

ارزیابی زیستگاه و ظرفیت برد تغذیه‌ای گونه‌های (بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی) در حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک

امیر انصاری*

* استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۰/۰۸)

چکیده

وضعیت پستانداران جهان به دلیل تخریب زیستگاه و شکار بی‌رویه نگران‌کننده است. مراکز تکثیر در اسارت حیات‌وحش نمونه‌ای به عنوان آخرین راهکار برای حفظ گونه‌ها در خارج از زیستگاه‌های اصلی و مناطق حفاظت شده است. حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک با مساحتی برابر ۶۲۴/۶۵ هکتار واقع در دامنه جنوب‌غربی کوه مودر، در شمال‌غربی شهر اراک و شمال منطقه کرهرود قرار دارد. متغیرهای ارزیابی زیستگاه بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو شامل: ارتفاع، شیب، جهت، اقلیم (بارندگی و دما)، فاصله از کاربری‌های انسان‌ساخت، کاربری اراضی، فاصله از جاده‌ها، فاصله از منابع آب (چشمه و آبراهه)، شاخص پوشش گیاهی (NDVI). و از مدل ساز HBM، زیر مدل MCE و روش وزن‌دهی FAHP در نرم‌افزار IDRISI TerrSet 18.31 استفاده شد. ظرفیت برد تغذیه‌ای زیستگاه برای دوره بحرانی ۹۰ روزه با استفاده از رابطه‌ها رلو تعیین شد. نتایج ارزیابی زیستگاه نشان می‌دهد زیستگاه مطلوب برای گوسفند وحشی، آهوی ایرانی و بز وحشی به ترتیب ۴۱/۷۸ درصد (۲۶۱ هکتار)، ۳۷/۱۱ درصد (۲۳۱/۸۴ هکتار) و ۲۳/۶۳ درصد (۱۴۷/۶۲ هکتار) است. ظرفیت برد تغذیه‌ای به ترتیب برای آهوی ایرانی ۱۴ واحد، بز وحشی ۶/۷۴ واحد و گوسفند وحشی ۵/۹ واحد است. به طور کلی ظرفیت برد تغذیه‌ای منطقه برای هر سه گونه ۲۶/۶۴ واحد است. رویکرد حفاظتی برای گوسفند وحشی، آهوی ایرانی و بز وحشی به ترتیب برنامه معرفی مجدد و برنامه معرفی در منطقه حوضه آبخیز دانشگاه اراک توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: ارزیابی زیستگاه، ظرفیت برد تغذیه‌ای، حوضه آبخیز، دانشگاه اراک، مدل‌سازی زیستگاه و تنوع‌زیستی HBM

سرآغاز

متاسفانه در حال حاضر به علت تخریب بی‌سابقه زیستگاه‌ها، شکار مجاز و غیرمجاز حیوانات وحشی جمعیت بسیاری از پستانداران ایران به شدت در معرض تهدید قرار گرفته است. تا اواخر دهه ۱۳۵۰ تعداد زیادی آهو در بیشتر دشت‌های کشور مشاهده می‌شد به علت شکار بی‌رویه و تبدیل زیستگاه‌ها به باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی نسل آن تقریباً در تمامی مناطقی که تحت حفاظت نیستند نابود شده است. تا اوایل دهه ۱۳۶۰ دسته‌های بزرگی از بز وحشی در اکثر مناطق کوهستانی کشور مشاهده می‌شد ولی به علت شکار بی‌رویه در سال‌های اخیر جمعیت آنها در اکثر زیستگاه‌های کشور به شدت روبه کاهش گذاشته و در بعضی نقاط کشور تعداد آنها به صفر رسیده است. در سال‌های اخیر به دلیل اشغال زیستگاه‌ها و آبشخورها شکار بی‌رویه و تخریب مسیر مهاجرت نسل گوسفند وحشی به شدت رو به کاهش نهاده و در بعضی مناطق به کلی نابود شده‌اند (Ziaie, 2008). برای حفظ و حراست از تنوع زیستگاه‌ها و جمعیت‌های حیات‌وحش در شرایط کنونی چاره‌ای جز انتخاب مناسب از مناطق نمونه و معرف از کل طبیعت و بهره‌برداری چند جانبه آموزشی، پژوهشی، حفاظتی، تفرجگاهی و اهمال کنترل و نظارت پیوسته به عنوان یک واحد فعال موثر حفاظتی از آنها وجود ندارد چون یکی از موثرترین روش‌های حفاظت از تنوع‌زیستی حفاظت از زیستگاه‌ها است و حفاظت کافی و موثر از تنوع‌زیستی به احداث شبکه مناطق تحت حفاظت کافی در هر کشور در راستای یک استراتژی جهانی نیازمند است. تا به صورت پناهگاهی وسیع طیف گسترده از حیات گیاهی و جانوری را در خود جای داده و بقای آنها را تضمین نماید (Madjnoonian, 2000). (Ashouri Rad et al, 2018) مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در پارک ملی سرخه حصار تهران نتایج نشان داد فاصله از آبشخورها مهم‌ترین متغیر تاثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه آهو در پارک ملی سرخه حصار است و با افزایش فاصله از آبشخورها، از مطلوبیت زیستگاه به شدت کاسته می‌شود. بیشترین احتمال حضور گونه در جهت شمال و در شیب‌های کمتر از ۲۵ درجه می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد آهو بیش‌تر در مناطقی با تیپ‌های گیاهی شامل درمنه و گون مشاهده می‌شود. در مطالعه (Hoseini et al., 2016)، افزایش فاصله از منابع آبی تاثیر منفی بر مطلوبیت زیستگاه آهو

در منطقه حفاظت شده هفتاد قله استان مرکزی داشته است، با افزایش شیب از مطلوبیت زیستگاه کاسته شده و آهو مناطقی با شیب کم را ترجیح داده است. فرهادی نیا و همکاران سال ۲۰۰۹ به بررسی ترجیحات و نیازهای زیستگاهی آهوی ایرانی در پناهگاه حیات‌وحش میاندشت با استفاده از روش نمایه مطلوبیت زیستگاه جاکوب پرداختند زیستگاه حیاتی و مهم آهوان در مناطق با تپه ماهور و نزدیک دشت‌های مسطح برای تغذیه است و تپه ماهورهای اطراف نیز برای فرار از دست شکارچیان انتخاب می‌شود بر اساس نتایج آهوان در فصول تابستان و اوایل زمستان به زمین‌های کشاورزی اطراف پناهگاه جذب می‌شوند و در دشت‌های تاماریکس ازراف مزارع رودیده شدن آنها افزایش می‌یابد (Farhadinia et al., 2009). بز وحشی (Capra aegagrus) در اکثر مناطق کوهستانی حفاظت شده ایران دیده می‌شود و وابستگی شدیدی به صخره‌ها و مناطق پر شیب دارد. به دلیل عواملی از جمله شکار غیر مجاز تخریب زیستگاه و چرای بیش از حد دام‌های اهلی پراکنش این گونه به مناطق حفاظت شده محدود شده است. سه گونه بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در طبقه آسیب پذیر (VU) فهرست سرخ IUCN قرار دارند (Weinberg et al., 2008). (Hoseini et al., 2017)، ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (Capra aegagrus) در استان گلستان نتایج تحلیل مگسنت و فراکافت جکنایف سه عامل شیب، ارتفاع و پوشش گیاهی را به عنوان مهم‌ترین فاکتورها و جهت را کم اهمیت‌ترین فاکتور در مطلوبیت زیستگاه برای پازن معرفی می‌کنند. نقشه مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد زیستگاه مطلوب کل و بز در ارتفاعات ۱۷۰۰ تا ۳۰۰۰ متر و شیب‌های بالاتر از ۵۰ درصد می‌باشد. با افزایش شیب و ارتفاع مطلوبیت برای زیستگاه آنها بیشتر می‌شود. (Bagheri et al., 2017) مکانیابی بهینه قرق‌های اختصاصی برای تکمیل شبکه حفاظتی استان یزد با استفاده از روش AHP و پارامترهای طبیعی و انسانی انجام دادند پراثرترین پارامترهای طبیعی با ضریب ۰/۶۶۷ بیشترین اهمیت و معیار منابع آبی با ضریب ۰/۱۷۸ بیشترین اهمیت بین زیر معیارها دارد. و زیر معیار قرق با ضریب ۰/۴ بیشترین اهمیت در بین معیارهای انسانی را دارد (Bagheri et al., 2017). بنابراین با توجه به موقعیت حوضه آبخیز دانشگاه اراک در مجاورت شهر اراک و پتانسیل‌های تنوع‌زیستی منطقه و توسعه‌های روز افزون شهر

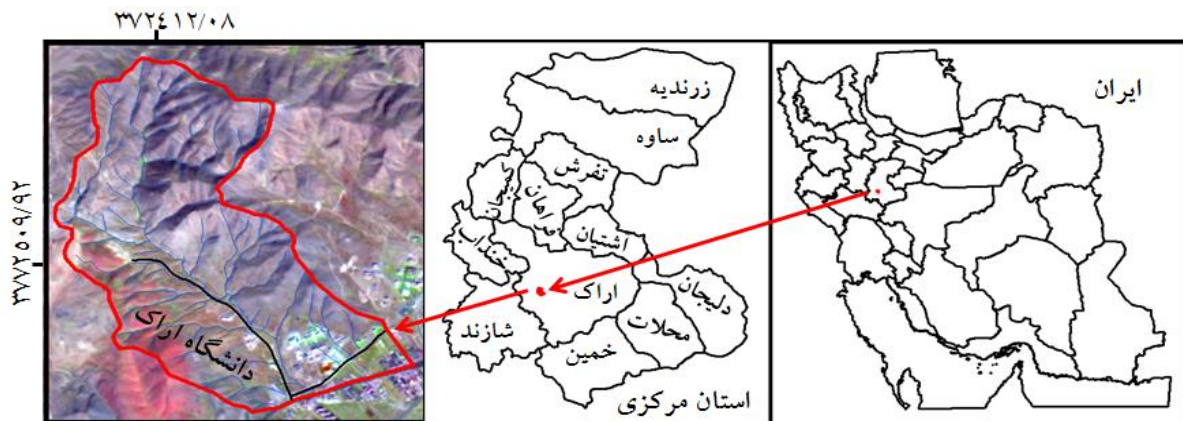
منطقه ۶۲۴/۶۲ هکتار، اقلیم منطقه نیمه خشک، بلندترین ارتفاع منطقه قله کوه مودر به ارتفاع ۲۴۴۱ متر و تیپ غالب پوشش گیاهی منطقه گون است. مهمترین حیات‌وحش منطقه شامل گراز، خرگوش، کبک، تیهو، روباه، گرگ و دلیجه است. در منطقه ۳ چشمه دائمی وجود دارد، این منطقه به عنوان تفرجگاه کوهنوردان شهر اراک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ارتفاع ۲۱۵۰ متری کمپ و پناهگاهی برای کوهنوردان احداث شده است. در ارتفاع ۱۹۲۰ متری ۲ بند توری سنگی بر روی آبراهه‌های اصلی منطقه توسط اداره منابع طبیعی اراک ایجاد شده است. زیرحوضه دانشگاه اراک از سرشاخه‌های حوزه آبریز تالاب میقان است. این حوزه در لکه کوهستانی قرار گرفته است که به وسیله جاده‌های اصلی از شمال توسط کمربندی جدید اراک - شازند، از جنوب توسط جاده قدیم اراک - شازند، از شرق توسط جاده اراک - مرزبجران، زمین‌های کشاورزی، شهر اراک و روستاها محصور شده است. ارتباط این لکه با رشته کوه‌های اطراف به ویژه کوه‌های ساقی، رباط، شمس آباد و هزاوه به وسیله کمربندی جدید اراک - شازند قطع شده است (Ansari, 2018). موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک در شکل (۱) ارایه شده است.

اراک به سمت این منطقه انجام این تحقیق ضروری است. فرضیه مهم این تحقیق تحت عنوان حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک دارای زیستگاه مطلوب و ظرفیت برد تغذیه‌ای مناسبی برای گونه‌های (بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی) است. نتایج کاربردی این تحقیق میزان مطلوبیت زیستگاه و ظرفیت برد تغذیه‌ای برای گونه‌های (بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی) است. هدف این ارزیابی زیستگاه و ظرفیت برد تغذیه‌ای گونه‌های (بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی) در حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک واقع در دامنه جنوب‌غربی کوه آجری مودر، در شمال‌غربی شهر اراک و شمال کرهرود است. مختصات جغرافیایی منطقه ($34^{\circ} 06' 10''$ شمالی و $32^{\circ} 44' 38''$ شرقی) و ($34^{\circ} 04' 26''$ شمالی و $30^{\circ} 36' 10''$ شرقی) است. مساحت این حوضه ۶۲۴/۶۵ هکتار است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۳۲۷/۸ میلی‌متر، میانگین حداکثر دما ۱۸/۳ و میانگین دمای حداقل ۱/۶ درجه سانتیگراد است. مساحت



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز پردیس دانشگاه اراک

انسان‌ساخت (مسکونی، صنعتی، تجاری، دانشگاه، خوابگاه، کشاورزی، پناهگاه کوهنوردی)، کاربری اراضی، فاصله از جاده‌ها، فاصله از منابع آب (چشمه و آبراهه)، تراکم پوشش گیاهی (NDVI) (Abkar et al., 2006) است^(۱). برای تهیه نقشه اقلیم از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی کرهرود و اراک و اطلاعات سایت WorldClim استفاده شد (www.worldclim.org). با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

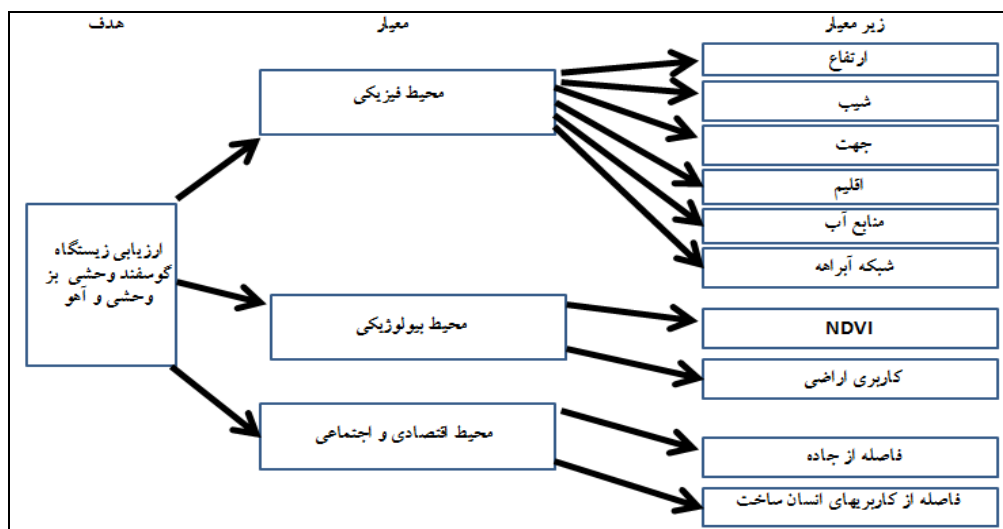
روش تحقیق

ارزیابی زیستگاه منطقه

به منظور ارزیابی زیستگاه ابتدا با توجه به مرور منابع و مطالعه‌های انجام شده در رابطه با زیستگاه بز وحشی گوسفند وحشی و آهو، متغیرهای زیستگاهی منطقه تعیین شدند. مهمترین متغیرهای شناسایی شده برای هر سه گونه شامل: ارتفاع، شیب، جهت، اقلیم (بارندگی و دما)، فاصله از کاربری‌های

می‌گردد. محدودیت‌های زیستگاهی در نظر گرفته شده شامل متغیرهای کاربری اراضی، شیب و ارتفاع است به طوری که با افزایش درصد شیب زیستگاه برای بز وحشی مناسب‌تر می‌شود. در شیب بالای ۴۰ درصد زیستگاه برای گوسفند وحشی مناسب نیست. در شیب بالای ۲۰ درصد و ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر زیستگاه برای آهوی ایرانی مناسب نیست و در کاربری‌های انسان ساخت مطلوبیت زیستگاه به صفر می‌رسد. در تابستان جهت دامنه‌های شرقی‌تر نزدیک منابع آبی و در زمستان جهت دامنه‌های جنوبی‌تر دارای پوشش گیاهی زیستگاه مناسب‌تری برای حیات‌وحش می‌باشند. متغیرهای ارتفاع، شیب و کاربری اراضی به عنوان لایه محدودیت زیستگاه برای ارزیابی زیستگاه گونه‌ها در نظر گرفته شد (جدول‌های ۱ و ۲). در نهایت با روش ترکیب خطی وزنی WLC^(۶) زیستگاه‌های مناسب برای هر سه گونه تعیین شدند. در نهایت نقشه‌های طبقات مناسب و نامناسب زیستگاه‌ها برای هر سه گونه تهیه شد.

لندست ۲۰۱۸ و گوگل ارث و عکس هوایی و نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ منطقه در نرم‌افزارهای ArcGis10.3 و آدریسی Terset نقشه‌های منطقه استخراج و طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی تصویر با روش نظارت شده انجام گرفت. با استفاده از ابزار PCA^(۷) ماتریس همبستگی متغیرها با یکدیگر بررسی شدند (Safyanyan, 2014). به منظور تعیین مکان‌های زیستگاهی مناسب برای سه گونه در منطقه از مدل‌ساز HBM^(۸) در نرم‌افزار IDRISI TerrSet 18.31 متغیرها به زیر مدل MCE^(۹) وارد شدند (Ronald Eastman, 2015). برای هر یک از متغیرها از طریق ۳۰ پرسشنامه و روش FAHP^(۱۰) در نرم‌افزار Expert Choice وزن‌دهی شدند (Bagheri et al., 2017) در شکل (۲) مدل هدف معیار و زیر معیار در FAHP ارائه شده است. طبقات متغیرها بین صفر و یک با استفاده از مرور منابع فازی شدند به طوری که با نزدیکی به منابع آبی، با افزایش فاصله از کاربری‌های انسان‌ساخت زیستگاه مناسب‌تر



شکل (۲): مدل هدف معیار و زیرمعیار در FAHP

جدول (۱): طبقات متغیرهای زیستگاهی گوسفند وحشی، بز وحشی و آهو ایرانی منطقه حوضه‌آبخیز دانشگاه اراک

متغیر	طبقه					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
شیب	۰-۸	۸-۱۶	۱۶-۲۴	۲۴-۳۲	۳۲-۴۰	>۴۰
ارتفاع	۱۹۵۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۲۱۲۰	۲۱۲۰-۲۳۰۰	>۲۳۰۰		
جهت	شمال شرق	جنوب	جنوب غربی	شمال غرب	شمال	
طبقات اقلیم	نیم خشک سرد	نیم مرطوب سرد	اقلیم ارتفاعات			
تراکم پوشش گیاهی	۲۵-۰	۲۵-۵۰	۵۰-۷۵	۷۵-۱۰۰		
فاصله از منابع آب (متر)	۰-۳۸۰	۳۸۰-۷۶۰	۷۶۰-۱۱۴۰	۱۱۴۰-۱۵۲۰	>۱۵۲۰	
فاصله از کاربری‌های انسان ساخت (متر)	۰-۳۸۰	۳۸۰-۷۶۰	۷۶۰-۱۱۴۰	۱۱۴۰-۱۵۲۰	>۱۵۲۰	

جدول (۲): متغیرها و مدل‌های اکولوژیکی زیستگاه گوسفند وحشی، بز وحشی و آهو ایرانی منطقه حوضه آبخیز دانشگاه اراک

فاصله از کاربری‌های انسان ساخت (متر)	فاصله از منابع آب	تراکم پوشش گیاهی	طبقات اقلیم	ارتفاع	جهت	شیب	توان طبقه	متغیر / مدل
۵	۱	۳	۲	۴	۵	۵	۱	گوسفند وحشی
۴	۲	۲	۲	۳	۱	۴	۲	
۳	۳	۱	۱	۲	۴	۳	۳	
۵	۱	۳	۲	۴	۵	۶	۱	بز وحشی
۴	۲	۲	۲	۳	۱	۵	۲	
۳	۳	۱	۱	۲	۴	۴	۳	
۵	۱	۳	۱	۱	۵	۱	۱	آهو
۴	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۲	
۳	۳	۱	۲	۳	۴	۳	۳	

تعیین ظرفیت برد تغذیه‌ای منطقه

با توجه به بازدید کارشناسان اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان مرکزی از منطقه و اطلاعات موجود در طرح‌های مرتعداری و گزارش‌های اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان مرکزی و نقشه NDVI و گونه‌های گیاهی شناسایی شده از لحاظ درجه خوشخوراکی در منطقه، بنابراین میزان علوفه قابل برداشت برابر ۶۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار در سال به ترتیب در مراتع بیلاقی و مراتع میان بند منطقه برآورد شد (Department of Natural Resources and Watershed, Arak city, 2018). نیاز علوفه بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو به ترتیب ۳/۴۲۵، ۳/۲ و ۱/۳۸ کیلوگرم در روز است (Kazemi et al., 2015). میانگین حداقل دما در ماه‌های آذر، دی و بهمن و ارتفاع برف در دامنه‌های شمالی در دوره بحرانی برای منطقه ۹۰ روزه در نظر گرفته شده است (Arak city Meteorological, 2018). با استفاده از رابطه‌ها رلو ۱۹۸۴ ظرفیت برد تغذیه‌ای زیستگاه‌ها برای سه گونه تعیین شد (Harlow, 1984).

$$K = \frac{A}{B \times \text{طول فصل}}$$

رابطه (۱)

در این رابطه ظرفیت برد تغذیه‌ای K ، علوفه قابل دسترس به کیلوگرم A ، نیاز روزانه گونه B و طول فصل بحرانی: تعداد روزهای مورد استفاده گونه است.

یافته‌ها

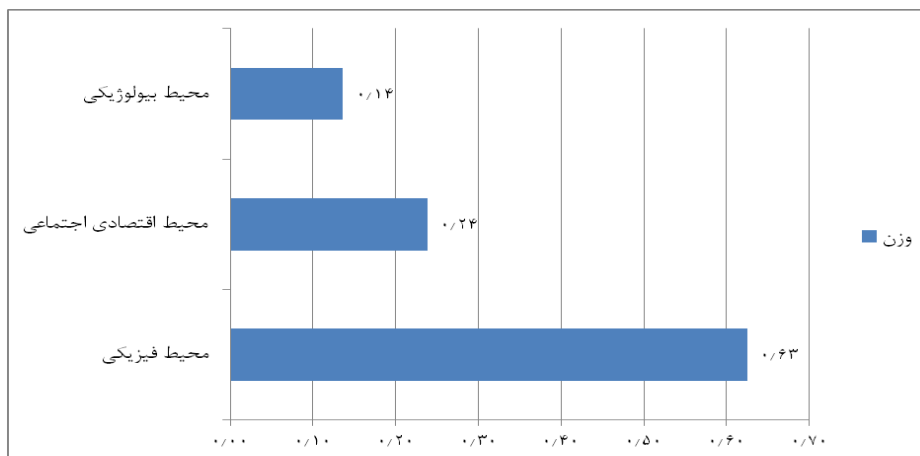
وزن دهی متغیرهای زیستگاهی

نتایج ارزیابی معیارها با روش FAHP نشان می‌دهد بیشترین وزن معیارها به ترتیب مربوط به معیار محیط فیزیکی با وزن ۰/۶۲۵، معیار اقتصادی-اجتماعی با وزن ۰/۲۳۸ و معیار محیط بیولوژیکی با وزن ۰/۱۳۶ است که معیار محیط فیزیکی از وزن بالاتری برخوردار است. در شکل (۳) وزن معیارهای با روش FAHP ارائه شده است.

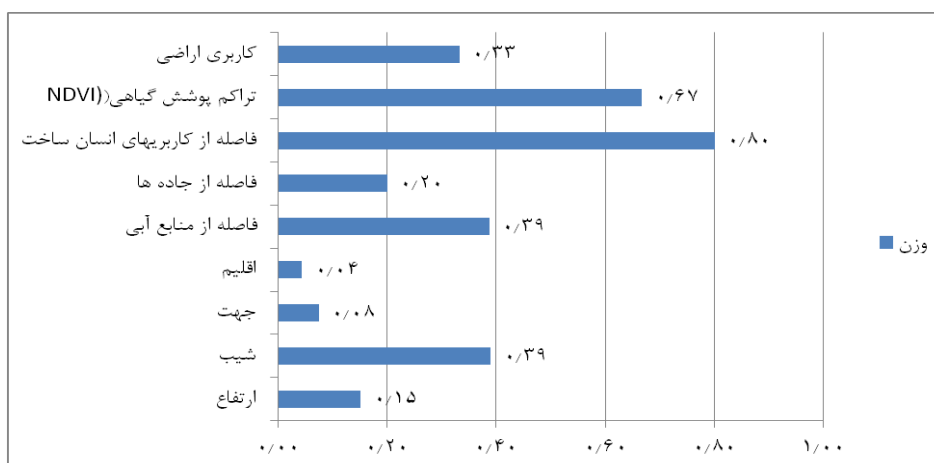
نتایج متغیرها نشان می‌دهد بیشترین وزن متغیرها به ترتیب مربوط به متغیر فاصله از کاربری‌های انسان ساخت با وزن ۰/۸، متغیر تراکم پوشش گیاهی NDVI با وزن ۰/۶۶۷، متغیر شیب با وزن ۰/۳۹، فاصله از منابع آبی با وزن ۰/۳۸۸ و متغیر کاربری اراضی با وزن ۰/۳۳۳ از مهمترین متغیرهای تاثیرگذار بر تعیین زیستگاه‌های مناسب برای هر سه گونه است. شکل (۴) وزن زیر معیارها با روش FAHP را ارائه می‌دهد.

همبستگی بین متغیرها با روش PCA

نتایج PCA متغیرها نشان می‌دهد بیشترین همبستگی به ترتیب بین متغیر ارتفاع با متغیر اقلیم معادل ۰/۹۵۹، متغیر فاصله از کاربری انسان ساخت با متغیر کاربری اراضی معادل ۰/۸۱۲، متغیر فاصله از جاده‌ها با متغیر ارتفاع معادل ۰/۹۲۶، متغیر فاصله از منابع آب با متغیر کاربری اراضی معادل



شکل (۳): نمودار وزن معیارهای با روش FAHP



شکل (۴): نمودار وزن زیر معیارها با روش FAHP

۰/۸۰۸، متغیر تراکم پوشش گیاهی با کاربری اراضی معادل ۰/۸۴۷ است. جدول (۳) متغیر جهت با متغیر کاربری معادل ۰/۸۵۰ و متغیر ماتریس همبستگی بین متغیرها با روش PCA را ارائه می‌دهد.

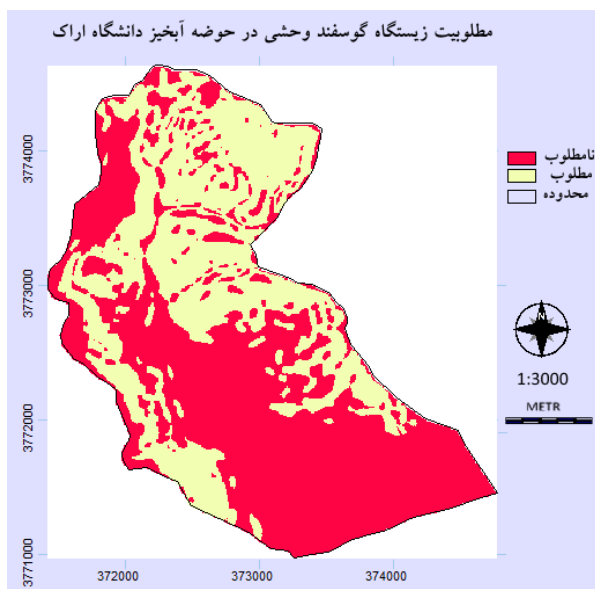
جدول (۳): ماتریس همبستگی بین متغیرها با روش PCA

شیب	کاربری اراضی	اقلیم	جهت	NDVI	فاصله از منابع آبی	فاصله از جاده‌ها	فاصله از مناطق مسکونی	ارتفاع	ماتریس همبستگی متغیرها
۰/۸۴۷	۰/۸۶۳	۰/۸۰۳	۰/۷۷۵	۰/۶۸۷	۰/۶۸۲	۰/۹۲۶	۰/۷۸۴	۱	ارتفاع
۰/۷۷۷	۰/۸۱۲	۰/۷۵۵	۰/۷۴۸	۰/۷۴۱	۰/۶۱۶	۰/۷۰۵	۱	۰/۷۸۴	فاصله از مناطق مسکونی
۰/۷۶۹	۰/۷۸۱	۰/۸۹۲	۰/۷۷۲	۰/۶۴۹	۰/۶۸۸	۱	۰/۷۰۵	۰/۹۲۶	فاصله از جاده‌ها
۰/۶۲۳	۰/۸۰۸	۰/۷۷۳	۰/۷۳۲	۰/۷۴۴	۱	۰/۶۸۸	۰/۶۱۶۶	۰/۶۸۷	فاصله از منابع آبی
۰/۷۲۵	۰/۹۰۶	۰/۸۲۱	۰/۷۱۵	۱	۰/۷۴۴	۰/۷۸۴	۰/۷۴۱	۰/۷۷۵	NDVI
۰/۷۵۲	۰/۸۵۰	۰/۸۳۰	۱	۰/۷۱۵	۰/۷۳۲	۰/۷۲۹	۰/۷۴۸	۰/۸۰۳	جهت
۰/۸۴۶	۰/۸۹۳	۱	۰/۸۳۰	۰/۸۲۱	۰/۷۷۳	۰/۷۵۳	۰/۷۵۵	۰/۹۵۹	اقلیم
۰/۸۱۹	۱	۰/۸۹۳	۰/۸۵۰	۰/۹۰۶	۰/۸۰۸	۰/۸۳۶	۰/۸۱۲	۰/۸۶۳	کاربری اراضی
۱	۰/۸۱۹	۰/۸۴۶	۰/۷۵۲	۰/۷۲۵	۰/۶۲۳	۰/۶۴۷	۰/۷۷۷	۰/۸۴۷	شیب

است. میزان مساحت و درصد طبقات زیستگاه مطلوب و نامطلوب گوسفند وحشی در جدول (۵) و شکل (۶) ارائه شده است.

جدول (۵): طبقات، مساحت و درصد زیستگاه مطلوب و نامطلوب گوسفند وحشی

طبقه	نوع زیستگاه	مساحت	درصد
۱	نامطلوب	۳۶۳/۶۵	۵۸/۲۲
۲	مطلوب	۲۶۱	۴۱/۷۸
جمع		۶۲۴/۶۵	۱۰۰



شکل (۶): نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی حوضه آبخیز دانشگاه اراک

ارزیابی زیستگاه آهوی ایرانی

نتایج ارزیابی زیستگاه آهوی ایرانی نشان می‌دهد ۲۳۱/۸۴ هکتار معادل ۳۷/۱۱ درصد منطقه زیستگاه مطلوب برای آهوی ایرانی است. میزان مساحت و درصد طبقات زیستگاه مطلوب و نامطلوب آهوی ایرانی در جدول (۶) و شکل (۷) ارائه شده است.

جدول (۶): طبقه، مساحت و درصد زیستگاه مطلوب و نامطلوب آهوی ایرانی

طبقه	نوع زیستگاه	مساحت	درصد
۱	نامطلوب	۳۹۲/۸۱	۶۲/۸۹
۲	مطلوب	۲۳۱/۸۴	۳۷/۱۱
جمع		۶۲۴/۶۵	۱۰۰

ویژگی‌های متغیرهای زیستگاهی منطقه

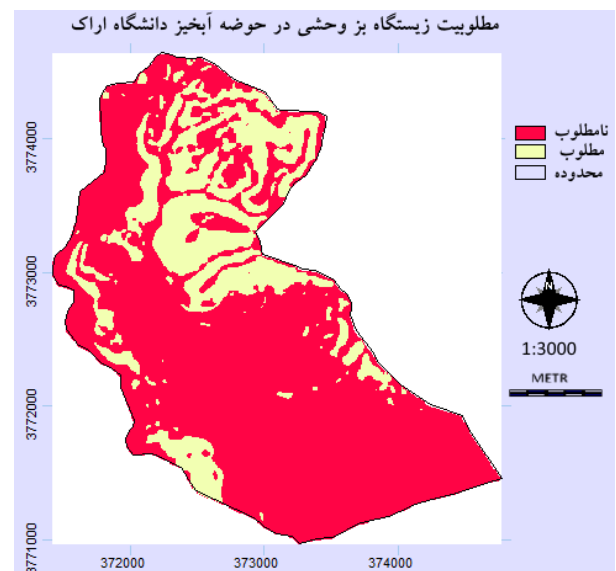
برای ارزیابی زیستگاه بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو، متغیرهای زیستگاهی شامل: ارتفاع، شیب، جهت، اقلیم (بارندگی و دما)، فاصله از کاربری‌های انسان‌ساخت، کاربری اراضی، فاصله از جاده‌ها، فاصله از منابع آب (چشمه و آبراهه)، شاخص پوشش گیاهی (NDVI) اندازه‌گیری شدند. با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه و نقاط ارتفاعات نقشه TIN و DEM منطقه تعیین شد.

ارزیابی زیستگاه بز وحشی

نتایج ارزیابی زیستگاه بز وحشی نشان می‌دهد ۱۴۷/۶۲ هکتار معادل ۲۳/۶۳ درصد منطقه زیستگاه مطلوب برای بز وحشی است. میزان مساحت و درصد طبقات زیستگاه مطلوب و نامطلوب بز وحشی در جدول (۴) و شکل (۵) ارائه شده است.

جدول (۴): طبقه و مساحت و درصد زیستگاه مطلوب و نامطلوب بز وحشی

طبقه	نوع زیستگاه	مساحت	درصد
۱	نامطلوب	۴۷۷/۰۳	۷۶/۳۷
۲	مطلوب	۱۴۷/۶۲	۲۳/۶۳
جمع		۶۲۴/۶۵	۱۰۰



شکل (۵): نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه بز وحشی حوضه آبخیز دانشگاه اراک

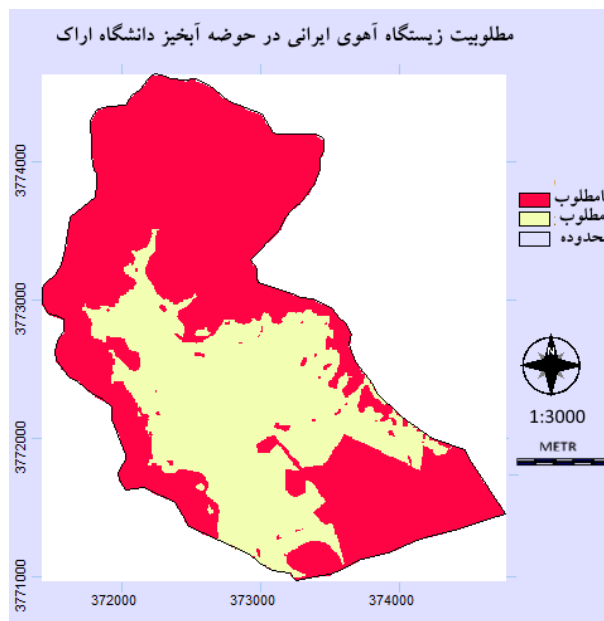
ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی

نتایج ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی نشان می‌دهد ۲۶۱ هکتار معادل ۴۱/۷۸ درصد منطقه زیستگاه مطلوب برای گوسفند وحشی

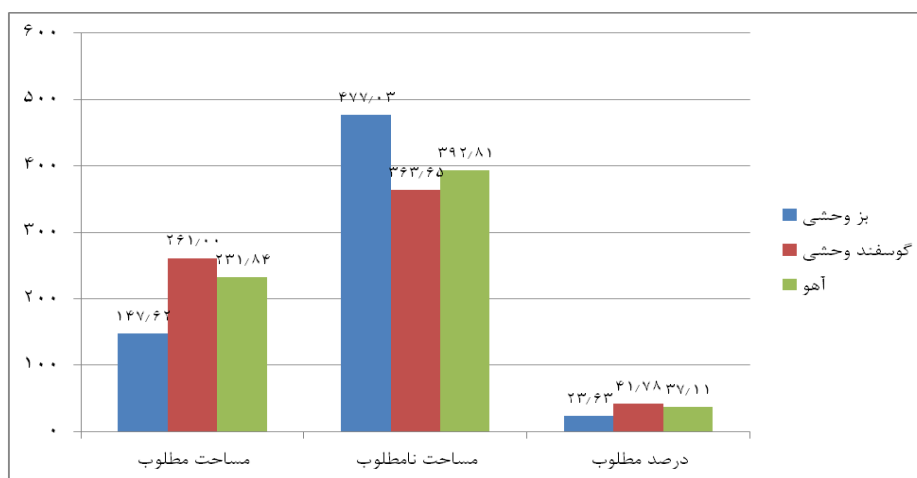
شکل (۸) درصد و مساحت زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب گونه‌های بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در منطقه حوضه آبخیز دانشگاه اراک را نشان می‌دهد.

تعیین ظرفیت برد تغذیه‌ای گونه‌ها در منطقه

نتایج تعیین ظرفیت برد تغذیه‌ای زیستگاه‌های بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در منطقه حوضه آبخیز دانشگاه اراک در دوره بحرانی ۹۰ روزه نشان می‌دهد که بیشترین ظرفیت برد منطقه به ترتیب متعلق به آهوی ایرانی معادل ۱۴ واحد، گوسفند وحشی معادل ۵/۹ واحد و بز وحشی معادل ۶/۷۴ واحد است. که در مجموع ظرفیت برد منطقه برای هر سه گونه معادل ۲۶/۶۴ واحد است. که در جدول (۷) و شکل (۹) ارایه شده است.



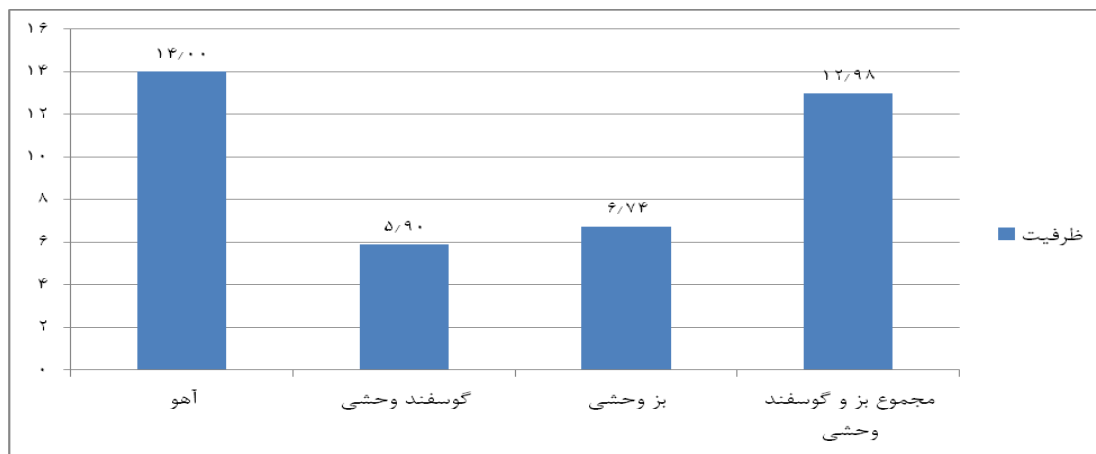
شکل (۷): نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی حوضه آبخیز دانشگاه اراک



شکل (۸): درصد و مساحت زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب گونه‌های بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در حوضه آبخیز دانشگاه اراک

جدول (۷): ظرفیت برد تغذیه‌ای زیستگاه حوضه آبخیز دانشگاه اراک در دوره بحرانی ۹۰ روزه

ظرفیت برد	متوسط تولید قابل برداشت علوفه (کیلوگرم در هکتار)	مساحت زیستگاه (هکتار)	نیاز روزانه (کیلوگرم)	گونه
۱۴	۱۷۳۸/۸	۲۳۱/۸۴	۱/۳۸	آهو
۱۳/۵۹	۳۹۱۵	۲۶۱	۳/۲	گوسفند وحشی در زیستگاه مشترک با بز وحشی
۵/۹	۱۷۰۰/۷	۱۱۳/۳۸	۳/۲	گوسفند وحشی در زیستگاه مجزا از بز وحشی
۶/۷۴	۲۲۱۴/۳	۱۴۷/۶۲	۳/۶۵	بز وحشی
۱۲/۹۸	۴۰۰۱/۲۵	۲۶۶/۷۵	۳/۴۲۵	مجموع بز و گوسفند



شکل (۹): نمودار ظرفیت برد تغذیه‌ای زیستگاه حوضه آبخیز دانشگاه اراک در دوره بحرانی ۹۰ روزه

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در منطقه حوضه آبخیز دانشگاه اراک به وسعت ۶۲۵ هکتار در بخشی از شهرستان اراک استان مرکزی قرار دارد. این منطقه از اکوسیستم‌های حاشیه شهری محسوب می‌شود. اختلاف ارتفاع منطقه ۴۹۱ متر است. میانگین ارتفاع منطقه ۲۱۹۵/۵ متر است. بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه ارتفاعی منطقه برای بز وحشی و گوسفند وحشی طبقه بیش از ۲۳۰۰ متر و برای آهوی ایرانی طبقه ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ متر است (Hoseini et al., 2017). بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه جهت منطقه برای بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در زمستان طبقه جنوب و جنوب‌غربی و در تابستان طبقه شمال و شمال‌غربی است. بنابراین این منطقه به عنوان زیستگاه زمستانه حیات‌وحش مناسب‌تر است (Mashadi Ahmadi et al., 2015). بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه شیب منطقه برای بز وحشی طبقه بیش از ۴۰ درصد، گوسفند وحشی طبقه ۳۲ تا ۴۰ درصد و برای آهوی ایرانی طبقه ۰ تا ۸ درصد است (Safyanyan, 2014). بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه اقلیم منطقه برای بز وحشی و گوسفند وحشی طبقه نیمه خشک سرد کوهستانی و برای آهوی ایرانی طبقه نیمه مرطوب سرد است و مهمترین گونه‌های گیاهی خوشخوراک برای بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی شامل گون، علف گندمی، جوپیازدار، چاودار، کنگر و شور است (Ramyaz et al., 2017). بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه فاصله از مناطق انسان‌ساخت منطقه برای بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی بیش از ۱۵۲۰ متر است. بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه فاصله از جاده‌ها منطقه برای بز وحشی، گوسفند

وحشی و آهو طبقه بیش از ۲۲۴۰ متر است. بنابراین، فاصله از جاده‌ها و مناطق انسان‌ساخت منطقه نسبت به سایر زیستگاه‌های این گونه‌ها کم است، که سبب استرس زیاد برای حیات‌وحش و تهدیدی جدی برای منطقه تلقی می‌شود (Ansari et al., 2014). بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه کاربری اراضی منطقه برای بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو طبقه کاربری مرتع است (Shams Esfandabad, 2010). بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه فاصله از چشمه‌های منطقه برای بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو طبقه ۰ تا ۳۸۰ است. به دلیل وجود آب و گیاهان علفی ارزش زیستگاهی مناسبی دارد. بالاترین ارزش زیستگاهی طبقه NDVI منطقه برای بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو طبقه ۵۰ تا ۷۵ درصد است. به دلیل وجود گیاهان علفی ارزش زیستگاهی مناسبی دارد (Farhadinia et al., 2009). نتایج ارزیابی معیارها با روش FAHP نشان می‌دهد بیشترین وزن معیارها به ترتیب مربوط به معیار محیط فیزیکی، معیار محیط اقتصادی-اجتماعی و معیار محیط بیولوژیکی می‌باشند که معیار محیط فیزیکی از وزن بالاتری برخوردار است. نتایج متغیرها نشان می‌دهد بیشترین وزن متغیرها به ترتیب مربوط به متغیر فاصله از کاربری‌های انسان‌ساخت، متغیر تراکم پوشش گیاهی NDVI، متغیر شیب، فاصله از منابع آبی و متغیر کاربری اراضی از مهمترین متغیرهای تاثیرگذار بر تعیین زیستگاه‌های مناسب برای هر سه گونه است. که تطبیق با مطالعه باقری و همکاری نشان می‌دهد پر اثرترین پارامترهای طبیعی با ضریب ۰/۶۶۷ بیشترین اهمیت و معیار منابع آبی با ضریب ۰/۱۷۸ بیشترین اهمیت بین زیر معیارها دارد. و زیر معیار قرق با ضریب

- اراک تعیین می‌گردد. در این راستا برنامه‌های پیشنهادی عبارتند از:
۱. تدوین برنامه معرفی مجدد (Reintroduction) برای گونه گوسفند وحشی در منطقه
 ۲. تدوین برنامه معرفی (Introduction) برای گونه‌های بز وحشی و آهوی ایرانی در منطقه حوضه‌آبخیز دانشگاه اراک
 ۳. مطالعه نحوه بهره‌برداری و فعالیت تکثیر در اسارت سه گونه بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی
 ۴. تحقیق در رابطه با جمعیت شناختی و تنوع ژنتیکی گونه‌های بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در وضعیت تکثیر در اسارت
 ۵. تهیه طرح احیاء پوشش گیاهی سازگار منطقه و طرح مرتعداری منطقه

تقدیر و تشکر

از کلیه اساتید و کارکنان دانشگاه اراک که در این پژوهش همکاری داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

یادداشت‌ها

1. Normalized Difference Vegetation Index
2. Principal Component Analysis
3. Habitat Biodiversity Modeler
4. Multi-Criteria Evaluation
5. Fuzzy Analytical Hierarchy Process
6. Weighted Linear Combination

۰/۴ بیشترین اهمیت در بین معیارهای انسانی را دارد (Bagheri et al., 2017). نتایج PCA متغیرها نشان می‌دهد بیشترین همبستگی به ترتیب بین متغیر ارتفاع با متغیر اقلیم و متغیر فاصله از کاربری انسان ساخت با متغیر کاربری اراضی و متغیر فاصله از جاده‌ها با متغیر ارتفاع، متغیر فاصله از منابع آب با متغیر کاربری اراضی، متغیر تراکم پوشش گیاهی با کاربری اراضی، متغیر جهت با متغیر کاربری و متغیر درصد شیب با متغیر ارتفاع است (Safyanyan, 2014). با مقایسه مساحت و درصد زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب برای هر ۳ گونه مشخص شد. به ترتیب بیشترین زیستگاه مطلوب برای گوسفند وحشی با مساحت ۲۶۱ هکتار معادل ۴۱/۷۸ درصد، برای آهوی ایرانی با مساحت ۲۳۱/۸۴ هکتار معادل ۳۷/۱۱ درصد و برای بز وحشی با مساحت ۱۴۷/۶۲ هکتار معادل ۲۳/۶۳ درصد در منطقه حوضه‌آبخیز دانشگاه اراک وجود دارد. نتایج تعیین ظرفیت تغذیه‌ای زیستگاه‌های بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی در منطقه حوضه‌آبخیز دانشگاه اراک در دوره بحرانی ۹۰ روزه نشان می‌دهد که بیشترین ظرفیت برد منطقه به ترتیب متعلق به آهوی ایرانی، گوسفند وحشی و بز وحشی است. در مجموع ظرفیت برد منطقه برای هر سه گونه معادل ۲۶/۶۴ واحد است (Kazemi et al., 2015). بر این اساس فرضیه این تحقیق تحت عنوان حوضه‌آبخیز پردیس دانشگاه اراک دارای زیستگاه مطلوب و ظرفیت برد تغذیه‌ای مناسبی برای گونه‌های (بز وحشی، گوسفند وحشی و آهوی ایرانی) تایید می‌شود. بنابراین رویکرد حفاظتی برای گونه گوسفند وحشی برنامه معرفی مجدد (Reintroduction) و برای گونه‌های بز وحشی و آهوی ایرانی برنامه معرفی (Introduction) در منطقه حوضه‌آبخیز دانشگاه

فهرست منابع

- Abkar, A.A.; Mesgar, M.S. & Mirghasemi, A. 2006. General Regulations and Procedure for LandSat ETM+ Digital Image Processing For Land Cover/ Land Use Map Production. Management and Planning Organization and Ministry of Jihad-e-Agriculture, 356p (In Persian)
- Ansari, A. 2018. Evaluation of wildlife habitat for in captive breeding of species (wild goats, wild sheep and iranian gazella) in the Watershed of Arak University. The final report of the research project, Assistance of Research and technology Arak University, 95p (In Persian)
- Ansari, A.; Karami, M.; Rezai, H.R. & Riazi, B. 2014. Developmental impacts on wild goat's (Capra aegagrus) ecosystem in Markazi province and its solutions. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 5 (1):145-149 (In Persian)

- Arak city Meteorological. 2018. Meteorological report of Arak city. Markazi Province Meteorological Organization, <http://markazimet.ir/> (In Persian)
- Ashouri Rad, A.; Rahimi, R. & Shams Esfandabad, B. 2018. Modeling habitat suitability for Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Sorkheh Hesar national park. *Journal of Environmental Science and Technology*, 19 (4):193-207 (In Persian)
- Bagheri, F.; Irannejad, M.H. & Akbari, H. 2017. Location of wildlife sanctuaries to complete the protection network of Yazd Province. Master Thesis of Yazd University (In Persian)
- Department of Natural Resources and Watershed Arak city. 2018. Rangelands Report of Arak city. Department of Natural Resources and Watershed Central Province, <http://markazi.frw.org.ir/> (In Persian)
- Farhadinia, M.S.; Shams Esfandabad, B.; Karami, M.; Hosseini-Zavarei, F.; Absalan, H. & Nezami, B. 2009. Goitered Gazelle *Gazella subgutturosa* Guldenstaedt, 1780: its habitat preference and conservation needs in Miandasht Wildlife Refuge, northeastern Iran. *Zoology in the Middle East*, 46: 9-18.
- Farrashi, A.; Kaboli, M. & Momeni, I. 2011. Habitat suitability modeling of *Capra aegagrus* in kola Ghazi National park. *Journal of Natural Environment*. 63 (1): 63-73 (In Persian)
- Harlow, R.F. 1984. Habitat evaluation. Pages 60-1628 in L. K. Halls, ed. *Whitetailed deer: ecology and management*. Wildlife Management Institute, Washington, D.C. 870pp.
- Hoseini, S.M.; Riazi, B.; Shams Esfand Abad, B. & Naderi, M. 2017. Habitat desirability Evaluation of *Capra aegagrus* in Golestan . *Journal of Animal Environmental*, 9 (2):9-16 (In Persian)
- Hosseini, G.; Shams sfandabab, B. & Alizadeh shabani, A. 2016. Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Haftad Qolleh Protected Area, Markazi province in central Iran. *Journal of Natural environment*, 69 (4): 965-979 (In Persian)
- Kazemi Jahandizi, 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. *Journal of Environmental Science and Technology*, 17 (1): 135-143 (In Persian)
- Majdnoonian, H. 2000. Protected areas of Iran (principles and measures for the protection of parks and areas), Tehran Department of Environment Publications, 742 (In Persian)
- Mashadi Ahmadi, A.A.; Shams Esfandabad, B. & Goshtaseb Meigoni, H. 2015. Modeling of corridors routes of the Central Alborz Wild Sheep Using Lowest Cost route Analysis in Tehran Province (*O.o.arkali* & *O.o.vigneii*). *Journal of Environmental Science and Engineering*, 1 (3): 41-58 (in Persian)
- Ramyaz, M.; Nadery, S.; Karami, P. & Behnam, G. 2017. Autumn and Winter Habitat Suitability Modeling of Wild Sheep (*Ovis Orientalis*) in Parvar Protected Area using MaxEnt method. *Journal of Animal Environmental*, 9 (2):17-24 (In Persian)
- Ronald Eastman, J. 2015. TerrSet Tutorial, Production of Clark University, www.clarklabs.org
- Safyanyan, A. 2014. Land use planing and Strategic Development Document of Isfahan Province (Land Environmental Potential Assessment). Isfahan Governor's Office and Isfahan University of Technology and Isfahan Science and Technology Town (In Persian)

Shams Esfandabad, B. 2010. Modeling of Wild Sheep and Wild Goats in the Mountainous Areas of the Iran Central Plateau: A Case Study of the Haftad-Qoleh Protected Area. PhD Thesis, Azad University of Science and Research (In Persian)

Weinberg, P.; Jdeidi, T.; Masseti, M.; Nadler, I.; Smet, K. & Cuzin, F. 2008. *Capra aegagrus*. In: IUCN 2018 Red List of Threatened Species. URL: <http://www.iucnredlist.org/>

Ziaie H. 2008. A Field Guide to the Mammals of Iran Second Edition, 419pp (In Persian)