مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

پراکنش شهدخوار آسیایی (گنجشک‌سانان: شهدخواران) در جنوب غرب ایران و تاثیر انتخاب متغیرهای پیش‌بین بر نتایج مدل‌سازی آشیان اقلیمی آن

علی غلامحسینی*، ابراهیم جعفری

ایران، شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش زیست‌شناسی، آزمایشگاه تحقیقاتی پرنده‌شناسی

تاریخ دریافت:۱۴۰۵/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۴۰۵/۰۸/۳۰

چکیده

خانواده شهدخواران (Nectariniidae)، پرندگان گرمسیری دنیای قدیم با ۱۶ جنس، در آفریقا، آسیا و استرالیا زیست می‌کنند. یکی از گونه‌های این خانواده، شهدخوار آسیایی است که پراکنش آن از شرق شبه‌جزیره عربستان تا جنوب شرق آسیا گسترش می‌یابد و تنها گونه‌ی شهدخوار ایران به شمار می‌آید. این مطالعه به شناسایی پراکنش نقطه‌ای این گونه در جنوب غرب ایران پرداخته و اثر عوامل توپوگرافی را بر پراکنش آن بررسی می‌کند. همچنین با توجه به این که در مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها، انتخاب متغیرهای ورودی ممکن است منجر به نتایج مختلفی شود، از داده‌های پراکنش این گونه به عنوان مدل استفاده شد تا اثر انتخاب متغیرهای متفاوت اقلیمی بر نتایج مدل‌سازی در نرم افزار MaxEnt بررسی شود. مدل‌سازی پراکنش گونه پس از تنظیم پارامترهای مدل، با سه رویکرد مختلف و با استفاده از الگوریتم حداکثر بی‌نظمی با روش cross-validation و ۱۰ بار تکرار انجام شد. ۵۱ نقطه حضور برای این گونه ثبت شد. هر سه نوع مدل‌سازی، حدود ۲۳ تا ۲۵ درصد از محدوده مطالعه را به‌عنوان زیستگاه مطلوب پیش‌بینی کردند و بارش سردترین فصل سال و حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال به عنوان مهمترین متغیرهای اقلیمی برای این گونه شناسایی شدند. در کل برای این گونه، نرم‌افزار MaxEnt به ورود متغیرهای اضافه و با همبستگی زیاد، حساسیت نشان نداد. با این حال پیشنهاد می‌شود در مدل‌سازی، ورود متغیرهای همبسته و اضافی توسط کاربر به حداقل برسد.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی پردازه اکولوژیک، توپوگرافی، متغیرهای همبسته، گنجشک‌سانان، Nectariniidae

*نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: gholamhosseini@shirazu.ac.ir

مقدمه

پرندگان شهدخوار در گرده‌افشانی گیاهان نقش مهمی دارند و برای استفاده از شهد گل‌ها، سازگاری‌های خاصی کسب کرده‌اند تا بتوانند به نحو مطلوب و موثری از شهد گل‌ها تغذیه کنند (۹، ۲۱ و ۳۲). چندین خانواده از پرندگان شهدخوار در دنیا وجود دارد که یکی از آنها خانواده Nectarinidae می‌باشد (۱۴). این خانواده شامل پرندگانی کوچک، با پروبال رنگین و درخشان و منقار نیزه مانند رو به پایین هستند. خانواده‌ای گرمسیری متعلق به دنیای قدیم با ۱۶ جنس هستند که در آفریقا، آسیا و استرالیا یافت می‌شوند (۱۴). یکی از گونه‌های این خانواده، شهدخوار آسیایی *Cinnyris asiaticus* (Latham, 1790) می‌باشد که تنها نماینده این جنس در ایران است و از شرق شبه جزیره عربستان تا جنوب شرق آسیا پراکنش دارد.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

این گونه در جنوب ایران در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان به صورت بومی پراکنش دارد و قبلا آن را در جنس *Nectarinia* قرار می‌دادند (۱۴). این پرنده اندازه‌اش بسیار کوچک و حدود ده سانتیمتر است. در پرنده ماده روتنه به رنگ خاکستری قهوه‌ای و زیرتنه به رنگ زرد کمرنگ (خاکستری کم رنگ) دیده می‌شود. در پرنده نر، پروبال در خارج از فصل تولیدمثل شبیه پرنده ماده، با زیرتنه زردتر و خط تیره‌ای در گلو و سینه دیده می‌شود و در فصل تولیدمثل نر سیاه رنگ است (شکل ۱). دم کوتاه و شبیه مرغ مگس به نظر آمده و از شهد گلها تغذیه می‌کند. این پرنده در باغ‌های بزرگ، کشتزارها، گزستان‌های حاشیه رودخانه، جنگل‌های خشک و بر روی بوته‌های خاردار به‌سر برده و در جنوب ایران بومی و فراوان است (۴).



شکل ۱: جنس نر شهدخوار آسیایی (*Cinnyris asiaticus*) در فرم تولیدمثلی (تصویر سمت چپ) و فرم غیرتولیدمثلی (تصویر سمت راست)، زیستگاه: باغ ارم شیراز

اگر چه مطالعاتی در مورد تغذیه و تولیدمثل این گونه شامل جفت‌گیری، لانه‌سازی، تخم‌گذاری و جوجه‌آوری (۶، ۲۵، ۲۶)، رفتار تغذیه‌ای (۲۲)، همزیستی با عنکبوت (۳۵)، روش‌های نگهداری و مراقبت از جوجه‌ها در اسارت (۳۰) و رنگ پرها در جنس نر (۲۸) صورت گفته، اما مطالعات بسیار اندکی در مورد این گونه در ایران انجام شده است. Ghadirian و همکاران (۱۱) در سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ برخی فعالیت‌های تغذیه‌ای و تولیدمثلی آن را بررسی کردند. این گونه از کوه گُرم جهرم در استان فارس (۴۳ و ۱۲) و خورهای کلاهی و تیاپ در تنگه هرمز گزارش شده است (۱). با توجه به تغییر اقلیم در چند دهه اخیر، ممکن است مرزهای شمالی پراکنش این گونه به سمت قسمت‌های شمالی‌تر گسترش یافته باشد. لذا در این مطالعه پراکنش نقطه‌ای شهدخوار آسیایی در جنوب غرب

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

ایران (استان فارس)، به عنوان تنها نماینده خانواده پرندگان شهدخوار در ایران بررسی شد. از طرفی با توجه به اینکه در مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، انتخاب متغیرهای پیش‌بینی کننده متفاوت، ممکن است باعث نتایج مختلفی شود (۱۶)، از داده‌های پراکنش این گونه به عنوان مدل برای بررسی اثر انتخاب متغیرهای اقلیمی بر نتایج مدل استفاده شد.

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی انجام شده است تا عملکرد مدل‌سازی‌ها بهینه شود از جمله استفاده از بسته‌های موجود در نرم افزار R که با استفاده از مدل آنتروپی بیشینه اجرا می‌شوند (۲۳، ۳۱) و روش‌هایی برای کاهش ابعاد مجموعه داده‌های محیطی و یا رویکردهای آماری مانند تحلیل همبستگی پیشنهاد شده است (۷،۱۰،۱۷،۲۰). تنظیم پارامترهای مدل جهت رسیدن به خروجی‌های منطقی‌تر، مستلزم آزمایش حالت‌های ترکیبی متعددی از پارامترها به منظور شناسایی بهترین مدل با عملکرد بالا است. مقادیر پیش‌فرض نرم‌افزار مکسنت (MaxEnt)، همیشه بهترین انتخاب برای هر مجموعه داده نیستند و رویکرد تنظیم پارامترها می‌تواند عملکرد مدل را به طور قابل توجهی بهبود بخشد (۳۹،۴۰). برخی بسته‌های تخصصی برای تنظیم دقیق پارامترها پیشنهاد شده است مانند ENMeval و Wallace که قادرند مقدار بهینه پارامترهایی مانند کلاس‌های ویژگی (Feature Classes: FC) و Regularized Multiplier (RM) را مشخص کنند (۳۱). با این حال همچنان در برخی مقالات سال‌های اخیر از نرم افزار MaxEnt و تنظیمات پیش فرض آن برای مدل‌سازی استفاده می‌شود (۱۳،۱۵). برخی مطالعات بیان می‌کنند نرم‌افزار MaxEnt قادر است تا حدودی حضور متغیرهای زائد را تنظیم کند و اثر هم‌خطی را روی آموزش مدل کم کند (۱۰). این مطالعه، یک بررسی تجربی از اثر ورود متغیرهای زائد و همبسته بر نتایج مدل‌سازی در روش حداکثر بی‌نظمی در نرم‌افزار MaxEnt بعد از تنظیم پارمترهای بهینه می‌باشد. مطالعه حاضر به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا ورود متغیرهای اضافه و رویکردهای مختلف انتخاب متغیر، منجر به تغییرات معناداری در نقشه‌های مطلوبیت اقلیمی گونه شهدخوار آسیایی (به عنوان یک مدل) می‌شود یا خیر. فرضیه ما براین است که وجود تعداد کمی متغیر اقلیمی همبسته، تاثیر ناچیزی بر نتایج اصلی مدل‌سازی داشته باشد.

روش کار

- محدوده مطالعاتی

محدوده مطالعاتی ما جنوب تا جنوب غرب ایران، محدوده استان فارس را در برمی‌گیرد. ناهمواری‌های این منطقه شامل کوه‌ها (شامل کوه‌های شمالی، مرکزی و جنوبی) و دشت‌ها می‌باشند. بیابان‌ها حدود ۱۰ درصد از مساحت کل محدوده مطالعاتی را تشکیل می‌دهند. اقلیم بسیاری از نقاط از نوع خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. میانگین درجه حرارت بلندمدت در نیمه جنوبی در محدوده ۲۶-۲۰ و در قسمت‌های شمالی استان در محدوده ۱۷-۱۱ درجه سانتیگراد گزارش شده است (پورتال سازمان هواشناسی کشور

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

(WWW.irimo.ir)، اداره کل هواشناسی استان فارس (WWW.farsmet.ir)).

- بازدیدهای میدانی و ثبت داده‌های حضور گونه

عملیات میدانی در نقاط مختلف جنوب و جنوب غرب ایران از بهار سال ۱۳۹۸ تا تابستان سال ۱۴۰۱ به صورت پیوسته (بیشتر در دو فصل بهار و تابستان) و به صورت پراکنده تا تابستان سال ۱۴۰۴ به مدت بیش از ۴۵ روز انجام شد. عملیات میدانی به صورت مشاهده با استفاده از دوربین دوچشمی ۵۰×۱۰ ونگارد (Vanguard) و عکس-برداری با دوربین Canon EOS 360 مجهز به لنز Sigma 150-600 و دوربین Canon SX30 از گونه مورد نظر بود. معمولاً شناسایی این گونه مخصوصاً جنس نر چالش برانگیز نیست. ریخت‌شناسی جنس نر در فصل تولیدمثل و غیرتولیدمثل متفاوت است. شناسایی با توجه به توصیف و تصاویر کتاب راهنمای پرندگان ایران (۴) و اطلس پرندگان ایران (۳) انجام شد. با توجه به کوچک بودن اندازه نمونه، به نظر می‌رسد مشاهده آن کمی سخت باشد اما معمولاً آواز بلند جنس نر باعث می‌شود تا کار مشاهده ساده‌تر شود. جستجوی برای مشاهده این گونه در زیستگاه‌های مختلف از پارک‌های شهری گرفته تا باغ‌های داخل و خارج شهر، اطراف رودخانه‌ها، اطراف تالاب‌ها، کوهپایه‌ها، دره‌ها و ... انجام شد. برای هر مکان مشاهده، مختصات جغرافیایی شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع با دستگاه GPS و یا تلفن همراه ثبت شد.

- تهیه نقشه ها

بعد از ثبت اطلاعات پراکنشی مربوط به این مطالعه در محیط اکسل (۵۱ نقطه پراکنش)، نقشه پراکنش نقطه‌ای گونه در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 تهیه و با نقشه‌های پراکنشی گزارش شده قبلی از آن مقایسه شد. با استفاده از لایه رقومی ارتفاع ۹۰ متری (DEM)، لایه شیب بر حسب درصد بدست آمد. سپس لایه پراکنش گونه به صورت جداگانه برروی لایه ارتفاع و شیب قرار گرفت و مشخصات ارتفاع و شیب نقاط حضور استخراج شد تا اثر توپوگرافی بر پراکنش این گونه بررسی شود.

- مدل سازی اقلیمی پراکنش گونه

ابتدا در محیط نرم‌افزار R با استفاده از بسته SpThin (۵) نقاطی جهت مدل‌سازی انتخاب شدند که فاصله آنها بیش از یک کیلومتر باشد. این فاصله جهت کاهش اریب و همگنی تراکم نقاط پراکنش، مناسب تشخیص داده شد. در نهایت ۴۹ نقطه حضور از این گونه برای مدل‌سازی استفاده شد. مدل‌سازی با استفاده از ۱۹ متغیر اقلیمی (شامل لایه‌های دما و بارندگی، جدول ۱) دانلود شده از سایت (WWW.worldclim.org) WorldClim با دقت ۳۰ ثانیه انجام شد (۱۹). تمام لایه‌ها در محیط نرم افزار ArcGIS 10.3 باز، مرز استان فارس روی آن قرار داده و برش زده شد.

به منظور بررسی همبستگی بین متغیرها، مقادیر متغیرهای اقلیمی در نقاط پراکنش گونه از روی رسترهای مربوطه در این نقاط استخراج گردید و همبستگی متغیرها محاسبه شد. به منظور کاهش ابعاد داده‌ها و جلوگیری از بروز مشکل هم‌خطی در

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

مدل‌سازی، از رویکرد تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis) مبتنی بر همبستگی پیرسون برای انتخاب متغیرهای مستقل استفاده شد. در این راستا، ابتدا ماتریس همبستگی بین تمامی متغیرهای اقلیمی محاسبه گردید و متغیرهایی که دارای همبستگی پیرسون بالاتر از $r = 0.7$ بودند، به عنوان متغیرهای همبسته شناسایی شدند. سپس، با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، متغیرهای اقلیمی بر اساس شباهت عملکردی و همبستگی، در گروه‌های مختلف (Clades/Clusters) دسته‌بندی شدند. در نهایت، از هر خوشه (Clade) تنها یک متغیر با توجه به اکولوژی گونه برای مدل‌سازی انتخاب گردید.

از بسته ENMeval در نرم افزار R برای انتخاب پارامترهایی که برای اجرای مدل بهینه لازم است شامل کلاس‌های ویژگی (Feature Classes: FC) و Regularized Multiplier (RM) استفاده شد. در این پژوهش از پنج RM مختلف (از یک تا پنج) در ترکیب با کلاس‌های ویژگی مختلف (L, LQ, H, LQH, LQHP, LQHPT) استفاده شد و با توجه به معیار اطلاعات آکاییک تصحیح شده Corrected (Akaike information criterion: AICc) بهترین کلاس ویژگی، L تعیین شد و RM مساوی دو انتخاب شد. پس از شناسایی تنظیمات بهینه برای مدل‌سازی، مدل‌سازی پراکنش گونه با استفاده از الگوریتم حداکثر بی‌نظمی در نرم‌افزار مکسنت (MaxEnt V. 3.4.4) با روش crossvalidate با ۱۰ بار تکرار انجام و نقشه میانگین تهیه شد (۳۳). سایر گزینه‌ها مطابق پیش‌فرض نرم‌افزار بود. مهمترین متغیرها با استفاده از درصد اهمیت (Permutation importance) شناسایی شدند. اگر یک متغیر درصداهمیت بالایی داشته باشد، یعنی مدل به‌شدت به اطلاعات آن متغیر وابسته است و با حذف یا تغییر آن، عملکرد مدل مختل می‌شود. برای اعتبارسنجی و ارزیابی عملکرد مدل از میانگین AUC استفاده شد (سطح زیر نمودار بدست آمده از منحنی ROC). در این مطالعه چون تعداد نقاط پراکنش حدود پنجاه نقطه بود و نقاط کاملاً در محدوده پراکنش گونه پخش بوده و الگوی خوشه‌ای یا سوگیری نمونه‌برداری وجود نداشت از فایل بایاس استفاده نشد.

از آنجا که انتخاب متغیرهای اقلیمی متفاوت ممکن است باعث نتایج متفاوتی شود لذا جهت مدل‌سازی اقلیمی، سه روش و رویکرد مستقل به کار گرفته و نتایج با هم مقایسه شد.

روش اول: مدل‌سازی با ۱۹ لایه اقلیمی بدون در نظر گرفتن همبستگی بین متغیرها بود (Full model). در این روش می‌توان متغیرهایی که بیشترین درصد اهمیت را در مدل‌سازی دارند شناسایی کرد. در این روش برخی از متغیرهایی که در مدل‌سازی استفاده می‌شود با برخی دیگر همبستگی بالا (بیش از هفتاد درصد) دارند و برخی متغیرها زائد هستند و درصد اهمیت آنها صفر است.

روش دوم: در این روش فقط متغیرهایی به فرآیند مدل‌سازی وارد شدند که با توجه به روش اول جزو متغیرهای با درصد اهمیت بالا بودند و درصد اهمیت آنها بیشتر از ۵ درصد بود (Reduced

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

(model. متغیرهای انتخاب شده در مجموع حدود ۹۸ درصد از کل درصد اهمیت را به خود اختصاص دادند. در این روش دو تا از متغیرهای استفاده شده با هم همبستگی زیاد داشته اما متغیرهای اضافی با درصد اهمیت کم یا صفر حذف شدند.

روش سوم: با توجه به نتایج همبستگی متغیرها، فقط متغیرهایی برای مدل‌سازی انتخاب شدند که دو معیار داشته باشند: اول با هم همبستگی زیاد نداشته باشند (همبستگی کمتر از ۷۰ درصد باشد) و دوم اینکه با توجه به روش اول و اکولوژی گونه جزو متغیرهای با اهمیت باشند (Uncorrelated model). بر اساس آنالیز همبستگی شش کلاد بدست آمد که دو متغیر مستقل و چهار گروه با همبستگی زیاد تشخیص داده شد. متغیرهای مستقل وارد آنالیز شدند و از چهار گروه همبسته، از هر گروه یک متغیر با درصد اهمیت بالا و با توجه به اکولوژی گونه انتخاب شد.

لایه های انتخاب شده برای مدل‌سازی در هر سه روش در جدول ۱ به تفکیک ارائه شده است. نقشه خروجی مکسنت، مقادیر پیوسته‌ای از مطلوبیت زیستگاه (بین صفر و یک) را نشان داد. سپس با استفاده از معیار آستانه مطلوبیت (10 percentile training presence area)، نقشه دو طبقه شامل نواحی مطلوب و نامطلوب تهیه و درصد مناطق بالقوه مطلوب در محدوده مطالعاتی محاسبه و برای هر سه نوع مدل‌سازی مقایسه شد.

نتایج

پراکنش شهدخوار آسیایی و ارتفاع

بر اساس مطالعات میدانی، ۵۱ نقطه حضور از شهدخوار آسیایی بدست آمد. ارزیابی نقاط حضور نشان می‌دهد این گونه در نیمه جنوبی و غربی استان فارس پراکنش دارد (شکل ۲). کمترین و بیشترین ارتفاعی که در آن گونه مورد نظر مشاهده شد، به ترتیب مربوط به شهرهای اشکنان (در جنوب استان فارس) با ارتفاع ۳۷۳ متر از سطح دریا و استهبان در قسمت‌های مرکزی استان با ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا می‌باشد. ۷/۸۴ درصد از نقاط پراکنشی در طبقه ارتفاعی کمتر از ۵۰۰ متر، ۴۵/۱ درصد در طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰-۵۰۰ متر، ۲۷/۴۵ درصد در محدوده ارتفاعی ۱۵۰۰-۱۰۰۰ متر و ۱۹/۶ درصد در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۵۰۰ قرار می‌گیرد. هیچ نقطه پراکنشی در طبقه بیش از ۲۰۰۰ متر ثبت نشد. اکثر نقاط پراکنش این گونه (ستاره‌های مشکی در شکل ۲) مربوط به مناطق کم ارتفاع و با ارتفاع متوسط می‌باشد (بیش از ۷۲ درصد در ارتفاع بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا). این گونه در استان‌های بوشهر و هرمزگان نیز پراکنش دارد و همانطور که طبقات ارتفاعی شکل ۲ نشان می دهد اکثر قسمت‌های این استان‌ها کم ارتفاع هستند.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

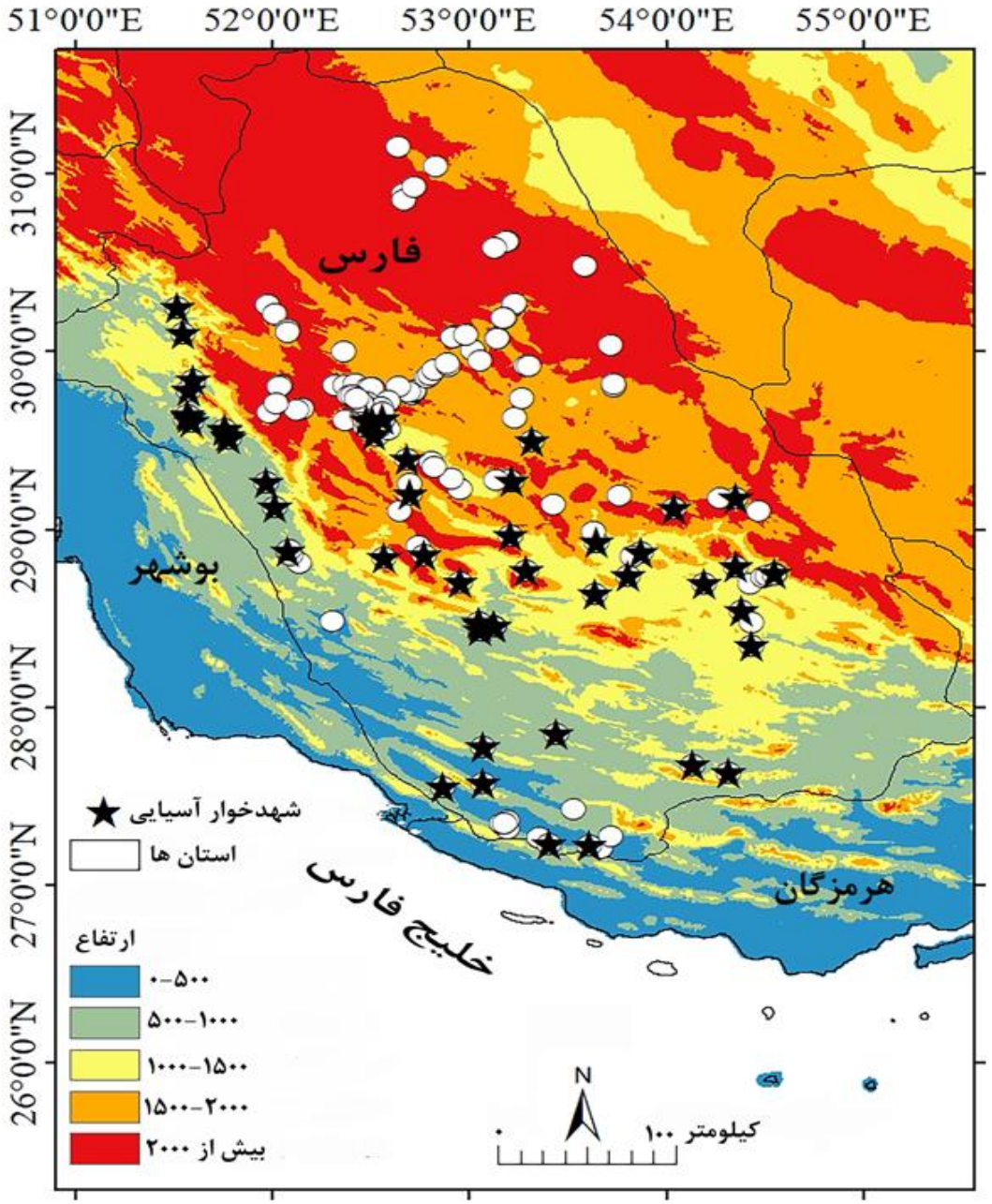
جدول ۱: متغیرهای اقلیمی استفاده شده در سه روش مدل کامل، کاهشی و غیرهمبسته برای مدل‌سازی پراکنش شهدخوار آسیایی در استان فارس در نرم‌افزار MaxEnt. در هر ردیف درصد اهمیت متغیرهای اقلیمی ارائه گردیده است.

لایه‌های اقلیمی	شماره لایه اقلیمی	مدل کامل	مدل کاهش یافته	مدل غیر همبسته
میانگین دمای سالیانه	Bio1	۰	----	----
میانگین محدوده دمای روزانه	Bio2	۰	----	----
هم دمایی	Bio3	۰/۵	----	----
تغییرات فصلی دما	Bio4	۰	----	----
حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال	Bio5	۲۱/۶	۳۱/۷	۱۸/۱
حداقل دمای سردترین ماه سال	Bio6	۰	----	----
محدوده دمای سالیانه	Bio7	۰	----	----
میانگین دما در مرطوب‌ترین فصل سال	Bio8	۰	----	----
میانگین دما در خشک‌ترین فصل سال	Bio9	۵/۷	۲/۹	۲۷/۵
میانگین دما در گرم ترین فصل سال	Bio10	۰	----	----
میانگین دما در سردترین فصل سال	Bio11	۰	----	۰
بارش سالیانه	Bio12	۱۰	۱۶/۱	----
بارش مرطوب ترین ماه سال	Bio13	۰	----	----
بارش خشک ترین ماه سال	Bio14	۶/۷	۷/۵	۲۱/۳
تغییرات بارش فصلی	Bio15	۰	----	۲/۶
بارش مرطوب ترین فصل سال	Bio16	۰	----	----
بارش خشک ترین فصل سال	Bio17	۱/۵	----	----
بارش گرم‌ترین فصل سال	Bio18	۰/۱	----	----
بارش سردترین فصل سال	Bio19	۵۳/۹	۴۱/۸	۳۰/۵
مجموع تعداد لایه		۱۹	۵	۶
مقدار AUC		۰/۷۸±۰/۰۶	۰/۷۹±۰/۰۵	۰/۷۸±۰/۰۵

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

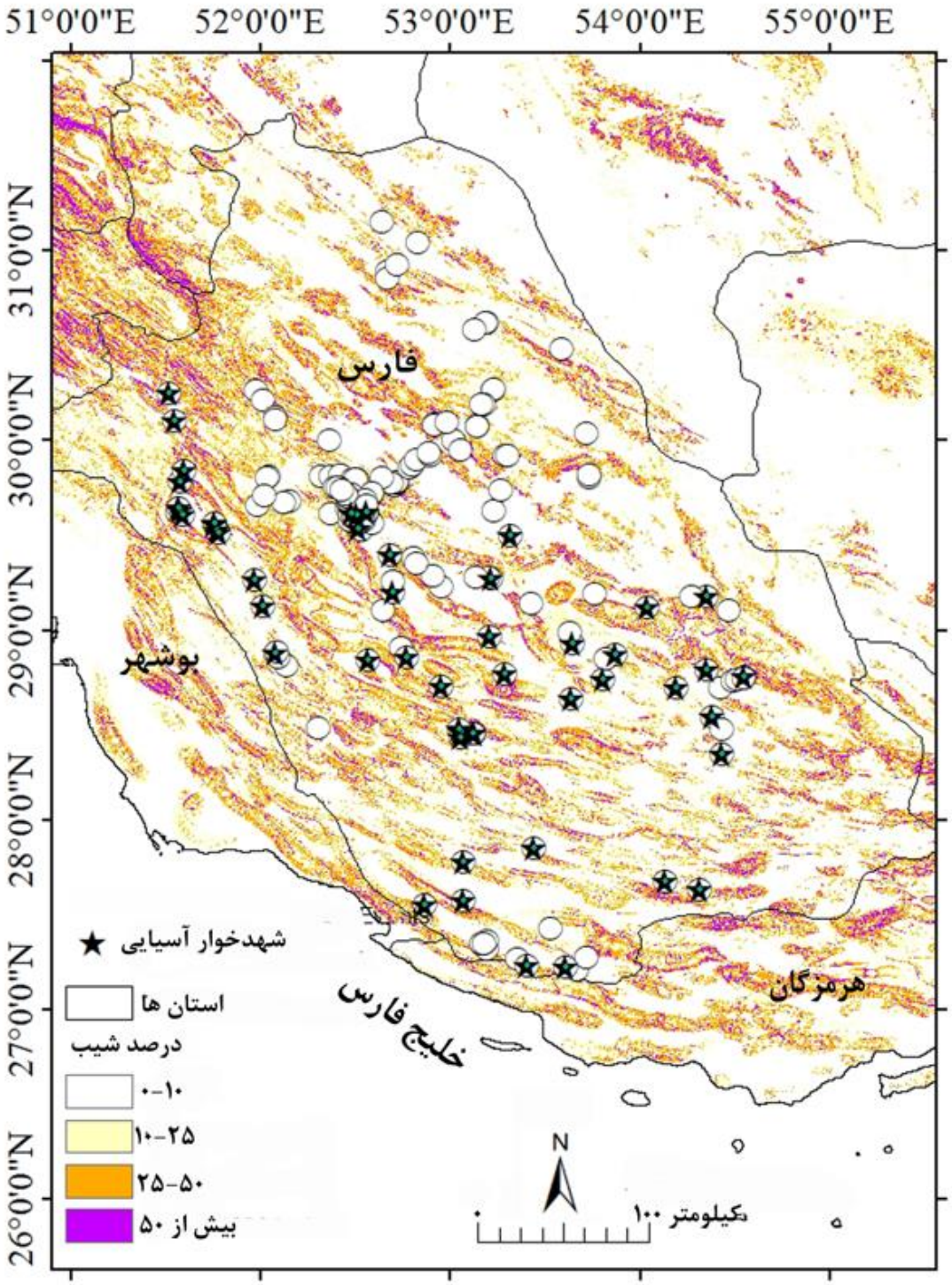
پراکنش شهدخوار آسیایی و شیب

بیش از ۸۲ درصد از نقاط مشاهده شهدخوار در شیب صفر تا پنج درصد، حدود ۱۴ درصد در شیب پنج تا ۱۰ درصد و تنها کمتر از ۴ درصد در شیب بیش از ده درصد (یکی یازده و دیگری ۱۵ درصد) قرار می‌گیرد. بنابراین به نظر ترجیح این گونه مناطق دشتی و صاف است (شکل ۳).



شکل ۲: نقاط بازدید شده (دایره‌های سفید) و نقاط مشاهده شهدخوار آسیایی (ستاره‌های مشکی) در استان فارس. رنگ آبی مربوط به لایه رقومی ارتفاع (DEM) نشان دهنده مناطق با ارتفاع کم (صفر تا ۵۰۰ متر) و رنگ قرمز مناطق با ارتفاع زیاد (بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) را نشان می‌دهد.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

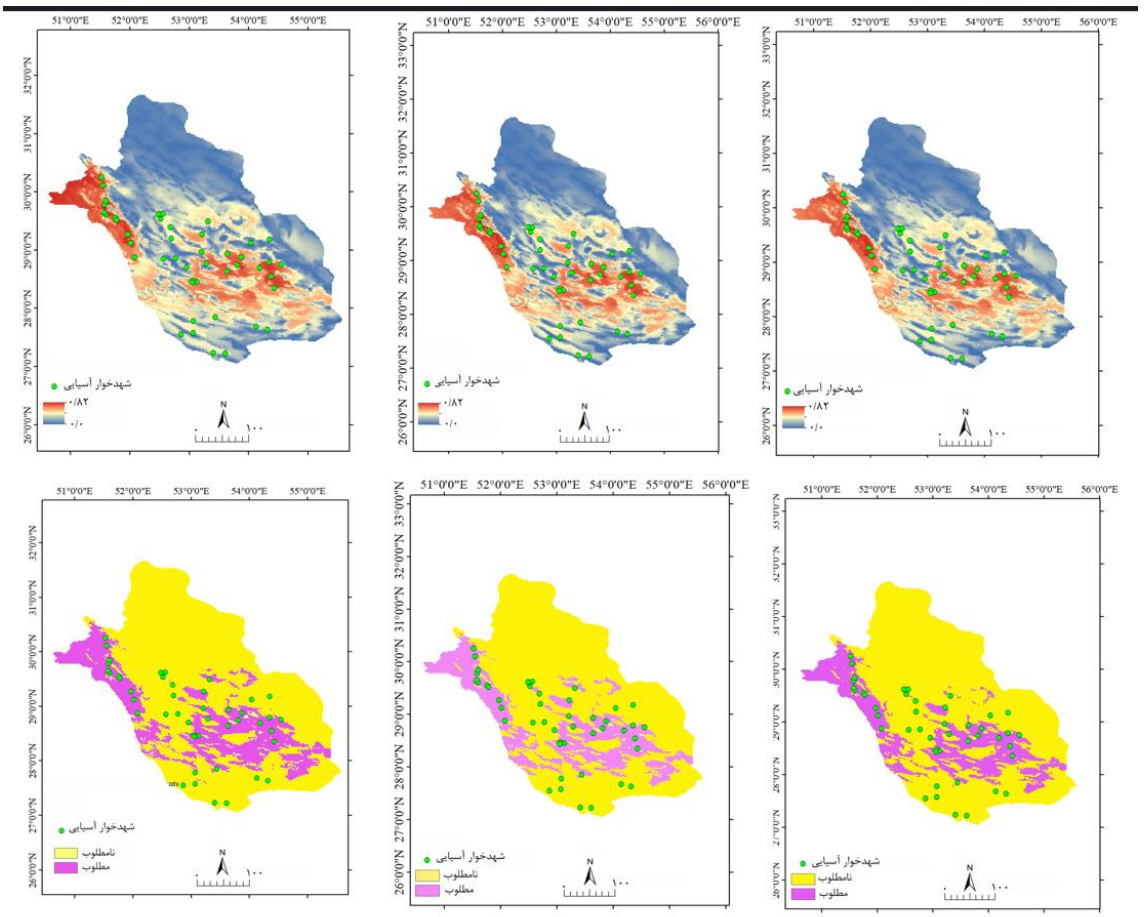


شکل ۳: نقاط بازدید شده (دایره های سفید) و نقاط مشاهده شهدخوار آسیایی (ستاره های مشکی) در استان فارس. شیب‌های زیر ده درصد با رنگ سفید و شیب بالای ۵۰ درصد با رنگ بنفش نشان داده شده است.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

پیش‌بینی مناطق بالقوه پراکنشی و مطلوبیت اقلیمی

مقدار AUC بیانگر توانایی متوسط مدل در پیش‌بینی پراکنش شهدخوار آسیایی در هر سه نوع مدل‌سازی است (جدول ۱). کمترین مقدار آن ۰/۷۸ و بیشترین مقدار آن ۰/۷۹ بدست آمد. نتایج حاصل از مدل‌سازی در شکل ۴ نشان می‌دهد که در هر سه نوع مدل‌سازی، مناطق مطلوب گونه مناطق جنوبی، مرکزی و غربی می‌باشد یعنی همان مناطقی که در نقشه ۱ ارتفاعی کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نقشه مطلوبیت اقلیمی زیستگاه شهدخوار آسیایی در استان فارس، جنوب ایران. ردیف بالا مربوط به نقشه‌های مطلوبیت اقلیمی زیستگاهای این گونه و ردیف پایین مربوط به نقشه‌های دو طبقه (مطلوب و نامطلوب) می‌باشد. در هر ردیف شکل سمت راست مربوط به مدل کامل، شکل وسط مربوط به مدل کاهش یافته و شکل چپ مربوط به مدل غیرهمبسته می‌باشد. در ردیف بالا رنگ قرمز نشان دهنده مناطقی است که مطلوبیت اقلیمی زیستگاه بیشتر است و در ردیف پایین رنگ بنفش محدوده مطلوب گونه را نشان می‌دهد.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

نظر به نتایج حاصل از نقشه‌های دو طبقه (نواحی مطلوب و نامطلوب از نظر اقلیمی)، در مدل کامل ۲۳/۰۲ درصد، در مدل کاهش یافته ۲۴/۰۱ درصد و در مدل غیرهمبسته ۲۵/۱۸ درصد از محدوده مطالعاتی در طبقه مطلوب قرار می‌گیرد. محدوده مناسب پیش‌بینی شده در هر سه روش و رویکرد از یک الگو پیروی می‌کند و درصد مناطق تخمین زده شده به هم نزدیک است.

اهمیت متغیرهای اقلیمی در مدل‌سازی

همبستگی بین لایه‌های اقلیمی در شکل ۵ نشان داده شده است. همبستگی پیرسون بین متغیرهای اقلیمی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نشان داد متغیرهای ۴،۷،۱۸،۱۷،۱۴، متغیرهای ۲،۸،۱،۱۰،۱۱،۶، متغیرهای ۳،۵ و متغیرهای ۱۲،۱۳،۱۶،۱۹ در کلادهای جداگانه قرار دارند و متغیرهای ۹ و ۱۵ با هیچ متغیر دیگری همبستگی بیش از ۷۰ درصد نشان ندادند. بنابراین از هر کلاد، فقط یک متغیر در روش غیرهمبسته وارد مدل‌سازی شد. در مدل کاهش‌یافته از بین متغیرهای ورودی، بین متغیر ۱۹ و ۱۲ همبستگی زیاد وجود دارد.

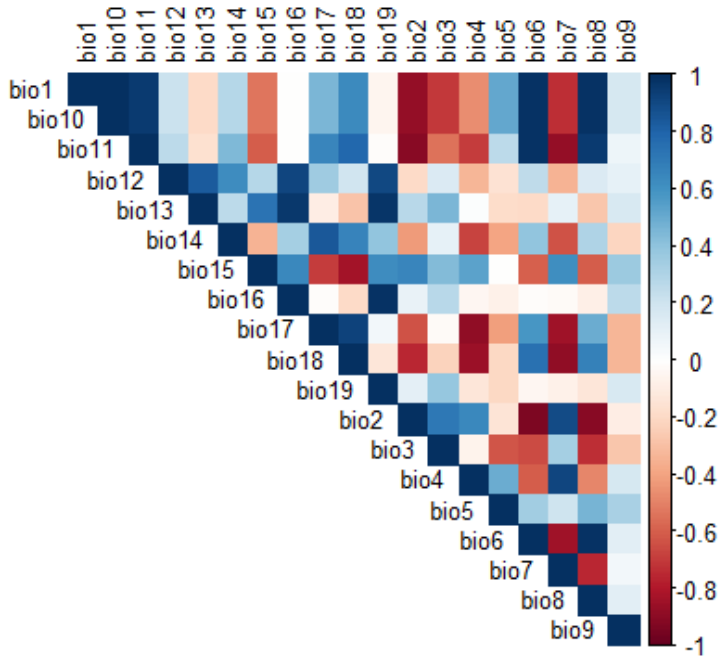
در مدل کامل، از نظر درصد اهمیت، متغیر ۱۹ (بارندگی سردترین فصل سال) با ۵۳/۹ درصد و متغیر ۵ (حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال) با ۲۱/۶ درصد اهمیت، مهمترین متغیرها شناسایی شدند.

برای مدل کاهش یافته از نظر درصد اهمیت، متغیر ۱۹ (بارندگی سردترین فصل سال) با ۴۱/۸ درصد و متغیر ۵ (حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال) با ۳۱/۷ درصد مهمترین متغیرها شناسایی شدند.

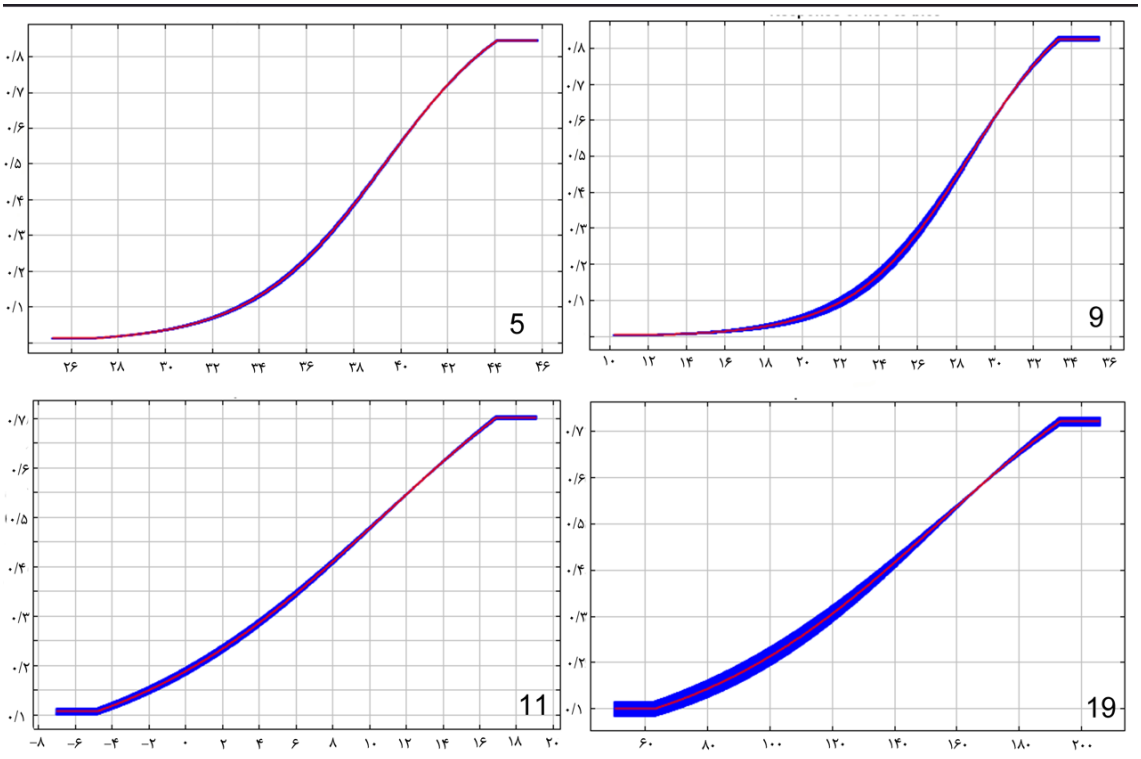
برای مدل غیرهمبسته از نظر درصد اهمیت، متغیر ۱۹ (بارندگی سردترین فصل سال) با ۳۰/۵ درصد و متغیر ۹ (میانگین دما در خشک‌ترین فصل سال) با ۲۷/۵ درصد مهمترین متغیرها بودند. درصد اهمیت متغیر ۵ (حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال) ۱۸/۱ درصد تخمین زده شد.

بنابراین، در مجموع به نظر بارش سردترین فصل سال (لایه ۱۹) و حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال (متغیر ۵) مهمترین متغیرها از نظر اقلیمی برای این گونه محسوب می‌شوند (شکل ۶). نتایج نشان داد با افزایش بارش سردترین فصل سال از ۶۰ میلیمتر به ۲۰۰ میلیمتر، با افزایش میانگین دمای خشک‌ترین فصل سال از ۱۴ درجه سانتیگراد به ۳۳ درجه، با افزایش حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال از ۲۶ درجه به ۴۴ درجه سانتیگراد و با افزایش میانگین دمای سردترین فصل سال از ۴- به ۱۷ درجه سانتیگراد احتمال حضور گونه بیشتر می‌شود. ظاهراً این گونه مناطق با بارش زمستانی حدود ۲۰۰ میلیمتر و دارای تابستان‌های گرم را برای زیست می پسندد و از مناطق با زمستان‌های خیلی سرد دوری می‌کند.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322



شکل ۵: همبستگی پیرسون بین لایه های اقلیمی. هر چه رنگ یک سلول پررنگ‌تر باشد میزان همبستگی بیشتر است.



شکل ۶: منحنی‌های پاسخ مربوط به تاثیرگذارترین متغیرهای اقلیمی غیرهمبسته مربوط به مدل سازی شهدخوار آسیایی. محور عمودی احتمال حضور گونه را نشان می‌دهد. متغیر ۵ (حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال)، متغیر ۹ (میانگین دما در خشک‌ترین فصل سال)، متغیر ۱۱ (میانگین دما در سردترین فصل سال) و متغیر ۱۹ (بارندگی سردترین فصل سال).

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

بحث

در این پژوهش، پراکنش جغرافیایی شهدخوار آسیایی در جنوب غرب ایران در محدوده استان فارس بررسی و مشخص شد که این گونه بیشتر در نواحی جنوبی تا مرکز و غرب استان فارس پراکنش دارد. گسترش این گونه از غرب آسیا تا شبه قاره هند و تا جنوب شرق آسیا می‌باشد (۸ و ۱۴). این گونه در محدوده غربی پراکنش خود، بیشتر در شرق شبه جزیره عربستان و جنوب ایران ساکن است (۸). در ایران، در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان به صورت بومی از جنوب غرب تا جنوب شرق پراکنش دارد (۲۴). منصوری (۴) محدوده پراکنش این گونه را در قسمت‌های جنوبی ایران و جنوب فارس به صورت مقیم نشان داده است. کابلی و همکاران (۳) در نقشه پراکنش این گونه، تنها دو نقطه را در استان فارس مشخص کرده‌اند. در این مطالعه ۵۱ نقطه پراکنشی برای این گونه در محدوده مطالعاتی ثبت شد که گستره پراکنش این گونه را در محدوده وسیع‌تری نسبت به گزارش‌های قبلی نشان می‌دهد. انتخاب لایه حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال به عنوان متغیری مهم در مدل سازی، ناشی از گرمادوست بودن شهدخوارآسیایی است. از آنجا که دما به عنوان عامل مهمی در توزیع جغرافیایی این گونه شناخته می‌شود لذا ممکن است در اثر پدیده گرمایش جهانی گستره پراکنش این گونه یا مطلوبیت زیستگه‌های آن تحت تاثیر قرار گرفته باشد یا قرار گیرد همچنان که برای برخی گونه‌های پرندگان گزارش شده است (۲،۱۸ و ۳۷). زنبورخوار سبز به‌عنوان گونه‌ای مقیم در جنوب ایران، الگویی از پراکنش را در استان فارس نشان می‌دهد که مشابه الگوی پراکنش شهدخوار آسیایی است. نتایج مطالعات حاکی از آن است که پراکنش آن تحت تأثیر حداقل دمای سردترین دوره سال قرار دارد (۲) همچنان که برای شهد خوار آسیایی نیز این متغیر، بااهمیت شناسایی شد. به‌نظر می‌رسد در میان گونه‌های مقیم ناحیه اکولوژیکی جنوب استان فارس، متغیرهای دمایی نقش تعیین‌کننده‌ای در محدودسازی گسترش دامنه پراکنش ایفا می‌کنند.

در این مطالعه از متغیرهایی با تفکیک‌پذیری یک کیلومتر استفاده شد که برای تفکیک اقلیم‌های منطقه‌ای مناسب است با این حال ممکن است ریزاقلیم‌ها را در برنگیرد. مقدار AUC در سطح متوسط بود که ممکن است علل مختلفی داشته باشد از جمله مسائل مرتبط با داده‌های حضور، همبستگی فضایی نقاط حضور و یا مرتبط با انتخاب نقاط پس زمینه باشد. البته غیراز اقلیم عوامل دیگری بر مرز پراکنش گونه‌ها تاثیر دارند و ممکن است با وجود نامناسب شدن زیستگاه از نظر اقلیمی، گونه‌ای نتواند به مناطق جدید وارد شود. با توجه به نقشه مناطق بالقوه پراکنشی و نقشه توپوگرافی به نظر می‌رسد ارتفاعات (و دمای پایین‌تر) بتوانند به عنوان یک سد در برابر گسترش گونه به مناطق شمالی‌تر عمل کنند هرچند ممکن است سد قابل نفوذی برای این گونه باشند. این گونه معمولاً تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر گزارش شده است که با داده‌های این مطالعه همراستا است. در نپال تا ارتفاع ۱۸۳۰ متر، در عمان تا ارتفاع ۲۱۰۰ متر و در جنوب هند تا ارتفاع ۲۴۰۰ متری گزارش شده است (۸). البته این مناطق نسبت به ایران در

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

عرض‌های جغرافیایی پایین‌تری قرار دارند. این گونه در ایران معمولا در سواحل جلگه‌ای گرم جنوب از شمال غرب خوزستان تا شرق بلوچستان با درختان آکاسیا، کهور، گز و نخل یافت می‌شود (۳) و احتمالا در این مناطق فراوانی جمعیتی بیشتری دارد. از آنجا که در این مطالعه مدل‌سازی اقلیمی انجام شد از متغیر پوشش گیاهی استفاده نشد اما اهمیت این متغیر با توجه به شهدخوار بودن گونه، انکارناپذیر است. مشاهدات میدانی ما نشان داد که این گونه از گیاهانی با گل‌های خاص تغذیه می‌کند. از جمله این گونه روی گیاه شیشه شور، نارنج، اکالیپتوس، انار، انجیر، توت، کنار و ازگیل مشاهده شد.

در مقاله Yousefi و همکاران در سال ۲۰۲۵ (۴۲) در مورد مدل‌سازی پراکنش اعضای خانواده Nectariinidae، از بین متغیرهای اقلیمی بررسی شده، بارندگی گرم‌ترین فصل سال و سپس بارندگی سردترین فصل سال به عنوان متغیرهای اثرگذار شناسایی شد که در مقیاس جهانی احتمالاً با در دسترس بودن شهد گیاهان ارتباط دارد، زیرا معمولاً در مناطقی که بهره‌وری زیستی بالاتری دارند و آب بیشتری در دسترس است، مقدار شهد تولیدی نیز بیشتر می‌باشد. در مطالعه ما بارندگی گرم‌ترین فصل سال از درصد اهمیت کمتری نسبت به بارندگی سردترین فصل سال برخوردار بود. در جنوب استان فارس فصل گل‌دهی بسیاری از گیاهان و فصل تولیدمثل این گونه در زمستان آغاز می‌شود (۱۱) و احتمالاً بارندگی زمستان با گل‌دهی و میزان شهد در دسترس مرتبط است.

برای انتخاب متغیرهای ورودی در مدل‌سازی پراکنش گونه، روش‌های مختلفی وجود دارد؛ از جمله تحلیل همبستگی (رویکردی رایج و معمولاً با ضریب همبستگی پیرسون اجرا می شود)، روش جک‌نایف (نقش هر متغیر در مدل را با حذف و یا به‌تنهایی وارد کردن آن بررسی می‌کند) و همچنین روش‌های مدل‌محور مانند جنگل تصادفی، درخت تصمیم، یا الگوریتم‌های یادگیری ماشین که روش‌های پیچیده‌ای هستند. برای بهینه‌سازی مدل و انتخاب ترکیب پارامترهای مناسب نیز می‌توان از بسته‌هایی (Package) مانند ENMeval و SDMtune در محیط R استفاده کرد که تنظیم خودکار پارامترها را انجام می‌دهند و خطر بیش برازش (Overfitting) را کاهش می‌دهند (۲۳، ۳۱، ۳۸). این بسته‌ها برای مدل‌سازی بسیار مناسب هستند زیرا تنظیم پارامترها می‌توانند تأثیر قابل‌توجهی بر خروجی‌های مدل مکسنت و استنتاج‌های به‌دست‌آمده داشته باشند (۳۹،۴۱). همچنین رویکردهای متعددی برای انتخاب متغیرهای ورودی به نرم افزار MaxEnt وجود دارد که می‌تواند منجر به تولید مدل‌های متفاوتی شود. معمولاً رویکردی که در مقالات دیده می‌شود جلوگیری از ورود متغیرهای دارای همبستگی بالا به مدل‌سازی است. در این مطالعه مدل‌سازی با هر سه رویکرد، از نظر شناسایی مناطق بالقوه برای گونه تقریباً نتیجه یکسانی داشت. به نظر مکسنت به همبستگی لایه‌ها خیلی حساس نیست (۱۰). گرچه در این مطالعه متغیر ۱۹و ۵ که برای گونه حائز اهمیت هستند همبستگی بالا نداشتند و حذف نشدند اما در کل در مدل غیرهمبسته ممکن است برخی متغیرهایی که از نظر اکولوژیکی برای گونه مهم هستند حذف شوند و این موضوعی است که

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

در مقاله Hanberry در سال ۲۰۲۴ (۱۶) به آن اشاره شده است. دو دیدگاه در مورد مسئله همبستگی متغیرها وجود دارد. برخی استدلال کرده‌اند مکسنت می‌تواند پیچیدگی مدل را با کم‌اهمیت جلوه دادن اهمیت متغیرهای اضافی تنظیم کند و در برابر مسئله همبستگی بین متغیرها مقاوم است (۳۴،۳۶). از طرفی برخی معتقد هستند که مکسنت ممکن است تا حدی همبستگی متغیرها را مدیریت کند، اما این مسئله باید توسط کاربر به حداقل برسد (۲۹). نتایج ما نشان داد که مکسنت می‌تواند حضور متغیرهای زائد و همبسته را مدیریت کند ولی بهتر است ورود متغیرهای همبسته و اضافی توسط کاربر به حداقل برسد. این رویکرد می‌تواند هم از حذف متغیرهایی که از نظر اکولوژیکی برای گونه مهم هستند جلوگیری کند و هم منجر به خروجی‌های منطقی‌تر شود.

سپاسگزاری

از حمایت های مالی دانشگاه شیراز در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

فهرست منابع

۱-بهروزی راد، ب.، حسن زاده کیابی، ب.، ۱۳۸۷. شناسایی و مقایسه فصلی تنوع و تراکم پرندگان آبزی تالاب های بین المللی کلاهی و تیاپ در تنگه هرمز. مجله علوم محیطی، ۵: صفحات ۱۲۶-۱۱۳.

۲-غلامحسینی، ع.، بهارلو، ف.، ۱۴۰۰. ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر گستره پراکنشی زنبورخوار سبز کوچک (*Merops orientalis*) در جنوب ایران: مطالعه موردی در استان فارس. مجله پژوهش های جانوری (مجله زیست شناسی ایران). ۳۴: صفحات ۱۰۹-۹۸.

۳-کابلی، م.، علی‌آبادیان، م.، توحیدی‌فر، م.، هاشمی، ع.، موسوی، ب .و روزلار، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پرندگان ایران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.۶۱۷ صفحه.

۴-منصوری، ج.، ۱۳۹۲. راهنمای پرندگان ایران، انتشارات کتاب فرزانه، ۵۲۸ صفحه.

5-Anderson, R., Vilela, B., Radosavljevic, A., Boria, R., Aiello-Lammens, M., 2015. spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, 38(5), PP: 541–545. https://doi.org/10.1111/ecog.01132

6-Arya, A.K., Joshi K.K., Singh, A., Bhatnagar, P., Sharma P.K., 2020. A study on feeding and breeding habits of Purple sunbird (*Cinnyris asiaticus*) in urban habitat of Haridwar, Uttarakhand. Bulletin of Environment, *Pharmacology and Life Sciences*, 10, PP: 7-11.

7-Bucklin, D.N., Basille, M., Benscoter, A.M., Brandt, L.A., Mazzotti, F.J., Romanach, S.S., … Watling, J. I., 2015. Comparing species distribution models constructed with different subsets of

DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

environmental predictors. *Diversity and Distributions*, 21, PP: 23–35.

8-Cheke, R.A., and Mann, C., 2020. Purple Sunbird (*Cinnyris asiaticus*), version 1.0. In Birds of the World (del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., de Juana, E., Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. https://doi.org/10.2173/bow.pursun4.01

9-Cronk, Q., and Ojeda, I., 2008. Bird-pollinated flowers in an evolutionary and molecular context. *Journal of Experimental Botany* 59, PP: 715–727. .https://doi.org/10.1093/jxb/ern0

10-Feng, X., Park, D.S., Liang, Y., Pandey, R., Papeş, M., 2019. Collinearity in ecological niche modeling: Confusions and challenges. *Ecology and Evolution*, 9, PP.10365–10376. https://doi.org/10.1002/ece3.5555

11-Ghadirian, T., Qashqaei, A.T., Dadras, M., 2007. Notes on feeding and breeding habits of the Purple Sunbird *Nectarinia asiatica* in Bandar Abbas, Hormozgan, Southern Iran. *Podoces*, 2(2), PP: 122–126.

12-Gholamhosseini, A., 2021. Avian diversity of Fars province (Southwestern Iran) with note on the zoogeographical composition. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 17, PP: 89-100.

13-Ghorbanian, M., Karimi-Malati, A., Jalaeian, M., Fazeli Sangani, M., 2023. Maximum entropy modelling to predict the impact of abiotic variables on the potential distribution of *Orthotomicus erosus* (Wollaston) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) in Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 9 (4), PP: 711–725. https://doi.org/10.61186/jibs.9.4.711

14-Gill, F., Donsker, D., Rasmussen, P., (Eds). 2024. IOC World Bird List (v14.1). doi: 10.14344/IOC.ML.14.1

15-Guan, J., Wang, Z., Zhang, J., 2026. MaxEnt Modeling for bird habitat preference and ecological restoration: A case study of Shanghai, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, In press. https://doi.org/10.15244/pjoes/217902

16-Hanberry, B.B., 2024. Practical guide for retaining correlated climate variables and unthinned samples in species distribution modeling, using random forests. *Ecological Informatics*, 79, 102406. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102406

17-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

DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

modeling methods. *Ecography*, 29, PP: 773–785.

18-Hickling, R., Roy, D.B., Hill, J.K., Fox, R., Thomas, C.D., 2006. The distribution of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards, *Global Change Biology*, 12, PP: 450 455.

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

20-Iturbide, M., Bedia, J., Herrera, S., del Hierro, O., Pinto, M., & Gutiérrez, J. M., 2015. A framework for species distribution modelling with improved pseudo-absence generation. *Ecological Modelling*, 312, PP: 166–174.

21-Janecek, S., Patacova, E., Bartos, M., Padysakova, E., Spitzer, L., Tropek, R., 2011. Hovering sunbirds in the Old World: occasional behaviour or evolutionary trend? *Oikos*, 120: PP: 178–183. https://doi.org/10.1111/j.1600-.0706.2010.18612.x

22-Jayanthi, P.D.K., Murthy, B.N.S., Nagaraja, T., Raghava, T., Ravindra, M.A., Kempraj, V., Byatroy, H., Pallavi, Verghese, A., Krishnamoorthy, A., 2015. Nectar robbing by Purple Sunbird, *Nectarinia asiatica* (L.) in Pomegranate reduces reproductive success. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 21, PP: 214-218.

23-Kass, J., Muscarella, R., Galante, P., Bohl, C., Buitrago-Pinilla, G., Boria, R., Soley-Guardia, M., Anderson, R. 2021. ENMeval 2.0: Redesigned for customizable and reproducible modeling of species' niches and distributions. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(9), PP:1602-1608. https://doi.org/10.1111/2041-210X.13628

24-Khaleghizadeh, A., Roselaar, CS., Scott, DA., Tohidifar, M., Mlíkovský, J., Blair M., Kvartalnov, P., 2017. Birds of Iran: annotated checklist of the species and subspecies. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran.

25-Khare, P., and Chahal, K., 2020. Nesting ecology of purple sunbird (*Cinnyris asiaticus*) in a residential area. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 7(5), PP: 01-04.

26-Kumar, C., Thind, S.K., Kaleka, A.S., 2020. Breeding behaviour of Purple Sunbird, *Cinnyris asiaticus* (Latham, 1790) in semiurban area of Punjab. *Records of the Zoological survey of India,*120(4), PP: 323–340. http://dx.doi.org/10.26515/rzsi/v120/i4/2020/152044

DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

27-Leroy, B., Meynard, C.N., Bellard, C., Courchamp, F., 2015. virtualspecies, an R package to generate virtual species distributions. *Ecography*, 38: PP: 001–009. https://doi.org/10.1111.ecog.01388.

28-Mahapatraa, B.B., Maratheb, S.A., Meyer-Rochowc, V.B., Mishraa, M., 2016. A closer look at the feather coloration in the male purple sunbird, *Nectarinia asiatica*. *Micron*, 85, PP: 44-50. http://dx.doi.org/10.1016/j.micron.2016.04.001

29-Merow, C., Smith, M.J., Silander, J.A. 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: What it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, PP: 1058–1069. https://doi. org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x

30-Mukherjee, S., and Mukherjee, A., 2021. A case study of hand-rearing and successful rehabilitation of purple sunbird *Cinnyris asiaticus*. *International Journal of Zoology Studies*, 6, PP: 23-27.

31-Muscarella, R., Galante, P.J., Soley-Guardia, M., Boria, R.A., Kass, J.M., Uriarte, M., Anderson, R.P. 2014. ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for maxent ecological niche models. *Methods in Ecololy and Evolution*, 5 (11): PP: 1198-1205. http://dx.doi.org/10.1111/2041-210X.12261

32-Newmark, W.D., Mkongewa, V.J., Amundsen, D.L., Welch, C., 2020. African sunbirds predominantly pollinate plants useful to humans. *Condor*, 122, duz070. https://doi.org/10.1093/condor/duz070

33- Phillips, S.J., 2020. *MaxEnt software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.4).* Available from: https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/

34-Phillips, S.J., Dudík, M.2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation *Ecography*, 31 (2), PP: 161-175.

35-Selvaraj, P., and Kamalanathan, S., 2022. Nest fidelity of purple sunbird (*Cinnyris asiaticus*) on communal webs of a spider. *Taprobanica*, 11, PP: 103-106.

36-Shcheglovitova, M., Anderson, R.P. 2013. Estimating optimal complexity for ecological Niche Models: A Jackknife Approach for species with small sample sizes. *Ecological Modeling*, 269, PP: 9-17. https://doi.org/10.1016/ j.ecolmodel.2013.08.011

DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

37-Thomas, C.D., and Lennon, J.L., 1999. Birds extend their ranges northwards, *Nature*, 399, PP: 213-213. https://doi.org/10.1038/20335

38-Vignali, S., Barras, A.G., Arlettaz, R., Braunisch, V., 2020. SDMtune: An R package to tune and evaluate species distribution models. *Ecology and Evolution*, 10, PP:11488-11506. https://doi.org/10.1002/ece3.6786

39-Warren, D.L., Seifert, S.N. 2011. Ecological niche modeling in Maxent: The importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications*, 21 (2), PP: 335-342.

40-Warren, D.L., Wright, A.N., Seifert, S.N., Shaffer, H.B. 2014. Incorporating model complexity and spatial sampling bias into eco logical niche models of climate change risks faced by 90 California vertebrate species of concern. *Diversity and Distributions*, 20, 334 343. https://doi.org/10.1111/ddi.12160

41- Webber, B.L., Yates, C.J., Le Maitre, D.C., Scott, J.K., Kriticos, D.J., Ota, N., McNeill, A., Le Roux, J.J. and Midgley, G.F. (2011), Modelling horses for novel climate courses: insights from projecting potential distributions of native and alien Australian acacias with correlative and mechanistic models. *Diversity and Distributions*, 17: 978-1000. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00811.x

42-Yousefi, M., Nicolai, M.P.J., Bosso, L., Kafash, A., Nezami, B., Eskandar Rastegar-Pouyani, E., 2025. Global scale high-resolution habitat suitability modeling of avifauna providing pollination service (sunbirds, Nectariniidae*)*. *Scientific Reports*, 15:9489. https://doi.org/10.1038/s41598-025-85587-x

43-Zareian, H., Gholamhosseini, A., Esmaeili, H.R., Teimori, A., 2012. Vertebrates of Kuh-e-Gorm non-hunting area, Jahrom, Iran: Diversity, conservation and challenges. *Iranian Journal of Animal Biosystematics,*.8(2), PP:169-182.

مقاله پژوهشی، صفحات ۴۰-۵۹
DOI:10.22034/jar.2026.8762.3322

Geographic distribution of the Purple Sunbird (*Cinnyris asiaticus*) (Passeriformes: Nectariniidae) in southwestern Iran: effects of predictor variable selection on climate niche modeling results

Gholamhosseini A.*, Jafari E.

Ornithology Research Lab., Dept. of Biology, College of Sciences, Shiraz University, Shiraz, I.R. of Iran

***Corresponding Author Email: gholamhosseini@shirazu.ac.ir**

Abstract:

The family Nectariniidae, comprising tropical, Old-World nectar-feeding birds with 16 genera, is distributed across Africa, Asia, and Australia. One species of this family is *Cinnyris asiaticus* (Latham, 1790), the purple sunbird, which is the only species of Nectariniidae in Iran and has a distribution extending from the eastern Arabian Peninsula to Southeast Asia. This study documents the point distribution of this species in southwestern Iran, while also examining the influence of topographic factors on its distribution. Given that the selection of predictor variables can yield different modeling outcomes in species distribution modeling, we used occurrence data of this species as a case study to evaluate the effect of varying predictor-variable selection on model results. After MaxEnt tuning, species distribution modeling was conducted using three approaches based on the Maximum Entropy (MaxEnt) algorithm in MaxEnt software, employing cross-validation with 10 replicates. A total of 51 presence records were collected for this species. All three modeling approaches predicted approximately 23–25% of the study area as suitable habitat, and precipitation of the coldest quarter and maximum temperature of the warmest month were identified as the most important climatic variables for this species. Overall, for this species, the MaxEnt software did not show sensitivity to the inclusion of redundant and highly correlated variables. However, it is recommended that users minimize the inclusion of correlated and redundant variables for species distribution modeling.

Keywords: Ecological Niche Modeling, Topography, Correlated variables, Passeriformes, Nectariniidae