مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه شوکا (*Capreolus capreolus*) با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی گلستان

- **حمید بخشی***: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **عبدالرسول سلمان‌ماهینی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **حسین وارسته مرادی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **محمد حسنی**: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۳

چکیده

ویژگی بوم‌شناختی گونه‌ها و تعیین مطلوبیت زیستگاه آن‌ها، یکی از ارکان اصلی مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات‌وحش محسوب می‌گردد. در این مطالعه مطلوبیت زیستگاه شوکا در دو فصل پاییز و زمستان در پارک ملی گلستان مورد بررسی قرار گرفت. پارک ملی گلستان از جمله زیستگاه‌های مناسب شوکا (*Capreolus capreolus*) است. به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه این گونه از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و نرم‌افزار بایومپر استفاده شد. لایه‌های اطلاعاتی به‌کار برده شده به‌عنوان متغیرهای مؤثر بر حضور گونه شامل ارتفاع، شیب، جهت، شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، فاصله از جاده‌ها، پاسگاه‌های محیط‌بانی، روستاهای مجاور پارک، چشمه‌ها و رودخانه‌ها بوده است. نتایج در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد نشان داد که زیستگاه مطلوب این گونه را در فصل پاییز به‌طور میانگین ارتفاع ۱۰۰۹ متری از سطح دریا، شیب ۲۷ درصد، جهت جنوبی، فاصله‌های ۱۰۶۲ متری از جاده، ۸۹۴ متری از رودخانه ، ۱۰۱۹ متری از چشمه، ۳۲۱۶ متری از پاسگاه محیط‌بانی و ۷۳۸۵ متری از روستا و در فصل زمستان ارتفاع ۹۹۰ متری از سطح دریا، شیب ۲۳ درصد، جهت جنوبی، فاصله‌های ۱۱۴۴ متری از جاده، ۷۷۵ متری از رودخانه، ۱۰۹۷ متری از چشمه، ۳۰۸۳ متری از پاسگاه محیط‌بانی و ۷۱۷۲ متری از روستا قرار دارد. به‌علاوه، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شوکا در پارک ملی گلستان دارای آشیان بوم شناختی نسبتاً باریکی است و به زیستگاه‌های حاشیه‌ای تمایل بیش‌تری دارد.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، شوکا، تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، پارک ملی گلستان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: h.bakhshi67@yahoo.com

مقدمه

بحران‌های محیط‌زیستی اخیر سبب شده است جمعیت بسیاری از گونه‌های مختلف حیات‌وحش به‌دلایلی هم‌چون تخریب و تبدیل زیستگاه و یا شکار بی‌رویه کاهش یابد (Titeux و همکاران، ۲۰۰۱). امروزه نابودی زیستگاه یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده گونه‌ها محسوب می‌شود، به‌طوری‌که تا سال ۱۹۸۰ میلادی در حدود ۳۰ درصد انقراض گونه‌ها به تخریب و انهدام زیستگاه‌های حیات‌وحش نسبت داده شده است (سلمان ماهینی، ۱۳۸۸). برای شناخت آثار فعالیت‌های انسانی و بررسی تغییرات یک زیستگاه لازم است که بتوان علاوه بر ارزیابی کیفی، ارزیابی را به‌طور کمی نیز انجام داد. تعیین مطلوبیت زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات‌وحش محسوب می‌گردد. اما مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه زیستگاه‌ها در مقیاس وسیع مثلاً در مقیاس یک استان، اجرای بسیاری از مطالعات را دشوار می‌سازد. بنابراین روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به‌سرعت در مدیریت حیات وحش مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده‌اند (Anderson و همکاران، ۲۰۰۰). با روش‌های مدل‌سازی زیستگاه به یک برآورد در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش بدون نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژیک و رفتاری گونه می‌توان دست یافت (Morison و همکاران، ۱۹۹۲).

جهت تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه می‌توان از روش‌های متعددی استفاده نمود. مدل‌هایی که نیاز به داده‌های حضور و عدم‌حضور دارند، شامل مدل‌های عمومی خطی (GLM[۱])، مدل‌های افزایشی (GAM[۲]) طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل درخت رگرسیونی و روش شبکه عصبی هستند (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰).

نوع دیگری از آنالیزها وجود دارد که تنها نیاز به داده‌های حضور گونه دارند، به‌عنوان نمونه می‌توان روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی ENFA[۳] را نام برد. این روش زمانی به‌کار می‌رود که اطلاعات مربوط به عدم حضور گونه ناکافی است و یا دسترسی به این اطلاعات امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این روش جهت انجام تجزیه و تحلیل از نرم‌افزار بایومپر[۴] استفاده می‌شود. این نرم‌افزار بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزارهای آماری برای تهیه مدل‌های مطلوبیت زیستگاه براساس تجزیه و تحلیل پارامترهای مؤثر بر آشیان بوم‌شناختی عمل می‌نماید. آنالیز ENFA هسته مرکزی آنالیز بایومپر را تشکیل می‌دهد (فلاحی، ۱۳۸۹). در روش اخیر، علاوه بر محاسبه مطلوبیت زیستگاه، عوامل بوم شناختی مهمی نظیر تخصص‌گرایی، حاشیه‌گرایی و تحمل‌پذیری گونه نیز محاسبه می‌شود که به‌ترتیب نشان‌دهنده وسعت میدان بوم‌شناختی گونه مورد نظر نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی، میزان تمایل گونه به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده قابل تحمل گونه نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی می باشد. این روش تا حدود زیادی به تحلیل به مؤلفه‌های اصلی (PCA) شبیه است و با تبدیل متغیرهای زیستگاهی به عوامل به بررسی رابطه حضور گونه با متغیرهای مستقل زیست محیطی می‌پردازد. هدف از این مطالعه تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه شوکا در پارک ملی گلستان با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و نرم افزار بایومپر می‌باشد. دقت مدل‌سازی در روش ENFA در مقایسه با روش‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم‌حضور نظیر مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM)، مدل افزایشی تعمیم‌یافته (GAM) و رگرسیون درختی[۵] بیش‌تر است چرا که در پاره‌ای اوقات، نظیر زمانی که مشاهده حضور گونه دشوار است و یا بنا به‌دلایل تاریخی حتی در صورت مناسب بودن زیستگاه، گونه حضور ندارد و یا این‌که زیستگاه حقیقتاً برای گونه نامساعد است، استفاده از داده‌های عدم حضور می‌تواند در نتایج اریب ایجاد کند و در نتیجه استفاده از روش‌هایی مبتنی بر نقاط حضور، نتیجه مطلوب‌تری خواهد داشت (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲).

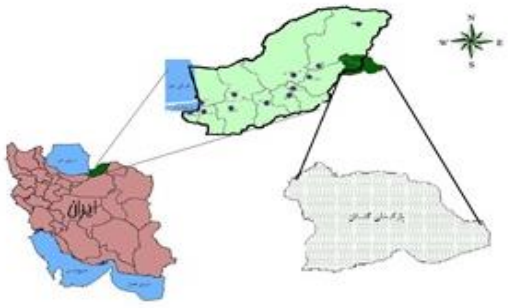
مدیریت جمعیت گوزن‌ها و اثرات آن‌ها بر تنوع‌زیستی نیازمند دانش کافی در مورد فراوانی و الگوهای پراکنش در استفاده از زیستگاه است. گوزن‌ها به‌دلیل رفتار قلمرو طلبی، بالا بودن اندازه گستره خانگی و هم‌چنین نیاز به داشتن محیطی مناسب برای پناه در فصل‌های تولیدمثل و جفت‌گیری، مبنای مناسبی برای ارتباط بین جانوران و پوشش گیاهی در محیط‌های جنگلی هستند. هم‌چنین با توجه به توزیع و فراوانی، گوزن‌ها می‌توانند شاخص خوبی برای کیفیت محیط باشند. اهمیت گوزن‌ها در محیط‌های جنگلی به‌خاطر نقشی که در تنوع‌زیستی دارند بسیار مورد توجه مدیران جنگل است (ابراهیمی، ۱۳۹۰). هرچند مطالعات بسیاری در مورد زیستگاه شوکا با روش‌های متفاوت در جهان صورت گرفته است، ولی در مورد زیستگاه گوزن شوکا

[۱] - Generalized Linear Models
[۲] - Generalized Additive Models
[۳] - Ecological Niche Factor Analysis
[۴] - Biomapper
[۵] - Regression Tree

مطالعات محدودی در ایران انجام شده که از آن جمله می‌توان به مطالعه عوامل مؤثر بر انتشار و فراوانی شوکا در جنگل‌های هیرکانی که توسط ابراهیمی (۱۳۹۰) در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود مازندران انجام شده و تعیین نسبت جنسی و گروه‌های سنی در گوزن مرال و گوزن شوکا که توسط وارسته (۱۳۸۴) در پارک ملی گلستان انجام شده، اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پارک با مساحتی برابر با ۹۱۸۹۵ هکتار و در موقعیت جغرافیایی بین ۳۷/۳۱ الی ۵۳/۰۴ عرض شمالی و ۵۵/۴۳ الی ۶۶/۱۷ طول شرقی در استان‌های گلستان، خراسان شمالی و سمنان و در منتهی‌الیه شرقی جنگل‌های خزری واقع شده و منطقه‌ای کوهستانی با دامنه ارتفاع ۴۵۰ تا ۲۴۱۱ متر از سطح دریا است (درویش صفت، ۱۳۸۵). پارک ملی گلستان از روستای تنگراه در ۱۴۵ کیلومتری شمال شرق گرگان در غرب، آغاز و تا پمپ بنزین عرب شیبانی در ۱۲۰ کیلومتری غرب بجنورد در شرق و در امتداد جاده گرگان-مشهد گسترده شده است (حسن‌زاده‌کیابی و همکاران، ۱۳۷۲). موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی پارک ملی گلستان

روش تحقیق: در این مطالعه از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و نرم‌افزار بایومپر برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه و هم‌چنین نرم‌افزار ایدریسی برای تحلیل حساسیت و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی و ورود آن‌ها به نرم‌افزار بایومپر استفاده شد. لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار بایومپر را می‌توان به دو دسته لایه‌های اطلاعاتی شامل Work map و Ecogeographical maps طبقه‌بندی کرد. این لایه‌ها در ابتدا در نرم‌افزار ایدریسی تهیه و تنظیم و سپس به نرم‌افزار بایومپر وارد شدند:

۱- Work map: نقشه متغیر وابسته یا نقاط حضور گونه یک نقشه رستری نقطه‌ای است که باید به شکل بولین (صفر و یک) تهیه گردد. عدد یک در واقع همان نقاط و مناطقی است که در کار صحرایی ثبت گردیده است و نشان‌دهنده محل‌هایی است که گونه در آن حضور دارد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷). تهیه نقشه پراکنش افراد گونه هدف نیاز به کار میدانی و جمع‌آوری داده‌های صحرایی دارد. به‌دلیل این‌که روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تنها براساس داده‌های حضور گونه استوار است، بنابراین باید نسبت ثبت داده‌های حضور حاصل مشاهدات مستقیم و یا غیرمستقیم گونه مورد نظر مبادرت ورزید. در این مطالعه از روش ترانسکت خطی تصادفی با روش مشاهده مستقیم یا شناسایی نمایه‌های شوکا (سرگین، رد پا، محل استراحت) نمونه‌برداری انجام شد (Vospernik و Reimoser، ۲۰۰۸). نمونه‌برداری در دو فصل پاییز و زمستان (۱۳۹۱) انجام گرفت و ترانسکت‌های مشابه زیر برای هر دو فصل ذکر شده مستقر گردید. به این ترتیب ۲۰ ترانسکت با مجموع طول ۱۰۰ کیلومتر طی این دو فصل مستقر گردید. نقاط حضور گونه توسط سیستم GPS ثبت شد. در طول ترانسکت‌ها به‌منظور حداقل رساندن همبستگی فضایی بین افراد گونه حداقل فاصله بین ثبت نقاط حضور گونه نمونه‌برداری، ۲۵۰ متر در نظر گرفته شد (Heinze و همکاران، ۲۰۱۱). طبق نظر Hirzel تعداد نقاط حضور گونه حتی می‌تواند ۲۰یا ۳۰ عدد باشد، اما زیادتر بودن تعداد نقاط به سود صحت مدل و معنی‌داری آن است (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷).

۲- Ecogeographical maps: نقشه‌های رستری متغیرهای جغرافیای زیستی[1] بر حضور گونه تأثیر دارند و به‌عنوان متغیرهای مستقل به‌کار می‌روند. متغیرهای جغرافیای زیستی عوامل مکانی ناحیه مورد مطالعه هستند و عوارض کمی منطقه را توصیف می‌نمایند (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۷).

نحوه آماده‌سازی نقشه متغیرهای مستقل جغرافیای زیستی برای این گونه به‌ترتیب به‌قرار زیر است:

۱- تهیه فهرستی از متغیرهای جغرافیای زیستی مؤثر در حضور گونه هدف: نقشه‌های رستری مدل رقومی ارتفاع[2] (با استفاده از نقشه خطوط تراز ۳۰ متری)، شیب و جهت (براساس مدل رقومی ارتفاع)، روستاهای مجاور پارک، منابع آبی شامل چشمه‌ها و

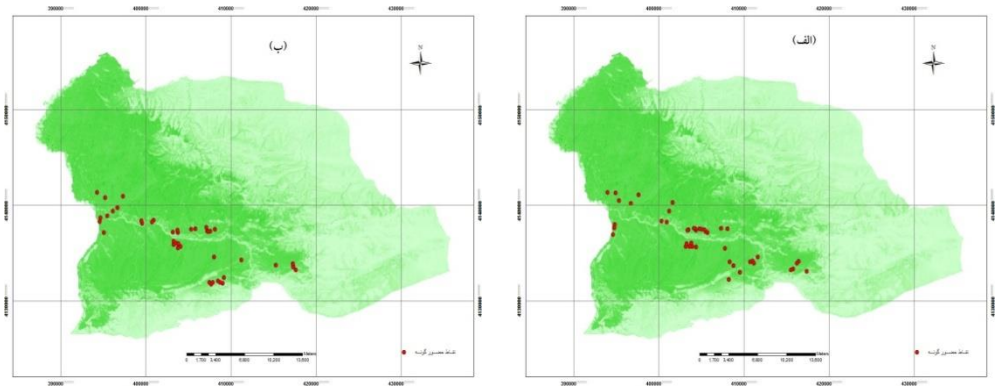
[1] - Ecogeographical Variables (EGV)
[2] - Digital Elevation Model (DEM)

رودخانه‌های دائمی و فصلی، جاده‌های ماشین‌رو، پاسگاه‌های محیط‌بانی و شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی یا (NDVI Normalized Difference Vegetation Index) (حاصل ترکیب باند ۲ و ۳ تصویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۰۷ میلادی) نیز تهیه گردید.

۲- رستری کردن نقشه‌ها در نرم‌افزار ایدریسی و توجه به یکسان بودن قالب همه نقشه‌ها: منظور از یکسان‌سازی نقشه‌ها یکی بودن سیستم مختصات آن‌ها، طول و عرض جغرافیایی، نوع لایه، فرمت لایه تعداد سطر و ستون و هر پارامتری که در جدول اطلاعات متغیر مورد نظر وجود دارد. بدین منظور می‌توان یک لایه را به‌عنوان الگو مشخص نمود و بقیه لایه‌ها را براساس آن تهیه کرد. در این پژوهش نقشه رستری DEM منطقه به‌عنوان الگو انتخاب گردید.

تحلیل داده‌ها: مراحلی که در نرم‌افزار بایومپر انجام می‌گردد به‌ترتیب عبارتند از:

۱- فراخوانی نقشه‌های جغرافیایی‌زیستی و نقشه حضور گونه: در فصل پاییز، ۴۴ نقطه حضور و در فصل زمستان ۴۳ نقطه حضور ثبت شد (شکل ۲).



شکل ۲: نقاط حضور گونه: الف) فصل پاییز، ب) فصل زمستان

۲- کمی کردن لایه‌ها: همان‌طورکه ذکر شد، برای این‌که نقشه‌ها از نظر زیستی معنی‌دار باشند باید آن‌ها را کمی نمود. برای این منظور دو روش تحلیل دایره‌ای و مستقیم وجود دارد.

۳- به‌دلیل این‌که نقشه‌های جغرافیایی‌زیستی و هم‌چنین نقشه حضور گونه باید توزیع نرمال داشته باشند بنابراین، باید وضعیت آن‌ها را بررسی کرد و سپس برای اطمینان کامل از نرمال بودن داده‌ها آزمون Kolmirogorov-Smirnov را انجام داد. اگر داده‌ها نرمال نباشند نرمال‌سازی به‌روش باکس-کاکس[1] که در بایومپر قابل اجراست توصیه می‌گردد.

۴- ماسک کردن مجموع نقشه متغیرهای مستقل و وابسته جهت اطمینان از این‌که آن‌ها ناحیه یکسانی را پوشش می‌دهند.

۵- مقایسه یکنواختی و قابلیت استفاده نقشه‌ها از مسیر Verify امکان‌پذیر است. در این عملیات همسانی مقادیر سلول‌های زمینه و غیره بررسی می‌گردد. لایه‌های ناهمسان در این در این مرحله مشخص می‌شوند.

۶- بررسی همبستگی بین نقشه‌های جغرافیای زیستی از طریق Correlation matrix. در این مرحله باید لایه‌های همبسته (در این مطالعه همبستگی بالای ۰/۸۵) را حذف نمود. به‌دلیل این‌که این تحلیل به متغیرهایی نیاز دارد که مستقل و بدون همبستگی باشند، در تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی اگر دو متغیر همبستگی داشته باشند هر دو با یک ضریب در مدل ظاهر خواهند شد. تصمیم به نگه‌داشتن هر دو لایه و یا حذف یکی از آن‌ها بر عهده بوم‌شناس است. متغیرهایی که مقدار معنی‌داری از تغییرات را توضیح نمی‌دهند از مدل نهایی حذف می‌شوند.

۷- اجرای تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی.

۸- محاسبه عوامل مورد نیاز جهت تهیه نقشه تناسب زیستگاه.

۹- محاسبه نقشه تناسب زیستگاه.

نتایج

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی: بعد از تعیین میزان همبستگی، تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی اجرا می‌شود. این

[1] - Box-Cox

تحلیل مشابه تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی است. خروجی مهم این تحلیل ماتریس امتیازها است که حاوی دو مؤلفه اصلی حاشیه‌گرایی و تخصص‌گرایی است و باید جهت درک بوم‌شناختی وضعیت موجود به‌دقت بررسی شوند. اولین ستون از جدول ماتریس امتیازها یا بردار ویژه همواره ۱۰۰٪ از عامل حاشیه‌گرایی و ۱۰ تا ۷۰٪ از تخصص‌گرایی را بیان می‌کند درحالی‌که سایر ستون‌ها یا به‌عبارت دیگر تعداد متغیرهای مستقل محیطی منهای یک فقط نشان‌دهنده عامل تخصص‌گرایی هستند. سطرها سهم متغیرهای مستقل در هر عامل را نشان می‌دهند. در واقع، در این ماتریس عواملی که اطلاعات کافی را توضیح می‌دهند و هم‌چنین متغیرهایی که بالاترین ضریب (قدر مطلق) را نشان می‌دهند اهمیت زیادی در بیان توزیع گونه خواهند داشت. عواملی که ارزش تقریباً صفر دارند را می‌توان حذف کرد (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱: ماتریس امتیازهای فصل پاییز

متغیرهای مستقل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
محیط زیستی	(٪۳۱)	(٪۲۷)	(٪۱۵)	(٪۱۰)	(٪۶)	(٪۵)	(٪۳)	(٪۲)	(٪۲)
ارتفاع	-۰/۵۰۵	۰/۱۷۵	۰/۳۸	۰/۰۷۶	۰/۵۶۴	۰/۳۴۵	۰/۵۴۳	۰/۱۹۸	۰/۰۹۵
NDVI	۰/۴۶۱	-۰/۳۷۳	-۰/۴۶۴	-۰/۴۹۳	۰/۵۲۲	-۰/۲	۰/۲۳۷	۰/۰۵	-۰/۰۰۵
جاده	-۰/۴۲۵	-۰/۸۱۲	-۰/۱۵۸	۰/۱۱۸	-۰/۲۷۸	-۰/۲۶۹	-۰/۳۱۵	۰/۲۵۷	۰/۰۱۸
پاسگاه	-۰/۳۸۳	۰/۱۳۴	-۰/۳۶۶	-۰/۴۶۹	۰/۲۴۴	۰/۱۱	-۰/۱۷۹	-۰/۴۲۲	۰/۵۷۱
چشمه	-۰/۳۶۳	-۰/۰۳۷	-۰/۵۱۱	-۰/۰۲۱	-۰/۲۳۶	۰/۰۵۶	۰/۲۹۵	۰/۱۸۴	-۰/۶۰۸
رودخانه	-۰/۲۵۱	۰/۲۷۴	۰/۲۹۳	-۰/۴۳۸	-۰/۰۹۵	-۰/۶۲	-۰/۲۵۳	-۰/۱۴۱	-۰/۳۴۸
جهت	۰/۰۸۲	۰/۰۸۸	۰/۱۵۳	-۰/۴۸۳	-۰/۰۴۷	۰/۵۱۷	-۰/۲۴۶	۰/۳۹۲	-۰/۰۸۶
شیب	۰/۰۴۶	-۰/۲۲۲	۰/۳۰۷	-۰/۲۸۵	-۰/۴۰۹	۰/۳۰۵	۰/۲۴۳	-۰/۵۳۲	۰/۰۸۳
روستا	-۰/۰۴	-۰/۱۴۳	۰/۱۳۲	۰/۱۰۵	۰/۱۹۴	۰/۰۹۳	-۰/۴۹۷	-۰/۴۷۲	-۰/۳۹۹

ستون اول بیان‌کننده ۱۰۰٪ از حاشیه‌گرایی است. اعداد داخل پرانتز میزان تخصص‌گرایی را نشان می‌دهد.

جدول ۲: ماتریس امتیازهای فصل زمستان

متغیرهای مستقل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
محیط زیستی	(٪۳۴)	(٪۱۹)	(٪۱۷)	(٪۱۲)	(٪۵)	(٪۵)	(٪۳)	(٪۳)	(٪۱)
ارتفاع	-۰/۴۹۹	۰/۲۰۶	-۰/۴۵۹	-۰/۳۰۷	-۰/۶۷۶	-۰/۱۲۲	-۰/۲۲۶	۰/۲۲۶	-۰/۳۳۲
جاده	-۰/۴۹۵	-۰/۸۲۶	-۰/۲۰۳	۰/۱۷۵	۰/۴۴۹	-۰/۰۷۲	۰/۰۳۱	۰/۰۱۶	-۰/۱۴۲
پاسگاه	-۰/۴۲۷	۰/۲۴۴	۰/۳۴۶	-۰/۴۵	-۰/۰۲۷	-۰/۲۸۲	۰/۰۳۱	۰/۳۷۹	۰/۵۰۹
چشمه	-۰/۳۳۹	-۰/۰۲۴	۰/۳۳	-۰/۰۳۵	-۰/۰۵۲	۰/۵۸۹	۰/۱۰۹	-۰/۴۰۳	-۰/۴۴۷
NDVI	۰/۳۲۲	-۰/۰۹۸	۰/۶۵۴	-۰/۳۳۱	-۰/۴۱۵	-۰/۴۰۸	۰/۰۷۶	۰/۰۲	-۰/۱۶۲
رودخانه	-۰/۳۰۶	۰/۴۱	۰/۲۵۳	۰/۵۹۲	۰/۲۰۴	-۰/۳۶۷	۰/۰۹۲	-۰/۴۲۴	۰/۰۲۹
شیب	-۰/۰۷۷	-۰/۱۴۱	۰/۰۱۳	۰/۴۰۲	-۰/۳۲۸	۰/۴۲۳	-۰/۰۲۴	۰/۰۳۳	۰/۴۷
روستا	-۰/۰۶۶	-۰/۱۳	-۰/۱۶۴	-۰/۱۴۹	۰/۰۹۱	-۰/۲۶۴	۰/۲۳۹	-۰/۶۵۳	۰/۴۰۲
جهت	۰/۰۳۱	۰/۰۱۵	۰/۰۲۶	-۰/۱۶۳	۰/۰۸۶	۰/۰۵۴	۰/۹۲۹	-۰/۱۸۷	۰/۰۳۵

ستون اول بیان‌کننده ۱۰۰٪ از حاشیه‌گرایی است. اعداد داخل پرانتز میزان تخصص‌گرایی را نشان می‌دهد.

همه اطلاعات مفید استخراج شده در ۲ عامل آشیان بوم‌شناختی خلاصه می‌گردد. اولین عامل حاشیه‌گرایی[1] است و تفاوت بین میانگین ترجیح زیستگاهی گونه یا توزیع گونه را با میانگین شرایط زیستگاه یا توزیع کلی بیان می‌کند. به‌عبارت دیگر این عامل نشان می‌دهد که چه فاصله‌ای بین شرایط مطلوب گونه هدف و شرایط حاکم در زیستگاه وجود دارد. مقدار حاشیه‌گرایی اغلب بین ۰ و ۱ قرار دارد. مقادیر نزدیک به صفر بیان می‌کند که گونه تمایل دارد در شرایط میانگین ناحیه مطالعاتی زندگی کند و هیچ تفاوتی بین میانگین زیستگاه موجود و زیستگاه گونه

[1] - Marginality Factor

وجود ندارد. مقادیر نزدیک به یک نشان می‌دهد که گونه در یک زیستگاه بسیار ویژه زندگی می‌کند. در واقع حاشیه‌گرایی نشان‌دهنده موقعیت آشیان بوم‌شناختی در فضای محیط زیستی است. دومین عامل آشیان بوم‌شناختی تخصص‌گرایی (Specialization Factor) است که نشان‌دهنده وسعت آشیان بوم‌شناختی است. تخصص‌گرایی نسبت تغییرپذیری یا انحراف معیار توزیع کلی به تغییرپذیری یا انحراف توزیع گونه است. به بیان دیگر این عامل معیاری است از دامنه شرایط محیط زیستی که گونه تحمل می‌کند. در این مورد مقادیر نزدیک به صفر نشان‌دهنده این است که گونه هدف در محدوده وسیعی از شرایط محیط زیستی قادر به زندگی است. مقادیر بالای این عامل نشان می‌دهد که گونه بسیار تخصصی است و در محدوده باریکی از شرایط محیط زیستی زندگی می‌کند و بنابراین، از آشیان بوم‌شناختی کوچکی برخوردار است. تفسیر عامل تخصص‌گرایی به‌دلیل متغیر بودن آن از صفر تا بی‌نهایت مشکل است. بنابراین، از عامل تحمل‌پذیری برای درک بهتر تخصص‌گرایی استفاده می‌شود. عامل تحمل‌پذیری عکس تخصص‌گرایی است و مقادیر نزدیک به صفر آن نشان‌دهنده تحمل‌پذیری پایین گونه و تخصصی بودن آن است و برعکس مقادیر بالا ضمن بیان تحمل زیاد گونه حاکی از آن است که گونه به شرایط بسیار ویژه و خاص در زیستگاه برای زندگی نیاز ندارد. مقادیر تحمل‌پذیری بین ۰ تا ۱ متغیر است. پس از انجام محاسبات آماری توسط نرم‌افزار مقدار کلی حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری شوکا در پارک ملی گلستان به‌صورت جدول ۳ به‌دست آمد.

جدول ۳: مقدار کلی حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری شوکا در پارک ملی گلستان

فصل	حاشیه‌گرایی	تخصص‌گرایی	تحمل‌پذیری
پاییز	۱/۲۳۶	۲/۰۴۶	۰/۴۸۹
زمستان	۱/۲۰۱	۱/۹۵۹	۰/۵۱۱

مقادیر به‌دست آمده برای شوکا در این منطقه برای فصل پاییز و زمستان نشان‌دهنده این است که این جانور در هر دو فصول پاییز و زمستان تمایل زیادی به زندگی در زیستگاه‌های بسیار کرانه‌ای و خاص دارد. دارای آشیان بوم شناختی نسبتاً کم‌عرض بوده و به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیطی خود تمایل بیش‌تری دارد.

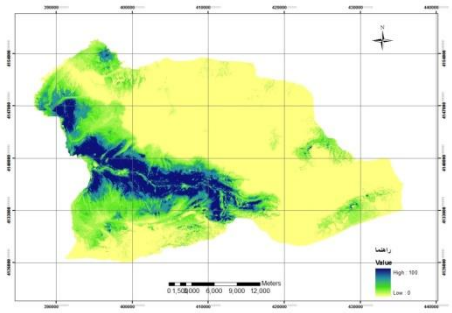
محاسبه عوامل مورد نیاز نقشه تناسب زیستگاه: برای تعیین این‌که چه تعداد از عامل‌ها باید جهت تولید نقشه مطلوبیت زیستگاه به‌کار روند از معیار چوب شکسته مک‌آرتور استفاده می‌گردد. در این مرحله توزیع مقادیر ویژه با توزیع چوب شکسته مک‌آرتور مقایسه می‌شود. با استفاده از معیار چوب شکسته مک‌آرتور ۴ عامل برای فصل پاییز و ۴ عامل هم برای فصل زمستان جهت تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب گردید که ۹۸٪ اطلاعات را دربر داشتند.

محاسبه نقشه تناسب زیستگاه و ارزیابی صحت مدل: از طریق چهار الگوریتم مختلف میانه، میانگین هندسی، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله نقشه تناسب زیستگاه تولید می‌گردد. بدین ترتیب چهار نقشه تناسب زیستگاه متفاوت ایجاد خواهد شد که در مرحله بررسی صحت مدل بهترین الگوریتم و نقشه آن تعیین می‌گردد. بررسی صحت مدل به‌کمک اعتبارسنجی متقاطع، منحنی F یا P/E را درپی دارد. اگر روند افزایشی یکنواخت در منحنی وجود داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت که الگوریتم استفاده شده در تهیه نقشه تناسب زیستگاه مناسب بوده و بنابراین، مدل تولید شده مناسب است. بررسی یکنواختی منحنی F براساس شاخص بویس صورت می‌گیرد. هرچه ضریب شاخص بویس به‌سمت ۱ میل کند و انحراف معیار نیز کوچک‌تر باشد الگوریتم و مدل انتخاب شده از صحت و دقت بالاتری برخوردار خواهد بود. با توجه به شکل منحنی و مقادیر شاخص بویس و نظر کارشناسی، الگوریتم میانگین هارمونیک برای فصول پاییز و زمستان به‌عنوان بهترین مدل در تولید نقشه تناسب زیستگاه انتخاب گردید (جدول ۴). بنابراین، نقشه نهایی تناسب زیستگاه شوکا در پارک ملی گلستان در فصول پاییز و زمستان، با ارزش‌های پیوسته بین بازه ۰ تا ۱۰۰ ایجاد گردید. مقادیر بالای این نقشه‌ها نشان‌دهنده مطلوبیت بیش‌تر زیستگاه برای گونه مورد نظر است (شکل‌های ۳ و ۴).

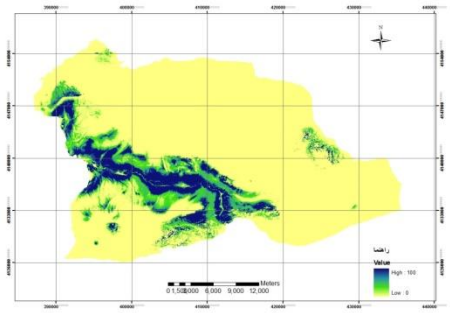
تهیه نقشه طبقه‌بندی زیستگاه پاییزه و زمستانه شوکا: نقشه مطلوبیت زیستگاه نقشه‌ای است که ارزش هر سلول آن برابر با درصد مطلوبیت آن بخش از زیستگاه برای گونه مورد نظر باشد. به‌منظور طبقه‌بندی کردن نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و نامطلوب بایستی نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح به‌دست آمده برای آن الگوریتم را مورد بررسی قرار داد.

جدول ۴: مقایسه شاخص بویس در الگوریتم‌های مختلف

فصل	الگوریتم	انحراف معیار ± شاخص بویس
پاییز	میانه	۰/۴۴ ± ۰/۵۴۴
	هندسی	۰/۷۳۹ ± ۰/۲۷۷
	هارمونیک	**۰/۷۴۱ ± ۰/۲۴۲**
	حداقل فاصله	۰/۵۱ ± ۰/۴۶۲
زمستان	میانه	۰/۳۰۵ ± ۰/۵۹۵
	هندسی	۰/۶۸۷ ± ۰/۴۳۷
	هارمونیک	**۰/۶۹۳ ± ۰/۳۷۶**
	حداقل فاصله	۰/۶۴۸ ± ۰/۵۲۸



شکل ۳: نقشه تناسب زیستگاه پاییزه شوکا در پارک ملی گلستان

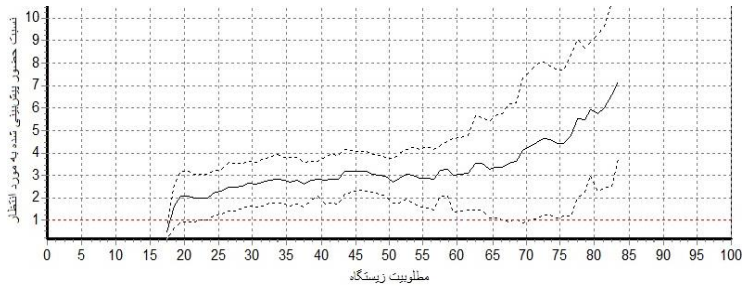


شکل ۴: نقشه تناسب زیستگاه زمستانه شوکا در پارک ملی گلستان

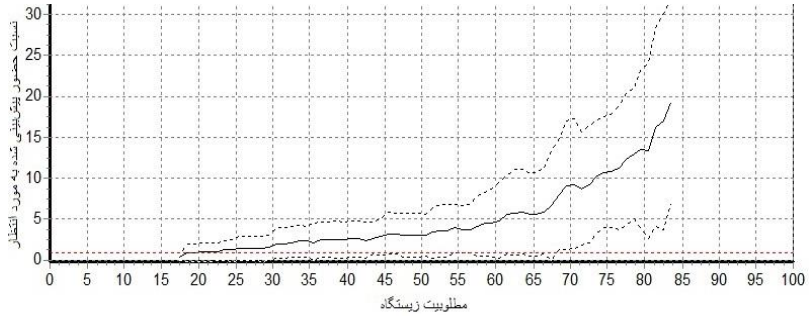
در این نمودار که نشان‌دهنده روند تغییرات F_i است، خط قرمز رنگ به موازات محور افقی نشان‌دهنده میزان F_i برابر با ۱ به‌ازای همه طبقات مطلوبیت زیستگاه است. این شاخص نشان‌دهنده تصادفی پیش‌بینی نمودن مدل است. هنگامی که نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح در زیر این خط شاخص باشد یعنی مدل مذکور برای مطلوبیت‌های پایین‌تر از این خط شاخص از یک مدل تصادفی هم بدتر است، بنابراین این بخش به‌عنوان زیستگاه نامطلوب درنظر گرفته می‌شود. از آن نقطه مطلوبیتی که کرانه پایین نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح بالاتر از این خط شاخص قرار می‌گیرد به‌عنوان زیستگاه مطلوب درنظر گرفته می‌شود. در این‌جا نیز با توجه به شکل‌های ۵ و ۶ آستانه مطلوبیت زیستگاه پاییزه و زمستانه شوکا با توجه به روش فوق تعیین گردید (جدول ۵).

جدول۵: آستانه مطلوبیت برای طبقه بندی زیستگاه شوکا

فصل	مدل	آستانه مطلوبیت
پاییز	میانگین هارمونیک	۱۸
زمستان	میانگین هارمونیک	۱۷

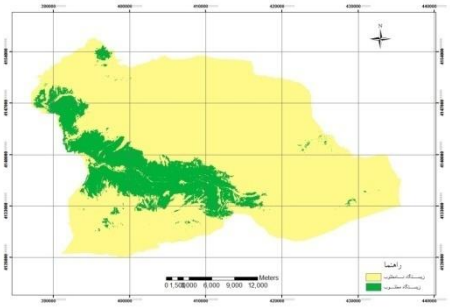


شکل ۵: نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح برای فصل پاییز

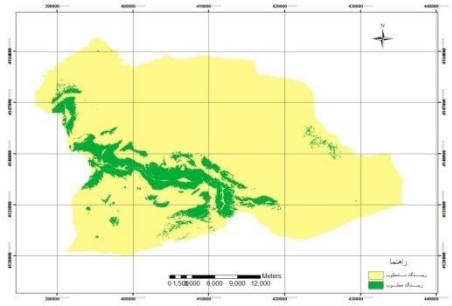


شکل ۶: نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح برای فصل زمستان

با استفاده از این آستانه به‌دست آمده نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه شوکا در فصول پاییز و زمستان به‌دست آمد. بدین منظور نقشه مطلوبیت زیستگاه به ۲ طبقه نامطلوب (بخش‌هایی که مطلوبیت آن‌ها کم‌تر یا مساوی حد آستانه بود) و مطلوب (بخش‌هایی که مطلوبیت آن‌ها بیش‌تر از حد آستانه مطلوبیت بود) تقسیم‌بندی شد (شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۷: نمایش طبقات نقشه تناسب زیستگاه پاییزه



شکل ۸: نمایش طبقات نقشه تناسب زیستگاه زمستانه

سطح زیستگاه‌های مطلوب براساس رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی: با توجه به نقشه طبقه‌بندی زیستگاه به‌دست آمده و با استفاده از نرم‌افزار ایدریسی مساحت زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب محاسبه شد. جدول ۶ مساحت زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب شوکا را در پارک ملی گلستان براساس رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی نشان می‌دهد.

جدول ۶: طبقه‌بندی زیستگاه پاییزه شوکا براساس تغییرات منحنی F_i

فصل	طبقات	میزان تناسب	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد
پاییز	اول	نامناسب	۷۷۶	٪۸۵
	دوم	مناسب	۱۳۱	٪۱۵
زمستان	اول	نامناسب	۸۱۱	٪۸۹
	دوم	مناسب	۹۶	٪۱۱

اعتبارسنجی با رویکرد آماری ROC: هرچه عدد ROC به سمت ۱ گرایش یابد نشان‌دهنده صحت مدل است. نقشه‌های تناسب زیستگاه پاییزه و زمستانه به‌همراه نقاط حضور هر فصل وارد نرم‌افزار ایدریسی شد و مقدار ROC برای فصل پاییز و زمستان به‌ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۶ به‌دست آمد.

آزمون حساسیت با رگرسیون لجستیک: به‌منظور مقایسه نتایج حاصل از تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی در نرم افزار بایومپر، می‌توان از حساسیت‌سنجی مدل نسبت به فاکتورهای متعدد محیطی استفاده نمود. بدین منظور ابتدا با به‌کارگیری رگرسیون لجستیک و وارد نمودن نقشه حضور گونه

به‌همراه ۶ فاکتور مستقل محیطی، نتیجه‌ای حاصل گردید که براساس آن هرچه عدد R-Square به سمت ۰/۲ و عدد ROC به سمت ۱ گرایش یابد نشان‌دهنده صحت مدل است. براساس نظر کارشناسی، رگرسیون لجستیک تنها با ۶ متغیر از میان ۹ متغیر مستقل محیطی محاسبه گردید. این متغیرها تأثیر بیش‌تری در حضور شوکا و نتیجه نهایی مدل داشتند. بدین منظور با بهره‌گیری از رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار ایدریسی، به تعداد فاکتورهای محیطی، شش بار تحلیل مربوطه اجرا گردید و در هر نوبت یکی از فاکتورها از تحلیل حذف شد تا نتیجه در غیاب آن عامل با نتیجه کلی مقایسه گردد (جدول ۷). براساس نتایج به‌دست آمده، به‌ترتیب متغیرهای فاصله از جاده، NDVI، چشمه برای مطلوبیت زیستگاه پاییزه و متغیرهای فاصله از جاده، ارتفاع و NDVI برای مطلوبیت زیستگاه زمستانه نقش بیش‌تری داشتند. جدول ۸ خلاصه نتایج تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی و رگرسیون لجستیک درخصوص شناسایی مهم‌ترین عوامل در مطلوبیت زیستگاه پاییزه و زمستانه شوکا را نشان می‌دهد.

جدول ۷: مقایسه مقادیر حاصل از رگرسیون لجستیک برای فصول پاییز و زمستان

فصل	متغیرهای مستقل محیطی	R-Square	ROC
پاییز	ارتفاع	۰/۱۳۰۲	۰/۹۲۱۶
	NDVI	۰/۱۱۲۶	۰/۹۰۱۱
	جاده	۰/۱۱۶۶	۰/۸۹۸۹
	پاسگاه	۰/۱۳۳۸	۰/۹۱۴۴
	چشمه	۰/۱۲۳۵	۰/۹۱۲۴
	رودخانه	۰/۱۳۴۱	۰/۹۲۵۸
	کل	۰/۱۳۷۳	۰/۹۲۸۷
زمستان	ارتفاع	۰/۱۰۹۷	۰/۸۷۹۱
	NDVI	۰/۱۱۰۳	۰/۸۹۶۰
	جاده	۰/۱۰۵۰	۰/۸۸۵۷
	پاسگاه	۰/۱۱۷۶	۰/۸۹۶۲
	چشمه	۰/۱۱۴۱	۰/۹۰۲۲
	رودخانه	۰/۱۱۸۱	۰/۹۰۱۰
	کل	۰/۱۱۸۵	۰/۹۰۱۴

جدول ۸: خلاصه نتایج تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی و رگرسیون لجستیک

فصل	تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی	رگرسیون لجستیک
پاییز	ارتفاع	جاده
	NDVI	NDVI
	جاده	چشمه
	پاسگاه	پاسگاه
	چشمه	ارتفاع
	رودخانه	رودخانه
زمستان	ارتفاع	جاده
	جاده	ارتفاع
	پاسگاه	NDVI
	چشمه	پاسگاه
	NDVI	رودخانه
	رودخانه	چشمه

عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه شوکا به‌ترتیب کاهش میزان اهمیت مرتب شده‌اند.

بحث

۹ لایه مستقل محیطی به‌همراه لایه نقاط حضور شوکا در فصول پاییز و زمستان اساس این روش را تشکیل می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که شوکا در پارک ملی گلستان در فصل پاییز به‌طور میانگین ارتفاع ۱۰۰۹ متری از سطح دریا، شیب ۲۷ درصد، جهت جنوبی، فاصله ۱۰۶۲ متری از جاده، فاصله ۸۹۴ متری از رودخانه و آبراهه، فاصله ۱۰۱۹ متری از چشمه، فاصله ۳۲۱۶ متری از پاسگاه و فاصله ۷۳۸۵ متری از روستا و در فصل زمستان ارتفاع ۹۹۰ متری از سطح دریا، شیب ۲۳ درصد، جهت جنوبی، فاصله ۱۱۴۴ متری از جاده، فاصله ۷۷۵ متری از رودخانه، فاصله ۱۰۹۷ متری از چشمه، فاصله ۳۰۸۳ متری از پاسگاه و فاصله ۷۱۷۲ متری از روستا را به‌عنوان زیستگاه مطلوب انتخاب می‌کند.

براساس نتایج به‌دست آمده، میزان حاشیه‌گرایی در پاییز و زمستان به‌ترتیب ۱/۲۳۶ و ۱/۲۰۱ است. این عدد نشان‌دهنده فاصله میانگین یک عامل محیطی از میانگین حضور جاندار می‌باشد. در واقع اگر عدد حاشیه‌گرایی بیش‌تر از ۱ باشد بیانگر آن است که گونه به زیستن در زیستگاه‌های خاص تمایل بیش‌تری دارد و چنان‌چه این عدد به سمت صفر میل نماید نشان‌دهنده یک گونه مرکزگرا است. از آن‌جاکه میزان محاسبه شده برای شوکا به سمت یک میل می‌کند نشان‌دهنده این است که این جانور تمایل به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای دارد. میزان تخصص‌گرایی براساس اختلاف انحراف معیار متغیر محیطی و پراکنش جاندار از نظر آن عامل محیطی محاسبه می‌شود. در واقع این عدد تخصصی بودن گونه را نشان می‌دهد که این پارامتر نسبت به زیستگاه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه سنجیده می‌شود. عدد تخصص‌گرایی از یک تا بی‌نهایت متغیر است، بنابراین از فاکتور دیگری به‌نام تحمل‌پذیری برای تفسیر نتایج استفاده می‌گردد. تحمل‌پذیری عاملی است که ترجیح گونه را نسبت به متغیرهای محیطی محاسبه می‌کند و بیانگر آن است که گونه تمایل به زیستن در دامنه باریکی از شرایط را دارد یا این‌که محدوده وسیعی شامل تمام شرایط منطقه را برمی‌گزینند. میزان تحمل‌پذیری در پاییز و زمستان به‌ترتیب ۰/۴۸۹ و ۰/۵۱۱ است. مقدار کم (نزدیک به صفر) نشان‌دهنده این است که شوکا یک گونه متخصص در محدوده منابع زیستگاه خود در پارک ملی گلستان می‌باشد. به عبارت دیگر مقدار کم این فاکتور نشان‌دهنده یک گونه با توان تحمل پایین در محدوده شرایط محیطی خود است و یا گونه‌ای دارای میدان اکولوژیک کم عرض است که به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیطی خود تمایل بیش‌تری دارد.

با توجه به جدول ماتریس امتیازات در فصل پاییز متغیر ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین عامل در انتخاب زیستگاه شوکا می‌باشد. عدد منفی برای متغیر ارتفاع نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع از مطلوبیت زیستگاه شوکا کاسته می‌شود. دومین متغیر مهم در فصل پاییز، شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی است. عدد مثبت و مقدار آن در ماتریس امتیازات حاکی از آن است با افزایش تراکم پوشش گیاهی میزان مطلوبیت زیستگاه برای شوکا افزایش می‌یابد. پارامتر پوشش جنگلی تأثیر مثبتی در حضور گونه دارد و مناطق جنگلی با تراکم بالا غذای مورد نیاز شوکا را تأمین می‌کند. فراوانی شوکا در جنگل‌های متراکم با پوشش درختچه‌ای به‌مراتب بیش‌تر از مناطق روشن‌تر جنگلی است (وارسته، ۱۳۸۴). ساختار پوشش گیاهی برای انتخاب زیستگاه، تولیدمثل و اندازه گستره خانگی به‌عنوان عامل مهمی شناخته شده، هم‌چنین مطالعات در انگلستان اثر ساختار پوشش گیاهی بر فراوانی و تولیدمثل گوزن‌ها را نیز اثبات می‌کند (Said و همکاران، ۲۰۰۵). منابع اصلی مورد نیاز شوکا علوفه غنی از مواد غذایی و پناه برای فرار از طعمه‌خواران هستند (Mysterud و همکاران، ۱۹۹۹). پوشش گیاهی با فراهم آوردن پناه، غذا و محل مناسب برای استراحت به‌طور مستقیم بر توزیع شوکا اثرگذار است درحالی‌که شرایط توپوگرافی و آب و هوا با تغییر روابط گونه با پوشش گیاهی و یا با تغییر نوع پوشش گیاهی تأثیری غیرمستقیم بر این امر دارد. بنابراین به‌طورکلی انتظار می‌رود که پوشش گیاهی به‌دلیل فراهم آوردن پناه مناسب، غذا و محل استراحت نسبت به شرایط پستی و بلندی پیش‌بینی کننده بهتری برای توزیع گوزن شوکا باشد (Fuller و Gill، ۲۰۰۱).

متغیرهای دیگر مهم برای شوکا در فصل پاییز به‌ترتیب متغیرهای فاصله از جاده، فاصله از پاسگاه، فاصله از چشمه و فاصله از رودخانه هستند. عدد منفی این متغیرها در ماتریس امتیازات نشان می‌دهد که با افزایش میزان این متغیرها مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد. رودخانه اصلی پارک ملی گلستان (مادرسو) و برخی از پاسگاه‌های محیط‌بانی مناطق جنگلی (پاسگاه‌های محیط‌بانی تنگراه، تنگه‌گل و شارلق) در مجاورت جاده گرگان-مشهد قرار دارند. با توجه به نقشه‌های شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی و مدل رقومی ارتفاع پارک ملی گلستان، جاده گرگان-مشهد از مناطقی عبور می‌کند که تراکم پوشش گیاهی بالاتر و ارتفاع پایین‌تر نسبت

به سایر مناطق جنگلی پارک را دارند. به‌همین علت است که مناطقی که در مجاورت جاده گرگان-مشهد قرار گرفتند دارای بیش‌ترین میزان مطلوبیت زیستگاه برای شوکا هستند. با توجه به امنیت نواحی نزدیک به پاسگاه‌های محیط‌بانی، با افزایش فاصله از پاسگاه‌ها مطلوبیت زیستگاه برای شوکا کاهش می‌یابد. شوکا نیاز مبرمی به نوشیدن آب ندارد، با این وجود معمولاً زیستگاه خود را طوری انتخاب می‌کند که در مجاورت چشمه و رودخانه باشد. به این دلیل که جوانه‌های درختان و درختچه‌ها و برگ‌های جوان غذای ترجیحی شوکا است و در کنار آب‌گیرها گیاهان تازه در اکثر مواقع سال یافت می‌شود (دلفان‌آذری، ۱۳۸۴).

متغیر دیگر که در مطلوبیت زیستگاه پاییزه شوکا اثر می‌گذارد شیب است. عدد مثبت آن در ماتریس امتیازات حاکی از آن است که با افزایش شیب مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد. البته شیب‌های بالای ۶۵ درصد برای شوکا نامطلوب بوده و بیش‌ترین نقاط حضور گونه در فصل پاییز در شیب‌های ۱۵ تا ۴۵ درصد است. شوکا برای در اختیار داشتن پناه مناسب برای فرار از طعمه‌خواران (پلنگ و گرگ) از شیب‌های تند استفاده می‌کند. این گونه، مکان‌هایی را برای محل استراحت خود انتخاب می‌کند که شیب زیادی داشته باشد. متغیر دیگر جهت است که با توجه به مقدار آن در ماتریس امتیازات به‌نظر می‌رسد تأثیر چندانی در مطلوبیت زیستگاه پاییزه شوکا نداشته باشد. متغیر دیگر فاصله از روستا است که عدد منفی آن در ماتریس امتیازات بیانگر این موضوع است که شوکا به روستاها تمایل نشان می‌دهد. شوکا می‌تواند از محصولات زمین‌های کشاورزی روستاها که در اطراف پارک قرار وجود دارد مانند زمین‌های کشاورزی روستای کندسکوه که بین منطقه حفاظت‌شده لوه و پارک ملی گلستان قرار دارد، تغذیه کند.

با توجه به جدول ماتریس امتیازات در فصل زمستان متغیر ارتفاع در این فصل هم به‌عنوان مهم‌ترین عامل در انتخاب زیستگاه شوکا می‌باشد. عدد منفی برای متغیر ارتفاع نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع از مطلوبیت زیستگاه شوکا کاسته می‌شود. شوکا به‌علت جثه کوچکی که دارد در مناطق برف‌گیر آسیب‌پذیر است (ضیایی، ۱۳۸۷). شوکا در فصل زمستان با سرد شدن هوا و با توجه به برف‌گیر شدن ارتفاعات و کمبود مواد غذایی به ارتفاعات پایین‌تر می‌آید.

متغیرهای دیگر مهم برای شوکا در فصل پاییز به‌ترتیب متغیرهای فاصله از جاده، فاصله از پاسگاه، فاصله از چشمه هستند. عدد منفی این متغیرها در ماتریس امتیازات نشان می‌دهد که با افزایش این متغیرها مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد. شوکا در فصل زمستان به جاده، پاسگاه‌های محیط‌بانی و منابع آبی که در ارتفاعات پایین‌تر قرار دارند نزدیک‌تر می‌شود. در این فصل به‌دلیل ریزش برگ درختان و افزایش دید شکار این گونه برای شکارچیان راحت‌تر است و این گونه بیش‌تر به پاسگاه‌های محیط‌بانی نزدیک می‌شود تا از امنیت بیش‌تری برخوردار باشد. ارتفاعات پایین و مجاورت منابع آبی رویشگاه درختانی مانند توسکا و ممرز است که گونه نیمه انگل داراواش روی آن‌ها زندگی می‌کند. در فصل زمستان که منابع غذایی محدود است، شوکا می‌تواند از داراواش‌هایی که به زمین می‌افتد تغذیه کند. در مجاورت منابع آبی نیز در اکثر مواقع سال گیاه تازه وجود دارد.

متغیر دیگر تأثیرگذار در فصل زمستان شاخص تفاضل نرمال‌شده پوشش گیاهی است. عدد مثبت و مقدار آن در ماتریس امتیازات حاکی از آن است با افزایش تراکم پوشش گیاهی میزان مطلوبیت زیستگاه برای شوکا افزایش می‌یابد. نتیجه به‌دست آمده از این متغیر با نتایج Formozov (۱۹۴۶)، Coady (۱۹۷۴)، Telfer و Kelsall (۱۹۸۴)، Mysterud و همکاران (۱۹۹۷) مطابقت دارد و بیان می‌کند شوکا در فصل زمستان و در هنگام بارش برف جنگل‌های انبوه و قدیمی‌تر را ترجیح می‌دهد، زیرا این عوامل توانایی کاهش اثرات برف را دارد.

متغیر دیگر شیب که در مطلوبیت زیستگاه زمستانه شوکا اثر می‌گذارد شیب است. عدد منفی آن در ماتریس امتیازات حاکی از آن است که با افزایش شیب مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد. در فصل زمستان شوکا به‌علت آسیب‌پذیر بودن در نواحی برف‌گیر از مناطق پرشیب دوری می‌کند. این گونه سعی می‌کند مناطقی را انتخاب کند که دارای شیب و عمق برفی کم باشند.

متغیر دیگر فاصله از روستا است که عدد منفی آن در ماتریس امتیازات بیانگر این موضوع است که شوکا در فصل زمستان به‌دلیل کاهش مواد غذایی به روستاها و زمین‌های کشاورزی تمایل نشان می‌دهد.

متغیر دیگر اثرگذار در مطلوبیت زیستگاه زمستانه شوکا جهت است. شوکا در این فصل جهت‌های جنوبی و غربی را به دلیل آفتاب‌گیر بودن، کم بودن پوشش برفی و وجود منابع غذایی بیش‌تر ترجیح می‌دهد.

در هر ۱۰ کیلومتر مربع حدود ۱۸ تا ۳۲ رأس شوکا می‌توانند زیست کنند (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸). براساس

نتایج این پژوهش، در فصول پاییز و زمستان به‌ترتیب ۱۳۱ و ۹۶ کیلومتر مربع از پارک ملی گلستان به‌عنوان زیستگاه مطلوب تعیین شد. بنابراین انتظار می‌رود در فصل پاییز ۲۳۶ تا ۴۲۰ رأس شوکا و در فصل زمستان ۱۷۳ تا ۳۰۸ رأس شوکا بتوانند در پارک ملی گلستان زیست کنند. با توجه به مشاهدات کم شوکا و نمایه‌های آن در فصول پاییز و زمستان به‌نظر می‌رسد که شوکا جمعیت نسبتاً پایینی در پارک ملی گلستان داشته باشد.

منابع

۱. **ابراهیمی، ح.، ۱۳۹۰.** مطالعه عوامل مؤثر بر انتشار و فراوانی شوکا (*Capreolus capreolus*) در جنگل‌های هیرکانی: مطالعه موردی جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۲۲ صفحه.

۲. **حسن‌زاده کیابی، ب.؛ زهزاد، ب.؛ فرهنگ دره‌شوری، ب.؛ مجنونیان، ه. و گشتاسب میگونی، ح.، ۱۳۷۲.** پارک ملی گلستان. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ۲۰۳ صفحه.

۳. **درویش‌صفت، ع.، ۱۳۸۵.** اطلس مناطق حفاظت شده. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۵۷ صفحه.

۴. **دلفان‌آذری، ش.، ۱۳۸۴.** در جستجوی شوکا (گوزن در حال انقراض ایران)، ترجمه: هومز، ف. (مؤلف)، انتشارات نقش مهر. تهران. ۱۳۴ صفحه.

۵. **سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۸۸.** شالوده حفاظت محیط زیست. انتشارات راه دانش سبز. تهران. ۳۳۷ صفحه.

۶. **ضیایی، ه.، ۱۳۸۷.** راهنمایی صحرایی پستانداران ایران. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش. تهران. ۳۵۰ صفحه.

۷. **فلاحی، م.، ۱۳۸۹.** بررسی تأثیر عشایر کوچنده بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۱۷ صفحه.

۸. **مجنونیان، ه.؛ زاهد، ب.؛ حسن‌زاده کیابی، ب.؛ فرهنگ دره‌شوری، ب. و گشتاسب میگونی، ح.؛ ۱۳۷۸.** پارک ملی گلستان (ذخیره‌گاه زیست‌کره). انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ۱۲۹ صفحه.

۹. **وارسته‌مرادی، ح.، ۱۳۸۴.** تعیین نسبت جنسی و گروه‌های سنی در گوزن مرال (*Cervus elaphus*) و گوزن شوکا (*Capreolus capreolus*) در پارک ملی گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۲، شماره ۴، صفحات ۱۵۴ تا ۱۶۱.

10. **Anderson, M.C.; Watts, J.M.; Freilich, J.E.; Yool, S.R.; Wakefield, G.I.; Mccaulery, J.F. and Fahnestock, A., 2000.** Regression-tree modeling of desert tortoise habitat in the centeral Mojave Desert. Ecological Applications. Vol. 10, pp: 890-900.

11. **Coady, J.W., 1974.** Influence of snow on behavior of moose. Naturalist Canadian. Vol. 101, pp: 417-436.

12. **Formozov, A.N., 1946.** Snow cover as an integral factor of the environment and its importance in the ecology of mammals and birds. Mosco soc, Naturalists, materials for fauna and flora, Zoologycal selection, Newseries. Vol. 2, pp: 1-152.

13. **Fuller, R.J. and Gill, R.M.A., 2001.** Ecological impacts of deer in woodland. Forestry. Vol. 74, No. 3, pp: 189-192.

14. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. Ecologycal Modeling. Vol. 135, pp: 147-186.

15. **Heinze, E.; Boch, S.; Fischer, M.; Hessenmoller, D.; Klenk, B.; Muller, J.; Prati, D.; Schulze, E.D.; Seele, C.; Socher, S. and Halle, S., 2011.** Habitat use of large ungulates in northeastern Germany in relation to forest management. Forest Ecology and Management. Vol. 261, pp: 288-296.

16. **Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat suitability maps without absent data? Ecology. Vol. 83, pp: 2027-2036.

17. **Hirzel, A.H.; Hausser, J. and Perrin, N., 2007.** Biomapper 4.0, Laboratory for Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland. URL, Viewed 10 November 2010. http://www2.unil.ch/biomapper.

18. **Morrison, M.L.; Marcot, B.G. and Mannan, R.W., 1992.** Wildlife-habitat relationships: Concepts and applications. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA. 343 p.

19. **Mysterud, A.; Bjornsen, B.H. and Qstbye, E., 1997.** Effects of snow depth on food and habitat selection by roe deer (*Capreolus capreolus*) along altitudinal gradient in south-central Norway. Wildl. Boil. Vol. 3, pp: 27-33.

20. **Said, S.; Gaillard, J.M.; Duncan, P.; Guillon, N.; Servanty, S.; Pellerin, M.; Lefeuvre, M.; Martin, C. and Laere, G.V., 2005.** Ecological correlates of home-range size in spring–summer for female roe deer (*Capreolus capreolus*) in deciduous woodland. The Zoological Society of London. Vol. 267, pp: 301-308.

21. **Telfer, E.S. and Kelsall, J.P., 1984.** Adaptations of some large North American mammals for survival in snow. Ecology. Vol. 65, pp: 1828-1834.

22. **Titeux, N.; Dufrene, M.; Radoux, J.; Hirzel, A. and Defourny, P., 2001.** Fitness-related parameters improve presence-only distribution modelling for conservation practice: The case study of the red-backed shrike. Biological Conservation. Vol. 138, pp: 207-223.

23. **Vospernik, S. and Reimoser, S., 2008.** Modeling changes in roe deer habitat in response to forest management. Forest Ecology and Management. Vol. 255, pp: 530-545.