

**Original Research Paper****Prediction of Climate change impact on sand cat habitat suitability**

Taghi Mahdavi, Bahman Shams Esfandabad *, Hamid Toranjzar, Nourollah Abdi, Abbas Ahmadi

Department of Environment, Faculty of Agriculture, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

Key Words

Sand cat
Climate change
Habitat suitability
Protected areas

Abstract

Introduction: Awareness of climate change impacts on suitable habitats of wildlife species is a prerequisite for long-term management of wildlife populations.

Materials & Methods: In this research, we applied maxent approach to investigate the consequences of climate change on climatic habitat suitability for sand cat (*Felis margarita*) for present, the best, and the worst greenhouse gas emission scenarios for 2050 and 2070, throughout the country.

Result: Modeling results indicated that nearly 18 percent of area of the country is currently suitable for the sand cat. However, only 15 percent of suitable habitats are conserved inside the protected area network. Sand cat avoids areas with high annual precipitation and prefers areas with high mean annual temperature. Under influence of climate change in lowest emission scenario in 2070, the area of suitable habitats and conserved habitats increases. In other scenarios, there are negligible decrease of suitable habitats.

Conclusion: Therefore, it could be concluded that sand cat is the winner of climate change.

* Corresponding Author's email: b-shams@iau-arak.ac.ir

Received: 23 May 2020; Reviewed: 9 August 2020; Revised: 3 September 2020; Accepted: 8 October 2020
(DOI): [10.22034/aej.2020.135231](https://doi.org/10.22034/aej.2020.135231)

مقاله پژوهشی

پیش بینی تاثیر تغییر اقلیم بر مطلوبیت زیستگاه گربه شنی (*Felis margarita*)تقی مهدوی، بهمن شمس اسفندآباد^{*}، حمید ترنج زر، نورالله عبدی، عباس احمدی

گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

گربه شنی
تغییر اقلیم
مطلوبیت زیستگاه
مکسنت
مناطق حفاظتی

مقدمه: آگاهی از تاثیرات تغییر اقلیم بر زیستگاه های مطلوب گونه ها یک نیاز اساسی برای مدیریت بلندمدت جمعیت گونه های حیات وحش است.

مواد و روش ها: در این پژوهش با استفاده از روش مکسنت، مطلوبیت اقلیمی زیستگاه گربه شنی (*Felis margarita*)، برای زمان حاضر تهیه و بر طبق بهترین و بدترین سناریوی ورود گازهای گلخانه ای برای سال های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ در سطح کشور شبیه سازی شد.

نتایج: نتایج مدل سازی در حال حاضر نشان می دهد که ۱۸ درصد از وسعت کشور از زیستگاه های مطلوب برای گربه شنی تشکیل شده است. اما تنها ۱۵ درصد از این زیستگاه ها داخل مناطق حفاظتی تحت حفاظت قرار گرفته اند. گربه شنی از مناطق با بارش سالانه زیاد دوری نموده و مناطق با میانگین دمای سالانه بالا را ترجیح می دهد. تحت تاثیر تغییر اقلیم در سناریوی کم ترین ورود گازهای گلخانه ای به اتمسفر برای سال ۲۰۷۰ امکان افزایش زیستگاه گربه شنی نسبت به حال حاضر وجود دارد و همچنین زیستگاه های تحت حفاظت افزایش می یابد. در سایر سناریوها نیز کاهش زیستگاه گربه شنی بر اثر تغییر اقلیم بسیار اندک می باشد.

نتیجه گیری و بحث: نتایج این مطالعه نشان می دهد که گربه شنی برنده فرایند تغییر اقلیم است.

^{*} پست الکترونیکی نویسنده مسئول: b-shams@iau-arak.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۹ مرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۳ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۷ مهر ۱۳۹۹

(DOI): 10.22034/aej.2021.135231

مقدمه

تغییر اقلیم تهدیدی اساسی برای تنوع زیستی می باشد (Keith و همکاران، ۲۰۰۸؛ Heller و Zavaleta، ۲۰۰۹). هر چند نوسانات کم اقلیمی در سازگاری با کارکرد و بقای اکوسیستم ها می باشند اما تغییرات بسیار سریع اقلیم به خاطر دخالت انسان برای تنوع حیات مضر است. انتظار بر این است که تغییر اقلیم منجر به کاهش تنوع زیستی در آینده شود (Thomas و همکاران، ۲۰۰۴). گوشت خواران با توجه به نیاز به زیستگاه وسیع معمولاً بیش تر در معرض تهدید و کاهش از سوی فعالیت های انسانی قرار می گیرند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین آگاهی از تغییر اقلیم می تواند به برنامه ریزی بلندمدت و موثر برای حفاظت از این گونه ها کارآمد باشد. گربه شنی (*Felis margarita*) در مقیاس بین المللی در رده تهدید کم ترین نگرانی (Sliwa و همکاران، ۲۰۱۶) قرار گرفته است. اما این گونه در مقیاس داخل کشور جزو گونه های در خطر انقراض است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). در داخل کشور در زمینه هایی نظیر الگوی گزینش خرد زیستگاهی گونه در سیستان و بلوچستان (غفاری پور و همکاران، ۱۳۹۶)، فراوانی و پراکنش گربه شنی در پناهگاه حیات وحش عباس آباد (همامی و همکاران، ۱۳۹۰)، توزیع کنونی و چالش های حفاظتی در ایران (Ghadirian و همکاران، ۲۰۱۶) فراوانی، تراکم و تهدیدهای بالقوه گونه در جنوب شرقی ایران (Ghafaripour و همکاران، ۲۰۱۷) مدل سازی مطلوبیت زیستگاه در مرکز ایران (Torabian و همکاران، ۲۰۱۸)، بر روی این گونه مطالعاتی انجام شده است. اما تاکنون مطالعه ای در زمینه تاثیر تغییر اقلیم بر پراکنش زیستگاه های مطلوب این گونه در مقیاس کل کشور، صورت نگرفته است. مطالعات انجام شده در زمینه تاثیرات تغییر اقلیم بیش تر محدود به گوشت خواران بزرگ جثه ای نظیر یوزپلنگ (مروتی و همکاران، ۱۳۹۶؛ شمس و همکاران، ۱۳۹۷) و پلنگ (Ashrafzadeh و همکاران، ۲۰۱۸) می باشد. از همین رو در این پژوهش با استفاده از جمع آوری داده های حضور و رویکرد مدل سازی مکسنت، مدل مطلوبیت زیست اقلیمی گربه شنی برای حال حاضر تعیین و به شرایط اقلیمی در آینده تحت بدترین و بهترین سناریوی تغییر اقلیم تعمیم داده شد. اهداف این مطالعه عبارتند از: بررسی و تعیین نیاز زیست اقلیمی گربه شنی، تهیه نقشه پراکنش زیست اقلیمی گونه، بررسی میزان حفاظت از زیستگاه های بالقوه گونه در حال حاضر، پیش بینی پراکنش آتی زیستگاه مطلوب گونه تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم، بررسی نقش مناطق تحت حفاظت فعلی در حفاظت از زیستگاه های گونه در آینده

مواد و روش ها

جمع آوری داده های حضور: با انجام مکاتبه با ادارات کل محیط زیست استان های کشور هر گونه آمار حضور مربوط به ۱۰ سال گذشته درمورد گربه شنی جمع آوری گردید. این نقاط با اطلاعاتی که در زمینه زیست شناسی گونه ها و محدوده پراکنش آن ها در راهنمای صحرایی پستانداران ایران (ضیایی، ۱۳۸۷) و اطلس پستانداران ایران (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵) در دسترس بود مقایسه و صحت سنجی شدند و نقشه نهایی حضور گونه تهیه شد.

مدل سازی مطلوبیت اقلیمی زیستگاه: با توجه به مقیاس وسیع این پژوهش که برای کل سطح کشور انجام می گیرد آگاهی از نقش تغییرات اقلیمی در رفتار انتخاب زیستگاه گونه اهمیت بسیاری می یابد. بدین منظور از داده های زیست اقلیمی استفاده می گردد. نقشه های زیست اقلیمی از داده های ماهیانه دما و بارش به دست آمده اند و به طور معمول در مدل سازی آشیان بوم شناختی استفاده می گردند (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵). این متغیرها نشان دهنده تغییرات سالانه (مانند متوسط دمای سالانه، بارش سالانه، فصلی بودن) مانند دامنه سالانه تغییرات بارش و دما) و عوامل زیست محیطی محدود کننده و یا حاد (مانند دمای سردترین و گرم ترین ماه سال و بارش فصول مرطوب و خشک) می باشند (جدول ۱). این داده ها به قابلیت تفکیک 1×1 کیلومتر مربع برای نقاط مختلف کره زمین درون یابی شده اند. در این پژوهش نقشه های زیست اقلیمی مورد نیاز از پایگاه داده های WorldClim تهیه گردید. برای جلوگیری از اختلال در نتایج مدل مطلوبیت زیستگاه، همبستگی متغیرهای زیستگاهی با یکدیگر اندازه گیری و متغیرهایی که همبستگی آن ها بیش از ۰/۷ بود مشخص گردیدند. از هر جفت متغیرهایی که همبستگی بالایی دارند تنها یک متغیر باید انتخاب شود. در این پژوهش ملاک برای انتخاب بهترین متغیر توجیه بوم شناختی متغیر بود و متغیری انتخاب می گردید که از نظر دانش بوم شناسی نقش موثرتری بر پراکنش گربه سان مورد مطالعه دارد. در نهایت متغیرهای میانگین دمای سالانه، میانگین دامنه روزانه دما، هم گرمایی، تغییرات فصلی دما، میزان بارش سالانه، تغییرات فصلی بارش و میزان بارش در خشک ترین فصل برای مطالعه انتخاب شدند. برای انجام این تحلیل از نرم افزار مکسنت (ویرایش ۳،۳) (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶) استفاده گردید. با توجه به تعداد کم مشاهدات مربوط به حضور این گونه به دلیل جثه کوچک و رفتار مخفیانه (Ghafaripour و همکاران، ۲۰۱۷) روش مکسنت که با تعداد کم داده های حضور (۱۰ تا ۳۰ مشاهده) نیز توانسته است مدل های مطلوبیت زیستگاه قابل قبولی ارائه کند، مناسب تر از سایر روش های مدل سازی می باشد (Wiz و همکاران، ۲۰۰۸). این نرم افزار می تواند

شبیه سازی و تعمیر داده شد تا نقشه مطلوبیت زیستگاه پیش بینی شده بر اثر تغییر شرایط اقلیمی برای گونه محاسبه شود.

جدول ۱: متغیرهای زیست اقلیمی به کار رفته در تحلیل مطلوبیت زیستگاه گربه شنی

کد متغیر	توصیف متغیر	واحد متغیر
Bio ۱	متوسط دمای سالانه	درجه سانتی گراد
Bio ۲	متوسط دامنه تغییرات روزانه دما	درجه سانتی گراد
Bio ۳	هم گرمایی	بدون واحد
Bio ۴	تغییرات فصلی دما	درصد
Bio ۵	حداکثر دمای گرمترین ماه	درجه سانتی گراد
Bio ۶	حداقل دمای سردترین ماه	درجه سانتی گراد
Bio ۷	دامنه تغییرات سالانه دما	درجه سانتی گراد
Bio ۸	متوسط دمای مرطوب ترین فصل	درجه سانتی گراد
Bio ۹	متوسط دمای خشک ترین فصل	درجه سانتی گراد
Bio ۱۰	متوسط دمای گرم ترین فصل	درجه سانتی گراد
Bio ۱۱	متوسط دمای سردترین فصل	درجه سانتی گراد
Bio ۱۲	بارش سالانه	میلی متر
Bio ۱۳	بارش در مرطوب ترین ماه	میلی متر
Bio ۱۴	بارش در خشک ترین ماه	میلی متر
Bio ۱۵	تغییرات فصلی بارش	درصد
Bio ۱۶	بارش در مرطوب ترین فصل	میلی متر
Bio ۱۷	بارش در خشک ترین فصل	میلی متر
Bio ۱۸	بارش در گرم ترین فصل	میلی متر
Bio ۱۹	بارش در سردترین فصل	میلی متر

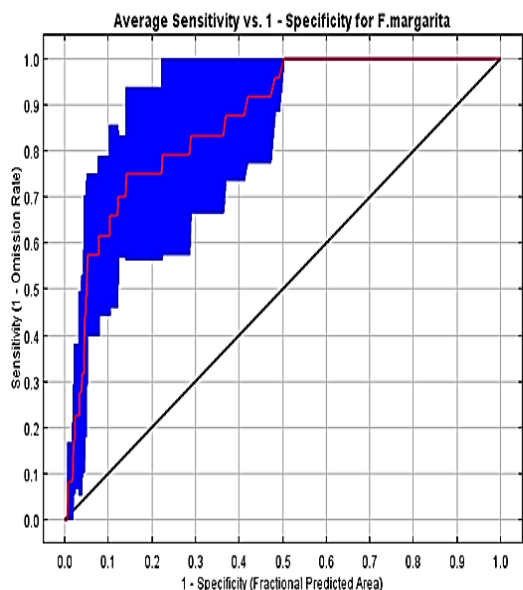
نتایج

طی مکاتبات انجام شده با ادارات کل حفاظت محیط زیست استان های مختلف کشور در نهایت ۲۴ نقطه حضور گربه شنی جمع آوری گردید (شکل ۱). با توجه به کمیاب بودن گونه و دشواری مشاهده آن و با توجه به قابلیت مکسنت در ارائه مدل های قابل قبول با تعداد کم مشاهدات، مدل مطلوبیت اقلیمی زیستگاه گربه شنی با همین تعداد مشاهدات تهیه گردید. بررسی اعتبار مدل (0.87 ± 0.07) نشان داد که مدل تولید شده از اعتبار مناسبی برخوردار است (شکل ۲). بررسی میزان کمک متغیرها به مدل (جدول ۲) نشان دهنده این است که متغیر میزان بارش سالانه و میزان بارش در خشک ترین فصل مهم ترین متغیرها در پیش بینی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی هستند و پس از آن ها میانگین دمای سالانه و تغییرات فصلی دما قرار می گیرند. دو متغیر هم گرمایی و تغییرات فصلی بارش کمکی به مدل نمی کنند و قابل حذف هستند.

درصد کمک هر متغیر در مدل نهایی مکسنت را محاسبه کند. بدین منظور در هر تکرار الگوریتم ایجاد مدل، میزان افزایش یا کاهش در میزان نزدیکی پیش بینی های مدل به نقاط حضور به کار رفته در آن با وارد شدن هر متغیر اندازه گیری می شود. با استفاده از این روش میزان افزایش کارایی مدل به ازای هر متغیر مشخص می شود. در استفاده از این روش باید این نکته را مد نظر قرار داد که همبستگی خطی بالا بین متغیرهای مستقل می تواند بر نتایج تاثیر گذار بوده و در نتیجه آن یکی از متغیرهای با همبستگی بالا اهمیت بالاتری می یابد (Phillips, ۲۰۱۲). برای تعیین نحوه ارتباط بین متغیر و مطلوبیت زیستگاه گونه از منحنی های پاسخ گونه استفاده شد. در این منحنی ها مقدار یک متغیر تغییر کرده و سایر متغیرها در مقداری برابر با میانگین نگاه داشته می شوند تا تغییرات مطلوبیت به ازای تغییر یک متغیر به دست آید (Phillips و همکاران، ۲۰۱۲). مدل تهیه شده با روش مکسنت را می توان با محاسبه سطح زیرمنحنی (AUC) برای منحنی ROC ارزیابی کرد. ROC یکی از متداول ترین روش های مستقل از میزان بریدگی برای اندازه گیری صحت مدل می باشد. سطح زیر منحنی برابر است با احتمال این که مدل برای یک نقطه حضور تصادفی انتخاب شده، احتمال حضور بالاتری از یک نقطه عدم حضور تصادفی انتخاب شده در نظر بگیرد (Pierce و Ferrier، ۲۰۰۰). منحنی ROC از ترسیم مقادیر حساسیت به ازای ۱ منهای میزان ویژگی محاسبه می شود. حساسیت نشان دهنده این است که مدل به چه خوبی می تواند نقاط حضور را پیش بینی کند و ویژگی برابر است با معیاری از نقاط عدم حضوری که به درستی پیش بینی شده اند (Fielding و Bell، ۱۹۹۷). معنی داری منحنی توسط سطح زیرمنحنی (AUC) به صورت کمی در می آید. میزان این عدد به طور معمول بین ۰/۵ تا ۱ می باشد. مقادیر نزدیک به ۰/۵ نشان دهنده این می باشند که برازش مدل با داده ها بهتر از مدل تصادفی نیست و عدد ۱ نشان دهنده برازش کامل است. اگر مقدار سطح زیرمنحنی کم تر از ۰/۵ باشد نیز مدل حتی از مدل تصادفی بدتر عمل می کند (Liu و همکاران، ۲۰۰۹).

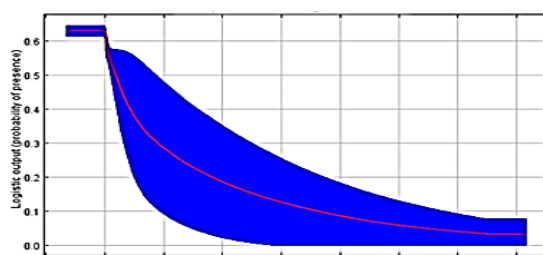
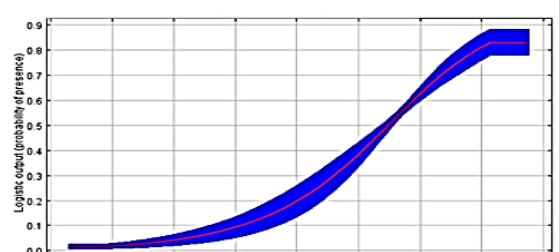
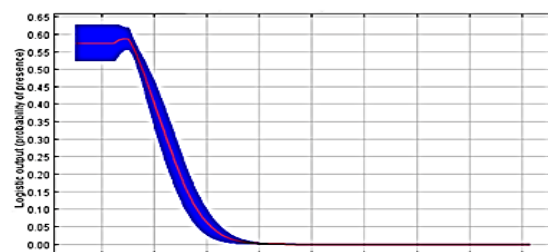
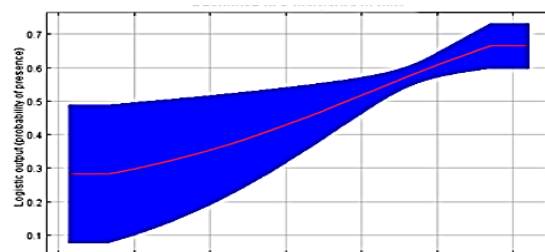
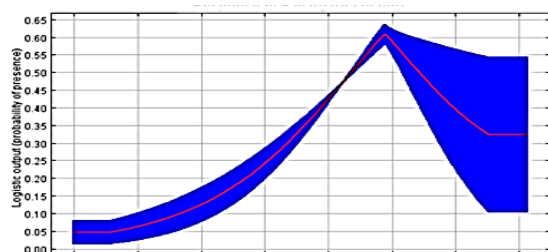
تعمیم مدل ها به شرایط اقلیمی در آینده: علاوه بر نقشه های

زیست اقلیمی فعلی، نقشه های سال ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ بر طبق مدل اقلیمی MRI-CGCM3 تهیه شدند. دلیل انتخاب این مدل آن بود که مطالعات متعددی (Ashrafzadeh و همکاران، ۲۰۱۸؛ Abbasian، ۲۰۱۸) این مدل را مدل خوبی برای مطالعه تغییر اقلیم در ایران معرفی نموده اند. سپس مدل مطلوبیت اقلیمی زیستگاه برای گونه با توجه به مقادیر متغیرهای زیست اقلیمی در سال های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ و تحت دو سناریوی کم ترین و بیش ترین انتشار گازهای گلخانه ای به اتمسفر



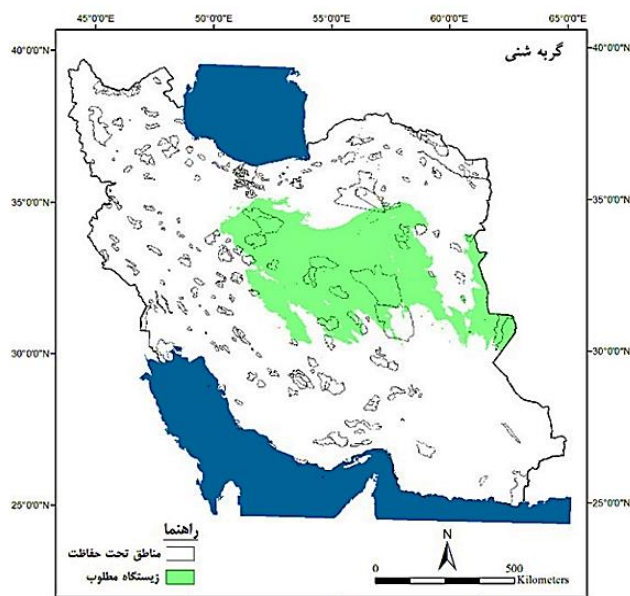
شکل ۲: منحنی ROC برای چهار تکرار (میانگین $\pm$ انحراف معیار) مدل مطلوبیت اقلیمی زیستگاه گرهه شنی در حال حاضر

شکل ۱: نقاط حضور گرهه شنی در کشور



شکل ۳: منحنی پاسخ تغییرات مطلوبیت زیستگاه گرهه شنی به تغییرات متغیرهای اقلیمی تاثیرگذار در مدل حال حاضر

حفاظت نیز ۶ درصد افزایش خواهد یافت. اما در سال ۲۰۵۰ به ازای مقادیر کم و زیاد گازهای گلخانه‌ای به ترتیب ۴ درصد و ۲ درصد از زیستگاه‌های گونه کاهش خواهد یافت. در حالت بیشترین میزان گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۷۰ نیز وسعت زیستگاه‌های گربه شنی به میزان ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت. در سایر سناریوها در بهترین حالت میزان حفاظت به اندازه ۲ درصد در سال ۲۰۵۰ و در بدترین حالت به میزان ۱۴ درصد تا سال ۲۰۷۰ کاهش خواهد یافت (جدول ۴، شکل ۴).



شکل ۴: نقشه پراکنش زیستگاه‌های مطلوب گربه شنی در سطح کشور

جدول ۲: درصد کمک متغیرها به مدل مطلوبیت زیستگاه گربه شنی

نام متغیر	درصد کمک
میانگین دمای سالانه	۱۶/۶
میانگین دامنه روزانه	۳/۲
هم گرمایی	۰
تغییرات فصلی دما	۱۵/۳
میزان بارش سالانه	۳۸/۳
تغییرات فصلی بارش	۰
میزان بارش خشک‌ترین فصل	۲۶/۵

منحنی‌های پاسخ (شکل ۳) نشان می‌دهند که با افزایش دمای میانگین سالانه تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد بر مطلوبیت زیستگاه گونه افزوده می‌شود. افزایش میانگین دامنه روزانه دما و تغییرات فصلی دما تاثیر مستقیم بر مطلوبیت زیستگاه گربه شنی دارد. افزایش بارش سالانه و بارش در خشک‌ترین فصل بر مطلوبیت زیستگاه گونه تاثیر منفی دارند. در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری نمود که گربه شنی از نظر اقلیمی وابسته به اقلیم گرم و خشک است. زیستگاه‌های مطلوب گربه شنی در حال حاضر محدود به مرکز و لکه‌ای در شرق کشور می‌باشد (شکل ۴). از این زیستگاه‌ها که ۱۸ درصد از وسعت کشور را تشکیل می‌دهند تنها ۱۵ درصد داخل مناطق حفاظت شده کنونی قرار گرفته است (جدول ۳). تعمیم مدل حاضر به شرایط اقلیمی در آینده نشان‌دهنده آن است که تنها در سناریوی افزایش کم گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۷۰ امکان افزایش سطح زیستگاه‌های مطلوب برای گونه در سطح کشور وجود دارد. در این حالت ۹ درصد به وسعت زیستگاه‌های مطلوب این گونه افزوده می‌شود. در این حالت میزان

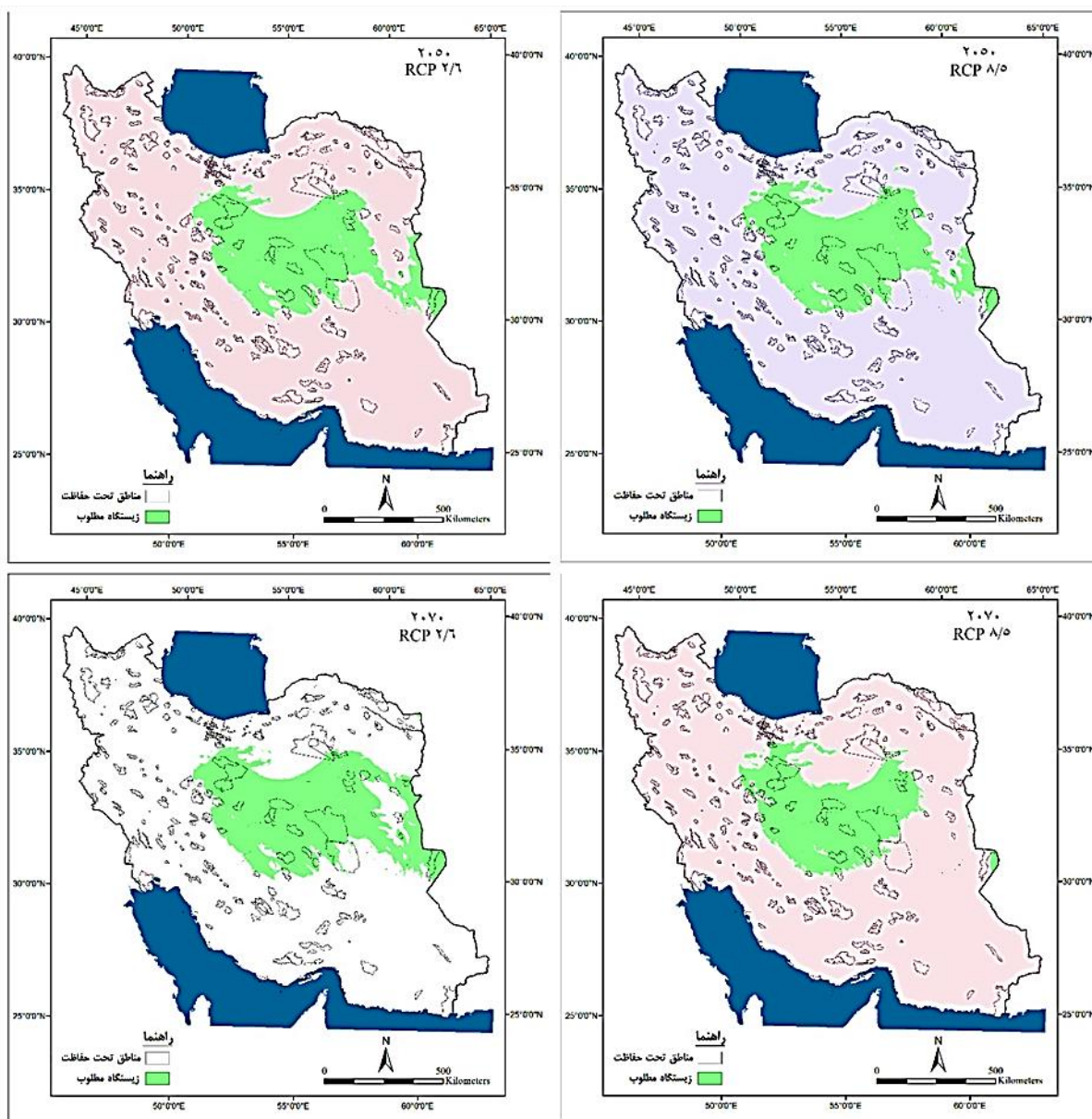
جدول ۳: وسعت زیستگاه‌های مطلوب گربه شنی و میزان حفاظت از آن

نام گونه	وسعت زیستگاه مطلوب (هکتار)	وسعت زیستگاه مطلوب (درصد وسعت کشور)	وسعت حفاظت شده داخل مناطق چهارگانه (هکتار)	درصد حفاظت شده داخل مناطق چهارگانه
گربه شنی	۲۹۴۴۶۴۸۸/۱	۱۸/۱	۴۴۲۶۲۱۴/۹	۱۵/۰

جدول ۴: پیش بینی وسعت زیستگاه‌های مطلوب گربه شنی و توزیع آن‌ها در داخل مناطق حفاظت شده در سناریوهای مختلف تغییر اقلیم تحت

مدل گردش جهانی MRI-CGCM3

سناریو	وسعت زیستگاه مطلوب (هکتار)	وسعت زیستگاه مطلوب (درصد وسعت کشور)	وسعت حفاظت شده داخل مناطق چهارگانه	درصد حفاظت شده داخل مناطق چهارگانه (نسبت به زیستگاه حال حاضر)
۲۰۵۰، RCP ۲/۶	۲۸۶۳۱۵۶۲/۰	۱۷/۴	۴۲۸۶۶۳۱/۶	۱۴/۶
۲۰۵۰، RCP ۸/۵	۲۹۱۹۵۴۰۹/۶	۱۷/۷	۴۳۳۷۶۶۸/۷	۱۴/۷
۲۰۷۰، RCP ۲/۶	۳۲۵۵۳۲۰۸/۸	۱۹/۸	۴۶۸۰۹۳۰/۰	۱۵/۹
۲۰۷۰، RCP ۸/۵	۲۳۸۷۴۱۷۸/۰	۱۴/۵	۳۷۹۲۰۰۵/۳	۱۲/۹



شکل ۴: پیش‌بینی تغییرات زیستگاه گربه شنی بر اثر تغییر اقلیم در سناریوهای مختلف

بحث

ورود گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر در سال ۲۰۷۰ ارتباط بین این دو لکه قطع شده و در نتیجه جمعیت ساکن در لکه شرقی به شدت آسیب‌پذیر خواهد شد. این امر نشان‌دهنده نقش تغییر اقلیم در قطعه شدن زیستگاه‌ها و افزایش احتمال از بین رفتن گونه‌ها است (Thomas و همکاران، ۲۰۰۴). در حال حاضر تنها ۱۵ درصد از زیستگاه‌های گربه شنی حفاظت می‌شود. در حالی که میزان حفاظت از زیستگاه‌های گربه‌سانی مانند یوز بیش از ۳۰ درصد است (شمس اسفندآباد و کابلی، ۱۳۹۷). سهم کم گونه‌های گوشت‌خوار کوچک‌جثه در مناطق حفاظتی کشور می‌تواند به علت توجه بیش‌تر به گونه‌های

بررسی نیاز زیست اقلیمی گربه شنی نشان می‌دهد که این گونه وابسته به مناطق با میانگین بالای دما سالانه و میزان بارش کم در کل سال و در فصل خشک است. در مطالعات زیست‌شناسی که بر روی این گونه انجام شده است (ضیایی، ۱۳۸۷؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۵) به سازگاری این گونه به کم‌آبی و زیستگاه‌های بیابانی اشاره شده است که نتایج این مطالعه موکد این امر است. پراکنش این گونه در حال حاضر محدود به مرکز و شرق ایران است که در سناریوی بیش‌ترین

فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۶۵ تا ۷۰.

۵. کرمی، م؛ قدیریان، ط. و فیض الهی، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پستانداران ایران. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۲۹۰ صفحه.

۶. مجنونیان، ه.، ۱۳۹۳. مناطق حفاظت شده، مبانی و تدابیر حفاظت از پارک‌ها و مناطق در ایران و جهان. انتشارات نشر دی. ۴۱۴ صفحه.

۷. مروتی، م؛ کابلی، م؛ پناهنده، م؛ سرباز، م. و احمدیان، ش.، ۱۳۹۶. مدل سازی زیستگاه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) تحت تاثیر تغییرات اقلیمی در ایران با استفاده از نرم افزار Maxent. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۲۰ تا ۱۳.

۸. همای، م؛ اسمعیلی، س. و اکبری فیض آبادی، ح.، ۱۳۹۰. پراکندگی و فراوانی گربه شنی (*Felis margarita*) در پناهگاه حیات وحش عباس آباد. همایش ملی بوم‌های بیابانی، گردشگری و هنرهای محیطی، نجف آباد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

9. Abbasian, M.; Moghim, S. and Abrishamchi, A., 2018. Performance of the general circulation models in simulating temperature and precipitation over Iran. Theor Appl Climatol. pp: 1-19. <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2456-y>

10. Ashrafzadeh, M.R.; Naghipour, A.A.; Haidarian, M. and Khorozyan, I., 2018. Modeling the response of an endangered flagship predator to climate change in Iran. Mammal Research. <https://doi.org/10.1007/s13364-018-0384-y>.

11. Fielding, A.H. and Bell, J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. Environmental Conservation. No. 24, pp: 38-49.

12. Ghadirian, T.; Akbari, H.; Besmeli, M.; Ghoddousi, A.; Hamidi, A. and Dehkordi, M., 2016. Sand cat in Iran present status, distribution and conservation challenges. CATnews Special Issue. No. 10, pp: 56-59.

13. Ghafaripour, S.; Naderi, M. and Rezaei, H.R., 2017. Investigating abundance, density and potential threats of sand cat in the South-Eastern parts of Iran. Journal of wildlife and Biodiversity. Vol. 1, No. 1, pp: 47-55.

14. Groves, C.R.; Game, E.T.; Anderson, M.G.; Cross, M. and Enquist, C., 2012. Incorporating climate change into systematic conservation planning. Biodiversity Conservation. No. 21, pp: 1651-1671.

15. Hijmans, R.J.S.E.; Cameron, J.L.; Parra, P.G. and Jones, Jarvis, A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. No. 25, pp: 1965-1978.

16. Keith, D.A.; Akçakaya, H.R.; Thuiller, W.; Midgley, G.F.; Pearson, R.G.; Phillips, S.J.; Regan, H.M.; Araújo, M.B. and Rebelo, T.G., 2008. Predicting extinction risks under climate change: Coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models. Biological Letters. No. 4, pp: 560-563.

17. Heller, N.E. and Zavaleta, E.S., 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. Biological Conservation. No. 142, pp: 14-32.

کاریماتیک (گوشت خواران و علف خواران بزرگ جثه) در انتخاب مناطق حفاظت شده کشور باشد (مجنونیان، ۱۳۹۳).

از بین چهار سناریوی شبیه سازی شده تنها در یک سناریو در سال ۲۰۷۰ امکان افزایش زیستگاه گربه شنی وجود دارد که همان گونه که Kaffash و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای بر روی سمندرهای ایران دریافتند برخی از گونه‌ها می‌توانند از تغییر اقلیم سود ببرند. اما در سه سناریوی دیگر با کاهش مطلوبیت زیستگاه این گونه مواجه هستیم. بنابراین منطقی‌ترین تصمیم حفاظت از زیستگاه‌های کنونی و در نظر گرفتن زیستگاه‌های مطلوب این گونه در آینده در توسعه شبکه مناطق حفاظت شده کشور است. این امر همان گونه که Groves و همکاران (۲۰۱۲) خاطر نشان ساختند، نشان دهنده اهمیت در نظر گرفتن تاثیرات تغییر اقلیم در ارزیابی کارایی شبکه مناطق حفاظت شده کشور است.

در پایان ذکر این نکته ضروری است که این مطالعه محدود به متغیرهای اقلیمی بود، در حالی که همان گونه که Ghafaripour و همکاران (۲۰۱۷) اشاره نمودند عوامل انسانی مانند کشاورزی و وجود سگ‌های گله از عوامل تهدیدکننده این گونه به شمار می‌روند. بنابراین، برای حفاظت از گونه در حال حاضر نیاز است تا عوامل انسانی در کنار عوامل اقلیمی در مطالعات گنجانده شوند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان لازم می‌دانند از مسئولان محیط طبیعی اداره‌های کل محیط زیست استان‌های کشور که در جمع‌آوری داده‌های حضور از هر گونه کمکی دریغ ننمودند، تشکر بسیار نمایند.

منابع

۱. شمس، ع؛ نظامی بلوچی، ب؛ رایگانی، ب. و شمس اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۸. تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ آسیایی در مرکز ایران (مطالعه موردی: استان یزد). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۲.
۲. شمس اسفندآباد، ب. و کابلی، م.، ۱۳۹۷. توسعه شبکه مناطق حفاظتی با به کارگیری رویکرد برنامه‌ریزی سیستماتیک در ایران. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۰، شماره ۴، صفحات ۱۴۷ تا ۱۶۲.
۳. ضیایی، ه.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. انتشارات مرکز حیات وحش. ۴۲۱ صفحه.
۴. غفاری پور، س؛ نادری، م؛ ریاضی، ب. و رضایی، ح.، ۱۳۹۶. رابطه الگوی گزینش خرد زیستگاهی طعمه و طعمه‌خوار، مطالعه موردی گربه شنی (*Felis margarita*) در سیستان و بلوچستان.

18. 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.
19. Liu, C.; White, M. and Newell, G., 2009. Measuring the accuracy of species distribution models: a review. 18th World IMACS/MODSIM Congress, Carins, Australia.
20. Phillipps, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*. No. 190, pp: 231-259.
21. Phillipps, S.J., 2012. A brief tutorial on Maxent, versions: 3.3.3. Available online: <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/> (accessed on August 19, 2012).
22. Sliwa, A.; Ghadirian, T.; Appel, A.; Banfield, L.; Sher Shah, M. and Wacher, T., 2016. *Felis margarita*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016; e. T8541A50651884. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T8541A50651884.en>
23. Thomas, C.D.; Cameron, A.; Green, R.E.; Bakkenes, M.; Beaumont, L.J.; Collingham, Y.C.; Erasmus, B.F.N.; de Siqueira, M.F.; Grainger, A. and Hannah, L., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*. No. 427, pp: 145-148.
24. Torabian, S.; Soffianian, A.; Fakheran, S.; Asgarian, A.; Akbari Feizabadi, H. and Senn, J., 2018. Habitat suitability mapping for sand cat (*Felis margarita*) in Central Iran using remote sensing techniques. *Spatial information research*. Vol. 26, No. 1, pp: 11-20. <https://doi.org/10.1007/s41324-017-0152-0>.
25. Wiz, M.S.; Hijmans, R.J.; Li, J.; Peterson, A.T.; Graham, C.H.; Guisan, A. and NCEAS predicting species distribution working group, 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distribution*. No. 14, pp: 763-773.