

مدل سازی و بررسی متغیرهای زیستگاهی تاثیر گذار بر پراکنش یوزپلنگ ایرانی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در پناهگاه حیات وحش نایبندان، با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)

• نوید زمانی*: گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء، بهبهان

• مجتبی قندالی: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۵

چکیده

تعیین متغیرهای زیستگاهی تاثیر گذار بر مطلوبیت زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های ارزشمند محسوب می‌گردد، زیستگاه‌های مطلوب تاثیر به‌سزایی بر بقاء و تولیدمثل گونه‌ها خواهند داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش مورد توجه قرار می‌گیرند. یوزپلنگ ایرانی یکی از گونه‌های در بحران انقراض می‌باشد. در این پژوهش به منظور بررسی متغیرهای زیستگاهی و تعیین زیستگاه‌های مطلوب یوزپلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش نایبندان جهت حفاظت موثرتر از این گونه، داده‌های حضور گونه که طی چهار فصل در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۰ جمع‌آوری گردید و با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در نرم‌افزار Biomapper مورد بررسی قرار گرفت. پس از آماده‌سازی نقشه‌ها توسط نرم‌افزار Idrisi و Biomapper، متغیرهای زیستگاهی شامل ارتفاع، شیب، جهت، تیپ پوشش گیاهی و فاصله از منابع آب و فاصله از پاسگاه‌های محیط‌بانی وارد نرم‌افزار Biomapper گردید. جدول امتیاز حاصل از تحلیل عاملی نشان می‌دهد که یوزپلنگ ایرانی به مناطق تپه ماهوری تمایل دارند که دارای عوارض توپوگرافی مناسب برای مخفی شدن به منظور شکار طعمه است. هم‌چنین جهت‌های شمالی که به دلیل تابش کم‌تر خورشید و رطوبت نسبی بالاتر دارای پوشش گیاهی غنی‌تر و طعمه فراوان‌تر هستند، منجر به تمایل بیش‌تر گونه به حضور در این مناطق می‌گردد. تجزیه و تحلیل مدل مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش نایبندان نشان می‌دهد که یوزپلنگ ایرانی در این زیستگاه دارای پهنای آشیان بوم‌شناختی متوسط می‌باشد و به زیستگاه‌های حاشیه‌ای تمایل بیش‌تری نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: Biomapper، مدل مطلوبیت زیستگاه، زیستگاه حاشیه‌ای، روش ENFA، یوزپلنگ ایرانی



مقدمه

تبدیل، تکه تکه شدن و تخریب زیستگاه هر کدام به نوعی زندگی پایدار گونه‌ها را به خطر انداخته است. اگرچه آغاز روند کاهشی در جمعیت پستانداران متوسط جثه و بزرگ جثه بیابانی به دلیل شکار بی‌رویه بوده است، اما آن چه که فرصت بازسازی جمعیت‌های کوچک باقی‌مانده را گرفته، تغییرات اساسی در زیستگاه‌های این گونه بود. بنابراین مطالعه زیستگاه‌ها به منظور آگاهی از وضعیت موجود آن‌ها و چاره‌اندیشی در جهت برطرف کردن چالش‌های پدید آمده، بسیار مهم و حیاتی تلقی می‌شود (قندالی، ۱۳۸۹).

تعیین مطلوبیت زیستگاهی یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات وحش محسوب می‌گردد، زیستگاه‌های مطلوب تاثیر به‌سزایی بر بقا و تولیدمثل گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش مورد توجه قرار می‌گیرند (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹). به‌منظور مدیریت موثر یک گونه و گونه‌هایی که به نوعی با این گونه در ارتباط هستند، نیاز به شناسایی زیستگاه‌هایی با مطلوبیت بالاتر برای گونه هدف می‌باشد، تا با حفظ آن زیستگاه‌ها و برنامه‌ریزی برای مدیریت صحیح آن زیستگاه‌ها، جمعیت هدف را مورد حفاظت قرار داد (Dayton، ۲۰۰۶)، که این کار با تهیه مدل‌های مطلوبیت زیستگاه براساس مدل‌های آماری و در نهایت تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انجام خواهد شد. با استفاده از این مدل‌ها می‌توان مناطق با مطلوبیت زیستگاه بالاتر را شناسایی و مورد حفاظت و بازسازی قرار داد. هم‌چنین برای انتقال یک گونه به زیستگاه یا معرفی مجدد گونه‌های منقرض شده، می‌توان از این نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه استفاده کرد و گونه را در مطلوب‌ترین زیستگاه معرفی نمود. مطالعه پراکنش گونه‌های مختلف حیات وحش در زیستگاه‌های متفاوت اهمیت زیادی در مدیریت حیات وحش و زیستگاه‌ها دارد. اما مشکل، زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه گونه‌های مختلف حیات وحش در مقیاس وسیع می‌باشد. لذا روش‌های مدل‌سازی زیستگاه به سرعت در مدیریت حیات وحش توسعه یافته است. در یک طبقه‌بندی کلی، تعیین عوامل موثر بر حضور گونه در زیستگاه و مطلوبیت زیستگاه را می‌توان به دو دسته داده‌های حاصل از نمونه برداری به‌روشنی و عدم (Presence/Absence) گونه و داده‌های حاصل از روش فقط حضور گونه (Presence only) در زیستگاه، طبقه‌بندی نمود. در استفاده از روش نخست، مشاهده گونه توسط پژوهشگر به‌دلایل متعددی نظیر دقت در مشاهده، تجهیزات مورد استفاده، زمان مشاهده، رفتار گونه در استتار و اختفا سبب می‌شود تا آن نقطه به‌عنوان نقطه عدم حضور گونه ثبت شود. این مسئله خطای بالایی را در نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها به وجود می‌آورد (امیدی و همکاران، ۱۳۸۸).

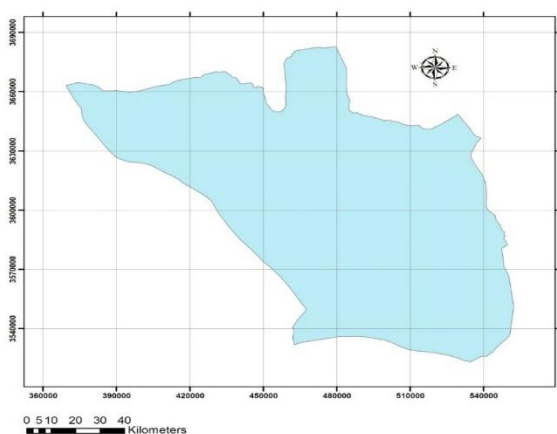
تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) (Ecological Niche Fctor Analysis)، یک رویکرد چند متغیری می‌باشد، که برای پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه وقتی که داده‌های عدم حضور در دسترس نباشند، توسعه پیدا کرد. ENFA توزیع مشاهدات حضور را در فضای چند بعدی از متغیرهای محیطی در داخل منطقه مورد مطالعه، مقایسه می‌کند (Guisan و Zimmerman، ۲۰۰۰). مطلوبیت براساس تابعی که حاشیه‌گرایی گونه را مشخص می‌کند، به‌دست می‌آید. حاشیه‌گرایی به معنی اختلاف میانگین گونه از میانگین منطقه مورد مطالعه می‌باشد و تخصص‌گرایی گونه به معنی نسبت واریانس سراسری به واریانس گونه می‌باشد. تحلیل عاملی ترکیب خطی متغیرهای محیطی را در برابر مکان‌هایی که گونه بزرگ‌ترین درجه از حاشیه‌گرایی و تخصص‌گرایی را نشان می‌دهد، استخراج می‌کند (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۶). مزیت اصلی ENFA این است که داده‌های عدم حضور که اغلب در دسترس نیستند یا این که به‌دست آوردن آن مشکل است، مورد نیاز تحلیل نمی‌باشد.

یوزپلنگ به‌عنوان گوشت‌خواری شناخته شده است که زیستگاه‌های دشتی باز را ترجیح می‌دهد. این تفکر تنها به دلیل آن نیست که آن‌ها برای سرعت ساخته شده‌اند (Nowell و Jackson، ۱۹۹۶)، بلکه احتمالاً به این دلیل نیز می‌باشد که بیش‌تر مطالعات صورت گرفته درخصوص اکولوژی یوزپلنگ، در ساوان‌های علفی باز اجرا شده است، به‌خصوص در دشت‌های سرنگتی جایی که یوزپلنگ عمدتاً در دشت زندگی کرده و می‌توانند آهوهارا دنبال کند (Caro، ۱۹۹۴؛ Eton، ۱۹۷۰). از چند سال گذشته، نگرانی‌هایی درباره حفاظت از یوزپلنگ آسیایی در ایران وجود دارد. یوزپلنگ آسیایی زیرگونه در معرض خطر انقراض است (IUCN، ۲۰۰۶) که در گذشته در شبه قاره هند، افغانستان، ترکمنستان، ایران، شبه جزیره عربستان و سوریه پراکنش داشته است (Nowell و Jackson، ۱۹۹۶). طی ۲۰ سال گذشته، نیمه شرقی ایران آخرین سنگرگاه یوزپلنگ‌های آسیایی بوده است طی ۲۰ سال گذشته، نیمه شرقی ایران آخرین سنگرگاه یوزپلنگ‌های آسیایی بوده است و حضور آن‌ها تنها به چند منطقه در داخل کشور محدود می‌باشد (Farhadinia، ۲۰۰۴). برطبق گزارش پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی (۱۳۸۷) در پناهگاه حیات وحش ناینندان حدوداً ۱۳ تا ۱۶ قلاده یوز وجود دارد که از این نظر بیش‌ترین تعداد یوز را در میان زیستگاه‌های تحت حفاظت ایران، به خود اختصاص داده است.

در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی براساس داده‌های فقط حضور، متغیرهای زیستگاهی تاثیرگذار بر پراکنش یوزپلنگ ایرانی به‌عنوان گونه‌ای شدیداً در بحران انقراض (IUCN، ۲۰۰۶)، نقشه مطلوبیت زیستگاه و هم‌چنین عوامل تهدیدکننده این جمعیت در پناهگاه حیات وحش



(*rueppellii*، قوچ و میش (*Ovis orientalis arkali*) و جیر (*Gazzella bennettii*) می‌باشد (زمانی، ۱۳۸۹).



شکل ۱: نقشه پناهگاه حیات وحش نایبندان

منبع داده‌ها: منبع داده‌های مورد نیاز برای رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی شامل نقشه رستری نقاط حضور یوزپلنگ ایرانی و نقشه‌های رستری فاکتورهای زیست جغرافیایی و فاکتورهای توزیع انسانی می‌باشد. تعداد ۹۵ نقطه حضور یوزپلنگ توسط GPS در پناهگاه حیات وحش نایبندان در طول چهار فصل در طی سال‌های ۸۸ الی ۹۰ ثبت گردید. این نقاط حضور براساس نمایه‌های ثبت شده طی عملیات میدانی با کمک محیط‌بانان منطقه و نیز نقاط به‌دست آمده از طریق دوربین‌های تله‌ای به‌دست آمد. در این پژوهش هم‌چنین از نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهت، تیپ پوشش گیاهی، فاصله از منابع آب و فاصله از پاسگاه‌های محیط‌بانی به‌عنوان متغیرهای تاثیرگذار بر پراکنش یوزپلنگ ایرانی مورد استفاده قرار گرفت.

آماده‌سازی داده‌ها: داده‌های ذکر شده در بالا، نمی‌تواند به‌طور مستقیم وارد نرم‌افزار Biomapper شود بلکه باید داده‌ها به‌صورت کمی درآید تا در محاسبات دچار مشکل نشود. قبل از ورود داده‌ها به نرم‌افزار، ممکن است هر کدام از این داده‌ها به سه تیپ متفاوت از داده‌ها تعلق داشته باشد که هر کدام به روش آماده‌سازی متفاوتی نیاز دارند. دسته اول: داده‌هایی مثل ارتفاع، شیب، جهت، کمی هستند و آماده‌اند که مستقیماً به‌وسیله نرم‌افزار Biomapper مورد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی قرار گیرند. این داده‌ها به‌صورت تکنیکی قابل قبول هستند.

نایبندان شناسایی شود، تا با تعیین زیستگاه‌های مطلوب و حفاظت بیش‌تر آن، جمعیت یوزپلنگ ایرانی را مورد حفاظت موثرتر قرار داد.

مواد و روش‌ها

پناهگاه حیات وحش نایبندان در استان یزد و در جنوب شهر طبس قرار دارد. این منطقه در حد فاصل طول جغرافیایی $55^{\circ} 37'$ تا $57^{\circ} 33'$ و عرض جغرافیایی $33^{\circ} 17'$ تا $31^{\circ} 50'$ قرار دارد. پناهگاه حیات وحش نایبندان با مساحت ۱۵۱۶۹۹۴ هکتار بزرگ‌ترین پناهگاه حیات وحش کشور محسوب می‌شود. این منطقه دشتی، تپه ماهوری، کوهستانی و دارای شوره زارهای وسیع است. دامنه ارتفاعی آن از ۶۰۰ تا ۳۰۰۹ متر از سطح دریا متغیر است (مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۸). این منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن در طبقه فراخشک قرار می‌گیرد. رژیم بارندگی منطقه مدیترانه‌ای بوده و بدین لحاظ حجم اصلی ریزش‌های جوی سالانه در پاییز و زمستان متمرکز می‌باشد و در دوره خشک سال که از اواسط اردیبهشت تا اواسط مهرماه ادامه دارد تنها حدود ۳ درصد از بارش سالانه نازل می‌شود (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵). بخش عمده پناهگاه حیات وحش نایبندان دشت بوده که در نزدیکی مناطق کوهستانی، چهره استپی به خود می‌گیرد و با فاصله گرفتن از نقاط کوهستانی چهره بیابانی و بعضاً کویری پیدا می‌کند. در نایبندان به‌علت کمی نزولات جوی جریان‌های سطحی ناشی از ریزش‌های جوی بسیار کم و هیچ‌گونه رودخانه دائمی وجود ندارد و تامین آب حیات وحش توسط چشمه‌ها و تعداد کمی آب‌شخور و یک فقره تالاب صورت می‌گیرد (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

در این پناهگاه مجموعاً ۱۷۷ گونه گیاهی متعلق به ۱۲۸ جنس و ۴۸ خانواده شناسایی شده است. خانواده‌های گیاهی *Chenopodiaceae* با ۲۰ گونه، *Compositae* با ۱۹ گونه و *Graminae* و *Caryophyllaceae* با ۷ گونه بیش‌ترین تعداد گونه را در منطقه دارا هستند. تیپ‌های گیاهی متنوع در این پناهگاه برآیند کنش‌های متقابل اکولوژیکی منطقه بوده نیازهای زیستی یوز و طعمه‌هایش را برآورده می‌سازد از جمله مهم‌ترین این گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی، بادام وحشی، درمنه، بنه، گز، انجیر وحشی، قیچ، تاغ، خارشتر، اسپند، تلخه بیان، کلاه میرحسن و اسکنبیل است.

در پناهگاه حیات وحش نایبندان، ۱۳ گونه پستاندار بزرگ جثه شناسایی شده است که ۶ گونه به‌عنوان اولویت‌های حفاظتی معرفی می‌گردد که شامل گونه‌های: یوزپلنگ (*Acinonyx Jubatus*)، کاراکال (*Caracal caracal*)، شاه روباه (*Vulpes cana*)، روباه شنی (*Vulpes*)



دسته دوم: داده‌هایی مانند نقشه طبقات شیب، تیپ پوشش گیاهی کیفی هستند و این نقشه‌ها نمی‌توانند به این شکل مورد استفاده قرار گیرند. روشی که برای آماده‌سازی این نقشه‌ها به کار می‌رود بدین صورت است که ابتدا نقشه به چند نقشه بولین تبدیل می‌شود که هر نقشه بولین یک طبقه از آن نقشه را توصیف می‌کند و در نهایت نقشه فراوانی و فاصله برای هر یک از این نقشه‌های بولین توسط نرم‌افزار Biomapper ایجاد می‌گردد.

دسته سوم: داده‌های بولین (Boolean data) (حضور / عدم حضور): مانند حضور / عدم حضور گونه، شهرها و پاسگاه‌های محیط‌بانی و... این نقشه‌ها نمی‌توانند به این شکل مورد استفاده قرار گیرند. دو روش اصلی برای استخراج داده‌های کمی از این نقشه‌ها وجود دارد. اولین روشی که ترجیحاً استفاده می‌شود بدین گونه است که وقتی برآورد می‌شود که گونه به یک حداقلی از آن منبع نیاز دارد یا بدون آن منبع نمی‌تواند زندگی کند، یک شعاعی از تاثیر انتخاب می‌شود و فراوانی وقوع یک گونه در اطراف آن منبع محاسبه می‌شود. به‌طور کلی این دایره با شعاعی متناسب با قلمروی خانگی آن گونه انتخاب می‌شود. دومین روش وقتی استفاده می‌شود که نقشه، مکان منابع اختلال مانند شهرها، جاده‌ها را نشان می‌دهد. در اینجا یک نقشه فاصله محاسبه می‌شود، که این نقشه فاصله، به هر سلول، فاصله تا نزدیک‌ترین سلول اشغال شده توسط آن منبع اختلال را اختصاص می‌دهد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۴). حال که نقشه‌ها برای ورود به ENFA آماده شده است وارد نرم‌افزار Biomapper می‌شوند. تعداد ۲۰ نقشه زیست‌جغرافیایی تاثیرگذار بر پراکنش گونه و نقاط حضور به فرمت رستری Idrisi با اندازه سلول 30×30 متر تبدیل شدند. قابل ذکر می‌باشد که مقیاس نقشه‌ها $1/5000$ می‌باشد.

اجرای تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی: متغیرهای محیط زیستی مختلفی برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش نایبندان استفاده شد. در ابتدا نقشه‌های زیست جغرافیایی توسط نرم‌افزار از نظر پیوستگی و توزیع نرمال بررسی شدند و نقشه‌هایی که از نظر توزیع، غیر نرمال بودند، مورد تبدیل باکس کاکس قرار گرفتند. در نهایت نقشه‌هایی که ناپیوسته و دارای توزیع غیرنرمال بودند از آنالیز کنار گذاشته شد. از بین ۲۰ نقشه زیست جغرافیایی، ۱۷ نقشه زیست جغرافیایی دارای توزیع نرمال بودند. تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی نیاز به متغیرهایی دارد که اصولاً غیروابسته هستند. در تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی اگر دو متغیر همبستگی بالایی داشته باشند، هر دو با یک ضریب وارد مدل می‌شوند. بنابراین حذف یکی از دو یا چند متغیری که همبستگی بالایی دارند، الزامی است (فلاح‌باقری، ۱۳۸۶). از بین ۱۷ نقشه زیست جغرافیایی،

۴ نقشه دارای همبستگی بالای ۰/۸ با سایر نقشه‌ها بود که از آنالیز کنار گذاشته شد و تحلیل با ۱۳ نقشه زیست جغرافیایی انجام شد (جدول ۲).
محاسبه مطلوبیت زیستگاه: پس از انجام ENFA برای یوزپلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش نایبندان، مدل مطلوبیت زیستگاه گونه به دست می‌آید. با استفاده از این مدل می‌توان نقشه مطلوبیت زیستگاه را محاسبه کرد. برای ترسیم نقشه مطلوبیت زیستگاه ابتدا بایستی تعداد عاملی که قرار است در محاسبه مطلوبیت زیستگاه وارد شوند، به دست آید. تعداد کمی از عامل‌ها (Factors)، می‌تواند بخش زیادی از حاشیه گرایی و تخصص گرایی گونه را توضیح دهد. انتخاب تعداد کم‌تری از عامل‌ها، انجام محاسبات و تفسیر نتایج به دست آمده را آسان‌تر می‌کند. بعد از انتخاب تعداد عامل مناسب، بایستی الگوریتم مناسب برای محاسبه مطلوبیت زیستگاه استفاده شود. برای محاسبه مطلوبیت زیستگاه در نرم‌افزار Biomapper چهار الگوریتم میانه، میانگین هندسی فاصله، میانگین هارمونیک فاصله و حداقل فاصله وجود دارد که هر یک از آن‌ها در شرایط خاصی استفاده می‌شود. در این پژوهش اعتبار مدل‌های تهیه شده با هر یک از الگوریتم‌های فوق بررسی و بهترین الگوریتم انتخاب شد.

تایید اعتبار مدل‌های تهیه شده مبتنی بر رویکرد تحلیل

عاملی آشیان بوم‌شناختی: ارزیابی قدرت پیش‌بینی یک مدل از اهمیت به‌سزایی برخوردار است زیرا به محقق می‌گوید که تا چه حد می‌تواند به نتایج حاصل از مدل اتکا کند و تا چه حد نتایج پیش‌بینی مدل به واقعیت نزدیک است. روش‌های گوناگونی برای نیل به این هدف توسط محققین مختلف ابداع شده است که از آن جمله می‌توان به شاخص اعتبارسنجی مطلق (Absolute Validation Index=AVI) و شاخص اعتبارسنجی تبیین (contrast validation index) شاخص بویس و شاخص پیوسته بویس اشاره کرد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۴).

برای بررسی اعتبار مدل‌های مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر داده‌های حضور، از نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح و نمایه پیوسته بویس استفاده شد. نمایه پیوسته بویس بین ۱- و ۱+ تغییر می‌کند. مقادیر مثبت نشان‌دهنده این است که پیش‌بینی‌های مدل با توزیع نقاط حضور در مجموعه داده‌های ارزیابی، سازگار است. مقادیر نزدیک به صفر نشان می‌دهد که مدل با یک مدل تصادفی تفاوت ندارد. مقادیر منفی بیانگر یک مدل اشتباه است (Boyce و همکاران، ۲۰۰۲).

هم‌چنین با تفسیر نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح می‌توان میزان صحت پیش‌بینی‌های مدل در مطلوبیت‌های مختلف را بررسی و بر طبق آن نسبت به طبقه‌بندی مجدد نقشه مطلوبیت زیستگاه اقدام نمود (قندالی، ۱۳۸۹).



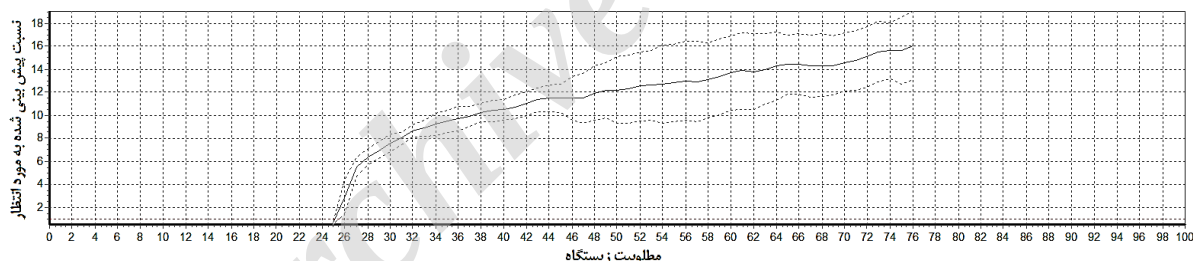
نتایج

نتایج مدل سازی مطلوبیت زیستگاه برای یوزپلنگ ایرانی:

در نتیجه تحلیل ENFA به تعداد متغیرهای به کار رفته در تحلیل، عامل تولید می شود که اولین عامل ۱۰۰٪ حاشیه گرایی گونه و بخش زیادی از ویژه گرایی گونه را توضیح می دهد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۱). به همین دلیل با انتخاب تعداد کمی از عامل ها بخش زیادی از داده ها توضیح داده می شود. با استفاده از روش چوب شکسته مک آرتور که توسط نرم افزار Biomapper محاسبه می گردد، تعداد ۵ عامل انتخاب گردید که ۹۳٪ داده ها را توضیح می دهد. قابل توجه می باشد که عامل اول، تمام حاشیه گرایی و ۵۲٪ از ویژه گرایی را توضیح می دهد. در جدول ۱ ویژگی های مدل انتخاب شده برای گونه مورد مطالعه آورده شده است. ماتریس امتیازات متغیرهای محیط زیستی به کار رفته در تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی برای ۵ عامل انتخاب شده توسط روش چوب شکسته در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱: نتایج حاصل از تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی یوزپلنگ در پناهگاه حیات وحش نایبندان

تعداد متغیر به کار رفته	میزان	میزان	میزان	تعداد عامل	میزان ویژه گرایی توضیح
در مدل	حاشیه گرایی	ویژه گرایی	بردباری	انتخاب شده	داده شده توسط عامل ها
۱۳	۱/۴۲۳	۲/۶۴۵	۰/۳۷۸	۵	۹۳



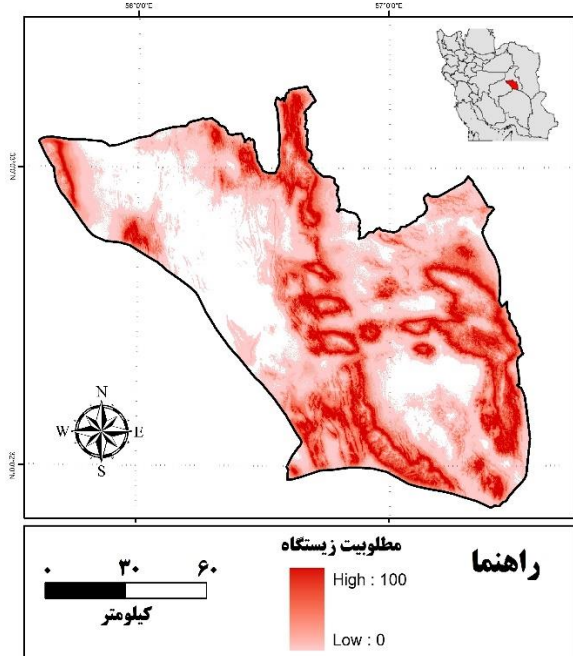
شکل ۲: نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح برای الگوریتم میانگین هندسی

جدول ۲: ماتریس امتیازات تحلیل عاملی انجام شده درباره یوزپلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش نایبندان

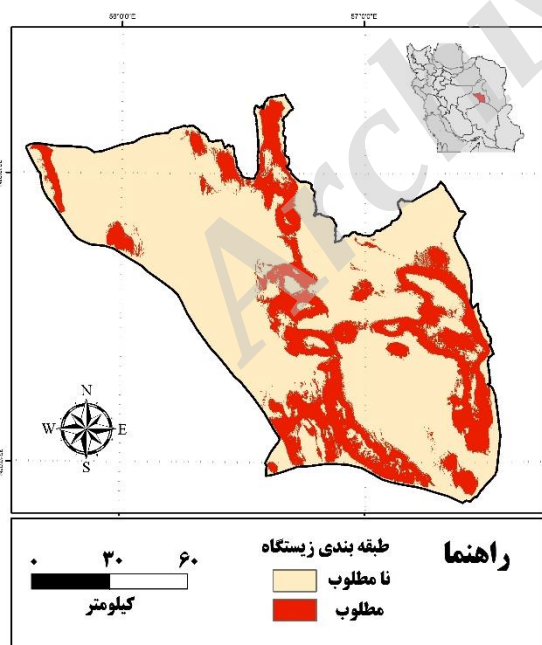
متغیرهای زیست محیطی	۱ (۵۲٪)	۲ (۲۴٪)	۳ (۸٪)	۴ (۶٪)	۵ (۳٪)
فاصله از منابع آب	-۰/۶۷۸	۰/۰۶۹	-۰/۰۸۶	۰/۰۳۹	۰/۰۷۶
فاصله از جهت های شرقی	-۰/۱۲۳	۰/۱۲۴	۰/۳۲۵	-۰/۳۱۲	۰/۰۹۸
فاصله از جهت های غربی	۰/۰۶۷	-۰/۳۱۴	۰/۰۶۴	-۰/۳۸۷	۰/۱۵۳
فاصله از جهت های شمالی	-۰/۱۷۴	۰/۶۹۵	۰/۰۷۱	-۰/۲۸۷	۰/۵۰۴
فراوانی جهت های شمالی	-۰/۰۲۸	۰/۰۳۲	۰/۶۲۵	-۰/۰۸۹	۰/۵۰۸
فراوانی جهت های جنوبی	-۰/۰۴۵	-۰/۳۱۲	۰/۵۹۲	۰/۷۱۲	-۰/۱۴۲
فاصله از شیب های ۱۰-۳۰	-۰/۴۵۳	-۰/۳۸۷	-۰/۲۵۹	۰/۲۷۴	-۰/۱۸۹
فاصله از شیب های ۵۰-۷۰	-۰/۵۱۲	-۰/۱۶۷	۰/۰۹	-۰/۰۲۶	-۰/۳۱۲
فراوانی شیب های ۳۰-۵۰	۰/۳۲۲	-۰/۰۴۲	-۰/۰۵۷	۰/۳۱۵	-۰/۱۲۴
فراوانی شیب های بیش از ۷۰	۰/۰۴۳	-۰/۰۵۳	-۰/۴۵	-۰/۰۵۴	۰/۴۷۶
فاصله از تیپ پوشش درمنه دشتی - اشنان	-۰/۱۹۸	-۰/۳۰۳	-۰/۰۸۶	۰/۰۴۵	-۰/۱۲۶
فاصله از تیپ پوشش درمنه دشتی - قیج	-۰/۲۹۲	-۰/۲۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۲۴	-۰/۲۹۶
فاصله از پاسگاه	-۰/۰۴۱	-۰/۱۹۵	-۰/۱۲۵	-۰/۱۷۶	۰/۰۱۲



به سمت نواحی کوهستانی تغییر یابد. مطالعات جدید این مطلب را نشان می دهد که برخلاف تصور رایج، طعمه اصلی یوزپلنگ در ایران قوچ و میش و کل و بز است (زمانی ۱۳۸۹).



شکل ۳: نقشه مطلوبیت زیستگاه براساس رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی



شکل ۴: نقشه طبقه بندی زیستگاه براساس رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی

جدول ۳: میزان نمایه پیوسته بویس به ازای الگوریتم های مختلف

الگوریتم مورد استفاده	نمایه پیوسته بویس $\pm$ انحراف معیار
الگوریتم میانه	0.113 ± 0.695
الگوریتم میانگین هندسی	0.145 ± 0.847
الگوریتم میانگین هارمونیک	0.276 ± 0.568
الگوریتم حداقل فاصله	0.205 ± 0.286

تهیه نقشه طبقه بندی زیستگاه گونه: به منظور طبقه بندی

کردن نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و نامطلوب بایستی نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح به دست آمده برای آن الگوریتم را مورد بررسی قرار داد. در این نمودار (شکل ۲) که نشان دهنده روند تغییرات F_i می باشد، خط قرمز رنگ به موازات محور افقی نشان دهنده میزان F_i برابر با ۱ به ازای همه طبقات مطلوبیت زیستگاه می باشد. این شاخص نشان دهنده تصادفی پیش بینی نمودن مدل می باشد. هنگامی که نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح در زیر این خط شاخص می باشد یعنی مدل برای مطلوبیت هایی پایین تر از این خط شاخص از یک مدل تصادفی هم بدتر می باشد. بنابراین این بخش به عنوان زیستگاه نامطلوب در نظر گرفته می شود. از آن نقطه مطلوبیتی که نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح بالاتر از این خط شاخص قرار می گیرد به عنوان زیستگاه مطلوب در نظر گرفته می شود. در این جا نیز با توجه به شکل ۲، آستانه مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ ایرانی با توجه به روش فوق، مطلوبیت ۲۶ می باشد. با استفاده از این آستانه به دست آمده نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ ایرانی به دست آمد. بدین منظور نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه نامطلوب (بخش هایی که مطلوبیت آن ها کمتر یا مساوی حد آستانه مطلوبیت بود) و مطلوب (بخش هایی که مطلوبیت آن ها بیش تر از حد آستانه مطلوبیت بود) تقسیم بندی شد (شکل ۴).

بحث

با توجه به مطالعاتی که در گذشته انجام شده است اعتقاد بر این بود که زیستگاه یوزپلنگ دشت های هموار مناطق استپی و بیابانی با کمترین عوارض توپوگرافی است (ضیایی، ۱۳۹۰؛ Firouz، ۱۹۷۴) و دشت های صاف مناطق مرکزی ایران، زیستگاه اصلی یوزپلنگ ایرانی است (Etemad، ۱۹۸۵). عده ای نیز بر این باور بودند که یوزپلنگ وابستگی زیادی به طعمه های دشت زری دارد و هر کجا که آهوها زندگی می کنند، یوزپلنگ دیده می شود (Sludski و Heptner، ۲۰۰۲) و یوزپلنگ شکار خود را با تعقیب و گریز در دشت های صاف به دست می آورد (Harrison و Bates، ۱۹۹۱). ولی به نظر می رسد کاهش شدید در تعداد آهوان در ایران باعث شده که یوزپلنگ ها مجبور به تغییر رژیم غذایی شان به سم داران کوهستانی شده (Farhadinia، ۲۰۰۷) و به تبع آن زیستگاه شان

جهت‌های شمالی بیش‌ترین تاثیر را در مطلوبیت زیستگاه یوزپلنگ ایرانی دارد و آن هم به خاطر تابش کم‌تر آفتاب و رطوبت نسبی بیش‌تر و در نهایت سرسبزی بیش‌تر در طول سال می‌شود که منجر به تجمع حیات وحش از جمله قوچ و میش وکل و بز به‌عنوان طعمه اصلی یوزپلنگ (زمانی، ۱۳۸۹) در این ناحیه می‌شود (عدد منفی برای فاصله از دامنه‌های شمالی). هم‌چنین متغیر فاصله از منابع آب به‌خصوص چشمه‌های دائمی در حضور یوزپلنگ ایرانی تاثیر به‌سزایی دارد که این به‌دلیل حضور بیش‌تر طعمه در نزدیکی آبشخورها و نیاز یوزپلنگ برای تامین آب مورد نیاز بدن خود می‌باشد (عدد منفی برای متغیر فاصله از منابع آب، جدول ۲).

بررسی مطلوبیت زیستگاه یوز براساس تشخیص الگوی حاصل از مشاهدات گونه در ذخیره‌گاه زیست‌کره توران و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه با استفاده از متغیرهای زیستگاهی، نشان‌دهنده این است که متغیرهایی نظیر فاصله از منابع آب و یا تنش‌های ناشی از فعالیت انسانی (پراکنش مناطق مسکونی) بیش‌ترین اثر را بر روی کاهش کیفیت نهایی زیستگاه می‌گذارد (کیا، ۱۳۸۳).

به‌علت این‌که مطالعات بوم‌شناختی در مورد یوزپلنگ اکثراً در پارک ملی سرنگیتی (Serengeti) در شرق آفریقا انجام شده‌است و نیز راهبرد شکار یوزپلنگ این‌گونه به‌نظر می‌رسد که مناطق دشتی و هموار را ترجیح می‌دهد حال آن‌که در مناطق دارای درختچه و بوته‌زار هم زندگی می‌کند. با وجود این‌که پوشش گیاهی و بوته‌زارها سرعت یوزپلنگ را کاهش می‌دهد ولی کمین‌گاه مناسبی برای یوزپلنگ به حساب می‌آیند. یوزپلنگ با مناطق دارای پوشش گیاهی نیز سازگار است و فقط یک شکارچی موفق در دشت‌های باز نیست (Mills و همکاران، ۲۰۰۴).

یوزپلنگ ایرانی به تیپ پوشش گیاهی درمنه‌دشتی-قیچ متمایل می‌باشند، چرا که این نوع پوشش گیاهی ضمن این‌که منطقه مناسبی برای تغذیه علف‌خواران منطقه می‌باشد به‌عنوان کمین‌گاه مناسب برای استتار یوزپلنگ و شکار طعمه آن می‌باشد (عدد منفی برای فاصله از این تیپ پوشش گیاهی نشان‌دهنده تمایل گونه برای جذب به این منابع می‌باشد، جدول ۲). در بررسی‌ای که در پارک ملی سرنگیتی به انجام رسید مشخص شد که غزال‌ها به‌واسطه چرا در داخل مناطق با پوشش گیاهی انبوه، توسط یوزپلنگ شکار می‌شوند (Fitzgibbon، ۱۹۹۰) که وابستگی طعمه یوز به این مناطق جهت تغذیه و هم‌چنین استفاده از پوشش گیاهی به‌عنوان پناه برای یوزپلنگ منجر به افزایش حضور یوزپلنگ در این مناطق می‌گردد.

ویژگی حاشیه‌گرایی کل ($M=1/423$) نشان می‌دهد که زیستگاه یوزپلنگ ایرانی متفاوت از شرایط میانگین زیستگاه است و یوزپلنگ زیستگاه‌های حاشیه‌ای را ترجیح می‌دهد. هم‌چنین مقدار بردباری کل

اکثر مشاهدات مستقیم یوزپلنگ از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۷ نیز در مناطق کوهستانی پناهگاه حیات وحش دره‌انجیر می‌باشد (Jourabchian و Farhadinia، ۲۰۰۸). بنابراین نمی‌توان تصور کرد که زیستگاه یوزپلنگ ایرانی فقط دشت‌های صاف است. هم‌اکنون اغلب زیستگاه‌های اصلی یوزپلنگ در ایران جمعیت کمی از آهو را در خود جای داده و این در حالی است که در مجاورت این زیستگاه‌ها، مناطقی با فراوانی بالاتری از آهو ولی بدون حضور یوزپلنگ وجود دارد، به‌نظر می‌رسد یوزپلنگ آسیایی عمدتاً بر روی زیستگاه‌هایی با قابلیت بالای صید طعمه تمرکز کرده که این مورد در دشت‌های صاف کم‌تر صورت می‌گیرد و وجود عوارض توپوگرافی بیش‌تر، این امکان را بالا می‌برد (Farhadinia و Absalan، ۲۰۰۴). علاوه بر آن، مناطق موزاییکی از دشت‌ها و کوهستان‌ها وجود دارند که تعداد زیادی آبراهه‌های فصلی در آن‌ها وجود داشته و یوزپلنگ نیز در آن‌ها زیست می‌کند و این درحالی است که تراکم پایینی از آهو در آن‌ها وجود دارد (Jourabchian و Farhadinia، ۲۰۰۸).

مطالعه داده‌های توصیفی و مکانی در رابطه با مشاهدات مستقیم و غیرمستقیم یوز، طعمه‌ها و رقبا و هم‌چنین نیازهای زیستی (آب، غذا، پناه و تولیدمثل) جمع‌آوری نشان می‌دهد که حاشیه مناطق کوهستانی یعنی اکوتون دشت و کوهستان به‌دلیل برخورداری از پستی و بلندی‌های متعدد، منابع آب، پوشش گیاهی متنوع و نسبتاً متراکم برای یوز و طعمه‌های آن و از همه مهم‌تر وجود انواع پناه فیزیکی و بیولوژیکی، دارای مطلوبیت بیش‌تری نسبت به سایر مناطق ذخیره‌گاه است (کیا، ۱۳۸۳).

طبق نتایج تحلیل عامل آشيان بوم‌شناختی (جدول ۲) یوزپلنگ ایرانی در پناهگاه حیات وحش نایبندان مناطق کوهستانی و تپه‌ماهوری را ترجیح می‌دهد و شیب بر مطلوبیت زیستگاه می‌افزاید به‌طوری‌که فراوانی شیب‌های بین ۳۰ تا ۵۰ درصد عدد مثبت را نشان می‌دهد و فاصله از شیب ۵۰ تا ۷۰ درصد منفی بوده که نشان‌دهنده تمایل یوزپلنگ به زیستگاه‌های تپه‌ماهوری و کوهستانی می‌باشد. زیرا این مناطق به‌عنوان یک پناه برای یوزپلنگ به‌منظور شکار حیات وحش استفاده می‌شود. درعین حال، تمرکز طعمه‌ها (حداقل به‌صورت دوره‌ای) در آبراهه‌های خشک فصلی و کوهپایه‌ها افزایش می‌یابد، بنابراین این مناطق جاهایی هستند که یوزپلنگ‌ها غالباً در آن‌ها به‌شکار می‌پردازند (Hanter و همکاران، ۲۰۰۷).

مطالعه صحرایی باروش مشاهده مستقیم یوزپلنگ‌های دارای گردنبند رادیویی در ساوان‌های پارک ملی کروگر (Kruger)، آفریقای جنوبی و مرور مقالات مربوط به زیستگاه‌های یوزپلنگ واقع در ساوان نشان می‌دهد که انتخاب زیستگاه بسته به ترکیب طعمه، پوشش گیاهی در دسترس و حضور گونه‌های رقیب و مزاحم است (Mills و همکاران، ۲۰۰۴).



۱۲. **Eaton, R., 1970.** The cheetah: the biology, ecology and behavior of an endangered species. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 178 p.
۱۳. **Etemad, E., 1985.** Mammals of Iran. 2nd Volume. Iranian Department of the Environment.
۱۴. **Farhadinia, M., 2004.** The Last Stronghold: Cheetah in Iran. Cat News. Vol. 40, pp: 11-14
۱۵. **Farhadinia M., 2007.** Ecology and Conservation of the Iranian cheetah, Iranian Cheetah venaticus in Miandasht Wildlife Refuge, Iran. Project report. Iranian Cheetah Society (ICS). 65 p.
۱۶. **Farhadinia, M. and Absalan, H., 2004.** Miandasht: New Hope for Cheetahs in Iran. Cat News. Vol. 41, pp: 25-26.
۱۷. **Firouz, E., 1974.** Environment Iran. National Society of the Conservation of Natural Resources and Human Environment, Tehran.
۱۸. **Fitzgibbon, C., 1990.** Why do hunting cheetahs prefer male gazelles? Animal Behavior. Vol. 40, pp: 837-845.
۱۹. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling. Vol. 135, pp: 147-186.
۲۰. **Harrison, D.L. and Bates P.J.J., 1991.** Cheetah. Pp 170-172 in: Mammals of Arabia. 2nd ed. Sevenoaks, UK: Harrison Zoological Museum.
۲۱. **Heptner V.G. and Sludski A.A., 1992.** Mammals of the Soviet Union, Vol.2, Part.2, Carnivora. English Translation, sci., ed., Hoffmann R. S., Washington, D.C. Smithsonian Institution Libraries.
۲۲. **Hirzel, A.; Helfer, V. and Metral, F., 2001.** Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Journal of Ecological Modelling. Vol. 145, pp: 111-121.
۲۳. **Hirzel, A.; Le Lay, G. and Helfer, V., 2006.** Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. Ecological modelling. Vol. 199, pp: 142-152.
۲۴. **Hirzel, A.H.; Hausser, J. and Perrin, N., 2004.** Biomapper Lab. Of Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne. URL: <http://www.unil.ch/biomapper>
۲۵. **Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without absence data? Ecology. Vol. 83, No. 7, pp: 2027-2036
۲۶. **IUCN. 2006.** IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland [http://www.redlist.org, accessed 24 September 2008].
۲۷. **Jourabchian, A.R. and Farhadinia. M.S., 2008.** Final report on Conservation of the Iranian cheetah, its Natural Habitats and Associated Biota in Iran. Project Number IRA/00/G35 (GEF/UNDP/DoE). In October 2008, Tehran, Iran (in Persian with English summary).
۲۸. **Mills, M.G.L.; Broomhall, L.S. and Toit, J.T., 2004.** Cheetah (*Acinonyx jubatus*) feeding ecology in the Kruger national park and a comparison across African savanna habitat: is the cheetah only a successful hunter on open grassland plains? Wildly. Biol. Vol. 10, pp: 177-186.
۲۹. **Nowell K. and Jackson, P., 1996.** Wild Cats: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN, Gland.

($T=0/378$) نشان می‌دهد که یوزپلنگ ایرانی نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود خیلی حساس نمی‌باشد و بردباری نسبتاً خوبی دارد. مقدار تخصص گرایی گونه نیز برابر با $2/645$ می‌باشد. طبق نتایج تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی (جدول ۲) یوزپلنگ ایرانی به پاسگاه‌های محیط‌بانی تمایل نشان می‌دهد که این قضیه احتمالاً به‌خاطر تاسیس پاسگاه‌های محیط‌بانی در زیستگاه‌های مطلوب طعمه‌های یوزپلنگ ایرانی برای حفاظت از جمعیت آن‌ها می‌باشد اما نیازمند تحقیقات بیش‌تری است.

منابع

۱. امیدي، م.، ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی زیستگاه یوزپلنگ ایرانی در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران. ۸۶ صفحه.
۲. پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی و زیستگاه‌های مرتبط. ۱۳۸۷. گزارش نهایی پروژه. سازمان حفاظت از محیط زیست.
۳. درویش‌صفت، ع.، ۱۳۸۵. اطلس مناطق حفاظت شده ایران. چاپ اول. تهران. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
۴. زمانی، ن.، ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه عادات غذایی یوزپلنگ ایرانی در دو پناهگاه حیات وحش نایبندان و دره انجیر استان یزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست. ۹۵ صفحه.
۵. 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. دوره ۶۳، شماره ۱، صفحات ۶۳ تا ۷۲.
۶. قندالی، م.، ۱۳۸۹. مقایسه ارزیابی زیستگاه با استفاده از دو روش مدل‌های خطی تعمیم‌یافته و رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی برای گوسفند وحشی در پارک ملی کویر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست. ۹۵ صفحه.
۷. مهندسین مشاور جامع ایران. ۱۳۸۸. مطالعات طرح مدیریت پناهگاه حیات وحش نایبندان، گزارش شماره ۶، معاونت محیط طبیعی و تنوع زیستی. دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق.
۸. ضیایی، ه.، ۱۳۹۰. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. تهران. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش. ۴۸۷ صفحه.
۹. **Boyce, M.S.; Vernier, P.R.; Nielsena, S.E. and Schmiegelow, F.K.A., 2002.** Evaluating resource selection functions. Ecological. Modelling. Vol. 157, pp: 281-300.
۱۰. **Caro, T.M., 1994.** Cheetahs of the Serengeti Plains. The University of Chicago Press, Chicago.
۱۱. **Dayton, G.S. and Fitzgerald, L.A., 2006.** Habitat suitability models for desert amphibians. Biological conservation. Vol. 132, pp: 40-49.

