

## تحلیل فضایی گستره‌های مستعد رخداد تعارض با خزندگان در استان یزد مطالعه موردی: افعی شاخ‌دار ایرانی (*Pseudocerastes persicus*)

پیمان کرمی<sup>۱</sup>، مریم مروتی<sup>۲\*</sup> و مهدی زارع خورمیزی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> ایران، ملایر، دانشگاه ملایر، گروه محیط زیست

<sup>۲</sup> ایران، اردکان، دانشگاه اردکان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه علوم و مهندسی محیط زیست

<sup>۳</sup> ایران، اردکان، دانشگاه اردکان، پژوهشکده آب، انرژی و محیط زیست

<sup>۴</sup> ایران، یزد، اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۶

### چکیده

مارگزیدگی به‌عنوان یک تعارض با خزندگان بر روی سلامت عمومی مؤثر است. شناسایی گستره توزیع مارهای سمی می‌تواند به برنامه‌ریزی برای کاهش احتمال مارگزیدگی و همچنین مقابله با آن کمک شایانی نماید. این مطالعه باهدف ارزیابی توزیع افعی شاخ‌دار ایرانی در استان یزد و همچنین احتمال رخداد تعارض و مارگزیدگی در سطح استان انجام‌گرفته است. در این راستا بازدیدهای میدانی منطبق با فعالیت گونه در فصول بهار تا پاییز سال‌های ۱۳۹۸-۱۴۰۲ از تمام مناطق استان به عمل آمد و نقاط حضور جمع‌آوری شدند سپس با استفاده از روش‌های فقط حضور *Domian* و *Bioclim* زیستگاه گونه مدل‌سازی شد. از خروجی از این مدل‌ها برای تهیه نقاط شبه عدم حضور استفاده شد. درنهایت با تلفیق یافته‌های ۸ مدل، نقشه توزیع گونه در استان به دست آمد. تأثیر متغیرهای زیستگاهی بر روی توزیع با استفاده از مدل جنگل تصادفی محاسبه گردید. برای بررسی آسیب‌پذیری و مساحت زیستگاه در هر شهرستان از حد آستانه TSS بر روی نقشه مطلوبیت استفاده شد و درنهایت تعداد جوامع محلی درگیری رخداد تعارض در سطح مناطق شناسایی شدند. یافته‌های نشان داد که مدل‌های منفرد مورد استفاده در مدل‌سازی موفق بوده‌اند. مقدار AUC برای مدل‌های *Bioclim* و *Domain* به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۰/۹۰ محاسبه گردید. حساسیت و AUC برای مدل اجماع به ترتیب برابر ۰/۹۸ و ۰/۹۹ محاسبه شد. متغیر کاربری اراضی، ارتفاع و سایه روشن بیشترین تأثیر را بر روی حضور گونه دارند. ۷۵/۸۶ درصد از شهرستان تفت و به همراه ۴۱۳ سکونتگاه انسانی در آن دارای خطر مارگزیدگی هستند. سکونتگاه‌های بهاباد و اردکان نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند. منطبق با ویژگی ذکر شده برای این گونه وجود رطوبت و آب می‌تواند احتمال حضور افعی شاخ‌دار را در باغات و مزارع افزایش دهد. نقشه پیش‌بینی این مطالعه می‌تواند برای پیاده‌سازی برنامه‌های بهداشتی و ایمنی در مقابل مارگزیدگی مد نظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت، جوامع انسانی، تعارض، مناطق حفاظت‌شده، مارگزیدگی

\* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: Mymorovati@ardakan.ac.ir

### مقدمه

با افزایش تخریب و دست‌ورزی انسان در گستره‌های طبیعی، مرزی بین بوم‌سازگان و مناطق انسان‌ساخت باقی‌مانده است. در پاسخ به این تعدی، گونه‌های حیات‌وحش با افزایش تخریب و دست‌ورزی انسان در گستره‌های طبیعی، مرزی بین بوم‌سازگان و مناطق انسان‌ساخت باقی‌مانده است. در پاسخ به این تعدی، گونه‌های حیات‌وحش

گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در چند دهه گذشته با توسعه علوم مکانی و ارتباط آن با روش‌های مختلف آماری و یادگیری ماشین میسر شده است. این دسته از مدل‌ها که به آن‌ها مدل‌های توزیع (Species distribution model) و یا مطلوبیت زیستگاه (habitat suitability model) گفته می‌شود قادر هستند بین مناطق مشاهده گونه و مقادیر زیستگاهی ارتباط برقرار کرده (۱) و گستره توزیع گونه‌ها را در مقیاس‌های خرد و کلان تخمین بزنند (۸). اغلب مدل‌های پیش‌بینی و پراکنش گونه‌ای بر تئوری هاجینسونی استوار هستند (۳۶) که بر اساس آن، شرایط محیطی پیرامون گونه به صورت یک فضای N بعدی قابل‌تعریف است که هر بعد آن نیز برآیندی از مجموعه شرایط مختلف است.

علیرغم توسعه SDMs و کاربرد آن‌ها در زمینه‌های مختلف مطالعات محیطی، استفاده از این مدل‌ها برای بررسی تعارض خزندگان کمتر مورد توجه محققین بوده است. در ایران علاوه بر وجود مارهای غیر سمی و نیمه سمی، مارهای سمی مهمی مانند کفچه‌مار (*Naja naja oxiana*)، کبری سیاه (*walterinnesia morgani*)، مارهای دریایی (*Hydrophidae*)، انواع افعی‌ها، گرزها مار (*Macrovipera lebetinus*)، افعی البرزی (*vipera eriwanensis*)، افعی لطیفی (*Montivipera latifii*) و مار جعفری (*Echis carinatus*) زیست می‌کنند (۷) که به منظور کاهش خطر تعارض و مارگزیدگی لازم است گستره توزیع این گونه‌ها بررسی شود. از طرفی آشنایی با گستره انتشار و توزیع این گونه می‌تواند در پیشبرد مطالعاتی که بر روی سم این گونه‌ها انجام می‌گیرد مؤثر عمل کند چراکه سم بسیاری از این گونه‌ها دارای خاصیت دارویی است. در مطالعه که توسط زرگان و همکاران (۱۳۹۹) بر روی اثرات سم خام افعی شاخ‌دار ایرانی انجام گرفت یافته‌ها نشان داد زهر این گونه دارای اثرات ضد باکتریایی بوده که تأثیر آن بر روی باکتری‌های گرم مثبت بیش از باکتری‌های گرم منفی

اولیه حیات‌وحش با منابع مورد استفاده انسان در سیمای سرزمین (۴۶) سبب بروز تعارض خواهد شد (۳۷). این تعارض از گذشته وجود داشته است و در طول تاریخ‌های حیات بشری به شیوه‌های مختلف و متناسب با استفاده از انسان از منابع طبیعی تغییراتی را تجربه کرده است (۱۲). گزش توسط خزندگان یکی از انواع تعارض با حیات‌وحش محسوب می‌شود. مسمومیت ناشی از مارگزیدگی (Snakebite envenoming) یکی از مشکلات سلامت عمومی است که جمعیت ۲/۵ میلیون نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده است (۳۸). از میان ۳۰۰۰ گونه مار شناسایی شده تقریباً ۲۰۰ گونه که معادل ۱۵ درصد از کل گونه‌های شناسایی شده است به‌عنوان گونه‌های خطرناک شناخته می‌شوند (۳۲). تا ۵ میلیون مارگزیدگی در سال رخ می‌دهد که منجر به مرگ حدود ۱۰۰۰۰۰ نفر می‌شود (۵۰). مارگزیدگی (Snakebite) می‌تواند طیف گسترده‌ای از علائم مانند مشکلات تنفسی، سردرد و اختلال در گفتار، گرفتگی و درد عضلات، کلیه، آسیب به اندام را در بر گرفته و در شرایط حاد منجر به مرگ شود (۲۸، ۴۴). مارگزیدگی را می‌توان با پارامترهای اقتصادی- اجتماعی نیز مرتبط دانست چراکه معمولاً مارگزیدگی در مناطق فقیرنشین بیشتر رخ می‌دهد (۲۶)؛ که این امر می‌تواند به دلیل حاشیه‌نشینی، توسعه کمتر این نواحی و عدم آموزش کافی باشد. مارگزیدگی تنها مختص نواحی بیابانی نیست در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری با بارندگی بالا نیز مارگزیدگی به‌عنوان یک فوریت گزارش شده است (۳۰). در ایرانی نیز بر اساس مطالعات انجام گرفته بیشتر مارگزیدگی‌ها در نواحی روستایی رخ می‌دهند (۱۶؛ ۱۷، ۴۳).

آشنایی با توزیع مارهای سمی و تأثیر آن‌ها بر سیستم بهداشتی، جمعیت‌های انسانی در سطح ناحیه‌ای، ملی، منطقه‌ای و جهانی می‌تواند در راستای کاهش خطر رخداد آن مؤثر باشد (۴۸). با این حال دانش در خصوص الگوی رخداد مارگزیدگی محدود است (۲۶). آگاهی به توزیع

است همچنین سم خام این‌گونه با القا آپتوز نکروز سبب مرگ‌ومیر در سلول‌های سرطانی کبد شده است (۴).

Viperidae خانواده‌ای از مارهای سمی هستند که گونه‌های متعلق به این خانواده در اقصی نقاط جهان به‌جز در قطب جنوب، بخش‌های از قطب شمال، ماداگاسکار، استرالیا، نیوزیلند پراکندگی دارند همگی آن‌ها دارای دندان نیش برای فروکردن سم به بدن طعمه هستند (۲۹). جنس *Pseudocerastes* از این خانواده، دارای سری مشخص که پوشیده از فلس‌های ریز بوده و مردمک چشم عمودی است سوراخ بینی به سمت بیرون جهت‌گیری کرده و در سپر بینی بزرگ و غیر منقسم قرار دارد (۲۰). این جنس دارای ۳ گونه است که ۲ گونه آن یعنی افعی شاخ‌دار ایرانی (*Pseudocerastes persicus*) و افعی دم عنکبوتی (*Pseudocerastes urarachnoides*) در ایران حضور دارند. افعی شاخ‌دار ایرانی علاوه بر ایران در کشورهای عراق، کویت، عربستان سعودی، افغانستان، پاکستان، عمان و امارت متحده عربی پراکنش دارد (۳۳). در ایران در مناطق شنی، صخره‌ای و بوته‌زارهای استان‌های یزد، خراسان، کرمان، سیستان و بلوچستان، اصفهان، فارس، سمنان، مرکزی، خوزستان، زنجان، تهران، قم و هرمزگان جز زیستگاه گونه است (۱۱). استان‌های مرکزی، شرقی و جنوب شرقی کشور زیستگاه مارهای سمی زیادی هستند و همین مسئله اهمیت مطالعه توزیع این مارها را در این مناطق دوچندان می‌کند. استان یزد یکی از استان‌های مرکز ایران با شرایط آب و هوایی گرم خشک است. وجود این‌چنین شرایطی در بسیاری از زیستگاه‌های طبیعی استان منجر شده که گونه‌ها سازگار با شرایط سخت نواحی بیابانی در این استان به‌وفور یافت شوند.

مطالعات متعددی در راستای بررسی توزیع و آسیب‌رسانی گونه‌ها مختلف مار انجام‌گرفته که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. قلیچی سلخ و همکاران (۱۳۹۸) پراکنش افعی قفقازی (*Gloydius halys caucasicus*) را

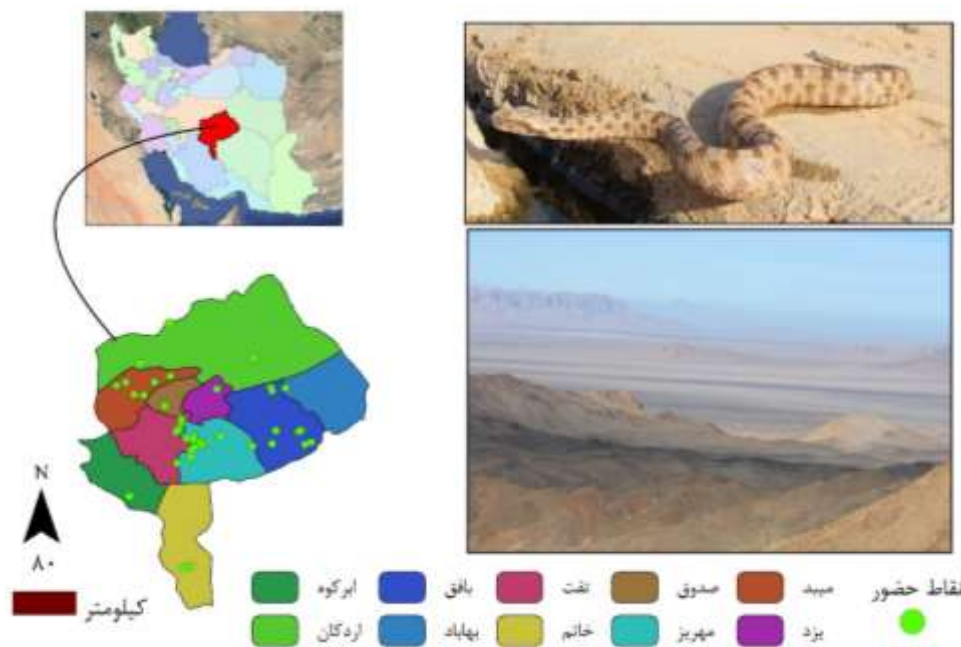
در ایران مطالعه کردند. در این مطالعه از نقاط حضور گونه متغیرهای اقلیمی و مدل آنتروپی بیشینه استفاده شد یافته‌های این مطالعه نشان داد که زیستگاه پیش‌بینی‌شده برای گونه منطبق با نقاط حضور شناسایی‌شده است (۸). Zacarias و Loyola (۲۰۱۹) به مطالعه و بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر روی گزش مار در موزامبیک پرداختند. در این بررسی از ۱۳ گونه مارسمی و مدل‌سازی توزیع گونه استفاده شد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش درجه حرارت احتمال گزش و مارگزیدگی افزایش پیدا می‌کند و زیستگاه ۹ گونه از ۱۳ گونه مار مورد بررسی در اثر تغییر اقلیم کاهش پیدا خواهد کرد. بر اساس نتایج این پژوهش آگاهی به اقدامات پیشگیرانه برای مواجهه برای عواقب احتمالی مارگزیدگی الزامی است (۵۱). Yousefi و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه خطر آسیب‌پذیری از مارگزیدگی ۵ گونه مارسمی در ایران پرداختند که شامل گونه‌های *Echis carinatus*, *Macrovipera lebetinus* و *Pseudocerastes persicus* و *Naja oxiana* بود. مدل‌سازی با استفاده از مدل‌های توزیع انجام گرفت. بر اساس یافته‌ها، شمال شرق ایران احتمال آسیب‌پذیری نسبت به مارگزیدگی بیشتری است و در مجموع تعداد ۵۱۱۱۲ روستا در معرض گزیدگی گونه *M. lebetinus*، ۳۰۳۳۹ روستا در معرض گزیدگی *E. carinatus*، ۵۱۶۵۷ روستا در معرض گزیدگی *P. persicus* و ۱۲۱۲۴ روستا در معرض گزیدگی *N. oxiana* قرار دارند (۴۹). Moon و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از مدل‌های توزیع احتمال مارگزیدگی توسط جنس *Gloydius* و با تأکید بر روی ۳ گونه *Gloydius saxatilis*، *Gloydius brevicaudus*، *Gloydius ussuriensis* در پارک‌های ملی واقع جنوب کره جنوبی بررسی کردند. مدل‌سازی توزیع با استفاده پلت فرم VisTrails و نرم‌افزار SAHM انجام گرفت. متغیرهای زیستگاهی مورد استفاده نیز شامل متغیرهای کاربری/پوشش اراضی، توپوگرافی و اقلیمی بودند. احتمال مارگزیدگی در پارک‌های ملی کره جنوبی بین ۱۸ تا ۵۷ درصد متغیر بود

موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. شکل ۱ موقعیت نقاط حضور گونه را در سطح استان نمایش می‌دهد. در این شکل سیمای طبیعی زیستگاه، موقعیت نقاط حضور به تفکیک شهرستان‌های استان و تصویر افعی شاخ‌دار نمایش داده شده است. در این مطالعه هریک از نقاط حضور گونه به عنوان یک نقطه مستعد تعارض در نظر گرفته شد چراکه در هریک از نقاط حضور با احساس خطر احتمال گزیدگی وجود دارد. در مجموع تعداد ۵۷ نقطه در سطح استان برای گونه شناسایی شد که از نظر تجانس شرایط بسیار متفاوتی را نمایش می‌دهند. از آنجای که حداقل فاصله میان نقاط حضور ثبت شده از قدرت تفکیک مکانی داده‌های مورداستفاده در این مطالعه (۱۰۰ × ۱۰۰ متر) بیشتر است لذا هیچ‌یکی از نقاط حضور از تحلیل حذف نشدند و تمام نقاط وارد مدل‌سازی شدند (۴۲). این روش کاهش خودهمبستگی مکانی به روش سیستماتیک (Systematic Sampling bias correction) موسوم است (۱۹). نقاط به رنگ سبز در شکل ۱ نمایش داده شده‌اند.

(۳۹). علیرغم انجام چند مطالعه در سطح کشور در مقیاس داده‌های زیستی تاکنون مطالعه‌ی با تفکیک مکانی بالا برای بررسی وضعیت توزیع و احتمال آسیب‌رسانی افعی شاخ‌دار انجام نگرفته است. لذا این مطالعه باهدف مدل‌سازی توزیع و شناسایی جوامع محلی و سکونتگاه‌های آسیب‌پذیر در مقابل مارگزیدگی در سطح استان یزد انجام گرفته است.

## مواد و روشها

**محدوده مورد مطالعه و جمع‌آوری نقاط حضور:** استان یزد با مساحتی معادل ۷/۴ میلیون هکتار با ۱۰ شهرستان و اقلیم خشک و نیمه‌خشک در مرکز ایران قرار گرفته است (شکل ۱). به منظور جمع‌آوری نقاط حضور باز دیده‌های میدانی در خلال سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۲ از سطح استان به عمل آمد. تمرکز باز دیده‌ها بر روی فصول بهار تا پاییز بود چرا که متناسب با بازه زمانی فعالیت این گونه است (۱۸). در طول این باز دیده‌ها حضور گونه با استفاده از سامانه



شکل ۱- استان یزد و شهرستان‌های استان، نقاط حضور افعی شاخ‌دار (*Pseudocerastes persicus*)

نظر گرفتن مطالعات از پیش انجام گرفته بر روی گونه‌های مختلف مار (۳۱، ۳۹)؛ متغیرهای این مطالعه به شرح

متغیرهای زیستگاهی: با توجه به اهمیت محرک‌های محیطی در شناسایی مناطق مستعد مارگزیدگی (۴۱) با در

**مدل‌سازی و ارزیابی:** در این مطالعه از مدل‌های فقط حضور (Presence only) و حضور /شبه عدم حضور (Pseudo-absences) برای ارزیابی توزیع افعی شاخ‌دار ایرانی استفاده شد. ابتدا مدل‌های توزیع وابسته به نقاط حضور مانند Domian و Bioclim برای مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند برای اجرای هر یک ۲۵ درصد داده‌ها برای آزمون مدنظر قرار گرفت و اعتبار سنجی مدل‌ها نیز با استفاده از معیار (AUC= Area under the curve) انجام گرفت. سپس این دو نقشه با یکدیگر ادغام شدند و از نقشه خروجی این دو مدل برای ایجاد نقاط شبه عدم حضور استفاده شد. AUC در واقع مساحت سطح زیر منحنی (ROC= Receiver operator characters) است. AUC بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و مقادیر بیش از ۰/۹ بیانگر اجرای مدل بسیار عالی است (۳۳). تعداد نقاط شبه عدم حضور برابر با تعداد نقاط حضور (۱۱۴) در نظر گرفته شدند (۹). سپس برای اجرای مدل‌های دوطبقه‌ای از مدل‌های Roghset، حداکثر احتمال (MaxLik= Maximum likelihood)، آنتروپی بیشینه (MaxEnt= Maximum Entropy)، شبکه عصبی با پس‌خور (Bp-ANN) (Back-propagation ann) و درخت تصمیم ناپارامتری (Ctree= Conditional Inference Trees) استفاده شد. تمام مدل‌های مذکور در نرم‌افزار ModEco پیاده‌سازی شدند. برای ارزیابی هر یک از مدل‌های طبقه‌بندی‌کننده در این مطالعه از معیارهای کاپا (Kappa) و حساسیت (Sensitivity) استفاده شد. رابطه ۱ شیوه محاسبه شاخص کاپا را نمایش می‌دهد.

$$\text{Kappa} = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \quad \text{رابطه ۱:}$$

در رابطه بالا  $P_0$  درستی تقسیم‌بندی نقاط حضور و  $P_c$  توافق مورد انتظار را نمایش می‌دهند. شاخص کاپا بین ۱- تا ۱+ در نوسان است مقدار ۱+ نشان‌دهنده توافق کامل و مقادیر صفر و کمتر از آن نشانگر آن است مدل عملکردی بهتری از مدل تصادفی نداشته است (۱۰). حساسیت بیانگر

کاربری/پوشش، ارتفاع، درصد شیب، دمای سطح زمین، شاخص پوشش گیاهی، سایه‌روشن ارتفاع، فاصله از منابع آب سطحی و تراکم سکونتگاه‌های انسانی انتخاب شدند. با توجه به گرمسیری بودن استان و احتمال حضور گونه در فصول گرم منطقه مانند بهار و تابستان (۴۲) و همچنین ادامه گرما تا اوایل مهرماه آماده‌سازی متغیرهای زیستگاهی پویا مانند دما و پوشش گیاهی در این بازه زمانی (فروردین تا مهرماه) در محیط گوگل ارث انجین (۲۳) پردازش شدند. استخراج تصاویر با استفاده از فیلترگذاری و برای مجموعه تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI با ابر کمتر از ۳ درصد انجام گرفت. دمای سطح زمین با استفاده از معکوس تابع پلانک و شاخص پوشش گیاهی نیز با استفاده از NDVI ارزیابی شدند. از آنجا عمده فعالیت‌های انسان در سیمای سرزمین در فرآیند مدل‌سازی توزیع با استفاده از نقشه کاربری/پوشش قابل‌بررسی است (۲۱، ۲۲)، در این مطالعه کاربری/پوشش اراضی استان یزد از نقشه سازمان جنگل و مرتع تهیه شد. مدل رقومی ارتفاعی (Digital Elevation Model) قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متری از تارنمای <https://dwtkns.com> تهیه شد. سپس از این متغیر برای استخراج سایه‌روشن ارتفاع استفاده شد. استخراج این شاخص با استفاده از الگوریتم K-mean در نرم‌افزار QGIS میسر است. متغیر درصد شیب زمین نیز با استفاده از مدل رقومی مذکور تهیه گردید. نقشه تراکم مناطق مسکونی در کیلومترمربع با استفاده از تابع تراکم کرنل در نرم‌افزار ArcGIS10.4.1 انجام گرفت مناطق مسکونی در این مطالعه شامل تمام روستاها، مناطق انسان‌ساخت در عرصه‌های استان یزد است. پیش از ورود متغیرهای زیستگاهی به فرآیند مدل‌سازی اجرای آزمون همبستگی در محیط نرم‌افزار Arcgis و با استفاده از دستور Band Collection Statistics از مجموعه ابزارهای Spatial Analyst Tools انجام گرفت تا آن دسته از متغیرهای که دارای همبستگی بیش از ۰/۷۵ هستند از تحلیل کنار روند.

متغیرهای زیستگاهی وارد فرآیند مدل‌سازی به روش جنگل تصادفی شدند. اجرای مدل با استفاده بسته مربوطه در محیط نرم‌افزار R انجام گرفت.

**تأثیر بر روی جوامع:** نقشه مطلوبیت حاصل از مدل اجماع، مطلوبیت زیستگاه را به صورت احتمالی و در تلفیق با سایر مدل‌ها نمایش می‌دهد. برای اینکه بتوان مشخص کرد که در چه سطحی، چه بخشی از محدوده توزیع در معرض آسیب‌پذیری است لازم است تا پیش‌بینی اجماع به نقشه باینری تبدیل شود. یکی از رویکردهای که می‌توان استفاده کرد استفاده از حد آستانه (Threshold) است. برای ارزیابی تأثیرپذیر شهرستان‌های استان از احتمال حضور و مارگزیدگی ابتدا با استفاده از آستانه (TSS= True skill statistic) نقشه احتمال به نقشه مطلوبیت تبدیل شد. برای محاسبه حد آستانه از منحنی (ROC= Receiver operating characteristic) استفاده در نرم‌افزار SPSS 16.0 استفاده شد. به این منظور نقاط حضور/شبه عدم حضور و مقداری از مطلوبیت زیستگاه پیش‌بینی شده به ازای این نقاط با استفاده از دستور Extracts the cell values استخراج شده و سپس با فرمت txt. به نرم‌افزار مذکور انتقال پیدا کردند و از دستور ROC برای شناسایی آستانه استفاده شد. پس از شناسایی آستانه با استفاده از ماشین حساب رستری (RasterCalculator) نقشه احتمال پیش‌بینی شده به نقشه باینری تبدیل و سپس مساحت به تفکیک شهرستان‌ها محاسبه گردید. سپس نقشه تمام مناطق مسکونی شامل روستاها، دامداری‌ها، آغل‌ها و بسیاری از ساخته‌های انسان‌ساخت در محدوده استان بزد از نقشه سکونتگاه‌ها استخراج شد؛ و مقدار همپوشانی آن‌ها با نقشه مطلوبیت زیستگاه با استفاده از Select by location در نرم‌افزار ArcMap تهیه گردید.

## نتایج

**اعتبارسنجی مدل:** مقدار AUC برای مدل‌های Domain و Bioclim به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۰/۹۰ محاسبه گردید.

تعداد نقاط حضوری است که در پس از اعمال آستانه مجدد حضور شناسایی شده‌اند (۴۰). از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{رابطه ۲: Sensitivity} = \frac{TP}{TP+FN}$$

TP بیانگری نقاط حضوری است که از پس از اعمال آستانه مجدداً به عنوان نقطه حضور شناسایی شده‌اند و FN نیز بیانگر آن دسته از نقاط حضوری است که به اشتباه بعد از اعمال آستانه به عنوان نقطه شبه عدم حضور شناسایی شده‌اند. تمام مدل‌ها بر اساس وزن مقدار حساسیت با یکدیگر ادغام شدند و مدل اجماع (Ensemble model) حاصل گردید. با استفاده از چارچوب مدل پیش‌بینی اجماعی، هم می‌توان عدم اطمینان‌های (Uncertainty) که در هر مدل وجود دارد را کاهش داد و هم می‌توان کارایی پیش‌بینی تکنیک‌های مختلف مدل‌سازی را افزایش داد (۳).

**اهمیت متغیرهای زیستگاهی:** برای بررسی اهمیت متغیرهای زیستگاهی تمام نقاط حضور و شبه عدم حضور ساخته شده در فرآیند مدل‌سازی وارد مدل جنگل تصادفی شدند. جنگل تصادفی (RF= Random Forest) یک الگوریتم یادگیری ماشین با قابلیت استفاده ساده است که هم برای طبقه‌بندی کردن (Classification) و هم رگرسیون (Regression) مورد استفاده قرار می‌گیرد. RF مجموعه‌ای از درخت‌های هرس نشده که هر درخت با الگوریتم ابزارهای بازگشتی (Recursive partitioning) به دست می‌آید (۲۷). رویکرد جنگل تصادفی مبتنی بر روش جدید ترکیب اطلاعات است که در آن تعداد زیادی درخت تصمیم ایجاد گردیده، سپس تمام درختان باهم برای پیش‌بینی ترکیب می‌شوند (۲). مهم‌ترین ویژگی جنگل‌های تصادفی عملکرد بالای آن‌ها در اندازه‌گیری اهمیت متغیرها برای مشخص کردن اینکه هر متغیر چه نقشی در پیش‌بینی دارد می‌باشد. برای اجرای جنگل تصادفی نقاط حضور و شبه عدم حضور به همراه تمام

مدل‌ها، آنتروپی بیشینه و حداکثر احتمال مقدار رونوشت پایین‌تری داشته‌اند. مقدار AUC برای مدل اجماع نهایی برابر ۰/۹۹ پیش‌بینی شد که با توجه به مقادیر و نوسان این متغیر مقدار مناسبی ارزیابی می‌شود.

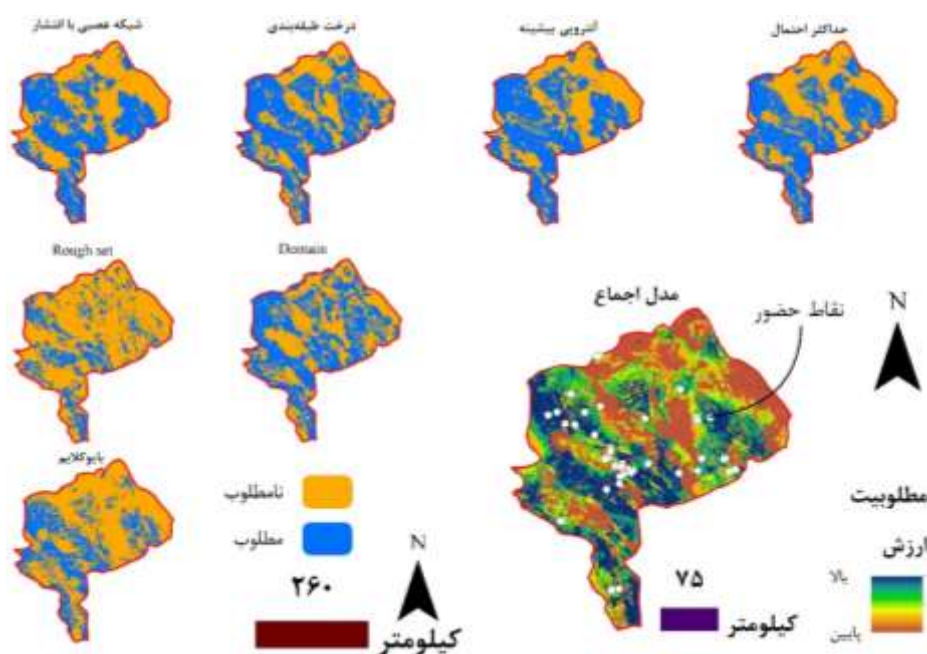
جدول ۱ نتایج حاصل از ارزیابی مدل‌های زیستگاهی مورد استفاده را نمایش می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که مقدار حساسیت برای تمام مدل‌ها مناسب عمل کرده است به‌نحوی که مقدار آن برای مدل‌های Ctree، Roghset و مدل اجماع برابر ۱ محاسبه شده است. در مقایسه با سایر

جدول ۱- ارزیابی مدل‌های طبقه‌ی مورد استفاده در فرآیند مدل‌سازی

مقادیر	Ctree	Bp-ANN	MaxLik	MaxEnt	Rogh set	اجماع
Kappa	۰/۹۵	۰/۹۰	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۹۷	۰/۹۶
حساسیت	۱	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۸۳	۱	۱

همان‌طور که در تصویر مشخص است بخش زیادی از پیش‌بینی‌ها مدل مربوط به شهرستان‌های جنوب غربی استان است و تا حدودی مطلوبیت زیستگاه در بخش‌های میانی و شمال شرقی استان کمتر است.

مدل‌سازی و حساسیت سنجی آن: شکل ۲ نتایج حاصل از مدل‌سازی توزیع را نمایش می‌دهد. در این شکل مدل‌ها منفرد به تفکیک نمایش داده شده‌اند در این اشکال رنگ آبی نشان‌دهنده زیستگاه مطلوب و رنگ نارنجی نشان‌دهنده زیستگاه نامطلوب در سطح استان است



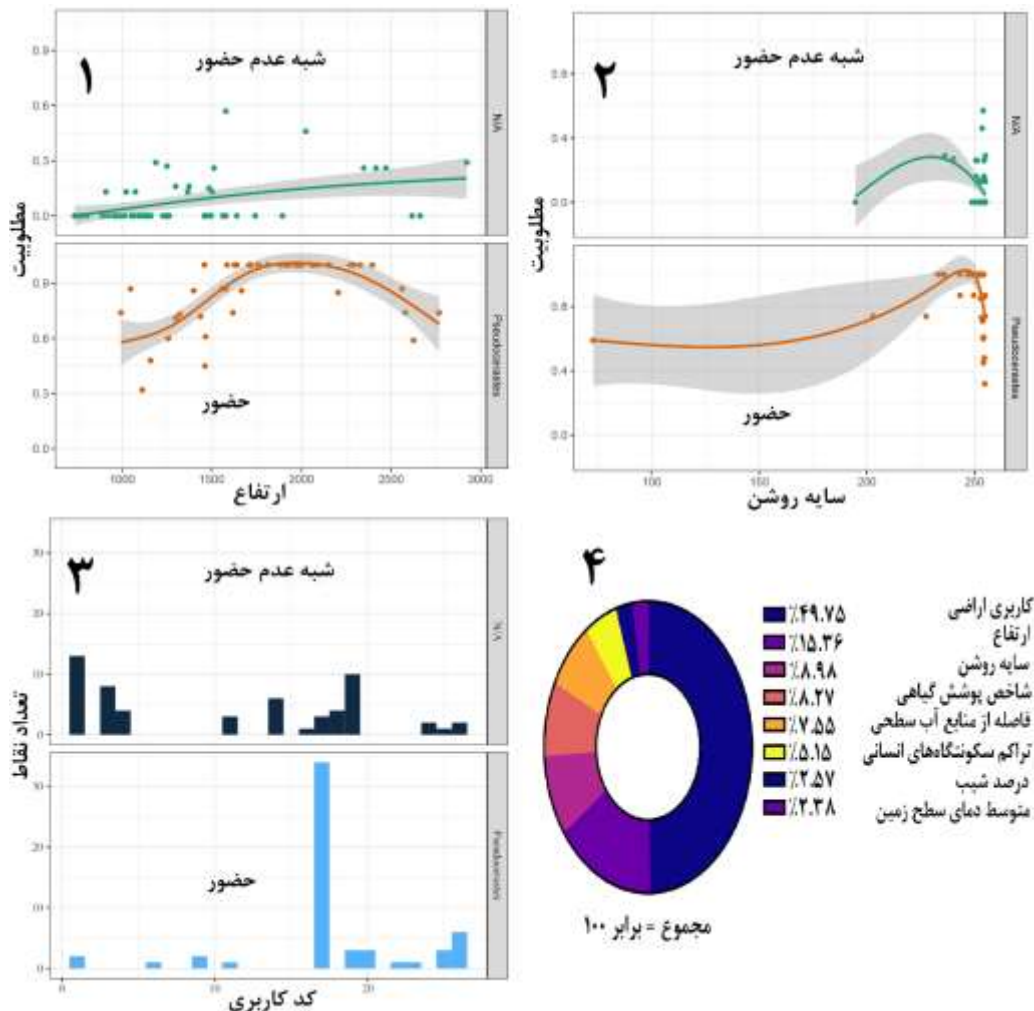
شکل ۲- نقشه مطلوبیت زیستگاه افعی شاخ‌دار با استفاده از مدل‌های منفرد و اجماع

ایرانی داشته‌اند. در شکل، همچنین منحنی پاسخ و مطلوبیت زیستگاه برای نقاط حضور و نقاط شبه عدم حضور نیز به تفکیک نمایش داده شده است. از میان طبقات کاربری/پوشش طبقه مراتع ضعیف بیشترین حضور گونه به

شکل ۳ نتایج حاصل از حساسیت سنجی با استفاده از روش جنگل تصادفی را نمایش می‌دهد. بر اساس نتایج روش جنگل تصادفی، متغیرهای کاربری اراضی، ارتفاع و سایه‌روشن بیشترین تأثیر را بر روی توزیع افعی شاخ‌دار

نشان داد که با افزایش تشعشعات دریافتی، مطلوبیت زیستگاه اضافه می‌شود و مقادیر پایین این متغیر برای گونه مطلوبیت کمی دارند.

ثبت رسید. با افزایش ارتفاع بر مطلوبیت زیستگاه گونه افزوده می‌شود عمده ارتفاع مطلوب برای گونه ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر است اما ارتفاع در نقاط شبه عدم حضور دارای مقادیر پایین‌تری می‌باشند. مقادیر مربوط به سایه‌روشن نیز



شکل ۳- منحنی پاسخ اهمیت ۳ متغیر تأثیرگذار بر روی توزیع افعی شاخ‌دار به تفکیک نقاط حضور/شبه عدم حضور (۱ تا ۳) و حساسیت سنجی مدل (۴)

مارگزیدگی هستند. این شهرستان کمترین آمار سکونتگاه انسانی در معرض آسیب را دارد. این مقدار برای شهرستان تفت برابر ۴۱۳ سکونتگاه است که به نسبت کل استان بیشتری سهم را دارد. نتایج به‌خوبی نشان می‌دهد که تقریباً تمام شهرستان‌های انسان دارای پتانسیل حوض هستند اما شهرستان مهریز با ۷۸/۹۴ درصد بیشترین سهم را نسبت به مرز خود دارد.

**تأثیر در سطح شهرستان:** مقدار شاخص TSS در این بررسی برابر ۰/۲۹ محاسبه شد و در این آستانه حساسیت برابر ۱۰۰ درصد اندازه‌گیری شد. جدول ۲ نتایج حاصل از بررسی و انطباق زیستگاه مطلوب افعی را در شهرستان‌های مختلف استان نمایش می‌دهد. بر اساس این یافته‌ها در شهرستان یزد ۴۸/۵۷ درصد از مساحت کل شهرستان برای گونه دارای زیستگاه مطلوب است و تعداد ۴۱ سکونتگاه انسانی در این شهرستان دارای ریسک آسیب‌پذیری از

جدول ۲- درصد مساحت زیستگاه مطلوب و سکونتگاه‌ها درگیر در زیستگاه مطلوب افعی شاخ‌دار

نام شهرستان	درصد از استان	درصد زیستگاه مطلوب در شهرستان	مناطق مسکونی درگیر
ابركوه	۷/۴۹	۶۶/۱۶	۴۲
اردكان	۳۱/۴۱	۵۱/۶۱	۱۸۰
بهباد	۹/۱۰	۵۸/۰۱	۱۳۳
بافق	۱۱/۴۰	۵۷/۱۳	۸۶
خاتم	۱۱/۰۷	۷۶/۳۴	۸۷
مهریز	۹/۱۶	۷۸/۹۴	۱۳۵
مید	۶/۷۴	۷۳/۹۵	۵۴
صدوق	۲/۵۷	۶۲/۰۸	۹۴
تفت	۷/۶۵	۷۵/۸۶	۴۱۳
یزد	۳/۳۶	۴۸/۵۷	۴۱

## بحث و نتیجه گیری

دشوار می‌سازد. چراکه متغیرهای بیوفیزیکی در مقیاس محلی توزیع گونه را بهتر تشریح می‌کنند (۲۵). از طرفی پیاده‌سازی اقدامات مدیریتی بر روی جمعیت‌ها معمولاً در مقیاس Fine انجام می‌گیرد (۳۳). تمام مدل‌های منفرد اجرا شده در این مطالعه دارای قدرت پیش‌بینی مناسبی بودند و توزیع گونه را به‌خوبی پیش‌بینی کردند. اجماع تمام مدل‌ها با یکدیگر نیز منجر به افزایش کارایی مدل نهایی گردید. مدل آنتروپی بیشینه علیرغم کارایی بالایی آن در مدل‌سازی توزیع، در این مطالعه در مقایسه با سایر مدل‌های با کارایی کمتر عمل کرد یکی از دلایل آن می‌تواند حساسیت این مدل به داده‌های گونه‌های پراکنده در مقابل گونه‌ها نادر باشد (۳۱).

حضور گونه در ارتفاعات مختلف در گستره توزیع خود یکی از نشانه‌های پهنای آشیان بوم‌شناختی گونه است. در استان یزد احتمال حضور گونه در ارتفاع‌های بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر بسیار بالاست به نظر می‌رسد خارج این دامنه ارتفاعی، احتمال حضور گونه کاهش پیدا می‌کند این در حالی است که در کشور عمان متوسط ارتفاع حضور ۵۰۰ متر از سطح آب‌های آزاد گزارش شده است (۱۵). البته برخی از پژوهشگران معتقد هستند که عدم حضور این گونه در ارتفاعات پایین‌تر می‌تواند به دلیل رقابت با *Echis*

سازمان بهداشت جهانی برای کاهش مرگ‌ومیر ناشی از مارگزیدگی به‌اندازه ۵۰ درصد تا ۲۰۳۰ برنامه دارد (۳۸)؛ اما روند تغییرات اقلیم نشان می‌دهد که تغییر می‌تواند بر روی گستره توزیع مارهای سمی مؤثر بوده و در نتیجه احتمال مارگزیدگی نیز افزایش پیدا کند. در این مطالعه برای نخستین بار احتمال مارگزیدگی با استفاده از مدل‌های توزیع در سطح شهرستان یزد برای گونه *Pseudocerastes persicus* مدنظر قرار گرفت که یکی از ۵ مارسمی با گستره انتشار و احتمال بالای گزش در ایران است (۵۰). مطالعات محدودی در خصوص ارزیابی احتمال مارگزیدگی در ایران انجام‌گرفته است. در مطالعه‌ی که توسط Yousefi و همکاران (۲۰۲۰) بر روی بررسی احتمال مارگزیدگی در ایران انجام گرفت گستره آسیب‌رسانی *Pseudocerastes persicus* متفاوت از یافته‌های این مطالعه بود چراکه نواحی محدوده مستعد رخداد مارگزیدگی در استان یزد تنها در شهرستان‌های تفت و بخشی از مهریز پیش‌بینی شده بود (۴۹) که این امر می‌تواند تحت تأثیر نقاط حضور، قدرت تفکیک مکانی و متغیرهای مورد استفاده باشد؛ اما بزرگ‌مقیاس بودن این دسته از مطالعات انطباق یافته‌های آن‌ها را با واقعیت‌ها

نیز در مطالعه Segura و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده شده است (۴۶). با توجه به اینکه پیشه مردم این شهرستان مذکور بیشتر به سمت باغداری و کشاورزی است لذا وجود این رطوبت و آب در باغات و زمین‌های کشاورزی می‌تواند زمینه‌سازی آسیب‌های افعی شاخ‌دار باشد. از طرفی تولیدمثل مارها و آغاز فعالیت آن‌ها نیز منطبق با فصول کشاورزی است (۴۵). دلیل این امر نیز آن است که جفتگیری و تخم‌گذاری باید زمانی صورت بگیرد که نوزادان با کمبود غذا در اواخر تابستان و پاییز مواجه نشوند از این رو بهار و اوایل تابستان بهترین زمان برای تولید مثل خزندگان است (۶). به‌طورکلی گسترش زمین‌های کشاورزی به‌عنوان یک دلیل احتمالی برای مارگزیدگی در ایران است (۴۹).

جمعیت‌های روستایی معمولاً به دلیل دسترسی کمتر به پادزهر و مراکز درمانی معمولاً از آسیب‌پذیرترین بخش جامعه نسبت به مارگزیدگی محسوب می‌شوند (۱۴). سایر شهرستان‌های استان نیز دارای پتانسیل مارگزیدگی هستند به‌طور مثال ۷۸ درصد شهرستان مهریز آشیان بالقوه حضور افعی شاخ‌دار است که به نسبت مساحت کل شهرستان مقدار بالایی است. به‌جز شهرستان یزد باقی شهرستان‌های استان دارای مساحت بالایی از سطح کل شهرستان هستند. شیب‌های بین ۰ تا ۲۰ درصد بالاترین مطلوبیت زیستگاه را برای گونه داشتند و شیب‌های بیش از ۵۰ درصد برای گونه مطلوب نبودند؛ اما تمایل به مناطقی با تشعشعات دریافتی بالا می‌تواند برای گونه به‌منزله توازی بین مناطق گرم و سرد باشد به عبارتی گونه به مناطقی از کوهستان‌ها تمایل دارد که بتوانند بین سرما کوهستان و ارتفاعات و گرمای ناشی از تابش آفتاب یک تعادل ایجاد کند.

وجود پتانسیل بالای مارگزیدگی توسط افعی شاحدار در سطح استان یزد می‌تواند الزام به ایجاد و توسعه برنامه‌های حفاظتی برای گونه و افزایش آگاهی عمومی مردم باشد؛ که یکی از برنامه‌های می‌تواند در کاهش خطرات مارگزیدگی

*carinatus* باشد (۱۳). ارتفاع می‌تواند بر روی نوسان سایر متغیرهای زیستگاهی مانند دما مؤثر باشد. تغییرات دما خود نیز می‌تواند با تأثیر بر روی خواب زمستانی، تغذیه و تولیدمثل بر روی انتخاب زیستگاه مارها مؤثر باشد (۳۹).

گونه از حضور در مناطق پست و به‌دور از پوشش گیاهی و آب اجتناب دارد بنابراین وجود هرگونه منبع آبی و رطوبت که به شکل مستقیم و یا غیرمستقیم توسط پارامتری مختلف محیطی ایجاد شوند در فصول فعالیت گونه به‌ویژه تابستان به‌عنوان یک جاذبه عمل می‌کند از جمله این ساختارها می‌توان به سایه کنار دیوارها، خرابه و آغل‌ها اشاره کرد. به دلیل پهنای بالای آشیان اکولوژیک، گونه توان حضور در تیپ‌های مختلفی زیستگاهی را دارد به‌طور مثال بخش زیادی از زیستگاه در مراتعی با پوشش گیاهی کم تراکم قرار گرفته است اما این گونه در مناطقی با پوشش گیاهی بالا نیز حضور پیدا خواهد کرد. فرآیندهای سازشی از جمله تغییرات تکاملی فراوان در شکل بدن، ادراک شیمیایی و حرارتی، سم و سیستم تولید مثل، در مجموع باعث تمایز مارها از سایر فلس‌داران می‌شود که در مارهای پیشرفته به اوج خود رسیده است (۵). حضور گونه در مجاورت زمین‌های کشاورزی در شهرستان تفت می‌تواند به دلیل تمایل به رطوبت در باغ‌های این شهرستان باشد. بسیار از نقاط ثبت شده حضور گونه در کنار شیرکوه در شهرستان تفت است. این حضور در کنار دره‌ها و مزارع کشاورزی می‌تواند به دلیل بالا بودن احتمال شکار طعمه‌های مانند مارمولک‌ها، جوندگان و پرندگان باشد که در این مناطق حضور دارند. از طرفی حضور گونه در این مناطق به دلیل وجود شاخه درخت برای نشستن (۳۵) می‌تواند با استراتژی شکار افعی‌ها که مبتنی برنشستن و انتظار (sit and wait) است نیز انطباق داشته باشد (۲۴)؛ بنابراین اگرچه افعی شاخ‌دار در انتخاب زیستگاه تخصصی عمل نمی‌کند اما نزدیکی به منابع آب و رطوبت برای این گونه مهم است. این چنین شرایط برای گونه‌های دیگر مانند *Malpolon insignitus* و *Hemorrhhois hippocrepis*

## سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مجموعه اداره محیط‌زیست استان یزد جهت کمک به بازدیدهای میدانی و جمع‌آوری داده‌های موردنیاز این مطالعه کمال سپاسگزاری را دارند. این پژوهش حاصل طرح پژوهشی داخلی دانشگاه اردکان به شماره ۱۴۰۲/۷۷۶۰ می‌باشد.

مهم باشد دستیابی به پادزهر (Antivenom) است (۵۰). نقشه پیش‌بینی شده می‌تواند به استقرار و شناسایی بهداشتی و درمانی مناسب برای معاینه و تجویز پادزهر و سرم برای بیماران مؤثر باشد. در کنار مخاطرات ارزش مطالعات علمی این‌گونه برای در چند سال گذشته بارز شده است که لازم است به این مقوله نیز توجهی خاص گردد.

## منابع

- ۱- اسدی، ع. کابلی، م. احمدی، م. کفاش، ا. نظری زاده، م. بهروز، ر. رجبی زاده، م. ۱۳۹۵. پیش‌بینی حضور جمعیت‌های رلیکت افعی‌های کوهزی جنس *Montivipera* در غرب ایران؛ مدل‌سازی زیستگاه مبتنی بر تجمیع چهار الگوریتم همراه با بازسازی اثرات تغییرات اقلیمی از گذشته تا آینده. فصلنامه محیط‌زیست طبیعی، دوره ۶۹، شماره ۲، صفحات ۳۰۳-۳۲۷.
- ۲- جعفریان، ز. کارگر، م. ۱۳۹۶. مقایسه مدل‌های جنگل تصادفی (RF) و درخت رگرسیون تقویت‌شده (BRT) در پیش‌بینی حضور گونه‌های غالب مرعی در مراتع پلور، مازندران. فصلنامه بوم‌شناسی کاربردی، دوره ۶، شماره ۱، صفحات ۵۵-۴۱.
- ۳- حبیب زاده، ن. حسنعلی زاده، ر. ۱۳۹۶. مدل‌سازی چند مقیاسی از مطلوبیت زیستگاه تغذیه ای کرکس مصری در منطقه حفاظت شده ارسباران. فصلنامه بوم‌شناسی کاربردی، سال ۶، شماره ۳، صفحات ۱۲-۱.
- ۴- زرگان، ج. میرزائی ندوشن، م. ثباتی، ح. گودرزی، ح. حاجی نور محمدی، ا. ابراهیمی، ف. ۱۳۹۹. بررسی اثرات ضد سرطانی و خواص ضد باکتریایی سم خام مار شاخ‌دار ایرانی. کومش، جلد ۲۲، شماره ۳، صفحات ۵۲۸-۵۱۸.
- ۵- شیخ، ی. اورعی، ح. رستگار پویانی، ا. ۱۳۹۸. مطالعه ریخت‌شناسی مارهای منطقه سیستان. مجله پژوهش‌های جانوری، جلد ۳۲، شماره ۴، صفحات ۲۹۱-۲۸۳.
- ۶- صوفی زاده، ا. حجتی، و. کمی، ح.ق. ۱۳۹۴. مطالعه مقدماتی زیست‌شناسی تولید مثل مار چلیپر ماده در استان مازندران. 1854) from the UAE and northern Oman, including a first record from Jebel Hafit. *Tribulus*, 12(1), pp.26-27.
- ۷- قارزی، ا. نظری، آ. عباسی، م. ۱۳۹۲. اثرات مخرب سم مار جعفری (*Echis carinatus*) بر روی بافت و شش و کبد گونه‌ای پرنده. فصلنامه علمی پژوهشی زیست‌شناسی جانوری، سال ۵، شماره ۳، صفحات ۵۸-۵۱.
- ۸- قلیچی سلخ، آ. کمی، ح. رجبی زاده، م. ۱۳۹۸. مدل‌سازی پراکنش افعی قفقازی (*Gloydius halys caucasicus*) در ایران. فصلنامه محیط‌زیست جانوری، سال ۱۰، شماره ۲، صفحات ۱۴۰-۱۴۶.
- ۹- کرمی، پ. ۱۴۰۰. شناسایی و تحلیل توزیع نواحی داغ زیستگاهی مهره‌داران شاخص از منظر سیمای سرزمین در استان کرمانشاه. رساله مقطع دکتری محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر. ۴۲۱ صفحه.
- ۱۰- کرمی، پ. شایسته، ک. کرمی، ا. حسینی، س.م. ۱۳۹۷. شناسایی دالان‌های زیستگاهی گوسفند وحشی ارمنی (*Ovis orientalis*) در بستر سیمای سرزمین مبتنی بر تئوری مدار الکتریکی (مطالعه موردی: مناطق لشگر در و گلپر آباد). فصلنامه پژوهش‌های جانوری، جلد ۳۱، شماره ۳، صفحات ۳۳۰-۳۱۶.
- ۱۱- لطیفی، م. ۱۳۷۱. مارهای ایران. انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست. ۲۳۱ صفحه.
- 12- Anand, S. and Radhakrishna, S., 2017. Investigating trends in human-wildlife conflict: is conflict escalation real or imagined?. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 10(2), pp.154-161.
- 13- Cunningham, P., 2002. Review of the False Horned Viper (Dumeril, Bibron & Dumeril,

- 14- de Castañeda, R.R., Bolon, I. and Gutiérrez, J.M., 2022. A transdisciplinary approach to snakebite envenoming. *Toxicon: X*, 13.
- 15- de Pous, P., Simó-Riudalbas, M., Els, J., Jayasinghe, S., Amat, F. and Carranza, S., 2016. Phylogeny and biogeography of Arabian populations of the Persian horned viper *Pseudocerastes persicus* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854). *Zoology in the Middle East*, 62(3), pp.231-238.
- 16- Dehghani, R., Rabani, D., Shahi, M.P., Jazayeri, M. and Bidgoli, M.S., 2012. Incidence of snake bites in Kashan, Iran during an eight year period (2004-2011). *Archives of trauma research*, 1(2), p.67.
- 17- Farzaneh, E., Fouladi, N., Shafae, Y., Mirzamohammadi, Z., Naslseraji, F. and Mehrpour, O., 2017. Epidemiological study of snakebites in Ardabil Province (Iran). *Electronic physician*, 9(3), p.3986.
- 18- Fathinia, B., Rastegar-Pouyani, N., Rastegar-Pouyani, E., Todehdehghan, F. and Amiri, F., 2015. Avian deception using an elaborate caudal lure in *Pseudocerastes urarachnoides* (Serpentes: Viperidae). *Amphibia-Reptilia*, 36(3), pp.223-231.
- 19- Fourcade, Y., Engler, J.O., Rödder, D. and Secondi, J., 2014. Mapping species distributions with MAXENT using a geographically biased sample of presence data: a performance assessment of methods for correcting sampling bias. *PloS one*, 9(5), p.e97122.
- 20- Gasperetti J., 1988. Fauna of Saudi Arabia. Vol 9: Snakes of Arabia. Riyadh (Saudi Arabia): Nat. Comm. for Wildlife Conservation and Development (NCWCD). Pp 169-372.
- 21- Glaudas, X., 2021. Proximity between humans and a highly medically significant snake, Russell's viper, in a tropical rural community. *Ecological Applications*. 31 (4), e02330.
- 22- Goldstein, E., Erinjery, J.J., Martin, G., Kasturiratne, A., Ediriweera, D.S., de Silva, H.J., Diggle, P., Laloo, D.G., Murray, K.A., Iwamura, T., 2021. Integrating human behavior and snake ecology with agent-based models to predict snakebite in high risk landscapes. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 15 (1), e0009047 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009047>.
- 23- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, pp.18-27.
- 24- Gower, D., Garrett, K., and Stafford, P., 2012. Snakes. Natural History Museum, London.
- 25- Guisan, A. and Hofer, U., 2003. Predicting reptile distributions at the mesoscale: relation to climate and topography. *Journal of Biogeography*, 30(8), pp.1233-1243.
- 26- Gutiérrez, J.M., Calvete, J.J., Habib, A.G., Harrison, R.A., Williams, D.J. and Warrell, D.A., 2017. Snakebite envenoming. *Nature reviews Disease primers*, 3(1), pp.1-21.
- 27- Hastie, T. J., Tibshirani, R. J., and Friedman, J. H. 2001. The Elements of Statistical Learning. New York, NY: Springer.
- 28- Hifumi, T., Sakai, A., Kondo, Y., Yamamoto, A., Morine, N., Ato, M., Shibayama, K., Umezawa, K., Kiriu, N., Kato, H. and Koido, Y., 2015. Venomous snake bites: clinical diagnosis and treatment. *Journal of intensive care*, 3(1), pp.1-9.
- 29- ITIS .2018. Integrated Taxonomic Information System. Retrieved 10 August 2018.
- 30- Jarwani, B., Jadav, P. and Madaiya, M., 2013. Demographic, epidemiologic and clinical profile of snake bite cases, presented to Emergency Medicine department, Ahmedabad, Gujarat. *Journal of emergencies, trauma, and shock*, 6(3), p.199.
- 31- Kalboussi, M. and Achour, H., 2018. Modelling the spatial distribution of snake species in northwestern Tunisia using maximum entropy (Maxent) and Geographic Information System (GIS). *Journal of Forestry Research*, 29, pp.233-245.
- 32- Kang, C., Kim, D.H., Kim, S.C., Kim, D.S. and Jeong, C.Y., 2014. Atraumatic splenic rupture after coagulopathy owing to a snakebite. *Wilderness & Environmental Medicine*, 25(3), pp.325-328.
- 33- Karami, P., Tavakoli, S. and Esmaeili, M., 2023. Fine-scale habitat suitability and connectivity analysis for the core populations of Yellow-spotted mountain pond-breeding newt (*Neurergus derjugini*) in the west of Iran and east of Iraq. *Global Ecology and Conservation*, 43, p.e02429.
- 34- Kazemi, S.M., Jahan-Mahin, M.H., Zangi, B., Khozani, R.S. and Warrell, D.A., 2023. A case of envenoming by a Persian false-horned viper *Pseudocerastes persicus* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) (Serpentes: Viperidae) in Southeastern Iran. *Toxicon*, 223, p.107009.

- 35- Li, J.L. 1995. China Snake Island. Liaoning Science and Technology Press, Dalian.
- 36- Loren, A. C., De Siqueria, M. F., De Giovanni, R., Carvalho, A. C. L. F. and Parti, R. 2008. Potential distribution modelling using Machine Learning. Proceedings of the 21st international conference on Industrial, Engineering and other Applications of Applied Intelligent Systems: New Frontiers in Applied Artificial Intelligence, 5027, 255-264.
- 37- Madden, F., 2004. Creating coexistence between humans and wildlife: global perspectives on local efforts to address human-wildlife conflict. *Human Dimensions of Wildlife*, 9, 247-257.
- 38- Malhotra, A., Wüster, W., Owens, J.B., Hodges, C.W., Jesudasan, A., Ch, G., Kartik, A., Christopher, P., Louies, J., Naik, H. and Santra, V., 2021. Promoting co-existence between humans and venomous snakes through increasing the herpetological knowledge base. *Toxicon: X*, 12, p.100081.
- 39- Moon, Y., Kim, C., Yoon, S. and Kang, W., 2023. Identification of Risk Areas for Gloydius Snakebites in South Korea. *Animals*, 13(12), p.1959.
- 40- Morovati, M., Karami, P. and Bahadori Amjas, F., 2020. Accessing habitat suitability and connectivity for the westernmost population of Asian black bear (*Ursus thibetanus gedrosianus*, Blanford, 1877) based on climate changes scenarios in Iran. *PLoS one*, 15(11), p.e0242432.
- 41- Murray, K.A., Martin, G. and Iwamura, T., 2020. Focus on snake ecology to fight snakebite. *The Lancet*, 395(10220), p.e14.
- 42- Musah, Y., Ameade, E.P., Attuquayefio, D.K. and Holbech, L.H., 2019. Epidemiology, ecology and human perceptions of snakebites in a savanna community of northern Ghana. *PLoS neglected tropical diseases*, 13(8), p.e0007221.
- 43- Oghabian, Z., Ebrahimi, F., Farhadpour, S., Shojaepour, S. and Dehghani, R., 2022. Clinical Manifestation of Snakebite in Patients Referred to Afzalipour Hospital in Kerman-Southeastern Iran. *Asia Pacific Journal of Medical Toxicology*, 11(4).
- 44- Ogura, Y., Fukuchi, K., Morimoto, H., Yuki, T., Otsuka, M., Shimauchi, T., Honda, T. and Tokura, Y., 2022. Elevation of circulating neutrophil extracellular traps, interleukin (IL)-8, IL-22, and vascular endothelial growth factor in patients with venomous snake mamushi (*Gloydius blomhoffii*) bites. *The Journal of Dermatology*, 49(1), pp.124-132.
- 45- Rai, A., Chettri, M., Dewan, S., Khandelwal, B. and Chettri, B., 2021. Epidemiological study of snakebite cases in Sikkim: Risk modeling with regard to the habitat suitability of common venomous snakes. *PLoS neglected tropical diseases*, 15(11), p.e0009800.
- 46- Segura, C., Feriche, M., Pleguezuelos, J.M. and Santos, X., 2007. Specialist and generalist species in habitat use: implications for conservation assessment in snakes. *Journal of Natural History*, 41(41-44), pp.2765-2774.
- 47- Sumitha, P.S. and Shaharban, V., 2022. Economic Impact of Wild Animal Conflict on Agricultural Sector-A Study in Wayanad District, Kerala, India. *Asian Journal of Research and Review in Agriculture*, pp.17-25.
- 48- WHO, 2017. Report of the Tenth Meeting of the WHO Strategic and Technical Advisory Group for Neglected Tropical Diseases. World Health Organization, Geneva.
- 49- Yousefi, M., Kafash, A., Khani, A. and Nabati, N., 2020. Applying species distribution models in public health research by predicting snakebite risk using venomous snakes' habitat suitability as an indicating factor. *Scientific Reports*, 10(1), p.18073.
- 50- Yousefi, M., Yousefkhani, S.H., Grünig, M., Kafash, A., Rajabizadeh, M. and Pouyani, E.R., 2023. Identifying high snakebite risk area under climate change for community education and antivenom distribution. *Scientific Reports*, 13(1), p.8191.
- 51- Zacarias, D. and Loyola, R., 2019. Climate change impacts on the distribution of venomous snakes and snakebite risk in Mozambique. *Climatic Change*, 152(1), pp.195-207.

# Spatial analysis of areas prone to conflict with reptiles in Yazd province

## Case study: *Pseudocerastes persicus*

Karami P.<sup>1</sup>, Morovati M.<sup>2,3\*</sup> and Zare khourmizi M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Environmental Sciences, Malayer University, Malayer, I.R. of Iran.

<sup>2</sup> Dept. of Environmental Sciences & Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, I.R. of Iran

<sup>3</sup> Water, Energy and Environment Research Institute, Ardakan University, P.O.Box184, Ardakan, I.R. of Iran

<sup>4</sup> Yazd Porvincial Office of Dept. of Environment, Yazd, I.R. of Iran

### Abstract

Snakebite as a conflict with reptiles is effective on public health. Identifying the range of distribution of poisonous snakes can help to plan to reduce the possibility of snakebite and also to plan to deal with it. This study was carried out with the aim of evaluating the distribution of Iranian horned vipers in Yazd province and also the possibility of conflicts and snake bites in the province. In this regard, Field visits according to the activity of the species were carried out in the spring to autumn seasons of 2019-2023 in all regions of the province and the Presence Points were collected. then the habitat of the species was modeled using Domian and Bioclim presence only methods. The output from these models was used to prepare pseudo-absence points. Finally, by combining the findings of 8 models, the species distribution in the province was obtained. The effect of habitat variables on the distribution was calculated using the random forest model. To check the vulnerability and area of the habitat in each city, the true skill statistic (TSS) threshold was used on the suitability map, and finally, the number of local communities involved in the conflict was identified. The findings showed that the single models used in modeling were successful. AUC was calculated as 0.93 and 0.90 for Bioclim and Domain models, respectively. The sensitivity and AUC for the Ensembl model were calculated as 0.98 and 0.99, respectively. Land use, altitude and Hillshade have the greatest effect on the presence of the species. 75.86% of Taft county and 413 human settlements in it are at risk of snakebite. The settlements of Bahabad and Ardakan are also in the next ranks. The presence of moisture and water and vegetation cover can increase the probability of horned viper presence in gardens and fields. The prediction map of this study can be considered for the implementation of health and safety programs against snakebite.

**Key words:** Management, Human Societies, Conflict, Protected areas, snakebite