



Short Paper

Assessment of Climate Change Impacts on the efficiency of Kopeh Dagh (Case study: Persian Gazella)

Fateme Bagheri Azghadi¹, Azita Farashi^{2*} and Mohammad Sadegh Farhadinia³

¹M.Sc. Student, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Assoc. Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad

³Research Fellow, Oxford Martin School and Department of Zoology, University of Oxford, Oxford, UK

Article information

Received: July 30, 2023

Revised: October 15, 2023

Accepted: November 24, 2023

Keywords:

Habitat Changes

Large Mammals

Persian Gazelle

Suitable Habitat

Weighted Mahalanobis

Modeling

*Corresponding author:

farashi@um.ac.ir



Abstract

Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) is one of the most important herbivores of the steppes of Iran, which is found in different plains and desert areas. Today, the distribution of this species is limited to special areas, which has caused it to be placed in the Vulnerable Class (VU) of the IUCN Red List. In this condition, the phenomenon of climate change as one of the biggest challenges of the current century has affected the habitat conditions and the range of distribution of large mammals such as Persian Gazelle and caused it to change. This research aimed to assess climate change impacts on the efficiency of protected areas and to model the distribution of Persian Gazelle. In order to predict the distribution of this species in current and future conditions, the weighted Mahalanobis modeling approach was used. Based on the model used, about 31% of the studied area was identified as a suitable habitat at the present. The overlap between protected areas and suitable habitats was 16%. The research findings showed that by 2070, under the pessimistic scenario of the MRI-ESM2-0 model, 2% of the suitable habitat of the Gazella species will be lost.

How to cite this paper: Bagheri Azghadi, F., Farashi, A., & Farhadinia, M. S. (2024). Assessment of climate change impacts on the efficiency of Kopeh Dagh (Case study: Persian Gazella). *Environ. Water Eng.*, 10(3), 408-416. <https://doi.org/10.22034/ewe.2023.409258.1882> (In Persian)



© Authors, Published by **Environment and Water Engineering** journal. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Currently, the speed of climate change caused by human activities is so high that species are not able to adapt to it, and it is predicted that a large part of the world's biodiversity will be lost by the end of this century. In the mentioned conditions, the protected areas are the only refuge of the species for protection, and these areas are also affected by climate change and may become unused in the future. The aim of this study was assessment of climate change impacts on the

efficiency of Kopeh Dagh (case study: persian gazella).

Material and Methods

The area studied in this research is the Kopeh Dagh sedimentary basin in northeastern Iran, parts of Turkmenistan, and northern Afghanistan (Fig. 1). The annual rainfall in this area varies between 300-400 mm and the air temperature varies between 0 to 45 °C. The sedimentary area of Kopeh Dagh includes 52 protected areas. As a result, these areas do not have the necessary efficiency to protect the species.

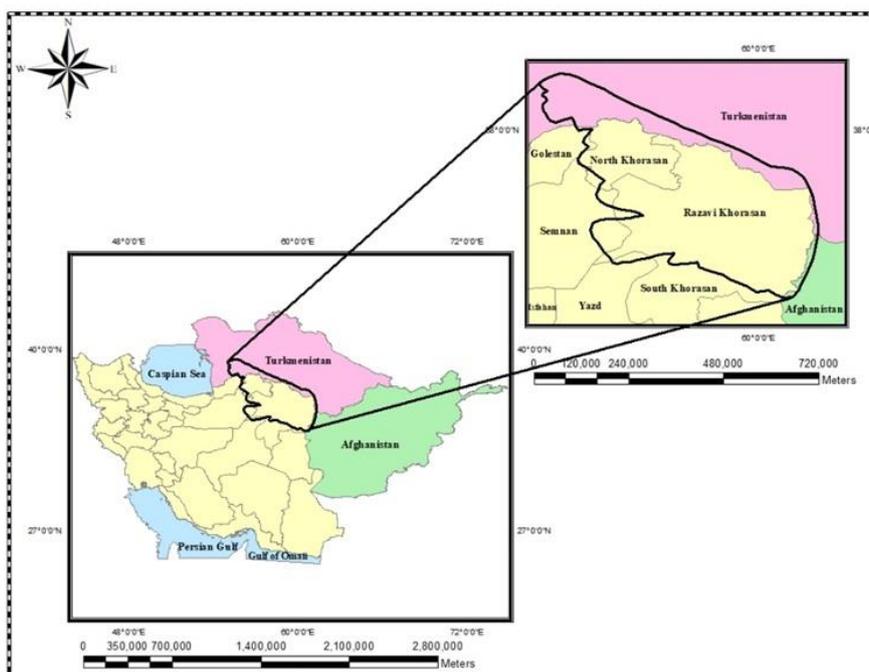


Fig. 1 Location of the study area

Weighted Mahalanobis method was used for modeling in this research. This modeling was done on *Gazella subgutturosa subgutturosa*. The input of the model in this method included the habitat variables affecting the habitat suitability of the species and species presence data. In the modeling process of this research, a total of 16 land use/land cover variables, 5 climatic variables, 3 topographic variables, and 3 biological variables were used. In addition, 40 presence points of the studied species were used in the modeling process. To prepare the variables, ArcGIS10.3 software was used, and to convert the variables to the fuzzy (continuous) state, the Euclidean Distance command was executed. Finally, modeling in the present and future was done in the Idrisi TerrSet 19.0.6.0 software. Considering the high accuracy of the MRI-ESM2-0 model in simulating temperature and precipitation in Iran,

the pessimistic scenario of this model was used in the future.

Results

The results of the present modeling showed that about 31% of the studied area is suitable for the Persian gazelle and the overlap of the suitable habitat and protected areas is 16%. also, the habitat suitable for the studied species in the future is equal to 70% and the overlap of these areas and protected areas is equal to 31%. The amount of habitat destruction in the future will be 2% and the suitable habitat of the species will increase by 126% compared to its current suitable habitat.

Conclusions

The reason for increasing the area of suitable habitats in the future is the absence of land use/cover variables and biological variables in the

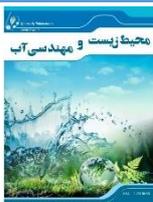
modeling process. In addition, the current protected areas are located in places that have a low overlap with the suitable habitats of the studied species.

Data Availability

The data used in this research are presented in the text.

Conflicts of interest

The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



ISSN: 2476-3683

محیط‌زیست و مهندسی آب

Homepage: www.jewe.ir

مقاله کوتاه

بررسی اثرات تغییر اقلیم بر کارایی منطقه کپه داغ (مطالعه موردی: آهوی ایرانی)

فاطمه باقری ازغدی^۱، آزیتا فراشی^{۲*} و محمداصادق فرهادی‌نیا^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
^۲دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
^۳پژوهشگر، مدرسه مارتین آکسفورد و گروه جانورشناسی، دانشگاه آکسفورد، آکسفورد، انگلستان

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ دریافت: [۱۴۰۲/۰۵/۰۸]

تاریخ بازنگری: [۱۴۰۲/۰۷/۲۳]

تاریخ پذیرش: [۱۴۰۲/۰۸/۲۸]

واژه‌های کلیدی:

پستانداران بزرگ‌جثه
تغییرات زیستگاه
زیستگاه مطلوب
مدل‌سازی ماهالانوبیس وزن‌دار

*نویسنده مسئول:

farashi@um.ac.ir



آهو ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) یکی از مهم‌ترین گیاهخواران استپ‌های ایران است که در مناطق مختلف دشتی و بیابانی یافت می‌شود. امروزه محدود شدن پراکنش این گونه به مناطق خاص سبب فرارگرفتن آن در طبقه آسیب‌پذیر (VU) فهرست قرمز IUCN شده است. در این شرایط پدیده تغییر اقلیم به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر بر شرایط زیستگاه و دامنه پراکنش پستانداران بزرگ‌جثه نظیر آهو ایرانی تأثیر گذاشته و سبب تغییر آن شده است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر کارایی مناطق حفاظت‌شده و مدل‌سازی توزیع گونه آهو ایرانی است. به‌منظور پیش‌بینی پراکنش این گونه در شرایط حال و آینده از رویکرد مدل‌سازی ماهالانوبیس وزن‌دار استفاده شد. بر اساس مدل مورد استفاده، حدود ۳۱٪ از منطقه مورد مطالعه به‌عنوان زیستگاه مطلوب در زمان حال شناسایی شد. میزان همپوشانی مناطق حفاظت‌شده با زیستگاه مطلوب نیز برابر با ۱۶٪ بود. یافته‌های تحقیق نشان داد که تا سال ۲۰۷۰ تحت سناریو بدبینانه مدل MRI-ESM2-0، ۲٪ از زیستگاه مطلوب گونه آهو از دست خواهد رفت.

نحوه استناد به این مقاله:

باقری ازغدی، فاطمه، فراشی، آزیتا، & فرهادی‌نیا، محمداصادق. (۱۴۰۳). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر کارایی منطقه حفاظت‌شده کپه داغ (مطالعه موردی: آهوی ایرانی). محیط‌زیست و مهندسی آب. 10(3): 408-416

<https://doi.org/10.22034/ewe.2023.409258.1882>



۱- مقدمه

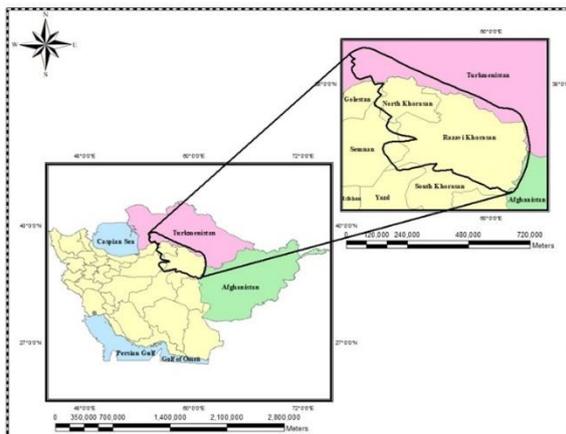
زیستگاه گونه شده و تا زمانی که اقدامات حفاظتی تغییرات پیش‌بینی شده در زیستگاه را در نظر نگیرد، انقراض این گونه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

مطابق بررسی‌های صورت گرفته، تعداد پژوهش‌های جامع و مستندی که تأثیر تغییرات اقلیمی را بر پراکنش گونه آهو ایرانی مورد بررسی قرار دهند، محدود است. به همین منظور در پژوهش حاضر، پراکنش گونه آهو ایرانی تحت تأثیر تغییرات اقلیمی بررسی شده و کارایی مناطق حفاظت‌شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال، شمال شرق ایران و قسمت‌هایی از ترکمنستان و شمال افغانستان قرار دارد (Hosseini et al. 2019). این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ} 20'$ تا $39^{\circ} 13'$ شمالی و طول‌های $55^{\circ} 05'$ تا $61^{\circ} 20'$ شرقی واقع شده (شکل ۱) و مساحت آن حدود 16500000 ha است که تقریباً 3% از آن (حدود 5500000 ha) شامل مساحت ایران می‌شود (Ilanloo et al. 2020). آب‌وهوا در حوضه رسوبی کپه داغ متغیر بوده و به توپوگرافی حاکم در منطقه بستگی دارد. میانگین بارش سالانه، از $300-400$ mm و دامنه متوسط دمای هوا، سالانه از $45^{\circ} C-0$ تغییر می‌کند. در این حوضه رسوبی 52 منطقه تحت حفاظت واقع شده است (Hosseini et al. 2019).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Fig. 1 Location of the study area

در سال‌های اخیر به‌واسطه افزایش گازهای گلخانه‌ای تغییر اقلیم از حالت طبیعی خود خارج شده و منشأ انسانی یافته است (Trisurat et al. 2011). این تغییرات از دو میلیون سال قبل بسیار شدیدتر بوده و سرعت تغییر اقلیم ناشی از فعالیت‌های انسانی به حدی زیاد است که گونه‌ها توانایی سازگاری با آن را نداشته و پیش‌بینی می‌شود تا پایان قرن حاضر، بخش بزرگی از تنوع زیستی جهان از بین برود (Bellard et al. 2012). در این شرایط، مناطق حفاظت‌شده تنها پناهگاه گونه‌ها برای حفاظت هستند که این مناطق نیز از تأثیرات تغییر اقلیم مصون نبوده و ممکن است برای آینده بلااستفاده شوند (Lawler et al. 2020).

در این راستا و به‌منظور بررسی کارایی مناطق حفاظت‌شده در آینده، مطالعات متعددی در داخل و خارج کشور انجام شده است که از جمله آن می‌توان به پژوهش (Jiang et al. 2019) اشاره کرد. این پژوهش در مناطق حفاظتی آهوی تبتی (*Procapra picticaudata*) در Sanjiangyuan انجام شد. نتایج حاصل از آن بیانگر اهمیت بالای متغیرهای اقلیمی (تقریباً 86%) در پراکنش آهو تبتی بود. همچنین مناطق حفاظت‌شده اولویت‌دار این گونه حدود 70% تا 73% از پارک سان جیان گیوان را شامل می‌شود. Malakutikhah et al. (2019) نیز در پژوهش خود به شناسایی پناهگاه‌های اقلیمی بالقوه آهوی گواتردار (*Gazella subgutturosa*) به‌منظور حفاظت از جمعیت‌های این گونه در مواجهه با تغییر اقلیم پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، 15% از کل منطقه به‌عنوان زیستگاه مطلوب گونه در شرایط کنونی برآورد شد. همچنین پیش‌بینی‌ها حاکی از آن بود که آهوی گواتردار تا سال 2070 ، به ترتیب حدود 46% و 70% زیستگاه‌های خود را بر اساس سناریوی RCP2.6 و RCP8.5 از دست خواهد داد. Özcan et al. (2022) نیز میزان اتصالات مناطق حفاظت‌شده در استپ‌های شمال بین‌النهرین را مورد بررسی قرار دادند تا تضمین بقای آهوی شنی عربی (*Gazella marica*) و چگونگی برقراری ارتباط بین زیستگاه‌ها در شرایط تغییر اقلیم ارزیابی کنند. نتایج نشان داد که به دلیل تغییرات اقلیمی در آینده، پراکنش آهو شنی عربی در جهت جنوب و غرب زیستگاه تغییر خواهد کرد. همچنین تغییرات اقلیمی باعث از بین رفتن

۲-۲- گونه مورد مطالعه

آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*)، یکی از مهم‌ترین علفخواران مناطق دشتی و استپی ایران است (Kazemi Jahandizi et al. 2015). در حال حاضر، جایگاه این گونه در فهرست سرخ IUCN، طبقه آسیب‌پذیر (Vu¹) بوده و در خارج از مناطق حفاظت‌شده تقریباً منقرض شده است (Nowzari et al. 2007). جهت جمع‌آوری نقاط حضور گونه مورد مطالعه، از داده‌های سرشماری ادارات حفاظت محیط‌زیست، مشاهدات محققین و بازدیدهای میدانی تیم اجرایی این پژوهش در بازه زمانی ۱۰ yr گذشته استفاده شده و در مجموع ۴۰ نقطه حضور در محدوده مورد مطالعه برای این گونه جمع‌آوری شد.

۳-۲- متغیرهای زیستگاهی

در مجموع ۲۷ متغیر زیستگاهی که برابر با متغیرهای اقلیمی شامل دمای متوسط سالانه، بارش سالانه، تغییرات فصلی بارش، بارش مرطوب‌ترین فصل سال، بارش خشک‌ترین فصل سال، متغیرهای توپوگرافی شامل ارتفاع، شیب، رافنس^۲ ارتفاع متغیرهای کاربری اراضی/ پوشش زمین شامل شاخص پوشش گیاهی و فاصله از مناطق شهری، مناطق روستایی، بزرگراه‌ها، جاده‌ها، اراضی کشاورزی دیم، اراضی کشاورزی آبی، جنگل‌های انبوه، جنگل‌های تنک، مناطق جنگل‌کاری شده، مراتع، زمین‌های بایر، رودخانه‌ها، منابع آبی، شبکه حفاظتی و معادن و متغیرهای زیستی شامل فاصله از نقاط حضور پلنگ، کل و بز و قوچ و میش بود، جهت انجام مدل‌سازی استفاده شد. جهت دستیابی به متغیرهای اقلیمی زمان حال از بانک داده‌های WorldClim استفاده شده و از ۱۹ متغیر موجود در سایت، تعداد ۵ متغیر مشتق‌شده از بارش و دما با اندازه سلول ۹۰۵ m دانلود شد (Priti et al. 2016). نقشه متغیرهای کاربری اراضی/ پوشش زمین از داده‌های "سازمان نقشه‌برداری ایران" در سال ۱۳۹۵ تهیه‌شده و با توجه به درصد پوشش این متغیرها تعداد ۱۵ متغیر جهت انجام مدل‌سازی انتخاب گردید. همچنین نقشه شاخص تراکم پوشش گیاهی از سایت LADSWEB دریافت شد. در این مطالعه از ارتفاع، شیب (تهیه‌شده از نقشه ارتفاع) و رافنس ارتفاع که نشان‌دهنده

انحراف معیار ارتفاع در سلول‌های مجاور است، به‌عنوان متغیر-های توپوگرافی استفاده شد.

۴-۲- روش انجام پژوهش

ماهالانوبیس وزن‌دار^۳ از جمله روش‌های مدل‌سازی توزیع گونه‌ها است که تفاوت متغیرهای محیطی سراسر منطقه مورد مطالعه و متغیرهای محیطی مطلوب را در مکان‌های حضور گونه نشان می‌دهد (Hinton et al. 2016). در این روش از مدل‌سازی، متغیرهای زیستگاهی تأثیرگذار در مطلوبیت زیستگاه گونه و داده‌های صرفاً حضور به‌عنوان ورودی استفاده می‌شود (Hernandez et al. 2008). طبقه‌بندی زیستگاه در این روش از صفر تا بی‌نهایت را شامل شده و برخلاف بسیاری از روش‌های آماری (به‌عنوان مثال رگرسیون لجستیک) از مشکلات احتمالی موجود در طبقه‌بندی زیستگاه‌های در دسترس اجتناب می‌کند (Murrow et al. 2013).

در این مطالعه جهت آماده‌سازی متغیرهای زیستگاهی و نقاط حضور گونه از نرم‌افزار ArcGIS 10.3 استفاده شده و به‌منظور تبدیل متغیرها از حالت عارضه‌ای به فازی^۴ (پیوسته) دستور Euclidean Distance اجرا شد. در نهایت مدل‌سازی به کمک نرم‌افزار Idrisi TerrSet 19.0.6.0 انجام شد. همچنین به‌منظور مدل‌سازی زمان آینده، از دو فاکتور مدل‌های گردش عمومی جو (GCMs^۵) و خط سیر گازهای گلخانه‌ای (SSP^۶) استفاده شد (Wilby et al. 2002). مدل GCM به کار برده شده در این مطالعه MRI-ESM2-0 بوده و تحت سناریو اقلیمی SSP585 (بدینانه) با بررسی مطالعات گذشته انتخاب شد (Ashrafzadeh et al. 2019; Mahdavi et al. 2020). مدل MRI-ESM2-0 نسبت به سایر مدل‌های گردش عمومی جو دقت بالایی داشته و از بهترین مدل‌ها برای پیش‌بینی تغییرات اقلیمی منطقه‌ای و شبیه‌سازی دما و بارش در سراسر ایران به شمار می‌آید (Ashrafzadeh et al., 2019). داده‌های این مدل از قسمت future بانک داده‌های WorldClim تهیه گردید (دقت مکانی ۲/۵ دقیقه برای سال ۲۰۷۰). جهت بررسی میزان همبستگی بین متغیرهای زیستگاهی نیز شاخص AUC^۷ بررسی شد.

⁵ General Circulation Models

⁶ Shared Socioeconomic Pathways

⁷ Area under the ROC curve

¹ Vulnerable

² Roughness

³ Weighted Mahalanobis

⁴ Fuzzy

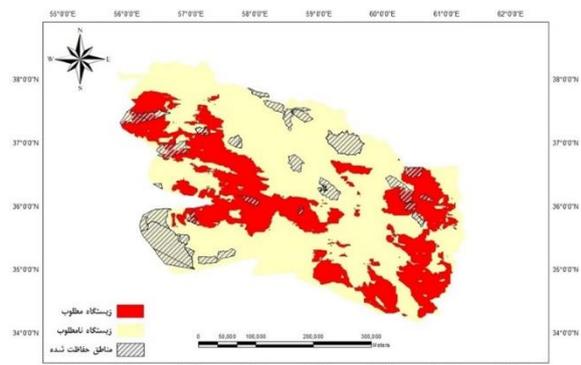
۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱ میزان شاخص AUC

نتایج حاصل از محاسبه شاخص AUC در زمان حال و آینده نشان داد که در زمان حال میزان این شاخص برابر با $0/925$ و در زمان آینده برابر با $0/975$ است. نزدیک بودن شاخص گزارش شده به رنج بالای AUC نشان‌دهنده صحت قابل قبول نتایج مدل‌سازی است (Marzban 2004).

۳-۲ نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه در زمان حال

در شکل (۲)، نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه آهو به صورت گسسته آورده شده است. بر طبق نتایج حاصله، 31% از منطقه کپه داغ معادل تقریباً 4274318 ha ، برای آهو زیستگاه مطلوب به شمار می‌آید. این مناطق اغلب در قسمت‌های جنوب، غرب و شرق منطقه مورد مطالعه واقع شده و بخش‌های شمالی از مطلوبیت کمتری برخوردار است. میزان همپوشانی زیستگاه مطلوب گونه با مناطق حفاظت‌شده نیز برابر با 16% (تقریباً 264784 ha) بود. در پژوهش Hosseini et al. (2019) و Ashouri Rad et al. (2018) نیز نتایج بر همین منوال بوده و مساحت زیستگاه مطلوب گونه تنها شامل بخش کوچکی از مساحت منطقه مورد مطالعه شد.



شکل ۲- نقشه گسسته مطلوبیت زیستگاه آهو در زمان حال

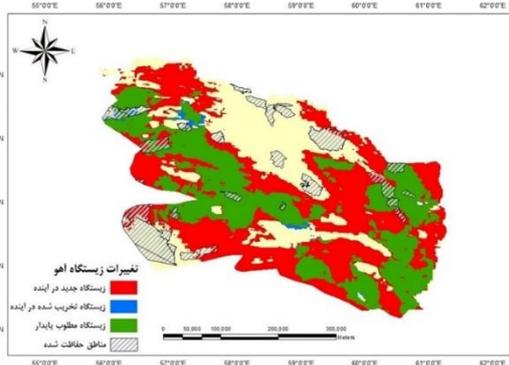
Fig. 2 Categorical map of Gazella habitat suitability in the present

همچنین نتایج حاصل از همپوشانی زیستگاه مطلوب با مناطق حفاظت‌شده با نتایج مطالعه Hosseini et al. (2019) مطابقت و بیانگر این بود که مناطق حفاظت‌شده در شرایط فعلی در مکان‌هایی احداث شده‌اند که درصد همپوشانی کمی با زیستگاه مطلوب گونه دارند. لازم به ذکر است که در محدوده مطالعاتی پژوهش در شمال شرقی ایران و مرز افغانستان هیچ

منطقه حفاظت‌شده‌ای وجود ندارد و این شرایط در حالی است که میزان بهره‌برداری از پستانداران بزرگ جثه در مرز افغانستان بسیار زیاد است (Kanderian et al. 2011).

۳-۳ نقشه تغییرات زیستگاه گونه در زمان آینده

در شکل (۳)، تغییرات زیستگاه گونه آهو بر اساس سناریو بدبینانه مدل MRI-ESM2-0 قابل مشاهده است. نتایج حاصل نشان داد که 70% از منطقه مورد مطالعه تقریباً 9579249 ha ، برای آهو زیستگاه مطلوب به شمار می‌آید. این مناطق در شمال شرق، شرق و غرب منطقه به صورت پراکنده توزیع یافته‌اند. میزان همپوشانی آن‌ها با مناطق حفاظت‌شده برابر 31% (تقریباً 502246 ha) است. همچنین نتایج حاکی از آن است که زیستگاه مطلوب گونه نسبت به زیستگاه مطلوب آن در زمان حال تا 126% (تقریباً 5399621 ha) افزایش می‌یابد. میزان تخریب آن برابر با 2% (تقریباً 98252 ha) است. لازم به ذکر است هیچ تغییری در مطلوبیت 98% از زیستگاه‌ها (تقریباً 4175162 ha) ایجاد نمی‌شود. همان‌طور که در نتایج مطالعه Ebrahimi et al. (2017) نیز قابل مشاهده است، درصد زیستگاه مطلوب گونه مورد مطالعه به دلیل مدل‌سازی توزیع گونه بر روی نیچ اقلیمی در زمان آینده، آهنگ افزایشی دارد. این در حالی است که مدل‌سازی زمان حال ملاحظات بیش-تری را شامل می‌شود و در آن نیچ واقعی گونه مورد بررسی قرار می‌گیرد. مسلماً در آینده با وجود کاربری‌های مختلف مساحت زیستگاه مطلوب از مقدار پیش‌بینی شده کم‌تر است.



شکل ۳- نقشه گسسته تغییرات زیستگاه آهو در زمان آینده

Fig. 3 Categorical map of Gazella habitat change

همچنین با وجود در نظر گرفتن شرایط خوش‌بینانه و صرف‌نظر از متغیرهای کاربری اراضی در نتایج دو مطالعه، مشاهده شد که مساحتی از زیستگاه‌های مطلوب زمان حال در زمان آینده

علت افزایش مساحت زیستگاه‌های مطلوب در آینده، عدم حضور متغیرهای کاربری اراضی/پوشش زمین و متغیرهای زیستی در فرایند مدل‌سازی است و می‌توان گفت مناطق حفاظت‌شده کنونی در مکان‌هایی احداث شده‌اند که درصد هم‌پوشانی پایینی با زیستگاه‌های مطلوب گونه مورد مطالعه دارند، در نتیجه این مناطق کارایی لازم را جهت حفاظت از گونه آهو در زمان آینده نخواهند داشت.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده‌شده در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که، هیچ‌گونه تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تخریب شده‌اند. این زیستگاه‌ها برای گونه آهو بیش‌تر در مناطق غربی و شرقی منطقه کپه داغ واقع شده و سایر زیستگاه‌های مطلوب در منطقه تخریب کم‌تری را شامل می‌شوند.

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش به شرح زیر است:

۱- یافته‌های حاصل از مدل‌سازی توزیع گونه آهو در زمان حال نشان‌دهنده این است که ۱۶٪ از زیستگاه‌های مطلوب درون مناطق حفاظت‌شده قرار دارند.

۲- تحت سناریو بدبینانه MRI-ESM2-0، ۲٪ از زیستگاه مطلوب گونه آهو تا سال ۲۰۷۰ از بین خواهد رفت.

۳- تا سال ۲۰۷۰ تحت سناریو بدبینانه MRI-ESM2-0، زیستگاه مطلوب گونه نسبت به زیستگاه مطلوب زمان حال ۱۲۶٪ افزایش خواهد داشت.

References

- Ashouri Rad, A., Rahimi, R., & Shams Esfandabad, B. (2017). Modeling habitat suitability for Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Sorkheh Hesar national park. *J. Environ. Sci. Technol.*, 19(4), 193-207. DOI: [10.22034/JEST.2017.11633](https://doi.org/10.22034/JEST.2017.11633) [In Persian].
- Ashrafzadeh, M. R., Naghipour, A. A., Haidarian, M., & Khorozyan, I. (2019). Modeling the response of an endangered flagship predator to climate change in Iran. *Mammal Res.*, 64(1), 39-51. DOI: [10.1007/s13364-018-0384-y](https://doi.org/10.1007/s13364-018-0384-y).
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol. Lett.*, 15(4), 365-377. DOI: [10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x).
- Ebrahimi, A., Farashi, A., & Rashki, A. (2017). Habitat suitability of Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) in Iran in future. *Environ. Earth Sci.*, 76, 1-10. DOI: [10.1007/s12665-017-7040-8](https://doi.org/10.1007/s12665-017-7040-8).
- Hernandez, P. A., Franke, I., Herzog, S. K., Pacheco, V., Paniagua, L., Quintana, H. et al. (2008). Predicting species distributions in poorly-studied landscapes. *Biodivers. Conserv.*, 17, 1353-1366. DOI: [10.1007/s10531-007-9314-z](https://doi.org/10.1007/s10531-007-9314-z).
- Hinton, J. W., Proctor, C., Kelly, M. J., van Manen, F. T., Vaughan, M. R. & Chamberlain, M. J. (2016). Space use and habitat selection by resident and transient red wolves (*Canis rufus*). *PLoS One*. 11(12), e0167603. DOI: [10.1371/journal.pone.0167603](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167603).
- Hosseini, M., Farashi, A., Khani, A. & Farhadinia, M. S. (2019). Landscape connectivity for mammalian megafauna along the Iran-Turkmenistan-Afghanistan borderland. *J. Nat. Conserv.*, 52, 125735. DOI: [10.1016/j.jnc.2019.125735](https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125735).
- Ilanloo, S. S., Khani, A., Kafash, A., Valizadegan, N., Ashrafi, S., Loercher, F., Ebrahimi, E., & Yousefi, M. (2020). Applying opportunistic observations to model current and future suitability of the Kopeh Dagh Mountains for a Near Threatened avian scavenger. *Avian Bio. Res.*, 14(1), DOI: [10.1177/1758155920962750](https://doi.org/10.1177/1758155920962750).
- Jiang, F., Li, G., Qin, W., Zhang, J., Lin, G., Cai, Z. Gao, H., & Zhang, T. (2019). Setting priority conservation areas of wild Tibetan

- gazelle (*Procapra picticaudata*) in China's first national park. *Glob. Eco. Conserv.*, 20, e00725. DOI: [10.1016/j.gecco.2019.e00725](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00725).
- Kanderian, N., Lawson, D. & Zahler, P. (2011). Current status of wildlife and conservation in Afghanistan. *Int. J. Environ. Stud.*, 68(3), 281-298. DOI: [10.1080/00207233.2011.573960](https://doi.org/10.1080/00207233.2011.573960).
- Kazemi Jahandizi, E., Kaboli, M., Karami, M. & Soufi, M. (2015). The Assessment of Carrying-Capacity of Persian Gazelle in Sorkh-E-Hesar National Park, Iran. *J. Environ. Health Sci.*, 1(2), 66. DOI: [10.4103/2423-7752.170590](https://doi.org/10.4103/2423-7752.170590).
- Lawler, J. J., Rinnan, D. S., Michalak, J. L., Withey, J. C., Randels, C. R., & Possingham, H. P. (2020). Planning for climate change through additions to a national protected area network: implications for cost and configuration. *Philos. Trans. Royal Soc. B*, 375(1794). 20190117. DOI: [10.1098/rstb.2019.0117](https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0117).
- Mahdavi, T., Shams-Esfandabad, B., Toranjzar, H., Abdi, N., & Ahmadi, A. (2020). Potential impact of climate change on the distribution of the Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) in Iran (Mammalia: Felidae). *Zool. Middle East*. 66(2), 107-117. DOI: [10.1080/09397140.2020.1739371](https://doi.org/10.1080/09397140.2020.1739371).
- Malakutikhah, SH., Fakheran, S., Hemami, M. R., Tarkesh, M., & Senn, J. (2019). Identifying Potential Climatic Refugia to Protect Populations of Goitered Gazelle (*Gazelle subgutturosa*) in the Face of Climate Change (A case Study: Central Iran). *Iran. J. Appl. Ecol.*, 8(2), 1-15. DOI: [10.29252/ijae.8.2.1](https://doi.org/10.29252/ijae.8.2.1) [In Persian].
- Marzban, C. (2004). The ROC curve and the area under it as performance measures. *Weather Forecast.*, 19(6), 1106-1114. DOI: [10.1175/825.1](https://doi.org/10.1175/825.1)
- Murrow, J. L., Thatcher, C. A., Van Manen, F. T. & Clark, J. D. (2013). A data-based conservation planning tool for Florida Panthers. *Environ. Model. Assess.*, 18, 159-170. DOI: [10.1007/s10666-012-9336-0](https://doi.org/10.1007/s10666-012-9336-0).
- Nowzari, H., Hemami, M. & Behrouzi Rad, B. (2007). Habitat use by Persian gazelle (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) in Bamoo National Park during autumn and winter. *Acta zoológica Mexicana*. 23(1), 109-121. DOI: [10.21829/azm.2007.231560](https://doi.org/10.21829/azm.2007.231560).
- Özcan, A. U., Gülçin, D., Arpa, N. Y., & Çiçek, K. (2022). Connecting protected areas in the North Mesopotamian steppes: can this ensure the survival of the Arabian Sand Gazelle (*Gazella marica*)?. *Zool. Middle East*. 68(3), 198-211. DOI: [10.1080/09397140.2022.2077564](https://doi.org/10.1080/09397140.2022.2077564).
- Priti, H., Aravind, N. A., Shaanker, R. U., & Ravikanth, G. (2016). Modeling impacts of future climate on the distribution of Myristicaceae species in the Western Ghats, India. *Ecol. Eng.*, 89, 14-23. DOI: [10.1016/j.ecoleng.2016.01.006](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.006).
- Trisurat, Y., Shrestha, R. P., & Alkemade, R. (2011). *Land use, climate change and biodiversity modeling: Perspectives and applications*. Information Science Reference. 512 pp.
- Wilby, R. L., Dawson, C. W., & Barrow, E. M. (2002). SDSM—a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. *Environ. Model. Software*. 17(2), 145-157. DOI: [10.1016/S1364-8152\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(01)00060-3).