بوم‌شناسی کاربردی/ سال یازدهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۱/ صفحات ۵۱ تا ۶۴

ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در مناطق با ریسک بالای تعارض خرس قهوه‌ای در استان فارس

رسول خسروی[۱*]، حمیدرضا پورقاسمی[۲] و یلدا موثقی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱)

چکیده

ارزیابی تغییرات صورت گرفته در زیستگاه گامی مهم در اولویت‌بندی مکانی برنامه‌های کاهش تعارض انسان و حیات وحش است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در محدوده مناطق با ریسک بالای تعارض خرس قهوه‌ای در استان فارس اجرا شد. در گام نخست، با استفاده از نقاط وقوع تعارض، متغیرهای پیش‌بینی کننده و رویکرد اجماع مدل‌های کوچک، نقشه مناطق با ریسک بالای تعارض تهیه شد. در گام دوم، با استفاده از روش‌های سنجش از دور، روند تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۳۰ ساله در محدوده مناطق با ریسک بالا ارزیابی شد. نتایج مدل‌سازی ریسک نشان داد که فاصله از مناطق روستایی، کریدورهای مهاجرتی و تراکم لکه‌های جنگلی مهم‌ترین متغیرها در احتمال وقوع ریسک تعارض خرس است. به ترتیب ۳/۷۵ و ۶/۹۱ درصد از منطقه در طبقات با خطر بالا و متوسط قرار گرفت. ارزیابی تغییرات کاربری نشان داد در یک بازه زمانی ۳۰ ساله سطح باغات و اراضی کشاورزی از ۱۲۱۶۷ به ۵۲۶۶۲ هکتار افزایش یافته است. چنین تغییری می‌تواند احتمال تعارض خرس با جوامع بومی را افزایش دهد. بر اساس نتایج این پژوهش طرح‌ریزی برنامه‌ریزی‌های بین سازمانی به‌منظور جلوگیری از روند تخریب عرصه‌های طبیعی جهت کاهش تعارضات انسان و حیات وحش امری ضروری است.

واژه‌های کلیدی: تعارض خرس قهوه‌ای-انسان، تغییرات کاربری اراضی، مدل‌سازی ریسک، نقاط داغ تعارض

۱. استادیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. استاد بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: r-khosravi@shirazu.ac.ir

مقدمه

تغییرات زیستگاهی در عرصه‌های طبیعی، زیستگاه در دسترس بسیاری از گونه‌های جانوری را کاهش داده است (۴ و ۴۱). تغییر در کاربری/پوشش اراضی در نتیجه دخالت‌های انسانی از یک‌طرف سبب تخریب و کاهش مساحت و کیفیت زیستگاه شده و از سوی دیگر احتمال رویارویی انسان و حیات وحش را افزایش داده است (۲۸ و ۳۱). تضاد بین منافع انسانی و نیازهای حیات‌وحش همواره هزینه‌بر بوده و سبب خسارت به هر دو طرف درگیر در چنین تعارضاتی می‌شود (۱۴، ۳۷، ۴۰ ۴۶). عوامل مختلفی در بروز تعارض حیات وحش و انسان تاثیرگذار است که در یک تقسیم‌بندی کلی به عوامل زیستی، اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی تقسیم‌بندی می‌شود (۱۲). تغییر در کاربری/پوشش اراضی یکی از عوامل موثر بر تغییرات زیستگاهی است که اثرات معنی‌داری بر پراکنش حیات وحش دارد (۴). بنابراین، پایش تغییرات پوشش اراضی و تاثیر تغییرات صورت گرفته بر تخریب زیستگاه گام اساسی در درک روابط متقابل بین فعالیت‌های انسانی و محیط پیرامونی و برقراری یک تعادل محیطی پایدار به‌منظور کاهش تعارضات است (۲۸).

در بین گونه‌های جانوری، گوشتخواران از جمله گونه‌های حساس به حضور انسان در زیستگاه هستند که این حساسیت در حاشیه مناطق تحت حفاظت به‌مراتب بیش‌تر است (۷ و ۳۲). در محیط‌هایی با حضور پررنگ انسان، گوشتخواران توانایی بقاء در لکه‌های زیستگاهی منزوی و بدون ارتباط با یکدیگر را ندارند. بنابراین ممکن است از لکه‌های زیستگاهی حفاظت نشده برای تامین نیازهای خود استفاده کنند که این امر می‌تواند احتمال رویارویی حیات وحش و انسان را افزایش دهد (۱۳). با توجه به کاهش جمعیت گوشتخواران در دهه‌های اخیر و هم‌چنین تاثیرات منفی اقتصادی – اجتماعی این تعارضات بر جوامع بومی، مدیریت تعارض گوشتخواران و انسان به‌نحوی که بتوان حفاظت از گوشتخواران را در کنار کاهش خسارت وارد شده به جوامع بومی محقق نمود، پیش‌شرط لازم و ضروری برای حفاظت موثر از حیات وحش است (۱۱ و ۴۴).

گام اساسی در مدیریت تعارضات، پهنه‌بندی مناطق از منظر ریسک وقوع تعارض و تعیین عوامل موثر بر بروز چنین وقایعی می‌باشد(۲۱). مدل‌های پیش‌بینی پراکنش می‌تواند ابزاری کلیدی برای تهیه نقشه مناطق احتمالی وقوع تعارض باشد که خروجی آن کاربرد گسترده‌ای در کاهش تعارضات دارد (۳ و ۴۳). اگرچه در سال‌های اخیر در مطالعات بسیاری از مدل‌های پراکنش برای پهنه‌بندی مناطق ریسک تعارضات انسان و گوشتخواران استفاده شده‌است (۷ و ۲۱ و ۳۶)، در مطالعات کم‌تری به تاثیر عوامل مربوط به ترکیب‌بندی و پیکربندی سیمای سرزمین در وقوع تعارضات پرداخته شده‌است (۲۵). از این‌رو، در تلاش‌های حفاظتی با هدف کاهش تعارض از طریق افزایش ارتباطات بین زیستگاه‌های مطلوب باید تاثیر ترکیب و پیکربندی سیمای سرزمین را نیز در نظر داشت (۳۹).

ارزیابی تغییرات کاربری/پوشش اراضی در بازه‌های زمانی با هدف تهیه نقشه و تحلیل تخریب و تکه تکه شدگی زیستگاه، یک ابزار مهم برای نشان دادن تاثیرات رفتار انسان بر عرصه‌های طبیعی و در نتیجه افزایش احتمال هم‌پوشانی بین نیازهای انسانی و گونه‌های جانوری است (۲۲ ۳۵). در طی سال‌های اخیر، فن‌آوری مشاهدات زمین، با افزایش توانایی تفکیک مکانی، طیفی، و زمانی ماهواره‌ها، امکان پایش دقیق‌تر و کارامدتر محیط زیست در طول زمان در مقیاس جهانی، منطقه‌ای و محلی فراهم کرده است (۱۰ و ۳۸). ارتباط بین تغییرات کاربری/پوشش اراضی با روند تعارضات انسان و حیات وحش در مطالعات بسیاری مورد توجه قرار گرفته است (۲۸ و ۳۱). مجموع این مطالعات نشان می‌دهد که توجه مدیران حفاظت به برنامه‌ریزی سیمای سرزمین و جلوگیری از روند تخریب عرصه‌های طبیعی گام اساسی در کاهش تعارضات انسان و حیات وحش و حفاظت از تنوع زیستی است.

استان فارس نیز هم‌چون بسیاری دیگر از استان‌های کشور، در سال‌های اخیر شاهد افزایش تعارض بین انسان و حیات‌وحش بوده است (۲۶). وجود گوشت‌خواران بزرگ‌جثه‌ای هم‌چون خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در استان، اهمیت حفاظت از تنوع زیستی

در تعارضات احتمالی با این گونه را دوچندان نموده است. سازگاری خرس قهوه‌ای به استفاده از مجموعه‌ای گسترده از مواد غذایی، خشکسالی‌های متوالی در زیستگاه‌های طبیعی، و دخل و تصرف‌های صورت‌گرفته در زیستگاه طبیعی این گونه در استان سبب وقوع تعارض این گونه با جوامع بومی شده است. از این‌رو، پژوهش حاضر در ادامه مطالعات قبلی صورت گرفته (۲۱) و با هدف ترکیب روش‌های مدل‌سازی ریسک تعارض انسان و حیات وحش و روش‌های سنجش از دور و تصاویرماهواره‌ای به‌منظور ارزیابی میزان تغییرات صورت گرفته در کاربری/پوشش اراضی در محدوده مناطق با ریسک بالای تعارضات خرس قهوه‌ای در استان فارس اجرا گردید. اهداف مطالعه حاضر شامل: (الف) تهیه نقشه مناطق با ریسک بالای تعارض خرس قهوه‌ای، (ب) شناسایی عوامل موثر بر وقوع تعارضات، (ج) ارزیابی تاثیر عوامل پیکربندی و ترکیب‌بندی سیمای سرزمین بر وقوع تعارضات، و (د) ارزیابی روند تغییرات کاربری/پوشش اراضی در محدوده مناطق با ریسک بالای تعارض در یک بازه زمانی ۳۰ ساله می‌باشد. نتایج این پژوهش نقش مهمی در افزایش دانش مدیران در رابطه با تغییرات صورت گرفته در محدوده زیستگاهی خرس قهوه‌ای در سطح استان و نقش آن در افزایش تعارضات این گونه با جوامع بومی در سال‌های اخیر دارد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و ثبت نقاط تعارض

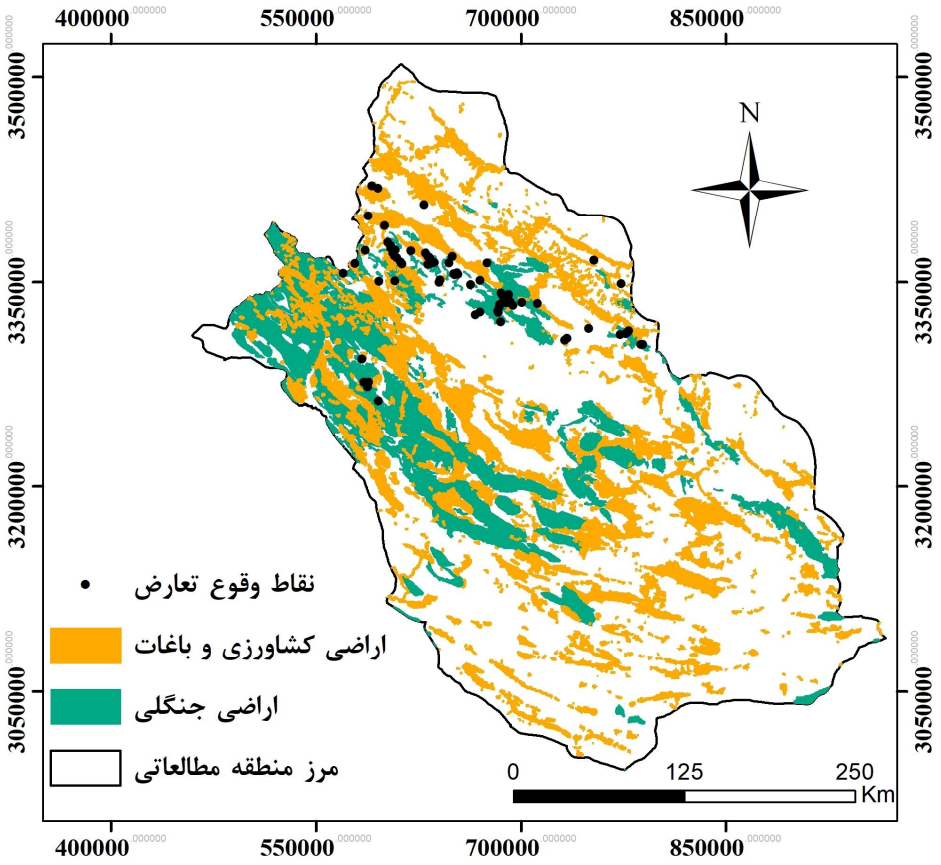
با انجام مطالعات میدانی گسترده در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ اطلاعات مربوط به تعارض خرس قهوه‌ای با جوامع بومی از طریق مشاهده مستقیم نمایه‌های وقوع تعارض و همچنین مصاحبه با جوامع بومی ثبت شد. در نهایت تعداد ۱۵۴ نقطه تعارض خرس قهوه‌ای با جوامع بومی ثبت گردید (شکل ۱). نقاط تعارض ثبت شده مربوط به حملات خرس با باغات و محصولات کشاورزی (۱۲۸ نقطه)، حمله به کندوی عسل (۲۰ نقطه)، حمله به دام (۵ نقطه)، و حمله به انسان (۱ نقطه) بود. به‌منظور ارزیابی الگوی مکانی نقاط ثبت شده و احتمال خودهمبستگی مکانی در نقاط وقوع تعارض، شاخص موران I در بسته نرم‌افزاری Raster محاسبه شد (۱۶ و ۱۷). هم‌چنین با توجه به احتمال وجود خودهمبستگی مکانی بین نقاط ثبت شده، از روش فیلتر مکانی با در نظر گرفتن یک دایره با شعاع ۵ کیلومتر برای کاهش خودهمبستگی آنها استفاده شد (۲ و ۱۹).

متغیرهای پیش‌بینی کننده وقوع تعارض

با مرور مطالعات انجام شده در رابطه با مدل‌سازی ریسک تعارض انسان و گوشتخواران (۹ و ۲۹ و ۴۵ و ۴۸) و در ادامه مطالعات قبلی (۲۱)، ۱۲ متغیر محیطی و انسانی در پنج طبقه اصلی شامل زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای، کریدورهای مهاجرتی، حفاظت، متغیرهای انسانی، کاربری/پوشش اراضی انتخاب شد (رجوع شود به ۲۱). تمامی پیش‌پردازش‌های انجام شده بر روی متغیرهای انتخاب شده با استفاده از پنجره متحرک با شعاع پنج کیلومتر انجام شد (۷۸ کیلومتر مربع). این اندازه پنجره دربرگیرنده حداقل مساحت برای حضور ثابت یک خرس ماده در یک منطقه است (۲۳). در ادامه نحوه آماده‌سازی هر یک از متغیرها ارائه شده است.

زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای

برای ارزیابی تاثیر زیستگاه‌های مطلوب خرس قهوه‌ای بر ریسک وقوع تعارض، از نقشه مطلوبیت زیستگاهی خرس قهوه‌ای در پژوهش‌های پیشین استفاده شد (برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به ۲۱). بدین منظور ابتدا نقشه مطلوبیت تهیه شده به دو طبقه زیستگاه‌های با مطلوبیت بالا و مناطق نامطلوب تقسیم‌بندی شد. سپس لکه‌های زیستگاهی مطلوب و پیوسته با وسعت بیش از ۷۰ کیلومتر مربع به‌عنوان زیستگاه‌های کلیدی مطلوب برای حضور خرس قهوه‌ای درنظر گرفته شد (۱۳). در گام بعد نسبت زیستگاه‌های کلیدی مطلوب در یک محدوده به شعاع ۵ کیلومتر با استفاده از نرم افزار FRAGSTAT محاسبه شد (۲۴). به‌منظور ارزیابی تاثیر ترکیب‌بندی و پیکربندی لکه‌های زیستگاهی نیز شاخص تراکم لکه‌های زیستگاهی با مطلوبیت بالا (Patch density) با استفاده از نرم‌افزار



شکل ۱. پراکنش مکانی مناطق نقاط وقوع تعارض خرس قهوه‌ای با منافع انسانی در استان فارس

FRAGSTAT و پنجره متحرک با شعاع پنج کیلومتر محاسبه شد (برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به ۲۱).

به‌منظور ارزیابی تاثیر کریدورهای مهاجرتی خرس قهوه‌ای بر وقوع تعارضات، از تحلیل‌های ارتباطات سیمای سرزمین انجام شده در مطالعات پیشین (برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به ۲۱) استفاده شد. با استفاده از نقشه ارتباطات زیستگاهی تهیه شده، با استفاده از نقشه تراکم تجمعی مسیرهای بهینه پیش‌بینی شده، تنگناهای ارتباطی (Corridor bottleneck) خرس قهوه‌ای شناسایی شد. برای تعریف تنگناهای ارتباطی، از نقشه پیوسته تهیه شده از تحلیل‌های ارتباطات زیستگاهی استفاده شد و مناطق با تراکم مسیرهای بهینه مهاجرتی بالاتر از میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار به‌عنوان تنگناهای ارتباطی تعریف شد. در نهایت تراکم تنگناهای ارتباطی در یک پنجره متحرک با شعاع پنج کیلومتر محاسبه شد (۵).

حفاظت

مناطق تحت حفاظت، معیاری از کیفیت زیستگاه، فراوانی طعمه‌های طبیعی و هم‌چنین شدت دخالت‌های انسانی در یک زیستگاه است. بدین منظور، با استفاده از لایه مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست، فراوانی سلول‌های حفاظت شده در یک پنجره به شعاع پنج کیلومتر و هم‌چنین فاصله سلول از مرز مناطق تحت حفاظت محاسبه شد.

متغیرهای انسانی

به منظور ارزیابی تاثیر متغیرهای انسانی بر احتمال وقوع تعارض خرس قهوه‌ای از نقشه‌های شبکه جاده‌ای و مناطق روستایی در محدوده استان فارس استفاده شد. بدین منظور جاده‌های موجود در سطح استان به دو طبقه جاده‌های اصلی (آزادراه، اتوبان، و جاده‌های بین شهری) و فرعی تقسیم شد.

برای طبقه اول، از تابع فاصله در محیط GIS و برای طبقه دوم، از تابع تراکم خطوط استفاده شد (۴۷). علاوه بر این، با استفاده از نقشه مناطق روستایی، فاصله از این مناطق محاسبه گردید (برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به ۲۰).

کاربری/پوشش اراضی

با استفاده از نقشه کاربری/پوشش اراضی، مناطق جنگلی، اراضی کشاورزی و باغات استخراج گردید. با توجه به تاثیر تکه‌تکه شدگی زیستگاه بر وقوع تعارض، با استفاده از طبقات کاربری استخراج شده، سه شاخص در سطح طبقات محاسبه شد. بدین منظور شاخص تراکم لکه‌های جنگلی، تراکم اراضی کشاورزی، و تراکم حاشیه اراضی کشاورزی با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTAT در یک پنجره به شعاع پنج کیلومتر محاسبه‌گردید. از آن‌جا که بسیاری از گوشتخواران تمایل به شکار طعمه‌های خود در نزدیکی محیط‌های آبی دارند، تراکم رودخانه‌ها در یک پنجره متحرک به شعاع پنج کیلومتر و با استفاده از تابع تراکم کرنل در محیط ArcGIS محاسبه شد (برای اطلاعات بیشتر رجوع شود به ۲۱).

مدلسازی ریسک تعارضات خرس قهوه‌ای

به‌منظور تهیه نقشه ریسک تعارض خرس قهوه‌ای، از رویکرد مدل‌سازی اجماع مدل‌های کوچک (Ensemble of Small Models; ESMs) استفاده شد (۶). رویکرد ESMs با استفاده از پکیج ecospat و biomod2 در محیط نرم‌افزار R اجرا شد (۸ و ۴۲). به‌منظور اجرای رویکرد ESMs از الگوریتم مدل‌سازی آنتروپی بیشینه (MaxEnt) استفاده شد (۳۳). مدل مکسنت با تمامی ترکیبات دومتغیره اجرا شد. بدین منظور با درنظر گرفتن تمامی ترکیبات دو متغیره، مجموعاً ۶۶ مدل اجرا شد (۱۲ متغیر پیش‌بینی کننده). تمامی مدل‌های دو متغیره مکسنت با استفاده از ۱۰۰۰۰ نقطه عدم حضور، پنج تکرار، ۷۰ درصد نقاط حضور به‌عنوان نقاط آموزش، و ۳۰ درصد نقاط به‌عنوان نقاط آزمون اجرا شد. کارایی هر یک از مدل‌های دومتغیره با استفاده از شاخص سطح زیرمنحنی (Area Under the Curve; AUC) و Somers' D ارزیابی شد. شاخص Somers' D وزن بیش‌تری به مدل‌هایی با کارایی بهتر در مقایسه با سایر مدل‌ها می‌دهد (۳۳). مدل‌های دومتغیره با شاخص Somers' D کم‌تر از صفر وارد مدل اجماعی نهایی نشد. در نهایت مدل اجماعی نهایی با استفاده از میانگین وزنی شاخص Somers' D برای تمامی مدل‌های دومتغیره به‌دست آمد. نقشه ریسک تعارض پیش‌بینی شده با استفاده از روش شکستگی‌های طبیعی (Jenks natural breaks) به سه طبقه مناطق با احتمال تعارض کم، متوسط، و بالا طبقه‌بندی شد (۱۳).

ارزیابی تغییرات کاربری/پوشش اراضی در محدوده مناطق با ریسک متوسط تا بالای تعارض

پس از شناسایی مناطق با ریسک متوسط تا بالای تعارض، از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده TM ماهواره لندست ۵، ETM+ لندست ۷ و OLI لندست ۸ مرتبط با فصول مختلف در بازه‌های زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰، و ۲۰۲۰ به‌منظور تهیه نقشه کاربری/پوشش منطقه استفاده شد (https://earthexplorer.usgs.gov). باندهای استفاده شده شامل باند ۱ تا ۵ و ۷ در ماهواره لندست ۵ و ۷ و باندهای ۱ تا ۷ در لندست ۸ بود. برای طبقه‌بندی از باندهای پانکروماتیک و حرارتی این ماهواره‌ها استفاده نشد. در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در بازه های زمانی مختلف، یکی از نکات مهم استفاده از نمونه های تعلیمی می‌باشد که برای شرایط فعلی این نمونه‌ها با استفاده از بازدیدهای صحرایی تهیه شد. حدود یک سوم نمونه‌ها به منظور ارزیابی کنار گذاشته شد و در مراحل ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت. برای سال هایی که امکان نمونه برداری نبود، نمونه های آموزشی از روی خود تصاویر، تصاویر گوگل ارث و در مناطق مشخص هر کاربری تهیه شد. در منطقه مورد مطالعه به‌دلیل وجود کشاورزی چندزمانه و خصوصیات طیفی نزدیک بین کاربری کشاورزی و مرتع، استفاده از روش نظارت‌شده به‌تنهایی دقت لازم را ندارد. بدین منظور، برای

افزایش دقت نقشه کاربری اراضی در این پژوهش از روش تلفیقی استفاده شد (۲۷ و ۳۴). در روش تلفیقی کاربری کشاورزی در فصول مختلف سال با استفاده از روش نظارت نشده ISODATA و همچنین ترکیب رنگی کاذب با توجه به شکل منظم این کاربری به دست آمد. در نهایت مناطق کشاورزی استخراج شده در تمام تصاویر تلفیق شده و کاربری نهایی کشاورزی به دست آمد. کاربری باغ با استفاده از روش نظارت شده بیشینه احتمال استخراج شد. ابتدا طبقه‌بندی نظارت‌نشده انجام شده و نقشه در برابر ترکیب رنگی کاذب قرار گرفت. در هر فصل از سال بخشی از زمین‌های کشاورزی زیرکشت بوده و به رنگ قرمز با شکل هندسی منظم مشاهده می‌شود. در ترکیب رنگی کاذب تهیه شده از سه باند تصویر لندست، پوشش گیاهی به‌جای رنگ سبز با رنگ قرمز نشان داده می‌شود، لذا مناطقی که دارای رنگ قرمز و شکل منظم است، کشاورزی و باغ را نشان می‌دهند که دارای پوشش هستند. مناطقی که دارای شکل منظم و رنگی به جزء قرمز هستند زمین‌های کشاورزی در زمانی غیر از کشت در تاریخ تصویربرداری و به‌عنوان مثال شخم هستند. برای ارزیابی صحت نقشه از ضریب کاپا و دقت کلی استفاده شد. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی در بازه‌های زمانی مختلف، روند تغییرات اراضی کشاورزی و باغی در محدوده مناطق با ریسک تعارض متوسط تا بالا بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ ارزیابی شد.

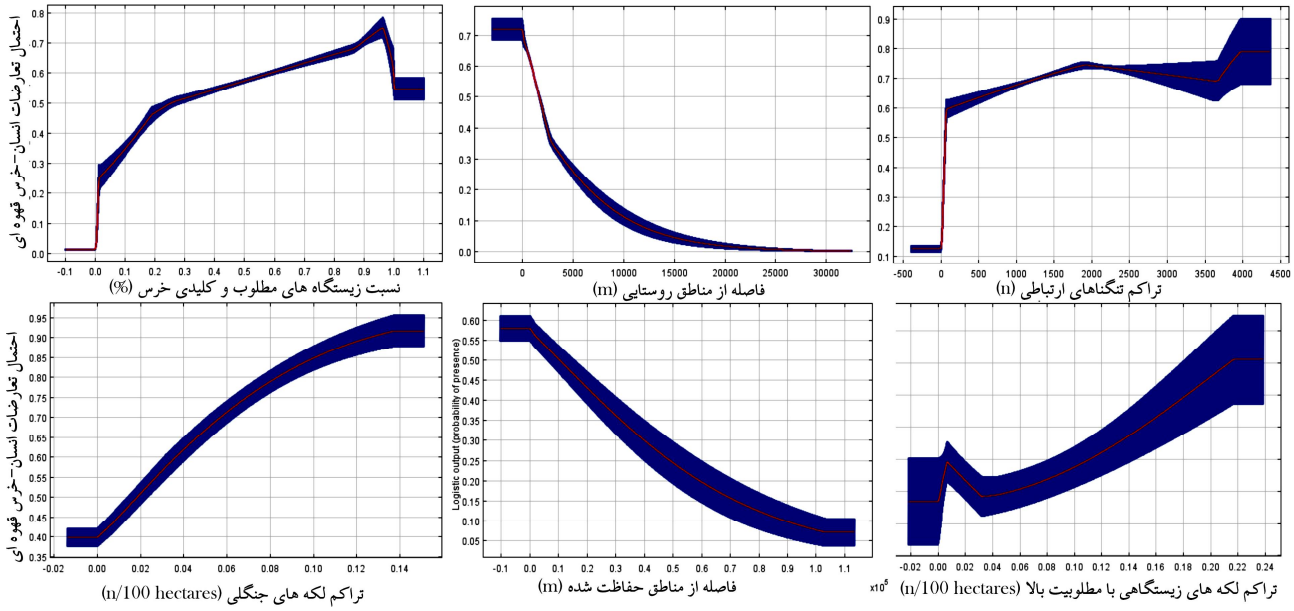
نتایج

مدل‌سازی ریسک تعارضات خرس قهوه‌ای با جوامع بومی

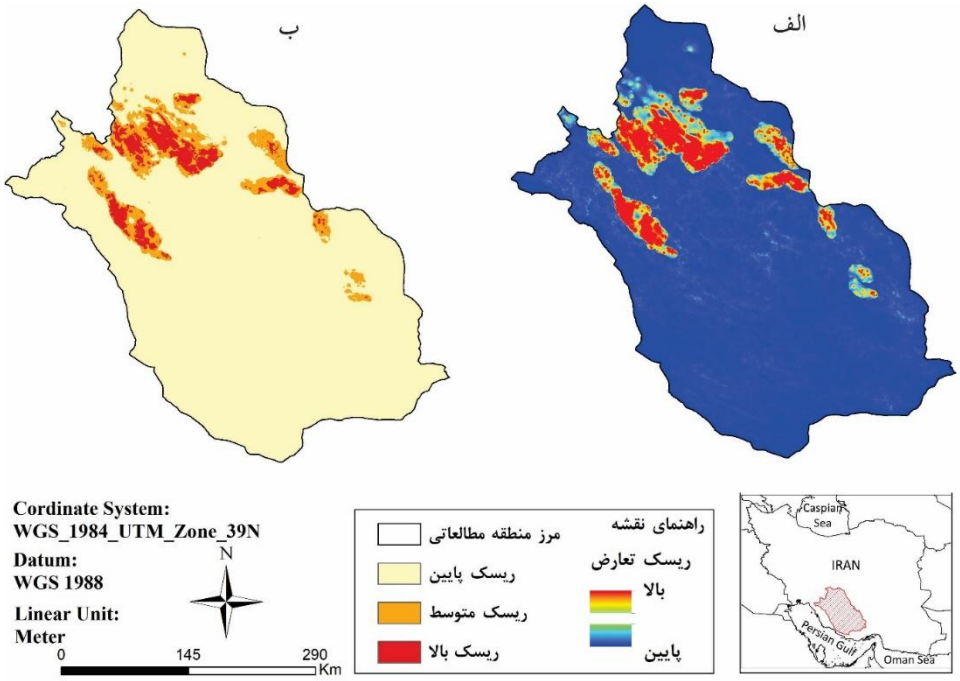
میانگین شاخص AUC و شاخص Boyce به‌ترتیب ۰/۹۴۳ و ۰/۹۴۲ به‌دست آمد که نشان از کارایی مناسب متغیرهای استفاده شده و رویکرد ESMs در پیش‌بینی ریسک تعارض خرس قهوه‌ای با جوامع بومی بود. ارزیابی اهمیت متغیرها نشان داد که نسبت زیستگاه‌های مطلوب کلیدی خرس، فاصله از مناطق روستایی، تراکم تنگناهای ارتباطی، تراکم لکه‌های جنگلی، مناطق تحت حفاظت، و تراکم لکه‌های زیستگاهی با مطلوبیت بالا مهم‌ترین متغیرها در پیش‌بینی ریسک تعارض خرس قهوه ای است. ارتباط مثبت و غیرخطی بین ریسک تعارض با نسبت زیستگاه‌های مطلوب کلیدی و هم‌چنین نسبت مناطق تحت حفاظت مشاهده شد. با افزایش این متغیرها ریسک وقوع تعارض افزایش نشان داده و سپس به یک مقدار ثابت رسید. فاصله از مناطق روستایی نیز ارتباط منفی معنی‌داری با احتمال وقوع تعارض نشان داد، به‌نحوی‌که با کاهش فاصله از مناطق روستایی احتمال ریسک افزایش نشان داد. هم‌چنین با افزایش تراکم لکه‌های جنگلی نیز احتمال بروز تعارض افزایش نشان یافت. در نهایت احتمال وقوع حملات خرس به منافع انسانی ارتباط مثبت و غیرخطی با تراکم لکه‌های زیستگاهی با مطلوبیت بالا نشان داد (شکل ۲). مناطق با بیش‌ترین احتمال تعارض در بخش‌های شمالی، مرکزی، و غربی استان قرار دارند (شکل ۳ الف). بر اساس طبقه بندی نقشه پیوسته ریسک تعارض با استفاده از روش شکستگی‌های طبیعی، ۳/۷۵ و ۶/۹۱ درصد از مساحت استان به‌ترتیب در طبقه مناطق با ریسک تعارض بالا و متوسط قرار گرفتند (شکل ۳ ب).

روند تغییرات کاربری اراضی در مناطق با ریسک متوسط تا بالای تعارض

برای ارزیابی صحت نقشه از ضریب کاپا و دقت کلی استفاده شد که میزان آنها به ترتیب برابر ۰/۹۱ و ۸۹/۲ درصد به دست آمد. ارزیابی تغییرات سطح اراضی کشاورزی و باغی در محدوده مناطق با ریسک متوسط تا بالای تعارض خرس قهوه‌ای نشان داد که در یک بازه زمانی ۳۰ ساله وسعت اراضی کشاورزی و باغی در این مناطق از ۷۶۰۰ هکتار به ۵۲۶۶۲ هکتار افزایش یافته است (جدول ۱). این موضوع بیان‌گر گسترش کاربری‌های انسانی در محدوده مناطق با ریسک تعارض انسان و خرس قهوه‌ای است. بیشترین افزایش در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ دیده می‌شود که در این بازه سطح زیرکشت باغات و محصولات کشاورزی از ۱۲۱۶۷ هکتار به ۵۲۶۶۲ هکتار افزایش یافته است (شکل ۴).



شکل ۲. منحنی پاسخ متغیرهای مهم در پیش‌بینی تعارض خرس قهوه‌ای و جوامع انسانی



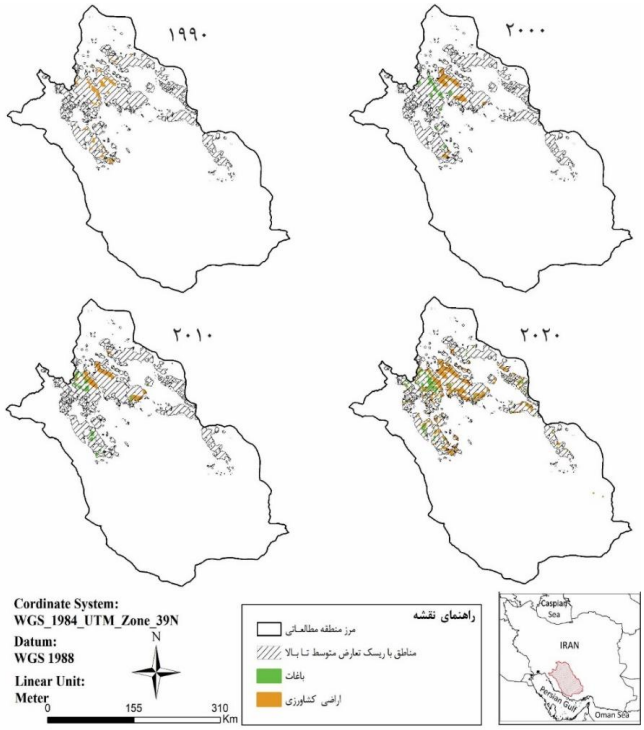
شکل ۳. نقشه پیوسته (الف) و طبقه‌بندی شده (ب) ریسک تعارض خرس قهوه‌ای با جوامع بومی

بحث و نتیجه‌گیری

توسعه زیرساخت‌های انسانی و تغییرات صورت گرفته در کاربری/پوشش منجر به کاهش کیفیت، تکه‌تکه شدگی و یا تخریب زیستگاه‌های حیات وحش می‌شود. چنین تغییراتی در زیستگاه، در نتیجه دخالت‌های انسانی، عواقب زیادی بر پراکنش گونه‌های وحشی، کریدورهای مهاجرتی، و زیستگاه‌های در دسترس گونه‌ها دارد (۴ و ۳۰). یکی از عواقب مهم تغییرات صورت گرفته در کمّیت و کیفیت زیستگاه‌های

جدول ۱. وسعت اراضی کشاورزی و باغات در مناطق با ریسک متوسط تا بالای تعارض خرس قهوه ای

۱۹۹۰	۲۰۰۰		۲۰۱۰		۲۰۲۰	
کشاورزی و باغ	کشاورزی	باغ	کشاورزی	باغ	کشاورزی	باغ
۷۶۰۰	۱۱۷۱۳	۹۴۶	۱۲۱۶۵	۴۵۲	۵۱۷۹۵	۸۶۷
۷۶۰۰	۱۲۶۵۹		۱۲۶۱۷		۵۲۶۶۲	



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی (کشاورزی و باغات) در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ در مناطق با ریسک متوسط تا بالای تعارض

طبیعی، افزایش رویارویی گونه‌های جانوری با منافع انسانی و در نتیجه وقوع تعارض است (۴).

تغییرات کاربری/پوشش اراضی در استان فارس به‌خصوص در پیرامون مناطق حفاظت شده و محدوده زیستگاه‌های جنگلی بلوط و تبدیل مناطق جنگلی به اراضی کشاورزی و باغی نقش مهمی در کاهش سطح زیستگاه‌های در دسترس گونه‌های جانوری و افزایش هم‌پوشانی نیازهای این گونه‌ها با منافع انسانی داشته است. از یک‌سو، گسترش اراضی کشاورزی و باغی در یک بازه زمانی ۳۰ ساله در محدوده زیستگاهی خرس قهوه‌ای، و از سوی دیگر سهم بالای منابع غذایی انسانی در رژیم غذایی خرس قهوه‌ای در محدوده مناطق با ریسک بالای تعارض در استان فارس (۲۰) می‌تواند گویای هم‌پوشانی بالای نیازهای این گونه با منافع انسانی در نتیجه افزایش دخالت‌های انسانی در عرصه‌های طبیعی استان باشد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر حاکی از آن است که طی یک دوره ۳۰ ساله حدوداً ۴۵۰۰۰ هکتار بر وسعت اراضی کشاورزی و باغی در محدوده مناطق با ریسک تعارض خرس قهوه‌ای افزوده شده است. مطالعات صورت گرفته در کنیا (۱۸)، بنگلادش (۴) و تانزانیا (۳۱) نیز نشان می‌دهد که توسعه اراضی کشاورزی ارتباط مستقیمی با افزایش تعارض فیل با جوامع بومی حاشیه

زیستگاه‌های جنگلی دارد.

در رابطه با اهمیت موضوع تغییرات کاربری/پوشش اراضی و تاثیر آن بر تعارضات، توجه به چهار موضوع مهم ضرورت دارد. موضوع اول وقوع تغییرات کاربری اراضی در طول کریدورهای مهاجرتی خرس قهوه‌ای است. تغییرات کاربری/پوشش اراضی و در نتیجه آن کاهش مساحت و تکه تکه شدگی زیستگاه‌های طبیعی سبب می‌شود که لکه‌های زیستگاهی باقیمانده و کوچک توان تامین نیازهای زیستگاهی گونه‌های بزرگ جثه‌ای هم‌چون خرس را نداشته باشند. در نتیجه این حیوانات برای تامین نیازهای خود نیاز به جابه‌جایی بین لکه‌های زیستگاهی دارند. وقوع تغییرات کاربری/پوشش اراضی در طول کریدورهای مهاجرتی از یک‌سو، سبب کاهش عملکرد کریدورها در برقراری ارتباط بین جمعیت‌ها، تسهیل جریان ژنی، تامین منابع برای افراد مهاجر، و کاهش تاثیرات تکه‌تکه شدگی زیستگاه شده و از سوی دیگر افزایش احتمال وقوع تعارض در طول کریدورها را به‌همراه دارد (۲۸)

موضوع دیگر در رابطه با تغییرات کاربری/پوشش اراضی و ارتباط آن با تعارضات خرس قهوه‌ای با جوامع بومی، لزوم توجه به چنین تغییراتی در محدوده و یا پیرامون مناطق تحت حفاظت است. گسترش اراضی کشاورزی و تخریب زیستگاه پیرامون مناطق تحت حفاظت سبب افزایش فعالیت‌های انسانی در حاشیه این مناطق شده که این امر تاثیر به‌سزایی بر یک-پارچگی بوم‌شناختی مناطق و افزایش تعارضات انسان و گونه-های جانوری در حاشیه مناطق دارد (۴ و ۳۰). در تایید این مطلب، پراکنش نقاط تعارض خرس قهوه‌ای در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که بسیاری از این تعارضات در محدوده مرزهای قانونی و یا پیرامون مناطق تحت حفاظت رخ می‌دهد که این امر می‌تواند به‌دلیل تخریب زیستگاه و قطع ارتباطات زیستگاهی در نتیجه دخالت‌های انسانی در مجاورت مناطق حفاظت شده باشد (۲۹ و ۳۱). پژوهش‌های انجام‌شده نیز نشان می‌دهد که تعارض گونه‌های حیات وحش با جوامع بومی در حاشیه مناطق حفاظت شده می‌تواند ناشی از دخالت‌های انسانی در این مناطق باشد (۱۵ و ۳۱). بیشترین میزان گسترش اراضی کشاورزی در حاشیه دو منطقه حفاظت شده کوه خرسی و تنگ بستانک دیده می‌شود که بالاترین میزان تعارض خرس قهوه‌ای با منافع انسانی نیز در اطراف این مناطق رخ می‌دهد (شکل ۴). عوامل دیگری که می‌تواند در افزایش تعارضات انسان و خرس قهوه‌ای در پیرامون مناطق تحت حفاظت موثر باشد، جمعیت بالاتر این گونه در مناطق تحت حفاظت، غنای بالاتر طعمه‌های طبیعی در محدوده مناطق تحت حفاظت، و وجود پیچیدگی فضایی در شکل مناطق تحت حفاظت باشد (۷ و ۳۶). نتایج مدل‌سازی ریسک تعارضات خرس قهوه‌ای نیز نشان داد که در حاشیه مناطق تحت حفاظتی هم‌چون کوه خرسی، بصیران، تنگ بستانک، ارژن و پریشان، ماله گاله، مارگون، و برم فیروز احتمال وقوع تعارض خرس قهوه‌ای بیشتر است (شکل ۵). از سوی دیگر مناطقی هم‌چون کوه خرسی، ارژن و پریشان محیط زیادتر و حاشیه پیچیده‌تری در مقایسه با سایر مناطق دارند که این موضوع نیز می‌تواند افزایش تعارضات در حاشیه این مناطق را به‌همراه داشته باشد. جلوگیری از تغییرات انسانی گسترده در حاشیه مناطق تحت حفاظت، انتخاب مرزهای صحیح و شکل فضایی ساده برای مناطق از جمله مواردی است که بایستی مدنظر مدیران حفاظتی قرار گیرد.

موضوع سوم، نقش دخالت‌های انسانی و تغییرات کاربری اراضی در عرصه‌های طبیعی بر تکه‌تکه شدگی زیستگاه‌ها و در نتیجه افزایش ریسک وقوع تعارضات انسان و حیات وحش است. نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که احتمال بروز تعارض در حاشیه لکه‌های جنگلی، به‌دلیل هم‌پوشانی بیشتر حاشیه لکه‌های جنگلی با منابع غذایی انسانی، بیشتر است که این امر می‌تواند تمایل خرس به نزدیک شدن به این مناطق را افزایش دهد (۴۳). افزایش دخالت‌های انسان و همچنین حضور در اراضی جنگلی استان به‌خصوص در محدوده شهرستان کامفیروز، مرودشت و اقلید سبب تخریب و تکه‌شدگی برخی از مناطق جنگلی در این محدوده‌ها شده است که این موضوع می‌تواند از دو طریق بروز تعارضات خرس را به‌همراه داشته

باشد. در وهله اول، تکه تکه شدگی مناطق جنگلی منجر به افزایش حاشیه و در نتیجه افزایش فرصت‌های تغذیه‌ای در حاشیه مناطق جنگلی برای گونه‌های همه‌چیزخواری هم‌چون خرس قهوه‌ای شده است. در وهله دوم، وقوع چندپارگی مناطق جنگلی می‌تواند منجر به عدم امینت در زیستگاه و در نتیجه کاهش مطلوبیت زیستگاه شود که این موضوع ممکن است خرس‌ها را مجبور به مهاجرت به زیستگاه‌های دیگر کند(۲۱). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پیکربندی لکه‌های زیستگاهی مطلوب خرس (تراکم لکه‌های جنگلی و زیستگاه‌های مطلوب) بر احتمال وقوع تعارض خرس قهوه‌ای تاثیرگذار است. مناطق جنگلی تکه‌تکه شده سبب می‌شود که لکه‌های زیستگاهی کوچک با منابع غذایی کم‌تر، ارتباطات زیستگاهی ضعیف تر، و حاشیه بیش‌تری برای خرس‌ها ایجاد شود که این موضوع می تواند سبب تغییر در رفتار گونه شود (۱). علاوه بر این، تکه‌تکه شدگی مناطق جنگلی می‌تواند سبب ناهمگونی سیمای سرزمین و در نتیجه حضور بیش‌تر دام‌های اهلی و مناطق کشاورزی شود. مطالعات انجام‌شده نیز نشان می‌دهد که احتمال حملات گوشتخواران به کندوها، محصولات کشاورزی، و دام‌های اهلی در موزاییکی از لکه‌های زیستگاهی جنگلی بیشتر است (۱۳ و ۲۵). افزایش ریسک تعارض با افزایش تراکم لکه‌های جنگلی می‌تواند به این دلیل باشد که احتمال منابع غذایی مکمّل در حاشیه لکه‌های جنگلی بیش‌تر است. به‌عبارت دیگر احتمال بروز تعارض خرس قهوه‌ای با جوامع انسانی در مناطقی با تراکم لکه‌های زیستگاهی زیاد در مقایسه با مناطق زیستگاهی با وسعت زیاد، بیش‌تر است که دلیل چنین ارتباطی استفاده خرس‌ها از حاشیه لکه‌های زیستگاهی برای جستجوی منابع غذایی می‌باشد.

موضوع مهم دیگر در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی و تعارضات خرس قهوه‌ای، تغییرات الگوی کشت بسیاری از مناطق روستایی مجاور زیستگاه‌های خرس قهوه‌ای است. در سال‌های اخیر خشکسالی‌های متوالی، کمبود منابع آبی، و تغییر در وضعیت اقتصادی جوامع بومی سبب شده‌است در بسیاری از مناطق علاوه بر گسترش اراضی کشاورزی، تغییرات الگوی کشت نیز صورت گیرد. به طور مثال، بسیاری از کشاورزان از کشت محصولاتی هم‌چون گندم و جو به سمت احداث باغات میوه تمایل پیدا کرده‌اند که این موضوع نیز می‌تواند یک عامل جاذب خرس قهوه‌ای باشد. در تایید این مطلب، نتایج ارزیابی رژیم غذایی خرس قهوه‌ای در محدوده مناطق با ریسک تعارض نشان داد که منابع غذایی انسانی، به‌خصوص درختان میوه، سهم معنی‌داری از رژیم غذایی خرس قهوه‌ای را در فصول تابستان و پاییز به‌خود اختصاص می‌دهد (۲۰).

محدودیت‌های پژوهش و جهت‌دهی مطالعات آینده

به‌طور کلی تفکیک باغات از اراضی کشاورزی از موارد بسیار مهم در تهیه نقشه کاربری اراضی است که مستلزم داشتن تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک بالا است که در کشور به لحاظ شرایط اقتصادی و تحریم‌های موجود، تهیه این تصاویر با محدودیت‌های فراوانی مواجهه است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۷ گاهاً منجر به ترکیب اراضی کشاورزی و باغات شده و در بخش‌هایی امکان جداسازی این دو نوع کاربری دشوار است. اگرچه در پژوهش حاضر، استفاده از روش‌های نظارت‌شده و اخذ نمونه‌های تعلیمی در منطقه مورد-مطالعه برای کاربری‌های کشاورزی و باغات به ویژه طی سال-های اخیر، منجر به افزایش دقت طبقه‌بندی‌های کاربری اراضی شد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از تکنیک‌های مختلفی چون یادگیری ماشین و الگوریتم‌های مربوطه از قبیل ماشین بردار پشتیبان، جنگل تصادفی، شبکه عصبی مصنوعی و مدل-های ترکیبی برای این هدف خاص استفاده گردد. هم‌چنین طی سال‌های اخیر برنامه کاداستر ملی و متعاقب آن مساحی و نقشه‌برداری اراضی کشاورزی و جداسازی آن از اراضی ملی نیز توانسته کمک شایانی نماید.

کاربردها و اقدامات حفاظتی

با توجه به محدودیت‌های زمان، نیروی انسانی و بودجه،

اولویت‌بندی مناطق برای اجرای برنامه‌های کاهش تعارضات ضروری است. نتایج به‌دست آمده کاربرد مهمی در شناسایی و اولویت‌بندی مناطق با ریسک تعارض خرس قهوه‌ای و انسان دارد. از سوی دیگر، نتایج مطالعه حاضر کاربرد مهمی در آگاهی مدیران از نقش دخالت‌های انسانی و تغییرات کاربری اراضی در محدوده زیستگاه‌ها و مناطق حفاظت شده و نقش آن در وقوع تعارضات احتمالی در آینده دارد. همکاری‌های بین سازمانی، برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین، توجه به اهمیت خدمات اکوسیستم‌های طبیعی نقش مهمی در متوقف ساختن روند رو به رشد تغییرات در عرصه‌های طبیعی و حفاظت از تنوع زیستی خواهد داشت. علاوه بر این، حفاظت از زیستگاه‌های کلیدی خرس قهوه‌ای از طریق افزایش دانش حفاظتی جوامع بومی، توسعه برنامه‌های حفاظت مشارکت محور، و جلوگیری از روند تغییرات سریع الگوهای کشت از جمله راه‌کارهای بلندمدت در کاهش تعارضات خرس قهوه‌ای است. در کنار این راه‌کارها، راه‌کارهای کوتاه‌مدتی هم‌چون فنس‌کشی اطراف باغات، استفاده از بازدارنده‌های صوتی و بصری نیز می‌تواند در کاهش تعارضات موثر واقع شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش تکه‌تکه شدگی زیستگاهی یکی از دلایل افزایش تعارضات خرس قهوه‌ای با انسان است. از آن‌جا که لکه های زیستگاهی کوچک و منزوی و بدون ارتباط می‌تواند احتمال بروز تعارض با گونه‌های با نیازهای مکانی گسترده را افزایش دهد، اقدامات حفاظتی آینده به‌منظور کاهش تعارضات باید بر افزایش ارتباطات بین لکه‌های زیستگاهی منزوی متمرکز گردد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله بر خود لازم میدانیم از همکاری اداره کل محیط زیست استان فارس بابت حمایت‌های مالی (شماره پروژه ۲۱۲۴۹۵–۱۵۳۹۸) و صدور مجوز ورود به مناطق تحت حفاظت تشکر و قدردانی کنیم.

منابع مورد استفاده

1. Acharya, K. P., P. K. Paudel, S. R. Jnawali, P. R. Neupane and M. Koehl. 2017. Can forest fragmentation and configuration work as indicators of human–wildlife conflict? Evidences from human death and injury by wildlife attacks in nepal. *Ecological Indicators* 80, 7-83.
2. Ashrafzadeh, M. R., R. Khosravi, M. A. Adibi, A. Taktehrani, H. Y. Wan and S. A. Cushman. 2020. A multi-scale, multi-species approach for assessing effectiveness of habitat and connectivity conservation for endangered felids. *Biological Conservation* 24, 108523.
3. Behdarvand, N., M. Kaboli, M. Ahmadi, E. Nourani, A. S. Mahini and M. A. Aghbolaghi. 2014. Spatial risk model and mitigation implications for wolf–human conflict in a highly modified agroecosystem in western Iran. *Biological Conservation* 177, 15-164.
4. Billah, M. M., M. Rahman, J. Abedin and H. Akter. 2021. Land cover change and its impact on human–elephant conflict: a case from Fashiakhali forest reserve in Bangladesh. *SN Applied Sciences* 3, 1-17.
5. Bleyhl, B., M. Baumann, P. Griffiths, A. Heidelberg, K. Manvelyan, V. C. Radeloff, N. Zazanashvili and T. Kuemmerle. 2017. Assessing landscape connectivity for large mammals in the caucasus using landsat 8 seasonal image composites. *Remote Sensing of Environment* 193, 19-203.
6. Breiner, F. T., M. P. Nobis, A. Bergamini and A. Guisan. 2018. Optimizing ensembles of small models for predicting the distribution of species with few occurrences. *Methods in Ecology and Evolution* 9, 80-808.
7. Broekhuis, F., S. A. Cushman and N. B. Elliot. 2017. Identification of human–carnivore conflict hotspots to prioritize mitigation efforts. *Ecology and Evolution* 7, 1063-10639.
8. Broennimann, O., V. Di Cola and A. Guisan. 2016. Ecospat: spatial ecology miscellaneous methods. R package v. 2.1. 1.
9. Dai, Y., C. E. Hacker, Y. Zhang, W. Li, J. Li, Y. Zhang, G. Bona, H. Liu, Y. Li and Y. Xue. 2019. Identifying the risk regions of house break-ins caused by tibetan brown bears (*Ursus arctos pruinosus*) in the sanjiangyuan region, china. *Ecology and Evolution* 9, 13979.
10. Dewan, A. M and Y. Yamaguchi. 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: using

remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography* 10, 390–401.
11. Dickman, A. J. 2009. Key determinants of conflict between people and wildlife, particularly large carnivores, around ruaha national park, Tanzania. Ph.D. Thesis, University College London.
12. Dickman, A. J. 2010. Complexities of conflict: the importance of considering social factors for effectively resolving human–wildlife conflict. *Animal Conservation* 13, 458-466.
13. Ghoddousi, A., B. Bleyhl, C. Sichau, D. Ashayeri, P. Moghadas, P. Sepahvand, A. K. Hamidi, M. Soofi and T. Kuemmerle. 2020. Mapping connectivity and conflict risk to identify safe corridors for the Persian leopard. *Landscape Ecology* 35, 1809-1825.
14. Gordon, I. J. 2009. What is the future for wild, large herbivores in human-modified agricultural landscapes? *Wildlife Biology* 15, 1-9.
15. Harich, F. K. 2017. Conflicts of human land-use and conservation areas: the case of Asian elephants in rubber-dominated landscapes of Southeast Asia. Ph.D. Thesis, University of Hohenheim Agrarwissenscha, Hohenheim, Germany.
16. Hijmans, R. J., S. Phillips, J. Leathwick, J. Elith and M. R. J. Hijmans. 2017. Package 'dismo'. *Circles* 9, 1.
17. Hijmans, R and J. van Etten. 2011. raster: Geographic analysis and modeling with raster data R package version 1.9-33. https://CRAN.R-proje ct.org/package=raster
18. IRG (International Resource Group). 2012. Integrated protected area co-management (IPAC), State of Bangladesh's Forest Protected Areas 2010. http:// nisho rgo. org/ wp- conte nt/ uploa ds/ 2017/ 02/5- 43- NN- SOPA_ USAID. pdf. Accessed 01 Dec 2020
19. Khosravi, R., M. R., Hemami, S. Malakoutikhah, M. R. Ashrafzadeh and S. A. Cushman. 2021. Prey availability modulates predicted range contraction of two large felids in response to changing climate. *Biological Conservation* 255, 109018.
20. Khosravi, R and M. R. Sadeghi. 2021. An assessment of feeding ecology of the brown bear in areas with high risk of conflict in Fars province. *Journal of Animal Environment*. Accepted for publication. (In Farsi)
21. Khosravi, R., H. Y. Wan, M. R. Sadeghi and S. A. Cushman. 2022. Identifying human–brown bear conflict hotspots for prioritizing critical habitat and corridor conservation in southwestern Iran. *Animal Conservation*.
22. 22.Lopez, E., G. Bocco, M. Mendoza and E. Duhau. 2001. Predicting land cover and land use change in the urban fringe a case in Morelia city, Mexico. *Landscape Urban Planning* 55, 271–285.
23. Maiorano, L., L. Chiaverini, M. Falco and P. Ciucci. 2019. Combining multi-state species distribution models, mortality estimates, and landscape connectivity to model potential species distribution for endangered species in human dominated landscapes. *Biological Conservation* 237, 1-29.
24. McGarigal, K., S. A. Cushman and E. Ene. 2012. Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. Computer software program, University of Massachusetts, Amherst. FRAGSTATS v4. Available at http://wwwumassedu/landeco/research/fragstats/fragstatshtml.
25. Miller, J. R. 2015. Mapping attack hotspots to mitigate human–carnivore conflict: Approaches and applications of spatial predation risk modeling. *Biodiversity and Conservation* 24, 2887.
26. Mohammadi, A and K. Almasieh. 2022. Human-brown bear conflict in the southernmost part of its distribution in Iran (Roshan Kooh no-hunting area, Fars province). *Journal of Natural Environment* 74, 539-549. (In Farsi)
27. Mohammady, M., H. R. Morady, H. Zeinivand and A. J. A. M. Temme. 2015. A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the north of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12, 1515-1526.
28. Nad, C., R. Roy and T. B. Roy. 2022. Human elephant conflict in changing land-use land-cover scenario in and adjoining region of Buxa tiger reserve, India. *Environmental Challenges* 7, 100384.
29. Nandy, S., S. P. S. Kushwaha and S. Mukhopadhyay. 2007. Monitoring the Chilla–Motichur wildlife corridor using geospatial tools. *Journal of Natural Conservation* 15, 237–244
30. Noe, C. 2003. The dynamics of land use changes and their impacts on the wildlife corridor between Mt. Kilimanjaro and Amboseli national park, Tanzania. LUCID project. International Livestock Research Institute. Nairobi, Kenya, p 31.
31. Ntukey, L. T., L. K. Munishi, E. Kohi and A. C. Treydte. 2022. Landuse/cover change reduces elephant habitat suitability in the Wami Mbiki–Saadani wildlife corridor, Tanzania. *Land* 11, 307-316.
32. Pettigrew, M., Y. Xie, A. Kang, M. Rao, J. Goodrich, T. Liu and J. Berger. 2012. Human–carnivore conflict in China: a review of current approaches with recommendations for improved management. *Integrative Zoology* 7, 21-217.
33. Phillips, S. J., R. P. Anderson and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190, 23-239.
34. Pourghasemi, H., M. Mohammady, H. Noor and S. F. Afzali. 2022. Land use change simulation using CLUE-s model in the watershed of Doroodzan dam. *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering* 16,

23-31. (In Farsi)
35. Rahman, M. M. 2013. Temporal change detection of vegetation coverage in Patuakhali Coastal Area of Bangladesh using GIS & remotely sensed data. *International Journal of Geomatics and Geosciences* 4, 36–46
36. Rostro-García, S., L. Tharchen, L. Abade, C. Astaras, S. A. Cushman D. W. Macdonald. 2016. Scale dependence of felid predation risk: identifying predictors of livestock kills by tiger and leopard in Bhutan. *Landscape Ecology* 31, 1277–1298.
37. Sacks, B. N., K. M. Blejwas and M. M. Jaeger. 1999. Relative vulnerability of coyotes to removal methods on a northern California ranch. *The Journal of Wildlife Mmanagement* 63, 939-949.
38. Serra P., X. Pons and D. Sauri. 2008. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: a spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography* 28,189–209
39. Sharma, P., N. Chettri, K. Uddin, K. Wangchuk, R. Joshi, T. Tandin, A. Pandey, K. S. Gaira, K. Basnet and S. Wangdi. 2020. Mapping human−wildlife conflict hotspots in a transboundary landscape, eastern Himalaya. *Global Ecology and Conservation* 24, e01284.
40. Sillero-Zubiri, C and D. Switzer. 2004. Management of wild canids in human-dominated landscapes. Canids: foxes, wolves, jackals and dogs: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN Canid Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. pp. 257-26
41. Singh, S. K., P. K. Srivastava, S. Szabó, G. P. Petropoulos, M. Gupta and T. Islam. 2017. Landscape transform and spatial metrics for mapping spatiotemporal land cover dynamics using Earth observation data-sets. *Geocarto International* 32*,* 113-127.
42. Thuiller, W., B. Lafourcade, R. Engler and M. B. Araújo. 2009. Biomod–a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography* 32, 369-379.
43. Treves, A., L. Naughton-Treves and V. Shelley. 2013. Longitudinal analysis of attitudes toward wolves. *Conservation Biology* 27, 315-320.
44. Treves, A., R. B. Wallace, L. Naughton-Treves and A. Morales. 2006. Co-managing human–wildlife conflicts: a review. *Human Dimensions of Wildlife* 11, 383-390.
45. van Bommel, J. K., M. Badry, A. T. Ford, T. Golumbia and A. C. Burton. 2020. Predicting human-carnivore conflict at the urban-wildland interface. *Global Ecology and Conservation* 24, e01322.
46. Woodroffe, R and J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280, 2126.-2137.
47. Wynn-Grant, R, J. R. Ginsberg, C. W. Lackey, E. J. Sterling and J. P. Beckmann. 2018. Risky business: modeling mortality risk near the urban-wildland interface for a large carnivore. *Global Ecology and Conservation* 16, e00443.
48. Zarzo-Arias, A., V. Penteriani, M. Delgado, P. Peón, P. Torre, R. García-González, M. C. Mateo-Sánchez, P, Vázquez García and F. Dalerum. 2019. Identifying potential areas of expansion for the endangered brown bear (*Ursus arctos*) population in the cantabrian mountains (nw Spain). *PloS One* 14, e0209972.

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Assessing Land Use Changes in Areas with High Risk of Human-Brown Bear Conflict in Fars Province

R. Khosravi[1*], H. R. Pourghasemi[2] and Y. Movaseghi[3]

(Received: September 14-2022; Accepted: October 23-2022)

Abstract

Assessing habitat changes is an important step in the spatial prioritization of management efforts, aimed at reducing conflicts. We assessed landuse/cover change in areas with high risk of human-bear conflict in Fars province. In the first step, we predicted the conflict hotspots, using bear damage incidents, a suit of predictors, and the Ensembles of Small Models (ESMs) approach. In the second step, we assessed the trend of landuse/cove changes in a 30-years period in the areas with medium to high risk of conflict, using remote sensing techniques. Results of conflict risk modeling showed that proportion of suitable habitats, distance to village, density of forest patches, and corridor bottlenecks were the main predictors, contributing to bear damaging risk. A total of 3.75 and 6.91% of the landscape were identified as the areas with high and medium risk, respectively. Assessment of landuse/cove changes showed that in a period of 30 years, the extent of croplands and orchards has increased from 12,167 to 52,662 hectares. Such a substanitial landuse/cover changes can increase the risk of bear damages. The obtained results emphasize that inter-organizational planning is an emergency effort in mitigating human-bear conflicts.

Keywords: Human-brown bear conflict, Landuse changes, Risk modeling, Conflict hotspots

1. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2. Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
3. MSc student, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

*: Corresponding Author, Email: r-khosravi@shirazu.ac.ir