

پهنه‌بندی ریسک حملات گرگ به انسان و دام با استفاده از شیوه حداکثر بی‌نظمی در استان اردبیل

مرتضی نادری^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹)

چکیده

براساس شواهد تاریخی، گرگ یکی از گونه‌های گوشتخوار بزرگ جثه‌ای است که در کشور همواره در تقابل با منافع انسانی به‌ویژه حوزه دامداری بوده است. در این پژوهش تلاش گردید حملات گرگ به دام و انسان در استان اردبیل مدل‌سازی شده و توصیه‌هایی در راستای کاهش تقابل موجود ارائه گردد. در این راستا، خطر حملات گرگ به دام و انسان، با تکیه بر آمار ثبت شده در ده سال اخیر با شیوه مدل‌سازی حداکثر بی‌نظمی پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد مدل‌های تولید شده عملکرد بسیار خوبی در پیش‌بینی الگوی حملات گرگ به انسان ($AUC = 0/91$) و دام ($AUC = 0/89$) دارند. همچنین مشخص گردید که به‌ترتیب بالغ بر ۲۸ و ۱۲ درصد از سطح استان با خطر بالایی از احتمال حمله گرگ به انسان و دام رو به‌رو است. حملات گرگ به دام و انسان در اردبیل عمدتاً تحت تأثیر متغیرهایی مثل فاصله تا اراضی کشاورزی آبی، فاصله تا سکونتگاه‌های انسانی و تراکم انسان است. یافته‌های این پژوهش حاکی از همپوشانی بالای نقاط حمله به دام و حمله به گرگ در مناطق مورد مطالعه می‌باشد. نقشه‌های تهیه شده از احتمال حمله به دام و انسان می‌تواند در راستای کاهش تعارض بین حیات وحش و انسان مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: حمله به دام، حمله به انسان، گستره خانگی، مدل حداکثر بی‌نظمی، پهنه‌بندی ریسک، تعارض حیات وحش و انسان

۱. گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m-naderi@araku.ac.ir

مقدمه

افزایش جمعیت انسانی و پیشرفت تکنولوژی نقش مهمی در دگرگونی محیط زیست داشته است (۱۱). بارزترین اثر انسان بر اکوسیستم‌های طبیعی، تخریب زیستگاه است که به‌طور عمده در نتیجه افزایش فعالیت‌های کشاورزی، رشد شهرنشینی و از بین بردن منابع زیستگاهی اتفاق افتاده است (۱۱ و ۱۹). تغییر کاربری اراضی، تکه شدگی و تخریب زیستگاه هرکدام به‌نوعی حیات پایدار گونه‌های حیات وحش خصوصاً گوشتخواران را به مخاطره انداخته است (۲۳ و ۲۴). از سوی دیگر برنامه‌های مدیریت و حفاظت گوشتخواران بزرگ جثه با چالش‌های عمده‌ای روبرو است؛ به‌عنوان مثال با توجه به گستره خانگی وسیع چنین گونه‌هایی، نیاز به حفاظت مناطق وسیع‌تر و یکپارچه بیشتر احساس می‌شود (۱۷). به‌دلیل گستره خانگی وسیع گوشتخواران بزرگ جثه‌ای مثل گرگ، تخصیص اراضی وسیع برای حفاظت این گونه‌ها و کاهش تعرض انسان به این محدوده، امری بسیار مهم و چالش برانگیز می‌باشد. این چالش‌ها به‌خصوص برای مناطقی که به‌عنوان کریدورهای زیستگاهی مورد استفاده گونه‌های حیات وحش قرار می‌گیرند، نمود بیشتری خواهند داشت (۱۸). چالش عمده دیگری که بر سر راه دستیابی به اهداف نهایی حفاظت گوشتخواران بزرگ جثه وجود دارد مسائل ناشی از تضاد منافع و تعارض با انسان می‌باشد (۵ و ۲۳). طبق تعریف صندوق جهانی حیات وحش (WWF: World Wildlife Fund) تعارض انسان و حیات وحش عبارت است از هرگونه برهم‌کنش بین انسان‌ها و حیات وحش که نتایجی منفی بر حیات اجتماعی، اقتصادی و یا فرهنگی انسان، حفاظت از جمعیت‌های حیات وحش و یا محیط زیست داشته باشد (۳۱). امروزه انسان‌ها مناطقی که را که قبلاً در آنها ساکن نبوده‌اند، به‌تصرف خود درآورده و بسیاری از زیستگاه‌های مطلوب برای گونه‌های حیات وحش را از دسترس آنها خارج کرده‌اند. این امر از یک‌سو موجب تخریب زیستگاه‌ها و منابع و از سوی دیگر منجر به افزایش تقابل و مواجهه گونه‌های حیات وحش با انسان شده است.

متعاقباً همپوشانی نیازهای انسان و گونه‌های حیات وحش بروز تعارضات انسان و حیات وحش را در پی داشته است (۱۰ و ۲۲). لازم است مدیران منابع طبیعی و کارشناسان با بررسی وضعیت پیشرفت تضادهای انسان و گوشتخواران انجام مداخله‌های هدفمند در کاهش تبعات زیانبار این تعارضات اقدام نمایند. یک روش مناسب برای کاهش این تعارضات پیش‌بینی مکان‌هایی است که در آنها احتمال تضاد وجود دارد تا بتوان اقدامات مناسب پیشگیری کننده را در برنامه‌ها گنجانده، از این قبیل اقدامات می‌توان به آموزش بومیان، ارائه تسهیلات و نظارت بر ساخت اماکن نگهداری و استراحت دام‌ها، برنامه‌ریزی برای پرداخت خسارات در صورت رعایت و توجه به نکات آموزش داده شده و جلب مشارکت جوامع محلی در راستای حفاظت از گونه‌های کلیدی چون گرگ اشاره نمود (۲۲). یکی از اقدامات مهم در کاهش تعارض انسان و حیات وحش آگاهی از ویژگی‌های زیست‌شناختی و بوم‌شناختی گونه‌های حیات وحش می‌باشد (۲۰). با بهره‌گیری از نقشه‌های ریسک (که سطوح احتمال خطر یا مدل‌های پیش‌بینی مکانی نیز خوانده می‌شوند)، می‌توان تعارضات حیات وحش و انسان را به حداقل رساند با کمک شیوه‌های مختلف مدل‌سازی می‌توان روند هجوم گونه‌های مهاجم، گسترش بیماری‌ها، تغییرات در روابط طعمه و طعمه‌خوار و تعارضات انسان و حیات وحش را مورد بررسی قرار داد (۱۵ و ۲۸). در واقع پهنه‌بندی ریسک این امکان را فراهم می‌آورد تا با آگاهی از شرایط موجود و پیش‌بینی وضعیت آینده، نسبت به انجام اقدامات پیشگیرانه، هشداردهی و حفاظت از انسان و تنوع زیستی اقدام نمود (۲۷). براساس آمار ارائه شده شده از سوی اداره کل جهاد کشاورزی و مراکز بهداشتی درمانی استان (داده‌های منتشر نشده) میزان تلفات دام در استان اردبیل و همچنین حملات گرگ به انسان، قابل ملاحظه می‌باشد. از آنجایی که هزینه‌های اقتصادی اجتماعی ناشی از حملات گوشتخواران بزرگ جثه به انسان و دام می‌تواند تأثیر منفی بر برنامه‌های حفاظت باقی گذارد لازم است در راستای مدیریت و کاهش این تقابل‌ها

ارتفاعی ۳۴۰۰-۱۸۰۰ متر و ۰/۷ درصد بالاتر از ارتفاع بیش از ۳۴۰۰ متر قرار گرفته است (۴). در مجموع ۷۱/۷ درصد از وسعت استان در ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر توزیع شده است. میانگین سالانه دمای هوا بین ۷/۹ تا ۱۵/۲ درجه سلسیوس و کل بارش سالانه بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر در نوسان می‌باشد. دشت‌های نیمه‌مرتفع شمال استان تحت عنوان دشت مغان، دشت‌های مرتفع اطراف شهرهای اردبیل، مشکین شهر، گرمی و خلخال، ارتفاعات کوهستانی مشرف بر دشت‌های مرتفع و بالاخره نواحی کوهستانی با بیش از ۲۰۰۰ متر ارتفاع (عمدتاً کوه‌های سبلان و تالش) سیمای طبیعی استان را تشکیل می‌دهد. مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست در استان اردبیل شامل سه منطقه حفاظت شده و پنج منطقه شکار ممنوع با مجموع وسعت ۲۶۵ هزار هکتار است که ۱۵ درصد سطح استان را به‌خود اختصاص داده‌اند. مهم‌ترین علفخواران این استان بز کوهی (*Capra aegagrus*)، گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) و گراز (*Sus scrofa*) می‌باشند که جمعیت‌های ایزولسه‌ای از آنها، تنها به برخی مناطق حفاظت شده این استان محدود شده‌اند (۴).

جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های مورد نیاز این پژوهش توسط کارشناسان اداره کل حفاظت از محیط زیست استان اردبیل به‌صورت دقیق ثبت گردیده است. با ارائه خبر حمله گرگ به انسان و دام توسط افراد محلی، بلافاصله کارشناس مسئول اداره کل حفاظت از محیط زیست این استان به محل اعزام شده و نقطه دقیق حمله ثبت گردیده است. همچنین جهت صحت سنجی و تعیین میزان قابلیت اعتماد به داده‌های موجود تعدادی از گزارش‌های مکتوب به‌ویژه در سال‌های انتهایی با مصاحبه صورت گرفته با افراد زیان دیده و مشخص نمودن محل وقوع حادثه تطبیق داده شد. داده‌هایی که موقعیت جغرافیا آنها با شک و تردید همراه بود از مدل‌سازی خارج

اقدامات عاجلی صورت پذیرد. به این ترتیب بررسی روند بروز حملات گرگ با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی و نقشه‌های ریسک به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم در اکولوژی، حفاظت و مدیریت سرزمین (۲۴) (که یکی از ارزان‌ترین روش‌ها برای مدیریت تعارض انسان و حیات وحش می‌باشد) (۱۶) در استان اردبیل ضروری است. از چنین مدل‌هایی می‌توان برای تعیین نقاط تمرکز فعالیت‌های آموزشی، ارائه تسهیلات و کمک مالی و فنی و مهندسی در مناطق پرخطر بهره جست. در این راستا اخیراً مطالعاتی در کشور انجام شده است که می‌توان به مطالعه بهداروند و همکاران (۱ و ۲)، نورانی و همکاران (۳) اشاره نمود. در پژوهش‌های مذکور بیشتر مدل‌سازی حملات انسان به دام مورد بررسی قرار گرفته است در حالی‌که در این بررسی حملات گرگ به انسان و دام در مدل‌سازی استفاده شده و میزان همپوشانی این نقاط در تفسیر نتایج مورد استفاده قرار گرفته است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی مهم‌ترین پارامترهای محیطی و انسانی مؤثر بر بروز تعارضات و حملات گرگ به انسان و دام در استان اردبیل، شناسایی کانون‌های بحرانی از نظر حملات گرگ به تفکیک شهرستان‌های استان و تهیه نقشه ریسک و مدل روند حملات گرگ در استان اردبیل به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل با ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع وسعت، در شمال غربی فلات ایران جای گرفته و حدوداً ۱/۰۹ درصد مساحت کل کشور را در بر می‌گیرد. براساس آخرین تقسیمات کشوری استان اردبیل شامل ۱۰ شهرستان، ۲۶ بخش، ۲۳ شهر و ۶۸ دهستان است. این استان طبق آخرین سرشماری دارای بیش از ۱۲۲۸۱۵۵ نفر جمعیت است. از مجموع مساحت این استان ۲۸/۳ درصد در ارتفاع ۱۴۰۰-۱۰۰۰ متر، ۲۴/۹ درصد در ارتفاع ۱۸۰۰-۱۴۰۰ متر و ۲۳/۷ درصد نیز در گستره

جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی روند حملات گرگ در استان اردبیل

منبع	متغیر
براساس مدل رقومی ارتفاع (DEM) تهیه شده در سازمان نقشه‌برداری	ارتفاع
محاسبه شده توسط تابع SLOPE در نرم‌افزار ArcGIS	شیب
محاسبه شده توسط تابع ASPECT در نرم‌افزار ArcGIS	جهت
محاسبه براساس آمار ارائه شده از سوی اداره کل ثبت احوال استان (۱۳۹۳)	تراکم انسان در واحد سطح
محاسبه براساس داده‌های اخذ شده از اداره کل جهاد کشاورزی استان (۱۳۹۳)	تراکم دام در واحد سطح
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه کاربری اراضی استان، تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع	فاصله تا اراضی کشاورزی آبی
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه کاربری اراضی استان، تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع	فاصله تا اراضی کشاورزی دیم
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه کاربری اراضی استان، تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع	فاصله تا مراتع درجه ۱ و ۲
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه کاربری اراضی استان، تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع	فاصله تا مراتع درجه ۳
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه کاربری اراضی استان، تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع	فاصله تا جنگل و درختچه‌زار
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه کاربری اراضی استان، تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع	فاصله تا سکونتگاه‌های انسانی
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه تهیه شده از سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور	فاصله تا رودخانه
اعمال تابع DISTANCE بر نقشه تهیه شده در سازمان نقشه‌برداری	فاصله تا جاده

شد. پیش از اجرای آنالیز میزان همبستگی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت (آزمون همبستگی در این نرم‌افزار). از آنجایی که میزان همبستگی بین متغیرهای محیط زیستی کمتر از ۰/۷ بود (۲۳)، هیچ کدام از متغیرها از آنالیز حذف نشدند. تمامی لایه‌های منابع بوم جغرافیایی (Ecogeographical) با فرمت ASCII ذخیره شده و با تابعی‌پراشی Mask از نظر ویژگی‌های مختلفی مثل ابعاد سلول و سیستم پروژکسیون همسان‌سازی صورت پذیرفت. در تهیه نقشه‌های تراکم دام و انسان از روش کرنل استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق با استفاده از روش حداکثر آنتروپی و به کمک نرم‌افزار MaxEnt v. 3.3.3k نواحی دارای پتانسیل حمله گرگ به انسان و دام مدل‌سازی شد. در این روش همبستگی متغیرهای محیطی با نقاط حضور گونه‌ها محاسبه و با همبستگی متغیرها با ۱۰۰۰۰ نقطه تصادفی از منطقه به عنوان نقاط زمینه (Background location) یا شبه عدم حضور

شدند. بخش اعظمی از داده‌ها (گزارش‌های مبتنی بر حملات گرگ به انسان و دام)، بالغ بر ۷۰ درصد در طی دوره چهار ساله منتهی به پژوهش ثبت شده بود (اداره کل حفاظت محیط زیست استان اردبیل، داده‌های منتشر نشده). نقاط موثق حملات گرگ به انسان و دام در نرم‌افزار ArcGIS 9.3 بر روی نقشه‌های رقومی جانمایی شدند.

متغیرهای مستقل محیطی

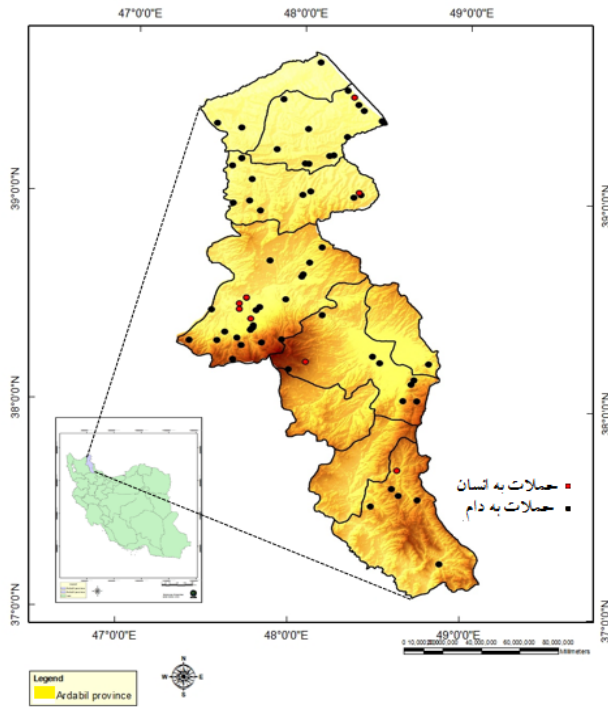
براساس اطلاعات مربوط به تاریخ طبیعی گونه و با مرور منابع در سطح کلان (۱۸، ۲۲، ۲۳ و ۲۷) متغیرهای مرتبط با مداخلات انسانی و ویژگی‌های طبیعی سیمای سرزمین شامل ویژگی‌های پارامترهای مرتبط با عوامل توپوگرافیک، کاربری اراضی و حضور انسان جهت مدل‌سازی نواحی که دارای بیشترین پتانسیل بروز تعارضات و حملات گرگ می‌باشند، مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱). همچنین جهت اندازه‌گیری متغیرهای سطح سیمای سرزمین، نقشه این متغیرها با اندازه سلول ۱۰۰ متر به کمک نرم‌افزار ArcGIS 9.3 تهیه

مقادیر پیوسته‌ای از صفر تا یک طبقه‌بندی می‌شود. هرچه ارزش یک سلول به یک نزدیک‌تر شود حاکی از احتمال بالاتر وقوع پدیده مورد نظر یا در اینجا ریسک حملات به انسان و دام خواهد بود.

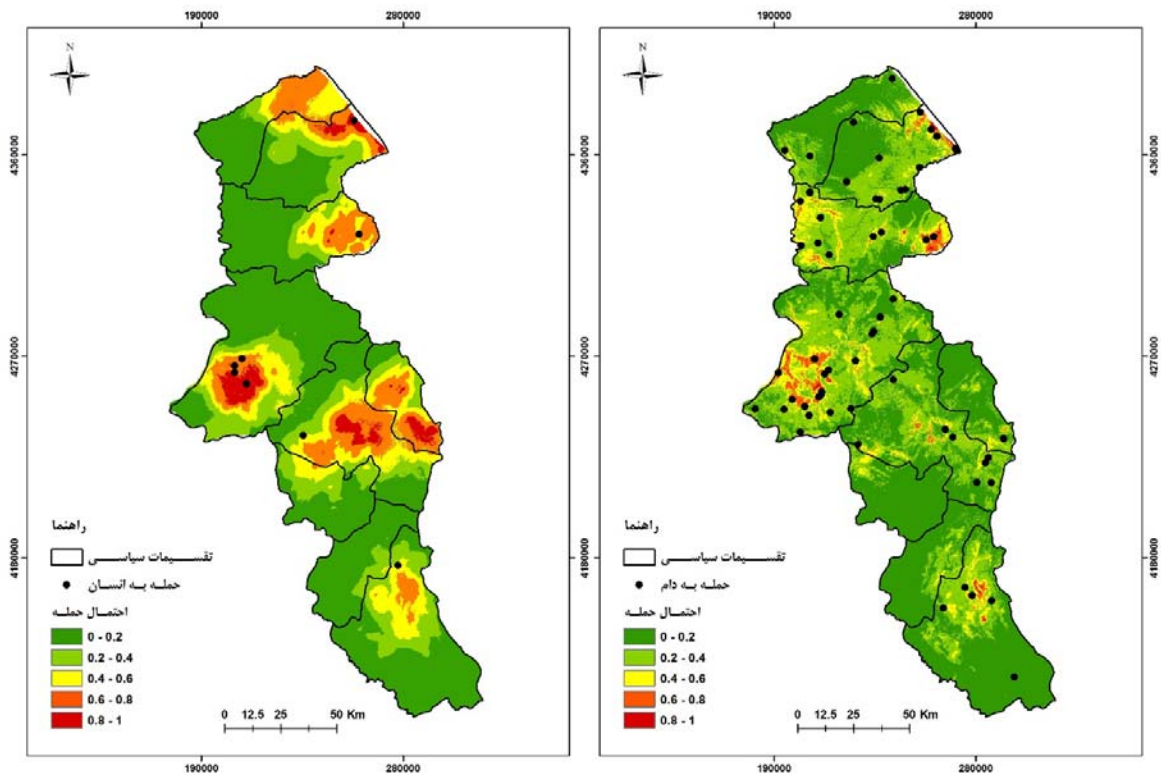
پس از مرور منابع موجود و گزارشات موثق ثبت شده حمله گرگ و نیز انجام بررسی‌های میدانی تعداد ۸۴ نقطه حمله گرگ (به دام و انسان) (۸ نقطه حمله به انسان و ۷۶ نقطه حمله به دام) شناسایی شده و به‌عنوان ورودی داده‌های مربوط به گونه وارد نرم‌افزار MaxEnt گردید. همچنین این نقاط بر روی نقشه استان نیز جایابی شد (شکل ۱). بر این اساس شهرستان مشکین‌شهر با ۳۰ حمله دارای بیشترین تعداد حمله گرگ بوده و شهرستان‌های کوثر و نیر فاقد حمله بودند. بیش از ۷۰ درصد گزارش‌های مبتنی بر حملات گرگ به انسان و دام در بازه زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ به ثبت رسید. این گزارش‌ها با ثبت دقیق محل حضور گونه توسط کارشناسان اداره کل حفاظت از محیط زیست استان اردبیل به‌صورت مستند گردآوری شده‌اند.

بر این اساس کلاسه‌های یک (۰/۲ - ۰) و دو (۰/۴ - ۰/۲) به‌عنوان مناطقی دارای کمترین احتمال وقوع و کلاسه‌های سه، چهار و پنج با احتمال توزیع ۰/۴ تا ۱ به‌عنوان مناطق دارای بیشترین احتمال وقوع حمله گرگ شناسایی شدند (شکل ۲). نتایج نشان داد ۱۱ درصد از سطح استان اردبیل دارای بیشترین احتمال حمله گرگ می‌باشد (جدول ۲). تمام نقاط گزارش شده از حمله گرگ به انسان در محدوده محل‌هایی می‌باشند که به تناوب حملات گرگ به دام‌ها گزارش شده‌اند به‌عبارت بهتر این نقاط با یکدیگر کاملاً همپوشانی مکانی دارند. در واقع می‌توان اذعان داشت عامل جذب گرگ به سکونتگاه‌های دائمی حضور دام‌ها بوده است. تمامی حملات ثبت شده براساس مستندات ثبت شده و بررسی‌های صورت گرفته در اواخر پاییز تا اواخر زمستان اتفاق افتاده است. در مقایسه با نقاط اسکان موقت در چادرها توسط عشایر یا دامداران، بیشترین حملات در حومه سکونتگاه‌های با تراکم بالاتر همانند روستاها و مناطق شهری به ثبت رسیده است.

(Pseudo-absence location) مقایسه می‌گردد و از این طریق بی‌نظمی نسبی میان نقاط حضور گونه‌ها و نقاط تصادفی کاهش می‌یابد. در نهایت مدلی به‌دست می‌آید که دارای بیشترین قدرت تشخیص زیستگاه مطلوب از نواحی در دسترس گونه می‌باشد (۸). شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مستقل مؤثر بر الگوی توزیع حملات از مهم‌ترین مزایای این روش است. برای ارزیابی عملکرد مدل، امکان محاسبه سطح زیرمنحنی ROC (Receiver Operating Characteristic) وجود دارد. این منحنی به‌صورت نموداری ارائه می‌شود که در آن احتمال تشخیص صحیح نقاط حضور (Sensitivity) مدل با احتمال تشخیص صحیح نقاط شبه عدم حضور (Specificity) مورد مقایسه قرار می‌گیرد (۸). سطح زیر نمودار (AUC: Area Under Curve) به‌دست آمده به‌عنوان معیاری از قدرت تفکیک مدل در تشخیص نقاط حضور از عدم حضور مورد توجه قرار می‌گیرد. AUC مدلی با قدرت پیشگویی بسیار کم حدود ۰/۵ و مدلی کامل با قدرت پیشگویی بسیار زیاد دارای AUC به میزان یک خواهد بود (۱۲). همچنین با استفاده از روش نمونه‌گیری مجدد (Resampling) به‌کمک این روش می‌توان حتی با وجود تعداد مشاهدات اندک برآورد قابل اعتمادی از الگوی توزیع و پیش‌بینی پدیده‌ها فراهم نمود (۱۹). بدین منظور در پژوهش حاضر از تابع Cross-validation برای ارزیابی متقابل مدل‌های تولید شده در MaxEnt استفاده شد. به‌منظور اعتبارسنجی عملکرد مدل‌های تولید شده، ۷۰ درصد داده‌ها به‌عنوان داده‌های مورد استفاده در ساخت مدل (training data) و ۳۰ درصد به‌عنوان داده‌های آزمون کارآمدی مدل (test data) به‌کار گرفته شدند. با بهره‌گیری از نمودارهای ROC و سطح زیر آن (AUC) کارایی مدل‌های ایجاد شده مورد مقایسه قرار گرفت. میزان مشارکت متغیرها در ساخت مدل از نمودار جک‌نایف بهره‌گیری شد. این نمودار نقش هر متغیر را به‌تنهایی و یا بدون آن متغیر در ایجاد مدل مورد بررسی قرار می‌دهد. قبل از انجام مدل‌سازی، خودهمبستگی متغیرها مورد بررسی قرار گرفته و در صورتی که میزان همبستگی دو متغیر مستقل بیش از ۰/۶ بود یکی از این دو متغیر از فرایند مدل‌سازی خارج شدند. نقشه احتمال وقوع حملات گرگ با کمک



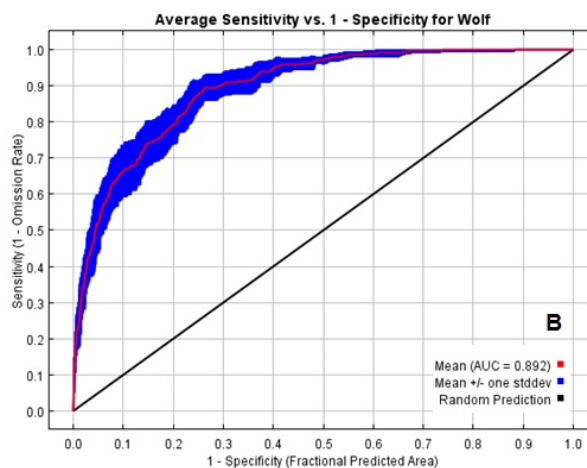
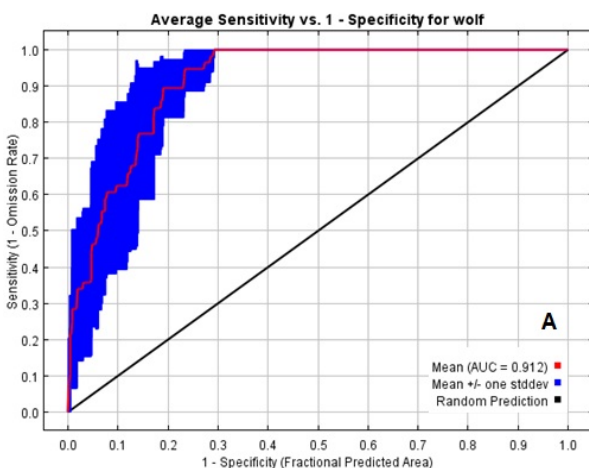
شکل ۱. نقاط ثبت شده از حملات گرگ در استان به دام و انسان در بازه زمانی ۱۳۹۲-۱۳۸۲



شکل ۲. نقشه‌های احتمال حمله به دام و انسان توسط گرگ در استان اردبیل

جدول ۲. مساحت و درصد احتمال حمله گرگ در استان اردبیل به تفکیک طبقه‌های احتمال وقوع

حمله گرگ به دام		حمله گرگ به انسان		کلاسه
نسبت از کل استان (%)	مساحت (Km ²)	نسبت از کل استان (%)	مساحت (Km ²)	احتمال
۵۳/۲۳	۹۵۵۵/۱۹۸	۵۲/۷	۹۴۶۱/۶	۰ - ۰/۲
۳۵/۷۷	۶۴۲۲/۲۴۱	۱۸/۵	۳۳۱۹/۴	۰/۲ - ۰/۴
۱/۵۸	۱۵۴۰/۶۰۶	۱۳/۲	۲۳۶۱	۰/۴ - ۰/۶
۲/۱۹	۳۹۳/۱۷۹	۱۲/۶	۲۲۶۰/۸	۰/۶ - ۰/۸
۰/۲۳	۴۰/۴۶۵	۳/۱	۵۴۸/۱	۰/۸ - ۱



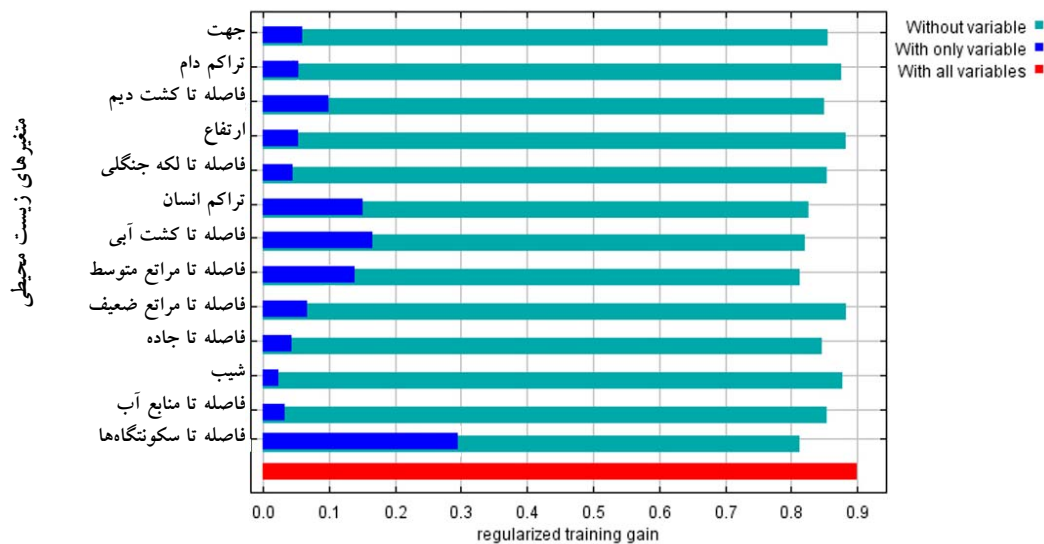
شکل ۳. منحنی‌های عکس‌العمل توانایی مدل در ارائه نقشه ریسک حملات

(A حمله به دام و B حمله به انسان را نشان می‌دهد)

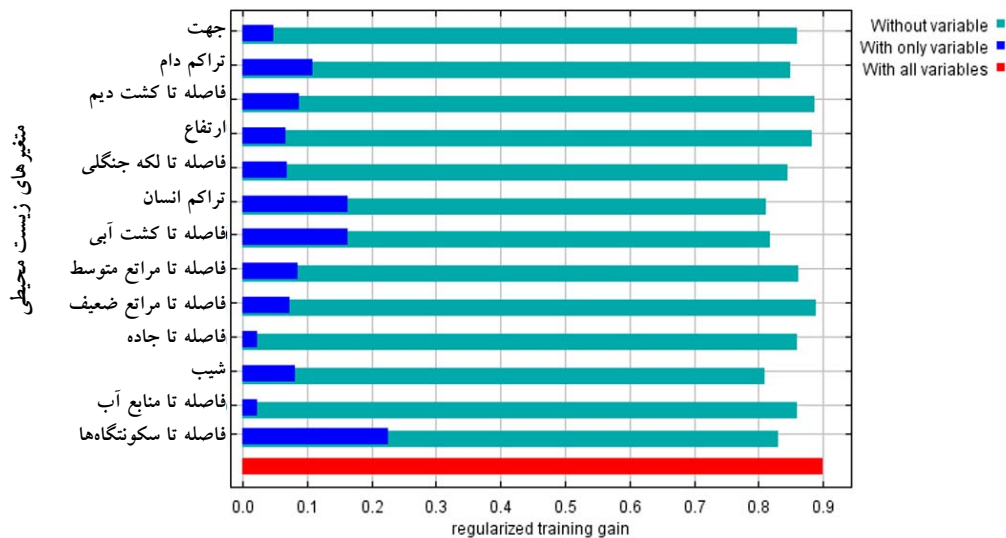
توانایی مدل را در ارائه دو نقشه ریسک حمله گرگ به انسان و دام و مقادیر مربوط به آن نشان می‌دهد. مؤثرترین متغیرها در ارائه این نقشه‌های ریسک یا به‌عبارت بهتر وقوع تقابل بین گرگ و منافع انسانی در شکل ۴ و ۵ نمایش داده شده است. در هر دو مدل حمله گرگ به انسان و دام متغیری که به‌تنهایی بیشترین نقش را در پیش‌بینی مدل دارد فاصله از سکونتگاه‌های انسانی می‌باشد و بنابراین به‌تنهایی سودمندترین اطلاعات را در خود دارد. پس از این متغیر، متغیرهای تراکم انسان و فاصله از اراضی کشاورزی‌آبی بیشترین اطلاعات را از روند بروز تعارضات به‌دست می‌دهند. همچنین متغیری که حذف آن به بیشترین میزان پیش‌بینی مدل را کاهش می‌دهد فاصله از اراضی

براساس عملکرد مدل حملات گرگ با در نظر گرفتن منحنی ROC در مجموع ۱۰ تکرار، متوسط میزان سطح زیرمنحنی (AUC) ۰/۹۱۲ برای مدل حمله به انسان و ۰/۸۹ برای مدل حمله به دام محاسبه شد که نشان‌دهنده توانایی بالای مدل‌های تهیه شده در پیش‌بینی توزیع حملات گرگ می‌باشد.

نتایج بررسی درصد تأثیر پارامترها براساس مقادیر احتمال محاسبه شده نشان داد متغیرهای فاصله تا سکونتگاه‌های انسانی، فاصله تا اراضی کشاورزی آبی، تراکم انسان در واحد سطح، فاصله تا اراضی مرتعی درجه ۱ (با تراکم گیاهان مرتعی بیش از ۲۵ درصد) و شیب به‌ترتیب مهم‌ترین تأثیر را بر مدل پیش‌بینی نحوه توزیع حملات گرگ در استان اردبیل دارند. شکل ۳



شکل ۴. خروجی حاصل از آزمون جک‌نایف به منظور شناسایی مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر بروز حملات گرگ به دام



شکل ۵. خروجی حاصل از آزمون جک‌نایف به منظور شناسایی مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر بروز حملات گرگ به انسان

تعارضات و حملات گرگ به انسان و دام در استان اردبیل قلمداد نمود.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استخراج نقاط حمله گرگ به انسان و دام

مرتعی درجه ۱، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، شیب، تراکم انسان و فاصله از اراضی کشاورزی آبی می‌باشند. در کل براساس آزمون جک‌نایف پارامترهای فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، تراکم انسان و فاصله از اراضی کشاورزی آبی را می‌توان مهم‌ترین عوامل طبیعی و انسانی مؤثر بر بروز

یعنی مناطق شهری و روستایی گرایش دارد. این موضوع اساساً می‌تواند به حضور منابع غذایی با دسترسی بالا همانند دفن‌گاه‌های پسماند که به‌صورت روباز رها می‌گردند ارتباط پیدا نماید. طبق مشاهدات نویسنده در دفن‌گاه اصلی شهرستان مشکین‌شهر تقریباً به‌طور مداوم می‌توان گله‌هایی از گرگ را مشاهده کرد که در حال تغذیه از پسماندهای آلی می‌باشند. این منطقه در فاصله دو کیلومتری از شهر واقع می‌باشد. نتایج این بررسی حاکی از آن بود که نقاط حمله به دام و انسان کاملاً همپوشانی داشته و این پدیده بیشتر در فصل سخت سال زمانی که فعالیت گونه‌های طعمه طبیعی با بارش برف کاهش می‌یابد اتفاق افتاده است. این مسأله نیاز به توجه بیشتر به نکات ایمنی به‌ویژه در ساخت آغل‌ها را در این فصول (پاییز و زمستان) هرچه بیشتر مشخص می‌سازد چرا که بسیاری از این مکان‌ها در استان اردبیل به‌صورت فصلی جابه‌جا می‌شوند. برخی از پژوهش‌های صورت گرفته بر دوری گرگ از سکونتگاه‌های انسانی تأکید نموده‌اند (۱۴، ۱۵ و ۲۹)، که با توجه به استرس‌های مختلف وارده به گونه‌های حیات وحش از جهات گوناگون این مسأله امری طبیعی می‌باشد. با این حال کاهش طعمه‌های طبیعی، تجاوز به گستره خانگی طبیعی این گونه و وجود فصول سختی مثل پاییز و زمستان در مناطق کاملاً کوهستانی مثل استان اردبیل و شهرستان مشکین‌شهر، نزدیک شدن گرگ‌ها به سکونتگاه‌های انسانی، به‌ویژه در حریم گستره خانگی، برای دستیابی غذا دور از ذهن و غیرطبیعی نیست (۱۳ و ۲۵). در اغلب مناطق حفاظت شده استان فراوانی علفخواران بزرگ جثه کاهش شدیدی نشان می‌دهد (۲۶) و در بسیاری از موارد گونه‌هایی از قبیل کل و بز و یا قوچ و میش ریشه‌کن شده‌اند. بنابراین با توجه به عدم ثبت سایر علفخواران بزرگ جثه، عمدتاً تغذیه گونه شکارگر بزرگ جثه‌ای همانند گرگ به تغذیه از گونه‌های کوچک جثه از قبیل خرگوش‌ها، جوندگان و برخی پرندگان زمین‌زی محدود شده است (۴). بنابراین به‌نظر می‌رسد حفظ جمعیت‌های مطلوبی از سایر گونه‌های طعمه

و تهیه لایه‌های محیطی مختلف در این مناطق، با بهره‌گیری از مدل MaxEnt نواحی دارای ریسک بالای حملات گرگ به انسان و دام در استان اردبیل پهنه‌بندی گردید. همچنین در این مطالعه از سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌منظور نشان دادن میزان تشابه نقطه به نقطه منطقه، با مناطق حمله گرگ به‌صورت نقشه موضوعی استفاده شد. در این حالت مناطق وقوع حمله گرگ به انسان و دام، به‌عنوان نقاط حضور در نظر گرفته شده و با در نظر گرفتن مهم‌ترین پارامترهای طبیعی و انسانی مؤثر بر بروز تعارضات پتانسیل سایر نقاط منطقه برای بروز خطر حملات گرگ به‌صورت کمی مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس و با توجه به منحنی‌های عکس‌العمل مدل‌های خروجی پارامترهای متأثر از حضور انسان و فعالیت‌های انسانی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بروز تعارضات انسان و گرگ در استان اردبیل می‌باشند. همچنین نتایج نشان می‌دهد متغیرهای فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، تراکم انسان و فاصله از اراضی کشاورزی آبی مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر بروز حملات گرگ هم به انسان و هم به دام می‌باشند. تبعاً نزدیکی به اراضی کشت پرکار و آبی خود به‌نوعی نزدیکی به محل اسکان دام‌ها، منابع غذایی دیگری چون پسماندهای آلی (به‌ویژه بقایای جانوری) را در پی دارد.

از سویی این اراضی پناه مناسبی را از طریق ایجاد پوشش گیاهی انبوه‌تر فراهم می‌آورند. در شهرستان مشکین‌شهر تجمع گله‌های گرگ در محل دفن پسماند که در نزدیکی شهر قرار دارد کاملاً مشهود است و به‌ویژه در فصل پاییز و زمستان به‌راحتی می‌توان تعداد قابل توجهی از افراد این گونه را مشاهده نمود. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه به‌ویژه شهرستان مشکین‌شهر چادرنشینی در محدوده‌های غیرمسکونی نسبتاً رایج می‌باشد انتظار می‌رود که حملات گرگ به دام و انسان بیشتر در خارج از نقاط مسکونی و روستایی با تراکم انسانی بالاتر اتفاق بیفتد در حالی که نتایج این مدل‌سازی به‌صورت جداگانه در خصوص حملات به دام و انسان نشان می‌دهد گرگ به مناطق مسکونی با تراکم بالاتر

نزدیک به اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌های انسانی و به دور از اراضی مرتعی در استان همدان شرایط برای بروز تعارضات انسان و گرگ و حمله این گونه به انسان و دام فراهم شده و بیشترین احتمال حملات گرگ در این نواحی اتفاق خواهد افتاد. نقشه‌های ریسک به‌دست آمده در این پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری سودمند در مدیریت زیستگاه و کاهش خطرات تعارضات انسان و گرگ در استان اردبیل مورد توجه قرار گیرد. به‌ویژه با استفاده از این خروجی‌ها می‌توان در راستای تمرکز مسائل آموزشی، برگزاری نشست‌ها و کارگاه‌ها، برنامه‌ریزی جهت جبران خسرات و نصب علائم هشدار دهنده اقدام نمود. ارائه آگاهی‌های لازمه برای پیشگیری از این قبیل خطرات و اقدام صحیح و خردمندانه در مواقع بروز چنین حوادثی به مسئولین محلی و نیز دامداران و عشایر می‌تواند براساس این یافته‌ها برنامه‌ریزی و اجرا گردد. برنامه‌ریزی برای مطالعات بیشتر و کاهش تعارضات گرگ و انسان با هدف ارتقای زیست‌مندی گرگ و در عین حال کاهش هزینه‌های اقتصادی و جانی می‌تواند با تکیه بر نقشه‌ها و نتایج خروجی انجام پذیرد (۷ و ۲۳). علی‌رغم توانایی و تحمل بالای گرگ و همپوشان بودن زیستگاه انسان و گرگ حتی در سیمای طبیعی به‌شدت تغییر یافته (۵ و ۲۳)، تعارضات بین انسان و گرگ در چنین نواحی به‌شکلی روزافزون افزایش خواهد یافت که دلیل اصلی این امر را می‌توان به تخریب زیستگاه در اثر فعالیت‌های انسانی و متعاقباً کاهش طعمه‌های طبیعی و همچنین تجاوز به گستره خانگی این گوشتخوار بزرگ جثه و گونه کلیدی اکوسیستم‌ها نسبت داد. احیای منابع اکوسیستم‌ها و مناطق طبیعی به‌ویژه گونه‌های علفخوار بزرگ جثه‌ای مثل آهو، تلاش برای افزایش فراوانی برخی گونه‌های باقی‌مانده مثل کل و بز در مناطق حفاظت شده و شکار ممنوع و نظارت بر صید و شکار سایر گونه‌های طعمه از اقدامات درازمدت قابل ذکر در راستای افزایش زیست‌مندی و بقای طولانی مدت این گونه در استان اردبیل است.

به‌ویژه گراز و احیای گونه‌های ریشه کن شده‌ای همانند آهوی مغان، و کنترل شکار خرگوش‌ها می‌تواند تا حدی زیست‌مندی گرگ را تقویت نماید. تمرکز گرگ در دفن‌گاه‌های پسماندها می‌تواند تبعات جبران ناپذیری را بر زیست‌مندی و بقای این گونه در اثر انتشار انواع بیماری‌ها و افزایش مرگ و میر، باقی گذارد.

براساس نتایج پژوهش حاضر بیشترین احتمال حمله گرگ در نواحی نزدیک اراضی کشاورزی خصوصاً اراضی کشت آبی به وقوع پیوسته است. دسته‌های گرگ که متشکل از ماده آلفا (غالب در گروه) و توله‌های همان سال یا سال گذشته می‌باشند، اغلب در اراضی کشاورزی در جستجوی منابع تغذیه‌ای می‌باشد (۷ و ۲۱). خصوصاً اینکه گرگ‌ها تمایل دارند در این اراضی که پوشش پناه و منابع آب کافی در اختیار ماده‌ها قرار می‌دهند، لانه‌گزینی کنند (۷). این امر موجب شده است خطر تعارضات گرگ‌ها و حمله به انسان و دام در نزدیکی این اراضی افزایش یابد. البته همان‌طور که اشاره گردید کاهش شدید طعمه‌های طبیعی موجود در گستره خانگی گرگ‌ها از نظر درجه اهمیت، اولویت اول را به‌خود اختصاص می‌دهد. برخی مطالعات دیگر (۶، ۷ و ۹) نتیجه گرفته‌اند در نواحی که تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی تبدیل به اراضی کشاورزی شده‌اند گوشتخواران بزرگ جثه از طریق پنهان شدن در محصولات کشاورزی به انسان و دام حمله می‌کنند؛ مسأله‌ای که در هندوستان برای حملات ببر و پلنگ (۶) و در ایران برای حملات گرگ (۷) به اثبات رسیده است. از سوی دیگر تأثیر بالای متغیرهای فاصله تا اراضی مرتعی و شیب بر بروز تعارضات نشان می‌دهد حملات گرگ در نواحی با شیب کمتر و به دور از اراضی ناهموار مرتعی بیشتر خواهد بود و با افزایش شیب در نواحی ناهموار احتمال حمله کاهش می‌یابد. در واقع تمرکز حملات گرگ در اراضی کشاورزی خصوصاً اراضی آبی موجب بروز چنین الگویی شده است. به‌درون و همکاران (۷) نیز در الگویی مشابه با نتایج پژوهش حاضر نشان داده‌اند که در نواحی هموار

تقدیر و تشکر

می‌گردد. از آقای محسن احمدی به‌خاطر بازنگری نقشه‌های مورد استفاده تشکر می‌گردد. آقای رضا مهری کمک شایانی در مطالعات میدانی داشته اند که از ایشان تشکر می‌گردد.

این طرح پژوهشی با حمایت مالی اداره کل حفاظت از محیط زیست استان اردبیل انجام پذیرفت. در اینجا از زحمات مدیر کل محترم اداره کل حفاظت محیط زیست استان اردبیل تشکر

منابع مورد استفاده

۱. بهداروند، ن.، م. کابلی، ر. ابراهیم‌پور و ب. جباریان امیری. ۱۳۹۱. مدل‌سازی پراکنش مکانی حملات گرگ (*Canis lupus*) به انسان در استان همدان با استفاده از الگوریتم ژنتیک، (GARP) مطالعه موردی: استان همدان. مجله علمی پژوهشی بوم‌شناسی کاربردی ۱(۱): ۱۴-۴.
۲. بهداروند، ن.، م. کابلی، ب. جباریان امیری، ر. ابراهیم‌پور، ر. م. اسدی آقبلاغی و ج. ایمانی هرسینی. ۱۳۹۳. شناسایی مناطق پرخطر و عوامل محیطی مؤثر بر حملات گرگ به دام در استان همدان با به‌کارگیری روش مدل‌سازی MAXENT. نشریه محیط زیست طبیعی دانشگاه تهران ۶۷(۳): ۲۴۵-۲۵۲.
۳. مهری، ر. ۱۳۹۴. مدل‌سازی حملات گرگ به انسان و دام با تکیه بر داده‌های صرفاً حضور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.
۴. نادری، م. ۱۳۹۲. گزارش طرح مدیریت گرگ در استان اردبیل، اداره کل حفاظت محیط زیست استان اردبیل، ایران، ۲۱۰ ص.
5. Ahmadi, M., J. V López-Bao and M. Kaboli. 2014. Spatial heterogeneity in human activities favors the persistence of wolves in agroecosystems. *PLoS ONE* 9(9): e108080.
6. Athreya, V., M. Odden, J. D., Linnell, J. Krishnaswamy and U. Karanth. 2013. Big cats in our backyards: persistence of large carnivores in a human dominated landscape in India. *PLoS ONE* 9(8): e57872.
7. Behdarvand, N., M. Kaboli, M. Ahmadi, E. Nourani and A. Salman-Mahini. 2014. Spatial risk model and mitigation implications for wolf-human conflict in a highly modified agroecosystem in western Iran. *Biological Conservation* 177: 156-164.
8. Elith, J., J. Ph. Steven, S. J. Hastie, T. Dudík, M. Y. E. Chee and C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distribution* 17: 43-57.
9. Graham, K., A. P. Beckerman and S. Thirgood. 2005. Human-predator-prey conflicts: ecological correlates, prey losses and patterns of management. *Biological Conservation* 122: 159-171.
10. Gurung, B., J. L. D. Smith, C. McDougal, J. B. Karki and A. Barlow. 2008. Factors associated with human-killing tigers in Chitwan National Park, Nepal. *Biological Conservation* 141: 3069-3078.
11. Holmern, T., J. Nyahongo and E. Roskaft. 2007. Livestock loss caused by predators outside the Serengeti National Park, Tanzania. *Biological Conservation* 135: 518-526.
12. Hosmer, D. W. and S. Lemeshow. 2000. Applied Logistic Regression, 2nd edn. Wiley, New York, 307p.
13. Jhala, Y. V. 2003. Status, ecology and conservation of the Indian wolf *Canis lupus pallipes* Sykes. *Journal of Bombay Natural History Society* 100: 293-307.
14. Jędrzejewski, W., B. Jędrzejewska, B. Zawadzka, T. Borowik, S. Nowak and R. Mysłajek. 2008. Habitat suitability model for Polish wolves based on long-term national census. *Animal Conservation* 11: 377-390.
15. Kaartinen, S., M. Luoto and I. Kojola. 2009. Carnivore-livestock conflicts: determinants of wolf (*Canis lupus*) depredation on sheep farms in Finland. *Biodiversity Conservation* 18: 3503-3517.
16. Leung, B., D. M. Lodge, D. Finnoff, J. F. Shogren, M. A. Lewis and G. Lamberti. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bio economic risk analysis of invasive species. *The Royal Society* 269: 2407-2413.
17. Matteson, M. Y. 1992. Denning ecology of wolves in Northwest Montana and southern Canadian Rockies. Dissertation, University of Montana, Missoula.
18. Mech, L. D. and L. Boitani. 2003. Wolves: Behavior, Ecology and Conservation. Chicago, University of Chicago Press, 85p.
19. Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modeling* 190: 231-259.
20. Rabinowitz, A. and K. A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the

- jaguar. *Panthera onca*. *Biological Conservation* 143: 939-945.
21. Santos, M., C. Vaz, P. Travassos and J. A. Cabral. 2007. Simulating the impact of socioeconomic trends on threatened Iberian wolf populations (*Canis lupus*) signatus in northeastern Portugal. *Ecological Indicators* 7: 649-664.
 22. Strubbe, D. and E. Matthysen. 2008. Predicting the potential distribution of invasive ring-necked parakeets *Psittacula krameri* in northern Belgium using an ecological niche modelling approach. *Biological Invasions* 11: 497-513.
 23. Tourani, M., E. M. Moqanaki, L. Boitani and P. Ciucci. 2014. Anthropogenic effects on the feeding habits of wolves in an altered arid landscape of central Iran. *Mammalia* 78: 117-121.
 24. Treves, A., L. Naughton-Treves, E. K. Harper, D. J. Mladenoff, R. A. Rose, T. A. Sickley and A. P. Wydeven. 2004. Predicting human-carnivore conflict: a spatial model derived from 25 years of data on wolf predation on livestock. *Conservation Biology* 18: 114-125.
 25. Treves, A., K. A. Martin, A. P. Wydeven and J. E. Wiedenhoft. 2011. Forecasting environmental hazards and the application of risk maps to predator attacks on livestock. *Bioscience* 61: 451-458.
 26. Venette, R. C., D. J. Kriticos, R. D. Magarey, F. H. Koch, R. H. Baker, S. P. Worner, N. N. G. Raboteaux, D. W. McKenney, E. J. Dobesberger and D. Yemshanov. 2010. Pest risk maps for invasive alien species: a roadmap for improvement. *Bioscience* 60: 349-362.
 27. Williams, J. N., C. Seo, J. Thorne, J. K. Nelson, S. Erwin, J. M. O'Brien and M. W. Schwartz. 2009. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Diversity and Distributions* 15: 565-576.
 28. Wilson S. M., M. J. Madel, D. J. Mattson, J. M. Graham, J. A. Burchfield and J. M. Belsky. 2005. Natural landscape features, human-related attractants, and conflict hotspots: a spatial analysis of human-grizzly bear conflicts. *Ursus* 16(1): 117-129.
 29. Wydeven, A. P., D. J. Mladenoff, T. A. Sickley, and R. G. Haight. 1999. GIS evaluation of wolf habitat and potential populations in the Great Lakes States. PP. 46-49. In: Appendix, C. (Eds), Wisconsin Wolf Management Plan, October 27, 1999. Wisconsin Dept. of Nat. Resources, Madison, WI.