University of Tehran Press

Journal of Natural Environment

Online ISSN: 2423-7817

Homepage: https://jne.ut.ac.ir/

Analyzing land surface temperature (LST) changes in the protected area network and focal species in Yazd Province

Maryam Morovati[1,2]✉ | **Peyman Karami**[2]

1. Corresponding Author, Department of Environmental Sciences & Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University,Ardakan, Iran. E-mail: mymorovati@ardakan.ac.ir
2. Water, Energy and Environment Research Institute, Ardakan University, Ardakan, Iran.
3. Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment Sciences, Malayer University, Malayer, Iran. E-mail: peymankarami1988@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 16 September 2023

Received in revised form 10 October 2023

Accepted 04 November 2023

Published online 27 January 2024

Keywords:

Distribution range,

Focal species,

Temperature changes,

Yazd province.

ABSTRACT

Forecasting changes in the environment has now become one of the important branches of environmental studies. One of these predictions is to investigate the possible effects of temperature changes on plant and animal species. In this research, the aim is used the land surface temperature (LST) of the MODIS satellite, separately for spring, summer, autumn and winter seasons, to investigate the changes in the average LST in the protected areas and the habitat of focal species. Focal species of the province include *Panthra pardus*, *Acinonyx jubatus*, *Capra aegagrus*, *Ovis orientalis*, *Gazella subgutturosa* and *Gazella bennettii*. In a field study, the presence points were collected between 1399 and 1402 from all over the province and protected areas, and the seasonal average of LST from 2003 to 2033 was prepared using MODIS satellite products (MYD11A1) in the Google Earth Engine system. Species habitat was modeled by using SDMs and combining regression models and machine learning. Also, the TSS threshold was used to convert the habitat desirability probability map into a binary map. Man-Kendall (MK) trend analysis test was used to analyze the trend of increasing and decreasing temperature changes at a significance level of 95%. The findings show that the decreasing changes in the earth's surface temperature have occurred in a scattered and non-continuous manner on the surface, but the increasing temperature changes are associated with more spatial continuity. The highest decrease in temperature occurred in the spring season with 15,212.69 hectares in the Iranian deer habitat, while there was no decrease in temperature in the winter season. Protected areas have experienced the least increasing and decreasing LST trends in spring.

Cite this article: Morovati, M., & Karami, P. (2024). Analyzing land surface temperature (LST) changes in the protected area network and focal species in Yazd Province. *Journal of Natural Environment*, 76 (Special Issue), 277-289. DOI: http//doi.org/10.22059/jne.2023.365415.2598

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jne.2023.365415.2598

محیط زیست طبیعی
شاپای الکترونیکی: ۷۸۱۷-۲۴۲۳
Homepage: https://jne.ut.ac.ir/
انتشارات دانشگاه تهران

تحلیل روند تغییرات دمای سطح زمین (LST) بر شبکهٔ مناطق حفاظت‌شده و گونه‌های کانونی (Focal species) استان یزد

مریم مروتی[۱و۲]✉ | پیمان کرمی[۳]

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. رایانامه: mymorovati@ardakan.ac.ir
۲. عضو پژوهشکدهٔ آب، انرژی و محیط‌زیست، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
۳. گروه محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، همدان، ایران. رایانامه: peymankarami1988@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷

کلیدواژه‌ها:
استان یزد،
تغییر دما،
گسترهٔ توزیع،
گونهٔ کانونی.

چکیده

پیش‌بینی تغییرات رخ‌داده در محیط‌زیست، در حال حاضر به یکی از شاخه‌های مهم مطالعات محیطی تبدیل‌شده است. یکی از این پیش‌بینی‌ها بررسی تأثیرات احتمالی تغییرات دما روی گونه‌های گیاهی و جانوری است. در این پژوهش هدف آن است تا از دمای سطح زمین (LST) ماهوارهٔ مودیس، به تفکیک فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان برای بررسی روند تغییرات در میانگین دمای سطح زمین در مناطق حفاظت‌شده و زیستگاه گونه‌های کانونی استفاده شود. گونه‌های کانونی استان شامل، پلنگ، یوزپلنگ، کل و بز، قوچ و میش، آهوی ایرانی و جبیر می‌باشند. در یک مطالعهٔ میدانی نقاط حضور بین سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۲ از سراسر استان و مناطق حفاظت‌شده جمع‌آوری شدند و میانگین فصلی LST نیز از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۳۳ با استفاده از تولیدات (MYD11A1) ماهوارهٔ مودیس در سامانهٔ گوگل ارث انجین آماده شد. با استفاده از مدل‌های توزیع گونه (SDMs) و تلفیق مدل‌های رگرسیونی و یادگیری ماشین زیستگاه گونه‌ها مدل‌سازی شد. همچنین از آستانهٔ TSS برای تبدیل نقشهٔ احتمال مطلوبیت زیستگاه به نقشهٔ دودویی استفاده گردید. آزمون تحلیل روند من–کندال (MK) برای تحلیل روند تغییرات افزایشی و کاهشی دما در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد بکار رفت. یافته‌ها نشان می‌دهد که تغییرات کاهشی دمای سطح زمین به‌صورت پراکنده و بدون پیوستگی در سطح رخ داده است اما تغییرات افزایشی دما با پیوستگی فضایی بیشتری همراه هستند. بیشترین روند کاهشی دما در فصل بهار با ۱۵۲۱۲/۶۹ هکتار در زیستگاه آهوی ایرانی رخ داده است در حالی‌که در فصل زمستان هیچ تغییر کاهشی در دما رخ نداده است. مناطق حفاظت‌شده در فصل بهار کمترین روندهای افزایشی و کاهشی LST را تجربه کرده است.

استناد: مروتی، مریم؛ و کرمی، پیمان (۱۴۰۲). تحلیل روند تغییرات دمای سطح زمین (LST) بر شبکهٔ مناطق حفاظت‌شده و گونه‌های کانونی (Focal species) استان یزد. *محیط زیست طبیعی*، ۷۶ (ویژه نامه)، ۲۸۹-۲۷۷.
DOI: http//doi.org/10.22059/jne.2023.365415.2598

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.

مقدمه

گرم شدن کرهٔ زمین، تغییرات آب و هوایی، شهرنشینی برنامه‌ریزی نشده و تخریب محیط‌زیست از مسائل چالش‌برانگیز حال حاضر است (Amiri and Tabatabaie, 2022). کاهش بارش و افزایش دما یکی از اصلی‌ترین نشانه‌های تغییر اقلیم محسوب می‌شود که با تأثیر بر روی زیستگاه، نه‌تنها سبب کاهش تنوع زیستی شده بلکه به‌عنوان یک تهدید جدی و روبه رشد در سطح جهان محسوب می‌شود (Salmanpour *et al*., 2022). تغییرات اقلیم در چند سال گذشته به‌حدی سریع بوده است که فرصت سازگاری در بسیاری از موارد از گونه گرفته شده است (Kafaei *et al*., 201)، ازاین‌رو این مسئله موجب شده بسیاری از بوم‌شناسان و زیست‌شناسان حفاظت، به‌دنبال بررسی تأثیر دگرگونی تغییر اقلیم بر روی گونه‌ها باشند. استفاده از داده‌های از پیش تهیه‌شده و حاصل از درون‌یابی ایستگاه‌های سینوپتیک از پایگاه‌های جهانی Worldclim و Chelsa یکی از ساده‌ترین راهکاری تخمین تأثیرپذیری گونه از تغییرات پیش‌بینی‌شده برای آینده است. سناریوهای تغییر اقلیمی که توسط پایگاه‌های مختلف آماده و تهیه شده‌اند به‌عنوان بزرگ‌ترین و رایج‌ترین منبع تهیهٔ داده محسوب می‌شوند. داده‌ها در Chelsa ریزمقیاس[1] شده‌اند اما در Worldclim ناشی از درون‌یابی[2] هستند (Maria and Udo., 2017)؛ و همین مسئله منجر شده که بین داده‌های مورد استفاده و درنتیجه یافته‌ها نیز تفاوت وجود داشته باشد (Datta *et al*., 2020). سنجش‌ازدور[3] در تئوری، بر محدودیت‌های دریافت اطلاعات غلبه کرده است. استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور این امکان را می‌دهد که داده‌های مدنظر را برای تجزیه‌وتحلیل در مقیاس‌های زمانی–مکانی مختلف آماده کرد. یکی از مقیاس‌های مهم می‌تواند تغییرات فصلی مدنظر قرار گیرد.

دمای سطح زمین (LST[4]) که به‌عنوان دمای رادیومتریک شناخته می‌شود به اندازه‌گیری مستقیم دمای سطح زمین اشاره دارد. برخلاف اندازه‌گیری‌های ایستگاه‌های هواشناسی که دمای نزدیک سطح زمین را ثبت می‌کنند، LST مقیاس دقیق‌تری از تجزیه‌وتحلیل را امکان‌پذیر می‌کند به‌طوری‌که می‌تواند در مناطقی با پوشش گیاهی متراکم، دمای برگ‌های تاج پوشش، در مناطق برای پوشش گیاهی کم، دما تاج پوشش، طبقهٔ زیرین (اندام، شاخه‌ها و غیره) و سطح خاک و در زمین‌های بایر (بدون پوشش گیاهی) دمای چند میکرومتر بالای خاک را نشان دهد (Almeida *et al*., 2021). در کاربردهای زیست‌شناسی و بوم‌شناسی، نمایش تنوع زمانی و مکانی بارش برای استنباط زیستگاه، فصول رشد، مهاجرت گونه یا توزیع گونه‌ها در مقیاس با جزئیات زیاد، دارای اهمیت است. با توجه به آنکه دریافت داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی در برخی موارد هزینه‌بر و انجام فرآیندهای آماری مانند کنترل کیفی، بازسازی و همگنی داده‌های هواشناسی، تهیهٔ سری زمانی ایستگاه‌ها و تهیهٔ نقشه‌های شبکه‌ای زمان‌بر و مسئله‌ساز است استفاده از محصولات آماده اقلیمی مانند داده‌های پایگاه‌های و مطرح می‌شود (Atabati and Adab, 2022). این در حالی است که استخراج اطلاعات از ایستگاه‌های قرارگرفته در مناطق مرتفع و همچنین تهیهٔ نقشه درون‌یابی از آن‌ها با خطاها و عدم قطعیت‌های مواجه است. LST عاملی مهم در مطالعات جهانی و تغییر و تعادل گرماست و به‌عنوان نماینده‌ای برای تغییر آب‌وهوا به‌شمار می‌رود (Srivastava *et al*.,2009). به‌عبارتی می‌توان دمای سطح زمین را به‌عنوان یک الگوی مناسب برای بررسی تغییرات رخ‌داده در سطح سرزمین در نظر گرفت. از LST در بررسی پدیده‌های انسانی استفاده‌های فراوانی شده است و بیشتر استفاده از این مؤلفه معطوف به مطالعات حوزهٔ شهری (Mokhtari *et al*., 2022) و کاربری اراضی (Kakehmami *et al*., 2020) و یا بررسی ارتباط با پوشش گیاهی (Karami *et al*., 2020) بوده است.

در این بین، پستانداران به‌دلیل گسترهٔ وسیع نیازهای بوم‌شناختی می‌توانند به‌عنوان شاخص مناسبی از پیامدهای تغییر اقلیم بر حیات وحش مورد توجه قرار گیرند (Faghih-sabzevari and Farashi, 2022). گونه‌های کانونی[5] به‌دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردی که دارند برای بررسی تغییرات رخ‌داده در بوم‌سازگان گزینهٔ بسیار مهمی هستند. گونهٔ کانونی اغلب به گونه‌های سرطاق، چتر یا پرچم‌دار اطلاق می‌شود که از یک‌سو با توجه به شرایط منطقه، گونه‌های حمایت‌شده و در معرض خطر انقراض را در برگرفته و از سوی دیگر با تکیه بر الزامات حفاظتی پیشنهادشده برای این‌گونه، موجب افزایش سطح حمایت و حفاظت سایر

[1]Downscaling
[2]Interpolation
[3]Remote sensing
[4]Land surface temperature
[5]Focal-Species

زیستمندان کمتر شناخته‌شده تحت لوای گونه‌های مهم می‌شود (Shafiezadeh *et al*., 2018). ازاین‌رو، در این مطالعه پایش زیستگاه این گونه‌ها مد نظر قرار گرفت که هر یک شاخص بوم‌سازگان خاصی از سطح استان هستند، کل و بز معرف مناطق صخره‌ای، قوچ و میش معرف مناطق تپه‌ماهوری، پلنگ کوهستانی و چتر، یوزپلنگ، جبیر و آهو مناطق دشتی و بیابانی. مطالعات بسیار محدودی در خصوص بررسی روند تغییرات دمای سطح بر روی زیستگاه گونه‌ها انجام‌گرفته است. Karami و همکاران (۲۰۲۳a) به بررسی روند تغییرات دمای بر روی زیستگاه سمندر کردستانی (*Neurergus derjugini*) پرداختند. در این مطالعه با استفاده از مدل‌های توزیع مطلوبیت زیستگاه سمندر بررسی شد. سپس روند تغییرات دمای سطح زمین در زیستگاه مطلوب گونه بررسی شد. در نهایت با استفاده از آزمون تحلیل روند تغییرات افزایشی و کاهشی دما براساس افزایش عرض جغرافیایی بررسی گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که مناطق حضور سمندر در ایران با گذشت زمان، روند افزایشی دما را تجربه کرده‌اند. در مطالعهٔ دیگر، Karami و همکاران (۲۰۲۳b) مجدد روند تغییرات دما بر روی زیستگاه و مسیرهای اتصال زیستگاه برای گونهٔ سمندر آتشین (*Salamandra infraimaculata*) در خاورمیانه را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های این بررسی نشان داد که روند تغییرات دما با افزایش عرض جغرافیایی بیشتر زیستگاه‌های این‌گونه در ایران را تحت تأثیر قرار داده است. با توجه به موارد مطرح‌شده، هدف این مطالعه بررسی تأثیرات تغییرات افزایشی و کاهشی فصلی دما بر روی زیستگاه گونه‌های کانونی استان یزد است.

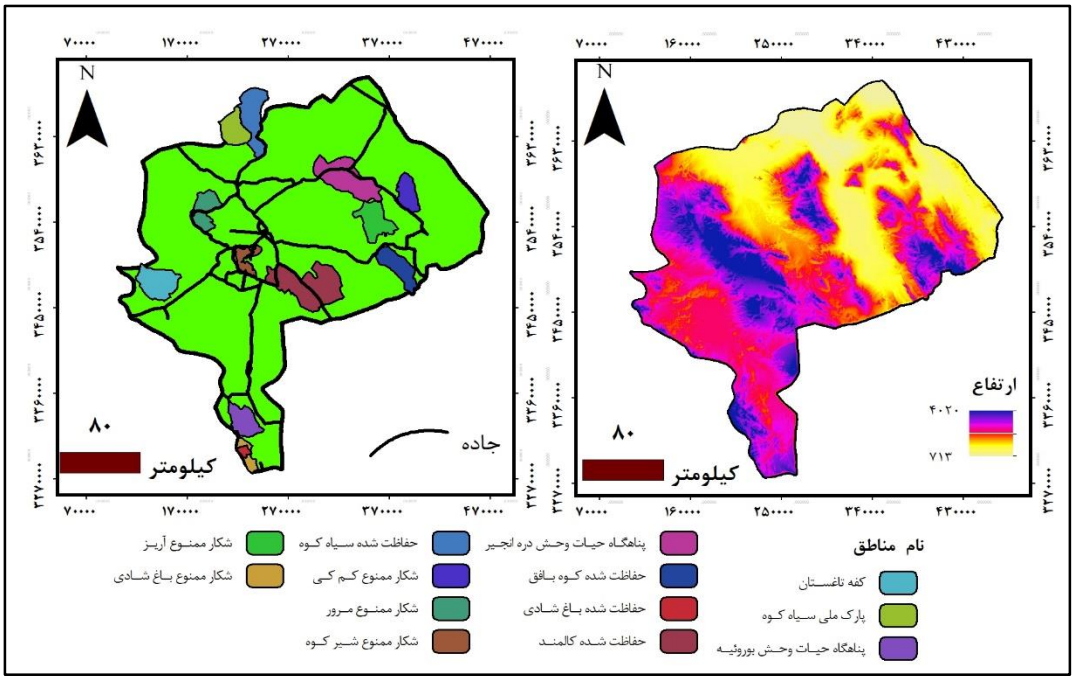
روش‌شناسی پژوهش

منطقهٔ مورد مطالعه: در این مطالعه استان یزد مورد بررسی قرار گرفت و حیطه و مرز اصلی بر پایهٔ مرز سیاسی استان یزد تعریف گردید. از نظر موقعیت جغرافیایی، منطقهٔ مورد مطالعه در محدودهٔ جغرافیایی بین ´۱۵ °۳۰ تا ´۲۰ °۳۲ عرض شمالی و ´۳۸ °۵۱ تا ´۳۹ °۵۷ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). براساس بررسی طبقه‌بندی اقلیمی کشور در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹، بخش زیادی از استان یزد در طبقات اقلیمی فراخشک با زمستان سرد و تابستان داغ، فراخشک با زمستان کمی سرد و تابستان داغ واقع شده است (Tavousi *et al*., 2021). محدودهٔ ارتفاعی استان از ۷۱۴ تا ۴۰۰۸ متر از سطح دریا متغیر است. هرچند سطح زیادی از استان یزد جزء مراتع کم تراکم است، ولی در آن بیش از ۷۰۰ گونهٔ گیاهی شناسایی شده که از نظر تنوع گونه‌ای قابل توجه است (Moradi *et al*., 2022). شبکهٔ مناطق حفاظت‌شده در استان یزد شامل ۱۳ منطقه است که مساحتی نزدیک به ۱۲۱۴۹/۵۲ کیلومتر را در برگرفته‌اند. برخی از این مناطق مانند پارک ملی سیاه‌کوه و منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ سیاه‌کوه به‌صورت مشترک بین استان اصفهان و یزد قرار دارند. در شکل ۱ موقعیت این مناطق به تفکیک درجهٔ حفاظتی آن‌ها ذکرشده است.

گونه‌های کانونی: استفاده از مفهوم گونه‌های کانونی برای پایش و بررسی زیستگاه‌ها امر تازه‌ای نیست و بسیاری از مطالعات بر روی استفاده از گونه‌های کانونی تمرکز داشته‌اند (Shafiezadeh *et al*., 2018; Karami, 2021). به‌واسطهٔ اهمیت در شبکهٔ غذایی و نیز تمرکز بر روی حفاظت از علفخواران بزرگ جثه، معمولاً این گونه‌ها به‌عنوان گونهٔ چتر در نظر گرفته می‌شوند که مجموعه نیازهای متفاوت زیستگاهی آن‌ها می‌تواند حفاظت از گونه‌های دیگر موجود در زیست‌بوم را تضمین کند (Khosravi *et al*., 2021). در این مطالعه نقاط حضور کل و بز (*Capra aegagrus*)، قوچ و میش (*Ovis orientalis*)، جبیر (*Gazella bennettii*)، آهو (*Gazella subgutturosa*)، یوزپلنگ (*Acinonyx jubatus venaticus*) و پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*) به‌عنوان گونهٔ کانونی از سراسر استان جمع‌آوری شدند. پایش‌های میدانی این مناطق از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ ادامه داشت برخی از نقاط مورد استفاده برای گونه‌های گوشتخوار با هماهنگی ادارهٔ کل محیط‌زیست استان یزد در اختیار قرار گرفتند.

متغیرهای زیستگاهی: در این مطالعه تلاش شد تا با استفاده داده‌های پایگاه‌های اطلاعاتی رایج و همچنین با مرور مطالعات از پیش انجام‌گرفته بر روی گونه‌ها، گسترهٔ انتشار هر گونه تخمین زده شود. در این راستا مدل رقومی ارتفاع (DEM[6]) با دقت ۹۰ متر تهیه شد. سپس با استفاده از ارتفاع متغیرهای شیب، شکل زمین[7]، تشعشعات دریافتی خورشید، شاخص باد[8] تخمین زده شد.

[6]Digital Elevation Model
[7]Landform
[8]Wind Exposition Index



شکل ۱- موقعیت مناطق حفاظت‌شده و تغییرات ارتفاعی در استان یزد

اشکال زمین با استفاده از شاخص موقعیت شیب[9] برآورد شد. از آنجا که قوچ و میش و کل و بز در اشکال خاصی از شکل زمین مانند مناطق صخره‌ای و تپه‌ماهوری حضور دارند باقی اشکال زمین از تحلیل کنار گذاشته شدند به این منظور از دستورات شرطی موجود در نرم‌افزار ArcMap استفاده شد. پس از کنار گذاشتن طبقات خاص، متغیر تراکم قله‌ها با استفاده از دستور از FocalStatistics محاسبه شد (Karami *et al*., 2023a). متغیر شیب نیز براساس درصد شیب با استفاده از نقشهٔ DEM محاسبه گردید. از آنجا که متغیر زبری ارتفاع[10]، شدت و نوسان ارتفاع را در اندازهٔ پنجره‌های مشخصی نمایش می‌دهد در این مطالعه از نقشهٔ ارتفاع و ابعاد پنجره ۷×۷ استفاده گردید تا زبری و نوسان تغییرات نسبت به محیط پیرامون بارزتر شود. بسیاری از گونه‌های مناطق کوهستانی دارای قدرت بویایی قوی برای اجتناب از شکار و شکارچی هستند ازاین‌رو از شاخص باد[11] استفاده شد. در این شاخص مقدار باد توجه به ارتفاع و ابعاد سلولی ۷×۷ در نرم‌افزار SAGAGIS قابل محاسبه است. متغیرهای LST و NDVI به‌صورت میانگین دوساله از تاریخ ۰۱/۰۱/ ۱۴۰۰ تا ۰۱/۰۱/ ۱۴۰۲ با استفاده از تصاویر ماهوارهٔ لندست ۸ در سامانهٔ گوگل ارث انجین (Gorelick *et al*., 2017) تهیه شد. برای جلوگیری از اثر ابرناکی تصاویر، فیلتر ابر روی مجموعه داده به اندازهٔ ۵ درصد اعمال گردید. برای گونه‌های طعمه‌خوار در این مطالعه فاصله از نقاط حضور طعمه استفاده شد. به‌طور مثال برای گونهٔ پلنگ فاصله از نقاط حضور کل و بز و قوچ و میش مدنظر قرار گرفت. برای یوزپلنگ نیز فاصله از نقاط حضور قوچ و میش، آهو و جبیر مد نظر قرار گرفت. آزمون همبستگی میان تمام متغیرها انجام شد و آن دسته از متغیرهای که دارای همبستگی بیش از ۰/۸ بودند نیز از تحلیل کنار گذاشته شدند. جدول ۱ نتایج حاصل از آزمون همبستگی و متغیرهای زیستگاهی به‌کار رفته در فرآیند مدل‌سازی زیستگاه گونه‌ها را به تفکیک نمایش می‌دهد لازم به ذکر است تمام این متغیرها، مراحل حذف متغیرهای همبسته را طی کرده‌اند.

[9]Slope Position Classification
[10]Altitude Roughness
[11]Wind Exposition Index

جدول ۱- متغیرهای زیستگاهی مورداستفاده در فرآیند مدل‌سازی به تفکیک گونه

نام گونه	متغیر زیستگاهی به تفکیک
یوزپلنگ	ارتفاع، فاصله از نقاط حضور جبیر، آهو و قوچ و میش، تراکم مناطق مسکونی، دمای سطح زمین، شیب، شاخص فضای باز
پلنگ	رطوبت توپوگرافی، ارتفاع، فاصله از نقاط حضور کل و بز و قوچ و میش، تراکم مناطق مسکونی، دمای سطح زمین، پوشش گیاهی، زبری ارتفاع، شیب
کل و بز	ارتفاع، تراکم مناطق مسکونی، دمای سطح، تراکم قله، پوشش گیاهی، زبری ارتفاع، شیب، بادخیزی
قوچ و میش	ارتفاع، تراکم مناطق مسکونی، دمای سطح، تراکم قله، پوشش گیاهی، نوسان ارتفاع، شیب، گریزگاه
جبیر	ارتفاع، تراکم مناطق مسکونی، دمای سطح زمین، پوشش گیاهی، شاخص فضای باز، شیب، بادخیزی
آهو	ارتفاع، تراکم مناطق مسکونی، دمای سطح زمین، پوشش گیاهی، شاخص فضای باز، شیب، بادخیزی

مدل‌سازی توزیع: برای مطالعهٔ توزیع گونه از مدل‌های مختلف شامل GAM[۱۲]، GLM[۱۳]، ANN[۱۴]، MARS[۱۵]، CTA[۱۶]، RF[۱۷]، GBM[۱۸]، SVM[۱۹] و MAXENT در پکیج Biomod2 نسخهٔ ۴,۲,۴ در نرم‌افزار R4.3.1 استفاده شد. سپس از معیار AUC[۲۰] برای تلفیق مدل‌های منفرد استفاده گردید. بدین‌ترتیب آن دسته از مدل‌های که دارای معیار AUC بالاتر از ۰/۸ باشند با یکدیگر به‌صورت وزنی تلفیق خواهند شد. برای اینکه هر نقشهٔ احتمالی مطلوبیت زیستگاه به نقشهٔ باینری تبدیل شود بر روی مدل‌اجماع از آستانه[۲۱] استفاده شد. استفاده از آستانه برای هر مدل اجماع با توجه به موقعیت حفاظتی گونه و تعداد نقاط حضور گونه انجام گرفت. برای آن دسته از گونه‌های که مجموعه دادهٔ حضور آن‌ها بیش از ۷۰ نقطهٔ حضور است از آستانهٔ TSS استفاده شد و برای آن دسته از گونه‌های که دارای نقاط حضور کمتر از این تعداد بودند از آستانهٔ حداقل مقدار ارزش به‌ازای نمونه آموزش استفاده شد. تا به این شکل ریسک از دست‌دهی زیستگاه مطلوب کاسته شود. برای ارزیابی مدل‌ها و همچنین آستانهٔ مورد استفاده نیز از شاخص حساسیت[۲۲] و ویژگی[۲۳] استفاده شد.

محاسبهٔ روند تغییرات: در این مطالعه برای بررسی روند تغییرات دمای سطح زمین از محصول آمادهٔ ماهوارهٔ مودیس (MYD11A1) در سامانهٔ گوگل ارث انجین) استفاده شد. این محصول برای بررسی تغییرات دما در ایران مناسب توصیف‌شده است (Moradi and Darand, 2022). بدین‌ترتیب از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۲ برای هر فصل سال دمای سطح زمین به‌صورت میانگینی برای آن فصل محاسبه گردید (Karami *et al*., 2023a). برای تک‌تک تصاویر مورد استفاده، ضریب ۰/۰۲ نیز بر روی هر تصویر اعمال شد. سپس تمام این نقشه به نرم‌افزار TerrSet منتقل شدند. از آنجا که فرآیندهای پیش سفیدسازی بر روی تصاویر توصیه نشده است (Karami *et al*.,2023b) بنابراین در این مطالعه بدون محاسبهٔ فرآیند پیش سفیدسازی روند تغییرات بررسی گردید. با استفاده از تحلیل ناپارامتری من-کندال[۲۴] تغییرات دما بر روی این گونه‌ها بررسی شد. این آزمون، خروجی‌های مختلفی دارد که برای تعیین آستانهٔ معنی‌داری تغییرات از خروجی آزمون ZMK استفاده شد. سطح معنی‌داری تغییرات نیز برای این مطالعه برابر ۹۵ درصد در نظر گرفته شد تا تغییرات افزایشی و یا کاهشی دما متناسب با سطح معنی‌داری مذکور محاسبه گردد. تمام پردازش‌های مذکور در نرم‌افزار TerrSet نسخهٔ ۲۰۲۰ انجام گرفت.

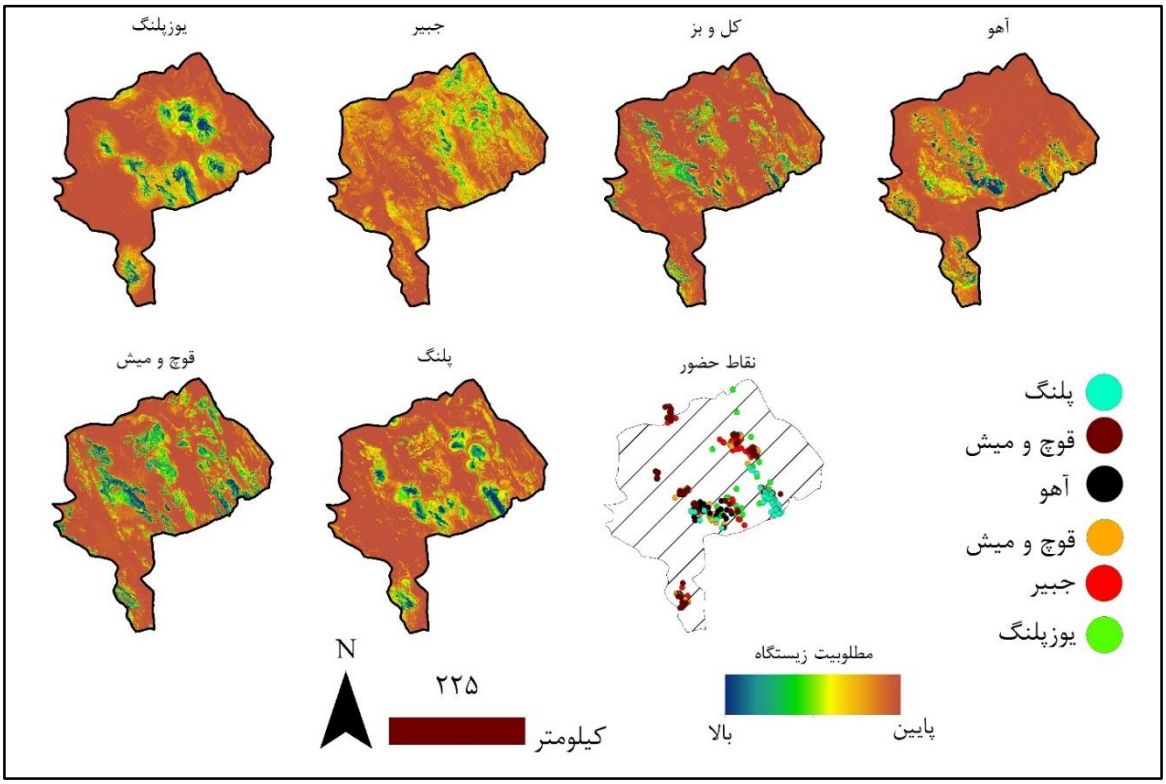
[12]Generalized Additive Model
[13]Generalized Linear Model
[14]Artificial Neural Network
[15]Multiple Adaptive Regression Splines
[16]Classification Tree Analysis
[17]Random Forest
[18]Generalized Boosting Model
[19]Support vector machine
[20]Area under the curve
[21]Threshold
[22]Sensitivity
[23]Specificity
[24]Mann-Kendal

جدول ۲- معیار ارزیابی مدل همادی نهایی براساس نتایج و یافته‌ها

معیار	یوزپلنگ	پلنگ	کل و بز	قوچ و میش	جبیر	آهو
AUC	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۹۱
حساسیت	۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۰	۰/۸۱
ویژگی	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۸۳

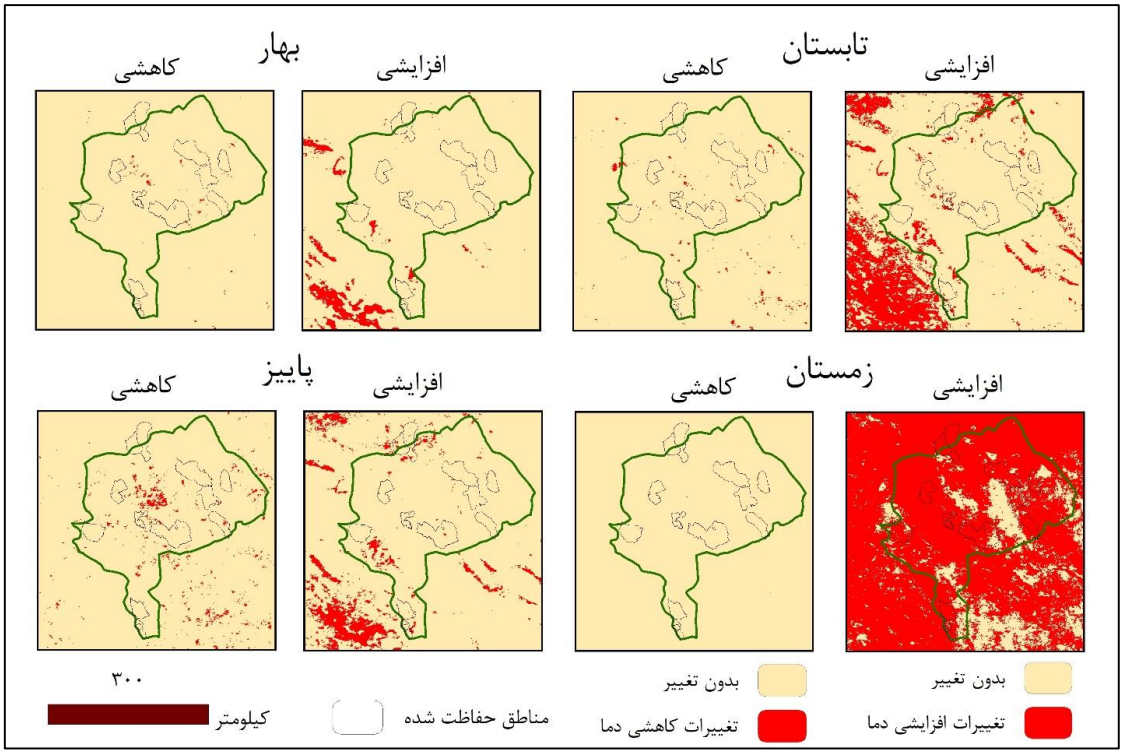
یافته‌های پژوهش

جدول ۲ نتایج حاصل از مدل‌سازی را نمایش می‌دهد. براساس نتایج، مدل‌های مورد استفاده در این مطالعه دارای کارایی مناسبی هستند و مقادیر محاسبه‌شده برای حساسیت و ویژگی این دسته از مدل‌ها مناسب ارزیابی شده است. به‌نحوی‌که مقدار حساسیت و ویژگی در هیچ از مدل‌های همادی مورد استفاده زیر ۰/۷۵ محاسبه نشده است که این امر می‌تواند نشان‌دهندهٔ کارایی مدل‌های مورداستفاده باشد. شکل ۲ نتایج حاصل از مطلوبیت زیستگاه را برای گونهٔ کانونی نمایش می‌دهد. در این اشکال، رنگ آبی به‌معنای زیستگاه با مطلوبیت بالا و رنگ‌های قهوه‌ای به بخش‌های اشاره دارد که دارای مطلوبیت زیستگاه پایین هستند. در خصوص پلنگ زیستگاه مطلوب بیشتر در نواحی مرتفع استان واقع شده است و با فاصله از بخش‌های مرتفع زیستگاه مطلوب برای گونه کاهش پیدا می‌کند. موقعیت نقاط حضور آهو منجر شده بیشتر نمونه‌های تعلیمی منطبق با نقاط در مناطق حفاظت‌شده باشد؛ اما در عرض های جغرافیایی بالاتر و در بخش‌های شمالی و شمال شرقی با کاهش ارتفاع و غالب شدن بیابان‌ها شرایط برای گونهٔ جبیر مطلوب می‌شود که در انطباق خوبی با زیستگاه یوز آسیایی است. نقاط حضور مورد استفاده برای فرآیند مدل‌سازی نیز به تفکیک برای هرگونه جداگانه ذکر شده است.



شکل ۲- مطلوبیت زیستگاه گونه‌های کانونی در سطح استان یزد به تفکیک گونه

براساس نتایج اعمال آستانهٔ TSS، مساحت زیستگاه مطلوب یوزپلنگ، پلنگ، کل و بز، قوچ و میش، جبیر و آهو در سطح استان یزد به‌ترتیب برابر ۱۰۹۵۹۷۱/۳۲، ۵۵۲۳۳۸/۲۷، ۹۷۵۸۴۵/۰۲، ۱۶۷۹۷۶۲/۱۶، ۴۲۳۶۰۱ و ۱۵۲۶۴۱۶/۹۵ هکتار محاسبه گردید. شکل ۳ تغییرات افزایشی و کاهشی دما را برای فصول مختلف نمایش می‌دهد. در این اشکال بخش‌های قرمزرنگ مناطقی را نمایش می‌دهند که تغییرات افزایشی و یا کاهشی LST را تجربه کرده‌اند. همان‌طور که مشخص است در فصل بهار مناطقی که



شکل ۳. تغییرات افزایشی و کاهشی دمای سطح (LST) در فصول مختلف در استان یزد

جدول ۳- مساحت زیستگاه درگیر روند تغییرات افزایشی دمای سطح زمین بر حسب هکتار

		گونه‌های موردمطالعه					
فصل	نوع تغییر	یوزپلنگ	پلنگ	کل و بز	قوچ و میش	جبیر	آهو
بهار	افزایشی	۳۵۴۳/۹۲	۴۷/۴۳	۵/۲۵	۰	۲۳/۶۱	۱۵۲۱۴/۶۹
تابستان		۱۵۲۲۴/۷۵	۸۷۷۴/۱۹	۴۱۱۴۴/۷۶	۶۳۸۰۸/۲۱	۱۲۴۰۴/۰۳	۴۴۵۷۵/۲۷
پاییز		۳۳۷۸/۸۸	۱۰۰۱/۵۱	۱۰۹۸/۹	۱۸۳۴/۴۴	۱۳۰۳/۰۱	۱۸۶۰۰/۴۸
زمستان		۹۱۴۱۰۸/۳۶	۵۲۸۱۰۲/۳۷	۹۳۵۱۹۷/۳۴	۱۵۸۲۵۳۱/۵۱	۳۷۶۱۴۴/۹۵	۱۲۸۸۶۰۴/۵۰

جدول ٤- مساحت زیستگاه درگیر روند تغییرات کاهشی دمای سطح زمین بر حسب هکتار

		گونه‌های موردمطالعه					
فصل	نوع تغییر	یوزپلنگ	پلنگ	کل و بز	قوچ و میش	جبیر	آهو
بهار	کاهشی	۲۵۵۰/۶۳	۳۵۸/۹۳	۳۸۷/۵۲	۶۲۴/۲۵	۱۲۱۱/۵۱	۱۱۶۲۴/۲۸
تابستان		۱۸۰۸/۱۱	۱۰۳۸/۸۳	۱۴۹۱/۵۹	۲۲۴۴/۴۴	۱۵۸۳/۱۴	۱۵۷۵۱/۵۲
پاییز		۱۰۴۹۲/۱۱	۶۰۴۷/۹۶	۱۰۷۲۶/۷۵	۱۶۸۸۵/۵۴	۲۳۶۹/۹۱	۶۹۷۷۰/۶۹
زمستان		۰	۰	۸/۹۳	۰	۲/۷	۱۱۳/۸۶

روند افزایش دما را تجربه کرده‌اند بیشتر در بخش‌های جنوبی استان هستند و مناطقی که روندهای کاهشی دما را تجربه کرده‌اند در بخش‌های مرکزی قرار دارند. در فصل تابستان روند افزایشی دما بیشتر متوجه مناطق حفاظت‌شدهٔ مرکز استان است و مناطقی که روند کاهشی را تجربه کرده‌اند مناطق قرارگیری شهرها و مناطق مسکونی هستند روندهای افزایشی بیشتر در قسمت شمال و جنوب استان مشاهده شده است و روندهای کاهشی نیز در بخش‌های مرکزی استان متمرکز شده‌اند. در فصل پاییز روند کاهشی دما در بخش‌های مرکزی استان بیشترین انسجام و پیوستگی را دارد هرچند مناطقی نیز وجود دارند که به‌صورت پراکنده روندهای کاهشی را داشته‌اند. روندهای افزایشی در این فصل نشان می‌دهد که در جنوب منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ سیاه‌کوه و شمال منطقهٔ شکارممنوع کمکی بیشترین افزایش دما را داشته‌اند. در فصل زمستان هیچ کاهش معنی‌دار قابل‌توجهی در دما رخ نداده است و مشاهده می‌شود که دما در این فصل بیشترین روند افزایش را داشته است. جدول‌های ۳ و ۴ تغییرات دما در سطح زیستگاه مطلوب را برای گونه‌های کانونی مورد مطالعه نمایش می‌دهند. بیشترین تغییرات افزایشی دما نیز در فصل زمستان بوده است به شکلی که

زیستگاه تمام گونه‌ها در این فصل درگیر شده است. در فصل تابستان زیستگاه دو گونهٔ کل و بز و آهو به نسبت سایر گونه‌ها روند افزایشی دما را بیشتر تجربه کرده است. بیشترین روند کاهشی دما در فصل بهار با ۱۵۲۱۲/۶۹ هکتار در زیستگاه آهوی ایرانی و کمترین آن نیز در زیستگاه یوز رخ‌داده است. جدول ۵ روند تغییرات دما را در سطح مناطق حفاظت‌شده نمایش می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که در میان فصول مورد بررسی، بیشترین تغییرات افزایشی در مناطق حفاظت‌شده در فصل زمستان بوده است بنابراین در این فصل تغییرات به نسبت سایر فصول بالاتر است. در این فصل هیچ تغییر کاهشی در سطح مناطق حفاظت‌شده رخ نداده است. در فصل بهار تغییرات افزایشی نیز به‌مراتب کم بوده و تنها منطقهٔ حفاظت‌شده سیاه‌کوه با مساحت ناچیزی روند تغییرات افزایشی را تجربه کرده است.

جدول ۵. مساحت زیستگاه‌های درگیر روندهای افزایشی و کاهشی

	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
منطقه	افزایشی	کاهشی	افزایشی	کاهشی	افزایشی	کاهشی	افزایشی	کاهشی
کالمند	–	۳۶۱/۶۶	۸۵۰/۰۷	۱۱۵۱/۲۰	۱۸۹۹/۹۳	۲۱۴/۲۶	۱۹۱۷۵۹/۹۵	–
کمکی	–	۵۳/۶۳	۱۰۷۵/۸۱	–	–	۱۶۳۵/۷۷	۵۴۹۲۱/۹۱	–
مرور	–	۲۶۳/۳۷	۲۸۴/۹۹	۲۵۴/۳۴	–	۴۵۵/۶۲	۸۱۳۷۲/۹۶	–
باغ شادی	۰/۰۰	–	–	–	–	–	۹۹۶۸/۸۱	–
حفاظت‌شده سیاه کوه	۰/۰۱	–	۸۹۶/۲۴	–	۲۱۱۸/۸۵	–	۳۷۸۸۰/۴۹	–
آریز	–	–	–	–	۱۷۳/۵۰	۷۸۶	۷۴۳۳۳/۵۷	–
بافق	–	–	۵۸/۲۱	۱۱۶/۲۰	–	۳۵۷۵/۹۵	۸۳۰۳۳/۱۹	–
دره انجیر	–	۱۰۸/۱۷	۴۱/۹۰	۱۶۲/۹۱	۲۳۰/۴۳	۲۱۴/۲۶	۱۶۴۷۱۷/۶۰	–
آغستان	–	–	–	–	–	۵۸/۵۰	۹۸۲۰۱/۰۵	–
شیرکوه	–	–	۲۲۵۱/۹۸	۳۸۶/۰۶	۱/۰۱	۳۶۰/۱۴	۴۳۳۲۹/۳۷	–
بورویه	–	–	۱۷۵۲/۷۱	–	۱۱۸/۲۸	–	۷۶۴۸۴/۷۱	–
شکار باغ شادی	–	–	۱۷۳۳/۸۷	–	۴۰۲/۶۴	–	۲۴۸۸۴/۳۹	–
سیاه‌کوه پارک	–	–	–	–		–	۲۸۳۸۷/۵۲	–

بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌بینی اینکه چگونه تغییرات آب و هوایی بر الگوی جغرافیایی زیستی تأثیر می‌گذارند برای درک بالقوهٔ خدمات اکوسیستم که توسط گونه‌های زنده که از تغییر در تنوع عملکردی و فیلوژنتیکی ناشی می‌شود، کلیدی است. رابطهٔ میان پارامترهای سطح زمین و جو به‌خوبی با استفاده از LST نمایش داده می‌شود (Moradi and Darand, 2022). بررسی کیفیت و کمیت‌های مختلف سطح زمین با این پدیده می‌تواند اطلاعات کاملی در خصوص نوسان و تغییرات این مؤلفه در سیمای سرزمین ارائه دهد. در این مطالعه تلاش شد تا زیستگاه به‌عنوان یک کیفیت از سیمای سرزمین در کنار LST تحلیل شود تا تغییرات آن بارز گردد. در این راستا از مدل‌های توزیع گونهٔ منفرد و همچنین مدل نهایی اجماع استفاده گردید که براساس مقدار AUC و حساسیت و ویژگی پیش‌بینی‌های انجام‌گرفته مناسب بوده‌اند. بسیاری از پژوهشگران نیز به استفاده از مدل همادی تأکید داشته‌اند (Zare Chahouki *et al*., 2022) که در راستای نتایج این مطالعه است هرچند مطالعاتی نیز وجود دارند که بر طبق آن‌ها مدل اجماع هیچ برتری نسبت به مدل‌های منفرد ندارد (Hao *et al*., 2020).

محصول LST یکی از کارآمدترین داده‌های قابل‌استفاده در سیما–دما[25] است که در زمینهٔ بررسی زیستگاه کمتر مورد توجه محققین بوده است. این در حالی است که اختلاف داده‌های این دسته از محصولات با دمای واقعی بین ۱ تا ۲ درجهٔ کلوین تخمین زده شده است (Karami *et al*., 2023b)؛ بنابراین توصیه می‌شود که برای پایش و بررسی زیستگاه درگذشتهٔ نزدیک و همچنین پیش‌بینی‌های آینده از این دسته از داده‌های استفاده شود. مقیاس و تناوب داده محصول مودیس امکان بررسی این تغییرات را از سال ۲۰۰۳ تاکنون امکان‌پذیر کرده که با توجه به بازهٔ زمانی مناسب برای تغییر اقلیم که ۱۰ سال عنوان‌شده (Houghton, 2001)، به‌عنوان یکی از ملاک‌های آب و هوایی مؤثر بر تغییر اقلیم مناسب ارزیابی می‌شود.

[25]Thermal landscape

زیستگاه گونه‌های مختلف متناسب با وسعت و گسترهٔ توزیع گونه‌ها دارای تأثیرپذیری متفاوتی از روندهای فصلی تغییرات دما بوده است؛ اما افزایش دما در فصل زمستان به‌عنوان ویژگی مشترک مناطق حفاظت شده و زیستگاه گونه‌های کانونی است. افزایش دما در فصل زمستان، در مطالعات مختلفی که بر روی روند تغییرات LST انجام‌گرفته نیز عنوان شده است. در مطالعه‌ای که بر روی تغییرات فصلی دما انجام گرفت نتایج مشابهی حاصل گردید (Karbalaee *et al*., 2021). یافته‌های این تحقیق نشان دادند که افزایش دما در فصل زمستان (دی، بهمن و اسفند) بیشترین افزایش دما رخ داده است. در مطالعهٔ Karami و همکاران (۲۰۲۳b) که بر روی روند تغییرات دما بر روی زیستگاه سمندر آتشین (*Salamandra infraimmaculata*) نیز انجام گرفته بود یافته‌ها حاکی از آن بودند که این افزایش دما در زیستگاه این گونه نیز مشاهده‌شده که مشابه یافته‌های این مطالعه است. تغییرات فصلی دما و افزایش آن در فصل زمستان از مسائل پیش‌رو تغییرات اقلیمی در خاورمیانه است. در مطالعهٔ Karbalaee و همکاران (۲۰۲۱) کاهش پوشش برف به‌عنوان یک عامل مؤثر بر روی افزایش دما عنوان شده است؛ اما در این مطالعه نه‌تنها بخش‌های مرتفع بلکه بسیاری دیگر از مناطق استان که فاقد ارتفاعات هستند نیز روند افزایش دما را تجربه کرده‌اند. کوهستان‌ها به‌دلیل وجود شیب و ارتفاع بخش زیادی از تنوع زیستی را در خود جای‌داده‌اند (UNEP-WCMC 2002). علی‌رغم اینکه در بسیاری از مطالعات جابه‌جایی و حرکت به ارتفاعات به‌عنوان یک راهکار برای مقاله با تأثیرات تغییر اقلیم عنوان گردیده است (Karami *et al* ., 2023a) بنابراین به‌نظر می‌رسد این پدیده در مقیاس این مطالعه صحیح نیست چراکه در سطح استان اکثر مناطق تغییرات را تجربه کرده‌اند. دستیابی به صحت بالا نیازمند بررسی در سایر سطوح مانند تصاویر لندست است.

زیستگاه کل و بز به‌عنوان گونهٔ شاخص مناطق کوهستانی از این تغییرات مستثنا نبوده است و مشاهده می‌شود که تغییرات حتی این مناطق را نیز تحت تأثیر قرار داده‌اند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روندهای افزایشی دما در حال حاضر اکثر مناطق کوهستانی استان را نیز در برگرفته است. علاوه بر این، تغییرات زیستگاه قوچ و میش را نیز شامل شده است. این تغییرات معمولاً منجر به رخداد بهار زودرس می‌شوند این پدیده می‌تواند بر روی بسیاری از جنبه‌های زندگی سم‌داران تأثیر داشته باشد چراکه کمیت و کیفیت تغذیهٔ آن‌ها (Renner and Zohner, 2018) می‌تواند در اثر این تغییرات فصلی تغییر کند (Schröder *et al*., 2014) و تغییرات فنولوژی زودرس خواهد بود (Plard *et al*., 2014). به‌طورکلی تغییرات اقلیمی به ۲ شکل تحمیل دمای بالا و ایجاد چالش بین سازگاری افراد جوان و نرخ رویش منابع برای سم‌داران چالش ایجاد می‌کنند (Socolar *et al*., 2017). به‌طورمعمول با افزایش دما و کاهش برف، سم‌داران به بخش‌های مرتفع مهاجرت می‌کنند تا از علوفه‌ها استفاده کنند اما آیا این روند تغییرات دما و سبز شدن بهاره[۲۶] پوشش گیاهی می‌تواند بر روی گونه‌ها از جنبه شرایط بدنی، بقا (Bender *et al*., 2007) و باروری (Cook *et al*., 2004) مؤثر باشد. بنابراین تغییر در کیفیت علوفه نیز می‌تواند در مطالعات آتی مد نظر قرار گیرد. گونه‌های که دارای تغذیهٔ مناسب نیستند در مقابل صیادان آسیب‌پذیرتر هستند (Morin *et al*., 2021). از طرفی همیشه جابه‌جایی برای گونه‌ها به‌صورت ارتفاعی نیست. در مطالعهٔ Bíl و همکاران (۲۰۲۳) پیرامون بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر روی جابه‌جایی شوکا (*Capreolus capreolus*) در کشور چک، گزارش کردند که در یک بازهٔ زمانی ۳۸ ساله افزایش دما و تغییرات فنولوژی منجر شد که گونه به‌دنبال شرایط مطلوب از زیستگاه خارج شده و تصادف با وسایل نقلیه رخ دهد. آهو و جبیر نیز در این مطالعه روند افزایش دما را تجربه کردند و شدت این تغییرات افزایشی و کاهشی در زیستگاه آهوان بیشتر از زیستگاه جبیر است. این شواهد نشان می‌دهد که تغییرات دما در تمام اکوسیستم‌های استان رخ داده است. البته این افزایش‌ها همواره نمی‌تواند تأثیرات منفی داشته باشد به‌هرحال سم‌داران ساکن مناطق مختلف نیازمندهای زیستگاهی مختلفی داشته و ممکن است حساسیت یکسانی به تغییر اقلیم نداشته باشند (Chen *et al*., 2011). ازاین‌رو بررسی تأثیرپذیری این‌گونه به مطالعات بیشتری نیاز دارد.

طعمه‌خواران نیز باید از تغییرات رخ‌داده بر روی سم‌داران تأثیرپذیر باشند چراکه این رابطه بخش جدایی‌ناپذیر اکوسیستم است (Bastille-Rousseau *et al*., 2018). تغییرات دما علاوه بر تأثیری که بر روی طعمه‌ها دارد، می‌تواند بر روی ساختارهای پوشش گیاهی مؤثر باشد (Karami *et al*., 2023a). برای گونه‌هایی که از طریق کمین به شکار طعمه‌ها می‌پردازند ممکن است شرایط بدنی مهم نباشد (Elliott *et al*.,1977; Husseman *et al*., 2003) اما رسیدن به طعمه و عدم تشخیص آن به عنوان استراتژی

[26]Spring Green-Up

کمین می‌تواند مهم‌تر باشد (Morin et al., 2021). بنابراین به‌نظر می‌رسد پلنگ به این شکل می‌تواند از روند تغییرات دما اثرپذیری داشته باشد. هرچند ممکن است برای یوزپلنگ کیفیت شرایط زیستگاه و رفتار انتخاب زیستگاه از بعد اقلیمی نشان‌دهندهٔ سازگاری گونه با مناطقی با متوسط دمای بالا، بارش سالیانه کم و تغییرات فصلی زیاد باشد چراکه با افزایش بارندگی با شیبی ملایم از مطلوبیت زیستگاه گونه کاسته می‌شود (Shams *et al* ., 2019).

مطالعات محققین نشان داده که درصورتی‌که روند تغییرات به‌همین شکل ادامه پیدا کند ممکن است مناطق حفاظت‌شده دیگر توانایی پوشش زیستگاه گونه‌ها و تضمینی برای حفاظت را نداشته باشند (Araújo *et al*. 2004)؛ بنابراین این افزایش دما در این مناطق می‌تواند بسیاری مؤثر باشد چراکه مشخص‌شده اکوسیستم‌های نواحی کوهستانی شکننده هستند (Macchi 2010; Price and Butt 2000). یافته‌ها نشان می‌دهد که در مقیاس این مطالعه برخی مناطق کم و برخی نیز با شدت بیشتری تحت تاثیر افزایش دما قرار گرفته‌اند منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ کالمند با ارتفاع کم به نسبت سایر مناطق دارای تأثیرپذیری بالایی است با این حال منطقهٔ حفاظت شیرکوه نیز که به نسبت در ارتفاع بالا قرار دارد نیز روند تغییرات افزایشی را تجربه کرده است.

تقدیر و تشکر

از ادارهٔ کل محیط‌زیست استان یزد به‌واسطهٔ هماهنگی و همکاری در اجرای این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم. این پژوهش به شماره ۷۷۶۱/ ۱۴۰۲ با حمایت دانشگاه اردکان انجام‌گرفته است.

References

Almeida, C.R., Teodoro, A.C., Gonçalves, A., 2021. Study of the Urban Heat Island (UHI) using remote sensing data/techniques: A Systematic Review. Environments 8(10), 105.

Amiri, F., Tabatabaie, T., 2021. Determination of land surface temperature using Landsat images (Case study: Bushehr coastal lands). Journal of RS and GIS for Natural Resources 13(3), 38-49. (In Persian).

Araújo, M.B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P.H., 2004. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. Global Change Biology 10(9), 1618-1626.

Atabati, A., Adab, H., 2022. Evaluation of machine learning methods in spatial downscaling of average annual land surface temperature and air temperature. Journal of Natural Environment 75(4), 551-569. (in Persian)

Bender, L.C., Lomas, L.A., Browning, J., 2007. Condition, survival, and cause-specific mortality of adult female mule deer in north-central New Mexico. The Journal of Wildlife Management 71(4), 1118-1124.

Bíl, M., Andrášik, R., Kušta, T., Bartonička, T., 2023. Ungulate-vehicle crashes peak a month earlier than 38 years ago due to global warming. Climatic Change 176(7), 84.

Plard, F., Gaillard, J.M., Coulson, T., Hewison, A.M., Delorme, D., Warnant, C., Bonenfant, C., 2014. Mismatch between birth date and vegetation phenology slows the demography of roe deer. PLoS Biology 12(4), e1001828.

Chen, I.C., Hill, J.K., Ohlemüller, R., Roy, D.B., Thomas, C.D., 2011. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. Science 333(6045), 1024-1026.

Cook, J.G., Johnson, B.K., Cook, R.C., Riggs, R.A., Delcurto, T.I.M., Bryant, L.D., Irwin, L.L., 2004. Effects of summer-autumn nutrition and parturition date on reproduction and survival of elk. Wildlife Monographs 155(1), 1-61.

Datta, A., Schweiger, O., Kühn, I., 2020. Origin of climatic data can determine the transferability of species distribution models. NeoBiota 59, 61.

Elliott, J.P., Cowan, I.M., Holling, C.S., 1977. Prey capture by the African lion. Canadian Journal of Zoology 55(11), 1811-1828.

Faghih-sabzevari, N., Farashi, A., 2022. Identification of climate sanctuaries of wild goat (*Capra aegagrus*, Erxleben, 1777) in the future climate of Iran for conservation. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)* 35(3), 202-216. (In Persian)

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment 202, 18-27.

Hao, T., Elith, J., Lahoz-Monfort, J.J., Guillera-Arroita, G., 2020. Testing whether ensemble modelling is advantageous for maximising predictive performance of species distribution models. Ecography 43(4), 549-558.

Houghton, J.T., 2001. Appendix I–Glossary. Climate change 2001: the scientific basis: contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 149 p.

Husseman, J.S., Murray, D.L., Power, G., Mack, C., Wenger, C.R., Quigley, H., 2003. Assessing differential prey selection patterns between two sympatric large carnivores. Oikos 101(3), 591-601.

Kafaei, S., Karami, P., Mehdizadeh, R., Akmali, V., 2021. Relationship between niche breadth and range shifts of *Rhinopoma muscatellum* (Chiroptera: Rhinopomatidae) in climate change scenarios in arid and semiarid mountainous region of Iran. Journal of Mountain Science 18(9), 2357-2376.

Kakehmami, A., Ghorbani, A., Asghari Sarasekanrood, S., Ghale, E., Ghafari, S., 2020. Study of the relationship between land use and vegetation changes with the land surface temperature in Namin County. Journal of RS and GIS for Natural Resources 11(2), 27-48. (In Persian)

Karami P, Shayesteh K, Esmaeili M. Highlighting the Importance of the Vegetation Variable on Distributed Land surface temperature on different land use/land cover in Javanrud city range. PEC 2020 7(15), 333-356. (in Persian)

Karami, P .2021. Identifying and Analyzing Distribution of Habitat's Hotspots of Salient Vertebrates from Landscape Perspective in Kermanshah Province. Ph.D. Thesis of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University. 421 p. (In Persian)

Karami, P., Tavakoli, S., Esmaeili, M., 2023a. Evolution of seasonal land surface temperature trend in pond-breeding newt (*Neurergus derjugini*) in western Iran and eastern Iraq. Ecological Processes 12(1), 14.

Karami, P., Tavakoli, S., Esmaeili, M., 2023b. Monitoring spatiotemporal impacts of changes in land surface temperature on near eastern fire salamander (*Salamandra infraimmaculata*) in the Middle East. Heliyon 9(6).

Karbalaee, A.R., Beygam Hejazizadeh, Z., Masoodian, S.A. and Keikhosravi Kiany, M., 2021. Trend Analysis of Land surface temperature using Remote Sensing Data in Iran. Journal of Geography and Environmental Hazards 10(2), 93-109. (In Persian)

Khosravi, M., Chamani, A., Mirzaei, R., 2021. The impact of climate change on the effectiveness of the conservation network with respect to the Bovidae and Cervidae family in Iran. *Journal of Natural Environment* 74(2), 208-223. (In Persian)

Macchi M .,2010. Mountains of the World–Ecosystem Services in a Time of Global and Climate Change: Seizing Opportunities–Meeting Challenges. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandu, Nepal. p20.

Maria, B., Udo, S., 2017. Why input matters: Selection of climate data sets for modelling the potential distribution of a treeline species in the Himalayan region. Ecological Modelling 359, 92-102.

Mokhtari, Z., Barghjelveh, S., Sayahnia, R., Karami, P., Qureshi, S., Russo, A., 2022. Spatial pattern of the green heat sink using patch-and network-based analysis: Implication for urban temperature alleviation. Sustainable Cities and Society 83, 103964.

Moradi, E., Tavili, A., Asadollahi, M., Ahmadi Roknabadi, M.R., 2022. Spatial modeling of *Trigonella elliptica* potential habitat using environmental variables and machine learning technique in the Rangelands of Yazd province, Journal of Natural Environment 75(2), 291-306. (In Persian)

Moradi, M., Darand, M., 2022. Trend analysis of land surface temperature over Iran based on land cover and topography. International Journal of Environmental Science and Technology 19(8), 7229-7242. (In Persian)

Morin, A., Chamaillé-Jammes, S., Valeix, M., 2021. Climate effects on prey vulnerability modify expectations of predator responses to short-and long-term climate fluctuations. Frontiers in Ecology and Evolution 8, 601202.

Price, M.F., Butt, N. eds., 2000. Forests in sustainable mountain development: a state of knowledge report for 2000. Task Force on Forests in Sustainable Mountain Development. CABI Publishing.

Renner, S.S., Zohner, C.M., 2018. Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates. Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics 49, 165-182.

Schröder, W., Schmidt, G., Schönrock, S., 2014. Modelling and mapping of plant phenological stages as bio-meteorological indicators for climate change. Environmental Sciences Europe 26(1), 1-13.

Shafiezadeh, M., Moradi, H., Fakheran, S., Pourmanafi, S., 2018. Modeling Focal-Species Habitat Suitability for Biodiversity Conservation Planning in the Southeastern Iran. Iranian Journal of Applied Ecology 7(3), 51-66. (In Persian)

Shams, A., Nezami, B., Raygani, B., Shams Esfand Abad, B., 2019. Climate change and its effects on Asiatic Cheetah suitable habitats in Center of Iran (Case study: Yazd Province), *Journal of Animal Environment* 11(3), 1-12. (In Persian)

Socolar, J.B., Epanchin, P.N., Beissinger, S.R., Tingley, M.W., 2017. Phenological shifts conserve thermal niches in North American birds and reshape expectations for climate-driven range shifts. Proceedings of the National Academy of Sciences 114(49), 12976-12981.

Srivastava, P.K., Majumdar, T.J., Bhattacharya, A.K., 2009. Surface temperature estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM+ thermal infrared data. Advances in space Research 43(10), 1563-1574.

Tavousi, T., Kajehamiri Khaledi, C., Salari Fanoudi, M.M.R. 2021. Review of Iran's Climatic Zoning Based on Some Climate Variables, Desert Management 8(16), 17-36. (In Persian)

UNEP-WCMC. 2002. Mountain Watch: Environmental Change and Sustainable Development in Mountains. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

Zare Chahouki, M.A., Karami, P., Piri Sahragard, H., 2022. Ensemble Modeling Approach to Predict the Potential Distribution of *Artemisia sieberi* in Desert Rangelands of Yazd Province, Central Iran. Journal of Rangeland Science 12(4), 326-340.