

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*)

در پارک ملی سرخه حصار تهران

آیلین عاشوری راد^۱

راضیه رحیمی^{*۲}

azadrahimi58@gmail.com

بهمن شمس اسفند آباد^۳

تاریخ دریافت: 96/1/29

تاریخ پذیرش: 96/6/8

چکیده

زمینه و هدف: پارک ملی سرخه حصار یکی از زیستگاه های آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) است. در حال حاضر در این منطقه به دلیل تخریب یا اشغال زیستگاه های اصلی آهو، محدوده پراکنش این گونه محدود به مناطق خاصی شده است. ارزیابی و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه و همچنین تعیین مهم ترین عواملی که منجر به جلب توجه گونه می شود، برای حفاظت و مدیریت این گونه بسیار مهم است.

روش بررسی: در این مطالعه مطلوبیت زیستگاه آهو در فصل پاییز با استفاده از روش حداکثر آنتروپی مورد بررسی و مدل سازی قرار گرفت. 33 نقطه حضور و 15 متغیر زیستگاهی در مدل سازی با نرم افزار MaxEnt مورد استفاده قرار گرفتند. میزان $AUC = 0.949$. نشان دهنده قابلیت بالای مدل در تفکیک زیستگاه های مطلوب و نامطلوب از یکدیگر بود.

یافته ها: نتایج نشان داد فاصله از آبشخور ها مهم ترین متغیر تاثیر گذار بر مطلوبیت زیستگاه آهو در پارک ملی سرخه حصار می باشد و با افزایش فاصله از آبشخور ها، از مطلوبیت زیستگاه به شدت کاسته می شود. بیش ترین احتمال حضور گونه در جهت شمال و در شیب های کمتر از 25 درجه می باشد. همچنین نتایج نشان داد آهو بیش تر در مناطقی با تیپ های گیاهی شامل درمنه و گون مشاهده می شود.

بحث و نتیجه گیری: نقشه مطلوبیت زیستگاه نشان داد که 5/97٪ از مساحت منطقه مورد مطالعه (حدود 10170 هکتار) به عنوان زیستگاه مطلوب برای آهو پیش بینی می شود. با توجه به اهمیت آبشخور ها و تیپ های گیاهی مورد استفاده آهو، نظارت بر آبشخور ها و کنترل ورود دام های اهلی، از اقدامات مهمی است که در راستای مدیریت زیستگاه این گونه باید صورت گیرد.

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
2- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران * (مسئول مکاتبات)
3- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران

Modeling habitat suitability for Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Sorkheh Hesar national park

Aylin Ashouri Rad¹

Razieh Rahimi^{2*}

azadrahimi58@gmail.com

Bahman Shams Esfandabad³

Admission Date: August 30, 2017

Date Received: April 18, 2017

Abstract

Background and Objective: Sorkheh Hesar national park is one of Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) habitat. This species moved to specific regions because their main habitat destroyed or invaded by the humans. To protect and manage this species, it is very essential to evaluate and modeling its habitat suitability and also to determine the most important factors in attracting such species.

Method: In this research the habitat suitability for Goitered Gazelles is examined and modeled, using the Maximum Entropy method in autumn. For modeling, 33 presence points and 15 habitat variables modeled using MaxEnt software. The rate of the AUC=0.949 shows the high reliability of the model in separating suitable habitats from unsuitable ones.

Findings: The results show that the distance from water sources is the most influential variable on the habitat suitability of Goitered Gazelles in Sorkheh Hesar national park, in essence, the suitability of the habitat decreases for longer distances from water sources. There is a higher probability of the species presence in the northern lands with less than 25 degrees in slope. Furthermore, the results show that Goitered Gazelles are more likely to present in areas with *Artemisia* spp. and *Astragalus* spp. plants.

Discussion and Conclusion: Habitat suitability for Goitered Gazelles is prepared and 5.97% of the studied region's area (1,170 ha) is marked as suitable habitat for Goitered Gazelles. Considering the importance of water source and the types of vegetation Goitered Gazelles consumes supervision of water source and controlling the import of livestock are some of the important actions that have to be done for managing the habitat.

Key words: Goitered Gazelle, Sorkheh Hesar national park, habitat suitability, MaxEnt

1- Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran * (Corresponding Author).

3- Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran

آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در حال حاضر در زمره گونه های حمایت شده سازمان حفاظت محیط زیست و طبقه آسیب پذیر (VU) فهرست سرخ IUCN قرار دارد (1). این گونه در انواعی از زیستگاه های نیمه بیابانی، استپی، بوته زار ها و درخت زار ها زندگی کرده و دشت ها و تپه ماهور های پوشیده از درمنه را ترجیح می دهد. از علوفه و بوته ها و در برخی موارد از مزارع کشاورزی تغذیه می کند. در گذشته در اکثر مناطق دشتی ایران یافت می شد ولی امروزه به دلیل شکار بی رویه و تخریب زیستگاه ها، نسل این گونه تقریباً در مناطقی که حفاظت شده نیستند ناپود شده است. در حال حاضر شمار آهوان ایران کمتر از 20,000 راس برآورد می گردد (1). پارک ملی سرخه حصار واقع در شرق استان تهران یکی از مکان هایی است که در حال حاضر جمعیت کوچکی از آهو در آن حضور دارد. با توجه به آمار سرشماری های پنج سال اخیر، این جمعیت به طور میانگین حدود 50 راس می باشد. در این منطقه به دلیل تخریب و یا اشغال زیستگاه های اصلی آهو، محدوده پراکنش این گونه محدود به مناطق خاصی شده است. همچنین به علت قطع ارتباط با مناطق همجوار، این منطقه به صورت جزیره ای شده و آهوان و سایر پستانداران این منطقه را در رابطه با مهاجرت ها و جابجایی های عادی فصلی خود دچار مشکل نموده است (2). در مطالعه کاظمی (1388) ظرفیت برد زیستگاه آهو در فصل سخت سال (زمستان) در پارک ملی سرخه حصار با احتساب علفخواران منطقه، 56 راس محاسبه شده است (3،4). با توجه به شرایط ذکر شده، مطالعه و ارزیابی زیستگاه این گونه در پارک ملی سرخه حصار به منظور اتخاذ راهکارهایی جهت مدیریت گونه و زیستگاه آن ضروری می باشد.

هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی زیستگاه و ارائه مدل مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در پارک ملی سرخه حصار تهران بوده است که به منظور شناسایی زیستگاه های مطلوب برای آهو در منطقه، تعیین عوامل موثر بر مطلوبیت زیستگاه آهو و همچنین شناسایی عوامل محدود کننده و تهدید کننده

زیستگاه و جمعیت آهو در سطح منطقه صورت گرفت. به منظور کاهش تداخل فعالیت های انسانی با فعالیت های حیات وحش، لازم است با تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، مناطقی که از نظر حفاظتی مهم تر هستند، مشخص و حفظ شوند. همچنین با ارزیابی زیستگاه مهم ترین عواملی که منجر به حمایت و جلب توجه گونه می شوند، تعیین شده و مدیران حیات وحش در صورت امکان با افزایش آن عوامل در زیستگاه گونه هدف می توانند باعث حمایت و حفظ آن جمعیت شوند. به علاوه با این روش مهم ترین عوامل تخریب زیستگاه و تهدید برای گونه هدف نیز مشخص می شود و با کنترل و حذف آن عوامل، از کاهش جمعیت هدف جلوگیری خواهد شد (5).

بررسی و ارزیابی زیستگاه آهو در مناطق مختلف ایران از جمله پارک ملی بمو استان فارس (6)، منطقه حفاظت شده هفتاد قله استان مرکزی (7)، پارک ملی سالوک استان خراسان شمالی (8)، پارک ملی گلستان (9،10)، منطقه حفاظت شده کالمند-بهداران استان یزد (11،12) و چند منطقه دیگر نیز صورت گرفته است.

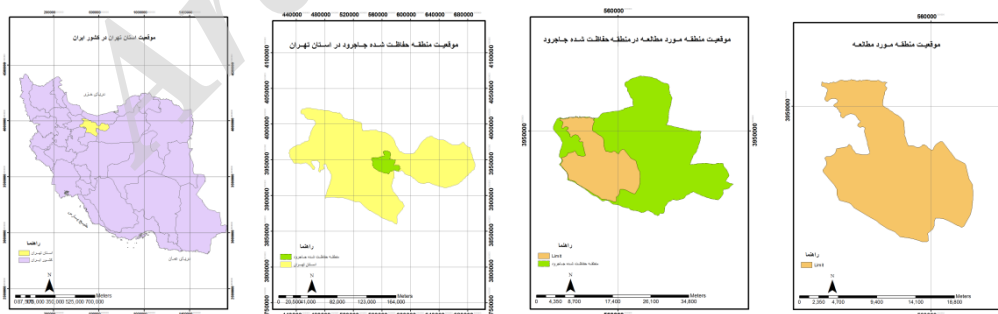
روش بررسی

پارک ملی سرخه حصار با مساحت حدود 9168 هکتار، در منطقه حفاظت شده جاجرود در شرق تهران قرار دارد و از سال 1361 تحت مدیریت اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران قرار گرفته است (4). این منطقه از کوهستان های بلند و تپه ماهورهای مرتفع و نیمه مرتفع تشکیل شده است که ارتفاع آن از ۱۲۲۰ متر تا ۲۱۴۷ متر متغیر است. منطقه از نظر آب و هوایی جزو اقلیم های سرد به شمار می رود. بارندگی در منطقه بیش تر ناشی از جریان های غربی و مدیترانه ای است که نزدیک به ۸ ماه از سال، از اوایل پاییز تا نیمه های بهار، به تناوب منطقه را تحت تاثیر قرار می دهد. در پارک ملی سرخه حصار ۳۲ جامعه گیاهی به صورت طبیعی، نیمه طبیعی و دست کاشت وجود دارند. تیپ عمومی منطقه شامل درمنه می باشد و در ارتفاعات پوششی از درختان بنه، ارس و انواع بادام کوهی

جمعیت آهو های پارک ملی سرخه حصار و پارک ملی کویر با یکدیگر در ارتباط بوده اند اما امروزه توسعه راه ها و مناطق انسان ساخت باعث قطع کامل این ارتباط شده است (4). به طور کلی آهو ها دشت های مسطح را به سایر زیستگاه ها ترجیح می دهند، ولی در حال حاضر در پارک ملی سرخه حصار به علت تخریب یا اشغال زیستگاه های اصلی، آهو ها به مناطق کوهستانی اطراف پناه آورده اند. به طوری که هم اکنون اکثر آهوهای موجود، در اطراف ده ترکمن، چشمه چناری و قره چشمه مشاهده می گردند (2).

یک سوم از وسعت پارک ملی سرخه حصار در بخش غربی در اختیار سپاه پاسداران است و بخشی از قسمت شمال شرقی پارک ملی نیز در تصرف سازمان صنایع دفاع است و فوس کشی شده است (2). از آن جایی که پیمایش های میدانی در این مناطق امکان پذیر نبوده و نیز اطلاعات محیطی این مناطق از قبیل شیب، جهت و پوشش گیاهی در نقشه ها موجود نبود، منطقه مورد مطالعه شامل این مناطق نمی باشد. همچنین به منظور افزایش دقت مطالعه و نیز در نظر گرفته شدن عوامل موثر خارج از مرزهای پارک ملی در مدل سازی، مرز محدوده مورد مطالعه بزرگتر از مرز پارک ملی سرخه حصار در نظر گرفته شده و حدود 19,613 هکتار وسعت دارد. (شکل 1)

دیده می شود. در گذشته، آهو در دو بخش مختلف از این منطقه وجود داشته است. یک زیستگاه، در محدوده روستای توچال، تا حصار امیر و شمال جاده خراسان بود، که در حال حاضر نسل آهو در این منطقه نابود شده است (2). زیستگاه دیگر، کفه قصر فیروزه بوده (2)، که در حال حاضر بخش عظیمی از این منطقه توسط فعالیت های نظامی فوس کشی شده و فقط لکه های کوچکی از زیستگاه برای آهو باقی مانده است (3). آهو های منطقه در گذشته دارای دو نوع مهاجرت بوده اند. یکی مهاجرت به مناطق گرمتر که معمولا در فصل پاییز انجام می گرفت. در این فصل با سرد شدن هوا آهو ها به مناطق جنوبی گرمسار و ورامین مهاجرت می نمودند و به هنگام گرم شدن هوا مجددا به زیستگاه های اصلی خود باز می گشتند. مهاجرت دیگر معمولا به مکان هایی انجام می گرفت که منابع غذایی فراوان تر و یا علوفه بیش تر قابل دسترسی بوده است. مانند اراضی کشاورزی مناطق اطراف جاده خراسان و یا اطراف بی بی شهربانو. در این نوع مهاجرت معمولا آهو ها در اطراف مزارع مستقر می شدند و در ساعات خلوت که معمولا نیمه های شب بود به داخل این مزارع که محصولات آن جالبیز و یونجه و غلات بود هجوم آورده و حتی خساراتی نیز وارد می نمودند (2). ولی اکنون به علت بسته شدن راه های ارتباطی این مهاجرت ها صورت نمی گیرد (3). همچنین در گذشته



شکل 1- محدوده مورد مطالعه و موقعیت آن در ایران

Figure 1. The study area and its location in Iran

اخیرا برای مدل سازی پراکنش گونه ها با استفاده از داده های زیست محیطی مربوط به مکان های شناخته شده حضور گونه به کار رفته است (13). MaxEnt از مدل های فقط حضور

در این مطالعه از روش حد اکثر آنتروپی و نرم افزار MaxEnt برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه استفاده شد. حد اکثر آنتروپی یکی از روش های حوزه یادگیری ماشینی است که

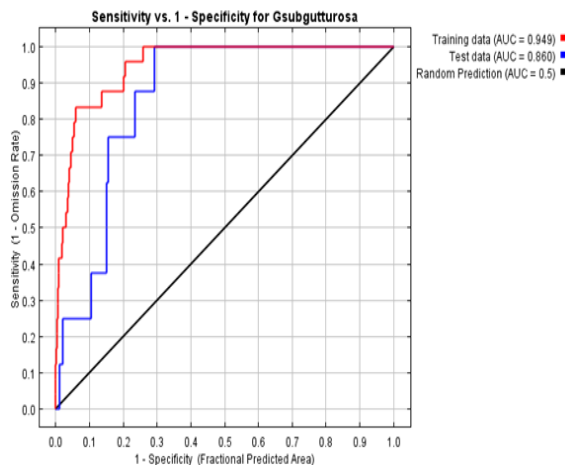
(12,11,10,6) و همچنین بر اساس مصاحبه های انجام شده با کارشناسان و محیط بانان منطقه مورد مطالعه، اقدام به انتخاب و تهیه لایه های زیست محیطی گردید. 17 لایه زیست محیطی انتخاب شد که عبارتند از: کاربری اراضی، تیپ بندی اراضی، تیپ پوشش گیاهی، مدل رقومی ارتفاع (DEM)، جهت، شیب، پراکندگی پلنگ (طعمه خوار)، پراکندگی قوچ و میش (رقیب)، فاصله از آبادی ها، فاصله از آبشخورها، فاصله از باغات، فاصله از زمین های زراعی، فاصله از جاده ها، فاصله از معادن، فاصله از مرغداری ها، فاصله از پاسگاه محیط بانی و فاصله از منطقه نظامی. این لایه ها بر اساس مرز منطقه مورد مطالعه در محیط Arc GIS 9.3 برش خورده و با اندازه سلول 30 در 30 به صورت رستری تهیه شدند (19، 20). چنان چه دو یا چند متغیر دارای همبستگی بیش از 8/ باشند، باید تنها یکی از این متغیرها به نرم افزار MaxEnt وارد شود (20). در بررسی میزان همبستگی داده ها، بین 3 متغیر فاصله از زمین های زراعی، فاصله از منطقه نظامی و فاصله از پاسگاه محیط بانی همبستگی بالای 8/ وجود داشت (جدول 1). با توجه به سایر مطالعات، حضور پاسگاه محیط بانی و منطقه نظامی باعث افزایش امنیت و کاهش حضور شکارچیان در اطراف این مناطق می شود و از این نظر تاثیر مثبت بر مطلوبیت زیستگاه خواهد داشت (9). اما آهو ها نسبت به زمین های زراعی در مطالعات و زیستگاه های مختلف رفتار های متفاوتی از خود نشان داده اند (7، 8). از اینرو از بین 3 متغیر با همبستگی بالا، متغیر فاصله از زمین های زراعی برای ورود به نرم افزار انتخاب شد تا مشخص شود در پارک ملی سرخه حصار، آهو ها مناطق نزدیک به زمین های زراعی را ترجیح می دهند و یا ترجیح می دهند از زمین های زراعی فاصله بگیرند. برای اجرای نرم افزار و تجزیه و تحلیل داده ها از 75 درصد داده های حضور به صورت تصادفی برای ساخت مدل و از 25 درصد دیگر برای ارزیابی نتایج مدل استفاده شد (19).

برای مدل سازی توزیع گونه ها محسوب می شود. این مدل برای یک گونه، توسط تعدادی لایه زیست محیطی همراه با تعدادی نقطه حضور گونه بدست می آید و مطلوبیت هر سلول در زیستگاه را به صورت تابعی از متغیرهای زیست محیطی بیان می کند (14). ارزش بالای هر سلول نشان دهنده این است که آن سلول شرایط مطلوبی برای آن گونه دارد. مدل محاسبه شده امکان توزیع جمعیت را در تمامی سلول ها بیان می کند (قابلیت تعمیم پذیری مدل). توزیع منتخب، آن قسمتی است که به واقعیت نزدیکتر می باشد (اصل ماکزیمم آنتروپی) و برای هر متغیر باید چنین وضعیتی وجود داشته باشد (15). هر چند برخی از مطالعات نشان داده اند که روش MaxEnt را می توان با تعداد کمی نقطه حضور مانند 5 نقطه نیز به کار برد و مدل به دست آمده در این شرایط از اعتبار خوبی برخوردار است (16، 17)، اما با توجه به وسعت منطقه و مطالعات انجام شده توسط Wisz و همکاران (2008) حداقل به 30 نمونه برای مدل سازی مطلوبیت زیستگاه نیاز است (18).

در این مطالعه، بازدید های میدانی در پاییز 1394 با همراهی سرمحیط بان منطقه قصر فیروزه و یکی از کارشناسان اداره یگان حفاظت صورت گرفت. با توجه به شرایط منطقه، زیستگاه آهو در فصول مختلف ثابت است و به علت محدود بودن تعداد آهو، در فصل پاییز مشاهده و شناسایی گله های ادغام شده نر و ماده راحت تر امکان پذیر است (2). در طی پیمایش های منطقه، نقاط حضور گونه آهو (مشاهده مستقیم گونه و نیز مشاهده سرگین و ردپا) با استفاده از دستگاه GPS ثبت گردید. همچنین در طی بررسی فرم های سرشماری سال های 1391 تا 1394 نیز تعدادی طول و عرض جغرافیایی ثبت شده از محل حضور آهو به دست آمد. در مجموع 33 نقطه حضور به صورت سیستم مختصات UTM برای استفاده در مدل سازی با نرم افزار MaxEnt، به صورت فایل CSV ذخیره شد (14). با مطالعه و مرور پایان نامه ها (3، 7، 8، 9)، مقالات

یافته ها

بررسی اعتبار مدل:



شکل 2- منحنی ROC

Figure 2. ROC curve

سهم نسبی متغیرها در پیش بینی مدل

جدول 2، متغیرهای محیطی به کار رفته در مدل سازی و درصد سهم نسبی هر یک را در پیش بینی مدل نمایش می دهد (15). نتایج این جدول بر اساس همبستگی پنهانی که بین متغیرها وجود دارد بوده و صرفاً بر مبنای اثر هر متغیر به تنهایی نمی باشد (5). در جدول 2، متغیر فاصله از آبشخور دارای بیشترین سهم نسبی معادل 31/6٪ می باشد و به عنوان مهم ترین پارامتر تاثیر گذار در توزیع گونه و ساخت نقشه پیش بینی توزیع، شناخته شده است.

منحنی ROC یکی از متداول ترین روش های آماری است که در مدل سازی توزیع گونه ها برای ارزیابی مدل های پیش بینی استفاده می شود؛ سطح زیر منحنی (AUC) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (15). مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین 0/5 تا 1 است. چنان چه سطح زیر منحنی برابر با 0/5 باشد بیان کننده تصادفی بودن مدل است. اگر این مقدار برابر با 1 باشد، مدل به بهترین نحو می تواند نقاط حضور و عدم حضور را از یکدیگر تفکیک نماید (21). در شکل 2، خط قرمز مربوط به داده های به کار رفته در مدل سازی (75 درصد از نقاط حضور) است که مقدار AUC برابر با 0/949 می باشد. خط آبی مربوط به داده هایی است که برای آزمون مدل به کار رفته اند (25 درصد از نقاط حضور) و مقدار AUC برابر با 0/860 می باشد. خط سیاه نیز نشان دهنده پیش بینی مدل به صورت تصادفی است که مقدار AUC برابر با 0/5 می باشد. همان طور که مشاهده می شود نمودار ROC بیان گر عملکرد و دقت مناسب مدل در این پژوهش می باشد.

جدول 2- سهم نسبی متغیرهای محیطی در مدل سازی MaxEnt

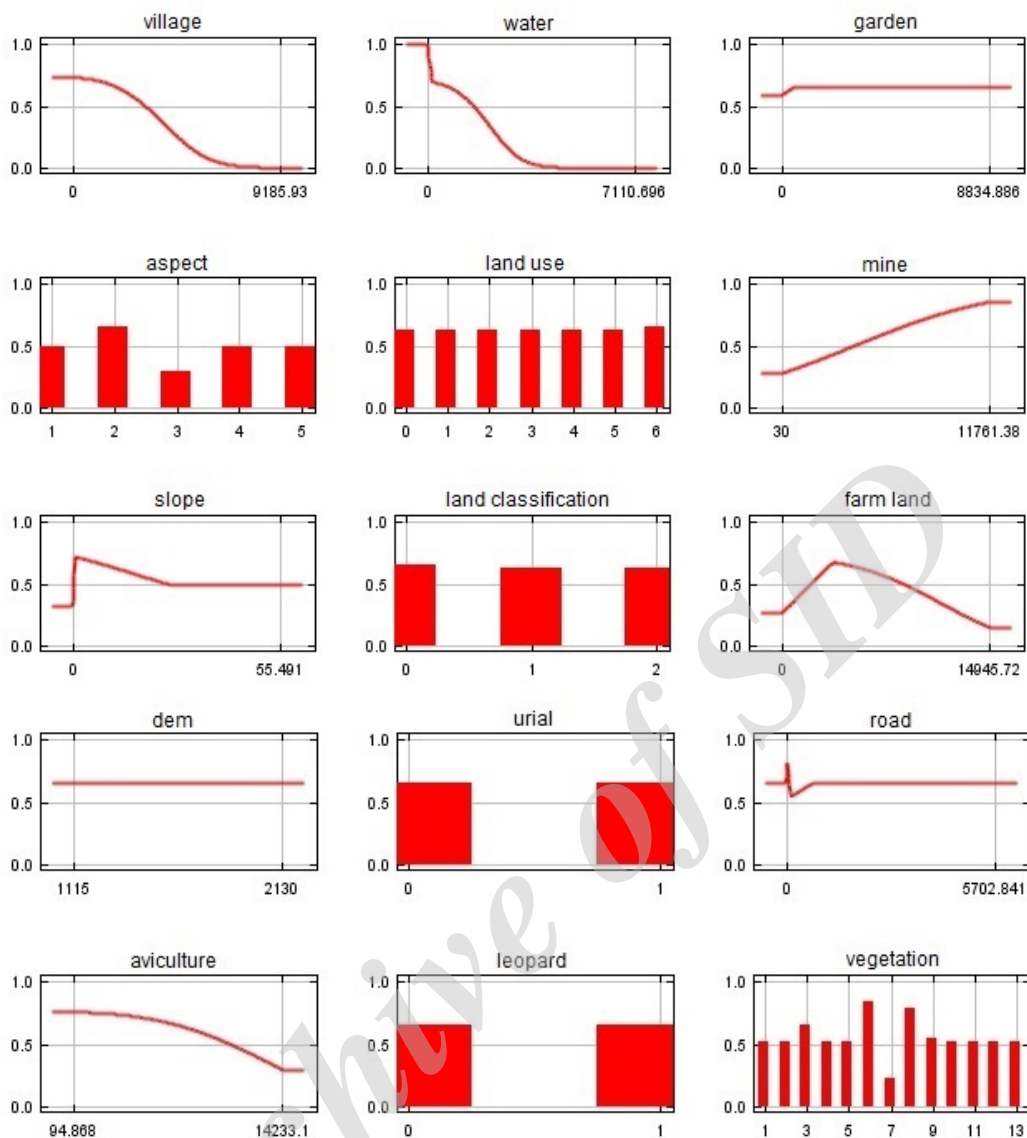
Table 2. Relative contributions of the environmental variables to the MaxEnt model

نام اختصاری در مدل سازی	نام متغیر زیست محیطی	درصد سهم
water	فاصله از آبشخورها	31/6
aspect	جهت	19/6
urial	پراکندگی قوچ و میش	12/9
vegetation	پوشش گیاهی	9/5
village	فاصله از آبادی ها	9/5
mine	فاصله از معادن	6/9
slope	شیب	4/3
road	فاصله از جاده ها	2/2
aviculture	فاصله از مرغداری ها	2/2
farm land	فاصله از زمین های زراعی	1/1
leopard	پراکندگی پلنگ	0/2
land classification	تیپ بندی اراضی	0/1
garden	فاصله از باغات	0/1
land use	کاربری اراضی	0
dem	مدل رقومی ارتفاع (DEM)	0

منحنی های پاسخ

متغیر می سنجند، روابط همبستگی پنهان بین آن متغیر خاص با سایر متغیرها را نیز مد نظر قرار می دهد (22) (شکل 3).

در این خروجی ها، مطلوبیت زیستگاه گونه با توجه به روند تغییر هر یک از متغیرها نشان داده شده است. منحنی های پاسخ، علاوه بر این که احتمال حضور گونه را با هر



شکل 3- منحنی های پاسخ

Figure 3. Response curves

منحنی Urial: 0=عدم حضور، 1=حضور - منحنی aspect: 1=غرب، 2=شمال، 3=مسطح، 4=جنوب، 5=شرق

منحنی land use: 1=اراضی گچی و شور، 2=باغ، 3=بوته زار و بیشه، 4=جنگل، 5=مرتع، 6=صخره سنگی

منحنی Leopard: 0=عدم حضور، 1=حضور - منحنی vegetation: 1=*Artemisia spp.+Dendrostellera lesseretii+Scariola*

orientalis 2=*Art.+Pteropyrum aucheri+Astragalus spp.* 3=*Art.+Ptero.* 4=*Art.+Salsola aucheri* 5=*Art.*

6=*Art.+Ast.+Stipa honenackerian* 7=*Art.+Ast.+Stipa.+Pisticia spp.* 8=*Art.+Ast.+Stipa.+Acantholimon*

spp.+Pist.+Juniperus excelsa 9=*Ast.+Art.+Hultemia persica+Acanthoplimon spp.+Ajuga chmaecistis*

10=*ast.+Art.+Stipa.+Ptero.* 11=*Ast.+Art.* 12=*Rock+Amygdalus scoparia* 13=*Rock*

- منحنی land classification: 1=کوه 2=تپه 3=واریزه باد بزنی

آزمون جک نایف (Jackknife):

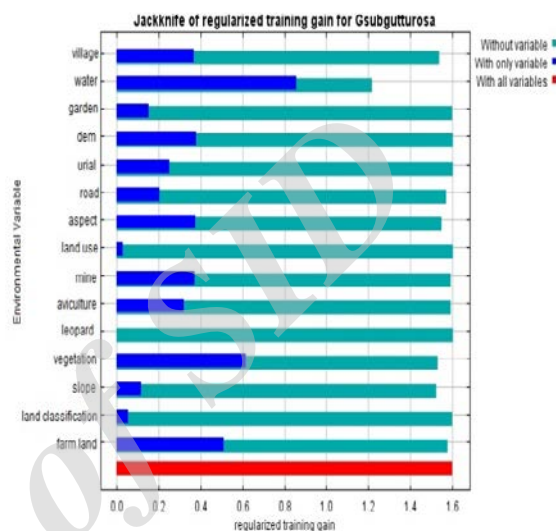
این نمودار نتیجه تکرار راه اندازی مدل می باشد (15). در شکل 4 اهمیت بالای متغیر فاصله از آبشخورها قابل ملاحظه

نمودار جک نایف برای نشان دادن اهمیت هر یک از متغیر های استفاده شده در مدل کاربرد دارد. نتایج به دست آمده از

بدین معنی که هرچه به طرف رنگ تیره (قرمز=عدد1) پیش می رود، زیستگاه مطلوبیت بالاتری دارد و به همین ترتیب، هرچه به طرف رنگ روشن تر (آبی=عدد صفر) پیش می رود، از مطلوبیت زیستگاه کاسته می شود (23) (شکل 5). برای تبدیل این نقشه به یک نقشه طبقه ای که مطلوبیت و عدم مطلوبیت زیستگاه را نشان دهد، باید راجع به این که چه آستانه ای به منزله مرز زیستگاه مطلوب و نا مطلوب در نظر گرفته شود، تصمیم گیری گردد. MaxEnt مقادیر آستانه را بر پایه اندازه گیری های مختلف آماری انجام می دهد (20).

در پژوهش حاضر از آستانه حداکثر طبقه بندی صحیح نقاط حضور با درصد طبقه بندی نقاط شبه عدم حضور (Maximum training sensitivity plus specificity)، که یک آستانه توصیه شده برای این گونه پژوهش ها می باشد، استفاده گردید (5، 20)، که مقدار آن برابر با 0/453 بوده است. نقشه مطلوبیت زیستگاه به صورت طبقات مطلوب و نامطلوب با توجه به حد آستانه مورد نظر در نرم افزار Arc map 9.3 تهیه شد (شکل 6). بر اساس طبقه بندی انجام شده 5/97٪ از مساحت کل منطقه مورد مطالعه (1/170 هکتار) در طبقه مطلوب و 94/03٪ درصد (18/443 هکتار) در طبقه نامطلوب قرار گرفت.

است. این نمودار نشان می دهد که متغیر فاصله از آبشخورها به تنهایی اطلاعات و سهم زیادی در مدل سازی دارد (رنگ آبی). همچنین با حذف این متغیر، قسمت محسوسی از اطلاعات مدل سازی نیز از بین می رود (رنگ سبز). پس این متغیر دارای اطلاعات ارزشمند و منحصر به فردی در مورد پراکنش گونه است که سایر متغیرها قادر به توضیح آن نیستند.

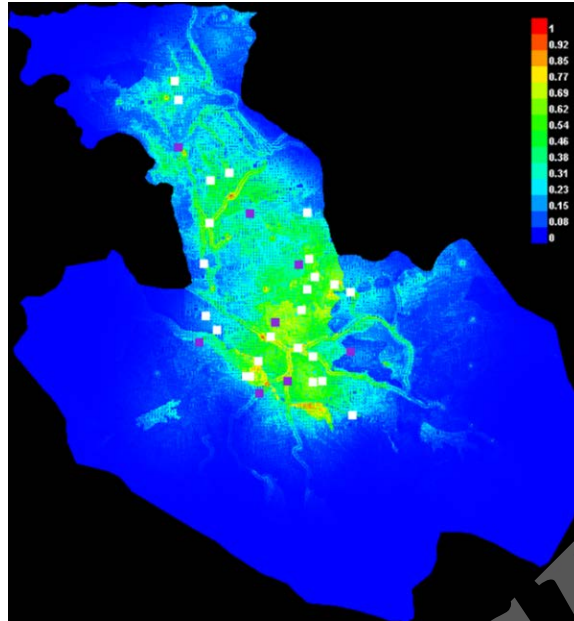


شکل 4- نتایج جک نایف

Figure 4. Jackknife results

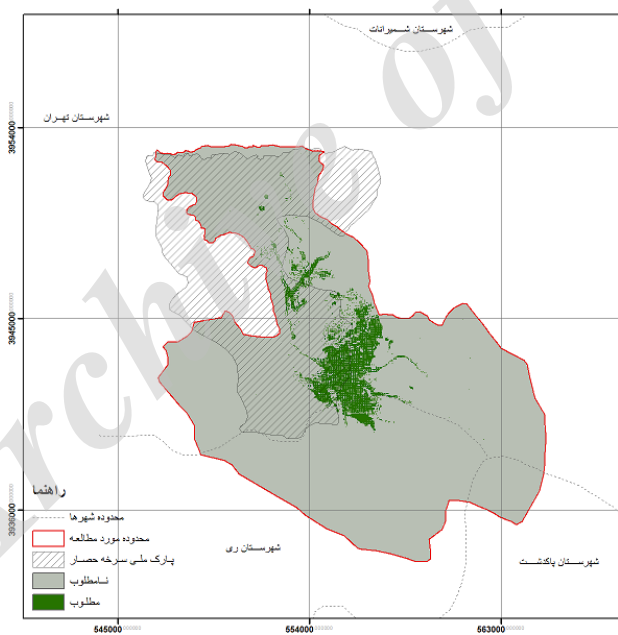
نقشه پیش بینی توزیع آهو:

خروجی نرم افزار MaxEnt برای نمایش مطلوبیت زیستگاه یک گونه، یک نقشه پیوسته با مقادیر بین صفر تا یک می باشد. شیب مطلوبیت زیستگاه به طرف رنگ های گرم متمایل است،



شکل 5- نقشه مطلوبیت زیستگاه در مدل سازی MaxEnt

Figure 5. MaxEnt habitat suitability map



شکل 6- زیستگاه های مطلوب و نامطلوب برای آهوی ایرانی در پارک ملی سرخه حصار

Figure 6. Suitable and unsuitable habitats for Goitered Gazelle in Sorkheh Hesar national park

بحث و نتیجه گیری

متغیر محیطی تاثیر گذار بر مطلوبیت زیستگاه آهو با توجه به نتایج مدل سازی، فاصله از آبشخور ها تعیین شد. به طوری که با افزایش فاصله از آبشخور ها مطلوبیت زیستگاه به شکل چشم گیری کاهش می یابد. نتایج سایر پژوهش ها نیز نشان دهنده

در این مطالعه نقشه مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در محدوده پارک ملی سرخه حصار تهران با استفاده از نرم افزار MaxEnt تهیه شد. بر اساس این نقشه، حدود 1،170 هکتار زیستگاه مطلوب برای آهو در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. مهم ترین

تیپ های گیاهی شامل درمنه و بوته زارهای گون و گونه های مرتعی که زیستگاه مناسبی برای این گونه است، دیده می شود (6). در پژوهش اکبری هارونی و همکاران (1387) بیان شده است که بخش زیادی از محدوده های زیستگاهی آهو در منطقه حفاظت شده کالمند-بهداران را تیپ گیاهی درمنه تشکیل می دهد (11). همچنین در مطالعه تعیین میزان پروتئین گونه های غالب گیاهی مورد مصرف آهو در منطقه حفاظت شده کالمند-بهداران که توسط دهقانی و پروانه (1387) انجام شده، از درمنه به عنوان یکی از گونه های غالب مورد مصرف آهو نام برده شده است (24). با توجه به اهمیت پوشش گیاهی و نیز بالا نبودن مقدار ظرفیت برد تغذیه ای زیستگاه آهو در پارک ملی سرخه حصار (3)، نظارت بر چرای مجاز دام های اهلی و جلوگیری از ورود آن ها به منطقه در فصول غیر مجاز از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. تاثیر ورود دام های اهلی به منطقه علاوه بر رقابت غذایی، از نظر انتقال و انتشار بیماری های شایع در گونه های اهلی به آهو بسیار قابل توجه است.

در این پژوهش جهت شمال دارای بیش ترین مطلوبیت برای آهو بوده است که با نتایج جمالی منش و همکاران (1393) هم خوانی دارد که بیان کرده اند در پارک ملی بמו استان فارس، جهت شمال برای گونه مطلوبیت بیش تری داشته است (6).

متغیر شیب یکی دیگر از فاکتور های موثر بر مطلوبیت زیستگاه آهو در این پژوهش می باشد. طبق نتایج بدست آمده با افزایش شیب، مطلوبیت زیستگاه برای آهو کاهش می یابد. به طوری که بیش ترین احتمال حضور آهو در شیب های نزدیک به صفر است. با این وجود با افزایش شیب تا 25 درجه همچنان احتمال حضور گونه بالای 50٪ است. در مطالعه جمالی منش و همکاران (1393) نیز شیب مناسب برای پراکنش آهو در پارک ملی بمو، بین صفر تا 20 درجه پیش بینی شده است (6). در نتایج حسینی (1392) در منطقه حفاظت شده هفتاد قله، با افزایش شیب از مطلوبیت زیستگاه کاسته شده و آهو مناطقی با شیب کم را ترجیح داده است (7)، که با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد.

اهمیت بالای منابع آبی برای گونه آهو است: در مطالعه جمالی منش و همکاران (1393)، متغیر آبشخور یکی از مهم ترین فاکتورها در انتخاب زیستگاه آهو در پارک ملی بمو استان فارس بوده است (6). در مطالعه حسینی (1392)، افزایش فاصله از منابع آبی تاثیر منفی بر مطلوبیت زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده هفتاد قله استان مرکزی داشته (7). همچنین در مطالعه رمضان زاده (1391) فراوانی منابع آبی (آبشخور ها و چشمه ها) بر مطلوبیت زیستگاه آهو در پارک ملی سالوک تاثیرگذار بوده اند و مناطق نزدیک به منابع آبی ترجیح داده شده اند (8). با توجه به نتایج بدست آمده، رفع نیاز آبی برای آهوان پارامتر مهمی محسوب می شود. بنابر این پایش منظم آبشخور ها و سایر منابع آبی و نظارت بر آن ها ضروری به نظر می رسد. در پارک ملی سرخه حصار تهران آب مورد نیاز آهو ها از طریق آبشخورهای موجود در منطقه که توسط سازمان محیط زیست احداث شده اند، تامین می شود. این منابع در فصول گرم سال برای تامین آب چندان قابل اطمینان نمی باشد و در کلیه فصول مخصوصا در زمستان نیاز به لایروبی و تجدید جریان دارد (3). همچنین ضد عفونی کردن آبشخور ها که محل تجمع افراد گونه های مختلف می باشد به منظور جلوگیری از انتقال بیماری نیز ضروری می باشد.

در این مطالعه، پوشش گیاهی به عنوان متغیر مهم دیگر در مطلوبیت زیستگاه آهو تعیین شد. نتایج نشان داد بیش ترین احتمال حضور آهو در منطقه هایی است که دارای تیپ های گیاهی شامل درمنه و گون می باشد. اهمیت این گونه های گیاهی برای آهو در پژوهش های دیگر نیز بیان شده است: در مطالعه فقیهی و همکاران (1392)، در منطقه حفاظت شده کالمند-بهداران، در مناطق حضور آهو درصد پوشش گیاهی درمنه و گون به طور معنی داری بالاتر از مناطق عدم حضور بوده است. همچنین درمنه به عنوان یک گونه ترجیحی برای آهوی ایرانی شناخته شده است. و نیز بیان شده است که گونه گون به عنوان منبع غذایی، پناه گرمایی و استتار مورد استفاده آهوی ایرانی قرار می گیرد (12). در مطالعه جمالی منش و همکاران (1393) نتایج نشان داده است که در پارک ملی بمو استان فارس آهو بیش تر در مناطق استپی با

2. Boom Abad consulting engineers. (2003). Environmental Management Plan, Jajrood Protected Area. Department of Environment of Iran (Persian)
3. Kazemijahandizi, E. (2010). Ecology of Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Sorkh-e-Hesar National Park, Tehran province. Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. pp. 1, 73-78 (Persian)
4. Kazemijahandizi, E. Kaboli, M. Karami, M. Soufi, M. (2015). Determination of carrying capacity and nutritional dietary of *Gazella subgutturosa* in Sorkh-e-Hesar National Park, Tehran province, Iran. J.Env. Sci. Tech., Vol 17, No. 1. Pp. 135-143 (Persian)
5. Adibi, M, A. (2013). Evaluation and Modelling of *Caracal caracal* Habitat Using MaxEnt Method (A Case study: Kavir National Park). . Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. pp. 1, 5, 6, 86 (Persian)
6. Jamalimanesh, A. Amoeian, A. Radnezhad, H. Moshtaghi, M. (2014). Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) Using ENFA Method in Bamu National Park, Fars Province. First National Conference on Environmental Assessment and Management Planning in Iran. Department of Environment of Hamadan Province. (Persian)

از دیگر فاکتورهای تاثیر گذار بر مطلوبیت زیستگاه در این پژوهش، فاصله از زمین های زراعی است. در این مطالعه پیش بینی شد که آهو ترجیح می دهد در فاصله ی معینی از زمین های زراعی، که از آبشخورها خیلی دور نباشد، حضور داشته باشد. به طوری که در نزدیکی زمین های زراعی که فاصله از آبشخور ها بسیار زیاد است، احتمال حضور گونه بسیار کم است. با افزایش فاصله از زمین های زراعی تا 4 کیلومتر (نزدیک به آبشخورها) احتمال حضور گونه تا حد زیادی افزایش یافته و پس از آن با افزایش بیش تر فاصله، احتمال حضور گونه به شدت کاهش می یابد. در پژوهش حسینی (1392) آهو مناطق دور از مزارع را ترجیح داده است (7). اما در مطالعات رمضان زاده (1391) و اکبری هارونی و همکاران (1387) آهو به نزدیکی به مزارع کشاورزی گرایش داشته است (8, 11).

به طور کلی، نظارت دقیق بر آبشخور ها و نیز کنترل ورود دام- های اهلی، از اقدامات مهمی است که در راستای مدیریت زیستگاه این گونه باید صورت گیرد. همچنین به دلیل در دسترس بودن زیستگاه آهو، این گونه نسبت به شکار آسیب پذیر است. بنابراین کنترل ورود و خروج افراد متفرقه، جلوگیری از شکار غیر مجاز، افزایش جریمه های شکار غیر قانونی و آموزش و حمایت افراد بومی در حفظ و نگهداری این گونه ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از اداره کل حفاظت محیط زیست استان تهران و آقایان امامعلی یگانزاده، رضا محمد جعفری، حمید ناهیدی فر، امیرعباس مشهدی احمدی و خانم سمیه حسینی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1. Karami, M. Ghadirian, T. Faizolahi, k. (2012). <<The Atlas of Mammals of Iran>>. Department of Environment of Iran. Pp184 (Persian)

12. Faghihi, F. Karimian, A. A. Sadeghian, F. Khabari, Z. (2013). Habitat selection of Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Kalmand-Bahadoran protected area. Third international Conference on Environmental Planning and Management. University of Tehran (Persian)
13. Anderson, R.P. and Gonzalez, I. (2011). Species-specific tuning increases robustness to sampling bias in models of species distributions: An implementation with Maxent. *Ecological Modelling* 222(15): 2796-2811
14. Phillips, S.J. A brief tutorial on Maxent, versions: 3.3.1. Available online: <http://cs.princeton.edu/~schapire/maxent/> (accessed on August 19, 2009)
15. Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259
16. Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L., Albert, D.L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distributions modeling methods. *Ecography*, 29, 773-785
17. Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Peterson, A.T. (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *J. Biogeogr.* 34,102-117
18. Wisz, M.S., Hijmans, R.J., Li, J., Peterson, A.T., Graham, C.H., Guisan, A. (2008). NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. Effects
7. Hosseini, G. (2013) Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Haftad Qolleh Protected Area, Markazi province in central Iran. . Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. pp.1,4,70 (Persian)
8. Ramezanzadeh, S. (2012) Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) Using ENFA Method in Salook National Park. Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Gilan Province, Iran. pp. 1, 104-106. (Persian)
9. Akbarnejad, F. (2014). Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (A Case study: Golestan National Park). Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Gilan Province. Pp. 1, 50-55. (Persian)
10. Bagherirad, E., Abdulasoul, S., Norhayati, A., Maimon, A., Erfanian, B. (2014). Predicting habitat suitability of the goitered gazelle (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) using presence-only data in Golestan National park, Iran. *International Journal of Biological Sciences and Applications*, 1(4):124-136
11. Akbari, H. Behroozi, B. Hasanzade, B. (2008). Investigation on Habitat Suitability of *Gazella Subgutturosa* in Kalmand-Bahadoran Protected Area in Yazd Province *Jurnal of Environmental studies*. Vol 34. No. 46. Pp113-118 (Persian)

- and pseudo-absence data. J. Appl. Ecol. 41,263-274
22. Baldwin, R.A. (2009). Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. *Entropy*, 11, 854-866
23. Phillips, S.J. (2010). Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Exercise American Museum of natural History, Lessons in Conservation.
24. Dehghani, M. Parvaneh, E. (2009) Protein quality of consuming forage of Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Kalmand-Bahadoran Protected area in Yazd Province. *Iranian Jurnal of Biology*. Vol. 22. No. 4. Pp.594-598 (Persian)
- of sample size on the performance of species distributions models. *Diversity Distrib*, 14, 763-773
19. Sarhangzadeh, J., Yavari, A.R., Hemami, M.R., Jafari, H.R, Shams-Esfandabad, B. (2013). Habitat suitability modeling for wild goat (*Capra aegagrus*) in a mountainous arid aera, central Iran. *Caspian J. Env. Sci*. Vol. 11 No. 1 pp. 41-51
20. Morovati, M. (2014). Habitat suitability evaluation for *Acinonyx jubatus venaticus* Using MaxEnt Method and predicting the future distribution of it in Iran (A case Study: Dare-Anjir Wildlife Refuge, Yazd Province). PhD thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. pp.115-118 (Persian)
21. Engler, R., Guisan, A., Rechsteiner, L. (2004). An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence