14(3) 1-10, Autumn 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Distribution of Persian Squirrel (*Sciurus anomalus*) as an invasive species in Alborz and Qazvin provinces using maximum entropy model

Reza Ghasem Pour [1], Jalil Imani Harsini [1*], Mohammad Kaboli [2], Amir Alambaigi [3]

[1] Department of Environment, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[3] Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Economics and Agricultural Development, University of Tehran, Karaj, Iran

Key Words

Invasive species
Persian squirrel
Habitat suitability modelling
Biodiversity management and conservation

Abstract

Introduction: Persian squirrel recently in the southern slopes of the Alborz Mountains of Iran, Especially the provinces of Qazvin and Alborz are seen abundantly; the influx of Persian squirrels has caused economic and ecological damage to the region and has become a major public concern. The present study was conducted to model the future distribution of squirrels in the region and to protect desirable areas where invading squirrels have not yet entered.

Materials & Methods: In this study, in order to model the distribution of squirrel infestation in the region, MaxEnt software was used, which uses the maximum entropy model for modeling. Dependent variables included the presence points of the invading Persian squirrel species in the region and the independent variable includes 14 environmental variables consisting of habitat and climatic variables affecting the habitat suitability of Persian squirrel species.

Results: The results of the model show that the variables; land use (Regional garden floors, urban and agricultural areas), mean diurnal range (Bio 2) and vegetation (irrigated farming floors and orchards and tree canopy) are the most important variables affecting the habitat suitability of squirrel species.

Conclusion: The model output results showed, Regional gardens, urban areas, agriculture and ecologically sensitive areas such as conservation areas (Central Alborz, Bashgol, Alamut, and Taleghan no-hunting area that the invading squirrel has not attacked it is a habitat suitability for this invasive species and has been exposed to the future invasion of this species. Therefore, there is a need for preventive measures to prevent irreparable economic and ecological damage to native species.

* Corresponding Author's email: jalil.imani@ut.ac.ir
Received: 27 May 2021; Reviewed: 3 July 2021; Revised: 9 September 2021; Accepted: 14 October 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.301878.2639

مقاله پژوهشی

بررسی پراکنش سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) به‌عنوان یک‌گونه مهاجم در استان‌های البرز و قزوین با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی

رضا قاسم‌پور[۱]، جلیل ایمانی‌هرسینی[۱]، محمد کابلی[۲]، امیر علم‌بیگی[۳]*

[۱] گروه محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۳] گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

کلمات کلیدی

گونه مهاجم
سنجاب ایرانی
مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه
مدیریت و حفاظت از تنوع‌زیستی

چکیده

مقدمه: سنجاب ایرانی اخیراً در دامنه‌های جنوبی کوه‌های البرز ایران، به‌خصوص استان‌های قزوین و البرز به‌وفور دیده می‌شود. هجوم سنجاب‌های ایرانی سبب خسارت اقتصادی و اکولوژیک به منطقه گردیده و به یک نگرانی مهم برای عموم تبدیل‌شده است. تحقیق حاضر با هدف مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب‌های ایرانی به‌عنوان یک‌گونه مهاجم در استان‌های البرز و قزوین و شناسایی مناطق مطلوب این‌گونه در منطقه که هنوز سنجاب‌ها به آن‌جا ورود نکرده انجام‌شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه به‌منظور مدل‌سازی روند پراکنش سنجاب‌های منطقه از نرم‌افزار Maxent که از مدل حداکثر آنتروپی برای مدل‌سازی بهره می‌برد استفاده گردید. متغیرهای وابسته شامل نقاط حضور گونه سنجاب ایرانی مهاجم در منطقه است و متغیر مستقل شامل ۱٤ متغیر محیطی متشکل از متغیرهای زیستگاهی و اقلیمی تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه گونه سنجاب ایرانی است.

نتایج: نتایج مدل نشان می‌دهد که متغیر کاربری اراضی (طبقات باغات منطقه، مناطق شهری و کشاورزی)، متغیر اقلیمی دامنه میانگین دمای روزانه (Bio 2) و متغیر پوشش گیاهی (طبقات کشاورزی و باغات آبی و پوشش تاج درختان) مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر مطلوبیت زیستگاهی گونه سنجاب ایرانی در منطقه شناسایی شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد باغات منطقه، مناطق شهری، کشاورزی و مناطق حساس اکولوژیکی مانند مناطق حفاظت‌شده (البرز مرکزی، باشگل، الموت) و منطقه شکارممنوع طالقان که تاکنون سنجاب مهاجم آن‌جا حمله نکرده جزو زیستگاه مطلوب این‌گونه مهاجم قرار دارد و در معرض هجوم آینده این‌گونه است. لذا نیاز به اقدامات پیشگیرانه جهت جلوگیری از خسارت جبران‌ناپذیر اقتصادی و اکولوژیکی به گونه‌های بومی است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: jalil.imani@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ٦ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ۱۲ تیر ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱۸ شهریور ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۲۲ مهر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.301878.2639

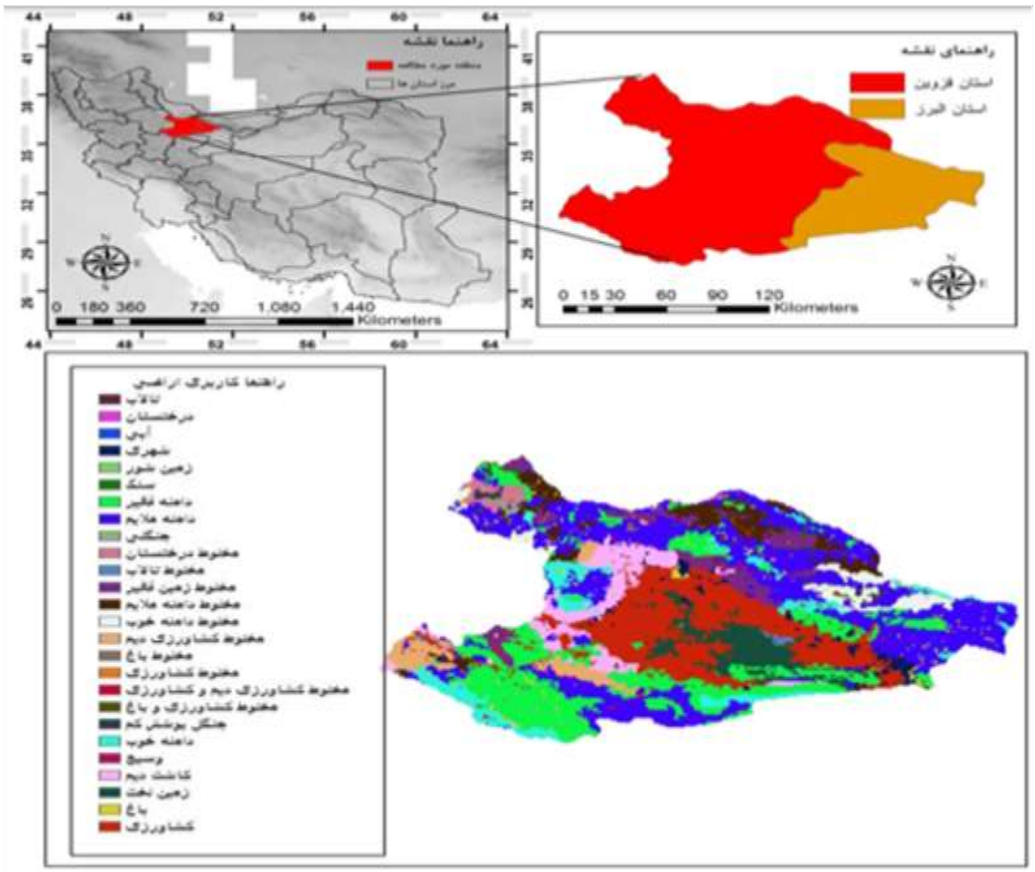
مقدمه

گونه‌های مهاجم وقتی وارد منطقه جدید می‌شوند سبب به‌هم خوردن چرخه‌زیستی منطقه شده و یکی از مؤلفه‌های اصلی تغییرات جهانی است (۱). دومین دلیل مهم برای از بین رفتن تنوع زیستی، بعد از تخریب و تکه‌تکه شدن زیستگاه‌های طبیعی ورود گونه‌های مهاجم به مناطق زیستگاهی جدید بوده که باعث انقراض یا ریزش گونه‌های بومی در مناطقی معرفی‌شده‌است (۲، ۳، ۴). گونه‌های مهاجم با فرآیندهای مختلف بوم‌شناسی هم‌چون شکار، رقابت بین گونه‌ها و حامل یا منشأ بیماری‌های جدید در جانوران بومی اختلال ایجاد می‌کنند (۵، ۶، ۷). گونه برای تبدیل‌شدن به گونه مهاجم باید از سه فرآیند عبور کند: معرفی، استقرار و گسترش (۸). اکثر متخصصین و مدیران حیات‌وحش معتقدند که جلوگیری از معرفی گونه‌های بیگانه جدید مؤثرترین روش برای کاهش تهاجم‌های بیولوژیکی است (۹، ۱۰، ۱۱). بااین‌وجود، پیشگیری همیشه موفقیت‌آمیز نیست و باید اقدامات مدیریتی کنترل به‌عنوان خط دوم دفاع پس از معرفی گونه صورت گیرد (۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۱). مدیریت مؤثر جمعیت گونه‌های مهاجم مستلزم درک رویدادهای گذشته، شرایط فعلی و سناریوهای احتمالی آینده است. گونه‌های مهاجم به‌دلیل مناسب بودن شرایط زیستگاه باگذشت زمان، گسترش سریع در مناطق جدید خواهند داشت و به‌دنبال آن سبب افزایش خسارت در آن مناطق خواهند شد. لذا پیش‌بینی روند پراکنش گونه‌های مهاجم برای یک منطقه یکی دیگر از ابزارهای مدیریت تنوع‌زیستی محسوب می‌گردد (۱۵). پیچیدگی سیستم‌های زیست‌محیطی اغلب به استفاده از مدل‌های ریاضی نیاز دارد که با استفاده از آن‌ها می‌توان مطالعات را ایجاد و گسترش داد (۱۶). در مدل‌سازی زیستگاه گونه‌های مهاجم، معمولاً توصیه می‌شود که از مدل‌های صرفاً حضور استفاده شود، زیرا ممکن است بسیاری از مناطقی که در زمان حال، در آن‌ها گونه وجود ندارد مناطق مناسبی برای زیست گونه باشند اما هنوز در مسیر هجوم گونه موردنظر قرار نگرفته‌اند (۱۷، ۱۸). مدل‌های پراکنش گونه، ارتباط موجود بین نقاط حضور گونه و متغیرهای زیست‌محیطی را مورد محاسبه قرار می‌دهد (۱۹). یکی از الگوریتم‌های مورد استفاده برای مطالعات ارزیابی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها، الگوریتم آنتروپی بیشینه یا MaxEnt است. مدل MaxEnt یک مدل آماری است که توسط Phillips و همکاران، برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای تهیه شده است؛ این مدل مبتنی بر نظریه حداکثر بی‌نظمی و یکی از قوی‌ترین و کارآمدترین روش‌های معرفی‌شده در زمینه مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها است (۲۰). مدل MaxEnt رویکردی است که احتمال حضور گونه را در یک فضا براساس متغیرهای محیطی امکان‌پذیر می‌کند و به‌عنوان کارآمدترین رویکرد مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای محسوب می‌شود که نیازی به داشتن نقطه‌های عدم حضور گونه ندارد و فقط بر اساس نقاط حضور گونه، مدل را پیش‌بینی می‌کند (۲۱). با مقایسه سناریوها در شرایط مختلف، می‌توانند در ارزیابی گزینه‌های مدیریت پیشنهادی کمک کنند. سنجاب ایرانی در غرب کشور در رشته‌کوه‌های زاگرس پراکندگی دارد. از نظر وضعیت حفاظت این‌گونه در طبقه «کم‌ترین نگرانی» (LC) فهرست سرخ IUCN قرار دارند (۲۲). خرید و فروش غیرمجاز سنجاب‌ها سبب شده است تا این گونه در طی مدت زمان کوتاهی در بسیاری از شهرهای کشور دیده شوند، به‌هرحال، اغلب مردم قادر به نگه‌داری صحیح سنجاب‌ها در خانه خود نبوده و افراد پس از مدت کوتاهی اقدام به رهاسازی سنجاب‌ها در پارک‌ها، باغ‌ها و عرصه‌های طبیعی خواهند کرد. تولیدمثل بالا سنجاب‌ها هم‌چنین قدرت انتشار و دست‌یابی سریع به زیستگاه‌های جدید و انعطاف‌پذیری به شرایط اقلیمی متفاوت سبب شده است، سنجاب‌ها به‌وفور در اغلب فضاهای سبز شهری در شهرهای بزرگ (ازجمله تهران، کرج و قزوین) مشاهده گردند، وجود چنین ویژگی‌های در گونه سبب خواهد شد این‌گونه به‌عنوان گونه مهاجم شناخته شود و باعث خسارت نه‌تنها به جنگل‌ها، بلکه به باغات مثمر و غیر مثمر در مناطق روستایی و شهری شود (۲۳، ۲۴). بر این اساس کنترل و مدیریت سنجاب‌های مهاجم در زیستگاه‌های طبیعی و انسانی جدید یک ضرورت جدی برای حفظ تنوع زیستی منطقه و هم‌چنین کاهش یا حذف تعارضات با انسان است، بنابراین پیش‌بینی و درک روند هجوم برای اقدامات و سیاست‌های مدیریتی ضروری است (۱۸). تحقیق حاضر با هدف مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب‌های ایرانی به‌عنوان یک‌گونه مهاجم در استان‌های البرز و قزوین و شناسایی مناطق مطلوب این‌گونه در منطقه که هنوز سنجاب‌ها به آن‌جا ورود نکرده انجام شده است، لذا مدل‌سازی پراکنش سنجاب‌های مهاجم در استان‌های موردمطالعه الزامی و از اهداف مهم این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه: استان قزوین با مساحت ۱۵۵۶۷ کیلومترمربع و استان‌های البرز با مساحت ۵۸۳۳ کیلومتر در حوزه مرکزی ایران در غرب استان تهران واقع شده‌اند. استان قزوین از نظر بوم‌شناسی متشکل گونه‌های حیات‌وحش متنوعی ازجمله قوچ و میش ارمنی (*Ovis vignei*)، پلنگ (*Panthera pardus*)، کل و بز (*Capra aegagrus*)، خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*)، سیاه‌گوش (*Lynx lynx*)، گرگ (*Canis lupus*) و گراز (*Sus Scrofa*) و کبک دری (*Tetraogallus caspius*)، هوبره (*Chlamydotis macqueenii*) و ... است. مساحت

باغات مثمر و غیر مثمر در این استان ۷۲۸۸۴ هکتار برآورد شده است که اغلب در حوزه شهرستان‌های قزوین، البرز، تاکستان و بوئین‌زهرا قرار دارد. باغات میوه در این استان شامل محصولات انگور، پسته، زغال‌اخته، گردو، زیتون و ... است. استان البرز از نظر بوم‌شناسی متشکل از گونه‌های حیات‌وحش متنوعی ازجمله قوچ و میش اوریال (*Ovis orientalis*)، کل و بز (*C. aegagrus*)، خرس قهوه‌ای (*U. arctos*)، سیاه‌گوش (*L. lynx*)، گرگ (*C. lupus*) و گراز (*S. Scrofa*) و... است. مساحت باغات مثمر و غیرمثمر در این استان ۲۶۷۲۸ هکتار برآورد شده است که اغلب در حوزه شهرستان‌های کرج، هشتگرد و نظرآباد قرار دارد. باغات میوه در این استان شامل محصولات سیب، گلابی، انگور، فندق و... است.



شکل ۱: نقشه کاربری اراضی و منطقه مورد مطالعه

معرفی گونه مورد مطالعه در استان‌های البرز و قزوین: سنجاب ایرانی از راسته جوندگان و با نام علمی (*Sciurus anomalus* Gmelin,۱۷۷۸) یکی از پستانداران شاخص مناطق جنگلی رشته کوه زاگرس ایران است. مناطق پراکنش جهانی این گونه؛ جنگل‌های زاگرس ایران، ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، یونان، عراق، فلسطین، اردن، لبنان، سوریه و ترکیه است و پراکندگی آن در ایران در استان آذربایجان‌غربی، لرستان، کردستان، کرمانشاه، ایلام و فارس و کهکیلویه و بویراحمد است این‌گونه از میوه و دانه‌های مختلف مانند بلوط، گردو، فندق، بادام و گاهی‌از تخم‌پرندگان و جوجه‌آن‌ها تغذیه می‌کنند (۲۵). دانه‌های بلوطی که توسط سنجاب ایرانی جمع‌آوری و در زیرخاک پنهان می‌شوند، یکی از عوامل مهم تجدید حیات جنگل‌های بلوط غرب کشور به‌شمار می‌رود (۲۶). هم‌چنین سنجاب ایرانی طعمه مناسبی برای بسیاری از پرندگان شکاری ارزشمند و سایر پستانداران گوشت‌خوار جنگل‌های زاگرس است (۲۷). افراد سودجو در کشور سالانه تعداد زیادی سنجاب ایرانی را به‌عنوان حیوان خانگی صید و بدون کم‌ترین نظارتی توسط سازمان حفاظت محیط زیست به فروش می‌رسانند (۲۵). خرید و فروش غیرمجاز سنجاب ایرانی به‌عنوان حیوان خانگی و عدم نگه‌داری صحیح در خانه اغلب اقدام به رهاسازی آن‌ها در پارک‌ها، باغ‌ها و عرصه‌های طبیعی استان‌های مورد مطالعه شده است.

مدل‌سازی روند پراکنش: در این مطالعه به‌منظور مدل‌سازی روند پراکنش سنجاب‌های منطقه از نرم‌افزار MaxEnt که از مدل

حداکثر آنتروپی برای مدل‌سازی بهره می‌برد استفاده گردید. این نرم‌افزار برای انجام مدل‌سازی نیاز به دو نوع ورودی دارد. یکی نقاط حضور گونه که به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می‌شود و دیگری عوامل محیطی تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه گونه موردنظر که به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند.

روش جمع‌آوری نقاط حضور سنجاب ایرانی: برای جمع‌آوری نقاط حضور گونه‌های سنجاب مهاجم ابتدا نقاط حضور گونه توسط کارشناسان محیط‌زیست منطقه معرفی شدند سپس طی عملیات میدانی و با استفاده از نقشه راه‌های منطقه و با همراهی محیط‌بانان آن منطقه مسیرهای احتمال حضور سنجاب پیموده شد و با روش مشاهده مستقیم و به‌وسیله یک دستگاه GPS به‌صورت تک‌مرحله‌ای موقعیت تعداد ۲۸۹ سنجاب مشاهده و در سیستم مختصات Decimal degrees ثبت گردید. زمان ثبت نقاط حضور گونه سنجاب ایرانی در منطقه در دو فصل بهار و تابستان (خرداد، تیر و مرداد) ۱۳۹۸ بوده است. زمان نمونه‌برداری برای برآورد فراوانی و تراکم سنجاب خاکستری (*Sciurus carolinensis*) به‌دلیل بالاترین میانگین تراکم فصلی مشاهده‌شده در فصل بهار بوده است (۱۶). سنجاب ایرانی در مناطق سردسیر، زمستان‌ها کم‌تر مشاهده می‌شود (۲۵). ساعت ثبت نقاط حضور بر اساس مطالعات انجام‌گرفته اوایل صبح که بیش‌ترین حضور سنجاب امکان‌پذیر است انجام گرفته است. سپس اطلاعات نقاط برای استفاده در نرم‌افزار Maxent به فرمت CSV تبدیل شد.

متغیرهای محیطی: متغیرهای محیطی در تحقیق حاضر شامل دو بخش عوامل اقلیمی و عوامل زیستگاهی بود. متغیرهای اقلیمی براساس اندازه‌گیری دما و بارندگی منطقه است؛ متغیر اقلیمی از ۱۹ متغیر تشکیل‌شده است؛ این متغیرها سه دسته‌اند که می‌توانند داده‌های سالانه، عوامل محدودکننده در یک‌فصل و عوامل محدود کننده در یک ماه رانشان دهند (۲۸)؛ ابتدا متغیرها در پایگاه جهانی اقلیم استخراج شد (۲۹). براساس منابع مطالعاتی، از بین ۱۹ متغیر اقلیمی تعداد دوازده متغیر اقلیمی تأثیرگذار بر گونه‌های سنجاب و هم‌چنین گونه‌های مهاجم معرفی‌شده شامل: Bio1، Bio2، Bio4، Bio5، Bio6، Bio7، Bio8، Bio11، Bio12، Bio14، Bio15 و Bio17 انتخاب گردید (۳۰، ۱۸، ۲۸، ۳۱، ۳۲، ۳۳). سپس ده متغیر زیستگاهی تأثیرگذار شامل نقشه‌های: ارتفاع، شیب، فاصله از مناطق مسکونی، کاربری‌اراضی، پوشش گیاهی، جهت، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، NDVI و جنس خاک انتخاب گردید (۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۲، ۳۳، ۳۸). سپس ۲۲ لایه اقلیمی و زیستگاهی منتخب تهیه شده توسط نرم‌افزار Arc GIS10.5 در قالب نقشه‌های رستری تهیه و در اندازه منطقه مورد مطالعه برش داده شدند و درنهایت نقشه‌ها با فرمت Ascii تبدیل گردید. به‌منظور انتخاب متغیرهای مناسب در مدل، آزمون همبستگی میان متغیرها برقرار شد (۳۰، ۲۸، ۳۲). آن دسته از متغیرهای که دارای همبستگی بیش از ۸۰ درصد داشتند از تحلیل حذف گردید.

حساسیت‌سنجی مدل با استفاده از تحلیل جک‌نایف: به منظور حساسیت‌سنجی و ارزیابی اهمیت تک‌تک متغیرها در مدل سازی از آزمون جک‌نایف (Jacknife) استفاده شد (۲۰)؛ این روش پس از ایجاد مدل با دخالت تمامی متغیرها، مدل‌سازی با همه متغیرها تکرارشده و هربار یکی از متغیرها از روند مدل‌سازی حذف می‌گردد. بدین‌ترتیب میزان تأثیر هر یک از متغیرها در پیش‌بینی نواحی مطلوب مورد ارزیابی قرار می‌دهد (۳۷).

ارزیابی مدل: برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی از منحنی ویژگی عامل دریافت‌کننده Roc (Receiver Operation Curve) استفاده شد. مساحت زیر منحنی آن (AUC) با رتبه ۱ به معنی پیش‌بینی کامل بدون حذف هیچ‌کدام از نقاط حضور است AUC .با میزان خطا ۰/۵ برای یک پیش‌بینی تصادفی مورد انتظار است AUC. بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۲ مدل عالی و بیش‌از ۰/۹ بیانگر پیش‌بینی بسیار عالی مدل است(۳۹، ۳۷). مساحت زیر منحنی (AUC) برای ارزیابی کیفیت کلی مدل استفاده شد.

نتایج

نتایج آنالیز همبستگی بین متغیرها: نتایج آزمون همبستگی بین ۲۲ لایه تهیه‌شده انجام گرفت و متغیرهای که دارای همبستگی بالای ۸۰ درصد بودند از مدل‌سازی حذف گردید که نهایتاً ۱۴ لایه به‌عنوان متغیرهای محیطی برای مدل‌سازی انتخاب گردید (جدول ۱).

درصد مشارکت متغیرها در توسعه مدل: سهم نسبی هر یک از متغیرها در مدل‌سازی پراکنش گونه سنجاب منطقه در (جدول ۲) آورده شده است. بیش‌ترین درصد مربوط به متغیر کاربری اراضی با مشارکت ۲۹/۴ درصد بوده است.

ارزیابی صحت مدل: صحت نقشه‌های مطلوبیت به‌دست‌آمده با استفاده از مساحت زیر منحنی ROC که تحت عنوان AUC مورد ارزیابی قرار گرفت. خط مشکی که از وسط منحنی عبور کرده است، نشان‌دهنده AUC با مقادیر ۰/۵ (پیش‌بینی تصادفی) هست و اگر منحنی بالاتر از این خط (نزدیک ۱) قرار گیرد نشان‌دهنده حداکثر توانایی تفکیک این مدل نسبت به مدل پیش‌بینی تصادفی است. میزان AUC در این مدل به‌طور متوسط ۹۷/۹ درصد بود که نشان‌دهنده

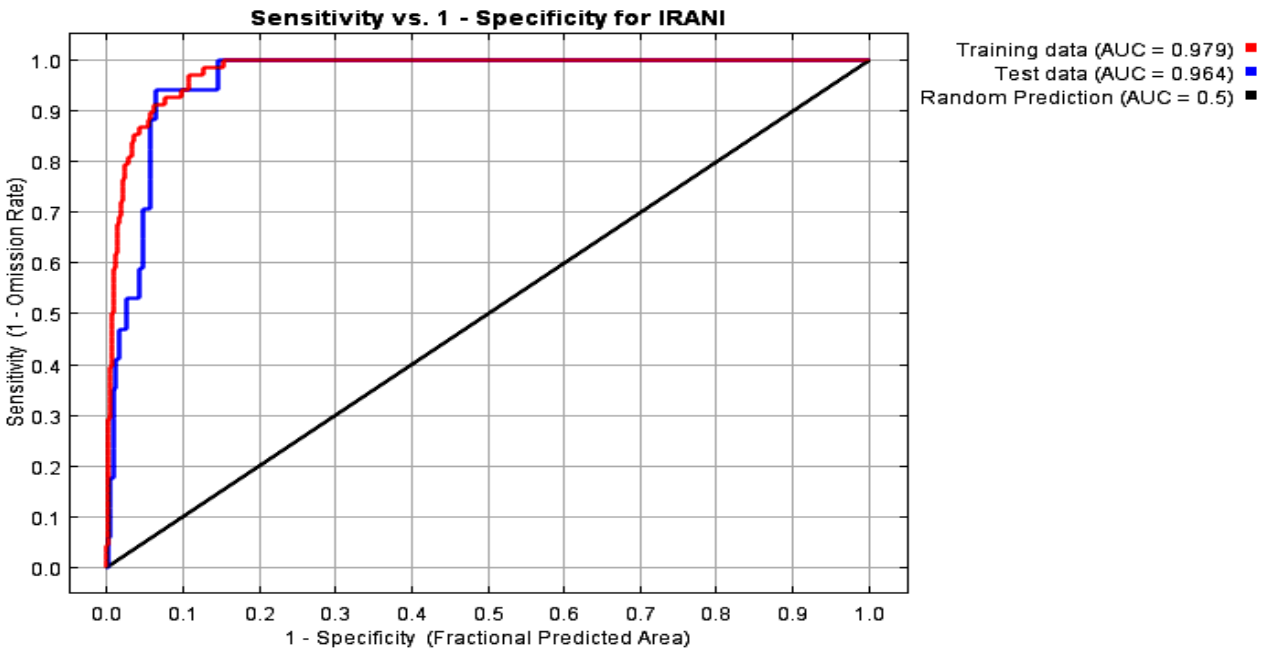
قدرت تفکیک خوب مدل طراحی شده است (شکل ۲). به‌عبارت دیگر مدل مکسنت با احتمال ۹۷/۹ درصد نقاط حضور را از نقاط زمینه مطلوب‌تر پیش‌بینی می‌کند که این امر نشان‌دهنده اعتبار بسیار بالای مدل است.

حساسیتسنجی با استفاده آزمون جک‌نایف مدل: نتایج به‌دست‌آمده از نمودار جک‌نایف نشان داد که متغیرهای کاربری اراضی، دامنه میانگین دمای روزانه (Bio 2)، فاصله از جاده، پوشش گیاهی و جنس خاک و ارتفاع بیش‌ترین تأثیر را بر مطلوبیت زیستگاه گونه سنجاب ایرانی در منطقه دارد (شکل ۴).

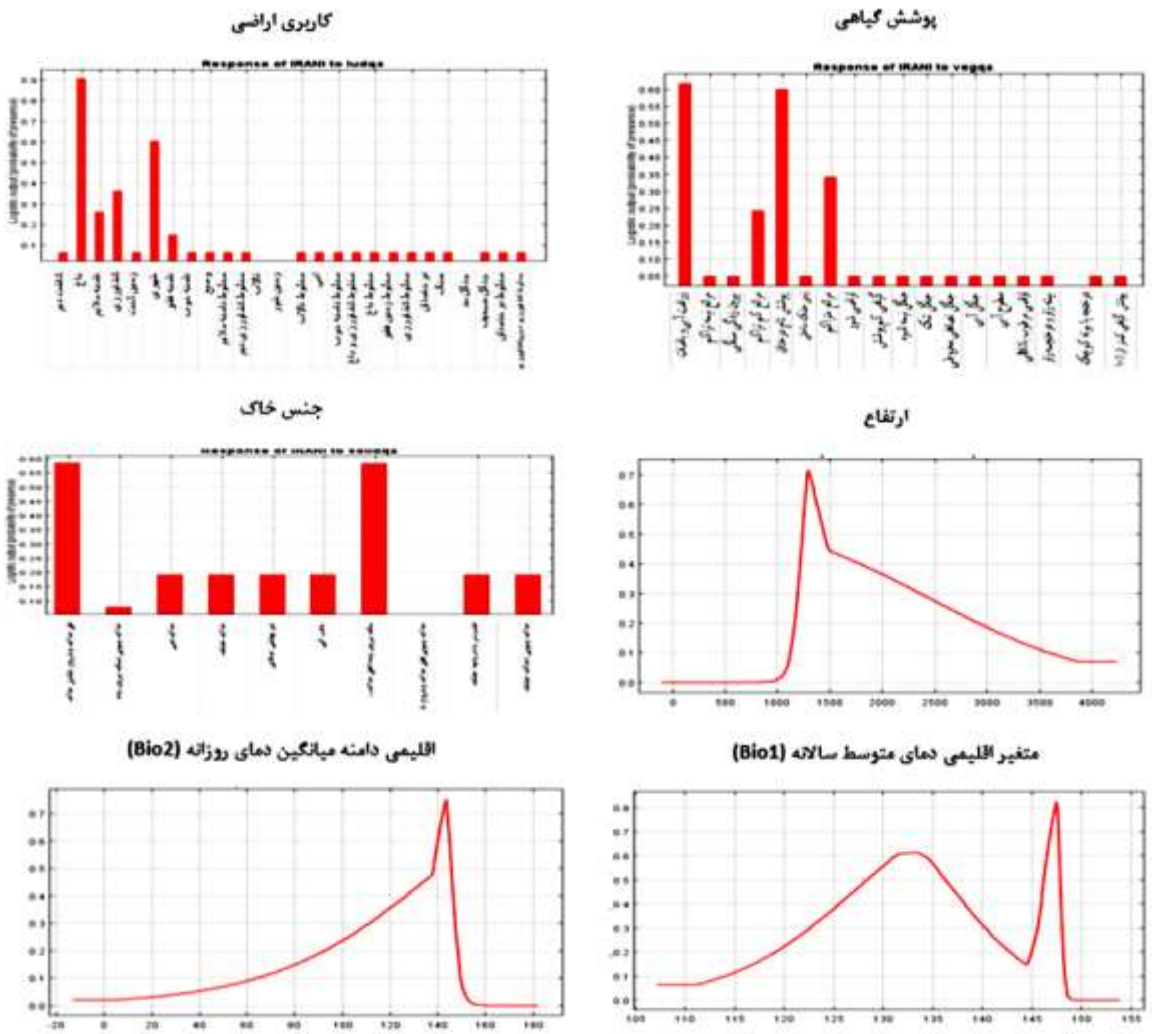
نقشه نهایی مدل‌سازی روند پراکنش: پس از بررسی اعتبار و نقش هر یک از متغیرها در مدل با استفاده از قابلیت نرم‌افزار، نقشه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی مهاجم پیش‌بینی و محاسبه شد (شکل ۵). براساس تحلیل مکسنت آستانه مطلوبیت زیستگاه ۰/۲۹ تعیین شد در این حالت مدل درمجموع بالاترین صحت را در طبقه‌بندی نقاط حضور و نقاط پس‌زمینه دارد.

جدول ۱: متغیرهای محیطی مورداستفاده در مدل‌سازی پراکنش گونه سنجاب ایرانی در مناطق موردمطالعه

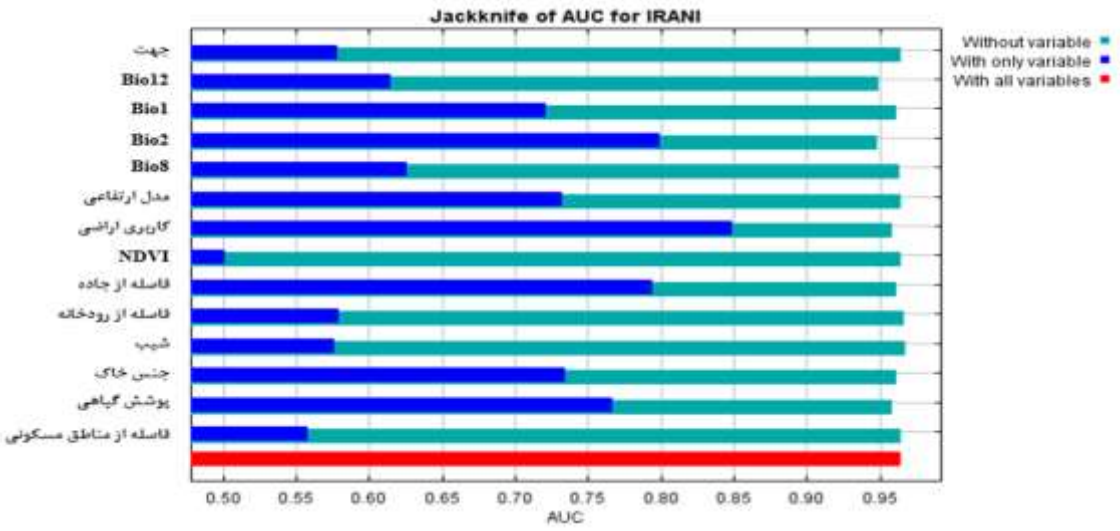
ردیف	نام متغیر محیطی	منبع تهیه	ردیف	نام متغیر محیطی	منبع تهیه
۱	میانگین دمای سالیانه (Bio1)	https://www.worldclim.org	۸	فاصله از رودخانه	سازمان محیط‌زیست
۲	دامنه میانگین دمای روزانه (Bio 2)	https://www.worldclim.org	۹	کاربری اراضی	سازمان محیط‌زیست
۳	میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل (Bio8)	https://www.worldclim.org	۱۰	جنس خاک	سازمان محیط‌زیست
۴	بارش سالانه (Bio12)	https://www.worldclim.org	۱۱	شیب	مدل رقومی ارتفاعی
۵	پوشش گیاهی	سازمان محیط‌زیست	۱۲	ارتفاع	سازمان محیط‌زیست
۶	فاصله از مناطق مسکونی	سازمان محیط‌زیست	۱۳	جهت	مدل رقومی ارتفاعی
۷	شاخص تراکم پوشش گیاهی NDVI	سازمان محیط‌زیست	۱۴	فاصله از جاده	سازمان محیط‌زیست



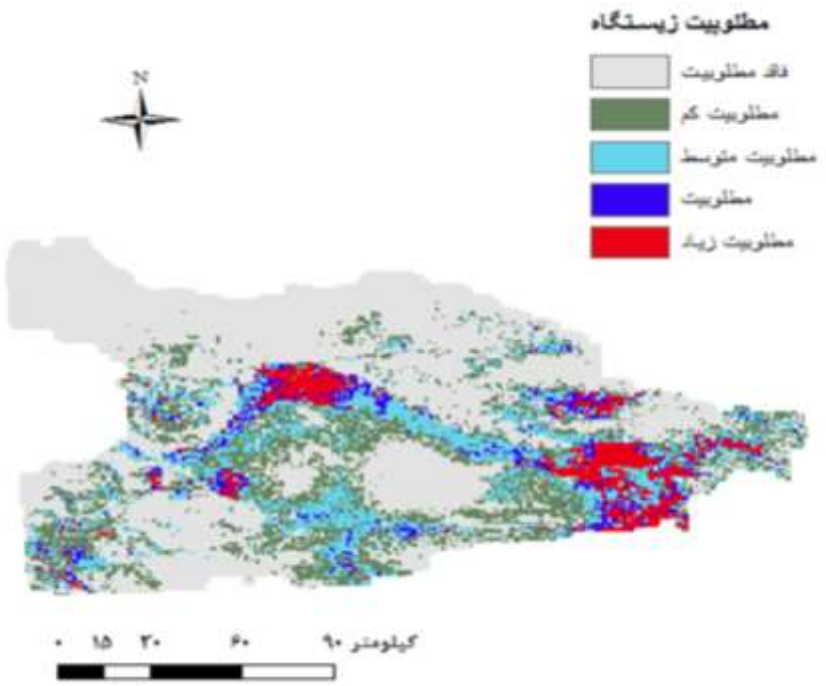
شکل ۲: نمودار سطح زیر منحنی ROC برای اعتبارسنجی مدل پراکنش و مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی مهاجم مبتنی بر روش مکسنت



شکل ۳: منحنی‌های پاسخ اثرگذارترین متغیرهای مورداستفاده در مدل‌سازی پراکنش و مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی



شکل ۴: میزان اثرگذاری متغیرها محیطی براساس تحلیل جک نایف



شکل ۵: نقشه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی مهاجم در منطقه موردمطالعه

جدول ۲: درصد مشارکت متغیرها در مدل

ردیف	نام متغیرها	درصد مشارکت
۱	کاربری اراضی	۲۹/۴
۲	فاصله از جاده	۱۸/۸
۳	پوشش گیاهی	۱۸/۶
۴	جنس خاک	۱۳/۳
۵	بارش سالانه (Bio12)	۸/۹
۶	دامنه میانگین دمای روزانه (Bio 2)	۵
۷	میانگین دمای سالیانه (Bio1)	۲/۶
۸	جهت	۱/۳
۹	فاصله از رودخانه	۰/۸
۱۰	شیب	۰/۸
۱۱	فاصله از مناطق مسکونی	۰/۷
۱۲	میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل (Bio8)	۰
۱۳	مدل ارتفاعی	۰
۱۴	شاخص تراکم پوشش گیاهی NDVI	۰

بحث

تهاجم معمولاً مراحل مختلفی دارد که شامل معرفی کردن یک گونه به منطقه، رهایی یا فرار یک‌گونه به طبیعت، ایجاد جمعیت، گسترش آن و درنهایت خسارت‌های ناشی از آن است (۴۰). بنابراین، نقش یک نظارت مداوم و به‌روز در توزیع گونه‌های تهاجمی برای کنترل گسترش آن‌ها و شناسایی مناطق درمعرض خطر حمله بسیار مهم است. این یکی از برنامه‌های مهم مدیریتی مورد نیاز برای به حداقل رساندن تأثیرات گونه‌های مهاجم بر اقتصاد منطقه، تنوع‌زیستی و گونه‌های بومی است. نتایج به‌دست‌آمده مدل‌سازی این مطالعه نشان می‌دهد که متغیر کاربری اراضی مهم‌ترین عامل در انتخاب مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق مورد مطالعه است. این متغیر دارای طبقات مختلفی از جمله اراضی کاشت دیم، اراضی کشاورزی، زمین‌های شهری، باغات منطقه، تالاب‌ها و... تقسیم می‌شود؛ که بر اساس منحنی پاسخ کاربری اراضی؛ به‌ترتیب طبقه باغات، مناطق شهری، دامنه‌های ملایم و اراضی کشاورزی بیش‌ترین تأثیر را در مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی مهاجم منطقه داشته است (شکل ۳)؛ سنجاب ایرانی منطقه اراضی مصنوعی را به ارضی طبیعی ترجیح داده است به‌خصوص وابستگی بالایی به باغات منطقه دارد اهمیت این موضوع می‌تواند به‌دلیل فراهم بودن امنیت و تغذیه این‌گونه در این مناطق باشد. مطالعات مشابه نشان می‌دهد که فراوانی غذا و امنیت دو فاکتور مهم زیستگاهی در تعیین درجه مطلوبیت زیستگاه‌های حیات‌وحش هستند (۴۱)؛ هم‌چنین Khalili و همکاران، در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت‌شده کهگیلویه و بویراحمد نشان می‌دهد که متغیر کاربری اراضی مهم‌ترین متغیر زیستگاهی سنجاب ایرانی است (۳۷). مطالعات مشابه نشان می‌دهد در کشورهای انگلیس و ایتالیا، سنجاب خاکستری مهاجم زمین‌های

جنگلی، باغات؛ پارک‌های شهری را به‌عنوان زیستگاه مطلوب انتخاب کرده‌اند (۴۲، ۴۳). مطالعات مشابه نشان می‌دهد رابطه مستقیم بین فاصله از اراضی کشاورزی با میزان مطلوبیت زیستگاهی سنجاب ایرانی در استان لرستان دارد (۳۲). هم‌چنین مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در کرمانشاه در مناطق جنگلی، کشاورزی و باغات افزایش یافته است (۳۸). نتایج این مطالعه نشان داد که متغیر اقلیمی دامنه میانگین دمای روزانه (Bio 2) و میانگین دمای سالیانه (Bio1) از مهم‌ترین متغیرهای اقلیمی تأثیرگذار در انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی مهاجم در منطقه بوده است. مطالعات مشابه حاکی از این است که نقش تغییر اقلیم و تأثیرگذاری بر گسترش گونه‌های مهاجم امروزه کاملاً پذیرفته‌شده است (۳۰، ۴۴، ۴۵). هم‌چنین مطالعات Ghadirian و همکاران، متغیرهای اقلیمی میانگین دمای سالیانه (Bio1) و دامنه میانگین دمای روزانه (Bio 2) جزو مهم‌ترین متغیرهای اقلیمی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در لرستان عنوان کرده است. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیر فاصله از جاده یکی از عوامل انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی معرفی‌شده در استان‌های البرز و قزوین است و هرچه از جاده فاصله می‌گیریم گونه سنجاب معرفی‌شده واکنش منفی خواهد داشت (۳۲) (جدول ۳) این موضوع به‌دلیل این که این گونه مهاجم از عرصه‌های طبیعی مانند جنگل‌های زاگرس برای تأمین تغذیه خود بهره‌مند نیست و ناگریز با خسارت زدن به باغات و محصولات کشاورزی که بیش‌تر در دسترس هستند تغذیه و زادوولد خواهند کرد؛ و این موضوع درخصوص سنجاب ایرانی که در زیستگاه اصلی خود زندگی می‌کنند به‌دلیل بهره بردن از عرصه‌های طبیعی در امر تغذیه و امنیت، نسبت به متغیر فاصله از جاده واکنش مثبت نشان می‌دهد و هرچه فاصله از جاده بیش‌تر باشد زیستگاه این گونه مطلوب‌تر خواهد بود. این یک نوع تغییر رفتار در سنجاب‌های ایرانی معرفی‌شده در مناطق البرز و قزوین است. مطالعات مشابه نشان می‌دهد فاصله گرفتن از جاده میزان مطلوبیت زیستگاهی برای سنجاب ایرانی افزایش می‌دهد ولی با افزایش بیش‌تر فاصله از جاده این رابطه برعکس می‌شود و از میزان مطلوبیت زیستگاهی کاسته می‌شود (۳۳). هم‌چنین در مطالعات دیگر نشان می‌دهد سنجاب ایرانی در زیستگاه اصلی خود با فاصله گرفتن از جاده میزان مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد (۳۷). هم‌چنین نتایج مطالعات Moradi و همکاران نشان می‌دهد با افزایش فاصله از جاده مطلوبیت زیستگاهی برای گونه سنجاب ایرانی در غرب کرمانشاه روند کاهشی دارد (۳۷). نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد متغیر پوشش گیاهی، عامل تأثیرگذار در انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق موردمطالعه است. این متغیر دارای طبقات مختلفی ازجمله پوشش تاج درختان، مراتع کم تراکم پوشش کم چمنی، اراضی مرطوب باتلاقی زراعت آبی و باغات و... تقسیم‌شده است؛ که براساس منحنی پاسخ بیش‌ترین تأثیر را به ترتیب پوشش باغات و پوشش تاج درختان در مطلوبیت زیستگاه سنجاب‌های مهاجم منطقه داشته است (جدول ۳)؛ از نکات مثبت و با اهمیت این مدل‌سازی نتایج طبقات پراهمیت در متغیر پوشش گیاهی و هم‌سو بودن آن با طبقات پراهمیت متغیر نوع کاربری است. مطالعات مشابه نشان می‌دهد سنجاب‌ها زیستگاه متراکم را ترجیح می‌دهند جایی که بتوانند بین درختان حرکت کنند بدون این‌که به زمین سقوط کنند (۴۶). نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که متغیر مدل رقومی ارتفاع عامل مهمی در انتخاب مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق مورد مطالعه است. براساس منحنی پاسخ متغیر ارتفاع، محدوده مطلوب برای گونه سنجاب منطقه بین ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا بوده است؛ و با افزایش ارتفاع تا حدود ۱۴۰۰ متر از سطح دریا، مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی بیش‌تر می‌شود (جدول ۳)؛ علت مطلوبیت در این محدوده ارتفاع به‌دلیل فراوانی باغات گردو و فندق در منطقه مورد مطالعه است. مطالعات مشابه نشان می‌دهد براساس نتایج مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا ارتفاع بیش‌تر از ۲۴۰۰ متر فاقد مطلوبیت جهت انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی است (۳۷). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مهم‌ترین متغیر در مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی منطقه متغیر کاربری اراضی بوده که شامل ۲۶ طبقه در منطقه مورد مطالعه است که براساس منحنی پاسخ مناطق باغات و مناطق شهری و کشاورزی جزو مناطق مطلوب برای زیستگاه سنجاب ایرانی در منطقه است. هم‌چنین با مقایسه نقشه کاربری اراضی و نقشه خروجی مدل مطلوبیت زیستگاه کاملاً مشخص است که مناطق باغات منطقه در ارتفاعات استان البرز و هم‌چنین باغات داخل بافت شهری در استان‌های البرز و قزوین و مناطق کشاورزی و درختستان‌های مناطق موردمطالعه بیش‌ترین مطلوبیت را برای زیستگاه سنجاب‌های منطقه دارد و روند حرکت این سنجاب‌ها در آینده به سمت این مناطق خواهد بود. لذا شناسایی زیستگاه مطلوب سنجاب ایرانی در منطقه بسیار حائز اهمیت است. براساس نتایج نقشه خروجی MaxEnt در منطقه موردمطالعه، مناطق حساسی هم‌چون رودخانه کرج و مناطق حفاظت‌شده البرز مرکزی در بخش‌های نساء و آسارا و مناطق پایین سدامیرکبیر، باغات شهرستان‌های الوند و تاکستان، فردیس و مشکین دشت، منطقه حفاظت‌شده باشگل، قسمت جنوبی منطقه حفاظت شده الموت و منطقه شکارممنوع طالقان جزو مناطق بسیار مطلوب برای سنجاب ایرانی منطقه می‌باشند. مناطق باغی بین استان‌های البرز و قزوین، ازجمله مناطق گردشگری چهارباغ، باغات شهرستان‌های تاکستان و بوئین‌زهرا و هم‌چنین منطقه شکارممنوع الهآباد و منطقه تیراندازی و شکارممنوع آوج-آبگرم جزو مناطق مطلوب برای سنجاب

ایرانی است. این مناطق تاکنون سنجاب‌های مهاجم به آن‌جا ورود نکرده ولی مناطق مطلوبی برای آینده این‌گونه مهاجم است (شکل ۵). بعد از شناسایی این‌مناطق واکنش سریع و قاطع علاوه بر مقرون به‌صرفه بودن، بسیار در برنامه‌های مدیریت کنترل مؤثر است (۴۷). علاوه بر شناسایی مناطق گسترش آینده این‌گونه مهاجم اقداماتی هم‌چون برآورد فراوانی و تراکم جمعیت سنجاب در منطقه الزامی است و هم‌چنین اجرای موفقیت‌آمیز کنترل گونه‌های مهاجم، مستلزم شناخت بیش‌تر از عوامل اجتماعی، سیاسی و فرهنگی است که بر اقدامات مدیریت جهت بالا بردن حمایت عمومی تأثیرگذار خواهد بود (۴۸). ازجمله نمونه‌های بارز در عدم توجه به نگرش عمومی در مدیریت تعارضات سنجاب‌ها می‌توان به پروژه مدیریت سنجاب خاکستری در ایتالیا اشاره داشت که به‌علت نادیده گرفتن جنبه‌های انسانی در مسائل مربوط به گونه‌های مهاجم، به شکست منتهی شد (۴۹، ۵۰). هم‌چنین ادارات کل محیط‌زیست منطقه به‌عنوان متوالیان حمایت از حقوق حیوانات لازم است در ابتدا اقدامات پیشگیرانه‌ای هم‌چون تصویب و اجرای قوانین سخت‌گیرانه در قاچاق و خرید و فروش این گونه در بازارهای منطقه اعمال نماید و برخورد قاطع با متخلفین خرید و فروش این گونه‌ها داشته باشند. هم‌چنین نظارت کامل بر مراکز نگه‌داری حیات‌وحش و برگزاری دوره‌های آموزشی و توجیهی برای عدم رهاسازی گونه‌های بیگانه در منطقه لازم‌الاجر است. نکته دوم اقدام سریع محیط‌زیست در کنترل و یا ریشه‌کن کردن گونه سنجاب منطقه است این موضوع علاوه بر امکان‌پذیری بیش‌تر در کنترل و ریشه‌کنی سنجاب مهاجم از پراکنش به مناطق حفاظت شده و حساس منطقه جلوگیری می‌شود. در صورت ورود سنجاب به مناطق حفاظت شده می‌تواند خسارت دوچندان به گونه‌های بومی منطقه وارد نماید.

منابع

1. **Pyšek, P. and Richardson, D.M., 2010.** Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548, 35: 25-55. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-033009095548.
2. **Barron, M.C., Liebhold, A.M., Kean, J.M., Richardson, B. and Brockerhoff, E.G., 2020.** Habitat fragmentation and eradication of invading insect herbivores. Journal of Applied Ecology. 57(3): 590-598. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13554.
3. **Sandilyan, S. and van't Klooster, C.I.E.A., 2016.** The other sides of invasive alien plants of India-With special reference to medicinal values. Journal for Nature Conservation. 31: 16-21. https://doi.org/10.1016/J.JNC.2016.02.005.
4. **Simberloff, D., 2012.** Sustainability of Biodiversity Under Global Changes, with Particular Reference to Biological Invasions. Sustainability Science: The Emerging Paradigm and the Urban Environment. 9781461431886. 139-157. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3188-6-7.
5. **Barbar, F. and Lambertucci, S.A., 2018.** The roles of leporid species that have been translocated: a review of their ecosystem effects as native and exotic species. Mammal Review. 48(4): 245-260. https://doi.org/10.1111/MAM.12126.
6. **Marchante, H., Palhas, J., Núñez, F.A.L. and Marchante, E., 2021.** Invasive Species Impacts and Management. 560-571. https://doi.org/10.1007/978-3-319.95981-8-85.
7. **Young, H.S., Parker, I.M., Gilbert, G.S., Sofia Guerra, A. and Nunn, C.L., 2017.** Introduced Species, Disease Ecology, and Biodiversity–Disease Relationships. Trends in Ecology & Evolution. 32(1): 41-54. https://doi.org/10.1016/J.TREE.2016.09.008.
8. **Lockwood, J.L., Cassey, P. and Blackburn, T.M., 2009.** The more you introduce the more you get: The role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. Diversity and Distributions. 15(5): 904-910. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00594.x.
9. **McNeely, J.A., 2001.** The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. 5-20.
10. **Sharp, R.L., Larson, L.R. and Green, G.T., 2011.** Factors influencing public preferences for invasive alien species management. Biological Conservation. 144(8): 2097-2104. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.032.
11. **Zavaleta, E., Mooney, H.A., Hobbs, R.J. and Zavaleta, E.S., 2001.** Viewing invasive species removal in a whole ecosystem context. In TRENDS in Ecology & Evolution. 16(8). http://tree.trends.com0169.
12. **Brown, P.M.J., Roy, H.E., Rothery, P., Roy, D.B., Ware, R. L. and Majerus, M.E.N., 2008.** Harmonia axyridis in Great Britain: Analysis of the spread and distribution of a non-native coccinellid. In From Biological Control to Invasion: the Ladybird Harmonia Axyridis as a Model Species. 55-67. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6939-0-5.
13. **Genovesi, P., 2005.** Eradications of invasive alien species in Europe: A review. In Biological Invasions. 7(1): 127-133. Springer. https://doi.org/10.1007/s10530-004-9642-9.
14. **Simberloff, D., 2003.** How much information on population biology is needed to manage introduced species? In Conservation Biology. 17(1): 83-92. John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.02028.x.
15. **Farashi, A., Kaboli, M. and Karami, M., 2011.** A preliminary survey on raccoon (*Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)) status as new invasive species in Iran (Case study: Lavandevil wildlife refuge). Taxonomy and Biosystematics. 3(7): 71-85. (In Persian)
16. **Goldstein, E A., Butler, F. and Lawton, C., 2016.** Modeling future range expansion and management strategies for an invasive squirrel species. Biological Invasions. 18(5): 1431-1450.
17. **Jihong, T., Jinhua, L., Hui, L., Fuping, L. and Baoqian, L., 2018.** Potential distribution of an invasive pest, Euplatypus parallelus, in China as predicted by Maxent. Pest Management Science. 1-28.
18. **Ørsted, I.V. and Ørsted, M., 2018.** Species distribution models of the Spotted Wing Drosophila (*Drosophila suzukii*, Diptera: Drosophilidae) in its native and invasive range reveal an ecological niche shift. Journal of Applied Ecology.
19. **Franklin, J., 2010.** Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press.
20. **Phillips, S., Anderson, R. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographical distributions. Ecological Modeling. 190: 231-259.

21. **Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E. and Yates, C.J., 2011.** A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions. 17(1): 43-57. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x.

22. **IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species). 2018.** International Union for Conservation of Nature - IUCN. https://www.iucnredlist.org/species/20000/115154256.

23. **Flaherty, M., 2016.** Developing optimal strategies for limiting the spread of grey squirrels (Sciurus carolinensis) and conservation of reds (*Sciurus vulgaris*) in Ireland.

24. **Wright, L.J., Newson, S.E. and Noble, D.G., 2014.** The Value of a Random Sampling Design for Annual Monitoring of National Populations of Larger British Terrestrial Mammals. European Journal of Wildlife Research. 60(2): 213-221.

25. **Karmi, M., Ghadirian, T. and Faizollahi, K., 2015.** Mammal Atlas of Iran. First edition, publications of the Environmental Protection Organization. 240 p. (In Persian)

26. **Ziaei, H., 2007.** Field Guide to Iranian Mammals. Wildlife Acquaintance Center Publications. 191 p. (In Persian)

27. **Etemad, I., 1978.** Mammals of Iran. Publications of the National Association for Protection of Natural Resources and Human Environment. 288 p. (In Persian)

28. **Sung, S., Kwon, Y.S., Lee, D.K. and Cho, Y., 2018.** Predicting the Potential Distribution of an Invasive Species, Solenopsis invicta Buren (Hymenoptera: Formicidae), under Climate Change using Species Distribution Models. In Entomological Research. 48(6): 505-513. https://doi.org/10.1111/1748-5967.12325.

29. **https://www.worldclim.org.**

30. **Farashi, A., Kaboli, M. and Karami, M., 2013.** Predicting range expansion of invasive raccoons in northern Iran using ENFA model at two different scales. Ecological Informatics. 15: 96-102. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.01.001.

31. **Ebrahimi, A., Ahmadzadeh, F. and Naeimi, B., 2016.** Determining the species distribution pattern of the European hedgehog (*Erinaceus concolor*) using species distribution models. The fourth international conference on agriculture, natural resources and sustainable environment. 1-5.

32. **Ghadirian, O., Hemami, M.R. and Soffianian, A., 2018.** The studying of qualitative and quantitative changes of Persian squirrel's habitat in Lorestan Province's forests by 2050 based on CCSM4 climatic model. Journal of Animal Environment. 10(4): 129-136. (In Persian)

33. **Ghadirian, O., Hemami, M.R., Soffianian, A., Malekian, M., Poormanafi, S. and Amiri, M., 2019.** The prediction of Persian Squirrel Distribution Using a Combined Modeling Approach in the Forest Landscapes of Luristan Province. rchive of SID Iran. J. Appl. Ecol. 8(1): 47-58. (In Persian)

34. **Mori, E., Menchetti, M., Zozzoli, R. and Milanesi, P., 2018.** The importance of taxonomy in species distribution models at a global scale: the case of an overlooked alien squirrel facing taxonomic revision. Journal of Zoology. 0952-8369: 1-10.

35. **Aghtari, H., 2014.** Modeling the habitat desirability of the Iranian squirrel using the method of factor analysis of the ecological nest in Dana protected area. Master's thesis. Faculty of Agriculture and Natural Resources. Payam Noor university of Tehran. 75 p. (In Persian)

36. **Ansari, A. and Hadavand, M., 2018.** The Study of Regeneration Feasibility of the Persian Squirrel (*Sciurus anomalus*) in the Forest Reserved Area of Shazand Using MaxEnt. Experimental Animal Biology. 6(4): 95-104. (In Persian)

37. **Khalili, F., Malekian, M., Rojae, N. and Hemami, M.R., 2017.** Habitat Evaluation of Persian Squirrel (*Sqiurus anumalus*) in Servak Forested Area in Kohgiluyeh & Boyer Ahmad Province . Iranian Journal of Applied Ecology. 5(18): 15-25. (In Persian)

38. **Moradi, S., Mahmoudi, S. and Sheykhi Ilanloo, S., 2016.** Suitable Forest Habitats for Protection of Iranian Squirrel (*Sciurus anomalus pallescens*) in West Kermanshah Province. Journal of Animal Environment. 8(2): 33-40. (In Persian)

39. **Giovanelli, J., Siqueira, M.de., Haddad, C. and 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. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380009006620.

40. **Williamson, M., 2006.** Explaining and predicting the success of invading species at different stages of invasion. Biological Invasions. 8(7): 1561-1568. https://doi.org/10.1007/s10530-005-5849-7.

41. **Sinclair, A.R.E., Fryxell, J. and Caughley, G., 2006.** Wildlife Ecology, Conservation and Management. Second Edition, Blackwell Publishing Ltd., Australia. 469 p. https://doi.org/10.1080/14888386.2015.1009945.

42. **Corbert, G. and Harris, S., 1991.** The Handbooko f British Mammals,3 rde dn. Blackwell,O Xford. 1-19.

43. **Gumell, J., 1987.** The Natuml History qfsquirrels. Christopher Helm, London.

44. **Jessica, H., James, B., Britta, B. and Jeffry, D., 2008.** Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. Conservation Biology. 22(3): 1-10. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00951.x.

45. **Susan, M. and Geoffrey, H., 2010.** Climate change and invasive species: double jeopardy. Integrative Zoology. 5(2): 1-10. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1749.4877.2010.00193.x.

46. **Summers, R. and Proctor, R., 1999.** Tree and cone selection by Crossbills Loxia sp. and Red Squirrels Sciurus vulgaris at Abernethy Forest, Strathspey. Forest Ecology and Management. 118: 173-182.

47. **Genovesi, P. and Shine, C., 2004.** European Strategy on Invasive Alien Species: Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention) (No. 18e137). In Council of Europe, Strasbourg. https://books.google.com/books?hl=fa&lr=&id=mJGnRlJQIQkC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Genovesi,+P.,+Shine,+C.,+2004.+European+Strategy+on+Invasive+Alien+Species:+Convention+on+the+Conservation+of+European+Wildlife+and+Habitats+(Bern+Convention)+(No.+18e137).+Council.

48. **Wald, D.M., Nelson, K.A., Gawel, A.M. and Rogers, H.S., 2019.** The role of trust in public attitudes toward invasive species management on Guam: A case study. Journal of Environmental Management. 229: 133-144. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.047.

49. **Bertolino, S. and Genovesi, P., 2003.** Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia. Biological Conservation. 109(3): 351-358. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00161-1.

50. **Reaser, J.K., 2001.** Invasive alien species prevention and control: the art and science of managing people. In: McNeely, J.A. (Ed.), The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. In IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.