# مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) در پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی


- **حیدر روحی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
- **هادی تحسینی***: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
- **عبدالرسول سلمان‌ماهینی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
- **حمیدرضا رضایی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران


تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

## چکیده

**پلنگ ایرانی (*Pantera pardus saxicolor*) یکی از ۳۷ گونه گربه‌سان دنیا به‌شمار می‌آید، که در اکثر زیست‌گاه‌های طبیعی کشور به‌صورت انفرادی زیست می‌کند و برای خود قلمرو مشخصی دارد. آگاهی از نیازهای زیستی گونه‌ها نقشی اساسی در برنامه‌ریزی حفاظت از گونه‌ها دارد. ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش یکی از ملزومات اساسی جهت شناخت نیازهای زیستی و فیزیکی گونه برای حفاظت می‌باشد. شناسایی مکان‌هایی که صرفاً در یک زیستگاه مورد استفاده حیات‌وحش قرار می‌گیرند ما را به شناخت پارامترهای خُرد زیستگاهی مطلوب جانور رهنمون می‌کنند. این مطالعه با هدف تعیین مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی با روش ENFA در این منطقه در پاییز سال ۱۳۹۳ انجام شده است، مهم‌ترین متغیرهایی در انجام این تحقیق پراکنش طعمه، پوشش گیاهی، نزدیکی به مناطق مسکونی، خطوط حمل و نقل، شیب، ارتفاع و منابع آب هستند. نتایج نشان می‌دهد، به‌طورکلی نزدیک به ۲۰ درصد از کل پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق زیستگاهی مطلوب برای پلنگ می‌باشد. مهم‌ترین عامل موثر بر حضور یا عدم حضور پلنگ در این منطقه تحت تاثیر طعمه‌هایش، به‌ویژه کل و بز و قوچ و میش قرار دارد، به‌علاوه مطلوب‌ترین زیستگاه پلنگ در این منطقه در ارتفاعات بالا بین ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در شیب‌های ۳۰ تا ٦٠ درصد یعنی مناطق صخره‌ای و صعب‌العبور کوهستانی واقع شده است. در حقیقت قلب زیستگاه حفاظت شده خوش‌ییلاق به سبب وجود کوه‌های مرتفع و صخره‌ای و هم‌چنین تمرکز بالای حضور طعمه، مطلوب‌ترین و امن‌ترین نقاط برای حضور این گونه می‌باشد.**

**کلمات کلیدی:** ارزیابی زیستگاه، حیات‌وحش، خوش‌ییلاق، پارامترهای خرد، پلنگ ایرانی



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: haditahsini@yahoo.com

## مقدمه

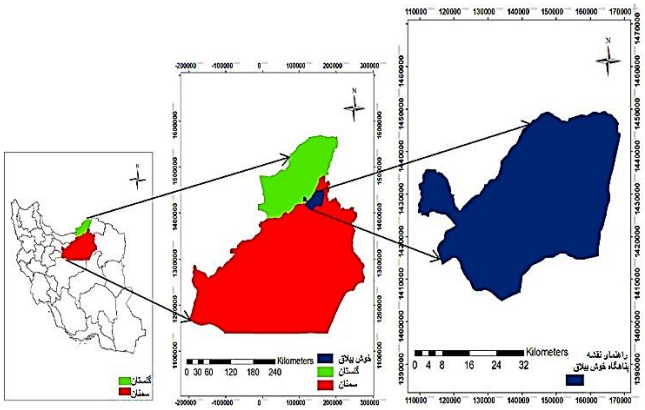
امروزه رشد روز افزون جمعیت، فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش داده‌وبا بهره‌برداری‌غیراصولی‌وتغییر کاربری‌هاسبب تخریب زیستگاه‌ها شده است. نابودی زیستگاه یکی از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده تنوع زیستی و گونه‌ها محسوب می‌شود، با توجه به این‌که بزرگ‌ترین عامل تهدید حیات‌وحش درحال حاضر نابودی زیستگاه‌ها می‌باشد و براساس برآورد IUCN تا سال ۱۹۸۰، ۳۰ درصد انقراض‌ها به تنهایی به‌دلیل تخریب و انهدام زیستگاه‌های حیات‌وحش صورت می‌گیرد (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸).زیستگاه به‌عنوان یکی‌از مهم‌ترین فاکتورها در جهت حفاظت از گونه‌ها به‌خصوص گونه‌های در معرض انقراض مطرح است. از این‌رو، نیاز به روش‌هایی است که به کمک آن‌ها بتوان زیستگاه‌ها را ارزیابی کرده و در گذر زمان افت کیفیت‌در این زیستگاه‌ها را به‌دست آورد. از آن‌جاکه بررسی‌ها و مطالعاتی که برروی زیستگاه‌ها صورت می‌پذیرد اکثراً کیفی هستند، برای شناخت اثرات فعالیت‌های انسانی و بررسی تغییرات یک زیستگاه لازم است‌که بتوان ارزیابی کمی نیز انجام داد. تعیین وضعیت پراکنش گونه‌های حیات‌وحش و وضعیت زیستگاه‌های تحت اشغال آن‌ها از اهمیت به‌سزایی در مدیریت حیات وحش و زیستگاه‌ها برخوردار می‌باشد. اما مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه گونه‌ای از حیات‌وحش در مقیاس وسیع به‌عنوان مثال در مقیاس کشور ایران دشوار و در بسیاری از موارد غیرممکن است. لذا روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به سرعت‌در مدیریت حیات‌وحش مورداستفاده قرارگرفته،ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده است (Anderson و همکاران، ۲۰۰۰). با روش‌های مدل‌سازی زیستگاه می‌توان به یک تخمین در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش بدون نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژی و رفتارگونه دست یافت (Morrison و همکاران، ۱۹۹۲). جهت تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه می‌توان از روش‌های متعددی استفاده نمود. مدل‌هایی که نیاز به داده‌های حضور و عدم‌حضور دارند، شامل مدل‌های عمومی خطی،مدل‌های‌افزایشی،طبقه‌بندی‌وتجزیه‌وتحلیل درخت رگرسیونی و روش شبکه عصبی هستند (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰). نوع دیگری از آنالیزها وجود دارد که تنها نیاز به داده‌های حضور گونه دارند، به‌عنوان نمونه می‌توان روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی ENFA (Ecological Niche Factor Analysis) را نام برد. این روش زمانی به‌کار می‌رود که اطلاعات مربوط به عدم حضور گونه ناکافی است و یا دسترسی به این اطلاعات امکان‌پذیر نمی‌باشد. در پژوهش حاضر، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه به‌منظور تعیین عوامل موثر در تعیین مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پناهگاه حیات‌وحش خوش ییلاق انجام شده است. با توجه به این‌که پلنگ در رأس هرم غذایی قرار دارد، اطلاع از وضعیت زیستی آن کمک موثری در حفاظت سایر گونه‌ها خواهد بود. گونه پلنگ به جهت اهمیت و قرارگیری در زمره حیوانات در معرض خطر انقراض فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و به این دلیل که این گونه دارای قابلیت جابه‌جایی بالا، گستره خانگی وسیع و یک گونه چتر در اکوسیستم است، به‌عنوان گونه هدف در این مطالعه انتخاب شده است.

## مواد و روش‌ها

پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق با مساحت تقریبی۱۵۰ هزار هکتاردراستان‌های‌گلستان‌و سمنان قرار دارد، در سال ۱۳۴۶ حفاظت شده اعلام شد و در سال ۱۳۵۴به پناهگاه حیات‌وحش تبدیل شد. دامنه ارتفاعی ۱۰۹۷ تا ۲۸۸۲ متر، دمای متوسط ۸ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد و بارندگی متوسط ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر منطقه را دارای اقلیم‌های خشک بیابانی گرم تا نیمه مرطوب معتدل کرده است. تنوع زیاد بوم سازگانی منطقه که شامل جنگل‌های کوهستانی خزری و هم‌چنین اراضی دشتی خشک و بیابانی است، تنوع زیستی زیاد و ارزشمندی به آن بخشیده است (Darvish Sefat، ۲۰۰۶). پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق از غرب به جاده آسفالته شاهرود آزادشهر، از جنوب‌غربی به منطقه نظامی چهل دختر و دشت جیلان و از شرق هم به جاده حسین آباد-کالپوش منتهی می‌شود. ارزش بالای پناهگاه حیات‌وحش‌خوش‌ییلاق به‌دلیل‌وجود اکوتون، مابین اکوسیستم بیابانی و جنگلی است. اکوتون مرز بین دو اکوسیستم متفاوت و جدا از هم است. با ارزش‌ترین ذخایر اکوسیستمی در اکوتون‌ها قرار دارند و معمولاً از تنوع زیستی بالایی برخوردارند.

**معرفی گونه:** پلنگ ایرانی (*Pantera pardus saxicolor*) یکی از ۳۷ گونه گربه‌سان دنیا به‌شمار می‌آید (که البته برخی از متخصصین اعتقاد دارند که این خانواده ۳۶ عضو دارد (ضیایی، ۱۳۸۷)). سازش پلنگ با بوم‌سازگان‌های مختلف بازتابی از قدرت و انعطاف‌پذیری این جانور است. براساس رده‌بندی اتحادیه‌جهانی‌حفاظت‌ازطبیعت‌و منابع طبیعی پلنگ در سطح گونه در طبقهleast concern قرار گرفته است (Hunteraو همکاران، ۲۰۰۳)،درحالی‌که‌بسته‌به‌نوع‌زیرگونه

از رده‌بندی حفاظتی متفاوتی برخوردار است. زیرگونه (*saxicolor*) که به‌نام پلنگ ایرانی مشهور است و از هندوستان به غرب آسیا (به‌استثنای شبه جزیره عربستان) تمامی پلنگ‌ها را شامل می‌شود، در سال ۲۰۰۸ میلادی و در زمره گونه‌های در خطر انقراض (Endangered) لیست قرمز IUCN قرار گرفت (Ghoddousi و همکاران، ۲۰۰۸).



**شکل۱: موقعیت پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق بر روی نقشه در استان‌های سمنان و گلستان**

**روش تحقیق:** در این مطالعه از روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی و نرم‌افزار بایومپر برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه و هم‌چنین نرم‌افزار ایدریسی برای تحلیل حساسیت و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی و ورود آن‌ها به نرم‌افزار بایومپر استفاده شد. لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار بایومپر را می‌توان به دو دسته لایه‌های اطلاعاتی شامل Work map و Ecogeographical maps طبقه‌بندی کرد. این لایه‌ها در ابتدا در نرم‌افزار ایدریسی تهیه و تنظیم و سپس به نرم‌افزار بایومپر وارد شدند.

**Work map:** نقشه متغیر وابسته یا نقاط حضور گونه یک نقشه رستری نقطه‌ای است که باید به شکل بولین (صفر و یک) تهیه گردد. عدد یک در واقع همان نقاط و مناطقی است که در کار صحرایی ثبت گردیده است و نشان‌دهنده محل‌هایی است که گونه در آن حضور دارد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷). تهیه نقشه پراکنش افراد گونه هدف نیاز به کار میدانی و جمع‌آوری داده‌های صحرایی دارد. به‌دلیل این‌که روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تنها براساس داده‌های حضور گونه استوار است، بنابراین باید نسبت ثبت داده‌های حضور حاصل مشاهدات مستقیم و یا غیرمستقیم گونه مورد نظر مبادرت ورزید. طبق نظر هیرزل تعداد نقاط حضور گونه حتی می‌تواند ۲۰یا ۳۰ عدد باشد، اما زیادتر بودن تعداد نقاط به سود صحت مدل و معنی‌داری آن است (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷).

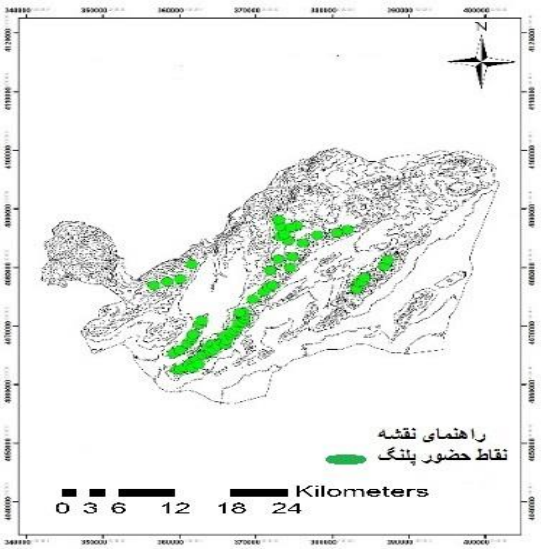
**Ecogeographical maps:** نقشه‌های رستری متغیرهای جغرافیای زیستی (EGV=Ecogeographical Variables) بر حضور گونه تأثیر دارند و به‌عنوان متغیرهای مستقل به‌کار می‌روند. متغیرهای جغرافیای زیستی عوامل مکانی ناحیه مورد مطالعه هستند و عوارض کمیّ منطقه را توصیف می‌نمایند (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷). نحوه آماده‌سازی نقشه متغیرهای مستقل جغرافیای زیستی برای این گونه به‌ترتیب به‌قرار زیر است:

**تهیه فهرستی از متغیرهای جغرافیای زیستی مؤثر در حضور گونه هدف:** نقشه‌های رستری مدل رقومی ارتفاع (Elevation Digital Model=DEM) (با استفاده از نقشه خطوط تراز ۳۰ متری)، شیب و جهت (براساس مدل رقومی ارتفاع)، روستاهای مجاور منطقه خوش ییلاق ، منابع آبی شامل چشمه‌ها و رودخانه‌های دائمی و فصلی، نقاط حضور طعمه‌ها (به‌ویژه کل و بز و قوچ و میش) جاده‌های ماشین‌رو، پاسگاه‌های محیط‌بانی تهیه گردید.

**رستری کردن نقشه‌ها در نرم‌افزار ایدریسی و توجه به یکسان بودن قالب همه نقشه‌ها:** منظور از یکسان‌سازی نقشه‌ها یکی بودن سیستم مختصات آن‌ها، طول و عرض جغرافیایی، نوع لایه، فرمت لایه تعداد سطر و ستون و هر پارامتری که در جدول اطلاعات متغیر مورد نظر وجود دارد. بدین منظور می‌توان یک لایه را به‌عنوان الگو مشخص نمود و بقیه لایه‌ها را براساس آن تهیه کرد. در این پژوهش نقشه رستری DEM منطقه به‌عنوان الگو انتخاب گردید.

**نرم‌افزار بایومپر:** در این روش جهت انجام تجزیه و تحلیل از نرم‌افزار بایومپر (Biomapper) استفاده می‌شود. این نرم‌افزار بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزارهای آماری برای تهیه مدل‌های مطلوبیت زیستگاه براساس تجزیه و تحلیل پارامترهای مؤثر بر آشیان بوم‌شناختی عمل می‌نماید. آنالیز ENFA هسته مرکزی آنالیز بایومپر را تشکیل می‌دهد (فلاحی، ۱۳۸۹). یکی از روش‌های تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش و تهیه نقشه آن، استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی (Eecological Niche Factor Analysis) است که به اختصار ENFA خوانده می‌شود. دقت مدل‌سازی در روش ENFA در مقایسه با روش‌های GLM، GAM و Regression Tree در پاره‌ای اوقات-نظیر زمانی‌که مشاهده حضور گونه دشوار است و یا بنا به‌دلایلی، حتی در صورت مناسب بودن زیستگاه، گونه حضور ندارد و

یا این‌که زیستگاه حقیقتاً برای گونه نامساعد است- نتیجه مطلوب‌تری خواهد داشت (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲). تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی هسته‌مرکزی نرم‌افزار بایومپر را تشکیل می‌دهد. تحلیل انجام شده در ENFA مشابه تجزیه به مولفه‌های اصلی (Principal Component Analysis)، به محاسبه فاکتورهایی می‌پردازد که توضیح دهنده بخش عمده‌ای از تاثیر متغیرهای مستقل محیط زیست گونه‌ها است. مشابه تحلیل تجزیه مولفه‌های اصلی، فاکتورهای محاسبه شده با یکدیگر همبستگی ندارند ولی از نظر اکولوژیکی معنی‌دار هستند. برای انجام این پژوهش از روش ترانسکت خطی تصادفی با روش مشاهده مستقیم یا شناسایی نمایه‌های پلنگ ایرانی برای مشاهده آثار و نمایه‌های پلنگ استفاده شد. نقاط حضور گونه هدف طی پایش میدانی، به‌مدت ۳ هفته با دقت بالا با دستگاه GPS تعیین گردید، برای این منظور با کمک محیط‌بانان منطقه، نقاطی را که حضور پلنگ روئیت گردید و هم‌چنین آثار و نمایه‌های پلنگ ازجمله باقی‌مانده‌های طعمه، سرگین، ردپا، خراش‌های ایجادشده برروی درختان شناسایی شدوطول و عرض جغرافیایی آن‌ها ثبت گردید، علاوه بر این طعمه‌های گونه (طعمه‌های شاخص ازجمله کل و بز و قوچ و میش) در منطقه به‌صورت بازدید و کار میدانی به‌وسیله دستگاه GPS جمع‌آوری شدوسپس سایر متغیرهای مستقل محیطی موردنظر از قبیل منابع آبی، پراکنش روستاها و خطوط حمل و نقل و هم‌چنین متغیرهای مستقل محیطی شامل شیب، جهت، ارتفاع، لند کاور و دیگر متغیرهای مستقل محیطی با کمک سنجش از دور و عکس‌های هوایی تهیه شدند. به‌طور مختصر مراحلی راکه در این نرم‌افزار طی می‌شود عبارتند از: تهیه نقشه‌های متغیرهای توضیح دهنده حضور گونه (Eco geographical Maps)، تهیه نقشه حضور یا پراکنش افراد گونه به شکل صفر و یک (Work Maps)، وارد نمودن نقشه‌های متغیرهای محیط‌زیستی و نقشه حضور گونه به نرم‌افزار، بررسی و محاسبه نقشه‌های متغیرهای محیط‌زیستی با آماره‌های توصیفی (تحلیل توزیع مقادیر و نظایر آن)، مشاهده نقشه‌ها به شکل دو بعدی و سه بعدی، آماده‌سازی نقشه‌ها نظیر نرمال‌سازی پراکنش داده‌ها، اجرای تحلیل‌های فاصله‌ای شامل DistAn و CirAn، بررسی میزان همبستگی متغیرها و نظایر آن، اجرای تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی (ENFA)، محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه، ارزیابی صحت پیش‌بینی مدل برآورد شده از طریق میانگین‌های Cross Validation، تولید محصول نهایی (Post production)، لایه‌های اطلاعاتی ورودی برای تحلیل ENFA نقشه نقاط حضور پلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش خوش‌ییلاق به شکل نقطه‌ای بر روی نقشه خطوط هم ارتفاع منطقه مشخص شد تا قابل ورود به تحلیل ENFA باشد.




**شکل ۲: نقاط ثبت حضور پلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش خوش ییلاق**

**اجرای تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در نرم‌افزار بایومپر:**

تحلیل ENFA براساس لایه‌های اطلاعاتی رستری در این نرم‌افزار به اجرا در می‌آید. از این‌رو، اولین گام، ورود داده‌ها به نرم‌افزار است. نقشه‌ها به دو طبقه شامل: نقشه حضور گونه و نقشه‌های متغیرهای مستقل محیطی دسته‌بندی می‌شود. یکی دیگر از مراحل مقدماتی در آماده‌سازی نقشه‌ها قبل از تحلیل، بررسی وضعیت پراکنش داده‌ها در لایه‌های اطلاعاتی و نرمال بودن آن‌ها است. یکی از بهترین روش‌های نرمال‌سازی که در بایومپر نیز قابل استفاده است روش Box-Cox است که داده‌ها را به‌شکل: $Y' = \ln Y$ و یا به‌شکل $Y' = (YL - ۱) / L$ تغییر می‌دهد. تحلیل ENFA در بایومپر نیاز به متغیرهایی دارد که همبستگی ندارند. در واقع، درتحلیل ENFA اگر دو متغیر وابستگی بالایی داشته باشند، هر دو با یک ضریب در مدل نهایی ظاهر خواهند شد. میزان همبستگی بین متغیرهای باقی‌مانده کم‌تر از میزان بحرانی برای حذف یکی از متغیرها بود. لذا تمامی متغیرهای باقی‌مانده برای تحلیل ENFA مورد استفاده قرار گرفتند.

**جدول۱: ماتریس همبستگی متغیرهای مستقل محیطی**

| متغیرهای مستقل محیطی | جهت | کل و بز | ارتفاع | گوسفند وحشی | منابع آبی | جاده | شیب | روستا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهت | ۱ | | | | | | | |
| کل و بز | -۰/۰۱۹ | ۱ | | | | | | |
| ارتفاع | ۰/۱۱۷ | -۰/۱۰۶ | ۱ | | | | | |
| گوسفند وحشی | -۰/۰۴۲ | ۰/۸۳۹ | -۰/۲۳۷ | ۱ | | | | |
| منابع آبی | -۰/۰۲۵ | ۰/۳۰۴ | ۰/۲۷۴ | ۰/۲۷۱ | ۱ | | | |
| جاده | -۰/۰۳۳ | -۰/۴۱۸ | -۰/۱۷۴ | -۰/۲۹۴ | -۰/۳۴ | ۱ | | |
| شیب | ۰/۲۴۸ | -۰/۰۶۲ | ۰/۵۰۸ | -۰/۱۰۶ | ۰/۲۳۶ | -۰/۱۱۴ | ۱ | |
| روستا | -۰/۰۷۲ | -۰/۲۵۴ | -۰/۶۴۵ | -۰/۱۸ | -۰/۲۷۵ | ۰/۴۲۵ | -۰/۳۷۹ | ۱ |

## نتایج

اولین فاکتور تولید شده معرف ویژگی حاشیه‌گرایی (Marginality) گونه مورد مطالعه است و نشان می‌دهد که حد بهینه گونه مورد مطالعه تا چه حد در فاصله از حد میانگین زیستگاه مورد مطالعه قرار دارد. این فاکتورها میزان تخصص گونه مورد مطالعه در ارتباط با منابع موجود در گستره زیستگاه قابل دسترس گونه را نشان می‌دهند. یکی از خروجی‌های حاصل از اجرای این تحلیل ماتریس امتیازات است که اطلاعات بسیار مهمی ارایه می‌کند. اطلاعات موجود در این ماتریس نشان دهنده آن است که هر فاکتور حاصل از این تحلیل با متغیرهای مستقل محیطی مورد استفاده در تحلیل چه میزان همبستگی دارد. اولین ستون از این ماتریس فاکتور حاشیه‌گرایی(Marginality) است که حاشیه‌گزینی گونه نسبت به هریک از متغیرهای مستقل محیطی را نشان می‌دهد. سایر ستون‌ها برابر با فاکتورهای تخصصی بودن است. ردیف‌ها در این ماتریس شامل میزان شرکت یا سهم متغیرهای مستقل محیطی در ساخت فاکتورها هستند. جدول ۲ ماتریس امتیازات حاصل از اجرای تحلیل ENFA را نشان می‌دهد.

**جدول ۲: ماتریس امتیازات، ستون اول بیان‌کننده ۱۰۰ درصد از حاشیه‌گرایی است**

| متغیرهای مستقل محیطی | ۱ (۰/۲۲) | ۲ (۰/۵۰) | ۳ (۰/۱۷) | ۴ (۰/۳) | ۵ (۰/۳) | ۶ (۰/۲) | ۷ (۰/۲) | ۸ (۰/۱) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهت | -۰/۱۲ | ۰/۲۷۹ | -۰/۹۱۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۱۸ | -۰/۲۰۴ | ۰/۰۱۴ | -۰/۰۰۱ |
| کل و بز | -۰/۶۴۵ | -۰/۶۵۸ | -۰/۱۳۸ | -۰/۰۴۷ | -۰/۱۹۲ | -۰/۱۲۲ | -۰/۱۹۹ | -۰/۲۳۱ |
| ارتفاع | -۰/۵۰۷ | ۰/۷۲۳ | ۰/۱۸۳ | -۰/۱۰۴ | -۰/۱۱۹ | -۰/۲۳۵ | -۰/۳۱۲ | -۰/۰۹۸ |
| گوسپند وحشی | -۰/۵۴۴ | -۰/۷۲۹ | -۰/۱۶ | ۰/۰۲۳ | -۰/۲۸۵ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۴۳ | -۰/۲۵۴ |
| منابع‌آبی | -۰/۳۸۶ | -۰/۰۱۴ | ۰/۲۰۴ | ۰/۶۷۴ | ۰/۲۲۵ | -۰/۲۱۵ | ۰/۰۸۱ | ۰/۰۲۴ |
| جاده | ۰/۶۸۶ | ۰/۱۳۶ | -۰/۰۶۷ | ۰/۲۶۷ | -۰/۵۹۷ | -۰/۲۷۲ | ۰/۰۴۹ | ۰/۰۵۱ |
| شیب | -۰/۴۳۵ | ۰/۶۱۶ | -۰/۱۸۹ | ۰/۲۵۸ | -۰/۲۶۱ | ۰/۵۰۹ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۱۲ |
| روستا | ۰/۷۵۹ | -۰/۳۳۵ | -۰/۱۳۲ | ۰/۳۷۷ | ۰/۱۵۹ | ۰/۱۶۷ | -۰/۳۰۸ | -۰/۰۷ |

(اعداد داخل پرانتز میزان تخصص‌گرایی را نشان می‌دهد)

این جدول نشان می‌دهد مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه پلنگ را طعمه کلیدی آن یعنی پازن تشکیل می‌دهد. هم‌چنین پس از آن سایر طعمه‌ها (گوسفند وحشی) اهمیت بیش‌تری نسبت به سایر موارد دارند، به‌علاوه پلنگ گونه‌ای تخصص‌گراست و در دامنه خاصی از شرایط محیطی که دارای امنیت و حضور طعمه باشد، زیست می‌کند.

**تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه (Habitat suitability map):**

پس از اجرای تحلیل ENFA و دستیابی به خروجی‌های مربوطه می‌توان به محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه پرداخت. گام اول در محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه محاسبه Factor map است. نتایج این تحلیل برای محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه الزامی است. نکته حائز اهمیت در این تحلیل تعیین تعداد نقشه‌های ENFA وارد شونده به تحلیل مطلوبیت زیستگاه است. در تحلیل Factor map، کاربر تعیین می‌کند چند نقشه ENFA طی این تحلیل تولید گردد. البته بایومپر خود نیز براساس معیار چوب شکسته مک‌آرتور تعداد نقشه‌های ENFA را پیشنهاد می‌کند لیکن کاربر می‌تواند خود این تعداد را براساس مقدار تجمعی واریانس توجیه شده توسط فاکتورها تعیین نماید.

**جدول ۳: میزان تخصص‌گرایی و حاشیه‌گرایی متغیرهای مستقل زیست محیطی**

| متغیرهای مستقل محیطی | حاشیه‌گرایی | تخصص‌گرایی |
|---|---|---|
| جهت | ۰/۰۵۳ | ۴/۵۵ |
| کل و بز | ۰/۶۲۴ | ۲۳/۸۸ |
| ارتفاع | ۰/۴۳۷ | ۱۸/۳۳ |
| گوسپند وحشی | ۰/۵۶۵ | ۲۰/۹۰ |
| منابع‌آبی | ۰/۰۳۴ | ۱۰/۱۲ |
| جاده | ۰/۲۳۴ | ۳۵/۶۸ |
| شیب | ۰/۱۴۷ | ۵/۷۳ |
| روستا | ۰/۱۲۶ | ۳۳/۹۷ |

مقدار ویژه بیان می‌کند چه مقدار از تغییرات (واریانس) توسط متغیرها توضیح داده می‌شود و در واقع گویای میزانی از تخصص‌گرایی است. مقادیر بالای آن بیش‌ترین اطلاعاتی را که هر متغیر منتقل می‌کند را نشان می‌دهد. مقادیر ویژه باید بزرگ‌تر یا مساوی صفر باشند. اگر گونه مورد بررسی توزیع تصادفی در زیستگاه داشته باشد مقادیر ویژه نزدیک به یک، حاشیه‌گرایی حدود صفر و تحمل‌پذیری نیز تقریباً یک خواهد بود. اگر بین دو متغیر همبستگی وجود داشته باشد مقادیر ویژه بسیار بزرگ یا منفی خواهد بود. در این تحقیق میزان حاشیه‌گرایی: ۱/۲۱۴، میزان تخصص‌گرایی:۲/۹۹۳، میزان تحمل‌گرایی: ۰/۳۳۴ حاصل شد. مقدار حاشیه‌گرایی اغلب بین صفر و یک قرار دارد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷). مقادیر نزدیک به صفر بیان می‌کند که گونه تمایل دارد در شرایط میانگین ناحیه مطالعاتی زندگی کند و هیچ تفاوتی بین میانگین زیستگاه موجود و زیستگاه گونه وجود ندارد. مقادیر نزدیک به یک نشان می‌دهد که گونه در یک زیستگاه بسیار ویژه زندگی می‌کند. در واقع حاشیه‌گرایی نشان‌دهنده موقعیت آشیان بوم شناختی در فضای محیط زیستی است (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷؛Mertzanis و همکاران ۲۰۰۶).دومین‌عامل آشیان بوم‌شناختی تخصص‌گرایی (Specialization Factor) است که نشان‌دهنده وسعت آشیان بوم‌شناختی است. تخصص‌گرایی نسبت تغییرپذیری یا انحراف معیار توزیع کلی به تغییرپذیری یا انحراف توزیع گونه است. به بیان دیگر این عامل معیاری است از دامنه شرایط محیط زیستی که گونه تحمل می‌کند. در این مورد مقادیر نزدیک به صفر نشان‌دهنده این است که گونه هدف در محدوده وسیعی از شرایط محیط زیستی قادر به زندگی است. مقادیر بالای این عامل نشان می‌دهد که گونه بسیار تخصصی است و در محدوده باریکی از شرایط محیط زیستی زندگی می‌کند وبنابراین،از آشیان بوم‌شناختی کوچکی برخوردار است (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷؛ Mertzanis و همکاران ۲۰۰۶). تفسیر عامل تخصص‌گرایی به‌دلیل متغیر بودن آن از صفر تا بی‌نهایت مشکل است. بنابراین، از عامل تحمل‌پذیری برای درک بهتر تخصص‌گرایی استفاده می‌شود.عامل تحمل‌پذیری عکس تخصص‌گرایی است و مقادیر نزدیک به صفر آن نشان‌دهنده تحمل‌پذیری پایین گونه و تخصصی بودن آن است‌و برعکس‌مقادیر بالا ضمن بیان‌تحمل زیاد گونه‌حاکی از آن است که گونه به‌شرایط‌بسیارویژه و خاص‌درزیستگاه برای زندگی نیاز ندارد. مقادیر تحمل‌پذیری بین صفر تا یک متغیر است (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷؛ Mertzanis و همکاران، ۲۰۰۶؛ Wang و همکاران، ۲۰۰۹).

**تعیین‌الگوریتم‌مناسب‌با استفاده‌از‌شاخص بویس:** در نسخه ۴ بایومپر این امکان ایجاد شده است تا با استفاده از شاخصی به‌نام بویس، بتوان یک الگوریتم مناسب برای تهیه نقشه مطلوبیت انتخاب نمود. بر این اساس هرچه میزان بویس بیش‌تر و انحراف معیار (SD) کم‌تر باشد نشان‌دهنده آن است که الگوریتم انتخاب شده مناسب‌تر است (Boyce و همکاران، ۲۰۰۲). در این مطالعه، با مقایسه اعداد حاصله (جدول۴)، الگوریتم هارمونیک به‌عنوان مناسب ترین الگوریتم انتخاب شد.

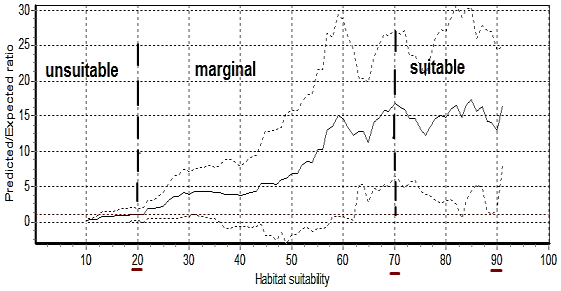
**جدول ۴: مقایسه شاخص بویس در الگوریتم‌های مختلف**

| الگوریتم | انحراف معیار ± شاخص بویس |
|---|---|
| میانه | ۰/۴۶۱±۰۲/۵۱ |
| هارمونیک | ۰/۶۷۳±۰/۳۸۴ |
| هندسی | ۰/۵۲۵±۰/۴۱۲ |
| حداقل فاصله | ۰/۴۳۷±۰/۳۴۹ |

**تعیین طبقات نقشه مطلوبیت با استفاده از شاخص بویس:**
در نمودار خطی حاصل از به‌کارگیری شاخص بویس، محور عمودی (Fi) نشان‌دهنده نسبت مقدار عددی پیش‌بینی شده برای هر کلاس (i)، به مقدار مورد انتظار است. بنابراین، هرچه میزان Fi بیش‌تر باشد نشان‌دهنده یک مدل خوب است (Boyce و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به نمودار حاصل (شکل ۴)، در جائی‌که Fi<1 باشد زیستگاه نامطلوب و در مواردی که Fi>1 و به سمت اعداد بالاتر سیر می‌کند، مطلوبیت زیستگاه نیز افزایش می‌یابد (Boyce و همکاران، ۲۰۰۲):

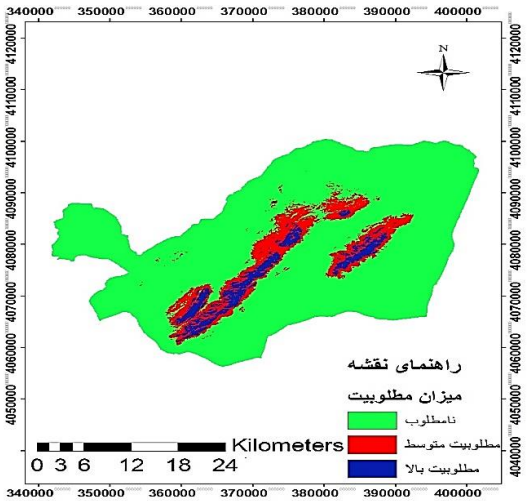
$$Fi = Oi / Ei$$

براساس‌به‌کارگیری‌شاخص‌Boyce، تعداد ۳ کلاس برای نقشه مطلوبیت زیستگاه تعیین شد.




**شکل ۴: طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی بر اساس نمودار حاصل از شاخص بویس**

طبق نقشه نهایی (شکل ۵)، مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق مشخص شد، زیستگاه مطلوب پلنگ ایرانی در این منطقه در ارتفاعات ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در شیب‌های ۳۰ تا ۶۰ درصد قرار داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین بخش از زیستگاه مطلوب در مناطق کوهستانی و صخره‌ای قرار دارد.

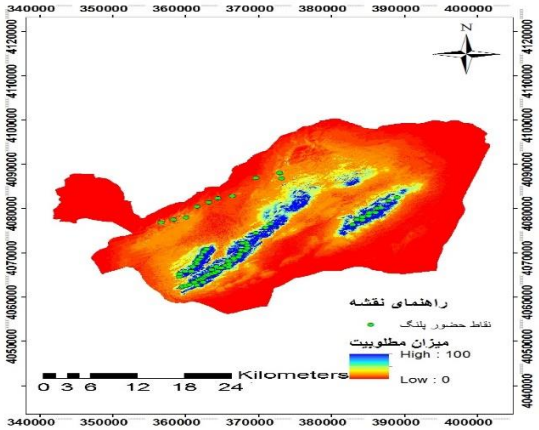



**شکل ۵: نقشه مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش خوش‌ییلاق**

**آزمون حساسیت در نرم‌افزار ادریسی:** به‌منظور مقایسه نتایج حاصل از ENFA در نرم‌افزار بایومپر، می‌توان از حساسیت‌سنجی مدل نسبت به فاکتورهای متعدد محیطی استفاده نمود. بدین منظور ابتدا با به‌کارگیری رگرسیون لجستیک و وارد نمودن نقشه حضور گونه به‌همراه ۸ فاکتور مستقل محیطی، نتیجه‌ای حاصل گردید که براساس آن هرچه عدد R-Square به سمت ۰/۲ (۹) و عددROC به‌سمت ۱ گرایش یابد نشان‌دهنده صحت مدل است (Pontius و Schneider، ۲۰۰۱). با توجه به مقادیر به‌دست آمده از جدول ۶ مشخص می‌شود که R-Square برای تمامی متغیرهای مستقل محیطی شامل شیب، جهت، ارتفاع در محدوده بهینه قرار دارد، مناسب‌ترین فاکتور مستقل زیست‌محیطی طبق این جدول شیب (۰/۱۹۶۳) می‌باشد که نسبت به دو عنصر دیگر تاثیر مهم‌تری در توزیع و پراکنش پلنگ در منطقه را دارد، علاوه براین در میان فاکتورهای وابسته زیست‌محیطی در درجه اول کل و بز (۰/۱۹۲۵) و در درجه دوم گوسفند وحشی (۰/۲۶۴۶) قرار دارند که این امر موید وابستگی پلنگ به طعمه‌های ترجیحی می‌باشد. مقادیر به‌دست آمده طبق جدول بالا برای عدد ROC نشان می‌دهد که فاکتورهای مستقل و وابسته با شدت‌های متفاوتی نسبت به این عدد واکنش نشان می‌دهند، به‌طوری‌که مهم‌ترین فاکتور زیست محیطی مستقل جهت (۰/۹۰۵۰) می باشد، به‌علاوه مهم‌ترین فاکتور زیست‌محیطی غیرمستقل در درجه اول قوچ و میش (۰/۹۹۳۰) و در درجه دوم فاصله از روستا (۰/۹۴۶۸) می‌باشد.

**جدول ۶: مقایسه مقادیر حاصل از رگرسیون لوجستیک**

| ردیف | فاکتور مستقل محیطی | PSEUDO R-SQUARE | ROC |
|---|---|---|---|
| ۱ | جهت جغرافیایی | ۰/۲۳۴۶ | ۰/۹۰۵۰ |
| ۲ | کل و بز(طعمه) | ۰/۱۹۲۵ | ۰/۸۴۰۰ |
| ۳ | ارتفاع | ۰/۱۳۴۳ | ۰/۸۰۵۰ |
| ۴ | قوچ و میش(طعمه) | ۰/۲۶۴۶ | ۰/۹۹۳۰ |
| ۵ | فاصله از منابع آبی | ۰/۵۱۵۸ | ۰/۵۰۰۰ |
| ۶ | فاصله از جاده | ۰/۲۹۷۵ | ۰/۲۲۵۷ |
| ۷ | شیب | ۰/۱۹۶۳ | ۰/۷۴۵۰ |
| ۸ | فاصله از روستا | ۰/۲۳۳۷ | ۰/۹۴۶۸ |
| ۹ | همه | ۰/۲۴۱۴ | ۰/۷۳۲۵ |




**شکل ۶: نقشه هم‌پوشانی مطلوبیت زیستگاه با نقاط حضور گونه مورد مطالعه**

## بحث

در این مطالعه حضور پلنگ ایرانی به‌عنوان شاخصی برای مطلوبیت زیستگاه درنظر گرفته شده است. هشت لایه مستقل محیطی به‌همراه لایه نقاط حضور پلنگ در منطقه خوش‌ییلاق اساس این روش را تشکیل می‌دهد. براساس بررسی که در ارتباط با عوامل مؤثر بر توزیع گونه‌موردنظر در این پژوهش انجام شد، مشخص گردید که پارامترهای زیست‌محیطی مستقل و وابسته بر توزیع و پراکنش پلنگ تاثیر به‌سزایی دارند شیب و ارتفاع مهم‌ترین فاکتور مستقل تاثیرگذار بر توزیع این گربه‌سان می‌باشد و سایر فاکتورها ازجمله پوشش گیاهی، فاصله از چشمه و آبراهه‌ها در الویت‌های بعدی قرار گرفتند و کم‌ترین تاثیر را هم پارامتر جهت داشته است که البته این ممکن است به‌علت فصل نمونه‌برداری (پاییز) باشد. هم‌چنین مشخص شد این گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط زیستی منطقه وابسته است. این موضوع تا حدودی با سایر بررسی‌های صورت گرفته در مورد زیستگاه پلنگ مشابه می‌باشد. درباره علت انتخاب این عوامل زیستگاهی توسط گونه با توجه سایر تحقیقاتی که در مورد پلنگ صورت گرفته است، مشخص می‌گردد که یکی از عوامل اصلی در انتخاب زیستگاه توسط پلنگ ساختار پوشش زمین است. پلنگ از صخره‌های بزرگ و با شیب بالا به‌عنوان لانه و گریزگاه استفاده می‌کنند. از آن‌جاکه پلنگ شاخص‌ترین شکارچی طعمه‌های بزرگ‌جثه در ایران محسوب می‌شود، داشتن زیستگاهی مطلوب که امنیت و غذای کافی را برای این گونه تامین کند، در ارجحیت قرار دارد، مناطق مرکزی و جنوبی زیستگاه حیات وحش خوش‌ییلاق که دارای کوه‌های بلند (سیاهکوه، بایرام شیخ، اولنگ، چهل پق، جوزک، تیل‌آباد، قره پالچق، هادی کمر، سوخته کوه و میانکوه) وجود دارد. مطلوب‌ترین نقاط برای پلنگ هستند، به‌علاوه در نقاط مذکور تمرکز بالایی از کل و بز و قوچ و میش وجود دارد. نتایج حاصل از تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی برای پلنگ در پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق براساس (ENFA)متغیرهای زیستگاهی مورد استفاده نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب این گونه در این منطقه در حد فاصل ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰متر از سطح دریا، در شیب‌های ۳۰ تا ۶۰ درصد قرار دارد به‌طوری‌که بیش‌ترین بخش از زیستگاه مطلوب در مناطق کوهستانی و صخره‌ای واقع می‌گردد. امیدی (۱۳۸۷) طی مطالعه‌ای زیستگاه مطلوب این گونه را در پارک ملی کلاه قاضی در حد فاصل ارتفاع ۱۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا، در شیب‌های ۲۰ تا ۷۰ درصد با روش (ENFA) به‌دست آورده است. به‌طوری‌که بیش‌ترین بخش از زیستگاه مطلوب در مناطق کوهستانی و صخره‌ای واقع می‌گردد. مبرقع (۱۳۸۶) نیز طی مطالعه‌ای، ارتفاع و شیب مناسب زیستگاه مطلوب پلنگ ایرانی را در پارک ملی توران به‌ترتیب ۱۱۰۰- ۱۲۰۰متر و ۳۰- ۶۵ درصد با استفاده از روش HEP برآورد نموده است. عرفانیان (۱۳۹۰) نیز طی مطالعه‌ای ارتفاع و شیب مناسب پلنگ را در پارک ملی گلستان به‌ترتیب ۱۲۳۴ و ۳۲ درصد با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی به‌دست آورده است.

میزان حاشیه گرایی، تخصص گرایی و تحمل کل در این مطالعه به‌ترتیب ۱/۲۱۴، ۲/۹۹۳ و ۰/۳۳۴محاسبه شد و نشان‌دهنده آن است که گونه تمایل به زندگی در حد بالای شرایط منطقه را دارد و زیستن در شرایط خاص را بر می‌گزیند و این نتیجه با رفتارشناسی و انتخاب زیستگاه پلنگ هم‌خوانی و مطابقت دارد. براساس نتایج حاصل مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه پلنگ، پراکنش پازن به‌عنوان طعمه ترجیحی در این منطقه می‌باشد به‌طوری‌که هرجا تراکم بالایی از این حیوان وجوددداشته باشد،مطلوب‌ترین‌زیستگاه پلنگ محسوب می‌شود. علاوه بر پازن، سایر طعمه‌ها و در مرحله بعد عامل شیب نیز به‌عنوان عوامل موثر بر میزان مطلوبیت زیستگاه در مدل وارد شده‌اند.

متغیرهای زیستگاهی مورد بررسی در این پژوهش نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب پلنگ در این منطقه در فاصله زیادی از مناطق مسکونی و جاده‌واقع شده‌است، حاشیه پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق را روستاهای زیادی تشکیل داده است، ولی خوشبختانه مناطق مرکزی این زیستگاه به نسبت دارای امنیت کافی می‌باشد، نقشه مطلوبیت زیستگاه حاصل شده، موید همین مطلب است، پلنگ با فاصله زیادی از جاده و مناطق روستایی زندگی می‌کند، منابع آبی مناسبی در قلب خوش‌ییلاق قرار دارد که هم برای شکار و هم برای شکارچی امنیت بالایی را تامین می‌کند و حیات‌وحش را بی‌نیاز از رفت و آمد به حاشیه پناهگاه می‌کند. شعاعی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی زیستگاه پلنگ در پارک ملی تندوره طی فصول تابستان و پاییز (۹۵) به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عامل مؤثر بر حضور یا عدم حضور پلنگ در این منطقه فاصله از جاده است. به‌علاوه مطلوب‌ترین زیستگاه پلنگ در این فصول ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متری از سطح دریا و در جهت شمالی و هم‌چنین فاصله ۱۱۰۰ تا ۲۵۰۰ متری از چشمه‌ها واقع شده است. این نتایج مشخص‌کننده تأثیر منفی جاده‌ها روی گونه‌های ارزشمند و حفاظت‌شده پارک‌های ملی است. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر دارای هم‌پوشانی بالایی است، هرچند در پژوهش حاضر نقش جاده به‌عنوان یک فاکتور

کلیدی برجسته نیست و این مهم به‌دلیل آن است که بیش‌تر وحوش پناهگاه حیات‌وحش خوش‌ییلاق و به‌ویژه پلنگ در مرکز منطقه قرار دارند، جایی‌که شبکه حمل و نقل وجود ندارد.

## منابع


۱. **امیدی، م.، ۱۳۸۷.** تجزیه‌وتحلیل و مدل‌سازی زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده محیط‌زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. ۹۵ صفحه.

۲. **سلمان‌ماهینی، ع. و کامیاب، ح.ر.، ۱۳۸۸.** سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. انتشارات مهر مهدیس. تهران. ۵۸۲ صفحه.

۳. **ضیایی، ه.، ۱۳۸۷.** راهنمایی صحرایی پستانداران ایران. انتشارات کانون آشنایی با حیات‌وحش. ۳۵۰ صفحه.

۴. **عرفانیان، ب.، ۱۳۹۰.** مسیریابی بهینه گذرگاه‌های حرکتی پلنگ در پارک ملی گلستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده شیلات و محیط زیست. دانشگاه گرگان. ۱۳۶صفحه.

۵. **فلاحی، م.، ۱۳۸۹.** بررسی تأثیر عشایر کوچنده بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۱۷ صفحه.

۶. **شعاعی، ا.؛ قلی‌پور، م.؛ رضایی، ح.ر. و یارمحمدی، ث.، ۱۳۹۶.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*, Pocock 1927) با روش آنتروپی بیشینه (Maxent) در پارک ملی تندوره طی فصول تابستان و پاییز. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۳۰.

۷. **مبرقع، م.، ۱۳۸۶.** ارزیابی زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی توران با به‌کارگیری روش HEP. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۲۰صفحه.

۸. **Anderson, M.C.; Watts, J.M.; Freilich, J.E.; Yool, S.R.; Wakefield, G.I.; Mccaulery, J.F. and Fahnestock, A., 2000.** Regression-tree modeling of desert tortoise habitat in the centeral Mojave.

۹. **Boyce, M., 2002**. Evaluating resource selection functions. Ecol. Modell. Vol. 157, pp: 281-300.

۱۰. **Clark, L.A. and Pregibon, D., 1992**. Tree-based Models. Statistical Models in S. (ed. by J.M. Chambers and T.J. Hastie), Chapman and Hall, New York. pp: 377-419.

۱۱. **Darvish Sefat, A., 2006.** Atlas of protected areas of Iran. Department of the Environment, Iran. 157 p.

۱۲. **Ghoddousi, A.; Khleghi Hamidi, A.M.; Ghadirian, T.; Ashayeri, D.; Hamzepour, M.; Moshiri, H. and Julay, L.I., 2008**. Territorial marking by Persian leopard (*Pantera pardus saxicolor* Pocock, 1927) in Bamu national park. Short communication. Zoology in meddle East. Vol. 44, pp: 101-103.

۱۳. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000**. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modeling. Vol. 135, pp: 147-186.

۱۴. **Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat suitability maps without absent data. Ecology. Vol. 83, pp: 2027-2036.

۱۵. **Hirzel, A.H.; Hausser, J. and perrin, N., 2007.** Biomapper 4.0, Laboratory for Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland. URL, Viewed 10 November 2010. <http://www2.unil.ch /biomapper>.

۱۶. **Huntera, L.; Balme, G.; Walker, C.; Pretorius, K. And Rosenberg, K., 2003**. The landscape ecology of leopards (*Panthera pardus*) in northern KwaZula-natal, South Africa: A preliminary project report. Ecological journal.

۱۷. **Mertzanis, G.; Korakis, G.; Kallimanis, A.; Sgardelis, St. and Aravidis, I., 2006**. Bear habitat suitability in relation to habitat types of European interest in NE pindos mountain range, Greece. pp: 321-326.

۱۸. **Morrison, M.L.; Marcot, B.G. and Mannan, R.W., 1992**. Wildlife-habitat relationships: Concepts and applications. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.

۱۹. **Pontius, R.G.Jr. and Schneider, L., 2001**. Land-use change model validation by a ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 85, No. 1-3, pp: 239-248.

۲۰. **Strubbe, D. and Matthysen, E., 2008**. Predicting the potential distribution of invasive ring-necked parakeets

۲۱. **Wang, X.; Weihua, X. and Ouyang, Zh., 2009**. Integrating population size analysis into habitat suitability assessment: implications for giant panda conservation in the Minshah Mountain, China. The Ecological Society of Japan.