مدل‌سازی پراکنش افعی قفقازی (*Gloydius halys caucasicus*) در ایران

- **آیجمال قلیچی‌سلخ:** گروه زیست شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران، صندوق‌پستی: ۱۵۵
- **حاجی‌قلی کمی*:** گروه زیست شناسی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران، صندوق‌پستی: ۱۵۵
- **مهدی رجبی‌زاده:** گروه مطالعاتی خزندگان فلات ایران، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۷

چکیده

افعی قفقازی (*Gloydius halys caucasicus*) تنها گونه از زیرخانواده Crotalinae در ایران است که در مناطق ساحلی ایران، بین کوه‌های البرز و دریای خزر یافت می‌شود. تاکنون مطالعاتی در زمینه دوشکلی جنسی، عدم تقارن فلس‌ها در ناحیه سر، بررسی صفات مورفولوژیک، مریستیک و مورفومتریک و هم‌چنین بررسی صفات مریستیک نامتقارن انجام شده است. اما در ایران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه مطلوبیت زیستگاه افعی قفقازی انجام نشده است که در این پژوهش مورد توجه قرار خواهد گرفت. در این مطالعه با استفاده از نقاط حضور گونه به‌دست آمده از کتاب‌ها، مقالات و نمونه‌های موجود در موزه‌ها و کلکسیون‌های شخصی و ۱۹ لایه زیست اقلیمی با مدل Maxent الگوی پراکنش جغرافیایی بالقوه افعی قفقازی در ایران پیش‌بینی شد. سپس نقشه مطلوب‌ترین مناطق پراکنش با استفاده از Maxent تهیه گردید و اهمیت نسبی متغیرها براساس آزمون جک‌نایف حاصل از Maxent ارزیابی شد. در نهایت شاخص صحت‌سنجی مدل‌سازی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد پراکنش کلی افعی قفقازی مناطق ساحلی ایران را شامل می‌شود که مطلوب‌ترین مناطق پراکنش بالقوه افعی قفقازی در ایران با نقاط حضور ثبت شده برای این گونه در ایران مطابقت دارد. پیش‌بینی پراکنش افعی قفقازی و وضعیت زیستگاه‌های تحت اشغال آن‌ها در مشخص کردن مباحث حفاظتی دارای اهمیت است.

کلمات کلیدی: افعی قفقازی، *Gloydius halys caucasicus*، ایران، Maxent، پراکنش

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hgkami2000@yahoo.com

مقدمه

تنوع زیستی بنیان حیات وحش را تشکیل می‌دهد و شامل بوم‌سازگان، پروسه‌های اکولوژیکی و تمامی گونه‌ها است (Primack، ۲۰۰۲). با وجود این‌که تنوع زیستی دارای اهمیت زیادی برای انسان است اما با مشکلات متعددی روبه‌رو است که از مهم‌ترین آن‌ها قطعه‌قطعه شدن زیستگاه‌هاست و در معرض خطر کاهش قرار گرفته است (Dobson، ۱۹۹۶). بنابراین شناسایی مناطق شایسته برای حفاظت به‌منظور نجات آخرین زیستگاه‌های مناسب و جمعیت‌های باقی‌مانده یکی از ضروری‌ترین اقدامات در حفاظت از تنوع زیستی به‌شمار می‌آید (Margules و Pressey، ۲۰۰۰). اما باید مدنظر داشت که مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای یافتن زیستگاه‌های مناسب برای مطالعه گونه‌های مختلف اکوسیستم در مقیاس‌های بزرگ به‌خاطر کمبود اطلاعات از وضعیت زیستگاه‌ها و گونه‌ها دشوار است (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰; Guisan و Thuiller، ۲۰۰۵). باتوجه به این‌که یکی از راه‌های کاهش تخریب زیستگاه‌ها حفاظت از محدوده توزیع است بنابراین محققان برای این‌کار فنون مدل‌سازی زیستگاه‌ها را براساس رابطه بین گونه و زیستگاه ابداع کردند (Gibson و همکاران، ۲۰۰۳). که این فرآیند مدل‌سازی زیستگاه‌ها از سال ۱۹۷۰ تاکنون به‌عنوان ابزاری مناسب برای مدیریت حیات‌وحش معرفی شده‌است (Anderson و همکاران، ۲۰۰۳; Mack و همکاران، ۱۹۹۷). امروزه از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها به‌منظور شناسایی زیستگاه‌های مطلوب، پیش‌بینی حضور جمعیت‌های ناشناخته و کمیاب در مناطق دور از دسترس و هم‌چنین تحت سناریوهای تغییراقلیم به‌عنوان ابزاری دقیق، سریع و کم‌هزینه استفاده می‌شود (Kafash و همکاران، ۲۰۱۴؛ Williams و همکاران، ۲۰۰۹؛ Kumar و Stohlgren، ۲۰۰۹). این مدل‌ها به ۲ گروه کلی تقسیم می‌شوند. گروهی که برای مدل‌سازی به داده‌های حضور و عدم حضور وابسته است و گروهی که تنها به داده‌های حضور وابسته است (وارسته‌مرادی و سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۰). بنابراین مناطقی که توسط مدل ارزیابی می‌شوند، مناطق دارای پتانسیل برای حضور گونه است، یا در حال حاضر توسط گونه مربوطه اشغال شده و یا در آینده اشغال خواهند شد (Anderson و همکاران، ۲۰۰۳؛ Lorena و همکاران ۲۰۰۸). ماکزیمم آنتروپی (Maxent) یکی از روش‌های مدل‌سازی توزیع گونه‌ها است که از داده‌های فقط حضور استفاده می‌کند و به‌دلیل توان پیش‌بینی بالا با وجود تعداد کم نقاط حضور، هم‌چنین به‌دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه مطالعه، به گستردگی مورد استفاده محققان قرار گرفته است (Witing ;و همکاران، ۲۰۱۰؛ Baasch و همکاران، ۲۰۱۰؛ Hoffman و همکاران، ۲۰۰۸؛ Warren و همکاران، ۲۰۱۱؛ Adjaye، ۲۰۱۱؛ Bassi و همکاران، ۲۰۱۵). افعی قفقازی با نام علمی *Gloydius halys* تنها گونه از زیرخانواده کروتالینه در ایران است (شکل ۱). *G. halys* ارتباط نزدیکی با *G. intermedius* دارد که یکی دیگر از گونه‌های *Gloydius* است. هر دو گونه براساس حضور یا عدم حضور حفره‌های اپیکالی در فلس‌های پشتی به تعدادی زیرگونه تقسیم شده‌اند (Gloyd و Conant، ۱۹۸۲، ۱۹۹۰؛ Nilson، ۱۹۸۳). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این ویژگی در طبقه‌بندی این گونه مفید نیست (Orlov و Barabanov، ۱۹۹۹) زیرا حضور یا عدم حضور حفره‌های اپیکالی می‌تواند به‌دلیل مراحل مختلف پوست‌اندازی خنثی شود (Isogawa، ۱۹۹۵).

الف)

ب)

شکل ۱: افعی قفقازی. الف) فرم خاکستری، استان گلستان، جهان‌نما، منطقه قلقلی. ب) فرم قهوه‌ای، ۷کیلومتری جنوب نکاء. عکس‌ها از: کمی

پراکنش *G.h. caucasicus* در جنوب‌شرقی آذربایجان (کوه‌های تالش)، جنوب ترکمنستان (کوه‌های کپه‌داغ)، شمال ایران و شمال افغانستان (Nikolsky، ۱۹۱۶؛ Chernov، ۱۹۳۴؛ Terentjev و Chernov، ۱۹۴۹؛ Ataev، ۱۹۸۵؛ Ananjeva، Borkin، Darevsky و Orlov، ۱۹۹۸) و در ایران شامل استان‌های سمنان،

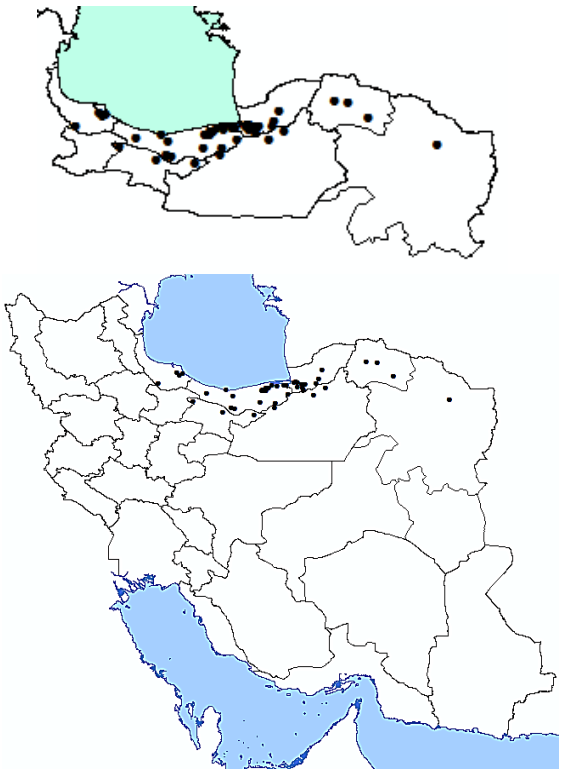
تهران، قزوین، گیلان، مازندران، گلستان، خراسان رضوی و خراسان شمالی می‌باشد (Safaei-Mahroo و همکاران، ۲۰۱۵). ساکن انواع زیستگاه‌هاست ولی اغلب در جنگل‌ها و کوه‌های استپی یافت می‌شود (Russel و Campbell، ۲۰۱۵). مطالعات جمعیتی از *G.h. caucasicus* نشان داد که ممکن است بیش از یک تاکسون (گونه یا زیرگونه) در ایران باشد (Rajabizadeh و Kami، ۲۰۰۷؛ Khani و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به این‌که تاکنون هیچ مطالعه‌ای بر روی مطلوبیت زیستگاه و پراکنش افعی قفقازی صورت نگرفته است، این مطالعه به‌دنبال ارزیابی مطلوبیت زیستگاه و مدل‌سازی پراکنش فعلی و آینده افعی قفقازی جهت بررسی اثر زمین گرمایی در وضعیت حفاظتی افعی قفقازی است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از نرم‌افزارهای Maxent به‌منظور تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه افعی قفقازی و از GIS برای تعیین همبستگی و هم‌چنین ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به نرم‌افزار مکسنت استفاده شد. هم‌چنین برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها در مقیاس‌های وسیع استفاده از متغیرهای زیست اقلیمی می‌تواند بسیار سودمند باشد.

آماده‌سازی داده‌های حضور افعی قفقازی و متغیرهای زیستگاهی: نقاط حضور افعی قفقازی (شکل ۲) با استفاده از کتاب‌ها، مقالات و نمونه‌های موجود در موزه‌ها و کلکسیون‌های شخصی جمع‌آوری و سپس نقاط به‌دست آمده در محیط GIS وارد گردید و به‌صورت نقشه درآمدند. در این مطالعه از ۱۹ متغیر آب و هوایی حاصل از بانک اطلاعاتی Worldclim (Hijman و همکاران، ۲۰۰۵) استفاده شد. متغیرهای اقلیمی دانلود شده وارد محیط GIS گردید و برای ورود به نرم‌افزار مکسنت به فرمت ASCII تبدیل شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار مکسنت استفاده شد. این نرم‌افزار با استفاده از رویکرد آنتروپی بیشینه داده‌های حضور را با داده‌های متغیرهای محیطی مقایسه می‌کند (Philips و همکاران، ۲۰۰۶). هر کدام از متغیرهای پیش‌بینی شده با استفاده از آزمون جک‌نایف مورد ارزیابی قرار گرفته و درجه اهمیت آن متغیر مشخص می‌شود. در نهایت، با استفاده از تجزیه‌وتحلیل ضریب همبستگی پیرسون برای پیدا کردن متغیرهایی که بسیار همبسته هستند استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد این مدل از منحنی ROC و AUC استفاده می‌شود. ROC یکی از روش‌های متداول آماری است که به‌طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود (Elith و همکاران، ۲۰۱۱). شاخص سطح زیرمنحنی (AUC)، یک شاخص کمی برای نمایش کارایی و قدرت پیش‌بینی مدل است (Philips و همکاران، ۲۰۰۴). دامنه شاخص AUC بین صفر و یک است که یک نشان‌دهنده قابلیت بالای پیش‌بینی مدل و صفر نشان دهنده تصادفی بودن مدل و ضعف آن است (Philips و همکاران، ۲۰۰۶).



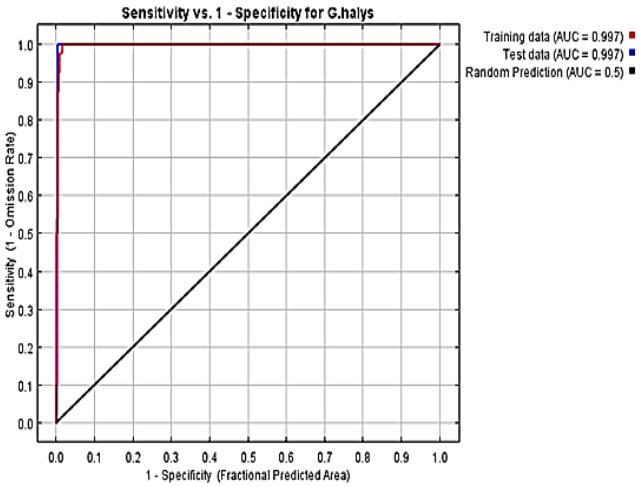
شکل ۲: نقشه نقاط حضور افعی قفقازی

حساسیت‌سنجی مدل: خروجی دیگر نرم‌افزار مکسنت، آزمون جک‌نایف می‌باشد. اهمیت نسبی متغیرهای زیست‌محیطی برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها در مدل مکسنت براساس آزمون جک‌نایف و ضریب همبستگی پیرسون تعیین می‌شود. آزمون جک‌نایف نشان می‌دهد که اگر یک متغیر حذف و یا به تنهایی مورداستفاده قرار گیرد تا چه اندازه بر روی کارایی مدل اثر می‌گذارد. ضریب همبستگی پیرسون میزان همبستگی خطی بین دو متغیر تصادفی را می‌سنجد.

منحنی پاسخ: میانگین پاسخ گونه را نسبت به متغیرهای محیطی بعد از ده بار تکرار نشان می‌دهد. با استفاده از مدل مکسنت برای هریک از متغیرهای محیطی منحنی پاسخ وجود دارد. در نمودار، محور x ارزش هر متغیر و محور y احتمال حضور و یا مطلوبیت را نشان می‌دهد.

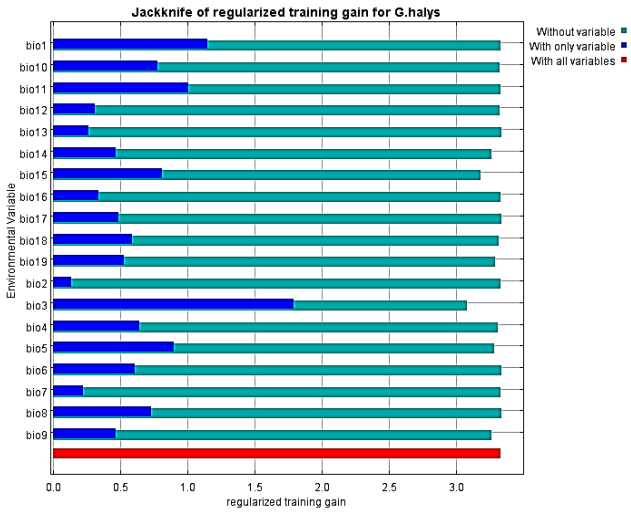
نتایج

در این مطالعه مقدار شاخص AUC حدود ۰/۹۹۷ است که این نشان‌دهنده توانایی بالای مدل در پیش‌بینی پراکنش افعی قفقازی می‌باشد (شکل ۳).



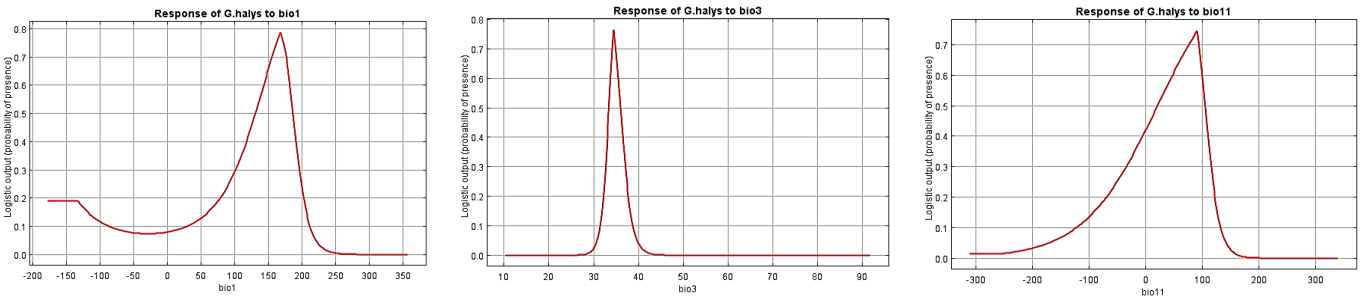
شکل ۳: منحنی ROC

با استفاده از ضرایب همبستگی کم‌تر از ۰/۸۵، ۰/۹ و همه متغیرهای محیطی مدل‌سازی تکرار شد که براساس نتایج مدل‌سازی، عملکرد مدل با تمام متغیرها نتیجه مطلوبی به‌همراه داشت. بنابراین، در این مطالعه از تمام متغیرها برای مدل‌سازی استفاده شد. نتیجه آزمون جک‌نایف (شکل ۴) نشان می‌دهد که متغیر زیست‌محیطی با بالاترین Training gain موقع استفاده برای تفکیک، متغیر هم‌گرما (Bio ۳) است که برهمین اساس مشخص می‌شود که از بیش‌ترین اطلاعات مفید برخوردار است. هم‌چنین، متغیر زیست‌محیطی که بیش‌ترین کاهش را در هنگام حذف آن به‌دست می‌آورد متغیر هم‌گرما (Bio ۳) است که مشخص می‌شود دارای بیش‌ترین اطلاعات منحصربه‌فرد است که در سایر متغیرها وجود ندارد. میزان مشارکت متغیرها در مدل مکسنت نشان می‌دهد که متغیر زیست‌محیطی هم‌گرما (Bio۳) بالاترین درصد مشارکت‌نسبی(۲۴/۷٪)رابه‌خود اختصاص داده است و متغیرهای میانگین دمای سالانه (Bio ۱) و میانگین دمای سردترین فصل (Bio ۱۱) دارای مشارکت بالایی هستند.

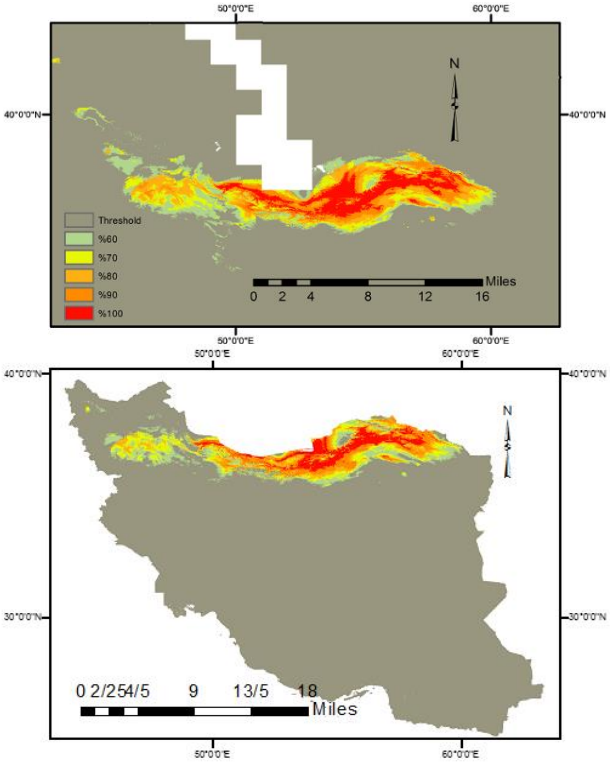


شکل ۴: اهمیت متغیرها برای افعی قفقازی براساس آزمون جک‌نایف

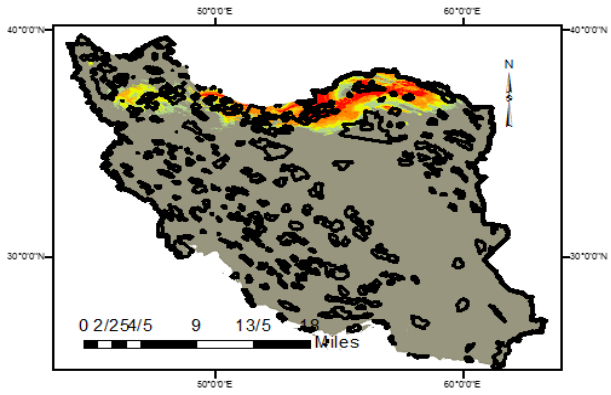
شکل ۵ منحنی پاسخ متغیرهای هم‌گرما (Bio ۳)، میانگین دمای سالانه (Bio ۱) و میانگین دمای سردترین فصل (Bio ۱۱) را نشان می‌دهد که براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین تاثیر را در انتخاب زیستگاه مطلوب گونه داشته‌اند. نقشه مطلوبیت زیستگاه افعی قفقازی با توجه به متغیرهای درنظر گرفته شده و نقاط حضور گونه با مدل مکسنت تولید شد (شکل ۶). همان‌گونه که در نقشه مشخص است، قسمت‌های شمال ایران از مطلوبیت بیش‌تری برخوردارند.



شکل ۵: منحنی پاسخ به متغیرهای bio۱، bio ۳، bio۱۱



شکل ۶: نقشه مطلوبیت زیستگاه افعی قفقازی



شکل ۷: نقشه تطابق مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیطزیست با زیستگاه‌های دارای مطلوبیت افعی قفقازی

بحث

در این پژوهش مدل مطلوبیت زیستگاه افعی قفقازی در ایران با استفاده از Maxent تهیه شد. Maxent یکی از روش‌های مدل سازی توزیع گونه‌ها است که از داده‌های فقط حضور استفاده می‌کند و به‌نظر می‌رسد نتایج حاصل از این مدل‌سازی امر حفاظت را برای مدیران حیات‌وحش آسان‌تر نماید. نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد که متغیرهای اقلیمی مهم‌ترین متغیرها در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه است. آزمون جک‌نایف نیز نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی کننده مدل، متغیر هم‌گرما (bio ۳)، میانگین دمای سالانه (bio ۱) و میانگین دمای سردترین فصل (bio ۱۱) هستند. متغیرهای اقلیمی استفاده شده در مدل نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب افعی قفقازی در ارتباط با دما است. بیش‌ترین نقاط شناسایی و ثبت شده به‌عنوان نقاط حضور افعی قفقازی، در مناطق ساحلی ایران قرار داشتند. از آن‌جایی‌که متغیر هم‌گرما (bio ۳) بیش‌ترین تاثیر را در انتخاب زیستگاه مطلوب گونه داشت، نتایج پاسخ گونه با متغیر هم‌گرما (bio ۳) (شکل ۵) نشان داد که با افزایش درجه حرارت از مطلوبیت زیستگاه کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، زیستگاه مطلوب گونه تا درجه حرارت ۳۵ درصد دارای مطلوبیت بالایی است و از این درجه حرارت به بعد از مطلوبیت زیستگاه کاسته می‌شود. بنابراین، شگفت‌آور نیست که مناطق ساحلی برای افعی قفقازی بیش‌ترین تناسب را داشتند. نتایج پاسخ گونه با متغیر میانگین دمای سالانه (bio ۱) نشان داد که تنها در محدوده کوتاهی از دما (بین ۲۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد) دارای مطلوبیت بالایی است. براساس این نمودار افعی قفقازی زیستگاه‌های بادمای متوسط سالانه ۲۰-۱۰ درجه سانتی‌گراد را ترجیح می‌دهند و در کوه‌های بلند با دمای متوسط سالانه کم‌تر از ۱۰ درجه و هم‌چنین در نواحی کوهستانی مجاور دشت‌های مرکزی ایران با دمای بالاتر از ۲۰ درجه وجود ندارند. در نهایت، منحنی پاسخ گونه به متغیر میانگین دمای سردترین فصل (bio ۱۱) نشان می‌دهد که مطلوبیت تا حدود ۹/۵ درجه با یک شیب ملایم افزایش و از ۹/۵-۱۰ درجه به‌صورت خطی کاهش می‌یابد. بنابراین، افعی قفقازی تنها در مناطقی با محدوده دمایی ۹/۵-۰ درجه دارای مطلوبیت بالایی است و این مناطق جزء مناطق ساحلی می‌باشد.

Bombi و همکاران (۲۰۰۹) در مدل‌سازی گونه *Archaeolacerta bedriagae* نتیجه‌گیری کردند که متغیرهای حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال (bio ۵)، هم‌گرما (bio ۳) و بارش فصلی (bio۱۵) مهم‌ترین متغیرها در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه است. علاوه‌براین، فداکار و همکاران (۱۳۹۵) در مدل‌سازی گونه آگامای سروزغی تورانی مشاهده کردند مهم‌ترین متغیرها برای پیش‌بینی پراکنش آگامای سروزغی تورانی با مدل Maxent، متغیرهای کم‌ترین دمای سردترین ماه (bio۶)، میانگین دمای سردترین فصل (bio ۱۱) و بارندگی خشک‌ترین فصل (bio ۱۷) هستند.

هم‌چنین تندوران‌زنگنه و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه سمندر لرستانی براساس پیش‌بینی مدل مشاهده کردند مهم‌ترین متغیرهای کلان برای سمندر لرستانی میزان بارش سالانه (bio ۱۲)، میزان بارش فصلی (bio۱۵) و میانگین درجه‌حرارت سالانه (bio ۱) است. این موضوع با نتایج این پژوهش که نشان می‌دهد متغیر هم‌گرما، میانگین دمای سالانه و میانگین دمای سردترین فصل مهم‌ترین متغیرها برای تعیین مطلوبیت زیستگاه‌های افعی قفقازی هستند، هم‌خوانی دارد. باتوجه به یافته‌های پژوهش حاضر نتایج حاکی از آن بود که فراوانی افعی قفقازی در موقعیت‌های ساحلی نسبت به کوهستانی بیش‌تر بود که می‌توان چنین بیان نمود که علت این امر ناشی از سازگاری گونه موردنظر به آب و هوای معتدل می‌باشد که این نتایج با یافته‌های حاصل از پژوهش Russel و Campbell(۲۰۱۵) هم‌سو بود.

از سوی دیگر با نتایج اسدی و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه افعی کوه‌زی که این گونه در دامنه‌های پرشیب کوهستان‌های سرد یافت می‌شوند، هم‌خوانی ندارد. پیش‌بینی پراکنش افعی قفقازی و وضعیت زیستگاه‌های تحت اشغال آن‌ها در مشخص کردن مباحث حفاظتی دارای اهمیت است.

براساس نقشه تطابق مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست با زیستگاه‌های دارای مطلوبیت افعی قفقازی (شکل ۷)، مشخص شد بخش عمده‌ای از زیستگاه‌های مطلوب این گونه خارج از مناطق تحت حفاظت قرار گرفته است. بنابراین، به‌منظور برنامه‌ریزی و معرفی مناطق حفاظت‌شده جدید نیاز به مطالعات جامعی برای این مناطق است.

منابع

۱. **اسدی، ع.؛ کابلی، م.؛ احمدی، م.؛ کفاش، ا.؛ نظری‌زاده، م.؛ بهروز، ر. و رجبی‌زاده، م.، ۱۳۹۵.** پیش‌بینی حضور جمعیت‌های رلیکت افعی‌های کوه‌زی جنس *Montivipera* در غرب ایران، مدل‌سازی زیستگاه مبتنی بر تجمیع چهار الگوریتم همراه با بارزسازی اثر تغییرات اقلیمی از گذشته تا آینده. محیط زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران). دوره ۶۹، شماره ۲، صفحات ۳۰۳ تا ۳۲۷.

۲. **تندوران‌زنگنه، م.؛ فاخران اصفهانی، س.؛ پورمنافی، س. و سن، ج.، ۱۳۹۵.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه و وضعیت حفاظتی گونه به‌شدت در خطر انقراض سمندر لرستانی *(Neurergus kaiseri)* در استان‌های لرستان و خوزستان. بوم‌شناسی کاربردی. دوره ۵، شماره ۱۷، صفحات ۱۱ تا ۲۴.

۳. **فداکار، د.؛ شیخی‌ئیلانلو، ص.؛ قلی‌پور، م. کمی، ح.ق.، ۱۳۹۵.** پیش‌بینی پراکنش بالقوه آگامای سروزغی تورانی *Phrynocephalus mystaceous* با الگوریتم آنتروپی بیشینه در ایران (سوسمارها: تیره آگامیده). دومین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان. ۱۲ صفحه.

۴. **کفاش، ا.؛ یوسفی، م.؛ احمدی، م.؛ کهلر، گ. و کابلی، م.، ۱۳۹۲.** پیش‌بینی اثر تغییرات اقلیمی بر خزندگان مناطق بیابانی ایران (مطالعه موردی: سوسمار دم‌تیغی بین‌النهرین *Saara loricata*). سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه و مدیریت محیط زیست. دانشگاه تهران.

۵. **وارسته‌مرادی، ح. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۹۰.** ارزیابی زیستگاه حیات وحش. ترجمه جلد اول، چاپ اول، انتشارات آیینه نما. صفحات ۲ تا ۱۶.

۶. **Anderson, R.P.; Lew, D. and Townsend Peterson, A., 2003.** Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. Ecological Modelling. Vol. 162, pp: 211-232.

۷. **Adjaye, T.A., 2011.** Maxent modeling of the Apennine brown bear using incidental presence records: A comparison of raw records and kernel density in southern Majella NP. Master thesis. University of twente. 52 P.

۸. **Ataev, Ch.A., 1985.** Reptiles of the Mountains of Turkmenistan [in Russian]. Ashkhabad: Ilym. Aubret, F.; Shine, R. and Bonnet, X. 2004: Adaptive developmental plasticity in snakes. Nature. Vol. 31, pp: 261-262.

۹. **Ananjeva, N.B.; Borkin, L.; Darevsky, I.S. and Orlov, N.N., 1998.** Amphibians and Reptiles. Encyclopedia of the Nature in Russia [in Russian], ABF: Moscow.

۱۰. **Bassi, E.; Willis, S.G.; Passilongo, D.; Mattioli, L. and Apollonio, M., 2015.** Predicting the spatial distribution of wolf (*Canis lupus*) breeding areas in a mountainous region of Central Italy. PloS one. Vol. 6, 124 p.

۱۱. **Chernov, S.A., 1934.** On the systematics and distribution of *Agkistrodon* (Ophidia) in the Soviet Union [in Russian]. Trudy Akademiia Nauk SSSR. Vol. 6, pp: 350-356.

۱۲. **Dobson, P.A., 1996.** Conservation and Biodiversity. New York: Scientific American Library.

۱۳. **Elith, J.; Steven, J.; Phillips, A.; Trevor, H.; Miroslav, D.; Yung, E. and Colin, J., 2011.** A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions J. Vol. 17, pp: 43-57.

۱۴. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling. Vol. 135, No. 2, pp: 147-186.

۱۵. **Guisan, A. and Thuiller, W., 2005.** Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. Ecological Letter. Vol. 8, pp: 993-1009.

۱۶. **Gibson, L.A.; Wilson, B.A.; Cahill, D.M. and Hill, J., 2003.** Modeling Habitat Suitability of the Swamp Antechinus (*Antechinus minimus maritimus*) in the costal heathlands of soutern Victoria, Australia. International Journal of Biological Conservation. Vol. 117, pp: 143-150.

۱۷. **Gloyd, H.K. and Conant, R., 1982.** The classification of the *Agkistrodon halys* complex. Japanese Journal of Herpetology. Vol. 9, pp: 75-78.

۱۸. **Gloyd, H.K. and Conant, R., 1990.** Snakes of the Agkistrodon complex. A monographic review. In: Contribution to Herpetology, No. 6. Ohio: Society forn the Study of Amphibians and Reptiles.

۱۹. **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.

۲۰. **Kumar, S. and Stohlgren, T.J., 2009.** Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. Journal of Ecology and Natural Environment. Vol. 1, No. 4, pp: 94-98.

۲۱. **Loren, A.C.; De Siqueria, M.F.; De Giovanni, R.; Carvalho, A.C.L.F. and Parti, R., 2008.** Potential distribution modelling using Mashine Learning. Proceedings of the 21st intrnational conference on Industrial, Engineering and other Applications of Applied Intelligent Systems: New Frontiers in Applied Artificial Intelligence. Vol. 5027, pp: 255-264.

۲۲. **Margules, C.R. and Pressey, R.L., 2000.** Systematic conservation planning. Nature. Vol. 405, pp: 243-253.

۲۳. **Mack, E.L.; Firbank, L.G.; Bellary, P.E.; Hinsley, S.A. and Veitch, N., 1997.** The comparison of remotely sensed and ground-based habitat area data using species-area models. Applied Ecology. Vol. 34, pp: 1222-1228.

۲۴. **Nilson, G., 1983.** A new subspecies of the Asiatic pit viper *Agkistrodon halys* Pallas, 1776 (Serpentes, Viperidae) from Afghanistan. Bonner zoologische Beiträge. Vol. 34, pp: 469-476.

۲۵. **Nikolsky, A.M., 1916.** Ophidia [in Russian]. In: Fauna of Russia and adjacent countries. Vol. 2. Reptiles, Petrograd.

۲۶. **Orlov, N.L. and Barabanov, A.V., 1999.** Analysis of nomenclature, classification, and distribution of the *Agkisttrodon halys -Agkistrodon intermedius* complexes: A critical review. Russian Journal of Herpetology. Vol. 6, pp: 167-192.

۲۷. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modeling. Vol. 190, No. 3, pp: 231-259.

۲۸. **Primack, B.R., 2002.** Essentials of Conservation Biology. Massachusetts: Sinauer.

۲۹. **Rajabizadeh, M. and Kami, H.G., 2007.** Population study of *Gloydius halys caucasicus* (Nikosky, 1916) (Reptilia: Viperidae) in central and eastern Alborz, Iran.

Abstract Book of 2nd National Conference of Animal Science. 189 p.

۳۰. **Russell, F.E. and Campbell, J.R., 2015.** Venomous terrestrial snakes of the Middle East. pp: 95-160.

۳۱. **Safaei-Mahroo, B.; Ghaffari, H.; Fahimi, H.; Broomand, S.; Yazdanian, M. and Kazemi, M., 2015.** The herpetofauna of Iran: Checklist of taxonomy, distribution and conservation status. Asian Herpetological Research. Vol. 6, pp: 257-290.

۳۲. **Terentjev, P.V. and Chernov, S.A., 1949.** Guide to amphibians and reptiles of the USSR [in Russian]. Third Edition. Moscow: Sovetskaya Nauka.

۳۳. **Williams, J.N.; Seo, C.; Thorne, J.; Nelson, J.K.; Erwin, S.; O'Brien, J.M. and Schwartz, M.W., 2009.** Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. Diversity and Distributions. Vol. 15, pp: 565-576.

۳۴. **Warren, D.L. and Seifert, S.N., 2011.** Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. Ecological Applications. Vol. 2, pp: 335-342.