بررسی نقاط داغ تلفات جاده‌ای حیات وحش در ذخیره‌گاه زیست سپهر توران

- **علیرضا محمدی***: گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- **کامران الماسیه**: گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملاثانی
- **محمدعلی ادیبی**: گروه علوم محیط زیست، دانشکده انرژی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحدعلوم تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

چکیده

استان سمنان به‌عنوان یکی از مناطق مهم به لحاظ تنوع‌زیستی پستانداران بزرگ جثه، به‌ویژه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx Jubatus venaticus*)، شاهد نرخ قابل توجه گسترش جاده‌ها به‌همراه توسعه عوامل انسانی است. یکی از گونه‌هایی که به‌شدت توسط شبکه جاده‌ای این استان (جاده سمنان-مشهد) تهدید می‌شود یوزپلنگ آسیایی است. به‌طوری‌که، طی چند سال گذشته، تعداد هفت یوزپلنگ آسیایی در این جاده تلف شده‌اند. پژوهش پیش‌رو با هدف تعیین نقاط داغ تلفات جاده‌ای حیات وحش با استفاده از تابع تراکم کرنل در ذخیره‌گاه زیست سپهر توران صورت گرفت. در این پژوهش دو نقطه به‌عنوان نقاط داغ در این منطقه تعیین شد که یکی از این نقاط دقیقا منطبق بر تلفات جاده‌ای یوزپلنگ است. نقطه دیگر در نزدیکی روستای عباس آباد واقع شده است که عمده تلفات شغال، روباه، کفتار و گرگ به‌دلیل رفتار لاشه‌خواری در نزدیکی این روستا رخ داده است. نتایج پایش آبگذرها در نقاط داغ، عبور یوزپلنگ از دو آبگذر با ابعاد متوسط و بزرگ را نشان داد. در این مطالعه پیشنهادهایی به‌منظور کاهش تلفات جاده‌ای پستانداران بزرگ جثه از قبیل اصلاح آبگذرها با ترکیب فنس‌کشی به‌منظور تسهیل عبور گوشت‌خواران و هم‌چنین حذف پوشش گیاهی در حاشیه جاده در فصول سخت سال برای آهوی ایرانی داده شده است.

کلمات کلیدی: تصادفات جاده‌ای حیات وحش، ذخیره‌گاه زیست سپهر توران، یوزپلنگ آسیایی، نقاط داغ

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Armohammadi1386@ut.ac.ir

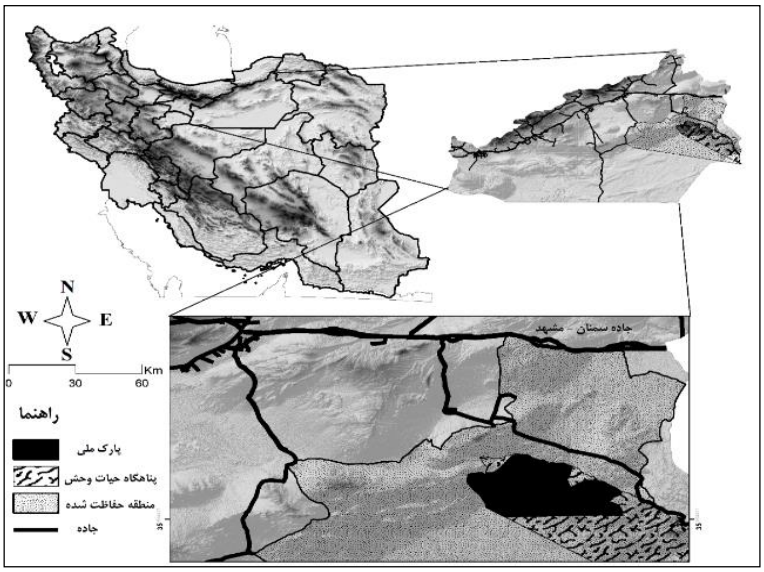
مقدمه

برخورد وسایل نقلیه با حیات‌وحش امروزه یک تضاد بزرگ بین انسان و حیات‌وحش در جهان محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر، افزایش تراکم جاده‌ها و برخورد حیات‌وحش با وسایل نقلیه یک چالش بزرگ برای کارشناسان حفاظت محسوب می‌شود (Snow و همکاران، ۲۰۱۴). افزایش شبکه جاده‌ها از یک سو یک نیاز جدی برای توسعه جوامع انسانی و از سوی دیگر یک تهدیدجدی برای جمعیت گونه‌هایی است که در حواشی جاده‌هازیست می‌کنند(Rampوهمکاران، ۲۰۰۵). متاسفانه، توسعه شبکه جاده‌ای در ایران، به‌ویژه در درون مناطق حفاظت‌شده، بسیار شتابزده و بدون‌رعایت‌ضوابط‌واصول‌اولیه حفاظتی همراه‌بوده است. این امربه‌افزایش‌روزافزون تصادفات جاده‌ای گونه‌های حیات‌وحش منجر شده و جمعیت بسیاری از آن‌ها را با خطر مواجه ساخته است (Mohammadi و Kaboli، ۲۰۱۶). در استان سمنان، آمار قابل توجهی از تصادفات جاده‌ای انواع گونه‌های حیات‌وحش به ویژه گونه‌های در معرض خطر وجود دارد که متاسفانه مانند بسیاری دیگر از مناطق حفاظت‌شده موجود در ایران که به‌وسیله جاده‌ها تهدید می‌شوند. به‌دلیل نبود یک سیستم پایش جاده‌ای، این تلفات تنها برای برخی از گونه‌های بزرگ جثه و آن‌هم به‌صورت نامنظم ثبت می‌شود. با این وجود، آمار تکان دهنده‌ای از تصادفات جاده‌ای گونه در خطر انقراض یوزپلنگ آسیایی در ذخیره‌گاه زیست کره توران ثبت شده است به‌طوری‌که از جمعیت اندک این گونه، تعداد هفت یوزپلنگ در شبکه جاده‌ای استان سمنان (جاده سمنان- مشهد) در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ تلف شده است. افزایش آگاهی درخصوص آثار منفی جاده‌ها بر محیط‌های طبیعی و گونه‌ها سبب افزایش پژوهش‌ها در خصوص ارزیابی این آثار و طراحی و اجرای اقدامات کاهش تصادفات جاده‌ای در جهان شده است و تلاش بر این است که تعداد تصادفات حیوانات با وسایل نقلیه کاهش یابد (Malo و همکاران، ۲۰۰۴). به طوری‌که پژوهش‌های متعدی به‌منظور کاهش تلفات جاده‌ای حیات وحش از قبیل شناسایی مناطق داغ تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش، راهکارهایی اجرایی به‌منظور تسهیل عبور حیات‌وحش در دو سوی جاده در مناطق داغ تصادفات از قبیل احداث روگذر، زیرگذر، اصلاح و بهینه‌سازی آبگذرها صورت گرفته است(Ramp و همکاران، ۲۰۰۵؛ Anderson و همکاران، ۲۰۰۹؛ Gaunson و همکاران، ۲۰۱۲). اما متاسفانه در کشور ایران گامی جدی و منسجم بر این امر مهم برداشته نشده است و در صورت پیش گرفتن این روند جمعیت بسیاری از گونه‌ها، به‌ویژه پستانداران بزرگ جثه و در معرض خطر انقراض در آینده نزدیک به‌شدت کاهش و یا حتی به انقراض کشانده خواهد شد. از آن‌جایی‌که مدیریت تمامی جاده‌هایی که از داخل مناطق حفاظت شده کشور می‌گذرند کاری دشوار، هزینه‌بر و تقریباً غیرممکن است (Gaunson و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین توصیه می‌شود که اکثر تلاش‌ها، پیرامون شناسایی نقاط داغ تلفات جاده‌ای حیات‌وحش متمرکز شوند، چرا که شناسایی این نقاط نقش موثر و تعیین کننده‌ای در تعیین راهبردهای مناسب برای کاهش تلفات جاده‌ای دارد (Ramp و همکاران، ۲۰۰۵؛ Anderson و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از ابزارهای مناسب و پرکاربرد برای بررسی تلفات جاده‌ای حیات‌وحش و هم‌چنین تعیین نقاط داغ تلفات جاده‌ای استفاده از تابع تراکم کرنل می‌باشد، که امروزه به‌طور گسترده برای تعیین نقاط داغ تلفات جاده‌ای حیات وحش، تعیین گستره خانگی و تعیین کریدور زیستگاهی استفاده شده است (Gitzen و همکاران ۲۰۰۶؛ Fieberg، ۲۰۰۷).

دراین‌راستا، پژوهش‌حاضربا هدف تعیین‌محدوده خطر تصادفات جاده‌ای پستانداران به‌دنبال ارائه راهکارهای اجرایی به‌منظور کاهش تلفات جاده‌ای در محدوده ذخیره‌گاه زیست سپهر توران است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: ذخیره‌گاه زیست سپهرتوران با مساحتی حدود ۱۴۷۰۶۴۰ هکتار، بزرگ‌ترین ذخیره‌گاه زیست سپهرایران است (محمدی، ۱۳۹۴). این ذخیره‌گاه در جنوب‌شرق شهرستان شاهرود و ۲۸ کیلومتری شهرستان بیارجمند واقع شده است. در این ذخیره‌گاه، بارش متوسط‌سالیانه در هسته مرکزی بین ۱۰۰ میلی‌متردر جنوب تا ۱۵۰ میلی‌متر در شمال آن متغیر است و در ارتفاعات کوهستانی آن بارش به بیش از ۴۰۰میلی‌متردر سال می‌رسد. ازحیات‌وحش شاخص این منطقه می‌توان به گورخر ایرانی (*Equus hemionus onager*)، یوزپلنگ‌آسیایی (*A. Jubatus venaticus*)، پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*)، جبیر (*Gazella bennettii*)، آهو (*G. subgutturosa*)، کفتار راه راه (*H yaena hyaena*) و کاراکال (*Caracal caracal*) اشاره کرد. یکی از خطرناک‌ترین جاده‌ها برای پستانداران بزرگ جثه و در معرض خطر، از قبیل یوزپلنگ، جاده سمنان – مشهد است که از مرز شمالی این منطقه عبور می‌کند (شکل ۱). این جاده ۱۲ متر پهنا دارد و میزان تردد خودروهای عبوری در ۲۴ ساعت برای ماشین‌های سبک ۷۱۹ وسیله نقلیه و برای ماشین‌های سنگین ۶۲۷۸ وسیله نقلیه محسوب می‌شود (محمدی، ۱۳۹۴).



شکل ۱: موقعیت ذخیره‌گاه زیست سپهر توران و جاده عبوری سمنان - مشهد از مرز این منطقه

جمع‌آوری نقاط تلفات حیات‌وحش در محدوده مورد مطالعه: در این مطالعه از ۴۵ کیلومتر جاده میامی- سبزوار، حدود ۲۰ کیلومتر آن که کاملاً با مرز شمالی منطقه در تماس است در زمستان ۱۳۹۴ و تابستان ۱۳۹۵ مورد پایش قرار گرفت. در طی این پایش (در طول زمستان ۱۳۹۴ و تابستان ۱۳۹۵ در هر ماه ۱۵ روز) هر دو سمت جاده با یک شعاع ۵۰ متری از حاشیه جاده مورد بررسی کامل قرار گرفت و به محض مشاهده لاشه حیوانات تلف شده در حاشیه جاده پس از ثبت سیستم مختصات آن نقطه و نوع گونه تلف شده، لاشه آن را از منطقه دور کرده تا در شمارش‌های بعدی مجدد یک لاشه دو بار شمارش نگردد. علاوه بر این، در مطالعه از اطلاعات تلفات جاده‌ای ثبت شده در اداره حفاظت محیط زیست استان سمنان از سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۴ استفاده شد.

تعیین محدوده خطر تلفات جاده‌ای: تابع تراکم کرنل (Kernel Density Estimation) با قرار دادن یک شبکه سلولی (در این مطالعه اندازه سلول ۱۰×۱۰ متر انتخاب شد) بر روی نقاط تلفات جاده‌ای حیات‌وحش و با در نظر گرفتن یک شعاع بهینه محدوده خطر تلفات جاده‌ای را مشخص می‌کند. در این تابع پیرامون هر نقطه مشاهده بر اساس شعاع تعریف شده یک دایره فرضی تشکیل شده و تراکم در واحد آن محاسبه می‌شود. هرچه‌قدر نقاط به‌مرکز دایره نزدیک‌تر باشد وزن بیش‌تری می‌گیرد. ارزش نهایی هر سلول از حاصل جمع مقادیر تمامی دایره‌هایی که با یکدیگر هم‌پوشی دارند به‌دست می‌آید. نتایج این روش، مناطقی را که بیش‌ترین احتمال تصادفات جاده‌ای را دارد تعیین می‌کند. یکی‌ازمهم‌ترین مراحل در تابع کرنل تعیین شعاع بهینه است(Williamson و همکاران، ۱۹۹۸). تابع تراکم کرنل به‌صورت زیر نقاط داغ را مشخص خواهد کرد(رابطه۱):

$$\lambda(S) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\pi r^2} k\left(\frac{dis}{r}\right)$$

در این معادله λ (S) تراکم نقاط در مکان S می‌باشد. فقط نقاطی که در شعاع یا پهنای باند انتخابی قرار بگیرند تراکم برای آن‌ها برآورد می‌شود.K، در این معادله همان تابع کرنل(Kernel function)می‌باشد که عبارت است از وزن نقطه i در فاصله (dis) از مکان S. در این معادله k تابعی است از dis/r که dis همان فاصله نقطه i تا محل S می‌باشد و r هم همان شعاع یا پهنای باند می‌باشد. در نتیجه به‌جای انتخاب یک تابع همسان و یکنواخت که وزن برابر و یا مساوی به همه نقاطی که در شعاع مربوطه قرار دارند می‌دهد. این تابع فاصله بین نقاط تا محل S را در نظر می‌گیرد. بنابراین همه نقاط در شعاع و یا پهنای باند مربوطه بنابر فاصله‌ای که از مکان S دارند وزن می‌گیرند، که هر چقدر فاصله کم‌تر وزن بیش‌تر و هر چقدر فاصله بیش‌تر وزن کم‌تری می‌گیرند. در این مطالعه برای تعیین شعاع بهینه (شعاعی از مرکز یک دایره بر روی سلول‌های شبکه که در برگیرنده نقاطی است که‌به‌برآورد تراکم کمک می‌کند)ازروش نزدیک‌ترین همسایه (Nearest

Neighbor Distance) استفاده شد (Wiliamson و همکاران، ۱۹۹۸؛ Moreno و همکاران، ۲۰۰۸). در این روش شعاع بهینه از طریق متوسط k (تعداد همسایه‌های موثر) یا متوسط نزدیک‌ترین فاصله بین نقاط همسایه برآورد می‌شود. برای مثال اگر d_{ij} فاصله از نقطه i تا همسایه j ام باشد، متوسط فاصله نزدیک‌ترین همسایه از طریق معادله زیر تعیین می‌گردد (رابطه ۲):

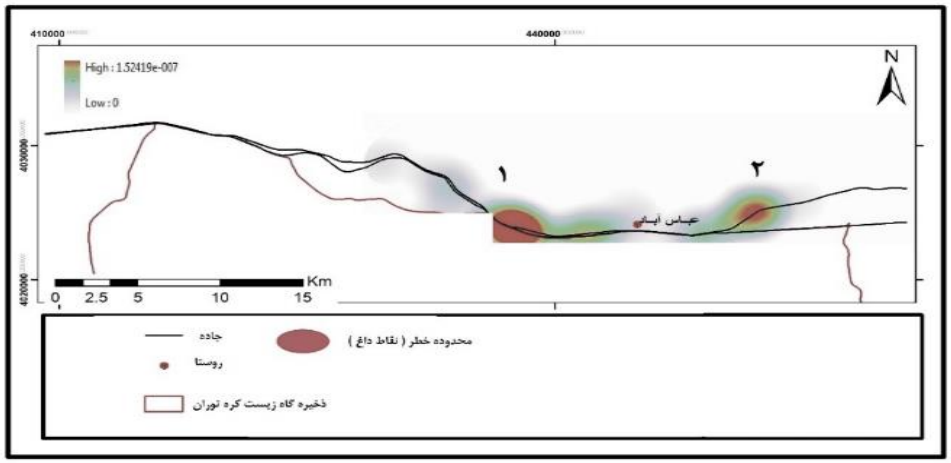
$$R = \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} d_{ij} \right) / KN$$

در این معادله R شعاع بهینه، k متوسط نزدیک‌ترین فاصله بین نقاط همسایه، N تعداد نقاط تلفات جاده‌ای است.

استفاده از آبگذر: یکی از مناسب‌ترین و ارزان‌ترین روش‌ها برای ثبت مسیر عبور و ردپا حیات‌وحش استفاده از روش Track-pad می‌باشد (Mateus و همکاران، ۲۰۱۱). در این روش با استفاده از پودر سنگ و یا خاک نرم کف آبگذر پوشیده می‌شود. سپس، رد گونه‌هایی که عبور خواهند کرد به‌طور کامل مشخص خواهند شد. محققین توصیه می‌کنند از پودر سنگ مرمر برای این منظور استفاده شود. هم‌چنین، هر سه روز یک‌بار می‌بایست پس از شناسایی و ثبت ردپاهای موجود، کف آبگذر مرتب و ردپاها پاک شود (Mateus و همکاران، ۲۰۱۱). در این پژوهش تعداد ۱۰ آبگذر مستطیلی (آبگذرهای کوچک (پهنا کم‌تر از ۲/۵۰ ارتفاع کم‌تر از ۱/۸۵) آبگذرهای متوسط (پهنا بین ۲/۷۰ تا ۳ متر) آبگذرهای بزرگ (پهنا بیش‌تر از ۲/۷۰ و ارتفاع بیش‌تر از ۳ متر) در محدوده خطر تعیین شده با استفاده از پودر سنگ مرمر به عمق یک سانتی‌متر و طول ۱۵۰ سانتی‌متر پوشانده و در طول تابستان و زمستان ۱۳۹۵ مورد پایش قرار گرفتند. در طول مدت پایش هر سه روز یک بار آبگذرها مورد بازدید قرار گرفتند و ردپاها به‌صورت منظم ثبت شدند. پس از ثبت ردپا کف هر آبگذر کاملاً صاف شد تا برای ثبت ردپاهای بعدی مشکلی وجود نداشته باشد.

نتایج

نتایج این مطالعه نشان داد در طی پایش صورت گرفته و هم‌چنین با استفاده از اطلاعات موجود در اداره حفاظت محیط زیست استان سمنان در مجموع تعداد ۷۵ تلفات جاده‌ای حیات وحش در این جاده ثبت شد که از این تعداد هفت قلاده یوزپلنگ آسیایی، چهار عدد کفتار راه راه، پنج راس آهوی ایرانی، ۱۰ عدد شغال، ۲۰ عدد روباه معمولی، ۲۰ عدد خرگوش، پنج عدد کاراکال و چهار قلاده گرگ در این جاده تلف شده است. بیش‌تر تلفات یوزپلنگ آسیایی در جاده سمنان- مشهد در فصل زمستان رخ داده است (جدول ۱). هم‌چنین ماده‌ها بیش‌ترین تلفات را داشته‌اند (جدول ۱). در این مطالعه شعاع بهینه با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه به‌منظور تعین نقاط داغ تلفات جاده‌ای حیات‌وحش، ۵۰۰ متر به‌دست آمد. نتایج تعیین نقاط داغ تلفات جاده‌ای حیات‌وحش با استفاده از تابع کرنل دو محدوده خطر را به‌عنوان نقاط داغ تلفات جاده‌ای مشخص کرد. محدوده شماره یک حدود هفت کیلومتر و محدوده خطر شماره دو حدود ۵ کیلومتر طول دارد(شکل ۲). محدوده خطر شماره یک کاملاً منطبق بر تلفات جاده‌ای یوزپلنگ است و محدوده خطر دو در نزدیکی روستای عباس آباد واقع شده است (شکل ۲).



شکل ۲: محدوده داغ تصادفات جاده‌ای با استفاده از تابع کرنل Kernel density در ذخیره گاه زیست سپهر توران

جدول ۱: تلفات جاده‌ای یوزپلنگ در جاده- سمنان مشهد (برگرفته از پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی، ۱۳۹۵)

سال تلفات	جنسیت	فصل تلفات
۱۳۹۰	ماده	زمستان
۱۳۹۰	نامعلوم (توله)	زمستان
۱۳۹۰	نامعلوم (توله)	زمستان
۱۳۹۴	نامعلوم (توله)	پاییز
۱۳۹۴	ماده	پاییز
۱۳۹۵	ماده	زمستان
۱۳۹۵	نر	بهار

استفاده از آبگذر توسط پستانداران: نتایج پایش آبگذرها در طول محدوده خطر تعیین شده نشان داد که بیش‌ترین عبور و استفاده از آبگذرها به‌ترتیب متعلق به روباه معمولی، شغال، خرگوش، گرگ و کفتار راه‌راه می‌باشد. هم‌چنین، دو مورد عبور یوزپلنگ آسیایی در آبگذرهای با ابعاد متوسط (پهنا ۲/۷۰ متر و ارتفاع ۱/۹۰ متر) و بزرگ (پهنا ۳/۱۰ متر و ارتفاع ۲/۷۰ متر) ثبت شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین استفاده از آبگذرهای با ابعاد متوسط و بزرگ صورت گرفته است (جدول ۲).

جدول۲: ویژگی‌های ۱۰ آبگذر مورداستفاده برای عبور توسط پستانداران در محدوده خطر تلفات جاده‌ای حیات‌وحش در ذخیره‌گاه زیست سپهر توران

	آبگذرها									
ویژگی‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پهنا	۲/۲۰	۲/۴۰	۲/۷۰	۲/۸۰	۳/۱۰	۳/۵۰	۴/۱۰	۴/۲۰	۴/۳۰	۴/۳۰
ارتفاع	۱/۶۰	۱/۸۰	۱/۹۰	۲/۵۰	۲/۷۰	۲/۹۰	۳	۳/۱۰	۳/۳۵	۳/۴۵
طول	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲
گشودگی آبگذر	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۵۸	۰/۶۹	۰/۸۴	۱/۱۱	۱/۱۸	۱/۲	۱/۲
گونه‌ها										
روباه معمولی	۰	۰	۱	۱	۱	۲۰	۴۰	۰	۰	۰
شغال	۰	۰	۰	۱	۲	۱۲	۲۵	۱۰	۰	۰
گرگ	۰	۰	۰	۰	۲	۳	۵	۶	۸	۴
خرگوش	۰	۰	۱	۳	۲	۵	۰	۵	۰	۰
کفتار راه راه	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲	۰	۰	۰
یوزپلنگ آسیایی	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰

بحث:

در طول قرن گذشته، جاده‌ها به مهم‌ترین عوامل انسانی تغییردهنده زیستگاه‌های خشکی تبدیل شده‌اند. به‌طوری‌که، یکی از آثار آن‌ها که بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش را تهدید می‌کند تلفات جاده‌ای حیات‌وحش می‌باشد (Gaunson و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از ابزارهای مناسب و پرکاربرد جهت بررسی تلفات جاده‌ای حیات‌وحش و هم‌چنین تعیین نقاط داغ تلفات جاده‌ای تابع کرنل است.

در پژوهش صورت گرفته، نقاط داغ و یا پر حادثه در جاده سمنان- مشهد که از مرز شمالی ذخیره‌گاه زیست سپهر توران عبور می‌کند با استفاده از تابع کرنل مشخص شد. در این منطقه، دو ناحیه به‌عنوان ناحیه پرخطر مشخص شد. از این دو ناحیه، ناحیه داغ شماره یک محدوده‌ای است که تلفات هفت یوزپلنگ آسیایی در این منطقه صورت گرفته است. منطقه داغ شماره دو نیز منطقه‌ای است که تلفات جاده‌ای شغال، روباه، کفتار، کاراکال و گرگ از آن‌جا گزارش شده است. مداخله انسانی همواره از طریق آزار و اذیت گله‌داران و سگ‌های نگهبان، تصادفات جاده‌ای، شکار طعمه‌های طبیعی یوزپلنگ و باورهای غلط از حضور این گونه در زیستگاه آثار زیانباری بر حضور یوزپلنگ در زیستگاه‌های طبیعی داشته است (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۳). به‌طوری‌که، شرایط مناسب برای توزیع این گونه در حال حاضر تنها به برخی مناطق تحت حفاظت محدود شده است.

نتایج این مطالعه حاکی از این مسئله است که نقاط داغ در حد فاصل تپه ماهورها و دشت واقع شده و نتایج سایر مطالعه نشان داده‌اند که گونه‌های گوشت‌خواری مانند یوزپلنگ، تنوع توپوگرافیک و زیستگاهی را ترجیح می‌دهند (Anderson و همکاران، ۲۰۰۹). هم‌چنین، در مناطق بیابانی، عوارض توپوگرافیک ارزش بیش‌تری در الگوی پراکنش و جابجایی گونه‌ها به‌خصوص گوشت‌خواران دارد (Anderson و همکاران، ۲۰۰۹). این گونه علاوه بر انعطاف‌پذیری ترجیح می‌دهد که در حاشیه دامنه کوهستان یعنی حدفاصل دشت، تپه ماهور و کوهستان حرکت کند که هم‌زمان حق انتخاب‌های متفاوتی را داشته باشد. یوزپلنگ آسیایی جانوری است که مسافت‌های طولانی را طی نموده و برای جابجایی میان مناطق مختلف، گاهی صدها کیلومتر مسافت را طی می‌کند (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۳). به‌طوری‌که، مطالعه چند فرد از این زیرگونه در مناطق تحت حفاظت استان یزد (پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر، منطقه حفاظت شده بافق، منطقه شکار ممنوع آریز و پارک ملی و منطقه حفاظت‌شده سیاه کوه) نشان از جابجایی مسافت‌های طولانی در مرکز ایران دارد (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۳).

از همین رو، عبور از جاده‌های مختلف برای آن اجتناب‌ناپذیر است و این نشان‌دهنده لزوم توجه به تمامیت زیستگاه‌های یوزپلنگ به‌عنوان عرصه‌های گسترده‌ای از مناطق بیابانی کشور دارد. سایر گونه‌های بزرگ جثه مانند گرگ، شغال، کفتار، روباه نیز تنوع زیستگاهی را ترجیح می‌دهند و انعطاف‌پذیر عمل می‌کنند، با این تفاوت که از سکونت‌گاه‌های انسانی چندان پرهیز نمی‌کنند بلکه در حاشیه آن به تغذیه می‌پردازند. تصادفات جاده‌ای این گونه‌ها در نزدیکی روستای عباس آباد ثبت شده است. مطالعات نشان داده است که برخی از گوشتخواران بزرگ جثه از قبیل گرگ از سازه‌های عبور (آبگذر و یا زیرگذر) بزرگ که دید کافی برای آن‌ها داشته باشد استفاده می‌کنند (Clevenger و Waltho، ۲۰۱۱). هم‌چنین، مطالعه نشان داده است که روباه معمولی و شغال بیش‌ترین تلفات جاده‌ای را در بین پستانداران دارند که به‌منظور تشویق این دو گونه برای استفاده از زیرگذر و آبگذر بایستی این سازه‌ها مناسب اندازه بدن آن‌ها طراحی شوند (Grilo و همکاران، ۲۰۰۹؛ Markolt و همکاران، ۲۰۱۲).

هم‌چنین، نزدیکی زیستگاه‌های مطلوب به جاده نیز یکی دیگر از عوامل اصلی تلفات جاده‌ای بسیاری از پستانداران محسوب می‌شود (Grilo و همکاران، ۲۰۰۹؛ Markolt و همکاران، ۲۰۱۲). پستانداران کوچک و متوسط جثه تمایل به استفاده از سازه‌هایی که فقط امکان جابجایی و عبور به آن‌ها را بدهند دارند. این دسته از پستانداران معمولاً سازه‌هایی را انتخاب می‌کنند که طعمه‌خواران قادر به استفاده از آن‌ها نیستند (Clevenger و همکاران، ۲۰۰۱).

کفتار راه راه یکی از گونه‌های با اولویت حفاظتی بالا است که گستره خانگی به نسبت وسیعی دارد (Tourani و همکاران، ۲۰۱۲). این گونه به‌دلیل رفتار پرسه زدن که در لاشه‌خواران بیش‌تر از سایر گوشت‌خواران وجود دارد، بیش‌تر تحت تاثیر جاده‌ها قرار می‌گیرد (Tourani و همکاران، ۲۰۱۲). تلفات جاده‌ای این گونه در نزدیکی روستای عباس آباد رخ داده که به همراه گرگ و روباه از گونه‌های لاشه‌خواری هستند که انسان باعث تغییر رفتار آن‌ها شده است و حضور جاده افزون بر تاثیر منفی که بر حیات وحش مناطق دارد می‌تواند به سبب احتمال وجود جانوران کشته شده، لاشه‌خوارانی هم‌چون کفتار راه راه را به‌خود جذب کند که امکان مرگ و میر آن‌ها را افزایش می‌دهد (Tourani و همکاران، ۲۰۱۲). کفتارها در پی یافتن منابع غذایی به اطراف مراکز انسانی سر می‌زنند این رفتار لاشه‌خواری، زمینه آسیب‌پذیری آن‌ها را فراهم می‌کند (Tourani و همکاران، ۲۰۱۲) .کاهش چشمگیر جمعیت کفتارها در ایران اغلب به‌دلیل استفاده از طعمه مسموم، کشتن مستقیم توسط انسان و تصادفات جاده‌ای است. بنابراین فعالیت‌های انسانی مهم‌ترین دلیل مرگ و میر کفتار محسوب می‌شود (Tourani و همکاران، ۲۰۱۲).

تعیین نقاط پر حادثه می‌تواند این امکان را به مدیران بدهد که قبل از نقاط پرحادثه از علائم جاده‌ای عبور حیات‌وحش، سرعت‌گیر و سایر علائم و تمهیدات استفاده شود تا از میزان تلفات جاده‌ای کاسته شود. پس از تعیین محدوده خطر (نقاط داغ تلفات جاده‌ای) در این جاده و هم‌چنین تعیین کریدور زیستگاهی یوزپلنگ آسیایی (محمدی، ۱۳۹۴) گام بعدی تعیین روش‌های اجرایی موثر بر کاهش تلفات جاده‌ای حیات وحش با تمرکز بر یوزپلنگ آسیایی است. از آن‌جایی‌که در بیش‌تر موارد استفاده از یک روش در کاهش تلفات جاده‌ای حیات وحش موثر نیست، بنابراین در ابتدا لازم است مجموعه‌ای از روش‌ها با توجه به محدوده‌های خطر تعیین شده (با توجه به اولویت خطر) در دو فاز کوتاه و بلند مدت مورد بررسی و آزمون قرار بگیرد تا در نهایت، موثرترین روش‌های کاهنده تلفات جاده‌ای حیات‌وحش در این جاده به‌ترتیب اثر بخشی مورد استفاده قرار گیرد.

نصب تابلوهای هشداردهنده به‌همراه چراغ برای یوزپلنگ با رعایت استاندارد ابعاد (طول و عرض: ۹۰ × ۹۰ سانتی متر، ارتفاع: ۳-۴ متر) و هم‌چنین فاصله مناسب از جاده (پنج متر) به طوری‌که

در دید رانندگان قرار بگیرد، ضروری است. یکی دیگر از راهکارها برای کاهش تلفات جاده‌ای علف‌خواران منطقه از قبیل آهو حذف پوشش گیاهی حاشیه جاده در فصول سخت سال (پاییز و زمستان) است (Clevenger و همکاران، ۲۰۰۱). به‌طوری‌که این راهکار در پارک ملی Banff در کشور کانادا برای علف‌خواران در فصول بحرانی سال به‌اجرا در امده است (Clevenger و Huijser، ۲۰۱۱). در این فصول به‌دلیل نبود پوشش گیاهی تازه، آهوان منطقه جذب پوشش گیاهی اطراف جاده می‌شوند چرا که به‌طور عمده در حاشیه جاده‌ها به‌دلیل بارندگی تراکم پوشش گیاهی بیش‌تر است به‌همین دلیل علف‌خواران مخصوصاً آهوان جذب حواشی جاده‌ها خواهند شد و این امر منجر به تلفات جاده‌ای آن‌ها خواهند شد. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد در فصول سخت سال درمحدوده خطری که آهوان بیش‌ترین تلفات جاده‌ای را دارا هستند پوشش گیاهی حذف گردد.

از آن‌جایی‌که عبور یوزپلنگ از دو آبگذر با ارتفاع و پهنای متوسط و بزرگ در طول محدوده خطر ثبت شده است، بنابراین یکی دیگر از راهکارهای پیشنهادی، بهینه‌سازی ابعاد آبگذرهای موجود در طول این محدوده به‌منظور تسهیل عبور گوشت‌خوارانی از قبیل یوزپلنگ است. عمده آبگذرهای موجود در منطقه از ابعاد مناسبی (پهنا و ارتفاع) برای عبور گوشت‌خواران برخوردار نیستند. به این منظور برای تهسیل عبور این گونه‌ها می‌بایست ابعاد آبگذرها (ارتفاع) را بهینه‌سازی و اصلاح نمود (Clevenger و Huijser، ۲۰۱۱). پس از اصلاح آبگذرها توصیه می‌گردد محدوده خطر تعیین شده که حدود ۱۲ کیلومتر طول دارد فنس‌کشی شود تا بتوان گوشت‌خواران را برای استفاده از آبگذرهای بهینه‌سازی شده در منطقه هدایت نمود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان از زحمات تمامی محیط‌بانان دلسوز ذخیره‌گاه زیست سپهر توران که در این مطالعه یاری کردند کمال تشکر را دارند. هم‌چنین از پروژه حفاظت از یوزپلنگ آسیایی به‌دلیل حمایت مالی در انجام این مطالعه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **محمدی، ع.؛ ۱۳۹۴.** تعیین محدوده خطر تصادفات جاده‌ای یوزپلنگ آسیایی (*Acininyx jubatus venaticus*) به‌منظور ارائه راهکارهای اجرایی جهت کاهش تلفات جاده‌ای در محدوده ذخیرگاه زیست سپهر توران. پروژه بین‌المللی حفاظت از یوزپلنگ آسیایی. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۵۰ صفحه.

۲. **Anderson, T.K., 2009.** Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. Accident Analysis & Prevention. Vol. 41, pp: 359-364.

۳. **Clevenger, A.P. and Huijser, M.P., 2011.** Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America (No. FHWA-CFL/TD-11-003). pp: 70-100.

۴. **Clevenger, A.P. and Waltho, N., 2005.** Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. Biological Conservation. Vol. 29, pp: 453-464.

۵. **Clevenger, A.P.; Chruszcz, B. and Gunson, K.E., 2001.** Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. Wildlife Society Bulletin. Vol. 14 pp: 646-653.

۶. **Farhadinia, M.S.; Akbari, H.; Mousavi, S.J.; Eslami, M.; Azizi, M.; Shokouhi, J. and Hosseini-Zavarei, F., 2013.** Exceptionally long movements of the Asiatic cheetah Acinonyx jubatus venaticus across multiple arid reserves in central Iran. Oryx. Vol. 47, pp: 427-430.

۷. **Fieberg, J., 2007.** Kernel density estimators of home range: smoothing and the autocorrelation red herring. Ecology. Vol. 88, pp: 1059-1066.

۸. **Gitzen, R.A.; Millspaugh, J.J. and Kernohan, B.J., 2006**. Bandwidth selection for fixed-kernel analysis of animal utilization distributions. Journal of Wildlife Management. Vol. 70, pp:1334-1344.

۹. **Grilo, C.; Bissonette, J.A. and Santos-Reis, M., 2009.** Spatial–temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: consequences for mitigation. Biological Conservation. Vol. 142, pp: 301-313.

۱۰. **Gunson K.E.; Ireland, D. Schueler, F., 2012.** A tool to prioritize high-risk road mortality locations for wetland forest herpetofauna in southern Ontario, Canada. North-Western Journal of Zoology. Vol. 8, pp: 409-413.

۱۱. **Malo, J.E.; Suarez, F. and Diez, A., 2004.** Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models? Journal of Applied Ecology. Vol. 41, pp:701-710.

۱۲. **Markolt, F.; Szemethy, L., Lehoczki, R. and Heltai, M., 2012.** Spatial and temporal evaluation of wildlife-vehicle collisions along the m3 highway in Hungary. North-Western Journal of Zoology. Vol. 8, pp: 414-425.

۱۳. **Mateus, A.R.A.; Grilo, C. and Santos-Reis, M., 2011.** Surveying drainage culvert use by carnivores: sampling design and cost–benefit analyzes of track-pads vs. video surveillance methods. Environmental monitoring and assessment. Vol. 181, pp: 101-109.

۱۴. **Mohammadi, A. and Kaboli, M., 2016.** Evaluating wildlife–vehicle collision hotspots using kernel-based estimation: a focus on the endangered Asiatic cheetah in central Iran. Human-Wildlife Interactions. Vol. 10, pp:103-109.

۱۵. **Moreno, B.; Garcia-Alonso, C.R.; Hernandez, M.A.N.; Torres-Gonzalez, F. and Salvador-Carulla, L., 200**8. Spatial analysis to identify hotspots of prevalence of schizophrenia. Social psychiatry and psychiatric epidemiology. Vol. 43, pp: 782-791.

۱۶. **Ramp, D.; Caldwell, J.; Edwards, K.A.; Warton, D. and Croft, D.B., 2005.** Modelling of wildlife fatality hotspots along the snowy mountain highway in New South Wales, Australia. Biological Conservation. Vol. 126, pp: 474-490.

۱۷. **Snow, N.P.; Williams D. M, Porter W.F., 2014.** A landscape-based approach for delineating hotspots of wildlife-vehicle collisions. Landscape Ecology. Vol. 29, pp: 817-829.

۱۸. **Tourani, M.; Moqanaki, E.M. and Kiabi, B.H., 2012.** Vulnerability of Striped Hyaenas, Hyaena hyaena, in a human-dominated landscape of Central Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 56, pp: 133-136.

۱۹. **Williamson, D.; McLafferty, S.; Goldsmith, V.; Mollenkopf, J. and McGuire, P., 1998.** Smoothing crime incident data: new methods for determining the bandwidth in Kernel estimation. In 18th ESRI International User Conference, San Diego. Vol. 20, pp: 27-31.