

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در پارک ملی قمیشلو با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

- **محمدرضا احمدی دستجردی:** گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **علی جهانی*:** گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **حمیدرضا رضایی:** گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
- **حمید گشتاسب:** گروه طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، کرج، صندوق پستی: ۳۱۷۴۶-۱۱۸

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۶

چکیده

مدل های پراکنش گونه های رابطه بین توزیع گونه ها و عوامل محیطی را ارزیابی می کنند و درک بهتری از مدیریت و سیاست های آینده ارائه می دهند. یکی از این ابزارهای مدل سازی، شبکه عصبی مصنوعی می باشد که امروزه به ابزار مهمی برای تصمیم گیری تبدیل شده است. براساس اعلام اتحادیه جهانی حفاظت از حیات وحش و منابع طبیعی از میان گونه های مهره داران در ایران، کل و بز جزء طبقه گونه های آسیب پذیر می باشد. از این رو هدف از این مطالعه مدل سازی مطلوبیت زیستگاه گونه کل و بز در پارک ملی قمیشلو با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می باشد. در این مطالعه از متغیرهای ارتفاع، شیب، پوشش گیاهی، فاصله از جاده و فاصله از منابع آبی استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از شبکه پرسپترون چند لایه و به منظور محاسبات از نرم افزار MATLAB R2015b استفاده شد. نتایج حاصل از مدل سازی نشان داد که به ترتیب متغیرهای ارتفاع، فاصله از منابع آب، شیب، فاصله از جاده و طبقه پوشش گیاهی مهم ترین عوامل موثر بر پراکنش گونه کل و بز می باشد. محدوده مطلوب پراکنش گونه کل و بز در پارک ملی قمیشلو در مناطق با ارتفاع بیش تر از ۲۲۰۰ متر می باشد که مساحت مناطق مطلوب برای زیستگاه این گونه در حدود ۳۹۸۲ هکتار از کل مساحت منطقه می باشد که ۱۲/۳۶ درصد از منطقه را شامل می شود.

کلمات کلیدی: مدل سازی مطلوبیت زیستگاه، کل و بز، شبکه عصبی مصنوعی، ANN



مقدمه

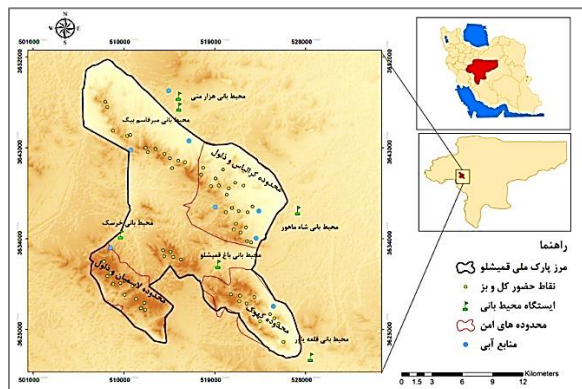
تعیین وضعیت پراکنش گونه های حیات وحش و وضعیت زیستگاه های آن ها از اهمیت به سزایی در مدیریت حیات وحش و زیستگاه ها برخوردار می باشد. از مشکلات اساسی در شناسایی زیستگاه های حیات وحش مشکل زمان و بودجه قابل دسترس می باشد. بر همین اساس مدل سازی زیستگاه، که از سال ۱۹۷۰ در امر مدیریت حیات وحش مورد استفاده قرار گرفته است، امری ضروری است (Anderson و همکاران، ۲۰۰۰؛ Mack و همکاران، ۱۹۹۷). رویکرد موثر به منظور حفاظت از محیط زیست و زیستگاه گونه ها، استفاده از مدل های مطلوبیت زیستگاه می باشد، که به آن ها مدل های پراکنش گونه (Species Distribution Models=SDMs) نیز گفته می شود (Bangs و همکاران، ۲۰۰۵). مدل های پراکنش گونه های رابطه بین توزیع گونه ها و عوامل محیطی را ارزیابی می کنند و درک بهتری از مدیریت و سیاست های آینده ارائه می دهند (Elith و Leathwick، ۲۰۰۸؛ Salas و همکاران، ۲۰۱۷). اساس کار این مدل ها، کمی کردن روابط بین توزیع گونه و محیط زنده و غیرزنده است (Rushton و همکاران، ۲۰۰۴). با استفاده از این مدل ها می توان به یک تخمین مناسب در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه های حیات وحش، بدون نیاز به جمع آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی های فیزیولوژی و رفتار گونه دست یافت (Morrison و همکاران، ۱۹۹۹). در واقع نتایج حاصل از روش های مدل سازی زیستگاه، شرایط بالقوه حضور گونه را معرفی می کنند (McShea و همکاران، ۱۹۹۷؛ Liu و همکاران، ۲۰۰۵). امروزه برای مدل سازی زیستگاه از روش های متفاوتی استفاده می شود. این مدل ها به دودسته مدل های وابسته به داده های حضور و عدم حضور و همچنین مدل های وابسته به داده های فقط حضور تقسیم بندی می شوند (وارسته و ماهینی، ۱۳۹۰).

کل و بز (*Capra aegagrus*) گونه ای متعلق به خانواده Bovidea است که شاخص ترین پستاندار مناطق کوهستانی کشور می باشد (Ziaie، ۲۰۰۸). جمعیت این گونه به دلیل تخریب زیستگاه، شکار غیرقانونی و چرای بیش از حد دام های اهلی حتی در مناطق حفاظت شده کشور و در سطح بین المللی کاهش یافته است (سرهنگ زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ گنجعلی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Morovati و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات متعددی در مورد مدل سازی مطلوبیت زیستگاه این گونه انجام شده است. فراشی و همکاران (۱۳۸۷)، با استفاده از روش تحلیل آشیان بوم شناختی با استفاده از ۷ متغیر محیطی به مدل سازی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن (*Capra aegagrus*) در پارک ملی کلاه قاضی اصفهان پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد، زیستگاه مطلوب بز و پازن در ارتفاعات و شیب های بیش تر از ۳۰ درصد به خصوص

مناطق صخره ای و تا حدودی نیز در جامعه های گیاهی *Convolvulus Stipa spp.*، *Ebenus stellate*، *Jeiocalycinus* می باشد. سرهنگ زاده و همکاران (۱۳۹۰)، مطلوبیت زیستگاهی کل و بز را در منطقه حفاظت شده کوه بافق با استفاده از روش تحلیل آشیان بوم شناختی و ۸ متغیر بررسی کردند. نتایج نشان داد که در فصل زمستان مؤلفه های منابع آب، شیب، مناطق صخره ای، پوشش گیاهی، جهت جغرافیایی و عوامل انسانی نقش بسیار مهمی در تعیین مناسب بودن زیستگاه این گونه دارد. رنجبر و همکاران (۱۳۹۵)، مطلوبیت زیستگاه کل و بز را در پارک ملی کلاه قاضی به روش ماکزیمم آنتروپی بررسی کردند. متغیرهای ارتفاع، فاصله تا آبشخور، فاصله تا مناطق مسکونی و فاصله تا مسیرهای محیط بانی به عنوان با اهمیت ترین متغیرها در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه در این مطالعه شد. حسینی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از روش ماکزیمم آنتروپی، مدل سازی زیستگاه کل و بز را در شرق ایران انجام دادند. در این مطالعه از ۱۵ متغیر زیستگاهی استفاده شد که نتایج نشان داد فاصله از مناطق حفاظت شده و رودخانه ها به عنوان مهم ترین عوامل موثر در توزیع این گونه می باشند. حسینی و همکاران (۱۳۹۶) ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در استان گلستان، با استفاده از روش حداکثر آنتروپی و در طی دو فصل انجام دادند. نتایج نشان داد که سه عامل شیب، ارتفاع و پوشش گیاهی به عنوان مهم ترین عوامل تاثیرگذار این گونه در گلستان می باشد. Naderi و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی مطلوبیت زیستگاه این گونه در منطقه حفاظت شده آق داغ با استفاده از روش رگرسیون لجستیک پرداختند. نتایج نشان داد ویژگی های توپوگرافی از جمله شیب و ارتفاع در انتخاب زیستگاه کل و بز نقش اساسی دارد. اطلاعات مربوط به مدل سازی زیستگاه، به عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری برای حیوانات تهدید شده می باشد. خروجی این مدل ها که به صورت نقشه های مطلوبیت زیستگاه می باشد کاربردهای بسیاری در اقدامات حفاظتی نظیر تعیین اولویت های مکانی حفاظتی، پیش بینی نتایج انتقال گونه ها، بررسی پراکنش گونه های مهاجم و تعیین مرز مناطق یافته است. از طرفی شناخت عوامل موثر بر انتخاب زیستگاه و آگاهی از ویژگی های زیستگاهی که برای زیست مندی یک گونه حیاتی است، اطلاعات مهمی را در اختیار مدیران مناطق قرار می دهد. یکی از این ابزارهای مدل سازی، شبکه عصبی مصنوعی (Artificial neural network=ANN) می باشد که امروزه به ابزار مهمی برای حل مسائل غیرخطی پیچیده تبدیل شده است (Guven و همکاران، ۲۰۱۵) و می تواند به تصمیم گیران در مدیریت محیط زیست کمک کند (Jahani و همکاران، ۲۰۱۶). اما مطالعات محدودی در مورد پیش بینی مطلوبیت زیستگاه گونه ها به خصوص گونه کل و بز با این مدل صورت گرفته است. براساس اعلام اتحادیه جهانی حفاظت از حیات وحش و منابع طبیعی از



گونه به عنوان نقطه حضور گونه ثبت گردید که طی بازدید انجام شده تعداد ۶۱ نقطه حضور به ثبت رسید (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و محدوده پارک ملی قمیشلو

متغیرهای محیط زیستی: متغیرهای محیط زیستی موثر بر پراکنش زیستگاه گونه، با مطالعه پژوهش های انجام شده از عواملی که بیش ترین تاثیر را در تامین نیازهای زیستگاهی گونه کل و بز دارند، مشخص شدند (فراشی و همکاران، ۱۳۸۷؛ سرهنگ زاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ رنجبر و همکاران ۱۳۹۵؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش به منظور مدل سازی پراکنش بالقوه زیستگاه گونه کل و بز از متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، تراکم پوشش گیاهی، شیب، فاصله از منابع آبی و فاصله از جاده ها استفاده شد. نقشه های توپوگرافیکی منطقه شامل شیب و ارتفاع از سطح دریا با استفاده از نرم افزار Arc Gis 10.2 در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه گردید. نقشه تراکم پوشش گیاهی و مناطق صخره ای از نقشه های پوشش گیاهی منطقه تهیه شد. نقشه فاصله از منابع آبی و فاصله از جاده ها در مدل سازی زیستگاه توسط ابزار Distance در نرم افزار Arc Gis 10.2 از نقشه های آبشخورها و جاده های پارک ملی قمیشلو تهیه گردید.

مدل سازی: هدف از این مطالعه، ارزیابی پراکنش بالقوه زیستگاه گونه کل و بز با استفاده از متغیرهای محیط زیستی به روش شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین بهترین پراکنش گونه کل و بز و هم چنین تعیین موثرترین متغیرها در منطقه قمیشلو اصفهان می باشد. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها، از شبکه پرسپترون چندلایه و برای تدوین مدل شبکه عصبی مصنوعی و انجام محاسبات از نرم افزار MATLAB R2015b استفاده شد. یکی از ساده ترین و درعین حال کارآمدترین چیدمان های پیشنهادی برای استفاده در مدل سازی عصب های واقعی، مدل پرسپترون چندلایه یا به اختصار MLP می باشد که از یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی تشکیل یافته است. به منظور مدل سازی ارزیابی زیستگاه کل و بز پارک ملی قمیشلو، مشخصه های منتخب شامل فاصله از منابع آبی، فاصله از متغیرهای انسان ساخت و متغیرهای

میان گونه های مهره داران در ایران، کل و بز جزء طبقه گونه های آسیب پذیر می باشد (IUCN، ۲۰۱۷). کمبود اطلاعات زیستگاهی در برخی مناطق مانع حفظ این گونه آسیب پذیر می شود. در پارک ملی قمیشلو، کل و بز از پستاندارن شاخص مناطق صخره ای می باشد و نقش بسیار مهمی در اکوسیستم های کوهستانی این منطقه، به عنوان تنها علف خوار مناطق صعب العبور کوهستانی دارد. از این رو هدف از این مطالعه، ارزیابی پراکنش بالقوه زیستگاه گونه کل و بز با استفاده از متغیرهای محیط زیستی به روش شبکه عصبی مصنوعی جهت تعیین بهترین پراکنش گونه کل و بز و هم چنین تعیین موثرترین متغیرها در منطقه قمیشلو اصفهان می باشد.

مواد و روش ها

معرفی منطقه: پارک ملی قمیشلو در استان اصفهان و در ۴۵ کیلومتری شمال غرب شهر اصفهان قرار دارد. مختصات جغرافیایی این منطقه بین $51^{\circ}03'58''$ تا $51^{\circ}17'32''$ طول شرقی و $32^{\circ}44'20''$ تا $33^{\circ}00'09''$ عرض شمالی است و مساحت آن، ۳۰۰۶۰ هکتار می باشد. پارک ملی قمیشلو در منطقه استپی از ناحیه بزرگ و رویشی ایرانی و تورانی قرار دارد که ۳۸ گونه پستاندار، ۸۱ گونه پرند، ۳۱ گونه خزنده و ۲ گونه دوزیست در منطقه حضور دارند. این منطقه دارای اقلیم خشک و نیمه خشک می باشد. حداقل ارتفاع پارک ملی قمیشلو ۱۹۰۰ متر از سطح دریا در شمال غربی و بیش ترین ارتفاع آن ۲۷۴۰ متر از سطح دریا در جنوب غربی منطقه می باشد. زیستگاه های کوهستانی و برف گیر در منطقه قمیشلو، به دلیل برف گیر بودن و سپری نمودن زمستان های سرد از آب و هوای معتدل در تابستان برخوردارند و هم چنین دارای بخش های صخره ای و شیب دار می باشند که شرایط مطلوبی برای حضور کل و بز به وجود آورده است (طرح مدیریت قمیشلو، ۱۳۹۲).

بازدید میدانی: به منظور بررسی نقاط حضور گونه کل و بز از روش مشاهده مستقیم و غیرمستقیم شامل مشاهده سرگین و ردپا استفاده شد. با توجه به معرفی مناطقی از سوی محیط بانان منطقه به منظور حضور گونه کل و بز، محدوده های معرفی شده از طریق نقشه راه های دسترسی، مسیرهای احتمال حضور کل و بز، طی بازدید میدانی در پارک ملی قمیشلو مورد بررسی قرار گرفت. بازدید میدانی در یک دوره دوماهه (اواخر فروردین تا اواخر خرداد ماه) سال ۱۳۹۶ صورت پذیرفت. نمونه برداری در ۳ محدوده امن کربالاس و ذلول، محدوده امن کهوک و محدوده امن لاسمیان و ذلول پارک ملی قمیشلو به گونه ای صورت گرفت که، به محض مشاهده مستقیم یا غیرمستقیم از طریق ردپا یا سرگین کل و بز، توسط GPS، مختصات جغرافیایی

توپوگرافی یکی به عنوان ورودی های شبکه عصبی و چگونگی پراکنش گونه کل و بز به عنوان خروجی جهت مدل سازی در نظر گرفته شد. از آن جا که پارامترهای اندازه گیری شده از ابعاد یکسانی برخوردار نمی باشند، برای یکسان سازی آن ها از روش نرمال سازی داده ها بین صفر و یک استفاده شد (Seyedhosseini و Mahmoudabadi، ۲۰۱۲). بعد از نرمال سازی داده های ورودی و خروجی اقدام به انتخاب نوع شبکه گردید. در مرحله بعد داده های در دسترس به نسبت ۶۰، ۲۰ و ۲۰٪ و به روش تصادفی به سه مجموعه آموزش، آزمون و اعتبارسنجی تقسیم شدند. لایه خروجی شامل دو نورون است که همان حضور و عدم حضور گونه هاست. در لایه میانی نیز برای تعیین بهترین ساختار شبکه عصبی، تعداد زیادی شبکه با ساختار مختلف و با تغییر پارامترهای قابل تنظیم (تابع انتقال، قانون یادگیری، تعداد لایه میانی، تعداد نورون میانی) ساخته و اجرا شدند. بهینه سازی شبکه عصبی

مصنوعی به منظور مشخص نمودن تعداد نرون و لایه های پنهان و نوع توابع فعال سازی، جهت تعیین بهترین توپولوژی به دلیل عدم وجود معیار قابل قبول، عموماً براساس آزمون و خطا جهت تعیین بهترین ساختار شبکه عصبی با بالاترین دقت استفاده می شود (رضایی و همکاران، ۱۳۸۶؛ جهانی، ۱۳۹۴). بهترین ساختار شبکه با کم ترین تعداد نرون از ۴ تا ۳۰ عدد و تعداد لایه های مخفی متفاوت با هدف حداقل نمودن میزان خطا تعیین گردید. به منظور به دست آوردن بهترین ساختار شبکه با تعداد نرون مناسب، افزایش تعداد نرون ها تا زمانی ادامه داشت که بعد از تعداد نرون مشخصی، بهبودی در میزان خطا دیده نشد. هم چنین به منظور تعیین بهترین ساختار و توپولوژی شبکه، تعداد لایه های مخفی متفاوت و هم چنین توابع فعال سازی متفاوتی از جمله توابع خطی، تانژانتی و هم چنین الگوریتم آموزشی پس انتشار خطا (لونیگ مارکواریت (LM)) استفاده شد (روابط ۱ تا ۳).

جدول ۱: معرفی، منبع و علت انتخاب فاکتورهای زیستی

فاکتورهای محیطی	واحد متغیر	علت انتخاب پارامتر	منبع داده
ارتفاع	متر	تأثیر مستقیم بر شرایط اقلیمی، فیزیوگرافی و عدم دسترسی صیادان	خطوط منحنی میزان
شیب	درصد (%)	تأثیر مستقیم شیب بر روی انتخاب زیستگاه در مواقع خطر	ساخته شده از مدل رقومی ارتفاعی
پوشش گیاهی	درصد (%)	مشخص نمودن تراکم پوشش گیاهی و استتار کل و بز	نقشه کاربری اراضی منطقه
فاصله از جاده	متر	تأثیر جاده بر فرار گونه به دلیل انسان گریز بودن	نقشه کاربری اراضی منطقه
فاصله از منابع آبی	متر	فاکتور تأثیرگذار بر توزیع کل و بز منطقه	نقشه کاربری اراضی منطقه

رابطه ۱ $\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$
 رابطه ۲ $\text{tansig}(x) = \frac{1}{[1 + \exp(-\alpha x)] - 1}$
 رابطه ۳ $\text{Purelin}(x) = f(x) = x$
 پس از بررسی و انتخاب بهترین مدل براساس آزمون و خطا، توسط توابع مورد استفاده، به تفسیر مطلوبیت زیستگاه براساس بهترین مدل پرداخته شد.

ارزیابی عملکرد مدل: به منظور ارزیابی عملکرد شبکه عصبی مصنوعی (صحت مدل)، از سه شاخص آماری مختلف استفاده شد. میانگین مربعات خطا (MSE=Mean Squared Error)، جذر متوسط مربعات خطا (RMSE=Root Mean Squared Error)، میانگین خطای مطلق (MAE=Mean Absolute Error) و ضریب دقت برای سه مجموعه آموزش، آزمون و اعتبارسنجی محاسبه گردید (روابط ۴ تا ۶):

$$\begin{aligned} \text{رابطه ۴} \quad MSE &= \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n} \\ \text{رابطه ۵} \quad MAE &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |O_i - P_i| \\ \text{رابطه ۶} \quad RMSE &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n}} \end{aligned}$$

که در این روابط: O_i : داده اندازه گیری شده، P_i : داده پیش بینی شده، O_{ave} : میانگین داده های اندازه گیری شده، P_{ave} : میانگین داده های پیش بینی شده و n : تعداد داده ها است.

آنالیز حساسیت مدل ارزیابی پراکنش گونه کل و بز برای تعیین مهم ترین عوامل تأثیرگذار در مرحله نهایی انجام پذیرفت. در واقع، آنالیز حساسیت متشکل از مطالعه تأثیرپذیری عدم قطعیت در متغیرهای خروجی به عدم قطعیت در متغیرهای ورودی یک مدل آماری با منابع مختلف می باشد (Saltelli و همکاران، ۲۰۰۸). لذا خروجی حاصل از مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی، اولویت بندی متغیرهای تأثیرگذار در پراکنش گونه کل و بز جهت بالابردن دقت مدل سازی می باشد. جهت تعیین حساسیت خروجی شبکه نسبت به هریک از متغیرهای مدل، اقدام به ثابت نگه داشتن تمام متغیرها برابر با میانگین آن ها شد و متغیر مورد نظر در دامنه انحراف معیار، که این محدوده را به ۵۰ قسمت تقسیم نموده زیرا ۹۵٪ از داده ها در این قسمت می باشد، سپس با پیش بینی و شبیه سازی پراکنش بالقوه زیستگاه گونه، انحراف معیار خروجی های مدل محاسبه شد. این روش برای تک تک متغیرهای ورودی، و هم چنین برای حساسیت نتایج مدل به تک تک ورودی ها



نتایج

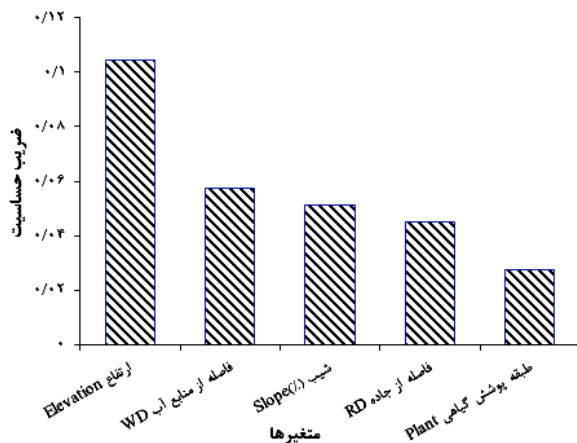
متوسط هریک از متغیرها در قالب ماتریس ورودی در روش مدل سازی با شبکه عصبی مصنوعی در جدول ۲ ارائه شده است.

انجام شد. در نهایت به منظور تهیه نقشه خروجی از مدل سازی پراکنش گونه کل و بز با استفاده از ابزار splus در نرم افزار IDRISI خروجی مدل به صورت نقشه پیوسته تهیه شد و در نرم افزار Arc Gis 10.2 به دو طبقه مطلوب و نامطلوب تقسیم بندی شد.

جدول ۲: میانگین متغیرهای مورد استفاده در مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی

گونه	متغیر ورودی (Input variable)	میانگین $\pm$ اشتباه معیار (Mean $\pm$ Standard error)
Cappra	فاصله از جاده ها	$0.005 \pm 9/82 * 10^{-5}$
	فاصله از منابع آبی	$0.035 \pm 4 * 10^{-4}$
	ارتفاع	$7/19 \pm 0/008$
	طبقات پوشش گیاهی	$1/39 \pm 0/014$
	شیب	$2/22 \pm 0/026$

فاصله از منابع آبی در شکل ۴ نشان می دهد که با افزایش فاصله از منابع آبی در منطقه، حضور گونه به صورت خطی کاهش می یابد.



شکل ۲: ضریب تاثیرگذاری متغیرهای کاربردی در پیش بینی پراکنش گونه کل و بز

پراکنش زیستگاه بالقوه گونه بر حسب تغییرات شیب در شکل ۵ نشان می دهد که با افزایش شیب احتمال حضور گونه در مناطق با شیب بیش تر به صورت غیر خطی افزایش می یابد، پراکنش گونه بر حسب تغییرات فاصله از جاده ها در شکل ۶ نشان می دهد که با افزایش فاصله از جاده ها احتمال حضور گونه به صورت خطی افزایش یافته است و در نهایت پراکنش گونه کل و بز بر حسب تغییرات طبقات پوشش گیاهی در شکل ۷ نشان می دهد که احتمال حضور گونه در مناطق صخره ای نسبت به مناطق با پوشش گیاهی متوسط به صورت غیر خطی افزایش می یابد.

در این پژوهش، ترکیبی از لایه ها و نرون های مختلف به همراه توابع فعال سازی (لایه های پنهان و خروجی) برای بهینه سازی شبکه مورد استفاده قرار گرفت. پس از آزمون شبکه های حاصل از ساختارهای گوناگون، بهترین نتایج حاصل از بهینه سازی شبکه عصبی به دست آمد که در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج مدل سازی، میزان ضریب دقت و حداقل مجذور مربعات خطا در چهار دسته داده آموزش، اعتبار سنجی، آزمون و کل را برای ۴ مدل با ساختار شبکه متفاوت را نشان می دهد. طبق نتایج شبکه های آموزش داده شده در جدول ۳، مدل شماره ۴، با ۳ لایه پنهان و ۷ نرون در هر لایه و با تابع تانژانت سیگموئید در هر سه لایه با توجه به بیش ترین ضریب دقت و کم ترین مجذور مربعات خطا به عنوان بهترین ساختار شبکه شناسایی شد. نتایج حاصل از مدل سازی نشان داد با افزایش تعداد لایه های مخفی تا سه لایه و همچنین تعداد نرون های هر لایه تا ۷ نرون دقت بالاتر رفته و خطا کاهش یافته است.

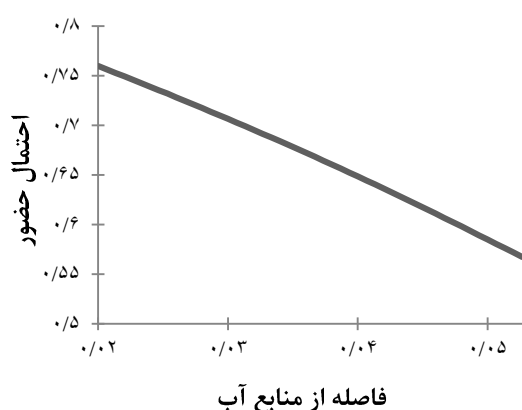
بیش ترین دقت در اکثر مدل ها مربوط به کل داده ها و داده های اعتبار سنجی و کم ترین دقت مربوط به آزمون داده ها می باشد. ضریب دقت کل داده های مدل ۴، برابر ۹۷/۳٪ می باشد که نشان دهنده سطح بالای دقت مدل سازی می باشد. بر این اساس نتایج حاصل از آنالیز حساسیت برای مدل شماره ۴ محاسبه شد. بر اساس نتایج آنالیز حساسیت ارتفاع، فاصله از منابع آب، شیب، فاصله از جاده و طبقه پوشش گیاهی به ترتیب بیش ترین تاثیر را در پراکنش بالقوه گونه کل و بز را نشان داده اند، لذا به بررسی نتایج روند تغییرات پراکنش زیستگاه بر حسب متغیرهای مذکور پرداخته می شود (شکل ۲).

روند پراکنش بالقوه زیستگاه کل و بز بر حسب ارتفاع در شکل ۳ نشان می دهد که با افزایش ارتفاع در منطقه، احتمال حضور گونه کل و بز به صورت غیر خطی افزایش می یابد، پراکنش زیستگاه گونه بر حسب

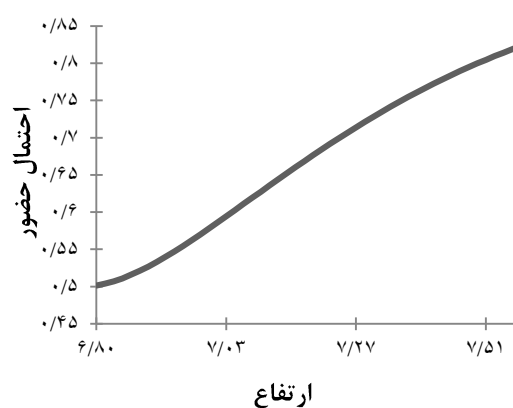


جدول ۳: نتایج اجرای شبکه عصبی بهینه طراحی شده

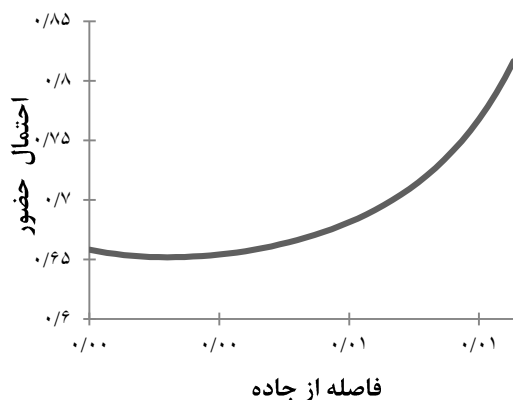
مدل	توابع شبکه	تعداد نرون	دوره یادگیری	داده‌ها	MAE	MSE	RMSE	ضریب دقت (%)
۱	Tansig	۵	۳۰۰	آموزش (Training)	۰/۰۴۶۵	۰/۰۲۸۹	۰/۱۷	۹۶/۵
				اعتبارسنجی (Validation)	۰/۰۴۹۵	۰/۰۳۱۶	۰/۱۸	۹۶/۵
				آزمون (Test)	۰/۰۵۷۷	۰/۰۳۸۶	۰/۱۹	۹۴/۵
				کل (All)	۰/۰۴۹۳	۰/۰۳۱۴	۰/۱۸	۹۶/۱
۲	Purelin - Purelin	۹ - ۹	۳۰۰	آموزش (Training)	۰/۰۶۰۲	۰/۰۳۰۹	۰/۱۸	۹۶/۲
				اعتبارسنجی (Validation)	۰/۰۶۱۲	۰/۰۳۰۵	۰/۱۷	۹۶/۵
				آزمون (Test)	۰/۰۷۸۱	۰/۰۴۱۴	۰/۲۰	۹۴/۹
				کل (All)	۰/۰۶۱۲	۰/۰۳۲۹	۰/۱۸	۹۶
۳	Tansig - Tansig	۹ - ۹	۳۵۱	آموزش (Training)	۰/۰۵۲۸	۰/۰۲۸۲	۰/۱۶	۹۶/۵
				اعتبارسنجی (Validation)	۰/۰۶۰۱	۰/۰۳۰۷	۰/۱۷	۹۶/۵
				آزمون (Test)	۰/۰۶۳۳	۰/۰۴۱۵	۰/۲	۹۵/۳
				کل (All)	۰/۰۵۶۳	۰/۰۳۰۲	۰/۱۷	۹۶/۲
۴	Tansig - Tansig - Tansig	۷-۷-۷	۴۱۰	آموزش (Training)	۰/۰۳۷۹	۰/۰۲۵۱	۰/۱۵	۹۶/۷
				اعتبارسنجی (Validation)	۰/۰۳۹۴	۰/۰۲۶۶	۰/۱۶	۹۶/۹
				آزمون (Test)	۰/۰۵۹۱	۰/۰۴۰۴	۰/۲	۹۵/۵
				کل (All)	۰/۰۴۱۲	۰/۰۲۵۸	۰/۱۶	۹۶/۳
۵	Tansig - Tansig - Purelin	۷-۷-۷	۴۴۵	آموزش (Training)	۰/۰۴۹۷	۰/۰۲۸۱	۰/۱۶	۹۶/۵
				اعتبارسنجی (Validation)	۰/۰۵۷۶	۰/۰۳۲۱	۰/۱۷	۹۶/۱
				آزمون (Test)	۰/۰۶۴۴	۰/۰۳۹۳	۰/۱۹	۹۴/۹
				کل (All)	۰/۰۵۴۲	۰/۰۳۱۱	۰/۱۷	۹۶/۱



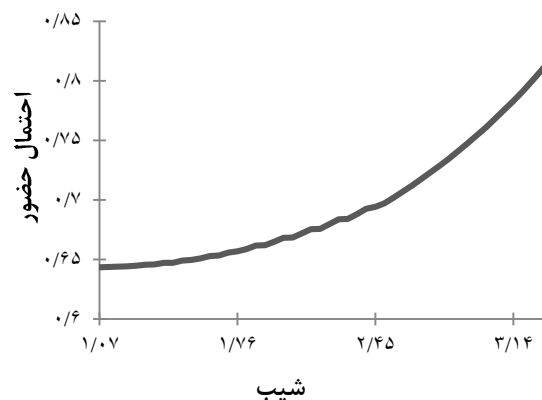
شکل ۴: نمودار پاسخ به تغییرات فاصله از منابع آب



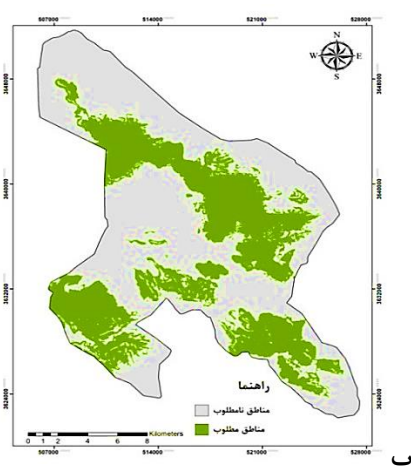
شکل ۳: نمودار پاسخ به تغییرات ارتفاع از سطح دریا



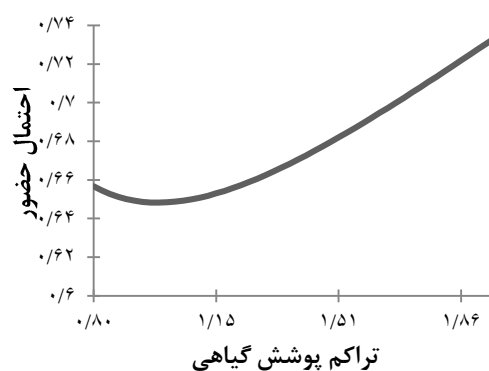
شکل ۶: نمودار پاسخ به تغییرات فاصله از جاده



شکل ۵: نمودار پاسخ به تغییرات شیب

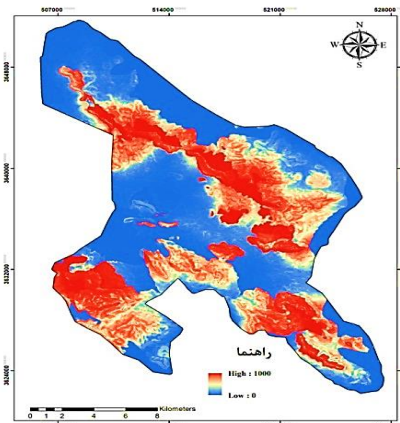


شکل ۷: نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز



شکل ۷: نمودار پاسخ به تغییرات تراکم پوشش گیاهی

شکل ۸ (الف) مطلوبیت زیستگاه کل و بز را براساس متغیرهای به کاررفته در این تحقیق نشان می دهد. شکل ۸ (ب)، نقشه طبقه بندی مطلوبیت زیستگاه کل و بز را نشان می دهد. براین اساس حدود ۱۲/۳۶٪ مساحت منطقه مطالعاتی جز طبقه مطلوب زیستگاهی قرار دارد که معادل ۳۹۸۲ هکتار از وسعت منطقه را شامل می شود.



الف

بحث

این مطالعه مدل سازی مطلوبیت زیستگاه را با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی برای پارک ملی قمیشلو ارائه می دهد. نتایج مدل سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز نشان داد که عامل ارتفاع اهمیت بسیاری در انتخاب زیستگاه گونه مورد نظر دارد. نتایج مطالعات مشابه نیز (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹؛ سرهنگزاده و همکاران، ۱۳۹۰؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۶) موید آن است که پراکنش کل و بز به شدت تحت تاثیر مناطق مرتفع قرار دارد. اما نتایج انصاری و همکاران (۱۳۹۲) در استان مرکزی نشان داد متغیر ارتفاع در مدل سازی کل و بز کم اهمیت ترین متغیر می باشد. براساس نمودارهای پاسخ گونه کل و بز، ارتفاعات مطلوب این گونه بین ۱۹۰۰ تا ۲۶۰۰ متر از سطح دریا می باشد. در گلستان (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶) ارتفاع مطلوب این گونه بین ۱۷۰۰ تا بیش از ۲۵۰۰ متر از سطح دریا، در پناهگاه حیات



مطابق با نتایج سرهنگزاده و همکاران (۱۳۹۰) در کوه بافق، این گونه زیستگاه خود را در مناطقی انتخاب می کند که از جاده دور باشد و با افزایش فاصله از جاده مطلوبیت زیستگاه بیش تر شده است. این موضوع به نوعی با امنیت گونه در فصل بهار در ارتباط است. اما نتایج رنجبر و همکاران (۱۳۹۵) گویای این است که افزایش فاصله از مسیرهای منطقه، تاثیر منفی بر روی مدل سازی زیستگاه این گونه داشته است.

به طور کلی در مقایسه با پژوهش های صورت گرفته گونه کل و بز و براساس ضریب حساسیت حاصل از متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه، مناطق صخره ای شیب دار به شرط وجود منابع آبی برای این گونه بسیار مهم است. این امر با فیزیولوژی و همچنین انتخاب زیستگاه مناسب توسط گونه کل و بز مطابقت دارد (Acevedo و همکاران، ۲۰۰۷). اما وابستگی این گونه به تیپ های گیاهی در هر منطقه متفاوت است. حدود ۱۲/۳۶٪ مساحت منطقه مطالعاتی جزو طبقه مطلوب زیستگاهی برای این گونه قرار دارد.

توسعه مدل شبکه عصبی مصنوعی در منطقه مورد مطالعه در حفظ و مدیریت گونه بسیار مفید خواهد بود. براساس نتایج این مدل، مناطق مهم و حیاتی برای گونه کل و بز در منطقه شناسایی شده است. این امر می تواند باعث جلوگیری از عوامل تهدید این گونه برای مثال شکار غیرقانونی و رقابت برای غذا توسط دام های اهلی به خصوص در فصول تولیدمثل شود.

تشکر و قدردانی

از سرکارخانم مهندس فرزانه کرمانی به پاس همکاری های صورت گرفته صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

منابع

۱. انصاری، ا.؛ کرمی، م.؛ رضایی، ح. و ریاضی، ب.، ۱۳۹۳. اثرات توسعه بر زیست بوم پازن در استان مرکزی و ارائه راهکارها. همایش ملی زیست بوم و توسعه. استان مرکزی، اراک.
۲. جهانی، ع.، ۱۳۹۵. مدل سازی آشفنگی انبوهی جنگل در ارزیابی محیطی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد ۲۴ شماره ۲، صفحات ۳۱۰ تا ۳۲۲.
۳. حسینی، م.؛ ریاضی، ب.؛ شمس اسفندآباد، ب. و نادری، م.، ۱۳۹۶. ارزیابی زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در استان گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۶.

وحش موته (ملکی و همکاران، ۱۳۸۶) ۱۹۰۰-۱۷۰۰، در پارک ملی کلاه قاضی (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹) و پناهگاه حیات وحش دره انجیر (Morovati و همکاران، ۲۰۱۴) ۱۹۰۰-۲۳۰۰ متر از سطح دریا گزارش شده است. تحقیقات Naderi و همکاران (۲۰۱۳)، Shams (۲۰۱۰)، Kie و همکاران (۲۰۰۲) و Gross و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که این گونه از زمین های پست و دشتی گریزان است.

بررسی ها نشان داد در منطقه خشک و نیمه خشکی چون پارک ملی قمیشلو، آب بعد از متغیر ارتفاع در درجه بعدی اولویت برای کل و بز قرار دارد. به طوری که فاصله از آبشخورها موجب کاهش احتمال حضور این گونه خواهد شد و اثر منفی بر روی انتخاب زیستگاه گونه داشته است. زیرا در این فصل از سال در منطقه قمیشلو دما رو به افزایش است و نیازهای فیزیولوژیک گونه نظیر زایمان و مراقبت بزرگاله ها منجر به افزایش نیاز او به منابع آبی شده است. نتایج Naderi و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه حفاظت شده آق داغ استان اردبیل نیز با وجود شرایط آب و هوایی متفاوت، رنجبر و همکاران (۱۳۹۲) در پارک ملی کلاه قاضی، Morovati و همکاران (۲۰۱۴) در پناهگاه حیات وحش دره انجیر با این موضوع هم خوانی دارد.

نتایج نشان داد مناطق با شیب های بیش از ۲۰٪ برای این گونه مطلوب می باشد. این امر به علت سازگاری گونه به نواحی صخره ای شیب دار و رفتار او برای گریز از طعمه خواران می باشد (Alados و Escos، ۱۹۸۸). محدوده مطلوبیت شیب در پناهگاه حیات وحش دره انجیر (Morovati و همکاران، ۲۰۱۴) ۰ تا ۶۴٪ و در پارک ملی کلاه قاضی (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹) بیش از ۳۰٪ می باشد. در استان مرکزی (انصاری و همکاران، ۱۳۹۲) نیز بیش ترین تاثیر گذاری مربوط به شیب ۲۰٪ می باشد.

نتایج گویای این است که مناطق صخره ای مطلوبیت زیستگاه این گونه را در پارک ملی قمیشلو افزایش داده است. نواحی اطراف مناطق صخره ای در این پارک ملی بیش تر دارای تیپ گیاهی *Astragalus spp* هستند که این مناطق براساس نقشه نهایی شبکه عصبی (شکل ۸)، مطلوب نشان داده شده است. نتایج فراشی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی کلاه قاضی وابسته به مناطق صخره ای و گیاهان غالبی چون *Stipa spp*، *Convolvulus*، *Ebenus stellate*، *leiolacynus* می باشد. همچنین نتایج فرهمند (۱۳۸۰) نیز وابستگی این گونه را به مناطق صخره ای تایید می کند و در اولویت بعدی این گونه را وابسته به تیپ گیاهی *Artemisia aucheri* در پارک ملی کلاه قاضی معرفی می کند. در کوه بافق نیز وجود تیپ های درمنه کوهی، درمنه- قیچ و تیپ ارس- بادام کوهی در گزینش زیستگاه و مطلوبیت آن توسط گونه مورد مطالعه تأثیر مثبت دارد.



- in the central Mojave Desert. Ecological application. Vol. 10, pp: 890-897.
۱۵. **Bangs, P.D.; Krausman, P.R.; Kunkel, K.E. and Parsons, Z.D., 2005.** Habitat use by female desert bighorn sheep in the Fra Cristobal Mountains, New Mexico, USA. *European Journal of Wildlife Research*. Vol. 51, No. 2, pp: 77-83.
 ۱۶. **Elith, J.; Leathwick, J.R. and Hastie, T., 2008.** A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*. Vol. 77, No. 4, pp: 802-813.
 ۱۷. **Gross, J.E.; Kneeland, M.C.; Reed, D.F. Reich, R.M., 2002.** GISBased Habitat Models for Mountain Goats. *Journal of Mammalogy*. Vol. 83, No. 1, pp: 218-228.
 ۱۸. **IUCN. 2017.** IUCN red list of threatened species, from: www.iucnredlist.org.
 ۱۹. **Jahani, A.; Feghhi, J.; Makhdoum, M.F. and Omid, M., 2016.** Optimized forest degradation model (OFDM): an environmental decision support system for environmental impact assessment using an artificial neural network. *Journal of Environmental Planning and Management*. Vol. 59, No. 2, pp: 222-244.
 ۲۰. **Liu, C.; Berry, P.M.; Dawson, T.P. and Pearson, R.G., 2005.** Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distribution. *Ecography*. Vol. 28, pp: 385-393.
 ۲۱. **Mahmoudabadi, A. and Seyedhosseini, S.M., 2012.** Time risk tradeoff of hazmat routing problem in emergency situation. In *Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Istanbul, Turkey. pp: 344-351.
 ۲۲. **Maleki, S., 2007.** Study habitat factors wild sheep (*Ovis orientalis isfahanica*) in refuge moteh by GIS. MS.C thesis. Tehran University. 120 p.
 ۲۳. **McShea, W.J.; Underwood, H.B. and Rappole, J.H., 1997.** The science of overabundance: deer ecology and population management. Washington, DC. Smithsonian Institution Press. 402 p.
 ۲۴. **Morovati, M.; Karami, M. and Kaboli, M., 2014.** Desirable areas and effective environmental factors of wild goat habitat (*Capra aegagrus*). *International Journal of Environmental Research*. Vol. 8, No. 4, pp: 1031-1040.
 ۲۵. **Morrison, M.L.; Marcot, B.G. and Mannan, R.W., 1992.** Wildlife-habitat relationships: Concepts and applications. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
 ۲۶. **Naderi, G.; Riazi, B.; Aref, N.; Khalatbari, M.; Mohammadi, S.; Lahoot, M. and Kamran, M., 2013.** Habitat preferences of Bezoar wild goats (*Capra aegagrus*) in Agh-Dagh protected area, Iran. *North-western Journal of Zoology*. Vol. 9, No. 1, pp: 99-102.
 ۴. **حسینی، م.؛ فراشی، آ.؛ فرهادی‌نیا، م.ص. و خانی، ع.، ۱۳۹۶.** مدل‌سازی زیستگاه گونه کل و بز (*Capra aegagrus*) با استفاده از روش ماکزیمم آنتروپی در شرق ایران. اولین همایش بین‌المللی پژوهش و پیشرفت در علوم زمین.
 ۵. **رضایی، ع.؛ مهدوی، م.؛ لوکس، ک.؛ فیض‌نیا، س. و مهدیان، م.ح.، ۱۳۸۶.** مدل‌سازی منطقه‌ای دبی‌های اوج در زیرحوزه‌های آبخیز سد سفیدرود با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). سال ۱۱، شماره ۱، صفحات ۲۵ تا ۳۹.
 ۶. **رنجبر، ن.؛ همای، م.ر.؛ ترکش، م. و شاهقلیان، ج.، ۱۳۹۵.** ارزیابی فصلی مطلوبیت زیستگاه بز وحشی (*Capra aegagrus*) در مناطق کوهستانی پارک ملی کلاه قاضی به‌روش حداکثر آنتروپی. بوم‌شناسی کاربردی. سال ۵، شماره ۱۶، صفحات ۲۳ تا ۳۶.
 ۷. **فراشی، آ.؛ کابلی، م. و مومنی، ا.، ۱۳۸۹.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن (*Capra aegagrus*) به کمک روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی، استان اصفهان. نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۳، شماره ۱، صفحات ۶۳ تا ۷۳.
 ۸. **فرهمند، م.، ۱۳۸۰.** بررسی عوامل موثر در توزیع زوج سمان در پارک ملی کلاه قاضی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران. ۱۲۰ صفحه.
 ۹. **گزارش‌های طرح مدیریت قمیشلو. ۱۳۹۲.** سازمان حفاظت محیط زیست.
 ۱۰. **گنجعلی، س.؛ حاجی‌زاده، ا.؛ قاسمی، ح.؛ حسینی‌قمی، م.؛ غنی‌پور، م. و بهزادیان، ش.، ۱۳۹۴.** بررسی تغییرات تراکم جمعیت کل و بز (*Capra aegagrus*) در سه حوزه سرشماری منطقه حفاظت شده ارسباران. مجله محیط‌زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۲۱ تا ۲۸.
 ۱۱. **وارسته‌مرادی، ح. و سلیمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۹۰.** ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش. ترجمه جلد اول، چاپ اول، انتشارات آیین‌نما. صفحات ۲ تا ۱۶.
 ۱۲. **Acevedo, P.; Cassinello, J.; Hortal, J. and Gortázar, C., 2007.** Invasive exotic aoudad (*Ammotragus lervia*) as a major threat to native Iberian ibex (*Capra pyrenaica*): a habitat suitability model approach. *Diversity & Distributions*. Vol. 13, No. 5, pp: 587-597.
 ۱۳. **Alados, C.L. and Escos, J., 1988.** Parturition dates and mother-kid behavior in Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) in Spain. *Journal of mammalogy*. Vol. 69, No. 1, pp: 172-175.
 ۱۴. **Anderson, M.C.; Watts, J.M.; Freilich, J.E.; Yool, S.R.; Wakefield, G.I.; Mccauley, J.F. and Fahnestock, A., 2000.** Regression-tree modeling of desert tortoise habitat



۲۷. **Rushton, S.P.; Ormerod, S.J. and Kerby, G., 2004.** New paradigms for modelling species distributions? *Journal of applied ecology*. Vol. 41, No. 2, pp: 193-200.
۲۸. **Salas, E.A.L.; Seamster, V.A.; Boykin, K.G.; Harings, N.M. and Dixon, K.W., 2017.** Modeling the impacts of climate change on Species of Concern (birds) in South Central US based on bioclimatic variables. *AIMS Environ. Sci.* Vol. 4, pp: 358-385.
۲۹. **Saltelli, A.; Ratto, M.; Andres, T.; Campolongo, F.; Cariboni, J.; Gatelli, D.; Saisana, M. and Tarantola, S., 2008.** *Global sensitivity analysis: the primer*. John Wiley and Sons.
۳۰. **Shams, B.; Hemami, M.; Karami, M. and Riazi, B., 2010.** Habitat associations of wild goat in central Iran: implications for conservation. *European Journal of Wildlife Research*. Vol. 55, No. 6, pp: 883-849.
۳۱. **Ziaie, H., 2008.** *A field guide to mammals of Iran*, 2nd edn. Wildlife Center Publication, Iran.

