# مدل‌سازی پراکنش مکانی حملات گرگ (*Canis lupus pallipes*) به انسان در استان همدان با استفاده از الگوریتم ژنتیک (GARP)؛ مطالعه موردی: استان همدان

ندا بهداروند*[۱]، محمد کابلی[۲]، رضا ابراهیم پور[۳]، بهمن جباریان امیری[۲]

## چکیده

**در دهه‌های اخیر به دلیل رشد مداوم جمعیت‌های انسانی همراه با افزایش استفاده از منابع و تخریب زیستگاه، تضادهای میان انسان و گوشتخواران تا حد زیادی گسترش یافته است. جهت کاهش چنین تضادهایی بر اساس یک درک روشن از الگوهای تضاد، به کارگیری روش‌های مدل‌سازی توزیع گونه‌ها ابزارهای سودمندی محسوب می شوند. تضاد شدیدی که در سال‌های اخیر میان گرگ با جوامع محلی استان همدان بوجود آمده، نمونه‌ای روشن از این مسئله است. در این پژوهش توان مدل‌سازی الگوریتم ژنتیک (GARP) برای توزیع حملات گرگ در سطح استان همدان طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۴ مورد بررسی قرار گرفت و برای ارزیابی عملکرد مدل از روش آماری سطح زیر منحنی ROC استفاده شد. یافته‌های این بررسی نشان داد که در مجموع روش مدل‌سازی استفاده شده در این مطالعه عملکرد بسیار خوبی (سطح زیر منحنی = ۰/۸۵۶ ) در پیش‌بینی توزیع حملات گرگ به انسان داشته است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از تحلیل حساسیت در حملات گرگ به انسان متغیرهای پوشش اراضی، تراکم جمعیت انسانی و فاصله از جاده از مهمترین پارامترهای تاثیر گذار بودند. نتایج این تحقیق می‌تواند جهت برنامه‌ریزی برای شکل گیری طرح مدیریت سازشی با هدف حفاظت از گرگ و کاهش تضاد با جوامع محلی مورد استفاده قرار گیرد.**

**کلید واژه‌ها: استان همدان، تضاد انسان-گرگ، الگوریتم ژنتیک مبتنی بر مجموعه قواعد برای پیش‌بینی (GARP)، مدل‌سازی توزیع حملات**

**مقدمه**

بر اساس تعریف اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت[۴]، تضاد بین انسان و حیوانات وحشی زمانی شکل می‌گیرد که نیازهای انسانی با نیازهای حیوانات وحشی هم‌پوشانی داشته باشد. در دهه‌های اخیر تضاد بین منافع انسان و حیات وحش در بسیاری از نقاط دنیا افزایش یافته است. عواملی مانند روند رو به رشد جمعیت انسانی، تغییر کاربری اراضی، تخریب زیستگاه و نظایر آن‌ها در افزایش

۱. فارغ التحصیل کارشناسی ارشد محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
* نویسنده مسئول: ایمیل: n.behdarvand@yahoo.com
۲. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۳. استادیار گروه الکترونیک، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، ایران
۴ . International Union for Conservation of Nature

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

این تضاد نقش بسزایی داشته است. بیشترین تضاد بین انسان و حیات وحش در رابطه با گوشتخواران بزرگ جثه گزارش شده است. حملات شیر در تانزانیا، گرگ در کشورهای آسیایی و خرس قهوه‌ای در آمریکای شمالی نمونه‌هایی از بروز این تعارضات می‌باشد (۲۰ و ۳۰). فراوانی گونه‌های طعمه و گستره خانگی بزرگ، دو نیاز بوم‌شناختی گوشتخواران است که سبب می‌شود تا در تضاد مستقیم با انسان‌ها قرار گیرند. تبدیل اراضی طبیعی به کشتزارها، تفکیک زیستگاه‌ها و اشغال آن‌ها توسط انسان و به دنبال آن کاهش طعمه‌های طبیعی سبب شده که این گونه‌ها برای تأمین نیازهایشان به سکونتگاه‌های انسانی نزدیک شده و از حیوانات اهلی و گاهی انسان تغذیه کنند و این امر باعث شدت تضاد بین انسان و این دسته از حیوانات می‌شود (۱۳ و ۳۰). چنین تضادهایی می‌تواند اثرات مالی و جانی قابل توجهی بر جوامع روستایی داشته باشد، زیرا کسانی که در مجاورت با گوشتخواران زندگی می‌کنند اغلب جزء قشرهای کم درآمد جامعه محسوب می‌شوند. این عوامل می‌تواند سبب کاهش بردباری مردم محلی نسبت به گوشتخواران و کاهش همکاری بومیان در حفاظت از آن‌ها و دیگر گونه‌های حیات وحش شود (۱۱ و ۱۷). مردم به این تضادها بیشتر با کشتن گوشتخواران بزرگ جثه به روش‌های مختلف پاسخ می‌دهند (۲۶) اما کشتن این حیوانات که در رأس زنجیره غذایی قرار دارند و نقش مهمی را در اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌کنند، خود باعث بروز مشکلات دیگری می‌شود (۱۳).

موفقیت در حفاظت از جمعیت‌های گوشتخواران در حالی که تعاملات زیانبار آن‌ها با جوامع انسانی محدود نگه داشته شود، اغلب دشوار بوده و به توانایی مدیران برای کاهش چنین تضادهایی بر اساس یک درک روشن از الگوهای تضاد انسان با گوشتخواران بستگی دارد (۱۳ و ۳۵). مدیران حفاظت از تنوع زیستی باید با بررسی وضعیت پیشرفت تضادهای انسان و گوشتخواران و دخالت‌های مناسب از این پیشامدها جلوگیری کنند (۳۱). اخیراً به‌کارگیری روش‌های مدل‌سازی توزیع گونه‌ها در بوم شناسی، حفاظت و مدیریت سرزمین (۳۳) به عنوان ابزاری سودمند و کم هزینه برای مدیریت تعارضات انسان و گوشتخواران معرفی شده است (۱۶). اغلب مدل‌های پیش‌بینی توزیع گونه، بر مفهوم آشیان بوم‌شناختی هاچینسونی استوار هستند (۱۹ و ۲۱). اساس کار این مدل‌ها کمی کردن روابط میان توزیع گونه و محیط زیست پیرامون آن می‌باشد (۹). روش‌های متعددی برای فرآیند مدل‌سازی وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به مدل الگوریتم ژنتیک (GARP)[1] اشاره کرد که در طی سال‌های اخیر کاربرد گسترده‌ای در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها داشته (۱۲، ۲۸ و ۲۹) و از روش‌های مدل‌سازی با داده‌های فقط حضور[2] به شمار می‌رود (۷).

در اغلب نقاط دنیا، مطالعات در مورد گرگ در درون مرزها و یا در مجاورت مناطق حفاظت شده صورت گرفته است. با این حال، می‌توان اذعان کرد که درگیری‌ها در سطوح مختلف دور از مناطق حفاظت شده نیز به طور گسترده وجود دارد (۶، ۱۴ و ۱۵)، همان‌گونه که در سال‌های اخیر تضاد شدیدی بین گرگ با جوامع محلی استان همدان به‌وجود آمده و در بعضی از شهرستان‌های این استان تلفات انسانی قابل توجهی به وقوع پیوسته است (اداره کل حفاظت محیط زیست استان همدان،۱۳۹۰). گرگ‌ها اخیراً در چشم اندازهای کاربری‌های مجاور سکونتگاه‌های انسانی زندگی می‌کنند که سبب ایجاد ریسک بالای طعمه خواری گرگ در این مناطق شده است. گرگ‌ها برای ساکنان این مناطق اغلب به یک عامل تهدید امنیت تبدیل شده‌اند و استرس‌های روانی زیادی را در میان جوامع بومی منطقه به‌وجود آورده‌اند. در این مطالعه تلاش شده تا مناطق با ریسک بالا از نظر بروز تعارض میان انسان و گرگ در این استان تعیین و همچنین عوامل مؤثر بر افزایش این تعارضات شناسایی گردد.

1. Genetic Algorithm for Rule -Set Prediction
2. Presence only

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان همدان با مساحت ۱۹۴۹۳ کیلومتر مربع در غرب ایران، بین عرض‌های جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی واقع شده است. این استان از نظر محدوده سیاسی، از شمال به استان‌های زنجان و قزوین، از شرق به استان مرکزی، از جنوب به استان لرستان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و کردستان محدود شده و براساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۸۵ شامل ۸ شهرستان، ۲۷ شهر، ۲۳ بخش و ۷۲ دهستان می‌باشد (سالنامه آماری استان همدان، ۱۳۸۵).

### روش پژوهش

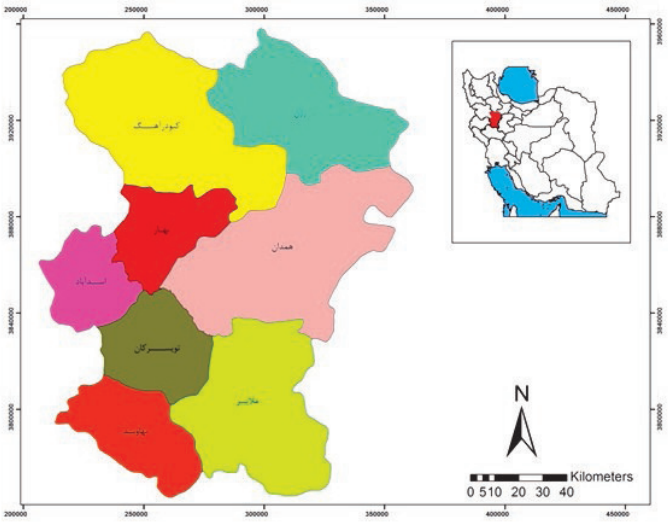
لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز در این مطالعه را می‌توان به دو دسته شامل لایه نقاط حضور گونه و لایه‌های متغیرهای مستقل زیست‌محیطی طبقه بندی کرد.

### لایه نقاط حضور

بر اساس گزارشات موثق پرداخت خسارت مربوط به حملات گرگ به انسان در فاصله سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۴ موجود در ادارات محیط زیست شهرستان‌های استان همدان، فهرستی از محل‌های حمله تهیه شد. سپس با مراجعه به روستاهای ذکر شده در فهرست و با استناد به مشاهدات مردم محلی و محیط‌بانان تعداد ۳۱ نقطه حمله شناسایی و مختصات این نقاط با استفاده از GPS ثبت شد.

### متغیرهای مستقل زیست‌محیطی

بر اساس مرور منابع صورت گرفته و با توجه به منطقه مورد مطالعه، آن دسته از متغیرهای زیستگاهی که به نظر می‌رسید بر افزایش آسیب پذیری یک منطقه نسبت به حمله گرگ مؤثر باشند، برای مدل‌سازی انتخاب شد. این متغیرها شامل تراکم جمعیت انسانی، تراکم دام، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، تنوع پستی و بلندی و کاربری اراضی می‌باشد. متغیرهای مورد نظر با اندازه سلول ۱۰۰×۱۰۰ متر در محیط Arc GIS 9.3رستری شدند. قبل از انجام تجزیه و تحلیل، میزان همبستگی متغیرها با استفاده از تابع PCA در نرم‌افزار Idrisi Klimanjaro بررسی شد. از آنجا که میزان همبستگی بین متغیرهای زیست‌محیطی کمتر از ۰/۸ بود هیچکدام از متغیرها از تجزیه و تحلیل حذف نشدند.




**تصویر شماره ۱- موقعیت استان همدان در غرب کشور و شهرستان‌های تابعه این استان**

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

**الگوریتم مدل‌سازی**

در این پژوهش از GARP برای پیش‌بینی توزیع حملات گرگ به انسان استفاده شد. ایده سیستم مدل‌سازی GARP مبتنی بر الگوریتم ژنتیک است که اولین بار توسط Holland در سال ۱۹۷۵ مطرح شد. GARP یک الگوریتم یادگیری ماشینی است که نرم‌افزار آن توسط Stockwell and Noble در سال ۱۹۹۱ برای فرآیند مدل‌سازی توزیع گونه‌ها توسعه یافت. مدل GARP از روش‌های فقط حضور محسوب می‌شود و از یک مجموعه قواعد یا ارتباطات (اگر - سپس) برای مدل‌های پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گونه‌ها استفاده می‌نماید (۲۵ و ۲۷).

این مدل شامل یک فرآیند تکراری از انتخاب قاعده‌ها، ارزیابی، تکرار و تلفیق یا حذف قواعد است. هر نوع قاعده یک روش خاص را برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی گونه بکار می‌گیرد. در این نرم افزار از چهار نوع قاعده استفاده می‌شود؛ قاعده Envelop که محدوده‌ای از هر متغیر را جهت پیش‌بینی حضور گونه نیاز دارد (برای مثال اگر دما بین ۲۹ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد و بارندگی بین ۶۰۹ تا ۱۴۲۰ میلی‌متر باشد آنگاه مدل، نقاط حضور گونه را پیش‌بینی می‌کند)، قاعده GARP که مشابه Envelop می‌باشد به استثناء اینکه بعضی متغیرها می‌توانند ارتباطی به حضور یا عدم حضور گونه نداشته باشند (متغیری بی‌ارتباط در نظر گرفته می‌شود که نقاط حضور گونه در همه محدوده‌های آن متغیر وجود داشته باشد)، قاعده Logit که تا حدودی مشابه رگرسیون لجستیک است و قاعده Atomic که برای پیش‌بینی، نیازمند مقادیر مشخصی از هر متغیر می‌باشد (اگر دما ۱۲۸ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع ۳۰۰ متر بالای سطح دریا باشد آنگاه مدل پیش‌بینی می‌کند که آن نقطه، نقطه عدم حضور گونه است).

در تعریف الگوریتم ژنتیک، هر قاعده عضوی از یک جمعیت و هر تکرار یک نسل محسوب می‌شود. در هر نسل مجموعه قواعد ارزیابی، تکثیر و جهش می‌یابند و در نهایت نیز یک مجموعه قاعده انتخاب می‌شود که بهترین وجه ممکن ارتباط بین حضور گونه و مؤلفه‌های محیطی را نشان دهد. فرآیند کلی الگوریتم ژنتیک شامل مقداردهی اولیه ساختارهای جمعیتی، انتخاب تصادفی یک زیر مجموعه داده، ارزیابی جمعیت جاری، ذخیره کردن بهترین قواعد، توقف اجرای الگوریتم یا ادامه دادن، انتخاب جمعیت جدید با استفاده از بهترین قواعد ذخیره شده و نسل‌های تصادفی، اعمال عملگرهای جهش و تقاطع[1] به جمعیت و مجدداً بازگشت به مرحله دوم (انتخاب تصادفی یک زیر مجموعه داده) است. دفعات تکرار و اتمام فرآیند الگوریتم ژنتیک توسط کاربر تعیین می‌شود (۲۷).

فرآیند مدل‌سازی در نرم افزار Desktop Garp نسخه ۱.۱.۶ اجرا شد (۳۶). در این پژوهش ۷۰ درصد نقاط حضور به صورت تصادفی برای ساخت مدل و ۳۰ درصد باقیمانده برای ارزیابی مدل استفاده شد. هر چهار نوع قاعده Envelop، Garp، Logit و Atomic در فرآیند مدل‌سازی بکار گرفته شد. مدلسازی به تعداد ۱۰۰ بار برای حملات گرگ به انسان انجام شده و فرآیند انتخاب بهترین زیر مجموعه اجرا گردید. سپس ۱۰ درصد کل مدل‌ها که زیر آستانه ۵ درصد خطای حذف شدگی[2] قرار داشتند، انتخاب شدند. نقشه‌های پیش‌بینی ساخته شده توسط مدل GARP تنها مقدار دوتایی حضور و عدم حضور را ارائه می‌کنند. بنابراین تعداد ۱۰ نقشه پیش‌بینی موجود در پوشه بهترین زیر مجموعه، در محیط Arc 9.3 GIS با هم تلفیق و به یک نقشه پیوسته (۰ تا ۱) تبدیل شده و به عنوان نقشه نهایی احتمال حمله گرگ ارائه گردید (۳).

**حساسیت سنجی و تعیین متغیرهای مؤثر بر حملات گرگ**

جهت بررسی میزان تأثیر متغیرهای مستقل زیست محیطی بر حملات گرگ به انسان، پس از اجرای مدل با سری داده‌های کامل، مدل به تعداد متغیرهای مستقل دوباره اجرا شد؛ با این تفاوت که این بار در هر مرحله

1. Crossover
2. Omission

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

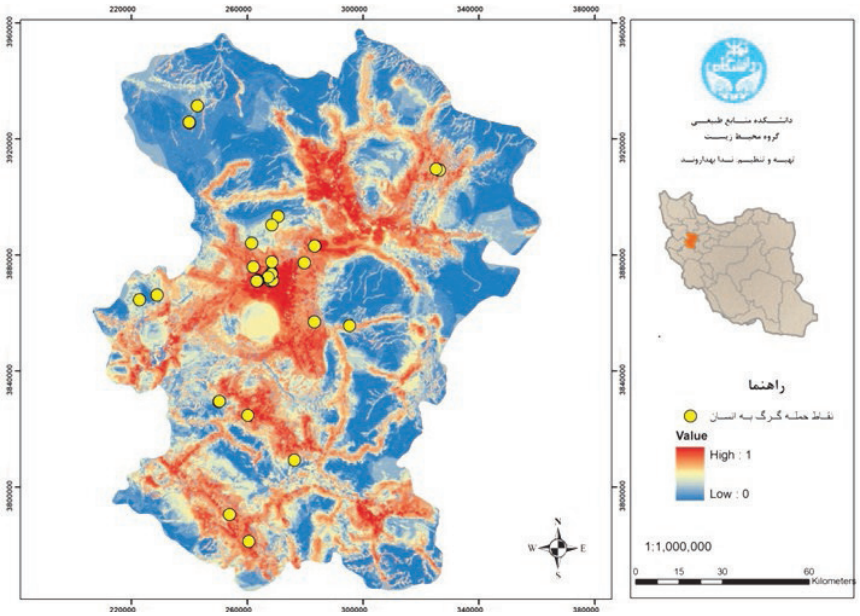
اجرای مدل یکی از متغیرهای مستقل حذف و مدل با متغیرهای مستقل باقیمانده اجرا گردید. مزیت این کار در حساسیت سنجی متغیرها و تعیین میزان اثر متغیرها در مدل نهایی است. پس از هر بار اجرا میزان ROC[3] مدل استخراج گردیده و بر اساس میزان تفاوت حاصل شده با مدل سری داده‌های کامل، اثر تک تک متغیرهای مستقل محاسبه گردید (۲). برای آزمون حساسیت مدل‌ها از تابع ROC نرم افزار Idrisi Klimanjaro استفاده شد.

**بررسی اعتبار مدل**

برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از منحنی ROC استفاده شد. سطح زیر منحنی (AUC[4]) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (۲۳). مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ است. چنانچه سطح زیر منحنی برابر با ۰/۵ باشد، بیان 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 (۸ و ۲۱). جهت استفاده از منحنی ROC علاوه بر نمونه‌های مثبت یا نقاط حضور، احتیاج به نمونه‌های منفی (نقاط عدم حضور واقعی/ کاذب) است (۲۴). برای این منظور منطقه مورد مطالعه به سلول‌های ۱۴×۱۴ کیلومتری به اندازه متوسط گستره خانگی گرگ‌ها (۵ و ۱۳) تقسیم و با استفاده از جدول اعداد تصادفی، هر سلول از نظر حضور و عدم حضور گونه بررسی شد. سلول‌هایی که حمله گرگ در آن‌ها ثبت شده بود به عنوان سلول حضور در نظر گرفته شده و نقاط عدم حضوری که در این سلول‌های حضور قرار می‌گرفت، از آنالیز حذف شد (۱۹ و ۳۴). برای اجرای منحنی ROC از نرم افزار SPSS 16.0 استفاده شد.

**نتایج**

تصویر شماره ۲ نقشه پیش‌بینی حملات گرگ به انسان را بر اساس روش الگوریتم ژنتیک نشان می‌دهد. در این نقشه بیشتر تمرکز حملات در شهرستان های بهار و کبودر آهنگ مشاهده می‌شود. همچنین مطابق با نقشه پیش‌بینی، در آینده احتمال پراکنش حملات گرگ در تمام سطح استان همدان وجود دارد.




**تصویر شماره ۲- نقشه پیش‌بینی حملات گرگ به انسان بر اساس روش GARP در استان همدان**

3. Receiver Operating Characteristic
4. Area Under Curve

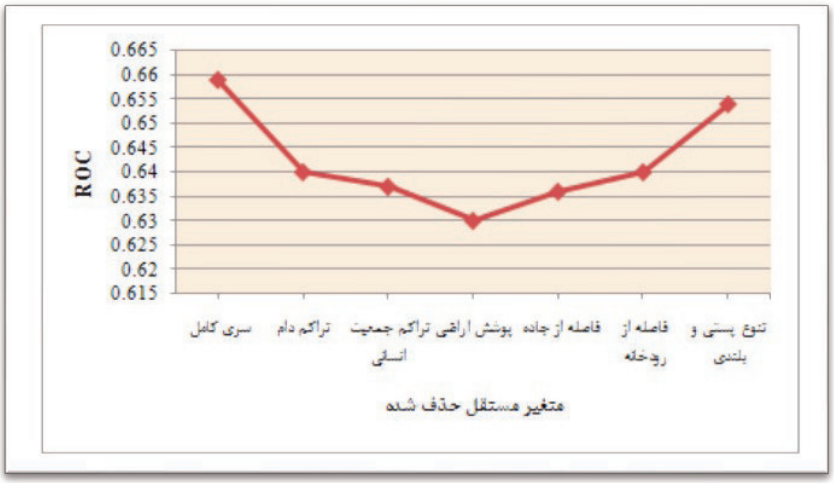
[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

نمودار ۱ نتایج مربوط به سنجش حساسیت مدل‌های بدست آمده از روش GARP جهت تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر حملات گرگ به انسان را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده متغیرهای پوشش اراضی، تراکم جمعیت انسانی و فاصله از جاده در ساخت نقشه پیش‌بینی حملات گرگ به انسان مؤثر نشان داده می‌شود.

به منظور بررسی قدرت تشخیص و پیش‌بینی مدل GARP از تحلیل منحنی ROC استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل ROC در جدول ۱ ارائه شده است. همانگونه که در جدول مشخص است الگوریتم مدل‌سازی GARP با میزان سطح زیر منحنی ۰/۸۵۶، به صورت معنی داری ($P\ value<0.001$) قدرت تشخیص بسیار خوبی دارد و حاکی از آن است که مدل بدست آمده در پیش‌بینی نقاط با ریسک بالای حمله گرگ در سطح استان همدان از کارایی بالایی برخوردار است.

## بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه نتایج حاصل از تحلیل حساسیت نشان داد که در حملات گرگ به انسان متغیرهای پوشش اراضی، تراکم جمعیت انسانی و فاصله از جاده از اهمیت بالایی برخورداراست (نمودار ۱). به نظر می‌رسد در مناطقی از استان همدان که حملات طعمه‌خواری گرگ به انسان گزارش شده، تلفیقی از عوامل زیست‌محیطی دخیل باشد. در چنین مناطقی انسان‌ها با تراکم بالا در روستاها زندگی می‌کنند، پوشش اراضی کشاورزی گسترده‌ای در اطراف سکونتگاه‌ها وجود دارد، زیستگاه‌های طبیعی به شدت تخریب و تغییر یافته (۱) و در نتیجه طعمه‌های طبیعی گرگ‌ها در این مناطق بسیار کاهش یافته‌اند. همچنین صدور مجوز شکار خرگوش (طعمه احتمالی گرگ) به شکارچیان در سال‌های اخیر (اداره کل حفاظت محیط زیست استان همدان، ۱۳۹۰) می‌تواند عامل مهمی از نظر کاهش طعمه طبیعی گرگ و بی‌غذایی گرگ‌ها به ویژه در دوره تولید مثل باشد. مناطقی با تراکم کم طعمه وحشی و دام، همراه با محافظت زیاد دام‌های موجود در روستاها احتمال حملات گرگ به انسان به ویژه کودکان بدون مراقب را بیشتر می‌کند (۱۴).




**نمودار شماره ۱- حساسیت سنجی مدل GARP با استفاده از ROC برای حمله گرگ به انسان**

**جدول شماره ۱- نتایج سطح زیر منحنی ROC مدل GARP برای حمله گرگ به انسان.**

| الگوریتم | مساحت | اشتباه معیار | P-value | حدود اطمینان ۹۵٪ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | کرانه پایین | کرانه بالا |
| GARP | ۰/۸۵۶ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۰ | ۰/۸۳۱ | ۰/۸۸۲ |

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

وزارت محیط زیست نروژ در خصوص حملات گرگ به انسان‌ها در این کشور اعلام نمود که چشم اندازهای تغییر یافته که در آن ها طعمه‌های طبیعی گرگ‌ها کاهش یافته و از سوی دیگر تراکم جمعیت انسانی افزایش یافته باشد، با ریسک بالای حمله گرگ‌ها به انسان روبرو هستند (۱۸). در غیاب طعمه‌های وحشی و در چشم اندازهای تغییر یافته، به نظر نمی‌رسد که بتوان انتظار برقراری رابطه طبیعی طعمه - طعمه خواری گرگ‌ها را با جمعیت‌های طعمه خود داشت. در چنین شرایطی، عوامل دیگر مانند ماهیت و پراکندگی منابع غذایی، مداخلات انسانی و تنوع توپوگرافی، در تعیین اندازه گستره خانگی گرگ نقش معنادارتری ایفا می‌کنند. در بسیاری از این موقعیت‌ها، مناطق جنگلی غذای کافی برای گرگ‌ها تأمین نمی‌کنند و لذا گرگ‌ها ترجیح می‌دهند منابع غذایی قابل پیش‌بینی‌تری را در مجاورت مراکز انسانی جستجو کنند. طبق مطالعه صورت گرفته در خصوص گله‌های گرگ در ایتالیا، مشخص شد که گستره خانگی این گله‌ها شامل چندین مرکز فعالیت انسانی از قبیل جاده‌ها، روستاها و اراضی کشاورزی است و تعداد و موقعیت محل انباشت زباله به عنوان شاخصی در شکل‌گیری رفتار مکانی آن‌ها مؤثر بوده است (۶). همچنین مطالعات در این خصوص در جنوب کالیفرنیا نشان داد در مناطقی که تراکم جمعیت انسانی بالاست، این گونه بسیار وابسته به منابع غذایی انسانی همچون زباله‌های خانگی است (۱۴). استان همدان نیز از گذشته دور دارای جمعیت‌های قابل توجهی از گرگ و تراکم بالای جوامع محلی بوده است اما در طی سال‌های اخیر اراضی این استان تقریباً به طور کامل زیر کشت انواع محصولات کشاورزی رفته که نتیجه آن از یک سو کاهش زیستگاه‌های گرگ به ویژه پوشش گیاهی مناسب برای محل اختفاء و تولید مثل گرگ‌ها بوده و از سوی دیگر سبب کاهش طعمه‌های طبیعی گرگ‌ها (نظیر علفخواران درشت جثه، خرگوش و حتی جوندگان) شده است. در حال حاضر از عرصه‌های جنگلی پیوسته قبلی فقط لکه‌های پراکنده معدودی در سطح استان همدان باقی مانده که اغلب به صورت بوته‌زارها و درخت‌زارهای خشک دیده می‌شود. بسیاری از زیستگاه‌های سابق گرگ تحت توسعه متمرکز قرار گرفته‌اند و تمام چشم اندازهای منطقه تحت فعالیت‌های مختلف کشاورزی، صنعتی، شهری و روستایی قرار دارد. اکنون گرگ‌ها با از دست دادن زیستگاه‌های طبیعی خود به مزارع وسیع ذرت و سیب زمینی برای پنهان شدن و ساختن لانه روی آورده‌اند. علاوه بر این در سال‌های اخیر مرغداری‌های بسیاری در اطراف شهرها و روستاها احداث شده‌اند. عدم وجود روش‌های دفع مناسب زباله منجر به رهاسازی ضایعات مرغداری و انسانی در مکان‌های باز حاشیه جاده‌ها و اطراف روستاها شده که به نوبه خود باعث جذب گوشتخواران می‌گردد. مجموعه این عوامل رویارویی گرگ‌ها با انسان‌ها را در این استان افزایش داده که با مطالعه صورت گرفته در هندوستان نیز مطابقت دارد (۱۵).

در این پژوهش توان مدل‌سازی الگوریتم یادگیری ماشینی GARP برای توزیع حملات گرگ در سطح استان همدان مورد بررسی قرار گرفت و برای اعتبار سنجی مدل از سطح زیر منحنی ROC استفاده شد. یافته‌های این بررسی نشان داد که در مجموع روش مدل‌سازی استفاده شده در این مطالعه عملکرد بسیار خوبی در پیش‌بینی توزیع حملات گرگ به انسان داشته است. طبق نتایج بدست آمده حملات گرگ به انسان در استان همدان توزیع تصادفی نداشته و گرگ‌ها در مکان‌هایی که مجموعه عوارض و چشم اندازهای یکسان دارند، به انسان حمله می‌کنند. از سوی دیگر و صرف‌نظر از نوع الگوریتم مدل‌سازی، صحت پیش‌بینی‌ها می‌تواند بسته به نوع گونه متفاوت باشد. مدلسازی در مورد گونه‌ای با آشیان بوم شناختی باریک با صحت بالاتری نسبت به گونه‌ای که آشیان بوم شناختی گسترده‌ای دارد انجام می‌شود (۳۲). برآورد توزیع گونه‌ای که به یک نوع زیستگاه خاص وابسته نیست یک فرآیند دشوار است. گرگ گونه‌ای بسیار سازگار است و در زیستگاه‌های مختلف قادر به بقاست (۴). برای چنین گونه‌هایی مساحت سطح زیر منحنی (AUC) همیشه کمتر از یک است (۲۳).

بر اساس پیش‌بینی‌های مدل GARP، احتمال خطر حملات گرگ در مناطق مختلف استان همدان یکسان

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

نبوده و در دو شهرستان بهار و کبودر آهنگ بیشترین احتمال حملات گرگ به انسان وجود دارد. طبق این نتایج حدود ۲۹ درصد از سطح استان همدان، عرصه تعارض بین انسان و گرگ محسوب می‌شود. الگوی پراکنش جغرافیایی این مناطق در سطح استان به گونه‌ای است که می‌توان گفت خطر این تعارض در سال‌های آتی مناطق وسیعی از این استان را تهدید خواهد نمود که بالطبع بر افزایش آشفتگی فکری و روانی بومیان استان و در نتیجه افزایش مشکلات در مدیریت و حفاظت از محیط زیست استان تأثیر گذار خواهد بود.

نقشه‌های پیش‌بینی روند حمله گرگ به انسان در این استان می‌تواند ابزار مفیدی برای مدیران حفاظت از محیط زیست در شناسایی دقیق مناطق محتمل برای بروز تعارضات باشد. همچنین از نتایج چنین تحلیل‌هایی می‌توان برای شناسایی عوامل مؤثر در افزایش این تعارضات سود برد و از این‌رو انجام چنین مطالعاتی امکان توسعه راهکارهای مدیریتی بازدارنده بر علیه چنین حملاتی را برای مدیران سرزمین فراهم خواهد نمود. چنین اطلاعاتی می‌تواند جهت برنامه ریزی برای مدیریت سازشی با هدف حفاظت از گرگ و کاهش تضاد با جوامع محلی مورد استفاده قرار گیرد (۳۵).

## تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی، خانم آزیتا فراشی، محیط‌بانان و کارکنان اداره محیط زیست استان همدان که ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## منابع

۱. ایمانی هرسینی، ج.، (۱۳۹۰)، بررسی روند تغییرات کاربری پوشش اراضی استان همدان با تأکید بر زیستگاه بالقوه گرگ در سه دهه گذشته، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲. سلمان ماهینی، ع.، کامیاب، ح.ر.، (۱۳۸۸)، سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم افزار ادریسی، انتشارات مهر مهدیس، تهران.

3. Anderson, R, P, Lew, D, Townsend Peterson, A, (2003), Evaluating predictive models of species distributions, criteria for selecting optimal models, Ecological Modelling, 162: 211-232.

4. Belongie, C, C, (2008), Using GIS to create a gray wolf habitat suitability model and to assess wolf pack ranges in the Western upper Peninsula of Michigan, Resource Analysis, Saint Mary's University of Minnesota Central Services Press,10: 15pp.

5. Boitani, L, (1992), Wolf research and conservation in Italy, Biological Conservation, 61: 125–132.

6. Ciucci, P, Boitani, L, Francisci, F, Andreoli, G, (1997), Home range, activity and movements of a wolf pack in central Italy, Zoological Society of London, 243: 803-819.

7. Ferraz, K, M, Townsend Peterson, A, Scachetti-Pereira, R, Vettorrazzi, C, A, Verdade, L, M, (2009), Distribution of capybaras in an agro-ecosystem, southeastern Brazil, based on ecological niche modeling, Journal of Mammalogy, 90: 189–194.

8. Giovanelli, J, G, R, De Siqueira, M, F, Haddad, C, F, B, Alexandrino, J, (2010), Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods, Ecological Modelling, 221: 215–224.

9. Guisan, A, Zimmermann, N, E, (2000), Predictive habitat distribution models in ecology, Ecological Modelling, 135: 147-186.

10. Gurung, B, David Smith, J, L, McDougal, C, Karki, J, B, Barlow, A, (2008), Factors associated with human-killing tigers in Chitwan National Park, Nepal, Biological Conservation, 141: 3069-3078.

11. Iftikhar Dar, N, Minhas, R, A, Zaman, Q, Linkie, M, (2009), Predicting the patterns, perceptions and causes of human–carnivore conflict in and around Machiara National Park, Pakistan, Biological Conservation, 142: 2076–2082.

12. Illoldi-Rangel, P, Sanchez-Cordero, V,

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

Townsend Peterson, A, (2004), Predicting distributions of Mexican mammals using ecological niche modeling, Journal of Mammalogy, 85: 658-662.

13. Jedrzejewski, W, Jedrzejewski, B, Zawadzka, B, Borowik, T, Nowak, S, Myszajek, R, W, (2008), Habitat suitability model for Polish wolves based on long-term national census, Animal Conservation, 11: 377–390.

14. Jhala, Y, V, (2003), Status, ecology and conservation of the indian wolf *Canis lupus pallipes* Sykes,

Journal of Bombay Natural History Society, 100(2,3): 293-307.

15. Krithivasan, R, Athreya, V, R, Odden, M, (2009), Human-Wolf conflict in human dominated landscapes of Ahmednagar District, Maharashtra, India & Possible Mitigation Measures, Rufford Small Grants Foundation for Nature Conservation, 53pp.

16. Leung, B, Lodge, D, M, Finnoff, D, Shogren, J, F, Lewis, M, A, Lamberti, G, (2002), An ounce of prevention or a pound of cure: bio-economic risk analysis of invasive species, The Royal Society, 269: 2407 –2413.

17. Linkie, M, Dinata, Y, Nofrianto, A, Leader-Williams, N, (2007), Patterns and perceptions of wildlife crop raiding in and around Kerinci Seblat National Park, Sumatra, Animal Conservation, 10: 127–135.

18. Linnell, J, D, C, Andersen, R, Andersone, Z, Balciauskas, L, Blanco, J, C, Boitani, L, Brainerd, S, Breitenmoser, U, Kojola, I, Liberg, O, Loe, J, Okarma, H, Pedersen, H, C, Promberger, C, Sand, H, Solberg, E, J, Valdmann, H, Wabakken, P, (2002), The fear of wolves: A review of wolf attacks on humans, NINA oppdragsmelding, 731: 1-65.

19. Lorena, A, C, De Siqueira, M, F, De Giovanni, R, Carvalho, A, C, L, F, Prati, R, (2008), Potential Distribution Modelling Using Machine Learning, Proceedings of the 21st international conference on Industrial, Engineering and other Applications of Applied Intelligent Systems: New Frontiers in Applied Artificial Intelligence, 5027: 255-264.

20. Michalski, F, Boulhosa, R, L, P, Faria, A, Peres, C, A, (2006), Human–wildlife conflicts in a fragmented Amazonian forest landscape: determinants of large felid depredation on livestock, Animal Conservation, 9: 179-188.

21. Pearson, R,G, (2007), Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners, American Museum of Natural History, Available at http://ncep.amnh.org.

22. Peterson, A, T, Papes, M, Reynolds, M, G, Perry, N, D, Hanson, B, Regnery, R, L, Hutson, C, L, Muizniek, B, Damon, I, K, and Carroll, D, S, (2006), Native-range ecology and invasive potential of Cricetomys in North America, Journal of Mammalogy, 87:427–432.

23. Phillips, S, J, Dudlk, M, Schapire, R, E, (2004), A maximum entropy approach to species distribution modeling, In: Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, ACMPress, New York, 655–662.

24. Phillips, S, J, Anderson, R, P, Schapire, R, E, (2006), Maximum entropy modeling of species geographic distributions, Ecological Modelling, 190: 231-259.

25. Pouteau, R, Meyer, J, Y, Taputuarai, R, Stoll, B, (2011), A comparison between GARP model and SVM regression to predict invasive species potential distribution: the case of *Miconia calvescens* on Moorea, French Polynesia.

26. Sacks, B, N, Blejwas, K, M, Jaeger, M,

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

M, (1999), Relative vulnerability of coyotes to removal methods on a Northern California ranch, Journal of Wildlife Management, 63: 939-949.

27. Stocckwell, D, Peters, D, (1999), The garp modling system: problems and solutions to automated spatial prediction, Geographical Information Science, 13: 143 -158.

28. Townsend Peterson, A, Ball, L, G, Cohoon, K, P, (2002), Predicting distributions of Mexican birds using ecological nichemodelling methods, Ibis, 144: 27–32.

29. Townsend Peterson, A, Papes, M, Kluza, D, A, (2003), Predicting the potential invasive distributions of four alien plant species in North America, Weed Science, 51:863–868.

30. Treves, A, Karanth, K, U, (2003), Human-cornivora conflict and perspective on carnivore management worldwide, Conservation Biology, 17: 1491-1499.

31. Treves, A, Naughton-Treves, L, Harper, E, K, Mladenoff, D, J, Rose, R, A, Sickley, T, A, Wydeven, A, P, (2004), Predicting human-carnivore conflict: a spatial modling derived from 25 years of data a on wolf prediction on livestock, Conservation Biology, 18: 114-125.

32. Tsoar, A, Allouche, O, Steinitz, O, Rotem, D, Kadmon, R, (2007), A comparative evaluation of presence only methds for modeling species distribution, Diversity and Distributions, 13: 397-405.

33. Williams, J, N, Seo, C, Thorne, J, Nelson, J, K, Erwin, S, O'Brien, J, M, Schwartz, M, W, (2009), Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants, Diversity and Distributions, 15: 565–576.

34. Wisz, M. S, Guisan, A, (2009), Do pseudo-absence selection strategies influence species distribution models and their predictions? An information-theoretic approach based on simulated data, Biomedcentral Ecology, 9: 1-13.

35. Wydeven, A, P, Treves, A, Brost, B, Wiedenhoeft, J, E, (2007), Characteristics of wolf packs depredating on domestic animals in Wisconsin, USA, 1-36.

36.http://www.nhm.ku.edu/desktopgarp/index.html.

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]

# Modeling the spatial distribution of wolf (*Canis lupus pallipes*) attacks on human using genetic algorithm (GARP) in Hamedan province

N. Behdarvand[1*], M. Kaboli[2], R. Ebrahimpour[3], B. Jabbarian Amiri[2]

## Abstract

In recent decades due to steady human population growth coupled with increased use of resources and habitat degradation, conflicts between humans and carnivores have greatly been expanded. In order to mitigate these conflicts based on a clear understanding of conflict patterns, applying the species distribution models as helpful methods has been suggested. Occurring the recent conflict between wolves and local communities in Hamedan province is a clear case of this problem. In this study, capabilities of the genetic algorithm (GARP) were assessed in the modeling spatial distribution of wolf attacks in Hamedan province during 2006-2012. The area under the receiver operating characteristic curve (ROC) was used to evaluate performance of the model. Findings indicated that the applied modeling approach has a very good performance (area under curve =0.856) in predicting the spatial distribution of wolf attacks on humans. In addition, based on the results of sensitivity analysis, land-cover type, human population density and distance from main road were the most effective parameters. Findings of the present study can be applied in formulation of an adaptive management plan for wolf conservation and mitigation of the conflicts with local communities.

**Key words:** Hamedan province, human-wolf conflict, genetic algorithm for rule-set prediction (GARP), modeling distribution attacks.

1. Msc student, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
*Corresponding author: E-mail: n.behdarvand@yahoo.com
2. Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
3. Assistant Professor, Department of Electrical and Computer Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, I. R. Iran

[ Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2026-11-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763128.1391.1.1.1.3 ]