مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری (*Neophron percnopterus*) در استان کرمانشاه

محمدرضا اشرف‌زاده[۱*]، علی‌اصغر نقی‌پور[۲]، هادی خوشناموند[۳]، مریم حیدریان[۴] و سیامک اسماعیلی[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۲۵)

چکیده

کرکس مصری، به‌عنوان یک گونه در خطر انقراض، به‌طور گسترده تحت تأثیر تعارض با انسان قرار دارد و جمعیت آن در حال کاهش است. توانایی دست‌یابی به منابع تغذیه‌ای از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش این گونه به‌شمار می‌رود. در این پژوهش، مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری در استان کرمانشاه با استفاده از رویکرد مدل‌سازی تلفیقی حاصل از هفت مدل بررسی شد. حدود ۴/۱۹ درصد (۱۰۲۱/۴۰ کیلومتر مربع) از گستره این استان به‌عنوان زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری شناسایی شد. حدود ۳۱/۹۲ درصد (۳۲۶ کیلومتر مربع) از گستره زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب توسط شبکه حفاظتی پوشش داده شده است. تراکم دام (۳۱/۸۲ درصد)، فاصله از مناطق پراکنش سم‌داران وحشی (۱۵/۳۶ درصد)، فاصله از مکان‌های دفن زباله (۱۴/۷۷ درصد)، پوشش سرزمین (۱۲/۴۶ درصد) و ارتفاع (۱۱/۸۵ درصد) به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای مؤثر در تعیین مطلوبیت زیستگاه تغذیه‌ای کرکس مصری شناسایی شدند. به‌نظر می‌رسد کرکس‌های مصری به مناطق عشایرنشین و چادرنشین، فعالیت‌های دامداری و مکان‌های دفع زباله متکی‌اند، که مهم‌ترین دلیل آن را می‌توان تغذیه از لاشه‌های حیوانات اهلی دانست. بنابراین، درنظر گرفتن راهکارهای مناسب به‌منظور پایش و مدیریت فعالیت‌های انسانی در مناطق گفته شده در برنامه حفاظت کرکس مصری اهمیت ویژه‌ای دارد.

واژه‌های کلیدی: کرکس مصری، زیستگاه‌های تغذیه‌ای، مکان‌های دفع زباله، مناطق عشایرنشین، دامداری

۱. گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
۲. گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
۳. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴. گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۵. اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrashrafzadeh@sku.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر، مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها در بسیاری از رشته‌های علوم زیستی و محیط زیست کاربرد گسترده‌ای دارد (۵۹) و به‌تازگی به‌عنوان یکی از پنج زمینه مهم پژوهشی در علوم محیط زیست و بوم‌شناسی در سطح جهانی رتبه‌بندی شده است (۵۳). با استفاده از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای می‌توان احتمال حضور گونه‌ها را در نواحی که قبلاً برآوردی از آنها وجود نداشته است، ارزیابی کرد (۲۲). علاوه بر این، مدل‌های پراکنش گونه‌ای می‌توانند برای شناسایی مناطق دارای اولویت حفاظتی، تعیین مناطق حفاظت‌شده آینده، پایه‌ریزی معیارهای حفاظتی و پیش‌بینی پیامدهای تغییر شرایط محیطی بر گونه‌ها استفاده شوند (۶ و ۱۹).

کرکس‌ها به‌واسطه مصرف لاشه‌ها خدمات اکوسیستمی گسترده‌ای از جمله کمک به سلامت بوم‌سازگان‌ها و چرخه غذایی فراهم می‌کنند و با از بین بردن لاشه‌ها و ضایعات جانوران از تکثیر و انتقال بیماری‌های خطرناک جلوگیری کرده و در سلامت بوم‌سازگان‌ها نقش مهمی دارند (۳۵، ۳۶ ، ۴۰ و ۵۶). به‌عنوان نمونه، مارگالیدا و همکاران (۳۸)، گزارش کردند که کرکس‌ها سالیانه سبب حذف حدود ۹۹۰۰ تن لاشه در اسپانیا می‌شوند. بر این اساس، کاهش جمعیت کرکس‌ها در مقیاس جهانی از نظر اقتصادی و بهداشتی پیامدهای مستقیم منفی بر جوامع انسانی خواهد داشت (۴۵).

کرکس مصری (*Neophron percnopterus*)، گونه‌ای لاشه‌خوار و قلمروطلب از راسته عقاب‌سانان (Accipitriformes) است که در مناطق باز نظیر استپ‌ها، دشت‌ها، دره‌ها، کوه‌ها، سواحل شنی رودخانه‌ها، تالاب‌های با پوشش گیاهی کم‌ارتفاع و خلیج‌ها زندگی می‌کند و سازگاری خوبی برای حضور در زیستگاه‌های واقع در حاشیه بیابان‌ها و کوهستان‌های احاطه شده توسط مناطق بیابانی دارد (۲۹). بقایای لاشه حیوانات و پس‌مانده‌های مواد غذایی انسان‌ها همگی در رژیم غذایی کرکس مصری قرار می‌گیرند (۴۳). اگرچه کرکس مصری برای جبران کمبود مواد غذایی خود قادر به شکار حشرات، قورباغه‌ها، مارمولک‌ها، لاک‌پشت‌ها و... است، اما کمبود مواد غذایی تهدیدی برای این گونه در محدوده پراکنش آن به‌شمار می‌آید (۱۵ و ۱۸). در بالکان، خاورمیانه، آفریقا و آسیا، کرکس‌های مصری حضور و فراوانی بیشتری در اطراف مکان‌های دفع زباله، پیرامون دامداری‌ها و مناطق عشایرنشین دارند؛ زیرا این مکان‌ها مهم‌ترین مناطق تأمین کننده منابع غذایی برای این گونه محسوب می‌شوند (۲، ۵، ۲۱، ۵۰ و ۵۷).

در حال حاضر، جمعیت جهانی کرکس مصری در حال کاهش است (۱۰ و ۳۶). در یک دهه اخیر جمعیت این پرنده در هند بیش از ۹۰ درصد کاهش داشته است. همچنین، جمعیت اروپایی کرکس مصری در سه نسل اخیر در حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش یافته است (۱۰). جمعیت جهانی بالغین این گونه نزدیک به ۱۲۰۰۰ تا ۳۸۰۰۰ فرد برآورد شده است (۱۰). اندازه جمعیت آن در خاورمیانه حدود ۳۰۰۰ جفت برآورد می‌شود که ۲۰۰۰ فرد از آنها مهاجر سالیانه و ۱۰۰۰ فرد نیز مهاجر زمستانه هستند (۴۴). کرکس مصری در طبقه در خطر انقراض اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (۲۸) و در ضمیمه II فهرست کنوانسیون تجارت بین‌المللی گونه‌های وحشی در خطر انقراض (۱۲) قرار گرفته است.

بر اساس پژوهش‌ها، کرکس مصری به‌واسطه عوامل متعددی از جمله افزایش غیرقانونی استفاده از سموم (۲۵ و ۳۸) و سبک زندگی بهداشتی در کشورهای توسعه‌یافته (۱۸ و ۴۶) به‌طور گسترده تحت تأثیر تعارض با انسان قرار گرفته است. از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده کرکس‌های مصری در گستره جهانی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کاهش جمعیت سم‌داران، تخریب زیستگاه، آلودگی با آلاینده‌های شیمیایی به‌ویژه سرب، کاهش دسترسی به لاشه‌ها به‌دلیل کاهش رهاسازی لاشه دام‌ها در طبیعت، بیماری و مرگ‌ومیر ناشی از مصرف لاشه‌های حاوی آنتی‌بیوتیک و سایر داروها، ابتلا به بیماری‌هایی نظیر آبله مرغان (۱۷ و ۲۹)، استفاده از طعمه‌های آغشته به سم به‌ویژه طعمه‌های استفاده شده برای کنترل حیوانات مزاحم (جوندگان و...) در مکان‌های دفع زباله، شکار غیرقانونی (۱ و ۳۰)، اختلالات و مزاحمت‌های انسانی ناشی از کوهنوردی و صخره‌نوردی (۲۷ و ۳۲)، تصادف با خطوط انتقال

برق (۴ و ۳۴) و باورهای نادرست در ارتباط با خواص درمانی بخش‌های مختلف بدن این پرنده در طب سنتی (۴۶ و ۶۰).

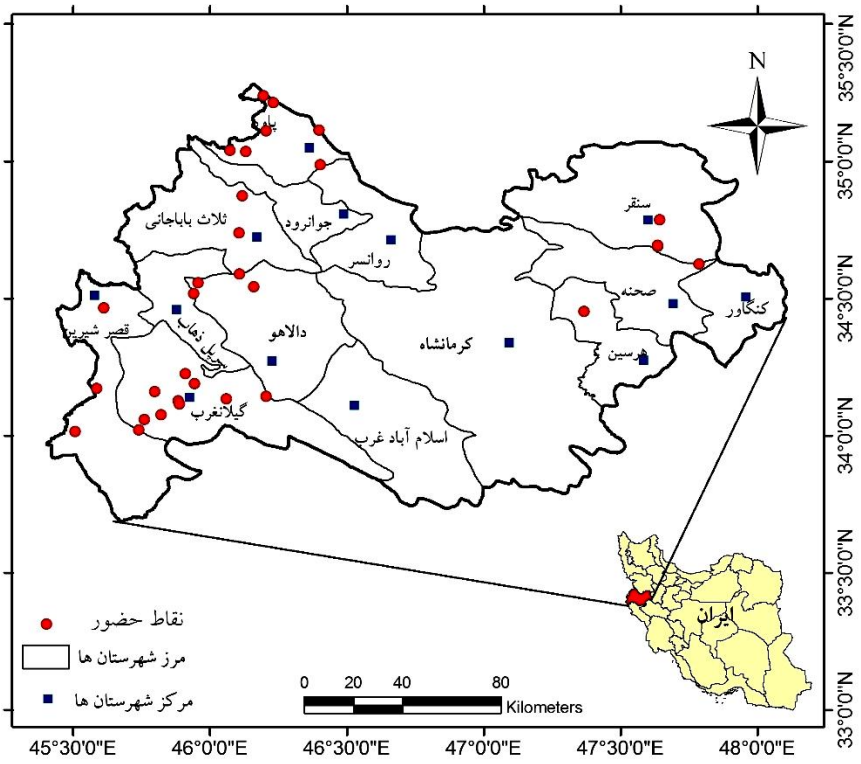
کرکس مصری به‌صورت تابستان‌گذران، مهاجر عبوری و جوجه‌آور در مناطق کوهستانی ایران دیده می‌شود و در سواحل جنوبی کشور از مرز پاکستان تا بندر چارک زمستان‌گذرانی دارد (۲۹). برآورد می‌شود که حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ جفت از این گونه در ایران وجود داشته باشد (Zadegan, unpubl. data) عوامل متعددی از جمله کاهش جمعیت سم‌داران وحشی، تخریب زیستگاه، برخورد با خطوط انتقال برق، تغذیه از لاشه‌های حاوی آنتی‌بیوتیک و استفاده از طعمه‌های مسموم از عوامل تهدید کننده کرکس مصری در ایران هستند (۲۹). به‌عنوان نمونه، عشایر و روستائیان ساکن در مناطق مختلف استان کرمانشاه به‌خاطر حفاظت دام‌های خود در برابر شکارچیان طبیعی مانند شغال، کفتار و گرگ از طعمه‌های مسموم استفاده می‌کنند که می‌تواند یک خطر و تهدید مهم برای کرکس‌های مصری به‌شمار رود. پژوهش‌های بسیار اندکی در زمینه وضعیت زیستی کرکس مصری در ایران به انجام رسیده است. در یک پژوهش (۱۹)، زیستگاه‌های مطلوب این پرنده در ایران مدل‌سازی شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش که به‌طور عمده بر پایه داده‌های حضور استخراج شده از اطلس پرندگان ایران (۲۹) متکی بوده است، مهاجرین تابستانه کرکس مصری در شمال و غرب ایران مشاهده می‌شوند، درحالی که جمعیت ساکن و زمستان‌گذران این پرنده در سواحل جنوبی کشور پراکنش دارند. در پژوهشی دیگر (۲۴) که مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری در اندوختگاه زیست‌سپهر ارسباران (استان آذربایجان شرقی) مورد بررسی قرار گرفته، پیشنهاد شده است که متغیرهای فاصله از مناطق مسکونی و جهت جغرافیایی نقش مهمی در انتخاب زیستگاه‌های تغذیه‌ای توسط این پرنده دارند. همچنین، در پژوهشی دیگر (۵۲) که به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کرکس مصری در کشور عراق به انجام رسیده است، بخش‌هایی از مناطق مرزی مشترک عراق (سلیمانیه) با ایران (کردستان و کرمانشاه) به‌عنوان مطلوب‌ترین زیستگاه‌های این پرنده شناسایی شده‌اند.

درحالی که برآوردها نشان می‌دهند بسیاری از جمعیت‌های کرکس مصری در جهان از جمله خاورمیانه کاهش معنی‌داری را تجربه کرده‌اند (۱۰)، دانش چندانی در زمینه وضعیت زیستگاهی و حفاظتی این پرنده در ایران وجود ندارد. بر پایه پژوهش‌های اخیر، منابع تغذیه‌ای یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در پراکنش کرکس مصری به‌شمار می‌روند (۱۱، ۳۵ و ۵۱). بنابراین، دست‌یابی به اطلاعات درست در زمینه پراکنش زیستگاه‌های تغذیه‌ای اهمیت ویژه‌ای در مدیریت و حفاظت از جمعیت‌های کرکس مصری دارد. بر این اساس، اهداف پژوهش حاضر به‌شرح زیر تعیین شدند: ۱) شناسایی زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری در استان کرمانشاه با استفاده از یک رویکرد مدل‌سازی تلفیقی؛ ۲) ارزیابی کارآمدی شبکه حفاظتی در حفاظت از این زیستگاه‌های تغذیه‌ای.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه، استان کرمانشاه با مساحت ۲۴۳۶۱ کیلومترمربع در غرب کشور است (شکل ۱). این استان ناحیه‌ای کوهستانی است که بین فلات ایران و جلگه بین‌النهرین قرار گرفته و سرتاسر آن به‌وسیله ارتفاعات رشته‌کوه‌های زاگرس پوشانیده شده است. کوه‌های زاگرس در محدوده این استان به‌صورت مجموعه‌ای از رشته کوه‌های اغلب موازی (در جهت شمال غربی- جنوب شرقی) هستند که دشت‌های مرتفع در بین آنها شکل گرفته است. شرایط اقلیمی متفاوت در سطح استان وجود دارد و متوسط بارندگی درازمدت استان بالغ بر ۵۳۷ میلی‌متر است (۹). از مهم‌ترین گونه‌های حیات وحش استان کرمانشاه می‌توان به پلنگ، خرس قهوه‌ای، سیاهگوش، شوکا، آهو، هوبره، کرکس مصری، افعی دم عنکبوتی و سمندر خال زرد اشاره کرد. در این استان یک پناهگاه حیات وحش (بیستون)، سه منطقه حفاظت‌شده (بوزین و مرخیل، بیستون و قلاجه)، دو اثر طبیعی- ملی (غارهای قوری‌قلعه و پرآو) و چهار منطقه شکار ممنوع (امروله و دالاخانی، هشیلان، زله‌زرد و



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (استان کرمانشاه) و توزیع نقاط حضور کرکس مصری (رنگی در نسخه الکترونیکی)

قراویز) وجود دارد. درضمن، بخش‌هایی از دو منطقه حفاظت‌شده «بدر و پریشان» و «کوسالان و شاهو» که در مرز مشترک با استان کردستان در محدوده استان کرمانشاه قرار گرفته است.

داده‌های حضور و متغیرهای پیش‌بینی کننده

به‌منظور جمع‌آوری داده‌های حضور کرکس مصری، بازدیدهای میدانی گسترده از پاییز ۱۳۹۷ تا پاییز ۱۳۹۸ در سرتاسر استان کرمانشاه با همکاری اداره کل حفاظت محیط زیست این استان انجام گرفت و تعداد ۳۶ نقطه حضور گردآوری شد. محدوده‌های مورد ارزیابی میدانی بر اساس دانش موجود درباره رفتار انتخاب زیستگاه توسط این پرنده تعیین شدند (۱۹، ۲۴، ۲۹، ۳۷ و ۵۸). نقاط حضور با استفاده از مشاهده مستقیم و تصویربرداری از حضور کرکس مصری توسط تیم مطالعاتی این پژوهش در قالب گام اول (شناسایی زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب) طرح اجرای برنامه عمل حفاظت کرکس مصری در استان کرمانشاه ثبت شدند. با وجود بازدیدهای میدانی متعدد در شرقی‌ترین مناطق استان، تیم پژوهشی مذکور موفق به مشاهده مستقیم کرکس مصری در این مناطق نشد. بنابراین، سه نقطه حضور مربوط به شهرستان‌های سنقر و صحنه از کارشناسان اداره کل حفاظت محیط زیست استان دریافت و پس از بازبینی مستندات موجود و انجام بازدیدهای میدانی در این مناطق به مجموعه نقاط حضور اضافه شدند. به‌منظور کاهش خود همبستگی مکانی داده‌های حضور، موقعیت‌های در فاصله کمتر از چهار کیلومتر از یکدیگر به‌عنوان یک نرخ متوسط مورد استفاده برای فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه (nearest neighbour distances یا NND) و همچنین یک میانگین از مسافت طی شده روزانه (Mean distance travelled per day) در برخی زیستگاه‌ها (۳۹ و ۵۱) با روش ترقیق مکانی داده‌های حضور در جعبه ابزار SDM (Species Distribution Models) حذف شدند. در مجموع، تعداد ۳۱ نقطه برای مدل‌سازی زیستگاه‌های تغذیه‌ای

مطلوب کرکس مصری در استان کرمانشاه استفاده شد.

به‌منظور شناسایی متغیرهای محیطی تأثیرگذار بر انتخاب زیستگاه‌های تغذیه‌ای، از پژوهش‌های پیشین استفاده شد (۷، ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۴، ۳۷، ۴۱، ۴۷، ۵۸ و ۶۱) و بر این اساس از متغیرهای زیر در مدل‌سازی مکان‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری استفاده شد: دسترسی به منابع تغذیه‌ای (شامل تراکم دام اهلی، فاصله از مکان‌های دفع زباله، فاصله از مناطق پراکنش سم‌داران وحشی)، پوشش/کاربری سرزمین (فاصله از مناطق حفاظت‌شده، فاصله از رودخانه‌ها و یک لایه شامل نه طبقه پوشش/ کاربری سرزمین)، توپوگرافی (ارتفاع و ناهمواری‌ها یا Topographic roughness) و متغیرهای انسانی (ردپای انسان و فاصله از مناطق مسکونی).

به‌منظور کمی‌سازی تراکم دام، اطلاعات مربوط به تعداد واحد دامی در هر سامان عرفی از اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه دریافت و سپس، تراکم واحد دامی در واحد سطح (هکتار) محاسبه شد. بر این اساس، تراکم کمتر از ۰/۵ واحد دامی در هکتار به‌عنوان تراکم کم، تراکم بیشتر از ۰/۵ و کمتر از یک به‌عنوان تراکم متوسط و تراکم بیشتر از یک به‌عنوان تراکم زیاد، طبقه‌بندی شدند. نقشه مربوط به مکان‌های دفع زباله به‌صورت یک لایه شامل موقعیت جغرافیایی نقاط دفع زباله با استفاده از بازدیدهای میدانی انجام شده در پژوهش حاضر و اطلاعات موجود در بخش محیط انسانی اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه تهیه شد. به‌منظور تهیه نقشه پراکنش سم‌داران وحشی مراحل زیر طی شد: ابتدا، نقاط حضور سه گونه کل و بز وحشی (۳۱ نقطه)، گوسفند وحشی (۲۹ نقطه) و آهو (۴۴ نقطه) با استفاده از بازدیدهای میدانی توسط نویسندگان این پژوهش و با همکاری کارشناسان اداره کل حفاظت محیط زیست استان در سرتاسر محدوده مورد مطالعه ثبت شد. نقشه مطلوبیت زیستگاه هر کدام از سه گونه یاد شده با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt 3.3.3.k (۴۹) و با استفاده از متغیرهای بارندگی سالانه (Bio12)، تغییرات فصلی دما (Bio4)، بارش فصلی (Bio15) (www.worldclim.org)، ارتفاع از سطح دریا، شیب، ناهمواری‌ها (Topographic roughness)، فاصله تا مناطق حفاظت‌شده، فاصله تا رودخانه، فاصله تا روستا، پوشش/کاربری سرزمین، فاصله تا جاده تهیه شد. با استفاده از رویهم‌گذاری و ترکیب نقشه‌های تولید شده مربوط به سه گونه کل و بز، گوسفند وحشی و آهو، نقشه مناطق پراکنش سم‌داران وحشی در استان کرمانشاه تهیه شد.

داده‌های پوشش/ کاربری سرزمین از لایه تهیه شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۲۶) استخراج شد. بر اساس اطلاعات مرتبط با بوم‌شناسی و زیست‌شناسی کرکس مصری، طبقات مراتع (خوب، متوسط و فقیر)، کشتزارها، جنگل‌ها (متراکم، نیمه‌متراکم و تنک)، مناطق شهری و مناطق بدون پوشش گیاهی از نقشه پوشش/کاربری سرزمین استان کرمانشاه استخراج شدند. متغیر ارتفاع، فاکتور زیستگاهی بسیار مهمی برای پراکنش و موفقیت جوجه‌آوری این گونه است (۴۸). از این‌رو، نقشه رقومی ارتفاع منطقه با دقت مکانی یک کیلومترمربع استفاده شد. به‌منظور درنظر گرفتن میزان ناهمواری توپوگرافی به‌عنوان عامل مؤثر دیگر در تعیین پراکنش کرکس مصری، از نقشه انحراف معیار ارتفاع همه سلول‌های رستری، به‌عنوان یکی از متغیرهای مهم مؤثر بر ناهمگونی توپوگرافی، استفاده شد. به‌منظور درنظر گرفتن اثرات انسانی بر پراکنش گونه، از متغیر ردپای انسانی استفاده شد (۵۴) که با استفاده از داده‌های مربوط به تراکم جمعیت و دسترسی انسانی، وجود زیرساخت‌هایی مانند جاده‌ها و تغییر کاربری سرزمین به‌دست آمده است. نقشه‌های فاصله‌ای با استفاده از ابزار فاصله اقلیدسی در محیط نرم‌افزارArcGIS 10.4 تهیه شدند. تمامی لایه‌های محیطی از نظر ابعاد، دقت مکانی (۳۰ ثانیه، تقریباً معادل یک کیلومتر) و سیستم مختصات جغرافیایی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.4 یکسان‌سازی شدند. پیش از اجرای مدل‌سازی، برای بررسی همبستگی (بر اساس آستانه ۰/۷) بین متغیرهای مورد استفاده، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. با توجه به همبستگی

جدول ۱. متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی پراکنش کرکس مصری و اهمیت نسبی آنها

متغیرهای محیطی	منبع	اهمیت نسبی
تراکم دام	اداره کل منابع طبیعی استان	۳۱/۸۲
فاصله تا مناطق پراکنش سم‌داران وحشی (کل و بز وحشی، گوسفند وحشی و آهو)	پژوهش حاضر و اداره کل حفاظت محیط زیست استان	۱۵/۳۶
فاصله تا مکان‌های دفن زباله	پژوهش حاضر و اداره کل حفاظت محیط زیست استان	۱۴/۷۷
پوشش سرزمین	(۲۶)	۱۲/۴۶
ارتفاع از سطح دریا	www.worldclim.org	۱۱/۸۵
فاصله تا روستا	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان	۷/۱۶
فاصله تا رودخانه	اداره کل آب منطقه‌ای استان	۳/۱۸
ردپای انسان	(۵۴)	۱/۹۹
ناهمواری	(۱۴)	۱/۴۱
فاصله از مناطق حفاظت‌شده*	اداره کل حفاظت محیط زیست استان	-

* این متغیر به‌دلیل همبستگی بالا با متغیر پراکنش سم‌داران وحشی در مدل‌سازی استفاده نشده است.

بالای (بیش از ۷۰ درصد) متغیرهای فاصله از مناطق حفاظت‌شده و فاصله از پراکنش سم‌داران وحشی، متغیر اول (فاصله از مناطق حفاظت‌شده) از تحلیل‌های بعدی حذف شد. پراکنش سم‌داران وحشی اهمیت زیادی در مطلوبیت زیستگاه‌های کرکس مصری دارد (۲۰). از سوی دیگر، جمعیت‌های سم‌داران وحشی در ایران به‌طور عمده به مناطق حفاظت‌شده محدود شده‌اند (۸)، بنابراین، پراکنش جغرافیایی سم‌داران وحشی می‌تواند به‌عنوان معیاری از موقعیت مناطق حفاظت‌شده درنظر گرفته شود. در نهایت، ۱۰ متغیر به شرح جدول ۱ در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند.

برای پیش‌بینی پراکنش زیستگاه‌های مطلوب کرکس مصری از پکیج Biomod2 (۵۱) در محیط R (نسخه ۳,۱,۲) (R Development Core Team, 2014) استفاده شد. در مطالعه حاضر، از مدل‌های آنتروپی بیشینه (Maxent: Maximum Entropy)، شبکه عصبی مصنوعی (ANN: Artificial Neural Network)، روش افزایشی تعمیم‌یافته (GBM: Generalized Boosting Method)، مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM: Generalized Linear Model)، تحلیل ممیزی انعطاف‌پذیر (FDA: Flexible Discriminant Analysis)، جنگل تصادفی (RF: Random Forest) و رگرسیون چند متغیره تطبیقی (MARS: Multivariate Adaptive Regression Splines) برای مدل‌سازی زیستگاه‌های مطلوب کرکس مصری استفاده شد. به‌دلیل اینکه تمامی مدل‌های مورد استفاده به داده‌های زمینه (مانند نقاط عدم حضور کاذب) نیاز دارند، به‌طور تصادفی تعداد ۱۰۰۰ نقطه زمینه در گستره مورد مطالعه به‌جز پیکسل‌های زیستگاهی که حضور گونه در آن ثبت شده بود، انتخاب شد. ۸۰ درصد نقاط حضور به‌عنوان داده‌های تعلیمی و ۲۰ درصد باقیمانده برای ارزیابی پیش‌بینی مدل‌ها استفاده شدند. مدل‌ها با استفاده از شاخص مساحت زیر منحنی ROC (AUC: The Area Under the Curve) (Receiver Operating Characteristic) و آماره TSS (True Skill Statistic) ارزیابی شدند (۳). سطح مشارکت (اهمیت) متغیرهای مختلف در مدل‌های پراکنش کرکس مصری نیز سنجیده شد. مدل تلفیقی با استفاده از متوسط وزن مدل‌های انفرادی که بر مبنای مقدار شاخص AUC محاسبه شد به‌دست آمد (۵۹). بر اساس پژوهش‌های پیشین (۲۳، ۳۳ و ۴۲)، نقشه مطلوبیت زیستگاه با توجه به آستانه‌های تصمیم‌گیری (۲۳ و ۴۹)

جدول ۲. مقادیر برآورد شده شاخص سطح زیر منحنی (AUC) و TSS در الگوریتم‌های مختلف اجرا شده

معیار	MARS	RF	GLM	FDA	ANN	GBM	MaxEnt	متوسط
TSS	۰/۹۰	۰/۹۶	۰/۸۱	۰/۷۰	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۶۹	۰/۸۴
AUC	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۹۳

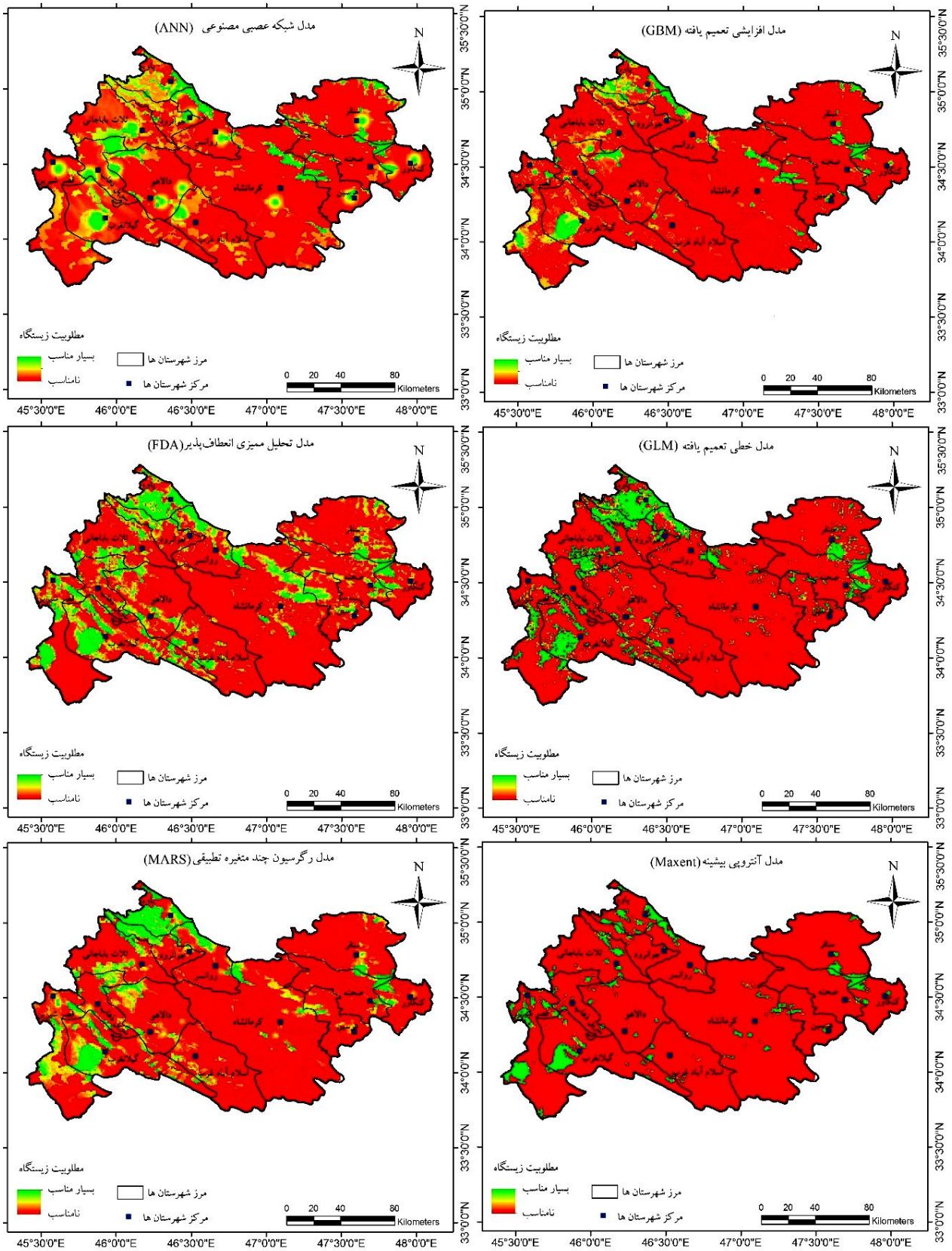
به چهار طبقه تقسیم شد: ۱) زیستگاه با مطلوبیت زیاد برای ارزش‌های بیشتر از ۰/۶، ۲) زیستگاه با مطلوبیت متوسط برای ارزش‌های بین ۰/۴ تا ۰/۶، ۳) زیستگاه با مطلوبیت کم برای ارزش‌های بین ۰/۱ تا ۰/۴ و ۴) زیستگاه نامطلوب برای ارزش‌های کمتر از ۰/۱. برای دست‌یابی به برآوردی از کارامدی شبکه حفاظتی در حفاظت از کرکس مصری، نقشه مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای این پرنده با مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع استان کرمانشاه رویهم‌گذاری شد و نسبتی از کل زیستگاه‌های مطلوب تحت پوشش شبکه حفاظت‌شده محاسبه شد.

نتایج

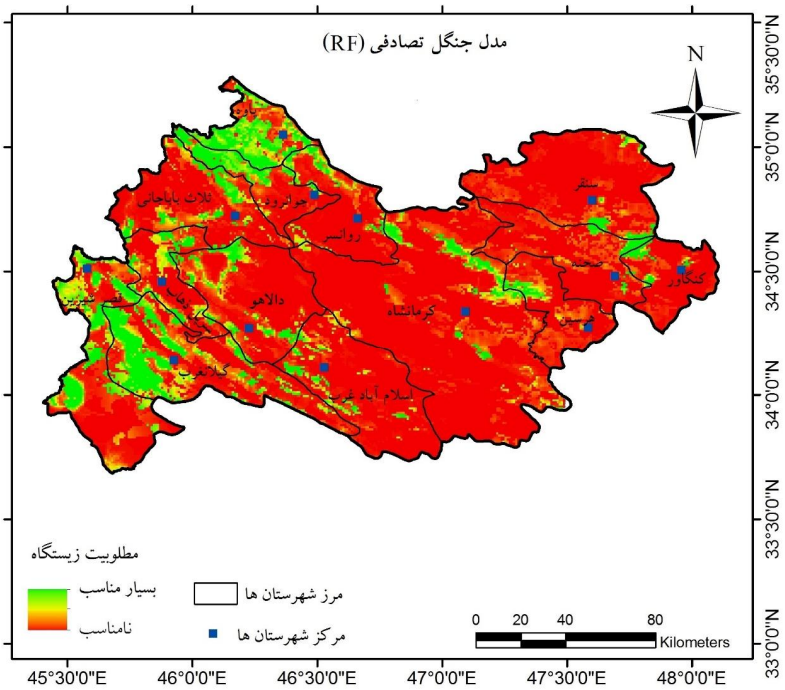
معیارهای AUC (>۰/۸۶) و TSS (>۰/۶۹) برای همه مدل‌ها در سطوح خوب تا عالی ارزیابی شدند (جدول ۲). بر اساس یافته‌ها، بالاترین سطح معیارهای AUC (۰/۹۹) و TSS (۰/۹۶) برای مدل جنگل تصادفی (RF) برآورد شدند. در شکل‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری بر اساس نتایج حاصل از مدل‌های مختلف و رویکرد تلفیقی نشان داده شده است. در ادامه، نقشه تلفیقی از نظر کیفیت زیستگاهی به چهار طبقه شامل زیستگاه نامناسب (احتمال حضور کمتر از ۰/۱)، زیستگاه با مطلوبیت کم (احتمال حضور ۰/۱ تا ۰/۴)، زیستگاه با مطلوبیت متوسط (احتمال حضور ۰/۴ تا ۰/۶) و زیستگاه با مطلوبیت زیاد (احتمال حضور بیشتر از ۰/۶) تفکیک شد (جدول ۳ و شکل ۴). بر این اساس، در حدود ۴/۱۹ درصد (۱۰۲۱/۴۰ کیلومتر مربع) از محدوده استان کرمانشاه به‌عنوان زیستگاه تغذیه‌ای با مطلوبیت زیاد (احتمال حضور بیشتر از ۰/۶) برای کرکس مصری شناسایی شد (شکل ۳). درحالی که زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری در محدوده تمامی شهرستان‌های استان کرمانشاه قابل مشاهده هستند، شهرستان‌های گیلان‌غرب، پاوه و روانسر در حدود ۴۸ درصد از وسعت زیستگاه‌های تغذیه‌ای با مطلوبیت زیاد را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۴).

بر اساس یافته‌ها، شبکه حفاظتی شامل هر سه منطقه حفاظت‌شده «بوزین و مرخیل»، «بیستون» و «قلاجه»، پناهگاه حیات وحش «بیستون» و هر سه مناطق شکار ممنوع «زله‌زرد»، «قراویز» و «امروله و دالاخانی» بخش‌هایی از گستره زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری را پوشش می‌دهند (شکل ۴). بر این اساس، در حدود ۳۱/۹۲ درصد (۳۲۶ کیلومتر مربع) از گستره زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب (با آستانه بیش از ۰/۶) کرکس مصری توسط شبکه حفاظتی استان پوشش داده شده است. از این میزان در حدود ۱۳/۵۵ درصد (۱۳۸/۴۴ کیلومتر مربع) توسط مناطق حفاظت‌شده و پناهگاه حیات وحش و در حدود ۱۸/۳۶ درصد (۱۸۷/۵۲ کیلومتر مربع) توسط مناطق شکار ممنوع پوشش داده شده است.

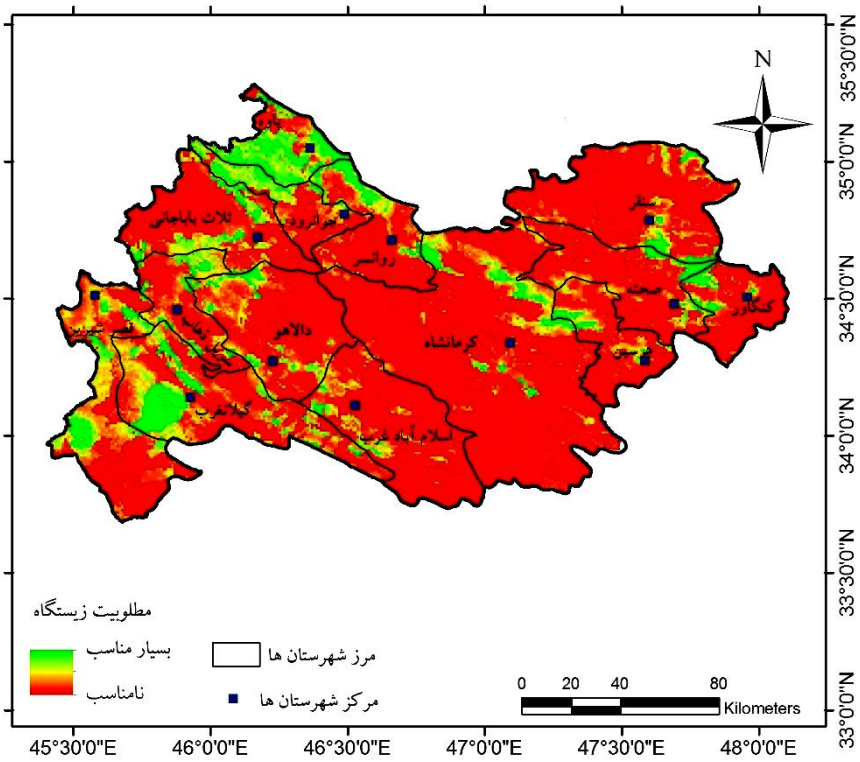
متغیرهای تراکم دام (۳۱/۸۲ درصد)، پراکنش سم‌داران وحشی (۱۵/۳۶ درصد)، فاصله از مکان‌های دفع زباله (۱۴/۷۷ درصد)، پوشش سرزمین (۱۲/۴۶ درصد) و ارتفاع (۱۱/۸۵ درصد) به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر انتخاب مکان‌های تغذیه‌ای توسط کرکس مصری شناسایی شدند (جدول ۱). بر این اساس، کرکس‌های مصری بیشتر مناطق دارای تراکم دام متوسط و بالا را به‌عنوان مکان‌های تغذیه‌ای مناسب انتخاب می‌کنند (شکل ۵). یافته‌ها نشان می‌دهند با افزایش فاصله از مناطق پراکنش سم‌داران وحشی، احتمال حضور کرکس مصری کاهش می‌یابد (شکل ۵). همچنین، با افزایش فاصله از مکان‌های دفع زباله مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای برای حضور این پرنده کاهش می‌یابد (شکل ۵). در ارتباط با متغیر پوشش/کاربری سرزمین، مناطق دارای



شکل ۲. مطلوبیت زیستگاه تغذیه‌ای کرکس مصری با استفاده از هفت مدل مختلف (رنگی در نسخه الکترونیکی)



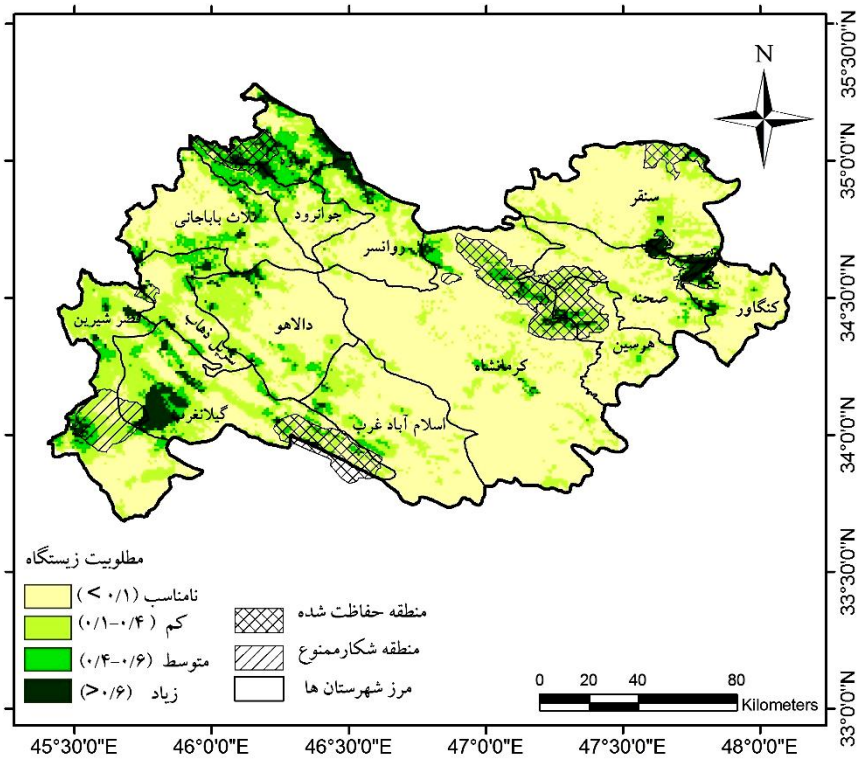
ادامه شکل ۲.



شکل ۳. مطلوبیت زیستگاه تغذیه‌ای کرکس مصری بر اساس رویکرد تلفیق نتایج حاصل از هفت مدل پراکنش گونه‌ای (رنگی در نسخه الکترونیکی)

جدول ۳. طبقه‌بندی محدوده مورد مطالعه بر اساس آستانه‌های کیفیت زیستگاه برای کرکس مصری

ردیف	میزان مطلوبیت	احتمال حضور گونه	مساحت (کیلومتر مربع)	درصد مساحت
۱	نامناسب	< ۰/۱	۱۴۸۲۳//۶۱	۶۰/۸۵
۲	کم	۰/۱– ۰/۴	۶۸۴۵/۴۹	۲۸/۱۰
۳	متوسط	۰/۴– ۰/۶	۱۶۷۱/۳۲	۶/۸۶
۴	زیاد	> ۰/۶	۱۰۲۱/۴۰	۴/۱۹

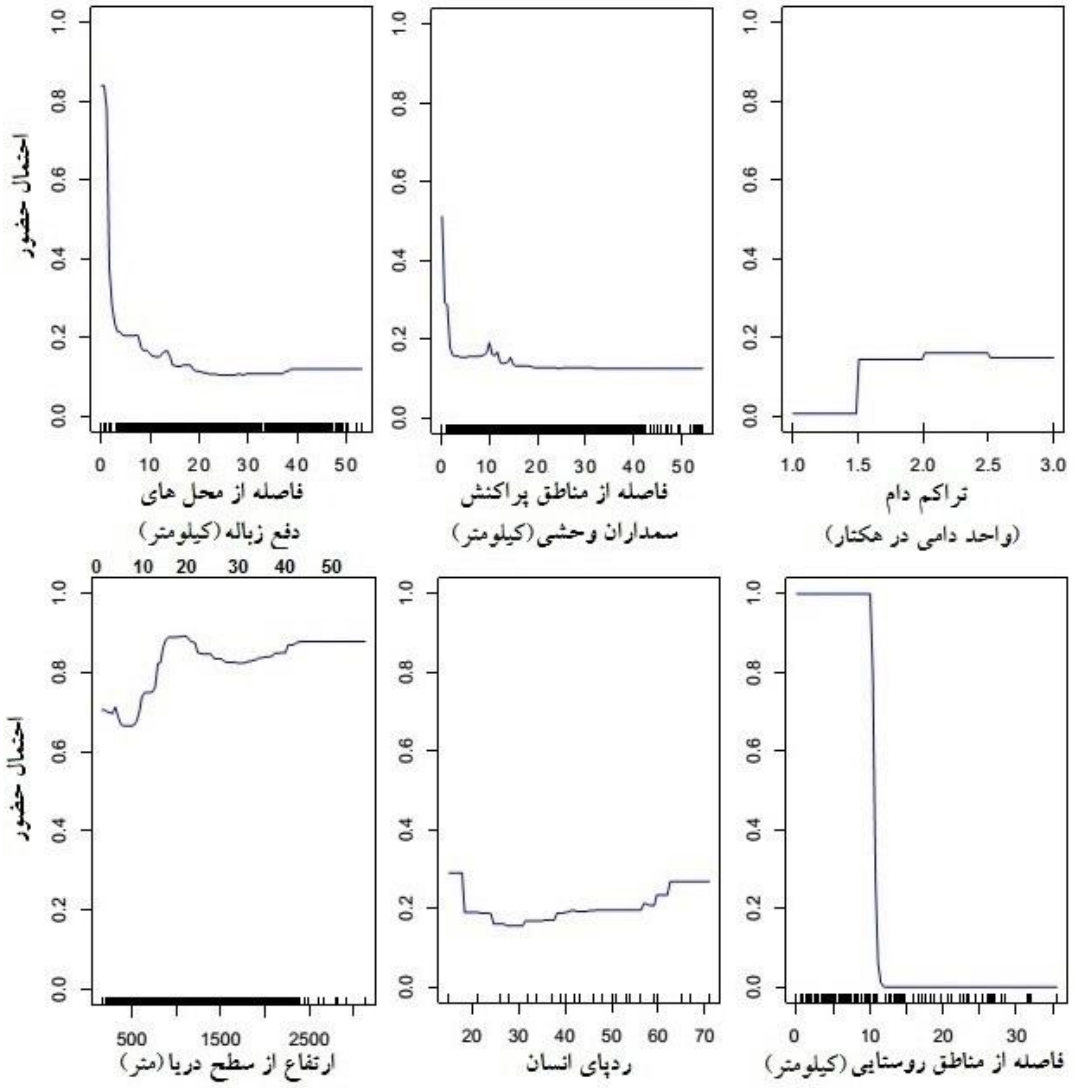


شکل ۴. همپوشانی شبکه حفاظتی با نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه کرکس مصری در استان کرمانشاه (رنگی در نسخه الکترونیکی)

جدول ۴. مساحت (کیلومتر مربع) و درصد زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب (احتمال حضور بیشتر از ۰/۶) کرکس مصری به تفکیک شهرستان‌های استان کرمانشاه (اعداد ۱ تا ۱۴ به‌ترتیب مربوط به شهرستان‌های گیلان‌غرب، پاوه، روانسر، قصر شیرین، صحنه، سنقر، کرمانشاه، کنگاور، دالاهو، سرپل ذهاب، ثلاث باباجانی، جوانرود، هرسین و اسلام آباد غرب هستند).

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
مساحت(km)	۲۴۷/۳	۱۵۹/۰	۸۳/۴	۷۰/۰	۶۸/۶	۶۷/۹	۶۵/۱	۵۹/۵	۵۰/۴	۳۹/۹	۳۹/۲	۳۴/۳	۲۸/۱	۸/۴
درصد	۲۴/۲۱	۱۵/۵۷	۸/۱۷	۶/۸۶	۶/۷۲	۶/۶۵	۶/۳۸	۵/۸۳	۴/۹۴	۳/۹۱	۳/۸۴	۳/۳۶	۲/۷۵	۰/۸۲

پوشش مرتعی بالاترین مطلوبیت را به‌عنوان زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری نشان دادند. بر این اساس، مراتع متوسط (۳۹/۳۸ درصد)، فقیر (۲۳/۷۱ درصد) و خوب (۱۶/۰۱ درصد) در مجموع ۷۹/۱ درصد گستره زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب را



شکل ۵. احتمال حضور نقاط تغذیه‌ای کرکس مصری در امتداد متغیرهای موثر بر اساس مدلRF در استان کرمانشاه

به‌خود اختصاص دادند. پس از آن، جنگل‌های تنک (۱۱/۳۴ درصد) و نیمه‌متراکم (۴/۴۷ درصد)، کشاورزی (۴/۱۲ درصد)، جنگل متراکم (۰/۸۲ درصد) و سایر کاربری‌ها (۰/۱۴ درصد) قرار گرفتند.

یافته‌ها نشان داد که مناطق با ارتفاع کمتر در مقایسه با مناطق مرتفع کوهستانی مطلوبیت بیشتری به‌عنوان زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری دارند. همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهند که مطلوبیت زیستگاه از نظر مکان‌های تغذیه‌ای با افزایش فاصله از مناطق مسکونی کاهش می‌یابد (شکل ۵). متغیرهای فاصله از رودخانه، ردپای انسان و ناهمواری‌ها تأثیر چندانی بر مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای این پرنده نداشتند. بر این اساس، امکان مشاهده کرکس مصری در زیستگاه‌های با درجه‌های متفاوتی از ردپای انسانی وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش تأیید می‌کند که تغذیه نقش بسیار مهمی در انتخاب زیستگاه و پراکنش کرکس مصری دارد. رابطه بین

منابع غذایی (از جمله تراکم دام، سم‌داران وحشی و مکان‌های دفع زباله) و حضور کرکس مصری در پژوهش‌های مختلف تأیید شده است (۳۷، ۵۱ و ۵۸). یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کمتر از پنج درصد (حدود ۱۰۲۱ کیلومتر مربع) از محدوده استان کرمانشاه دربرگیرنده زیستگاه‌های تغذیه‌ای با مطلوبیت زیاد (با احتمال حضور بیشتر از ۰/۶) برای کرکس مصری است. شهرستان‌های غربی استان از شمال غرب تا جنوب غرب (شامل پاوه، روانسر، جوانرود، ثلاث باباجانی، دالاهو، سرپل ذهاب، قصرشیرین و گیلان‌غرب) در مقایسه با سایر مناطق استان اهمیت زیستگاهی بیشتری برای پراکنش کرکس مصری دارند.

یافته‌ها نشان می‌دهند که متغیرهای تراکم دام، فاصله از مناطق پراکنش سم‌داران وحشی، فاصله از مکان‌های دفع زباله، پوشش/کاربری سرزمین و ارتفاع با بیش از ۸۶ درصد مشارکت در مدل‌سازی به‌عنوان مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر انتخاب زیستگاه‌های تغذیه‌ای توسط کرکس مصری هستند. در این پژوهش، زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری اغلب در نزدیکی مکان‌های دفع زباله، اطراف مناطق عشایرنشین و چادرنشین و پیرامون دامداری‌ها مشاهده شدند که مهم‌ترین دلیل آن را می‌توان تغذیه از لاشه‌های حیوانات یا بقایای مواد غذایی که توسط مردم در منطقه رها شده‌اند، دانست. علاوه بر این، مشاهده فراوان‌تر کرکس‌های مصری در اطراف مناطق عشایرنشین و پیرامون دامداری‌ها تأییدی بر اهمیت مناطق دارای تراکم دام متوسط و بالا به‌عنوان زیستگاه‌های تغذیه‌ای مناسب برای کرکس‌های مصری است. در جنوب غربی استان به‌ویژه در فصل زمستان وجود آب‌وهوای به‌نسبت معتدل، باعث حضور عشایر برای گذراندن قشلاق و گستردگی فعالیت‌های دامداری شده است که می‌تواند یکی از عوامل مهم مؤثر بر پراکنش کرکس مصری در این منطقه باشد. علاوه بر این، در سایر مناطق از جمله در ارتفاعات پاوه (به‌ویژه کوه دالانی) کرکس مصری در فصل تابستان در اطراف مناطق ییلاقی عشایر و پیرامون دامداری‌ها حضور دارد. حضور عشایر و فعالیت‌های گسترده دامداری در مناطق دیگر از جمله کوه‌های امروله و دالاخانی در شرق استان می‌تواند از عوامل مؤثر بر حضور کرکس مصری باشد. در این رابطه، اپل و همکاران (۴۷) گزارش کردند که در فصل زمستان مناطق با بهره‌وری اولیه اندک از مناطق مهم برای زمستان‌گذرانی کرکس مصری هستند. بررسی‌های بیشتر توسط این نویسندگان نشان داد که این مناطق احتمالاً به آن علت مورد توجه کرکس مصری قرار می‌گیرند که محل سکونت عشایر یا کشاورزان و دامداران هستند. بنابراین، در تأیید پژوهش‌های پیشین (۳۱، ۴۷ و ۵۸) به‌نظر می‌رسد جمعیت‌های ساکن و مهاجر کرکس مصری به مکان‌های انجام فعالیت‌های دامداری (مناطق عشایرنشین و اطراف دامداری‌ها) و مکان‌های دفع زباله متکی هستند. این مکان‌ها همچنین در سایر کشورها در خاورمیانه، بالکان، آفریقا و آسیا به‌عنوان مهم‌ترین مکان‌های تغذیه‌ای برای این پرنده شناخته شده‌اند (۵، ۲۱، ۵۰ و ۵۷). برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند کرکس‌های مصری که در طول فصل تولید مثل توانایی زادآوری ندارند یا در رقابت برای به‌دست آوردن جفت شکست خورده‌اند معمولاً در نزدیکی مکان‌های تغذیه‌ای (بیشتر اطراف محل‌های دفع زباله یا رستوران‌ها) حضور می‌یابند (۴۷ و ۵۸). بنابراین، به‌منظور اجرای برنامه حفاظت کرکس مصری درنظر گرفتن راهکارهای مناسب برای مدیریت این مکان‌های تغذیه‌ای ضروری به‌نظر می‌رسد.

موافق با یافته‌های دیگر (۲۱)، با افزایش فاصله از مناطق پراکنش سم‌داران وحشی از مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری کاسته می‌شود. امروزه، به‌دلایل متعدد از جمله شکار بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها به‌ندرت می‌توان جمعیت‌های سم‌داران وحشی را در خارج از مناطق حفاظت‌شده کشور مشاهده کرد (۸). بنابراین، کرکس‌های مصری در مناطق حفاظت‌شده به جمعیت گونه‌های مختلف حیات وحش به‌ویژه سم‌داران وحشی به‌عنوان تأمین‌کننده منابع تغذیه‌ای وابسته هستند. بر پایه پژوهش‌های میدانی و تحلیل‌ها، تقریباً تمامی مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع استان

دربرگیرنده بخشی از گستره زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری هستند. طبق نتایج این مطالعه مشخص شد که در حدود ۳۲ درصد از گستره زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب کرکس مصری توسط شبکه حفاظتی استان پوشش داده شده است. بنابراین، اتخاذ رویکردهای مناسب به‌منظور تکمیل شبکه حفاظتی استان از جمله تأسیس مناطق حفاظت‌شده و شکار ممنوع جدید و ارتقاء سطح حفاظتی مناطق شکار ممنوع و حفاظت‌شده موجود می‌تواند کارامدی این مناطق را در حفاظت از جمعیت‌های کرکس مصری و سایر گونه‌های در تهدید حیات وحش افزایش دهد.

در تأیید نتایج پژوهش‌های دیگر (۵۸)، کرکس‌های مصری به‌منظور انتخاب زیستگاه‌های تغذیه‌ای اغلب مراتع با کیفیت‌های مختلف را در مقایسه با سایر پوشش/کاربری‌های سرزمین ترجیح می‌دهند. این یافته نیز ارتباط بسیار نزدیکی با حضور عشایر، تراکم دام اهلی و پراکنش سم‌داران وحشی دارد. بنابراین، حفاظت از این مناطق باز با پوشش مرتعی می‌تواند جزء اولویت‌های حفاظت از کرکس مصری در محدوده پراکنش آن باشد. آتش‌سوزی‌های عمدی و غیرعمدی بسیار گسترده در گستره زمین‌های کشاورزی، مراتع و جنگل‌های استان کرمانشاه یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در حفاظت از زیستگاه‌ها و حیات وحش در این استان به‌شمار می‌رود. بنابراین، آموزش، آگاهی‌رسانی و اتخاذ تدابیر مناسب در این زمینه باید به‌عنوان یکی از اولویت‌های اساسی مورد توجه مدیران استانی قرار گیرد.

در ارتباط با متغیر ارتفاع از سطح دریا، درحالی که کرکس‌های مصری در ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر تا بیش از ۳۰۰۰ متر در استان مشاهده شدند، موافق با پژوهش‌های دیگر (۳۱، ۴۷ و ۵۸) احتمالاً کرکس‌های مصری به‌منظور دست‌یابی به فرصت‌های تغذیه‌ای مناسب تمایل دارند که در محدوده زمین‌های باز در مناطق کم‌ارتفاع حضور داشته باشند. به‌هر حال، کرکس‌های مصری در فصل تابستان به‌منظور تغذیه در دامنه‌های مناطق مرتفع (مانند مناطق عشایرنشین در دامنه‌های کوه دالانی پاوه) نیز حضور دارند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که وجود مناطق مرتفع عامل بسیار مهمی برای پراکنش کرکس مصری است (۴۸). با توجه به اینکه کرکس مصری در مقیاس جهانی در طبقه‌های ارتفاعی گوناگون پراکنش دارد، درنظر گرفتن این طبقه‌های ارتفاعی مختلف در محدوده حضور آن یکی دیگر از عوامل اصلی و تأثیرگذار بر افزایش قلمرو و موفقیت جوجه‌آوری است (۴۸).

بر اساس یافته‌ها، با افزایش فاصله از مناطق مسکونی از مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای کاسته می‌شود. این موضوع نباید با انتخاب مناطق آشیانه‌گذاری کرکس مصری اشتباه گرفته شود، زیرا مکان آشیانه‌گذاری این گونه معمولاً مناطقی دور از مراکز تراکم انسانی است (۵۵، ۵۸ و ۶۲). هر چند پژوهش‌های اندکی نیز گزارش کرده‌اند که کرکس مصری در نزدیکی سکونتگاه‌های انسانی اقدام به آشیانه‌گذاری کرده است، که دلیل آن را می‌توان تراکم پایین جمعیت‌های انسانی برشمرد (۳۷). موافق با دیگر یافته‌ها (۵۵ و ۵۸)، امکان حضور کرکس مصری در زیستگاه‌های دارای درجه‌های متفاوت از ردپای انسانی، وجود دارد. این موضوع از آن جنبه دارای اهمیت است که این پرنده به‌منظور تأمین نیازهای تغذیه‌ای خود به مناطق مختلف از جمله اطراف مناطق مسکونی متمایل می‌شود.

در این پژوهش مطلوبیت زیستگاه‌های تغذیه‌ای کرکس مصری در استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفته است. توصیه می‌شود پژوهش‌های با هدف شناسایی و حفاظت از مکان‌های آشیانه‌سازی این پرنده در استان در اولویت قرار گرفته و تدابیری برای کاهش تخریب و تبدیل کاربری زمین‌های پیرامون محل‌های آشیانه‌سازی اندیشیده شود. به‌عنوان نمونه، نمی‌توان از فعالیت‌های کشاورزی جوامع محلی در این استان جلوگیری کرد، همان‌طور که نمی‌توان حفاظت از جمعیت‌های در تهدید کرکس مصری را نادیده گرفت. بنابراین، با توجه به مهاجر بودن اغلب جمعیت‌های کرکس مصری، شاید امکان‌پذیر باشد که در فصل‌های مهم سال به‌ویژه تابستان از انجام فعالیت‌های کشاورزی و تعرض افراد بومی به مناطق پراکنش این گونه جلوگیری به‌عمل آید. علاوه بر این، برای تعارض کمتر

فعالیت‌های انسانی با حضور کرکس مصری می‌توان از بافرهای فصلی پیرامون مناطق پراکنش این پرنده به‌ویژه مکان‌های آشیانه‌سازی استفاده کرد.

سپاسگزاری

این پژوهش با همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد و اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه طی قرارداد پژوهشی شماره ۹۷/۳۰۵۱۷ مورخ ۹۷/۸/۳۰ در قالب گام اول (شناسایی زیستگاه‌های تغذیه‌ای مطلوب) طرح اجرای برنامه عمل حفاظت کرکس مصری در استان کرمانشاه به انجام رسیده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری ارزشمند اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه در برگزاری بازدیدها و نمونه‌برداری‌های میدانی سپاسگزاری کنند.

منابع مورد استفاده

1. Abuladze, A. 2013. Materials Towards a Fauna of Georgia. Issue VI. Birds of Prey of Georgia, Institute of Zoology, Ilia State University, Tbilisi, Georgia, 219 p.
2. Al Fazari, W. and M. McGrady. 2016. Counts of Egyptian vultures *Neophron percnopterus* and other avian scavengers at Muscat's municipal landfill, Oman, November 2013- March 2015. *Sandgrouse* 38: 99-105.
3. Allouche, O., A. Tsoar and R. Kadmon. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology* 43: 1223-1232.
4. Angelov, I., I. Hashim and S. Oppel. 2013. Persistent electrocution mortality of Egyptian vultures *Neophron* percnopterus over 28 years in East Africa. *Bird Conservation International* 23(1): 1-6.
5. Arkumarev, V., V. Dobrev, Y. D. Abebe, G. Popgeorgiev and S. C. Nikolov. 2014 .Congregations of wintering Egyptian vultures *Neophron percnopterus* in Afar, Ethiopia: present status and implications for conservation. *Ostrich* 85(2): 139-145.
6. Ashrafzadeh, M. R., A. A. Naghipour, M. Haidarian and I. Khorozyan. 2019. Modeling the response of an endangered flagship predator to climate change in Iran. *Mammal Research* 64(1): 39-51.
7. Ashrafzadeh, M. R. and A. Nazarian. 2018. Habitat suitability modelling for the Caspian Snowcock (*Tetraogallus caspius*), as a typical high-mountaine species. *Journal of Natural Environment* 70(4): 745-756. (In Farsi).
8. Bashari, H. and M. R. Hemami. 2013. A predictive diagnostic model for wild sheep (*Ovis orientalis*) habitat suitability in Iran. *Journal for Nature Conservation* 21(5): 319-325.
9. Bagheri. M., M. R. Jelokhani Noaryk and K. Bagheri. 2018. Investigation of the land potential of Kermanshah province for rainfed wheat cultivation using artificial neural network. *Journal of RS and GIS for natural Resources* 8(4): 36-48. (In Farsi).
10. Bird Life International .2017. Species factsheet: *Neophron percnopterus*. http://www.birdlife.org on 09/05/2017.
11. Carrete, M., J. M. Grande, J. L. Tella, J. A. Sánchez- Zapata, J. A. Donázar, R. Díaz-Delgado and A. Romo. 2007. Habitat, human pressure and social behavior: Partialling out factors affecting large-scale territory extinction in an endangered vulture. Biological Conservation 136: 143-154.
12. CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2019. Appendices I, II and III. https://www.cites.org/eng/app/appendices.php.
13. Cramp, S. and K. Simmons. 1980. Birds of the Western Palearctic, Vol. II. Oxford University Press, Oxford, 696 p.
14. Danielson, J. J. and D. B. Gesch. 2011. Global Multi-Resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010). U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1073, 26 p. (U.S. Geological Survey: Reston, VA).
15. Dobrev, V., Z. Boev, V. Arkumarev, D. Dobrev, E. Kret, V. Saravia, A. Bounas, D. Vavylis, S. C. Nikolov and S. Oppel. 2016. Diet is not related to productivity but to territory occupancy in a declining population of Egyptian vulture *Neophron percnopterus*. *Bird Conservation International* 26(3): 273-285.
16. Donázar, J. A., F. Hiraldo and J. Bustamante. 1993. Factors influencing nest site selection, breeding density and breeding success in the bearded vulture (*Gypaetus barbatus*). *Journal of Applied Ecology* 504-514.
17. Donázar, J. A. 2009. Long-term effects of lead poisoning on bone mineralization in vultures exposed to ammunition sources. *Environmental Pollution* 157(2): 569-574.
18. Donázar, J. A., A. Margalida, M. Carrete and J. A. Sánchez-Zapata. 2009. Too sanitary for vultures. *Science* 326: 664.
19. Farashi, A. and M. Alizadeh-noughani. 2018. Niche modelling of the potential distribution of the Egyptian vulture *Neophron percnopterus* during summer and winter in Iran, to identify gaps in protected area coverage. *Bird*

Conservation International 1- 14.
20. García Ripollés, C. 2012. Biology and conservation of two scavenger species breeding in the East of the Iberian Peninsula. PhD Thesis. University of Alicante, Alicante, Spain.
21. Grubač, B., E. Lisicanec, T. Kastritis, D. Vavylis, M. Topi, B. Hoxha and S. Oppel. 2014. Population decline and range contraction of the Egyptian vulture *Neophron percnopterus* on the Balkan Peninsula. *Bird Conservation International* 25(4): 440-450.
22. Guisan, A. and W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.
23. Guo, Y., J. Guo, X. Shen, G. Wang and T. Wang. 2019. Predicting the bioclimatic habitat suitability of *Ginkgo biloba* L. in China with field-test validations. *Forests* 10: 705.
24. Habibzadeh. N. and R. Hasanalizade. 2017. Multi-scale modeling of foraging habitat suitability for Egyptian vulture in Arasbaran protected area, Iran . *Iranian Journal of Applied Ecology* 6(3):1-12. (In Farsi).
25. Hernández, M. and A. Margalida. 2009. Poison-related mortality effects in the endangered Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) population in Spain. *European Journal of Wildlife Research* 55: 415-423.
26. IFRWMO. 2014. Iranian forests, range and watershed management organization national land use/land cover map. Forest, Range and Watershed Management Organization of Iran, Tehran.
27. Iñigo, A., B. Barov, C. Orhun and U. Gallo-Orsi. 2008. Action plan for the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in the European Union. Bird Life International & European Commission, Brussels, Belgium, 62 p.
28. IUCN (The International Union for Conservation of Nature). 2019. Neophron percnopterus. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T22695180A154895845. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22695180A154895845.en.
29. Kaboli, M., M. Aliabadian, M. Touhidifar, A. Hashemi, B. Mosavi, K. Rozelar and B. hasanzadeh-kiabi. 2016. Atlas of birds of Iran. Department of the Environment, Iran, 628 p. (In Farsi).
30. Kashkarov, R. D. and E. N. Lanovenko. 2011. Action Plans on Conservation of the World`s Endangered Bird Species in Uzbekistan: Saker Falcon and Egyptian vulture. Uzbec Sosiety for Protection of Birds. Tashkent, 56 p.
31. Kendall, C. J., M. Z. Virani, J. G. C. Hopcraft, K. L. Bildstein and D. I. Rubenstein. 2014. African vultures don't follow migratory herds: Scavenger habitat use is not mediated by prey abundance. *PLoS One* 9: e83470.
32. Kret, E. 2013. Egyptian Vulture Monitoring in Thrace in 2013. Annual Technical Report, WWF Greece, Athens, 34 p.
33. Kuloba, B., H. V. Gils, I. V. Duren and S. Ngene. 2015. Modeling cheetah *Acinonyx jubatus* fundamental niche in kenya. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis* 3: 317-330.
34. Lasch, U., S. Zerbe and M. Lenk. 2010. Electrocution of raptors at power lines in Central Kazakhstan. Waldφkologie. *Landschafts for schung und Natur schutz* 9: 95-100.
35. Lopez-lopez, P. S., A. R. Clara garci´ and V. Urios. 2014. Food predictability determines space use of endangered vultures: Implications for management of supplementary feeding. *Ecological Applications* 24(5): 938-949.
36. Malekian. M. and M. R. Hemami. 2013. Fundamentals of Conservation Biology. Jahad Daneshgahi of Mashhad, Iran, 304 p.
37. Margalida, A., D. García and A. Cortés-Avizanda. 2007. Factors influencing the breeding density of bearded vultures, Egyptian vultures and Eurasian Griffon vultures in Catalonia (NE Spain): Management implications. *Animal Biodiversity and Conservation* 30(2): 189-200.
38. Margalida, A., J. R. Benitez, J. A. Sanchez-Zapata, E. Ávila, R. Arenas and J. A. Donázar. 2012. Long-term relationship between diet breadth and breeding success in a declining population of Egyptian vultures *Neophron percnopterus*. *Ibis* 154: 184-188.
39. Margalida, A., J. M. Pérez-García, I. Afonso and R. Moreno-Opo. 2016. Spatial and temporal movements in Pyrenean bearded vultures (*Gypaetus barbatus*): Integrating movement ecology into conservation practice. *Scientific Reports* 6(1): 1-12.
40. Moleon, M., J. A. Sanchez-Zapata, A. Margalida, M. Carrete, N. Owen-Smith and J. A. Donazar. 2014. Humans and scavengers: the evolution of interactions and ecosystem services. *BioScience* 64(5): 394-403.
41. Mirzaei, R., M. R. Hemami, A. E. Sari and H. Rezaei. 2014. Distribution modelling of lesser kestrel (*Falco naumanni*) in Golestan province, Iran. *Environmental Researches* 4(8): 149-156. (In Farsi).
42. Naghipour, A. A., Z. Ostovar and E. Asadi. 2019. The influence of climate change on distribution of an endangered medicinal plant (*Fritillaria Imperialis* L.) in central Zagros. *Journal of Rangeland Science* 9: 159-171.
43. Nergo, J. J., J. M. Grande, J. L. Tella, J. Garrido, D. Hornero, J. A. Donázar, J. A. Sanchez-Zapata, J. R. Benitez and M. Barcell. 2002. An unusual source of essential carotenoids. *Nature* 416: 807-808.
44. Nikolov, S. C., B. Barov, C. Bowden and N. P. Williams. (Eds.) 2016. Flyway Action Plan for the Conservation of the Balkan and Central Asian Populations of the Egyptian vulture *Neophron percnopterus* (EVFAP). BSPB Conservation Series No. 32, Sofia, CMS Raptors MoU Technical Publication No. 4, Abu Dhabi, 124 p

45. Ogada, D. L. 2014. The power of poison: pesticide poisoning of Africa's wildlife. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1322(1): 1-20.
46. Ogada, D. L., F. Keesing and M. Z. Virani. 2012. Dropping dead: causes and consequences of vulture population declines worldwide. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1249: 57-71.
47. Oppel, S., V. Dobrev, V. Arkumarev, V. Saravia, A. Bounas, E. Kret, M. Velevski, S. Stoychev and S. C. Nikolov. 2015. High juvenile mortality during migration in a declining population of a long-distance migratory raptor. *Ibis* 157(3): 545-557.
48. Oppel, S., V. Dobrev, V. Arkumarev, V. Saravia, A. Bounas, E. Kret, M. Velevski, S. Stoychev and S. C. Nikolov. 2016. Assessing the effectiveness of intensive conservation actions: Does guarding and feeding increase productivity and survival of Egyptian vultures in the Balkans? *Biological Conservation* 198: 157-164.
49. Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190: 231-259.
50. Porter, R. and A. S. Suleiman. 2012. The Egyptian vulture *Neophron percnopterus* on Socotra, Yemen: population, ecology, conservation and ethno-ornithology. *Sandgrouse* 34: 44-62.
51. Prabodh Chander, K. h. 2013. Home range use of winter migratory vultures in and around Jorbeer, Bikaner (Rajasthan) India. *Bioscience Discovery* 4(1): 96-99.
52. Rahim, M. 2016. Predicting suitable habitat of Egyptian vulture *Neophron percnopterus* in Iraq, using Maxent model. MSc Thesis. University of East Anglia, Norwich Research Park, Norwich, UK.
53. Renner, I. W. and D. I. Warton. 2013. Equivalence of MAXENT and Poisson point process models for species distribution modeling in ecology. *Biometrics* 69: 274-281.
54. Sanderson, E. W., M. Jaiteh, M. A. Levy, K. H. Redford, A. V. Wannebo and G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. *BioScience* 52: 891-904.
55. Sarà, M. and M. Di Vittorio. 2003. Factors influencing the distribution, abundance and nest-site selection of an endangered Egyptian vulture *Neophron percnopterus* population in Sicily. *Animal Conservation* 6(4): 317-328.
56. Şekercioğlu, Ç. H., G. C. Daily and P. R. Ehrlich. 2004. Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101: 18042-18047.
57. Şen, B., S. İsfendiyaroğlu and J. Tavares. 2011. Egyptian vulture *Neophron percnopterus* Research & Monitoring 2011 Breeding Season Report-Beypazarı, Turkey. Doğa Derneği, Ankara, Turkey.
58. Sen, B., J. Tavares and C. Bilgin. 2017. Nest site selection patterns of a local Egyptian vulture *Neophron percnopterus* population in Turkey. *Bird Conservation International* 27: 568-581.
59. Thuiller, W., L. Brotons, B. Lafourcade, R. Engler and M. B. Araújo. 2009. BIOMOD _ a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32: 369-373.
60. Wacher, T., J. Newby, I. Houdou, A. Harouna and T. Rabeil. 2013. Vulture observations in the Sahelian zones of Chad and Niger. *African Bird Club* 20: 286-199.
61. Yousefi, M., M. Ahmadi, E. Nourani, A. Rezaei, A. Kafash, A. Khani, M. E. Sehhatisabet, M. A. Adibi, F. Goudarzi and M. Kaboli. 2017. Habitat suitability and impacts of climate change on the distribution of wintering population of Asian Houbara Bustard Chlamydotis macqueenii in Iran. *Bird Conservation International* 27(2): 294-304.
62. Zuberogoitia, I., J. Zabala, J. A. Martinez, J. E. Martinez and A. Azkona. 2008. Effect of human activities on Egyptian vulture breeding success. *Animal Conservation* 11(4): 313-320.

Distribution Modeling of Foraging Habitats for Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in Kermanshah Province, Iran

M. R. Ashrafzadeh[1*], A. A. Naghipour[2], H. Khoshnamvand[3], M. Haidarian[4] and S. Esmaeili[5]

(Received: February 18-2020; Accepted: April 13-2020)

Abstract

The Egyptian vulture, *Neophron percnopterus*, as a globally endangered species, is significantly affected by conflicts with human, leading to the decline of this species population. Availability of food resources is known as one of the most important factors affecting the distribution of the Egyptian vulture. In this study, we employed an ensemble modelling approach to predict the suitability of the foraging habitat for the Egyptian vulture based on seven distribution modelling algorithms. According to our results, suitable foraging habitats for this bird accounted for about 4.19% (1021.40 km^2) of the study area, of which only approximately 31.92% (326 km^2) was covered by the conservation areas. Livestock density (31.82%), the presence of wild ungulates (15.36%), distance to dump sites (14.77%), landcover (12.46%) and elevation (11.85%) made the highest contribution to the ensemble model of this species. Our results indicated that Egyptian vultures mainly rely on dump sites, nomadic areas and livestock farming sites, thereby reflecting the vulture's tendency to livestock carcasses. Thus, it is important to develop effective strategies for proper monitoring and managing human activities in these areas.

Keywords: Egyptian vulture, Foraging habitats, Dump sites, Nomadic areas, Livestock farming

1. Dept. of Fish. and Environ. Sci., Faculty of Natur. Resour. and Earth Sci., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.
2. Dept. of Natur. Eng., Faculty of Natur. Resour. and Earth Sci., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.
3. Dept. of Environ. Sci., Faculty of Natur. Resour., Isfahan Univ. of Tech., Isfahan, Iran.
4. Dept. of Rangeland, Faculty of Natur. Resour., Sari Agricult. Sci. and Natur. Resour. Univ., Sari, Iran.
5. Kermanshah Provincial Office of Dept. of Environ., Kermanshah, Iran.

*: Corresponding Author, Email: mrashrafzadeh@sku.ac.ir