه گریژنه و گردنه لاشتر تا اتوبان اصفهان-شهرضا، از شمال به جاده آسفالت کبوتر آباد به رودان، قارنه و محمدآباد محدود می‌شود. دیگر قسمت‌های این پارک با یک خاکریز محدود شده است. تصویر ۱ موقعیت رشته کوه‌ها و دشت‌های هموار این منطقه را نشان می‌دهد. میانگین بارندگی این منطقه ۱۴۵ میلی‌متر در سال با رژیم بارندگی مدیترانه‌ای است. بر پایه طبقه‌بندی دومارتن این منطقه دارای اقلیم خشک سرد است (Soltani et al., 2004). ساختار زمین‌شناسی این منطقه مانند زون ایران مرکزی به صورت سازندهای غیر دگرگونی است. عمده ترین نهشته‌ها مربوط به دوران کرتاسه است که حدود ۱۰۰۰ متر ضخامت دارند و شامل سنگ آهک، مارن و شیل از دوره‌های پرمین تا مایستریشین است (Soltani & shirani, 2004). خاک‌های منطقه در قسمت کوه‌ها و تپه‌ها شامل خاک‌های جوان و بدون تکامل نیم‌رخ هستند و در قسمت فلات‌ها به دلیل وجود پایداری بیشتر در خاک، افق‌های مشخصی از تجمع آهک و گچ دیده می‌شود (Jalalian et al., 2004).

جامعه‌های گیاهی منطقه از انواع گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل شده است که به طور عمده شامل دشت‌های استپی پوشیده از بوته‌های کوتاه درمنه (*Artemisia sieberi*) است (Irvani et al., 2004).



شکل ۱- پارک ملی کلاه قاضی و موقعیت ارتفاعات و دشت‌های آن از نمای بالا

تخصص‌گرایی^۱ (Specialization)، حاشیه‌گرایی^۲ (Marginality) و تحمل‌پذیری^۳ (Global tolerance) محاسبه می‌شود که به ترتیب نشان دهنده گستره میدان بوم‌شناختی گونه مورد نظر نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی، میزان گرایش گونه به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده قابل تحمل گونه نسبت به متغیرهای مستقل محیط زیستی است. تحلیل ENFA تا حدود زیادی به تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA^۴) همسان است و با تبدیل متغیرهای زیستگاهی به عامل‌ها (Factors) به بررسی رابطه حضور گونه با متغیرهای مستقل زیست‌محیطی می‌پردازد. پارک ملی کلاه قاضی با جمعیت قابل توجهی از این گونه (در حدود ۲۰۰۰ راس) یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌ها برای این گونه در سطح کشور معرفی شده است (Kaboli et al., 2004). با این حال در سال‌های اخیر با دشواری‌هایی مانند احداث معادن استخراج سنگ، بند سنگی برای ذخیره آب و بهبود وضعیت آب‌های زیر زمینی و مانند آن روبرو بوده است که به نظر می‌رسد کیفیت زیستگاه‌های آن را تا حدودی تحت تاثیر خود قرار داده باشد. هدف از این بررسی (۱) تعیین مطلوبیت زیستگاه‌های پارک ملی کلاه قاضی برای کل و بز و عامل‌های موثر بر مطلوبیت زیستگاه آن، (۲) تعیین جایگاه گونه در گستره آشیان بوم‌شناختی مربوطه و (۳) بررسی امکان بکارگیری فن ENFA در امر مدیریت گونه‌های حیات وحش ایران بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

پارک ملی کلاه قاضی در ۲۶ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان، بین عرض‌های ۳۲° ۱۵' تا ۳۲° ۲۸' شمالی و طول ۴۱' ۵۱° تا ۸' ۵۲° شرقی واقع شده و دارای گستره

۱- Specialization

۲- Marginality

۳- Global tolerance

۴- Principal Component Analysis

روش بررسی

در این بررسی از روش تجزیه و تحلیل عامل‌های آشیان بوم‌شناختی (ENFA) بهره‌گیری شد. در این بررسی از نرم‌افزار Biomapper (Hirzel, 2002) برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه و همچنین از نرم‌افزار IDRISI 3.2 برای ساخت لایه‌های اطلاعاتی و ورود آنها به نرم‌افزار Biomapper بهره‌گیری شد.

لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای اجرای مدل در نرم‌افزار Biomapper را میتوان به دو دسته لایه‌های اطلاعاتی شامل Work map و Ecogeographical maps طبقه‌بندی کرد. این لایه‌ها در آغاز در نرم‌افزار IDRISI تهیه و تنظیم و سپس به نرم‌افزار Biomapper وارد شدند.

Work map -

از نقشه حضور بز و پازن در پارک ملی کلاه قاضی به شکل بردار (وکتور) نقطه‌ای بهره‌گیری شد (Kaboli et al., 2004). این نقشه برای ورود به نرم‌افزار به شکل شبکه ای (رستری) تبدیل شد.

Ecogeographical maps -

شامل متغیرهای مستقل زیست محیطی و دیگر عوامل موثر بر حضور گونه می‌باشد که در این پژوهش عبارتند از:

- طبقات ارتفاعی (تصویر ۲)**- طبقات شیب (تصویر ۳)**

دو نقشه یاد شده از نقشه خطوط تراز منطقه (تصویر ۴) با تهیه مدل رقومی ارتفاع (DEM^1) بدست آمدند.

- جامعه‌های گیاهی

شامل ۲۳ جامعه گیاهی چیره که تصویر شماره ۵ این نقشه را نشان می‌دهد (Irvani et al., 2004).

- تیپ‌های شکل زمین (ژئومورفولوژیکی)

با ۷ تیپ شامل کوهستان‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی، دشت‌های کوهپایه‌ای، شوره‌زارها، دشت‌های سیلابی و مخروط افکنه‌های واریزه‌ای (Jalalian et al., 2004).

- چشمه‌ها

شامل شماری چشمه دائمی و فصلی با دبی اندک است (صرف‌نظر از تلمبه بادی‌ها و آبشخورهای مصنوعی برای آهوان منطقه). برای تهیه این نقشه مختصات این چشمه‌ها توسط GPS تعیین و نقشه شبکه ای (رستری) از این نقاط تهیه شد. لازم به یادآوری است که چشمه‌های فصلی در این نقشه وارد نشده‌اند.

- جاده‌ها

نقشه برداری جاده‌های منطقه به فرم شبکه ای تبدیل و مورد بهره‌گیری قرار گرفت. (Soltani & mahshanian, 2004).

- پراکنش گرگ و پلنگ به عنوان طعمه خواران اصلی**بز و پازن**

نقشه‌های وکتوری نقاط حضور گرگ و پلنگ در پارک ملی کلاه قاضی (Kaboli et al., 2004). با یکدیگر ادغام و مورد بهره‌گیری قرار گرفت. در این بررسی اندازه سلول در همه نقشه‌های شبکه ای 100×100 متر بوده و برای اینکه نقشه‌ها قابلیت روی هم‌گذاری داشته باشند از قالب نقشه رقومی ارتفاع به عنوان مرجع برای یکی کردن قالب نقشه‌ها بهره‌گیری شد.

آماده سازی داده‌ها

پیش از انجام تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار Biomapper لازم است تا نقشه‌های شبکه‌ای تهیه شده مورد پردازش اولیه قرار گیرند تا قابلیت بهره‌گیری با هم را داشته باشند. این پردازش‌ها عبارتند از:

بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها

روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی تا حدود زیادی به عادی بودن داده‌های اولیه حساسیت دارد و رعایت نشدن این اصل سبب انحراف از محاسبات درست و در نتیجه تولید خروجی‌های بی‌اعتبار خواهد شد. لذا پس از بررسی وضعیت نرمال بودن پراکنش داده‌ها، برخی از متغیرهای مستقل زیست محیطی به روش BOX-COX نرمال شدند. BOX-COX یک مجموعه مفید و ویژه از تبدیل‌های است که به منظور نرمال سازی داده‌ها بکار می‌رود و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T(X) = (X^Y - 1) / Y$$

X: متغیر اصلی

T(X): میزان تبدیل یافته

Y: ضریب همبستگی بین داده‌هاست و اگر میزان آن صفر باشد از لگاریتم داده‌ها به جای فرمول بالا بهره‌گیری می‌شود.

بررسی میزان همبستگی داده‌ها

میزان همبستگی متغیرهای زیست محیطی و دیگر عوامل موثر بر حضور گونه محاسبه شد و ماتریس همبستگی آنها بدست آمد. در روش ENFA تاکید بر آن است که اگر بین دو متغیر همبستگی بیش از ۰/۸۵ باشد، یکی از دو متغیر (بنا به نظر پژوهشگر) می‌تواند از تجزیه و تحلیل حذف گردد.

آماده سازی داده‌ها

بولى کردن مرحله مقدماتی برای آماده سازی داده‌ها پیش از ورود آنها به تجزیه و تحلیل فاصله دایره‌ای (Circular) و فاصله مستقیم (Distance) است. در طی این تجزیه و تحلیل، گونه فاصله معینی از یک منبع را حفظ می‌کند (Circular) و یا از یک فاصله معینی از منبع دوری می‌کند (Distance).

اجرای تجزیه و تحلیل دایره ای (Circular) برای**متغیرهای جاذب گونه**

با توجه به اینکه چشمه‌ها به دلیل تامین نیاز آبی حیات وحش به عنوان کانون‌هایی برای جذب حیات وحش به شمار می‌آیند برای ورود این متغیر مستقل محیط زیستی به Biomapper از روش دایره ای (Circular) بهره‌گیری شد.

اجرای روش فاصله مستقیم (Distance) برای**متغیرهای دافع گونه**

جاده‌ها و نقاط حضور طعمه خواران در منطقه از جمله عوارضی هستند که به طور معمول حیات وحش از آنها دوری می‌کنند. برای ورود این متغیرهای مستقل محیط زیستی به Biomapper از تجزیه و تحلیل Distance بهره‌گیری شد. ماتریس امتیازات^۱ روش ENFA (جدول ۱) میزان حاشیه‌گرایی (Marginality) و تخصص‌گرایی (Specialization) بز و پازن‌ها را در زیستگاه‌های این منطقه نشان می‌دهد. ۴ عامل اولیه این روش ۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی (Marginality) و ۹۶٪ تخصص‌گرایی (Specialization) این گونه را در منطقه نشان می‌دهد. همانگونه که در مقدمه بیان شد، ستون اول این ماتریس (عامل اول از تجزیه و تحلیل ENFA) نشان دهنده حاشیه‌گرایی بز و پازن‌ها در پارک ملی کلاه قاضی است و به معنای فاصله بوم شناختی بین میانگین پراکنش بز و پازن‌ها در هر متغیر بوم شناختی تا میانگین همان متغیر در سطح کل منطقه مورد بررسی است:

$$M = |m_G - m_S| / 1.96 S_G$$

در این فرمول، m_G میانگین توزیع گونه، m_S میانگین توزیع عمومی و S_G انحراف استاندارد توزیع عمومی است. مقادیر مثبت در این عامل نشان دهنده این است که بز و پازن‌ها زیستگاه‌هایی را ترجیح می‌دهند که دارای میزان بیشتری از متغیر مربوطه نسبت به میانگین کل این متغیر در سطح منطقه است. ستون اول این ماتریس به تنهایی ۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی و ۷۹٪ تخصص‌گرایی را نشان می‌دهد

همبستگی اسپیرمن) محاسبه شد. RS ضریب همبستگی بین تراکم نقاط حضور گونه در هر کلاس مطلوبیت زیستگاه و طبقه‌های مطلوبیت زیستگاه است. نقشه خروجی مطلوبیت زیستگاه شامل یک نقشه پیوسته از ارزش‌ها است بین بازه ۰ تا ۱۰۰ که هر چه به میزان ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد مطلوبیت افزایش می‌یابد. در نتیجه کلاس‌هایی با شماره بالاتر داری مطلوبیت بالاتری هستند.

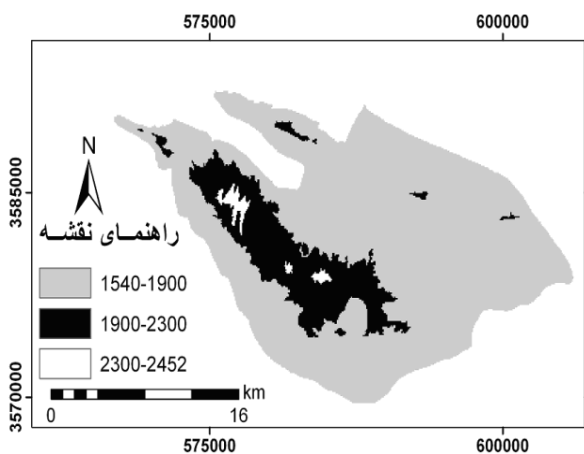
اگر میزان این ضریب برای یک مدل بیش از ۰/۸۰ باشد نشان دهنده آن است که مدل برآورد شده از صحت قابل‌پذیرشی برخوردار است (Hirzel, 2002). این ضریب برای مدل مطلوبیت زیستگاه بز و پازن‌ها در پارک ملی کلاه قاضی ۰/۸۶ محاسبه شد.

و ستون‌های بعد به ترتیب ۰/۱۲، ۰/۳ و ۰/۲ تخصیص‌گرایی را نشان می‌دهند. تخصیص‌گرایی بز و پازن‌ها در پارک ملی کلاه قاضی به معنی میزان تخصیص بودن آشیان بوم‌شناختی این گونه در این زیستگاه است:

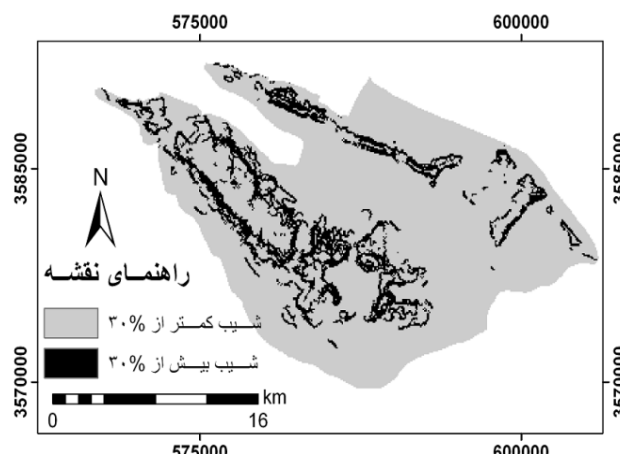
$$S = S_G / S_S$$

در این فرمول S_G انحراف استاندارد از توزیع عمومی و S_S انحراف استاندارد از توزیع گونه است. متغیرهای زیست‌محیطی مورد بهره‌گیری در این بررسی به ترتیب اهمیت در ساخت مدل (صرف نظر از علامت امتیاز آنها) در عامل اول تجزیه و تحلیل ENFA در جدول ۱ بترتیب نزولی مرتب شده‌اند.

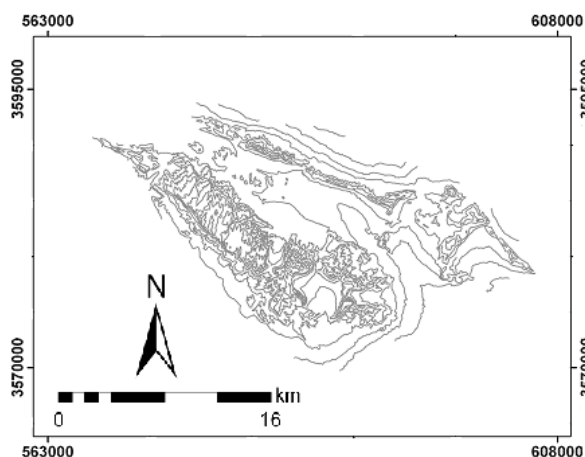
به منظور ارزیابی صحت و دقت مدل برآورد شده در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه، میزان RS (ضریب



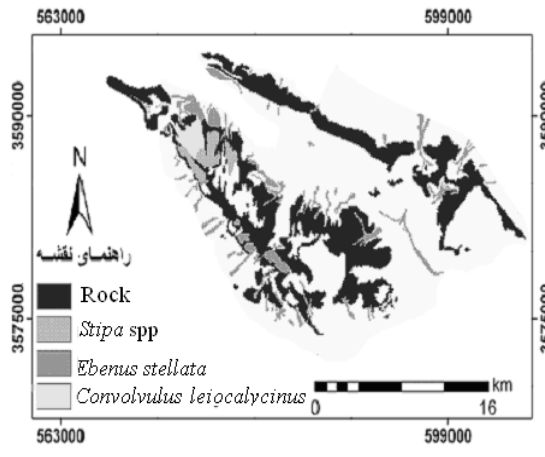
تصویر ۱- نقشه طبقه‌های شیب



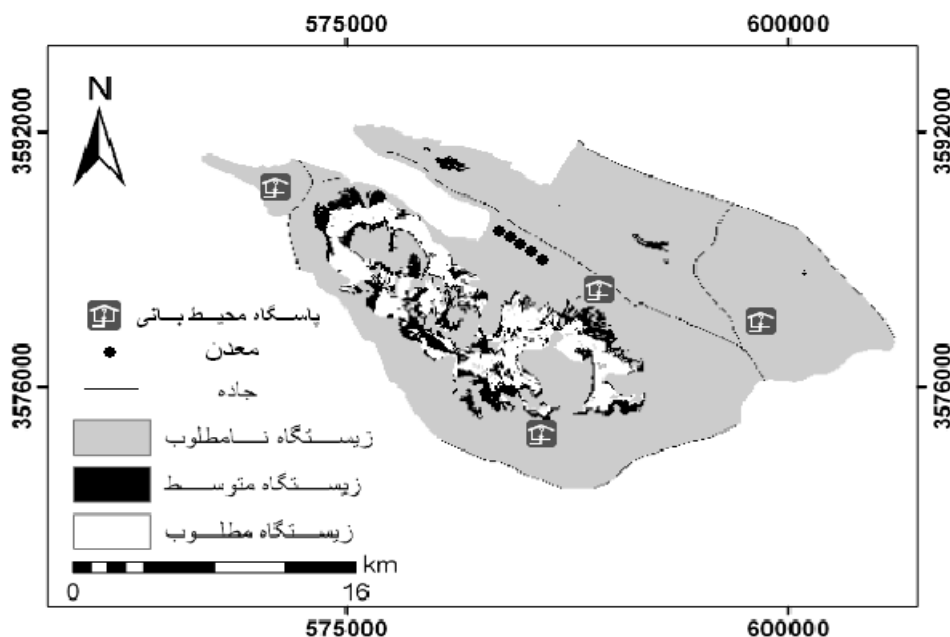
تصویر ۲- نقشه طبقه‌های ارتفاع



تصویر ۳- نقشه جامع‌های گیاهی موثر در حضور بز و پازن



تصویر ۴- نقشه خطوط تراز



تصویر ۶- نقشه مطلوبیت زیستگاه در سه کلاس مطلوب، متوسط و نامطلوب

جدول ۱- ماتریس امتیازات متغیرهای مستقل زیست محیطی.

عامل چهارم	عامل سوم	عامل دوم	عامل اول	متغیرهای مستقل زیست محیطی
۲٪ تخصیص گرایبی	۳٪ تخصیص گرایبی	۱۲٪ تخصیص گرایبی	۱۰۰٪ حاشیه گرایبی ۷۹٪ تخصیص گرایبی	
-۰/۴۹	-۰/۰۲۲	-۰/۱۵۸	۰/۵۳۱	ارتفاع
-۰/۰۵۸	۰/۴۷۱	-۰/۷۰۲	-۰/۴۲۸	تیپ ژئومورفولوژی
-۰/۱۴۸	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۵	۰/۳۸۵	چشمه‌ها
۰/۴۷۹	۰/۶۳۸	۰/۰۳۸	۰/۳۶۱	جاده‌ها
۰/۵۵۸	-۰/۱۹	۰/۰۹۲	۰/۳۱۱	شیب
۰/۲۲۲	۰/۳۲۷	۰/۶۸۴	۰/۲۹۱	طعمه خواران
-۰/۳۸	۰/۴۷۹	۰/۰۵۸	۰/۲۷۲	جامعه‌های گیاهی

بویژه مناطق صخره‌ای و تا حدودی نیز در جامعه‌های گیاهی با گیاهان غالبی مانند *Stipa spp*، *Ebenus stellata* و *Convolvulus leiocalycinus* قرارداد (تصویر ۵). جامعه گیاهی با گونه‌های غالب *Stipa spp* در ارتفاعات کوه کلاه قاضی پوشش ضعیفی را روی تخته سنگ‌ها ایجاد می‌نماید. جامعه گیاهی با گونه غالب *Convolvulus leiocalycinus* نیز در ارتفاعات کوه کلاه قاضی گسترش دارد و از جامعه‌های کوه سری این

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از انجام تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) برای بز و پازن‌های پارک ملی کلاه قاضی بر پایه متغیرهای مستقل زیستگاهی مورد بهره‌گیری نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب این گونه در این منطقه در حد فاصل ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا، در شیب‌های بیش از ۳۰٪، به طور عمده در مناطق کوهستانی

ملی جدا شده است و به عنوان پناهگاه حیات وحش کلاسه قاضی حفاظت می‌شود.

امتیازات بالا برای متغیرهای ارتفاع و تیپ‌های شکل زمی‌ن (ژئومورفولوژیکی) در ماتریس امتیازات به شدت موید این مطلب است که ارتفاع و متناسب با آن تیپ‌های شکل زمی‌ن متغیرهای بسیار معنی‌داری برای بز و پازن‌ها بشمار می‌آیند و این گونه به انحراف از میزان‌های بهینه این متغیرها حساس است. این نتیجه با رفتار شناسی و گزینش زیستگاه بز و پازن‌ها همخوانی دارد. در واقع، بز و پازن‌ها برای گریز از طعمه خواران به نواحی صخره‌ای و سنگی با شیب تند وابستگی تام دارند (Fox et al., 1992 و Escos, 1988).

میزان حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری کل در این بررسی به ترتیب ۱/۳۴۷، ۱/۹۴۳ و ۰/۵۱۵ برآورد شد، که نشان دهنده گرایش گونه به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای است.

در پایان باید یادآوری نمود که به رغم آسانی اعمال روش ENFA در نرم‌افزار Biomapper و محاسبه مطلوبیت زیستگاه بر پایه داده‌های حضور گونه (بدون نیاز به اطلاعاتی از نقاط عدم حضور گونه) و صرفه جویی قابل توجه در زمان و بودجه مورد نیاز برای جمع‌آوری داده‌ها، نباید از یاد برد که بهره‌گیری از این روش نیازمند وارد نمودن حجم بالایی از داده‌های به نسبت دقیق از متغیرهای زیستگاهی به شکل لایه‌های شبکه‌ای است. لذا، بکارگیری این روش برای بسیاری از گونه‌های حیات وحش ایران دشوار است، زیرا هنوز بانک اطلاعات لازم برای گونه‌های حیات وحش در مناطق مختلف ایران همراه با لایه‌های اطلاعاتی درست از متغیرهای زیستگاهی آنها فراهم نشده است. به عبارت دیگر، اگر چه در سال‌های اخیر لایه‌های اطلاعاتی مناسبی از برخی متغیرهای مستقل زیستگاهی فراهم شده است، لیکن خلاء اطلاعاتی همچنان برای متغیرهایی مانند تیپ پوشش گیاهی بهره‌گیری از این روش را برای گستره‌های وسیع از کشور دشوار ساخته است. علاوه بر آن هنوز نقشه نقاط حضور گونه‌های حیات وحش نیز برای بسیاری از گونه‌ها در سطح کشور فراهم

منطقه بشمار می‌آید. جامعه گیاهی *Ebenus stellata* نیز بطور عمده پوشش گیاهی تپه ماهور‌ها و ارتفاعات دارای برون‌زدگی سنگی را در منطقه تشکیل می‌دهد. این نتایج تا حدودی با نتایج فرهمند (۱۳۸۰) همخوانی دارد که بیشترین نقاط حضور بز و پازن‌ها را در این منطقه در درجه اول وابسته به مناطق صخره‌ای و سپس وابسته به تیپ درمنه (*Artemisia aucheri*) معرفی نمود. طی پژوهشی که توسط ملکی در سال ۱۳۸۶ در پناهگاه حیات وحش موله در مورد گونه قوچ و میش اصفهانی (*Ovis orientalis isfahanica*) با روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی انجام شد نیز مشخص شد در کل منطقه در طول سال ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متر از سطح دریا و شیب ۲۰٪ تا ۳۰٪ که دارای تیپ درمنه (*Artemisia aucheri*) است دارای مطلوبیت بالایی برای آن است.

به علاوه، این تصویر نشان می‌دهد که مطلوبیت زیستگاه از ارتفاع کمترین (۱۵۴۰ متر) در این منطقه تا ارتفاع ۲۳۰۰ متر افزایش می‌یابد و پس از آن با افزایش ارتفاع، مطلوبیت کاهش می‌یابد. علت این تغییر در مطلوبیت زیستگاه ویژگی‌های پستی و بلندی این منطقه است. این منطقه دارای دشتهایی بدون شیب و یا با شیب بسیار ملایم است که به صخره‌های بسیار پر شیب و عمودی منتهی می‌گردد. این صخره‌های عمودی و دیوار مانند خود به دشتهای هموار در بالاترین ارتفاعات این منطقه (کلاهدک بزرگ و کوچک با ۲۴۵۲ متر) ختم می‌شوند. لذا، اغلب نقاط حضور این گونه در منطقه به نواحی صخره‌ای پرشیب (بیش از ۳۰٪) در حد فاصل ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متر محدود گشته است. از سوی دیگر، این تصویر نشان می‌دهد که کوه‌های میان‌کوه به رغم داشتن شرایط نواحی سنگی و صخره‌ای با شیب تند و بالای ۳۰٪ در طبقه زیستگاه‌های نامطلوب طبقه‌بندی شده است. به نظر می‌رسد کوه‌های این منطقه به واسطه احداث معادن استخراج سنگ و بهره برداری شدید از آنها همراه با تغییرات گسترده در سیمای سرزمین باعث شده است تا این منطقه زیستگاهی برای بز و پازن‌ها نامطلوب تلقی شود. هم‌اکنون این ناحیه از پارک

نیست و ناهماهنگی در روش بررسی‌ها و دقت و صحت این

سپاسگزاری

نقشه‌ها بر دشواری‌های بالا می‌افزاید.

بدینوسیله از داورن محترم که با نظرهای ارزشمند خود به

بهبود ارزش علمی این مقاله افزودند تشکر و سپاسگزاری

می‌شود.

منابع

- 1- Alados, C.L. and Escos, J. 1988. Parturition dates and mother- kid behavior in Spanish ibex (*capra pyrenaica*) in Spain. Mammalogy. Vol. 69(1):172-175.
- 2- Anderson, M.C. Watts, J.M. Freilich, J.E. Yool, S.R. Wakefield, G.I. Mccauley J.F. and Fahnestock, A. 2000. Regression-tree modeling of desert tortoise habitat in the central Mojave desert. Ecological application. Vol. 10: 890-897.
- 3- Chefaui, R. Hortal, J. and Lobo, J. 2004. Potential distribution modeling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: a case study of Iberian capris species. Biological modeling. Vol. 122: 327-338.
- 4- Farahmand, M., 2001. Survey effective factors in distribution order artiodactyla national park kola ghazi. MS.C thesis. Tehran University. 120pp.
- 5- Fox, J.L. Sinha S.P. and Chundawat, R.S. 1992. Activity patterns and habitat of ibex in the himalaya mountain of India. Mammalogy. Vol. 73(3): 527-534.
- 6- Guisan, A. and Zimmermann, N. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological modeling. Vol. 135: 147-186.
- 7- Hirzel, A. and Guisan, A. 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling. Ecological modeling. Vol. 157: 331-341.
- 8- Hirzel, A. Hausser, J. Chessel, D. and Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat- suitability maps without absence data. Ecology. Vol . 83: 2027-2036.
- 9- Irvani, M. & Khajedin, S.J. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 7.
- 10- Jalalian, A. Norbakhsh, F. Karimi, A.R. & Arhami, M.S. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 6.
- 11- Kaboli, M. Farahmand, M. Moinian, M, Safian Beldaji, P & Darvish Porian, M. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 10.
- 12- Levins, R, 1966. The strategy of model building in population ecology. American scientist. Vol. 421: 421- 431.
- 13- Mack, E.L. Firbank. L.G. Bellary. P.E. Hinsley, S.A. and Veitch, N. 1997. The comparison of remotely sensed and ground-based habitat area data using species-area models. Applied ecology. Vol. 34: 1222-1228.
- 14- Maleki, S., 2007. Study habitat factors wild sheep (*Ovis orientalis isfahanica*) in refuge moteh by GIS. MS.C thesis. Tehran University. 120pp.
- 15- Master, F.M. Ferreira, J.P. and Mira, A. 2007. Modeling the distribution of the European Polecat *Mustela putorius* in a Mediterranean agricultural landscape. Revue d'Ecologie (Terre Vie). Vol. 62: 35-47.
- 16- Morrison, M. L. Marcot, B. G. and Mannan, R. W .1992. Wildlife-habitat relationships:

- Concepts and applications. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- 17- Rohani Shahraki, F. Mokhtari, K & Jalili, K. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 5.
- 18- Soltani, S. & Bazargani, M.J. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 2.
- 19- Soltani, S. & mashanian, M. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 1.
- 20- Soltani, S. & Rajabi, M.R. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 4.
- 21- Soltani, S. & Shirvani, K. 2004. Management plan of national park Kola Ghazi. Bureau Esfahan Environment, Vol. 3.
- 22- Oliver, F. and Wotherspoon, J. 2005. Modeling habitat selection using presence-only data: case study of a colonial hollow nesting bird, the snow petrel. Ecological modeling. 1-18.

Habitat Suitability Modeling for Wild Goat *Capra aegagrus* in Kolah Ghazi National Park, Esfahan Province

A. Farashi^{*1}, M. Kaboli² and I. Momeni¹

¹ MSc. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

² Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran

(Received: 04 March 2008, Accepted: 11 March 2009)

Abstract

Kolah Ghazi National Park is one of the most important habitats for wild goat in Iran with a population of around 2000 heads. In order to model the habitat for this species, a presence only layer was used as input to ENFA method in Biomapper software. Ecogeographic factors were also used as independent variables including plant community, distribution of predators, geomorphologic features, main roads, permanent springs, slope, and elevation. The habitat suitability map indicated that suitable habitat for the species in the area occurs between 1900 to 2300 meters above sea level with slopes higher than 30 percent and mainly in rocky mountain sites with *Convolvulus leiocalycinus*, *Ebenus stellata*, and *Stipa* spp. as dominant plants. The results showed this species has a narrow niche and a tendency to occupy marginal habitats.

Keywords: *Capra aegagrus*, Habitat suitability modeling, ENFA, Kolah Ghazi, Esfahan