

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 زیست‌شناسی، آزمایشگاه تحقیقاتی پرند پرنده‌شناسی

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. با توجه به گرمایش جهانی و اثر آن بر جنبه‌های مختلف زیستی پرندگان از جمله اثر بر گونه‌های مقیم مناطق گرم، در این مطالعه نقاط حضور بدست آمده از زنبورخوار سبز در استان فارس با متغیرهای اقلیمی تلفیق شد. به منظور 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 این گونه محدود به قسمت‌های نسبتاً کم ارتفاع جنوبی تا مرکزی و غربی استان فارس بوده و مدل ایجاد شده، مناسب بودن شرایط اقلیمی را برای این گونه در منطقه نسبتاً وسیعی از جنوب استان فارس نشان می‌دهد. سهم نسبی متغیرهای اقلیمی نشان داد که برای توزیع این گونه، 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: ۰۷۱-۳۶۱۳۷۳۸۴، پست الکترونیکی: gholamhosseini@shirazu.ac.ir

مقدمه

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) قرار گرفته‌اند یک‌گونه متعلق به جنس

پرندگان از جمله 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، ۲۴ و 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

تغییر اقلیم آینده بر گستره پراکنش و مطلوبیت زیستگاه‌های آن بررسی شد.

مواد و روشها

ناحیه مطالعاتی: استان فارس با وسعت حدود ۱۲۵۰۰۰ کیلومتر مربع در جنوب ایران قرار گرفته و میان عرض‌های جغرافیایی ۲۷ تا ۳۱ درجه و طول‌های جغرافیایی ۵۰ تا ۵۵ درجه واقع شده 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 قابل تشخیص 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 به صورت گشت‌زنی با ماشین در امتداد جاده‌های اصلی و فرعی، پیاده‌روی در زیستگاه‌های مختلف، مشاهده (به وسیله دوربین دوچشمی ۵۰*۱۰ و نگاردر و عکس‌برداری (به وسیله Canon SX30) از زنبورخوار سبز بود. گونه مورد مطالعه بر طبق منابع (۶، ۵ و ۱۴) عمدتاً بر روی سیم‌های برق مشاهده می‌شوند. شناسایی گونه مورد مطالعه با در نظر گرفتن ویژگی‌های

Meropogon، دو گونه متعلق به جنس *Nyctyornis* و ۲۸ گونه متعلق به جنس *Merops* می‌باشد (۱۱ و ۱۴). زنبورخوار سبز (*Merops orientalis*) توسط پرنده‌شناس انگلیسی به نام John Latham در سال ۱۸۰۱ برای اولین بار توصیف شد. این گونه که گاهی اوقات زنبورخوار سبز کوچک نیز نامیده می‌شود پرنده‌ای است کوچک‌جثه (حدود ۱۶ تا ۱۸ سانتی‌متر طول) با پر آرایه سبز روشن و با رنگ آبی خاصی در چانه و گلو، همچنین تاج و بالای جبهه 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 این گونه به‌طور گسترده‌ای در زیر صحرای آفریقا، از سنگال و گامبیا تا اتیوپی، دره نیل، غرب عربستان و آسیا، از هند تا ویتنام گزارش شده است و برخی محققین آن را چندگونه در نظر می‌گیرند (۱۱، ۱۲ و ۱۳). این گونه در جنوب شرق، جنوب و جنوب غرب ایران به صورت مقیم گزارش شده است (۶).

با وجود اینکه 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 استفاده شده است (به عنوان مثال ۲۳، ۳۶، ۳۷، ۳۹ و ۴۰)، اما مطالعات انجام‌شده در این زمینه در کشور ما خصوصاً در مورد پرندگان اندک است (بعنوان مثال: ۳۰، ۳۱ و ۴۲). 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 از نظر اقلیمی مشخص گردید و اثر

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 لایه‌هایی که در مرحله مدل‌سازی اولیه، مشارکت زیادی در ایجاد مدل داشتند برای مدل‌سازی نهایی حذف نشوند. در نهایت 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 ۱۵-۰-۱۵-۳۰-۴۵ با مطلوبیت متوسط، ۴۵-۶۰ با مطلوبیت خوب، و بالای ۶۰ با مطلوبیت زیاد در نظر گرفته شد.

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 این‌گونه 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 از نظر 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

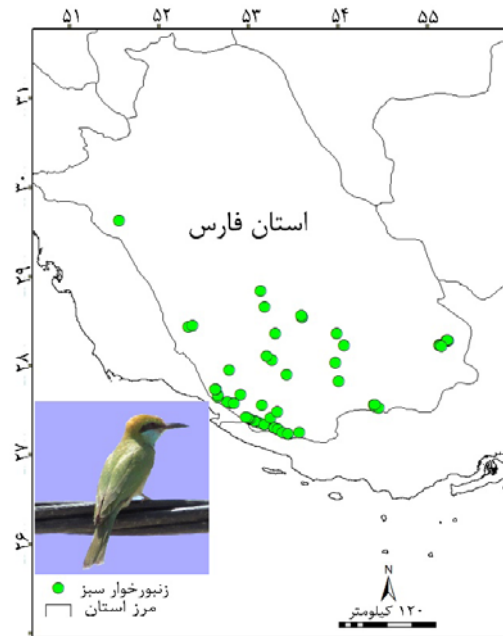
لار، لامرد، مهر، جهرم، فیروزآباد و قیروکارزین می‌باشد (شکل ۱).

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 مدل‌سازی‌ها، 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 به دست می‌آید. بنابراین مقدار AUC بیانگر پیش‌بینی عالی تمام مدل‌سازی‌ها 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 هر یک از متغیرها می‌باشد نشان داد هر دو لایه و بخصوص لایه ۶ دارای اطلاعات ارزشمندی درباره پراکنش گونه می‌باشد (شکل ۳). منحنی‌های 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 می‌شود (شکل ۴). در مدل‌سازی زمان آینده نیز در هر چهار سناریو همین دو لایه بیشترین مشارکت را در مدل‌سازی داشتند.

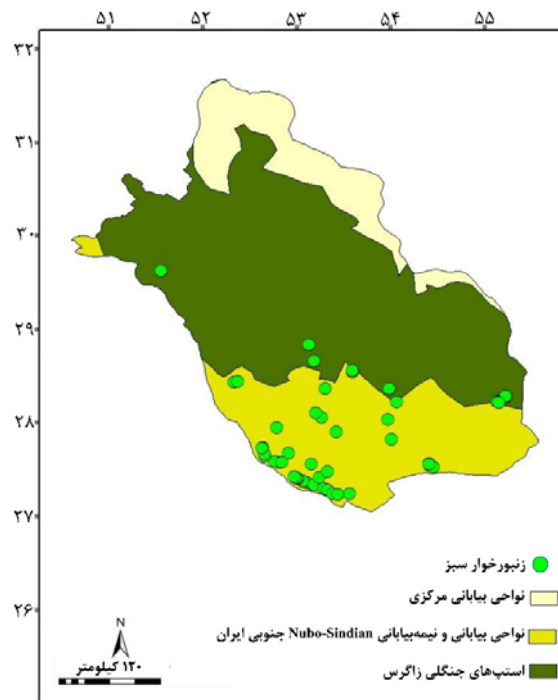
نواحی اکولوژیکی: برای تعیین اینکه زنبورخوار سبز در کدام ناحیه اکولوژیکی استان فارس زیست می‌کند از Olson et al., 2001 (۲۶) استفاده شد و در نرم‌افزار ArcGIS 10 محدوده استان فارس از روی لایه مربوط به کل خشکی‌های جهان برش زده شد و نقاط پراکنش بر روی این لایه قرار گرفتند. ایشان خشکی‌های زمین را در قالب ۱۴ 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 زیاجان (Biota) خاصی می‌باشد.



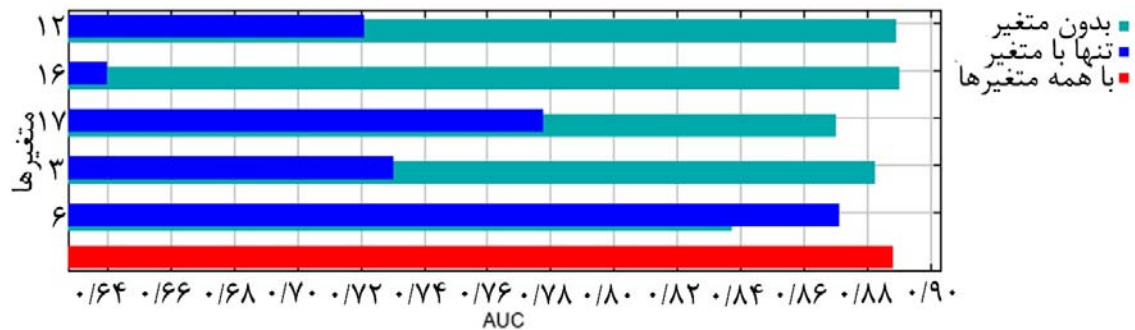
شکل ۱- نقاط حضور زنبورخوار سبز در استان فارس

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،



شکل ۲- پراکنش نقطه‌ای زنبورخوار سبز در استان فارس براساس نواحی اکولوژیکی



شکل ۳- اهمیت نسبی متغیرها براساس تحلیل جک نایف

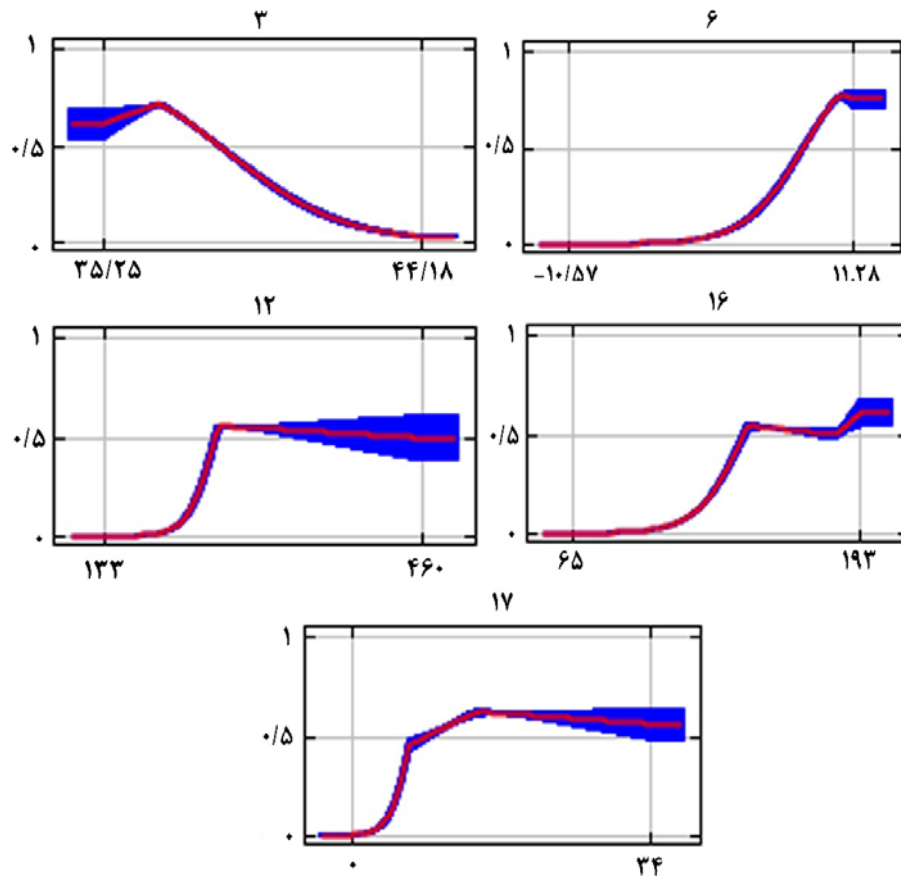
صورتی و مناطق با مطلوبیت متوسط (۳۰-۴۵) به رنگ زرد نشان داده شده است (شکل‌های ۵ و ۶). با توجه به نقشه، نیمه جنوبی محدوده مطالعاتی دارای مطلوبیت اقلیمی مناسبی برای زیست زنبورخوار سبز می‌باشد (حدود ۱۵ درصد مساحت استان). مقایسه مطلوبیت زیستگاه‌هایی که از نظر اقلیمی، گونه مورد نظر پتانسیل حضور در این مناطق 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

مطلوبیت زیستگاه: خروجی نرم‌افزار MaxEnt برای نمایش مطلوبیت زیستگاهی این گونه براساس داده‌های اقلیمی به صورت نقشه چندطبقه‌ای تهیه شد (شکل‌های ۵ و ۶). 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 (۴۵-۶۰ درصد) به رنگ

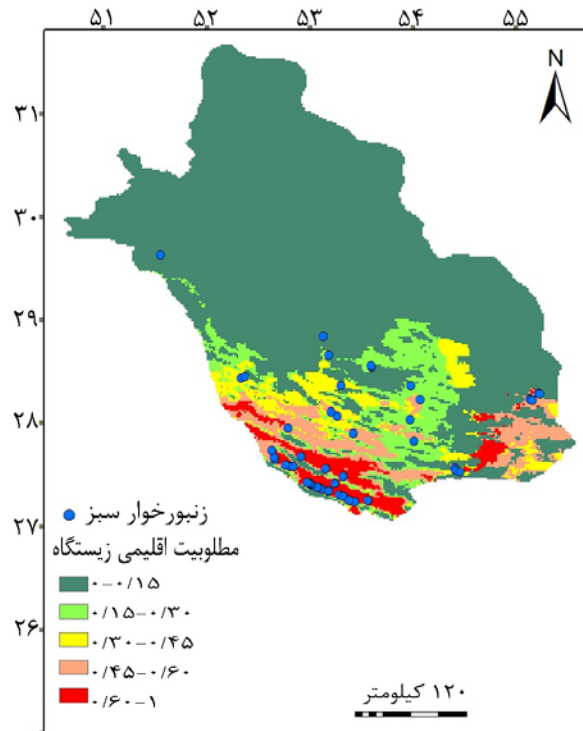
بحث و نتیجه‌گیری

از نقشه‌های پراکنش موجودات زنده در موارد متعددی از جمله مکان‌یابی و تعیین مرز مناطق حفاظت شده، ارزیابی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر تنوع زیستی و بررسی فرضیه‌های جغرافیای زیستی استفاده می‌شود (۲۱، ۲۲، ۲۵ و ۳۱). 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 (۱۵ و ۳۲). نتایج حاصل از مدل‌سازی، زیستگاه بالقوه‌ای که می‌تواند به وسیله یک‌گونه استفاده شود را مشخص می‌کند (۲، ۴ و ۳۸).

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).



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



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

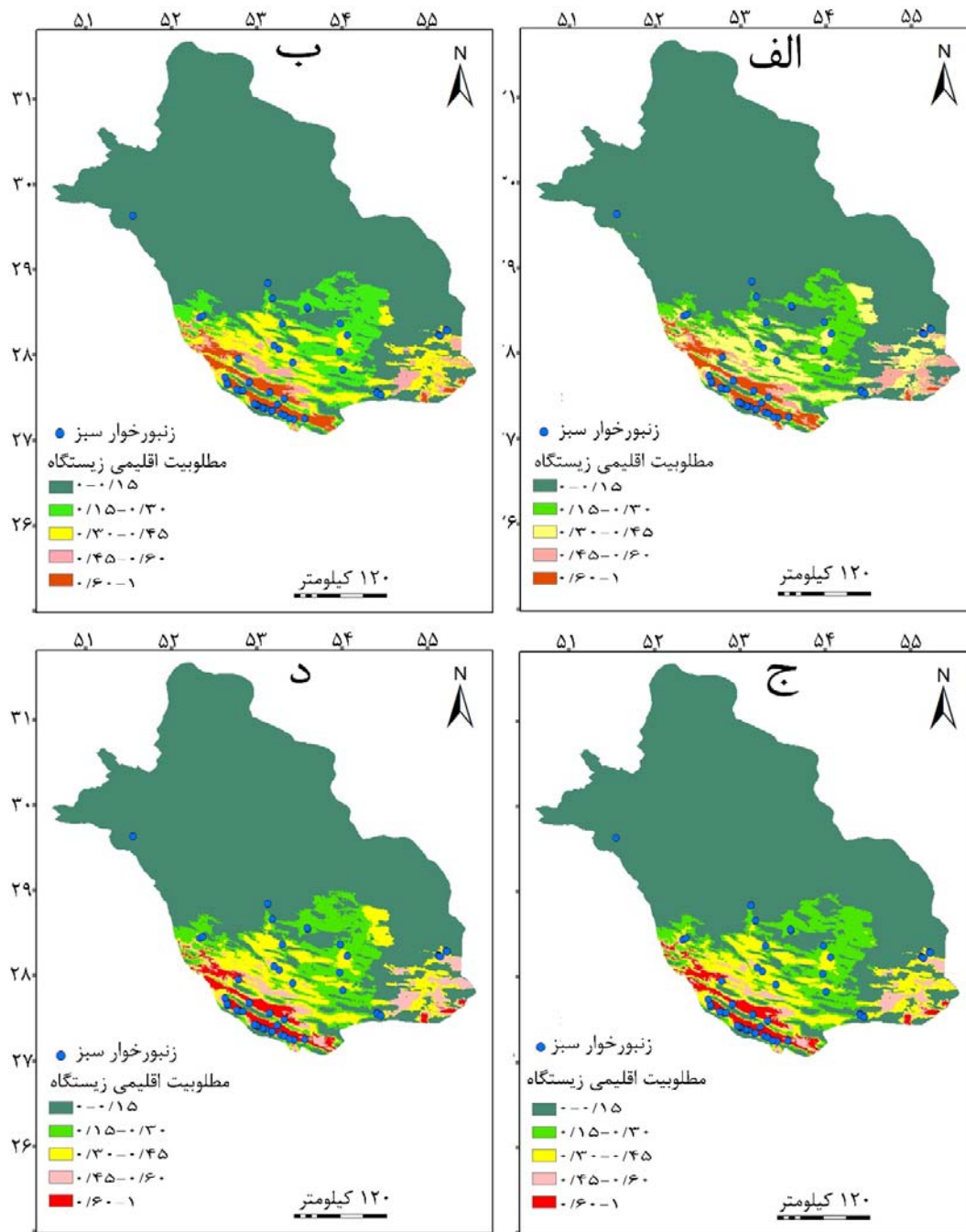
استان فارس مشاهده کردیم و مرز شمالی پراکنش آن به حدود قسمت‌های مرکزی استان می‌رسد. در قسمت‌های غربی بهتر است عملیات میدانی بیشتری انجام شود. زیستگاه این گونه که گونه‌ای غیرمهاجر است جلگه‌های پست گرم جنوب می‌باشد. اشاره شده است این گونه از جنگل‌های انبوه و مناطق سرد دوری می‌کند (۵) و براساس نتایج این تحقیق نیز این گونه در مناطق سرد شمالی استان و مناطق جنگلی با پوشش متراکم رؤیت نشد.

البته ممکن است به دلیل عوامل مختلفی از جمله رقابت، سدهای جغرافیایی، قدرت پراکنش و... تمام زیستگاه‌های بالقوه توسط گونه اشغال نشود اما این قبیل داده‌ها، اطلاعات پایه 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 کاپلی و همکاران (۱۳۹۵) می‌باشد (۵) هرچند ما این گونه را در محدوده وسیع‌تری در جنوب

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

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



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)

گونه‌های پرندگان گزارش شده است (۱۶، ۳۰ و 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،

از آنجا که دما عامل مهمی در تعیین محدوده پراکنش زنبورخوار سبز می‌باشد لذا می‌توان انتظار داشت که بر اثر پدیده گرمایش جهانی مطلوبیت زیستگاه‌ها و پراکنش این گونه دستخوش تغییر شود. این موضوع در مورد برخی

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 به وضوح 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 به صورت 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 افزایش یافته 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.

همراه با جابجایی پراکنشی به داخل مناطقی که از نظر اکولوژیکی نامناسب هستند گزارش شده است (۴۱). از آنجا 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 با وجود شرایط نامناسب زیستگاهی، قادر نباشند محدوده پراکنش خود را تغییر دهند که به عوامل مختلفی از جمله 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 (۳۳ و ۳۵). از آنجا 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 به نوبه 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 یک گونه 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 همان گونه که برای زنبورخوار سبز گزارش می‌شود برای سسک آبی گلو سیاه در ایالات متحده نیز گزارش

منابع

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

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

- 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.، همای، 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.
۸. 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).
- Ruppell, 1840 در ایران با استفاده از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۸(۴)، صفحات ۴۳۱-۴۴۰.
۳. حقانی، ع.، علی‌آبادیان، 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
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-Fonseca, 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. *Bioscience*, 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., Horowitz, 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? *Ecological 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., Sehhatiasabet, 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.