IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology
بوم‌شناسی کاربردی/ سال سیزدهم / شماره سوم / ۱۴۰۳/ صفحات ۳۱ تا ٤٦

ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش دو گونه کل‌وبز (*Capra aegagrus*) و قوچ‌ومیش (*Ovis gmelini*) در استان فارس

علی اصغر نقی پور برج*[1]، برهان یوسفی[2] و مرضیه مرادی[2]

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱۱/۰٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۰۲/۰۳)

چکیده

تغییر اقلیم با تشدید تخریب زیستگاه‌ها و جابه‌جایی در پراکنش گونه‌ها، به یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی زیست‌شناسان حفاظت تبدیل شده‌است. گونه‌های کل‌وبز (*Capra aegagrus*) و قوچ‌ومیش (*Ovis gmelini*) از شاخص‌ترین علف‌خواران بزرگ‌جثه در ایران محسوب می‌شوند. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش زیستگاه این دو گونه در استان فارس انجام شد. برای پیش‌بینی پراکنش کنونی و آینده (سال ۲۰۷۰) از مدل حداکثر آنتروپی (MaxEnt) و سناریوهای اقلیمی مختلف استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای فاصله از مناطق حفاظت‌شده و شیب به عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه هر دو گونه می‌باشند. در شرایط کنونی، ۱۵/٥٦ درصد از محدوده برای کل‌وبز و ۳۲/۹ درصد برای قوچ‌ومیش به‌عنوان زیستگاه مطلوب شناسایی شد. پیش‌بینی‌ها نشان داد که تحت سناریوهای مختلف اقلیمی، زیستگاه مطلوب کل‌وبز تا حدود ٦۲ درصد و زیستگاه قوچ‌ومیش تا ٦٤ درصد کاهش می‌یابد. همچنین، از کل محدوده مناطق تحت مدیریت حال حاضر در استان، ۷۵/۱٦ درصد زیستگاه مطلوب قوچ‌ومیش و ٤۸/۷۱ درصد آن زیستگاه مطلوب کل‌وبز است. نتایج این مطالعه بر ضرورت حفاظت و مدیریت زیستگاه‌ها با توجه به تأثیرات پیش‌بینی‌شده تغییر اقلیم تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی، گاوسانان، مطلوبیت زیستگاه، حفاظت، مناطق حفاظت‌شده، Maxent.

۱. استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: aa.naghipour@sku.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]
[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

مقدمه

تغییر اقلیم یکی از عوامل اصلی تهدیدکننده تنوع زیستی است (۱٦ و ۵۰). اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت تاکنون ۱٦۱۰ گونه را در فهرست قرمز خود ثبت کرده که از این میان، ۱۹ گونه از آن‌ها منقرض شده‌اند (۲۸ و ۳۷). تغییراقلیم که عمدتاً نتیجه فعالیت‌های انسانی همچون سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و کشاورزی است، به‌طور مستقیم به تشدید روند انقراض گونه ها کمک می‌کند (۱۷). گرمایش جهانی و پیامدهای آن، از جمله از بین رفتن زیستگاه‌ها و خطر انقراض گونه‌ها، از مهم‌ترین دغدغه‌های زیست‌شناسان حفاظت در قرن بیست و یکم است (٤٤). پاسخ برخی از گونه‌ها به تغییرات اقلیمی، می‌تواند جابه‌جایی در محدوده پراکنش، سازگاری‌های رفتاری و فنولوژیکی، کاهش جمعیت و حتی انقراض باشد (٤۷). تغییر در محدوده پراکنش جغرافیایی از رایج‌ترین پاسخ گونه‌ها به تغییر اقلیم است (۹).

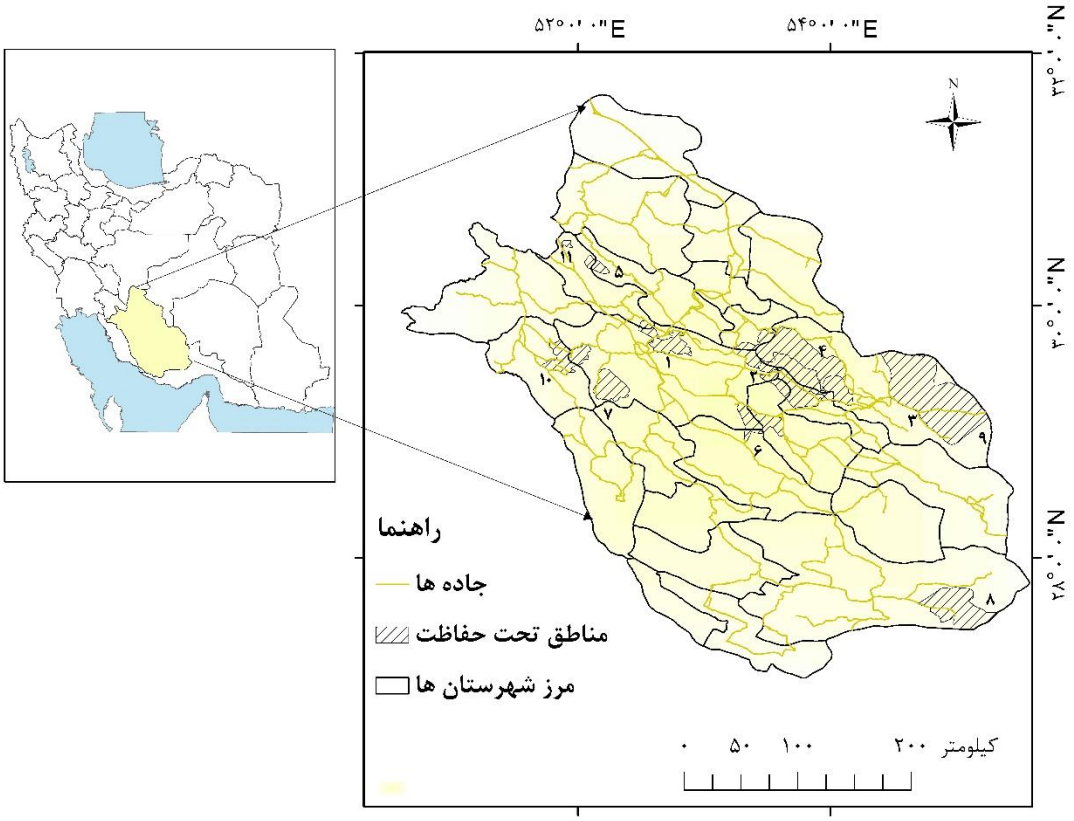
با توجه به پیشرفت‌های سریع در توسعه فعالیت‌های انسانی، انتظار می‌رود آثار منفی ناشی از تغییر اقلیم در آینده شدت یابد (۲٦). در دهه‌های اخیر، این موضوع باعث کاهش جمعیت بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش و تخریب زیستگاه آن‌ها شده‌است (۲۱). حفاظت مؤثر از گونه‌ها مستلزم شناخت دقیق ویژگی‌ها و شرایط زیستگاه‌های آن‌هاست (۵٦). به‌همین دلیل شناسایی زیستگاه‌های مطلوب و ارائه راهبردهای حفاظتی برای جلوگیری از تخریب آن‌ها ضروری است (۲). مدل‌های پراکنش گونه‌ای (Species Distribution Models; SDMs) ابزاری مؤثر برای پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر پراکنش گونه‌ها هستند که با صرف هزینه و زمان کمتر نسبت به روش‌های سنتی امکان تحلیل روندهای آینده را فراهم می‌کنند (۲۸ و ۳۹). نتایج این مدل‌ها می‌تواند در مدیریت و کاهش پیامدهای منفی تهدیدات از طریق راهبردهای مناسب مؤثر باشد (٤ و ۲۲). مدل‌های متعددی برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های مختلف ارائه شده است. مدل‌های مبتنی بر داده‌های فقط حضور، مانند الگوریتم آنتروپی بیشینه (Maximum Entropy; MaxEnt)، به دلیل مزایای قابل توجهی همچون عدم نیاز به داده‌های عدم حضور، کارایی بالا در شرایطی که داده‌های حضور محدود هستند و توانایی کنترل پیچیدگی مدل، در مطالعات زیستگاهی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند (٤۳، ۵۱). مطالعه‌ای توسط Valavi و همکاران (۲۰۲۲) عملکرد مدل‌های مختلف در زمینه مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها را بررسی کرده و نشان دادند که مدل مکسنت در زمره مدل‌های با عملکرد برتر قرار گرفت (۵۱).

برآوردها نشان داده است که تغییرات اقلیمی می‌تواند منجر به انقراض حدود یک چهارم از تمامی گونه‌ها، از جمله پستانداران بزرگ جثه شود (٤۹). ویژگی‌هایی همچون جمعیت کم، نرخ تولیدمثل پایین و اندازه بزرگ بدن (۱۹)، پستانداران را در برابر تهدیدات انسانی همچون تخریب زیستگاه، تغییر کاربری زمین و شکار غیرقانونی آسیب‌پذیر کرده‌است (۳٤). علاوه بر این، هم‌افزایی تهدید تغییرات اقلیمی با تهدیدات دیگر، می‌تواند خطر انقراض پستانداران بزرگ جثه را افزایش دهد (۸ و ۱٦). با توجه به اهمیت علف‌خواران بزرگ جثه در شبکه غذایی (۲۰)، حفاظت از آن‌ها به‌عنوان گونه‌های کانونی و چتر، می‌تواند به حفظ سایر گونه‌های زیست‌بوم کمک کند (۵۳).

گونه‌های کل‌وبز (*Capra aegagrus*) و قوچ‌ومیش (*Ovis gmelini*) از خانواده گاوسانان (Bovidae)، از شاخص‌ترین علف‌خواران بزرگ‌جثه در ایران محسوب می‌شوند. زیستگاه کل‌وبز، مناطق صخره‌ای کوهستانی است و در بیشتر کوهستان‌های ایران، در صورت وجود آب و امنیت کافی، پراکنش دارد (۵٦). تخریب زیستگاه، شکار غیرقانونی و چرای بی‌رویه دام‌های اهلی از عوامل اصلی کاهش جمعیت این گونه هستند (۳۵). بر اساس گزارش اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت، این گونه در سطح ملی به‌عنوان گونه آسیب‌پذیر (Vulnerable) طبقه‌بندی شده‌است (۱۱). قوچ‌ومیش نیز معمولاً در مناطق کوهستانی و تپه ماهورهای خشک و نیمه‌خشک با اقلیم‌های سرد یافت می‌شود (۵٦). شکار غیرقانونی، تخریب زیستگاه و رقابت دام‌های اهلی به عنوان عوامل اصلی کاهش جمعیت این گونه شناخته شده است (۷). این گونه در فهرست سرخ اتحادیه جهانی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]



شکل ۱. موقعیت استان فارس در ایران به همراه مناطق تحت حفاظت استان: ۱- پارک ملی بمو، ۲- پارک ملی بختگان، ۳- پارک ملی قطرویه، ٤- پناهگاه حیات‌وحش بختگان، ٥- منطقه حفاظت‌شده تنگ بستانک، ٦- منطقه حفاظت شده میان‌جنگل، ۷- منطقه حفاظت‌شده ماله گاله، ۸- منطقه حفاظت‌شده هرمود، ۹- منطقه حفاظت‌شده بهرام گور، ۱۰- منطقه حفاظت‌شده ارژن، ۱۱- منطقه حفاظت‌شده مارگون

حفاظت از طبیعت به‌عنوان گونه‌ای نزدیک تهدید (Near Threatened) طبقه‌بندی شده است (٣٦).

مطالعات متعددی در زمینه پراکنش گونه‌های کل‌وبز و قوچ‌ومیش در زیستگاه‌های مختلف انجام شده‌است (۷، ۲۵، ۳۵، ۳۸، ٤٥)، اما تحقیقات مرتبط با تأثیر تغییر اقلیم بر زیستگاه این گونه‌ها محدود است (۳، ٥، ٣٤). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تغییر اقلیم می‌تواند به کاهش قابل‌توجه زیستگاه این گونه‌ها منجر شود (۲۹، ۳۰ و ٣٤). به‌عنوان مثال، Faghih-sabzevari و Farashi (۲۰۲٤) آسیب‌پذیری ۱۵ گونه پستاندار زمینی در ایران (از جمله دو گونه کل‌وبز و قوچ‌ومیش) را تحت تغییرات اقلیمی ارزیابی نمودند (١٦). نتایج این مطالعه نشان داد که در حال حاضر ٤٢ درصد از زیستگاه‌های ایران برای گونه‌های پستاندار مورد مطالعه مطلوب است و در آینده، کانون‌های تنوع زیستی این گونه‌ها کاهش می‌یابد و تقریباً ۳۷ درصد از زیستگاه‌های ایران برای این گونه‌ها مطلوب خواهد بود. این یافته‌ها نشان‌دهنده ضرورت تمرکز بیشتر بر مطالعات مرتبط با تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش گونه‌ها و برنامه‌ریزی‌های حفاظتی برای مقابله با این تهدیدها است.

استان فارس به دلیل موقعیت جغرافیایی و شرایط زیست‌محیطی منحصربه‌فرد، از اهمیت ویژه‌ای در بررسی گونه‌های کل‌وبز و قوچ‌ومیش برخوردار است. این استان با دارا بودن گستره وسیعی از زیستگاه‌های کوهستانی، صخره‌ای و تپه‌ماهورها، محیط مناسبی برای این گونه‌های علف‌خوار فراهم می‌کند (۳۱). از سوی دیگر، فشارهای انسانی نظیر توسعه اراضی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]
[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

کشاورزی، چرای دام و شکار غیرمجاز در کنار تهدیدهای ناشی از تغییرات اقلیمی، ضرورت مطالعه و پایش زیستگاه‌های این گونه‌ها در استان فارس را دوچندان کرده است. بررسی وضعیت پراکنش این گونه‌ها در این منطقه، به شناخت بهتر عوامل تهدیدکننده و ارائه راهکارهای حفاظتی مؤثر کمک می‌کند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی زیستگاه‌های مطلوب و بررسی نقش مناطق حفاظت‌شده در حفاظت از کل‌وبز و قوچ‌ومیش در استان فارس انجام شد. برای این منظور، تأثیرات تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۷۰ بر اساس سناریوهای اقلیمی با استفاده از الگوریتم MaxEnt مدل‌سازی شد و مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش این گونه‌ها شناسایی گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان فارس در جنوب شرقی ایران واقع شده است و مساحتی حدود ۱۲۲ هزار کیلومتر مربع را شامل می‌شود (شکل ۱). استان فارس به سه بخش کوهپایه‌ای، جلگه‌ای و کوهستانی تقسیم می‌شود و تنوع آب و هوایی مختلف شامل کوهستانی، خشک، نیمه‌خشک و معتدل را دارا می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه در این استان حدود ۳۰۰ میلی‌متر بوده و دمای متوسط در سردترین فصل سال ۷/٦ درجه سانتی‌گراد و در گرم‌ترین فصل سال ۲۷/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (٤۲). تنوع اقلیمی بسیار زیاد این استان موجب شکل‌گیری زیستگاه‌های متنوع و غنی در سطح استان شده که میزبان گونه‌های ارزشمند حیات‌وحش است. حضور گوشت‌خوارانی مانند پلنگ ایرانی (*Panthera pardus* saxicolor)، خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*)، گرگ (*Canis lupus*)، کاراکال (*Caracal caracal*) و علفخوارانی همچون گور ایرانی (*Equus hemionus*)، قوچ‌ومیش (*O. gmelini*)، کل‌وبز (*C. aegagrus*)، آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) و جبیر (*G. bennettii*)، اهمیت اکولوژیکی و حفاظتی این منطقه را دوچندان کرده است (۳۱). این تنوع زیستی، لزوم حفاظت از زیستگاه‌های طبیعی استان را در برابر تهدیدات مختلف، از جمله تغییرات اقلیمی و تخریب زیستگاه، برجسته می‌سازد.

داده‌های حضور

در این مطالعه، داده‌های حضور گونه‌های کل‌وبز و قوچ‌ومیش در سال ۱٤۰۳ از سه منبع گردآوری شد: بازدیدهای میدانی، گزارش‌های اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان فارس، و اطلاعات محیط‌بانان و افراد محلی معتبر. برای گونه کل‌وبز، از مجموع ۲۵۸ نقطه ثبت‌شده، پس از حذف نقاط با فاصله کمتر از یک کیلومتر برای جلوگیری از خودهمبستگی مکانی، ۲۱۸ نقطه نهایی انتخاب شد که شامل ٤٦ نقطه (۲۱٪) از بازدیدهای میدانی، ۱۳۸ نقطه (٦۳٪) از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان فارس، و ۳٤ نقطه (۱٦٪) از محیط‌بانان و منابع محلی بود. به‌طور مشابه، برای گونه قوچ‌ومیش، از مجموع ۳۰۱ نقطه ثبت‌شده، پس از حذف نقاط هم‌پوشان با فاصله کمتر از یک کیلومتر، ۲٦۹ نقطه نهایی انتخاب شد که شامل ۵۲ نقطه (۱۹٪) از بازدیدهای میدانی، ۱۵۲ نقطه (۵۷٪) از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان فارس، و ٦۵ نقطه (۲٤٪) از محیط‌بانان و منابع محلی بود. حذف نقاط همبسته با استفاده از ابزار بافر در محیط GIS انجام شد، زیرا خودهمبستگی مکانی می‌تواند به کاهش دقت پیش‌بینی مدل‌های پراکنش گونه‌ای منجر شود (٤۷). در نهایت، ۲۱۸ نقطه برای کل‌وبز و ۲٦۹ نقطه برای قوچ‌ومیش جهت ورود به مدل انتخاب شدند.

متغیرهای محیطی

با توجه به مطالعات پیشین (۵، ٤۰ و ٤۱) و همچنین بوم‌شناسی و زیست‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه، چهار گروه متغیر محیطی شامل اقلیمی، توپوگرافی، انسانی و زیستی برای مدل‌سازی انتخاب شدند. متغیرهای اقلیمی تأثیر مستقیم بر فیزیولوژی و رفتار گونه‌ها دارند. در این مطالعه، ۱۹ متغیر زیست‌اقلیمی، از پایگاه داده WorldClim (https://www.worldclim.org)، با دقت ۳۰ ثانیه قوسی (تقریباً یک کیلومتر مربع) استخراج شد

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

جدول ۱. متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی

ردیف	نمایه متغیر	توصیف	ردیف	نمایه متغیر	توصیف
۱	Bio3	شاخص هم‌دمایی	۱۱	Distance to conservation areas	فاصله تا مناطق حفاظت‌شده
۲	Bio4	تغییرات فصلی دما (انحراف معیار × ۱۰۰)	۱۲	Distance to farmlands	فاصله از اراضی کشاورزی
۳	Bio5	بیشینه دمای گرم ترین ماه سال	۱۳	Distance to settlements	فاصله تا مناطق مسکونی
٤	Bio12	مجموع بارندگی سالانه	١٤	Distance to roads	فاصله تا جاده
٥	Bio14	میزان بارش کم بارش ترین ماه سال	١٥	Distance from rivers	فاصله از رودخانه
٦	Bio15	تغییرات فصلی بارندگی (ضریب تغییرات)	١٦	Topographic roughness	شاخص زبری زمین
۷	Bio18	مجموع بارندگی گرم‌ترین فصل سال	۱۷	Human footprint	ردپای انسان
۸	Dem	دامنه ارتفاعی	۱۸	NDVI	شده شاخص تفاضل نرمال بازتابش سطحی
۹	Slope	درصد شیب	۱۹	Land use	کاربری اراضی
۱۰	Aspect	جهت شیب			

(٢٤). ویژگی‌های توپوگرافی نقش مهمی در دسترسی گونه‌ها به منابع غذایی و پناهگاه ایفا می‌کنند. نقشه درصد شیب و جهت از نقشه مدل رقومی ارتفاع (از پایگاه داده WorldClim و با دقت ۳۰ ثانیه)، در سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شد و به همراه مدل رقومی ارتفاع به‌عنوان متغیرهای توپوگرافی در تحلیل‌ها استفاده شد. همچنین، نقشه زبری سطح زمین (Topographic roughness) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ناهمگونی توپوگرافی مورد استفاده قرار گرفت. عوامل انسانی از طریق تخریب زیستگاه و شکار بر پراکنش گونه‌ها تأثیر می‌گذارند. در این پژوهش، نقشه‌های فاصله از مناطق حفاظت‌شده، فاصله از منابع آب، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از اراضی کشاورزی و فاصله از جاده با استفاده از ابزار فاصله اقلیدسی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 تهیه شد. همچنین، لایه ردپای انسان (Human Footprint) که معیاری از اثرات انسانی بر زیستگاه‌ها است (۵۲)، از پایگاه داده SEDAC (http://sedac.ciesin.columbia.edu/wildareas/) استخراج شد. متغیرهای زیستی، که به ویژگی‌های پوشش گیاهی زیستگاه مربوط هستند، نیز در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند. در این پژوهش، لایه شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI Normalized Difference Vegetation Index) با استفاده از نرم‌افزار Google Earth Engine از تصاویر لندست مربوط به اردیبهشت و خرداد ۱٤۰۳ استخراج و تهیه گردید.

به منظور محاسبه میزان همبستگی بین متغیرها، از ضریب همبستگی پیرسون (۱۲) استفاده شد. بدین منظور تمامی متغیرها وارد نرم‌افزار R شده و با استفاده از بسته‌های raster و sp در محیط R studio میزان همبستگی آن‌ها محاسبه گردید. متغیرهایی که میزان همبستگی آنها بیش از ۰/۸ بودند حذف شدند و مابقی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

بر اساس مرور منابع (۵ و ۳۱) انتخاب و جهت مدل‌سازی آماده و وارد نرم افزار MaxEnt گردید (جدول ۱).

مدل‌سازی

در این مطالعه، مدل‌سازی برای دوره زمانی حال حاضر (۱۹۷۰-۲۰۰۰ میلادی) و آینده (سال ۲۰۷۰) انجام شد. به‌منظور پیش‌بینی وضعیت اقلیم جهانی در سال ۲۰۷۰ (میانگین سال‌های ۲۰۶۰ تا ۲۰۸۰) و مدل‌سازی تغییرات وسعت مطلوبیت زیستگاه‌های بالقوه گونه‌های مورد مطالعه در آینده، از دو مدل گردش عمومی MRI-ESM2-0 و BCC-CSM2-MR (۱) و سناریوهای SSP245 و SSP585، با توان تفکیک ۳۰ ثانیه، از پایگاه داده‌ای Worldclim استخراج و استفاده گردید. این سناریوهای اقلیمی آینده به‌ترتیب نشان‌دهنده تغییرات متوسط و شدید اقلیمی در آینده هستند و به بررسی چگونگی تأثیر تغییرات اقلیمی بر زیستگاه‌های این گونه در آینده کمک می‌کنند.

پس از تهیه تمامی لایه‌های محیطی، از نظر سیستم مختصات جغرافیایی، ابعاد و دقت مکانی در نرم‌افزار ArcGIS10.3 یکسان‌سازی وجهت انجام مدل‌سازی، وارد نرم‌افزار MaxEnt شدند. این مدل، مناطق پراکنش گونه مورد نظر را بر اساس متغیرهای محیطی و داده‌های حضور گونه پیش‌بینی می‌کند (۲۷ و ٤٤). در نهایت تعداد ۲۱۸ نقطه حضور از کل‌وبز و تعداد ۲٦۹ نقطه ازحضور قوچ‌ومیش به همراه ۷ متغیر زیست‌اقلیمی و ۱۲ متغیر محیطی وارد نرم‌افزار MaxEnt 3.4.3 (٤۳) شد (جدول ۱). در این مطالعه، ۸۰ درصد از داده‌های حضور به‌عنوان داده‌های آموزش و ۲۰ درصد به‌عنوان داده‌های آزمون مدل انتخاب شد. از منحنی‌های پاسخ برای بررسی ارتباط بین متغیرها و احتمال حضور گونه استفاده گردید (۱۰). مدل‌ها با ۱۵ تکرار و با استفاده از روش ارزیابی متقابل و با حداکثر تکرار ۱۰۰۰۰ اجرا شدند (۲۳). برای تعیین زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب برای پراکنش گونه‌ها از آستانه ۱۰ درصدی آموزش حضور لجستیک (۱۸) و برای ارزیابی درستی مدل از معیار سطح زیر منحنی(Area AUC Under the ROC Curve;) استفاده شد. مقادیر AUC، عددی بین ۰ تا ۱ است که اعداد نزدیک‌تر به ۱ نشان‌دهنده عملکرد بهتر مدل هستند (۱۵). به علاوه، از طریق هم‌پوشی نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه دو گونه مورد مطالعه با مناطق حفاظت‌شده استان، اثربخشی این مناطق ارزیابی شد.

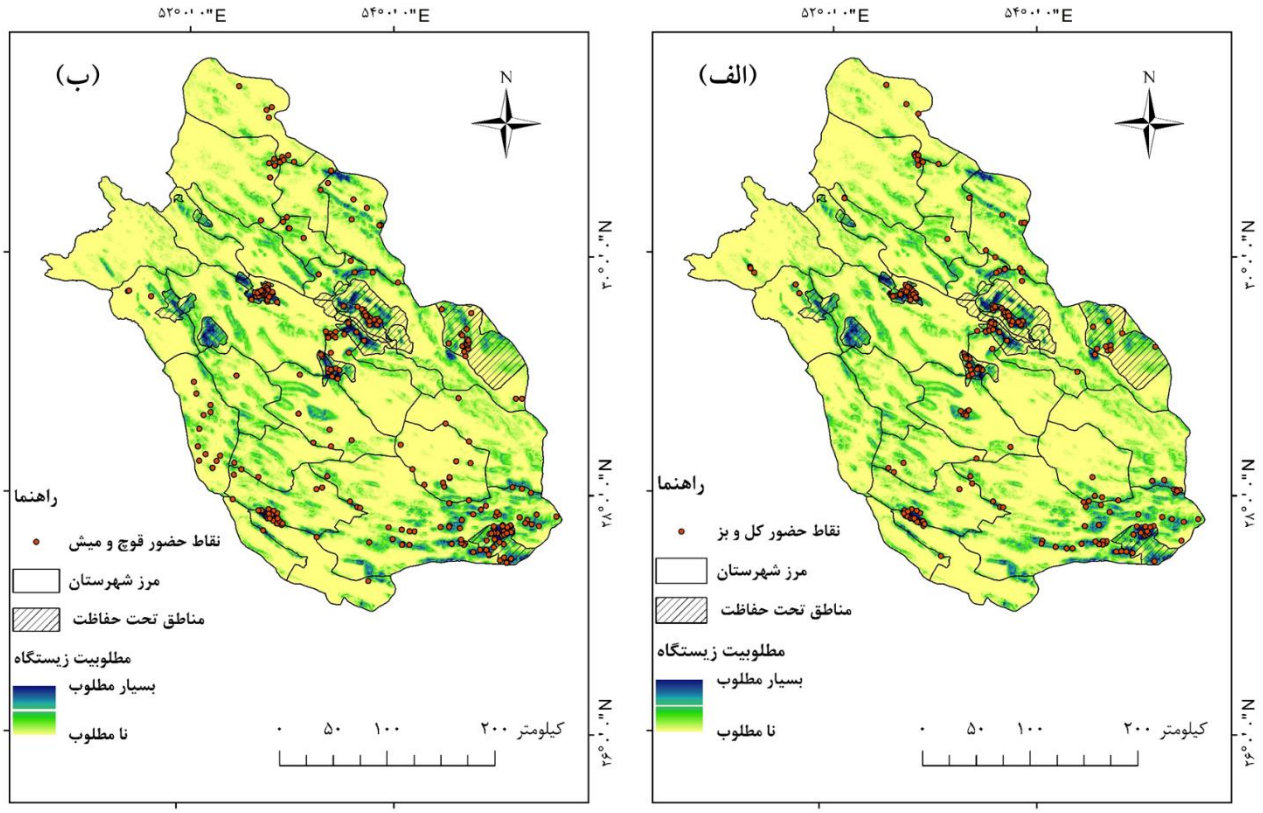
نتایج

اجرای مدل با استفاده از متغیرهای مورد استفاده نشان داد که ارزش AUC برای کل‌وبز ۰/۸۹٦ و برای قوچ‌ومیش ۰/۸٤۹ بوده است، که نشان‌دهنده پیش‌بینی مناسب مدل می‌باشد. براساس یافته‌ها، درحدود ۱۵/۵٦ درصد (۱۹۱۰٦/۸۵کیلومتر مربع) از محدوده مورد مطالعه در شرایط حال حاضر به‌عنوان زیستگاه مطلوب کل‌وبز و ۳۲/۹ درصد (٤۰٤۸٤/٦۹ کیلومترمربع) به‌عنوان زیستگاه مطلوب قوچ‌ومیش شناسایی شد (شکل ۲). بخش عمده حضور حال حاضر این دو گونه در شهرستان‌های لارستان، نیریز، استهبان، فسا، خنج، شیراز و آباده است. میانگین ارتفاع در زیستگاه‌های مطلوب حال حاضر گونه کل‌وبز حدود ۱۷۳۱/٤۳ متر و قوچ‌ومیش حدود ۱۵۵۵/۵۲ متر از سطح دریا بوده است. بر اساس یافته‌ها، میانگین ارتفاع زیستگاه‌های مطلوب گونه کل‌وبز تا سال ۲۰۷۰ حدوداً ۱۷۲٦/۸ تا ۱۷٦۸/۹ متر از سطح دریا در سناریوهای مختلف و همچنین میانگین ارتفاع زیستگاه‌های مطلوب گونه قوچ‌ومیش نیز در دامنه ۱۵۸۷/۳ تا ۱۷۳٤/٤ متر از سطح دریا در سناریوهای مختلف خواهد بود.

نتایج اجرای مدل نشان داد که فاصله از مناطق حفاظت‌شده، شیب، فاصله از اراضی کشاورزی و شاخص ناهمواری زمین برای گونه کل‌وبز و همچنین فاصله از مناطق حفاظت‌شده، شیب، فاصله از اراضی کشاورزی و فاصله از مناطق مسکونی برای گونه قوچ‌ومیش مهم‌ترین متغیرهای موثر در پیش‌بینی پراکنش حال حاضر هستند (جدول ۲). بر اساس نتایج، با فاصله گرفتن از مناطق حفاظت‌شده، مطلوبیت زیستگاه و حضور گونه برای هر دو گونه مورد مطالعه به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. همچنین، مطلوبیت زیستگاه برای گونه‌های کل‌وبز، با افزایش فاصله از مناطق شیب‌دار کاهش می‌یابد، در حالی‌که برای گونه‌های

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]



شکل ۲. زیستگاه‌های مطلوب حال حاضر الف) کل‌وبز و ب) قوچ‌ومیش

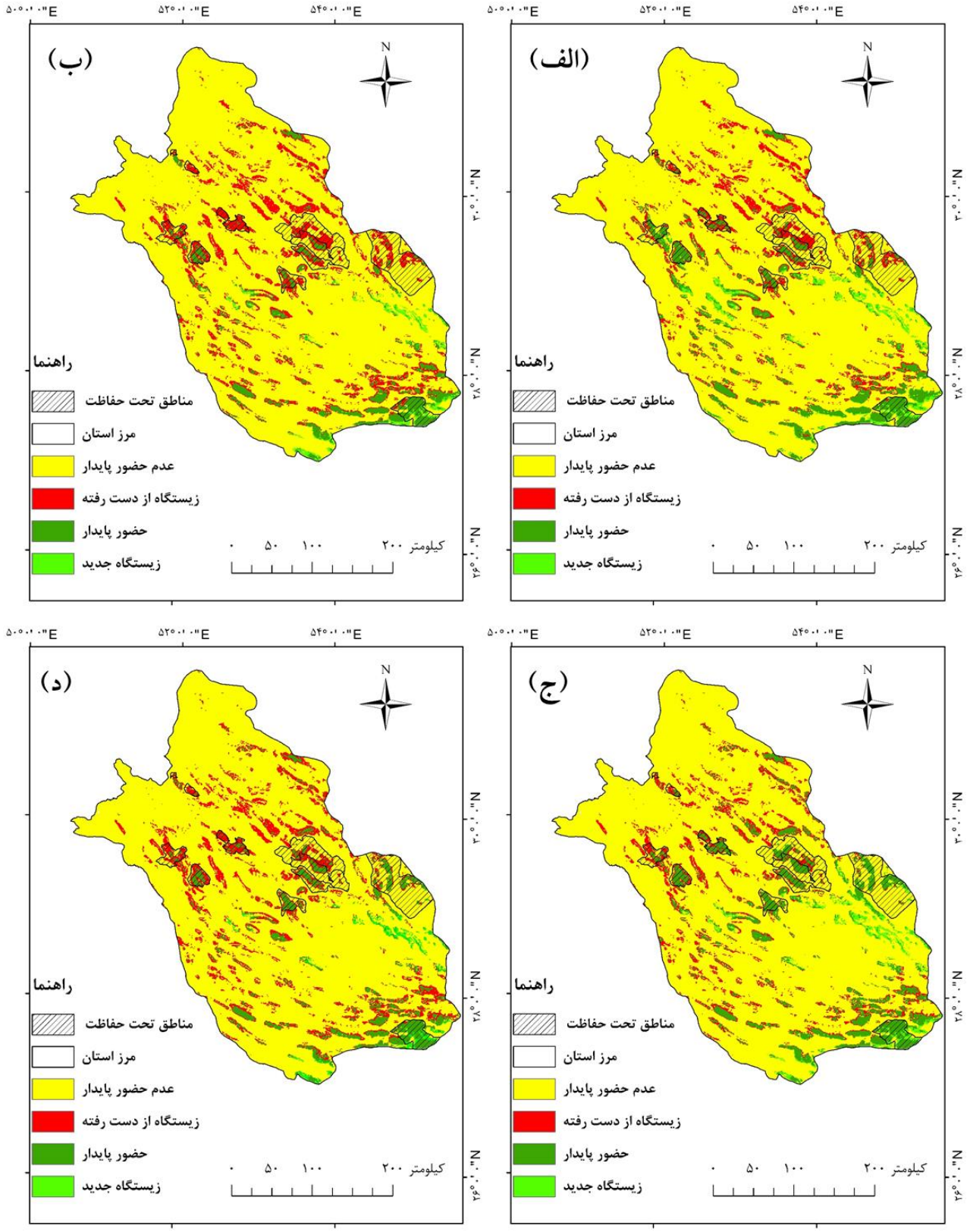
جدول ۲. میزان مشارکت مهم‌ترین متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی زیستگاه برای دو گونه مورد مطالعه

متغیرهای محیطی	درصد نسبی برای کل‌وبز	درصد نسبی برای قوچ‌ومیش
فاصله تا مناطق حفاظت‌شده	۲۹/۳	۳۱/٦
درصد شیب	۲۷/۱	۱۸/۹
فاصله از اراضی کشاورزی	۷/۷	۱۳/۱
فاصله تا مناطق مسکونی	۳/۲	۸/۱
شاخص زبری زمین	۷/٦	۱/٦

قوچ‌ومیش، ابتدا روندی افزایشی و سپس کاهشی نشان می‌دهد. همچنین برای هر دو گونه با فاصله گرفتن از اراضی کشاورزی، شاهد افزایش مطلوبیت بالقوه گونه هستیم.

بر اساس یافته‌ها در حال حاضر، ۸٤/٤٤ درصد از سطح استان برای گونه کل‌وبز نامطلوب و ۱۵/٥٦ درصد نیز دارای مطلوبیت می‌باشند. برای کل‌وبز، طبق مدل‌های مختلف گردش عمومی (MRI-ESM2-0 و BCC-CSM2-MR) و سناریوهای اقلیمی SSP245 و SSP585 ، کاهش قابل‌توجهی در مساحت زیستگاه‌های مطلوب پیش‌بینی شد (شکل ۳ و جدول ۳). برای این گونه، تغییرات خالص زیستگاه در سناریو SSP245 از ۳۵/٤ تا ٤۰/۲۷ درصد و در سناریو SSP585 از ٥۰/٦٥ تا ٦۱/۹۹ درصد در دو مدل گردش عمومی بررسی شده کاهش خواهد داشت (شکل ٤).

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]
[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]



شکل ۳. نقشه‌های پیش‌بینی زیستگاه کل‌وبز تحت سناریوهای اقلیمی و دو مدل گردش عمومی

الف: (BCC-CSM2-MR(SSP245 ، ب: (BCC-CSM2-MR(SSP585 ، ج: : (MRI-ESM2-0(SSP245 ، د: (MRI-ESM2-0(SSP585

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

جدول ۳. مساحت (km^2) زیستگاه‌های مطلوب کل‌وبز تا سال ۲۰۷۰

مدل گردش عمومی	سناریو	مطلوب پایدار	نامطلوب پایدار	زیستگاه ازدست‌رفته		زیستگاه جدید	
				مساحت(کیلومترمربع)	درصد	مساحت(کیلومترمربع)	درصد
MRI-ESM2-0	SSP245	۱۰۱۹۵/۳٤	۱۰۱۵۲٤/۹۸	۸۹۱۱/۵۱	٤٦/٦٤	۲۱٤۷/۵۰	۱۱/۲٤
	SSP585	٦۵۹۲/۳۳	۱۰۲٤۰۱/٤۵	۱۲۵۱٤/۵۲	٦۵/۵۰	۱۲۷۱/۰۳	٦/٦۵
BCC-CSM2-MR	SSP245	۹۱٦۰/۷۵	۱۰۱۳۲۵/٤٤	۹۹٤٦/۱۱	۵۲/۵۵	۲۳٤۷/۰٤	۱۲/۲۸
	SSP585	۵۸٤۵/۳۸	۱۰۲۲۵۵/۳۷	۱۳۲٦۱/٤۷	٦۹/٤۱	۱٤۱۷/۱۱	۷/٤۲

جدول ٤. مساحت (km^2) زیستگاه‌های مطلوب قوچ‌ومیش تا سال ۲۰۷۰

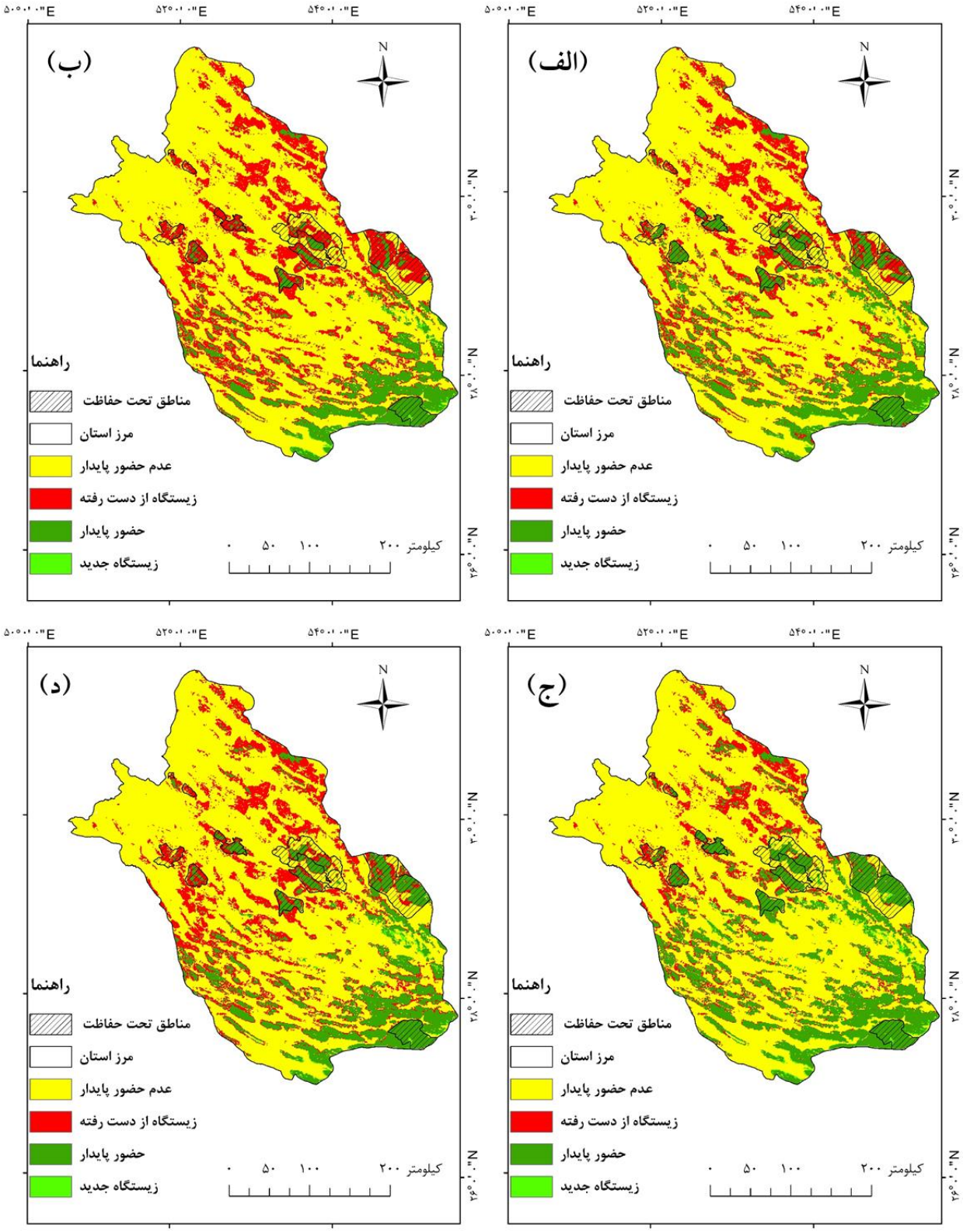
مدل گردش عمومی	سناریو	مطلوب پایدار	نامطلوب پایدار	زیستگاه ازدست‌رفته		زیستگاه جدید	
				مساحت(کیلومترمربع)	درصد	مساحت(کیلومترمربع)	درصد
MRI-ESM2-0	SSP245	۲۷۱۳۳/٦۲	۸۱۳۹٤/۰۷	۱۳۳۵۱/۰۸	۳۲/۹۹	۹۰۰/۵٦	۲/۲۲
	SSP585	۱۸۲٤۵/٤۵	۸۱۷۵۷/۰۱	۲۲۲۳۹/۲۵	۵٤/۹۳	۵۳۷/٦۳	۱/۳۲
BCC-CSM2-MR	SSP245	۱۹۸۷۵/٦۵	۸۱۹۹۰/٤۳	۲۰٦۰۹/۰۵	۵۰/۹۰	۳۰٤/۲۰	۰/۷۵
	SSP585	۱٤۰۱۷/٤۷	۸۱۹۲۳/٤۲	۲٦٤٦۷/۲۳	٦۵/۳۷	۳۷۱/۲۲	۰/۹۲

در مورد قوچ‌ومیش، مشابه با کل‌وبز، مدل‌ها و سناریوهای مختلف اقلیمی کاهش قابل توجهی در مساحت زیستگاه‌های مطلوب نشان می‌دهند (شکل ٤ و جدول ٤). بر اساس یافته‌ها ٦۷/۰۳ درصد از زیستگاه‌های کنونی گونه قوچ‌ومیش نامطلوب و ۳۲/۹۷ درصد نیز در حال حاضر دارای مطلوبیت می‌باشند. در سناریوSSP245 ، تغییرات خالص زیستگاه برای قوچ‌ومیش بین ۳۰/۷۷ تا ۵۰/۱۵ درصد کاهش خواهد داشت و این کاهش در سناریو SSP585 به ۵۳/٦۱ تا ٦٤/٤۵ درصد می‌رسد (شکل ۵). به‌ویژه در سناریوSSP585، که بیشترین کاهش را در مساحت زیستگاه‌های مطلوب مشاهده می‌کنیم، زیستگاه‌های جدید تنها بخش کوچکی از زیستگاه‌های ازدست‌رفته را جبران خواهند کرد.

بر اساس یافته‌ها ٤۸/۷۲ درصد از زیستگاه‌های حال حاضر گونه کل‌وبز در مناطق تحت مدیریت استان دارای مطلوبیت است که تقریباً معادل ۲٦/۵۳ درصد از تمام محدوده‌های مطلوبیت این‌گونه علفخوار در کل استان را شامل می‌شود و حدود ۵۱/۲۸ درصد از مناطق تحت مدیریت نیز نامطلوب می‌باشند. مطابق نتایج حاصل از سناریوهای SSP245 وSSP585 متعلق به مدل‌های گردش عمومی MRI-ESM2-0 و BCC-CSM2-MR در سال ۲۰۷۰ زیستگاه‌های مطلوب این‌گونه در مناطق تحت مدیریت نسبت به حال حاضر دارای کاهش قابل‌ملاحظه‌ای از ۲٤/۷ درصد (MRI-ESM2-0, SSP245)، تا ٦۲/۹ درصد (BCC-CSM2-MR, SSP585)، خواهند بود. همچنین بر اساس یافته‌ها ۷۵/۱٦٤ درصد از زیستگاه‌های کنونی گونه قوچ‌ومیش در مناطق تحت مدیریت دارای مطلوبیت است که معادل ۱۹/۳۱ درصد از مناطق مطلوب گونه قوچ‌ومیش در کل استان است و ۲٤/۸۳۵ درصد از کل مناطق تحت مدیریت نیز در حال حاضر نامطلوب می‌باشند و مطابق نتایج حاصل از سناریوهای SSP245 وSSP585 متعلق به مدل‌های گردش عمومی MRI-ESM2-0 و BCC-CSM2-MR در سال ۲۰۷۰ زیستگاه‌های مطلوب گونه قوچ‌ومیش در مناطق تحت مدیریت نیز به دلیل تغییرات اقلیمی با روند کاهشی زیادی از ۱۲/۵ درصد (MRI-ESM2-0, SSP245)، تا ٦۳/۸ درصد (BCC-CSM2-MR, SSP585) مواجه خواهند شد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

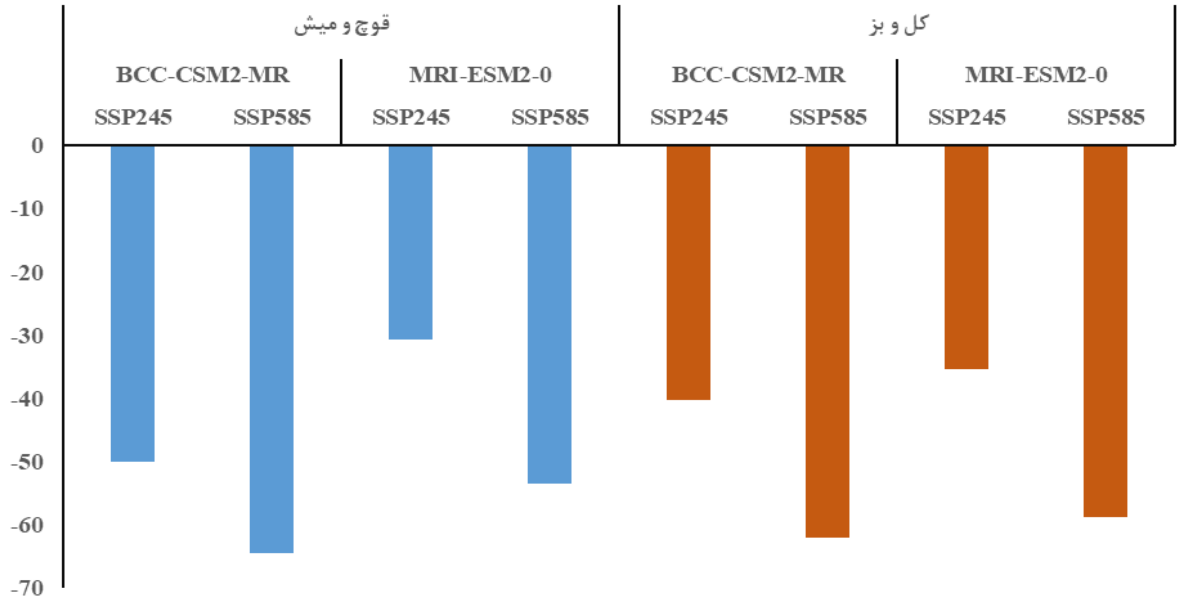


شکل ٤. نقشه‌های پیش‌بینی زیستگاه قوچ‌ومیش تحت سناریوهای اقلیمی و دو مدل گردش عمومی

الف: (BCC-CSM2-MR(SSP245 ، ب: (BCC-CSM2-MR(SSP585 ، ج: : (MRI-ESM2-0(SSP245 ، د: (MRI-ESM2-0(SSP585

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]



شکل ۵. تغییرات خالص زیستگاه دو گونه قوچ‌ومیش و کل‌وبز تحت تأثیر تغییر اقلیم

بحث

در پژوهش حاضر، تأثیر تغییرات اقلیمی بر پراکنش و زیستگاه‌های گونه‌های قوچ‌ومیش و کل‌وبز در استان فارس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که گونه‌های خانواده گاوسانان، به‌ویژه از نظر حفاظتی و ارزش‌های شکار، نقش مهمی در تعیین مناطق حفاظتی ایفا می‌کنند (۳۲). گونه‌هایی مانند قوچ‌ومیش و کل‌وبز از جمله سم‌داران آسیب‌پذیر کشور هستند که با وجود پراکنش وسیع، زیستگاه‌های مطلوب آن‌ها به‌دلیل تغییر کاربری اراضی و توسعه‌های انسانی به میزان زیادی از بین رفته است (۷، ٤٥). بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر این گونه‌ها می‌تواند به درک بهتر عوامل تهدیدکننده و ارائه راهکارهای حفاظتی مؤثر در راستای مدیریت زیستگاه‌های آن‌ها کمک کند.

نتایج مدل‌سازی نشان‌دهنده کاهش چشمگیر زیستگاه‌های مطلوب برای گونه‌های کل‌وبز و قوچ‌ومیش در آینده به‌دلیل تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش دما و تغییرات بارندگی است. این کاهش‌ها به‌ویژه در مناطق جنوبی و جنوب شرقی استان مشاهده می‌شود، جایی که مناطق حفاظت‌شده مانند هرمود، قطرویه و بختگان قرار دارند. این کاهش‌ها با توجه به تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش دما و تغییرات بارندگی مرتبط با سناریوهای SSP245 و SSP585، تهدیدات جدی برای بقای این گونه‌ها ایجاد خواهد کرد. کاهش مساحت زیستگاه‌های مطلوب به همراه افزایش زیستگاه‌های نامطلوب، نیازمند توجه ویژه به استراتژی‌های حفاظتی و مدیریتی است که باید در این زمینه اتخاذ شود (۳۰). پژوهش‌های مشابه نیز به از دست رفتن زیستگاه‌های مطلوب این گونه‌ها اشاره دارند. به‌عنوان نمونه، نتایج مطالعه Malakoutikhah و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۷۰ میلادی، کل‌وبز (*C. aegagrus*)، قوچ‌ومیش (*Ovis spp.*)، و آهوی گواتردار (*G. subgutturosa*) به ترتیب ۷٦، ٦۹ و ۵۵ درصد از زیستگاه‌های مطلوب خود را در مناطق گرم و خشک مرکز ایران از دست خواهند داد (۳٤). نتایج انصاری (۲۰۲۰) در خصوص تغییرات زیستگاه گوسفند وحشی نیز نشان داد که در شرایط تغییر اقلیم تا سال ۲۰۵۰ تنها ۷۸/٤٦ درصد زیستگاه فعلی (زیستگاه مطلوب پایدار) مطلوبیت زیستگاهی خود را حفظ خواهند نمود (۳). همچنین Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۹)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]
[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

پیش‌بینی کردند که بز وحشی بخش بزرگی از زیستگاه‌های خود را به‌دلیل تغییرات اقلیمی در سراسر ایران از دست می‌دهد (۱۳). در تاجیکستان نیز بز کوهی آسیایی (*C. sibirica*) حدود ۱۸ درصد از زیستگاه‌های خود را در اثر تغییرات اقلیمی از دست خواهد داد (٤٦).

تحلیل‌ها نشان داد که فاصله از مناطق حفاظت‌شده، شیب و فاصله از اراضی کشاورزی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش هر دو گونه هستند. مطلوبیت زیستگاه با افزایش فاصله از مناطق تحت مدیریت و کاهش شیب کاهش می‌یابد، در حالی که نزدیکی به اراضی کشاورزی تأثیر مثبتی بر حضور گونه‌ها دارد. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که برای مدیریت مؤثر این گونه‌ها، توجه به ویژگی‌های محیطی و انسانی بسیار حائز اهمیت است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که متغیرهای مناطق تحت مدیریت محیط‌زیست استان و درصد شیب بالاترین تأثیر را در تعیین پراکنش گونه‌ها دارند، زیرا این مناطق به‌دلیل فراهم بودن شرایط زیستی مناسب برای تغذیه، استراحت و زایمان، به‌عنوان زیستگاه‌های امن‌تری برای گونه‌های مختلف به‌شمار می‌آیند (۲۵ و ۳۳). مطالعات مشابه نشان می‌دهند که متغیرهای دیگری مانند زبری زمین، علفزارها، فاصله از اراضی کشاورزی، و شاخص ناهمواری نیز در پراکنش گونه‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند. برای مثال، خسروی و رحیمی (۳۱) و اسفندآباد و همکاران (١٤) بر تأثیر شیب‌های تند و منابع آب بر پراکنش بزهای وحشی تأکید کرده‌اند. همچنین، مطالعات دیگری مانند منابع ٦ و ۳۸ نشان داده‌اند که توپوگرافی و فاصله از منابع آبی در انتخاب زیستگاه‌های مطلوب تأثیر دارند. تحقیقات اخیر در عراق و اسپارتا ترکیه نیز نشان می‌دهد که زیستگاه‌های مطلوب در مناطق حفاظت‌شده بیشتر از مناطق آزاد است و تغییرات اقلیمی مانند تغییرات دما و بارش می‌تواند منجر به جابه‌جایی زیستگاه‌ها شود (۲۹ و ۵۳).

نتایج منحنی‌های پاسخ متغیرها به ویژه برای فاصله از مناطق حفاظت‌شده و شیب، حاکی از ارتباط مستقیم مطلوبیت زیستگاه با این متغیرهاست. به‌عنوان مثال، برای گونه قوچ‌ومیش، ابتدا با افزایش فاصله از مناطق حفاظت‌شده، مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد و سپس با دور شدن بیشتر از این مناطق، روند کاهشی مشاهده می‌شود. این الگو با توجه به پراکنش طبیعی این گونه‌ها در دامنه‌های کوهستانی و تپه‌ماهوری، منطقی و قابل تفسیر است (۵۵). از سوی دیگر، برای گونه کل‌وبز، افزایش فاصله از اراضی کشاورزی منجر به افزایش حضور این گونه‌ها در زیستگاه‌های مطلوب می‌شود که می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی مدیریتی برای حفظ این گونه‌ها در مناطق کشاورزی و دشت‌ها در نظر گرفته شود.

پیش‌بینی‌ها برای آینده، به‌ویژه تحت سناریوی SSP585 ، نشان‌دهنده کاهش شدید در مساحت زیستگاه‌های مطلوب و از دست رفتن بخش‌های وسیعی از زیستگاه‌های فعلی است. این تغییرات می‌تواند منجر به انقراض محلی گونه‌ها و کاهش تنوع زیستی در برخی از مناطق شود. در حالی که زیستگاه‌های جدید تنها قادر خواهند بود بخشی از زیستگاه‌های ازدست‌رفته را جبران کنند، تهدیدات ناشی از تغییرات اقلیمی و کاهش تنوع زیستی ممکن است برای بقای این گونه‌ها کافی نباشد. بنابراین، لازم است که برنامه‌ریزی‌های حفاظتی و مدیریتی مبتنی بر این پیش‌بینی‌ها و در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی، با دقت و حساسیت بیشتری انجام شود.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، پیشنهاد می‌شود که مدیریت زیستگاه‌ها و پروژه‌های حفاظتی در آینده بر شناسایی و حفاظت از مناطق باقیمانده دارای زیستگاه‌های مطلوب، به‌ویژه در مناطق تحت مدیریت، تمرکز یابد. همچنین، ضروری است که سیاست‌های ملی و محلی در زمینه حفاظت از گونه‌های در معرض خطر، با در نظر گرفتن اثرات تغییر اقلیم، بازنگری شوند. از جمله راهکارهای پیشنهادی می‌توان به افزایش سطح مناطق حفاظت‌شده، تقویت برنامه‌های پایش مستمر، کنترل عوامل تهدید انسانی مانند شکار و تخریب زیستگاه، و ارتقای آگاهی جوامع محلی برای مشارکت در حفاظت اشاره کرد. این اقدامات می‌تواند در کاهش اثرات تغییر اقلیم و بهبود شرایط زیستگاه‌های این گونه‌ها مؤثر باشد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم میدانند از همکاری‌های ارزشمند اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان فارس که در بررسی‌های میدانی و گردآوری داده‌های حضور گونه‌های مورد مطالعه مشارکت داشتند، سپاسگزاری نمایند.

منابع

1. Abbasian, M., Moghim, S. and Abrishamchi, A., 2019. Performance of the general circulation models in simulating temperature and precipitation over Iran. *Theoretical and Applied Climatology* 135: 465-1483.
2. Anderson, C.W., Nielsen, C.K., Storm, D.J. and Schauber, E.M., 2011. Modeling habitat use of deer in an exurban landscape. *Wildlife Society Bulletin* 35(3): 235-42.
3. Ansari, A., 2020. Prediction of climate change effects on wild sheep (*Ovis orientalis*) habitat suitability using ensemble modeling in Markazi province. *Arid Biome Scientific and Research Journal* 10(1): 150-62. (In Persian)
4. Ashrafzadeh, M.R., Habibzadeh, N. and Ashrafi, S., 2018. Consequences of climate change on the population of Caspian partridge (*Tetraogallus caspius* Gmelin, 1784) in Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Journal of Applied Ecology* 7 (3): 39-50. (In Persian)
5. Ashrafzadeh, M.R., Naghipour, A.A., Haidarian, M. and Mirzaei, I., 2020. Modeling the effects of climate change on the geographic distribution of the wild sheep in Lorestan Province, Iran. *Journal of Animal Environment* 12(3): 59-68. (In Persian)
6. Aycrigg, J.L. Wells, A.G. Garton, E.O., Magipane, B., Liston, G.E., Prugh, L.R. and Rachlow, J.L., 2021. Habitat selection by Dall's sheep is influenced by multiple factors including direct and indirect climate effects. *Plos one* 16(3): e0248763.
7. Bashari, H. and Hemami, M.R., 2013. A predictive diagnostic model for wild sheep (*Ovis orientalis*) habitat suitability in Iran. *Journal for Nature Conservation* 21(5): 319-325.
8. Cardillo, M., Mace, G.M., Jones, K.E., Bielby, J., Bininda-Emonds, O.R., Sechrest, W., Orme, C.D. and Purvis, A., 2005. Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. *Science* 309(5738):1239-1241.
9. Carey, C., 2009. The impacts of climate change on the annual cycles of birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364(1534): 3321-3330.
10. Chen, K., Wang, B., Chen, C. and Zhou. G., 2022. MaxEnt modeling to predict the current and future distribution of *Pomatosace filicula* under climate change scenarios on the Qinghai–Tibet plateau. *Plants* 11(5): 670.
11. Daneshi, S.S., Sokhango, F. and Behrouzirad, B., 2019. Estimation of the desirability of the whole and goat habitat (*Capra aegagrus*) in the protected area of Khayyz during the regeneration season using the HEP method. *Journal of Animal Environment* 11(4): 23-32. (In Persian)
12. Dormann, C.F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J.R., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P.J. and Münkemüller, T., 2013. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography* 36(1): 27-46.
13. Ebrahimi, A., Sardari, P., Safavian, S., Jafarzade, Z., Bashghareh, S. and Khavari, Z., 2019. Climate change effects on species of Bovidae family in Iran. *Environmental Earth Sciences* 78: 1-2.
14. Esfandabad, B.S., Karami, M., Hemami, M.R., Riazi, B. and Sadough, M.B., 2010. Habitat associations of wild goat in central Iran: implications for conservation. *European journal of wildlife research* 56: 883-94.
15. Eskildsen, A., le Roux, P.C., Heikkinen, R.K., Høye, T.T., Kissling, W.D., Pöyry, J., Wisz, M.S. and Luoto, M., 2013. Testing species distribution models across space and time: high latitude butterflies and recent warming. *Global Ecology and Biogeography* 22(12): 1293-303.
16. Faghih-sabzevari, N. and Farashi, A., 2024. Identification of biodiversity hotspots for threatened mammal species under future climate. *Journal for Nature Conservation* 82: 126741.
17. Fawzy, S., Osman, A.I., Doran, J. and Rooney, D.W., 2020. Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters* 18: 2069-94.
18. Ficetola, G.F., Thuiller, W. and Miaud, C., 2007. Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species—the American bullfrog. *Diversity and distributions* 13(4): 476-85.
19. Fisher, D.O. and Owens, I.P., 2004. The comparative method in conservation biology. *Trends in ecology & evolution* 19(7): 391-8.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

20. Fritz, H., Loreau, M., Chamaillé-Jammes, S., Valeix, M. and Clobert, J., 2011. A food web perspective on large herbivore community limitation. *Ecography* 34(2): 196-202.
21. Gerrard, R., Stine, P., Church, R. and Gilpin, M., 2001. Habitat evaluation using GIS: a case study applied to the San Joaquin kit fox. *Landscape and Urban Planning* 52(4):239-55.
22. Gholamhosseini, A. and Baharlou, F., 2021. Assessing the impact of climate change on the distribution range of the Lesser Green Bee-eater (*Merops orientalis*) in southern Iran: A case study in Fars Province. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)* 34(2): 98-109. (In Persian)
23. Gonzalez, S.C., Soto-Centeno, J.A. and Reed, D.L., 2011. Population distribution models: species distributions are better modeled using biologically relevant data partitions. *BMC ecology* 11:1-0.
24. 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: *A Journal of the Royal Meteorological Society* 25(15): 1965-78.
25. Hosseini, S.M., Riyazi, B., Shams Esfandabad Abad, B. and Naderi, M., 2017. Assessment of habitat suitability for goats and goats *Capra aegagrus* in Golestan Province. *Journal of Animal Environment* 9(2): 9-16. (In Persian)
26. Jafarpour, S. and Kanuni, A., 2015. Climate change scenarios in the fifth report of the Intergovernmental Panel on Climate Change and its comparison with the previous report, Second National Conference on Protection of Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian)
27. Jiménez-Valverde, A., Peterson, A.T., Soberón, J.O., Overton, J.M., Aragón, P.J. and Lobo, M., 2011. Use of niche models in invasive species risk assessments. *Biological invasions* 13: 2785-97.
28. Kafash, A., Ashrafi, S., Ohler, A., Yousefi, M., Malakoutikhah, S., Koehler, G. and Schmidt, B.R., 2018. Climate change produces winners and losers: Differential responses of amphibians in mountain forests of the Near East. *Global Ecology and Conservation* 16: e00471.
29. Kaky, E.D., Alatawi, A.S., Jaf, A. and Gilbert, A.F., 2022. Predicting current and future habitat refuges for conservation of wild goat (*Capra aegagrus* Erxleben 1777) under climate change in Iraq. *Journal of Arid Environments* 199: 104699.
30. Khosravi, M., Chamani, A. and Mirzaei, R., 2021. Evaluation of the impact of climate change on the efficiency of Iran's conservation network with emphasis on the bovine and deer families. *Natural Environment* 2: 208-223. (In Persian)
31. Khosravi, R. and Rahimi. K., 2021. Evaluation of the distribution range and structural continuity of habitat patches of four species of bovines (Bovidae) in Fars Province. *Journal of Applied Ecology* 10(2): 83-97. (In Persian)
32. Kolahi, M., Sakai, T., Moriya, K. and Makhdoum, M.F., 2012. Challenges to the future development of Iran's protected areas system. *Environmental management* 50: 750-65.
33. Lowrey, B., Garrott, R.A., Miyasaki, H.M., Fralick, G. and Dewey, S.R., 2017. Seasonal resource selection by introduced mountain goats in the southwest Greater Yellowstone Area. *Ecosphere* 8(4): e01769.
34. Malakoutikhah, S., Fakheran, S., Hemami, M.R., Tarkesh, M. and Senn, J., 2020. Assessing future distribution, suitability of corridors and efficiency of protected areas to conserve vulnerable ungulates under climate change. *Diversity and Distributions* 26(10):1383-1396.
35. Miranzadeh, R., Sarhangzadeh, J., Iran Nejad Parizi, M.H. and Akbari. H., 2018. Investigating on conservation value of Damgahan area as a habitat corridor of Wild Goat (*Capra aegagrus*) between Kalmand-Bahadoran protected area and Shirkouh hunting prohibited area. *Journal of Animal Environment* 10(4): 55-64. (In Persian)
36. Michel, S. and Ghoddousi, A., 2020. *Ovis gmelini*. The IUCN Red List of threatened species 2020: e. T54940218A22147055
37. Monzón, J., Moyer-Horner, L. and Palamar, MB., 2011. Climate change and species range dynamics in protected areas. *Bioscience* 61(10): 752-61.
38. Morovati, M., Karami, M. and Kaboli, M., 2014. Desirable areas and effective environmental factors of wild goat habitat (*Capra aegagrus*). *International Journal of Environmental Research* 8(4): 1031-40.
39. Mostafavi, H., Rashidian Doliskani, M. and Volvi, R., 2018. Modeling the effects of climate change on the distribution of the Kora anchovy (*Alburnus filippii* Kessler, 1877) in Iran. *Journal of Applied Ichthyological Research* 6(4) :1-12 (In Persian)
40. Muposhi, V.K., Gandiwa, E., Chemura, A., Bartels, P., Makuza, S.M. and Madiri, T.H. 2016. Habitat heterogeneity variably influences habitat selection by wild herbivores in a semi-arid tropical savanna ecosystem. *PloS one* 11(9): e0163084.
41. Naqibzadeh, A., Sarhangzadeh, J., Sotoudeh, A., Mashkur, M. and Thomalsky, J., 2021. Habitat Suitability modeling of Urial (*Ovis orientalis* arkal) in the Samelghan plain by using Maximum Entropy Method. *bioRxiv* 470339.
42. Pakneet, D., Hamami, M.R., Maleki, S., Tohidi, M. and Julaie, L., 2016. Modeling the habitat suitability of overwintering populations of Asian hoopoe (*Chlamydotis macqueenii*) in Fars Province. *Journal of Animal Ecology* 8(3): 19-28. (In Persian)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

43. Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190(3-4): 231-59.
44. Ramezani Moghadam, Z., Farashi, A. and Rashki, A., 2020. Using habitat suitability models to investigate the effects of climate change on animal species. In The Second National Conference on New Ideas and Technologies in Geographical Sciences. (In Persian)
45. Ranjbar, N,. Hemami, M.R. Tarkesh, M. and Shahgholian, J., 2016. Seasonal assessment of habitat suitability for wild goat (*Capra aegagrus*) in mountainous areas of Kolah Ghazi National Park using maximum entropy method. *Journal of Applied Ecology* 5(16): 69-83. (In Persian)
46. Salas, E.A., Valdez, R., Michel, S. and Boykin, K.G., 2020. Response of Asiatic ibex (*Capra sibirica*) under Climate Change Scenarios. *Journal of resources and ecology* 11(1): 27-37.
47. Scridel, D., Brambilla, M., Martin, K., Lehikoinen, A., Iemma, A., Matteo, A., Jähnig, S., Caprio, E., Bogliani, G., Pedrini, P. and Rolando, A., 2018. A review and meta-analysis of the effects of climate change on Holarctic mountain and upland bird populations. *Ibis* 160(3): 489-515.
48. Segurado, P.A., Araujo, M.B. and Kunin, W.E., 2006. Consequences of spatial autocorrelation for niche-based models. *Journal of Applied Ecology* 43(3): 433-44.
49. Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F., De Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L. and Hughes, L., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427(6970):145-148.
50. Urban, M.C., 2015. Accelerating extinction risk from climate change. *Science* 348(6234): 571-573.
51. Valavi, R., Guillera-Arroita, G., Lahoz-Monfort, J.J. and Elith, J., 2022. Predictive performance of presence only species distribution models: a benchmark study with reproducible code. *Ecological Monographs* 92(1): p.e01486.
52. Venter, O., Sanderson, E.W., Magrach, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M. and Levy, M.A., 2016. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature communications* 7(1): 12558.
53. Yousefi, B., Jafari, A. and Naghipour, A.A., 2024. Habitat Suitability Modelling of Persian Gazelle Using Maxent Model in Hormod Protected Area, Fars Province, Iran. *Desert Management* 12(3): 55-72. (In Persian)
54. Zenbilci, M., Özdemir, S., Çıvğa, A., Ünal, Y. and Oğurlu. İ., 2024. Modeliranje prikladnosti staništa divljih koza (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777) u različitim razdobljima. *Šumarski list* 148(5-6): 273-284.
55. Zhang, C., Zhu, R., Sui, X., Chen, K., Li, B. and Chen, Y., 2020. Ecological use of vertebrate surrogate species in ecosystem conservation. *Global Ecology and Conservation* 24: e01344.
56. Ziaei, H., 2009. Field Guide to Mammals of Iran. Wildlife Center, 419 pages. (In Persian)

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]

Iran. J. Appl. Ecol. Vol. 13, No. 3, 2024, Isfahan Univ. Technol., Isf., Iran.

Assessment of the Impacts of Climate Change on the Distribution of Wild Goat (*Capra aegagrus*) and Wild Sheep (*Ovis gmelini*) in Fars Province

Ali Asghar Naghipour[×1] , Borhan Yousefi[2] and Marzieh Moradi[2]

(Received: January 20-2025; Accepted: March 05-2025)

Abstract

Climate change, by intensifying habitat destruction and altering species distributions, has emerged as a major challenge for conservation biologists. The wild goat (*Capra aegagrus*) and the wild sheep (*Ovis gmelini*) are among the most prominent large herbivores in Iran. This study aimed to assess the impacts of climate change on the habitat distribution of these two species in Fars Province. The MaxEnt model and various climate scenarios were used to predict current and future (2070) habitat suitability. Results indicated that distance from protected areas and slope were the most influential variables in predicting suitable habitats for both species. Under current conditions, 15.56% of the area was identified as suitable habitat for wild goats, and 32.9% for wild sheep. Projections under different climate scenarios revealed that suitable habitat for wild goats may decline by up to 62%, and for wild sheep by up to 64%. Additionally, within the currently managed protected areas of the Fars province, 75.16% of the habitats overlaps with suitable habitat for mouflons and 48.71% overlapd with suitable habitat for wild goats. These findings highlight the urgent need for effective habitat conservation and management strategies in the face of anticipated climate change impacts.

Keywords: Modeling, Bovidae, Habitat Suitability, Conservation, Protected Areas, Maxent

1. Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. MSc. in Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*: Corresponding Author, Email: aa.naghipour@sku.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2025-06-25]

[DOI: 10.47176/ijae.13.3.2973]