13 (2) 27-34, Summer 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

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

مقاله پژوهشی

پیش‌بینی تاثیر تغییر اقلیم بر مطلوبیت زیستگاه گربه شنی (*Felis margarita*)

تقی مهدوی، بهمن شمس‌اسفندآباد*، حمید ترنج‌زر، نورالله عبدی، عباس احمدی

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

کلمات کلیدی

گربه شنی
تغییر اقلیم
مطلوبیت زیستگاه
مکسنت
مناطق حفاظتی

چکیده

مقدمه: آگاهی از تاثیرات تغییر اقلیم بر زیستگاه‌های مطلوب گونه‌ها یک نیاز اساسی برای مدیریت بلندمدت جمعیت گونه‌های حیات وحش است.

مواد و روش‌ها: 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 گلخانه‌ای برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ در سطح کشور شبیه‌سازی شد.

نتایج: نتایج مدل‌سازی در حال حاضر نشان می‌دهد که ۱۸ درصد از وسعت کشور از زیستگاه‌های مطلوب برای گربه شنی تشکیل شده است. اما تنها ۱۵ درصد از این زیستگاه‌ها داخل مناطق حفاظتی تحت حفاظت قرار گرفته‌اند. گربه شنی از مناطق با بارش سالانه زیاد دوری نموده و مناطق با میانگین دمای سالانه بالا را ترجیح می‌دهد. تحت تاثیر تغییر اقلیم در سناریوی کم‌ترین ورود گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر برای سال ۲۰۷۰ امکان افزایش زیستگاه گربه شنی نسبت به حال حاضر وجود دارد و هم‌چنین زیستگاه‌های تحت حفاظت افزایش می‌یابد. در سایر سناریوها نیز کاهش زیستگاه گربه شنی بر اثر تغییر اقلیم بسیار اندک می‌باشد.

نتیجه‌گیری و بحث: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد 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 می‌باشد (Keith و همکاران، ۲۰۰۸؛ Heller و Zavaleta، ۲۰۰۹). هر چند نوسانات کم اقلیمی در سازگاری با کارکرد و بقای اکوسیستم‌ها می‌باشند اما تغییرات بسیار سریع اقلیم به‌خاطر 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). گوشت‌خواران با توجه به نیاز به زیستگاه وسیع معمولاً بیش‌تر در معرض تهدید و کاهش از سوی فعالیت‌های انسانی قرار می‌گیرند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین آگاهی از تغییر اقلیم می‌تواند به برنامه‌ریزی بلندمدت و موثر برای حفاظت از این گونه‌ها کارآمد باشد. گربه شنی (*Felis margarita*) در مقیاس بین‌المللی در رده تهدید کم‌ترین نگرانی (Sliwa و همکاران، ۲۰۱۶) قرار گرفته است. اما این‌گونه در مقیاس داخل کشور جزو گونه‌های در خطر انقراض است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). در داخل کشور در زمینه‌هایی نظیر الگوی گزینش خرد زیستگاهی گونه در سیستان‌وبلوچستان (غفاری‌پور و همکاران، ۱۳۹۶)، فراوانی و پراکنش گربه شنی در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد (همامی و همکاران، ۱۳۹۰)، توزیع کنونی و چالش‌های حفاظتی در ایران (Ghadirian و همکاران، ۲۰۱۶) فراوانی، تراکم و تهدیدهای بالقوه گونه در جنوب شرقی ایران (Ghafaripour و همکاران، ۲۰۱۷) مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه در مرکز ایران (Torabian و همکاران، ۲۰۱۸)، بر روی این گونه مطالعاتی انجام شده است. اما تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تاثیر تغییر اقلیم بر پراکنش زیستگاه‌های مطلوب این گونه در مقیاس کل کشور، صورت نگرفته است. مطالعات انجام‌شده‌در زمینه تاثیرات تغییر اقلیم بیش‌تر محدود به گوشت‌خواران بزرگ‌جثه‌ای نظیر یوزپلنگ (مروتی و همکاران، ۱۳۹۶؛ شمس و همکاران، ۱۳۹۷) و پلنگ (Ashrafzadeh و همکاران، ۲۰۱۸) می‌باشد. از همین‌رو در این پژوهش با استفاده از جمع‌آوری داده‌های حضور و رویکرد مدل‌سازی 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 زیستگاه‌های بالقوه گونه در حال حاضر، پیش‌بینی پراکنش آتی زیستگاه مطلوب گونه تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم، بررسی نقش مناطق تحت حفاظت فعلی در حفاظت از زیستگاه‌های گونه در آینده

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده‌های حضور: با انجام مکاتبه با ادارات کل محیط زیست استان‌های کشور هر گونه آمار حضور مربوط به ۱۰ سال گذشته درمورد گربه شنی جمع‌آوری گردید. این نقاط با اطلاعاتی که در زمینه زیست شناسی گونه‌ها و محدوده پراکنش آن‌ها 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.

مدل‌سازی مطلوبیت اقلیمی زیستگاه: با توجه به مقیاس وسیع این پژوهش که برای کل سطح کشور انجام می‌گیرد آگاهی از نقش تغییرات اقلیمی در رفتار انتخاب زیستگاه گونه اهمیت بسیاری می‌یابد. بدین منظور از داده‌های زیست اقلیمی استفاده می‌گردد. نقشه‌های زیست اقلیمی از داده‌های ماهیانه دما و بارش به‌دست آمده‌اند و به‌طور معمول در مدل سازی آشیان بوم شناختی استفاده می‌گردند (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵). این متغییرها نشان‌دهنده 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 گرم‌ترین ماه سال و بارش فصول مرطوب و خشک) می‌باشند (جدول ۱). این داده‌ها به قابلیت تفکیک ۱×۱ کیلومترمربع برای نقاط مختلف کره زمین درون‌یابی شده‌اند. در این پژوهش نقشه‌های زیست اقلیمی مورد نیاز از پایگاه داده‌های WorldClim تهیه گردید. برای جلوگیری از اختلال در نتایج مدل مطلوبیت زیستگاه، همبستگی متغییرهای زیستگاهی با یکدیگر اندازه‌گیری و متغییرهایی که همبستگی آن‌ها بیش از ۰/۷ بود مشخص گردیدند. از هر جفت متغییرهایی که همبستگی بالایی دارند تنها یک متغییر باید انتخاب شود. در این پژوهش ملاک برای انتخاب بهترین متغییر توجیه بوم‌شناختی متغییر بود و متغییری انتخاب می‌گردید که از نظر دانش بوم‌شناسی نقش موثرتری بر پراکنش گربه‌سان 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 خشک‌ترین فصل برای مطالعه انتخاب شدند. برای انجام این تحلیل از نرم‌افزار مکسنت (ویرایش ۳,۳) (Phillipes و همکاران، ۲۰۰۶) استفاده گردید. با توجه به تعداد کم مشاهدات مربوط به حضور این گونه به‌دلیل جثه کوچک و رفتار مخفیانه (Ghafaripour و همکاران، ۲۰۱۷) روش مکسنت که با تعداد کم داده‌های حضور (۱۰ تا ۳۰ مشاهده) نیز توانسته است مدل‌های مطلوبیت زیستگاه قابل قبولی ارائه کند، مناسب‌تر از سایر روش‌های مدل‌سازی می‌باشد (Wiz و همکاران، ۲۰۰۸). این نرم‌افزار می‌تواند

درصد کمک هر متغییر در مدل نهایی مکسنت را محاسبه کند. بدین منظور در هر تکرار الگوریتم ایجاد مدل، میزان افزایش یا کاهش در میزان نزدیکی پیش‌بینی‌های مدل به نقاط حضور به‌کار رفته در آن با وارد شدن هر متغییر اندازه‌گیری می‌شود. با استفاده از این روش میزان افزایش کارآیی مدل به‌ازای هر متغییر مشخص می‌شود. در استفاده از این روش باید این نکته را مد نظر قرار داد که همبستگی خطی بالا بین متغییرهای مستقل می‌تواند بر نتایج تاثیرگذار بوده و در نتیجه آن یکی از متغییرهای با همبستگی بالا اهمیت بالاتری می‌یابد (Phillipes، ۲۰۱۲). برای تعیین نحوه ارتباط بین متغیر و مطلوبیت زیستگاه گونه از منحنی‌های پاسخ گونه استفاده شد. در این منحنی‌ها مقدار یک متغیر تغییر کرده و سایر متغیرها در مقداری برابر با میانگین نگاه داشته می‌شوند تا تغییرات مطلوبیت به‌ازای تغییر یک متغیر به‌دست آید (Phillipes و همکاران، ۲۰۱۲). مدل تهیه شده با روش مکسنت را می‌توان با محاسبه سطح زیرمنحنی (AUC) برای منحنی ROC ارزیابی کرد. ROC یکی از متداول‌ترین روش‌های مستقل از میزان بریدگی برای اندازه‌گیری صحت مدل می‌باشد. سطح زیر منحنی برابر است با احتمال این‌که مدل‌برای یک نقطه حضور تصادفی انتخاب شده، احتمال حضور بالاتری از یک نقطه عدم حضور تصادفی انتخاب شده درنظر بگیرد (Pierce و Ferrier، ۲۰۰۰). منحنی ROC از ترسیم مقادیر حساسیت به‌ازای ۱ منهای میزان ویژگی محاسبه می‌شود. حساسیت نشان‌دهنده این است که مدل به چه خوبی می‌تواند نقاط حضور را پیش‌بینی کند و ویژگی برابر است با معیاری از نقاط عدم حضوری که به‌درستی پیش‌بینی شده‌اند (Fielding و Bell، ۱۹۹۷). معنی‌داری منحنی توسط سطح زیرمنحنی (AUC) به‌صورت کمی در می‌آید. میزان این عدد به‌طور معمول بین ۰/۵ تا ۱ می‌باشد. مقادیر نزدیک به ۰/۵ نشان‌دهنده این می‌باشند که برازش مدل با داده‌ها بهتر از مدل تصادفی نیست و عدد ۱ نشان‌دهنده برازش کامل است. اگر مقدار سطح زیرمنحنی کم‌تر از ۰/۵ باشد نیز مدل حتی از مدل تصادفی بدتر عمل می‌کند (Liu و همکاران، ۲۰۰۹).

تعمیم مدل‌ها به شرایط اقلیمی در آینده: علاوه بر نقشه‌های زیست اقلیمی فعلی، نقشه‌های 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 مدل‌خوبی برای مطالعه تغییر اقلیم‌در ایران معرفی نموده‌اند. سپس مدل مطلوبیت اقلیمی زیستگاه برای گونه با توجه به مقادیر متغیرهای زیست اقلیمی در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ و تحت دو سناریوی کم‌ترین و بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر شبیه‌سازی و تعمیم داده شد تا نقشه مطلوبیت زیستگاه پیش‌بینی شده بر اثر تغییر شرایط اقلیمی برای گونه محاسبه شود.

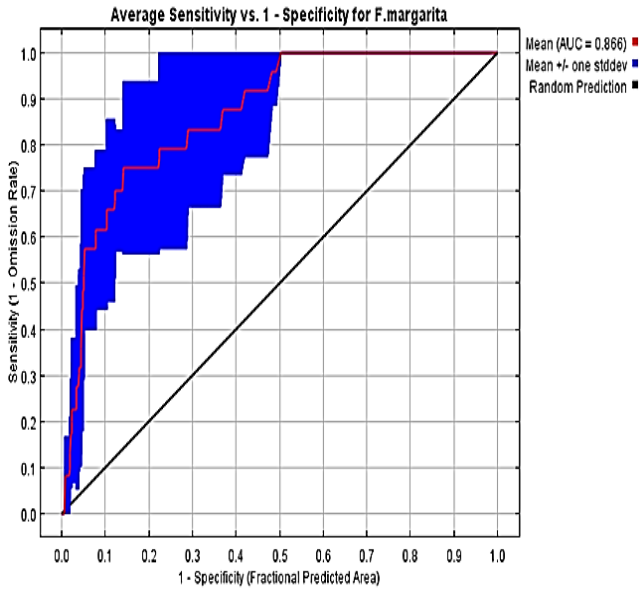
جدول ۱: متغییرهای زیست اقلیمی به‌کار رفته در تحلیل مطلوبیت زیستگاه گربه شنی

کد متغییر	توصیف متغییر	واحد متغییر
Bio ۱	متوسط دمای سالانه	درجه سانتی‌گراد
Bio ۲	متوسط دامنه تغییرات روزانه دما	درجه سانتی‌گراد
Bio ۳	هم گرمایی	بدون واحد
Bio ۴	تغییرات فصلی دما	درصد
Bio ۵	حداکثر دمای گرمترین ماه	درجه سانتی‌گراد
Bio ۶	حداقل دمای سردترین ماه	درجه سانتی‌گراد
Bio ۷	دامنه تغییرات سالانه دما	درجه سانتی‌گراد
Bio ۸	متوسط دمای مرطوب‌ترین فصل	درجه سانتی‌گراد
Bio ۹	متوسط دمای خشک‌ترین فصل	درجه سانتی‌گراد
Bio ۱۰	متوسط دمای گرم‌ترین فصل	درجه سانتی‌گراد
Bio ۱۱	متوسط دمای سردترین فصل	درجه سانتی‌گراد
Bio ۱۲	بارش سالانه	میلی‌متر
Bio ۱۳	بارش در مرطوب‌ترین ماه	میلی‌متر
Bio ۱۴	بارش در خشک‌ترین ماه	میلی‌متر
Bio ۱۵	تغییرات فصلی بارش	درصد
Bio ۱۶	بارش در مرطوب‌ترین فصل	میلی‌متر
Bio ۱۷	بارش در خشک‌ترین فصل	میلی‌متر
Bio ۱۸	بارش در گرم‌ترین فصل	میلی‌متر
Bio ۱۹	بارش در سردترین فصل	میلی‌متر

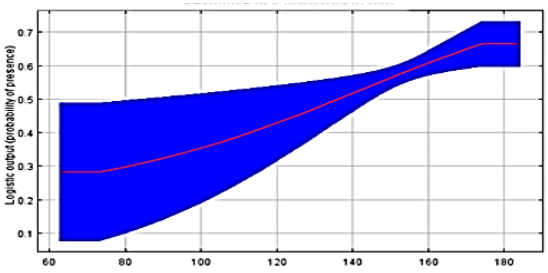
نتایج

طی مکاتبات انجام شده با ادارات کل حفاظت محیط زیست استان‌های‌مختلف‌کشوردرنهایت ۲۴ نقطه حضور گربه‌شنی جمع‌آوری گردید (شکل ۱). با توجه به کمیاب بودن گونه و دشواری مشاهده آن و با توجه به قابلیت مکسنت در ارائه مدل‌های قابل قبول با تعداد کم مشاهدات، مدل مطلوبیت اقلیمی زیستگاه گربه شنی با همین تعداد مشاهدات تهیه گردید. بررسی اعتبار مدل (۰/۰۷±۰/۸۷) نشان داد که مدل تولید شده از اعتبار مناسبی برخوردار است (شکل ۲). بررسی میزان‌کمک متغیرها به مدل(جدول ۲)نشان‌دهنده این است‌که متغیر میزان بارش سالانه و میزان بارش در خشک‌ترین فصل مهم‌ترین متغیرها در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی هستند و پس از آن‌ها میانگین دمای سالانه و تغییرات فصلی دما قرار می‌گیرند. دو متغیر هم گرمایی و تغییرات فصلی بارش کمکی به مدل نمی‌کنند و قابل حذف هستند.

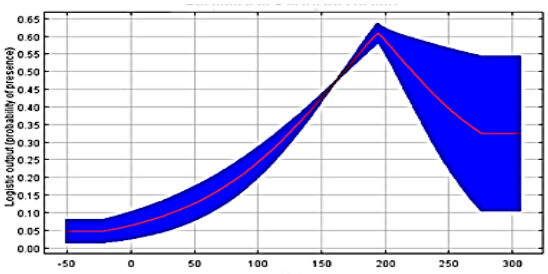
شکل ۱: نقاط حضور گربه شنی در کشور



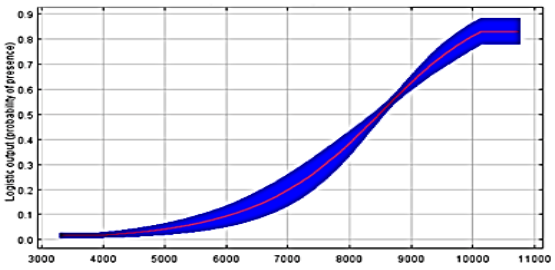
شکل ۲: منحنی ROC برای چهار تکرار (میانگین ± انحراف معیار) مدل مطلوبیت اقلیمی زیستگاه گربه شنی در حال حاضر



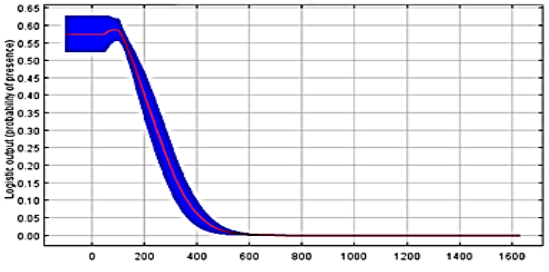
میانگین دامنه روزانه دما



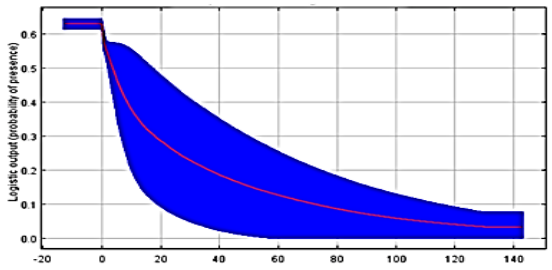
میانگین دمای سالانه



تغییرات فصلی دما



بارش سالانه



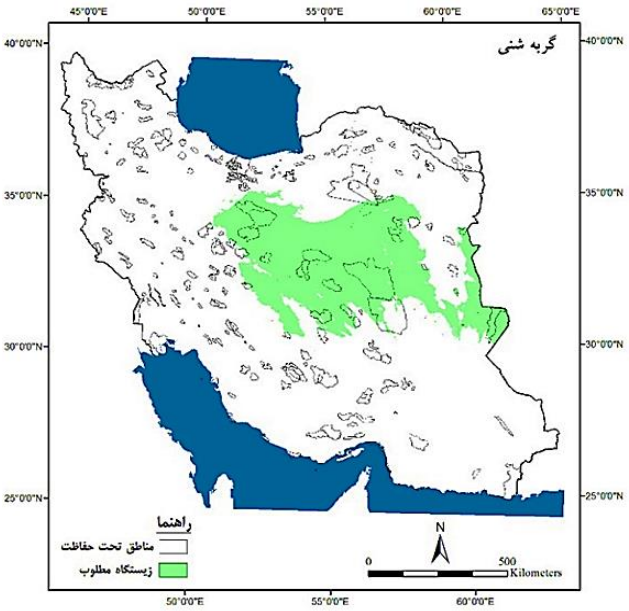
بارش در خشک‌ترین فصل

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

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 حفاظت نیز ۶ درصد افزایش خواهد یافت. اما در سال ۲۰۵۰ به‌ازای مقادیر کم و زیاد گازهای گلخانه‌ای به‌ترتیب 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 به‌میزان ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت. در سایر سناریوها در بهترین حالت میزان حفاظت به اندازه ۲ درصد در سال ۲۰۵۰ و در بدترین حالت به‌میزان ۱۴ درصد تا سال ۲۰۷۰ کاهش خواهد یافت (جدول ۴، شکل ۴).



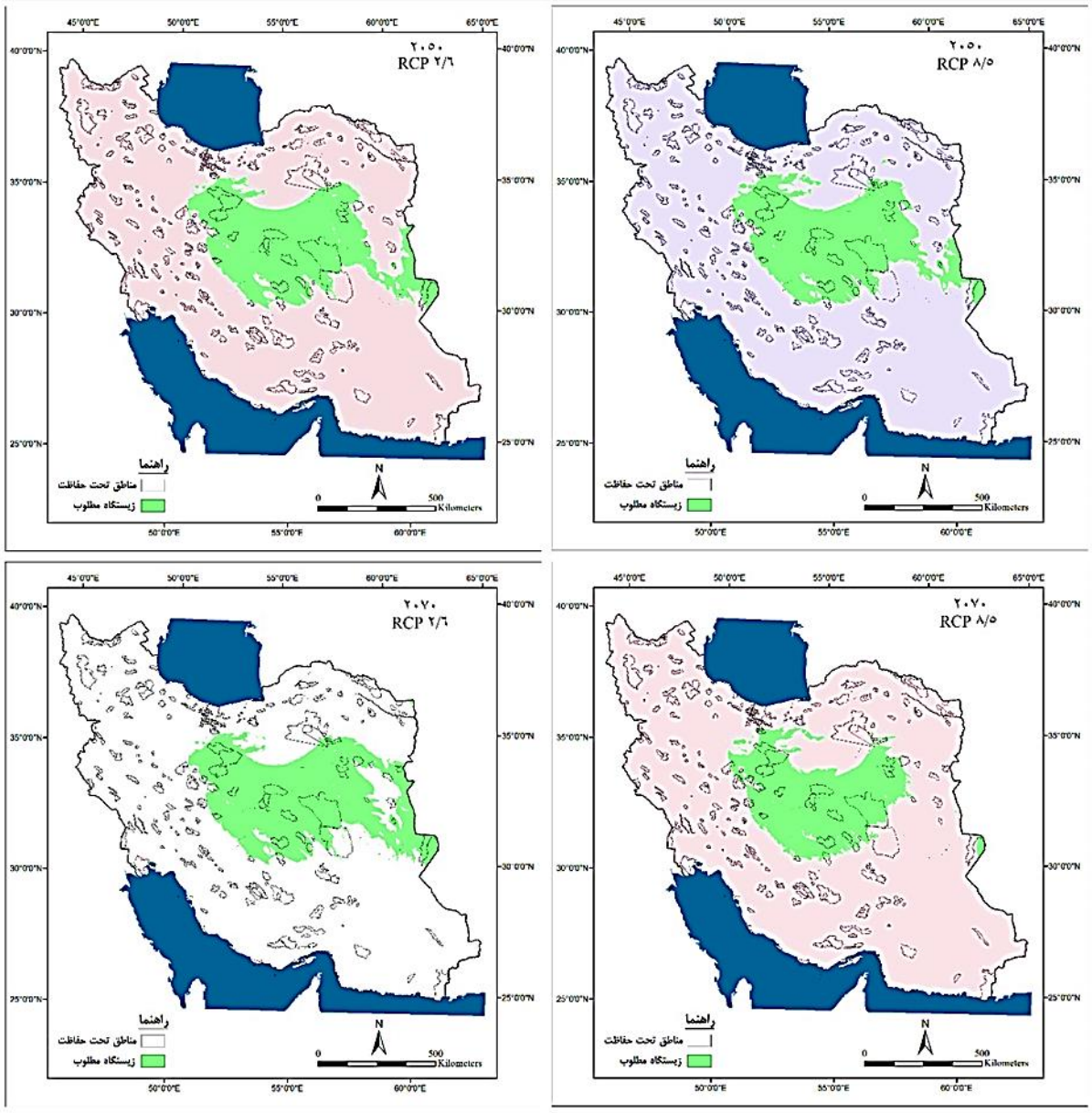
شکل ۴: نقشه پراکنش زیستگاه‌های مطلوب گربه شنی در سطح کشور

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 قلیم 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)
RCP ۲/۶، ۲۰۵۰	۲۸۶۳۱۵۶۲/۰	۱۷/۴	۴۲۸۶۶۳۱/۶	۱۴/۶
RCP ۸/۵، ۲۰۵۰	۲۹۱۹۵۴۰۹/۶	۱۷/۷	۴۳۳۷۶۶۸/۷	۱۴/۷
RCP ۲/۶، ۲۰۷۰	۳۲۵۵۳۲۰۸/۸	۱۹/۸	۴۶۸۰۹۳۰/۰	۱۵/۹
RCP ۸/۵، ۲۰۷۰	۲۳۸۷۴۱۷۸/۰	۱۴/۵	۳۷۹۲۰۰۵/۳	۱۲/۹



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

بحث

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 ورود گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر در سال ۲۰۷۰ ارتباط بین این دو لکه قطع شده و در نتیجه جمعیت ساکن در لکه شرقی به‌شدت آسیب‌پذیر خواهد شد. این امر نشان‌دهنده نقش تغییر اقلیم در قطعه 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 حالی‌که 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 به‌علت توجه بیش‌تر به گونه‌های

کاریزماتیک (گوشت‌خواران و علف‌خواران بزرگ‌جثه) در انتخاب مناطق حفاظت شده کشور باشد (مجنونیان، ۱۳۹۳).

از بین چهار سناریوی شبیه‌سازی شده تنها در یک سناریو در سال ۲۰۷۰ امکان افزایش زیستگاه گربه‌شنی وجود دارد که همان‌گونه 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 درنظر گرفتن زیستگاه‌های مطلوب این گونه در آینده در توسعه شبکه مناطق حفاظت شده کشور است. این امر همان‌گونه که Groves و همکاران (۲۰۱۲) خاطر نشان ساختند، نشان‌دهنده اهمیت در نظر گرفتن تاثیرات تغییر اقلیم در ارزیابی کارآیی شبکه مناطق حفاظت شده کشور است.

در پایان ذکر این نکته ضروری است که این مطالعه محدود به متغیرهای اقلیمی بود، در حالی که همان‌گونه که Ghafaripour و همکاران (۲۰۱۷) اشاره نمودند عوامل انسانی مانند کشاورزی و وجود سگ‌های گله از عوامل تهدیدکننده این گونه به‌شمار 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.؛ نظامی‌بلوچی، ب.؛ رایگانی، ب. و شمس‌اسفندآباد، 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. **شمس‌اسفندآباد، ب. و کابلی، م.، ۱۳۹۷،** توسعه شبکه مناطق حفاظتی با به‌کارگیری 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. **غفاری‌پور، 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. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۶۵ تا ۷۰.

۵. **کرمی، م.؛ قدیریان، ط. و فیض‌الهی، 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.** مدل‌سازی زیستگاه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) تحت تاثیر تغییرات اقلیمی در ایران با استفاده از نرم‌افزار Maxent. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۲۰ تا ۱۳.

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

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.

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. **Phillipes, 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. **Phillipes, S.J., 2012.** A brief tutorial on Maxent, versions: 3.3.3. Available online: http://www.cs. princeton.edu /~sch apire/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.