

The Study of Regeneration Feasibility of the Persian Squirrel (*Sciurus anomalus*) in the Forest Reserved Area of Shazand Using MaxEnt

Amir Ansari^{1*}, Mostafa Hadavand²

1. Professor, Department of Environmental Sciences,
Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak
University, Arak, Iran

2. M. A., Department of Environmental Sciences,
Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak
University, Arak, Iran

(Received: Nov. 29, 2016 - Accepted: May 14, 2018)

مطالعه امکان‌سنجی احیای سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در ذخیره‌گاه جنگل بلوط شازند با روش آنتروپی بیشینه

امیر انصاری^{۱*}، مصطفی هداوند^۲

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

۲. کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه محیط زیست،

دانشگاه اراک

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۴)

Abstract

Persian squirrel (*Sciurus anomalus*) is a typical Iranian mammal of Zagros Oak Forests. Due to very poor natural cover of forest in Markazi Province, existence of trees dominant type of species *Quercus Brantii persica* in the Forest Reserved Area of Shazand is of great importance for the regeneration of this species. The study accomplished through using MaxEnt and statistic methods with Seven variables as follows: tree height, diameter at breast height (DBH), cover crown, distance from roads and agricultural land, distance from the nearest tree, the number of trees with holes, and fertility rate of oak trees, and 60 hypothetical of simulated points of squirrel. The results indicate that an area of 6.4 ha, equivalent to 39%, in the forest reserved area of Shazand is suitable habitat for the Persian squirrel. The model validity is 0.845 revealing the excellent performance of MaxEnt method. According to the available habitat conditions there is not possibility of regeneration of the Persian squirrel in the Forest Reserved Area of Shazand until now. The number of trees with holes, diameter at breast height, distance from the nearest tree, fertility rate of oak trees, cover crown are respectively known as the variables with the greatest impact on habitat of Persian squirrel.

Keywords: *Quercus Brantii Persica*, *Sciurus Anomalus*, Forest Reserved Area, Shazand and MaxEnt.

چکیده

سنجاب ایرانی به‌عنوان پستاندار شاخص جنگل‌های بلوط زاگرس است که با توجه به فقر شدید پوشش جنگل‌های طبیعی در استان مرکزی وجود تیپ غالب درختان گونه بلوط ایرانی در منطقه ذخیره‌گاه جنگلی شازند از اهمیت بالایی برای احیای این گونه محسوب می‌شود. این مطالعه با استفاده از روش آماری و MaxEnt با ۷ متغیر ارتفاع درختان، قطر برابر سینه درختان، میزان تاج پوشش، فاصله از جاده و اراضی کشاورزی، فاصله از نزدیکترین درخت، تعداد درختان دارای حفره و میزان باردهی درختان و ۶۰ نقطه فرضی شبیه‌سازی شده حضور سنجاب در منطقه انجام شد. نتایج نشان می‌دهد مساحت ۶/۴ هکتار معادل ۳۹ درصد از محدوده ذخیره‌گاه جنگل بلوط شازند به‌عنوان زیستگاه مطلوب سنجاب ایرانی است. اعتبار مدل معادل (۰/۸۴۵) است که نشانگر عملکرد مناسب روش MaxEnt است. براساس شرایط زیستگاهی موجود، فعلاً امکان احیای سنجاب ایرانی در ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند وجود ندارد. در بین متغیرها بیشترین اثرگذاری تعداد درختان دارای حفره، قطر برابر سینه، فاصله از نزدیکترین درخت، میزان باردهی درختان و میزان تاج پوشش درختان است.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، سنجاب ایرانی، ذخیره‌گاه جنگلی، شازند، MaxEnt.

مقدمه

پستانداران نقش عمده و پیچیده‌ای در ایجاد تعادل بوم‌شناختی ایفاء می‌کنند. سنجاب‌ها در میان پستانداران شناخته‌شده، بسیار شاخص و معروف هستند. در اکثر اقلیم جهان بجز در دو اقلیم قطب جنوب و استرالیا وجود دارند (Harington & Firouz, 1976). در جهان بیش از چهار هزار پستاندار شناخته شده است که تا کنون ۱۹۷ گونه آنها در ایران شناسایی شده‌اند (Ziaee, 2009). خانواده سنجاب‌ها (Sciuridae) به راسته جونندگان (Rodentia) تعلق دارند. سنجاب‌ها براساس شیوه زندگی در سه گروه کلی: سنجاب‌های درختی، سنجاب‌های زمینی و سنجاب‌های پرند تقسیم می‌شوند. از خانواده سنجاب‌ها تاکنون پنج گونه از چهار جنس در ایران شناسایی شده‌اند که دو گونه از آنها درخت‌زی و سه گونه دیگر زمین‌زی هستند (Etemad, 1978; Phillips *et al.*, 2008). این جانور معمولاً درختان بلند و کهنسال را به درختان کوتاه و پر شاخ و برگ ترجیح می‌دهد، دانه‌های بلوطی که توسط سنجاب‌های ایرانی جمع‌آوری و زیر خاک مدفون می‌شود، ارزش بالایی در گسترش و تجدید حیات جنگل‌های بلوط دارد (Ziaee, 2009). پراکنش سنجاب ایرانی در یونان، ترکیه، آذربایجان، ارمنستان، گرجستان، ایران، عراق، فلسطین، اردن و سوریه در جنگل‌های سوزنی برگ و معتدله است (Harington & Firouz, 1976). در کشور ایران به لحاظ تنوع اقلیمی، زیستگاه‌های متنوعی به چشم می‌خورد که یکی از پر اهمیت‌ترین آنها زیستگاه‌های جنگلی زاگرسی است که به لحاظ تنوع زیستی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گونه شاخص این جنگل‌ها در غرب کشور، سنجاب ایرانی است که از این جنگل به‌عنوان زیستگاه خود استفاده می‌کند و حضور آن شاخصی برای سنجش و تعیین وضع کلی منطقه است (Malekian *et al.*, 2014). سنجاب ایرانی یکی از پستانداران شاخص جنگل‌های بلوط

زاگرس است که متأسفانه به دنبال تخریب زیستگاه این حیوان در اثر فعالیت‌های انسانی از قبیل چرای مفرط دام، ذغال‌گیری، گلازنی، جمع‌آوری و فروش دانه بلوط، قطع درختان و شکار بی‌رویه، جمعیت این حیوان در اکثر بخش‌های جنگل‌های بلوط ایران، بخصوص در زاگرس مرکزی به شدت کاهش یافته است (Harington & Firouz, 1976). متأسفانه علیرغم قرار گرفتن نام این حیوان در لیست گونه‌های دارای اولویت حفاظتی سازمان محیط زیست، اطلاعات چندانی در مورد وضعیت جمعیت این حیوان در ایران در دسترس نیست. سنجاب ایرانی در فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت در طبقه با کمترین نگرانی قرار دارد (IUCN, 2015). از آنجایی که زیستگاه به‌عنوان یکی از مهمترین فاکتورها در حفاظت از گونه‌ها مطرح است (Hosseini, 2010). از این‌رو نیاز به روش‌هایی است که به کمک آنها بتوان زیستگاه‌ها را ارزیابی و در طول زمان، تغییرات کیفیت آنها را برآورد کرد. برای شناخت آثار فعالیت‌های انسان و ارزیابی دقیق از تأثیرات این فعالیت‌ها بر کیفیت زیستگاه‌ها باید یک روش ارزیابی قابل اعتماد مورد استفاده قرار گیرد. به همین منظور، روش‌های مدل‌سازی زیستگاه از سال ۱۹۷۱ تاکنون با گستردگی روزافزونی در ارزیابی و مدیریت زیستگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Talebi, 2004). MaxEnt یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است. اصل MaxEnt به حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت برمی‌گردد. Shannon (1984) آنتروپی را به‌صورت یک معیار از تعداد گزینه‌های درگیر در وقوع یک رویداد توصیف کرده است. کاربرد قاعده حداکثر آنتروپی برای توزیع گونه توسط قوانین ترمودینامیک فرایندهای بوم‌شناختی توصیف می‌شود. بنابراین، در غیاب تأثیر عوامل محدودکننده دیگر نسبت به محدودیت‌های اعمال شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آنتروپی را دارد. نمودار اعتبارسنجی یکی از متداول‌ترین روش‌های

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

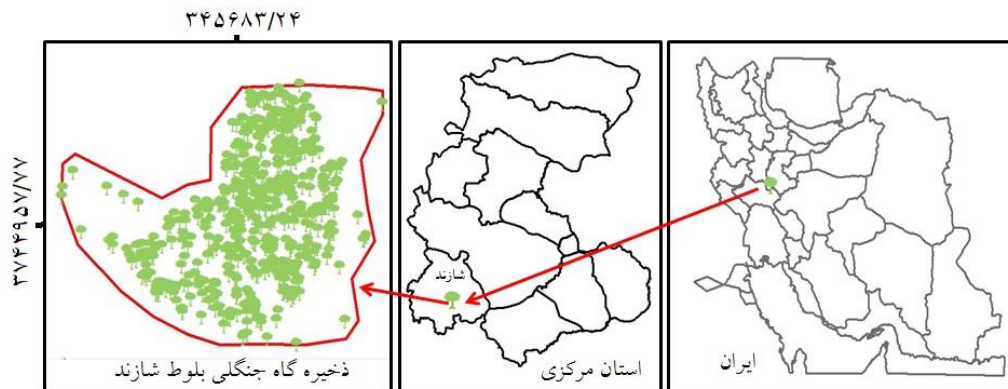
منطقه ذخیره‌گاه جنگلی بلوط سرسختی به مساحت ۲۱۰ هکتار در شهرستان شازند، بخش مرکزی دهستان آستانه در فاصله ۱۰ کیلومتری از شهرستان شازند واقع شده است. تیپ غالب درختان گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii persica*) است. در سال ۱۳۸۱ اطراف منطقه ضربه‌گیر عرصه به مساحت ۳۵ هکتار حصارکشی شد و منطقه به صورت قرق کامل تحت حفاظت، حمایت و مدیریت پایدار است و حدود ۶۰۰۰ متر آن محصور شده است. حداکثر ارتفاع منطقه ذخیره‌گاه از سطح دریا ۲۳۸۰ متر و حداقل ارتفاع آن ۲۱۴۰ متر و بین طول‌های جغرافیایی ۱۹، ۴۹ و ۲۱، ۴۹ و عرض‌های جغرافیایی ۵۰، ۳۳ و ۵۱، ۳۳ قرار گرفته است (شکل ۱). میزان بارندگی منطقه معادل ۵۶۸/۵۴ میلی‌متر بوده که بیشتر به صورت بارش برف است. حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۰/۵ درجه سانتی‌گراد، حداقل مطلق درجه حرارت منطقه ۲۹/۶ درجه سانتی‌گراد و متوسط درجه حرارت سالانه ۱۱/۱۷ درجه سانتی‌گراد است. در این منطقه می‌توان تنها آثار به جامانده از جنگل‌های بلوط ایران به‌عنوان گنجینه اکولوژیکی ارزشمند در دامنه کوهی با شیب تند و رو به جنوب در عرصه‌ای پوشیده از قطعات عظیم و حجیم سنگ‌های گرانیتی را مشاهده کرد. اداره کل منابع طبیعی استان مرکزی در راستای حفظ، حراست و نگهداری و همچنین مدیریت علمی این گونه با ارزش جنگلی، در سال ۱۳۷۹ منطقه مذکور را به‌عنوان ذخیره‌گاه جنگلی بلوط سرسختی بالا اعلام کرده است (Aghakhani et al., 2008).

این مطالعه در طول یک سال از اوایل بهار تا اواخر زمستان سال ۱۳۹۴ انجام شد. ابتدا با توجه به مرور منابع و مطالعات انجام‌شده در رابطه با زیستگاه سنجاب ایرانی، متغیرهای زیستگاهی سنجاب در منطقه تعیین شد. سپس فرم بازدید میدانی شامل مختصات جغرافیایی درختان بلوط، ارتفاع درختان، قطر برابر سینه درختان، میزان تاج پوشش، فاصله از جاده و

آماری است که به‌طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی صحت مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود. سطح زیر منحنی برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Phillips et al., 2008). استان مرکزی از جمله استان‌هایی است که از نظر پوشش جنگل‌های طبیعی بسیار فقیر است. اما در جاده‌ای که به روستای کسراف ختم می‌شود، باغ‌های زیبایی وجود دارد که جنگل گونه‌اند و دست کمی از جاده چالوس ندارند. مساحت جنگل‌های طبیعی استان مرکزی حدود ۵۴۷۲ هکتار است. سرانه جنگل (جنگل‌های طبیعی و دست کاشت) نزدیک به ۱۲۸ مترمربع است. در استان، چهار ذخیره‌گاه جنگلی وجود دارد که شامل ذخیره‌گاه بلوط و سماق در شهرستان شازند با وسعت ۲۱۰ و ۷۵ هکتار، بنه در شهرستان تفرش با وسعت ۲۰ هکتار و خونبار واقع در شهرستان ساوه به مساحت ۲۰۰۰ هکتار است. در منطقه ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند تیپ غالب درختان گونه بلوط ایرانی است. این گونه در خاورمیانه، ناحیه ایران و ارمنستان انتشار داشته و در ایران مرز ناحیه ایرانی-تورانی است. تعداد کل پایه درختی موجود در ذخیره‌گاه جنگلی شازند ۲۱۱۱ اصله که از این تعداد ۱۵۱۸ اصله (۷۲ درصد) شاخه زاد و اصله ۵۹۳ (۲۸ درصد) دانه‌زاد هستند. متوسط تعداد درختان جنگلی برابر ۶۶ اصله است. درصد تاج پوشش حداکثر ۳۲ درصد است (Aghakhani et al., 2008). هر چند مطالعاتی بر روی زیستگاه سنجاب ایرانی انجام شده است، ولیکن تاکنون هیچ مطالعه‌ای بر روی امکان-سنجی احیای سنجاب ایرانی صورت نگرفته است. بنابراین، هدف این تحقیق با توجه به وضعیت ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند و تأثیر و ارتباط سنجاب ایرانی در بهبود وضعیت اکولوژیکی جنگل‌های بلوط، ضرورت مطالعه امکان‌سنجی احیای سنجاب ایرانی در ذخیره‌گاه جنگل بلوط شازند از اهمیت بالایی برخوردار است.

و سپس با تکنیک Kriging درون‌یابی شدند و نقشه‌های متغیرهای زیستگاهی مورد نیاز منطقه تهیه شد. سپس با توجه به نتایج مطالعات به‌دست آمده از منابع موجود در رابطه با شرایط بهینه متغیرهای زیستگاهی شامل ارتفاع درختان، قطر برابر سینه درختان، میزان تاج پوشش، فاصله از جاده و اراضی کشاورزی، فاصله از نزدیکترین درخت، تعداد درختان دارای حفره و میزان باردهی درختان بلوط، تعداد ۶۰ نقطه فرضی شبیه‌سازی شده حضور سنجاب در منطقه تهیه شد (Chamani et al., 2013; Malekian et al., 2013). سپس با روش MaxEnt، مطلوبیت زیستگاه سنجاب در ذخیره‌گاه جنگلی شازند با نقاط فرضی شبیه‌سازی و مورد ارزیابی قرار گرفت (Phillips et al., 2008).

اراضی کشاورزی، فاصله از نزدیکترین درخت، تعداد درختان دارای حفره و میزان باردهی درختان بلوط تهیه شد (شکل ۲). اطلاعات کلیه درختان مطابق فرم بازدید میدانی با GPS جمع‌آوری و از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ به‌عنوان نقشه پایه استفاده شد. با توجه به کوچک بودن وسعت منطقه مورد مطالعه و تغییرات ناچیز متغیرهای شیب، جهت، ارتفاع، اقلیم و همچنین فاصله زیاد از مناطق مسکونی، متروکه بودن معدن و نبودن منابع آب در داخل منطقه، این متغیرها در مطالعه حذف شدند. بعد از جمع‌آوری داده‌ها آزمون نرمال بودن داده‌ها با روش چولگی و آزمون آماری کلموگروف-اسمیرنوف در نرم‌افزار SPSS 16 تست شد و در نرم‌افزار Arc GIS با روش زمین آمار در منوی Geostatistical Analyst داده‌ها ابتدا نرمال



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند



شکل ۲. ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند

نتایج

نتایج نشان می‌دهد از ۳۵ هکتار محدوده هسته مرکزی ذخیره‌گاه شازند، وسعت ۱۶/۴ هکتار آن به‌عنوان پوشش جنگلی بلوط به همراه بلوک‌های بزرگ سنگ گرانیت است. در طول مطالعه سنجابی در منطقه مشاهده نشد به طوری که حتی از لاشه‌های شکار شده جوندگان در لانه شاه بوف با دو جوجه در داخل صخره‌های محدوده مطالعاتی آثاری از سنجاب مشاهده نشد. با توجه به هدف مطالعه و منابع موجود از ۲۱۱۱ اصله پایه درختی موجود در ذخیره‌گاه جنگلی شازند، تعداد ۵۳۷ اصله درخت که مناسب اندازه‌گیری متغیرهای زیستگاهی سنجاب ایرانی هستند انتخاب شدند. ویژگی مهم این درختان، شامل ارتفاع بیش از ۱۳۰ سانتی‌متر، قطر تاج پوشش بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر، قطر برابر سینه بیش از ۱۰ سانتی‌متر، درختان دارای حفره (تعداد ۳۰ اصله) و میزان باردهی درختان (تعداد ۴۶۶ اصله) بود. بیشترین فاصله از نزدیکترین درختان ۶۵ متر و کمترین فاصله ۱ متر است. میانگین اندازه متغیرهای ارتفاع درختان (۴۳۸/۳۲)، قطر برابر سینه درختان (۴۹/۷۰)، میزان تاج پوشش (۳۷۴/۲۶)، فاصله از نزدیکترین درخت (۵/۱۶) و میزان باردهی درختان بلوط (۴۵/۵۱) است. نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان می‌دهد مقدار چولگی مشاهده شده در متغیرهای ارتفاع، قطر تاج پوشش و DBH بین ۲ و ۲- است. پس داده‌ها نرمال هستند؛ ولیکن این مقدار در متغیر تعداد درختان دارای حفره، میزان باردهی درختان و فاصله از نزدیکترین درخت، بیش از این مقدار است و در آزمون داده‌ها کلموگروف-اسمیرنوف نیز این وضعیت در داده‌ها مشاهده می‌شود. این نشان می‌دهد که توزیع متغیرها نسبت به توزیع نرمال، کشیدگی زیادی دارد و از حالت نرمال خارج شده است (جدول ۱). سپس داده‌ها نرمال شدند.

نتایج شبیه‌سازی مدل MaxEnt نشان می‌دهد که از بین متغیرها، متغیرهای فاصله درختان از یکدیگر و قطر برابر سینه درختان دارای سهم زیاد و اهمیت بالایی در زیستگاه مطلوب سنجاب دارند و متغیر

میزان تاج پوشش درختان، سهم و اهمیت کمتری در زیستگاه مطلوب سنجاب دارند (جدول ۲). در بررسی متغیرها مشخص شد. درختان دارای حداقل یک حفره، مطلوبیت خوبی دارند و درختانی که حفره ندارند مناسب نیستند و افزایش تعداد حفره درختان بیش از ۲ حفره، تأثیری در مطلوبیت زیستگاه ندارد. علاوه بر حفره‌های موجود در درختان، حفره‌ها، درز و شکاف موجود در صخره‌های زیر درختان منطقه مکان مناسبی برای پناه و لانه‌سازی سنجاب‌ها است. با افزایش قطر برابر سینه از ۱۰ سانتی‌متر تا ۴۵ سانتی‌متر مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر مناسب نیست. با افزایش قطر تاج پوشش از ۱۰۰ سانتی‌متر به بالا، مطلوبیت افزایش می‌یابد. در فاصله کمتر از ۱۰ متر از نزدیکترین درخت زیستگاه مطلوب بوده و بیش از آن، مطلوبیت کاهش می‌یابد. با افزایش میزان باردهی درختان از ۱۰۰ میوه بلوط به بالا مطلوبیت افزایش می‌یابد. با افزایش ارتفاع درختان از ۱۳۰ سانتی‌متر به بالا مطلوبیت افزایش می‌یابد. با افزایش فاصله از جاده و اراضی کشاورزی از ۱۰۰ متر به بالا مطلوبیت افزایش می‌یابد. طبق نتایج به‌دست آمده از آزمون جک نایف، مشاهده می‌شود وابستگی سنجاب‌ها به متغیرها به ترتیب تعداد درختان دارای حفره، قطر برابر سینه، فاصله از نزدیکترین درخت، میزان باردهی درختان، فاصله از جاده و اراضی کشاورزی است و کمترین وابستگی به متغیرهای ارتفاع درختان و قطر تاج پوشش درختان زیاد است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود متغیر تعداد درختان دارای حداقل یک حفره متغیر منحصر به فرد است و وابستگی سنجاب به آن زیاد است. سنجاب نیز به نبود متغیرهای قطر تاج پوشش و ارتفاع درختان وابستگی زیاد دارد (شکل ۳). نتایج اعتبارسنجی مدل مگسنت نشان می‌دهد که میزان سطح زیر منحنی ROC (Receiver operating characteristic) با انحراف معیار $\pm 0/08$ برابر با $0/845$ است. با توجه به تأثیر متغیرها بر زیستگاه سنجاب و نتایج مدل‌سازی

مطلوبیت زیستگاه سنجاب در ذخیره‌گاه جنگلی شازند، لکه‌های مطلوب، نامطلوب و درختان دارای حفره و میوه برای سنجاب ایرانی نشان داده شده است (شکل ۴).

مشخص شد از کل منطقه هسته مرکزی ذخیره‌گاه جنگلی شازند مساحت ۶/۴ هکتار معادل ۳۹ درصد از وسعت منطقه به‌عنوان زیستگاه مطلوب برای سنجاب ایرانی است (جدول ۳). در نقشه مدل‌سازی

جدول ۱. میزان شاخص‌های آماری متغیرهای زیستگاهی سنجاب ایرانی در ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند

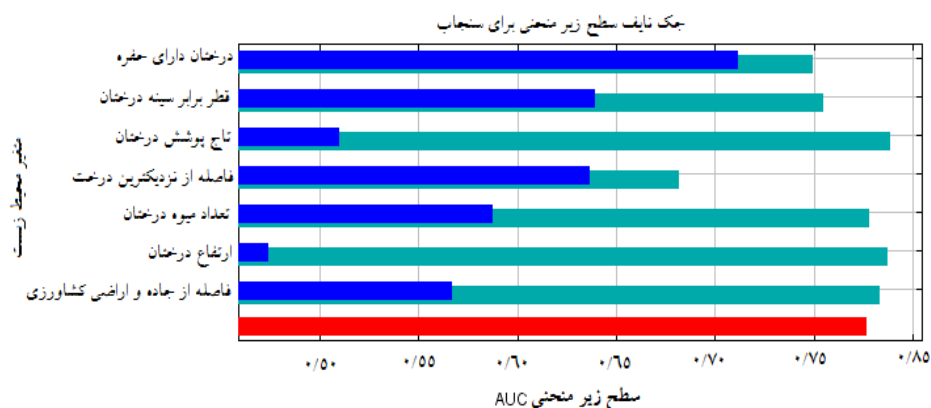
متغیر شاخص آماری	ارتفاع درختان	قطر تاج پوشش درختان	قطر برابر سینه درختان	تعداد درختان دارای حفره	میزان باردهی درختان	فاصله از نزدیکترین درخت
داده‌های معتبر	۵۳۷	۵۳۷	۵۳۷	۵۳۷	۵۳۷	۵۳۷
میانگین	۴۳۸/۳۲	۳۷۴/۲۶	۴۹/۷۰	۰/۱۱	۴۵/۵۱	۵/۱۶
میانه	۴۳۰	۳۸۰	۴۵	۰	۳۰	۵
انحراف معیار	۱۱۹/۲۴	۱۱۶/۰۹	۲۲/۲۲	۰/۶۲	۴۶/۴۶	۳/۵۱
ضریب چولگی	۰/۶۸۷	۰/۱۷۱	۱/۷۴	۸/۸۴۸	۲/۵۵۲	۱۱/۳۱
ضریب کشیدگی	۰/۹۳۷	-۰/۰۷۵	۴/۳۲۸	۹۸/۵۶۱	۱۰/۸۰۶	۱۷۵
کمترین داده	۱۳۰	۱۰۰	۱۰	۰	۰	۱
بیشترین داده	۸۹۰	۷۰۰	۱۴۵	۹	۴۰۰	۶۵
جمع	۲۳۵۳۸۰	۲۰۰۹۸۰	۲۶۶۹۲	۶۱	۲۴۴۴۴	۲۷۷۴/۵۰
آزمون کلموگروف-اسمیرنوف	۱/۷۹	۱/۸۲	۳/۵۶	۱۱/۹۵	۴/۶۵	۶/۵۶

جدول ۲. درصد سهم و اهمیت هر یک از متغیرهای زیستگاهی سنجاب ایرانی در ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند

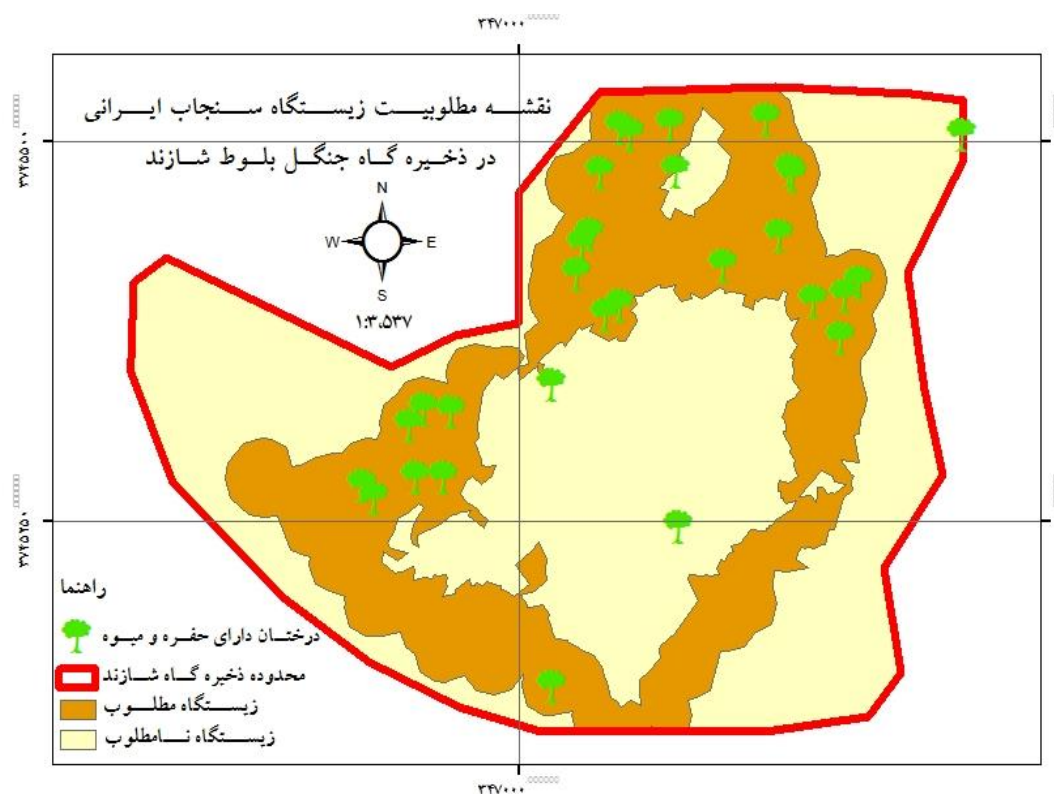
متغیرها	درصد سهم	درصد اهمیت
فاصله درختان از یکدیگر	۴۹/۵	۶۱
قطر برابر سینه درختان	۲۵/۱	۱۸/۴
تعداد درختان دارای حفره	۹/۱	۹/۱
ارتفاع درختان	۸/۷	۶/۳
میزان باردهی درختان	۴/۷	۰/۵
فاصله از جاده و اراضی کشاورزی	۱/۸	۳/۳
میزان تاج پوشش درختان	۱/۱	۱/۴

جدول ۳. مساحت و درصد زیستگاه سنجاب ایرانی در ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند

نام طبقه	Maxent	درصد
	مساحت (هکتار)	
نامطلوب	۱۰	۶۱
مطلوب	۶/۴	۳۹
جمع کل	۱۶/۴	۱۰۰



شکل ۳. نمودار جک نایف متغیرهای زیستگاهی سنجاب ایرانی در ذخیره گاه جنگلی بلوط شازند



شکل ۴. نقشه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در ذخیره گاه جنگلی بلوط شازند

منظمی است که دارای توزیع دو کوهانه بوده و در دوره‌های زادآوری در توده (تحت تأثیر چرای مفرط دام، تأثیر آفات و غیره) قطع شده است. همچنین این توده از لحاظ روندهای تحولی و الگوهای توالی توده‌های طبیعی در ابتدای فاز مسن شدن قرار دارد و لزوم انجام دخالت‌های مدیریتی را با توجه به منحنی نرمال برای رسیدن به ساختار مطلوب، مشخص می‌کند (Aghakhani *et al.*, 2008). مساحت

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه نشان می‌دهد باتوجه به شرایط متغیرهای زیستگاهی موجود، فعلاً امکان احیای سنجاب ایرانی در ذخیره گاه جنگلی بلوط شازند وجود ندارد. همچنین داده‌های به دست آمده از ویژگی‌های رویشگاهی درختان بلوط منطقه، منطبق با نتایج مطالعات طرح مدیریت ذخیره گاه جنگلی بلوط شازند است. به طوری که این ذخیره گاه، شامل توده ناهمسال مسن شده و

می‌کند. میزان دسترسی به غذای زمستانه تابعی از نتیجه درصد تاج پوشش درختان با $DBH > 22$ سانتی‌متر، درصد تاج پوشش کل درختان و تعداد گونه‌های موجود درختان با $DBH > 22$ سانتی‌متر است. درختان آشکوب پایین، کمترین اثر را در میزان تولید دانه دارند. همچنین تعداد حفره‌های موجود در هر پلات، تابعی از متغیر تاج پوشش درخت و میانگین DBH آشکوب بالایی است. پاتنوده مطالعاتی در مورد تأثیر ساختار جنگل بر روی زیستگاه سنجاب قرمز انجام دادند و گزارش دادند که متغیرهای تأثیرگذار در انتخاب زیستگاه توسط سنجاب قرمز، میانگین ارتفاع درختان، تراکم درختان و سطح تاج پوشش درختان هستند (Patenaude et al., 2011). Chamani & Kaboodvandpour (2013) مطالعه‌ای روی ارزیابی زیستگاه سنجاب ایرانی انجام دادند و گزارش دادند که تعداد بلوط خورده شده در واحد سطح، شاخص مناسبی برای تعیین زیستگاه ارجح و تراکم سنجاب ایرانی است. همچنین قطر برابر سینه درخت و میزان تاج پوشش درختان، مهمترین متغیر زیستگاهی برای ارائه مدل مطلوبیت زیستگاه برای سنجاب ایرانی هستند. در مطالعه Malekian et al. (2013) بر روی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در دنا نشان دادند که در روش تحلیل عامل بوم‌شناختی، متغیرهای اقلیم، فاصله از رودخانه و جهت، مهمترین عوامل در انتخاب زیستگاه سنجاب ایرانی هستند. زیستگاه مطلوب سنجاب ایرانی بیشتر در اقلیم‌های مدیترانه‌ای تا خیلی مرطوب فاصله‌های بیشتر از رودخانه و جهت‌های غربی و جنوبی قرار دارد و در روش حداکثر آنتروپی متغیرهای کاربری اراضی، اقلیم و فاصله از جاده مهمترین متغیرها در انتخاب زیستگاه این جانور است. سنجاب ایرانی زیستگاه‌های جنگلی با اقلیم خیلی مرطوب و مناطق دارای فاصله کمتر از جاده را ترجیح می‌دهد.

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان می‌دهد از گذشته تاکنون، سطح جنگل بلوط در این منطقه به دلیل چرای مفرط دام، تأثیر آفات، آتش‌سوزی، آلودگی

مطلوب برای سنجاب ایرانی با روش MaxEnt معادل $6/4$ هکتار برابر ۳۹ درصد و اعتبارسنجی مدل مگسنت میزان سطح زیرمنحنی ROC برابر با $0/845$ است که این میزان نشانگر عملکرد عالی مدل مگسنت است (Giovanelli et al., 2010). در مطالعه Malekian et al. (2013) با مقایسه روش مگسنت و تحلیل عامل بوم‌شناختی نشان دادند که مگسنت به‌عنوان روش مناسبتری برای تعیین مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مقیاس کلان نسبت به تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی منطبق است. مدل مطلوبیت زیستگاه سنجاب در ذخیره‌گاه جنگلی شازند با تعداد درختان دارای حفره، قطر برابر سینه، فاصله از نزدیکترین درخت، میزان باردهی درختان، فاصله از جاده و اراضی کشاورزی رابطه مثبت و با افزایش فاصله درختان، کاهش میوه و حفره رابطه منفی دارد. بدین معنا که افزایش درختان دارای حفره، کاهش فاصله درختان و افزایش قطر برابر سینه درختان و ارتفاع و تاج پوشش بر مطلوبیت زیستگاه سنجاب می‌افزایند که منطبق با مطالعه‌ای است که Talebi (2004) در جنگل‌های بلوط غرب در استان چهارمحال و بختیاری انجام دادند و نشان دادند بین قطر برابر سینه درخت و ارتفاع درخت و قطر برابر سینه درخت و میزان تاج پوشش رابطه خطی معناداری وجود دارد. یعنی با افزایش DBH ، ارتفاع و میزان تاج پوشش نیز بیشتر می‌شود. نتایج آماری داده‌های ذخیره‌گاه شازند نشان می‌دهد میانگین اندازه متغیرهای قطر برابر سینه درختان ($49/70$)، میزان تاج پوشش ($374/26$) و میزان باردهی درختان بلوط ($45/51$) که منطبق با تحقیقی است که Arthur (1987) بر روی مدل‌سازی زیستگاه سنجاب خاکستری طی فصول مختلف سال انجام داد و نشان داد مهمترین متغیرها در مطلوبیت زیستگاه این گونه، میزان دسترسی به غذای زمستانی و تعداد حفره‌های موجود در درختان در واحد سطح بودند. میزان دسترسی به غذای زمستانی، نیاز غذای گونه و تعداد حفره‌ها نیز نیاز پناه گونه را تأمین

- کمی است. بنابراین، پیشنهادهای زیر برای احیای سنجاب ایرانی در منطقه ارائه می‌شود.
- ۱- بهبود وضعیت کمی و کیفی ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند مطابق برنامه طرح جامع مدیریت منطقه
 - ۲- توسعه سطح پوشش جنگلی منطقه به وسعت حداقل ۲۱۰ هکتار
 - ۳- تأمین منابع آبی (آبشخور) مصنوعی در منطقه به همراه لانه‌های مصنوعی
 - ۴- رهاسازی یک جفت سنجاب ایرانی به صورت آزمایش در قسمت مطلوب زیستگاهی ذخیره‌گاه مطابق برنامه احیای گونه‌های جانوری سازمان حفاظت محیط زیست
 - ۵- نصب سامانه ردیاب GPS به سنجاب‌ها و کنترل و پایش مستمر آنها در ذخیره‌گاه و بررسی تأثیر آنها بر منطقه
 - ۶- حفاظت از سنجاب‌ها به منظور جلوگیری از شکار و زنده‌گیری آنها

سپاسگزاری

از دانشگاه اراک، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مرکزی و اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی، تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

- Aghakhani, S.; Momeni, A.; Ajerloo, A.; Khaksari, Gh.; Akhondi, A. (2008). The management plan of the Oak Forest Reserve of Sarsakhati (city Shazand). Forests, Range & Watershed Management Organization-I.R. of IRAN. (in Farsi)
- Arthur, W. Allen (1987). Habitat suitability index model: gray squirrel, National Ecology Center U.S. *Fish and Wildlife Service*; 82(10,135): 17.
- Chamani, N.; Kaboodvandpour, Sh. (2013). Assessing habitat suitability for Persian squirrel (*Sciurus anomalus*) from Kurdistan oak forest, Iran. The third conference of environmental planning and management. (in Farsi)
- Etemad, A. (1978). Mammals of Iran. National Association Publications protect natural resources and the human environment. 288 pp. (in Farsi)
- Giovanelli, J.G.R.; Siqueira, M.F.D.; 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.
- Harrington, F.; Firouz, A. (1976). *Guide of*

صنعتی، جاده‌سازی، معدن‌کاوی، تغییر کاربری اراضی، ذغال‌گیری و تهیه هیزم کاهش یافته و باعث کاهش منابع غذایی، پناه و افزایش شکار بی‌رویه بویژه توسط انسان و پرندگان شکاری و سایر گوشتخواران برای سنجاب‌ها شده است و در نهایت، باعث انقراض کامل سنجاب‌ها در این منطقه شده است. به طوری که در چند سال اخیر، گزارشی از مشاهده سنجاب در منطقه وجود ندارد. تطبیق نتایج شبیه‌سازی شده این مطالعه با سایر پژوهش‌های مشابه در جنگل‌های بلوط استان کردستان (حومه شهرستان مریوان) و در مناطق حفاظت‌شده دنا، دنا شرقی، خامین، دیلبا، ذخیره‌گاه طبیعی هورش اهدن لبنان و جوردن حاکی از دستیابی به نتایج مشابه است (Mounir *et al.*, 2014; Chamani *et al.*, 2013; Khalili *et al.*, 2015; Malekian *et al.*, 2013; Zuhair *et al.*, 2006). همچنین نشان‌دهنده آن است که تعداد درختان دارای حفره، قطر برابر سینه، فاصله از نزدیکترین درخت، میزان باردهی درختان، میزان تاج پوشش درختان، فاصله از جاده و اراضی کشاورزی از فاکتورهای تأثیرگذار در مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی است که این شرایط در سطحی حدود ۳۹ درصد پوشش جنگلی هسته مرکزی ذخیره‌گاه جنگلی بلوط شازند وجود دارد که در مقایسه با سایر زیستگاه‌های جنگلی سنجاب ایرانی سطحی بسیار

- Iran mammals*. Publication of the Department of Environmental. 92 pp. (in Farsi)
- Hosseini, A. (2010). Dispersion of Seed and establishment of regeneration natural of oak species in Iran, *Pistacia atlantica* and *Acer monspessulanum* in Zagros forests. Journal of Scientific Specialty of Iranian natural ecosystems, the first, third number, page 65-74.
- <http://www.iucnredlist.org/2015>
- Khalili, F.; Malekian, M.; Hemami, M.R. (2015). Characteristics of den, den tree and sites selected by the Persian squirrel in Zagros forests, western Iran, *Mammalia*. 4P.
- Malekian, M.; Hemam, M.R.; Khalili, F. (2014). The study habitat selection and modeling of habitat suitability the persian squirrel (*Sciurus anomalus*) in protected areas Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad. Master's thesis. Department of natural resources. Isfahan University of Technology. (in Farsi)
- Malekian, M.; Khodakarami, L.; Sadeghi, M. (2013). Detect habitat changes of the persian squirrel (*Sciurus anomalus*) in the Kurdistan province. Master's thesis. Department of natural resources. Isfahan University of Technology. (in Farsi)
- Mounir, R. Abi-Said.; Jeannette, E.; Khoury, H.M.; Zuhair, S.A. (2014). Ecology of the Persian Squirrel, *Sciurus anomalus*, in Horsh Ehden Nature Reserve, Lebanon. *vertebrate zoology*; 64(1): 127-135.
- Patenaude, G.; de Lamo, X.; Flaherty, S.; Lurz, P. (2011). The impact of forest stand structure on red squirrel habitat use in Queen Elizabeth Forest Park, Scotland. The university of Edinburgh.
- Phillips, S.J.; Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*; 31: 161-175.
- Talebi, M. (2004). Site demands and some quantitative of Persian Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Chaharmahal & Bakhtiari Province (western Iran). Finish a graduate of Forestry, Science and Research Branch of Islamic Azad University. 87 pp. (in Farsi).
- Ziaie H. (2008). A Field Guide to the Mammals of Iran. Tehran, Publishers: Wildlife Reconnaissance Center. 419p. (in Farsi)
- Zuhair, A.; Ehab, E.; Mayas, A.; Qarqa, Z.; Mohammad, A.B. (2006). The Status and Distribution of the Persian Squirrel, *Sciurus anomalus* (Mammalia: Rodentia: Sciuridae), in Dibbeen Nature Reserve, Jordan. *Zoologische Abhandlungen (Dresden)*; 55: 199-207.