

مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه‌سانان تحت اقلیم کنونی در ایران

- الهام ابراهیمی: گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- فراهم احمدزاده*: گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
- بابک نعیمی: گروه علوم محیط زیست، انستیتو تکنولوژی فدرال زوریخ، دانشگاه زوریخ (ETH Zurich)، سوئیس

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۷

چکیده

در دهه‌های اخیر مقدار قابل توجهی از پژوهش‌ها بر روی پیش‌بینی پتانسیل‌های توزیع جغرافیایی گونه‌ها با هدف تعیین محدوده‌های داغ زیستگاهی متمرکز شده‌اند. با توجه به موقعیت خاص ایران و برخورداری از زیستگاه‌های متنوع و هم‌چنین محدودیت‌های موجود در کشور به نظر می‌رسد حفاظت از محدوده‌های داغ زیستگاهی موثرترین راه برای حفاظت از بسیاری از گونه‌ها در چشم‌اندازهای بزرگ باشد. هدف این مطالعه نشان دادن مناطق داغ زیستگاهی هشت گونه از خانواده گربه‌سانان ایران است که می‌تواند نقشی کلیدی در حفاظت تنوع زیستی کشور داشته باشد. این پژوهش با استخراج ۱۹ متغیر اقلیمی از پایگاه داده Worldclim و داده‌های حضور خانواده گربه‌سانان آغاز شد. مدل‌سازی توزیع گونه‌ای با استفاده از چهار مدل RF، SVM، MAXENT و BRT در نرم‌افزار R انجام شد. پس از روی هم‌گذاری نقشه‌های توزیع گونه‌ها نقشه پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان به تفکیک هر مدل تهیه شد. در نهایت برای ایجاد یک مدل با درجه اطمینان بالا، نقشه جامع مناطق داغ زیستگاهی با روش روی هم‌گذاری (ضرب لایه‌ها) برای گربه‌سانان ایران تهیه شد. این پژوهش بخش مرکزی ایران، لکه‌هایی در شمال شرق ایران و بخش‌هایی از رشته کوه زاگرس را به‌عنوان مناطق داغ زیستگاهی برای گربه‌سانان معرفی می‌کند. روی هم‌گذاری نقشه پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان با مناطق حفاظت شده نشان داد الگوی پتانسیل زیستگاهی گربه‌سانان هم‌پوشانی نسبتاً کمی با مناطق حفاظت شده دارد و مجموعاً با ۳۹ منطقه تحت حفاظت هم‌پوشانی نسبی دارد. نتایج حاصل از اعتبارسنجی نشان داد در بین مدل‌های مورد استفاده، مدل RF قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی را دارد.

کلمات کلیدی: مناطق داغ زیستگاهی، گربه‌سانان، مدل‌سازی توزیع گونه‌ای، حفاظت تنوع زیستی



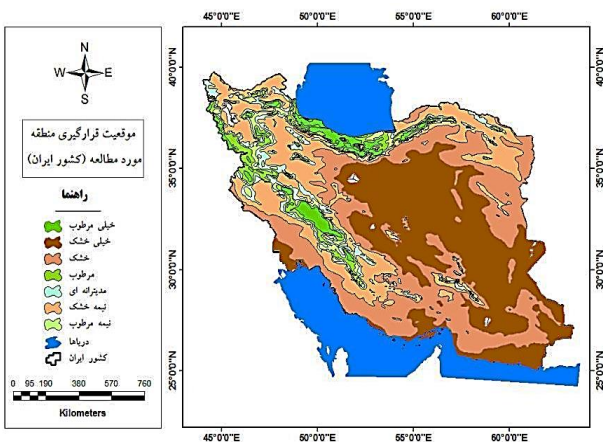
مقدمه

در این مطالعه با به کار گیری ۱۰ مدل توزیع گونه‌ای و ارزیابی نتایج بر اساس آماره مبتنی بر سطح آستانه (TSS=True skill statistic) و آماره سطح زیر منحنی (AUC=Area Under the Curve) مشخص گردید که همه مدل‌ها برای این مدل‌سازی مناسب بوده است. این پژوهش نشان داد ۲۷٪ مساحت کل ایران به‌عنوان زیستگاه‌های داغ تنوع زیستی برای پستانداران تهدید شده محسوب می‌شوند که فقط ۵۷٪ از این مناطق در حال حاضر در محدوده مناطق حفاظت شده کشور قرار دارند (Farashi و Shariati، ۲۰۱۷). Momeni Dehaghi و همکاران (۲۰۱۳) لکه‌های زیستگاهی پارک ملی گلستان را با استفاده از روش Marxan و داده‌های حضور مجموعه‌ای از جانوران شاخص پارک و متغیرهای محیطی مربوط به هر گونه شناسایی کردند. نتایج نشان داد که این روش قابلیت مناسبی در برنامه‌ریزی حفاظت نظام‌مند و شناسایی لکه‌های زیستگاهی دارد. هم‌چنین شیخی‌نیلانو و کریمی (۱۳۹۴) نیز به تعیین کانون‌های تمرکز با اولویت بالای حفاظتی برای پرندگان شهرستان نقده پرداختند، در این مطالعه ۱۴۴ گونه پرنده در شهرستان نقده شناسایی و اطلاعات حضور آن‌ها جمع‌آوری و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد تحلیل قرار گرفت. نقشه‌های به‌دست آمده از نتایج مطالعه نشان داد که در شهرستان نقده بیش‌ترین ارزش عددی سلول‌ها متعلق به مناطق بوم‌مرز (Ecotone) است. شناسایی و معرفی زیستگاه مناسب پستانداران در جهت اهداف مدیریتی و تعیین زیستگاه‌های مطلوب با روش‌های عملی در ایران کم‌تر صورت گرفته و چنین مطالعاتی می‌تواند برای مدیریت زیستگاه‌های حیات‌وحش مفید باشد (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). از آن‌جاکه نرخ انقراض بسیار افزایش یافته است، ضرورت دارد مناطق مستعدتر جهت حفاظت از گونه‌های حیات‌وحش شناسایی گردد. به‌نظر می‌رسد شکست‌های حفاظت حیات‌وحش ایران مربوط به کمبود منابع مالی، اطلاعات ناقص و انتخاب ناکارآمد شبکه‌های زیستگاهی جهت حفاظت است (Momeni Dehaghi و همکاران، ۲۰۱۳). لذا تعیین نقاط داغ زیستگاهی کشور براساس اطلاعات حضور ضرورتی دوچندان می‌یابد. هدف اصلی این پژوهش توصیف الگوهای مناطق داغ زیستگاهی در شرایط اقلیمی کنونی برای خانواده گربه‌سانان در ایران است. در این مطالعه به پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه‌سانان در ایران که شامل یوزپلنگ (*Acinonyx jubatus*)، پلنگ (*Panthera pardus*)، گربه‌جنگلی (*Felis chaus*)، کاراکال (*Caracal caracal*)، گربه شنی (*Felis margarita*)، سیاهگوش (*Lynx lynx*)، گربه وحشی (*Felis silvestris*) و گربه پالاس (*Otocolobus manul*) می‌باشد، پرداخته شد که در میان

با افزایش تأثیر انسان بر تنوع‌زیستی و انقراض گونه‌ها (Sanei و همکاران، ۲۰۱۶ a)، عوامل و متغیرهای تأثیر گذار بر توزیع گونه‌ها در طرح‌ریزی مناطق حفاظت شده و حفاظت تنوع زیستی اهمیت قابل توجهی یافته‌اند (Whittaker، ۱۹۷۲). علی‌رغم ارزش و اهمیت این متغیرها، داده‌های موجود درخصوص توزیع و غنای گونه‌ها در بیش‌تر مناطق ناقص بوده و قابل استناد نیست (Rondinini و همکاران، ۲۰۰۶). روش‌های مدل‌سازی می‌توانند برای غلبه بر محدودیت‌های اطلاعاتی موجود، جهت حفاظت تنوع‌زیستی مورد استفاده قرار گیرند. به‌عنوان مثال با شناسایی مناطق داغ زیستگاهی با استفاده از مدل‌سازی می‌توان گامی مهم در حفاظت تنوع زیستی برداشت (Pigott و Gioia، ۲۰۰۰؛ Lehmann و همکاران، ۲۰۰۲؛ Luoto و همکاران، ۲۰۰۴؛ Parviainen و همکاران، ۲۰۰۹). هم‌چنین از این اطلاعات می‌توان برای کمک به ایجاد راهبردهای حفاظت و یا پیش‌بینی الگوهای تنوع زیستی تحت تغییرات اقلیمی آینده استفاده کرد (Theurillat و Guisan، ۲۰۰۰؛ Algar و همکاران، ۲۰۰۹). این مدل‌ها می‌توانند به درک از الگوهای تنوع‌زیستی و فرآیندهای شکل‌گیری آن کمک کنند (Moser، ۲۰۰۵؛ Thuiller و همکاران، ۲۰۰۶؛ Noguez- Bravo و همکاران، ۲۰۰۸). مدل‌های توزیع گونه‌ای بین داده‌های حضور گونه‌ها و مجموعه متغیرهای محیطی به‌صورت آماری ارتباط ایجاد کرده (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰) و با تکیه بر محیط‌زیست و مفهوم آشیان بوم‌شناختی شامل محدودیت‌های زیستی و پراکنندگی معرفی شده توسط هاجینسون (۱۹۵۷) به پیش‌بینی توزیع گونه‌ای می‌پردازند (Pulliam، ۲۰۰۰؛ Soberon، ۲۰۰۷). امروزه روش‌های توزیع گونه‌ای (Species Distribution Model) پرکاربردترین روش برای شناسایی نقاط داغ تنوع‌زیستی محسوب شده و پژوهش‌های برنامه‌ریزی حفاظت برای توسعه نظریه‌ها و ابزارهای طراحی شبکه‌های ذخیره‌گامی کارآمد گسترش یافته‌اند (Cabeza و همکاران، ۲۰۰۲؛ Ferrer و همکاران، ۲۰۰۸؛ Ko و همکاران، ۲۰۱۴). پیش‌بینی توزیع برای گونه‌ها با استفاده از SDMs معمولاً برای برنامه‌ریزی حفاظت استفاده می‌شود (Willig و Andelman، ۲۰۰۲؛ Austin، ۱۹۹۸). در ایران مطالعات اندکی درخصوص تعیین مناطق داغ زیستگاهی انجام شده است. فراشی و شریعتی (۲۰۱۷) به تعیین نقاط داغ تنوع زیستی برای پستانداران خشکی فهرست سرخ IUCN ایران پرداختند.



مجموع هشت گونه بوده که پس از جمع‌آوری در محیط نرم‌افزار Hijman Diva-GIS version ۷,۵,۰,۰ صحت نقاط حضور کنترل گردید (همکاران، ۲۰۰۵؛ <http://www.diva-gis.org>) (جدول ۱). پس از انجام تجزیه و تحلیل‌های مربوط به کنترل صحت نقاط حضور و برای جلوگیری از احتمال استفاده از داده‌های تکراری، در محیط نرم‌افزار ArcGIS ۱۰,۵ نقاط حضور تکراری حذف شدند. در نهایت مجموعاً ۶۲۹ نقطه حضور برای مجموع ۸ گونه در مدل‌سازی‌های توزیع گونه‌های شرکت داده شد. در میان نقاط ثبت شده ۷۰ درصد به‌عنوان نقاط گروه آموزش (Training group) و ۳۰ درصد باقی‌مانده به‌عنوان گروه اعتبارسنجی (Validation group) به‌طور تصادفی انتخاب شدند.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و تنوع اقلیمی ایران

متغیرهای اقلیمی پیش‌بینی‌کننده: در پژوهش حاضر از ۱۹ متغیر مشهور اقلیمی (Bioclim) با وضوح ۵ کیلومتری (۲/۵ دقیقه) استفاده شد. این داده‌ها از پایگاه داده‌ای WorldClim که برای مدل‌سازی‌ها آماده سازی شده‌اند، استخراج گردید (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵). این پایگاه داده شامل مجموعه‌ای از لایه‌های آب و هوایی جهانی است که به‌طور گسترده‌ای در تجزیه و تحلیل محیط‌زیست و مدل‌سازی توزیع گونه‌ها کاربرد دارد (Quintero و Wiens، ۲۰۱۳؛ Fernandez-Martínez و همکاران، ۲۰۱۴؛ Zhao و همکاران، ۲۰۱۷؛ Xing و همکاران، ۲۰۱۷). سپس با استفاده از آزمون پیرسون میزان همبستگی خطی بین دو متغیر تصادفی مورد سنجش قرار گرفت (Benesty، ۲۰۰۹). آزمون همبستگی پیرسون با بهره‌گیری از نرم‌افزار R با ضریب اطمینان ۰/۷۵ انجام شد و بدین ترتیب متغیرهای دارای همبستگی بالا از فرایند مدل‌سازی حذف و متغیرهای مستقل به تفکیک برای هر کدام از هشت گونه مورد مطالعه انتخاب شدند.

گونه‌های مورد مطالعه وضعیت حفاظتی یوزپلنگ به‌شدت در معرض خطر انقراض، پلنگ در معرض خطر و گونه‌های گربه شنی و گربه پالاس گونه‌هایی نزدیک به تهدید در فهرست سرخ سازمان جهانی حفاظت از طبیعت است. مطالعه حاضر به تهیه نقشه پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان با استفاده از روش روی هم‌گذاری نتایج مدل‌های درخت رگرسیون تقویت شده (BRT=Boosted Regression Tree) (Friedman، ۲۰۰۱)، مدل ماشین بردار پشتیبان (Vapnik، ۱۹۹۵) (RF) (Breiman، ۲۰۰۱) و مدل بیشینه آنروپی (Maxent=Maximum Entropy) (Philips، ۲۰۰۶) پرداخته است. نتایج این مطالعه می‌تواند برای مدیران زیستگاه‌ها خانواده گربه‌سانان در ایران مفید واقع شده و در جهت برنامه‌ریزی حفاظتی و تجدید نظر در محدوده‌های مناطق حفاظت شده ایران موثر واقع شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: کشور ایران با مساحت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع در نیمه جنوبی منطقه معتدل شمالی بین $25^{\circ}03'$ و $39^{\circ}47'$ عرض شمالی از خط استوا و $44^{\circ}14'$ و $63^{\circ}20'$ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ (شکل ۱) و در جنوب غرب منطقه پالتارکتیک واقع شده و دارای غنا و تنوع گونه‌ای بالایی از فون و فلور است. ایران محل برخورد سه ناحیه جغرافیای زیستی پالتارکتیک، آفروتروپیک و اورینتال است. قسمت اعظم کشور در ناحیه پالتارکتیک قرار داشته و به‌طور وسیعی جانوران پالتارکتیک غربی را در خود جای داده است. تنوع زیستگاه‌ها در ایران به‌واسطه وجود رشته کوه‌های البرز و زاگرس و هم‌چنین دو منبع عظیم آبی در شمال و جنوب ایجاد شده است. این کشور روی کمر بند بیابانی جهان واقع شده و حدود ۶۰٪ از گستره آن را نواحی بیابانی و نیمه‌بیابانی تشکیل می‌دهد (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). فقط جنگل‌های هیرکانی واقع در اطراف دریای خزر دارای آب و هوای مرطوب با پوشش گیاهی غنی هستند (Akhani، ۱۹۹۸).

جمع‌آوری نقاط حضور: نقاط حضور گونه‌های خانواده گربه‌سانان از طریق پایگاه‌های اطلاعات شخصی، نقاط حضور جمع‌آوری شده توسط کارشناسان و محیط‌بانان با سابقه سازمان حفاظت محیط زیست، نشریات علمی، اطلس پستانداران ایران (کریمی و همکاران، ۱۳۹۵) و پایگاه داده‌ای آنلاین اطلاعات جهانی تنوع زیستی (GBIF) جمع‌آوری شده است. این داده‌ها شامل ۱۷۲۷ نقطه حضور از



جدول ۱: وضعیت حفاظتی و تعداد نقاط حضور گونه‌های گربه‌سان (FELIDAE) از راسته CARNIVORA بررسی شده در پژوهش

ردیف	نام فارسی گونه	نام علمی گونه	وضعیت حفاظت گونه در سطح ملی	وضعیت حفاظتی گونه در فهرست سرخ IUCN	کل تعداد نقاط جمع آوری شده
۱	گربه وحشی	<i>Felis silvestris</i>	حمایت نشده	LC	۱۰۷
۲	گربه جنگلی	<i>Felis chaus</i>	حمایت شده	LC	۱۹۱
۳	گربه شنی	<i>Felis margarita</i>	در خطر انقراض	NT	۳۱
۴	گربه پالاس	<i>Felis manul</i>	در خطر انقراض	NT	۳۰
۵	کاراکال	<i>Caracal caracal</i>	حمایت شده	LC	۳۴۲
۶	سیاهگوش	<i>Lynx lynx</i>	حمایت شده	LC	۶۴
۷	پلنگ	<i>Panthera pardus saxicolor</i>	حمایت شده	EN	۶۰۹
۸	بوزپلنگ	<i>Acinonyx jubatus venaticus</i>	در خطر انقراض	CR	۳۵۳

مدل‌های یادگیری ماشینی

مدل جنگل تصادفی (Random Forest): مدل جنگل تصادفی

یکی از روش‌های مدل‌سازی درخت تصمیم است (Shataee و همکاران، ۲۰۱۱) به گونه‌ای که از تلفیق نتایج به دست آمده درخت‌های مختلف، نتیجه یا برآورد نهایی را ارائه می‌دهد. در مسائل مربوط به رگرسیون، جنگل تصادفی تعداد اختیاری از درختان ناآزموده (زیرمجموعه‌ای از متغیرهای مستقل) است که نتایج واکنش این درختان به صورت ترکیبی جهت تخمین صحیح متغیرهای وابسته مورد استفاده قرار می‌گیرد (Shruthi و همکاران، ۲۰۱۴). نمونه‌گیری تصادفی از اطلاعات و متغیرها، به صورت خودکار و تکرارشونده جهت تولید انبوهی از درختان رگرسیونی انجام می‌شود. برای تعیین تعداد بهینه درختان، ابتدا یک تعداد درخت اولیه جهت تولید گراف تغییرات میانگین مربعات خطا (MSE) در مقابل تعداد خاص درختان نمونه آموزشی و ارزیابی است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مدل ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine):

مدل ماشین بردار پشتیبان یکی از مدل‌هایی ماشینی یادگیری نظارت شده است که جهت طبقه‌بندی تفکیکی گروه‌ها به کار می‌رود (Wang, ۲۰۰۵). SVM را می‌توان برای دو هدف طبقه‌بندی و رگرسیون مورد استفاده قرار داد (Shawe و Cristianini، ۲۰۰۰). این مدل حاوی انواع مختلفی از توابع طبقه‌بندی است که قادر به ارزیابی خطاها و بهینه سازی اطلاعات هستند و نیاز به حداقل میزان تنظیم مدل دارند (Joachims، ۱۹۹۶). در مدل ماشین بردار پشتیبان اگر داده‌ها (متغیرهای مستقل و وابسته) به صورت خطی مجزا از هم باشند، این مدل قادر به ارائه ماشین‌های خطی برای تولید یک سطح بهینه، داده‌ها را با خطای

کم و حداکثر فاصله میان صفحه و نزدیک‌ترین نقاط آموزشی (بردارهای پشتیبان)، تفکیک می‌نماید (Pourghasemi و همکاران، ۲۰۱۳).

مدل بیشینه آنتروپی (Maximum Entropy): برای مدل‌سازی

توزیع گونه‌ای با مدل بیشینه آنتروپی از بسته dismo در نرم‌افزار R استفاده شد (Hijmans و همکاران، ۲۰۱۶). Maxent یکی از رایج‌ترین الگوریتم‌های مورد استفاده برای هدف پیش‌بینی پتانسیل توزیع یک گونه است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶؛ Phillips و Dudik، ۲۰۰۸؛ Peterson و همکاران، ۲۰۰۷؛ Ortega-Huerta و Peterson، ۲۰۰۸؛ Merow و همکاران، ۲۰۱۳). این الگوریتم به‌طور کلی فقط برای مدل‌سازی‌هایی که صرفاً بر پایه داده‌های حضور است اجرا می‌شود و قابلیت اجرا حتی با تعداد نقاط اندک را نیز دارد (Stohlgren و Kumar، ۲۰۰۹؛ Pearson و همکاران، ۲۰۰۷). در این مطالعه مجموعه داده‌ها به دو گروه آموزشی و اعتبارسنجی تقسیم شدند و تنظیمات پیش‌فرض Maxent در نظر گرفته و حفظ شد. برای هر گونه نقشه‌های توزیع گونه‌ای در شرایط اقلیمی حال حاضر تهیه و برای ارزیابی مدل‌ها نیز از منحنی ROC استفاده شد.

مدل درخت رگرسیونی پیشرفته (Boosted Regression Tree):

مدل درخت رگرسیونی پیشرفته به‌عنوان یک تکنیک داده‌کاوی بر اساس درخت‌های طبقه‌بندی و رگرسیونی همراه با الگوریتم Boosting طراحی شده است (Bui و همکاران، ۲۰۱۵). این مدل برخلاف الگوریتم‌هایی که براساس میانگین به پیش‌بینی می‌پردازند، از روش پیش‌برنده مرحله‌ای (Stage-wise) تجزیه و تحلیل و برآزش بین متغیرها و داده‌های گروه آموزشی) و آمار ناپارامتری استفاده می‌کند (Naghibi و همکاران، ۲۰۱۶). این مدل می‌تواند در پیش‌بینی پیامدهای کمی



نموده است. مدل بیشینه آنتروپی همان طور که از ماهیت این مدل مشخص است، بیشترین حد پتانسیل زیستگاهی گربه‌سانان را در بین سایر مدل‌های مورد مطالعه نمایش داده است. این مدل دامنه پراکنش و پتانسیل زیستگاهی گربه‌سانان را مطابق دامنه گسترش رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس پیش‌بینی کرده است البته مناطقی را در بیابان‌های مرکزی ایران نیز بر آن‌ها افزوده است (شکل ۲-ج). در نهایت با بررسی مدل درخت رگرسیونی پیشرفته (شکل ۲-د) می‌توان به این نتیجه رسید که این مدل رشته‌کوه زاگرس، نیمه غربی رشته‌کوه البرز و لکه‌هایی پراکنده در شمال شرق ایران (استان خراسان شمالی) را به عنوان زیستگاه‌هایی با حداکثر پتانسیل زیستگاهی برای خانواده گربه‌سانان پیش‌بینی کرده است.

پیش‌بینی جامع مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان: همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود با روی هم گذاری نتایج مناطق داغ زیستگاهی چهار مدل مذکور (شکل ۲) با استفاده از تکنیک ضرب لایه‌ها در محیط Arc GIS ۱۰٫۵ مناطقی که در هر چهار مدل مذکور دارای ارزش سلولی یک بوده‌اند تعیین و به عنوان منطقه‌ای با حداکثر پتانسیل زیستگاهی پیش‌بینی شد. نتایج این مدل نشان می‌دهد که بخش خشک مرکزی ایران، لکه‌ای در شمال شرق ایران، بخش‌هایی از رشته‌کوه زاگرس در استان‌های کرمانشاه و ایلام و هم‌چنین لکه‌هایی در استان مازندران به‌طور توأمان در هر چهار مدل (شکل ۲) دارای ارزش سلولی یک بوده‌اند و در واقع مناطقی هستند که حداکثر پتانسیل زیستگاهی خانواده گربه‌سانان در ایران را در بر گرفته‌اند.

هم‌پوشانی مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه‌سانان با مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست ایران: با توجه به نقشه جامع مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه‌سانان ایران، زیستگاه‌های با ارزش حفاظتی بالا برای این خانواده در استان‌های یزد، اصفهان، کرمانشاه، ایلام، کردستان، مازندران، خراسان شمالی و رضوی واقع شده است (شکل ۳-الف). مناطق داغ زیستگاهی این خانواده در ایران با پارک‌های ملی سیاه‌کوه، توران، لار و تندوره تطابق داشته و بنابراین حفاظت قابل توجهی بر این مناطق حاکم است. علاوه بر این مناطقی در حاشیه غار قوری قلعه، علم کوه، کوه دماوند، صنوبر شیروان، ارس سرانی که آثار طبیعی- ملی ایران محسوب می‌شوند با لکه‌هایی از مناطق داغ زیستگاهی پیش‌بینی شده در این پژوهش تطبیق داشته و تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار دارند. پناهگاه‌های حیات وحش عباس‌آباد، حیدری، بیستون و زریوار نیز مطابق نتایج این پژوهش در محدوده مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سان

(درخت رگرسیونی) یا طبقه‌بندی شده (درخت طبقه‌بندی) مورد استفاده قرار گیرد (Yang و همکاران، ۲۰۱۶).

پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی: در این مطالعه برای پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی از چهار مدل توزیع گونه‌ای در نرم‌افزار R استفاده شد. نقشه‌های پیش‌بینی توزیع گونه‌ای برای هر گونه به صورت مجزا تهیه گردید و در نهایت برای پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی همه نقشه‌های به تفکیک مدل‌ها با یکدیگر جمع شده و برای هر یک از چهار مدل مذکور یک نقشه جامع تهیه شد. در گام بعدی با استفاده از تکنیک ضرب در نرم‌افزار ArcGIS ۱۰٫۵ چهار نقشه جامع روی هم گذاری شده و یک الگوی مشخص برای مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه‌سان در ایران توسط چهار مدل مختلف تعیین گردید.

ارزیابی اعتبار مدل‌ها: در مطالعه کنونی جهت ارزیابی مدل‌های توزیع گونه‌ای از منحنی مشخصه عملیاتی گیرنده (Receiver Operating Characteristic) استفاده شد. سطح زیر منحنی (AUC) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان متغیرهای وابسته و متغیرهای مستقل توسط یک مدل است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۴). مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ است. چنانچه سطح زیر منحنی برابر با ۰/۵ باشد، مشخص کننده تصادفی بودن مدل بوده و اگر این مقدار برابر با ۱ باشد، مدل به بهترین نحو می‌تواند نقاط حضور و عدم حضور را از یکدیگر تفکیک نماید. سطح زیر منحنی بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و سطح زیر منحنی بیش از ۰/۹ نشان‌دهنده قدرت تشخیص بسیار عالی مدل می‌باشد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۴؛ Pearson، ۲۰۰۷).

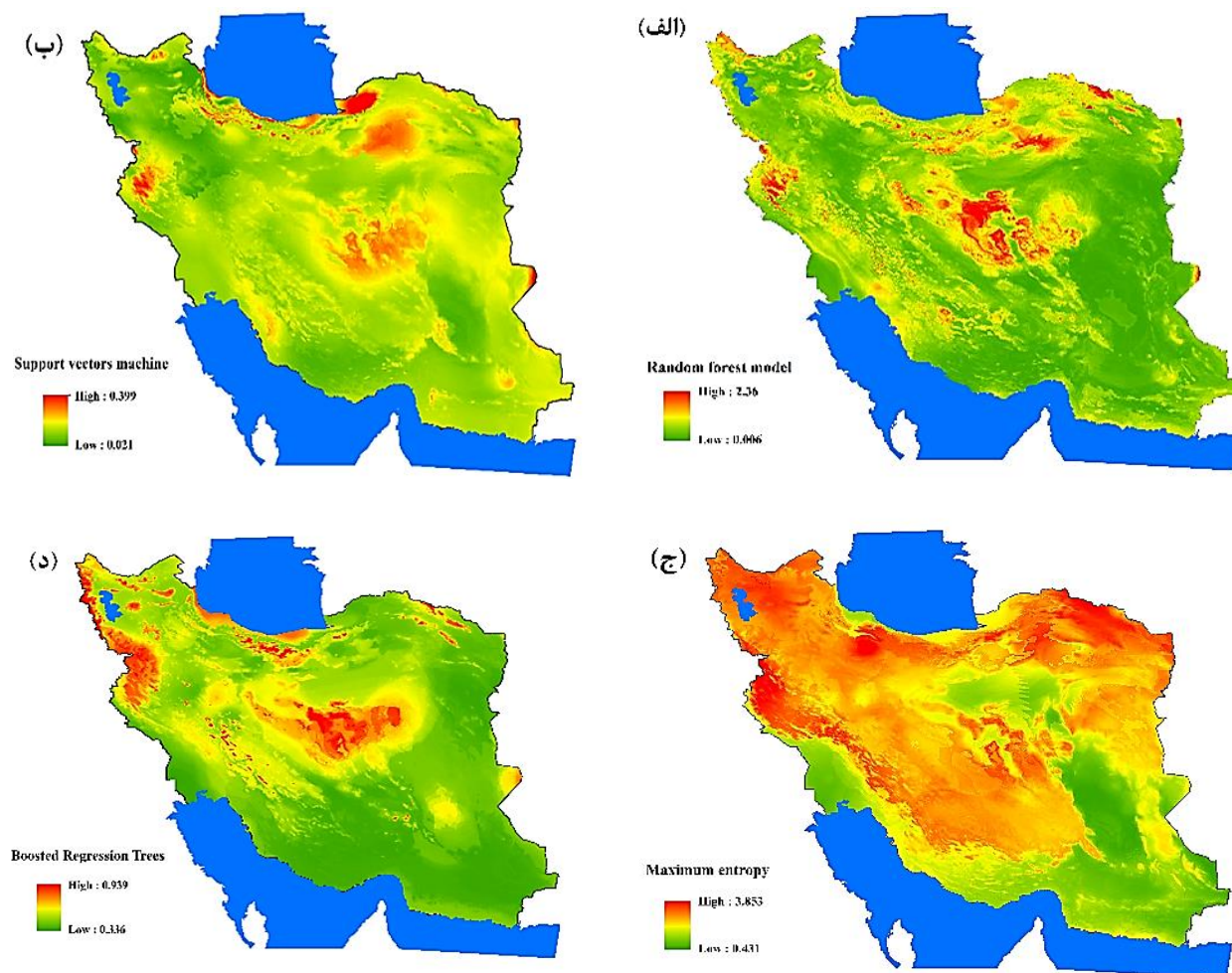
نتایج

نقشه پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان ایران: همان طور که در شکل ۲-الف مشاهده می‌شود، پیش‌بینی مدل جنگل تصادفی بر آن است که شمال غرب تا شمال شرق ایران به صورت پراکنده دارای پتانسیل زیستگاهی بسیار بالایی برای گربه‌سانان است، البته علاوه بر این، این مدل بخش‌هایی از مناطق خشک مرکزی ایران را نیز دارای پتانسیل حداکثری برای گربه‌سانان پیش‌بینی کرده است. مطابق شکل ۲-ب پتانسیل زیستگاهی گربه‌سانان در ایران بر اساس مدل ماشین بردار پشتیبان در جنگل‌های هیرکانی و بخش‌هایی از شمال غرب ایران پیش‌بینی شده است، این مدل مناطق مرکزی، شرقی و جنوب شرقی ایران را دارای پتانسیل متوسط برای گربه‌سانان پیش‌بینی

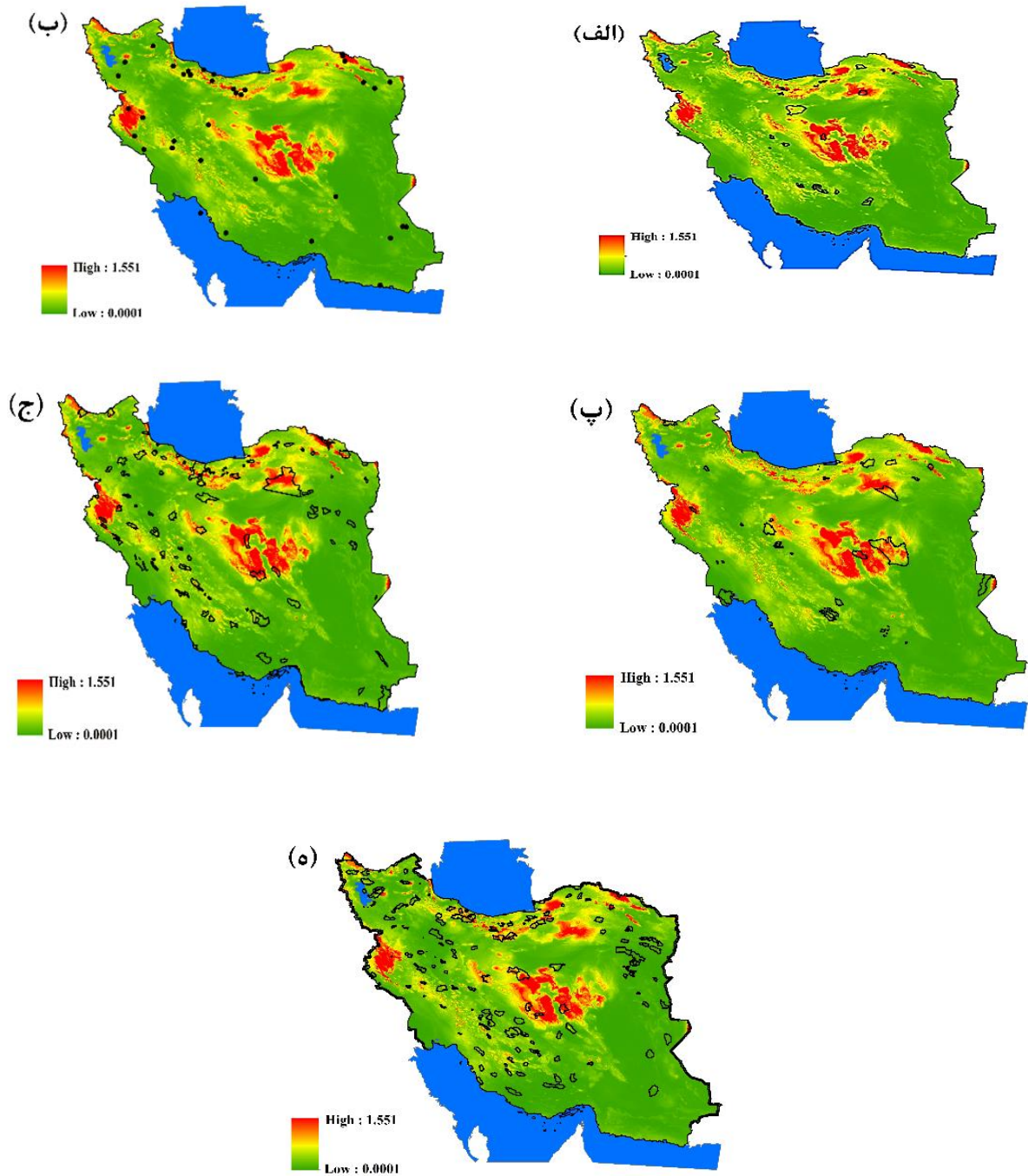


انارک، آریز بافق، شیرکوه تفت با مناطق داغ زیستگاهی پیش‌بینی شده در این پژوهش (شکل ۳) تطابق داشته و تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار دارند. به‌طور کلی می‌توان گفت مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان ایران مجموعاً با ۳۹ منطقه تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور تطابق دارد.

ایران قرار دارند. مناطق حفاظت شده مانشت و قزلارنگ، کوسالان، بوزین و مرخیل، قلاج، سرولات و جواهردشت، بلس‌کوه، چهارباغ، البرز مرکزی، توران، سیاهکوه، کالمند، بافق، تندوره، قرچغه، ارس سیستان و همچنین مناطق شکار ممنوع هشیلان، اشکورات، دوهزار و سه هزار، الموت شرقی، شاهجهان، لار، امامزاده علی، کوه‌بزرگی



شکل ۲: روی هم گذاری (جمع لایه‌ها) نقشه‌های توزیع گونه‌ای برای گونه‌های خانواده گربه‌سانان براساس مدل جنگل تصادفی (الف)، مدل ماشین بردار پشتیبان (ب)، مدل بیشینه آنتروپی (ج)، مدل درخت رگرسیونی پیشرفته (د)

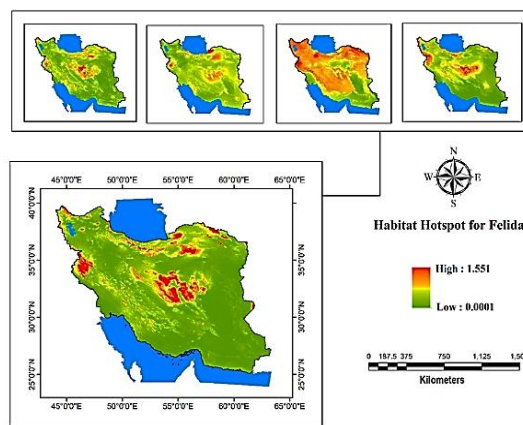


شکل ۳: نقشه هم پوشانی مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه سانان با تقسیم بندی سیاسی ایران (الف)، با پارک های ملی (ب)، با آثار طبیعی-ملی (پ)، با پناهگاه های حیات وحش (ج)، با مناطق حفاظت شده (د)، با مناطق شکار ممنوع (ه).



شنی با یوزپلنگ آسیایی در زیستگاه‌های گرم و خشک مرکزی ایران (پیرامون منطقه حفاظت شده و پارک ملی توران) توزیع مشترک دارند. نتایج به‌دست آمده نشان دادند که دو مدل جنگل تصادفی و پیشینه‌آنروپی حاشیه‌دریای خزر را دارای پتانسیل زیستگاهی حداقلی پیش‌بینی کرده‌است، درحالی‌که براساس پیش‌بینی مدل ماشین بردار پشتیبان و مدل درخت رگرسیونی پیشرفته مناطق مطلوبی برای گربه‌سانان در این منطقه قابل مشاهده است. به‌نظر می‌رسد این تفاوت ناشی از عدم قطعیت بین مدل‌ها بوده و بنابراین همین موضوع سبب بهره‌گیری از روش هم‌گذاری لایه‌ها با تکنیک ضرب در این پژوهش شده است. هدف از به‌کارگیری روش هم‌گذاری افزایش قدرت دقت پیش‌بینی و بهینه ساختن الگوی پتانسیل‌های زیستگاهی می‌باشد. هم‌چنین در این مطالعه مدل جنگل تصادفی همواره مقادیر عددی بیش از ۰/۹ را نشان داده است که نشان‌دهنده قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی این مدل می‌باشد. Yu و همکاران (۲۰۰۱) و Magness و همکاران (۲۰۰۸) پس از استفاده از مدل جنگل تصادفی برای مدل‌سازی و پیش‌بینی مکانی، دلیل عملکرد بالای آن را ناپارامتری بودن، انعطاف پذیر بودن ساختار مدل برای تجزیه و تحلیل بین متغیرهای مستقل و وابسته، عدم حساسیت مدل به تقسیم تصادفی داده‌های گروه آموزش و اعتبارسنجی (Robustness) و پایداری آن ذکر کرده‌اند.

در مطالعه حاضر نتایج نشان دادند پتانسیل زیستگاهی این خانواده در استان‌های یزد، اصفهان، کرمانشاه، ایلام، کردستان، مازندران، خراسان شمالی و رضوی می‌باشد و نتایج این مدل‌سازی برای اغلب گونه‌ها نیز به‌صورت بالقوه پتانسیل توزیع در این محدوده را پیش‌بینی نموده‌اند. مطالعات گوناگونی تاکنون درخصوص توزیع گربه‌سانان و وضعیت زیستگاهی و جمعیتی آن‌ها در ایران انجام شده است، به‌طوری‌که نتایج مطالعه Farhadinia و همکاران (۲۰۱۶ a) نشان می‌دهد تنها در حدود ۴۰ فرد از گونه یوزپلنگ در ۲۴۲۵۰۰ کیلومترمربع از ایران زیست می‌کند و کاهش تولیدمثل، مرگ و میر ناشی از شکارچیان، تصادفات جاده‌ای از مهم‌ترین علل کاهش جمعیت این گربه‌سان در ایران محسوب می‌شود. نتایج مطالعه دیگر Farhadinia و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که شمال شرق ایران به‌عنوان نقطه داغ زیستگاهی برای گربه پالاس محسوب می‌شود و توسعه فعالیت‌های انسانی سبب تخریب زیستگاه‌های این جاندار شده است. نتایج پژوهش‌های Ghadirian و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داده است توزیع گربه شنی در ایران محدود به زیستگاه‌های بیابانی در مرکز، شرق و جنوب شرق می‌شود. نتایج حاصل از پژوهش Ghoddousi و همکاران (۲۰۱۶ b) در رابطه



شکل ۴: نقشه جامع مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان در ایران

اعتبارسنجی مدل‌ها: نتایج اعتبارسنجی مدل‌های توزیع گونه‌ای برای گونه‌های مختلف خانواده گربه‌سانان در ایران به تفکیک هر گونه در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به این جدول مدل RF همواره مقادیر عددی بیش از ۰/۹ را نشان داده است که نشان‌دهنده قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی می‌باشد. مدل SVM برای گونه‌های *Felis silvestris* و *Panthera pardus saxicolor* دارای قابلیت اعتماد در سطح عالی و برای سایر گونه‌ها قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی را دارد. هم‌چنین مدل‌های MAXENT و BRT مقدار عددی بیش از ۰/۷ را نشان داده‌اند که بیانگر درجه اعتبار خوب، عالی و بسیار عالی می‌باشد.

جدول ۲: اعتبارسنجی مدل‌ها براساس منحنی مشخصه عملیاتی گیرنده

BRT	MAXENT	SVM	RF	Species-model
۰/۷۷۲	۰/۸۳۲	۰/۸۹۹	۰/۹۹۱	<i>Felis silvestris</i>
۰/۷۶۲	۰/۸۴۷	۰/۹۱۳	۰/۹۹۸	<i>Felis chaus</i>
۰/۹۳۵	۰/۸۱۲	۰/۹۹	۰/۹۲۸	<i>Felis margarita</i>
۰/۸۸	۰/۸۵۵	۰/۹۷	۰/۹۹۴	<i>Felis manul</i>
۰/۷۶	۰/۸۲۷	۰/۹۴۶	۰/۹۹۵	<i>Caracal caracal</i>
۰/۸۹۶	۰/۸۹۸	۰/۹۵۹	۰/۹۹۷	<i>Lynx lynx</i>
۰/۷۲۲	۰/۷۷۷	۰/۸۹۹	۰/۹۹۹	<i>Panthera pardus saxicolor</i>
۰/۸۷۴	۰/۸۹۵	۰/۹۵۴	۰/۹۱۲	<i>Acinonyx jubatus venaticus</i>

بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین مناطق داغ زیستگاهی برای حفاظت موثر تنوع زیستی با در نظر گرفتن گربه‌سانان ایران به‌عنوان گونه‌های چتر طرح‌ریزی شد. نتایج این پژوهش نشان داد گربه پالاس با سیاه گوش در امتداد رشته کوه البرز و شمال غرب ایران و هم‌چنین گربه

حفاظت از زیستگاه‌های آن‌ها است، شناسایی مناطق داغ زیستگاهی راسته‌ها و خانواده‌های مختلف پستانداران اهمیت بالایی داشته و می‌تواند در برنامه‌ریزی تاسیس مناطق حفاظت شده و مدیریت بهینه مناطق مذکور موثر واقع شود. در راستای تکمیل این تحقیق، به محققان و علاقمندان توصیه می‌شود در مطالعات آتی علاوه بر پارامترهای اقلیمی به‌عنوان یک متغیر تأثیرگذار در مقیاس کلان از سایر متغیرهای محیطی تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌ها نیز استفاده شود. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود از سایر مدل‌های توزیع گونه‌ای و مدل گروهی (Ensemble) جهت کاهش عدم اطمینان در نتایج بهره‌گیری گردد.

منابع

۱. سرهنگ‌زاده، ج.؛ یآوری، ا.ا.، همایی، م.ر.، جعفری، ح.ر. شمس‌اسفندآبادی، ب.، ۱۳۹۰. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش در مناطق خشک (مطالعه موردی: کل و بز *Capra aegagrus*) در منطقه حفاظت شده کوه بافق. نشریه علمی پژوهشی خشک‌بوم. دوره ۱، شماره ۳، صفحه ۳۸ تا ۵۰.
۲. شیخی‌نیلانلو، ص. و کریمی، س.، ۱۳۹۵. تعیین کانون‌های تمرکز با اولویت بالای حفاظتی برای پرندگان مطالعه موردی: شهرستان نقده. محیط زیست جانوری. دوره ۸، شماره ۳، صفحه ۲۹ تا ۳۸.
۳. کابلی، م.؛ علی‌آبادیان، م.؛ توحیدی‌فر، م.؛ هاشمی، ع.؛ موسوی، ب. و روزلار، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پرندگان ایران، انتشارات جهاد دانشگاهی. ۶۲۸ صفحه.
۴. کریمی، م.؛ قدیریان، ط. و فیض‌اللهی، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پستانداران ایران. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۲۴۰ صفحه.
۵. Akhni, H., 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park, Iran. Vol. 53, pp: 1-411.
۶. Algar, A.C.; Kharouba, H.M.; Young, E.R.; and Kerr, J.T., 2009. Predicting the future of species diversity: macroecological theory, climate change, and direct tests of alternative forecasting methods. *Ecography*. Vol. 32, No. 1, pp: 22-33.
۷. Allouche, O.A.; Tsoar A. and Kadmon, R., 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of applied ecology*. Vol. 43, No. 6, pp: 1223-1232.
۸. Andelman, S.J. and Willig, M.R., 2002. Alternative configurations of conservation reserves for Paraguayan bats: considerations of spatial scale. *Conservation Biology*. Vol. 16, No. 5, pp: 1352-1363.

با گربه وحشی نشان داد این گونه در ۲۷ استان از کشور ایران پراکنش داشته و عموماً در زیستگاه‌های طبیعی نزدیک به سکونتگاه‌ها انسانی به‌جز در مناطق بیابانی و بسیار مرتفع مشاهده شده است. گستره پراکنش سیاهگوش نیز در ایران در شمال، شمال‌غرب و غرب ایران گزارش شده است که مرگ میر ناشی از شکارچیان بزرگ‌ترین تهدید برای این گونه شناخته شده است (Mousavi و همکاران، ۲۰۱۶). در مطالعه Sanei و همکاران (۲۰۱۶ a) علاوه بر این‌که اغلب مناطق ایران را به‌عنوان زیستگاه‌های مطلوب برای پلنگ معرفی نموده به حفاظت طعمه اصلی این گونه یعنی *Capra aegagrus* جهت حفاظت غیرمستقیم پلنگ ایرانی توصیه شده است. مطالعه دیگر Sanei و همکاران (۲۰۱۶ b) در خصوص گربه جنگلی نشان داد که این گونه در ۳۸/۳۴۳ کیلومتر مربع، معادل ۲۳/۵٪ از کل مساحت مناطق چهارگانه تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست ایران زیست می‌کند. نتایج تمام مطالعات یادشده با نتایج پژوهش حاضر هم‌پوشانی نسبی داشته و نقشه مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان ایران را تأیید می‌کند. به‌طوری‌که در هر یک از مدل‌ها به تنهایی و هم‌چنین مدل نهایی مناطق مرکزی و بیابانی و نیمه بیابانی همواره جزو مناطق مطلوب برای این گروه از پستانداران پیش‌بینی شده است. هم‌چنین از نکات قابل اهمیت و متفاوت این مطالعه با مطالعات صورت گرفته تاکنون پیش‌بینی مناطق مطلوب زیستگاهی در نوار غربی کشور می‌باشد که در تمامی مدل‌ها و مدل نهایی این امر به‌خوبی در مطالعه حاضر نشان داده شده است. نتایج حاصل از روی هم‌گذاری مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان با شبکه مناطق حفاظت شده ایران نیز نشان داد که این دو لایه اشتراکات بسیار اندکی با یکدیگر دارند. در واقع مناطق داغ زیستگاهی پیش‌بینی شده برای گربه‌سانان عمدتاً مناطقی خارج از محدوده مناطق حفاظت شده ایران می‌باشند. تنها در بخش‌هایی از مرکز ایران و تعداد اندکی از مناطق حفاظت شده در غرب، شمال و شمال‌شرق ایران مناطق مطلوب پیش‌بینی شده هم‌پوشانی‌هایی را با مناطق حفاظت شده نشان دادند. از جمله مناطقی که در حال حاضر پتانسیل زیستگاهی بالا و توانایی مناسبی برای حفاظت از گربه‌سانان ایران را دارا می‌باشند، می‌توان به: پارک‌های ملی سیاه‌کوه، توران، لار و تندوره اشاره نمود. در مجموع مساحت اندکی از کشور ایران برای گونه‌های گربه‌سانان مطلوبیت داشته و پوشش داده نشدن همین مساحت اندک نیز توسط شبکه حفاظتی کشور در آینده بقای این گروه ارزشمند از پستانداران ایران را با خطرات بسیاری روبرو خواهد نمود. بنابراین باتوجه به این‌که موثرترین راه برای حفاظت از پستانداران



۲۲. **Ferreira, R.L.C.; Silva, S.D.O.; da Silva, J.A. A.; Lira, M. D. A.; Alves, J. and Nascimento, L. M., 2016.** Richness and diversity of Caatinga areas in different successional stages in northeastern Brazil. *Scientia Forestalis*. Vol. 44, No. 112, pp: 799-810.
۲۳. **Ferrier, S., 2002.** Mapping Spatial Pattern in Biodiversity Forregional Conservation planning: Where to from here? *Systematic Biology*. Vol. 51, pp: 331-363.
۲۴. **Friedman, J.H., 2001.** Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Ann. Stat.* Vol. 29, pp: 1189-1232.
۲۵. **Ghadirian, T.H.; Akbari, M.; Besmeli, A.; Ghoddousi, A.H.; Hamidi, H. and Dehkordi, M., 2016.** Sand cat in Iran present status, distribution and conservation challenges. *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10. pp: 56-59.
۲۶. **Ghoddousi, A.; Hamidi, A.H.; Ghadirian, T. and Bani'Assadi, S., 2016.** The status of wildcat in Iran a crossroad of subspecies. *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10, pp: 60-63.
۲۷. **Gioia, P. and Pigott, J.P., 2000.** Biodiversity assessment: a case study in predicting richness from the potential distributions of plant species in the forests of south-western Australia. *Journal of Biogeography*. Vol. 27, pp: 1065-1078.
۲۸. **Guisan, A. and Theurillat, J.P., 2000.** Equilibrium modeling of alpine plant distribution: how far can we go? *Phytocoenologia*. Vol. 30, pp: 353-384.
۲۹. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. Vol. 135, pp: 147-186.
۳۰. **Hijmans, R.J. and Shaffer, H.B., 2016.** Amber N. Wright, Mark W. Schwartz. *Climatic Change*. Vol. 134, pp: 579-591.
۳۱. **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, No. 15, pp: 1965-1978.
۳۲. **Joachims, T., 1998.** Text categorization with support vector machines: Learning with many relevant features. *European conference on machine learning*. Antwerp. pp: 137-142.
۳۳. **Ko, C.Y.; Schmitz, O.J.; Barbet Massin, M. and Jetz, W., 2014.** Dietary guild composition and disaggregation of avian assemblages under climate change. *Global change biology*. Vol. 20, No. 3, pp: 790-802.
۳۴. **Kumar, S. and Stohlgren, T.J., 2009.** Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in New Caledonia. *J of Ecology and the Natural Environment*. Vol. 1, No. 4, pp: 094-098.
۳۵. **Lehmann, A.; Leathwick, J.R. and Overton, J.M., 2002.** Assessing New Zealand fern diversity from spatial
۹. **Austin, M.P., 1998.** An ecological perspective on biodiversity investigations: examples from Australian eucalypt forests. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. pp: 2-17.
۱۰. **Benesty, J.; Chen, J.; Huang, Y. and Cohen, I., 2009.** Noise reduction in speech processing. *Springer Science and Business Media*. pp: 1-4.
۱۱. **Breckle, S.W., 2002.** Salinity, halophytes and salt affected natural ecosystems. In *Salinity: environment-plants-molecules*. Springer, Dordrecht. pp: 53-77.
۱۲. **Breiman, L., 2001.** Random forests. *Machine learning*. Vol. 45, No. 1, pp: 5-32.
۱۳. **Bui, D.T.; Tuan, T.A.; Klempe, H.; Pradhan, B. and Revhaug, I., 2016.** Spatial prediction models for shallow landslide hazards: a comparative assessment of the efficacy of support vector machines, artificial neuralnet works, kernel logistic regression, and logistic model tree. *Landslides*. Vol. 13, pp: 361-378.
۱۴. **Cabeza, M.; Araújo, M.B.; Wilson, R.J.; Thomas, C.D.; Cowley, M.J. and Moilanen, A., 2004.** Combining probabilities of occurrence with spatial reserve design. *Journal of applied ecology*. Vol. 41, No. 2, pp: 252-262.
۱۵. **Connell, J.H., 1978.** Diversity in tropical rain forests and coral reefs - high diversity of trees and corals in maintained only in a non-equilibrium state. *Science*. Vol. 199, No. 4335, pp: 1302-1310.
۱۶. **Cristianini, N. and Scholkopf, B., 2002.** Support vector machines and kernel methods-the new generation of learning machines. *Artificial Magazine*. Vol. 23, No. 3, pp: 31-41.
۱۷. **Cumming, G.S., 2000.** Using habitat models to map diversity: pan African species richness of ticks (Acari: Ixodida). *J of Biogeography*. Vol. 27, No. 2, pp: 425-440.
۱۸. **Farashi, A. and Shariati, M., 2017.** Biodiversity hotspots and conservation gaps in Iran. *Journal for nature conservation*. Vol. 39, pp: 37-57.
۱۹. **Farhadinia, M.S.; Akbari, H.; Eslami, M. and Adibi, M. A., 2016.** A review of ecology and conservation status of Asiatic cheetah in Iran. *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10, pp: 18-26.
۲۰. **Farhadinia, M.S.; Moqanaki, E.M.; Hosseini-Zavarei, F. and Sharbafi, E., 2012.** Baseline Information and Status Assessment of Manul (Pallas's Cat; *Otocolobus manul* Pallas, 1776). *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10, pp: 38-42.
۲۱. **Fernández-Martínez, M.; Vicca, S.; Janssens, I.A.; Sardans, J.; Luyssaert, S.; Campioli, M. and Papale, D., 2014.** Nutrient availability as the key regulator of global forest carbon balance. *Nature Climate Change*. Vol. 4, No. 6, pp: 471.



۴۷. **Phillips, S.J. and Dudík, M., 2008.** Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. Vol. 31, No. 2, pp: 161-175.
۴۸. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*. Vol. 190, No. 3, pp: 231-259.
۴۹. **Phillips, S.J.; Dudík, M. and Schapire, R.E., 2004.** A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning*. Association for Computing Machinery. Vol. 30, pp: 655-662.
۵۰. **Platts, P.J.; McClean, C.J.; Lovett, J.C. and Marchant, R., 2008.** Predicting tree distributions in an East African biodiversity hotspot: model selection, data bias and envelope uncertainty. *Ecological Modelling*. Vol. 218, No. 2, pp: 121-134.
۵۱. **Pourghasemi, H.R.; Pradhan, B.; Gokceoglu, C.; Mohammadi, M. and Moradi, H.R., 2013.** Application of weights-of-evidence and certainty factor models and their comparison in landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*. Vol. 6, pp: 2351-2365.
۵۲. **Pulliam, H.R., 2000.** On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*. Vol. 3, pp: 349-361.
۵۳. **Quintero, I. and Wiens, J.J., 2013.** Rates of projected climate change dramatically exceed past rates of climatic niche evolution among vertebrate species. *Ecology letters*. Vol. 16, No. 8, pp: 1095-1103.
۵۴. **Randinini, C.; Wilson, K.A.; Boitani, L.; Grantham, H. and Possingham, H.P., 2006.** Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning. *Ecology letters*. Vol. 9, No. 10, pp: 1136-1145.
۵۵. **Sanei, A.; Mousavi, M.; Rabiee, K.; Khosravi, M.S.; Julae, L.; Gudarzi, F.; Jaafari, B.; Chalani, M., 2016b.** Distribution, characteristics and conservation of the jungle cat in Iran. *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10, pp: 51-55.
۵۶. **Sanei, A.; Mousavi, M.; Hassanzadeh Kiabi, B.; Masoud, M.R.; Gord Mardi, E.; Mohamadi, H.; Shakiba, M.; Baran Zehi, A.; Teimouri, M. and Raeesi, T., 2016a.** Status assessment of the Persian leopard in Iran. *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10, pp: 43-50.
۵۷. **Shataee, S.; Weinaker, H. and Babanejad, M., 2011.** Plot level Forest Volume Estimation Using Airborne Laser Scanner and TM Data, Comparison of Boosting and Random Forest Regression Algorithms. *Procedia Environmental Sciences*. Vol. 7, pp: 68-73.
۳۶. **Luoto, M.; Virkkala, R.; Heikkinen, R.K. and Rainio, K., 2004.** Predicting bird species richness using remote sensing in boreal agricultural-forest mosaics. *Ecological Applications*. Vol. 14, pp: 1946-1962.
۳۷. **Magness, D.R. Huettmann, F. and Morton, J.M. 2008.** Using random forests to provide predicted species distribution maps as a metric for ecological inventory and monitoring programs. In *Applications of computational intelligence in biology*. pp: 209-229.
۳۸. **Merow, C.; Smith, M.J. and Silander, J.A., 2013.** A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*. Vol. 36, No. 10, pp: 1058-1069.
۳۹. **Momeni Dehaghi, I.; Mahiny, A.S.; Shabani, A.A. and Karami, M., 2013.** Efficiency of current reserve network in Golestan Province (Iran) for the protection of hoofed ungulates. *Biodiversity*. Vol. 14, No. 3, pp: 162-168.
۴۰. **Moser, D.; Dullinger, S.; Englisch, T.; Niklfeld, H.; Plutzer, C.; Sauberer Zechmeister, N.H.G. and Grabherr, G., 2005.** Environmental determinants of vascular plant species richness in the Austrian Alps. *Journal of Biogeography*. Vol. 32, pp: 1117-1127.
۴۱. **Mousavi, M.; Moqanaki, E.; Farhadinia, M.; Adibi, M.A.; Rabiee, K. and Khosravi, S., 2016.** The largest lesser cat in Iran current status of the Eurasian lynx. *Cat News Special Issue Iran*. Vol. 10, pp: 33-37.
۴۲. **Naghbi, S.A.; Pourghasemi, H.R. and Dixon, B., 2016.** GIS based groundwater potential mapping using boosted regression tree, classification and regression tree, and random forest machine learning models in Iran. *Environ Monti Assess*. Vol. 188, No. 44, pp: 1-27.
۴۳. **Nogues-Bravo, D.; Araujo, M.B.; Romdal, T. and Rahbek, C., 2008.** Scale effects and human impact on the elevational species richness gradients. *Nature*. Vol. 453, pp: 216-219.
۴۴. **Ortega-Huerta, M.A. and Peterson, A.T., 2008.** Modeling ecological niches and predicting geographic distributions: a test of six presence-only methods. *Revista mexicana de Biodiversidad*. Vol. 79, No. 1, pp: 205-216.
۴۵. **Parviainen, M.; Marmion, M.; Luoto, M.; Thuiller, W. and Heikkinen, R.K., 2009.** Using summed individual species models and state of the art modelling techniques to identify threatened plant species hotspots. *Biological Conservation*. Vol. 142, pp: 2501-2509.
۴۶. **Pearson, R.G., 2007.** Species distribution modeling for conservation educators and practitioners. *Synthesis*. American Museum of Natural History. 50 p.



۵۸. **Shruthi, R.B.V.; Kerle, N.; Jetten, V. and Stein, A., 2014.** Object based gully system prediction from medium resolution imagery using Random Forests. *Geomorphology*. Vol. 216, pp: 283-294.
۵۹. **Soberon, J., 2007.** Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*. Vol. 10, pp: 1115-1123.
۶۰. **Thuiller, W.; Midgley, G.F.; Rouget, M. and Cowling, R.M., 2006.** Predicting patterns of plant species richness in megadiverse South Africa. *Ecography*. Vol. 29, pp: 733-744.
۶۱. **Vapnik, V., 1995.** The nature of statistical learning theory. Springer Science and Business Media.
۶۲. **Wang, L., 2005.** Support Vector Machines: Theory and Applications. Springer Science and Business Media. Vol. 177, pp: 226-441.
۶۳. **Whittaker, R.H. 1972.** Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. Vol. 21, pp: 231-251.
۶۴. **Xing, X.; Slabbekoorn, H.; Campbell, J.; Li, F. and Ma, J., 2017.** Distinct song parts of the endemic marsh grassbird of China vary with latitude and climate among migratory and sedentary populations. *Evolutionary Ecology*. Vol. 31, No. 1, pp: 63-76.
۶۵. **Yang, R.M.; Zhang, G.L.; Liu, F.; Lu, Y.Y.; Yang, M.; Yang, F.; Zhao, Y.G. and Li, D.C., 2016.** Comparison of boosted regression tree and random forest models for mapping topsoil organic carbon concentration in an alpine ecosystem. *Ecological Indicators*. Vol. 60, pp: 870-878.
۶۶. **Yu, X.; Hyypä, J.; Vastaranta, M.; Holopainen, M. and Viitala, R., 2011.** Predicting individual tree attributes from airborne laser point clouds based on the random forests technique. *ISPRS Journal of Photogrammetry and remote sensing*. Vol. 66, No. 1, pp: 28-37.
۶۷. **Zhao, H.; Sun, J. Xu, X. and Qin, X., 2017.** Stoichiometry of soil microbial biomass carbon and microbial biomass nitrogen in China's temperate & alpine grasslands. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 83, pp: 1-8.

