

## 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 SVM، RF، MAXENT و BRT در نرم افزار R انجام شد. پس از رویهم‌گذاری 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 رویهم‌گذاری (ضرب لایه‌ها) برای گربه‌سانان ایران تهیه شد. این پژوهش بخش مرکزی ایران، لکه‌هایی در شمال شرق ایران و بخش‌هایی از رشته‌کوه زاگرس را به عنوان مناطق داغ زیستگاهی برای گربه‌سانان معرفی می‌کند. رویهم‌گذاری 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

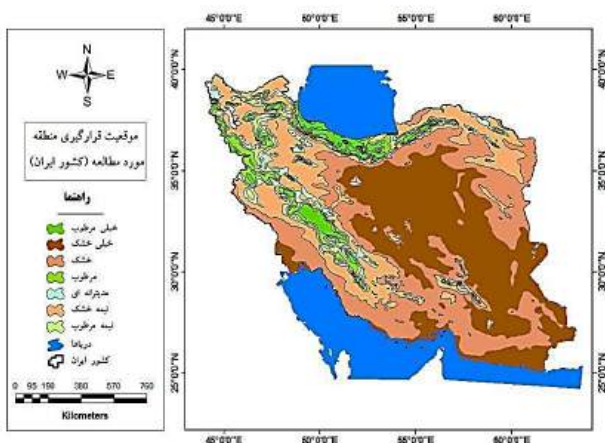
(Willig و Andelman, ۲۰۰۲; Austin, ۱۹۹۸). در ایران مطالعات اندکی در خصوص تعیین مناطق داغ زیستگاهی انجام شده است. فراشی و شریعتی در سال ۲۰۱۷ به تعیین نقاط داغ تنوع زیستی برای پستانداران خشکی فهرست سرخ IUCN ایران پرداختند. در این مطالعه با به کارگیری ۱۰ مدل توزیع گونه‌ای و ارزیابی نتایج بر اساس آماره مبتنی بر سطح آستانه (TSS) و آماره سطح زیر منحنی (AUC) مشخص گردید که همه مدل‌ها برای این مدل‌سازی مناسب بوده است. این پژوهش نشان داد ۲۷٪ مساحت کل ایران به عنوان زیستگاه‌های داغ تنوع زیستی برای پستانداران تهدید شده محسوب می‌شوند که فقط ۵۷٪ از این مناطق در حال حاضر در محدوده‌ی 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 برنامه ریزی حفاظت نظام مند و شناسایی لکه‌های زیستگاهی دارد. همچنین شیخی ئیلانلو 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 به دست آمده از نتایج مطالعه نشان داد که در شهرستان نقده بیشترین ارزش عددی سلول‌ها متعلق به مناطق بوم‌مرز 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 حیات وحش مفید باشد (سرهنگ زاده و همکاران، ۱۳۹۰). از آن‌جا که نرخ انقراض بسیار افزایش یافته است، ضرورت دارد مناطق مستعدتر جهت حفاظت از گونه‌های حیات وحش شناسایی گردد. به نظر می‌رسد شکست‌های حفاظت حیات وحش 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.

با افزایش تأثیر انسان بر تنوع زیستی 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 در خصوص 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 تنوع زیستی مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال با شناسایی مناطق داغ زیستگاهی با استفاده از مدل‌سازی می‌توان گامی مهم در حفاظت تنوع زیستی برداشت (Gioia و Pigott, 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 ما از الگوهای تنوع زیستی و فرآیندهای شکل‌گیری آن کمک کنند (Moser, ۲۰۰۵; Thuiller و همکاران، ۲۰۰۶; Nogues- Bravo و همکاران، ۲۰۰۸).

مدل‌های توزیع گونه‌ای بین داده‌های حضور گونه‌ها و مجموعه متغیرهای محیطی به صورت آماری ارتباط ایجاد کرده (Guisan و Zimmermann, ۲۰۰۰) و با تکیه بر محیط‌زیست و مفهوم آشیان بوم‌شناختی شامل محدودیت‌های زیستی و پراکندگی 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 تنوع زیستی محسوب شده و پژوهش‌های برنامه‌ریزی حفاظت برای توسعه نظریه‌ها و ابزارهای طراحی شبکه‌های ذخیره-گاهی کارآمد گسترش یافته‌اند (Williams و Araujo, ۲۰۰۰; Ferrier, ۲۰۰۲; Cabeza و همکاران، ۲۰۰۴; Platts و همکاران، ۲۰۰۸; Ko و همکاران، ۲۰۱۴). پیش‌بینی توزیع برای گونه‌ها با استفاده از SDMs معمولاً برای برنامه‌ریزی حفاظت استفاده می‌شود



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).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و تنوع اقلیمی ایران

**جمع‌آوری نقاط حضور:** نقاط حضور گونه‌های خانواده گربه-سانان 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: <http://www.gbif.org>) جمع‌آوری شده است. این داده‌ها شامل ۱۷۲۷ نقطه حضور از مجموع هشت گونه بوده که پس از جمع‌آوری در محیط نرم‌افزار Diva-GIS version 7.5.0.0 (Hijman و همکاران، ۲۰۰۵؛ <http://www.diva-gis.org>) صحت نقاط حضور کنترل گردید (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 ArcGIS10.5 نقاط حضور تکراری حذف شدند. در نهایت مجموعاً ۶۲۹ نقطه حضور برای مجموع ۸ گونه در مدل‌سازی‌های توزیع گونه‌ای 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.

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*)، گربه جنگلی (*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 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 (Friedman, ۲۰۰۱)، مدل ماشین بردار پشتیبان (Vapnik, ۱۹۹۵)، مدل جنگل تصادفی (Breiman, ۲۰۰۱) و مدل بیشینه آنتروپی (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 ۳۰°، ۲۵° و ۴۷°، ۳۹° عرض شمالی از خط استوا و ۴۴°، ۱۴° و ۶۳°، ۲۰° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ (شکل ۱) و در جنوب غرب منطقه پالئارکتیک واقع شده و دارای غنا و تنوع گونه‌ای بالایی از فون و فلور است. ایران محل برخورد سه ناحیه جغرافیای زیستی پالئارکتیک، آفروتروپیک و اورینتال است. قسمت اعظم کشور در ناحیه پالئارکتیک قرار داشته و به‌طور وسیعی جانوران پالئارکتیک غربی را در خود جای داده است. تنوع زیستگاه‌ها در ایران به واسطه وجود وجود رشته کوه-های 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



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

ردیف	نام فارسی گونه	نام علمی گونه	وضعیت حفاظت گونه در	وضعیت حفاظتی گونه در	کل تعداد نقاط جمع آوری شده
۱	گربه وحشی	<i>Felis silvestris</i>	حمايت نشده	LC	۱۰۷
۲	گربه جنگلی	<i>Felis chaus</i>	حمايت 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>	حمايت شده	LC	۳۴۲
۶	سیاهگوش	<i>Lynx lynx</i>	حمايت شده	LC	۶۴
۷	پلنگ	<i>Panthera pardus saxicolor</i>	حمايت شده	EN	۶۰۹
۸	بوزپلنگ	<i>Acinonyx jubatus venaticus</i>	در خطر انقراض	CR	۳۵۳

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 نظارت‌شده است که جهت طبقه‌بندی تفکیکی گروه‌ها به کار می‌رود (Wang, ۲۰۰۵). SVM را می‌توان برای دو هدف طبقه‌بندی و رگرسیون مورد استفاده قرار داد (Cristianini و Shawe, ۲۰۰۰). این مدل حاوی انواع مختلفی از توابع طبقه‌بندی است که قادر به ارزیابی خطاها و بهینه‌سازی 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 نرم افزار 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).

**متغیرهای اقلیمی پیش‌بینی کننده:** 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 به طور گسترده‌ای در تجزیه و تحلیل محیط‌زیست و مدل‌سازی توزیع گونه‌ها کاربرد دارد (Quintero و Wiens، ۲۰۱۳؛ Fernandez-Martínez و همکاران، ۲۰۱۴؛ Zhao e 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.

**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



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:

همانطور 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 نموده است. مدل بیشینه آنتروپی همانطور 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:** همانطور که در شکل ۳ 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 10.5 مناطقی که در هر چهار مدل مذکور دارای ارزش سلولی یک بوده‌اند تعیین و به‌عنوان منطقه‌ای با حداکثر پتانسیل زیستگاهی پیش‌بینی شد. نتایج این مدل نشان می‌دهد که بخش خشک مرکزی ایران، لکه‌ای در شمال شرق ایران، بخش‌هایی

Merow و همکاران، ۲۰۱۳). این الگوریتم به‌طور کلی فقط برای مدل-سازیهایی که صرفاً بر پایه داده‌های حضور است اجرا می‌شود و قابلیت اجرا حتی با تعداد نقاط اندک را نیز دارد (Kumar و Stohlgren، ۲۰۰۹؛ Pearson و همکاران، ۲۰۰۷). در این مطالعه مجموعه داده‌ها به دو گروه آموزشی و اعتبار سنجی 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.

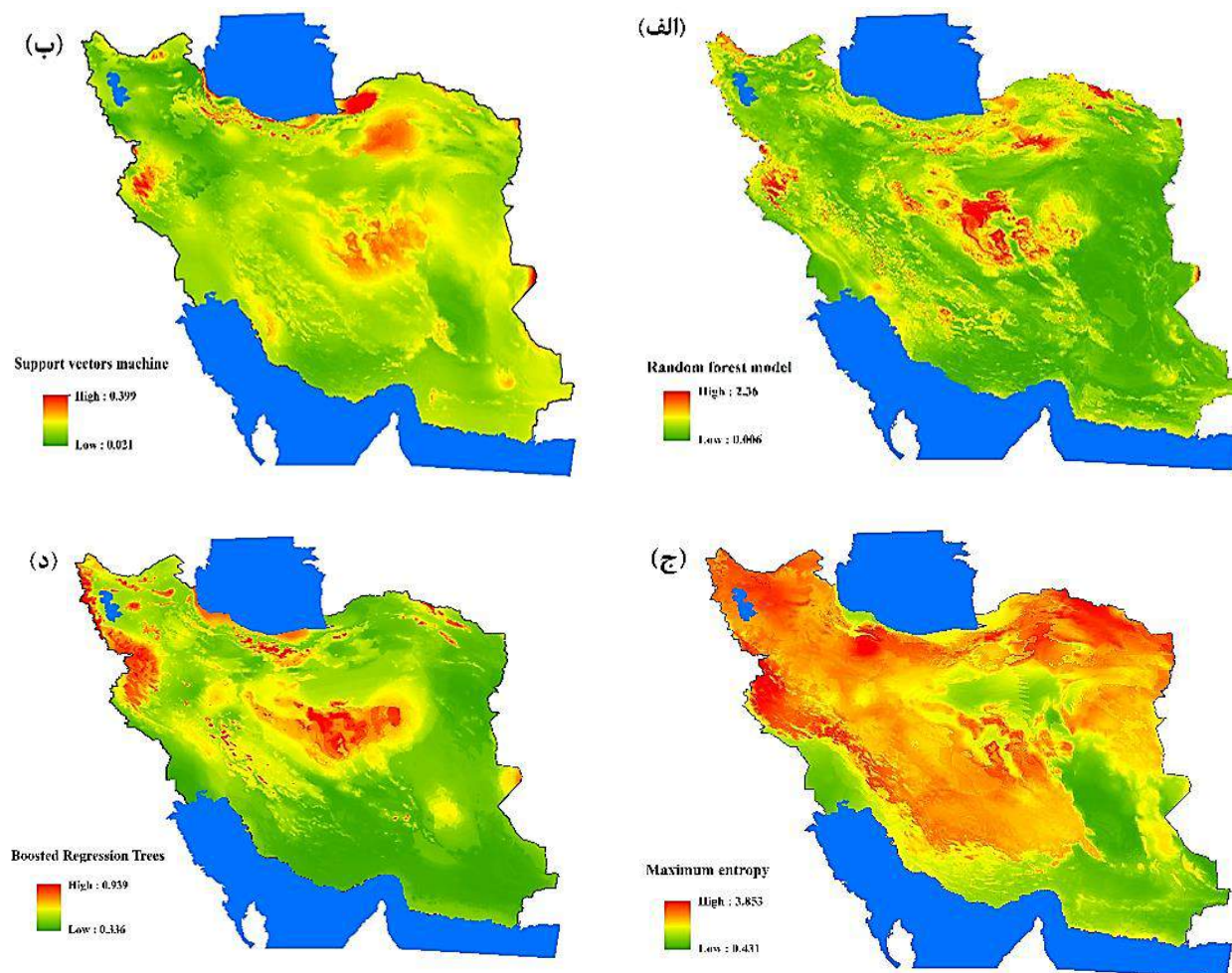
### مدل درخت رگرسیونی پیشرفته ( Boosted Regression Tree):

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

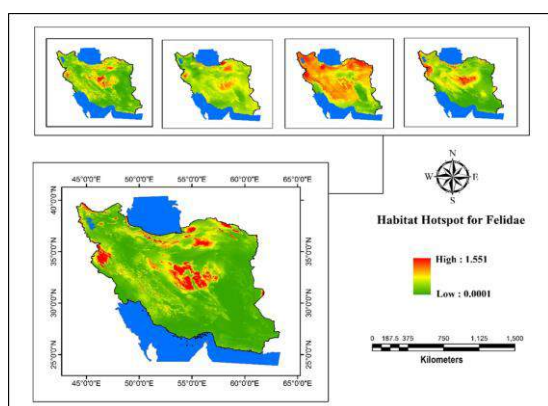
**پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی:** در این مطالعه برای پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی از چهار مدل توزیع گونه‌ای در نرم افزار R استفاده شد. نقشه‌های پیش‌بینی توزیع گونه‌ای برای هر گونه به صورت مجزا تهیه گردید و در نهایت برای پیش‌بینی مناطق داغ زیستگاهی همه‌ی نقشه‌های به تفکیک مدل‌ها با یکدیگر جمع شده و برای هر یک از چهار مدل مذکور یک نقشه جامع تهیه شد. در گام بعدی با استفاده از تکنیک ضرب در نرم‌افزار ArcGIS 10.5 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





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



شکل ۳: نقشه جامع مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان در ایران

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.



ارس سیستان و همچنین مناطق شکار ممنوع هشیلان، اشکورات، دوهزار و سه هزار، الموت شرقی، شاهجهان، لار، امامزاده علی، کوه- بزرگی انارک، آریز بافق، شیرکوه نفت با مناطق داغ زیستگاهی پیش- بینی شده در این پژوهش (شکل ۳) تطابق داشته و تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست قرار دارند. به طور کلی می توان گفت مناطق داغ زیستگاهی گربه سانان ایران مجموعاً با ۳۹ منطقه تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست کشور تطابق دارد.

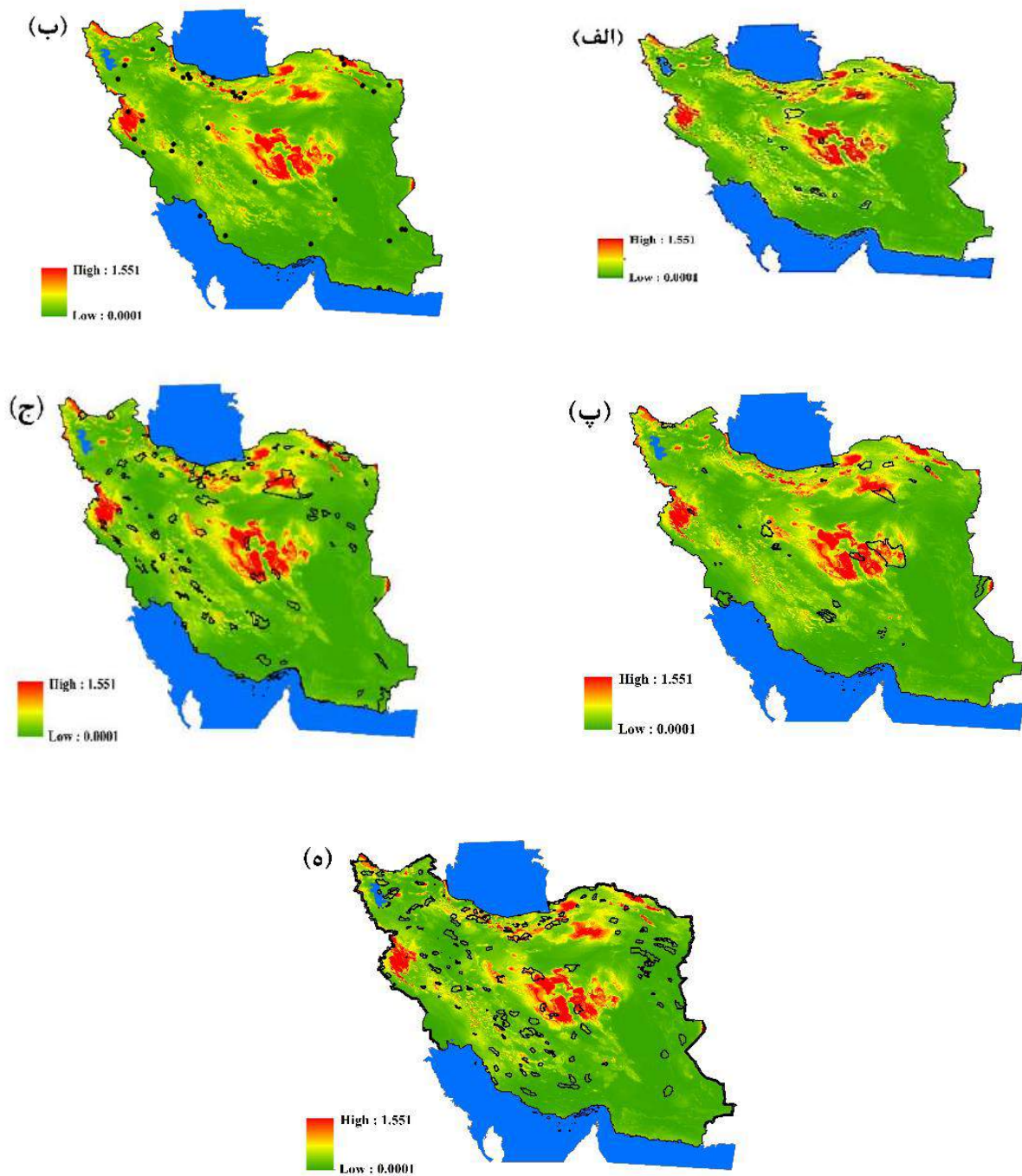
**اعتبار سنجی مدل ها:** نتایج اعتبار سنجی مدل های توزیع گونه ای برای گونه های مختلف خانواده گربه سانان در ایران به تفکیک هر گونه در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به این جدول مدل RF همواره مقادیر عددی بیش از ۰/۹ را نشان داده است که نشان دهنده قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی می باشد. مدل SVM برای گونه های *Felis silvestris* و *Panthera pardus saxicolor* دارای قابلیت اعتماد در سطح عالی و برای سایر گونه ها قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی را دارد. همچنین مدل های MAXENT و BRT مقدار عددی بیش از ۰/۷ را نشان داده اند که بیانگر درجه اعتبار خوب، عالی و بسیار عالی می باشد.

**همپوشانی مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه سانان با مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست ایران:** با توجه به نقشه جامع مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه سانان ایران، زیستگاه- های با ارزش حفاظتی بالا برای این خانواده در استان های یزد، اصفهان، کرمانشاه، ایلام، کردستان، مازندران، خراسان شمالی و رضوی واقع شده است (شکل ۳-الف). مناطق داغ زیستگاهی این خانواده در ایران با پارک های ملی سیاه کوه، توران، لار و تندوره تطابق داشته و بنابراین حفاظت قابل توجهی بر این مناطق حاکم است. علاوه بر این مناطقی در حاشیه ی غار قوری قلعه، علم کوه، کوه دماوند، صنوبر شیروان، ارس سرانی که آثار طبیعی- ملی ایران محسوب می- شوند با لکه هایی از مناطق داغ زیستگاهی پیش بینی شده در این پژوهش تطبیق داشته و تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست قرار دارند. پناهگاه های حیات وحش عباس آباد، حیدری، بیستون و زریوار نیز مطابق نتایج این پژوهش در محدوده مناطق داغ زیستگاهی گربه سان ایران قرار دارند. مناطق حفاظت شده مانشت و قلازنگ، کوسالان، بوزین و مرخیل، قلاج، سرولات و جواهردشت، بلس کوه، چهارباغ، البرز مرکزی، توران، سیاه کوه، کالمنند، بافق، تندوره، قرچغه،

جدول ۲: اعتبار سنجی مدل ها بر اساس 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>





شکل ۴: نقشه همپوشانی مناطق زیستگاهی خانواده گربه‌سانان با تقسیم‌بندی سیاسی ایران (الف)، با پارک‌های ملی (ب)، با آثار طبیعی - ملی (پ)، با پناهگاه‌های حیات وحش (ج)، با مناطق حفاظت شده (د)، با مناطق شکار ممنوع (ه).

## بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین مناطق داغ زیستگاهی برای حفاظت موثر تنوع زیستی با در نظر گرفتن گربه سانان ایران به عنوان 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 شنی با یوزپلنگ آسیایی در زیستگاه‌های گرم و خشک مرکزی ایران (پیرامون منطقه حفاظت شده و پارک ملی توران) توزیع مشترک دارند. نتایج به دست آمده نشان دادند که دو مدل جنگل تصادفی و بیشینه آنتروپی حاشیه‌ی دریای خزر را دارای پتانسیل زیستگاهی حداقلی پیش بینی کرده است، در حالی که بر اساس پیش بینی مدل‌های مدل ماشین بردار پشتیبان و مدل درخت رگرسیونی پیشرفته مناطق مطلوبی برای گربه سانان در این منطقه قابل مشاهده است. به نظر می‌رسد این تفاوت ناشی از عدم قطعیت بین مدل‌ها بوده و بنابراین همین موضوع سبب بهره‌گیری از روش روی هم‌گذاری لایه‌ها با تکنیک ضرب در این پژوهش شده است. هدف از به‌کارگیری روش روی 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 نشان دهنده قابلیت اعتماد در سطح بسیار عالی این مدل می‌باشد. Yu و همکاران، ۲۰۰۱؛ Magness و همکاران، ۲۰۰۸ پس از استفاده از مدل جنگل تصادفی برای مدل سازی و پیش بینی 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 داده های گروه آموزش و اعتبارسنجی (و پایداری آن ذکر کرده اند.

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 در خصوص توزیع گربه‌سانان و وضعیت زیستگاهی و جمعیتی آنها در ایران انجام شده است، به‌طوری که نتایج مطالعه فرهادی نیا و همکاران در سال ۲۰۱۶ نشان می‌دهد تنها در حدود ۴۰ فرد از گونه‌ی یوزپلنگ در ۲۴۲۵۰۰ کیلومترمربع

از ایران زیست می‌کند و کاهش تولید مثل، مرگ و میر ناشی از شکارچیان، تصادفات جاده‌ای از مهم‌ترین علل کاهش جمعیت این گربه‌سان در ایران محسوب می‌شود (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج مطالعه دیگر فرهادی نیا و همکاران 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 (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج پژوهش‌های قدیریان و همکاران در سال ۲۰۱۶ نیز نشان داده است توزیع گربه شنی در ایران محدود به زیستگاه‌های بیابانی در مرکز، شرق و جنوب شرق می‌شود (Ghadirian و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج حاصل از پژوهش قدوسی و همکاران، ۲۰۱۶ در رابطه با گربه وحشی نشان داد این گونه در ۲۷ استان از کشور ایران پراکنش داشته و عموماً در زیستگاه‌های طبیعی نزدیک به سکونتگاه‌ها انسانی به جز در مناطق بیابانی و بسیار مرتفع مشاهده شده است (Ghoddousi و همکاران، ۲۰۱۶). گستره پراکنش سیاهگوش نیز در ایران در شمال، شمال غرب و غرب ایران گزارش شده است که مرگ و میر ناشی از شکارچیان بزرگ‌ترین تهدید برای این گونه شناخته شده است (Mousavi و همکاران، ۲۰۱۶). در مطالعه صانعی و همکاران در سال ۲۰۱۶ 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 (Sanei و همکاران، ۲۰۱۶ a). مطالعه دیگر صانعی و همکاران 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 (Sanei و همکاران، ۲۰۱۶). نتایج تمام مطالعات یادشده با نتایج پژوهش حاضر همپوشانی نسبی داشته و نقشه مناطق داغ زیستگاهی گربه‌سانان ایران را تأیید می‌کند. به طوری که 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 تا کنون پیش‌بینی مناطق مطلوب زیستگاهی در نوار غربی کشور می‌باشد که در تمامی مدل‌ها و مدل نهایی این امر به خوبی در مطالعه حاضر نشان داده شده است.



- شهرستان نقده، محیط زیست جانوری، دوره ۸، شماره ۳، صفحه ۲۹ تا ۳۸.
۳. کابلی، م.؛ علی آبادیان، م. توحیدی فر، م. هاشمی، ع. موسوی، ب. و ، روزلار، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پرندگان ایران، انتشارات جهاد دانشگاهی. ۶۲۸ صفحه.
۴. کرمی، م.؛ قدیریان، ط. و فیض‌اللهی، ک.، ۱۳۹۵. اطلس پستانداران ایران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۲۴۰ صفحه.
۵. Akhiani, H., 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park. Iran. No. 53, P P : 1 - 4 1 1 . Algar, A.C.; Kharouba, H.M.; Young, E.R.; and Kerr, J.T., ۲۰۰۹. Predicting the future of species diversity: macroecological theory, climate change, and direct tests of alternative forecasting methods. *Ecography*. Vol. 32, NO. 1, pp: 32: 22-33.
۶. Allouche, O.A.; Tsoar A. and R. Kadmon., 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.
۷. Andelman, S.J.; and Willig, M.R., 2002. Alternative configurations of conservation reserves for Paraguayan bats: considerations of spatial scale. *Conservation Biology*. Vol. ۱۶, No. ۵, pp: ۱۳۵۲-۱۳۶۳.
۸. Austin, M.P., 1998. An ecological perspective on biodiversity investigations: examples from Australian eucalypt forests. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. pp: 2-17.
۹. Benesty, J.; Chen, J.; Huang, Y. and Cohen, I., 2009. Noise reduction in speech processing. Springer Science and Business Media. pp: 1-4.
۱۰. Breckle, S.W., 2002. Salinity, halophytes and salt affected natural ecosystems. In *Salinity: environment-plants-molecules*. Springer, Dordrecht. pp: 53-77.
۱۱. Breiman, L., 2001. Random forests. *Machine learning*. Vol. 45, No. 1, pp: 5-32.
۱۲. 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. ۱۳, pp: ۳۶۱-۳۷۸.
۱۳. 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: 252-۲۶۲.
۱۴. 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.
۱۵. 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: ۳۱-۴۱.
۱۶. Cumming, G.S., 2000. Using habitat models to map diversity: pan-African species richness of ticks (Acari:

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 پیش بینی 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 شمال شرق 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 با توجه به اینکه موثرترین راه برای حفاظت از پستانداران 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 به عنوان یک متغیر تأثیر گذار در مقیاس کلان از سایر متغیرهای محیطی تأثیر گذار 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. سرهنگ زاده، ج.؛ یآوری، ا.ا. همامی، م.ر. جعفری، ح.ر. شمس اسفندآبادی، ب.، ۱۳۹۰. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش در مناطق خشک (مطالعه موردی: کل و بز *Capra aegagrus*) در منطقه‌ی حفاظت شده‌ی کوه بافق، نشریه علمی پژوهشی خشکبوم. دوره ۱، شماره ۳، صفحه ۳۸ تا ۵۰.
۲. شبخی ئیلانلو، ص. و کریمی، س.، ۱۳۹۵. تعیین کانون‌های تمرکز با اولویت بالای حفاظتی برای پرندگان مطالعه موردی:

۳۳. **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 the Natural Environment*. Vol. 1, No. 4, pp: 094-098.
۳۴. **Lehmann, A.; Leathwick, J.R. and Overton, J.M., 2002.** Assessing New Zealand fern diversity from spatial predictions of species assemblages. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 11, pp: 2217-2238.
۳۵. **Luoto, M.; Virkkala, R.; Heikkinen, R.K. and Rainio, K., ۲۰۰۴.** Predicting bird species richness using remote sensing in boreal agricultural-forest mosaics. *Ecological Applications*. Vol. 14, pp: 1946-1962.
۳۶. **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.
۳۷. **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.
۳۸. **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.
۳۹. **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. ۳۲, pp: ۱۱۱۷-۱۱۲۷.
۴۰. **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.
۴۱. **Naghibi, 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.
۴۲. **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: ۲۱۶-۲۱۹.
۴۳. **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.
۴۴. **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*. 142: 2501-2509.
۴۵. **Pearson, R. G., 2007.** Species distribution modeling for conservation educators and practitioners. *Synthesis*. American Museum of Natural History. pp: 50.
۴۶. **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: ۱۶۶-۱۷۰.
- Ixodida). *Journal of Biogeography*. Vol. 27, No. 2, pp: 425-۴۴۰.
۱۷. **Farashi, A. and Shariati, M., 2017.** Biodiversity hotspots and conservation gaps in Iran. *Journal for nature conservation*. Vol. 39, pp: 37-57.
۱۸. **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.
۱۹. **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, ۱۷۷۶). *Cat News Special Issue Iran*. Vol. ۱۰, pp: ۳۸-۴۲.
۲۰. **Fernández-Martínez, M.; Vicca, S.; Janssens, I.A.; Sardans, J.; Luysaert, S.; Campioli, M. and Papale, D., ۲۰۱۴.** Nutrient availability as the key regulator of global forest carbon balance. *Nature Climate Change*. Vol. 4, No. 6, pp: 471.
۲۱. **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: ۷۹۹-۸۱۰.
۲۲. **Ferrier, S., 2002.** Mapping Spatial Pattern in Biodiversity Forregional Conservation planning: Where To From Here?. *Systematic Biology*. Vol. 51, pp:331-363.
۲۳. **Friedman, J.H., 2001.** Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Ann. Stat.* Vol. 29, pp: 1189 – ۱۲۳۲.
۲۴. **Ghadirian, T.H.; Akbari, M.; Besmeli, A.; Ghoddousi, A.H.; Hamidi and M. Dehkordi., 2016.** Sand cat in Iran - present status, distribution and conservation challenges. *Cat News Special Issue Iran*. Vol.10. pp: 56-59.
۲۵. **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.
۲۶. **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.
۲۷. **Guisan, A. and Theurillat, J.P., 2000.** Equilibrium modeling of alpine plant distribution: how far can we go? *Phytocoenologia*. Vol. 30, pp: 353-384.
۲۸. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. Vol. 135, pp: 147-186.
۲۹. **Hijmans, R.J. and Shaffer, H. B., 2016.** Amber N. Wright, Mark W. Schwartz. *Climatic Change*. Vol. 134, pp: 579-591.
۳۰. **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.
۳۱. **Joachims, T., 1998.** Text categorization with support vector machines: Learning with many relevant features. *European conference on machine learning*. Antwerp. pp: 137-142.
۳۲. **Ko, C.Y.; Schmitz, O.J.; Barbet-Massin, M. and Jetz, W., ۲۰۱۴.** Dietary guild composition and disaggregation of avian assemblages under climate change. *Global change biology*. Vol. 20, No. 3, pp: 790-802.



۶۲. **Whittaker, R.H.** 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. Vol. 21, pp: 231–251.
۶۳. **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.
۶۴. **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.
۶۵. **Yu, X.; Hyyppa, 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.
۶۶. **Zhao, H.; Sun, J. Xu, X. and Qin, X.**, 2017. Stoichiometry of soil microbial biomass carbon and microbial biomass nitrogen in China's temperate and alpine grasslands. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 83, pp: 1-۸.
۴۷. **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: 231-۲۵۹.
۴۸. **Phillips, S.J.; Dudlk, M.; 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.
۴۹. **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: 121-۱۳۴.
۵۰. **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: ۲۳۵۱–۲۳۶۵.
۵۱. **Pulliam, H.R.**, 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*. Vol. 3, pp: 349–361.
۵۲. **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.
۵۳. **Rondinini, 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.
۵۴. **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: ۵۱-۵۵.
۵۵. **Sanei.A.; Mousavi, M.; 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.
۵۶. **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.
۵۷. **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.
۵۸. **Soberon, J.**, 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* 10: ۱۱۱۵–۱۱۲۳.
۵۹. **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.
۶۰. **Vapnik, V.**, 1995. *The nature of statistical learning theory*. Springer Science and Business Media.
۶۱. **Wang, L.** 2005. *Support Vector Machines: Theory and Applications*. Springer Science and Business Media. Vol. ۱۷۷, pp: ۲۲۶-۴۴۱.

