

## بررسی تاثیر مقیاس بر مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان

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

۱ کارشناس ارشد محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲ دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۰۱؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

### چکیده

به منظور درک اثر مقیاس‌های مکانی مختلف بر مدل‌سازی زیستگاه، بررسی‌های سلسله مراتب مقیاس ضروری است. زیرا، گونه‌ها در مقیاس‌های مکانی مختلف زیستگاه، عکس‌العمل‌های متفاوتی را نشان می‌دهند. تعیین روابط بوم‌شناختی گونه در مقیاس‌های مکانی به منظور پیش‌بینی حضور آن در زیستگاه مهم است. بنابراین مدل‌های توزیع گونه باید در تمامی مقیاس‌های مکانی بررسی شود. پلنگ به عنوان یک گونه مهم، متعلق به فون پالهارکتیک است که جمعیت آن در اثر تخریب زیستگاه به شدت کاهش یافته به طوری که در ارزیابی اتحادیه جهانی حفاظت از منابع طبیعی در رده در خطر انقراض قرار دارد. به منظور بررسی زیستگاه این گونه در مقیاس‌های مختلف از روش تحلیل عامل آشپان بوم‌شناختی و نرم‌افزار بیومپیر استفاده شد. زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان با تصاویری با اندازه سلول ۳۰ در ۳۰، ۶۰ در ۶۰، ۹۰ در ۹۰، ۱۲۰ در ۱۲۰، ۱۵۰ در ۱۵۰، ۱۸۰ در ۱۸۰ و ۲۱۰ در ۲۱۰، با روش ENFA مدل‌سازی شد و با توجه به مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری هر مرحله و همچنین مقایسه شاخص بویس مربوط به آن‌ها مشخص شد بهترین مقیاس در پارک ملی گلستان، تصاویری با اندازه سلول ۶۰ در ۶۰ و ۹۰ در ۹۰ است.

**کلید واژه‌ها:** مقیاس‌های مکانی، ENFA، مدل‌سازی زیستگاه، پلنگ

## سرآغاز

مدیریت و حفاظت موثر جمعیت‌های حیات‌وحش به درک و پیش‌بینی انسان در مورد روابط بین جمعیت حیات‌وحش و زیستگاه وابسته است. تعیین پراکنش گونه برای حفظ و مدیریت جمعیت‌ها، به ویژه برای گونه‌های تهدید شده ضروری است (Candas, et al., 2005). حیوانات در طیفی از مقیاس‌های مکانی متفاوت زیست می‌کنند و برای پی بردن به مقیاس‌های مناسب زیستگاه جانوران باید به پرسش‌هایی پاسخ داد که شامل:

۱. آیا در مقیاس‌های مختلف، جمعیت‌های متنوعی از جانوران زیست می‌کند؟
۲. آیا در مقیاس‌های مختلف، زیستگاه از تنوع متفاوتی برخوردار است؟
۳. آیا در مقیاس‌های مختلف، جانوران طیف متفاوتی از زیستگاه را برای زیست انتخاب می‌کنند؟

مطالعاتی که زیستگاه را در مقیاس‌های مکانی مختلف بررسی می‌کند، با توجه به آخرین سوال صورت می‌گیرد (Schneider, 2001). زمان زیادی از چرخش توجهات به سمت مفهوم مقیاس نمی‌گذرد. در اولین کنگره بین‌المللی بوم‌شناسی در سال ۱۹۷۵ میلادی، هیچ کس از واژه مقیاس استفاده نکرده، یا به مفهوم مقیاس به عنوان مساله‌ای خاص اشاره‌ای نکرده است (حلی‌ساز و همکاران، ۱۳۹۰). شناخت و درک مفهوم مقیاس به دهه ۱۹۸۰ برمی‌گردد (Nams et al., 2006). موجودات زنده و فرایندهای بوم‌شناختی در بوم‌سازگان‌های طبیعی در طیف وسیعی از مقیاس‌های زمانی و مکانی عمل کرده و بین ویژگی‌های آن‌ها و مقیاس‌های متفاوت روابط متعددی وجود دارد (Gardner et al., 2001). 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 and Zimmermann, 2000). در مورد مقیاس مورد استفاده جانوران این سوال مطرح

است که آیا مقیاس مکانی مورد استفاده جانوران شامل مقیاس زیستی انتخاب زیستگاه است و یا این که در یک فاصله زمانی معین مقیاس مکانی خاصی استفاده می‌شود (Holland et al., 2004). بنابراین، تعیین نسبت بین مقیاس‌های مختلف به منظور تعیین توزیع و فراوانی موجودات ضروری است و الگوهای توزیع جانوران را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Biedermann, 2007). ویژگی‌های ساختاری محیط به منظور بررسی پویایی جمعیت حیات‌وحش ضروری بوده و متغیرهای زیستگاهی در طیفی از مقیاس‌های مکانی زیستگاه مطالعه می‌شود (Ottar et al., 1999). 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 تأثیر مقیاس روی گونه، تشخیص مقیاس‌های وابسته به فرایندهای بوم‌شناختی و رابطه آن با حضور گونه نیاز است (Nams et al., 2006). به طور کلی، مقیاس استفاده از زیستگاه به الگوی پراکنش افراد در زیستگاه، توانایی افراد در استفاده از زیستگاه‌های مختلف، اجتناب و یا استفاده از منابع زیستگاه، تعداد، اندازه و کیفیت توزیع مکانی منابع زیستگاه بستگی دارد (Boyce, 2006). تعیین مقیاس‌های مکانی زیستگاه برای تعیین توزیع و فراوانی موجودات به عنوان هدف اساسی بوم‌شناسی مطرح است و برای درک روابط گونه‌ها و محیط‌زیست آن‌ها رویکردهای چند مقیاسی بررسی می‌شود (Biedermann, 2007). به دلیل وابستگی مطلوبیت زیستگاه به عوامل مختلف در مقیاس‌های مکانی مختلف، در مقاله حاضر عوامل موثر در مطلوبیت زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و تأثیر مقیاس بر مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## 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

مناطق کشاورزی، طبقات ارتفاعی و شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی<sup>(۳)</sup> که از ترکیب باند ۳ و ۴ تصاویر ماهواره‌ای لندست ۲۰۱۰ به دست آمد، به عنوان متغیرهای اکوجغرافیایی یا متغیرهای مستقل و نقشه نقاط حضور پلنگ به‌عنوان متغیر وابسته. اعتبارسنجی مدل در نرم‌افزار بیومپر توسط آزمون Cross-validation و با استفاده از شاخص پیوسته بویس<sup>(۴)</sup> انجام گرفت. در مقایسه بین ۴ الگوریتم یاد شده، هر چه میزان این شاخص بیشتر و (SD) انحراف معیار<sup>(۵)</sup> کمتر باشد، نشان دهنده آن است که الگوریتم انتخاب شده مناسب‌تر است. نقشه خروجی مطلوبیت زیستگاه شامل یک نقشه پیوسته از ارزش‌ها بین بازه ۰ تا ۱۰۰ است که هر چه به مقدار ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد مطلوبیت افزایش می‌یابد.

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

به منظور بررسی زیستگاه در مقیاس‌های مختلف، اندازه سلول لایه‌های مورد استفاده با به کارگیری نرم‌افزار ARC GIS 9.3 تغییر یافت. برای این کار، از تابع Resample در نرم‌افزار ARC GIS 9.3 استفاده شد و اندازه سلول لایه‌های مختلف که در ابتدای کار ۳۰ در ۳۰ انتخاب شده بود به ۶۰ در ۶۰، ۹۰ در ۹۰، ۱۲۰ در ۱۲۰، ۱۵۰ در ۱۵۰، ۱۸۰ در ۱۸۰ و ۲۱۰ در ۲۱۰ تغییر یافت. سپس، برای این که نقشه‌ها قابلیت روی هم‌گذاری داشته باشند، از قالب نقشه رقومی ارتفاع به عنوان مرجع برای یکسان نمودن سامانه مختصات لایه‌ها استفاده شد. این کار در نرم‌افزار ایدرسی و به کارگیری روال Reformat و گزینه Project صورت گرفت.

#### • انجام تحلیل آشیان بوم‌شناختی برای لایه‌هایی با

##### اندازه سلول مختلف

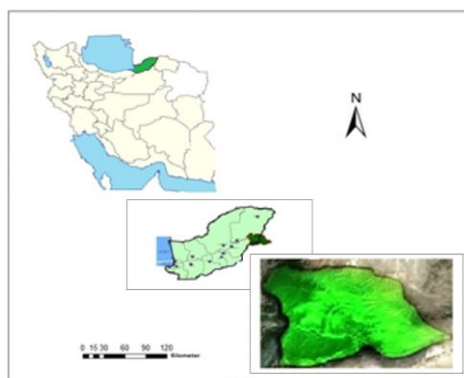
پس از تغییر اندازه سلول لایه‌های مختلف، برای هر کدام از اندازه سلول‌ها، روش ENFA با استفاده از نرم‌افزار بیومپر اجرا شد و برای هر گروه مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری و هم‌چنین شاخص بویس و عوامل موثر در مطلوبیت زیستگاه پلنگ به دست آمد.

#### • پردازش داده‌های به دست آمده از لایه‌ها با اندازه

##### سلول متفاوت در Excel

به منظور مقایسه اندازه سلول‌های مختلف و یا به عبارتی مقایسه

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 پرنندگان کشور، ۵۰٪ از کل گونه پستانداران و بیش از ۱۳۰۰ گونه گیاهی می‌باشد. اهمیت این منطقه از لحاظ بین‌المللی نیز به دلیل قرارگیری آن در فهرست ذخیره‌گاه‌های زیست‌کره جهانی در سال ۱۹۷۷ است (مجنوبیان و همکاران، ۱۳۷۸).



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی پارک ملی گلستان

#### روش پژوهش

#### • مدل‌سازی زیستگاه با روش تحلیل فاکتوری آشیان

##### بوم‌شناختی

در این بخش از پژوهش، با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)<sup>(۱)</sup> و نرم‌افزار بیومپر<sup>(۲)</sup> به مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان پرداخته شد. هم‌چنین، نرم‌افزار IDRISI 3.2 برای تحلیل حساسیت و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی و ورود آن‌ها به نرم‌افزار بیومپر استفاده شد. به منظور تعیین شمار عوامل معنی‌دار برای مدل، از معیار چوب شکسته مک‌آرتور استفاده شد و برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه از الگوریتم‌های میانه، میانگین هندسی، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله مورد استفاده قرار گرفت (Hirzel et al., 2006). لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز را می‌توان به دو دسته لایه‌های اطلاعاتی شامل: داده‌های حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی تقسیم نمود. لایه‌های مورد استفاده در این مطالعه عبارتند از: فاصله از جاده، فاصله از رودخانه و منابع آبی مانند چشمه‌ها، فاصله از روستا، نقشه پراکنش طعمه‌ها، شیب، جهت،

هستند. این عوامل، میزان تخصصی بودن گونه مورد مطالعه در ارتباط با منابع موجود در گستره زیستگاه قابل دسترس گونه را نشان می‌دهند. یکی از خروجی‌های حاصل از اجرای این آنالیز، جدول ماتریس امتیازات است که حاوی اطلاعات بسیار مهمی می‌باشد. اطلاعات موجود در این ماتریس نشان‌دهنده آن است که هر فاکتور حاصل از این متغیرهای مستقل محیطی مورد استفاده در آنالیز، چه میزان همبستگی با دیگر فاکتورهای موثر در مطلوبیت زیستگاه دارد. ردیف‌ها در این ماتریس شامل میزان شرکت یا سهم هر یک از عوامل مستقل محیطی در ساخت فاکتورها هستند. در این مطالعه، مهم‌ترین عوامل در مطلوبیت زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف شامل ارتفاع، منابع آبی، جاده و شیب است. صحت مدل و مقایسه مقیاس‌های مختلف (لایه‌هایی با اندازه سلول متفاوت) با استفاده از شاخص بویس ارزیابی می‌شود. نتایج تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی برای لایه‌هایی با اندازه سلول مختلف در جداول (۱ تا ۷) خلاصه شده است.

مقیاس‌های مختلف، داده‌های به دست آمده از روش ENFA وارد نرم‌افزار Excel شده و مورد پردازش قرار گرفت.

## یافته‌ها

### • تحلیل پارامترهای آشیان بوم‌شناختی ENFA

آنالیز تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی هسته مرکزی نرم‌افزار بیومپر را تشکیل می‌دهد. آنالیز انجام شده در تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی مشابه آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی، به محاسبه عواملی می‌پردازد که توضیح‌دهنده بخش عمده‌ای از تاثیر متغیرهای مستقل محیط‌زیست گونه است. اولین ستون معرف ویژگی حاشیه‌ای بودن 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. عوامل بعدی نیز شامل عوامل تحمل‌پذیری و تخصصی بودن گونه هستند. که به ترتیب از دومین عامل تا آخرین عامل (تعداد کل عوامل حداکثر برابر با تعداد کل متغیرهای محیط‌زیست ی وارد شونده به آنالیز خواهد بود)، با کاهش تدریجی اطلاعات موجود در عوامل روبه‌رو

جدول (۱): نتایج حاصل از تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی برای تصاویری با اندازه  $30 \times 30$

شاخص بویس	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول $30 \times 30$
$0.507 \pm 0.3415$	الگوریتم انتخابی	۰/۵۹۴	۱/۶۸۳	۰/۶۹۵	میانگین حداقل فاصله

جدول (۲): نتایج حاصل از تغییر اندازه سلول‌های نقشه به اندازه  $60 \times 60$

شاخص بویس	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول $60 \times 60$
$0.705 \pm 0.3422$	الگوریتم انتخابی	۰/۵۸۵	۱/۷۰۹	۰/۷۲۰	میانگین هارمونیک

جدول (۳): نتایج حاصل از تغییر اندازه سلول‌های نقشه به اندازه  $90 \times 90$

شاخص بویس	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول $90 \times 90$
$0.67 \pm 0.2768$	الگوریتم انتخابی	۰/۵۵۹	۱/۷۹۰	۰/۶۸۱	میانگین حداقل فاصله

جدول (۴): نتایج حاصل از تغییر اندازه سلول‌های نقشه به اندازه  $120 \times 120$

شاخص بویس	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول $120 \times 120$
$0.56 \pm 0.2938$	الگوریتم انتخابی	۰/۶۰۰	۱/۶۶۶	۰/۷۹۴	میانگین حداقل فاصله

جدول (۵): نتایج حاصل از تغییر اندازه سلول‌های نقشه به اندازه ۱۵۰ × ۱۵۰

شاخص بویس الگوریتم انتخابی	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول ۱۵۰ × ۱۵۰
۰/۴۲۱ ± ۰/۴۱۲	میانگین هندسی	۰/۵۵۹	۱/۷۹۰	۰/۸۱۶	

جدول (۶): نتایج حاصل از تغییر اندازه سلول‌های نقشه به اندازه ۱۸۰ × ۱۸۰

شاخص بویس الگوریتم انتخابی	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول ۱۸۰ × ۱۸۰
۰/۵۴۶ ± ۰/۴۳۰۸	میانگین هارمونیک	۰/۶۳۱	۱/۵۸۴	۰/۷۴۹	

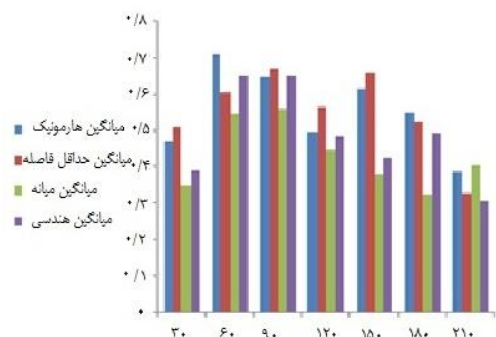
جدول (۷): نتایج حاصل از تغییر اندازه سلول‌های نقشه به اندازه ۲۱۰ × ۲۱۰

شاخص بویس الگوریتم انتخابی	الگوریتم انتخاب شده	تحمل‌پذیری کل	تخصص‌گرایی کل	حاشیه‌گرایی کل	تصاویر با اندازه سلول ۲۱۰ × ۲۱۰
۰/۴ ± ۰/۴۲۲۲	میانگین میانه	۰/۶۳۲	۱/۵۸۱	۰/۷۵۰	

### • مقایسه مقیاس‌های مختلف

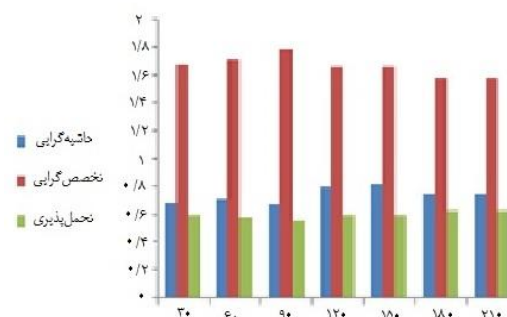
به منظور مقایسه مقیاس‌های مختلف، داده‌های حاصل از نقشه‌ها، وارد برنامه Excel شده و مورد پردازش قرار گرفت که نتایج در زیر آورده شده است. با توجه به نمودارهای حاصل از مقایسه مقادیر مختلف حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری گونه در مقیاس‌های مختلف (اندازه سلول متفاوت) و همچنین مقایسه شاخص بویس الگوریتم‌های مختلف و نیز مقایسه بین عوامل مختلف مناسب برای مطلوبیت زیستگاه بهترین اندازه سلول تعیین شد.

تخصصی بودن گونه مورد مطالعه در ارتباط با منابع موجود در گستره زیستگاه قابل دسترس گونه بررسی می‌شود.



شکل (۳): مقایسه الگوریتم‌های مختلف تصاویر با اندازه سلول متفاوت با توجه به مقدار شاخص بویس مربوط به هر الگوریتم

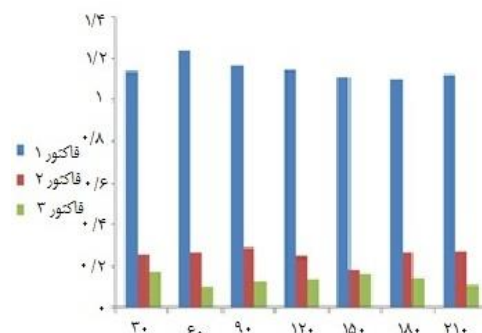
شکل (۳)، الگوریتم‌های مختلف تناسب زیستگاه را با توجه به میزان شاخص بویس آن‌ها مقایسه می‌کند. با توجه به نمودار، بیشترین شاخص بویس مربوط به الگوریتم‌های تصاویری با اندازه سلول ۶۰ در ۶۰ و ۹۰ در ۹۰ است. گرایش شاخص بویس به سمت ۱ نشان‌دهنده صحت قابل قبول مدل است. در این مطالعه، شاخص بویس چهار الگوریتم به کار رفته در ساخت مدل برای اندازه سلول ۶۰ در ۶۰ و ۹۰ در ۹۰ نسبت شاخص بویس الگوریتم‌های سایر تصاویر (مقیاس‌های مختلف) به ۱ نزدیکی بیشتری دارد.



شکل (۲): مقایسه مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری تصاویر مختلف

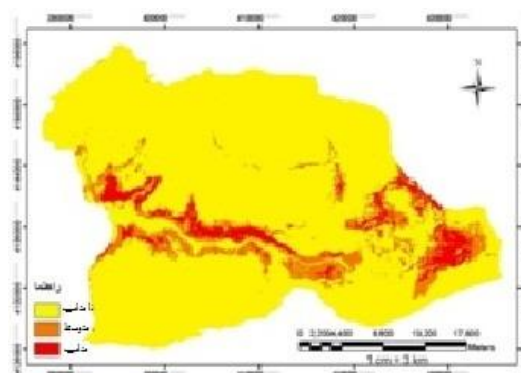
با توجه به شکل (۲) بیشترین مقدار تخصص‌گرایی مربوط به تصاویری با اندازه سلول ۶۰ در ۶۰ و ۹۰ در ۹۰ است. میزان

بزرگ‌نمایی جزئی داده‌ها (در شبکه‌های رستری) و وسعت (مساحتی که داده‌ها یا منطقه مورد مطالعه را می‌پوشاند) تعریف می‌شود (Knecht et al., 2010). نقش مقیاس در بوم‌شناسی به منظور درک الگوها و فرایندهای بوم‌شناختی بسیار مهم است (Schneider, 2001). انتخاب زیستگاه در مقیاس‌های مختلف، وابسته به تخصص‌گرایی گونه‌هاست به طوری که گونه‌هایی که زیستگاه‌های عمومی زندگی می‌کنند مقیاس‌های بسیار وسیع زیستگاه را انتخاب کرده و گونه‌های تخصص‌گرا با توجه به توزیع منابع زیستگاهی مورد نیازشان مقیاس‌های کوچک‌تر را برای زیست انتخاب می‌کنند. با توجه به این که در مقیاس‌های مختلف متغیرهای محیطی در انتخاب زیستگاه بسیار موثر است بنابراین ساختار زیستگاه و رفتار جانوران به منظور تعیین مقیاس‌های زیستگاهی مورد استفاده آن‌ها کاربرد دارد (Holland et al., 2004). 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 and Morris, 2007). نتایج تحلیل ما نشان داد که نسبت بین تأثیر متغیرها در تمامی مقیاس‌ها به یک اندازه نیست به طوری که در اندازه سلول ۶۰ در ۶۰ ارتفاع بیشترین تأثیر را در مطلوبیت زیستگاه پلنگ دارد و در اندازه سلول ۱۲۰ در ۱۲۰، 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 (عرفانیان، ۱۳۹۰) در پارک ملی گلستان در مورد مسیریابی بهینه گذرگاه‌های حرکتی پلنگ انجام داده است 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 مطالعه حاضر که به منظور بررسی زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مکانی مختلف صورت گرفت، با استفاده از روش ENFA زیستگاه پلنگ مدل‌سازی شد. نتایج بیان‌گر آن است که پلنگ



شکل (۴): مقایسه عوامل مختلف موثر در مطلوبیت زیستگاه در تصاویر با اندازه سلول مختلف

شکل (۴)، سه عامل از مهم‌ترین عوامل موثر بر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان را که با استفاده از معیار چوب شکسته مک‌آرتور به دست آمده است در تصاویری با اندازه سلول متفاوت با هم مقایسه می‌کند. با توجه به نمودار، این سه عامل در تصاویری با اندازه سلول ۶۰ در ۶۰ و ۹۰ در ۹۰ نسبت به سایر تصاویر تأثیر بیشتری در مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان دارد و از مقدار بیشتری برخوردار است. به طور کلی میزان تأثیر عوامل مختلف در مقیاس‌های متفاوت در تمامی مقیاس‌های مورد بررسی تقریباً یکسان است. شکل (۵)، تناسب زیستگاه در اندازه سلول ۶۰ را نشان می‌دهد.



شکل (۵): طبقه‌بندی نقشه تناسب زیستگاه در اندازه سلول ۶۰ × ۶۰

## بحث و نتیجه‌گیری

درک الگوهای مکانی مورد استفاده جانوران به منظور تحقیقات بوم‌شناسی، حفاظت از تنوع‌زیستی و مدیریت بوم‌سازگان ضروری است. زیرا، مقیاس‌های مکانی مختلف زیستگاه، تعیین‌کننده روابط گونه با محیط اطرافش می‌باشد. مقیاس معمولاً به‌عنوان

مدل‌سازی زیستگاه گونه موردنظر در مقیاس‌های مختلف به دست آید.

۳. در مطالعه‌ای جداگانه تأثیر مقیاس بر مدل‌سازی زیستگاه طعمه‌های پلنگ به عنوان یکی از متغیرهای محیطی موثر بر زیستگاه آن بررسی شده و سپس با تلفیق مدل‌های زیستگاهی این گونه‌ها با گونه پلنگ میزان تأثیر مقیاس بر پویایی جمعیت حیات‌وحش بررسی شود.

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 و تخصص‌گرایی کل در تمامی مقیاس‌ها بیان می‌کند که پلنگ دارای تحمل‌پذیری پایینی نسبت به متغیرهای محیطی است و به عبارت دیگر گونه‌ای تخصصی است که دامنه خاصی از متغیرهای محیطی را برای زیست انتخاب می‌کند.

### پیشنهادها

۱. مطالعه و پژوهش در رابطه با مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف در سایر مناطق استان و سپس در سطح کشور و مقایسه نتایج به دست آمده به منظور دستیابی به مدیریت نوین و علمی زیستگاه گونه موردنظر در مناطق مختلف انجام گیرد.

۲. مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در مقیاس‌های مختلف با روش‌های دیگری مانند GLM<sup>(۶)</sup> انجام شده و نتایج آن با نتایج روش ENFA مقایسه شود تا بهترین روش برای

### سپاس

از خانم مهندس بهناز عرفانیان که اطلاعات لازم را در اختیار ما قرار دادند سپاسگزاریم.

### یادداشت‌ها

1. ENFA- Ecological Niche Factor Analysis
2. Biomapper
3. NDVI
4. Boyce Index
5. Standard error
6. GLM- Generalized linear method

### فهرست منابع

- حلی‌ساز، ا؛ آذر نیوند، ح؛ اکرمی، م؛ مهدوی، م. و مهرابی، ع. ا. ۱۳۹۰. بررسی روش‌شناختی مقیاس در مطالعات محیطی، مجله پژوهش‌های محیط‌زیست، ۳: ۳۵-۴۸
- عرفانیان، ب. ۱۳۹۰. مسیریابی بهینه گذرگاه‌های حرکتی پلنگ (*Panthera pardus*) در پارک ملی گلستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۶ ص.
- مجنونیان، ه؛ زاهد، ب؛ کیابی، ب؛ فرهنگ دره‌شوری، ب. و گشتاسب میگونی، ح. ۱۳۷۸. پارک ملی گلستان (ذخیره‌گاه زیست‌کره) سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ۱۲۹ ص.
- Boyce, M. S. 2006. Scale for resource selection functions. *Diversity and Distributions*, (Diversity Distrib.) 12: 269-276.
- Biedermann, R. 2007. Scale-dependent spatial population dynamics of gall-makers on oak, *Entomological Science*, 10: 217-222.
- Candas, A.; Sagarminaga, R.; Stephanis, R. D.; Urquiola, E. & Hammond, P. S. 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters, *Aquatic Conservation: Marine. Freshwater. Ecosystems*, 15: 495-521.
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology, *Ecological Modelling* 135: 147-186.
- Gardner, R. H.; Kemp, W. M.; Kennedy, V. S. & Petersen, J. E. 2001. *Scaling Relations in Experimental Ecology*, Columbia University Press, 373 pp.
- 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. & Guisan, A. 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling* 199: 142-152.
- Knegt, H. J.; Langevelde, F. V.; Skidmore, A. K.; Delsink, A.; Slotow, R.; Henley, S.; Bucini, G.; Boer, W.F.; Coughenour, M. B.; Grant, C. C.; Heitkonig, I. M.; Henley, M.; Knox, N. M.; Kohi, E. M.; Mwakiwa, E.; Page, B. R.; Peel, M.; Pretorius, Y.; Wieren, S. E. & Prins, H. T. 2010. The spatial scaling of habitat selection by African elephants, *Journal of Animal Ecology*, doi: 10.1111/j.1365 - 2656.2010.01764.x
- Murray, J. V.; Choy, S. L.; McAlpine, C.A. & Possingham, 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.
- Ottar, N. B.; Ims, R.A. & Lambin, X. 1999. Spatial population dynamics analyzing patterns and processes of population synchrony, *TREE*, 11: 427-432
- 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
- Schneider, D. C. 2001. The Rise of the Concept of Scale in Ecology, *BioScience*, 7: 545-554.