ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر گستره پراکنشی زنبورخوار سبز کوچک (*Merops orientalis*) در جنوب ایران: مطالعه موردی در استان فارس

علی غلامحسینی* و فاطمه بهارلو

ایران، شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش زیست شناسی، آزمایشگاه تحقیقاتی پرنده شناسی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۸

چکیده

تغییر اقلیم یکی از عوامل اصلی انقراض و عامل تغییر در محدوده پراکنش، فنولوژی و ریخت‌گونه‌ها می‌باشد. باتوجه به گرمایش جهانی و اثر آن بر جنبه‌های مختلف زیستی پرندگان ازجمله اثر بر گونه‌های مقیم مناطق گرم، در این مطالعه نقاط حضور بدست آمده از زنبورخوار سبز در استان فارس با متغیرهای اقلیمی تلفیق شد. به‌منظور بررسی اثر تغییر اقلیم، از الگوریتم آنتروپی بیشینه در نرم‌افزار MaxEnt 3.3.3 و از مدل CCSM4 و چهار سناریوی RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5 مربوط به گزارش پنجم ارزیابی استفاده شد. مدل‌سازی با ده بار تکرار انجام شد و نقشه میانگین به‌عنوان نقشه پیش‌بینی ارائه گردید. نتایج نشان داد پراکنش این‌گونه محدود به قسمت‌های نسبتاً کم ارتفاع جنوبی تا مرکزی و غربی استان فارس بوده و مدل ایجاد شده، مناسب بودن شرایط اقلیمی را برای این‌گونه در منطقه نسبتاً وسیعی از جنوب استان فارس نشان می‌دهد. سهم نسبی متغیرهای اقلیمی نشان داد که برای توزیع این‌گونه، حداقل دمای سردترین فصل سال بیشترین سهم را در مدل‌سازی دارد و مناطق دارای زمستان‌های خیلی سرد برای زیست آن مناسب نیستند. مقایسه مطلوبیت زیستگاه‌های بالقوه در شرایط کنونی و تحت تغییر اقلیم آینده نشان داد از وسعت مناطق با مطلوبیت زیاد کاسته خواهد شد و گسترش محدوده پراکنش گونه به عرض‌های جغرافیایی بالاتر مشاهده نشد. بنابراین نوع پاسخ گونه‌ها به تغییر اقلیم آینده متفاوت است و بستگی به عوامل مختلفی دارد.

واژه‌های کلیدی: سبزقباسانان، مکسنت، زیستگاه، پراکنش.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۳۶۱۳۷۳۸۴- ۰۷۱ ، پست الکترونیکی: gholamhosseini@shirazu.ac.ir

مقدمه

پرندگان ازجمله موجوداتی هستند که به تغییر اقلیم بسیار حساس‌اند و از دیرباز به‌عنوان نشانگرهای زیستی تغییر اقلیم در سطح جهانی مطرح بوده‌اند (۱۰). مخصوصاً در طی دهه‌های اخیر، پرندگان همانند دیگر حیوانات و همچنین گیاهان گستره پراکنشی خود را در پاسخ به تغییر اقلیم تغییر داده‌اند و پیش‌بینی می‌شود بازهم مرز پراکنش آنها به سمت قطبین یا ارتفاعات بالاتر گسترش یابد (۱۶، ۲۰، ۲۴و ۲۸). این نوع تغییر گستره پراکنش هم به‌طور مستقیم و هم غیرمستقیم، از تهدیدات اصلی برای پرندگان محسوب می‌شود و در این زمینه نیاز به برنامه‌ریزی و اقدامات حفاظتی است. دانستن مرز دقیق پراکنش گونه‌ها، بررسی مطلوبیت زیستگاه‌های کنونی، اثر تغییر اقلیم بر تغییر محدوده پراکنش و مطلوبیت زیستگاه‌ها از ارکان مهم مدیریت و حفاظت گونه‌هاست و کمک می‌کند تا در درازمدت بتوانیم اثر تغییر اقلیم بر گونه‌ها را بهتر رصد کنیم و بتوانیم در زمینه برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی و حفاظت، گام‌های علمی‌تر و مؤثرتری برداریم.

از مجموع ۳۱ گونه‌ای که در خانواده زنبورخوارها (Meropidae) متعلق به راسته سبزقباسانان (Coraciiformes) قرارگرفته‌اند یک‌گونه متعلق به جنس

Meropogon، دو گونه متعلق به جنس *Nyctyornis* و ۲۸ گونه متعلق به جنس *Merops* می‌باشد (۱۱و ۱۴). زنبورخوار سبز (*Merops orientalis*) توسط پرنده‌شناس انگلیسی به نام John Latham در سال ۱۸۰۱ برای اولین بار توصیف شد. این‌گونه که گاهی اوقات زنبورخوار سبز کوچک نیز نامیده می‌شود پرنده‌ای است کوچک‌جثه (حدود ۱۶ تا ۱۸ سانتی‌متر طول) با پر آرایی سبز روشن و با رنگ آبی خاصی در چانه و گلو، همچنین تاج و بالای جبه به رنگ طلایی خرمایی مایل به قرمز دیده می‌شود. یک خط سیاه ظریف در جلو و پشت چشم وجود دارد. عنبیه قرمز مایل به زرد و منقار سیاه‌رنگ است (۱۸) (شکل ۱). پراکنش این‌گونه به‌طور گسترده‌ای در زیر صحرای آفریقا، از سنگال و گامبیا تا اتیوپی، دره نیل، غرب عربستان و آسیا، از هند تا ویتنام گزارش‌شده است و برخی محققین آن را چندگونه در نظر می‌گیرند (۱۱، ۱۲ و۱۳). این‌گونه در جنوب شرق، جنوب و جنوب غرب ایران به‌صورت مقیم گزارش‌شده است (۶).

باوجوداینکه از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها (Species distribution modeling) در سطح جهانی برای اهداف مختلف خصوصاً برای تعیین زیستگاه‌های مناسب و بالقوه گونه‌ها و اثر تغییر اقلیم بر مرزهای پراکنش گونه‌ها بسیار استفاده‌شده است (به‌عنوان مثال۳۹،۳۷،۳۶،۲۳ و۴۰)، اما مطالعات انجام‌شده در این زمینه در کشور ما خصوصاً در مورد پرندگان اندک است (بعنوان مثال: ۸،۷،۳،۱ و۴۲). علاوه بر محدوده پراکنش، کیفیت زیستگاه گونه نیز ممکن است تحت تأثیر تغییر اقلیم قرارگیرد. لذا در این مطالعه پراکنش نقطه‌ای زنبورخوار سبز در استان فارس به‌عنوان گونه‌ای که مقیم مناطق پست گرم جنوبی کشور می‌باشد بررسی شد و ناحیه اکولوژیکی انتخابی توسط گونه (در استان فارس سه ناحیه اکولوژیکی وجود دارد که هر سه نیز محدوده وسیعی از ایران را دربر می‌گیرند) و زیستگاه‌های مناسب و بالقوه آن ازنظر اقلیمی مشخص گردید و اثر تغییر اقلیم آینده بر گستره پراکنش و مطلوبیت زیستگاه‌های آن بررسی شد.

مواد و روشها

ناحیه مطالعاتی: استان فارس با وسعت حدود ۱۲۵۰۰۰ کیلومترمربع در جنوب ایران قرارگرفته و میان عرض‌های جغرافیایی ۲۷ تا ۳۱ درجه و طول‌های جغرافیایی۵۰ تا ۵۵ درجه واقع‌شده است. کوه‌ها شامل کوه‌های شمالی، مرکزی و جنوبی هستند، کوه‌های شمالی مرتفع‌ترین نقاط استان بوده و اکثر رودهای استان از این کوه‌ها سرچشمه می‌گیرند. بیابان‌ها حدود ۱۰ درصد از مساحت کل استان را تشکیل می‌دهند. در این استان سه ناحیه آب و هوایی قابل‌تشخیص است. ناحیه کوهستانی شمال، شمال باختر و باختر که میانگین میزان بارندگی آن حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر در سال گزارش شده است. ناحیه مرکزی با بارش ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر در سال و ناحیه جنوب و جنوب خاوری با میانگین بارندگی سالیانه ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر در سال می‌باشد. اقلیم بسیاری از مناطق استان فارس براساس روش دومارتن 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 می‌باشد (پورتال سازمان هواشناسی کشور (irimo.ir) و اداره کل هواشناسی استان فارس (farsmet.ir)).

داده‌های پراکنشی و نقشه پراکنش: عملیات میدانی در نقاط مختلف استان فارس از بهار سال ۱۳۹۶ تا مهر سال ۱۳۹۷ انجام شد. عملیات میدانی به‌صورت گشت‌زنی با ماشین در امتداد جاده‌های اصلی و فرعی، پیاده‌روی در زیستگاه‌های مختلف، مشاهده (به‌وسیله دوربین دوچشمی ۱۰*۵۰ ونگارد) و عکس‌برداری (به‌وسیله Canon SX30) از زنبورخوار سبز بود. گونه مورد مطالعه بر طبق منابع (۶،۵ و۱۴) عمدتاً بر روی سیم‌های برق مشاهده می‌شوند. شناسایی گونه مورد مطالعه با در نظر گرفتن ویژگی‌های

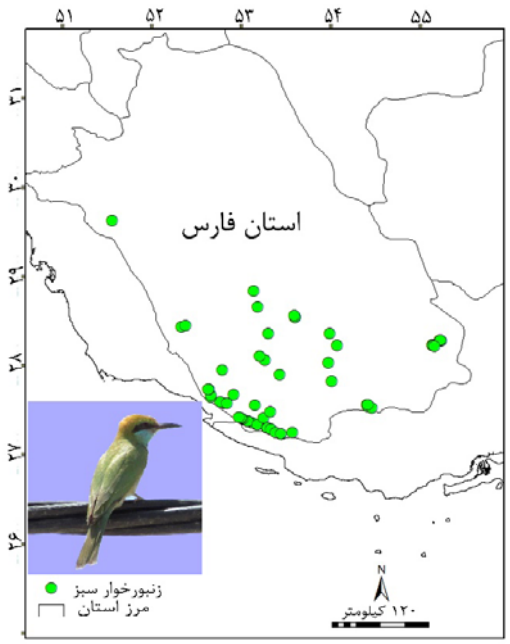
ذکر شده برای گونه در کتاب‌های راهنمای صحرایی پرندگان ایران (منصوری، ۱۳۸۷) و اطلس پرندگان ایران (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵) انجام گرفت (۵ و ۶). مختصات جغرافیایی و ارتفاع مکان‌های رؤیت با استفاده از دستگاه GPS ثبت گردید. طی بازدیدهای میدانی در این پژوهش، تعداد ۵۸ نقطه برای زنبورخوار سبز در استان فارس ثبت گردید. اطلاعات به بانک داده وارد و نقشه پراکنش این‌گونه در استان در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 تهیه شد.

متغیرهای اقلیمی: برای مشخص شدن اثر مهمترین متغیرهای اقلیمی بر پراکنش و وسعت و مطلوبیت زیستگاه‌های این گونه در استان فارس، ۱۹ متغیر آب‌و-هوایی مربوط به زمان حال و آینده، از بانک اطلاعات WorldClim، با تفکیک‌پذیری ۳۰ ثانیه دریافت شد (۱۷). تمام لایه‌های اطلاعاتی در محیط نرم‌افزار ArcGIS باز شده و مرز استان فارس روی هر لایه قرارگرفت و برش زده شد. به‌منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر الگوی پراکنش گونه موردنظر و مطلوبیت زیستگاه‌ها، از مدل CCSM4 و چهار سناریوی RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5 مربوط به گزارش پنجم ارزیابی سال ۲۰۱۴ استفاده شد و اثر تغییر تا سال ۲۰۷۰ بررسی شد. نقشه مطلوبیت زیستگاه ازنظر اقلیمی برای گونه مورد نظر تهیه و برای زمان حال و آینده، وسعت مناطق مطلوب و کیفیت زیستگاه از نظر اقلیمی مقایسه شد.

مدل آنتروپی بیشینه: داده‌های پراکنشی و لایه‌های مربوط به متغیرها در نرم‌افزار مکسنت (MaxEnt v.3.3.3a) وارد شده و طراحی مدل برای هر سناریو به تفکیک با ۱۰ بار تکرار با روش اعتبار متقابل (CrossValidation) براساس تنظیمات نرم‌افزار انجام شد. برای بررسی کارایی و قدرت پیش‌بینی مدل از سطح زیر منحنی (AUC) استفاده شد. میزان مشارکت متغیرها در ایجاد مدل و مطلوبیت زیستگاه بررسی گردید. ابتدا مدل‌سازی با تمام لایه‌های اطلاعاتی و نقاط حضور گونه انجام شد تا میزان مشارکت هر متغیر در مدل‌سازی و مؤثرترین متغیرها در مدل‌سازی مشخص گردند. سپس در محدوده مورد مطالعه، ۱۰۰۰ نقطه تصادفی انتخاب و در نرم‌افزار OpenModeller لایه‌های اقلیمی نیز فراخوانی شد و خروجی این نرم‌افزار به SPSS وارد و همبستگی متغیرها باهم با استفاده از آزمون پیرسون بررسی شد. باتوجه به اکولوژی گونه و مدل‌سازی اولیه، مؤثرترین متغیرهایی که همبستگی آنها کمتر از ۰/۷ بود جهت مدل‌سازی انتخاب شدند. سعی بر آن شد که لایه هایی که در مرحله مدل‌سازی اولیه، مشارکت زیادی در ایجاد مدل داشتند برای مدل‌سازی نهایی حذف نشوند. درنهایت برای مدل‌سازی از لایه‌های Bio6 (حداقل دمای سردترین دوره)، Bio17 (میزان بارش خشک‌ترین فصل)، Bio12 (میزان بارش سالانه)، Bio16 (میزان بارش مرطوب‌ترین فصل) و Bio3 (هم‌دمایی) که کمترین همبستگی را باهم داشتند استفاده شد. تمام متغیرها پیوسته در نظر گرفته شدند. همچنین برای حذف خود همبستگی نقاط حضور، فقط نقاطی وارد مدل‌سازی شد که فاصله آنها از هم حداقل یک کیلومتر باشد. بنابراین مدل‌سازی با ۵۰ نقطه حضور انجام شد.

طبقه‌بندی مطلوبیت اقلیمی: خروجی نرم‌افزار مکسنت به نرم‌افزار Arc GIS 10 وارد شد. برای مشخص کردن طبقات مطلوبیت اقلیمی، از روش فواصل منظم (Equal interval) در نرم‌افزار Arc GIS 10 استفاده شد تا کار مقایسه در سناریوهای مختلف امکان‌پذیر باشد. این کار برای مدل زمان حال انجام و به سایر مدل‌ها تعمیم داده شد. جهت جلوگیری از ایجاد طبقات خالی و سهولت مقایسه، مطلوبیت اقلیمی بالای ۶۰ درصد به‌عنوان یک طبقه در نظر گرفته شد. لذا طبقه ۱۵-۰ بعنوان مناطق بدون مطلوبیت، ۳۰-۱۵ با مطلوبیت کم، ۴۵-۳۰ با مطلوبیت متوسط، ۶۰-۴۵ با مطلوبیت خوب، و بالای ۶۰ با مطلوبیت زیاد در نظر گرفته شد.

نواحی اکولوژیکی: برای تعیین اینکه زنبورخوار سبز در کدام ناحیه اکولوژیکی استان فارس زیست می‌کند از Olson et al., 2001 (۲۶) استفاده شد و در نرم‌افزار ArcGIS 10 محدوده استان فارس از روی لایه مربوط به‌کل خشکی‌های جهان برش زده شد و نقاط پراکنش بر روی این لایه قرارگرفتند. ایشان خشکی‌های زمین را در قالب ۱۴ بیوم (Biome)، ۸ ناحیه جغرافیایی اصلی (Realm) و ۸۶۷ ناحیه اکولوژیکی (Ecoregion) تقسیم کردند. یک ناحیه اکولوژیکی اکوسیستم بزرگی است متشکل از اکوسیستم‌های کوچکتر، ممکن است مثل برخی جزایر کوچک شرق اقیانوس آرام کم‌وسعت یا مثل صحرای بزرگ آفریقا وسیع باشد و در هر صورت منعکس‌کننده زیاگان (Biota) خاصی می‌باشد.



شکل ۱- نقاط حضور زنبورخوار سبز در استان فارس

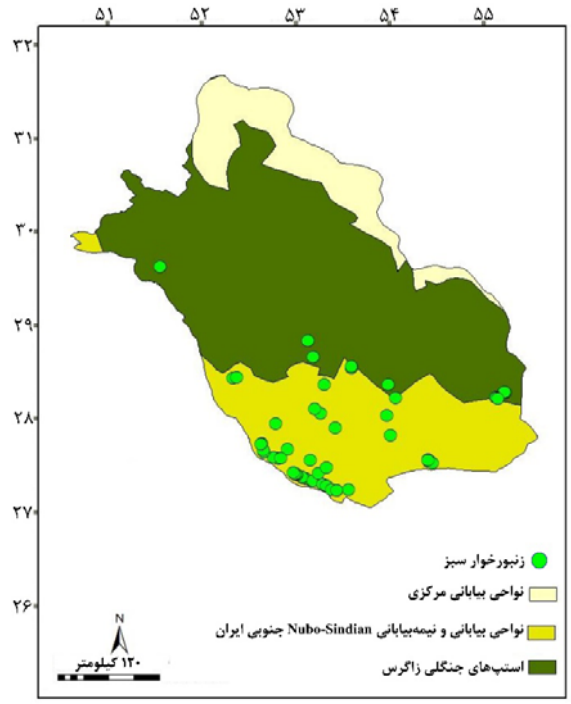
نتایج

پراکنش: ارزیابی توزیع نقاط حضور زنبورخوار سبز در استان فارس نشان داد که بیشتر مشاهدات این گونه در نیمه جنوبی استان، یعنی در محدوده شهرستان‌هایی مثل داراب، لار، لامرد، مهر، جهرم، فیروزآباد و قیروکارزین می‌باشد (شکل ۱).

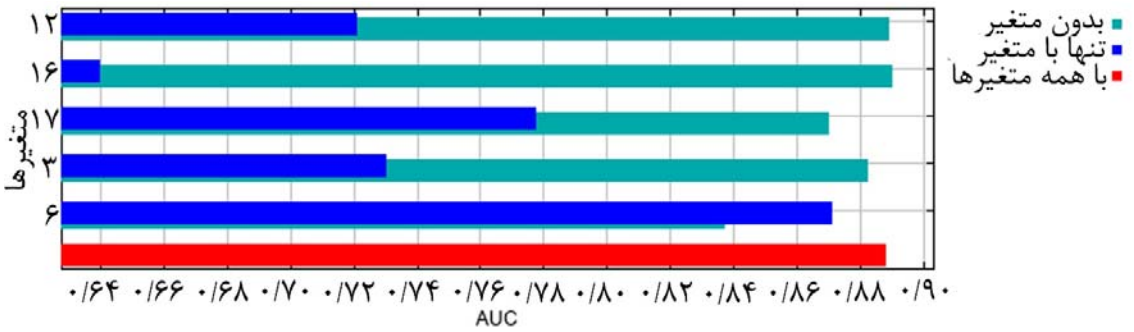
نتایج نشان داد حدود ۹۰ درصد از نقاط حضور گونه مربوط به ارتفاع ۱۵۰۰-۵۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. همچنین این گونه بیشتر در نواحی اکولوژیکی بیابانی و نیمه بیابانی جنوب استان پراکنش دارد هرچند در چندین مکان در نواحی استپی- جنگلی کوه‌های زاگرس نیز رؤیت شد (شکل ۲).

اعتبارسنجی مدل: نتایج نشان می‌دهد که در همه مدل-سازی‌ها، مقدار میانگین AUC بیش از ۰/۹۰ بود. AUC راهی است که از طریق آن می‌توان مدل را ارزیابی کرد. ۰/۵ کم‌ترین میزانی است که AUC می‌تواند داشته باشد هرچه AUC به یک نزدیک‌تر باشد مدل بهتری به‌دست می-آید. بنابراین مقدار AUC بیانگر پیش‌بینی عالی تمام مدل-سازی‌ها می‌باشد.

اهمیت متغیرها: برای زمان حال، لایه حداقل دمای سردترین دوره (Bio6) (۵۴/۳ درصد) و سپس لایه میزان بارش خشک‌ترین فصل (Bio17) (۲۷/۲ درصد) بیشترین مشارکت را در مدل‌سازی داشتند. این دو متغیر از نظر اهمیت جای گشت (permutation importance) نیز بیشترین مقدار را نشان دادند. همچنین نمودار جک‌نایف نیز که برای نشان دادن اهمیت هریک از متغیرها می‌باشد نشان داد هر دولایه و بخصوص لایه ۶ دارای اطلاعات ارزشمندی درباره پراکنش گونه می‌باشد (شکل ۳). منحنی-های پاسخ نیز نشان دادند هرچه حداقل دمای سردترین دوره (لایه ۶) از صفر درجه سانتی‌گراد به سمت ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد احتمال حضور گونه بیشتر می-شود (شکل ۴). در مدل‌سازی زمان آینده نیز در هر چهار سناریو همین دو لایه بیشترین مشارکت را در مدل‌سازی داشتند.



شکل۲- پراکنش نقطه‌ای زنبورخوار سبز در استان فارس براساس نواحی اکولوژیکی



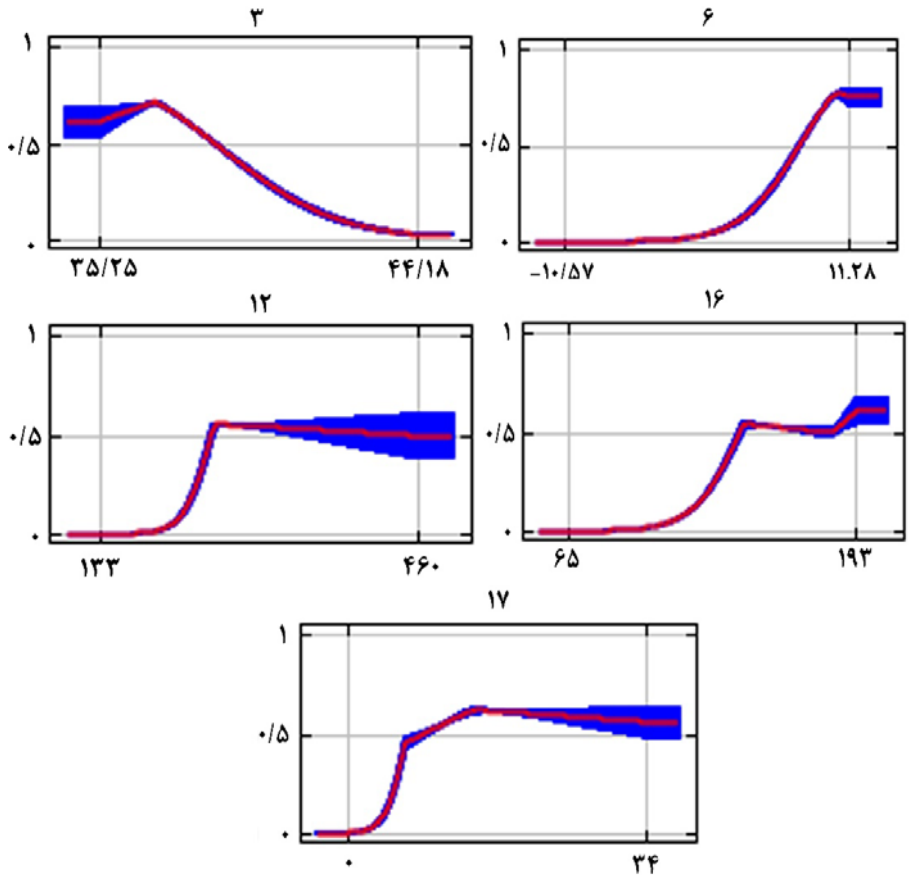
شکل ۳- اهمیت نسبی متغیرها براساس تحلیل جک نایف

مطلوبیت زیستگاه: خروجی نرم‌افزار MaxEnt برای نمایش مطلوبیت زیستگاهی این گونه براساس داده‌های اقلیمی به‌صورت نقشه چندطبقه‌ای تهیه شد (شکل‌های ۵ و۶). براساس خروجی نرم‌افزار مکسنت (حد آستانه) مناطقی که مطلوبیت آن زیر ۳۰ درصد باشد برای زیست گونه مناسب نیستند (رنگ سبز). مناطق مناسب در سه دسته قرار گرفتند. مناطقی که از نظر اقلیمی برای گونه مورد نظر مطلوبیت بالایی دارد (بیش از ۶۰ درصد) به رنگ قرمز، مناطق با مطلوبیت خوب (۶۰-۴۵ درصد) به رنگ صورتی و مناطق با مطلوبیت متوسط (۴۵-۳۰) به رنگ زرد نشان داده شده است (شکل‌های ۵ و۶). باتوجه به نقشه، نیمه جنوبی محدوده مطالعاتی دارای مطلوبیت اقلیمی مناسبی برای زیست زنبورخوار سبز می‌باشد (حدود ۱۵ درصد مساحت استان). مقایسه مطلوبیت زیستگاه‌هایی که از نظر اقلیمی، گونه مورد نظر پتانسیل حضور در این مناطق را دارد نشان می‌دهد که مساحت نواحی با مطلوبیت بیش از ۶۰ درصد در تمام سناریوها کاهش نشان می‌دهد و بیشترین کاهش مربوط به سناریوی ۸/۵ و کمترین کاهش

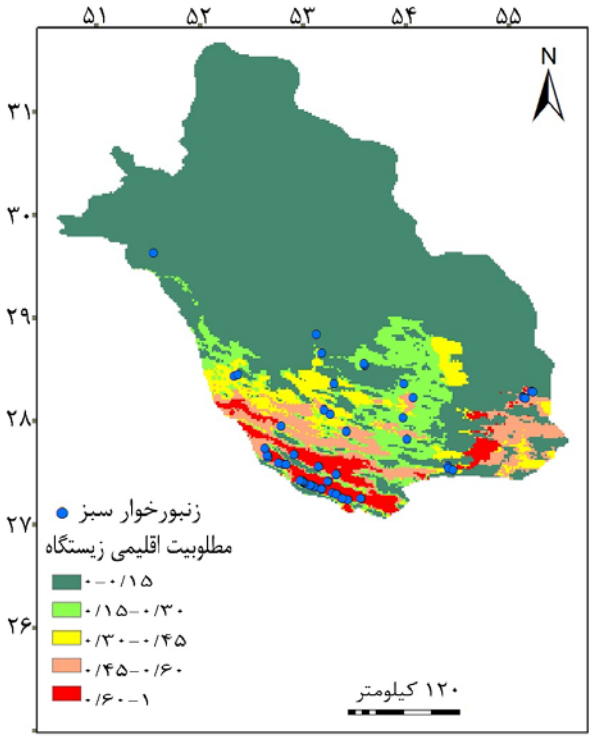
مربوط به سناریوی ۴/۵ می‌باشد (جدول ۱). این کاهش مساحت در نواحی با مطلوبیت ۶۰-۴۵ درصد هم مشاهده می‌شود. اما برای مناطق با مطلوبیت بین ۴۵-۳۰ درصد، افزایش قابل‌توجهی پیش‌بینی می‌شود. براساس نتایج پیش‌بینی می‌شود وسعت مناطق مناسب برای گونه (با مطلوبیت بالای ۳۰ درصد) از ۱۴/۷ درصد حداکثر به ۱۵/۲ درصد برسد اما تغییر قابل‌توجه این است که از وسعت مناطق با مطلوبیت زیاد کاسته خواهد شد (هرچند در برخی مناطق میزان مطلوبیت افزایش نشان می‌دهد) و به وسعت مناطق با مطلوبیت متوسط افزوده می‌شود. همچنین نتایج نشان داد مرز پراکنشی این گونه در اثر تغییر اقلیم به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر در استان گسترش نمی‌یابد (شکل ۶).

بحث و نتیجه گیری

از نقشه‌های پراکنش موجودات زنده در موارد متعددی ازجمله مکان‌یابی و تعیین مرز مناطق حفاظت شده، ارزیابی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تنوع زیستی و بررسی فرضیه‌های جغرافیای زیستی استفاده می‌شود (۲۵،۲۲،۲۱ و۳۱). برخی محدودیت‌ها باعث می‌شود که مناطق زیادی از پراکنش گونه‌ها مورد بررسی قرار نگیرد و دانش ما از پراکنش بسیاری گونه‌ها ناگزیر دارای شکاف‌های زیادی باشد (۲۷). یک‌راه حل معمول برای این مشکل، استفاده از مدل‌سازی زیستگاه است (۱۵و ۳۲). نتایج حاصل از مدل-سازی، زیستگاه بالقوه‌ای که می‌تواند به‌وسیله یک‌گونه استفاده شود را مشخص می‌کند (۴،۲ و ۳۸).



شکل ۴- منحنی‌های پاسخ رابطه بین احتمال حضور گونه با متغیرهای اقلیمی بررسی شده (شماره بالای هر شکل مربوط به شماره لایه‌های اقلیمی می-باشد)



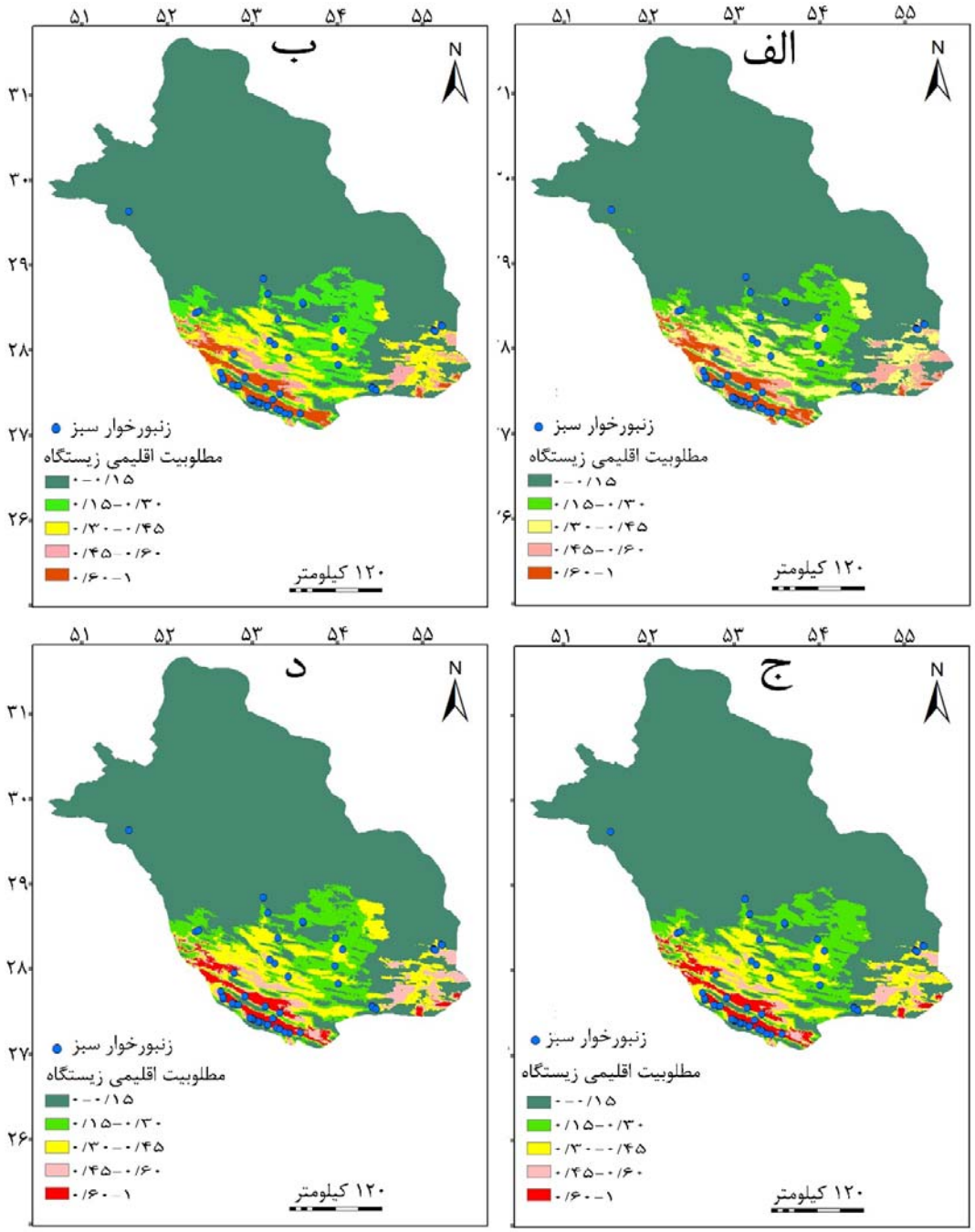
شکل ۵- نقشه مطلوبیت اقلیمی زیستگاه برای زنبورخوار سبز در استان فارس با توجه به داده‌های اقلیمی حال

البته ممکن است به دلیل عوامل مختلفی ازجمله رقابت، سدهای جغرافیایی، قدرت پراکنش و... تمام زیستگاه‌های بالقوه توسط گونه اشغال نشود اما این قبیل داده‌ها، اطلاعات‌پایه را در اختیار مدیران حفاظت محیط‌زیست جهت برنامه‌ریزی و حفاظت قرار می‌دهد.

پراکنش بدست آمده برای زنبورخوار سبز در تطابق با نقشه ارائه شده توسط کابلی و همکاران (۱۳۹۵) می‌باشد (۵) هرچند ما این گونه را در محدوده وسیع‌تری در جنوب استان فارس مشاهده کردیم و مرز شمالی پراکنش آن به حدود قسمت‌های مرکزی استان می‌رسد. در قسمت‌های غربی بهتر است عملیات میدانی بیشتری انجام شود. زیستگاه این گونه که گونه‌ای غیرمهاجر است جلگه‌های پست گرم جنوب می‌باشد. اشاره شده است این گونه از جنگل‌های انبوه و مناطق سرد دوری می‌کند (۵) و براساس نتایج این تحقیق نیز این گونه در مناطق سرد شمالی استان و مناطق جنگلی با پوشش متراکم رؤیت نشد.

جدول ۱- اثر تغییر اقلیم بر وسعت مناطق بالقوه (به درصد) برای زنبورخوار سبز کوچک در استان فارس در هر سناریو به تفکیک

طبقه مطلوبیت	حال	RCP ۲/۶	RCP ۴/۵	RCP ۶/۰	RCP ۸/۵
۰-۰/۳۰	۸۵/۱۴	۸۵/۱۰	۸۴/۹۱	۸۵/۵۰	۸۴/۷۲
۰/۳۰-./۴۵	۳/۷۰	۸/۶	۸/۹	۸/۶	۸/۸
۰/۴۵-./۶۰	۶/۹	۳/۴	۳/۱	۳/۰	۳/۷
۱/۰۰-۰/۶۰	۴/۲	۲/۸	۲/۹	۲/۸	۲/۷



شکل ۶- نقشه مطلوبیت اقلیمی زیستگاه برای زنبورخوار سبز در استان فارس با توجه به داده‌های اقلیمی آینده
(الف: سناریوی ۲/۶، ب: سناریوی ۴/۵، ج: سناریوی ۶/۰، د: سناریوی ۸/۵)

از آنجا که دما عامل مهمی در تعیین محدوده پراکنش زنبورخوار سبز می‌باشد لذا می‌توان انتظار داشت که براثر پدیده گرمایش جهانی مطلوبیت زیستگاه‌ها و پراکنش این گونه دستخوش تغییر شود. این موضوع در مورد برخی گونه‌های پرندگان گزارش شده است (۳۰،۱۶و ۳۴). گرچه گونه‌های بسیاری نیز تغییری در پراکنش نشان نداده‌اند (۲۸). قبلاً برای هوبره که گونه استپ‌های خشک و دشت-های باز مناطق بیابانی و نیمه بیابانی است افزایش محدوده،

همراه با جابجایی پراکنشی به داخل مناطقی که از نظر اکولوژیکی نامناسب هستند گزارش شده است (۴۱). ازآنجا که این گونه مقیم مناطق گرم استان و ناحیه اکولوژیکی بیابانی و نیمه بیابانی جنوب ایران می‌باشد انتظار می‌رفت در اثر پدیده گرمایش جهانی وسعت مناطق مطلوب افزایش یابد و یا با گرم‌تر شدن عرض‌های شمالی-تر، مرز پراکنش گونه به سمت شمال و به داخل مناطق نامطلوب کشیده شود که این موارد مشاهده نشد. غیر از اقلیم عوامل دیگری بر محدوده پراکنش گونه‌ها تأثیر دارند و ممکن است برخی گونه‌ها باوجود شرایط نامناسب زیستگاهی، قادر نباشند محدوده پراکنش خود را تغییر دهند که به عوامل مختلفی ازجمله توپوگرافی، نبود زیستگاه مناسب‌تر، ساخت‌وسازهای انسانی، رفتار پراکنشی، نرخ تولیدمثل و ... مرتبط است و اگر گونه قادر به سازش با شرایط جدید نباشد منقرض می‌شود (۳۳و ۳۵). ازآنجا که این گونه مقیم نواحی پست می‌باشد عدم جابجایی مرز شمالی پراکنش به عرض‌های بالاتر جغرافیایی می‌تواند مرتبط با ناهمواری‌های استان باشد که دما نیز به‌نوبه خود از این متغیر متأثر می‌شود. همچنین ممکن است متأثر از نوع ناحیه اکولوژیکی باشد و ناحیه اکولوژیکی استپی جنگلی زاگرس برای زیست این گونه مناسب نباشد.

کیفیت زیستگاه یک‌گونه می‌تواند متأثر از پوشش گیاهی، در دسترس بودن غذا، فراوانی شکارگر و اقلیم باشد که در این مطالعه فقط به عامل اقلیم پرداخته شده است. مطالعات کمی به بررسی اثر تغییر اقلیم بر کیفیت زیستگاه گونه‌های پرندگان پرداخته‌اند. کاهش در مطلوبیت زیستگاه در اثر تغییر اقلیم همان‌گونه که برای زنبورخوار سبز گزارش می-شود برای سسک آبی گلوسیاه در ایالات‌متحده نیز گزارش شده است (۲۹). گاهی انتخاب الگوریتم‌های پیش‌بینی کننده مختلف ممکن است نتایج متفاوتی داشته باشد. بنابراین غیر از MaxEnt استفاده از الگوریتم‌های دیگری مثل بایوکلایم (BIOCLIM) نیز پیشنهاد می‌شود. همچنین مدل‌سازی در مقیاس وسیع‌تر در کل محدوده پراکنشی و ورود متغیرهای بیشتر (زیستی و غیرزیستی) به مدل‌سازی می‌تواند به‌وضوح و تفسیر بهتر نتایج کمک نماید. از طرفی گونه‌های مختلف از نظر صفات ریختی، نیازهای اکولوژیک، تاریخچه زندگی، فیزیولوژی، رقابت درون-گونه‌ای و ... باهم متفاوت هستند و بررسی این ویژگی‌ها می‌تواند در پیش‌بینی واکنش گونه به تغییر اقلیم نقش کلیدی داشته باشد (۹).

بررسی اثر تغییر اقلیم بر پراکنش زنبورخوار سبز که گونه-ای ساکن جلگه‌های پست گرم جنوب استان است پیش-بینی می‌کند اثر تغییر اقلیم بر این گونه بیشتر به‌صورت کاهش در مطلوبیت برخی زیستگاه‌ها می‌باشد و گسترش محدوده پراکنشی به سمت عرض‌های شمالی بالاتر مشاهده نشد. کاهش مطلوبیت زیستگاه می‌تواند یک عامل تهدید کننده برای جمعیت‌های این گونه باشد. لذا در این زمینه نیاز به مطالعات بیشتری است خصوصاً که در طول قرن گذشته میانگین دمای جهانی افزایش‌یافته است و برخی گونه‌ها مرز پراکنش خود را تغییر داده‌اند (۱۹) و این روند ادامه دارد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی دانشگاه شیراز در انجام این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. انصاری، ا.، ۱۳۹۴. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه درنای معمولی (*Grus grus*) در تالاب میقان اراک، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، ۲۴، صفحات ۷۰-۵۷.

۲. حسین زاده، م. س.، علی آبادیان، م.، و رستگار پویانی، ا.، ۱۳۹۴. ارزیابی پراکنش جغرافیایی کنونی و آینده گونه معرفی شده جکوی شکم زرد خانگی *Hemidactylus flaviviridis*

Ruppell, 1840 در ایران با استفاده از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۸(۴)،صفحات ۴۳۱-۴۴۰.

۳. حقانی، ع.، علی آبادیان، م.، سرهنگ زاده، ج.، و ستوده، ا.، ۱۳۹۵. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه تابستان گذرانی هوبره (*Chlamydotis macqeenii*) و عوامل مؤثر بر پراکنش آن در منطقه حفاظت شده دق پترگان، خراسان جنوبی. مجله علوم و مهندسی محیط‌زیست، ۳ (۱۰)، صفحات ۲۱-۱۳.

۴. رضایی، س.، نادری، س.، و کرمی، پ.، ۱۳۹۷. بررسی مطلوبیت زیستگاه کفتار راه راه (*Hyaena hyaena*) در منطقه حفاظت شده هفتاد قله اراک، مجله پژوهشهای جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۱(۲)، صفحات ۱۶۲-۱۷۷.

۵. کابلی، م.، علی‌آبادیان، م.، توحیدی فر، م.، هاشمی، ع.، موسوی، ب.، و روزلار، ک.، ۱۳۹۵. کتاب اطلس پرندگان ایران، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۶۱۷ صفحه.

۶. منصوری، ج.، ۱۳۸۷. کتاب راهنمای پرندگان ایران، تهران، انتشارات کتاب فرزانه، ۴۶۰ صفحه.

۷. میرزایی، ر.، همامی، م. ر.، اسماعیلی ساری، ع.، و رضایی، ح. ر.، ۱۳۹۲. مدل‌سازی پراکنش دلیجه کوچک (*Falco naumanni*) در استان گلستان، مجله پژوهش‌های محیط‌زیست، ۸ صفحات ۱۴۹-۱۵۶.

8. Ashrafzadeh, M. R., Naghipour, A. A., Haidarian, M., and Khorozyan, I., 2019. Modeling the response of an endangered flagship predator to climate change in Iran, Mammal Research, 64, PP: 39-51.

9. Best, A. S., Johst, K., Munkemuller, T., and Travis, J. M. J., 2007. Which species will successfully track climate change? The influence of intraspecific competition and density dependent dispersal on range shifting dynamics. Oikos, 116, PP: 1531–1539.

10. Birdlife International, 2013. State of the world's birds: indicators for our changing world, Cambridge: BirdLife International.

11. Fry, H., and Boesman, P., 2018. European Bee-eater (*Merops apiaster*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., and de Juana, E. (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. (Retrieved from https://www.hbw.com/node/55850 on 5 July 2018).

12. Fry, H., De Juana, E., Boesman, P., and Kirwan, G. M., 2017. Asian Green Bee-eater (*Merops orientalis*). In: Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., and De Juana, E. (eds.). Handbook of the Birds of the World. Lynx Edicions, Barcelona. (Retrieved from https://www.hbw.com/node/55843 on 2 November 2017).

13. Fry, H., de Juana, E., Boesman, P., and Kirwan, G. M., 2018. Asian Green Bee-eater (*Merops orientalis*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A., and de Juana, E. (eds.), Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona, (Retrieved from https://www.hbw.com/node/55843 on 18 August 2018).

14. Glaiim, M. K., 2014. Occurrence and status of Bee-eaters *Merops* spp. (Coraciiformes: Meropidae) and their attacks on honey bee colonies in Kerbala province, Iraq. Journal of Apicultural Research, 53(4), PP: 478-488.

15. Guisan, A., and Zimmermann, N. E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling, 135, PP: 147–186.

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

17. 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, 25, PP: 1965–1978.

18. Hugh, W., 1949. *Popular Handbook of Indian Birds. Fourth Edition.* Gurney and Jackson, PP: 295–296.

19. Jian-Bin, S., Di-qiang, L., and Wen-fa, X., 2006. A review of impacts of climate change on birds: implication of long-term studies, Zoological Research, 27, PP: 637–646.

20. La Sorte, F. A., and Thompson, F. R., 2007. Poleward shifts in winter ranges of North American birds. Ecology, 88, PP: 1803–1812.

21. Lavers, C. P., and Haines-Young, R. H., 1996. Using models of bird abundance to predict the impact of current land-use and conservation policies in the Flow Country of Caithness and Sutherland northern Scotland. Biological Conservation, 75, PP: 71–77.

22. Leathwick, J. R., 1998. Are New-Zealand's *Nothofagus* species in equilibrium with their

environment? Journal of Vegetation Science, 9, PP: 719–732.

23. Miranda, L. S., Imperatriz-Fonseca1, V. L., and Giannini, T. C., 2019. Climate change impact on ecosystem functions provided by birds in southeastern Amazonia, Plos One, 14, (4), e0215229 p.

24. Moller, A. P., Fiedler, W., and Berthold, P., 2010. Effects of climate change on birds, Oxford University Press Inc., New York.

25. Mourell, C., and Ezcurra, E., 1996. Species richness of Argentine cacti: a test of biogeographic hypotheses, Journal of Vegetation Science, 7, PP: 667–680.

26. Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N, Underwood, E. C., D.,'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., and Kassem, K. R., 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. Bioscince, 51, PP: 933–938.

27. Osborne, P. E., and Tigar, B. J., 1992. Interpreting bird atlas data using logistic models: an example from Lesotho Southern Africa, Journal of Applied Ecology, 29, PP: 55–62.

28. Parmesan, C., Root, T. L., and Willig, M. R., 2000. Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. Bulletin of the American Meteorological Society 81, PP: 443–450.

29. Rodenhouse, N. L., Matthews, S. N., McFarland, K. P., Lambert, J. D., Iverson, L. R., and Prasad, A., 2008. Potential effects of climate change on birds of the Northeast, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 13, PP: 487-516**.**

30. Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., and Pounds, A. J., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants, Nature 421, PP: 57–60.

31. Scott, J. M., Davis, F., Csuti, B., Noss, R., Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'erchia, F., Edwards, T. C., Ulliman, J., and Wright, R. G., 1993. GAP analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. Wildlife Monographs, 123, PP: 1–41.

32. Scott, J. M., Heglund, P. J., Morrison, M. L., Haufler, J. B., Raphael, M. G., Wall, W. A., and Samson, F. B., (Eds.) 2002. Predicting Species Occurrences. Issues of Scale and Accuracy, 1st ed, Island Press, Covelo.

33. Sekercioglu, C., Schneider, S. H., Fay, J. P., and Loarie, S. R., 2008. Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions, Conservation Biology, 22, PP: 140–150.

34. Thomas, C. D., and Lennon, J. L., 1999. Birds extend their ranges northwards, Nature, 399, 213 p.

35. Thomas, C. D., Franco, A. M. A., and Hill, J. K., 2006. Range retractions and extinction in the face of climate warming. Trends in Ecology and Evolution, 21, PP: 415–416.

36. Thorn, J. S., Nijman, V., Smith, D., and Nekaris, K. A. I., 2009. Ecological niche modelling as a technique for assessing threats and setting conservation priorities for Asian slow Lorises (Primates: Nycticebus). Diversity and Distributions, 15, PP: 289–298.

37. Turner, A. J., Fiore, A. M., Horrowitz, L. W., Naik, V., and Bauer, M., 2013. Summertime cyclones over the Great Lakes Storm Track from 1860–2100: Variability, trends and association with ozone pollution. Atmospheric Chemistry and Physics, 13, PP: 565–578.

38. Tyre, A. J., Possingham, H. P., and Lindenmayer, D. B., 2001. Inferring process from pattern: can territory occupancy provide information about life history parameters? Ecolological Applications, 11, PP: 1722–1737.

39. Wilson, C. D., Roberts, D., and Reid, N., 2011. Applying species distribution modelling to identify areas of high conservation value for endangered species: a case study using *Margaritifera margaritifera* (L.), Biological Conservation, 144, PP: 821–829.

40. Wu, X., Dong, S., Liu, S., Su, X., Han, Y., Shi, J., Zhang, Y., Zhao, Z., Sha, W., Zhang, X., Gao, F., and Xu, D., 2017. Predicting the shift of threatened ungulates' habitats with climate change in Altun Mountain National Nature Reserve of the Northwestern Qinghai-Tibetan Plateau. Climatic Change, 142(3-4), PP: 331-344.

41. Yousefi, M., Ahmadi, M., Nourani, E., Rezaei, A., Kafash, A., Khani, A., Sehhatisabet, M. E., Adibi, M. A., Goudarzi, F., and Kaboli, M., 2017. Habitat suitability and impacts of climate change on the distribution of wintering population of Asian Houbara Bustard (*Chlamydotis macqueenii*) in Iran, Bird Conservation International, 27, PP: 294–304.

42. Yousefi, M., Kafash, A., Valizadegan, N., Ilanloo, S. S., Rajabizadeh, M., Malekoutikhah, S., Hosseinian Yousefkhani, S. S., and Ashrafi,

S., 2019. Climate change is a major problem for biodiversity conservation: A systematic review of recent studies in Iran. Contemporary Problems of Ecology, 12(4), PP: 394–403.

Assessment of climate change impacts on geographic distribution of *Merops orientalis* in southern Iran: a case study in Fars province

Gholamhosseini A. and Baharlu F.

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

Abstract

Climate change is a major driver of species extinction, and change in species' phenology, distribution and morphology. Considering global warming impacts on different aspects of bird's biology, especially on resident species living in lowland and warm areas, in this study, contemporary distribution points of Green Bee-eater in Fars province were combined with climate variables. Models were constructed using the maximum entropy algorithm implemented in MaxEnt 3.3.3 software. We evaluated the impacts of climate change using the general circulation model CCSM4 along with the concentration pathways RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5 from the IPCC Assessment Report 5. Climate suitability maps were constructed based on the average of ten replications by cross validation method. Modelling shows the distribution of this species is restricted to the lowlands of southern, central and western parts of Fars province and there are relatively large climatic potential areas in the southern half. Estimates of relative contributions of the climate variables to the Maxent models show that min temperature of coldest month is the most important variable, and areas with very cold winters are apparently not favorable for this species. To estimate the potential impacts of climate change on the species, the predicted potential areas in the future scenarios were compared with the current potential areas. Results predicted decline in climate suitability but no poleward range expansion. Therefore the responses of each species to future climate change is different and depends on various factors.

Key words: Coraciiformes, MaxEnt, Habitat, Distribution.