

ارزیابی زیستگاه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در منطقه جنگلی سروک در استان کهگیلویه و بویراحمد

فرزانه خلیلی^{۱*}، منصوره ملکیان^۱، نعمت اله روجائی^۱ و محمودرضا همامی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۲۷)

DOI: 10.18869/acadpub.ijae.5.18.15

چکیده

در این مطالعه زیستگاه سنجاب ایرانی در منطقه جنگلی سروک شهر یاسوج با استفاده از شاخص مطلوبیت زیستگاه ارزیابی شد. متغیرهایی که به‌عنوان متغیر زیستگاهی برای ارزیابی زیستگاه این گونه مدنظر و مورد سنجش قرار گرفتند شامل: شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع درخت، قطر درختان بلوط، سطح تاج پوشش درختان، فاصله از جاده، فاصله از روستا و فاصله از رودخانه بودند. نتایج حاصل از ارزیابی و رتبه‌دهی متغیرها نشان داد که پنج متغیر زیستگاهی شامل شیب، قطر درختان بلوط، تراکم پوشش گیاهی، فاصله از جاده و ارتفاع درخت مهم‌ترین متغیرهای مؤثر می‌باشند. از بین سه ایستگاه مورد بررسی در این منطقه، ایستگاه گلزار با دارا بودن بالاترین ضریب مطلوبیت (۰/۹۲) بهترین و مطلوب‌ترین زیستگاه را برای سنجاب ایرانی فراهم کرده است. به‌طور کلی با توجه به مناسب بودن منطقه جنگلی سروک از لحاظ دارا بودن پارامترهای مؤثر برای زیست سنجاب ایرانی و جمعیت قابل توجه این جانور در منطقه پیشنهاد می‌شود منطقه جنگلی سروک به‌عنوان یکی از زیستگاه‌های این گونه تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی زیستگاه، شاخص HSI، سنجاب ایرانی، منطقه جنگلی سروک

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: farzaneh.khalili@na.iut.ac.ir

مقدمه

زیستگاه به‌عنوان یکی از پارامترهای کلیدی در جهت حفاظت از گونه‌ها به‌خصوص گونه‌های در معرض خطر انقراض مطرح است و بررسی ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه‌ها و تعیین مطلوبیت زیستگاه آنها، یکی از ارکان اصلی مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات وحش محسوب می‌شود بنابراین، داشتن اطلاعات کاملی از نیازهای زیستگاهی گونه‌ها به‌منظور تدوین سیاست‌های مدیریتی برای حفاظت از آنها امری اجتناب‌ناپذیر است (۱۸). اگرچه بسیاری از مطالعات انجام گرفته روی زیستگاه‌ها کیفی بوده‌اند، برای شناخت اثرات فعالیت‌های انسانی و بررسی تغییرات زیستگاه‌ها لازم است که بتوان ارزیابی را به‌صورت عددی (کمی) نیز انجام داد. مدل‌سازی زیستگاه راهکاری علمی برای انجام این امر می‌باشد. در سال‌های اخیر روش‌های مدل‌سازی زیستگاه توسعه زیادی یافته‌اند، این مدل‌ها قادرند مشخص نمایند که یک گونه در چه مناطقی حضور دارد و در چه مناطقی می‌تواند حضور داشته باشد (۱۴). علاوه بر این با کمک این مدل‌ها می‌توان به ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی، تشخیص ناسازگاری فعالیت‌های انسانی با زیستگاه گونه‌ها، شناسایی مناطق مناسب برای معرفی مجدد گونه‌ها و طراحی و توسعه شبکه مناطق حفاظت شده پرداخت (۲۰). به‌عبارت ساده‌تر مدل زیستگاه تصویری عددی از ترجیح زیستگاهی یک گونه است. این مدل ممکن است برای دریافت اطلاعات در مورد نیازهای زیستگاهی گونه و احتمالاً پاسخ به تغییرات محیطی به کار گرفته شود و یا ممکن است برای پیش‌بینی فراوانی، تراکم، ظرفیت برد یا احتمال اشغال یک منطقه براساس ویژگی‌های آن استفاده شود.

روش‌های زیادی برای مدل‌سازی زیستگاه در دسترس هستند که کاربرد آنها به نوع داده‌های زیست‌شناختی و محیطی در دسترس، گونه موردنظر و هدف نهایی مدل وابسته است (۱۸). این روش‌ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول روش‌هایی هستند که نیاز به داده‌های حضور و عدم حضور دارند و دسته دوم روش‌هایی هستند که تنها به داده‌های حضور نیاز دارند. روش‌هایی

مثل مدل‌های خطی عمومی (GLM: Generalized Linear Model)، مدل افزایش عمومی (GAM: Generalized Additive Modeling)، شبکه‌های عصبی مصنوعی و درخت رگرسیون جزء دسته اول می‌باشند. این مدل‌ها هنگامی می‌توانند اطلاعات دقیقی در مورد مطلوبیت زیستگاه ارائه دهند که داده‌های مکانی عدم حضور به‌درستی نماینده‌ای از مکان‌های با کیفیت پایین زیستگاهی باشند که منجر به عدم استفاده از آن شده است. این روش‌ها غالباً با پدیده عدم حضور کاذب روبرو هستند به‌عبارت دیگر مشاهده گونه توسط مشاهده‌گر به‌دلایل متعددی نظیر دقت مشاهده‌گر، تجهیزات مورد استفاده، رفتار گونه در استتار و اختفا و غیره سبب می‌گردد تا آن نقطه به عنوان نقطه عدم حضور گونه ثبت گردد. عوامل مذکور سبب می‌شود که نتایج حاصل از تجزیه تحلیل داده‌ها با خطای زیادی همراه باشد. روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که تنها از داده‌های حضور استفاده می‌کنند با مشکل فوق روبرو نیستند. این مدل‌ها شامل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA: Ecological Niche Factor Analysis)، حداکثر بی‌نظمی (MAXENT: Maximum Entropy) الگوریتم ژنتیک برای پیش‌بینی مجموعه-قانون (GARP: Genetic Algorithm for Ruleset Predication) و ... می‌باشند. این روش‌ها بر مبنای داده‌های حضور برای پیش‌بینی توزیع جانوران ایجاد شده‌اند و به‌ویژه به عدم حضورهای نادرست ناشی از توانایی حیوان برای پراکنده کردن و یا پنهان شدن در طول بررسی‌های میدانی حساس هستند. از طرف دیگر استفاده از این روش‌ها موجب صرفه‌جویی در وقت و زمان مطالعه می‌شود. از اینرو این روش‌ها به‌طور گسترده برای مطالعه توزیع ارگانیسم‌های مختلف استفاده می‌شود (۱۷). از روش‌های دیگر ارزیابی که در هنگام کمبود داده‌ها و با استفاده از داده‌های حضور گونه مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش HEP می‌باشد. روش HEP از اوایل دهه ۱۹۸۰ توسط سازمان شیلات و حیات وحش آمریکا برای ارزیابی زیستگاه حیات وحش و اثرات فعالیت‌های مدیریتی و توسعه معرفی شد. از روش HEP برای برآورد ارزش‌های کمی و کیفی زیستگاه، شناسایی عوامل محدود کننده جمعیت، برآورد اثر

لبنان، سوریه و ترکیه زیستگاه این جانور می‌باشند (۱۲). مهم‌ترین زیستگاه سنجاب ایرانی در ایران، جنگل‌های بلوط غرب کشور است. در عین حال بیشترین میزان شکار و قاچاق این جانور به منظور فروش آن به عنوان حیوان خانگی نیز در این مناطق صورت می‌پذیرد که همین امر باعث تهدید وضعیت بقای سنجاب ایرانی در کشور شده است. گذشته از آن بسیاری از این جانوران در هنگام قاچاق و به دلیل حمل و نقل نادرست تلف می‌شوند که خود موجب افزایش نگرانی‌ها در این باره شده است (۲۳).

متأسفانه مطالعات انجام گرفته در جهان و ایران در زمینه بررسی اکولوژی و یا زیستگاه سنجاب ایرانی بسیار محدود می‌باشد و کمبود اطلاعات در مورد این گونه شاخص کشور به خصوص در موارد مدیریتی به‌خوبی مشهود است. امر و همکاران به بررسی وضعیت و توزیع سنجاب ایرانی در کشور اردن پرداختند (۱۲). بررسی‌ها نشان داد که سنجاب‌ها به‌طور عمده به‌صورت فردی و یا در گروه‌های کوچک روی درختان کاج یا روی زمین در طی ساعات اولیه صبح تا ساعات ۹ صبح بیشترین فعالیت را دارند (۱۲). آلبایراک و ارسلان زیستگاه سنجاب ایرانی را در بخشی از ترکیه مورد بررسی قرار دادند در این مطالعه، بررسی وضعیت و توزیع سنجاب ایرانی براساس مشاهدات بصری و تله‌گذاری در جنگل‌های کاج در کشور اردن انجام گرفت. طی این مطالعه مشخص شد که گونه‌های درختی که توسط این گونه استفاده می‌شود شامل بلوط، صنوبر، کاج، گردو، بید، گلابی، زالزالک و ... را به‌عنوان زیستگاه انتخاب می‌کند (۱۱). صادقی به بررسی آشکارسازی تغییرات زیستگاه سنجاب ایرانی در استان کردستان پرداخت. در این مطالعه تغییرات زیستگاه گونه مذکور در تعدادی از زیرحوزه‌های غرب کردستان با استفاده از فناوری سنجش از دور، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بر وسعت مناطق زیستگاهی سنجاب ایرانی (مجموع دو طبقه جنگل پرتراکم و جنگل با تراکم متوسط) حدود ۴۵۵۵۹/۳ هکتار افزوده شده است (۶). هدف از این مطالعه ارزیابی زیستگاه

انواع فعالیت‌های مدیریتی روی زیستگاه، کمک در شناسایی و تعیین راهبردهای مدیریتی و تعیین مناطقی برای جبران خسارات وارده به زیستگاه استفاده می‌شود (۱۵). این روش در برگیرنده دو مرحله ارزیابی کمیت و کیفیت زیستگاه می‌باشد. مدل نمایه مطلوبیت زیستگاه (HSI: Habitat Suitability Index) یا در مرحله ارزیابی کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل براساس روابط کارکردی بین متغیرهای زیستگاه و حیات وحش پایه گذاری می‌شود. مقیاس در این مدل از صفر (برای زیستگاه‌های نامطلوب) تا یک (برای زیستگاه بهینه) متغیر است (۱۳). اعداد نمایه مطلوبیت زیستگاه، در مقیاس صفر تا یک، معمولاً با استفاده از یک فرمول ریاضی که نشان‌دهنده روابط فرضی میان نمایه مطلوبیت فردی (SI) است محاسبه می‌شوند.

در ایران برای اولین بار سلمان ماهینی از روش HEP برای ارزیابی زیستگاه قوچ و میش در منطقه حفاظت شده توران استفاده کرد (۵). این روش جهت ارزیابی زیستگاه گونه‌های مختلفی در کشور استفاده شده است که می‌توان به ارزیابی زیستگاه بز و پازن در منطقه حفاظت شده تنگ سولک (۱۰)، ارزیابی زیستگاه پایکای افغانی در منطقه حفاظت شده لشگرد (۳)، ارزیابی زیستگاه کفتار راه راه ایرانی (۹)، ارزیابی زیستگاه قوچ و میش اورپال در پارک ملی گلستان (۲)، ارزیابی زیستگاه قرقاول معمولی در زیستگاه توتستان (۸) اشاره کرد.

سنجاب ایرانی، چونده‌ای با جثه متوسط، دمی بلند و پشمالو است (۷). این جانور لانه‌اش را در سوراخ درخت‌هایی مثل بلوط، گردو، کاج و بید می‌سازد و از دانه و میوه این درختان تغذیه می‌کند و نقش بسیار مهمی در پراکنش گیاهان از طریق حمل و دفن دانه‌ها در زمین ایفا می‌کنند. دانه‌های بلوطی که توسط سنجاب‌های ایرانی جمع‌آوری و زیر خاک مدفون می‌شود ارزش بالایی در گسترش و تجدید حیات جنگل‌های بلوط دارد (۷). سنجاب ایرانی تنها معرف خانواده سنجابیان در خاورمیانه است که جنگل‌های معتدل مناطقی از ایران، ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، یونان، عراق، فلسطین اشغالی، اردن،

جمع‌آوری داده‌های زیستگاهی

در قسمت شمالی منطقه جنگلی سروک از مرداد تا آبان ۹۲ به صورت هفتگی بازدیدهای مکرری صورت گرفت و تعداد ۳ ایستگاه: گلزار، کلگاه و اشکفت کره برای نمونه برداری براساس مشاهده مستقیم، مشاهده لانه و شناسایی نمایه‌های سنجاب ایرانی تعیین گردید. در هر یک از این ایستگاه‌ها با استفاده از روش ترانسکت خطی تصادفی نمونه برداری انجام شد. این ترانسکت‌ها به صورت طولی و در جهت افزایش ارتفاع قرار گرفتند. نقطه شروع نمونه برداری در هر ایستگاه به شکل تصادفی انتخاب و ترانسکت‌ها طوری قرار گرفتند که تمامی ایستگاه مورد بررسی را پوشش دهند و هم‌چنین تپ‌های گیاهی موجود در منطقه و پستی و بلندی‌های مختلف در طول مسیر را در بر گیرند. به این ترتیب ۵ ترانسکت با طول ۴ کیلومتر در هر ایستگاه طی دوره مطالعاتی مستقر شدند.

روش ارزیابی زیستگاه

در این مطالعه جهت ارزیابی زیستگاه سنجاب ایرانی از شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) استفاده شده است. ابتدا متغیرهای زیستگاهی رتبه‌بندی شده و سپس شاخص مطلوبیت زیستگاه برآورد شد. به منظور رتبه‌دهی به متغیرهای زیستگاهی، فهرستی از متغیرهای زیستگاهی که زندگی سنجاب ایرانی به آن وابسته است با مرور منابع تهیه و سپس به اندازه‌گیری و ثبت این متغیرها در منطقه پرداخته شد (۱، ۶ و ۲۱). متغیرهای عمده‌ای که به عنوان متغیرهای محیطی مدنظر و مورد سنجش قرار گرفتند عبارت بودند از: میانگین شیب غالب، جهت جغرافیایی، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع درخت، قطر برابر سینه درختان بلوط، سطح تاج پوشش درختان، فاصله از جاده، فاصله از روستا و فاصله از رودخانه. در ارتباط با انتخاب متغیرهای این مطالعه و شیوه اندازه‌گیری آنها باید بیان نمود که مطالعات قبلی همبستگی بالای بین نقاط حضور سنجاب ایرانی و این متغیرها را ثبت کرده‌اند (۱، ۶ و ۲۱). به منظور تهیه نقشه طبقات شیب، ارتفاع، جهت، فاصله نقاط حضور گونه از روستا، فاصله

سنجاب ایرانی در منطقه جنگلی سروک و رتبه‌بندی متغیرهای زیستگاهی برای تعیین مطلوبیت بخش‌های مختلف این منطقه می‌باشد. تاکنون مطالعه‌ای مبنی بر انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی در این منطقه صورت نگرفته است و به دلیل بکر بودن نسبی آن می‌تواند در صورت دارا بوده پارامترهای زیستگاهی مورد نیاز این جانور جهت حفاظت به سازمان محیط زیست پیشنهاد گردد.

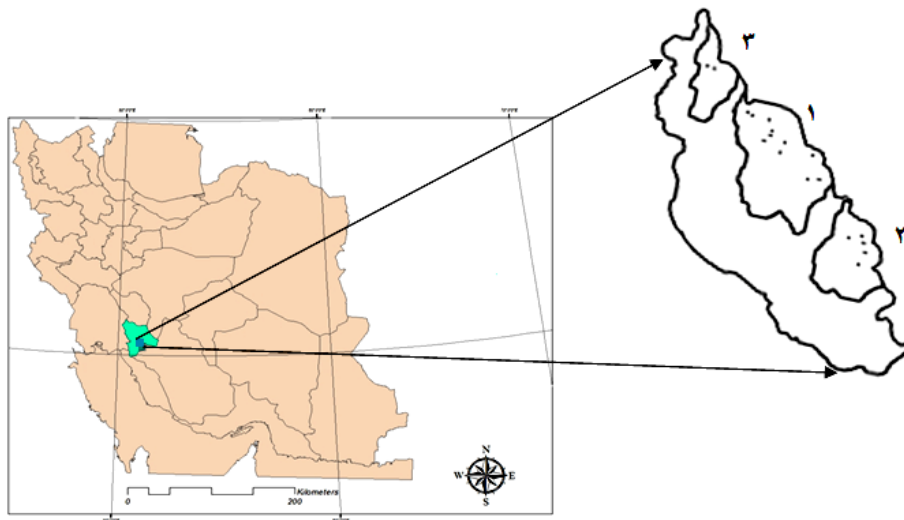
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، منطقه جنگلی سروک می‌باشد که در نزدیکی شهر یاسوج قرار دارد (شکل ۱). مساحت منطقه مطالعاتی ۳۲۲۳/۲۶ هکتار و طول جغرافیایی منطقه: ۵۱ درجه و ۶۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۶۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۶۴ دقیقه شمالی می‌باشد. این منطقه از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای نیمه‌مرطوب می‌باشد. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۸۸۰ متر و متوسط بارش سالانه ۹۰۲/۲ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۲۴/۶ درجه و طول مدت خشکی ۵ ماه در سال است. حدود ۸۳ درصد بارندگی در نیمه دوم سال اتفاق می‌افتد که تأثیر به‌سزایی در تشکیل جنگل‌های بسیار تنک با تاج پوشش بسیار کم داشته است. پوشش گیاهی این منطقه عموماً شامل درختان بلوط، زالزالک، بنه، کیکم و نظیر آنها می‌باشد و گونه غالب جنگل‌های این منطقه بلوط ایرانی است (۱۶).

جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز

در این مطالعه و به منظور سهولت مطالعه، منطقه به دو بخش دهنو در قسمت شمالی و سروک در بخش جنوبی تقسیم شد. با بررسی‌های میدانی اولیه مشخص شد که در بخش جنوبی منطقه سنجاب وجود ندارد، لذا در ادامه مطالعه فقط نمونه‌برداری‌ها در بخش شمالی منطقه صورت گرفت.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کهگیلویه و بویراحمد و محدوده منطقه جنگلی سروک (۱- ایستگاه گلزار، ۲- ایستگاه کلگاه و ۳- ایستگاه اشکفت کره)

تمام طول سال نشان داده شد. در نهایت برای محاسبه HSI کل از روش میانگین هندسی استفاده شد (۱۳).

$$HSI = (SIV_1 \times SIV_2 \times \dots \times SIV_n)^{\frac{1}{n}} \quad [1]$$

در این رابطه n تعداد متغیر است. SIV_1 : درجه مطلوبیت زیستگاه برای متغیر ۱، SIV_2 : درجه مطلوبیت زیستگاه برای متغیر ۲ و SIV_n : درجه مطلوبیت زیستگاه برای متغیر n می‌باشد.

نتایج

ارزیابی زیستگاه سنجاب ایرانی براساس رتبه‌دهی به متغیرهای میانگین شیب غالب، جهت جغرافیایی، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع درخت، قطر برابر سینه درختان بلوط، سطح تاج پوشش درختان، فاصله از جاده، فاصله از روستا و فاصله از رودخانه در ۳ ایستگاه انجام شد و مجموع کل ارزش‌ها ۳۰ تعیین شد. به عبارت دیگر، حداکثر امتیازی که هر ایستگاه می‌تواند کسب کند ۳۰ است. سپس، به هر یک از این متغیرها مطابق جدول ۱ در هر ایستگاه امتیازی تعلق گرفت (جدول ۲). به‌طور مثال امتیاز ۳ برای متغیر شیب در ایستگاه گلزار به‌معنای این است که میانگین شیب ایستگاه گلزار کمتر از

از جاده و فاصله از رودخانه در منطقه از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری تراکم پوشش گیاهی، در نقاط حضور گونه پلات‌های دایره‌ای به شعاع ۱۰ متر مستقر و تعداد درختان موجود در پلات‌ها شمارش شد (۱۹). جهت اندازه‌گیری سطح تاج پوشش نیز از شاخص مساحت سایه تاج پوشش درختان بلوط استفاده گردید (۱۹). جدول ۱ دامنه تغییرات ارزش متغیرهای زیستگاهی سنجاب ایرانی را نشان می‌دهد. دامنه تغییرات این متغیرها توسط مطالعات انجام گرفته بر روی زیستگاه سنجاب ایرانی به‌دست آمده است و به‌صورت یک فرمول مشخص و ثابت برای ارزیابی تمامی مناطقی خشکی قابل استفاده می‌باشد. سپس به متغیرهای اندازه‌گیری شده امتیاز ۱ تا ۳ به‌ترتیب از خوب تا ضعیف اختصاص داده شد (جدول ۱).

برای نشان دادن رابطه بین متغیرهای زیستی از طریق ترسیم نموداری به‌نام نمودار درختی استفاده شد. بدین صورت که ابتدا از بین متغیرهای زیادی که اندازه‌گیری شده‌اند و یا از منابع مختلف به‌دست آمده‌اند، متغیرهایی انتخاب شدند که ارتباط تنگاتنگی با زندگی گونه موردنظر دارند و سپس ارتباط بین متغیرها به‌صورت کلامی و توصیفی با یک نمودار درختی برای

جدول ۱. دامنه تغییرات ارزش متغیرهای زیستگاهی سنجاب ایرانی در منطقه جنگلی سروک

متغیرهای زیستگاهی	۱ (ضعیف)	۲ (متوسط)	۳ (خوب)
طبقات ارتفاع (متر)	۲۴۰۰ <	< ۱۸۰۰	۱۸۰۰-۲۴۰۰
طبقات جهت	بدون جهت و شمال	شرق	غرب و جنوب
طبقات شیب (درصد)	۴۵ <	۱۴-۴۵	< ۱۴
تراکم پوشش گیاهی (میانگین تعداد درخت در پلات‌ها)	۴ <	< ۲	۲-۴
ارتفاع درخت	۸ <	< ۶	۶-۸
قطر درختان بلوط (سانتی‌متر)	< ۸۰	< ۱۶۹	۸۰-۱۶۹
سطح تاج پوشش درخت (مترمربع)	۳۵ <	< ۳۰	۳۰-۳۵
فاصله از جاده (متر)	۴۴۰۰ <	< ۳۸۹۹	۳۸۹۹-۴۴۰۰
فاصله از روستا (متر)	۳۳۱۳ <	< ۳۱۰۰	۳۱۰۰-۳۳۱۳
فاصله از رودخانه	۲۰۰۰ <	< ۲۰۰۰	۲۰۰۰

جدول ۲. امتیازات کسب شده هر یک از متغیرها در هر ایستگاه

متغیرهای زیستگاهی	ایستگاه گلزار	ایستگاه کلگاه	ایستگاه اشکفت کره
طبقات شیب (درصد)	۳	۲	۲
طبقات جهت	۲	۲	۳
طبقات ارتفاع (متر)	۳	۳	۳
تراکم پوشش گیاهی (درصد)	۳	۲	۱
ارتفاع درختان بلوط (متر)	۳	۱	۲
قطر درخت (سانتی‌متر)	۳	۳	۱
سطح تاج پوشش (مترمربع)	۳	۲	۲
فاصله از جاده (متر)	۲	۲	۱
فاصله از روستا (متر)	۱	۲	۲
فاصله از رودخانه (متر)	۲	۲	۲
مجموع امتیازات متغیرها در هر ایستگاه	۲۵	۲۱	۱۹
جمع ارزش‌ها	۳۰	۳۰	۳۰

زیر محاسبه شد:

$$[۲] \text{ درجه ارزش به دست آمد (جدول ۳). سپس، براساس درجه ارزشی که هر ایستگاه کسب کرده نمایه مطلوبیت طبق رابطه} \\ \text{در نهایت از مجموع امتیازات کلیه متغیرها در هر بخش،} \\ \text{درجه ارزش به دست آمد (جدول ۳). سپس، براساس درجه ارزشی که هر ایستگاه کسب کرده نمایه مطلوبیت طبق رابطه} \\ \text{جمع ارزش‌ها} = \frac{\text{جمع ارزش‌ها}}{\text{درجه ارزش کسب شده}} = \text{نمایه مطلوبیت}$$

برای آزمون مدل HSI باید مهم‌ترین متغیرها برای انجام

چهارده درصد بوده است. در نهایت از مجموع امتیازات کلیه متغیرها در هر بخش، درجه ارزش به دست آمد (جدول ۳). سپس، براساس درجه ارزشی که هر ایستگاه کسب کرده نمایه مطلوبیت طبق رابطه

متغیرها در هریک از زیستگاه‌ها برآورد شد. رابطه بین متغیرهای زیستگاهی که در ارزیابی زیستگاه به کار گرفته شدند با نیازهای زیستگاهی سنجاب ایرانی به صورت نمودار درختی برای تمامی فصول و برای تیپ پوششی جنگلی ارائه شد (شکل ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه جهت ارزیابی زیستگاه سنجاب ایرانی در منطقه جنگلی سروک ۱۰ متغیر زیستگاهی رتبه‌دهی شدند. بدین صورت که عدد ۳ نشان‌دهنده وضعیت خوب، عدد ۲ وضعیت متوسط و عدد ۱ وضعیت ضعیف را نشان داد و مجموع کل ارزش‌ها ۳۰ تعیین شد. به هر یک از این متغیرها که مطابق روش فوق رتبه‌بندی شدند در هر ایستگاه امتیازی تعلق گرفت. در آخر از مجموع امتیازات کلیه متغیرها، درجه ارزش هر ایستگاه به دست آمد. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، ایستگاه گلزار امتیاز ۲۵، ایستگاه کلگاه امتیاز ۲۱ و ایستگاه اشکفت کره امتیاز ۱۹ را کسب کردند. سپس براساس درجه ارزشی که هر ایستگاه کسب نمود نمایه مطلوبیت ایستگاه‌ها محاسبه شد که ایستگاه گلزار با نمایه مطلوبیت ۰/۸۳ بهترین و مطلوب‌ترین زیستگاه برای سنجاب ایرانی بود. ایستگاه کلگاه با نمایه مطلوبیت ۰/۷۰ دارای شرایط متوسطی برای زیست این گونه بود.

ایستگاه اشکفت کره با نمایه مطلوبیت ۰/۶۳ نامطلوب‌ترین شرایط را برای زندگی سنجاب ایرانی فراهم کرده بود. سپس یک مدل محلی نمایه مطلوبیت زیستگاه برای این گونه و به منظور آزمون نمایه مطلوبیت با در نظر گرفتن ۵ متغیر ارائه شد (رابطه ۱). در ارزیابی ایستگاه‌های مربوطه با این مدل ایستگاه شماره یک با نمایه مطلوبیت ۰/۹۲ مناسب‌ترین بخش، ایستگاه شماره دو با نمایه مطلوبیت ۰/۶۲ شرایط متوسط و بخش سه با نمایه مطلوبیت ۰/۴۳ نامطلوب‌ترین شرایط را برای گونه فراهم کرده بودند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آزمون مدل محلی نمایه مطلوبیت زیستگاه نتیجه مشابهی را نسبت به نمایه مطلوبیتی که ارزیابی شد نشان می‌دهد. طبق نتایج این

جدول ۳. درجه ارزش ایستگاه‌ها

نام ایستگاه	درجه ارزش	نمایه مطلوبیت
گلزار	۲۵	۰/۸۳
کلگاه	۲۱	۰/۷۰
اشکفت کره	۱۹	۰/۶۳

محاسبات انتخاب شوند. مهم‌ترین متغیرها در این مطالعه براساس مطالعات انجام گرفته شامل: میانگین شیب غالب، قطر برابر سینه درختان بلوط، تراکم پوشش گیاهی فاصله از جاده و ارتفاع درخت از بین ۱۰ متغیر ارائه شده برگزیده شدند (۱، ۴ و ۲۱). سپس نمایه مطلوبیت برای ۵ متغیر زیستگاهی ذکر شده طبق رابطه ۱ محاسبه شد که در آن $n=5$ می‌باشد. برای مدل‌سازی در این پژوهش از میانگین هندسی استفاده شد. به این صورت که حاصل ضرب مطلوبیت ۵ متغیر در نظر گرفته شده به توان کسری که مخرج آن پنج است، نمایه مطلوبیت زیستگاه هر ایستگاه را نشان می‌دهد:

$$HSI = (SIV_1 \times SIV_2 \times SIV_3 \times SIV_4 \times SIV_5)^{\frac{1}{5}} \quad [3]$$

بر این اساس محاسبات مربوط به تعیین نمایه مطلوبیت زیستگاه برای سنجاب ایرانی یا به عبارتی آزمون مدل به شرح زیر است: در ایستگاه گلزار نمایه مطلوبیت برای متغیر اول (SIV_1) برابر با ۱، متغیر دوم (SIV_2) برابر با ۱، متغیر سوم (SIV_3) برابر با ۱، متغیر چهارم (SIV_4) برابر با ۱ و متغیر پنجم (SIV_5) برابر با ۰/۶۶ می‌باشد. در ایستگاه کلگاه نمایه مطلوبیت متغیرها برابر با: ۰/۶۶، ۰/۶۶، ۰/۳۳، ۱، ۰/۶۶ بودند. نمایه مطلوبیت زیستگاه در ایستگاه اشکفت کره برای متغیرها به ترتیب ۰/۶۶، ۰/۳۳، ۰/۶۶، ۰/۳۳، ۰/۳۳ محاسبه شد. سپس، براساس رابطه شماره ۱، مقادیر HSI هر یک از این ایستگاه‌ها به ترتیب: ایستگاه گلزار ۰/۹۲، ایستگاه کلگاه ۰/۶۲ و ایستگاه اشکفت کره با نمایه مطلوبیت ۰/۴۳ به دست آمد (جدول ۴). در جدول ۵ رابطه بین متغیرهای زیستگاهی و نیازمندی‌های زیستی سنجاب ایرانی نشان داده شد. در آخر نمایه مطلوبیت هریک از

جدول ۴. محاسبات مربوط به تعیین نمایه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی (آزمون مدل)

شماره ایستگاه	متغیر اول SIV _۱	متغیر دوم SIV _۱	متغیر سوم SIV _۲	متغیر چهارم SIV _۱	متغیر پنجم SIV _۱	HSI کل هر ایستگاه
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹۲
۲	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۳۳	۱	۰/۶۶	۰/۶۲
۳	۰/۶۶	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۴۳

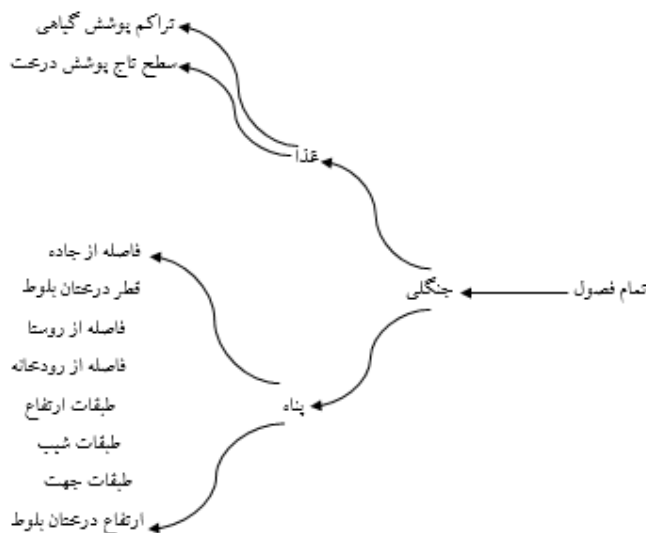
جدول ۵. مطلوبیت متغیرهای به کار گرفته شده در مدل مطلوبیت سنجاب ایرانی

علامت متغیر	نوع متغیر زیستگاهی	نیازمندی‌های زیستی	روش اندازه‌گیری	نمایه مطلوبیت هر یک از متغیرها در هر یک از بخش‌ها
SIV _۱	شیب	پناه	براساس نقشه میانگین شیب منطقه	SI _۱ =۱ SI _۲ =۰/۶۶ SI _۳ =۰/۶۶
SIV _۲	تراکم پوشش گیاهی	پناه	براساس میانگین تعداد درختان در پلات	SI _۱ =۱ SI _۲ =۰/۶۶ SI _۳ =۰/۳۳
SIV _۳	ارتفاع درختان بلوط	پناه	اندازه با چوب مدرج	SI _۱ =۱ SI _۲ =۰/۳۳ SI _۳ =۰/۶۶
SIV _۴	قطر درخت	پناه	اندازه‌گیری با متر نواری	SI _۱ =۱ SI _۲ =۱ SI _۳ =۰/۳۳ SI _۴ =۰/۶۶
SIV _۵	فاصله از جاده	پناه	براساس نقشه فاصله نقاط حضور از جاده	SI _۱ =۱ SI _۲ =۰/۶۶ SI _۳ =۰/۳۳

* SI با اندکس n یعنی نمایه مطلوبیت ایستگاه n برای آن متغیر

می‌دهد (۶) که متوسط ارتفاع و قطر درختان به ترتیب ۸-۶ متر و ۱۶۹-۸۰ سانتی‌متر می‌باشند (۱). سنجاب‌ها آشیانه خود را در داخل تنه درختان بلوط کهنسال با تاج پوشش نسبتاً زیاد می‌سازند تا علاوه بر تأمین مواد غذایی مورد نیاز، آنها را از دید طعمه‌خوران (پرنده‌های شکاری) محافظت نماید (۱۹). مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در استان کهگیلویه و بویر احمد (۴) و کردستان (۲۱) نشان داد که متغیرهای پوشش اراضی (جنگلی)، اقلیم، فاصله از جاده و رودخانه نقش مهمی در انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی ایفا می‌کنند و جلوگیری از تغییر کاربری جنگل به سایر کاربری‌ها و کاهش

مطالعه بهترین زیستگاه برای سنجاب ایرانی در منطقه جنگلی سروک مناطقی با شیب کمتر از ۱۴ درصد، ارتفاع ۲۱۰۰-۱۸۰۰ متر می‌باشد. اقطاری نیز در مطالعه‌ای که روی سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت شده دنا انجام داد نشان داد که زیستگاه‌های مطلوب سنجاب ایرانی در ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ و شیب‌های کم قرار دارد (۱). علاوه بر این تراکم پوشش گیاهی، ارتفاع درخت، قطر درختان بلوط، سطح تاج پوشش درختان، فاصله از جاده، فاصله از روستا و فاصله از رودخانه پارامترهای مهمی در انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی هستند. این جانور زیستگاه‌های جنگلی با تراکم متوسط تا زیاد درختان را ترجیح



شکل ۲. نمودار درختی ارزیابی زیستگاه سنجاب ایرانی برای تمام فصول با در نظر گرفتن متغیرهای مؤثر

سنجاب ایرانی، وجود تعداد کثیری از این جانور در این منطقه و با توجه به نقش مهم این گونه با ارزش در احیا و تجدید نسل جنگل پیشنهاد می‌شود این منطقه به عنوان زیستگاه گونه شاخص جنگل‌های زاگرس تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار گیرد. علاوه بر این، با توجه به اینکه هر ساله تعداد بسیار زیادی سنجاب ایرانی در این منطقه توسط متخلفان به اسارت در می‌آید اعطای عناوین حفاظتی به منطقه، نظیر منطقه شکار ممنوع و یا مناطق حفاظت شده می‌تواند در افزایش نظارت سازمان محیط زیست بر این امر در این زیستگاه ارزشمند کمک می‌نماید.

تراکم جنگل به عنوان راهبرد حفاظتی این گونه معرفی شده است (۲۲).

به دلیل بکر بودن نسبی بخش شماره ۱ (ایستگاه گلزار)، وضعیت توپوگرافی (شیب و جهت) منطقه و دسترسی کمتر روستاییان به این بخش به دلیل صعب‌العبور بودن و عدم وجود جاده آسفالت، این بخش در مقایسه با سایر بخش‌ها از نظر بالا بودن کیفیت متغیرهای مورد نیاز برای زیست سنجاب ایرانی از اهمیت بیشتری برخوردار است. متأسفانه تاکنون هیچ مطالعه‌ای مبنی بر انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی در این منطقه صورت نگرفته است. به طور کلی با توجه به مناسب بودن منطقه جنگلی سروک از لحاظ دارا بودن پارامترهای مؤثر برای زیست

منابع مورد استفاده

۱. اقطاری، ح. ۱۳۹۳. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی به کمک روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی در منطقه حفاظت شده دنا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پایه و کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران.
۲. پهلوانی، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی زیستگاه قوچ و میش اورپال در پارک ملی گلستان. *مجله محیط‌شناسی* ۳۵: ۸-۱.
۳. خاکی صحنه، س.، ا. عزیززاده شعبانی، م. م. میرسنجری، م. کابلی، ز. نوری و ب. فتاحی. ۱۳۹۰. ارزیابی زیستگاه پایکای افغانی با

- استفاده از روش‌های رگرسیون منطقی دوتایی و HEP. *مجله محیط زیست جانوری* ۳: ۱-۱۰.
۴. خلیلی، ف. ۱۳۹۲. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در استان کهگیلویه و بویراحمد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۵. سلمان ماهینی، ع. ۱۳۷۳. ارزیابی زیستگاه قوچ و میش در اندوختگاه زیست سپهر توران با تأکید بر کاربرد عکس‌های ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۶. صادقی، م. ۱۳۹۲. آشکارسازی تغییرات زیستگاه سنجاب ایرانی در استان کردستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۷. ضیایی، ه. ۱۳۸۸. راهنمای صحرایی پستانداران ایران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، تهران.
۸. کرمی، م، ب. حسن‌زاده کیایی، ع. سلمان ماهینی و م. پناهنده. ۱۳۸۷. ارزیابی زیستگاه قرقاول معمولی در زیستگاه توتستان استان گیلان براساس روش هپ. *مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم* (۱۴): ۲۵-۴۰.
۹. کرمی، م، ب. ریاضی و ن. کلانی. ۱۳۸۵. ارزیابی زیستگاه کفتار ایرانی در پارک ملی خجیر و ارائه مدل مطلوبیت به‌کمک روش HEP. *مجله علوم محیطی* ۱۱: ۷۷-۸۶.
۱۰. گلزار، ا. ب. جومردیانی و ع. پورشیرزاد. ۱۳۹۱. ارزیابی زیستگاه بز و پازن در منطقه حفاظت شده تنگ سولک به‌کمک روش HEP، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست، اسفند ۱۳۹۱، دانشگاه آزاد همدان.
11. Albayrak, I. and A. Arslan. 2006. Contribution to the taxonomical and biological characteristics *Sciurus anomalus* in Turkey (Mammalia: Rodentia). *Turkish Journal of Zoology* 30 (1): 111-116.
12. Amr, Z. S., E. Eid, M. A. Qrqaq and M. A. Baker. 2006. The status and distribution of the Persian squirrel (*Sciurus anomalus*) in Dibbeen nature reserve, Jordan. *Zoologische Abhandlungen* 55: 199-207.
13. Burgman, M. A., D. R. Breininger, B. W. Duncan and S. Ferson. 2001. Setting reliability bounds on habitat suitability indices. *Ecological Applications* 11: 70-78.
14. Elith, J. and J. R. Leathwick. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 677-697.
15. ESM. 1981. Fish and Wildlife Services. 103 ESM: Standards for the Development of Habitat Suitability Index. Available from USFWS Website at <https://www.fws.gov/policy/esm103.pdf>.
16. Fattahi, M. 1996. Investigation on the Zagros Quercus forests and the important deforestation parameters, first edition. Iranian Forest and Rangelands Research Institute Press, 63 p.
17. Guisan, A. and W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.
18. Guisan, A. and N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling* 135: 147-186.
19. Khalili, F., M. Malekian and M. R. Hemami. 2016. Characteristics of den, den tree and sites selected by the Persian squirrel in zagros forests, western Iran. *Mammalia* 80(5): 567-570.
20. Prins, H. and F. van Langevelde. 2008. Resource Ecology; Spatial and Temporal Dynamics of Foraging. Springer, 306 p.
21. Sadeghi, M. and M. Malekian. 2016. The Persian squirrel of Kurdistan Province, western Iran: what determines its geographic distribution? *Mammalia*, DOI: 10.1515/mammalia-2015-0166.
22. Sadeghi, M., M. Malekian and L. Khodakarami. 2016. Forest losses and gains in Kurdistan province, western Iran: where do we stand? *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, DOI: 10.1016/j.ejrs.2016.07.001.
23. Yigit, N., B. Krystufek, M. Sozen, A. Bukhnikashvili and G. Shenbrot. 2012. *Sciurus anomalus*. In: IUCN 2008. IUCN Red List of Threatened Species: Retrieved from <http://www.iucnredlist.org/details/20000/0>.