پیامدهای تغییر اقلیم بر پراکنش کبک دری (*Tetraogallus caspius* Gmelin, 1784) در استان چهارمحال‌وبختیاری

محمدرضا اشرف‌زاده[۱*]، نادر حبیب‌زاده[۲] و سهراب اشرفی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵)

چکیده

در حال حاضر، اطلاعات چندانی در مورد اثرات تغییر اقلیم بر گونه‌های ساکن مناطق مرتفع کوهستانی در ایران وجود ندارد و به‌نظر می‌رسد برخی از این گونه‌ها به‌طور جدی تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار گیرند. در این پژوهش، آسیب‌پذیری مکانی کبک دری به تغییر اقلیم در استان چهارمحال‌وبختیاری با استفاده از مدل‌سازی اجماعی بر اساس هفت مدل پراکنش گونه‌ای پیش‌بینی شد. در حدود ۱۹/۴۳ درصد از استان به‌عنوان زیستگاه مطلوب کبک دری برآورد شد. بارش سالیانه (۲۳/۲۴٪)، گستره دمای سالیانه (۲۱/۸۲٪)، ردپای انسان (۱۵/۳۷٪) و شیب (۱۴/۴۶٪) بیشترین مشارکت را در مدل‌سازی داشتند. حدود ۱۲/۲۹ تا ۳۲/۲۸ درصد از زیستگاه‌های مطلوب تا سال ۲۰۵۰ به‌دلیل تغییر اقلیم بر اساس دو سناریوی (۴/۵ و ۸/۵) افزایش گازهای گلخانه‌ای (Representative Concentration Pathways) و مدل HadGEM2-CC از دست خواهد رفت. در همین دوره زمانی، انتظار می‌رود زیستگاه‌های کبک دری در مناطق کم‌ارتفاع‌تر (<۲۱۲۴ متر) مطلوبیت خود را از دست دهند. علاوه بر این، به‌دلیل تغییر اقلیم، برخی جمعیت‌ها به‌ویژه در مناطق جنوبی‌تر استان به‌طور محلی منقرض خواهند شد و یا در انزوای کامل قرار می‌گیرند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند برای اتخاذ رویکردهای مناسب‌تر به‌منظور مدیریت و حفاظت جمعیت‌های کبک دری در کشور سودمند باشد.

واژه‌های کلیدی: کبک دری، گونه تخصصی، مناطق کوهستانی، تغییر اقلیم، انقراض محلی

۱. گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، ایران
۲. گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۳. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrashrafzadeh@sku.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در حال حاضر، تغییر اقلیم به‌عنوان یک نگرانی اصلی در هنگام تدوین برنامه‌ها و اولویت‌های حفاظت از حیات وحش مورد توجه است (۲۶). انتظار می‌رود که پاسخ به این پدیده در بین مناطق و گونه‌های مختلف حیات وحش بسیار متفاوت باشد (۱۰). جابه‌جایی در گستره جغرافیایی و الگوهای توزیع (۱۰ و ۱۲)، سازش‌های رفتاری و فنولوژیکی (۳۷)، تغییر در اندازه جمعیت (۲۵ و ۳۵) و انقراض (۳۸) از پاسخ‌های احتمالی گونه‌ها در برابر تغییر اقلیم هستند. بر اساس شواهد دیرین‌شناختی، جابه‌جایی در پراکنش جغرافیایی بسیاری از گروه‌های آرایه‌شناختی به‌عنوان یک پاسخ عمومی در برابر تغییر اقلیم شناخته می‌شود (۱۰). همچنین، پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که پراکنش جغرافیایی گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در مقیاس‌های بزرگ و کوچک تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم قرار خواهد گرفت (۱۶ و ۴۱). بر اساس بررسی‌ها، تغییر اقلیم به احتمال زیاد تغییر در ترکیب، ساختار و کارکرد بوم‌سازگان‌ها را در پی خواهد داشت. از سوی دیگر، بسیاری از گونه‌ها تنها درصورت مطلوب بودن شرایط زیستگاهی در سیمای سرزمین پیرامونی قادر به تغییر گستره پراکنش خود هستند. بنابراین، تغییر کاربری سرزمین توسط انسان همراه با تغییر اقلیم فشار بیشتری را بر بسیاری از گونه‌ها وارد خواهد ساخت (۵).

پرندگان نماینده مناسبی برای مطالعه پیامدهای تغییر اقلیم در مقیاس‌های مکانی بزرگ به‌شمار می‌روند (۲۳). از سوی دیگر، تنوع پرندگان در هر ناحیه نمایه مناسبی برای انعکاس تنوع آرایه‌های دیگر (مانند حشرات و سایر مهره‌داران) است (۵ و ۲۰). براوردها نشان می‌دهد که تعداد جمعیت‌های پرندگان ساکن اروپا که به‌واسطه تغییر اقلیم با کاهش اندازه جمعیت مواجه خواهند شد سه برابر تعداد جمعیت‌های پرندگانی است که احتمالاً به‌واسطه تغییر اقلیم افزایش جمعیت را تجربه خواهند کرد (۵). همچنین، پیش‌بینی شده است که جمعیت‌های گونه‌های مختلف پرندگان به‌سمت عرض‌های شمالی‌تر گسترش خواهند یافت (۷).

سکرسیوگلو و همکاران (۳۸) براورد کرده‌اند که به‌ازای هر درجه افزایش دما، ۱۰۰ تا ۵۰۰ گونه پرنده منقرض خواهد شد. به‌نظر می‌رسد که افزایش دما احتمال انقراض محلی گونه‌های ساکن مناطق شمالی‌تر را افزایش خواهد داد (۱۹). تغییر اقلیم در طولانی‌مدت ممکن است جمعیت‌های پرندگان را از طریق عواملی مانند تغییر زیستگاه، تغییر در فنولوژی و دسترسی آنها به منابع غذایی مورد تهدید قرار دهد (۲۴). برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که تغییرات اخیر در شرایط اقلیمی، منجر به بروز ناهماهنگی بین زمان وفور منابع غذایی و جوجه‌آوری در پرندگان شده است و درنتیجه اثرات منفی بر زمان بهینه زادآوری و تولید مثل داشته است (۱۰ و ۴۵).

در حال حاضر شرایط اقلیمی به‌سرعت در حال تغییر است. بنابراین، نه تنها دستیابی به داده‌های قابل اتکا درباره وضعیت زیستی و حفاظتی گونه‌ها در شرایط امروزی ضروری است، بلکه استفاده از سناریوها و پیش‌بینی‌های قابل اطمینان از آسیب‌پذیری گونه‌ها در شرایط آینده نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳۹). پیش‌بینی شرایط آینده می‌تواند براوردهایی از امکان وقوع برخی تهدیدها در اختیار مدیران قرار دهد، بنابراین می‌توان با اتخاذ برنامه‌های مدیریتی مناسب این عوامل تهدیدکننده را کنترل کرد و آثار منفی آنها را کاهش داد. استفاده از سناریوهای اقلیمی، همراه با داده‌های پراکنش کنونی و بوم‌شناسی گونه‌های گیاهی و جانوری، می‌تواند رویکردی را برای پیش‌بینی میزان آسیب‌پذیری هر کدام از گونه‌ها به تغییر اقلیم به‌دست دهد. در این راستا مدل‌های پراکنش گونه‌ای (Species Distribution Models :SDMs) به‌طور گسترده برای پیش‌بینی پیامدهای بالقوه تغییرات جهانی بر پراکنش گونه‌ها استفاده شده‌اند (۲۸ و ۳۱). در این میان، مدل‌سازی زیست‌اقلیمی یکی از سودمندترین و کاربردی‌ترین روش‌ها به‌منظور پیش‌بینی پراکنش و انقراض جمعیت‌های در تهدید است (۳۰).

ایران، با میانگین بارش سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر، در طول سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۰ با افزایش تدریجی میانگین دما در حدود ۰/۵ درجه سانتی‌گراد مواجه بوده است (۴). زنجیره کوهستانی زاگرس یکی از آسیب‌پذیرترین مناطق به پدیده تغییر اقلیم و گرمایش جهانی است (۲۷). میانگین درجه حرارت

www.SID.ir

Archive of SID

سالیانه در طول ۱۵ سال گذشته در زاگرس مرکزی افزایش یافته است، درحالی که میزان بارش سالیانه در این مدت در این منطقه کاهش پیدا کرده است (۲۲). همچنین، بارش سالیانه برف در سراسر زاگرس در قرن حاضر کاهش داشته است و با افزایش گرما بارش‌ها به‌طورعمده به‌صورت باران بوده است (۴).

به‌طورکلی، گستره جغرافیایی پرندگان ارتباط گسترده‌ای با درجه حرارت دارد. بنابراین گونه‌های مختلف پرندگان آسیب‌پذیری به نسبت بالایی به تغییرات محیطی دارند (۲۳). علاوه بر این، گونه‌های تخصصی (Specialist species) در مقایسه با گونه‌های معمول (Generalist species) کاهش شدیدتری را در اندازه جمعیت و گستره پراکنش تجربه خواهند کرد (۴۴). گونه‌های تخصصی بر مبنای ویژگی‌های ذاتی‌شان به منابع غذایی، زیستگاه و پناهگاه با شرایط اختصاصی وابسته هستند (۱۵). کبک دری (*Tetraogallus caspius* Gmelin, 1784) یکی از گونه‌های معروف مناطق کوهستانی است که پراکنش به نسبت محدودی در رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس دارد. این گونه دارای نیازهای حیاتی ویژه و آشیان بوم‌شناختی تخصصی است و مناطق آلپی و کوهستانی مرتفع بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر را ترجیح می‌دهد (۱). از آنجایی که کبک دری به لکه‌های کوهستانی مرتفع محدود است و مهاجرت‌های چندانی ندارد (۶)، به‌نظر می‌رسد یکی از آسیب‌پذیرترین گونه‌های حیات وحش کشور به تغییر اقلیم است. علاوه بر این، عواملی از قبیل برداشت گسترده از گیاهان دارویی و معطر، جمع‌آوری چوب و ذغال و چرای بیش از حد دام اهلی در مناطق آلپی مرتفع، آسیب‌پذیری گونه‌های اختصاصی این مناطق از جمله کبک دری را به پدیده تغییر اقلیم افزایش داده است. در این پژوهش، پیامدهای تغییر اقلیم (تا سال ۲۰۵۰) بر پراکنش جغرافیایی کبک دری در استان چهارمحال‌وبختیاری با استفاده از سناریوهای اقلیمی آینده براورد شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش در برگیرنده استان چهارمحال‌وبختیاری واقع در منطقه زاگرس مرکزی است (شکل ۱). بخش عمده استان پوشیده از مناطق کوهستانی است و گستره ارتفاعی در این استان از حدود ۷۸۳ تا ۴۱۷۸ متر از سطح دریا است. بارش سالیانه استان، بین ۲۵۰ میلی‌متر در شرق و جنوب شرقی تا ۱۴۰۰ میلی‌متر در شمال غرب و میانگین بارش استان ۵۶۰ میلی‌متر است. دمای میانگین سالیانه استان در حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. در حال حاضر، پنج منطقه حفاظت‌شده (تنگ صیاد، سبزکوه، هلن، قیصری و شیدا) و یک پارک ملی (تنگ صیاد) در استان چهارمحال‌وبختیاری وجود دارد.

روش تحقیق

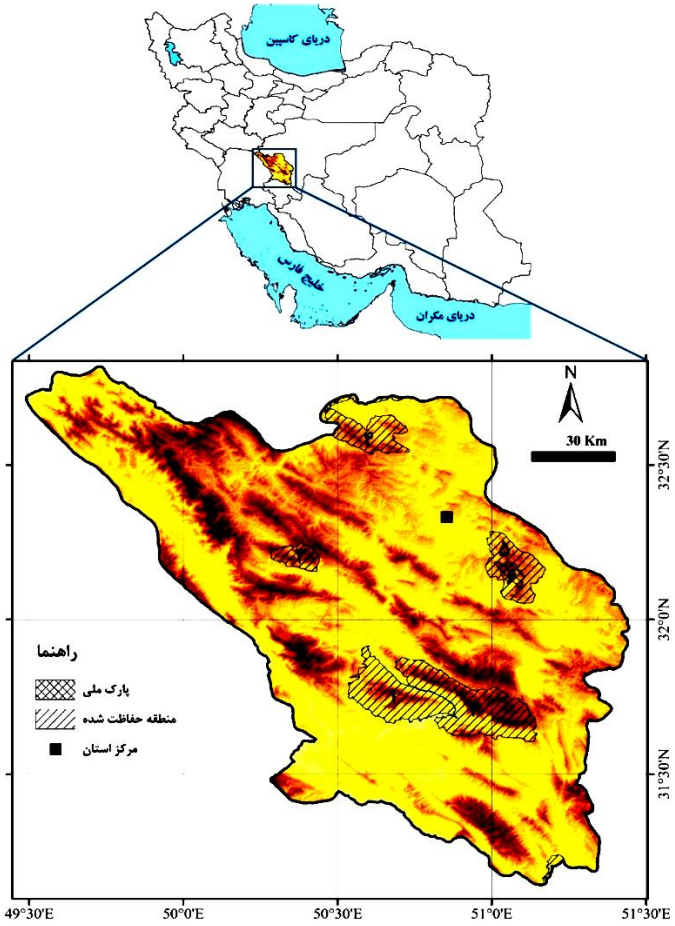
در این پژوهش، تعداد ۸۱ موقعیت حضور کبک دری در طول سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۶ با استفاده از بررسی‌های میدانی و داده‌های کارشناسان حیات وحش از سراسر استان گردآوری شد. تعداد ۵۲ موقعیت حضور از داده‌های موجود در پژوهش‌های پیشین (۱) و ۲۹ موقعیت حضور جدید از منطقه مورد مطالعه گردآوری شد. برای حذف خودهمبستگی نقاط حضور، با توجه به میانگین گستره خانگی دیگر اعضای خانواده ماکیان (۹، ۱۱، ۱۳، ۲۱ و ۴۷) موقعیت‌های با فاصله کمتر از یک کیلومتر از یکدیگر با استفاده از روش ترقیق مکانی داده‌های حضور در جعبه ابزار SDM حذف شدند (۸). سرانجام، ۷۴ داده حضور در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

متغیرهای توپوگرافی، اقلیمی، پوشش/کاربری سرزمین و انسانی برای پیش‌بینی پراکنش کبک دری استفاده شدند. برای پوشش/کاربری سرزمین از نقشه تهیه‌شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور استفاده شد. با توجه به اهداف پژوهش، تعداد ۳۲ طبقه کاربری/پوشش سرزمین در این نقشه به هفت طبقه زیر تقسیم شد: ۱- مراتع متوسط تا خوب، ۲- مراتع فقیر، ۳- جنگل‌ها، ۴- صخره‌ها، ۵- زمین‌های بایر، ۶- کشتزارها و ۷- سایر کاربری‌ها و پوشش‌های سرزمینی.

متغیرهای اقلیمی از پایگاه داده‌های اقلیمی WorldClim

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه در کشور (اعداد ۱ تا ۶ به‌ترتیب مناطق حفاظت‌شده هلن، سبزکوه، قیصری، شیدا و تنگ صیاد و پارک ملی تنگ صیاد را نشان می‌دهند)

استخراج شد. مدل ردپای انسان، که به‌منظور کمی‌سازی اثرات انسان بر بوم‌سازگان‌ها طراحی شده است، مورد استفاده قرار گرفت (۳۶). این مدل با استفاده از اطلاعات مربوط به تراکم جمعیت، وجود زیرساخت‌هایی مانند جاده‌ها، دسترسی‌پذیری انسان و تغییر کاربری سرزمین تهیه شده است. تمامی متغیرها در ArcGIS 10.4.1 در یک اندازه شبکه یک کیلومتر مربع تهیه شدند. پیش از اجرای مدل‌سازی، ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی هم‌خطی (>۰/۷) بین متغیرهای محیطی و انسانی مختلف مورد استفاده قرار گرفت. در مجموع، ۱۵ متغیر مطابق جدول ۱ در مدل‌سازی استفاده شدند.

برای پیش‌بینی پراکنش کبک دری در سناریوهای مختلف از بسته Biomod2 (۴۲) در محیط R (نسخه ۳,۱,۲) (۳۴) استفاده شد. در این پژوهش از یک رویکرد اجماعی دربرگیرنده هفت مدل جنگل تصادفی (RF: Random Forest)، رگرسیون چندمتغیره تطبیقی (MARS: Multivariate Adaptive Regression Splines)، مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM: Generalized Linear Model)، روش افزایشی تعمیم‌یافته (GBM: Generalized Boosting Method)، تحلیل ممیزی انعطاف‌پذیر (FDA: Flexible Discriminant Analysis)، تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی درختی (CTA: Classification Tree Analysis) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN: Artificial Neural Network) استفاده شد. به‌دلیل اینکه تمامی مدل‌های مورد استفاده به داده‌های زمینه‌ای (مانند نقاط عدم حضور کاذب) نیاز دارند، به‌طور تصادفی تعداد ۱۰۰۰ نقطه زمینه‌ای در گستره مورد مطالعه و در خارج از سلول‌های حضور ایجاد شد. در این

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کبک دری در استان چهارمحال‌وبختیاری و درصد مشارکت آنها

متغیر	ANN	CTA	FDA	GBM	GLM	MARS	RF	اهمیت نسبی
فاصله از کشتزارها	۱۱/۵۶	۰	۰	۰/۵۲	۰	۰	۱/۶۲	۱/۹۶
جهت جغرافیایی	۷/۵۱	۷/۷۷	۰	۱/۸۳	۲/۳۱	۰	۲/۸۳	۳/۱۸
Bio12	۰/۷۲	۲۱/۹۱	۲۵/۱۸	۲۱/۴۷	۵۰	۳۰/۰۱	۱۳/۳۶	۲۳/۲۴
Bio17	۰/۸۷	۰	۰	۰	۶/۷۱	۰	۰/۴۰	۱/۱۴
Bio3	۶/۵۰	۰	۰	۳/۱۴	۰	۰	۳/۶۴	۱/۹۰
Bio4	۲/۰۲	۰	۰	۲/۶۲	۰	۰	۴/۸۶	۱/۳۶
Bio7	۱/۳۰	۰	۶۱/۹۲	۷/۳۳	۳۱/۳۴	۳۶/۳۲	۱۴/۵۷	۲۱/۸۲
Bio9	۰	۰	۰	۰	۳/۱۴	۰	۰/۸۱	۰/۵۶
رد پای انسان	۳۳/۵۳	۳۸/۳۹	۰	۱۲/۵۷	۰	۰	۲۳/۰۸	۱۵/۳۷
فاصله تا جنگل	۰	۰	۰	۱/۰۵	۰	۰	۲/۴۳	۰/۵۰
کاربری سرزمین	۱۱/۸۵	۰	۱۲/۹۰	۸/۱۲	۵/۴۵	۱۲/۲۹	۱۱/۳۴	۸/۸۵
فاصله تا مرتع	۲۴/۱۳	۰	۰	۱/۵۷	۰	۰	۶/۰۷	۴/۵۴
فاصله تا رودخانه	۰	۰	۰	۰/۷۹	۱/۰۵	۰	۱/۶۲	۰/۴۹
شیب	۰	۳۱/۹۳	۰	۳۸/۲۲	۰	۲۱/۳۷	۹/۷۲	۱۴/۴۶
فاصله تا مناطق مسکونی	۰	۰	۰	۰/۷۹	۰	۰	۳/۶۴	۰/۶۳

GBM: Generalized Boosting Method ،GLM: Generalized Linear Model ،MARS: Multivariate Adaptive Regression Splines ،RF: Random Forest
ANN: Artificial Neural Network و CTA: Classification Tree Analysis ،FDA: Flexible Discriminant Analysis

پژوهش، ۷۵ درصد نقاط حضور به‌عنوان داده‌های تعلیمی و ۲۵ درصد باقی‌مانده برای ارزیابی پیش‌بینی مدل‌ها استفاده شدند. مدل‌ها با استفاده از شاخص مساحت زیر نمودار (AUC: The Area Under the Curve) و آماره (TSS: True Skill Statistic) ارزیابی شدند (۲). مدل‌های دارای ارزش‌های AUC بیش از ۰/۹۰ به‌عنوان مدل‌های با قدرت تشخیص عالی، ۰/۹۰-۰/۸۰ خوب، ۰/۸۰-۰/۷۰ متوسط و ۰/۷۰-۰/۶۰ ضعیف ارزیابی شدند (۱۸). مدل‌های دارای ارزش‌های TSS بیش از ۰/۷۵ با قدرت تشخیص عالی، ۰/۷۵-۰/۴۰ خوب و کمتر از ۰/۴۰ ضعیف ارزیابی شدند (۱۸). با استفاده از قابلیت Biomod، میزان مشارکت (اهمیت) متغیرهای مختلف در مدل‌های پراکنش کبک دری براورد شد. درنهایت، مدل اجماعی با استفاده از متوسط وزن مدل‌های انفرادی برای تمامی ارزش‌های ارزیابی شده اجرا شد (۴۲).

متغیرهای نقشه اجماعی و مدل اجماعی به‌دست آمده برای پیش‌بینی پراکنش آینده کبک دری تا سال ۲۰۵۰ بر اساس دو سناریوی (۴/۵ و ۸/۵) افزایش گازهای گلخانه‌ای (RCPs: Representative Concentration Pathways) و مدل گردش عمومی HadGEM2-CC (۱۷) استفاده شدند. به‌منظور براورد اثر تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گونه مورد مطالعه، ابتدا از یک آستانه (بر اساس معیار (ROC: Receiver Operating Characteristic) برای طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و نامطلوب استفاده شد. سپس، وسعت زیستگاه‌های جدید و زیستگاه‌های از دست‌رفته به‌دلیل تغییر اقلیم تا سال ۲۰۵۰ در دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 براورد شدند (۳۲).

نتایج

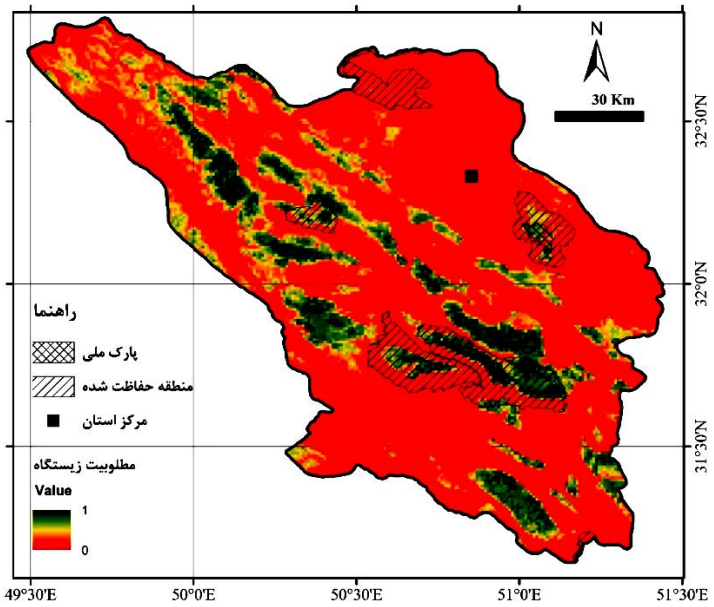
بر اساس معیار AUC (>۰/۸۸)، همه مدل‌ها خوب تا عالی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. براورد سطح زیر منحنی (AUC) و TSS در الگوریتم‌های مختلف اجرا شده در این پژوهش

پیراسنجه‌های مدل	RF	MARS	GLM	GBM	FDA	CTA	ANN
AUC	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۸۹
TSS	۰/۹۱	۰/۷۸	۰/۷۳	۰/۹۰	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۶۸



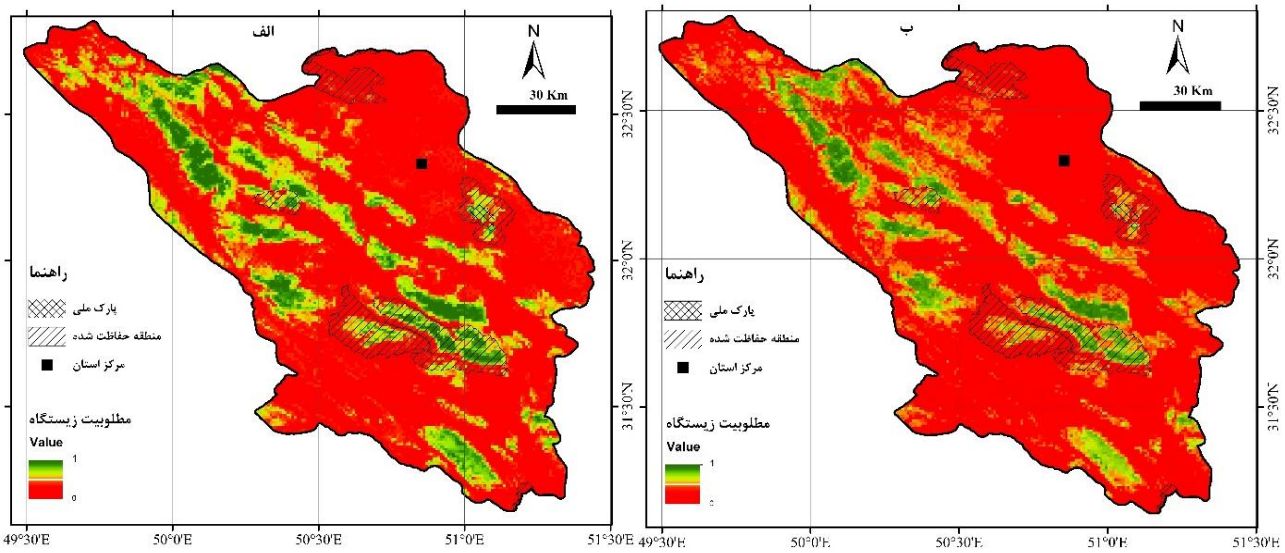
شکل ۲. مطلوبیت زیستگاه کبک دری در حال حاضر در استان چهارمحال‌وبختیاری بر اساس تجمیع الگوریتم‌های مختلف

ارزیابی شدند. همچنین، مدل‌ها بر اساس TSS (>۰/۶۸) در رتبه‌های خوب تا عالی قرار گرفتند. . ارزش مدل RF در بالاترین سطح AUC (۰/۹۷) قرار گرفت. مدل‌های GBM (۹۶)، MARS (۰/۹۳)، GLM (۰/۹۲)، FDA (۰/۹۰)، ANN (۰/۸۹) و CTA (۰/۸۸) در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). بر اساس مدل اجماعی در حدود ۱۹/۴۳ درصد از محدوده مورد مطالعه به‌عنوان زیستگاه به نسبت مطلوب کبک دری براورد شد (شکل ۲). نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه بر اساس سناریوهای RCP4.5 و RCP8.5 در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. یافته‌ها نشان داد که تا سال ۲۰۵۰، در حدود ۴/۱۹ درصد (RCP8.5) تا ۱۰/۰۶ درصد (RCP4.5) به زیستگاه‌های مطلوب کبک دری افزوده خواهد شد، درحالی که در همین زمان در حدود ۲۲/۳۵ درصد (RCP4.5) تا ۳۶/۴۷ درصد (RCP8.5) از زیستگاه‌های مطلوب این گونه از دست خواهد رفت. به‌طور خلاصه، مساحت خالص زیستگاه‌هایی که به‌واسطه تغییر اقلیم از دست خواهد رفت در حدود ۱۲/۲۹ درصد (RCP4.5) تا ۳۲/۲۸ درصد (RCP8.5) خواهد بود (شکل ۴ و جدول ۳). بر اساس یافته‌ها، به احتمال زیاد سناریوی RCP8.5 نسبت به سناریوی RCP4.5 اثر بیشتری بر جمعیت کبک دری در آینده خواهد داشت.

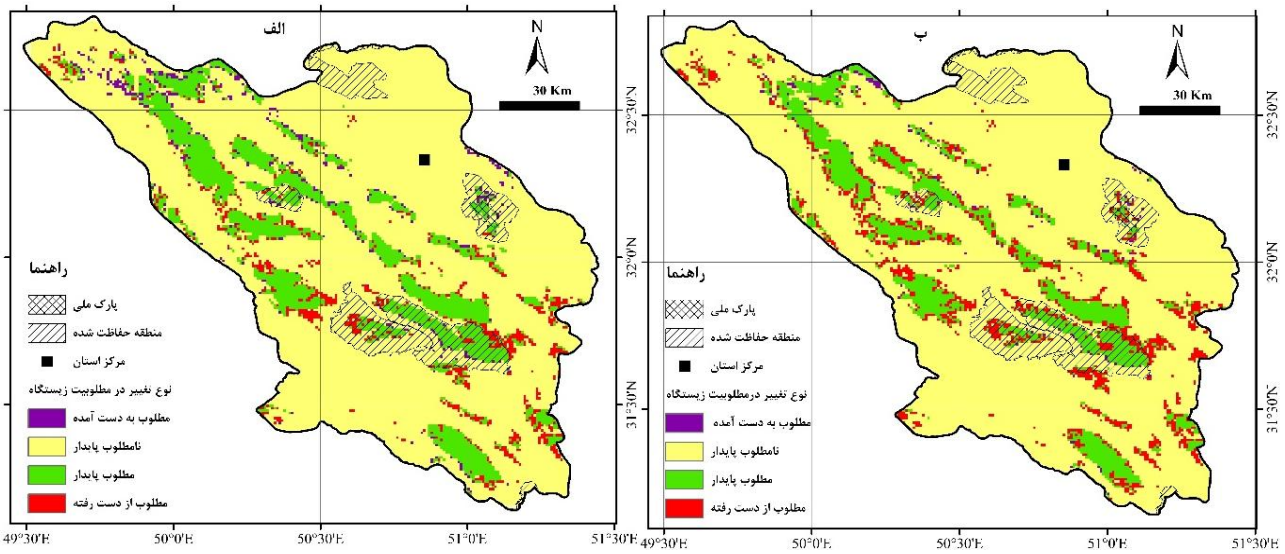
متغیرهای بارش سالیانه (۲۳/۲۴٪)، گستره دمای سالیانه (۲۱/۸۲٪)، رد پای انسان (۱۵/۳۷٪)، شیب (۱۴/۴۶٪) و کاربری سرزمین (۸/۸۵٪) بیشترین مشارکت را در اجرای مدل داشتند. در حال حاضر، زیستگاه‌های بالقوه کبک دری در گستره ارتفاعی ۱۷۸۳ تا بیش از ۴۰۰۰ متر قابل مشاهده هستند. بارش سالیانه ۴۰۵ تا ۶۸۳ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت سالانه بین ۱/۸ تا ۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد، بیشینه دما در گرم‌ترین ماه سال بین ۲۴/۸ تا ۳۳/۶ درجه سانتی‌گراد، کمینه دما ۲۷/۸- تا ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد از دیگر شرایط زیستگاه‌های کبک دری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. پیش‌بینی پراکنش زیستگاه‌های مطلوب کبک دری در استان چهارمحال‌وبختیاری مبتنی بر تجمیع الگوریتم‌های مختلف، بر اساس سناریوهای اقلیمی: الف) RCP4.5 و ب) RCP8.5



شکل ۴. پیش‌بینی تغییر در پراکنش زیستگاه‌های مطلوب کبک دری در استان چهارمحال‌وبختیاری مبتنی بر تجمیع الگوریتم‌های مختلف، بر اساس شرایط اقلیمی کنونی در مقایسه با تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ و سناریوهای اقلیمی: الف) RCP4.5 و ب) RCP8.5

جدول ۳. تغییر در وسعت زیستگاه‌های مطلوب کبک دری تا سال ۲۰۵۰ بر اساس سناریوهای اقلیمی مختلف

سناریو	مطلوب پایدار (Km^2)	نامطلوب پایدار (Km^2)	زیستگاه ازدست‌رفته (Km^2)	زیستگاه ازدست‌رفته (٪)	زیستگاه جدید (Km^2)	زیستگاه جدید (٪)	تغییر در زیستگاه (٪)
RCP4.5	۲۴۶۴	۱۲۸۳۵/۲	۷۰۹/۱	۲۲/۳۵	۳۱۹/۲	۱۰/۰۶	-۱۲/۲۹
RCP8.5	۲۰۱۶	۱۳۰۲۱/۴	۱۱۵۷/۱	۳۶/۴۷	۱۳۳	۴/۱۹	-۳۲/۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

در حال حاضر هستند. پیش‌بینی‌های منطبق بر هر دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰ بخشی از زیستگاه‌های کبک دری در گستره ارتفاعی پایین‌تر مطلوبیت خود را از دست خواهند داد و انتظار می‌رود این گونه تا سال ۲۰۵۰ در ارتفاع ۲۱۲۴ متر تا بیش از ۴۰۰۰ متر امکان حضور داشته باشد. در حال حاضر، حدود ۷۳/۳۹ درصد زیستگاه‌های مطلوب کبک دری در محدوده مراتع کوهستانی (خوب، متوسط و فقیر) قرار گرفته است. زمین‌های جنگلی، صخره‌ای و زمین‌های بایر در مناطق کوهستانی از دیگر زمین‌هایی هستند که امکان حضور کبک دری در آنها وجود دارد. بر اساس یافته‌ها، مناطق حفاظت‌شده استان در حدود ۱۱/۵۸ درصد از زیستگاه‌های مطلوب پیش‌بینی‌شده را پوشش می‌دهند.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش پیش‌بینی می‌کند که احتمالاً تغییر اقلیم تا سال ۲۰۵۰ اثرات معنی‌داری بر پراکنش جغرافیایی کبک دری در استان چهارمحال‌وبختیاری خواهد داشت. در حال حاضر، زیستگاه‌های مطلوب کبک دری در امتداد مناطق مرتفع کوهستانی زاگرس از شمال غرب تا جنوب شرق استان کشیده شده است. تغییر اقلیم سبب از دست رفتن حدود ۲۲ تا ۳۶ درصد از زیستگاه‌های مطلوب خواهد شد. در همین زمان ممکن است چهار تا ۱۰ درصد از زیستگاه‌های نامطلوب به مناطق مطلوب تبدیل شوند. بر اساس همین براوردها، به‌طور خالص ۱۲ تا ۳۲ درصد از زیستگاه‌های مطلوب کبک دری در استان از دست خواهد رفت.

یافته‌ها نشان می‌دهد که تغییر اقلیم احتمالاً با نابودی زیستگاه‌های واقع در ارتفاعات کمتر از ۲۱۲۴ متر، باعث جابه‌جایی پراکنش جغرافیایی کبک دری به مناطق مرتفع‌تر خواهد شد. به‌عبارت دیگر، زیستگاه‌های در ارتفاع کمتر از ۲۱۲۴ متر مطلوبیت خود را از دست خواهند داد. از سوی دیگر، کبک دری از گونه‌های با آشیان بوم‌شناختی تخصصی به‌شمار می‌رود. این گونه مهاجرت چندانی ندارد و به‌طور عمده ساکن دائمی مناطق آلپی و کوهستانی مرتفع با پوشش سالیانه برف است (۱ و ۶). بنابراین، تغییر اقلیم احتمالاً انقراض محلی یا انزوای کامل برخی جمعیت‌ها به‌ویژه جمعیت‌های واقع در مناطق جنوبی‌تر را در پی خواهد داشت.

به‌نظر می‌رسد پرندگان نسبت به سایر آرایه‌ها آسیب‌پذیری کمتری به تغییر شرایط محیطی دارند. این وضعیت به‌واسطه عواملی مانند توانایی پرواز و ظرفیت پراکنش در پرندگان است که می‌تواند توانایی آنها را در جابه‌جایی گستره‌شان به‌سمت زیستگاه‌های با شرایط محیطی بهتر افزایش دهد. با این وجود، برخی گونه‌های پرندگان که توان مهاجرتی کمتری دارند احتمالاً بیش از سایر پرندگان در تهدید خواهند بود. تغییر اقلیم تاکنون، مکان‌های پراکنش گونه‌های مختلف را تغییر داده و جابه‌جایی مرزهای پراکنش را در پی داشته است (۴۱). علاوه بر این، تغییر اقلیم می‌تواند سبب ناهماهنگی بین زمان‌های بارش برف و دیگر عوامل مؤثر بر مهاجرت و تولید مثل در جمعیت‌های پرندگان شود (۱۰). براوردها نشان داده است که به‌دلیل تغییر دما، پراکنش مکانی برخی از گونه‌ها به‌سمت ارتفاعات بالاتر جابه‌جا شده است (۴۳). براوردهایی از احتمال آسیب‌پذیری کم تا متوسط گونه‌های مختلف پرندگان به‌دلیل تغییر اقلیم توسط پژوهش‌های مختلف گزارش شده است (۱۴، ۴۶ و ۵۰). استرالبرگ و همکاران (۴۰) پیش‌بینی کرده‌اند که تغییر اقلیم تا سال ۲۰۷۰ جابه‌جایی‌های بزرگی را در پراکنش جغرافیایی بسیاری از گونه‌های پرندگان ساکن کالیفرنیا منجر خواهد شد (۴۰). بر اساس یافته‌های استرالبرگ و همکاران (۴۰) بیش از ۵۷ درصد این ایالت توسط گروه‌های جدیدی از گونه‌های پرندگان اشغال خواهد شد. در پژوهشی دیگر، با درنظر گرفتن ۱۶۸ گونه از پرندگان ساکن مناطق کوهستانی سیرا نوادا در کالیفرنیا، پیش‌بینی شده است که به‌دلیل تغییر اقلیم در حدود ۲۰ درصد از گونه‌ها افزایش در گستره زیستگاهی یا اندازه جمعیت را تجربه خواهند کرد و حدود نه درصد از گونه‌ها آسیب متوسط یا شدیدی را به‌دلیل تغییر اقلیم متحمل خواهند شد (۳۹).

از سوی دیگر، در میان پرندگان مناطق کوهستانی، گونه‌هایی که به زیستگاه‌های آلپی/نیمه آلپی وابسته هستند

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به گونه‌های ساکن در سایر زیستگاه‌ها آسیب‌پذیرتری بیشتری به تغییر اقلیم دارند (۳۹). آسیب‌پذیری زیاد گونه‌های محدود به مناطق آلپی و نیمه‌آلپی احتمالاً به این دلیل است که آنها در شرایط وقوع پدیده تغییر اقلیم به زیستگاه‌های مرتفع‌تر دسترسی ندارند تا بتوانند گستره زیستگاهی‌شان را تغییر دهند (۲۹). با وجود این، نباید این گونه فرض شود که در پاسخ به تغییر اقلیم، گستره گونه‌های مختلف پرندگان به‌طور یکسان به‌سمت ارتفاعات بالاتر انتقال خواهد یافت. تینگلی و همکاران (۴۳) نشان دادند که در پاسخ به تغییر دما و بارش در طول قرن گذشته، جابه‌جایی‌هایی در پراکنش جغرافیایی پرندگان رخ داده است. به‌نظر می‌رسد تغییر دما در مقایسه با تغییر در بارش‌ها فشار بیشتری بر پراکنش مکانی گونه‌ها وارد کرده است (۴۳).

اگر چه تغییر اقلیم ممکن است زیستگاه‌های مطلوب به نسبت ناچیزی ایجاد کند، اما باید به این مورد نیز توجه کرد که فعالیت‌های گسترده انسانی در مناطق کوهستانی کیفیت زیستگاه‌ها را به‌طور جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد. مشابه عوامل ذکر شده در مناطق کوهستانی مختلف در جهان (۳، ۳۳ و ۴۹)، جمع‌آوری چوب و ذغال، برداشت گیاهان دارویی و معطر، چرای بیش از حد دام، زنبورداری، گردشگری و ایجاد سکونتگاه‌های دائمی از تهدیدهای جدی در مناطق کوهستانی استان چهارمحال‌وبختیاری هستند. برخی پژوهش‌ها تأکید کرده‌اند که یک تغییر کوچک در کمیت و کیفیت منابع غذایی، ممکن است اثرات قابل توجهی را بر شرایط تغذیه‌ای و تولید در حیات وحش مناطق آلپی داشته باشد (۴۸). بنابراین، تغییر اقلیم ممکن است پیامدهای چندگانه‌ای را در حیات وحش مناطق آلپی در پی داشته باشد. به‌طورکلی انتظار می‌رود در مقایسه با درنظر گرفتن اثر تخریب زیستگاه به‌تنهایی بر جمعیت‌های کبک دری، اثرات چندگانه و زنجیره‌ای تغییر اقلیم فشار بیشتری بر زیستایی جمعیت‌های این گونه خواهند داشت.

بر اساس یافته‌ها، بارش سالیانه، گستره دمای سالیانه، رد پای انسان، شیب و کاربری سرزمین بیشترین مشارکت را در اجرای مدل داشتند. این یافته‌ها بر این نکته تأکید دارد که حضور کبک دری تنها به شرایط فیزیکی زیستگاه وابسته نیست، بلکه مجموعه عوامل فیزیکی، زیست‌شناختی و مزاحمت‌های انسانی بر مطلوبیت زیستگاه تأثیر دارند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند برای اتخاذ رویکردهای حفاظتی مناسب‌تر در گستره‌های حضور کبک دری در کشور سودمند باشد. به‌منظور دست‌یابی به درک بهتر در زمینه پیامدهای تغییر اقلیم پیشنهاد می‌شود به‌طور همزمان از گونه‌ها و آرایه‌های مختلف در مدل‌سازی‌ها استفاده شود. یافته‌ها نشان داد که در حال حاضر کمتر از ۱۲ درصد زیستگاه‌های مطلوب کبک دری توسط مناطق حفاظت شده استان پوشش داده شده است. این در حالی است که بر اساس سناریوهای اقلیمی آینده در ۲۰۵۰ کمتر از نه درصد از زیستگاه‌های مطلوب توسط مناطق حفاظت شده استان پوشش داده خواهد شد. بر اساس تحلیل‌ها، شبکه امروزی مناطق حفاظت شده در استان نمی‌تواند بقای جمعیت‌های کبک دری را در شرایط آینده به‌خوبی تضمین کند. بنابراین، تقویت شبکه حفاظتی موجود، تأسیس مناطق حفاظت شده جدید به‌ویژه در داخل کریدورها و مسیرهای ارتباط بین جمعیت‌ها و پیشبرد معیارهای حفاظتی باید به‌عنوان یک اولویت حفاظتی درنظر گرفته شود. معیارهای ذکر شده باید بر پایه انتخاب مناسب بین حفاظت صرف از مناطق (مناطق حفاظت شده بدون حضور انسان) و حفاظت همراه با حضور انسان (فعالیت‌های منطقی کشاورزی، حیات وحش و حفاظت از زیستگاه به‌طور همزمان) (۳) صورت گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری ارزشمند اداره کل حفاظت محیط زیست استان چهارمحال‌وبختیاری به‌ویژه آقای مهندس نظریان در گردآوری داده‌های حضور سپاسگزاری کنند.

منابع مورد استفاده

۱. اشرف‌زاده، م. و ع. نظریان. ۱۳۹۶. مدل‌سازی زیستگاه مطلوب کبک دری (*Tetraogallus caspius*) به‌عنوان یک گونه شاخص مناطق مرتفع کوهستانی. *مجله محیط زیست طبیعی* ۷۰(۴): ۷۵۶-۷۴۵.

www.SID.ir

Archive of SID

2. Allouche, O., A. Tsoar and R. Kadmon. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic. *Journal of Applied Ecology* 43: 1223-1232.
3. Ashrafzadeh, M. R., A. A. Naghipour, M. Haidarian and I. Khorozyan. 2018. Modeling the response of an endangered flagship predator to climate change in Iran. *Mammal Research* 64: 39-51.
4. Babaeian, I., R. Modirian, M. Karimian and M. Zarghami. 2015. Simulation of climate change in Iran during 2071-2100 using PRECIS regional climate modelling system. *Desert* 20: 123-134.
5. Bellamy, C. 2013. The use of birds as biodiversity indicators of climatic change: downscaling european indicators to regional and national trends. PhD. Thesis, School of Biological and Biomedical Sciences, Durham University.
6. Bird Life International. 2016. Bird species distribution maps of the world. Version 6.0. Available at http://datazone.birdlife.org/species/requestdis.
7. Both, C. and M. E. Visser. 2001. Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296-298.
8. Brown, J. L. 2014. SDM toolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *Methods in Ecology and Evolution* 5: 694-700.
9. Buenestado, F. J., P. Ferreras, M. Delibes-Mateos, F. S. Tortosa, J. A. Blanco-Aguiar and R. Villafuerte. 2008. Habitat selection and home range size of red-legged partridges in Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 126: 158-162.
10. Carey, C. 2009. The impacts of climate change on the annual cycles of birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364: 3321-3330.
11. Cunningham, C. X., T. A. Prowse, P. Masters and P. Cassey. 2016. Home range, habitat suitability and population modelling of feral Indian peafowl (*Pavo cristatus*) on Kangaroo Island, South Australia. *Australian Journal of Zoology* 64: 107-116.
12. Doswald, N., S. G. Willis, Y. C. Collingham, D. J. Pain, R. E. Green and B. Huntley. 2009. Potential impacts of climatic change on the breeding and nonbreeding ranges and migration distance of European Sylvia warblers. *Journal of Biogeography* 36: 1194-1208.
13. Duarte, J., M. Á. Farfán and J. M. Vargas. 2011. New data on mortality, home range, and dispersal of red-legged partridges (*Alectoris rufa*) released in a mountain range. *European Journal of Wildlife Research* 57: 675-678.
14. Dubois, N., A. Caldas, J. Boshoven and A. Delach. 2011. Integrating climate change vulnerability assessments into adaptation planning: a case study using the Nature Serve Climate Change Vulnerability Index to inform conservation planning for species in Florida. Final Report. Defenders of Wildlife, Washington, D.C., USA.
15. Dukes, J. S. and H. A. Mooney. 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology and Evolution* 14: 135-139.
16. Early, R. and D. F. Sax. 2014. Climatic niche shifts between species' native and naturalized ranges raise concern for ecological forecasts during invasions and climate change. *Global Ecology and Biogeography* 23: 1356-1365.
17. Elith, J., M. Kearney and S. Phillips. 2010. The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 330-342.
18. Eskildsen, A., P. C., Roux, R. K. Heikkinen, T. T. Høye, W. D. Kissling, J. Pöyry, M. S. Wisz and M. Luoto. 2013. Testing species distribution models across space and time: high latitude butterflies and recent warming. *Global Ecology and Biogeography* 22: 1293-1303.
19. Franco, A. M. A., J. K. Hill, C., Kitschke, Y. C. Collingham, D. B. Roy, R. R. Fox, B. Huntley and C. D. Thomas. 2006. Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. *Global Change Biology* 12: 1545-1553.
20. Gregory, R. D., A. Van Strien, P. Vorisek, A. W. G. Meyling, D. G. Noble, R. P. B. Foppen and D. W. Gibbons. 2005. Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 269-288.
21. Gruychev, G. V. and C. D. Mihaylov. 2015. Habitat preferred and home range of hand-reared and released chukar partridge (*Alectoris chukar* Gray, 1830) in SE Bulgaria. *Forestry Ideas* 21: 67-73.
22. Habibi, M. 2016. Investigating the impact of climate changes on qualitative and quantitative growth of oak trees (case study: central Zagros). *Open Journal of Ecology* 6: 358-366.
23. Hitch, A. T. and P. L. Leberg. 2007. Breeding distributions of North American bird species moving north as a result of climate change. *Conservation Biology* 21: 534-539.
24. Huntley, B., Y. C. Collingham, S. G. Willis and R. E. Green. 2008. Potential impacts of climate change on European breeding birds. *PLoS One* 3: 1439.
25. Husby, A., L. E. B. Kruuk and M. E. Visser. 2009. Decline in the frequency and benefits of multiple brooding in great tits as a consequence of a changing environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 1845-1854.

www.SID.ir

26. Jetz, W., D. S. Wilcove and A. P. Dobson. 2007. Projected impacts of climate and landuse change on the global diversity of birds. *PLoS One* 5: 1210-1219.
27. Jowkar, H., S. Ostrowski, M. Tahbaz and P. Zahler. 2016. The conservation of biodiversity in Iran: threats, challenges and hopes. *Iranian Studies* 49: 1065-1077.
28. Lewis, J. S., M. L. Farnsworth, C. L. Burdett, D. M. Theobald, M. Gray and R. S. Miller. 2017. Biotic and abiotic factors predicting the global distribution and population density of an invasive large mammal. *Scientific Reports* 7: 44152.
29. Loarie, S. R., P. B. Duffy, H. Hamilton, G. P. Asner, C. B. Field and D. D. Ackerly. 2009. The velocity of climate change. *Nature* 462: 1052-1055.
30. Lovejoy, T. E. and L. Hannah. 2005. Climate change and biodiversity. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA.
31. Maiorano, L., A. Falcucci, N. E. Zimmermann, A. Psomas, J. Pottier, D. Baisero, C. Rondinini, A. Guisan and L. Boitani. 2011. The future of terrestrial mammals in the Mediterranean basin under climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366: 2681-2692.
32. Marmion, M., M. Luoto, R. K. Heikkinen and W. Thuiller. 2009. The performance of state-of-the-art modelling techniques depends on geographical distribution of species. *Ecological Modelling* 220: 3512-3520.
33. Mishra, C., H. H. Prins and S. E. Van Wieren. 2003. Diversity, risk mediation, and change in a Trans-Himalayan agropastoral system. *Human Ecology* 31: 595-609.
34. R Development Core Team. 2014. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
35. Saino, N., D. Rubolini, E. Lehikoinen, L. V. Sokolov, A. Bonisoli-Alquati, R. Ambrosini, G. Boncoraglio and A. P. Møller. 2009. Climate change effects on migration phenology may mismatch brood parasitic cuckoos and their hosts. *Biology Letters* 5: 539-541.
36. Sanderson, E. W., M. Jaiteh, M. A. Levy, K. H. Redford, A. V. Wannebo and G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52: 891-904.
37. Sanderson, F. J., P. F. Donald, D. J. Pain, I. J. Burfield and F. P. J. Van Bommel. 2006. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation* 131: 93-105.
38. Sekercioglu, C. H., S. H. Schneider, J. P. Fay and S. R. Loarie. 2008. Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology* 22: 140-150.
39. Siegel, R. B., P. Pyle, J. H. Thorne, A. J. Holguin, C. A. Howell, S. Stock and M. W. Tingley. 2014. Vulnerability of birds to climate change in California's Sierra Nevada. *Avian Conservation and Ecology* 9: 7.
40. Stralberg, D., D. Jongsomjit, C. A. Howell, M. A. Snyder, J. D. Alexander, A. Wiens and T. L. Root. 2009. Re-shuffling of species with climate disruption: a no-analog future for California birds? *PLoS One* 4: e6825.
41. Sugden, A. M. 2017. Consequences of shifting species distributions. *Science* 355: 1386-1388.
42. Thuiller, W., B. Lafourcade, R. Engler and M. B. Araújo. 2009. BIOMOD-a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32: 369-373.
43. Tingley, M. W., M. S. Koo, C. Moritz, A. C. Rush and S. R. Beissinger. 2012. The push and pull of climate change causes heterogeneous shifts in avian elevational ranges. *Global Change Biology* 18: 3279-3290.
44. Van Turnhout, C. A. M., R. P. B. Foppen, R. S. E. W. Leuven, A. Van Strien and H. Siepel. 2010. Life-history and ecological correlates of population change in Dutch breeding birds. *Biological Conservation* 143: 173-181.
45. Visser M. E., A. J. Van Noordwijk, J. M. Tinbergen and C. M. Lessells. 1998. Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 265: 1867-1870.
46. Walk, J., S. Hagen and A. Lange. 2011. Adapting conservation to a changing climate: an update to the Illinois Wildlife Action Plan. Report to the Illinois Department of Natural Resources. Illinois Chapter of the Nature Conservancy, Peoria, Illinois, USA.
47. Wang, B., Y. Xu and J. Ran. 2017. Predicting suitable habitat of the Chinese monal (*Lophophorus lhuysii*) using ecological niche modeling in the Qionglai Mountains, China. *PeerJ* 5: p.e3477.
48. White, K. S., D. P. Gregovich and T. Levi. 2018. Projecting the future of an alpine ungulate under climate change scenarios. *Global Change Biology* 24: 1136-1149.
49. Yangzong, C. 2006. The household responsibility contract system and the question of grassland protection. A case study from the Chang Tang, northwest Tibet Autonomous Region. MSc. Thesis, Faculty of Social Sciences, University of Tromsø, Norway.
50. Young, B. E., E. Byers, K. Gravuer, K. R. Hall, G. A. Hammerson, A. Redder, K. Szabo and J. E. Newmark. 2009. Using the Nature Serve Climate Change Vulnerability Index: a Nevada case study. Nature Serve Arlington, Virginia, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Effects of Climatic Change on the Geographical Distribution of Caspian Snowcock (*Tetraogallus caspius* Gmelin, 1784) in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran

M. R. Ashrafzadeh[1*], N. Habibzadeh[2] and S. Ashrafi[3]

(Received: August 14-2018; Accepted: January 15-2019)

Abstract

Currently, there is little information on the high mountain species' response to the climate change in Iran, and it seems that these species are significantly affected by the climate change. In the current research, the spatial vulnerability of Caspian snowcock (*Tetraogallus caspius*) to the climate change in Chaharmahal and Bakhtiari province was predicted using the ensemble modelling approach, based on seven species distribution models. According to the findings, about 19.43% of the province was estimated to be the suitable habitat of Caspian snowcock. The variables of annual precipitation (23.23%), annual temperature range (21.82%), human footprints (15.77%) and slope (14.46%) had the highest contributions to the model. Findings also showed that about 12.9- 32.28% of the suitable habitats might be lost by 2050 due to the climate change, based on the two scenarios of increased greenhouse gases (RCP4.5 and RCP8.5) and the HadGEM2-CC model. At the same period, it is expected that the suitable habitats of the Caspian snowcock in the low altitude areas would be lost. Additionally, due to the climate change, some populations, especially in the far southern regions of the province, will undergo local extinction or may be completely isolated. Findings of this research can be, therefore, useful for adopting more appropriate approaches in order to manage and protect the Caspian snowcock populations in the country.

Keywords: *Tetraogallus caspius*, Specialist species, Mountainous regions, Climate change, Local extinction.

1. Dept. of Fisheries and Environ. Sci., Faculty of Natur. Resour. and Earth Sci., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.
2. Dept. of Environ. Sci., Faculty of Agric. and Natur. Resour., Tabriz Branch, Islamic Azad Univ., Tabriz, Iran.
3. Dept. of Environ. Sci., Faculty of Natur. Resour., Univ. of Tehran, Karaj, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mrashrafzadeh@sku.ac.ir

www.SID.ir