

Habitat suitability modeling for Chinkara (*Gazella bennettii shikarii*) in Naybandan Wildlife Refuge

مدل‌سازی مطلوبیت بالقوه زیستگاه جیبر (*Gazella bennettii shikarii*) در پناهگاه حیات وحش نایبندان

Jalil Sarhangzadeh^{1*}, Hassan Akbari²

1. Assistant Professor, Department of Environment,
Faculty of Natural Resources, Yazd University, Iran
2. Lecturer, Department of Environment, Faculty of
Natural Resources, Yazd University, Iran
(Received: Feb. 25, 2018 - Accepted: Dec. 29, 2018)

جلیل سرهنگ‌زاده^{۱*}، حسن اکبری^۲

۱. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲. مدرس گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۸)

Abstract

Chinkara (*Gazella bennettii shikarii*) is the smallest antelope in Iran. The only remaining habitats of this species in Iran are often decomposed. This species is adapted to arid habitats and Naybandan Wildlife Refuge is known as the most integrated habitat of this species in the country. For habitat suitability modelling of Chinkara in the refuge, we visited the area to provide present layer of the species, initially. Ecological Niche Factor Analysis (ENFA) method and ENFA software for habitat suitability modeling of this species were used. Information layers as variables affecting on this species include the slope, aspect, elevation, forms of topography, vegetation, water resources and human development variables was determined. Based on habitat suitability map, Chinkara preferred elevation range of 570 to 1800 meters above sea level and 5 to 30 percent of slop. Furthermore variables of north hillsides, water sources, streams and foothills, uninhabited villages and vegetation type areas of *Haloxylon*, *Seidlitzia* and *Artemisia* are also important factors in the presence of this species. Results showed that 33.58 percent of this area were suitable for Chinkara. Prevention of development (roads and mines) in the suitable habitats of Chinkara, and, determination of corridors and movement routs of the species outside of the Naybandan in future studies were suggested in the route of this research.

Keywords: Chinkara, Ecological Niche Factor Analysis (ENFA), Habitat suitability, Naybandan Wildlife Refuge.

چکیده

جیبر (*Gazella bennettii shikarii*) کوچک‌ترین آنتیلوپ ایران است که جمعیت و دامنه انتشار آن نسبت به گذشته کاهش زیادی داشته است. این گونه سازگار با زیستگاه‌های خشک و بیابانی است و پناهگاه حیات وحش نایبندان به عنوان یک پارچه‌ترین و بکرترین زیستگاه باقیمانده جیبر در ایران شناخته می‌شود. برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه جیبر در این پناهگاه ابتدا با بازدیدهای میدانی در منطقه لایه حضور گونه تهیه شد. به منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه جیبر با استفاده از نقاط حضور، از روش تحلیل فاکتور آشیان اکولوژیک (ENFA) بهره‌گیری شد. متغیرهای مستقل محیط‌زیستی درصد شیب، طبقات جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، اشکال توپوگرافی و ژئومرفولوژی، پوشش گیاهی منابع آب و متغیرهای توسعه انسانی نظیر روستاها و جاده‌ها در مدل‌سازی استفاده شدند. نتایج نشان داد جیبر تمایل به زندگی در زیستگاه‌هایی در محدوده ارتفاعی ۵۷۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا؛ شیب ۵ تا ۳۰ درصد، جهت جغرافیایی شمال، نزدیک چشمه‌ها، آبراه‌ها و کوهپایه‌ها و تیپ‌های گیاهی تاغ، اشنان و درمنه دارد. براساس مدل‌سازی انجام شده ۳۳/۵۸ درصد از وسعت نایبندان، زیستگاه مطلوبی برای جیبر است. حفاظت مناسب از زیستگاه‌های مطلوب منطقه و پیشگیری از تخریب آن‌ها به‌ویژه از طریق توسعه جاده‌ها و معادن و انجام مطالعات تکمیلی برای تعیین کریدورها و جابجایی جیبر به خارج از منطقه، ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: پناهگاه حیات وحش نایبندان، تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی، جیبر، مطلوبیت زیستگاه.

مقدمه

حیات‌وحش یکی از شاخص‌های زیستی اکوسیستم‌ها و یکی از معیارهای مهم تنوع‌زیستی است که حفظ آن، مستلزم شناخت گونه، ارتباط گونه با متغیرهای زیستگاهی می‌باشد. عدم شناخت کافی از جانوران و اهمیت آن‌ها در حفظ تنوع‌زیستی و تأثیرات متقابل‌شان بر محیط، موجب شده تا در برخی از مناطق، گونه‌های جانوری و زیستگاه آن‌ها از بین رفته و حتی در بسیاری از مناطق تحت مدیریت محیط‌زیست بسیاری از گونه‌ها در معرض خطر قرار گیرد. تاکنون تحقیقات زیادی بر مبنای این فرض که بین جمعیت‌های حیات‌وحش و محیط فیزیکی پیرامون آن‌ها ارتباط وجود دارد انجام شده است (Morrison *et al.*, 1998; Mitchell, 2005). کشف این ارتباط در مدل‌سازی زیستگاه گونه و تعیین الگوی توزیع گونه نسبت به شرایط محیطی مهم است. نتیجه این الگوی توزیع گونه در ارتباط با شرایط محیطی، انتخاب مکانی برای زیستن و تولیدمثل توسط افراد آن گونه است (Marzluff & Ewing, 2001). از سوی دیگر این انتخاب مکان زیست توسط گونه به کیفیت درونی محیط که شامل مواردی مانند دسترسی به منابع غذایی، دسترسی به مکان زادآوری و پناه بستگی دارد (Stamps, 2001; Kristan, 2003). بنابراین آن دسته از فاکتورهای محیطی که تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم بیشتری در تامین آب، غذا، پناه و بقاء گونه دارند برای ارزیابی زیستگاه گونه نیز مهم‌تر هستند. انواع روش‌های مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای GIS وجود دارد که اساس آنها بر پایه داده‌های فقط حضور استوار است. برخی از این روش‌ها عبارتند از: تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، الگوریتم حداکثر آنتروپی و الگوریتم ژنتیک. در این مطالعه، از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه استفاده شد.

جیبر^۱ کوچک‌ترین آنتیلوپ ایران است (Karami *et al.*, 2002) که پراکنش آن از محدوده استان سمنان در جنوب رشته کوه‌های البرز شروع و در شرق زاگرس به سمت جنوب شرقی تا نواحی مرزی استان سیستان و بلوچستان ادامه دارد (Akbari *et al.*, 2014b). با وجود پراکنش وسیع، تراکم جمعیت جیبر کم و شامل جمعیت‌های کوچک و مجزا در مناطق تحت مدیریت محیط‌زیست است (Akbari *et al.*, 2014a). جیبر از جمله گونه‌هایی است که به دلیل جمعیت مناسب آن در کشور هند، در طبقه‌بندی اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی^۲ در طبقه کمترین نگرانی^۳ قرار گرفته است. اما در ایران، پاکستان و افغانستان، جمعیت آن کاهش شدیدی دارد (Hemami & Groves, 2001; Habibi, 2001a, 2001b). در ایران، علیرغم اهمیت اقتصادی، اکولوژیک و کاهش جمعیت جیبر، مطالعات اندکی در مورد آن صورت گرفته است (Hemami & Groves, 2001; Pahlavani, 2004; Ziaie, 2008; Akbari *et al.*, 2013; Akbari *et al.*, 2014 a).

پناهگاه حیات‌وحش نایبندان به‌علت تعارضات انسانی (مخصوصاً معادن) دچار تغییر در ساختار سیمای سرزمین شده است که می‌تواند سبب کاهش یکپارچگی و افزایش از هم گسیختگی منطقه شود. این مهم، کاهش ارتباط بین زیستگاه‌های جیبر شده و سبب کاهش جمعیت آن و گونه‌های وابسته به آن از جمله یوزپلنگ می‌شود. در این تحقیق با جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات میدانی مربوط به جیبر (منابع فیزیکی، منابع زیستی و منابع انسان‌ساخت) در پناهگاه حیات‌وحش نایبندان به‌عنوان یک منطقه بیابانی و

1. *Gazella bennettii shikarii*

2. International Union for Conservation of Nature (IUCN)

3. Least Concern (LC)

از مهم‌ترین گونه‌های گیاهی منطقه درمنه، گز پرشاخه، شور بیابانی، اشنان، بادام کوهی، اشنان پرگل، کروج، شور باتلاقی، رمس و قیچ (Irannezhad Parizi et al., 2013) و از مهم‌ترین گونه‌های پستاندار منطقه کل و بز، قوچ و میش، جیبر، کاراکال، گربه شنی و شاه روباه را می‌توان نام برد (Sarhangzadeh et al., 2013).

اساس تجزیه و تحلیل به کار برده شده در این تحقیق را روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی^۱ تشکیل می‌دهد. در این بررسی از نرم‌افزار بایومپر (Hirzel et al., 2004) برای تعیین مدل مطلوبیت زیستگاه و از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.5 و Idrisi برای ساخت لایه‌های اطلاعاتی و ورود آن‌ها به نرم‌افزار بایومپر استفاده شد. اساس کار مدل، مقایسه ویژگی‌های محیط‌زیستی نقاط حضور گونه با ویژگی‌های محیط‌زیستی منطقه است.

نمونه‌گیری

ثبت نقاط حضور گونه، با بازدیدهای میدانی مداوم در کل محدوده پناهگاه حیات‌وحش از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۴ صورت گرفت. در هر بازدید با مشاهده گونه، مختصات جغرافیایی نقطه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی^۲ به‌عنوان نقطه حضور ثبت می‌گردید. در مجموع ۱۲۹ نقطه حضور در منطقه در طول تحقیق ثبت شد.

متغیرهای محیط‌زیستی

برای شناسایی متغیرهای محیط‌زیستی تأثیرگذار بر انتخاب زیستگاه گونه با مرور مطالعات انجام شده بر روی رفتار و تعامل گونه با زیستگاه (Hemami & Groves, 2001; Pahlavani, 2004; Ziaie, 2008; Akbari et al., 2013; Akbari et al.,

تحلیل آماری روابط متغیرهای محیط‌زیستی و پراکنش گونه، نقشه زیستگاه‌های مطلوب بالقوه گونه پهنه‌بندی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پناهگاه حیات‌وحش نایندگان با مساحت ۱۵۱۶۹۹۴ هکتار در شهرستان طبس و در شرق استان یزد واقع شده است. این ناحیه در محدوده جغرافیایی "۳۶' ۵۵° تا ۳۶' ۲۰" طول شرقی و "۴۰' ۳۱° تا ۴۰' ۱۷" ۰۳° عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱).

مرتفع‌ترین نقطه پناهگاه، قله نایندگان با ارتفاع ۲۹۶۵ و گودترین نقطه آن در جنوب همین کوه در منطقه دیگ رستم با ارتفاع ۵۷۰ متر از سطح دریا قرار دارد (Sarhangzadeh et al., 2015). بخش عمده پناهگاه را منطقه دشتی فرا گرفته است که در نزدیکی مناطق کوهستانی چهره استپی به‌خود می‌گیرند و با فاصله گرفتن از نقاط کوهستانی چهره بیابانی و بعضاً کویری پیدا می‌کنند (Sotoudeh, 2013).

پناهگاه حیات‌وحش نایندگان دارای آب‌های سطحی محدود بوده و تمامی آبراهه‌های موجود در منطقه فصلی هستند. چشمه‌های طبیعی (۲۲۹ فقره چشمه) در تامین نیاز آبی حیات‌وحش از اهمیت خاصی برخوردار هستند (Sarhangzadeh et al., 2015). در داخل پناهگاه حیات‌وحش نایندگان یک روستا با سکنه دائمی و دو روستای متروکه و خالی از سکنه وجود دارد (Sarhangzadeh et al., 2015). این ناحیه براساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن در دو طبقه اقلیمی بیابان‌های گرمسیری و بیابان‌های عرض متوسط قرار دارد. میانگین سالانه بارندگی ۱۳۲/۹-۶۳/۸ میلی‌متر و میانگین دما در منطقه ۲۱/۶-۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد متغیر است. منطقه مورد مطالعه دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و خشک بوده و از مهم‌ترین مشکلات طبیعی منطقه خشکسالی را می‌توان نام برد (Zare Ernani, 2013).

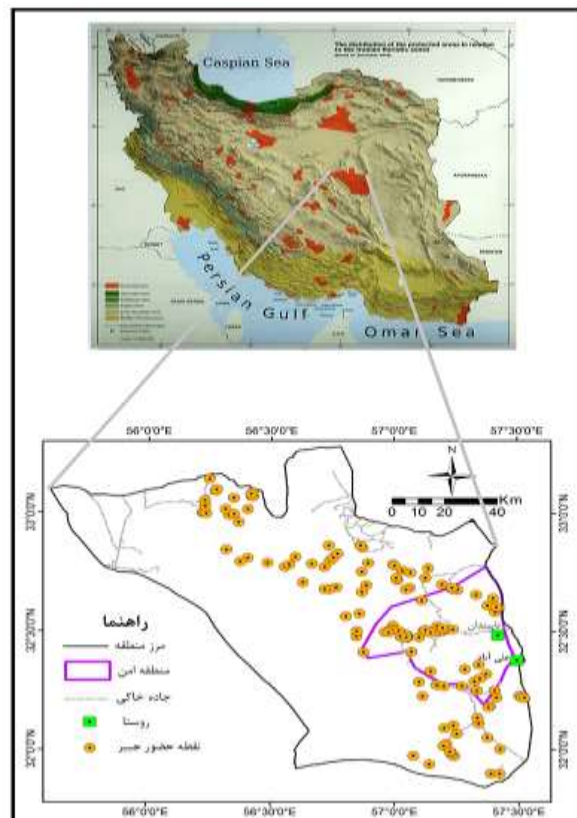
1. Ecological Niche Factor Analysis (ENFA)

2. Global Positioning System (GPS)

عوارض زمین به سه واحد کوهستان، تپه، دشت و چاله‌های کویری یا پلایا تقسیم گردید (Ekhtesasi & Zare Chahooki, 2013). واحد دشت دارای شیب نسبتاً کم و اختلاف ارتفاع محلی کمتر از ۵۰ متر می‌باشد. این واحد ژئومرفولوژی شامل تپه‌های دشت‌سر فرسایشی، مخروط افکنه، دشت‌سر اپانداز، دشت‌سر پوشیده، بستر رودخانه و تپه‌های ماسه‌ای فعال است. تپه‌های قابل تشخیص در واحد ژئومرفولوژی پلایا شامل حاشیه مرطوب و جلگه رسی، کویر نمکی و اراضی دقی است (Ekhtesasi & Zare Chahooki, 2013). جهت تهیه نقشه خطوط هم‌دما در منطقه مورد مطالعه از اطلاعات و آمار ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی استفاده شد. نوسان میانگین سالیانه دمای هوا در منطقه از ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد در ارتفاع ۲۲۲۶ متر از سطح دریا تا ۲۲/۹ درجه سانتی‌گراد در ارتفاع ۸۳۶ متر از سطح دریا محاسبه گردید (Zare Ermani, 2013).

(2014b) مجموعه عواملی که در تأمین نیازهای زیستگاهی گونه تأثیرگذار هستند، تعیین شدند. متغیرهای مستقل محیط‌زیستی که در این پژوهش انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفتند، شامل درصد شیب و طبقات آن، طبقات جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و طبقات آن، اشکال توپوگرافی و ژئومرفولوژی، پوشش گیاهی (تپه‌های پوشش گیاهی)، منابع آب و متغیرهای توسعه انسانی نظیر روستاها و جاده‌ها (خاکی) بودند.

نقشه طبقات درصد شیب، طبقات ارتفاع و دامنه جغرافیایی با استفاده از نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی و نقشه رقومی ارتفاع منطقه با اندازه سلول ۱۰۰×۱۰۰ متر تهیه شد. برای تهیه نقشه اشکال توپوگرافی از نقشه‌های ژئومرفولوژی موجود منطقه استفاده شد و با در نظر گرفتن اشکال زمین به‌عنوان واحدهای ژئومرفولوژی، براساس مشخصه‌های ارتفاعی، شیب و برخی تظاهرات ریخت‌شناسی



شکل ۱. موقعیت پناهگاه حیات‌وحش نایندگان در کشور و پراکنش نقاط حضور جیبر

تحلیل‌های طراحی شده در نرم‌افزار بایومپر است. در نرم‌افزار بایومپر علاوه بر تعیین مطلوبیت زیستگاه، عوامل اکولوژیکی مهمی نظیر کنارگی و تخصص‌گرایی نیز محاسبه می‌شود. مقادیر مثبت کنارگی نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه مقادیری بیشتر از میانگین زیستگاه را در مورد آن متغیر ترجیح می‌دهد درحالی‌که مقادیر منفی ترجیح مقادیر کمتر از میانگین زیستگاه را نشان می‌دهد (Hirzel et al., 2001). تخصص‌گرایی نشان‌دهنده این است که تا چه میزان گونه در استفاده از منابع منطقه، به صورت تخصصی عمل می‌کند (Hirzel et al., 2001).

ترکیب‌های مختلفی از متغیرهای محیط‌زیستی برای تولید مدل مطلوبیت زیستگاه به کار گرفته تا بهترین مجموعه از متغیرها انتخاب شود. ملاک انتخاب بهترین متغیرها، سهم مدل ایجاد شده با آن‌ها (مدل نهایی) در توجیه کنارگی و تخصص‌گرایی گونه و اعتبار مدل است. مقدار به‌دست آمده بیش از یک برای کنارگی نشان‌دهنده آن است که گونه مجموعه شرایط محیط‌زیستی بالاتر از شرایط میانگین منطقه را ترجیح می‌دهد. میزان تخصص‌گرایی بالاتر از یک نیز نشان‌دهنده آن است که گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط‌زیستی منطقه وابسته است و در استفاده از منابع زیستگاه تخصصی عمل می‌کند.

در جریان تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی به تعداد متغیرهای به کار رفته در تحلیل، عامل تولید می‌گردد، که اولین عامل ۱۰۰ درصد کنارگی و بخشی از تخصص‌گرایی و سایر عامل‌ها تخصص‌گرایی گونه را توضیح می‌دهند (Hirzel, 2001). با استفاده از مدل چوب شکسته (MacArthur, 1957) که توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود، می‌توان تعداد عاملی که بیشترین نقش را در توضیح تخصص‌گرایی گونه دارند مشخص کرد. همچنین ماتریس امتیازات در جریان تحلیل عامل تهیه می‌گردد که نشان‌دهنده نقش هر یک از متغیرها در مطلوبیت زیستگاه گونه است.

لایه‌های اطلاعاتی تمام متغیرها پس از رقوم‌سازی با اندازه سلول ۱۰۰×۱۰۰ متر به نقشه‌های رستری تبدیل شدند. متغیرهای کمی (ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب) به طور مستقیم در تحلیل‌ها استفاده شدند. متغیرهای کیفی (طبقات جهات جغرافیایی و پوشش گیاهی) نیز به متغیرهای فاصله‌ای و فراوانی تبدیل شدند تا به این صورت کمی شوند.

برای مطالعه نقش منابع آب در مطلوبیت زیستگاه، تنها موقعیت منابع آبی دایمی (چشمه‌های دایمی) در محاسبات وارد شد و نقشه فاصله از نزدیک‌ترین منبع آبی محاسبه گردید. با استفاده از نقشه موقعیت منابع انسانی (روستاها و جاده‌ها) نقشه فاصله تا نزدیک‌ترین روستا، فاصله تا نزدیک‌ترین جاده خاکی تهیه شد (Hirzel et al., 2002). تمامی لایه‌ها قابلیت تفکیک یکسانی داشته و توسط تبدیل باکس-کاکس نرمال شدند تا توسط نرم‌افزار قابل استفاده باشند (Hirzel et al., 2004).

همبستگی متغیرهای محیط‌زیستی بررسی شد تا تنها متغیرهایی که همبستگی کمتر از ۸۵ درصد دارند در تحلیل وارد شوند. زیرا حضور متغیرهای با همبستگی بیش از ۸۵ درصد در تحلیل‌ها می‌تواند منجر به تولید مقادیر ویژه بزرگ در نتایج شود. در صورت وجود متغیرهایی با همبستگی بیش از ۸۵ درصد یکی از متغیرها حذف شد (Hirzel et al., 2004). در این مطالعه نقشه‌های طبقات دمایی، طبقه اقلیم بیابانی با عرض‌های متوسط و طبقه ارتفاعی ۲۹۶۵ - ۱۸۵۰ بدلیل همبستگی بالا با سایر متغیرها حذف شدند.

اجرای تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی

تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی رویکرد چند متغیره است که برای پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه در مواقعی که اطلاعات مربوط به عدم حضور گونه در منطقه وجود نداشته باشد، طراحی شده است (Hirzel et al., 2001). این روش، خود هسته مرکزی

محاسبه مطلوبیت زیستگاه

با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده در تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی، می‌توان نقشه مطلوبیت زیستگاه را محاسبه کرد. برای محاسبه مطلوبیت زیستگاه بایستی الگوریتم مناسب را انتخاب کرد. در نرم‌افزار بایومپر الگوریتم‌های میانه، میانگین هندسی و میانگین هارمونیک برای محاسبه مطلوبیت زیستگاه ارائه شده است (Hirzel, et al., 2004; Hirzel & Arletaz., 2003) در این پژوهش اعتبار پیش‌بینی‌های مدل با استفاده از هر یک از الگوریتم‌های فوق بررسی و بهترین الگوریتم انتخاب شد.

به‌منظور ارزیابی صحت پیش‌بینی‌های مدل تولید شده از شاخص پیوسته بویس^۱ و نمودار فراوانی تنظیم شده بر اساس سطح^۲ استفاده شد (Hirzel et al., 2006). با تفسیر نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح می‌توان آستانه مطلوبیت زیستگاه را تعیین و زیستگاه را به طبقات مطلوب و نامطلوب تقسیم نمود (Hirzel et al., 2006). در این پژوهش الگوریتمی که بالاترین نمایه پیوسته بویس را به خود اختصاص می‌داد، انتخاب شد. با استفاده از این الگوریتم نقشه مطلوبیت زیستگاه محاسبه و ترسیم گردید. سپس با استفاده از نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و نامطلوب تقسیم‌بندی شد.

نتایج

میزان تخصص‌گرایی جیبر (بیش از ۲/۷۳۴) نشان‌دهنده نیمه‌تخصصی بودن گونه در استفاده از منابع زیستگاهی است (جدول ۱). ماتریس امتیازات تولید شده در جدول ۲ نشان‌دهنده سهم هر یک از متغیرهای محیط‌زیستی در مطلوبیت زیستگاه گونه است. در جدول مذکور عامل اول علاوه بر تخصص‌گرایی، ۱۰۰ درصد کنارگی را نشان می‌دهد. به‌عنوان نمونه عامل اول علاوه بر ۱۰۰ درصد

کنارگی ۱۶/۹ درصد تخصص‌گرایی، عامل دوم ۳۲/۴۷ درصد تخصص‌گرایی، عامل سوم ۹/۰۶۵ درصد، عامل چهارم ۶/۹۷۳ درصد و عامل پنجم ۵/۶۵۸ درصد ویژگی تخصص‌گرایی جیبر را توضیح می‌دهند. این پنج عامل در مجموع ۷۱/۰۷ درصد میزان تخصص‌گرایی گونه را توضیح می‌دهند. ضرایب محاسبه شده نشان‌دهنده میزان نقش هر متغیر محیط‌زیستی در کنارگی گونه است. به‌عنوان نمونه ضریب ۰/۰۱۸- محاسبه شده برای متغیر ارتفاع از سطح دریا در جدول ۲ نشان‌دهنده آن است که جیبر تمایل به مناطقی دارد که ارتفاعی کمتر از میانگین منطقه دارد. ضریب ۰/۱۳۵+ فاصله تا دامنه شرقی نشان‌دهنده تمایل حضور جیبر به مناطق دور از دامنه شرقی است و ضریب ۰/۵۰۶- فاصله تا منبع آب نشان‌دهنده تمایل گونه به حضور در این نواحی و یا نزدیک به این مناطق بوده و حضور این متغیر در زیستگاه مطلوبیت آن را افزایش می‌دهد. برای سایر متغیرها به‌عنوان نمونه ضریب ۰/۱۴۱- فراوانی مناطق با شیب ۱۰-۵ درصد نشان‌دهنده تمایل گونه به زیست در مناطق با شیب ۱۰-۵ درصد منطقه است.

مطابق ماتریس امتیازات محاسبه شده و ضرایب به‌دست‌آمده جیبر مناطق با ارتفاع کمتر از میانگین منطقه را ترجیح می‌دهد. همچنین کاهش میزان درصد شیب بر مطلوبیت زیستگاه آن می‌افزاید. جیبر از تمامی دامنه‌های موجود در منطقه به‌جز دامنه‌های شمالی دوری کرده و به مناطق دشتی و آبراهه‌ای جذب می‌شود.

براساس شاخص پیوسته بویس میانگین هارمونیک به‌علت مقدار نزدیک به یک و حدود اعتماد کم (۰/۷۱۴±۰/۸۶۷) از قدرت پیش‌بینی بهتری نسبت به الگوریتم‌های میانه و میانگین هندسی برخوردار است (جدول ۳). علاوه بر این منحنی نرخ F (نرخ پیش‌بینی شده به نرخ مورد انتظار در محور عمودی) به مطلوبیت زیستگاه (محور افقی) نشان می‌دهد که این مدل از قدرت پیش‌بینی بسیار بالایی برخوردار است. در نتیجه، نقشه مطلوبیت زیستگاه جیبر با استفاده از الگوریتم میانگین هارمونیک محاسبه شد.

1. Continuous Boyce Index
2. Area Adjusted Frequency

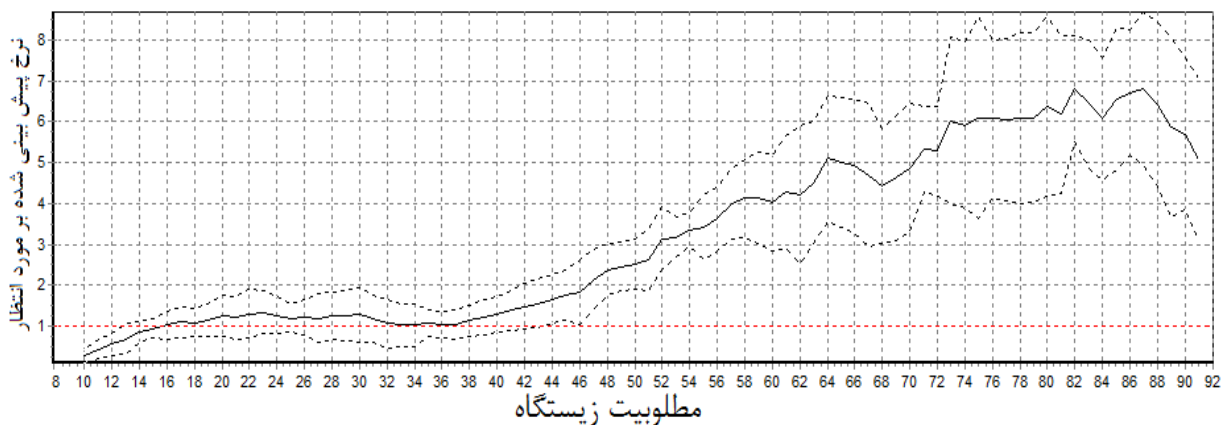
بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که بیش از یک سوم وسعت پناهگاه حیات‌وحش (۳۳/۵۸ درصد) به‌عنوان زیستگاه مطلوب برای جیبر است که در نیمه‌شرقی منطقه واقع شده است (شکل ۳). ارتفاع از سطح دریا، پوشش گیاهی، شیب، ژئومورفولوژی و منابع آب از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده پراکنش گونه در منطقه بوده که محدود بودن پراکنش جیبر در بخش شرقی را توجیه می‌کند. بیش از ۲۳ درصد زیستگاه‌های مطلوب در داخل منطقه امن پناهگاه واقع شده است و حدود ۵۹ درصد وسعت منطقه امن زیستگاه مطلوبی برای جیبر براساس مدل طراحی شده می‌باشد. بنابراین حفظ و ارتقا این بخش از پناهگاه به پارک ملی علاوه بر حفظ این گونه، سایر گونه‌های مهم دیگر از جمله یوزپلنگ ایرانی، قوچ و میش و کل و بز نیز حفاظت شده و به‌عنوان یک ذخیره‌گاه ژنی قوی در کشور باقی خواهد ماند (Sarhangzadeh et al., 2013).

با بررسی نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح مبتنی بر الگوریتم میانگین هارمونیک (شکل ۲) و تعیین محدوده‌ای از مطلوبیت زیستگاه که در آن نسبت پیش‌بینی شده به مورد انتظار کمتر و یا برابر با یک است، آستانه مطلوبیت زیستگاه ۱۵ درصد تعیین شد. با استفاده از آستانه مطلوبیت به‌دست آمده نقشه مطلوبیت زیستگاه جیبر در دو کلاس زیستگاه مطلوب و زیستگاه نامطلوب طبقه‌بندی شد که در شکل ۳ مشهود است. براساس نتایج به‌دست آمده، بیش از ۵۰۸۷۱۰ هکتار (۳۳/۵۸ درصد) از وسعت پناهگاه حیات‌وحش نایبندان زیستگاه مطلوب برای جیبر تعیین شده است. که از این مقدار، ۱۱۷۴۶۶ هکتار معادل ۵۸/۷۸ درصد از وسعت منطقه امن با مساحت کل ۱۹۹۸۴۲ هکتار واقع شده است. لازم به ذکر است منطقه امن پناهگاه یکپارچه بوده و وسعت آن ۱۹۹۸۴۲ هکتار است. از کل وسعت منطقه ۱۱۷۴۶۶ هکتار معادل ۵۸/۷۸ درصد زیستگاه مطلوبی برای جیبر براساس مدل طراحی شده می‌باشد.

جدول ۱. نتایج تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی جیبر در پناهگاه حیات‌وحش نایبندان

تعداد متغیرهای مورد استفاده در مدل	میزان کنارگی	میزان تخصیص‌گرایی	میزان بردباری	تعداد عامل انتخاب شده	میزان تخصیص‌گرایی توضیح داده شده توسط عامل‌ها
۳۹	۱/۱۶۶	۲/۷۳۴	۰/۳۶۶	۵	۷۱/۰۷



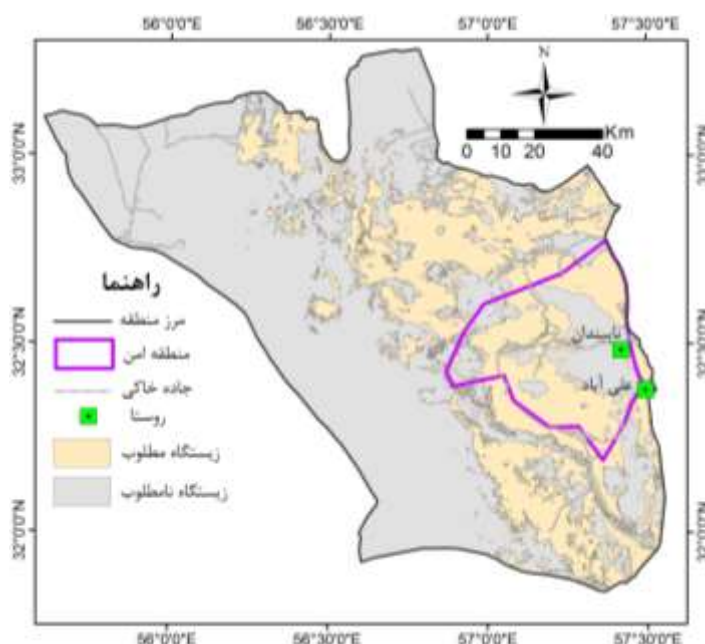
شکل ۲. نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح مبتنی بر الگوریتم میانگین هارمونیک

جدول ۲. ماتریس امتیازات مدل‌سازی با رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی جیبر در پناهگاه حیات وحش نابندان

نام متغیر	عامل کنارکی ٪۱۶/۹	تخصص‌گرایی			
		عامل اول ٪۳۲/۴۷	عامل دوم ٪۹/۰۷	عامل سوم ٪۶/۹۷	عامل چهارم ٪۵/۶۶
فاصله تا دامنه شرقی	۰/۱۳۵	-۰/۰۱۹	-۰/۰۷۲	۰/۰۷۰	-۰/۰۷۸
فاصله تا دامنه شمالی	-۰/۰۹۵	-۰/۰۲۶	-۰/۰۰۴	۰/۰۲۱	-۰/۰۴۸
فاصله تا دامنه جنوبی	۰/۰۲۲	-۰/۰۳۴	۰/۰۷۴	۰/۰۱۶	۰/۰۴۰
فاصله تا دامنه غربی	۰/۰۵۵	-۰/۰۴۱	-۰/۰۰۸	-۰/۱۴۸	۰/۱۲۳
ارتفاع از سطح دریا	-۰/۰۱۸	-۰/۰۳۷	-۰/۱۲۱	-۰/۱۰۲	۰/۲۰۴
فاصله تا مناطق با طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰-۱۳۰۰ متر	-۰/۰۵۱	-۰/۰۱۹	-۰/۰۷۹	۰/۰۱۵	۰/۱۰۳
فاصله تا مناطق با طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰-۱۳۰۰ متر	-۰/۰۷۳	-۰/۰۵۵	-۰/۱۷۳	۰/۱۰۳	۰/۲۱۶
فاصله تا مناطق با طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰-۵۷۰ متر	-۰/۰۱۰	-۰/۰۵۱	-۰/۰۳۲	۰/۰۵۱	۰/۰۲۳
فاصله تا اراضی دقی	-۰/۰۱۱	-۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	-۰/۱۱۴	۰/۰۳۵
فاصله تا مناطق دشت‌سر پوشیده	۰/۱۱۲	-۰/۱۹۱	-۰/۱۷۵	۰/۲۳۱	۰/۰۷۳
فاصله تا مناطق دشت‌سر اپانداز	۰/۱۸۵	-۰/۰۳۱	-۰/۰۱۵	-۰/۰۷۳	۰/۰۹۵
فراوانی مناطق تپه‌ماهوری	-۰/۱۴۰	-۰/۰۴۱	-۰/۰۰۳	-۰/۰۶۸	-۰/۰۹۰
فاصله تا مناطق دشت جلگه‌ای	-۰/۰۲۲	-۰/۴۱۷	-۰/۵۳۳	-۰/۱۰۶	۰/۲۱۴
فاصله تا مناطق مخروط افکنه فرسایشی	-۰/۲۴۰	-۰/۱۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۲۹	۰/۰۲۰
فاصله تا مناطق کوهستانی	۰/۲۱۱	-۰/۱۳۹	۰/۰۱۵	۰/۱۳۵	-۰/۰۹۸
فاصله تا مناطق آبراهه‌ای	-۰/۰۶۷	-۰/۰۱۹	۰/۰۸۷	-۰/۰۶۵	۰/۰۷۰
فاصله تا مناطق کویر نمکی	۰/۰۰۴	-۰/۰۴۵	-۰/۲۵۳	۰/۱۲۸	۰/۰۲۳
فاصله تا مناطق و تپه‌های ماسه‌ای	-۰/۰۶۴	-۰/۰۲۴	-۰/۲۴۲	-۰/۰۴۱	۰/۱۷۶
فاصله تا جاده خاکی	-۰/۲۷۹	-۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۹
درصد شیب	-۰/۱۴۱	-۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۲۹
فراوانی مناطق با شیب ۵-۰ درصد	۰/۱۷۴	۰/۲۶۰	-۰/۲۲۱	-۰/۲۲۷	۰/۱۳۹
فاصله تا مناطق با شیب ۲۰-۱۰ درصد	-۰/۰۸۹	-۰/۰۶۵	-۰/۰۳۶	-۰/۰۶۷	-۰/۱۲۶
فاصله تا مناطق با شیب ۳۰-۲۰ درصد	-۰/۰۸۳	-۰/۰۲۳	۰/۰۷۴	-۰/۰۵۴	۰/۰۲۳
فاصله تا مناطق با شیب بیش از ۳۰ درصد	۰/۰۸۸	-۰/۰۷۴	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۱	۰/۰۳۹
فراوانی مناطق با شیب ۱۰-۵ درصد	۰/۰۸۳	۰/۱۹۱	۰/۱۶۸	۰/۱۴۷	۰/۰۹۸
فاصله تا تیپ <i>Artemisia</i>	-۰/۲۲۰	۰/۵۸۱	۰/۲۶۵	-۰/۶۲۲	۰/۵۶۹
فاصله تا تیپ <i>Artemisia-Amygdalus</i>	-۰/۱۸۹	-۰/۲۶۹	-۰/۰۵۸	-۰/۰۱۳	۰/۱۱۳
فاصله تا تیپ <i>Artemisia-Gymnocarpus</i>	-۰/۲۶۷	-۰/۰۲۴	۰/۰۰۸	-۰/۰۷۱	۰/۰۱۸
فراوانی مناطق بدون پوشش گیاهی	-۰/۰۴۰	-۰/۰۰۵	-۰/۰۳۵	۰/۰۲۸	-۰/۰۱۵
فاصله تا تیپ <i>Haloxylon</i>	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۶۷	۰/۰۲۵	-۰/۱۱۴
فاصله تا تیپ <i>Haloxylon-Seidlitzia</i>	-۰/۲۵۷	-۰/۰۰۳	-۰/۱۱۹	۰/۳۳۰	۰/۱۶۴
فاصله تا تیپ <i>Haloxylon-Tamarix</i>	۰/۱۸۴	-۰/۲۲۴	۰/۳۲۴	-۰/۱۵۹	۰/۳۴۳
فاصله تا تیپ <i>Hammada</i>	-۰/۰۲۰	-۰/۰۸۱	۰/۰۴۳	-۰/۰۱۷	۰/۰۹۲
فراوانی تیپ <i>Hammada-Artemisia-Zygophyllum</i>	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	-۰/۰۲۲
فاصله تا تیپ <i>Seidlitzia</i>	-۰/۱۱۶	-۰/۰۴۰	۰/۰۳۹	-۰/۰۵۲	-۰/۲۲۷
فاصله تا تیپ <i>Seidlitzia-Tamarix</i>	-۰/۱۸۹	-۰/۰۳۰	۰/۰۴۹	۰/۰۶۶	-۰/۰۰۱
فاصله تا تیپ <i>Seidlitzia-Haloxylon-Tamarix</i>	-۰/۰۴۵	-۰/۰۱۱	۰/۳۹۳	-۰/۳۳۹	-۰/۰۵۸
فاصله تا روستا	-۰/۲۲۳	-۰/۳۹۵	۰/۲۱۶	۰/۳۱۰	-۰/۳۸۳
فاصله تا منبع آب	-۰/۵۰۶	-۰/۰۱۳	-۰/۰۱۹	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۸

جدول ۳. نمایه پیوسته بویس محاسبه شده به ازای الگوریتم‌های مختلف تعیین مطلوبیت زیستگاه

انحراف معیار ± نمایه پیوسته بویس		
الگوریتم میانگین هندسی	الگوریتم هارمونیک	الگوریتم میانه
۰/۴۲۶±۰/۲۰۰۲	۰/۸۶۷±۰/۰۷۱۴	۰/۱۸۸±۰/۲۹۷۵



شکل ۳. نقشه پراکنش زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب پیش‌بینی شده جیبر در پناهگاه حیات وحش نایبندان

در پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر که زیستگاه ترجیحی جیبر را کوهپایه‌ها و تپه‌ماهورها عنوان نموده می‌باشد. مطالعه انجام شده در هندوستان نشان داد جیبرها می‌توانند آب مورد نیاز خود را از علوفه مصرفی تأمین کنند و به منابع آبی آزاد نیاز ندارند (Sterndale, 1984). نتایج این پژوهش نشان داد که با کاهش فاصله از منابع آبی (چشمه دائمی) مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد. این همبستگی با توجه به واقع شدن محدوده مطالعاتی در منطقه خشک و بیابانی توجیه‌پذیر است. با توجه به ویژگی منطقه و کمبود منابع آبی واضح است گونه زیستگاه‌هایی را انتخاب کند که در فاصله کمی از منبع آبی باشد. وجود آب در زیستگاه‌ها مطلوبیت زیستگاه را بالا برده و زیستگاهی که دارای منبع آب فصلی است بیشتر در همان فصل مورد استفاده قرار می‌گیرد و زیستگاه فاقد منبع آب هر چند سایر نیازهای زیستگاهی در آن وجود داشته باشد کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتایج این پژوهش نشان داد که با کاهش فاصله از تیپ‌های گیاهی تاغ، اشنان و درمنه مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد. این همبستگی با توجه به تغذیه جیبر از گونه‌های مذکور و استفاده از بعضی از آن‌ها

عموماً انسان‌ها مهم‌ترین علت مرگ‌ومیر حیات‌وحش (Cardillo *et al.*, 2004) هم در داخل و هم خارج از مناطق حفاظت‌شده محسوب می‌شوند (Woodroffe & Ginsberg, 1998). بنابراین انتظار می‌رود جیبر از سکونتگاه‌های انسانی دوری نماید. در منطقه مورد مطالعه، فقط یک روستای با سکنه و دو روستای خالی از سکنه در حاشیه پناهگاه وجود دارند. براساس رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی برای جیبر روستاهای خالی از سکنه (باغ و اراضی زراعی) به‌عنوان عامل محدودکننده محسوب نشده و گونه از شرایط زیستگاهی این مناطق استفاده می‌کند و این به‌دلیل وجود منابع غذایی و آب و مخصوصاً امنیت در این نواحی است.

با توجه به نقشه طراحی‌شده زیستگاه مطلوب جیبر در پناهگاه حیات‌وحش نایبندان در محدوده ارتفاعی ۵۷۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا؛ شیب ۵ تا ۳۰ درصد و جهت جغرافیایی شمال قرار دارد و بیشتر آبراه‌ها و کوهپایه‌ها را برای زیست انتخاب می‌نماید. این زیستگاه‌ها پناه، منابع آبی و سایر منابع مورد نیاز جیبر را بهتر از سایر تیپ‌های زیستگاهی تأمین می‌کنند (Akbari *et al.* 2013) دستوراد مذکور مشابه نتایج

نمود. با توجه به این‌که اولاً جیبیر از جمله گونه‌هایی است که از نظر جمعیت و محدوده پراکنش در ایران، دچار کاهش شدیدی شده است (Akbari *et al.*, 2014) و ثانياً این گونه از جمله طعمه‌های ترجیحی گونه در معرض خطر انقراض یوزپلنگ در منطقه مورد مطالعه است (Rezai *et al.*, 2015) بنابراین حفاظت مناسب از زیستگاه‌های مطلوب منطقه و پیشگیری از تخریب آن‌ها به‌ویژه از طریق توسعه جاده‌ها و معادن و انجام مطالعات تکمیلی برای تعیین کریدورها و جابجایی جیبیر به خارج از منطقه از پیشنهادات این پژوهش است.

به‌عنوان پناه توجیه‌پذیر است. دستاورد مذکور مشابه نتایج Akbari *et al.* (2014) در پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر و Aghanajafizadeh & Karami (2013) در پارک ملی خبر است. در مطالعه استفاده از زیستگاه تابستانه جیبیر (Aghanajafizadeh & Karami, 2013) وابستگی گونه به این تیپ‌های گیاهی در فصل تابستان اثبات شد.

این مطالعه زیستگاه‌های مطلوب جیبیر را در بزرگ‌ترین منطقه تحت حفاظت در کشور مشخص نموده و پارامترهای تأثیرگذار بر پراکنش گونه را تعیین

REFERENCES

- Aghanajafizadeh, S.; Karami, F.; (2013). Summer habitat selection by Gebeer. (*Gazella bennettii*) in Khabr National Park, Iran. World Academy of Science, Engineering and Technology; 80: 885-886.
- Akbari, H.; Habibipour, A.; Mousavi, S. J.; (2013). Investigation on habitat preference and group size of Chinkara (*Gazella bennettii*) in Dareh-Anjeer Wildlife Refuge; Yazd province. Iranian Journal of Applied Ecology, 3, pp. 81-89. (in Farsi)
- Akbari, H.; Varasteh Moradi, H.; Baghestani, N.; Rezaie, H. R.; (2014b). Food Preferences and Composition of Chinkara (*Gazella bennettii shikarii*) in Spring Season in Darreh Anjir Wildlife Refuge, Yazd, Iran. Arid Biome Scientific and Research Journal; 4(2): pp.1-10. (in Farsi)
- Akbari, H.; Varasteh Moradi, H.; Sarhangzadeh, J.; Shams Esfandabad, B.; (2014a). Population status, distribution, and conservation of Chinkara (*Gazella bennettii*) in Iran. Zoology in the Middle East; 60: 189-194.
- Basille, M.; Calenge, C.; Marboutin, E.; Andersen, R.; Gaillard, J.-M.; (2008). Assessing habitat selection using multivariate statistics: some refinements of the ecological niche factor analysis. Ecol. Model; 211, pp. 233240.
- Cardillo, M.; Purvis, A.; Sechrest, W.; Gittleman, J.L.; Bielby, J.; Mace, G.M.; (2004). Human population density and extinction risk in the World's carnivores. PLoS Biol; 2: 909-914.
- Ekhtesasi, M. R.; Zare Chahooki, A.; (2013). Environmental planning of Naybandan Wildlife Refuge, Part 2: Geology and Geomorphology. Yazd: Department of the Yazd Environment. (in Farsi)
- Habibi, K.; (2001a). Afghanistan. In: D. P. Mallon & S. C. Kingswood (eds), *Antelopes*, Part 4: North Africa, the Middle East, and Asia. Global Survey and Regional Action Plans, Gland (Switzerland): IUCN.
- Habibi, K.; (2001b). Pakistan. In: D. P. Mallon & S. C. Kingswood (eds), *Antelopes*. Part 4: North Africa, the Middle East, and Asia. Global Survey and Regional Action Plans, Gland (Switzerland): IUCN.
- Hemami, M. R.; Groves, C. P.; (2001). Iran. In: D. P. Mallon and S. C. Kingswood (eds), *Antelopes*, Part 4: North Africa, the Middle East, and Asia. Global Survey and Regional Action Plans, Gland (Switzerland): IUCN.

- Hirzel, A.H.; Arletaz, R.; (2003). Modeling habitat suitability for complex species distribution by environmental distance geometric mean. Pringer Verlag, New York.
- Hirzel, A.H.; (2001). When GIS come to life, linking landscape and population ecology for large population management modeling: the case of ibex (*Capra ibex*) in Switzerland. Ph.D. thesis, Institute of Ecology, Laboratory for Conservation Biology. University of Lausanne.
- Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Perrin, N.; (2004). Biomapper 3.1. Division of Conservation Biology. University of Bern, Available at <http://www.unil.ch/biomapper>.
- Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D.; Perrin, N.; (2002). Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without presence data. *Ecology*; 83: 2027-2036.
- Hirzel, A.H.; Le Lay, G.; Helfer, V.; Randin, C.; Guisan, A.; (2006). Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecol. Model*; 199: 142-152.
- Irannezhad Parizi, M. H.; Mosleh, A.; Karimian, A. A.; (2013). Environmental planning of Naybandan Wildlife Refuge, Part 6: Vegetation. Yazd: Department of Environment. (in Farsi)
- Karami, M.; Hemami, M. R.; Groves, C. P.; (2002). Taxonomic, distribution and ecological data on gazelles in Iran. *Zoology in the Middle East*; 26: 29-36.
- Kristan, W.B.; (2003). The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink systems and ecological traps. *Oikos*; 103: 457-468.
- MacArthur, R.; (1957). On the Relative Abundance of bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*; 43: 293-295.
- Marzluff, J.M.; Ewing, K.; (2001). Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: A general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. *Restoration Ecology*; 9: 280-292.
- Mitchell, S.C.; (2005). How useful is the concept of habitat? A critique. *Oikos*; 110: 634-638.
- Morrison, M.L.; Marcot, B.G.; Mannan, R.W.; (1998). Wildlife-habitat relationships: Concepts and applications. Madison, University of Wisconsin Press.
- Pahlavani, A.; (2004). Study on captive breeding of Chinkara in Shir-Ahmad Wildlife Refuge. *Iranian Journal of Environmental Studies*; 36: 51-56. (in Farsi)
- Rezaei, A.; Kaboli, M.; Ashrafi, S.; Akbari, H.; (2015). Trophic niche breath of Asiatic Cheetah and Persian Leopard *Panthera pardus saxicolor* in Bafgh protected area. 2nd E conference on New Finding in environment and agricultural ecosystems. University of Tehran, Tehran. (in Farsi)
- Sarhangzadeh, J.; Najafi, B.; Tazeh, M.; (2013). Environmental planning of Naybandan Wildlife Refuge. Part 7: Wildlife and Habitats. Yazd: Department of Environment. (in Farsi)
- Sarhangzadeh, J.; Akbari, H.; Shams Esfandabad, B.; (2015). Ecological niche of the Asiatic Cheetah (*Acinonyx jubatus venaticus*) in the arid environment of Iran (Mammalia: Felidae). *Zoology in the Middle East*; 61: 109-117.
- Sotoudeh, A.; (2013). Environmental planning of Naybandan Wildlife Refuge. Part 1: Land Form. Yazd: Department of Environment. (in Farsi)
- Stamps, J.A.; (2001). Habitat selection by dispersers: integrating proximate and ultimate approaches. In: *Dispersal* (eds Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A. and Nichols, J.), Oxford University Press, New-York, pp. 230-242.
- Sterndale, R.A.; (1884). *Natural History of the Mammalia of India and Ceylon*. Thacker, Spink and Co. Calcutta.
- Woodroffe, R.; Ginsberg, J.R.; (1998). Edge effects and the extinction of

populations inside protected areas.
Science; 280: 2126-2128.
Zare Ernani, M.; (2013). Environmental
planning of Naybandan Wildlife Refuge,
Part 4: Climate and weather. Yazd:

Department of Environment. (in Farsi)
Ziaie, H.; (2008). A field guide to the
mammals of Iran. Tehran: Department
of the Environment. (in Farsi)