فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۶، بهار ۱۴۰۰

بررسی عملکرد روش تحلیل عامل آشیان بوم شناختی در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گراز (*Sus scrofa*, Linnaeus, 1758) در پناهگاه حیات‌وحش جاسب اراک

سحر رضائی[1*]

sahar.rezaei2@yahoo.com

سعید نادری[2]

پیمان کرمی[3]

فرزاد هوشیار[4]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۳**

چکیده:

وجود اطلاعات مربوط به پراکنش جغرافیایی و انتخاب زیستگاه، هسته مرکزی حفاظت و مدیریت گونه‌های تهدید شده است. تجزیه و تخریب زیستگاه از تهدیدات مهم تنوع زیستی محسوب می‌شود. بدین منظور، آگاهی از نیازهای زیستی و شناسایی زیستگاه مطلوب گراز نقش مهمی در اتخاذ شیوه‌های مدیریتی گونه و زیستگاه دارد. هدف از مطالعه حاضر، مدلسازی مطلوبیت زیستگاه گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب و تعیین مهم‌ترین فاکتورهای محیطی موثر بر انتخاب زیستگاه گونه می‌باشد. مطالعه حاضر در یک دوره یک ساله در ۴ فصل مختلف سال صورت گرفته است. بدین منظور، از مدل تحلیل عامل آشیان بوم شناختی (ENFA) و نرم افزار بایومپر استفاده شد. لایه‌های اطلاعاتی به کار برده شده به عنوان متغیرهای موثر بر روی حضور گونه شامل شیب، جهت، ارتفاع، فاصله از چشمه، فاصله از روستا، فاصله از قنات، فاصله از جاده، شاخص پوشش گیاهی، تیپ پوشش گیاهی، کاربری اراضی و فاصله تا توسعه انسانی، بوده است.

نتایج حاصل از تحلیل عامل آشیان بوم شناختی نشان داد، مقادیر شاخص بویس برای الگوریتم میانگین میانه، میانگین هندسی فاصله، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله در طول چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) و بازه یک ساله کم است. بر اساس مقادیر شاخص بویس می‌توان نتیجه گیری کرد، صحت نقشه‌های تولیدی چندان مناسب نمی‌باشد. دلیل این امر بالا بودن واریانس مدل می‌باشد که

۱- کارشناسی ارشد زیستگاه و تنوع زیستی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

۳- دانشجوی دکتری ارزیابی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر

۴- کارشناسی ارشد زیستگاه و تنوع زیستی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گرگان

نشان دهنده پایین بودن دقت مدل و قدرت پیش بینی پایین مدل است. بنابراین، مدل تحلیل عامل آشیان بوم شناختی برای زیستگاه-های با کیفیت پایین و مقیاس کم، قابلیت کمتری دارد. از این رو تحلیل عامل آشیان بوم شناختی روش مناسبی به منظور مطالعه زیستگاه انتخابی گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب نمی‌باشد.

لذا شناسایی توزیع و پراکندگی گونه گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب به عنوان یک راهگشا، برای مدیران و کارشناسان محیط زیست و کشاورزان به منظور رسیدن به یک تصمیم مدیریتی کارآمد جهت کاهش تضاد و همچنین شناسایی مناطقی که ریسک خسارت در آن-ها بالاست و باید در اولویت حفاظتی باشند، نقش دارد.

کلید واژه‌ها: خوک وحشی (*Sus scrofa*)؛ پناهگاه حیات وحش جاسب؛ مطلوبیت زیستگاه؛ تحلیل عامل آشیان بوم شناختی

Human and Environment, No. 56, Spring 2021

Evaluation Ecological Niche Factor Analysis in Modeling Suitability Habitat of Boar (*Sus scrofa*, Linnaeus, 1758) in Arak Jassib Wildlife

Sahar Rezaei[1*]

sahar.rezaei2@yahoo.com

Saeid Naderi[2]

Peyman Karami[3]

Farzad Hoshyar[4]

Abstract

The information about the geographical distribution and habitat selection is the core of the conservation and management of threatened species. Habitat destruction is one of the major threats to biodiversity. Therefore, knowledge of the need for biological and identify favorable habitats for wild boar have very important role in the way of habitat species management. This study is going to model the habitat of wild boar in Jassib wildlife sanctuary and determine the most important environmental factors affecting the choice of species-habitat. The provided survey has conducted in one-year period in four different seasons of the year. So Ecological Niche Factor Analysis (ENFA) and software Bayvmpr was used. Information layers used as effective variables on the species consisted of, slope, aspect, elevation, distance from the source, the distance from the village, away from canals, roads, vegetation index, vegetation type, land use and distance to human development, respectively. The results of the analysis showed that ecological niche factor, Boyce index values for average algorithm median, mean geometric distance, the harmonic mean and minimum distance during four seasons (spring, summer, autumn and winter) and a one-year period is not really enough. Boyce can be concluded based on index values; the accuracy is not very good production. The reason for this variance is high, indicating low precision and low predictive power of the model. Based on index values of Boyce it can be concluded that the accuracy production is not very good. The reason is for the higher variance which indicating lower precision predictive power of the model. Thus, ecological niche factor analysis model is less functional due to low quality and small-scale habitats. The ecological niche factor analysis is not a good way to study the habitat of Jassib hogs Wildlife. Therefore, identification of species distribution and dispersion of wild boar in Jassib wildlife sanctuary have paly important role as a facilitator for executives and environmental experts and farmers in order to achieve an efficient management to reduce conflict as well as identify areas that are at high risk damage and their protection must be in a priority as well.

Keywords: Wild Boar (*Sus scrofa*); Jassib Wildlife Sanctuary, Habitat Utility, Ecological Niche Factor Analysis

1- M.Sc. Habitats and Biodiversity, Department of Natural Resources, University of Guilan

2- Assistant Professor, Department of the Environment, College of Natural Resources, University of Guilan

3- Environmental Assessment, Department of Natural Resources, University of Hormozgan

4- M.Sc., Habitats and biodiversity, Department of Natural Resources, University of Gorgan

مقدمه:

گراز وحشی (*Sus scrofa*)، متعلق به جنس (Sus)، خانواده (*Suidae*) و راسته زوج سمان (*Artiodactylae*) است. در میان سم‌داران، این گونه دارای بزرگترین گستره فعالیتی و توزیع جغرافیایی می‌باشد (۱). به طوری که گستره زیستی آن-ها، بیابان‌های نیمه خشک، جنگل‌های بارانی تروپیکال، جنگل-های گرمسیری و علفزارها را در بر می‌گیرد (۲،۳). مطالعات نشان داده است اندازه گستره خانگی این حیوان در فصل پاییز و زمستان نسبت به فصل بهار و تابستان به علت دسترسی به منابع مورد نیاز، بزرگتر است. محدوده گستره خانگی این گونه از ۰/۴ تا بیش از ۱۹ مایل مربع متغیر است (۴). گراز وحشی به دلیل توزیع گسترده، اثرات قابل¬توجهی بر روی محیط¬زیست دارد، لذا تا حد زیادی قادر است ساختار و عملکرد جوامع گیاهی، جانوری، فراوانی گونه¬ها، غنای گونه¬ای و در نهایت شبکه غذایی را تحت تأثیر قرار دهد (۵). فاکتورهای زیادی در تعیین اندازه گستره خانگی گونه گراز موثر می‌باشند از جمله از آن‌ها می‌توان به سن، جنس، وضعیت فیزیولوژی، اندازه بدن، بیولوژی حیوان و در نهایت میزان در دسترس بودن منابع غذایی اشاره کرد (۵). از جمله مشکلاتی که در دهه¬های اخیر شدت گرفته است، تعارض حیات¬وحشی مانند گراز وحشی با محصولات و توسعه¬های انسانی است. از این رو پیش¬بینی پراکندگی و توزیع نقاط حضور گونه¬ها به ویژه گونه¬هایی که در تعارض و تقابل با انسان است، در مباحث مربوط به برنامه¬ریزی حفاظت از گونه¬ها و زیستگاه¬های حیات وحش مطرح می¬باشد (۶).

تحقیقات مختلفی در خصوص بررسی مطلوبیت زیستگاه گراز وحشی مطالعاتی در داخل و خارج کشور صورت پذیرفته است. از مطالعات داخل کشور می‌توان به مطالعات، گشتاسب و همکاران (۱۳۹۱) به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گراز در منطقه الموت شرقی استان قزوین با استفاده از رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم شناختی (ENFA)[1] به منظور تعیین عوامل مؤثر بر پراکنش گراز به ویژه تأثیر عوامل انسانی پرداختند. نتایج نشان داد که گراز مناطق نزدیک به روستا و باغ و مزرعه و رودخانه و نیز ارتفاع و شیب کم را ترجیح می‌دهد (۷). مینایی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی مطلوبیت زیستگاه گراز در دو فصل بهار و زمستان در منطقه کوه خان کماندار استان لرستان با استفاده از روش HEP[2] پرداختند. بدین منظور هشت متغیر کمی و پنج متغیر کیفی انتخاب شد. نتایج نشان داد که درجه کیفیت زیستگاه گراز با توجه به عدد نمایه مطلوبیت زیستگاه (HSI)[3] در کل شش ماه، خیلی خوب بوده است. علاوه بر این با توجه به میزان عدد نمایه مطلوبیت زیستگاه در هر ماه، حداکثر مطلوبیت زیستگاه مشاهده شده مربوط به ماه دی (۰/۷۴) و کمترین مطلوبیت مربوط به ماه-های اردیبهشت و فروردین (۰/۵۴) است (۸). Abaigar و همکاران (۱۹۹۴) به بررسی زیستگاه ترجیحی گراز با استفاده از نمایه‌های غیرمستقیم مانند، ردپا، سرگین و اراضی ریشه‌کن شده در مدیترانه پرداختند. بدین منظور از آنالیز چند متغیره کای اسکوار استفاده شد. نتایج نشان داد، بیشترین حضور گونه در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۱۹۰۰ متری، شیب کمتر از ۱۵درجه (۲۵/۶ درصد)، پوشش گیاهی با تیپ بلوط و بیشه‌های مخلوط که منبع اصلی غذایی و پناهی برای گونه هستند، می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی زیستگاه گراز در طی ۴ فصل نشان داد، بیشترین حضور گونه در منطقه Sierra de BAZA در غرب Almeria در کشور اسپانیا در فصل بهار و تابستان و کمترین حضور در فصل زمستان و پاییز می‌باشد (۹). Górecki و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی زیستگاه انتخاب شده توسط گراز با استفاده از رایوتله متری در Zielonka پرداختند. بررسی‌ها نشان داد بیشترین حضور گونه در اراضی جنگلی با تیپ کاج، پهن برگ و سوزنی برگ می‌باشد. که ارجحیت پهن برگان بیشتر از سوزنی برگان است. گونه در زیستگاه‌ها با تراکم متوسط و در اکثر موارد در چمن‌های تنک و ضخیم بیشتر حضور دارد. زیرا از نظر غذایی و امنیتی اهمیت بالایی برای

1- Ecological Nich Factors Analysis

2-Habitat Evaluation Procedure

3-Habitat Suitability Index

گراز دارند (۱۰). فراشی و همکاران (۱۳۸۹) در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عامل آشیان بوم شناختی به مدلسازی زیستگاه گونه پازن پرداختند. نتایج این بررسی نشان می دهد که بز و پازن در این زیستگاه دارای آشیان بوم شناختی به نسبت باریکی است و به زیستگاه های حاشیه ای گرایش بیشتری دارد (۱۱).

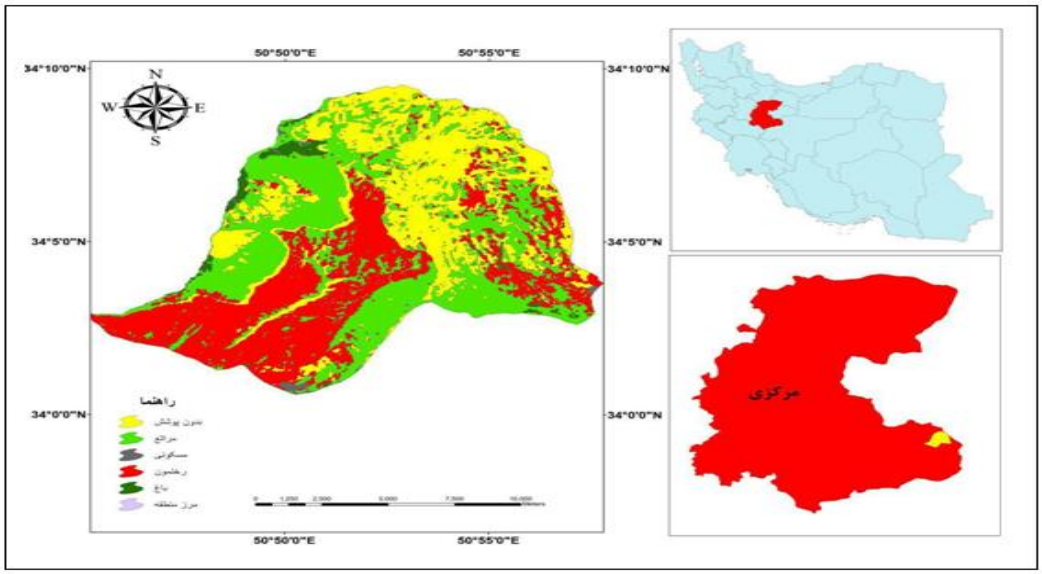
هدف از مطالعه حاضر، مدلسازی مطلوبیت زیستگاه گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب با استفاده از تحلیل عامل آشیان بوم شناختی و تعیین مهم‌ترین فاکتورهای محیطی موثر بر انتخاب زیستگاه گونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در استان مرکزی به منظور حفظ و حراست از طبیعت و در راستای وظایف سازمان حفاظت محیط زیست، مناطق خاصی شناسایی و مورد حفاظت قرارگرفته است. مناطق چهارگانه و زیستگاه‌های تحت مدیریت استان شامل: اثر طبیعی ملی (غار نخجیر)، منطقه حفاظت‌شده (الوند و هفتاد قله)، منطقه شکارممنوع (تالاب میقان، بازرجان، پلنگاب، خرقان،کلاهه)، پناهگاه حیات‌وحش (جاسب، راسوند) می‌باشند (۱۲).

پناهگاه حیات وحش جاسب در منتهی الیه شرق استان مرکزی و در شمال نراق از توابع شهرستان دلیجان واقع شده است. این منطقه از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصله ۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه تا۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه تا ۳۴ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. پناهگاه حیات وحش جاسب با وسعتی معادل ۱۷۲۳۴ هکتار برابر مصوبه شماره ۲۴۵ مورخ ۸۱/۳/۲۱ شورای عالی حفاظت محیط زیست، به عنوان پناهگاه حیات وحش تعیین گردید (۱۳). پناهگاه حیات وحش جاسب با مساحت ۱۷۲۳۴ هکتار، دارای تنوع ارتفاعی جالب توجهی است. به لحاظ فیزیوگرافی و توپوگرافی پناهگاه حیات وحش جاسب عمدتا اکوسیستم کوهستانی است که بخش‌های درونی و مرکزی منطقه را رشته کوه‌های پراکنده، تپه ماهور-های مرتفع و اراضی جلگه ای در جنوب شرق و شمال شرق و تا حدودی جنوب غرب تشکیل می‌دهد (شکل ۱). از مهم‌ترین گونه‌های جانوری می‌توان به قوچ و میش، گرگ، روباه، خرگوش، شغال، پلنگ، کفتار، تشی و گراز اشاره نمود. مهم-ترین پرندگان منطقه شامل قرقی، سارگپه، عقاب دو برادر، دلیجه، تیهو، کبک، باقرقره، شاه بوف، جغد کوچک و دارکوب می‌باشند. بسیاری از جوندگان و خزندگان نیز در این منطقه دیده می‌شوند (۱۲).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی پناهگاه حیات وحش جاسب در استان مرکزی

روش جمع آوری داده‌های میدانی

دستیابی به اطلاعات لازم درباره حضور گونه از طریق پرس و جو از بومیان محلی منطقه به خصوص چوپانان، بهره‌گیری از اطلاعات محیط بانان اداره محیط‌زیست استان (برگرفته از دفتر ثبت وقایع روزانه، واحد معاونت طبیعی، اداره کل محیط زیست استان مرکزی)، گزارش‌های ثبت شده از حملات گراز به محصولات کشاورزی و باغ‌ها توسط مردم به طرق مختلف و استفاده از نمایه‌های مستقیم و غیرمستقیم که طی بازدیدهای میدانی و گشت زنی در منطقه به مدت یک سال طی چهار فصل بهار، پاییز، تابستان و زمستان ۹۴ حاصل شد، بوده است. ثبت نمایه‌های مستقیم و غیرمستقیم در ترانسکت‌ها که به صورت طولی و در جهت افزایش ارتفاع قرار گرفتند، صورت گرفت. نقطه شروع نمونه برداری به صورت دائمی انتخاب شد و ترانسکت‌ها طوری قرار گرفتند که در نهایت، نمونه داده‌های جمع آوری شده بتواند معرف کل منطقه باشد. ثانیا تمام تیپ‌ها و پستی و بلندی‌ها را در تمام طول مسیر در بر بگیرد. با توجه به مطالعه اکولوژی گونه و بازدیدهای میدانی صورت گرفته و ویژگی توپوگرافی منطقه، ترانسکت‌هایی با طول متغیر از ۱۰۰ تا۲۰۰ متر و عرض ۲ تا ۴ متر در ۱۲ لکه پراکنشی به نام‌های محلی (گله سیاه، رادکوه، سرخون، چشمه نون، دره بیشه، چولوا، قاش ستار، گردنه گرگ، سمن، نهر طویل، پاقستون، دهنه برزگر در خاوه) به صورت دائمی قرار گرفتند. به منظور جلوگیری از همپوشانی برداشت نقاط حضور در هر مرحله بازرسی که هر دو هفته یک بار صورت می‌گرفت، منطقه کاملا پاکسازی می‌شد. زیرا یک مدلسازی پراکنش خوب نیازمند داده‌های دقیقی از نقاط حضور می‌باشد که این داده‌ها علاوه بر این که باید تعمیم دهنده کل منطقه باشد باید به صورت سیستماتیک جمع آوری شده باشند تا حد الامکان بتوان میزان اریب را کاهش داد (۱۴).

مدلسازی مطلوبیت زیستگاه

به طور ساده مدل‌ها به منظور دسترسی به اطلاعات درمورد نیازهای زیستگاهی گونه، پاسخ به تغییرات محیطی و یا ممکن است به منظور پیش بینی فراوانی، تراکم و ظرفیت برد بکار گرفته شوند. روش‌های متعدی از مدلسازی زیستگاه در دسترس هستند که کاربرد آن‌ها به نوع داده‌های زیست شناختی و محیطی در دسترس، گونه مورد نظر و هدف نهایی مدل بستگی دارد (۱۵). مدل‌های پیش بینی کننده توزیع گونه‌ها بر اساس متغیرهای وابسته، به دو دسته مدل‌های مبتنی بر حضور (۱۶) و مدل‌های مبتنی بر حضور و عدم حضور (۱۷،۱۸) تقسیم بندی می‌شوند.

تحلیل عامل آشیان بوم شناختی

برای انجام تحلیل عامل آشیان بوم شناختی با استفاده از نرم افزار بایومپر، در گام اول باید داده‌های جمع آوری شده در جریان نمونه برداری میدانی (داده‌های حضور گونه) و نقشه‌های متغیرهای محیطی به فرمت قابل استفاده در این نرم افزار که همان فرمت نرم افزار ادریسی است، تبدیل شوند. در نرم‌افزار بایومپر فقط از لایه‌های رستری می‌توان استفاده کرد و متغیر-های محیطی باید به شکل کمی باشند. زیرا تجزیه و تحلیل عامل آشیان بوم شناختی بر اساس محاسبات کمی مانند عامل حاشیه گرایی بنا شده است. دو روش کمی کردن نقشه‌ها در این نرم‌افزار، محاسبه تحلیل دایره‌ای یا شعاعی[1] و تحلیل مستقیم[2] است. نکته حائز اهمیت این است که تعداد متغیرهای محیطی نباید بیشتر از تعداد نقاط حضور گونه باشد و حداکثر می‌تواند یک‌سوم آن‌ها باشد. به دلیل اینکه هر نوع از داده‌ها به نوع خاصی از تبدیل‌ها برای ورود به نرم افزار بایومپر نیاز دارد، این مرحله می‌تواند خیلی وقت‌گیر باشد. به طورکلی ۷۵ تا ۹۵ درصد زمان اجرای نرم‌افزار بایومپر در مرحله آماده‌سازی نقشه-های ورودی صرف می‌گردد (۱۹). لایه‌های مورد استفاده جهت انجام تحلیل عامل آشیان بوم شناختی در نرم افزار ARC GIS 10/3 و Idrisi تهیه گردیدند.

ورود لایه‌ها به نرم افزار

برای انجام تحلیل بایستی متغیرها (فاکتورهای محیطی و حضور گونه) توزیع نرمال داشته باشند، بنابراین باید وضعیت آن‌ها را بررسی کرد و سپس برای اطمینان کامل از نرمال بودن

1- Circular Analysis
2- Distance Analysis

داده‌ها، آزمون Kolmirogorov-Smirnov را انجام داد. اگر داده‌ها نرمال نباشند، نرمال‌سازی به روش باکس-کاکس[1] که در بایومپر قابل اجراست، توصیه می‌گردد. همچنین بررسی همبستگی بین نقشه‌های جغرافیای زیستی از Correlation matrix انجام می‌شود. در این مرحله، باید لایه‌های همبسته (در این مطالعه همبستگی بالای ۷۰ درصد) را حذف نمود، به دلیل اینکه این تحلیل به متغیرهایی نیاز دارد که مستقل و بدون همبستگی باشند. در تجزیه و تحلیل عامل آشیان بوم شناختی، اگر دو متغیر همبستگی داشته باشند، تصمیم به حذف یکی از آن‌ها بر عهده بوم‌شناس است. متغیرهایی که مقدار معنی‌داری از تغییرات را توضیح نمی‌دهند، از مدل نهایی حذف می‌شوند. درخت همبستگی[2] و یا PCA در شناسایی لایه‌های همبسته کمک می‌کند. همبستگی بالا بین متغیرها می‌تواند منجر به تولید مقادیر ویژه[3] بزرگ در نتایج شود. مقدار ویژه بیان می‌کند چه حد از تغییرات (واریانس) توسط متغیرها توضیح داده می‌شود و در واقع گویای میزانی از تخصص گرایی است. مقادیر ویژه به دست آمده از تحلیل باید بیشتر از صفر باشند و مقادیر منفی و بیش از حد بزرگ را در بر نمی‌گیرد. اگر مقادیر ویژه به دست آمده منفی و یا بیش از حد بزرگ باشند به این معناست که بعضی از لایه‌ها دارای همبستگی زیادی هستند و باید یکی از آن‌ها حذف شود. اگر گونه مورد بررسی توزیع تصادفی در زیستگاه داشته باشد مقادیر ویژه نزدیک به یک، حاشیه گرایی حدود صفر و تحمل پذیری حدودا یک خواهد بود (۲۰،۳).

خروجی مدل

تمام اطلاعات مفید استخراج شده در دو عامل آشیان بوم‌شناختی شامل حاشیه گرایی و تخصص گرایی خلاصه می‌گردد. مقدار حاشیه گرایی اغلب بین صفر و یک قرار دارد (۲۰،۴) 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 وجود ندارد. مقادیر نزدیک به یک نشان می‌دهد که گونه در یک زیستگاه بسیار ویژه زندگی می‌کند. درواقع حاشیه گرایی نشان‌دهنده موقعیت آشیان بوم‌شناختی در فضای محیط‌زیستی است (۲۱). در تخصص گرایی مقادیر نزدیک به صفر نشان‌دهنده این است که گونه هدف در محدوده وسیعی از شرایط محیط‌زیستی قادر به زندگی است. مقادیر بالای این عامل نشان می‌دهد که گونه بسیار تخصصی است و در محدوده باریکی از شرایط محیط‌زیستی زندگی می‌کند. لذا، از آشیان بوم‌شناختی کوچکی برخوردار است (۲۲،۲۳).

بررسی صحت مدل و نقشه تناسب زیستگاه تولیدشده

ارزیابی درستی و تناسب مدل با استفاده از شاخص بویس[4] از طریق اعتبار سنجی متقاطع[5] انجام می‌شود (۳).

طبقه‌بندی مجدد نقشه تناسب زیستگاه

پس از تولید نقشه مطلوبیت زیستگاه، می‌توان آن را به چندین روش پردازش کرد و به طبقات کمتری مجددا طبقه‌بندی نمود، زیرا طبقات کمتر به واقعیت نزدیک‌تر است و راحت‌تر تفسیر می‌گردد (۲۴). بنابراین حتی می‌توان آن را به نقشه بولین تبدیل نمود و زیستگاه مناسب را در مقابل زیستگاه نامناسب نشان داد.

نتایج حاصل از آنالیز ENFA در نرم افزار بایومپر

همبستگی بین لایه‌ها

به منظور بررسی همبستگی بین متغیرهای مورد استفاده در مدل مکسنت از دستور PCA در نرم افزار ادریسی استفاده شد. از آنجا که بین هیچکدام از متغیرها، همبستگی بالای (۰/۷۰) وجود نداشت لذا هیچ یک از متغیرها از تحلیل حذف نشدند (جدول ۱).

1- Box-Cox
2- Correlation tree
3- Eigenvalue
4- Boyce
5 -Cross validation

جدول۱- نتایج حاصل از همبستگی بین متغیرها در مدل مکسنت

متغیر	جهت	ارتفاع	قنات	جاده	چشمه	روستا	توسعه انسانی	کاربری اراضی	شیب	پوشش گیاهی	شاخص تراکم
جهت	۱										
ارتفاع	-۰/۰۸۱۵۳۶	۱									
قنات	-۰/۲۸۶۳۱۸	۰/۲۷۰۸۷۱	۱								
جاده	-۰/۸۱۰۸۶	۰/۲۷۷۹۵۵	۰/۵۱۶۰۸۶	۱							
چشمه	-۰/۲۵۳۰۲۱	-۰/۰۳۹۱۰۷	۰/۶۶۵۷۹۸	۰/۳۰۷۰۲۷	۱						
روستا	-۰/۳۵۲۳۱۲	-۰/۱۳۶۵۴۱	۰/۵۲۸۵۷۴	۰/۰۶۸۰۹۲	۰/۳۹۰۱۸۵	۱					
توسعه انسانی	-۰/۱۹۲۵۴۶	۰/۵۸۳۳۶۹	۰/۷۶۵۱۰۰	۰/۵۸۹۲۰۶	۰/۴۲۴۳۵۴	۰/۲۷۱۱۸۳	۱				
کاربری اراضی	۰/۰۲۵۲۸۳	-۰/۰۱۲۸۷۹	-۰/۰۵۳۱۹۷	-۰/۰۲۲۲۵۶	-۰/۰۳۷۳۱۱	-۰/۰۲۸۱۰۱	-۰/۰۵۵۲۵۹	۱			
شیب	۰/۰۱۲۰۴۶	۰/۲۶۶۰۹۵	۰/۱۰۹۸۷۷	۰/۲۵۴۷۹۳	-۰/۱۰۸۹۷۰	-۰/۰۵۶۹۰۵	۰/۱۸۵۵۱۳	۰/۰۲۸۷۲۳	۱		
پوشش گیاهی	۰/۰۱۴۸۰۴	۰/۰۲۸۲۵۶	۰/۰۱۶۰۷۴	۰/۰۱۲۴۱۴	-۰/۰۲۲۳۴۲	-۰/۰۲۳۱۸۷	-۰/۰۲۳۱۸۷	۰/۷۰۲۶۰۱	۰/۰۱۴۸۰۴	۱	
شاخص تراکم	۰/۰۱۵۰۱۹	۰/۰۲۶۲۸۹	-۰/۰۱۶۴۱۸	-۰/۰۱۱۹۳۵	-۰/۰۲۱۸۸۳	-۰/۰۲۳۰۲۷	-۰/۰۰۶۹۸۲	۰/۷۰۲۶۰۶	۰/۰۳۳۸۰۵	۰/۹۹۹۹۹۱	۱

تحلیل عامل آشیان بوم شناختی

بعد از تعیین میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل محیطی، تحلیل عامل آشیان بوم شناختی اجرا می‌شود. این تحلیل، مشابه تجزیه و تحلیل به مولفه‌های اصلی است. دو خروجی مهم تحلیل عامل آشیان بوم شناختی، مقادیر ویژه و ماتریس امتیازات است، که حاوی دو مولفه اصلی حاشیه گرایی و تخصص گرایی می‌باشد و باید جهت درک بوم شناختی وضعیت موجود به دقت بررسی شوند. پس از انجام محاسبات آماری توسط نرم افزار تحلیل عامل آشیان بوم شناختی، مقدار حاشیه گرایی، تخصص گرایی و تحمل پذیری گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب به صورت جدول (۲) بدست آمد.

جدول۲- مقدار کلی حاشیه گرایی، تخصص گرایی و تحمل پذیری گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب

فصل	حاشیه گرایی	تخصص گرایی	تحمل پذیری
بهار	۰/۹۵	۱/۴۸	۰/۶۷
تابستان	۱/۲۰	۱/۵۴	۰/۶۴
پاییز	۰/۵۴	۱/۷۴	۰/۵۷
زمستان	۰/۷۳	۱/۹۵	۰/۵۱
یک ساله	۰/۸۵	۱/۲۲	۰/۸۳

در تخصص گرایی مقادیر نزدیک به صفر نشان می‌دهد که گونه در محدوده وسیعی قادر به زندگی می‌باشد. مقادیر بالای صفر نشان می‌دهد که گونه بسیار تخصصی و در محدوده باریکی از شرایط محیط زیستی قادر به زندگی است. بر اساس نتایج بدست آمده در جدول (۲) مقادیر تخصص گرایی نشان می‌دهد که گراز در چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) بسیار تخصصی می‌باشد و در محدوده باریکی از منطقه زندگی می‌کند، که با توجه به حضور اراضی باغ و کشاورزی تنها در بخش‌های محدودی از منطقه قابل تایید می‌باشد.

مقادیر نزدیک به صفر در حاشیه گرایی بیان می‌کند که گونه تمایل دارد در شرایط میانگین ناحیه مطالعاتی زندگی کند به عبارتی نشان دهنده مرکز گرایی بودن گونه است. مقادیر بالاتر از یک نشان می‌دهد که گونه در شرایط ویژه زندگی می‌کند. به عبارتی حاشیه گزینی گونه مربوطه را در محدوده منابع مورد

استفاده خود نشان می‌دهد. لذا بر اساس مقادیر حاصل شده از حاشیه گرایی جدول (۲) نشان داد گونه در فصل بهار، پاییز و زمستان مرکزگرا می‌باشد و در فصل تابستان، گونه حاشیه گرا است.

فاکتور تحمل پذیری عکس تخصص گرایی است و مقادیر نزدیک به صفر آن نشان دهنده تحمل پذیری پایین گونه به عبارتی تخصصی بودن گونه است. بر عکس مقادیر بالا، ضمن بیان تحمل بالای گونه حاکی از آن است که گونه به شرایط بسیار ویژه و خاص برای زندگی در زیستگاه نیاز ندارد. طبق نتایج جدول (۲)، گونه در چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان)، تحمل پذیری پایینی دارد و به عبارتی، نشان دهنده تخصصی بودن گراز است.

ارزیابی صحت مدل

صحت نقشه‌های مطلوبیت به دست آمده با استفاده از روش Cross-Validation (ارزیابی متقاطع) ارزیابی شد. یکی از نتایج این ارزیابی شاخص بویس می‌باشد. که شاخص قابل اطمینانی برای ارزیابی صحت مدل است و مقدار آن بین -۱ تا ۱ متغیر است. مقادیر مثبت نشان دهنده آن است که پیش بینی‌های مدل، همسو با توزیع داده‌های حضور است. مقادیر نزدیک به صفر، نشان دهنده آن است که پیش بینی‌های مدل متفاوت از یک مدل تصادفی نمی‌باشد. مقادیر منفی نشان دهنده مدل نامناسب هستند. در این مطالعه مقادیر شاخص بویس برای الگوریتم میانه، فاصله هندسی، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله در جدول (۳) آورده شده است.

جدول۳- مقادیر شاخص بویس برای الگوریتم میانه، هندسی فاصله، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله در مدل انفا

فصل	الگوریتم	شاخص بویس±انحراف معیار
بهار	میانه	۰/۵۴±۰/۱۳
	هندسی	۰/۶۳±۰/۰۸
	هارمونیک	۰/۶۱±۰/۱۳
	حداقل فاصله	۰/۴۹±۰/۰۸
پاییز	میانه	۰/۶۲±۰/۱۱
	هندسی	۰/۵۴±۰/۱۴
	هارمونیک	۰/۵۹±۰/۲۰
	حداقل فاصله	۰/۴۲±۰/۰۷
تابستان	میانه	۰/۲۹±۰/۳۱
	هندسی	۰/۳۹±۰/۲۸
	هارمونیک	۰/۳۱±۰/۲۶
	حداقل فاصله	۰/۳۸±۰/۳۹
زمستان	میانه	۰/۴۹±۰/۱۱
	هندسی	۰/۴۱±۰/۱۵
	هارمونیک	۰/۴۸±۰/۲۴
	حداقل فاصله	۰/۴۹±۰/۰۱
یک ساله	میانه	۰/۳۹±۰/۱۵
	هندسی	۰/۴۳±۰/۲۵
	هارمونیک	۰/۳۹±۰/۳۰
	حداقل فاصله	۰/۴۶±۰/۲۱

به طور کلی بر اساس مقدار شاخص بدست آمده، صحت نقشه-های تولید شده چندان مناسب نمی‌باشد و نشان دهنده پیش بینی تصادفی مدل است. دلیل این امر، بالا بودن میزان واریانس مدل‌ها می‌باشد که به طور کلی نشان دهنده پایین بودن دقت مدل‌ها و دقت پیش بینی مدل‌ها می‌باشد. واریانس، معمولا در طول منحنی نوسان دارد و می‌تواند صحیح ترین بخش مدل را نشان دهد (۲۵).

بحث و نتیجه گیری

تحلیل عامل آشیان بوم شناختی یکی از روش‌های مدلسازی زیستگاه است که بر مبنای روش‌های آماری و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. در سال‌های اخیر به منظور یافتن مناطق مطلوب در مقیاس‌های وسیع و محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه مدل انفا توسعه یافته است. بر اساس نتایج حاصل از میزان حاشیه گرایی در طول چهار فصل مشخص شد، گراز در فصول بهار، پاییز و زمستان مرکز گرا می‌باشد و تمایل به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه ای را ندارد و در فصل تابستان گونه حاشیه گرا است. همچنین فاکتور تحمل پذیری نشان داد، گونه در چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) تحمل پذیری پایینی دارد. لذا گراز نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود نسبتا حساس است. به عبارت دیگر، گونه گراز یک گونه متخصص در محدوده منابع زیستگاه خود در پناهگاه حیات وحش جاسب می‌باشد. به نظر می‌رسد، به دلیل تغییراتی همچون شکار گراز، تغییر کاربری اراضی مانند تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی و باغ در طی سال‌های اخیر، قسمتی از زیستگاه‌هایی که به طور بالقوه مناسب گراز بوده است، از دست رفته اند. بنابراین گراز آشیان بوم شناختی خود را به زیستگاه-هایی با کیفیت‌تر و امن‌تر محدود کرده است.

در این مطالعه مقادیر شاخص بویس برای الگوریتم میانه، فاصله هندسی، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله در طول چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) و بازه یک ساله به ترتیب در جدول (۳) آورده شده است. بر اساس مقادیر شاخص بویس صحت نقشه‌های تولیدی چندان مناسب نمی‌باشد. دلیل این امر بالا بودن واریانس مدل‌ها می‌باشد که نشان دهنده پایین بودن دقت مدل‌ها و قدرت پیش بینی مدل‌ها می‌باشد. از این رو می‌توان نتیجه گیری کرد که این مدل برای زیستگاه‌های با کیفیت بالا (منظور همگن بودن از نظر شرایط توپوگرافی (شیب و ارتفاع)) مناسب است و برای زیستگاه‌های با کیفیت پایین قابلیت کمتری دارد (۲۶). بنابراین روش انفا برای مطالعه انتخاب زیستگاه گراز در پناهگاه حیات وحش جاسب با مقیاس کوچک و کیفیت پایین (ناهمگن بودن از نظر شرایط توپوگرافی که بخش مرکزی منطقه را صخره‌های بزرگی فرا گرفته و مانع توزیع یکنواخت گونه در تمام سطح منطقه می‌شود) روش چندان مناسبی نمی‌باشد. دلیل این امر دقت کمتر تحلیل عامل آشیان بوم شناختی و توانایی کم مدل در تفکیک ویژگی‌های بوم شناختی در مقیاس این مطالعه می‌باشد. در ابتدا این نکته را باید در نظر گرفت که هر یک از عوامل و مکانیسم‌های رفتاری، در مقیاس‌های زمانی و مکانی خاصی بر توزیع جاندار تاثیر می‌گذارند. به طوری که با تغییر مقیاس مطالعات، ممکن است نتیجه مطالعات تغییر و یا کاملا معکوس شود (۲۷). با توجه به این که این مطالعه در مقیاس کوچک صورت گرفته است، از این رو می‌توان دلیل پایین بودن دقت روش ENFA در این مطالعه را کوچک بودن مقیاس منطقه، سیمای سرزمین و توپوگرافی منطقه دانست که با توجه به ویژگی‌های بیولوژیکی گونه و صخره‌ای بودن منطقه، دور از انتظار نیست که گونه پراکنش گسترده ای در منطقه نداشته باشد و فقط محدود به بخش‌ها و نواحی خاصی از منطقه که حالت صخره ای نداشته و به عبارتی بیشتر دشتی و مسطح هستند، باشد.

مطالعات مختلفی در رابطه با بررسی صحت مدل‌های مبتنی بر حضور و حضور و فقدان در جهان صورت گرفته است که به بررسی دقت مدل‌ها و ارجحیت آن‌ها می‌پردازند. Brotons و همکاران (۲۰۰۴) به مقایسه عملکرد مدل ENFA و GLM برای مدل‌سازی توزیع پرنده Catalan Breeding Bird Atlas در شمال شرقی شبه جزیره ایبری پرداختند. نتایج نشان داد با توجه به مقدار ROC، مدل GLM قویتر است. آن‌ها پیشنهاد دادند اگر داده‌های عدم حضور در دسترس باشد،

روش‌های حضور و فقدان بر روش‌های فقط حضور ترجیح داده می‌شوند (۲۸). Sérgio و همکاران (۲۰۰۷) به مدلسازی توزیع خزه در شبه جزیره ایبری در اروپا با استفاده از مدل‌های MAXENT، GARP و ENFA پرداختند. هدف، بررسی میزان دقت و کارایی سه مدل مبتنی بر حضور بود. نتایج نشان داد با توجه به مقدار AUC مدل مکسنت قدرت و اعتبار بیشتری را نسبت به دو مدل دیگر دارا می‌باشد (۲۷). Padaliaو همکاران (۲۰۱۴) به مقایسه عملکرد دو مدل MAXENT و GARP برای مدلسازی حمله گونه مهاجم (*Hyptis suaveolens*) در هند پرداختند. نتایج نشان داد اگر چه دو مدل در مدلسازی توزیع گونه موفق بوده اند، ولی با توجه به مقدارROC حاصل شده، مدل مکسنت (AUC=۰/۸۶) دارای قدرت پیش بینی بالاتر نسبت به مدل گارپ (AUC=۰/۷۵) می‌باشد (۲۹). حبیبی و همکاران (۱۳۸۷) نیز در مطالعه ای که با استفاده از تحلیل عامل آشیان بوم شناختی بر روی هوبره در حوضه نائین انجام داد بیان کرد، نتایج حاصل از تحلیل عامل آشیان بوم شناختی با تغییر مقیاس مطالعه تغییر خواهد کرد (۲۶). خلیلی و همکاران (۱۳۹۳) به مدلسازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت شده دنا، دنای شرقی، خامین و دیل با استفاده از روش تحلیل عامل آشیان بوم شناختی و روش حداکثر آنتروپی بیشینه پرداختند. نتایج نشان داد با توجه به پایین بودن مقدار شاخص بویس، تحلیل عامل آشیان بوم شناختی نسبت به مکسنت ضعیف تر عمل می‌کند. در نهایت مدل مکسنت قدرت پیش بینی بالاتری دارد، که همراستا با مطالعه حاضر می‌باشد (۱۸).

منابع

1- Groves, C. P. (1991). Suid and dicotylid systematics today. *Biology of suidae. IRGM, Grenoble*, 20-30.

2- Genov, P. V. and Massei, G., 2004. The environmental impact of wild boar. Galemys: Boletín informativo de la Sociedad Española para la conservación y estudio de los mamíferos. 16(1), 135-145.

3- Mitchell, J., Dorney, W., Mayer, R., & McIlroy, J. (2008). Ecological impacts of feral pig diggings in north Queensland rainforests. *Wildlife Research*, *34*(8), 603-608.

4- Singer, F. J., Otto, D. K., Tipton, A. R., & Hable, C. P. (1981). Home ranges, movements, and habitat use of European wild boar in Tennessee. *The Journal of Wildlife Management*, 343-353.

5- Chavarria, P. M., Lopez, R. R., Bowser, G., & Silvy, N. J. (2007). A landscape-level survey of feral hog impacts to natural resources of the Big Thicket National Preserve.

6- Didham, R. K., Tylianakis, J. M., Hutchison, M. A., Ewers, R. M., & Gemmell, N. J. (2005). Are invasive species the drivers of ecological change?. *Trends in Ecology & Evolution*, *20*(9), 470-474.

۷- گشتاسب میگونی، حمید. شمس اسفند آباد، بهمن. عطایی، فرهاد. مظفری، عبدالحسین. (۱۳۹۱)، مدل سازی مطلوبیت زیستگاه گراز (*Sus scrofa*) در منطقه الموت شرقی استان قزوین. محیط زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران). دوره ۶۵. شماره ۲. صفحه ۲۴۷-۲۵۸.

8- Praca, E., & Gannier, A. (2008). Ecological niches of three teuthophageous odontocetes in the northwestern Mediterranean Sea. *Ocean Science*, *4*(1), 49-59.

9- Abaigar, T., Del Barrio, G., & Vericad, J. R. (1994). Habitat preference of wild boar (Sus scrofa L., 1758) in a Mediterranean environment. Indirect evaluation by signs. *Mammalia*, *58*(2), 201-210.

10- Górecki, G., Łabudzki, L., Skubis, J., & Wlazełko, M. (2009). Habitat selection of wild boar (Sus scrofa) in the Zielonka Game Investigatory Centre-radio telemetry research. *Acta Scientiarum Polonorum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, *8*(3).

۱۱- فلاح باقری، فریبا. فراشی، آزیتا. (۱۳۹۰). مدلسازی زیستگاه گرگ (*Canis lupus*) در پارک ملی کلاه قاضی با استفاده از روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم شناختی ENFA. علوم دامی (پژوهش و سازندگی). دوره ۲۴. شماره۳. صفحه ۱۱-۱۸.

۱۲- میگونی، جاسب. (۱۳۷۱). بررسی پناهگاه حیات وحش جاسب. اداره کل محیط زیست استان مرکزی. ۶۷ صفحه.

۱۳- اداره کل محیط زیست استان مرکزی (۱۳۹۳). معاون طبیعی دفتر زیستگاه‌ها و تنوع زیستی. ۶۷ صفحه.

۱۴- جعفری، علی. میرزایی، روح الله. زمانی، رسول. محمودی، احمد. (۱۳۹۵). مدلسازی پراکنش قوچ و میش اصفهان در منطقه حفاظت شده تنگ صیاد بر اساس بهبود اریب داده‌های حضور و انتخاب متغیر-های مناسب با استفاده از حداکثر آنتروپی. بوم شناسی کاربردی. سال پنجم. شماره ۱۵. صفحه ۳۹-۴۸.

۱۵- گلجانی. رضا. ۱۳۹۰. بررسی مطلوبیت زیستگاه زمستانه قوچ و میش در منطقه البرز مرکزی. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۲. صفحه ۱۷۳-۱۸۶.

16- Carpenter, G., Gillison, A. N., & Winter, J. (1993). DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. Biodiversity & Conservation, 2(6), 667-680.

17- Farber, O., & Kadmon, R. (2003). Assessment of alternative approaches for bioclimatic modelling with special emphasis on the Mahalanobis distance. Ecological Modelling 160.

18- Manel, S., Dias, J. M., Buckton, S. T., & Ormerod, S. J. (1999). Alternative methods for predicting species distribution: an illustration with Himalayan river birds. Journal of Applied Ecology, 36(5), 734-747

19- Hirzel, A. H., Hausser, J., & Perrin, N. (2007). Biomapper 4.0. Laboratory for Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Switzerland. *URL: http://www2. unil. ch/biomapper*

20- Srisang, W., Jaroensutasinee, K., & Jaroensutasinee, M. (2007). Assessing Habitat-Suitability Models with a Virtual Species at Khao Nan National Park, Thailand. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, *1*(1), 1-6

21- Minaee, H & Berozirad, B (1393). Check habitat of wild boar in the mountain region of Lorestan Khan archer using methods (HEP) The first national conference on environmental management and planning assessment in Iran. 16 page. (in farsi)

22- Zaniewski, A. E., Lehmann, A., & Overton, J. M. (2002). Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecological modelling*, *157*(2), 261-280

23- Wang, X., Xu, W., & Ouyang, Z. (2009). Integrating population size analysis into habitat suitability assessment: implications for giant panda conservation in the Minshan

Mountains, China. *Ecological research*, *24*(5), 1101-1109.

24- Padalia, H., Srivastava, V., & Kushwaha, S. P. S. (2014). Modeling potential invasion range of alien invasive species, Hyptis suaveolens (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. *Ecological Informatics*, *22*, 36-43.

25- Ostfeld, R. S. (1990). The ecology of territoriality in small mammals. *Trends in Ecology & Evolution*, *5*(12), 411-415.

26- Padalia, H., Srivastava, V., & Kushwaha, S. P. S. (2014). Modeling potential invasion range of alien invasive species, Hyptis suaveolens (L.) Poit. in India: Comparison of MaxEnt and GARP. *Ecological Informatics*, *22*, 36-43.

۲۷- حبیبی، لیلا. (۱۳۸۷). ارزیابی زیستگاه هوبره در حوضه نائین با استفاده از روش‌های تحلیل عامل آشیان بوم شناختیو فرایند تحلیل سلسله مراتبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

28- Sérgio, C., Figueira, R., Draper, D., Menezes, R., & Sousa, A. J. (2007). Modelling bryophyte distribution based on ecological information for extent of occurrence assessment. Biological Conservation, 135(3), 341-351

29- Brotons, L., Thuiller, W., Araújo, M. B., & Hirzel, A. H. (2004). Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography*, *27*(4), 437-448.

۳۰- خلیلی، فرزانه. (۱۳۹۳). بررسی انتخاب زیستگاه و مدلسازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت شده استان کهگلویه و بویر احمد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان.