

مدل‌سازی زیستگاه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) تحت تاثیر تغییرات اقلیمی در ایران با استفاده از نرم‌افزار MAXENT

- **مریم مروتی:** گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، یزد
- **محمدکابلی:** گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه تهران، کرج
- **مریم پناهنده*:** پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی واحد گیلان، رشت
- **محمدسرپاز:** گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، یزد
- **شادی احمدیان:** گروه محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، یزد

تاریخ دریافت: دی 1394 تاریخ پذیرش: فروردین 1395

چکیده

تغییر اقلیم یک نگرانی عمده برای مدیریت و حفاظت تنوع زیستی می‌باشد که باعث تغییر در پراکنش بسیاری از گونه‌های جانوری شده است. در سال‌های اخیر شواهد متعددی از اثرات تغییر اقلیم بر روی جنبه‌های مختلف زیستی گونه‌های گیاهی و جانوری ارائه شده اما دانش اندکی در ارتباط با پیش بینی تاثیر تغییر اقلیم آینده بر روی گونه‌های جانوری در ایران وجود دارد. این مطالعه باهدف بازسازی اثر تغییرات اقلیمی در وسعت و مطلوبیت زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی در ایران از حال تا آینده (سال 2070) با استفاده از نرم افزار مکسنت انجام شده است. در این مدل‌سازی از نقاط شناخته شده از حضور گونه (یوزپلنگ آسیایی) در سطح کشور و 19 متغیر آب و هوایی استفاده شد. سپس وسعت زیستگاه مطلوب گونه در فضای ArcGIS 9.3 برای اقلیم حاضر و اقلیم آینده به طور جداگانه محاسبه گردید. نتایج حاضر موید این مطلب است که با توجه به روند گرمایش کره زمین در سال‌های اخیر و روند رو به رشد آن در آینده همچنین بررسی مدل‌های تغییر اقلیم، وسعت زیستگاه‌های مطلوب برای یوزپلنگ آسیایی در ایران از زمان حال تا سال 2070 روند نزولی را طی می‌کند که می‌تواند به عنوان هشدار جدی برای اجرای اقدامات حفاظتی از گونه‌های در معرض خطر انقراض توسط مراجع ذیربط مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی، مطلوبیت زیستگاه، یوزپلنگ آسیایی، MaxEnt، تغییرات اقلیمی، ایران

گوشنخواران ایران به شمار می‌آید و از شاخص‌ترین گونه‌های بوم‌سازگان بیابانی و نیمه‌بیابانی کشور محسوب می‌شود که همچون نگینی در دل این بیابان‌ها توجه جهانیان را به خود جلب کرده است زیرا نسل این جانور در سایر کشورهای آسیایی منقرض شده است و تنها جمعیت باقی مانده، جمعیت موجود در ایران است (مروتی و همکاران، 1393) به عبارت دیگر ایران به عنوان آخرین پناهگاه یوزپلنگ در آسیا می‌باشد (Hunter و همکاران، 2007) و از این جهت شاید نام یوزپلنگ ایرانی برای آن مناسب‌تر باشد. یوزپلنگ ایرانی پس از پلنگ امور که تنها 30 تا 40 قلاده از آن در طبیعت باقی مانده، دومین گربه‌سان در معرض خطر دنیا به شمار می‌آید (Morovati و همکاران، 2015). همچنین باید توجه

مقدمه

گونه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) از راسته گوشنخواران (Carnivora) و خانواده گربه‌سانان (Felidea) می‌باشد (ضیایی، 1390). و از نظر قوانین ملی (شکار و صید)، اتحادیه جهانی حفاظت (IUCN¹) و ضمیمه یک کنوانسیون تجارت بین‌المللی گونه‌های جانوری و گیاهان وحشی در معرض خطر انقراض (CITES²) در رده حفاظتی، در آستانه انقراض (CR³) گنجانده شده است. این گونه در حال حاضر یکی از نادرترین و در معرض خطرترین

³ -Critically Endangered

¹ -International Union for Conservation of Nature

² - the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora



از آن‌ها استان خراسان شمالی قرار دارد (سهرابی‌نیا و حسینی زواره‌ای، 1389). فرهادی‌نیا و جورابچیان (1387) با استفاده از فناوری دوربین‌های تله‌ای و نرم‌افزار کپچر جمعیت یوزپلنگ در کشور را بین 70 تا 120 قلاده برآورد کرده‌اند (زمانی، 1389). در این پژوهش تلاش شده است تا با به کارگیری روش حداکثر آشفتگی، زیستگاه‌های مطلوب ناشی از تغییرات اقلیمی در آینده برای گونه یوزپلنگ پیش‌بینی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

ایران یک کشور آسیای غربی است که با وسعت 1648198 کیلومتر مربع یا 636375 مایل مربع در منطقه خاورمیانه و نیز آسیای مرکزی و قفقاز واقع شده است و در محدوده 25 درجه و 3 دقیقه الی 39 درجه و 47 دقیقه عرض شمالی و 44 درجه و پنج دقیقه الی 63 درجه و 18 دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (گیتاشناسی ایران).

زیستگاه‌های قطعی گونه یوزپلنگ آسیایی در ایران شامل 10 منطقه است که عبارتند از:

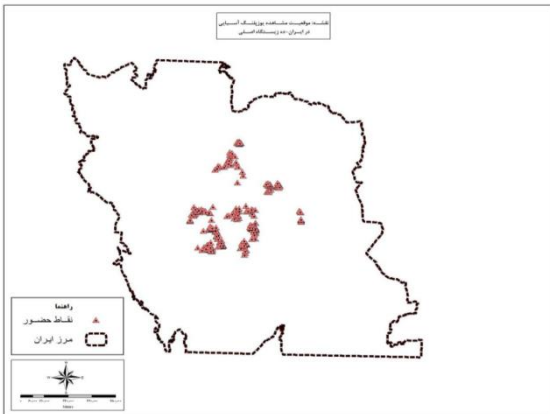
- ▶ منطقه حفاظت‌شده کوه بافق-استان یزد-شهرستان بافق
- ▶ مجموعه تحت حفاظت توران (پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش) - استان سمنان-شهرستان شاهرود
- ▶ پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر-استان یزد-شهرستان اردکان
- ▶ پناهگاه حیات‌وحش نایبندان-استان خراسان جنوبی-شهرستان طبس
- ▶ پارک ملی کویر-استان سمنان-شهرستان گرمسار
- ▶ پناهگاه حیات‌وحش میان دشت-استان خراسان شمالی-شهرستان جاجرمد
- ▶ پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد-استان اصفهان-شهرستان نائین
- ▶ پارک ملی سیاهکوه اردکان-استان یزد-شهرستان اردکان
- ▶ منطقه حفاظت‌شده کالمند و بهادران-استان یزد -شهرستان مهریز
- ▶ پناهگاه حیات‌وحش راور-استان کرمان-شهرستان راور (توکلی مهر، 1389؛ سایت پروژه یوزپلنگ آسیایی، 1393).

از لحاظ بزرگی جمعیت یوز در کشور، استان‌های یزد و سمنان در رتبه اول و دوم قرار گرفته‌اند و پس از آن‌ها استان خراسان شمالی قرار دارد (سهرابی‌نیا، 1389). در این مطالعه از روش حداکثر آنتروپی و نرم‌افزار MAXENT v.3.3.3a برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه یوز و همچنین نرم‌افزار Arc GIS برای تعیین همبستگی و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به نرم‌افزار MAXENT استفاده و سپس مدل مطلوبیت زیستگاه یوز با

داشت توزیع کنونی گونه‌های حیات وحش را نیز می‌توان به تاثیر الگوی تغییرات اقلیمی در گذشته به ویژه دوره‌های یخبندان نسبت داد (Schwarz و همکاران، 2006). بحران-های زیست‌محیطی سبب شده است جمعیت بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش به دلایلی همچون تخریب و تبدیل زیستگاه و یا شکار بی‌رویه کاهش یابد. مشخص کردن محدوده پراکنش گونه‌ها، شناخت پارامترهای زیستگاهی که توسط یک گونه در منطقه انتخاب می‌شود و تعیین زیستگاه‌های مناسب از مهمترین فعالیت‌ها در زیست‌شناسی حفاظت محسوب می‌شود (مروتی و همکاران، 1393). لذا شناسایی مناطق شایسته برای حفاظت به منظور نجات آخرین زیستگاه‌های مناسب و جمعیت‌های باقی مانده یکی از ضروری ترین اقدامات در حفاظت از تنوع زیستی به شمار می‌آید (Margules و pressey، 2005). اما باید توجه داشت مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه گونه‌های مختلف حیات‌وحش در مقیاس وسیع به عنوان مثال در مقیاس کشور ایران دشوار و در بسیاری از موارد غیرممکن است. لذا روش‌های مدلسازی زیستگاه که از سال 1970 تاکنون به سرعت در مدیریت حیات‌وحش مورد استفاده قرار گرفته و ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده است (Mack و همکاران، 1997؛ Anderson و همکاران، 2003) و به تازگی مدلسازی پراکنش گونه‌ها به عنوان ابزار دقیق، سریع و کم هزینه به منظور یافتن زیستگاه‌های مطلوب، پیش‌بینی حضور جمعیت‌های ناشناخته، نادر و کمیاب در مناطق دور از دسترس (Stohlgren و Kumar، 2009؛ Williams و همکاران، 2009) و همچنین مدلسازی پراکنش گونه‌ها تحت سناریوهای تغییر اقلیم به کار برده می‌شوند (Velasquez-Tibata و همکاران، 2012؛ کفاش و همکاران، 2014). باید توجه داشت که اقلیم به عنوان یک عامل عمده نگران‌کننده برای مدیریت و حفاظت تنوع‌زیستی محسوب می‌شود چرا که جنبه‌های مختلف زیستی گونه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در زمینه بررسی اثرات تغییر اقلیم بر روی تنوع زیستی انجام شده است (Bellard و همکاران، 2010؛ Pereira و همکاران، 2010؛ Dawson و همکاران، 2011؛ Dawson و همکاران، 2012). با وجود نگرانی‌های موجود در ارتباط با اثرات تغییر اقلیم در حال حاضر در ایران اثرات اقلیم بر گونه‌های گیاهی و جانوری ناشناخته و تاکنون مطالعه‌ای برای بررسی اثرات احتمالی آن انجام نشده است و دانش اندکی در ارتباط با تاثیر تغییر اقلیم آینده بر روی گونه‌های جانوری در ایران وجود دارد.

هدف از این مطالعه پیش‌بینی پراکنش یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در ایران و میزان از دست‌دهی زیستگاه‌های مطلوب ناشی از تغییرات اقلیمی از گذشته تا آینده در ایران با استفاده از روش MAXENT است. زیستگاه این گونه در ایران عمدتاً در استان‌های یزد، کرمان، سمنان، خراسان شمالی، اصفهان قرار دارد و از لحاظ بزرگی جمعیت یوز در کشور، استان‌های یزد و سمنان و پس





که هر دسته شامل 19 متغیر آب و هوایی است. این 19 متغیر شامل:

1. میانگین دمای سالانه (Annual mean temperature)
 2. میانگین دامنه ی روزانه (Mean diurnal range)
 3. هم گرما (یعنی هم دما بودن، درجه حرارت یکسان داشتن) (Isothermality)
 4. دمای فصلی (Temperature seasonality)
 5. حداکثر دمای گرمترین دوره (Max temperature of warmest period)
 6. حداقل دمای سردترین دوره (Min temperature of coldest period)
 7. دامنه دمای سالانه (Temperature annual range)
 8. میانگین دمای مرطوبترین فصل (Mean temperature of wettest quarter)
 9. میانگین دمای خشکترین فصل (Mean temperature of driest quarter)
 10. میانگین دمای گرمترین فصل (Mean temperature of warmest quarter)
 11. میانگین دمای سردترین فصل (Mean temperature of coldest quarter)
 12. میزان بارش سالانه (Annual precipitation)
 13. میزان بارش مرطوبترین دوره (Precipitation of wettest period)
 14. میزان بارش خشکترین دوره (Precipitation of driest period)
 15. میزان بارش فصلی (Precipitation seasonality)
 16. میزان بارش مرطوبترین فصل (Precipitation of wettest quarter)
 17. میزان بارش خشکترین فصل (Precipitation of driest quarter)
 18. میزان بارش گرمترین فصل (Precipitation of warmest quarter)
 19. میزان بارش سردترین فصل (Precipitation of coldest quarter)
- متغیرهای اقلیمی برای بارزسازی وضعیت آب و هوایی کنونی کره زمین حاصل از درونیابی موقعیت جغرافیایی تمامی ایستگاههای هواشناسی سطح کره زمین بین

استفاده از نقاط شناخته شده از حضور گونه در سطح کشور و داده‌های اقلیمی (19 پارامتر اقلیمی) برای حال و آینده تهیه شد. الگوریتم حداکثر آنتروپی نوعی رویه مبتنی بر ماشین یادگیری است که به ارزیابی احتمال توزیع مقادیر حداکثر آنتروپی متأثر از محدودیت‌های ناشی از متغیرهای محیطی تأثیرگذار بر نحوه توزیع‌های مکانی گونه، می‌پردازد. مدل‌سازی بر اساس این رویکرد و با بهره‌گیری از نرم‌افزار MAXENT دارای مزایای قابل اعتنایی است. این روش فقط نیازمند نقاط حضور گونه‌ها است و می‌توان هم متغیرهای وابسته پیوسته و هم کلاسه‌بندی شده را در مدل‌سازی مورد توجه قرار داد. همچنین تعیین اینکه کدامیک از متغیرهای اقلیمی مهمترین عامل تشریح‌کننده نحوه توزیع گونه می‌باشند، از مهمترین نقاط قوت این روش می‌باشد (اکبری هارونی، 1387؛ توکلی‌مهر، 1389). سپس داده‌های حال را به داده‌های آینده تحت دو سناریوی خفیف و شدید برای سال 2070 تعمیم (Project) داده و با استفاده از نقاط حضور گونه مدل‌سازی برای داده‌های آینده صورت گرفت.

1- آماده‌سازی داده‌ها برای ورود به نرم‌افزار MaxEnt

الف- نقاط حضور یوزپلنگ در ایران (ده زیستگاه اصلی)

امروزه نقاط حضور گونه‌ها از منابع مختلفی مانند موزه‌های گیاهی و جانوری، پژوهش‌های صحرایی، بانک اطلاعاتی (GBIF¹; <http://www.gbif.org/>) تهیه می‌شود و این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان به راحتی به مدل‌های مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها که ابزاری مهم برای مدیران حفاظت است، دست یافت. در این پژوهش با کمک محیط‌بانان ده زیستگاه اصلی یوزپلنگ در ایران (موقعیت ردپا و سرکین، مشاهده مستقیم، تصویرهای گرفته شده توسط دوربین و...) نقاط حضور یوز با استفاده از GPS ثبت شد (شکل 2) تعداد نقاط ثبت شده در حدود 345 نقطه بود سپس نقاط بدست آمده در برنامه 2007 Microsoft Office Excel وارد شد بدین صورت که در یک ستون نام گونه همراه با طول و عرض جغرافیایی محل حضور در کنار هم ثبت شد (بین هرکدام علامت ویرگول گذاشته می‌شود) و در نهایت با فرمت (comma delimited) csv ذخیره و آماده ورود به نرم‌افزار MaxEnt گردید.

شکل 2: نقشه نقاط ثبت یوزپلنگ در ده زیستگاه اصلی در ایران

2- انتخاب، تهیه و آماده‌سازی متغیرهای اقلیمی

در این پژوهش به منظور مقایسه تأثیر تغییرات اقلیمی از حال تا آینده بر وسعت و مطلوبیت زیستگاه‌های یوزپلنگ در ایران از 19 متغیر آب و هوایی مستخرج از بانک اطلاعات WoldClim (Hijmans و همکاران، 2005) به طور جداگانه، استفاده شد این بانک اطلاعاتی شامل دو دسته داده است:

- Current Climate-1
- Future Climate-2



در نرم افزار MAXENT برای ارزیابی عملکرد مدل امکان محاسبه سطح زیر منحنی ROC² وجود دارد. این منحنی به صورت نموداری ارائه می شود که در آن محور عمودی نشان دهنده حساسیت³ (مثبت واقعی) و محور افقی نشان دهنده ویژگی⁴ (مثبت کاذب) است. سطح زیر منحنی⁵ (AUC) ایجاد شده توسط مقادیر حساسیت و ویژگی، یک شاخص کمی برای نمایش کارایی و قدرت پیش بینی مدل است دامنه مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین 0/5 (پیش-بینی تصادفی) تا حداکثر 1 (پیش بینی کاملاً صحیح) می-باشد (Bell و Fielding، 1997؛ Phillips و همکاران، 2006).

نتایج

AUC- (سطح زیر منحنی): راهی است که از طریق آن می توانیم مدل را ارزیابی کنیم 0/5 کمترین میزانی است که AUC می تواند داشته باشد هر چه AUC به یک نزدیکتر باشد و فاصله خطوط قرمز و آبی (AUC داده های آموزشی و AUC داده های ارزیابی کننده) از خط سیاه بیشتر باشد مدل بهتری بدست می آید. نتایج نشان می دهد بهترین مدل برای پیش بینی مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ با استفاده از داده های اقلیمی مربوط به سناریوی خفیف بوده است (AUC=0.995) مقادیر سطح زیر منحنی برای دو سناریو بزرگتر از 0/8 است که در جدول 1 قابل مشاهده می باشد بر این اساس، الگوریتم حداکثر آنتروپی به طور معنی داری ($p < 0/001$) قدرت پیش بینی بسیار خوبی را برای پیش بینی حضور قوچ و میش ارائه نموده است.

جدول 1: مقادیر AUC برای داده های Test و Training در هر سناریو

فصل	AUC داده های آموزشی	AUC داده های ارزیابی کننده
سناریوی خفیف (RCP 2.6)	0/995	0/957
سناریوی شدید (RCP 8.5)	0/970	0.955

مدل های پیش بینی زیستگاه های بالقوه مطلوب با استفاده از داده های اقلیمی حاضر و آینده (خفیف و شدید)

خروجی نرم افزار MaxEnt برای نمایش مطلوبیت زیستگاه یک گونه، برای هر سه دسته داده اقلیمی سه نقشه رستری پیوسته با مقادیر بین 0-1 می باشد (اشکال 3، 4 و 5). در این نقشه ها جاهایی که خیلی مطلوب است و احتمال حضور یوزپلنگ زیاد است و زیستگاه مطلوب با توجه به داده های اقلیمی شناخته شده و از نظر اقلیمی شرایط مساعد و خیلی خوب را دارا می باشد به رنگ قرمز نشان داده شده است (نواحی مطلوب شامل نواحی می شود که دارای بهترین شرایط اقلیمی مورد استفاده برای یوزپلنگ ها بوده یا بطور بالقوه قابلیت زندگی یوزپلنگ ها در آن ها وجود داشته است.) و جاهایی که احتمال حضور گونه یوزپلنگ صفر است و از

سال های 1950 تا 2000 مورد استفاده قرار گرفت. از سوی دیگر برای پیش بینی وضعیت آب و هوایی کره زمین در سال 2070 (میانگین سال های 2060 تا 2080). و برای مدل-سازی میزان تغییرات وسعت و مطلوبیت زیستگاه های بالقوه یوزپلنگ در آینده از دو سناریوی خفیف (RCP 2.6) و شدید (RCP 8.5) تحت مدل CCSM1 استفاده شد. تمام لایه های اقلیمی دانلود شده در نرم افزار ArcGIS 9.3، باز کرده و با کمک این نرم افزار مرز کشور (ایران)، را روی هر لایه قرار داده و برش زدیم و از این طریق هر لایه اقلیمی به عنوان یک متغیر اقلیمی برای منطقه (ایران) تهیه می شود. قبل از انجام تجزیه و تحلیل در نرم افزار MaxEnt لازم است، نقشه های رستری تهیه شده مورد پردازش اولیه قرار گیرند تا قابلیت روی هم گذاری و تحلیل های بعدی را داشته باشند این پردازش عبارتست از :

بررسی وضعیت نرمال بودن داده ها: روش حداکثر آشفستگی تا حدود زیادی به نرمال بودن و یکسان بودن داده های اولیه (مختصات، resolution، ...) حساسیت دارد و عدم رعایت این اصل سبب انحراف از محاسبات صحیح و تولید خروجی-ها، بی اعتبار خواهد شد بنابراین تمامی نقشه ها بر اساس یک قالب، یکسان سازی می شوند و این کار، در نرم افزار Arc GIS با استفاده از دستور Spatial Analyst Tools انجام شد و در نهایت فرمت تمام لایه های اقلیمی برای ورود به نرم افزار مکسنت، به فرمت ascii تبدیل شد.

ورود داده ها به نرم افزار و ارزیابی و اجرای آن

برای ارزیابی درست از مدل از دو دسته نمونه گیری تصادفی از داده حضور استفاده شد Test data یا داده های ارزیابی کننده و Trining data یا داده های آموزشی. با توجه به مطالعات و بررسی های انجام شده میزان داده های Test 25 تا 30 درصد داده های حضور و میزان داده های Trining 70 تا 75 درصد از داده های حضور در نظر می گیرند. در این پژوهش، از 70 درصد نقاط حضور به صورت تصادفی برای ساخت مدل و از 30 درصد باقی مانده برای ارزیابی نتایج مدل استفاده شد همچنین برای نمونه برداری تصادفی از روش Cross Validation (نمونه برداری بدون جایگزاری نمونه های برداشت شده) و ده بار تکرار برای هر مدل سازی استفاده شد.

اجرای مدل به طور کلی شامل

Cheetah.html: اصلی ترین فایل خروجی می باشد که شامل محاسبات آماری، نقشه ها، تصویر مدل و لینک فایل های دیگر می باشد. همچنین شامل پارامترها و تنظیماتی است که برای اجرا کردن مدل استفاده شده است.

Cheetah.asc: شامل نقشه پیش بینی با فرمت ascii

Cheetah.png: تصویر پیش بینی توزیع

Plot: شامل نقشه های مختلف و نمودارها برای چاپ و استفاده در گزارش ها

ارزیابی عملکرد مدل

⁴ -Specificity

⁵ -Area Under Curve

¹The Community Climate System Model

² -Receiver Operating Characteristic

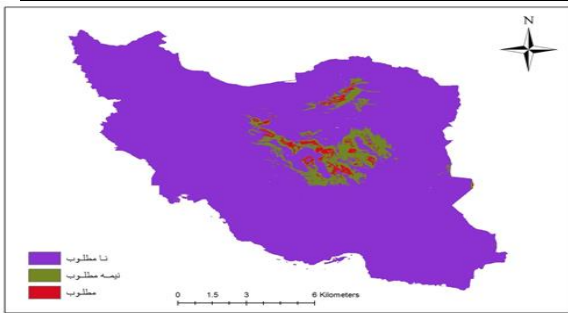
³ -Sensitivity



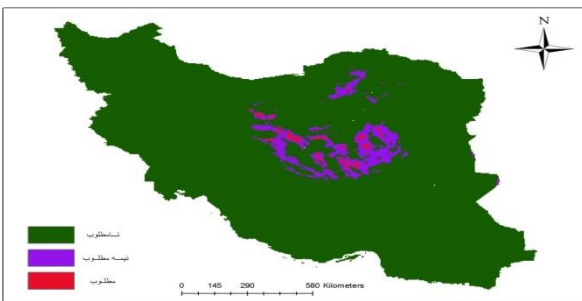
مطلوب، مطلوب) تقسیم شد (اشکال 6، 7، 8) و مساحت طبقات مطلوب در هر نقشه نسبت به مساحت کل کشور به دست آمد که در جدول 2 نشان داده شده است.

جدول 2: وسعت زیستگاه‌های مطلوب، گونه در حال حاضر و آینده نسبت به مساحت کل کشور

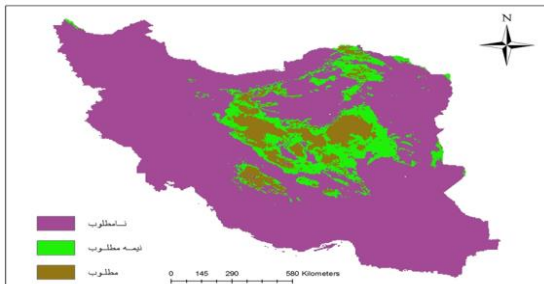
مساحت به درصد	زیستگاه‌ها	ردیف
1.57	زیستگاه‌های مطلوب در حال حاضر نسبت به کل کشور	1
0.3	زیستگاه‌های مطلوب در سال 2070 (RCP2.5) نسبت به کل کشور	4
0.03	زیستگاه‌های مطلوب در سال 2070 (RCP8.5) نسبت به کل کشور	7



شکل 6: نقشه طبقه‌بندی شده مناطق داری پتانسیل بالقوه برای حضور یوز در ایران با توجه به داده‌های اقلیمی حال



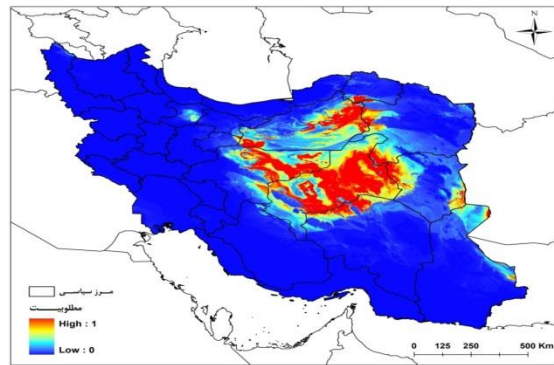
حضور یوز در ایران با توجه به داده‌های اقلیمی آینده (سناریو خفیف)



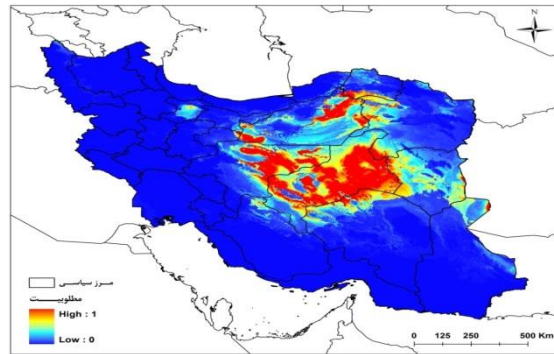
شکل 8: نقشه طبقه‌بندی شده مناطق داری پتانسیل بالقوه برای حضور یوز در ایران با توجه به داده‌های اقلیمی آینده (سناریو شدید)

بحث

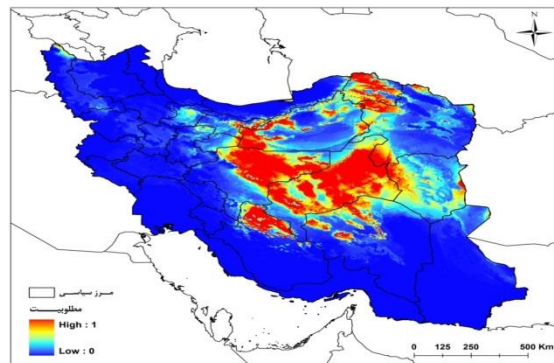
نظر پارامترهای اقلیمی شرایط مساعدی ندارد با رنگ آبی نشان داده شده است.



شکل 3: نقشه مناطق داری پتانسیل بالقوه برای حضور یوز در ایران با توجه به داده‌های اقلیمی حال



شکل 4: نقشه مناطق داری پتانسیل بالقوه برای حضور یوز در ایران با توجه به داده‌های اقلیمی آینده (سناریو خفیف)



در ایران با توجه به داده‌های اقلیمی آینده (سناریو شدید)

نهایتاً خروجی MaxENT در هر مدل‌سازی یک فایل ASCII بود به یک فایل رستر در نرم‌افزار ArcGIS9.3 تبدیل شد و بر اساس آستانه تفکیک به سه طبقه (نامطلوب، نیمه



معرفی گونه‌ها کاربرد مهمی را ارائه نماید. از سوی دیگر زیستگاه مطلوب تاثیر به‌سزایی بر بقا و تولیدمثل گونه دارد (امیدی و همکاران، 1389).

Brito و همکاران (2009) در مطالعه‌ای بر روی پنج گربه‌سان آفریقای شمالی با به کارگیری 16 عامل محیطی از جمله فاکتورهای توپوگرافی (شیب)، فاکتورهای اقلیمی (دامنه دمای سالانه، حداقل دما در سردترین ماه سال، حداکثر دما در سردترین ماه سال، بارندگی سالانه، بارندگی در مرطوب‌ترین ماه سال) و فاکتورهای زیستگاهی (فاصله تا جنگل‌های همیشه سبز، فاصله تا چمنزارها، فاصله تا گندم-زارها، فاصله تا بیابان‌های شنی و تپه‌های شنی، فاصله تا صخره‌های عاری از پوشش) توسط نرم‌افزار مکسنت به این نتیجه دست یافتند که زیستگاه مناسب برای شغال آفریقای شمالی عمدتاً متفاوتند: احتمال حضور برای *Canis aureus* در نواحی حاشیه صحرا و کوه‌ها شناسایی شد. برای *Vulpes pallida* در یک نوار باریک در امتداد ساحل و در کوه‌های جنوب صحرا، *Vulpes rueppellii* در سراسر صحرای بزرگ آفریقا، برای *Vulpes vulpes* در آفریقای شمالی تا حد شمالی صحرای بزرگ آفریقا، و برای *Vulpes zerda* تقریباً در تمام صحرا می‌باشد.

در حال حاضر تلاش‌های زیادی برای توسعه روش‌ها و مدل‌های پیش‌بینی‌کننده اثرات بالقوه تغییرات اقلیمی آینده بر روی تنوع زیستی در حال انجام است و سناریوهای متعددی برای برای نحوه تغییر اقلیم آینده ارائه شده است این در حالی است که مطالعات پایش و ثبت تغییرات اقلیمی بر روی تنوع زیستی در ایران بسیار کم‌رنگ است که باید تقویت شوند.

منابع

1. اکبری هارونی، ح.؛ بهروزی راد، ب. و حسن‌زاده کیایی، ب.، 1387. بررسی مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده کالمنند- بهادران استان یزد. مجله محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، تابستان 87، صفحات 113-118.
2. پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی و زیست بوم‌های مرتبط با آن، 1387. گزارش عملکرد و دستاوردها شهریور 1380 لغایت شهریور 1387. صفحات 5، 6، 13، 79.
3. توکلی‌مهر، ش. و دیباج، 1389. زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی در ایران پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش و منطقه حفاظت شده توران. جلد سوم. برگ زیتون. تهران، صفحات 70، 72، 73.
4. سهرابی نیا، ص. و حسینی زواره‌ای، 1389. زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی در ایران منطقه حفاظت شده کوه بافق. جلد دوم. برگ زیتون. تهران، صفحات 6، 12.
5. ژماتی، ن.، 1389. بررسی و مقایسه عادات غذایی یوزپلنگ آسیایی در دو پناهگاه حیات‌وحش نایبندان و دره انجیر در استان یزد، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران.
6. ضیایی، ه.، 1387. راهنمای صحرائی پستانداران ایران. چاپ دوم. کانون آشنایی با حیات‌وحش. تهران، صفحات 83، 250، 298، 300، 321، 323، 322.

مدلسازی برای زیستگاه و تهیه نقشه مطلوبیت آن، یکی از راه‌های کسب اطلاعات و بدست آوردن شناخت از فعالیت و رفتار، انتخاب زیستگاه و نوع عملکرد گونه در آن زیستگاه می‌باشد در واقع با مشخص شدن زیستگاه‌های مطلوب و منابع جذب و دفع گونه و تعیین عوامل مطلوب و نامطلوب در حضور و پراکنش گونه در یک زیستگاه می‌توان برنامه‌های حفاظتی و حمایتی ویژه‌ای را مناسب با عملکرد آن گونه در آن زیستگاه برای حفاظت از گونه مورد نظر و مدیریت زیستگاه آن طراحی نمود.

همچنین با استفاده از نرم‌افزار مکسنت به منظور بارزسازی اثر تغییرات اقلیمی بر وسعت و مطلوبیت زیستگاه‌های یوزپلنگ از حال تا آینده (سال 2070) در سطح کشور مدل‌سازی شد. نتایج ارزیابی مطلوبیت بر اساس سناریوهای تغییر اقلیم و 19 متغیر آب و هوایی برای دو دوره زمانی حال و آینده نشان داد میزان بارش در سردترین فصل سال، مهمترین متغیر آب و هوایی برای پیش‌بینی حضور گونه است. مساحت زیستگاه‌های مطلوب در فضای ArcGIS9.3 برای هر مدل محاسبه گردید نتایج حاصل نشان داد مساحت زیستگاه‌های مطلوب برای یوزپلنگ‌ها در شرایط کنونی در حدود 1.57 درصد وسعت ایران است و برای زیست گونه مطلوب است (شکل 3) در حالی که این مقدار برای سال 2070، تحت سناریوی تغییرات آب و هوایی خفیف (RCP 2.6) به 0.3 درصد (شکل 4) و تحت سناریوی تغییرات شدید آب و هوایی (RCP 8.5) به 0.03 درصد (شکل 5) مساحت کل کشور می‌رسد که نشان دهنده کاهش سطح زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ در سطح کشور خواهد بود. تغییرات آب و هوایی سبب می‌شود بخش عمده‌ای از مطلوبیت زیستگاه‌های یوزپلنگ در کشور از دست رود. همچنین ادامه این روند در آینده، سبب قطع ارتباط بین لکه‌های زیستگاهی بزرگ در بین زیستگاه‌ها در سطح کشور خواهد شد و این در حالیست که سایر تهدیدها از جمله تخریب زیستگاه‌ها باعث تشدید اثرات مخرب تغییرات اقلیمی می‌شوند (Alkemade و Nagelkerke، 2003). این یافته‌ها می‌تواند به عنوان هشدار جدی برای تغییرات اقلیمی کره زمین و اثر آن بر تنوع زیستی به ویژه گونه‌های در خطر انقراض مثل یوزپلنگ آسیایی تلقی گردد.

تعیین وضعیت پراکنش گونه‌های حیات‌وحش و وضعیت زیستگاه‌های تحت اشغال آن‌ها از اهمیت بسزایی در مدیریت حیات‌وحش و زیستگاه‌ها برخوردار می‌باشد. اما مطالعه گونه‌ای از حیات‌وحش در مقیاس وسیع، با توجه به فاکتورهای زمان و بودجه قابل دسترس، امری دشوار و در بسیاری از موارد غیرممکن است. لذا روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال 1970 تا کنون به سرعت در مدیریت حیات‌وحش مورد استفاده قرار گرفته، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده است به عبارت دیگر با روش‌های مدل‌سازی زیستگاه می‌توان به یک تخمین در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش، بدون نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژی و رفتار گونه دست یافت. همچنین مدل‌سازی زیستگاه می‌تواند در راستای شناسایی و معرفی زیستگاه‌های بالقوه به منظور



25. **Pereira, H.M.; Leadley, P.W.; Proenca, V.; Alkemade, R.; Scharlemann, J.P.W. and Fernandez Manjarres, J.F., 2010.** Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, Vol. 330, pp:1496-1501.
26. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model*, Vol.190, pp: 231-259.
27. **Weber, T.C. and Schwartz, M., 2011.** Maximum entropy habitat modeling of four endangered mussels in the Ohio river basin, USA. *Journal of Conservation Planning*, Vol. 7, pp: 13-26.
28. **Williams, S.E.; Bolitho, E.E. and Fox, S., 2003.** Climate change in Australian tropical rainforests: an impending environmental catastrophe. *Proc. R. Soc. Lond.* Vol. B270, pp: 1877-1892.
7. **فرهادی‌نیا، ص.، 1378.** تولیدمثل یوزپلنگ. فصلنامه محیط زیست. سال 28، صفحات 11-2.
8. **گیتاشناسی ایران، 1384.** جلد سوم، دایره المعارف جغرافیای ایران، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
9. **کفاش، الف.؛ یوسفی، م.؛ احمدی، م.؛ کهلر، گ. و کابلی، م.، 1392.** پیش‌بینی اثر تغییرات اقلیمی بر خزندگان مناطق بیابانی ایران (مطالعه موردی: سوسمار دم‌تیغی بین‌النهرین *Saara loricata*). سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه و مدیریت محیط زیست. دانشگاه تهران.
10. **مجنونیان، ه.، 1379.** مناطق حفاظت شده ایران. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
11. **مجنونیان، ه.؛ کیابی، ب. و دانش، م.، 1384.** جغرافیای جانوران ایران. جلد دوم. دایره سبز. 371 صفحه.
12. **Anderson, R.P.; Lew, D. and Townsend Peterson, A., 2003.** Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, Vol. 162, pp: 211-232.
13. **Bellard, C.; Bertelsmeier, C.; Leadley, P.; Thuiller, W. and Courchamp, F., 2012.** Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, Vol. 15, No. 4, pp: 365-377.
14. **Brito, J.C.; Acosta, A.L.; Ivaes, F.A. and Cuzin, F., 2009.** Biogeography and conservation of taxa from remote regions: an application of ecological-niche based models and GIS to North-African Canids. *Biol. Conserv.* Vol. 142, pp: 3020-3029.
15. **Dawson, T.P.; Jackson, S.T.; House, J.I.; Prentice, I.C. and Mace, G.M., 2011.** Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, Vol. 332, pp: 53-58.
16. **Dillon, M.E.; Wang, G. and Huey, R.B., 2010.** Global metabolic impacts of recent climate warming. *Nature*, Vol. 467, pp: 704-706
17. **Elith, J.; Phillips, S.J.; Hastie, T.; Dudík, M.; Chee, Y.E. and Yates, C.J., 2011.** A statistical explanation of maxent for ecologists. *Divers. Distrib.* Vol. 17, pp: 43-57.
18. **Fielding, A.H. and Bell, J.F., 1997.** A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, Vol. 24, pp: 38-49.
19. **Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. and Jarvis, A., 2005.** Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, Vol. 25, pp: 1965-1978.
20. **Hunter, L.; Jowkar, H.; Ziaie, H.; Schaller, G.; Balme, G.; Walzer, C.; Ostrowski, S.; Zahler, P.; Robert Charrue, N.; Kashiri, K. and Christie, S., 2007.** Conserving the Asiatic cheetah in Iran: Launching the first radio-telemetry study. *Cat News*, Vol. 46, pp: 8-11.
21. **Kumar, S. and Stohlgren, T.J., 2009.** Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *Journal of Ecology and Natural Environment* Vol. 1, No. 4, pp: 94-98.
22. **Mack, E.L.; Firbank, L.G.; Bellary, P.E.; Hinsley, S.A. and Veitch, N., 1997.** The comparison of remotely sensed and ground-based habitat area data using species-area models. *Applied Ecology*, Vol. 34, pp: 1222-1228.
23. **Nagelkerke, C. and Alkemade, J., 2003.** Modelling the effect of climate change on species ranges. *De Levende Natuur*, Vol. 104, pp: 114-118.
24. **Omid, M.; Kaboli, M.; Karami, M.; Salman Mahini, A. and Hasanzadeh Kiabi, B., 2010.** Habitat suitability modelin of *Panthera pardus saxicolor* by ENFA in Kolahghazi. *Journal of Environment Scicence and Technology*. Vol. 12, No. 1, pp: 137-148

