زیستگاه مناسب گونه در معرض خطر انقراض سمندر لرستانی (*Neurergus kaiseri*)

- **محسن امیری**: گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
- **مریم کیانی‌صدر***: گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
- **علیرضا پسرکلو**: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اراک، اراک، ایران
- **معصومه نجیب‌زاده**: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

گونه سمندر لرستانی که در رشته کوه‌های زاگرس جنوبی در محدوده دو استان لرستان و خوزستان زیست می‌کند، با داشتن نوارهای بلند و نازک زرد رنگ و چندین خال سفید و گرد به‌راحتی از دو گونه دیگر جنس *Neurergus* در ایران (سمندر آذربایجان و سمندر کردستانی) متمایز می‌شود. یکی از کارآمدترین ابزارها برای ارزیابی صفات اکولوژیک مدل‌بندی الگوهای توزیع گونه است. در این مطالعه، از روش حداکثر آنتروپی (مکسنت) به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی پراکنش بالقوه گونه سمندر لرستانی (*Neurergus kaiseri*) در محدوده دو استان لرستان و خوزستان استفاده شد. مساحت تحت منحنی AUC، ۰/۹۹±۰/۰۰۱ محاسبه شد که نشان‌دهنده صحت مدل و در نتیجه قابلیت استفاده از آن برای پیش‌بینی الگوهای حضور سمندر لرستانی است. بر طبق نقشه به‌دست آمده، چهار متغیر بیش‌ترین مشارکت را در پراکنش سمندر لرستانی دارند: عامل ارتفاع با (۳۸ درصد)، بارش در گرم‌ترین یک چهارم سال (۱۵/۸ درصد)، کم ترین دما در سردترین ماه سال (۱۰/۳ درصد) و هم‌چنین بارش در یک چهارم سرد سال (۸/۷ درصد). برطبق نتایج به‌دست آمده در این مطالعه به‌نظر می‌رسد، سمندر لرستانی در نواحی کم بارش و مرتفع جنوب لرستان و شمال خوزستان زیست می‌کند، با این وجود مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که این گونه برای بقا و تولیدمثل به سرچشمه‌های پر اکسیژن وابسته است.

کلمات کلیدی: سمندر لرستانی، زیستگاه مناسب، مکسنت

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mkianysadr@gmail.com

مقدمه

تعیین و شناسایی زیستگاه‌های مناسب بر مبنای مدل‌سازی یکی از مهم‌ترین روش‌های مورد استفاده در ارزیابی در مقیاس منطقه‌ای است. در این تکنیک‌ها با کمک اطلاعات به‌دست آمده از موقعیت تاکسون‌ها در زیستگاه و ترکیب آن با فاکتورهای محیطی می‌توان زیستگاه‌های مناسب را برای هرگونه مشخص کرد (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰). علاوه براین، این تکنیک‌ها می‌توانند زیستگاه‌های بالقوه برای هرگونه را پیش‌بینی کنند (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰). چنین تکنیک‌هایی که توانایی پیشگویی زیستگاه‌های بالقوه را دارند از دیرباز مورد توجه هرپتولوژیست‌ها بوده است. هر پتولوژیست‌ها این تکنیک‌ها را در مطالعات پایه‌ای زیادی ازجمله بیوجغرافی، اکولوژی، تنوع زیستی، حفاظت، پایش و پیش‌بینی تخریب و جدایی زیستگاه‌ها در گونه‌های در معرض تهدید انقراض مورد استفاده قرار داده‌اند (Phillips و Dudik، ۲۰۰۸؛ Elith و همکاران، ۲۰۰۶). شایان ذکر است که شناسایی موقعیت دقیق پراکنش گونه از اصلی‌ترین علاقمندی‌ها در مدیریت حفاظت نیز است. در طی دو دهه گذشته چندین تکنیک چندمتغیره به منظور پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها توسعه پیدا کرده‌اند (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶؛ Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲). داده‌ها برای مطالعه گونه در این روش‌ها به‌طور معمول در شکل حضور و یا عدم حضور (Presence/Absence) در موقعیت‌های نمونه‌برداری توصیف می‌شدند. با این توصیف ثبت عدم حضور نمونه همیشه می‌تواند با خطا و اشتباه همراه باشد از این‌رو پیش‌بینی مدل‌های به‌دست آمده نیز جانبدارانه خواهد بود. چنین خطا و اشتباهایی در موقعیت‌هایی حادث می‌شوند که گونه در زیستگاه حضور دارد ولی نمی‌توان آن را رصد کرد (Hirzel و Le Lay، ۲۰۰۸). در سال‌های اخیر مدل‌هایی که تنها برمبنای حضور پایه‌گذاری شده‌اند به‌عنوان تکنیک‌هایی جایگزین ظهور پیدا کردند (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). امروزه روش‌های مختلفی بر مبنای حضور توسعه پیدا کرده‌اند و کارکرد آن‌ها برای اندازه‌های نمونه‌برداری متفاوت و مقیاس‌های فضایی مورد آزمون قرار گرفتند (Wisz و همکاران، ۲۰۰۸؛ Pearson و همکاران، ۲۰۰۷؛ Tsoar و همکاران، ۲۰۰۷؛ Elith و همکاران، ۲۰۰۶؛ Hernandez و همکاران، ۲۰۰۶). این تکنیک‌ها اهمیت بیش‌تری را برای حفاظت گونه به‌خصوص برای گونه‌هایی با اطلاعات طبقه‌بندی شده ضعیف یا کم می‌دهند و در بیش‌تر اوقات علیرغم داده‌های حضور ناچیز و اندک، نتیجه‌ای بسیار قوی را ارائه می‌کنند (Hernandez و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه براین به‌نظر می‌رسد، برخی از این تکنیک‌ها حتی با داده‌های غیرسیستماتیکی نیز نتایجی مورد قبول ارائه می‌دهند (هرچند یک مدل خوب همیشه از یک تحقیق سیستماتیکی حاصل می‌شود) که به‌طور خاص با داده‌های حضوری که به‌وسیله محققین متفاوت و متدولوژیست‌ها جمع‌آوری شده اند، در ارتباط است (Elith و همکاران، ۲۰۰۶؛ Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲). معمولاً داده‌هایی که به‌واسطه نمونه‌برداری‌های جانب‌دارانه فراهم شده‌اند ممکن است در مطالعه گونه‌ها دیده شود، به‌خصوص اگر این داده‌ها تمام محدوده پراکنش و شرایط اکولوژیکی را پوشش ندهند (Wisz و همکاران، ۲۰۰۸). نمونه‌برداری جانب‌دارانه می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت مدل بگذارد، با این وجود در مدل‌های پیش‌گویی توجه بسیار کمی به آن می‌شود (Phillips و همکاران، ۲۰۰۹؛ Hortal و همکاران، ۲۰۰۸). از این‌رو تأکید شده است که محققین می‌بایست بر روی تأثیرات نمونه‌برداری جانب‌دارانه بر پیش‌گویی‌های مدل تمرکز بیش‌تری داشته باشند (Elith و Graham، ۲۰۰۹؛ Pearson و همکاران، ۲۰۰۷). روش مکسنت (Maxent) یا همان حداکثر آنتروپی در مقیاس منطقه‌ای استفاده می‌شود. بر مبنای الگوریتم‌های مکسنت نواحی را می‌توان یافت که از نظر بوم شناختی بسیار شبیه به نواحی هستند که به‌واسطه آن‌ها مدل‌ها تهیه شدند (Rissler و Apodaca، ۲۰۰۷). این مدل با کمک یک دیدگاه آماری می‌تواند مدل پراکنش را به‌وسیله داده‌های موجود از زیستگاه‌ها پیش‌بینی و با استفاده از فاکتورهای آب و هوایی رسم کند. مکسنت به‌طور ذاتی این قدرت را دارد که با استفاده از نمونه‌ها و داده‌های اندک قوی‌ترین پیش‌بینی را در مورد توزیع جغرافیایی تاکسون‌ها داشته باشد (Pearson و همکاران، ۲۰۰۷). این روش می‌تواند نواحی را شناسایی و مدل‌هایی را رسم کند که از نظر بوم‌شناختی بسیار شبیه به نقاطی است که قبلاً آن تاکسون از آن نقطه گزارش شده است (Rissler و Apodaca، ۲۰۰۷). برای مثال، Najibzadeh و همکاران (۲۰۱۷a) زیستگاه گونه قورباغه جنگل‌های هیرکانی (*Rana pseudodalmatina*) را مورد ارزیابی قرار دادند. هم‌چنین Najibzadeh و همکاران (۲۰۱۷b) به ارزیابی زیستگاه گونه قورباغه کوهستانی (*R. macrocnemis*) در ایران و کل محدوده پراکنش آن پرداختند. در مطالعه‌ای دیگر قورباغه خالدار اورگان (*Rana pretiosa*) از نظر ارزیابی زیستگاه مناسب مورد بررسی قرار گرفت (Groff و همکاران، ۲۰۱۴). هم‌چنین مطالعاتی هم‌چون Pearson و همکاران (۲۰۰۷)، Phillips و Dudik (۲۰۰۸)، Phillips و همکاران (۲۰۰۶)، Rissler و Apodaca (۲۰۰۷)، Rödder و Lötter (۲۰۱۰) از دیگر مثال‌های مطالعه و ارزیابی زیستگاهی با کمک مکسنت و دیگر روش‌های ارزیابی زیستگاهی می‌باشند. در مطالعه حاضر از روش Maxent (حداکثر آنتروپی) که برمبنای حضور کار می‌کند استفاده شد. این تکنیک در پیش‌بینی

نواحی جدید اشغال شده برای گونه‌های نادر بسیار مناسب است. با کمک این تکنیک اهداف ذیل مورد بررسی قرار گرفته است: محدوده پراکنش سمندر لرستانی، پیش‌بینی و شناسایی زیستگاه‌های بالقوه سمندر لرستانی.

مواد و روش‌ها

شناسایی و پیش‌بینی زیستگاه مناسب با کمک روش مکسنت (MaxEnt): به‌منظور به‌دست‌آوردن داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه، برنامه میدانی گسترده‌ای در سرتاسر ناحیه پراکنش سمندر لرستانی صورت پذیرفت. ایستگاه‌های مورد مطالعه به گونه‌ای انتخاب شدند که کل ناحیه انتشار گونه را در دو استان لرستان و خوزستان پوشش دهد. دلیل محدود بودن مطالعه به دو استان لرستان و خوزستان این بود که تمامی مشاهدات از گونه *N. kaiseri* محدود به این دو استان است. مطالعات میدانی به‌منظور به‌دست آوردن داده‌های حضور گونه به‌مدت دو سال انجام شد و هم‌چنین داده‌های تکمیلی از مطالعات سایر محققین (پسرکلو و نجیب‌زاده ۱۳۹۴؛ Mobaraki و همکاران، ۲۰۱۴؛ Sharifi و همکاران، ۲۰۱۳؛ Torki و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sharifi و همکاران، ۲۰۰۸؛ Steinfartz و Schultschik، ۱۹۹۶؛ Schmidtler و Schmidtler، ۱۹۷۵؛ Schmidt، ۱۹۵۲) استخراج و به داده‌های حاصل از مطالعات میدانی اضافه شد (جدول ۱).

متغیرهای محیطی: در این بخش و پس از جمع‌آوری داده‌های حضور از ۱۹ متغیر آب و هوایی به‌دست آمده از سایت: www.worldclim.org تحت شرایط کنونی (از حدود ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰) استفاده شد (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵). هم‌چنین عامل پستی و بلندی (تحقیقات زمین‌شناسی ایالات متحده): شامل ارتفاع (Alt)، یک‌سری عوامل بوم‌شناختی (فراهم شده به‌وسیله سازمان نقشه‌برداری ملی (GLCNMO) نسخه یک): شامل ۲۰ لایه پوششی مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲). نسبت اندازه گرید (Grid) یا شبکه متغیرهای آب و هوایی استفاده شده حدود ۱ کیلومتر مربع است (۳۰ s × ۳۰ s) در نتیجه همه متغیرهای محیطی با گرید یکسان آماده شدند. آزمون multicolinearity با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون (r) برای بررسی همبستگی متقابل انجام شد و متغیرهای با ضریب همبستگی بزرگ‌تر از ۰/۸ حذف شده و ۱۵ متغیر محیطی در آنالیزها استفاده شدند (جدول ۳). لایه مربوط به دو استان لرستان و خوزستان در نرم‌افزار ArcGIS ۱۰,۴,۱ برش داده شد. زیستگاه‌های مناسب و نقشه پراکندگی بالقوه برای گونه‌ها را می‌توان با کمک

جدول ۱: مجموعه داده‌های حضور گونه *Neurergus kaiseri* و مختصات جغرافیایی آن‌ها در این مطالعه

ردیف	زیستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	چوو	۳۲,۹۶۰۹۲	۴۸,۲۲۲۷۵
۲	تاف آو	۳۲,۹۶۵۱۰	۴۸,۲۳۳۷۷
۳	گل دره	۳۲,۹۶۲۱۵	۴۸,۲۰۸۸۳
۴	تخت چو	۳۳,۰۶۰۳۲	۴۸,۰۲۳۳۰
۵	وژن آو	۳۳,۰۱۸۳۱	۴۸,۶۳۴۵۳
۶	موردستان	۳۳,۰۱۷۱۴	۴۸,۱۹۰۳۸
۷	دارخرما	۳۲,۹۸۴۳۸	۴۸,۱۳۰۴۲
۸	زلازل	۳۲,۸۷۷۶۹	۴۸,۱۴۰۹۲
۹	اشک آب	۳۲,۹۰۸۷۷	۴۸,۱۷۲۲
۱۰	جی لوان	۳۲,۹۹۲۲۷	۴۷,۹۴۹۰
۱۱	سرگل تختچو	۳۲,۹۶۹۸۴	۴۸,۰۳۳۸۹
۱۲	دول شالی	۳۲,۹۹۷۱۲	۴۷,۹۸۱۳۰
۱۳	سرنجه تختچو	۳۲,۹۹۲۲۶	۴۷,۹۸۶۷۲
۱۴	ارون- آبکش	۳۲,۹۱۰۸۱	۴۸,۱۵۸۲۰
۱۵	آولیسنه	۳۲,۹۰۴۰۴	۴۸,۱۷۵۸۰
۱۶	چال کل	۳۳,۰۶۸۲۰۲	۴۷,۸۴۶۶۵
۱۷	گرقیصر	۳۳,۰۶۱۸۴	۴۷,۸۵۱۹۷
۱۸	کلیشم	۳۳,۰۴۲۷۲	۴۸,۴۵۸۹۷
۱۹	جفت آو	۳۳,۰۲۶۴۸	۴۸,۴۶۹۹۴
۲۰	پایین جفت آو	۳۳,۰۱۴۶۱	۴۸,۴۶۴۱۵
۲۱	چی دشوار	۳۲,۹۹۵۱۳	۴۸,۴۶۵۰۰
۲۲	آومینه	۳۲,۹۸۶۱۱	۴۸,۴۷۳۶۳
۲۳	آوپری	۳۲,۹۷۸۵۷	۴۸,۴۸۳۶۶
۲۴	پیفه	۳۲,۹۵۷۱۳	۴۸,۵۰۵۳۶
۲۵	کرسر	۳۲,۹۶۲۱۷	۴۸,۲۰۸۸۵
۲۶	کول چپ	۳۲,۹۲۴۳۳	۴۸,۱۶۵۰۱
۲۷	سرخ مال نازنین	۳۳,۰۱۳۱۴۷	۴۷,۹۸۲۹۹
۲۸	مازو	۳۲,۸۶۴۳۹	۴۸,۶۱۸۲۲
۲۹	تله زنگ	۳۲,۷۹۶۱۴	۴۸,۸۲۸۹۳۶
۳۰	دره دیونی	۳۲,۶۳۷۲۲	۴۸,۶۹۸۳۱
۳۱	امام زاده هفتتنان	۳۲,۶۱۰۸۳	۴۸,۸۹۰۴۴
۳۲	دژمحمدعلیخان	۳۲,۶۲۴۷۲	۴۸,۸۳۵۶۷
۳۳	شولاندر	۳۲,۰۴۳۶۱	۴۹,۴۹۱۱۹
۳۴	حاجی‌باریک آب، آب چنار	۳۲,۸۶۰۸۶	۴۸,۳۲۸۳۳
۳۵	شازاده احمد	۳۲,۹۳۲۵	۴۸,۵۴۵۷۵
۳۶	شاهزاده احمد بزرگ آب، آبشار	۳۲,۹۴۴۶۹	۴۸,۴۷۳۹۷
۳۷	شهبازان	۳۲,۷۹۹۲۵	۴۸,۷۰۲۹۲
۳۸	دره پلنگی	۳۱,۷۳۳۳۳	۴۹,۷۳۱۶۷
۳۹	کرم آب	۳۲,۰۳۳۰۶	۴۹,۵۷۰۵۶
۴۰	لب سفبد	۳۲,۵۶۴۰۱	۴۸,۸۱۶۸۱
۴۱	سرگچ	۳۱,۷۳۹۴۴	۴۹۸,۷۲۴۱۷
۴۲	چنار منگره	۳۲,۸۹۲۵	۴۸,۲۵۳۶۱
۴۳	چشمه زید	۳۲,۶۶۶۱۱	۴۸,۳۳۵۵۶
۴۴	ده سرخه	۳۲,۹۳۸۳۳	۴۸,۲۵۵۵۶
۴۵	آبسرده	۳۲۳,۹۲۵۷۸	۴۸,۲۶۲۲۲
۴۶	آب زهله	۳۲,۹۲۹۱۷	۴۸,۲۴۹۴۴

جدول ۲: فهرست متغیرهای زیستگاهی برای مدل‌های پراکندگی *Neurergus kaiseri*

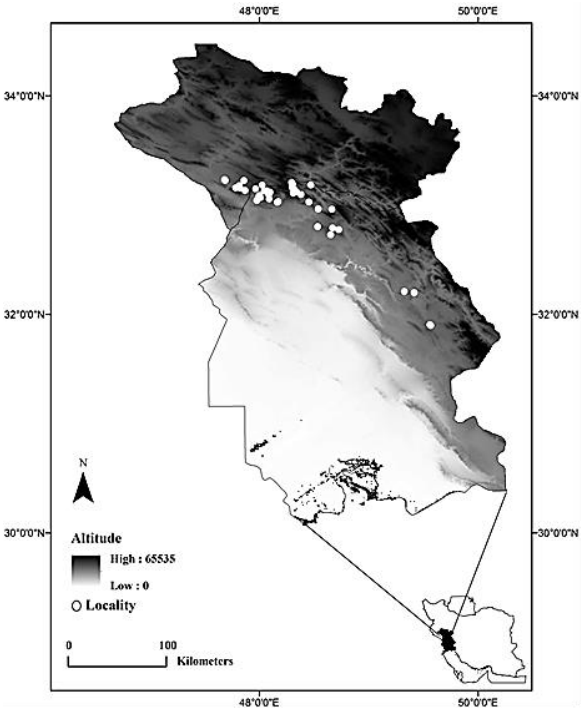
متغیرها	توصیف متغیرها (کد)
متغیر توپولوژیکی	ارتفاع(alt)
متغیر آب و هوایی	bio1: میانگین سالانه دما
	bio 2: محدوده دمای روزانه
	bio 3: ایزوترمال
	bio 4: دما فصلی
	bio 5: بالاترین دما گرم‌ترین ماه سال
	bio 6: پایین‌ترین دما سردترین ماه سال
	bio 7: محدوده دمای سالانه
	bio 8: میانگین دما مرطوب‌ترین یک چهارم سال
	bio 9: میانگین دمای خشک‌ترین یک چهارم سال
	bio 10: میانگین دمای گرم‌ترین یک چهارم سال
	bio 11: میانگین دمای سردترین یک چهارم سال
	bio 12: بارش سالانه
	bio 13: بارش در مرطوب‌ترین ماه سال
	bio 14: بارش در خشک‌ترین ماه سال
	bio 15: بارش فصلی
	bio 16: بارش در مرطوب‌ترین یک چهارم سال
	bio 17: بارش در خشک‌ترین یک چهارم سال
	bio 18: بارش در گرم‌ترین یک چهارم سال
	bio 19: بارش در سردترین یک چهارم سال
متغیر اکولوژیکی	پوشش زمین (gm) با ۲۰ طبقه‌بندی: (۱) جنگل پهن‌برگ همیشه سبز، (۲) جنگل پهن‌برگ برگ‌ریز،(۳)جنگل سوزنی‌برگ همیشه سبز، (۴) جنگل سوزنی برگ برگ‌ریز، (۵) جنگل مختلط، (۶) درخت پراکنده،(۷)بوته‌زار،(۸)علف‌زار، (۹) علف‌زار با درختچه و درخت (۱۰) سبزینگی نامتراکم، (۱۱) زمین‌های کشاورزی،(۱۲)مزارع شالیکاری، (۱۳) مزارع و سبزنگی به‌صورت پراکنده،(۱۴)مانگرو،(۱۵)باتلاق، (۱۶) منطقه برهنه و سنگلاخی و صخره‌ای،(۱۷)منطقه برهنه غیرقابل انعطاف (شن و ماسه)، (۱۸) منطقه شهری، (۱۹) برف و یخ، (۲۰) نواحی پر آب

روش ماکزیمم آنتروپی پیش‌بینی کرد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). در این مطالعه برنامه مدل‌سازی به‌صورت تصادفی و با ۱۰۰۰۰ تکرار اجرا شد. مساحت تحت‌منحنی (AUC) برای داده‌های جمع‌آوری شده محاسبه شد. مدل‌هایی که قدرت پیشگویی بالایی ندارند مقدار AUC حدود ۰/۵ را به نمایش می‌گذارند در حالی‌که در مدل‌های با احتمال حضور بالا مقدار AUC نزدیک به یک‌است (Pearson و همکاران، ۲۰۰۷؛ Phillips و همکاران، ۲۰۰۶).

نتایج

در مطالعه حاضر ۴۶ زیستگاه سمندر لرستانی واقع در دو استان لرستان و خوزستان مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱، شکل ۱). مساحت تحت منحنی AUC (the area under the receiver operating characteristic curve) با ۱۰ بار تکرار برای داده های جمع آوری شده اجرا و عدد ۰/۰۰۱ ± ۰/۹۹ محاسبه شد که نشان دهنده صحت مدل و در نتیجه قابلیت استفاده از آن برای پیش بینی الگوهای حضور سمندر لرستانی است.

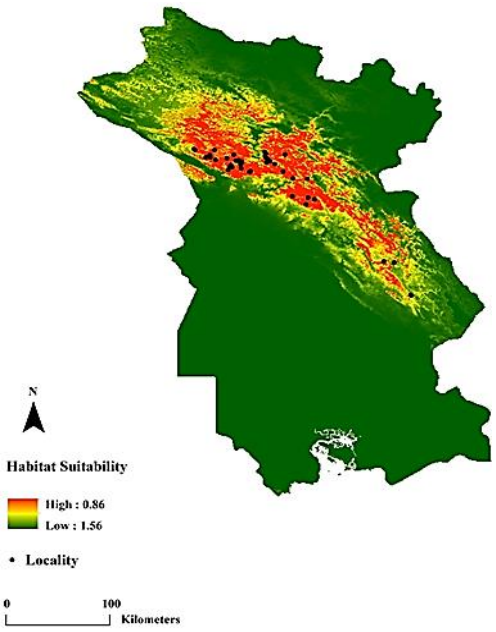
بر طبق مدل توزیع زیستگاهی به دست آمده در این مطالعه (شکل ۲)، نیمه جنوبی استان لرستان و محدود شمال شرقی استان خوزستان مناسب ترین زیستگاه ها ها برای گونه سمندر لرستانی هستند. علاوه براین نتایج ما نشان می دهد که برخی نواحی واقع در مرکز لرستان و شرق خوزستان نیز از لحاظ شرایط زیستگاهی برای زیست این گونه تقریباً مناسب است.



شکل ۱: نقاط سفید رنگ نشان‌دهنده داده‌های حضور گونه *Neurergus kaiseri* در دو استان لرستان و خوزستان هستند که در این پیش‌بینی زیستگاه مناسب با کمک مدل‌های مکسنت مورد استفاده قرار گرفتند. مختصات دقیق محل‌های مشاهده نمونه در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج بدست آمده در این مطالعه (جدول ۳ و شکل ۳) نشان می دهد که عامل ارتفاع (alt) با حدود ۳۸ درصد مشارکت، بارش در گرم‌ترین یک چهارم سال (bio 18) با حدود ۱۵/۸

درصد، کم ترین دما در سردترین ماه سال (Bio 6) با مشارکت حدود ۱۰/۳ درصدو هم‌چنین بارش در یک چهارم سرد سال (bio 19) با حدود

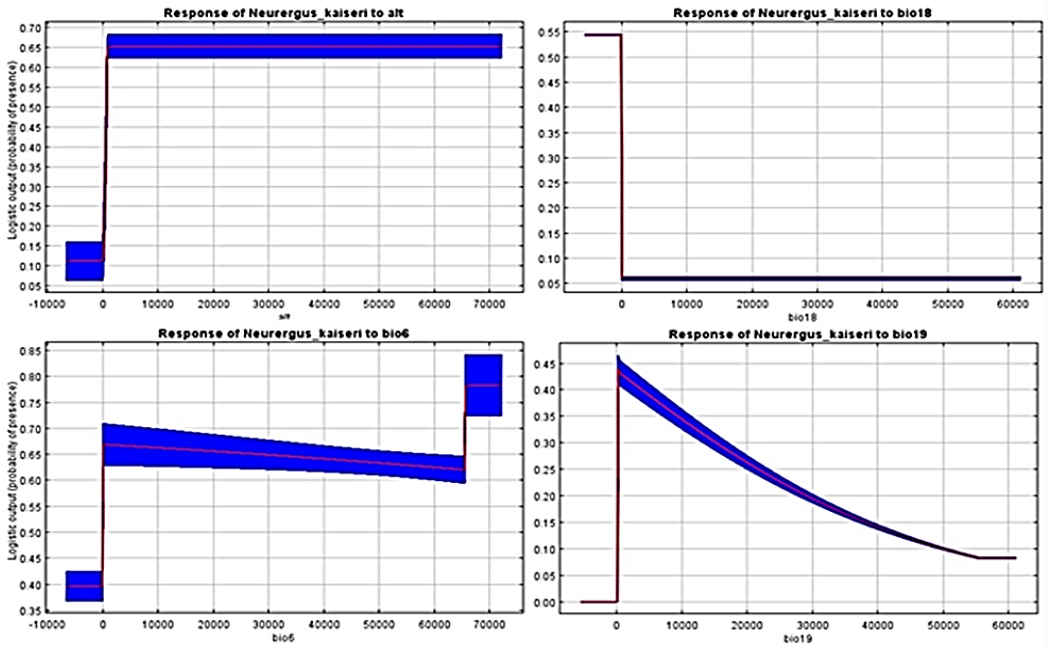


شکل ۲. نقشه پراکنش و پیش بینی زیستگاه‌های مناسب برای *Neurergus kaiseri*

۸/۷ درصد از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر پراکنش گونه *N. kaiseri* به‌حساب می‌آیند و از آن‌ها می‌توان در پیش‌بینی زیستگاه‌های این گونه استفاده کرد (جدول ۳). بر طبق مدل‌های به‌دست آمده، دو متغیر (Bio18 و Bio19) ارتباط منفی با احتمال حضور گونه دارند. درحالی‌که دو فاکتور ارتفاع و bio6 رابطه مثبت با پراکنش گونه سمندر لرستانی دارند (شکل ۳).

جدول۳: نسبت درصد مشارکت فاکتورهای محیطی بر پیش بینی توزیع جغرافیایی در مدل‌های پراکنش *Neurergus kaiseri*

متغیرها	توصیف متغیرها	درصد مشارکت
alt	ارتفاع	۳۸/۳
bio18	بارش در گرم‌ترین یک چهارم	۱۵/۸
bio6	پایین‌ترین دما در سردترین ماه	۱۰/۳
bio19	بارش در سردترین یک چهارم	۸/۷
bio13	بارش در مرطوب‌ترین ماه سال	۸/۴
gm	پوشش زمین	۶/۳
bio7	محدوده دما سالانه	۵/۹
bio12	بارش سالانه	۵
bio11	میانگین دما سردترین یک چهارم	۰/۹
bio8	میانگین دما مرطوب‌ترین یک چهارم	۰/۴
bio17	بارش در خشک‌ترین یک چهارم	۰
bio14	بارش در خشک‌ترین ماه	۰
bio5	بیش‌ترین دما در گرم ترین ماه	۰
bio10	میانگین دما در گرم‌ترین یک چهارم	۰
bio9	میانگین دما در خشک‌ترین یک چهارم	۰



شکل ۳: نمودار مشارکت متغیرهای محیطی در احتمال پیش‌بینی حضور *Neurergus kaiseri* با استفاده از نرم‌افزار مکسنت

بحث

در مطالعه حاضر سعی شد تعداد سایت‌های زیادی از سمندر لرستانی در محدوده پراکنش برای پیش‌بینی نیچ اکولوژیک این گونه مورد استفاده قرار بگیرد زیرا برای به‌دست آوردن مدل‌هایی با توانایی پیشگویی بالا می‌بایست نمونه‌برداری از تقریباً از کل محدوده پراکنش صورت پذیرد (Wisz و همکاران، ۲۰۰۸). هدف اصلی از چنین مطالعاتی به‌دست آوردن اطلاعاتی در مورد نواحی احتمالی جدیدی است که گونه توانایی زیست در آن‌جا را دارد و هم‌چنین از این نتایج می‌توان در حفاظت و مدیریت جمعیت گونه‌های جانوری استفاده کرد (Groff و همکاران، ۲۰۱۴؛ Wisz و همکاران، ۲۰۰۸). اما توجه به این مسئله حائز اهمیت است که اگر نقشه‌های پیش‌بینی کننده برخی از نواحی را مناسب زیست برای یک گونه‌ای خاص تشخیص دهند، بدان معنا نیست که آن گونه حتماً در آن ناحیه دیده خواهد شد (Davies و همکاران، ۲۰۰۸). توزیع و پراکنش گونه تحت تأثیر عوامل بی‌شماری هم‌چون توانایی پراکنش و دیسپرسال گونه، موانع جغرافیایی و بسیاری از عوامل دیگر قرار می‌گیرد (Hirzel و Le Lay، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای که روی گونه *R. pseudodalmatina* انجام شد، بهترین نواحی برای زیست گونه قورباغه هیرکانی، جنگل‌های نواحی پست در هر سه استان شمالی در حاشیه دریای خزر (گیلان، مازندران و گلستان) است و این گونه در جنگل‌های نواحی با ارتفاع متوسط و جنگل‌های کوهستانی و هم‌چنین محدوده‌های شهری و نواحی ساحلی مشاهده نمی‌شوند (Najibzadeh و همکاران، ۲۰۱۷a). منحنی‌های حاصل از میزان درصد مشارکت متغیرهای محیطی در قورباغه جنگل هیرکانی نشان داد که مهم‌ترین متغیر تاثیرگذار بر توزیع فضایی قورباغه جنگل هیرکانی پوشش زمین (فاکتورهایی هم‌چون جنگل‌های پهن برگ برگ‌ریز، جنگل‌های سوزنی برگ) و به‌دنبال آن ارتفاع اما با تأثیر منفی است. به‌عبارت دیگر زیستگاه بالقوه مناسب برای قورباغه‌های جنگل هیرکانی نواحی جنگلی با ارتفاع پست است (Najibzadeh و همکاران، ۲۰۱۷a). در قورباغه کوهستانی (*R. macrocnemis*) عوامل وابسته به پوشش زمین هم‌چون جنگل‌های سوزنی برگ و علف‌زارها، هم‌چنین عامل ارتفاع و به‌دنبال آن میانگین دمای سالانه نقشی مؤثر در پراکنش حضور این گونه بازی می‌کنند. در این بین وجود علف‌زارها، جنگل‌های سوزنی برگ و افزایش ارتفاع ارتباط مستقیم و نقشی مثبت در حضور گونه *R. macrocnemis* ایفا می‌کند درحالی‌که کاهش دما نقشی موثر بر حضور قورباغه کوهستانی دارد. نتایج به‌دست آمده تلوحیاً بیان می‌کند که *R. macrocnemis* علف‌زارها و جنگل‌های سوزنی برگ نواحی مرتفع با دمای پایین را برای زیست ترجیح می‌دهد (Najibzadeh و همکاران، ۲۰۱۷b). بر طبق نقشه زیستگاهی به‌دست آمده در این مطالعه به‌نظر می‌رسد برخی از نواحی شمالی‌تر و جنوب‌شرقی تر ناحیه نیز برای زیست هم‌چنین پراکنش این جانوران با بارش در هر دو فصول گرم و سرد سال نسبت عکس دارد. نظر به مدل‌های به‌دست آمده در این مطالعه، به‌نظر می‌رسد علی‌رغم نیاز دوزیستان به آب، گونه سمندر لرستانی نواحی کم بارش را جهت زیست ترجیح می‌دهد. هرچند مطالعات میدانی نشان داد که این گونه همیشه در اطراف چشمه‌سارها مشاهده می‌شود به شرط آن‌که این نواحی از نظر ارتفاع بیش از ۴۵۰متر باشد. از طرف دیگر، عامل ارتفاع از سطح دریا که بر طبق نتایج این مطالعه مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر پراکنش سمندر لرستانی است با حداقل دما سالیانه محدود شده است، به‌نحوی‌که نواحی مرتفع تا زمانی برای زیست این گونه مناسب است که حداقل دما در سردترین فصول سال محدودیتی برای زیست این جانور خونسرد ایجاد نکند. در نتیجه با مقایسه مشاهدات میدانی و نتایج به‌دست آمده از مکسنت می‌توان نواحی جنوبی استان لرستان و شمالی استان خوزستان را بهترین نواحی برای زیست سمندر لرستانی در نظر گرفت زیرا علی‌رغم بارش اندک در طی سال آبی به‌دلیل تغذیه از زاگرس مرکزی و نواحی شمالی‌تر جریان‌های آبی زیرزمینی در نواحی شرایط مطلوبی دارد و بهترین شرایط را برای زیست سمندر لرستانی فراهم کرده است.

منابع

۱. **پسرکلو، ع.ر. و نجیب‌زاده، م.، ۱۳۹۴.** پایش و سرشماری سمندر کوهستانی لرستان، محیط زیست استان لرستان.

۲. **Davies, A.J.; Wisshak, M.; Orr, J.C. and Roberts, J.M., 2008.** Predicting suitable habitat for the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia). Deep-Sea Research Part I. Vol. 55, pp: 1048-1062.

۳. **Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.J.; Huettmann, F.; Leathwick, J.R. and Lehmann, A., 2006.** Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography. Vol. 29, pp: 129-151.

۴. **Groff, A.L.; Sharyn, B.; Marks, S.M. and Hates, M.P., 2014.** Using ecological niche models to direct rare amphibian survey: a case study using the Oregan spotted

frog (*Rana pretiosa*). Herpetological Conservation and Biology. Vol. 9, No. 2, pp: 354-368.

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

۶. **Hernandez P.A.; Graham, C.H.; Master, L.L. and Albert, D.L., 2006.** The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. Ecography. Vol. 29, pp: 773-785.

۷. **Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. and Jarvis, A., 2005.** Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. Vol. 25, pp: 1965-1978.

۸. **Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology. Vol. 83, pp: 2027-2036.

۹. **Hirzel, A.H. and Le Lay, G., 2008.** Habitat suitability modeling and niche theory. Journal of Applied Ecology. Vol. 45, pp: 1372-1381.

۱۰. **Hortal, J.; Jime´nez-Valverde, A.; Go´mez, J.F.; Lobo, J.M. and Baselga, A., 2008.** Historical bias in biodiversity inventories affects the observed environmental niche of the species. Oikos. Vol. 117, pp: 847-858.

۱۱. **Mobaraki, A.; Amiri, M.; Alvandi, R.; Tehrani, M.E.; Zarin Kia, H.; Khoshnamvand, A.; Ali Bali, A.; Forozanfar, E. and Browne, R.K., 2014.** A conservation reassessment of the Critically Endangered, Lorestan newt *Neurergus kaiseri* (Schmidt 1952) in Iran. ARC journal. Vol. 9, No. 1, pp: 16-25.

۱۲. **Najibzadeh, M.; Gharzi, A.; Rastegar-Pouyani, N.; Rastegar-Pouyani, E. and Pesarakloo, A., 2017b.** Habitat Suitability for the Caucasian Frog *Rana macrocnemis* Boulenger, 1885 (Amphibia: Anura: Ranidae). Russian Journal of Ecology. Vol. 48, No. 3, pp: 250-256.

۱۳. **Najibzadeh, M.; Gharzi, A.; Rastegar-Pouyani, N.; Rastegar-Pouyani, E. and Pesarakloo, A., 2017b.** Habitat Suitability for the Habitat suitability and patterns of sex-biased migration of the Iranian long-legged wood frog, *Rana pseudodalmatina* (Anura: Ranidae). Biologia. Vol. 72, No. 6, pp: 686-693.

۱۴. **Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M. and Peterson, A.T., 2007.** Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. J. Biogeogr. Vol. 34, pp: 102-117.

۱۵. **Pearson, R.G.; Raxworthy C.J, Nakamura M, Peterson A.T. 2007.** Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. Journal of Biogeography, 34: 102–117.

۱۶. **Phillips S.J, Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. Vol. 190, pp: 231-259.

۱۷. **Phillips, S.J.; Dudik, M.; Elith, J.; Graham, C.H.; Lehmann, A.; Leathwick, J. and Ferrier, S., 2009** Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo absence data. Ecological Applications. Vol. 19, pp: 181-197.

۱۸. **Phillips, S.J. and Dudik, M., 2008.** Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography. Vol. 31, pp: 161-175.

۱۹. **Rissler, L.J. and Apodaca, J.J., 2007.** Adding more ecology into species delimitation: ecological niche models and phylogeography help define cryptic species in the black salamander (*Aneides flavipunctatus*). Systematic Biology. Vol. 56, pp: 924-942.

۲۰. **Rödder, D. and Lötters, S., 2010.** Potential distribution of the alien invasive Brown tree snake, *Boiga irregularis* (Reptilia: Colubridae). Pacific Science. Vol. 64, pp: 11- 22.

۲۱. **Schmidt, K.P., 1952.** Diagnoses of new amphibians and reptiles from Iran. Natural.

۲۲. **Schmidtler, J.J. and Schmidtler, J.F., 1975.** Untersuchujngen an westpersischen Bergbachmolchen der Gattung *Neurergus* (Caudata, Salamandridae). Salamandra. Vol. 1, pp: 84-98.

۲۳. **Sharifi, M.; Farasat, H.; Barani-Beira, H.; Vaissi, S. and Foroozanfar, E., 2013.** Notes on the distribution and abundance of the endangered Kaiser's mountain newt, *Neurergus kaiseri* **(**Caudata: Salamandridae), in southwestern Iran. Herpetol Conservation and Biology. Vol. 8, No. 3, pp: 724-731.

۲۴. **Sharifi, M.; Rastegar-Pouyani, N.; Akmali, V. and Assadiannarengi, S., 2008.** On distribution and conservation status of *Neurergus kaiseri* (Caudata: Salamandridae). Russ Journal of Herpetol. Vol. 15, pp:169-172.

۲۵. **Torki, F., 2012.** Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Biologie und Haltung von zwei iranischen Salamandern. (Distribution, Morphology, Ecology, Biology, and captive care of two Iranian salamanders) Sauria. Vol. 34, No. 1, pp: 3-20.

۲۶. **Tsoar, A.; Allouche, O.; Steinitz, O.; Rotem, D. and Kadmon, R., 2007.** A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. Diversity and Distributions. Vol. 13, pp: 397-405.

۲۷. **Wisz, M.S.; Hijmans, R.J.; Li, J.; Peterson, A.T.; Graham, C.H. and Guisan, A., 2008.** Effects of sample size on the performance of species distribution models. NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. Diversity and Distributions. Vol. 14, pp: 763-773.