

## بررسی مقیاس‌های مختلف به منظور تعیین پارامترهای زیستگاهی (مطالعه موردی: پلنگ پارک ملی گلستان)

صدیقه عبداللهی\*<sup>۱</sup>؛ عبدالرسول سلمان ماهینی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی دکتری آمایش محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران  
۲. دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۳؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۷/۰۹)

### چکیده

مدل‌سازی زیستگاه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی علاوه بر پیش‌بینی زیستگاه‌های مناسب ابزار مهمی برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاه برای یک گونه است. پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) به عنوان یک گونه در خطر انقراض در فهرست سرخ آی‌یوسی‌ان جای دارد. در این پژوهش به منظور تعیین مهم‌ترین پارامترهای زیستگاهی این گونه در پارک ملی گلستان از روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم‌شناختی و نرم‌افزار بیومپر و به منظور بررسی مقیاس‌های مختلف از تغییر اندازه سلول نقشه‌های زیستی و حضور گونه با به کارگیری نرم‌افزار ARC GIS 9.3 استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد متغیرهای ارتفاع، چشمه و منابع آبی و جاده مهم‌ترین پارامترهای زیستگاهی موثر در پراکنش گونه پلنگ در مقیاس‌های مختلف در پارک ملی گلستان است و تصاویری با اندازه سلول ۶۰×۶۰ و ۹۰×۹۰ بهترین مقیاس برای زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان است. به طور کلی به منظور درک فرایندهای موثر بر توزیع و فراوانی موجودات باید تاثیر متغیرهای محیطی در مقیاس‌های مکانی مختلف بررسی شود تا به مدیریت بهتر بوم‌سازگان دست یافت.

**کلید واژه‌ها:** مدیریت زیستگاه، مقیاس‌های مکانی، ENFA، سامانه اطلاعات مکانی، مدل‌سازی زیستگاه

## سرآغاز

مطالعه‌های انتخاب زیستگاه معمولاً برای مدل‌سازی جمعیت‌های حیات وحش و برای به دست آوردن درک بهتر از روابط موجود در زیستگاه و بین حیات وحش انجام می‌شود (Clark et al., 1998). بررسی زیستگاه، مقایسه بین قابلیت دسترسی و استفاده از زیستگاه را برای تعیین زیستگاه‌های ویژه ترجیح داده شده یا اجتناب شده، در بر می‌گیرد. به منظور بررسی توزیع و تراکم موجودات زنده میزان حضور گونه در مقیاس‌های مختلف تعیین می‌شود تا میزان برهم‌کنش افراد با یکدیگر در زیستگاه به دست آید. همچنین به منظور تعیین الگوهای توزیع گونه و فرایندهای بوم‌شناختی مرتبط با حضور گونه در زیستگاه، مقیاس‌های مکانی مختلف که گونه در آن حضور دارد بررسی می‌شود (Murray et al., 2008). تعیین صحیح ویژگی‌های زیستگاه برای گونه‌های پنهان با گستره وسیع یا گونه‌هایی که در زیستگاه‌هایی که دسترسی به آنها محدود است، قرار دارند، مشکل می‌باشد. مدل‌سازی زیستگاه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، بیشتر این مشکلات را تا حدی حل می‌کند و ثابت شده است که علاوه بر پیش‌بینی زیستگاه‌های مناسب، ابزار مهمی برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاه برای یک گونه است (Hirzel et al., 2002). تعیین روابط زیستی، به منظور پیش‌بینی حضور گونه در زیستگاه با توجه به فرایندهای بوم‌شناختی در مقیاس‌های متفاوت صورت می‌گیرد. بنابراین، مدل‌های توزیع گونه باید در تمامی مقیاس‌های زیستی گونه بررسی شود. در مطالعه الگوهای توزیع و تراکم جانوران در زیستگاه، میزان حضور آن‌ها در مقیاس‌های مختلف به منظور بررسی میزان برهم‌کنش افراد با یکدیگر مهم است. همچنین به منظور تعیین الگوهای توزیع گونه و فرایندهای بوم‌شناسی مرتبط با حضور گونه در زیستگاه بررسی مقیاس‌های مکانی مختلف که گونه در آن حضور دارد ضروری به نظر می‌رسد (Guisan & Zimmermann, 2000). در مطالعه مفهوم مقیاس چگونگی ارتباط بین متغیرهای زیستگاهی و مقیاس‌های مکانی مورد استفاده جانوران، میزان پراکنش افراد با توجه به تغییر مقیاس و استفاده از مقیاس‌های مکانی خاص با توجه به ترکیب زیستگاه، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین، به منظور درک تاثیر مقیاس بر روی گونه، تشخیص مقیاس‌های وابسته به فرایندهای بوم‌شناختی و رابطه آن با حضور گونه نیاز است (Nams et al., 2006).

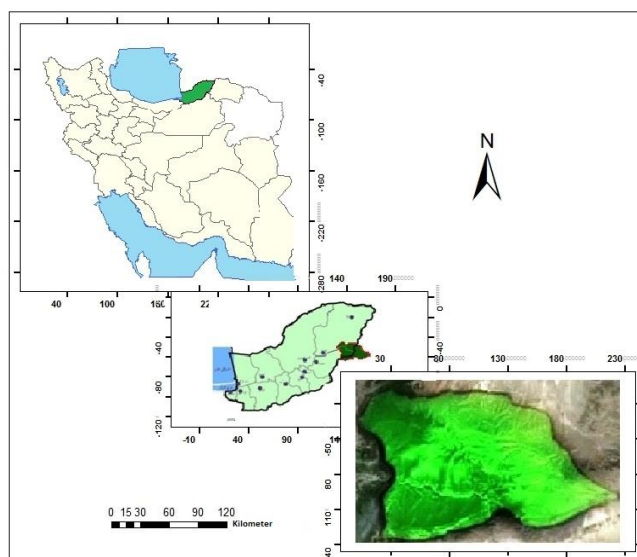
مقیاس‌های مکانی برای درک پویایی زیستگاه مهم بوده و در برگیرنده روابط سلسله مراتبی بین افراد، جمعیت‌ها و بوم‌سازگان هستند به طوری که تعیین الگوهای تغییر فراوانی جانوران در مقیاس‌های مکانی مختلف یکی از عوامل موثر در تنظیم جمعیت جانوران است. فراوانی و غنای جانوری تابعی از دسترسی به منابع زیستگاهی در مقیاس‌های مکانی مختلف است (Holland et al., 2004). مدل‌های زیادی هم‌اکنون برای بررسی روابط میان گونه و زیستگاه به کار می‌روند. این مدل‌ها معمولاً وابسته به نقاط حضور و عدم حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی هستند که تداعی‌کننده عناصر تشکیل‌دهنده آشیان بوم‌شناختی آن گونه است. یکی از مدل‌های آماری که می‌توان توسط آن به مطلوبیت زیستگاه دست یافت، تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی است که اخیراً برای یافتن مناطق مطلوب در مقیاس‌های وسیع و محاسبه نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه توسعه یافته است (Sahlsten, 2007). الگوهای استفاده از زیستگاه در مقیاس‌های مختلف به منظور درک مکانیسم انتخاب زیستگاه ضروری است. مطالعه‌های زیادی به بررسی زیستگاه گونه در مقیاس‌های مختلف پرداخته‌اند به عنوان مثال (Scott et al., 2002) به بررسی اثر تکه‌تکه شدن زیستگاه در موفقیت لانه‌گزینی جامعه پرندگان در سه مقیاس مکانی (حاشیه، تکه و سیمای سرزمین) پرداختند. نتایج نشان داد که موفقیت لانه‌گزینی این پرندگان در مقیاس سیمای سرزمین نسبت به دو مقیاس حاشیه و تکه با توجه به خطر صیادی در این مقیاس‌ها بیشتر است. (Linderman et al., 2004) تاثیر پوشش زیر درختی گیاه بامبو را در مقیاس وسیع زیستگاه پاندا مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد که کمیت و کیفیت زیستگاه پاندا در مقیاس وسیع با کاهش پوشش زیردرختی بامبو مرتبط بوده، به طوری که با کاهش این پوشش، زیستگاه پاندا بسیار کوچک می‌شود. (Oja et al., 2005) به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پرندگان براساس پارامترهای سیمای سرزمین در مقیاس‌های مختلف پرداختند. در این مطالعه پارامترهای سیمای سرزمین در دو مقیاس وسیع، به وسیله سلول‌های  $10 \times 10$  کیلومترمربعی و مقیاس متوسط سایت‌های تحقیقی  $120$  کیلومترمربعی ( $12$  سلول  $10$  کیلومتری) بررسی شد و پارامترهای زیستگاهی به عنوان شاخص‌های مطلوبیت زیستگاه به دست آمد. (Altmoos & Henle, 2009) ارتباط مقیاس‌های مختلف مکانی را در

## مواد و روش‌ها

### ● منطقه مورد مطالعه

پارک ملی گلستان، منطقه‌ای کوهستانی است (شکل ۱) و با وسعت ۹۱۸۹۵ هکتار در شمال شرقی کشور و در حد فاصل استان‌های خراسان، گلستان و سمنان واقع شده است. محدوده جغرافیایی پارک شامل ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۶۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی است. این پارک شرقی‌ترین محدوده بیوم هیرکانی در کشور است. با توجه به این که پارک ملی گلستان از اجتماع گیاهی متنوعی برخوردار است، زیستگاه‌های متنوعی را برای حیات وحش منطقه ایجاد کرده است. تنوع زیستی غنی این منطقه شامل یک سوم از کل گونه پرنده‌گان کشور، ۵۰٪ از کل گونه پستانداران و بیش از ۱۳۰۰ گونه گیاهی است. اهمیت این منطقه از لحاظ بین‌المللی نیز به دلیل قرارگیری آن در فهرست ذخیره‌گاه‌های زیست‌کره جهانی در سال ۱۹۷۷ است (Abdollahi & Salmanmahini, 2015).

مدل‌سازی زیستگاه دوزیستان و ملخ‌ها با استفاده از رگرسیون منطقی مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که در مقیاس‌های کوچک، متغیرهای محیطی برای مدل‌سازی زیستگاه مهم است، در حالی که در مقیاس‌های بزرگ‌تر سایر متغیرهای زیستگاهی اهمیت دارد. در ایران نیز (Khalilabadi, 2008) در مطالعه‌ای به بررسی پارامترهای زیستگاهی جامعه پرنده‌گان در مقیاس چشم‌انداز در منطقه شکار ممنوع کرکس پرداخت. در این مطالعه تاثیر پارامترهای فیزیکی (مساحت، محیط و شکل لکه) و ساختار پوشش گیاهی مزبور بر غنا و تنوع گونه‌ای پرنده‌گان بررسی شد نتایج بیان‌گر تاثیرپذیری مثبت غنا و تنوع گونه‌ای پرنده‌گان از مساحت لکه‌های درخت‌زار و تاثیرپذیری منفی این پارامترها از فاکتور شکل لکه بود. بررسی منابع مطالعاتی نشان می‌دهد مطلوبیت زیستگاه وابسته به عوامل متفاوت در مقیاس‌های مکانی متفاوت است. هدف از این مطالعه ۱. تعیین متغیرهای زیستگاهی موثر بر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف ۲. تعیین مناسب‌ترین مقیاس برای زیستگاه پلنگ با بررسی پارامترهای زیستگاهی گونه ۳. اثر تغییرمقیاس بر تعیین مهم‌ترین پارامترهای زیستگاهی پلنگ است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی پارک ملی گلستان

ورود آن‌ها به نرم‌افزار بیومپر استفاده شد. مطالعه ویژگی‌های بوم‌شناختی و رفتارشناسی گونه یکی از عوامل مهم در تهیه اطلاعات مورد نیاز برای استفاده از روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی است. در این روش نقشه‌های با عنوان عوامل مستقل محیطی<sup>(۲)</sup> وارد تجزیه و تحلیل می‌شوند این عوامل با توجه به

### ● روش مطالعه

در این مطالعه به منظور تعیین زیستگاه‌ها و پارامترهای زیستگاهی مناسب پلنگ از روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی<sup>(۱)</sup> با استفاده از نرم‌افزار بیومپر استفاده شد. هم‌چنین نرم‌افزار IDRISI 3.2 برای تحلیل حساسیت و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی و

می‌کند. برای محاسبه عامل تخصص‌گرایی از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$S = S_G / S_s$$

که در آن  $S_G$  انحراف معیار توزیع کلی<sup>(۸)</sup> و  $S_s$  انحراف معیار توزیع گونه<sup>(۹)</sup> است. مقدار کم (نزدیک صفر) نشان‌دهنده یک گونه متخصص است که تمایلی به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیط‌زیستی خود دارد (Hirzel et al., 2002). عامل تحمل‌پذیری در جهت عکس میزان تخصصی بودن گونه است، به طوری که مقدار کم آن نشان‌دهنده یک گونه با توان تحمل پایین در محدوده شرایط محیطی خود است. به عبارت دیگر این دسته از گونه‌ها دارای آشیان بوم‌شناختی کم عرض بوده و به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیطی خود تمایل بیشتری دارند. به منظور تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه از الگوریتم‌های موجود در نرم‌افزار بیومپر استفاده شد (Hirzel & Arlettaz, 2003). نقشه مطلوبیت زیستگاه به وسیله شاخص پیوسته بویس طبقه‌بندی شد. در نسخه (۴) نرم‌افزار بیومپر این امکان وجود دارد تا با استفاده از شاخصی به نام بویس، بتوان یک الگوریتم مناسب برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب نمود. بر این اساس هر چه میزان شاخص بویس<sup>(۱۰)</sup> بیشتر و انحراف معیار کمتر باشد نشان‌دهنده آن است که الگوریتم انتخاب شده مناسب‌تر است (Hirzel et al., 2006).

#### • تغییر اندازه سلول نقشه (تغییر مقیاس)

به منظور بررسی عوامل مناسب زیستگاه گونه، در مقیاس‌های مختلف از تغییر اندازه سلول نقشه‌ها با به کارگیری نرم‌افزار Arc GIS 9.3 و تابع Resample استفاده شد و اندازه سلول لایه‌های مختلف که در ابتدای کار  $30 \times 30$  انتخاب شده بود به  $60 \times 60$ ،  $90 \times 90$ ،  $120 \times 120$ ،  $150 \times 150$ ،  $180 \times 180$  و  $210 \times 210$  تغییر یافت. سپس برای این که نقشه‌ها قابلیت روی هم‌گذاری داشته باشند از قالب نقشه رقومی ارتفاع به عنوان مرجع برای یکسان‌سازی سیستم مختصات استفاده شد. این کار در نرم‌افزار ایدرسی و به کارگیری ماژول Reformat و گزینه Project صورت گرفت. سپس برای هر کدام از اندازه سلول‌ها، روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی با استفاده از نرم‌افزار بیومپر اجرا شد و برای هر گروه مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری و همچنین شاخص بویس و عوامل موثر در مطلوبیت زیستگاه پلنگ به دست آمد.

ویژگی‌های گونه مورد مطالعه و شرایط منطقه مشخص می‌شوند. عوامل مستقل محیطی در مطالعه حاضر عبارتند از: پراکنش طعمه (کل و بز، قوچ و میش، گراز)، نقشه شیب، جهت و DEM منطقه، نقشه جاده‌ها، شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی<sup>(۳)</sup> که از ترکیب باندهای ۳ و ۴ تصاویر ماهواره‌ای لندست ۲۰۱۰ به دست آمد و همچنین منابع آب (چشمه‌ها، آبشخورها و رودخانه‌ها). در این مطالعه نقشه حضور پلنگ که از ثبت ۳۰ نقطه حضور این گونه با توجه به ثبت علایم (ردپا، سرگین و غیره) به دست آمده بود به عنوان متغیر وابسته وارد تحلیل شد. آنالیز تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر آشیان بوم‌شناختی در نرم‌افزار بیومپر نیاز به متغیرهایی دارد که منطقی‌تر و وابسته هستند (همبستگی ندارند). معمولاً توصیه می‌شود که اگر دو یا چند متغیر دارای همبستگی<sup>(۴)</sup> بیش از ۹٪ بودند، حذف یکی از آنها از فهرست متغیرهای وارد شونده به این آنالیز الزامی است. برای این مرحله، ماتریس همبستگی نقشه‌ها با استفاده از تحلیل BOX COX در نرم‌افزار محاسبه می‌شود. در مطالعه حاضر مقدار کمتر از ۹٪ حاصل شد و همه متغیرها در تحلیل وارد شدند. تحلیل تحلیل آشیان بوم‌شناختی خروجی‌های زیادی دارد که از جمله آن‌ها ماتریس امتیازات است که با توجه به آن حاشیه‌گرایی<sup>(۵)</sup>، تخصص‌گرایی<sup>(۶)</sup> و میزان تحمل<sup>(۷)</sup> گونه در برابر شرایط زیستگاهی به دست می‌آید. عامل حاشیه‌گرایی بیان می‌کند که آیا گونه مورد مطالعه زیستگاه‌های کرانه‌ای را برگزیده و یا این که در محدوده میانی از گستره منابع مورد استفاده خود زیست می‌کند. این فاکتور در نرم‌افزار بیومپر براساس معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$M = m_G - m_s / 1.96 S_G$$

که در آن  $m_G$  میانگین عوامل مستقل محیطی کل محیط (برابر است با مجموع میانگین‌های تمام عوامل مستقل محیطی تقسیم بر تعداد آن‌ها)،  $m_s$  میانگین پراکنش گونه و  $S_G$  انحراف معیار توزیع کلی است. برای استانداردسازی انحراف معیار (قرار گرفتن حاشیه‌گرایی بین صفر و یک) ضریب  $1/96$  به کار می‌رود. عدد بزرگ‌تر از صفر و نزدیک به ۱ به این معنی است که گونه در زیستگاه ویژه نسبت به آن پارامتر زندگی می‌کند و آشیان خیلی متفاوتی را نسبت به کل منطقه مورد مطالعه اشغال می‌کند. در واقع حاشیه‌گرایی تفاوت بین میانگین ترجیح زیستگاهی حیوان با میانگین شرایط ناحیه مورد نظر را بیان می‌کند و تخصص‌گرایی معیاری است از دامنه وضعیت محیط‌زیستی که حیوان تحمل

### یافته‌های پژوهش

نتایج سطح مناسب‌ترین زیستگاه با توجه به ماتریس امتیازها، جدول (۱)، آورده شده است. جدول امتیازها براساس ارزش متغیرهای محیطی در فاکتور اول از بزرگ به کوچک (بدون در نظرگرفتن مثبت یا منفی بودن اعداد) مرتب شده است. بر این اساس متغیرهایی که در بالای جدول امتیازها قرار گرفته‌اند در ساختن مدل نقش موثرتری داشته‌اند. ستون اول این ماتریس (فاکتور اول تحلیل تحلیل اَشیان بوم‌شناختی) که بیان‌کننده

حاشیه‌گرایی پلنگ در پارک ملی گلستان است نشان می‌دهد که پلنگ برای متغیرهای کشاورزی، جهت، کل و بز، قوچ و میش، مرال، رودخانه و گراز مقادیر بیشتری از متغیر مربوطه را نسبت به میانگین کل این متغیر در سطح منطقه ترجیح می‌دهد. مقادیر حاشیه‌گرایی، تحمل‌پذیری و تخصص‌گرایی پلنگ در اندازه سلول‌های مختلف (مقیاس‌های مختلف) در پارک ملی گلستان در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۱): ماتریس امتیازهای متغیرهای محیطی برای پلنگ در اندازه سلول ۳۰ در ۳۰

متغیرهای محیطی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
	%۱۴	%۲۶	%۱۷	%۱۰	%۹	%۴/۶	%۴/۲	%۳/۶	%۳	%۲/۴
ارتفاع	-۰/۵۰۲	-۰/۰۴۶	۰/۲۹۸	-۰/۲۴۴	-۰/۰۳۱	۰/۰۷۵	-۰/۳۴۴	-۰/۲۴۶	-۰/۰۸۹	-۰/۲۲۸
چشمه	-۰/۴۰۴	-۰/۰۴۲	-۰/۰۰۸	۰/۱۱۹	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۹۳	۰/۱۴۹	۰/۱۱۳	۰/۱۲۸
جاده	-۰/۳۹۱	-۰/۰۸۲	-۰/۲۷۱	۰/۳۹۹	-۰/۳۴۶	-۰/۱۲۴	۰/۱۸۷	-۰/۶۳	-۰/۰۵۷	۰/۴۱
کشاورزی	۰/۳۳۲	-۰/۳۰۷	۰/۴۳۷	۰/۵۲۷	-۰/۰۱۳	-۰/۲۸	۰/۲۵۷	-۰/۴۵۷	-۰/۴۰۷	۰/۶۹
آهو	-۰/۲۹۴	-۰/۲۴۷	۰/۴۹۹	۰/۲۰۵	-۰/۶۳۵	-۰/۴۶۹	-۰/۰۷۷	-۰/۱۵۴	-۰/۲۴۶	۰/۱۶۶
قوچ	۰/۲۶	۰/۱۶۴	۰/۱۶۵	-۰/۱۵۴	-۰/۳۰۳	-۰/۵۴۳	-۰/۱۶	-۰/۰۴۵	-۰/۱۰۶	-۰/۱۴۶
شیب	-۰/۲۴۶	-۰/۰۲۹	۰/۰۱۹	۰/۰۳۱	-۰/۰۰۹	-۰/۰۸۸	۰/۱۵۷	-۰/۱۹۵	۰/۳۶۵	-۰/۱۵۶
گراز	۰/۱۸۴	۰/۰۳۷	-۰/۲۱۷	۰/۰۲۴	-۰/۰۹۸	۰/۰۰۱	۰/۲۰۸	۰/۲۶۴	۰/۲۳۲	-۰/۲۹۲
رودخانه	۰/۱۷۸	-۰/۰۳۱	-۰/۰۰۵	-۰/۰۶۹	۰/۰۲۷	۰/۳۴۸	-۰/۳۰۱	-۰/۰۴۱	-۰/۰۲۳	-۰/۰۹۲
کل و بز	۰/۱۶۲	-۰/۴۹۹	-۰/۱۳۳	-۰/۱۰۱	-۰/۰۲۱	۰/۱۷	-۰/۲۶۲	-۰/۲۹۹	-۰/۳۶۱	۰/۰۱۸
جهت	۰/۰۹۷	-۰/۰۱۳	-۰/۰۲۲	۰/۵۰۷	-۰/۰۶۱	-۰/۰۷۶	-۰/۴۴۱	۰/۰۸۱	-۰/۰۰۳	-۰/۰۶۳
NDVI	۰/۰۵۶	-۰/۰۰۱	-۰/۰۲۲	۰/۱۴۸	-۰/۰۲۵	۰/۱۲۴	۰/۴۵۷	۰/۱۵۵	-۰/۲۸۵	-۰/۲۳۶
روستا	-۰/۰۵۵	۰/۱۶۷	۰/۰۶۴	۰/۲۸	-۰/۱۸۹	۰/۴۵۵	۰/۲۱۷	-۰/۰۲۵	۰/۰۷۶	۰/۰۰۷
مرال	۰/۰۱۳	۰/۶۴۸	-۰/۵۴۸	-۰/۲۲۳	-۰/۵۷۷	-۰/۰۱۹	-۰/۲۵۲	-۰/۲۲۶	-۰/۱۱۳	۰/۲۴۶

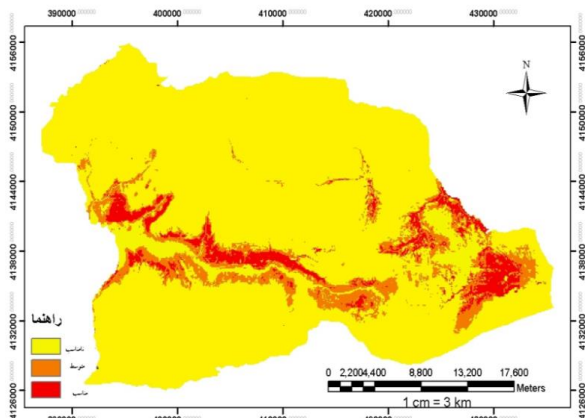
جدول (۲): مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری کل زیستگاه پلنگ در

### اندازه سلول مختلف در پارک ملی گلستان

اندازه سلول نقشه	حاشیه‌گرایی	تخصص‌گرایی	تحمل‌پذیری
۳۰	۰/۶۹۵	۱/۶۸۳	۰/۵۹۴
۶۰	۰/۷۲۰	۱/۷۰۹	۰/۵۸۵
۹۰	۰/۶۸۱	۱/۷۹۰	۰/۵۵۹
۱۲۰	۰/۷۹۴	۱/۶۶۶	۰/۶۰۰
۱۵۰	۰/۸۱۶	۱/۷۹۰	۰/۵۵۹
۱۸۰	۰/۷۴۹	۱/۵۸۴	۰/۶۳۱
۲۱۰	۰/۷۵۰	۱/۵۸۱	۰/۶۳۲

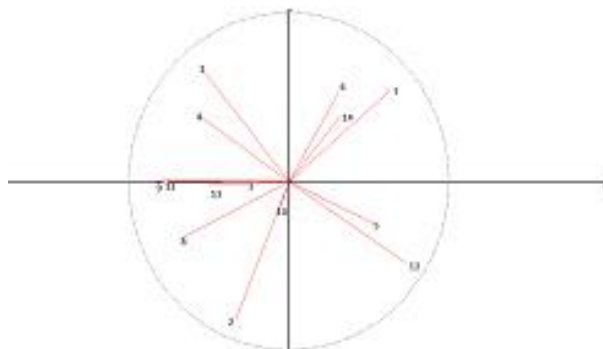
آورده شده است. نتایج مدل‌سازی در مقیاس‌های مختلف نشان داد که ارتفاع، منابع آبی و جاده از مهم‌ترین متغیرهای زیستگاهی موثر در پراکنش پلنگ در پارک ملی گلستان است.

همان‌طور که بیان شد با به کارگیری الگوریتم مناسب نقشه مطلوبیت زیستگاه به دست می‌آید در جدول (۳) الگوریتم مناسب برای ایجاد نقشه مطلوبیت زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف



شکل (۳): طبقه‌بندی نقشه تناسب زیستگاه در اندازه سلول ۹۰ × ۹۰

شکل (۲) نمودار ماتریس امتیازهای حاصل از تحلیل را نشان می‌دهد. همچنین شکل (۳) مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان در اندازه سلول ۹۰ را نشان می‌دهد.



شکل (۲): نمودار ماتریس امتیازها، اندازه خطوط نشان‌دهنده میزان تاثیر متغیرها در مطلوبیت زیستگاه است.

جدول (۳): الگوریتم مناسب و انتخابی برای اندازه سلول‌های مختلف

شاخص بویس الگوریتم انتخابی	الگوریتم انتخابی	اندازه سلول نقشه
$0.507 \pm 0.3415$	میانگین حداقل فاصله	۳۰
$0.705 \pm 0.3422$	میانگین هارمونیک	۶۰
$0.67 \pm 0.2768$	میانگین حداقل فاصله	۹۰
$0.56 \pm 0.2938$	میانگین حداقل فاصله	۱۲۰
$0.421 \pm 0.412$	میانگین هندسی	۱۵۰
$0.546 \pm 0.4308$	میانگین هارمونیک	۱۸۰
$0.4 \pm 0.4222$	میانگین میانه	۲۱۰

حفظ می‌کند. به عبارتی دیگر، گونه مورد مطالعه دارای آشیان بوم‌شناختی چندان کم عرض نیست و به زندگی در محدوده میانه‌ای از شرایط محیطی تمایل بیشتری دارد. تخصص‌گرایی پلنگ در پارک ملی گلستان به معنی میزان تخصصی بودن آشیان بوم‌شناختی این گونه در این زیستگاه است. (Omidi, 2008) نیز در مطالعه زیستگاه این جانور در پارک ملی کلاه‌قاضی اصفهان، زیستگاه مناسب آن را ارتفاعات ۱۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متری از سطح دریا، شیب ۲۰ تا ۷۰ درصد و زیستگاه‌های حاشیه‌ای معرفی کرده است. همچنین (Mobargha, 2007)، ارتفاع و شیب مناسب زیستگاه مطلوب پلنگ ایرانی را در پارک ملی توران به ترتیب ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ متر و ۳۰ تا ۶۵ درصد با استفاده از روش HEP برآورد نموده است. با طبقه‌بندی نقشه تناسب زیستگاه به طبقات مناسب و نامناسب مشخص شد

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه تعیین پارامترهای زیستگاهی موثر بر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان بود. نتایج بیان گر آن است که پلنگ در پارک ملی گلستان ارتفاع ۱۲۳۴ متر از سطح دریا و شیب ۳۲ درصد را به عنوان زیستگاه مطلوب انتخاب می‌کند. همچنین نتایج محاسبه حاشیه‌گرایی کل در تمامی مقیاس‌ها بیان می‌کند که پلنگ تمایل زیادی به زندگی در زیستگاه‌های بسیار کرانه‌ای و خاص دارد. به عبارتی دارای تحمل‌پذیری پایینی نسبت به متغیرهای محیطی است و دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را برای زیست انتخاب می‌کند. میزان تحمل‌پذیری به دست آمده در تمامی مقیاس‌ها نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه از نظر تخصصی بودن در محدوده منابع مورد استفاده خود در زیستگاه تقریباً حد میانه را

مسیریابی بهینه گذرگاه‌های حرکتی پلنگ انجام داده است نیز به همین نتایج در مورد متغیرهای زیستگاهی دست یافته است. ترجیح یک مقیاس مکانی نسبت به سایر مقیاس‌های مکانی بیان‌کننده این مطلب است که متغیرهای زیستگاهی در آن مقیاس در حد بهینه هستند (Murray et al., 2008). در این پژوهش دو مقیاس  $60 \times 60$  و  $90 \times 90$  بهترین مقیاس برای مدل‌سازی زیستگاه پلنگ به دست آمد البته این نتایج به خاطر تغییرپذیری اندک آشیان بوم‌شناختی ناشی از تغییر ارزش سلول‌هاست. به طور کلی مقیاس‌های انتخابی برای زیستگاه بازتابی از عوامل بوم‌شناختی است که بقا و شایستگی گونه را محدود می‌کند (Nams et al., 2006).

#### یادداشت‌ها

1. Ecological niche factor analysis (ENFA)
2. Ecogeographical Map
3. NDVI
4. Correlation
5. Marginality
6. Specialisation
7. Tolerance
8. Species mean ( $m_s$ )
9. Global mean ( $m_G$ )
10. Boyce Index

زیستگاه مناسب پلنگ با نواحی پراکنش طعمه‌ها هم‌پوشانی دارد. همچنین نتایج حاصل از ماتریس امتیازها بیان‌کننده اهمیت زیاد ارتفاع برای پلنگ است و این نتیجه با توجه به رفتارشناسی حیوان و انتخاب زیستگاه‌های مناسب برای کمین و مخفی شدن هم‌خوانی دارد. گونه‌ها نسبت به فرایندهای بوم‌شناختی و متغیرهای محیطی در مقیاس‌های مختلف پاسخ متفاوتی می‌دهند. بنابراین، به منظور برقراری ارتباط بین متغیرهای زیستگاهی و مقیاس‌های مکانی مختلف باید دانست که آیا ترکیب متغیرهای زیستگاهی با تغییر مقیاس به یک اندازه تغییر می‌کند و یا این که میزان استفاده از متغیرهای زیستگاهی با توجه به انتخاب زیستگاه در مقیاس‌های مختلف متفاوت است (Oatway & Morris, 2007). نتایج تحلیل ما نشان داد که نسبت بین تاثیر متغیرها در تمامی مقیاس‌ها به یک اندازه نیست به طوری که در اندازه سلول  $60 \times 60$  ارتفاع بیشترین تاثیر را در مطلوبیت زیستگاه پلنگ دارد و در اندازه سلول  $120 \times 120$  چشمه از بیشترین اهمیت در مدل‌سازی زیستگاه پلنگ برخوردار است. همچنین نتایج مدل‌سازی در مقیاس‌های مختلف نشان داد که ارتفاع، منابع آبی و جاده از مهم‌ترین متغیرهای زیستگاهی موثر در پراکنش پلنگ در پارک ملی گلستان است. در پژوهشی که (Erfanian, 2011) در پارک ملی گلستان در مورد

#### فهرست منابع

- Altmoos, M. & Henle, K. 2009. Relevance of multiple spatial scales in habitat models: A case study with amphibians and grasshoppers. *Acta Oecologica*, 36: 548-560.
- Abdollahi, S. & Salmanmahini, A. 2015. Survey the Effect of Scale on Leopard (*Panthera Pardus Saxicolor*) Habitat Modeling in Golestan National Park. *Environmental Research*. Vol 6. No 11: 173-180. (In Persian).
- Clark, J. D.; Haye, S. G. & Pledger, J. M. 1998. A female black bear denning habitat model using a geographic information system, *Ursus*, 10: 181-185.
- Erfanian, B. 2011. Optimal routing of leopard's (*Panthera pardus saxicolor*) moving passages in Golestan National Park, In Golestan Province, M.Sc. thesis in Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. 136 pp (In Persian).
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology, *Ecological Modelling*, 135: 147-186.
- Hirzel, A. H.; Hausser, J.; Chessel, D. & Perrin, N. 2002. Ecological niche factor analysis: How to Compute Habitat Suitability maps without absence data? *Ecology*, 3: 2027-2036.
- Hirzel, A. H. & Arlettaz, R. 2003. Modelling habitat suitability for complex species distributions by the environmental-distance geometric mean. *Environmental Management*, 32: 614-623.
- Holland, J. D.; Bert, D. G. & Fahrig, L. 2004. Determining the Spatial Scale of Species' Response to Habitat. *BioScience*, 3: 227-233.

- Hirzel, A. H.; Lay, G. L.; Helfer, V.; Randin, C. H. & Guisan, A. 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling*, 199:142–152.
- Khalilabadi, S. 2008. Determining bird assemblages' habitat parameters at Landscape scale in Karkas protected area, M.Sc. thesis in Environmental Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, 102pp. (In Persian).
- Linderman, M.; Bearer, S.; An, L.; Tan, Y.; Ouyang, Z. & Liu, J. 2004. The effects of understory bamboo on broad - scale estimates of giant panda habitat. *Biological Conservation*, 121: 383–390.
- Mobargha, M. 2007. Habitat evaluation of Persian leopard in Tooran National Park using HEP method, M.Sc. thesis, College of Environmental Science, Islamic Azad University Science And Research Campus , Tehran, Iran, 120 pp (In Persian).
- Murray, J. V.; Choy, S. L.; McAlpine, C. A.; Possingham, H. P. & Goldizen, A.W. 2008. The importance of ecological scale for wildlife conservation in naturally fragmented environments: A case study of the brush-tailed rock-wallaby (*Petrogale penicillata*), *Biological Conservation*, 141: 7-22.
- Nams, V. O.; Mowat, G. & Panian, M. A. 2006. Determining the spatial scale for conservation purposes: an example with grizzly bears, *Biological Conservation*, 128: 109-119
- Oja, T.; Alamets, K. & Parnamets, H. 2005. Modelling bird habitat suitability based on landscape parameters at different scales. *Ecological Indicators*, 5: 314–321.
- Oatway, M. L. & Morris, D. W. 2007. Do animals select habitat at small or large scale? An experiment with meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *Can.J. Zool*, 85: 479-487.
- Omidi, M. 2008: Analyzing and modelling spatial distribution of leopard (*Panther pardus saxicolor*) in Kolehghazi National Park, In Isfahan Province. M.Sc. thesis, College of Environmental Science, Islamic Azad University Science and Research Campus, Tehran, Iran, 95 pp (In Persian).
- Scott, E. S.; Koons, N. D.; Rotella, J. J. & Willey, D. W. 2002. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: a review of the evidence at multiple spatial scales. *Biological Conservation*, 115: 101–110
- Sahlsten, J. 2007. Impact of geographical and Environmental structures on habitat choice, Metapopulation dynamics and genetic structure for Hazel Grouse (*Bonasa bonasia*), *Acta university of Upsaliensis*, Uppsala.