

تغییرات اقلیمی و اثرات آن بر زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ آسیایی در مرکز ایران (مطالعه موردی: استان یزد)

- علی شمس: گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، کرج، ایران
- باقر نظامی بلوچی*: گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، کرج، ایران
- بهزاد رایگانی: گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، کرج، ایران
- بهمن شمس‌اسفندآباد: گروه محیط زیست، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

چکیده

زیرگونه به شدت در خطر انقراض یوزپلنگ آسیایی با جمعیتی کم‌تر از ۴۰ فرد، فقط در زیستگاه‌های بیابانی فلات مرکزی کشور ایران باقی مانده است. زیستگاه‌های این گونه، که شامل زیستگاه‌های استان یزد و مناطق هم‌جوار است، از سال ۱۳۸۰ با بیش‌ترین کاهش جمعیت روبه‌رو بوده است. تغییرات اقلیمی و خشکسالی بر حیات وحش و زیستگاه‌های آن‌ها اثر مهمی دارد و در نابودی و انقراض آن‌ها بسیار اثرگذار است. از این‌رو در این پژوهش، طی یک دوره ۱۴ ساله (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳)، به بررسی تغییرات اقلیمی زیستگاه‌های یوز در محدوده‌ای به مساحت ۲/۹ میلیون هکتار در استان یزد که مهم‌ترین مناطق انقراض محلی جمعیت یوز در ایران است، پرداخته شد. در این تحقیق ابتدا با روش بیش‌ترین بی‌نظمی، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ انجام شد. سپس با استفاده از روش سری‌های زمانی سنجنده مودیس تغییرات بیشینه درجه حرارت سطح زمین بررسی و با کمک داده ایستگاه‌های هواشناسی طی دوره مطالعه تغییرات مجموع بارش سالیانه بررسی گردید. ارزیابی تغییرات بیشینه درجه حرارت زمین در زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ نشان می‌دهد که ۲۴ درصد از سطح این منطقه، با افزایش میانگین درجه حرارت طی این دوره مواجه شده است. هم‌چنین کاهش مجموع بارش سالیانه در قسمتی از مناطق جنوبی منطقه مطالعاتی مشهود است. اما بررسی‌ها برای شناسایی دلایل تغییرات زیستگاه یوزپلنگ آسیایی نشان داد که فاکتورهای تغییرات اقلیمی، شامل تغییرات بیشینه دمای سطح زمین و تغییرات مجموع بارش سالیانه، طی دوره مطالعه معنی‌دار نیست. از این‌رو به نظر می‌رسد بیش‌ترین دلیل تغییرات در زیستگاه‌های جنوبی منطقه مطالعاتی از زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی طی دوره این پژوهش، عوامل غیر اقلیمی است و عوامل انسانی به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر این تغییرات اثر داشته‌اند.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیمی، یوزپلنگ آسیایی، استان یزد، درجه حرارت زمین، بارش سالیانه، عوامل انسانی



مقدمه

(انجمن یوزپلنگ ایرانی، ۱۳۹۶). این گونه در زیستگاه خود در استان یزد تخصصی عمل می‌کند و به دامنه محدودی از شرایط زیستی وابستگی دارد (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به از دست رفتن پویایی این گونه در زیستگاه‌های مرکز ایران، در این مطالعه پس از مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه طی دوره مطالعه ضروری است که مشخص شود چه مقدار از تغییرات مطلوبیت زیستگاه در این ناحیه ناشی از عوامل انسانی و چقدر طبیعی است. برای این منظور به بررسی دو عامل مهم از عوامل طبیعی تاثیرگذار بر تغییرات اقلیمی یعنی بیشینه تغییرات دمای سطح زمین و مجموع بارش سالانه که طی بازه‌های کوتاه (۱۴ ساله) تاثیرپذیر از عوامل انسانی نیستند، می‌پردازیم (Kay و همکاران، ۲۰۰۹). بارندگی از بی ثبات‌ترین متغیرهای اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود اما در نبود اطلاعات طولانی مدت از دیگر فاکتورهای اقلیمی، این فاکتور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود (Guttman، ۱۹۹۸). از آن جهت که تغییرات بارش به‌طور مستقیم در رطوبت خاک، جریان‌های سطحی و زیرزمینی انعکاس می‌یابد، لذا اولین برداری است که می‌تواند در بررسی هر حالتی از خشکسالی مورد توجه قرار گیرد (نوحی و عسگری، ۱۳۸۴). استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره‌ای، با قابلیت‌های خوب مکانی و زمانی نیز به پایش مکانی و زمانی تغییرات اقلیمی کمک می‌کنند (Wang و همکاران، ۲۰۰۱). مشخص‌سازی و توصیف روند تغییرات در طول زمان، گامی اساسی در تعیین نیروهای تاثیرگذار و شناخت مکانیسم تغییرات است و در این فرآیند، تولید نقشه‌هایی با دقت، از عناصر سرزمین، یکی از ابزارهای مهم در پایش عرصه‌های منابع طبیعی و محیط‌زیست به‌شمار می‌آید (عباس‌زاده‌تهرانی و صابری، ۱۳۹۲). چنین ارزیابی‌هایی اغلب نیاز به استفاده از داده‌های ماهواره‌ای دارد (Baugh و Groeneveld، ۲۰۰۶). چراکه بررسی منابع زمینی با استفاده از روش‌های سنتی معمولاً زمان‌بر و مستلزم هزینه‌های زیاد می‌باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۸۵). اما بهره‌وری از داده‌های ماهواره‌ای باعث شناسایی راحت‌تر تغییرات ناگهانی و غیرمترقبه و یا تغییرات با روند آرام در گذر زمان می‌شود (مرادی و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی دلایل تغییرات پویایی جمعیت یوزپلنگ آسیایی با کمک این داده‌ها، منجر به ارائه راهکارهای مدیریتی برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و انسانی بر زیستگاه‌های گونه می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی: استان یزد به مساحت حدود ۷/۴ میلیون

هکتار، در اقلیم خشک و نیمه‌خشک مرکز ایران واقع

تغییرات اقلیمی عبارت است از تغییرات در آمارهای آب و هوایی یک منطقه در دوره‌ای ۱۰ ساله و بیش‌تر (Houghton، ۲۰۰۱). طبق آمارهای هیئت بین‌المللی تغییرات اقلیمی (IPCC= Critical Endangered) (۲۰۰۷) طی سال‌های آتی افزایش دمای کره زمین و خشکسالی را در جهان خواهیم داشت. هم‌چنین بررسی‌های علمی از افزایش ۱/۸ الی ۴ درجه سانتی‌گراد میانگین دمای سطح زمین طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ حکایت دارد (Solomon، ۲۰۰۷). یکی از اصلی‌ترین نشانه‌های تغییرات اقلیمی در مناطق بیابانی، تغییرات در دوره‌های خشکسالی است (Teachers، ۱۹۹۵). خشکسالی پدیده‌ای است که با کمبود بارندگی اتفاق می‌افتد و ادامه‌دار شدن آن باعث نابودی حیات در طبیعت خواهد شد. مطالعات نشان می‌دهد فاکتور بارش با خشکسالی همبستگی دارد (رضایی خوزانی و همکاران، ۱۳۹۵). هم‌چنین اثر منفی خشکسالی در مناطقی که با قرار گرفتن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک (مانند ایران) با محدودیت‌های منابع آبی مواجه هستند، بیش‌تر است و گاهی به بحران تبدیل می‌گردد (Wei و Wang، ۱۹۹۸). شناسایی این‌که تغییرات اقلیمی و خشکسالی منشأ انسانی یا طبیعی دارد کاری بسیار دشوار است. یک دلیل عدم قطعیت در اثبات منشأ تغییرات اقلیمی، وابستگی آن به نوسانات طبیعی فاکتورهای اقلیمی مانند دما و بارش است (Kay و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات نشان می‌دهد تغییرات اقلیمی و خشکسالی بر حیات وحش و زیستگاه‌های آن‌ها اثر مهمی دارد و در نابودی و انقراض آن‌ها بسیار اثرگذار است (Glick و همکاران، ۲۰۱۰؛ Metzger و همکاران، ۲۰۰۸). گوشت‌خواران با اهمیت بوم‌شناختی ویژه، نقش مهمی در زنجیره غذایی دارند که مدیریت و حفاظت از آن‌ها را ضروری می‌کند (Ordiz و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از این گوشت‌خواران مهم، زیرگونه آسیایی یوزپلنگ است که امروزه در طبقه به‌شدت در خطر انقراض (CR= Critical Endangered) قرار دارد (IUCN، ۲۰۱۴) و از این زیرگونه نادر در ایران، به‌عنوان آخرین پناهگاه آن، تنها کم‌تر از ۴۰ فرد باقی‌مانده است (نظامی‌بلوچی، ۱۳۹۶؛ Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۶) بررسی‌های جمعیت این گونه طی حدود یک و نیم دهه قبل نشان داد، جابه‌جایی‌های طولانی چند یوزپلنگ نر و مشاهده آن‌ها در بیش‌تر مناطق، حاکی از دست رفتن پویایی جمعیت این گونه و عدم موفقیت آن‌ها برای جفت‌گیری در زیستگاه‌های جنوب‌غربی یوزپلنگ آسیایی است (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۳). هم‌چنین بررسی دوربین‌های تله‌ای نشان داد که هیچ‌گونه ثبت تصویری از یوزهای ماده‌ها و یا زادآوری پس از سال ۱۳۹۰ رخ نداده است



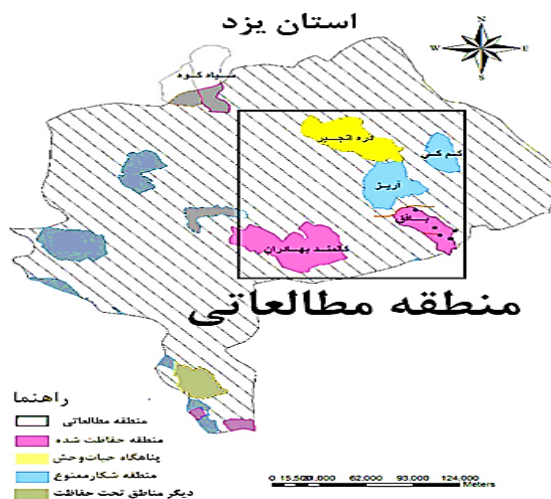
منطقه مطالعاتی به کمک تحلیل روند سری‌های زمانی مودیس طی دوره مطالعه و مشخص کردن نوع و شدت و معنی‌داری آن. (ج) ارزیابی تغییرات مجموع بارش سالانه در منطقه مطالعاتی به-کمک تحلیل روند سری‌های زمانی و داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی طی دوره مطالعه و مشخص کردن نوع و شدت و معنی‌داری آن.

داده مورد استفاده: برای بررسی تغییرات بیشینه درجه حرارت سطح زمین از داده‌های سنسجس از دور سنجنده مودیس استفاده شد. سنجنده مودیس توسط دو سکوی ماهواره Terra، که از سال ۱۹۹۹، و Aqua، که از سال ۲۰۰۲ به فضا پرتاب شدند، کل سطح زمین را در یک الی دو روز تصویربرداری می‌کند. در این پژوهش محصول MOD11 از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ از طریق آرشیو NASA دریافت شد (Ceccato و همکاران، ۲۰۱۰). داده‌های ثبت شده و کتابخانه‌ای مربوط به مشخصات مناطق، حضور گونه‌ها، محل جاده‌ها و راه‌های فرعی، نقاط معادن، و داده‌های اقلیمی که با مرور منابع و مراجعه به اشخاص و ارگان‌ها از جمله سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل محیط‌زیست استان یزد، اداره صنایع، معادن و تجارت، سازمان هواشناسی تهیه و جمع‌آوری شدند. داده‌های به‌دست آمده از کار میدانی که شامل جمع‌آوری نمایه‌ها، مشاهدات مستقیم حیات وحش، بررسی و ثبت وضعیت تعارضات منطقه، نقاط آبی و پاسگاه‌های حفاظتی، صحت‌سنجی داده‌های معادن، راه‌ها و پوشش گیاهی و تهیه تعدادی از نقاط حضور گونه می‌باشد. استفاده از داده‌های دوربین‌های تله‌ای انجمن یوزپلنگ ایرانی در طی سه فاز دوربین‌گذاری (انجمن یوزپلنگ ایرانی، ۱۳۹۶) که طی سه فاز پایش مجموع ۱۹۳ هزار عکس در منطقه مطالعاتی ثبت کرده‌اند. این تصاویر بررسی و نقاط حضور یوزپلنگ آسیایی و طعمه‌های اصلی آن شامل جبیر، آهو، قوچ و میش و کل و بز از آن‌ها استخراج شد.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه: در این تحقیق، برای شناسایی تاثیر تغییرات اقلیمی بر زیستگاه یوزپلنگ آسیایی ابتدا لازم بود که زیستگاه‌های مطلوب این گونه در منطقه مورد مطالعه مشخص می‌شد. در میان روش‌های مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، روش حداکثر بی‌نظمی (Maximum Entropy) یا مکسنت (MaxEnt) که برای نمایش پراکندگی گونه‌ها به‌وجود آمده است، از لحاظ کارکرد از بهترین روش‌های مدل‌سازی برای گوشت‌خواران با تعداد نقاط کم حضور محسوب می‌شود (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۳) داده‌های خام نقاط حضور جمع‌آوری شده، پس از ورود به نرم‌افزار SPSS18 جهت بررسی نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند. از

شده است. نواحی استپی و بیابانی استان یزد به یکی از آخرین زیستگاه‌های یوز مبدل شده است و بیش‌ترین تعداد زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی، تحت حفاظت سازمان محیط زیست را در خود جا داده است (نظامی‌بلوچی، ۱۳۹۶: Conservation of Asian Cheetah Project، ۲۰۰۸). از بین مناطق تحت حفاظت این استان و کل زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی در مرکز و جنوب ایران، براساس آخرین بررسی‌ها و مشاهدات مستند از حضور یوزپلنگ مناطق تحت نظارت پروژه بین‌المللی حفاظت از یوزپلنگ آسیایی و گزارشات دوربین‌های تله‌ای (انجمن یوزپلنگ ایرانی، ۱۳۹۶) منطقه‌ای به وسط ۲/۹ میلیون هکتار از استان یزد برای مطالعه کنونی انتخاب گردید که شامل مناطق چهارگانه و شکار ممنوع زیر است (شکل ۱):

- ۱- پناهگاه حیات وحش دره انجیر و نی باز
 - ۲- منطقه حفاظت شده کوه بافق
 - ۳- منطقه شکار ممنوع آریز
 - ۴- منطقه شکار ممنوع کم کی
 - ۵- منطقه حفاظت شده کالمند-بهداران
- در همه این مناطق گزارش مستند حضور یوزپلنگ از سال ۱۳۸۰ وجود دارد و در بسیاری از آن‌ها هنوز نیز حضور این گونه ثبت می‌شود (نظامی‌بلوچی، ۱۳۹۶).



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مطالعاتی در استان یزد و پراکندگی مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست

روش تحقیق: مراحل تحقیق این پژوهش شامل موارد زیر است:
الف) مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی براساس اطلاعات حضور به‌دست آمده طی ۱۴ سال از ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ به منظور شناسایی زیستگاه‌های گونه. ب) ارزیابی تغییرات دمای سطح



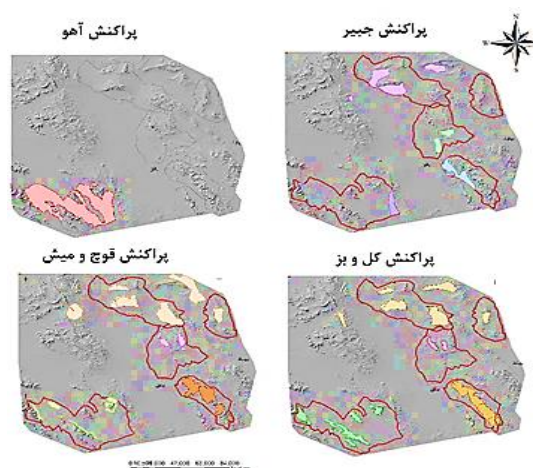
تغییرات خشکسالی تولید شده‌اند (Kogan و Liu؛ ۱۹۹۵، Kogan و Lozano-Garcia؛ ۱۹۹۶ و همکاران، ۱۹۹۵). بر همین اساس، محققین مبادرت به ارزیابی و پایش مکانی و زمانی خشکسالی با استفاده از سری‌های زمانی LST نمودند. این ارزیابی‌ها در بلندمدت فاکتور مهمی در شناسایی تغییرات اقلیمی مناطق محسوب می‌شود (Jin و همکاران، ۲۰۰۵). برای بررسی تغییرات دما در سطح کره زمین استفاده از داده‌های سنجنده مودیس یکی از روش‌های کارآمد محسوب می‌شود (Weng و همکاران، ۲۰۱۴). لذا در این مطالعه از محصول MOD11 سنجنده مودیس برای بررسی تغییرات بیشینه دمای سالیانه سطح زمین استفاده شد. پس از استانداردسازی، پیش پردازش داده‌ها مدل سری زمانی صورت گرفت. سپس با بازدید میدانی بر اساس مناطق کاهشی و افزایشی معنی‌دار تغییرات دمایی، انتخاب گردید. در ادامه تحلیل روند درون سالانه از ترکیب دو روش تیل-سن (Theil-Sen) و من-کندال (Mann-Kendall)، انجام شد.

جدول ۱: لایه‌های زیست محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی یوزپلنگ

ردیف	نام متغیر	منبع
۱	جهت جغرافیایی	بانک اطلاعات Aster Worldclim.org
۲	متوسط دمای سالیانه	ایستگاه‌های هواشناسی
۳	فاصله از نقاط معدنی	سازمان صنایع و معادن
۴	تراکم پوشش گیاهی	بانک اطلاعات Landsat
۵	فاصله از جاده‌ها	بانک اطلاعات وزارت راه
۶	درصد شیب	بانک اطلاعات Aster
۷	پراکنش جبیر	داده‌های ادارات، دوربین‌های تله‌ای و کار میدانی
۸	پراکنش آهو	داده‌های ادارات، دوربین‌های تله‌ای و کار میدانی
۹	پراکنش کل و بز	داده‌های ادارات، دوربین‌های تله‌ای و کار میدانی
۱۰	پراکنش قوچ و میش	داده‌های ادارات، دوربین‌های تله‌ای و کار میدانی

پیش‌پردازش: در این پژوهش پس از جداسازی منطقه مطالعاتی، داده‌های ۱۶ روزه برای حذف ابر و آلودگی غباری به روش تلفیق سری (Aggregate) در مدل‌سازی روند زمین (Earth Trend Modeler) به داده‌های ۳۰ روزه با مقدار بیشینه (Maximum Value) تلفیق شد (Forkel و همکاران، ۲۰۱۳). سپس از دو روش حذف اثر فصلی (Deseason) برای برطرف کردن اثر فصلی به منظور تحلیل روند سالانه داده‌ها استفاده شد. هم‌چنین برای برطرف کردن اثر نواری (Banding) در تصویر از روش Inverse PCA استفاده شد.

آن‌جایی که تعداد نقاط کم‌تر از ۲۰۰۰ عدد بود، تست Shapiro-Wilk بهترین گزینه برای آزمون نرمال بودن داده‌هاست (Zar، ۱۹۹۹). فاکتورهای زیست محیطی مورد استفاده برای حضور یوز، پوشش گیاهی، تعارضات انسانی، متغیرهای توپوگرافی و منابع آبی می‌باشد (Broomhall و همکاران، ۲۰۰۷؛ Bernard و Bissett، ۲۰۰۳؛ Caro، ۱۹۹۴). برای تهیه لایه‌های زیستگاه از نرم‌افزارهای Arc GIS 10.2، IDRISI Selva و Erdas Imagine 2014 و TerrSet استفاده گردید.



شکل ۲: نقشه پراکنش طعمه‌های اصلی یوزپلنگ در منطقه مورد مطالعه

پس از آماده‌سازی کلیه لایه‌ها برای بررسی همبستگی بین آن‌ها و جلوگیری از اربیبی از نرم‌افزار ENMTools 1.4.4 استفاده شد (Warren و همکاران، ۲۰۱۰). در نهایت ۱۰ لایه در مدل‌سازی یوزپلنگ آسیایی استفاده شد که در جدول ۱ مشخص شده‌است. نقاط حضور یوزپلنگ از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ جمع‌آوری، پردازش و داده‌های پرت از آن خارج شد. پس از حذف نقاط پرت و تکراری، ۱۲۲ نقطه از حضور یوزپلنگ در نرم‌افزار اکسل با فرمت CSV* حاصل شد.

ارزیابی تغییرات بیشینه سالیانه دمای سطح زمین:

تغییرات طبیعی در سری‌های زمانی طی هر دوره‌ای را روند (Trend) می‌نامند. روش تحلیل روند یکی از روش‌های سری زمانی برای جستجوی حضور روندهای طولانی مدت است. یکی از شاخص‌های مهم در شناسایی روند خشکسالی، شناسایی تغییرات درجه حرارت سطح کره زمین (LST=Land Surface Temperature) است (Moran و همکاران، ۱۹۹۴). LST به دلیل این‌که یکی از پارامترهای کلیدی در فیزیک سطح زمین در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی است، یک شاخص خوب برای نمایش تعادل انرژی در سطح زمین است. داده‌های سری زمانی LST برای تعیین و پایش

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & s > 0 \\ 0 & s = 0 \\ \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & s < 0 \end{cases} \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$S = \sum_{j=1}^n \sum_{i=j+1}^n \text{sgn}(VI_j - VI_i), \text{VAR}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

$$\text{sgn}(VI_j - VI_i) = \begin{cases} 1, & VI_j - VI_i > 0 \\ 0, & VI_j - VI_i = 0 \\ -1, & VI_j - VI_i < 0 \end{cases}$$

Z آماره آزمون من-کندال است. وقتی قدرمطلق آماره Z در سطح معنی داری ۵ درصد بزرگتر از ۱/۹۶ یا کوچکتر از ۱/۹۶- باشد در این صورت روند متغیر، معنی دار می باشد. مقدار منفی آماره Z نشان دهنده روند کاهشی و مقدار مثبت Z نشان دهنده روند افزایشی است. VIj و VIi نشان دهنده ارزش دما و بارش در سری i و j است. n طول سری زمانی (در این مطالعه ۱۴ سال) و دامنه ارزشی z از $-\infty$ تا $+\infty$ است.

نتایج

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ

صحت اطلاعات خروجی: نمودار ROC مدل سازی یوزپلنگ و انحراف معیار آن مقدار AUC را برای داده‌ها ۰/۹۰۵ نشان داد که گویای دقت بسیار بالای مدل سازی است.

اهمیت پارامترها: براساس خروجی‌های آزمون جک‌نایف متغیر به کار رفته در این مدل سازی، پراکنش جیبی بیشترین نقش را در مدل سازی ایفا کرده است. بعد از آن باقی طعمه‌ها به ترتیب آهو، کل‌وبز و قوچ و میش بیشترین تأثیر را در مدل سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ داشته‌اند. پس از این پارامترها میانگین دمای سالیانه و فاصله از معادن نیز از فاکتورهای مهم در مدل سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ هستند که در اولویت بعد قرار دارند. با افزایش میانگین دما مطلوبیت یوزپلنگ افزایش ولی در میانگین دماهای سالیانه بالاتر از ۲۳ کاهش می‌یابد. هم‌چنین جاده منحصر به‌فردترین متغیر در این مدل سازی است.

نقشه مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ: نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی در منطقه مطالعاتی در شکل ۳ ارائه شده است. برای شناسایی حد مطلوبیت زیستگاه از یک فاکتور آماری مجموع حساسیت و خاصیت مدل سازی استفاده می‌گردد. این عدد براساس خروجی آزمون میزان حساسیت و اختصاصی بودن خروجی مدل سازی این پژوهش ۷ درصد بوده است. با کلاسه‌بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه مشخص شد از مجموع ۲۹۰۵۶۵۸ هکتار مساحت منطقه مورد مطالعه ۸۷۷۵۰۳ هکتار آن زیستگاه مطلوب

پردازش: در این پژوهش برای بررسی روند تغییرات از روش‌های ناپارامتری روند میانه (تیل-سن) برای تحلیل آماری شیب تغییرات و من-کندال برای معنی دار بودن این تغییرات در میانگین درجه حرارت زمین استفاده شد. سپس نتایج این دو آزمون با یکدیگر تلفیق شده و نقشه مناطق معنی دار با شیب افزایشی، مناطق معنی دار با شیب کاهشی و مناطق بدون روند معنی دار تغییرات درجه حرارت زمین تولید شد.

ارزیابی تغییرات مجموع بارش سالیانه: برای بررسی مجموع بارش سالیانه به عنوان یک عامل تغییرات اقلیمی از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی واقع در منطقه مطالعاتی استفاده شد. در ادامه لازم بود که اطلاعات سال‌های مختلف به صورت سری زمانی مطالعه شود لذا با بررسی منابع مشخص شد که بین مجموع بارش سالیانه و لایه‌های زمین آماری (DEM) همبستگی بالایی وجود دارد (Walter و همکاران، ۲۰۱۱). رگرسیون به ترتیب برای ایستگاه‌های بهاباد، یزد، مهریز و بافق به ترتیب ۰/۷۶، ۰/۷۲، ۰/۸۱ و ۰/۷۹ بود. لذا با به دست آوردن رگرسیون همبستگی ارتفاع ایستگاه‌های هواشناسی با مجموع بارش سالیانه هر ایستگاه برای هر سال معادله آن سال به دست آمد. با ضرب این معادله در نقشه DEM نقشه مجموع بارش سالیانه تهیه شد. سپس با استفاده از سری‌های زمانی سالیانه مدل تغییرات روند سالیانه برای بارش در منطقه مطالعاتی تهیه گردید. بررسی معنی داری داده‌ها از آزمون من کندال استفاده شد (Robson و Kundzewicz، ۲۰۰۰). برای به دست آوردن تغییرات درجه حرارت بیشینه سالیانه از فرمول زیر نقشه درجه سانتی‌گراد تهیه شد:

$$\text{Slope} * N(\text{years}) * 0.2 \quad (\text{رابطه ۱})$$

آزمون روند میانه تیل-سن: روند میانه تیل-سن یک روش غیر پارامتریک آماری با ثبات است و شیب و عرض از مبدأ بین هر جفت داده مشاهداتی را محاسبه می‌کند (تیل Thiel، ۱۹۵۰)؛ سن (Sen، ۱۹۶۸). در این پژوهش از شیب میانه تیل-سن، استفاده شد که با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

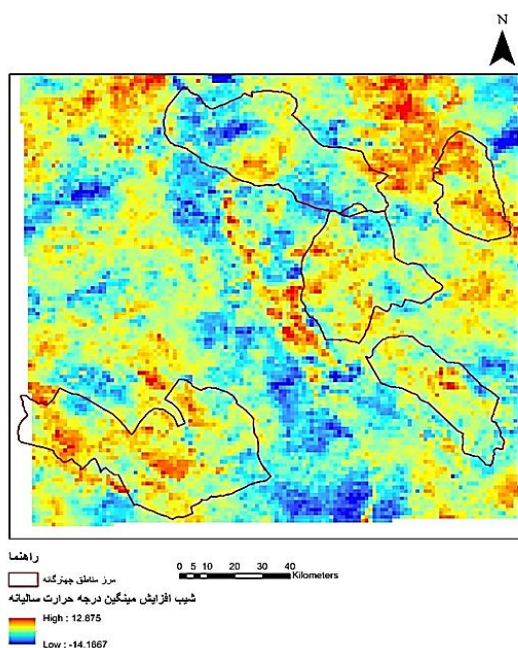
$$\beta = \text{Median} \left(\frac{VI_j - VI_i}{t_j - t_i} \right), \quad j > i \quad (\text{رابطه ۲})$$

β شیب میانه تیل-سن، Median میانه داده‌ها، t_j و t_i عدد سال‌ها و VI_i نشان دهنده ارزش مجموع بارش یا میانگین درجه حرارت سال i می‌باشد. اگر $\beta > 0$ باشد روند دما و بارش در حال افزایش است. در مورد $\beta < 0$ عکس این قضیه صادق است (Cao و همکاران، ۲۰۱۴).

آزمون معنی داری من کندال: این روش یک آزمون آماری ناپارامتری است که در آن نمونه‌ها به توزیع ویژه‌ای نیاز ندارند (Kendall، ۱۹۷۵). معادله این روش در زیر ارائه شده است:



تغییرات بیشینه درجه حرارت سطح زمین: بعد از پردازش روند سری زمانی نقشه‌های بیشینه دما، شیب تغییرات روند حاصل از روش میانه تیل-سن به دست آمد که در شکل ۴ مشخص شده است. براساس بررسی تغییرات بیشینه درجه حرارت سطح زمین با سری‌های زمانی، مناطق با رنگ آبی دارای شیب منفی و ارزش کم‌تر از صفر و به معنی شیب کاهش دما، مناطق با رنگ قرمز دارای شیب مثبت و ارزش بیش‌تر از صفر و به معنی افزایش میانگین دما می‌باشد.

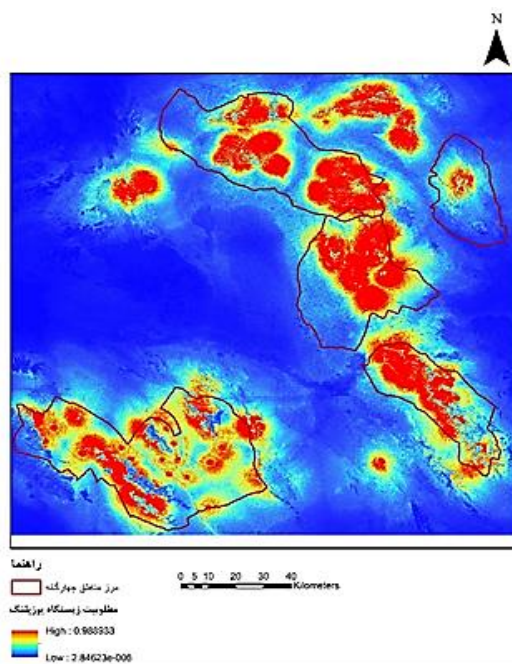


شکل ۴: شیب روند افزایش دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه و مرز مناطق تحت مدیریت

در این پژوهش از ترکیب دو روش در تحلیل روند آمون معنی‌دار من-کندال و شیب حاصل از تیل-سن استفاده شد. بر این اساس روند منطقه به سه سطح، با تغییرات یکنواخت تقسیم شد. نتایج نشان داد که روند کاهشی و افزایشی دما در سطح ۵ درصد ($Z < -1/96$ و $Z > 1/96$) معنی‌دار نیست. بدین ترتیب عامل تغییرات دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه معنی‌دار نیست و دلیل کاهش پویایی جمعیت یوزپلنگ در این منطقه افزایش بیشینه دما در طی دوره مطالعه این پژوهش نبوده است.

بررسی مجموع بارش سالیانه: نتایج مقایسه مجموع بارش سالیانه نشان می‌دهد به غیر از منطقه بهاباد که ۰/۶ شیب مثبت افزایش مجموع بارش سالیانه را شاهد بوده است سه ایستگاه دیگر کاهش با شیب منفی را داشته‌اند که از این میان ایستگاه بافق با شیب ۲/۴- بیش‌ترین کاهش مجموع بارش سالیانه را شاهد بوده

یوزپلنگ است. براین اساس ۳۰/۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه برای یوز مطلوب بوده است. از مساحت زیستگاه مطلوب یوزپلنگ ۵۱/۷ درصد آن در داخل مناطق چهارگانه قرار گرفته است. همچنین ۸۲ درصد از مناطق چهارگانه دارای مطلوبیت زیستگاه برای یوزپلنگ هستند. نقشه مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی به همراه مرز مناطق حفاظت‌شده به تفکیک در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۳: نقشه مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ در منطقه مطالعاتی

جدول ۲: نسبت سطح زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ در مناطق حفاظت‌شده

نام منطقه	مساحت منطقه (هکتار)	زیستگاه مطلوب (هکتار)	درصد مطلوبیت
دره‌انجیر	۱۷۵۳۰۲	۱۵۴۴۴۶	۸۸
کالمند و بهادران	۲۲۹۰۰۰	۲۰۸۳۹	۹۱
کوه بافق	۸۸۵۲۷	۸۲۳۳	۹۳
شکارممنوع آریز	۱۳۱۳۳۰	۱۱۰۱۰۲	۸۳
شکارممنوع بهاباد	۶۴۵۷۵	۳۵۶۱۴	۵۵

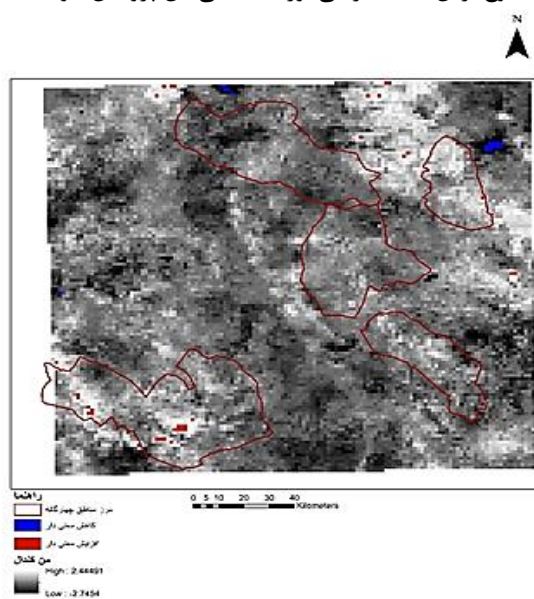
طبق اطلاعات موجود در جدول ۲ بیش‌ترین سطح زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ آسیایی در منطقه حفاظت‌شده کوه بافق و کالمند و بهادران است. نکته مهم، عدم حضور این گونه در همین دو منطقه طی سال‌های اخیر است که نشان می‌دهد این گونه در زیستگاه اصلی خود با انقراض روبروست. از طرف دیگر میزان مطلوبیت در دو منطقه آریز و دره‌انجیر بیش‌تر است.

بحث

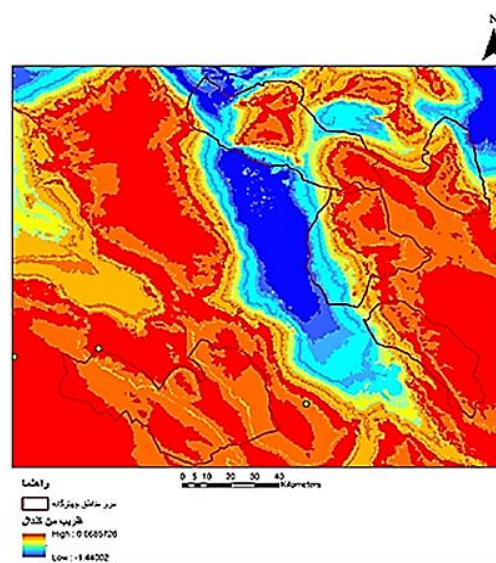
مطلوبیت زیستگاه: یوزپلنگ آسیایی به شدت در خطر انقراض، که کمیابترین گربه سان دنیا محسوب می شود، از سرتاسر محدوده تاریخی خود در جنوب غربی آسیا ناپدید شده است (نظامی بلوچی، ۱۳۹۶) و اکنون کاملاً قطعی شده که این گونه تنها در زیستگاه های بیابانی فلات مرکزی ایران زیست می کند (Conservation of Asian Cheetah Project، ۲۰۰۸؛ Conservation of Asian Cheetah Project، ۲۰۱۰). این گونه در حال حاضر عمدتاً مناطق بیابانی و مراتع با پوشش گیاهی فقیر ایران پراکنده شده و اطلاعات ما از وضعیت پراکندگی و نیازمندی های زیستگاهی آن بسیار اندک است (شمس، ۱۳۹۳). تعریف اقدامات مدیریتی برای حفاظت گونه ای با چنین وضعیت بحرانی نیازمند به کارگیری از اطلاعات قابل اعتماد، صحیح و دقیق از حضور گونه و روش تحلیل مناسب می باشد (Rabinowitz و Zeller، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر با استفاده از نقاط حضور گونه یوزپلنگ آسیایی و استفاده از نرم افزار بیشترین بی نظمی به ارزیابی مطلوبیت زیستگاه یوز آسیایی و اثر متغیرهای زیست محیطی بر آن در استان یزد پرداخته شد. زیستگاه های این گونه در مرکز ایران و در استان یزد، از سال ۱۳۸۰ با بیشترین کاهش جمعیت روبه رو بوده و اکنون پویایی جمعیت خود را کاملاً از دست داده است. از این رو، در این منطقه طی یک دوره ۱۴ ساله به بررسی تغییرات اقلیمی زیستگاه های یوز در محدوده ای به مساحت ۲/۹ میلیون هکتار در استان یزد که مهم ترین مناطق انقراض محلی جمعیت یوز در ایران است، پرداخته شد.

در راستای بررسی تغییرات میانگین درجه حرارت و بارش سالیانه در زیستگاه های یوزپلنگ، اولین گام شناسایی این زیستگاه های مطلوب است، چراکه ارزیابی و شناسایی مناطق بالقوه برای زیست یوزپلنگ از مهم ترین گام ها در حفاظت از آن است. از طرف دیگر حضور یوزپلنگ در مناطق تنها متاثر از پراکندگی طعمه، که اغلب معیار تصمیم گیری مدیران است، نبوده و فاکتورهای زیست محیطی زیادی در آن نقش دارند که به ویژه در مورد گونه های گوشت خوار بیابانزی مانند یوز کم تر مورد توجه قرار گرفته (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۶) و شناسایی آن ها از اهمیت برخوردار است (Farhadinia و Jourabchian، ۲۰۰۸). اهمیت شناخت این عوامل دو چندان می شود چراکه این گونه از یک سو به شدت در خطر انقراض بوده و از سوی دیگر در محیط های سخت و شکننده مناطق بیابانی زیست می کند (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۷).

است و این به معنی کاهش بارندگی در مناطق جنوبی منطقه مورد مطالعه است. آزمون من کندال بر داده های سری زمانی اعمال شد. نتایج که در شکل ۶ نیز مشخص است حاکی از آن است که روند کاهشی و افزایشی بارش سالیانه در سطح ۵ درصد ($Z < -1/96$) و $Z > 1/96$) معنی دار نمی باشد. بدین ترتیب عامل تغییرات مجموع بارش سالیانه در منطقه مطالعاتی طی دوره سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ معنی دار نیست و دلیل کاهش معنی دار پویایی جمعیت کاهش مجموع بارش سالیانه در طی دوره مطالعاتی این پژوهش نبوده است.



شکل ۵: مناطق معنی دار تغییرات میانگین دما در سطح ۵ درصد آزمون من-کندال



شکل ۶: نقشه ظریب من-کندال برای تغییرات بارش



جاده‌ها افزایش می‌یابد. براساس مطالعات نظامی بلوچی (۱۳۹۶) در بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵، جاده‌ها مهم‌ترین تهدیدات یوزپلنگ در ایران بوده و تلفات حاصل از آن‌ها به مراتب بیش‌تر از مجموع سایر مرگ و میرهای طبیعی و هر نوع تلفات دیگر یوزپلنگ در ایران بوده است. در پارک ملی سرنگتی نیز مطلوبیت زیستگاه یوز آفریقایی با دوری از منابع انسانی افزایش می‌یابد (Pettorelli و همکاران، ۲۰۰۹) شاید به همین دلیل است که پراکندگی یوزپلنگ در ایران در حال حاضر محدود به فلات مرکزی ایران که کم‌ترین تراکم جمعیتی انسان را دارد شده و با وجود تراکم مناسب طعمه به‌ویژه غزال‌ها در بسیاری از زیستگاه‌ها، هم‌چون مناطق استان اصفهان، یوزپلنگ آن‌ها را انتخاب نکرده است (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۷).

تغییرات میانگین بارندگی و درجه حرارت سطح زمین:

روند گرمایش کره زمین در سال‌های اخیر، اگرچه شیب زیاد تندی ندارد اما با بررسی مدل‌های تغییر (مروتی و همکاران، ۱۳۹۶) مشخص شده که وسعت زیستگاه‌های مطلوب برای یوزپلنگ آسیایی در ایران از زمان حال تا سال ۲۰۷۰ روند نزولی را طی می‌کند که می‌تواند به‌عنوان هشدار جدی برای اجرای اقدامات حفاظتی باشد.

هم‌چنین عوامل آب‌وهوایی و تعارضات انسانی از فاکتورهای مهم در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ هستند. لذا توجه به دلایل تغییرات آب و هوایی، پوشش گیاهی و تعارضات انسانی، که شامل جاده‌ها و معادن می‌شود، در شناسایی تغییرات زیستگاه گونه یوزپلنگ آسیایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. براساس گزارش اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان یزد (۱۳۹۴) و بررسی‌های میدانی مشخص شد که در منطقه حفاظت شده کالمند و بهادران تعداد زیادی حلقه چاه مجاز و غیرمجاز وجود دارد که در طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ بر تعداد آن‌ها افزوده شده است که با برداشت بی‌رویه آب، بر خشکی منطقه تاثیر گذاشته است و سطح آب زیرزمینی در ۱۵ سال گذشته کاهش داشته است.

با توجه به معنی‌دار نشدن افزایش درجه حرارت سطحی و کاهش مجموع بارش سالیانه طی دوره این مطالعه می‌توان گفت عوامل طبیعی مانند خشکسالی بیش‌ترین تاثیر را از عوامل انسانی غیرمستقیم در طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ گرفته‌اند. این خشکی با اثرات ثانویه توسعه انسانی سرعت بیش‌تری گرفته است. حفر چاه‌ها، گرد و خاک معادن و جاده‌ها، دامداری و کشاورزی و غیره شتاب رشد خشکی در زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ آسیایی را افزایش داده‌اند. نتایج بررسی تغییرات میانگین درجه

بررسی‌ها نشان داد که از مجموع ۲۹۰۵۶۵۸ مساحت منطقه مورد مطالعه، ۸۷۷۵۰۳ هکتار، معادل ۳۰/۲ درصد، برای یوز از مطلوبیت زیستگاهی برخوردار است. هم‌چنین به‌جز در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه، در سایر موارد مرزبندی زیستگاهی یوز مناسب بوده و مناطق مطلوب را دربرگرفته است. بیش‌ترین سطح زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ آسیایی در منطقه حفاظت‌شده کوه بافق و کالمند و بهادران است. از طرف دیگر میزان مطلوبیت در دو منطقه آریز و دره انجیر بیش‌تر است.

براساس نتایج مهم‌ترین متغیر تاثیرگذار در انتخاب زیستگاه یوزپلنگ، پراکنش طعمه‌های آن است. نتایج حاصل از مدل‌سازی مطلوبیت نشان داد که یوز تمایل به مناطق با پراکنش جیبر و پس از آن آهو در زیستگاه‌های با جهت جغرافیایی شمالی و پوشش گیاهی بیش‌تر دارد (زمانی و قندالی، ۱۳۹۶). مطالعه صورت گرفته در پارک ملی کروگر آفریقای جنوبی نیز نشان داد که انتخاب زیستگاه در یوزپلنگ تاثیرپذیری زیادی از ترکیب طعمه، پوشش گیاهی منطقه و حضور گونه‌های رقیب دارد (کرمانی و همکاران، ۱۳۹۶). رژیم غذایی یوز و رفتار انتخاب طعمه در آن تا حدود زیادی ویژه بوده و سازگاری بالایی نیز در شکار طعمه‌هایی که در مناطق دشتی و تپه‌ماهوری زیست می‌کنند، دارد (Hayward و همکاران، ۲۰۰۶؛ Mills و Harvey، ۲۰۰۱) به‌نظر می‌رسد کاهش شدید در تعداد سم‌داران دشت‌زی، یعنی جیبر و آهو، به‌عنوان طعمه‌های اصلی یوز در ایران (Mallon، ۲۰۰۷؛ Karami، ۱۹۹۲؛ Hunter و همکاران، ۲۰۰۷؛ Firouz، ۲۰۰۵؛ نظامی‌بلوچی، ۱۳۹۶) و از دست رفتن زیستگاه‌های اصلی گونه (Marker و همکاران، ۲۰۰۵) باعث کاهش شدید در جمعیت یوز (Nowell و Jackson، ۱۹۹۶؛ Hayward و همکاران، ۲۰۰۶) و قرار گرفتن در فهرست به‌شدت در خطر انقراض شده است (Hunter و همکاران، ۲۰۰۷؛ IUCN، ۲۰۱۴).

عوامل اقلیمی نیز در کنار عوامل زیستی اهمیت زیادی در مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ دارند (همامی و همکاران، ۱۳۹۴). به‌نظر می‌رسد رفتار انتخاب زیستگاه یوزپلنگ از بعد اقلیمی نشان دهنده سازگاری گونه به مناطقی با متوسط دمای بالا، بارش سالیانه کم و تغییرات فصلی زیاد می‌باشد (احمدی و حیدری، ۱۳۹۳؛ شمس، ۱۳۹۳)، چراکه با افزایش بارندگی، با شیبی ملایم از مطلوبیت زیستگاه گونه کاسته می‌شود.

براساس نتایج، یوزپلنگ‌ها تحت تاثیر تعارضات انسانی نیز بوده (Andresen و همکاران، ۲۰۱۴) و جاده منحصر به‌فردترین متغیر در این مدل‌سازی است. براساس (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲) مطلوبیت زیستگاه یوز با دوری از سازه‌های انسانی و



می‌کنند و لذا یک پارچگی زیستگاهی را با اختلال مواجه کرده‌اند (نظامی‌بلوچی، ۱۳۹۶). از این رو به‌ویژه کریدورهای ارتباطی جابه‌جایی زیستگاه‌های یوزپلنگ، که تقریباً هیچ‌گونه بررسی در طول این سال‌ها در خصوص آن‌ها صورت نگرفته و از این رو اطلاعاتی وجود ندارد، از اهمیت بالایی برخوردار هستند.

تشکر و قدردانی

از انجمن یوزپلنگ ایرانی و متخصصان آن که با در اختیار قرار دادن تجربیات و داده‌های ارزشمند مانند عکس‌های دوربین‌های تله‌ای به جمع‌آوری نقاط حضور طعمه‌های اصلی یوزپلنگ در مناطق مورد مطالعه این پژوهش کمک کردند، سپاسگزاری و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. احمدی، م. و حیدری، ح.ر.، ۱۳۹۳. شناسایی و حفاظت اولویت‌های نقاط زیستگاهی، ارزیابی تاثیر شبکه حفاظت و بررسی کریدورهای ارتباطی زیستگاه یوزپلنگ آسیایی در فلات مرکزی ایران. پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی. سازمان حفاظت محیط زیست. ۸۷ صفحه
۲. استان یزد. ۱۳۹۷. معرفی استان یزد. www.ostanyazd.ir
۳. انجمن یوزپلنگ ایرانی. ۱۳۹۶. گزارش پایش جمعیت یوزپلنگ آسیایی. www.wildlife.ir
۴. رضایی خوزانی، ع.؛ کابلی، م.؛ اشرفی، س. و اکبری، ح.، ۱۳۹۵. بررسی رژیم غذایی یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) با استفاده از روش تجزیه سرگین در منطقه حفاظت شده کوه بافق. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۱ تا ۸.
۵. رضایی، م. و معماریان، ه.، ۱۳۹۴. کاربرد سری‌های زمانی بارش و نمایه‌های آماری اقلیمی در پیش‌بینی خشکسالی به کمک شبکه CANFIS (مطالعه موردی: بیرجند- خراسان جنوبی). مجله خشک‌بوم. دوره ۵، شماره ۲، صفحات ۵۱ تا ۶۷.
۶. زمانی، ن. و قندالی، م.، ۱۳۹۶. مدل‌سازی و بررسی متغیرهای زیستگاهی تاثیرگذار بر پراکنش یوزپلنگ ایرانی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در پناهگاه حیات وحش نایبندان، با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA). فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۹، شماره ۳، صفحات ۹ تا ۱۶.
۷. سرهنگ‌زاده، ج.؛ اکبری، ح.؛ موسوی، س.ج. و پورچیت‌ساز، آ.، ۱۳۹۲. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی

حرارت زمین در زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ نشان می‌دهد که ۲۴ درصد افزایش میانگین درجه حرارت ۸ درصد کاهش میانگین و ۶۸ درصد بدون تغییرات محسوس بوده‌است. این افزایش میانگین دما در مناطق بهاباد، اسکنبیلو و کالمند و بهادران بیش‌تر از سایر مناطق است. اما با توجه به معنی‌دار نبودن آزمون من-کندال در منطقه مورد مطالعه و تنها افزایش میانگین ۰/۲۸ درجه از سطح زمین در زیستگاه مطلوب یوز نمی‌توان علت تغییرات پویایی جمعیت یوزپلنگ در سال‌های این مطالعه را به افزایش میانگین درجه حرارت سطح زمین مرتبط دانست. نتایج نشان داد که افزایش بیشینه دمای سالیانه، در زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ ۲۴ درصد بوده که از افزایش دمای بیشینه سالیانه کل منطقه مورد مطالعه (۱۹/۴ درصد) بیش‌تر است. برای اساس مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ غالباً در مناطق با روند و شیب شدیدتر خشکی است. نتیجه بررسی مجموع بارش سالیانه نشان داد که در مناطق جنوبی منطقه مورد مطالعه مانند بافق مجموع بارش طی دوره مطالعه روند کاهشی داشته‌است اما بعد از بررسی این روند در کل منطقه مطالعاتی با سری‌های زمانی و استفاده از آزمون من-کندال مشخص شد کاهش مجموع بارندگی سالیانه نیز معنی‌دار نمی‌باشد و نمی‌توان عامل کاهش بارندگی طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ را دلیل تخریب پوشش گیاهی در همین دوره دانست. از این رو در این دوره مطالعه عوامل انسانی مانند حفرچاه، دامداری، معدن‌کاری، احداث جاده‌ها و غیره بیش‌ترین تاثیر را در تغییر پویایی جمعیت یوزپلنگ آسیایی داشته‌است. با این وجود سیر روند خشکسالی قابل تشخیص بوده و احتمالاً در دوره‌ای طولانی‌تر اثرگذار است و با توجه به تغییرات شدید این دوره کوتاه ۱۴ ساله تاثیر عوامل انسانی وزن بیش‌تری دارد.

گستره زیستگاهی که ارتباط بیش‌تری بین لکه‌ها در آن برقرار باشد گوشت‌خواران بزرگ جثه با احتمال بالاتری در آن حفظ خواهند شد (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۷). یوز نشان داده که قدرت جابه‌جایی بالایی در بین لکه‌های زیستگاهی دارد (Boast، ۲۰۱۴)، لذا حفاظت مطلوب‌تر از مناطق گذرگاهی، مانند دره‌انجیر و کم‌کی در یزد، به بقا طولانی‌تر گونه کمک کرده و انتقال ژن بین زیرجمعیت‌ها را تسهیل خواهد کرد (Hanski و Ovaskainen، ۲۰۰۰؛ Mech و Hallett، ۲۰۰۱). عملکرد و قابلیت مناطق بینابینی برای پراکنش یوزپلنگ، در طول سال‌های اخیر، تا حد زیادی تحت تاثیر حفاظت کم و هم‌چنین ریسک تصادفات در شبکه راه‌هایی قرار گرفته که از مناطق عبور می‌کنند (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۷). در تمامی مناطق زیستگاهی یوزپلنگ در ایران جاده‌ها یا در داخل مناطق و یا از مرز مناطق عبور



- and Ostrowski, S., 2017. Combining landscape suitability and habitat connectivity to conserve the last surviving population of cheetah in Asia. *Diversity and Distributions*. Vol. 23, No. 6, pp: 592-603.
۱۸. **Andresen, L.; Everatt, K.T. and Somers, M.J., 2014.** Use of site occupancy models for targeted monitoring of the cheetah. *Journal of Zoology*. Vol. 292, No. 3, pp: 212-220.
۱۹. **Baugh, W.M. and Groeneveld, D.P., 2006.** Broadband vegetation index performance evaluated for a low-cover environment. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 27, No. 21, pp: 4715-4730.
۲۰. **Bissett, C. and Bernard, R.T.F., 2007.** Habitat selection and feeding ecology of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) in thicket vegetation: is the cheetah a savanna specialist? *Journal of Zoology*. Vol. 271, No. 3, pp: 310-317.
۲۱. **Boast, L.K., 2014.** Exploring the causes of and mitigation options for human-predator conflict on game ranches in Botswana: How is coexistence possible? Thesis presented for the degree of Doctor of Philosophy in the Department of Zoology University of Cape Town. 172 p.
۲۲. **Broomhall, L.S.; Mills, M.G.L. and Du Toit, J.T., 2003.** Home range and habitat use by cheetahs (*Acinonyx jubatus*) in the Kruger National Park. *Journal of Zoology*. Vol. 26, No. 2, pp: 119-128.
۲۳. **Cao, R.; Jiang, W.; Yuan, L.; Wang, W.; Lv, Z. and Chen, Z., 2014.** Inter-annual variations in vegetation and their response to climatic factors in the upper catchments of the Yellow River from 2000 to 2010. *Journal of Geographical Sciences*. Vol. 24, No. 6, pp: 963-979.
۲۴. **Caro, T., 1994.** Cheetahs of the Serengeti Plains: group living in an asocial species. University of Chicago Press. 197 p.
۲۵. **Ceccato, P.; Vancutsem, C. and Temimi, M., 2010.** Monitoring air and land surface temperatures from remotely sensed data for climate-human health applications. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2010 IEEE International*. pp: 178-180. IEEE.
۲۶. **Conservation of Asian Cheetah Project. 2008.** Performance Report and Achievements. Department of Environment. 213 p.
۲۷. **Conservation of Asian Cheetah Project. 2010.** Performance Report and Achievements. Department of Environment. 254 p.
۲۸. **Farhadinia, M.S.; Akbari, H.; Mousavi, S.J.; Eslami, M.; Azizi, M.; Shokouhi, J. and Hosseini-Zavarei, F., 2013.** Exceptionally long movements of the Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* across multiple arid reserves in central Iran. *Oryx*. Vol. 47, pp: 427-430.
- در پناهگاه حیات وحش دره انجیر استان یزد. خشک‌بوم. دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۴۰ تا ۵۰.
۸. **شمس اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۳.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ آسیایی در ایران. پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۷۳ صفحه.
۹. **عباس‌زاده‌تهرانی، ن.، و صابری، ن.، ۱۳۹۲.** ارزیابی الگوی تغییرات فصلی پوشش اراضی با تحلیل داده‌های سنجنش از دوری. سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران. ۸ صفحه.
۱۰. **کرمانی، ف.؛ رایگانی، ب.؛ نظامی‌بلوچی، ب.؛ گشتاسب، ح.؛ خسروی، ح. و حیدری، ح.، ۱۳۹۶.** ارزیابی شاخص‌های محیط‌زیستی در انتخاب زیستگاه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus* Griffith, 1281) به کمک داده‌های سری زمانی دورسنجی (مطالعه موردی: مجموعه حفاظتی توران)، فصلنامه علمی پژوهشی علوم جانوری محیط زیست. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۲.
۱۱. **مرادی، ف.؛ مختاری، م.ح. و سرکارگراردکانی، ع.، ۱۳۹۲.** مقایسه تکنیک‌های کشف تغییرات کاربری اراضی مناطق شهری و ارایه مدل پهنه ارزیابی تغییرات با استفاده از سنجنش از دور و GIS. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و توسعه پایدار شهری. ۱۳ صفحه.
۱۲. **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. دوره ۹، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۰.
۱۳. **موسوی، س.ع.؛ فرح‌پور، م.؛ شکری، م.؛ سلیمانی، ک. و گودرزی، م.، ۱۳۸۵.** بررسی روند تغییرات انبوهی پوشش گیاهی در قسمتی از حوضه سد لار در یک دوره ۲۵ ساله با استفاده تلفیقی از GIS و RS. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران. دوره ۱۳، شماره ۳، صفحات ۱۸۶ تا ۲۰۰.
۱۴. **نظامی‌بلوچی، ب.، ۱۳۹۶.** اکولوژی و وضعیت یوزپلنگ آسیایی در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۹۳ صفحه.
۱۵. **نوحی، ک. و عسگری، ا.، ۱۳۸۴.** مطالعه خشکسالی و دوره‌های برگشت ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها در منطقه قم. مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی. شماره ۱۵، صفحات ۱ تا ۱۷.
۱۶. **همامی، م.؛ اسماعیلی، س. و سفیانیان، ع.، ۱۳۹۴.** پیش‌بینی پراکنش یوزپلنگ آسیایی، پلنگ ایرانی و خرس قهوه‌ای در پاسخ به متغیرهای محیطی در استان اصفهان. بوم‌شناسی کاربردی. دوره ۴، شماره ۱۳، صفحات ۶۳ تا ۵۱.
۱۷. **Ahmadi, M.; Nezami Balouchi, B.; Jowkar, H.; Hemami, M. R.; Fadakar, D.; Malakouti-Khah, S.**



- climate change impacts: flood frequency in England. *Climatic Change*. Vol. 92, No. 1-2, pp: 41-63.
۴۳. **Kendall, M., 1975.** Multivariate analysis. Charles Griffin.
۴۴. **Kogan, F.N., 1995.** Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*. Vol. 15, No. 11, pp: 91-100.
۴۵. **Kundzewicz, Z. and Robson, A., 2000.** Detecting trend and other changes in hydrological data. World Meteorological Organization. 234 p.
۴۶. **Liu, W.T. and Kogan, F.N., 1996.** Monitoring regional drought using the vegetation condition index. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 17, No. 4, pp: 2761-2782.
۴۷. **Lozano-Garcia, D.F.; Fernandez, R.N.; Gallo, K.P. and Johannsen, C.J., 1995.** Monitoring the 1988 severe drought in Indiana, USA using AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 16, No. 7, pp: 1327-1340.
۴۸. **Mallon, D.P., 2007.** Cheetahs in Central Asia: a historical summary. *Cat news*. No. 46, pp: 4-7.
۴۹. **Marker, L.; Dickman, A. and Schumann, M., 2005.** Using livestock guarding dogs as a conflict resolution strategy on Namibian farms. *Carnivore Damage Prevention News*. pp: 28-32.
۵۰. **Mech, S G. and Hallett, J.G., 2001.** Evaluating the effectiveness of corridors: a genetic approach. *Conservation Biology*. Vol. 15, No. 2, pp: 467-474.
۵۱. **Metzger, M.J.; Schröter, D.; Leemans, R. and Cramer, W., 2008.** A spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of ecosystem service change in Europe. *Regional Environmental Change*. Vol. 8, No. 3, pp: 91-107.
۵۲. **Mills, M.G.L. and Harvey, M., 2001.** African predators. Smithsonian Institution Press. 186 p.
۵۳. **Moran, M.S.; Clarke, T.R.; Inoue, Y. and Vidal, A., 1994.** Estimating crop water deficit using the relation between surface-air temperature and spectral vegetation index. *Remote sensing of environment*. Vol. 49, No. 3, pp: 246-263.
۵۴. **Nowell, K. and Jackson, P., 1996.** Wild cats: status survey and conservation action plan. Gland: IUCN. Vol. 382, 177 p.
۵۵. **Ordiz, A.; Bischof, R. and Swenson, J.E., 2013.** Saving large carnivores, but losing the apex predator. *Biological Conservation*. Vol. 168, pp: 128-133.
۵۶. **Pettorelli, N.; Bro-Jørgensen, J.; Durant, S.M.; Blackburn, T. and Carbone, C., 2009.** Energy availability and density estimates in African ungulates. *The American Naturalist*. Vol. 173, No. 5, pp: 698-704.
۵۷. **Rabinowitz, A. and Zeller, K.A., 2010.** A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the
۲۹. **Farhadinia, M.S.; Gholikhani, N.; Behnoud, P.; Hobeali, K.; Taktehrani, A.; Hosseini-Zavarei, F. and Hunter, L.T., 2016.** Wandering the barren deserts of Iran: Illuminating high mobility of the Asiatic cheetah with sparse data. *Journal of Arid Environments*. Vol. 134, pp: 145-149.
۳۰. **Firouz, E., 2005.** The complete fauna of Iran. IB Tauris. 239 p.
۳۱. **Forkel, M.; Carvalhais, N.; Verbesselt, J.; Mahecha, M.D.; Neigh, C.S. and Reichstein, M., 2013.** Trend change detection in NDVI time series: Effects of inter-annual variability and methodology. *Remote Sensing*. Vol. 5, No. 5, pp: 2113-2144.
۳۲. **Glick, P.; Stein, B.A. and Edelson, N.A., 2010.** Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment. National Wildlife Federation, Washington DC. 172 p.
۳۳. **Guttman, N.B., 1998.** Comparing the Palmer drought index and the standardized precipitation index. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 34, pp: 113-121.
۳۴. **Hanski, I. and Ovaskainen, O., 2000.** The meta population capacity of a fragmented landscape. *Nature*. Vol. 404, pp: 679-755.
۳۵. **Hayward, M.W.; Hofmeyr, M.; O'Brien, J. and Kerley, G.I.H., 2006.** Prey preferences of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) (Felidae: Carnivora): morphological limitations or the need to capture rapidly consumable prey before kleptoparasites arrive. *Journal of Zoology*. Vol. 270, No. 4, pp: 615-627.
۳۶. **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.
۳۷. **Hunter, J.S.; Durant, S.M. and Caro, T.M., 2007.** To flee or not to flee: predator avoidance by cheetahs at kills. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol. 61, No. 7, pp: 1033-1042.
۳۸. **IUCN. 2014.** IUCN Red List of Threatened Species. Accessed: 22 February 2014. www.iucnredlist.org.
۳۹. **Jin, M.; Dickinson, R.E. and Zhang, D.A., 2005.** The footprint of urban areas on global climate as characterized by MODIS. *Journal of climate*. Vol. 18, No. 10, pp: 1551-1565.
۴۰. **Jourabchian, A.R. and Farhadinia, M.S., 2008.** Final report on Conservation of the Asiatic cheetah, its Natural Habitats and Associated Biota in Iran. Project Number IRA/00 G. Vol. 35, 171 p.
۴۱. **Karami, M., 1992.** Cheetah distribution in Khorasan Province, Iran. *Cat News*. No. 16, 4 p.
۴۲. **Kay, A.L.; Davies, H.N.; Bell, V.A. and Jones, R.G., 2009.** Comparison of uncertainty sources for



- jaguar, *Panthera onca*. Biological conservation. Vol. 143, No. 4, pp: 939-945.
۵۸. **Sen, P.K., 1968.** Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. Journal of the American statistical association. Vol. 63, No. 324, pp: 1379-1389.
۵۹. **Solomon, S., 2007.** The physical science basis: Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate change. 996 p.
۶۰. **Teachers, I., 1995.** Technology: Making the Connection. In Washington: Office of Technology Assessment, Congress of the United States/US Government Printing Office. 231 p.
۶۱. **Thiel, H., 1950.** A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis, Part 3. In Proceedings of Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen A. Vol. 53, pp: 1397-1412.
۶۲. **Walter, C.; McBratney, A.B.; Douaoui, A. and Minasny, B., 2001.** Spatial prediction of topsoil salinity in the Chelif Valley, Algeria, using local ordinary kriging with local variograms versus whole-area variogram. Soil Research. Vol. 39, pp: 259-272.
۶۳. **Wang, G.X.; Li, Q.; Cheng, G.D. and Shen, Y.P., 2001.** Climate change and its impact on the eco environment in the source regions of the Yangtze and Yellow Rivers in recent 40 years. Journal of Glaciology and Geocryology. Vol. 23, No. 4, pp: 346-352.
۶۴. **Wang, P.X. and Wei, Y.M., 1998.** Research, Demonstration and Extension of Sustainable Farming Systems for Rainfed Agriculture. 161 p.
۶۵. **Warren, D.L.; Glor, R.E. and Turelli, M., 2010.** ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. Ecography. Vol. 33, No. 3, pp: 607-611.
۶۶. **Weng, Q.; Fu, P. and Gao, F., 2014.** Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data. Remote sensing of environment. Vol. 145, pp: 55-67.
۶۷. **Zar, J.H., 1999.** Biostatistical analysis. Pearson Education India. 213 p.

