

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۷۴، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰
صفحات ۲۳۷ تا ۲۴۹

مدل سازی بوم‌شناختی مطلوبیت سرزمین برای حفاظت از پستانداران بزرگ جثه در معرض تهدید (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی)

مجید ابراهیم زاده^۱؛ آزاده کریمی^{۲*}؛ مرتضی اکبری^۳؛ حسین یزدان داد^۴

۱ - دانش آموخته علوم و مهندسی محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه

فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲ - استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳ - استادیار گروه آموزشی مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی

مشهد، مشهد، ایران

۴ - دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی،

نور، ایران

(تاریخ دریافت ۰۳/۰۲/۰۰ - تاریخ پذیرش ۱۰/۰۷/۰۰)

چکیده:

ارزیابی توان بوم‌شناختی در جلوگیری از خسارت دیدن منابع طبیعی و محیط زیست، توسعه پایدار و پایداری اکوسیستم اهمیت زیادی دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی توان بوم‌شناختی استان خراسان رضوی در حفاظت از برخی گونه‌های پستانداران شاخص انجام گرفت. یازده نمایه در قالب نه معیار کلی شامل فاصله از جاده، شیب، ارتفاع، تراکم پوشش گیاهی، جهت جغرافیایی، فاصله از مناطق تحت حفاظت، فاصله از منابع آبی و فاصله از مناطق مسکونی و کشاورزی به کار گرفته شد که با توجه به تأثیرگذاری آنها در پتانسیل زیستگاه ارزیابی شدند. اهمیت نسبی معیارها با روش سلسله‌مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین شد. براساس نتایج تحقیق برای کاربری حفاظت، مهم‌ترین معیار برای گونه‌های کل و بز، قوچ و میش عامل شیب به ترتیب با ضریب ۰/۳۷۲ و ۰/۳۴۲؛ برای گونه‌های گربه پالاس، پلنگ، گربه شنی، کاراکال و کفتار عامل ارتفاع به ترتیب با ضرایب ۰/۲۷۵، ۰/۳۳۸، ۰/۲۸۵ و ۰/۳۳۲؛ برای یوزپلنگ عامل فاصله از اراضی کشاورزی و مسکونی با ضریب ۰/۲۹۱؛ و برای آهو عامل پوشش گیاهی با وزن ۰/۳۱۱ تعیین شد. مسئولان حفاظت محیط زیست استان خراسان رضوی، از مکان‌های اولویت‌دار شناسایی شده در این تحقیق می‌توانند برای برنامه‌ریزی و گسترش مناطق تحت حفاظت جدید استفاده کنند.

کلید واژگان: ارزیابی توان بوم‌شناختی، اولویت‌بندی حفاظت، حفاظت از تنوع زیستی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP

۱. مقدمه

صورت گرفته است. برای مثال، Malekian و همکاران در سال ۲۰۲۰ در تحقیقی به بررسی عوامل تهدید گونه آهوی ایرانی در مناطق تحت حفاظت استان و ارائه راهبردهای مدیریتی برای حفاظت این گونه پرداختند. Sarbaz و همکاران (۲۰۱۸) احتمال حضور گونه زرده بر در استان خراسان رضوی را براساس روش حداکثر آنتروپی پیش‌بینی کردند. Yousefi و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی فون‌زندگان منطقه حفاظت‌شده جنگل خواجه اقدام نمودند. همچنین Naghi Nejad و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی فلوریستیکی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی در ارتفاعات کوهستان‌های مرزی ارزنه در استان خراسان رضوی پرداختند. با وجود این، تحقیقات علمی و نظام‌مندی که به‌واسطه آنها اولویت‌های حفاظتی استان براساس نوع گونه‌های شاخص و در معرض تهدید و نوع زیستگاه‌های حساس آنها تعیین و اولویت‌بندی شوند انجام نگرفته است. ارزیابی سرزمین برای کاربری حفاظت ممکن است به یافتن گزینه‌های مکانی متعددی منجر شود که حفاظت از همه آنها به‌دلیل کمبود منابع و بودجه امکان‌پذیر نیست (Astudillo-Scalia & Albuquerque, 2020). در این صورت باید گزینه‌ها به‌منظور انتخاب بهینه مقایسه شوند که در این میان تحلیل چندمعیاره از بهترین روش‌ها برای این مقایسه‌هاست. این روش چارچوب تصمیم‌گیری مناسبی برای برنامه‌ریزی محلی است؛ زیرا اهداف متناقض، مبهم، چندبعدی و مقایسه‌ناپذیر را در نظر می‌گیرد (Barzeh Kar et al., 2016). بنابراین برای مشارکت گروهی تصمیم‌سازان و ارزیابی معیارهای مختلف و بهبود کیفیت برنامه‌ریزی، تصمیم‌سازی گروهی و برنامه‌ریزی مشارکتی ضرورت

تخریب زیستگاه از مهم‌ترین عوامل نابودی تنوع زیستی در عصر حاضر است (Chase et al., 2020). در طی چند دهه اخیر در ایران نیز جمعیت بیشتر گونه‌های پستانداران به‌نحو چشمگیری کاهش یافته است، به‌طوری که در وضعیت نامطلوب‌تری از لحاظ آسیب‌پذیری قرار گرفته‌اند (Shoae and Yarmohammadi Barbarestani, 2016). تخریب زیستگاه‌ها به‌علت تبدیل مراتع و جنگل‌ها به اراضی کشاورزی، باغ‌ها، مکان‌های مسکونی، کارخانه‌ها و راه‌سازی و جاده‌سازی سبب کاهش حیات وحش، تجزیه زیستگاه‌ها، جلوگیری از جابه‌جایی و مهاجرت حیوانات و نیز دسترسی سریع و آسان شکارچیان و دامداران به زیستگاه‌های امن آنها شده است (Ziaee, 2008). ایجاد پناهگاه‌های حیات وحش، کنار گذاشتن اراضی پهناور و بکر به دور از هر گونه بهره‌برداری، توسعه سیستم‌های حفاظتی، همکاری‌های منطقه‌ای و جهانی در کنار تدوین مقررات در خصوص ممنوعیت بهره‌برداری تجاری از حیات وحش از شیوه‌هایی است که برای حفاظت از گونه‌ها و زیستگاه‌ها به‌کار گرفته شده است (Majnoonian, 2000). شناخت عوامل مؤثر بر زیستگاه حیات وحش برای حفاظت از زیستگاه‌های باقی‌مانده، تأثیر مهمی در جلوگیری از کاهش جمعیت حیات وحش خواهد داشت (Makhdoum, 2014). استان خراسان رضوی دارای یک پارک ملی، سه پناهگاه حیات وحش، سه اثر طبیعی- ملی و بیست‌ویک منطقه تحت حفاظت است (Malekian et al., 2020; Khorasan Razavi Department of Environment, 2021). پژوهش‌های گوناگون درباره حفاظت از گونه‌های جانوری و گیاهی استان

ارزیابی آسیب‌پذیری بوم‌شناختی یک کانون یا منطقه داغ بوم‌شناختی در چین استفاده کردند. در پژوهش دیگری، Martínez-Sastre و همکاران (۲۰۱۲) از روش‌های ارزیابی چندمعیاره به‌همراه رویکرد مشارکتی از طریق درگیر کردن گروه‌های اجتماعی به‌منظور ارزیابی سناریوهای متفاوتی برای تغییر کاربری اراضی در منطقه‌ای در اسپانیا استفاده کردند. با توجه به قابلیت‌های گسترده روش‌های ارزیابی چندمعیاره به‌ویژه در تلفیق با روش‌های متداول دیگر در برنامه‌ریزی سرزمین، در پژوهش حاضر سعی شده است با ترکیب آنها با سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل سلسله‌مراتبی و نظر کارشناسی به مدل‌سازی بوم‌شناختی مطلوبیت سرزمین برای حفاظت از تنوع زیستی پستانداران شاخص در استان خراسان رضوی اقدام گردد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه پژوهش

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش استان خراسان رضوی است. شمال استان به‌طور کلی دارای شرایط آب‌وهوایی معتدل و سرد کوهستانی است. منطقه شمالی خراسان حاصلخیزترین و متراکم‌ترین بخش استان از نظر جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی و امکانات زیربنایی است. منطقه مرکزی استان دارای آب‌وهوای نیمه‌صحرائی ملایم بوده و فعالیت اصلی اقتصادی آن کشاورزی است که در دشت‌های وسیع دامنه‌های جنوبی بینالود تا کویر نمک و مناطق کویری مرز افغانستان انجام می‌گیرد. جنوب استان نیز دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌صحرائی است. استان خراسان رضوی با ویژگی‌های خاص توپوگرافی و اقلیمی، وجود مناطق کویری و تعدد اقوام از تنوع

دارد (Ahmadi Sani *et al.*, 2011). برای مثال، Faridi و همکاران (۲۰۱۸) روش ارزیابی چندمعیاره را به‌همراه روش‌های AHP و GIS به‌منظور ارزیابی توان بوم‌شناختی جنگل‌های منطقه حفاظت‌شده ارسباران به‌کار بردند. در پژوهش دیگری، Jozi و همکاران (۲۰۱۲) از روش ارزیابی چندمعیاره به‌منظور تعیین توان محیط زیستی منطقه حفاظت‌شده ورجین در استان تهران به‌منظور استقرار کاربری گردشگری استفاده کردند. Mehri و همکاران (۲۰۱۲)، پژوهشی را به‌منظور بررسی زیستگاه بالقوه پستانداران برمبنای روش ارزیابی چندمعیاره برای آمایش سرزمین در استان مازندران انجام دادند. در این پژوهش به بررسی اجمالی زیستگاه بالقوه هشت گونه پستاندار در استان مازندران و انتخاب مناسب‌ترین لکه‌های زیستگاهی در استان پرداخته شد. به این منظور از روش ارزیابی چندمعیاره و منطق فازی برای تهیه نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه بالقوه گونه‌ها استفاده شد. در پژوهشی دیگر، Mahfuzi و Gashtasb (۲۰۱۵)، به طراحی و مدل‌سازی گذرگاه‌های مهاجرت قوچ و میش البرزی در منطقه حفاظت‌شده ورجین پرداختند. در این پژوهش تعیین مطلوبیت و انتخاب لکه‌های زیستگاهی با روش وزن‌دهی و تلفیق چهار نقشه کاربری و پوشش اراضی، مدل رقومی فاصله از راه‌های دسترسی، مدل رقومی ارتفاع از سطح دریا و موقعیت‌های توپوگرافی در محیط GIS انجام گرفت. در خارج از ایران نیز، روش‌های ارزیابی چندمعیاره در تحقیقات متعددی در تصمیم‌گیری‌های مربوط به برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین به‌کار گرفته شده است. برای مثال، He و همکاران در سال ۲۰۱۸ از تلفیق روش‌های ارزیابی چندمعیاره و GIS به‌منظور

جدول ۱- معیارها، زیرمعیارها و طبقات در نظر گرفته شده برای نقشه‌سازی مطلوبیت سرزمین برای گونه‌های مورد نظر

طبقات	زیرمعیارها	معیارها	
خیلی کم و ناچیز	شاخص NDVI	پوشش گیاهی	
کم			
متوسط			
زیاد			
بدون پوشش مرتعی	تراکم تاج پوشش	فاصله از رودخانه و منابع آبی	
۲۵ درصد			
۲۵-۵۰ درصد			
بیش از ۵۰ درصد			
کمتر از ۲ کیلومتر	فاصله تا چشمه	فاصله از رودخانه و منابع آبی	
۲ تا ۵ کیلومتر			
بیش از ۵ کیلومتر	فاصله تا آبراهه		فاصله از رودخانه و منابع آبی
کمتر از ۲ کیلومتر			
۲ تا ۵ کیلومتر			
بیش از ۵ کیلومتر			
کمتر از ۲ کیلومتر	فاصله از اراضی کشاورزی و مسکونی	فاصله از رودخانه و منابع آبی	
۱ تا ۵ کیلومتر			
بیش از ۵ کیلومتر			
کمتر از ۲ کیلومتر	فاصله از جاده		فاصله از رودخانه و منابع آبی
۲ تا ۵ کیلومتر			
۵ تا ۱۰ کیلومتر			
بیش از ۱۰ کیلومتر			
کمتر از ۲ کیلومتر	فاصله از مناطق تحت حفاظت	فاصله از رودخانه و منابع آبی	
۱ تا ۵ کیلومتر			
بیش از ۵ کیلومتر			
کمتر از ۱۰۰ درصد	درصد شیب		فاصله از رودخانه و منابع آبی
۱۰۰ تا ۲۰۰ درصد			
بیش از ۲۰۰ درصد			
شمالی	جهت‌های جغرافیایی	فاصله از رودخانه و منابع آبی	
جنوبی و غربی			
شرقی			
کمتر از ۱۰۰۰ متر	ارتفاع از سطح دریا		فاصله از رودخانه و منابع آبی
۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر			
بیش از ۲۰۰۰ متر			
مناطق کوهستانی مرتفع	تنوع پستی و بلندی	فاصله از رودخانه و منابع آبی	
تپه‌ماهور و شنی			
دشت و اراضی مسطح			

خزندگان، ماهی‌ها و دوزیستان، وجود ۲۸ منطقه تحت حفاظت با مساحت بیش از ۳۹۰ هزار هکتار، و وجود زیستگاه‌های گونه‌های پستاندار حائز اهمیتی

زیستی چشمگیری نیز برخوردار است. وجود جنگل‌های انبوه، وجود رودخانه‌های دائمی، پراکنش بالغ بر ۴۰۰ گونه مهره‌دار اعم از پستانداران، پرندگان،

جدول ۲- اهمیت و جایگاه هر گونه در Red List

جایگاه گونه در Red List	وزن	گونه مورد مطالعه
CR	۵	یوزپلنگ
EN	۴	پلنگ
VU	۳	قوچ و میش، کل و بز، آهو
NT	۲	کفتار، گربه پالاس، گربه شنی
LC	۱	کاراکال

گونه‌های شاخص و در معرض تهدید و تلفیق آنها برای دستیابی به نقشه مناطق اولویت‌دار برای حفاظت از تنوع زیستی در استان خراسان رضوی، مراحل مختلف طی روند زیر صورت گرفت:

- انتخاب معیارها و زیرمعیارها و سپس وزن‌دهی آنها براساس مقدار تأثیر در هدف یادشده با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP): از راه مصاحبه با متخصصان و تکمیل پرسشنامه؛
- طبقه‌بندی معیارها و زیرمعیارها به‌منظور مقایسه زوجی در روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای هدف شناسایی مناطق مناسب و مطلوب برای گونه‌های در رده تهدید مورد نظر (جدول ۱)؛
- استاندارد کردن لایه‌های مختلف مربوط به معیارها و زیرمعیارها براساس روش فازی؛
- تهیه نقشه ارزیابی مطلوبیت کلی سرزمین برای حفاظت با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی چندمعیاره براساس تلفیق نقشه‌های ارزیابی مطلوبیت سرزمین برای گونه‌های شاخص و در معرض تهدید مورد نظر.

به‌منظور تهیه نقشه کلی مطلوبیت سرزمین برای حفاظت در استان خراسان رضوی، با توجه به اهمیت

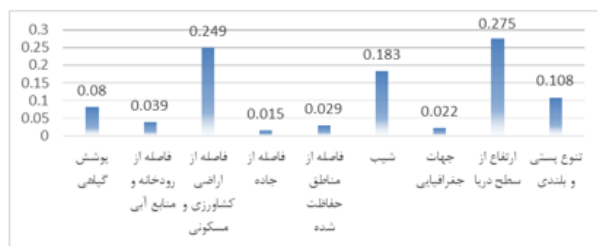
مانند یوزپلنگ ایرانی و پلنگ این استان را به یکی از استان‌های شاخص کشور از نظر محیط زیست و منابع طبیعی تبدیل کرده است (Khorasan Razavi Department of Environment, 2019).

۲-۲. روش کار

یکی از رایج‌ترین فنون مقایسه زوجی، تحلیل سلسله‌مراتبی^۲ (AHP) است که کاربرد وسیعی در علوم زمین و برنامه‌ریزی محیطی دارد (Ghodsai, al Pour et al.). تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی اولین بار توسط ساعتی در سال ۱۹۸۷ ارائه شد. در این روش سه سطح و هدف سلسله‌مراتبی وجود دارد. در سطح اول هدف، در سطح دوم معیارها و در سطح سوم زیرمعیارها قرار می‌گیرند. همچنین برای تعیین اولویت و وزن معیارها، باید مقایسه زوجی بین همه پارامترها و در قالب مقیاس نه‌نقطه‌ای انجام گیرد.

شناسایی و توسعه معیارها، اولین مرحله از فرایند ارزیابی چندمعیاره به شمار می‌رود. در این مرحله براساس بازدیدهای میدانی و تحقیقات انجام‌گرفته و شناسایی معیارهای مؤثر بر هر یک از اهداف پژوهش، مدل‌های بوم‌شناختی تعریف شدند و نقشه مطلوبیت برای حفاظت در محیط IDRISI v.17 تهیه شد. برای تهیه نقشه‌های ارزیابی مطلوبیت زیستگاه

² - Analytic Hierarchy Process



(ب)



(گ)



(د)



(ه)

شکل ۱- وزن معیارهای مؤثر در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه الف) کل و بز، ب) گربه پالاس، ج) پلنگ، د) یوزپلنگ.

پلنگ، یوزپلنگ، قوچ و میش، کاراکال، گربه شنی، کفتار و آهو. پس از طبقه‌بندی لایه‌های مؤثر بر حفاظت زیستگاه هر گونه، وزن‌دهی به هر زیرمعیار و طبقه براساس مقایسه‌های زوجی با توجه به هدف توسط کارشناسان صورت گرفت. وزن هر معیار حاصل از ماتریس وزن‌دهی برای گونه‌های مختلف در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در نهایت، با ضرب وزن هر معیار و زیرمعیار در طبقه‌های آنها و تلفیق آنها با هم، نقشه مطلوبیت زیستگاه برای گونه‌های پستاندار شاخص و در معرض تهدید به‌دست آمد. اساس طبقه‌بندی ارزش‌های مربوط به ارزیابی مطلوبیت سرزمین برای همه گونه‌ها با روش شکست طبیعی^۳ در نرم‌افزار ArcGIS v.10.3 طبقه‌بندی شد و بدین ترتیب ارزش‌ها در چهار طبقه شامل مناطق بسیار مناسب، مناسب، متوسط و نامناسب قرار گرفتند (شکل‌های ۳ و ۴).

در مرحله بعد، نقشه‌های ارزیابی مطلوبیت سرزمین

و جایگاه هر گونه در فهرست سرخ موجود در اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، وزن‌های مختلفی به نقشه‌های ارزیابی مطلوبیت سرزمین برای گونه‌ها در نظر گرفته شد (Mehta et al., 2020) و این نقشه‌ها با هم تلفیق شدند (جدول ۲).

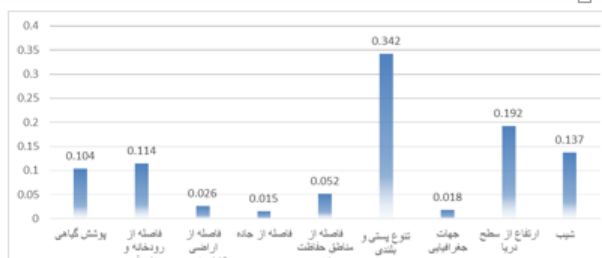
۳. نتایج

مقایسه زوجی بین نه معیار شامل فاصله از جاده، شیب، ارتفاع، شاخص پوشش گیاهی، جهت جغرافیایی، فاصله از مناطق حفاظت‌شده، فاصله از اراضی کشاورزی و مسکونی، فاصله از منابع آبی، همچنین تنوع پستی و بلندی با توجه به میزان تأثیرگذاری آنها در مطلوبیت زیستگاه در مورد گونه‌های پستانداران شاخص و در معرض تهدید استان خراسان رضوی صورت گرفت. گونه‌های پستاندار در معرض تهدید استان براساس فهرست سرخ IUCN عبارت‌اند از: کل و بز، گربه پالاس،

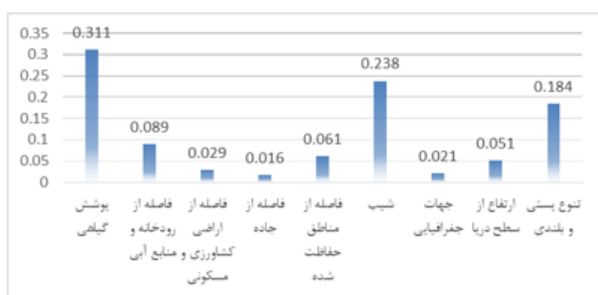
³ Natural Breaks



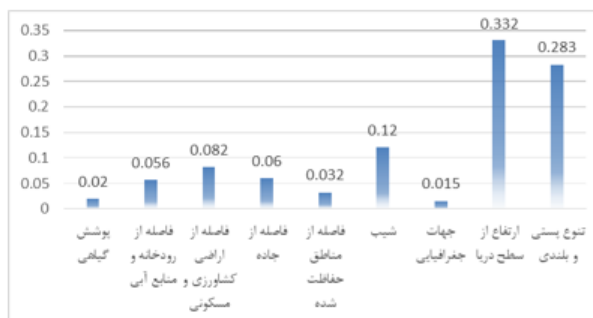
(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۲- وزن معیارهای مؤثر در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه (الف) قوچ و میش، (ب) کاراکال و گربه‌شنی، (ج) کفتار، (د) آهو زیاد نقشه مطلوبیت حفاظت است.

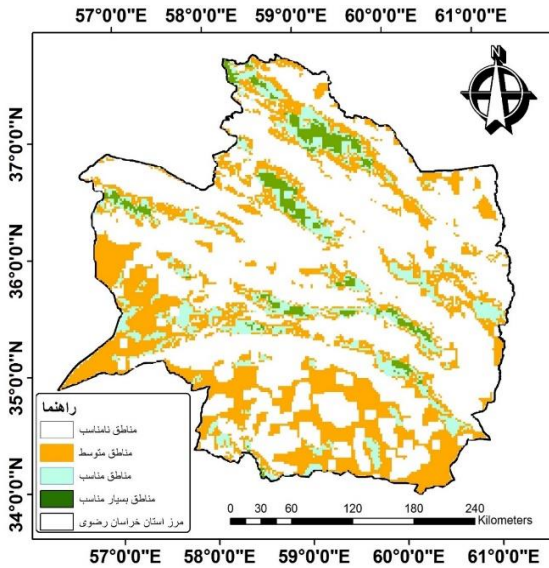
۴. بحث و نتیجه‌گیری

مزیت اصلی روش‌های ارزیابی چندمعیاره این است که امکان تلفیق و تحلیل گزینه‌ها با ترجیحات و اولویت‌های گروه‌های اجتماعی به روشی شفاف و تکرارپذیر را فراهم می‌کنند (Adem Esmail & Geneletti, 2018) و به همین دلیل به‌طور فزاینده‌ای در زمینه‌های حفاظت از محیط زیست برای تسهیل شناسایی مناسب‌ترین گزینه (ها)، از راه تلفیق اطلاعات واقعی حاصل از نظرهای کارشناسی با اطلاعات دیگر به‌کار می‌روند (Nordström et al., 2011; Adem Esmail and Geneletti, 2018) در پژوهش حاضر، پس از ارزش‌دهی به شاخص‌های مورد ارزیابی مطلوبیت سرزمین برای حفاظت، در مورد گونه کل و بز شاخص شیب بیشترین وزن را در مقایسه‌های زوجی دارا شد و با ضریب ۰/۳۷۲

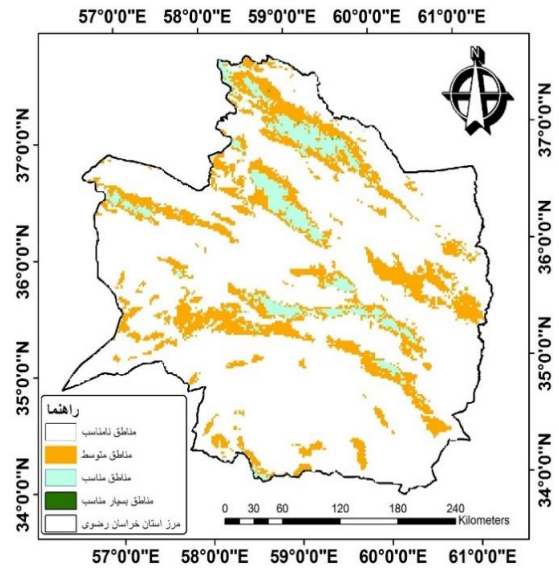
برای گونه‌های مختلف براساس وزن‌های ارائه‌شده در جدول ۲ با هم تلفیق شدند و در نهایت نقشه کلی مطلوبیت سرزمین برای حفاظت برای استان تهیه شد (شکل ۵).

همچنین به‌منظور ارزیابی نقشه حفاظت، نقشه کلی مطلوبیت سرزمین برای حفاظت با مناطق تحت حفاظت موجود در استان خراسان رضوی مقایسه شد. بدین منظور مجموع مساحت‌های مناطق تحت حفاظت محاسبه و سطح پوشش هر طبقه با توجه به نوع کاربری پیش‌بینی‌شده مقایسه شد. در نهایت نتایج جدول ۳ به‌دست آمد.

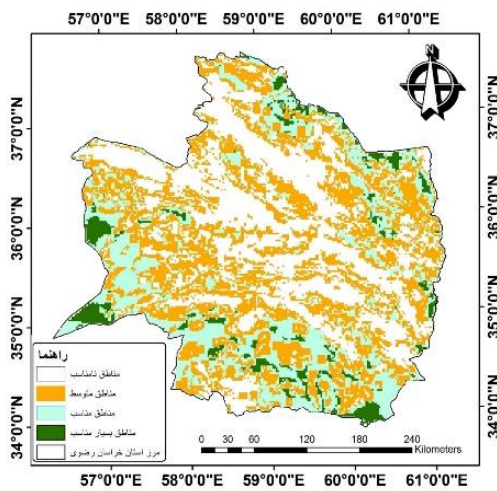
نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که بیش از ۹۶ درصد مناطق تحت حفاظت در طبقات مناسب و خیلی مناسب قرار دارند که از این مقدار بیش از ۶۷ درصد مناطق تحت حفاظت در طبقه بسیار مناسب قرار دارد و در منطقه نامناسب در هیچ قسمتی از مناطق حفاظت‌شده مشاهده نمی‌شود که نشان‌دهنده دقت



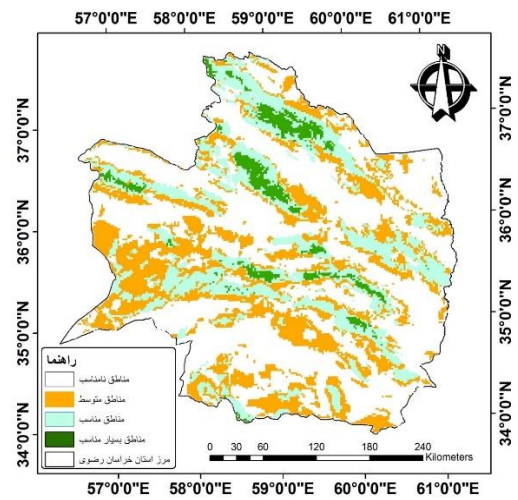
(ب)



(الف)



(د)

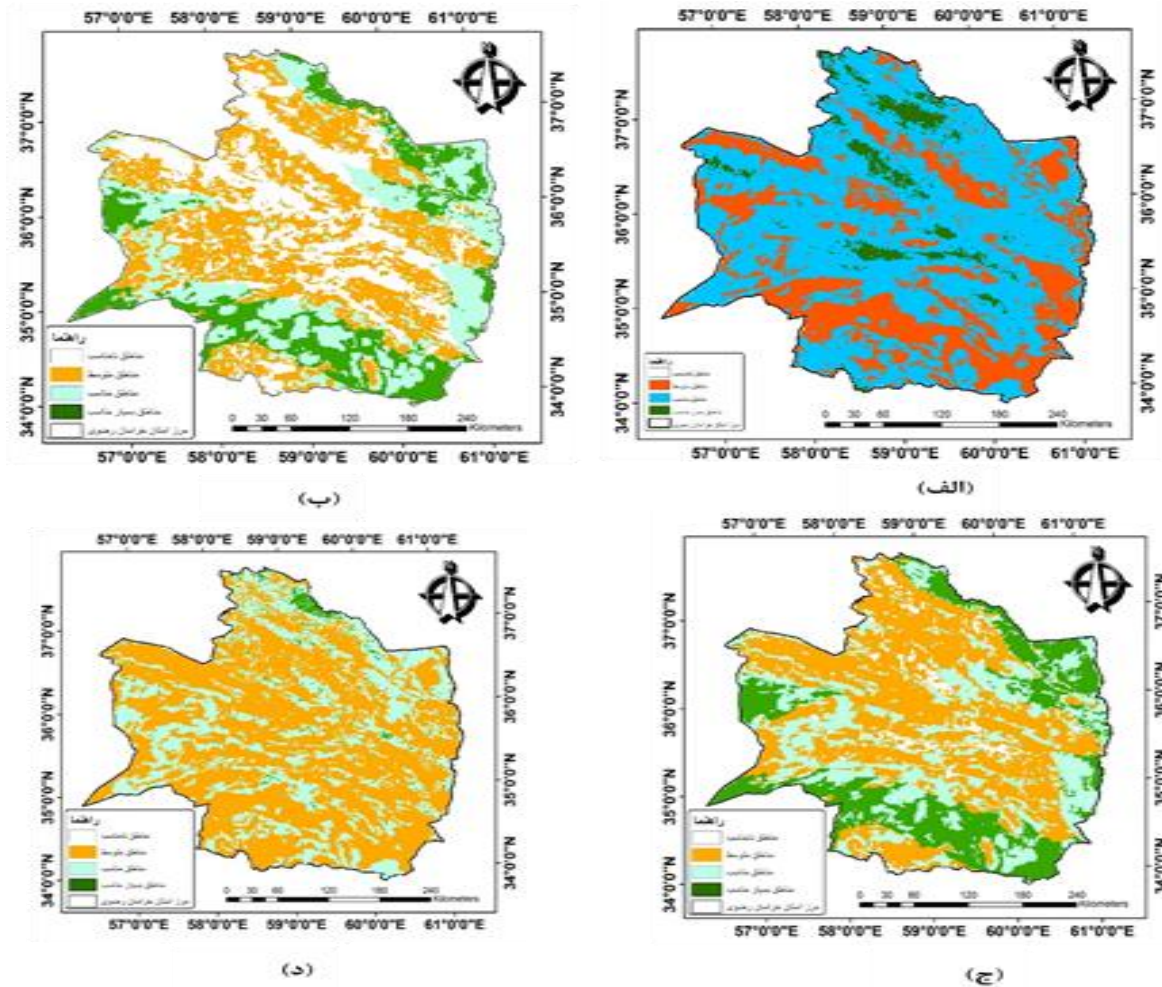


(ج)

شکل ۳- نقشه مطلوبیت زیستگاه الف) کل و بز، ب) گربه پالاس، ج) پلنگ، د) یوزپلنگ.

(۲۰۱۰) درباره انتخاب زیستگاه گونه کل و بز در ارتفاعات زیاد و شیب‌های تند مطابقت دارد. نتایج تحقیق و ارزیابی مقایسه‌های زوجی برای گربه پالاس نشان داد که مناطق دارای پتانسیل خوب و بسیار خوب برای این گونه به ترتیب ۸/۸۲ و ۲/۸۸ درصد مساحت استان را به خود اختصاص دادند. این مناطق بیشتر در شمال و غرب استان و همچنین به صورت پراکنده در قسمت‌های شرقی استان روی نقشه پراکنش مشاهده می‌شوند. براساس ارزیابی مقایسه‌های زوجی گونه پلنگ، دو شاخص ارتفاع از

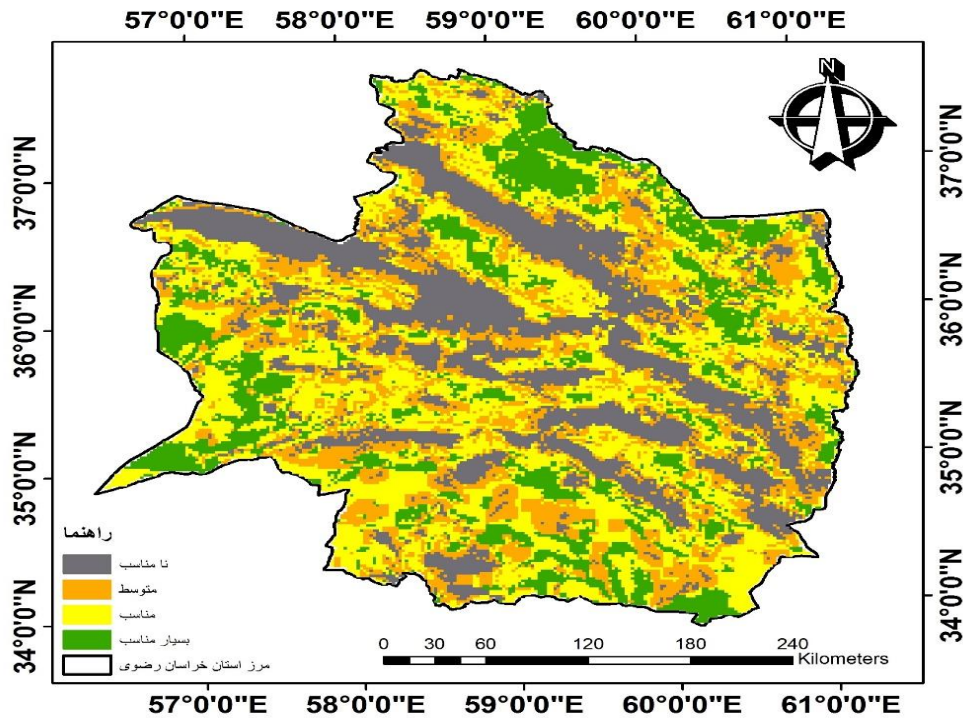
بیشترین تأثیر را در پتانسیل زیستگاه برای گونه کل و بز داشت که با نتایج پژوهش Sarhang Zadeh و همکاران (۲۰۱۱) در منطقه کوه بافق روی این گونه مطابقت دارد. در نقشه تهیه‌شده به روش ارزیابی چندمعیاره و تحلیل سلسله‌مراتبی، منطقه‌های دارای پتانسیل خوب و بسیار خوب به ترتیب ۵/۱۵ و ۰/۰۱ درصد مساحت استان خراسان رضوی را به خود اختصاص دادند. این مناطق بیشتر در شمال و مرکز محدوده پژوهش در ارتفاعات و شیب‌های تند استان قرار دارند که با یافته‌های Akbari و همکاران



شکل ۴- نقشه مطلوبیت زیستگاه الف) قوچ و میش، ب) کاراکال و گربه شنی، ج) کفتار، د) آهو

پارک ملی تندوره مطابقت دارند؛ اما در مورد گونه یوزپلنگ، براساس نظرهای کارشناسی و مقایسه‌های زوجی، عامل فاصله از اراضی کشاورزی و مسکونی با ضریب ۰/۲۹۱، مهم‌ترین معیار در نظر گرفته شد. نقشه پراکنش زیستگاه این گونه نیز برخلاف گونه‌های قبلی بیشتر در شمال شرق و نزدیک مناطق مرزی، جنوب و شرق استان خراسان رضوی واقع شده است. در بررسی زیستگاه گونه قوچ و میش نیز عامل تنوع پستی و بلندی با ضریب ۰/۳۴۲ تأثیرگذارترین عامل در بین عوامل دیگر بود که نشان‌دهنده همبستگی زیاد زیستگاه این گونه با شیب‌های متوسط و تپه‌ماهورهاست. مناطق زیستگاهی گونه قوچ و میش بیشتر در مناطق کوهستانی شمال استان

سطح دریا و تنوع پستی و بلندی به ترتیب با ضرایب ۰/۳۳۸ و ۰/۲۶۴ با اختلاف زیادی نسبت به بقیه شاخص‌ها، از اهمیت بیشتری برخوردارند. مناطق دارای مطلوبیت زیستگاه پلنگ نیز براساس وزن شاخص‌ها به چهار طبقه نامناسب، متوسط، مناسب و خیلی مناسب تقسیم شدند. مناطق دارای پتانسیل خوب و بسیار خوب برای پلنگ به ترتیب ۲۰/۰۷ و ۳/۹۲ درصد مساحت استان خراسان رضوی را به خود اختصاص دادند. این مناطق نیز با توجه به وزن بیشتر عامل ارتفاع و تنوع پستی و بلندی، بیشتر در مناطق کوهستانی و در ارتفاعات واقع شده‌اند که با یافته‌های Rouhi و همکاران (۲۰۱۰) و همچنین Shoae و Yarmohammadi Barbarestani (۲۰۱۶) در



شکل ۵- نقشه نهایی مکان‌های اولویت‌دار برای حفاظت از تنوع زیستی استان خراسان رضوی

جدول ۳- میزان همپوشی مناطق تحت حفاظت استان و نقشه نهایی مکان‌های اولویت‌دار برای حفاظت

طبقات نقشه مطلوبیت برای حفاظت	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (%)	مساحت موجود در هر طبقه	درصد مساحت موجود در هر طبقه
مناطق نامناسب	۳۳/۲۸۴۱۶	۹۸/۲۴	۰	۰
مناطق متوسط	۲۸/۲۷۳۱۲	۰/۱/۲۴	۲۷/۱۳۲	۷۲/۳
مناطق مناسب	۰۶/۳۸۲۷۷	۶۵/۳۳	۷۴/۱۰۱۵	۵۳/۲۸
مناطق بسیار مناسب	۶۹/۱۹۷۵۶	۳۷/۱۷	۶/۲۴۱۲	۷۷/۶۷

درصد مساحت استان را به خود اختصاص دادند که براساس نقشه پراکنش این گونه‌ها بیشتر در مناطق شرقی، جنوبی و غربی استان واقع شده است. در مورد گونه کفتار نیز دو معیار ارتفاع و تنوع پستی و بلندی به ترتیب با ضرایب ۰/۳۳۲ و ۰/۲۸۳ بیشترین تأثیر را در زیستگاه این گونه دارند. دلیل آن، محل زندگی این گونه یعنی ارتفاعات پایین و دشت‌ها و شیب‌های کم است که با یافته‌های Karami و همکاران (۲۰۰۶) و Khaki و همکاران (۲۰۱۶) همخوانی

خراسان رضوی است که با پژوهش Mahfuzi و همکاران (۲۰۱۵) و Zeinal Pour و همکاران (۲۰۱۷) که عامل شیب را از مؤثرترین عوامل در زیستگاه این گونه می‌دانند همخوانی دارد. زیستگاه گریه شنی و کاراکال در ارتفاعات پایین است. در همین زمینه معیار ارتفاع از سطح دریا با ضریب ۰/۲۸۵ بیشترین ضریب را در شناسایی زیستگاه این گونه‌ها دارد. مناطق دارای پتانسیل خوب و بسیار خوب برای دو گونه یادشده به ترتیب ۲۴/۷۹ و ۱۵/۱۲

طبیعت بیان شده‌اند (Adem Esmail & Geneletti, 2018) که در این تحقیق سعی شد از این قابلیت‌ها به‌منظور شناسایی مناطق مناسب برای حفاظت از پستانداران بزرگ‌جثه و در معرض تهدید استفاده شود. Faridi و همکاران (۲۰۱۸) نیز بر افزایش قابلیت‌های روش ارزیابی چندمعیاره پس از تلفیق با روش‌های AHP و GIS به‌منظور شناسایی اولویت‌های تصمیم در ارزیابی‌ها و برنامه‌ریزی‌های سرزمین تأکید کردند. مسئولان و دست‌اندرکاران حفاظت و آمایش سرزمین استان خراسان رضوی می‌توانند از نتایج این تحقیق به‌منظور ارزیابی سرزمین‌های استان برای کاربری حفاظت از تنوع زیستی و نیز گسترش شبکه مناطق تحت حفاظت استان استفاده کنند.

دارد. از لحاظ پراکنش جغرافیایی نیز پتانسیل زیستگاهی کفتار اغلب در شمال شرق، بخش‌های جنوبی و قسمتی در بخش‌های غربی استان است. در نهایت در مورد گونه آهو با توجه به نتایج مقایسه‌های زوجی می‌توان بیان داشت که دو معیار پوشش گیاهی و تا حدی شیب کم با ضرایب ۰/۳۱۱ و ۰/۲۳۸ از عوامل مهم در پراکنش آهو هستند. منطقه خوب برای پراکنش آهو با حدود ۳۲ درصد مساحت استان در بیشتر مناطق پراکنده است ولی منطقه بسیار خوب با حدود ۱/۲ درصد و ۱۴۵۳ کیلومتر مربع، بیشتر در شمال استان خراسان رضوی واقع است. شناسایی مشارکتی گزینه‌ها و معیارها، توجیه کافی و ارتباط روش‌های ارزیابی و وزن‌دهی معیارها و انتخاب آگاهانه روش تلفیق معیارها از قابلیت‌های روش‌های ارزیابی‌های چندمعیاره در زمینه حفاظت از

References

Adem Esmail, B., Geneletti, D., 2018. Multi-criteria decision analysis for nature conservation: A review of 20 years of applications. *Methods in Ecology and Evolution* 9(1), 42-53.

Ahmadi Sani, N., Babaei Kefaki, S., Mataji, A. 2011. Investigating the Possibility of Ecological Tourism Activities in the Forests of the North Zagros Using Multi-Criteria Decision Making, GIS and Remote Sensing. *Land Management* 4, 64-45. (In Persian).

Akbari, H., Sadeghi, A., Farhadinia, M.S., Gol Mohammadi, M.S., Hojjati. 2010. Identification of mammal fauna of Abbas Abad Nain Wildlife Sanctuary in Isfahan province. *Journal of Animal Biology* 2(3), 19-31. (In Persian).

Astudillo-Scalia, Y., Albuquerque, F., 2020. Why should we reconsider using species richness in spatial conservation prioritization?. *Biodiversity and Conservation* 1-13.

Barzeh Kar, M., Kargari, N., Mobarazi Dinan, N.,

2016. Evaluation and comparison of the capabilities of common methods of environmental impact assessment and multi-criteria decision-making method ELECTRE-TRI. *Journal of Human and Environmental Research* 14(1), 43-54. (In Persian).

Chase, J. M., Blowes, S. A., Knight, T. M., Gerstner, K., May, F., 2020. Ecosystem decay exacerbates biodiversity loss with habitat loss. *Nature* 584(7820), 238-243.

Faridi, E., Valizadeh Kamran, Kh., Rezvani., 2018. Assessing the ecological potential of the forests of Arasbaran protected area by Boolean multi-criteria assessment methods and weighted linear composition (WLC) technique using Geographic Information System (GIS). *Journal of Environmental Science and Technology* 20 (3), 127-141. (In Persian).

Ghods Pour, H., 2000. Analytic Hierarchy Process (AHP). Amirkabir University Press. 232 P. (in Persian).

He, L., Shen, J., & Zhang, Y. 2018. Ecological vulnerability assessment for ecological

conservation and environmental management. *Journal of Environmental Management* 206, 1115-1125.

Jozi, S. A., Rezaian, S., Aghamiri, K., 2012. Assessing the environmental potential of the Virgin Protected Area in order to establish tourism use using the Multi-Criteria Assessment (SMCEM) method. *Environmental Science and Technology* 14(1). (In Persian).

Karami, M., Mathematics, B., Kalani, N., 2006. Evaluation of Iranian striped hyena habitat (*Hyaena hyaena*) in Khojir National Park and presentation of utility model using HEP method. *Journal of Environmental Sciences* 3 (11), 77-86. (In Persian).

Khaki, P., Alizadeh Shabani, A., Kabuli, M., Nouri, Z., Yari, A., 2016. Modeling the habitat needs of striped hyena (*Hyaena hyaena*) in Lashkar protected area in Hamadan province. *Journal of Environmental Research* 7(13), 11-20. (In Persian).

Khorasan Razavi Department of Environment, (2019). Compilation of a comprehensive development and sustainable development document of Khorasan Razavi province with a cosmetic approach (first phase). Scientific Report (In Persian).

Khorasan Razavi Department of Environment, (2021). Khorasan Razavi protected areas. Retrieved from <https://rko.doe.ir/portal/home/?262429/%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%B7%D9%82-%D8%AA%D8%AD%D8%AA-%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA>

Mahfouzi, M., Goshtasb, H., 2015. Design and modeling of Alborzi ram and ewe migration passages in Virgin protected area. *Journal of Environmental Sciences*, Volume XIII, Number 2, pp. 128-121. (In Persian).

Makhdoom, M., 2014. Foundation for Land Management, Fifteenth Edition, University of Tehran Press. (In Persian).

Majnoonian, H., 2000. Habitats and Wildlife, Environmental Protection Organization. 691 p. (in Persian).

Malekian, M., Homami, M., 2020. Conservation strategies of Iranian deer (*Gazella subgutturosa*) in protected areas in Khorasan Razavi province. *Journal of Natural Environment* 73 (3), 599-611. (In Persian).

Martínez-Sastre, R., Ravera, F., González, J.A., Santiago, C.L., Bidegain, I., Munda, G., 2017. Mediterranean landscapes under change: Combining social multicriteria evaluation and the ecosystem services framework for land use planning. *Land Use Policy* 67, 472-486.

Mehri, A., Salman Mahini, S., Mirkarimi, S.H., Rezaei, H.R., 2012. Investigation of mammalian potential habitat based on multi-criteria assessment method for land management in Mazandaran province. Second Conference on Environmental Planning and Management. (In Persian).

Mehta, P., Sekar, K. C., Bhatt, D., Tewari, A., Bisht, K., Upadhyay, S., Soragi, B., 2020. Conservation and prioritization of threatened plants in Indian Himalayan Region. *Biodiversity and Conservation* 29(6), 1723-1745.

Naghi Nejad, A., Mokhtari, S., Joharchi, M., 2015. Floristic study, biological forms and geographical distribution of plants of Arzaneh-Taybad border mountains, Khorasan Razavi. *Journal of Iran's Biology* (in Persian).

Nordström, E.M., Eriksson, L.O., Karin, Ö. 2011. Multiple criteria decision analysis with consideration to place-specific values in participatory Forest Planning.

Rouhi, H., Tahsini, H., Salman Mahini, A., Rezaei, H.R. 2010. Determining the possible passage of the Persian leopard (*Pantera pardus saxicolor*) between the two habitats of the summer wildlife sanctuary and Golestan National Park using electric current theory. *Animal Environment Quarterly* 11(1), 1-12. (In Persian).

Sarbaz, M., Khani, A., Farashi, A., 2018. Predicting the presence of yolk species (*Vormela peregusna*) in Khorasan Razavi province using MaxEnt method. *Experimental Animal Biology* 7. (In Persian).

Sarhang Zadeh, J. Yavari, A. R., Homami, M. R., and Esfandabad, Sh. 2011. Habitat modeling of wildlife species in arid areas (Case study: whole and goat (*Capra aegagrus*) in Bafgh mountain protected area). *Drywood* 1 (3), 38-50. (In Persian).

Shoae, A., Yarmohammadi Barbarestani, S., 2016. Persian leopard diet (*Panthera pardus saxicolor*) in Tandoora National Park during summer and autumn seasons. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)* 29(4), 426-434. (In Persian).

Yousefi, M., Ilanloo, S. Sheikhi, Khani, A., Rastegar. E., 2015. Reptile fauna of Khajeh forest

protected area and its similarity with physio-geographical areas of Iranian lizards. *Taxonomy & Biosystematics* 7(22). (In Persian).

Zeinal Pour, G., Farashi, A., Parvian, N., Khani, A., 2017. Modeling the habitat of *Ovis orientalis ram (Ovis orientalis vignei)* using the maximum disorder method in Khorasan Razavi. Fifth Scientific Conference of New Horizons in Geography and Planning, Architecture and Urban Planning of Iran. (In Persian).

Ziaee, H., 2008. Field Guide to Iranian Mammals, Wildlife Introduction Center, 432 p. in Persian.