بررسی تطبیقی شواهد مطالعاتی راهکارهای کاهش تصادف جاده‌ای حیات وحش با انتخاب یوزپلنگ به عنوان گونه هدف

تهیه شده درکارگروه مشورتی حفاظت از یوزپلنگ آسیایی

نویسندگان:

دکتر علیرضا محمدی-علی رنجبران

تاریخ: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸

به روز رسانی: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

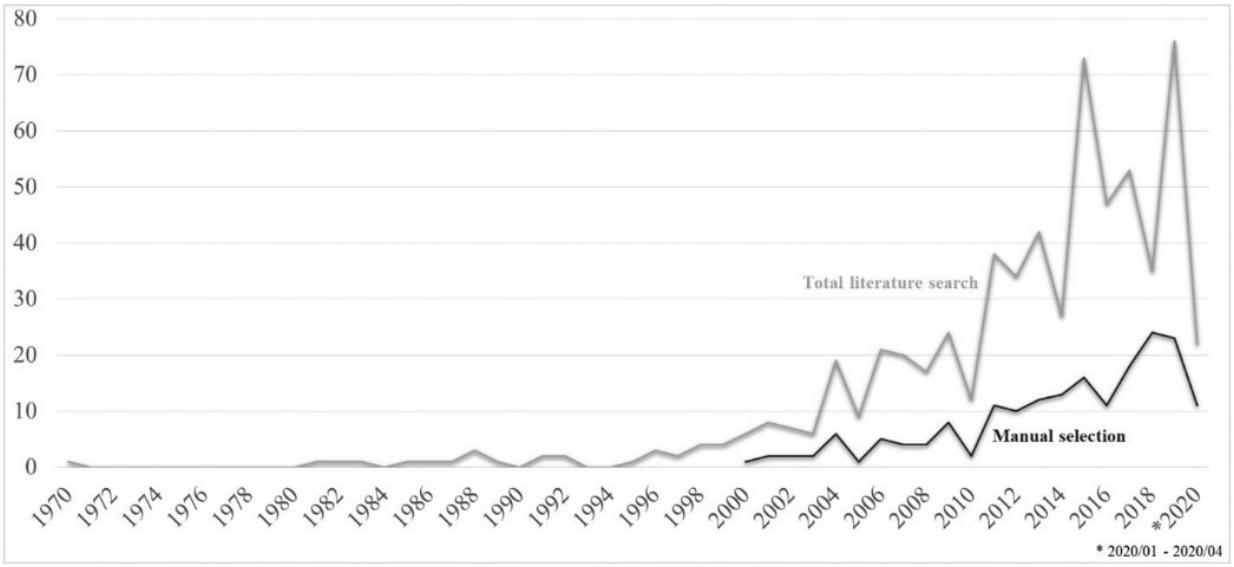
مروری بر شواهد مطالعاتی روش‌های پیشگیری از تصادفات جاده‌ای حیات وحش

عکس شماره ۱: تصویر دوتوله یوز تلف شده در تصادف جاده‌ای مرداد ماه ۱۳۸۹ در محور میامی- سبزوار، برگرفته از سایت دیدبان محیط‌زیست.

مقدمه

تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش تقریبا از ابتدای دهه هفتاد میلادی و با گسترش و توسعه راه‌ها و افزایش نسبی سرعت خودروها بدل به یک مشکل جدی برای حفاظت از حیات‌وحش شد، اما ابعاد آن از ابتدای قرن بیست ویکم چنان گسترده شد که متخصصان حفاظت با انجام مطالعات بسیاری سعی در یافتن راهی برای سازگاری و کاهش (Adaptation and Mitigation) ابعاد تلفات جاده‌ای برآمدند(Pagany, 2020) . یک مطالعه مروری گسترده در سال ۲۰۲۰ با بررسی ۶۴۵ مطالعه در زمینه تصادفات جاده‌ای حیات وحش نشان داد که تقریبا از ابتدای قرن بیست و یکم و به طور متوسط سالی 31 مطالعه در این زمینه منتشر شده است، در حالی که در ۳۰ سال ابتدایی یعنی از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ تنها ۳۱ مطالعه در این زمینه انجام شده است (تصویر شماره ۲). این حجم از مطالعات در سطح بین‌المللی نه تنها نشان دهنده ابعاد گسترده خسارت تصادفات جاده‌ای برای حیات‌وحش است، بلکه دانش

مناسبی را نیز در طی بیشتر از ۲ دهه در زمینه راه‌کارهای سازگاری با گسترش راه‌ها و کاهش تصادفات جاده‌ای فراهم کرده است.



تصویر شماره ۲: تعداد انتشارات بر اساس سال برگرفته از جستجوی ادبیات و انتخاب دستی (برای سال ۲۰۲۰: ژانویه تا آوریل)، (Pagany, 2020)

در ایران نیز تقریبا همزمان با مطالعات بین‌المللی، مطالعاتی درباره ابعاد خسارت وارده به حیات وحش در اثر تصادفات جاده‌ای انجام شده است. در یک مطالعه درجاده میان‌گذر پارک ملی گلستان بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ در مجموع بیشتر از ۵۸۸ مورد تصادف جاده‌ای مربوط به ۳۳ گونه حیات‌وحش ثبت شد (همامی, ۱۳۹۵).

در یک مطالعه دیگر در فاصله سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۴، مشخص شد ۵۲ درصد از مرگ و میر پستانداران به طور مستقیم در ارتباط با تصادفات جاده‌ای بوده و گوشت‌خواران با ۶۴/۴۲ درصد، بالاترین آمار مرگ و میر جاده‌ای را نشان دادند. در بین گوشت‌خواران، سگ سانان بیش‌ترین درصد آمار مرگ و میر جاده‌ای را داشتند، نزدیک به ۶۳ درصد و گربه‌سانان با ۲۰ درصد در مکان بعدی قرارگرفتند. همچنین۵۲ درصد مرگ و میر یوزپلنگ آسیایی *Acinonyx jabatus Venaticus* به طور مستقیم به عامل تصادفات جاده‌ای ارتباط داشت. جاده پارک ملی گلستان ۳۹درصد از تلفات جاده‌ای حیات وحش کشور و ۷۸ درصد از تلفات جاده‌ای پلنگ *Panthera pardus saxicolor* را سبب شده‌است (موسوی, ۱۳۹۷).

همزمان و با اجرای راه‌کارهایی برای سازگاری و کاهش در جهان، نتایجی از اثر بخشی راه‌کارهای مختلف در جهان به دست آمد و روش‌های کارآمد در سراسر جهان به کار گرفته شدند. اما در ایران متاسفانه به دلیل اجرایی نشدن این راه‌کارها و ادامه‌دار شدن تلفات جاده‌ای حیات‌وحش ارزیابی مستقلی بر اثربخشی این راه‌کارها در داخل کشور وجود ندارد. بنابراین پرسش اساسی این است که آیا می‌توان با به کارگیری راه‌کارهایی مبتنی بر تجربیات بین‌المللی و تطبیق آن با شرایط داخلی، از حجم آسیب توسعه شبکه

راه‌ها به حیات وحش کاست؟ مطالعات بین‌المللی تقریبا از میانه دهه ابتدای قرن بیست و یکم پاسخ قاطعی به این پرسش داده‌اند و دیگر تردیدی در اثر بخشی راه‌کارهای آزموده شده بین‌المللی وجود ندارد(MALO, 2004) .

تلفات جاده‌ای یوزپلنگ

بر اساس آمارهای سازمان حفاظت محیط‌زیست و ادارات کل محیط‌زیست استان‌های سمنان، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، یزد و کرمان، در ایران تا به حال حداقل ۲۵ یوزپلنگ در اثر تصادف جاده‌ای جانشان را از دست داده‌اند که ۲۳ عدد در دو دهه گذشته بر اثر تصادف جان باخته‌اند. از این تعداد تنها ۱۳ یوزپلنگ در محور میامی-سبزوار و بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۴۰۲، در اثر تصادف از بین رفته‌اند (جدول شماره ۱). با توجه به این‌که ذخیره‌گاه زیست کره توران در مجاورت این جاده تنها زیستگاه باقی مانده یوزپلنگ آسیایی است، این سند با تمرکز بر کاهش تصادفات جاده‌ای یوزپلنگ در محور بین‌المللی تهران- مشهد، حدفاصل میامی-سبزوار تهیه شده است. لازم به ذکر است، با توجه به این‌که جمعیت گونه کمتر از ۴۰ فرد برآورد می‌شود (Farhadinia, 2017) ، این حجم از تلفات بر اثر تصادفات جاده‌ای اثر غیرقابل جبرانی بر بقای این گونه گذاشته و لازم است هرچه سریع‌تر اقدامات اجرایی با تاکید بر اجرای موثرترین روش‌ها بر اساس نتایج مطالعات و تجربیات بین‌المللی، برای کاهش تلفات جاده‌ای یوزپلنگ آسیایی آغاز شود. بر این اساس سند زیر به ارائه شواهد و راه‌کارهای بین‌المللی آزموده شده برای کاهش تلفات جاده‌ای می‌پردازد.

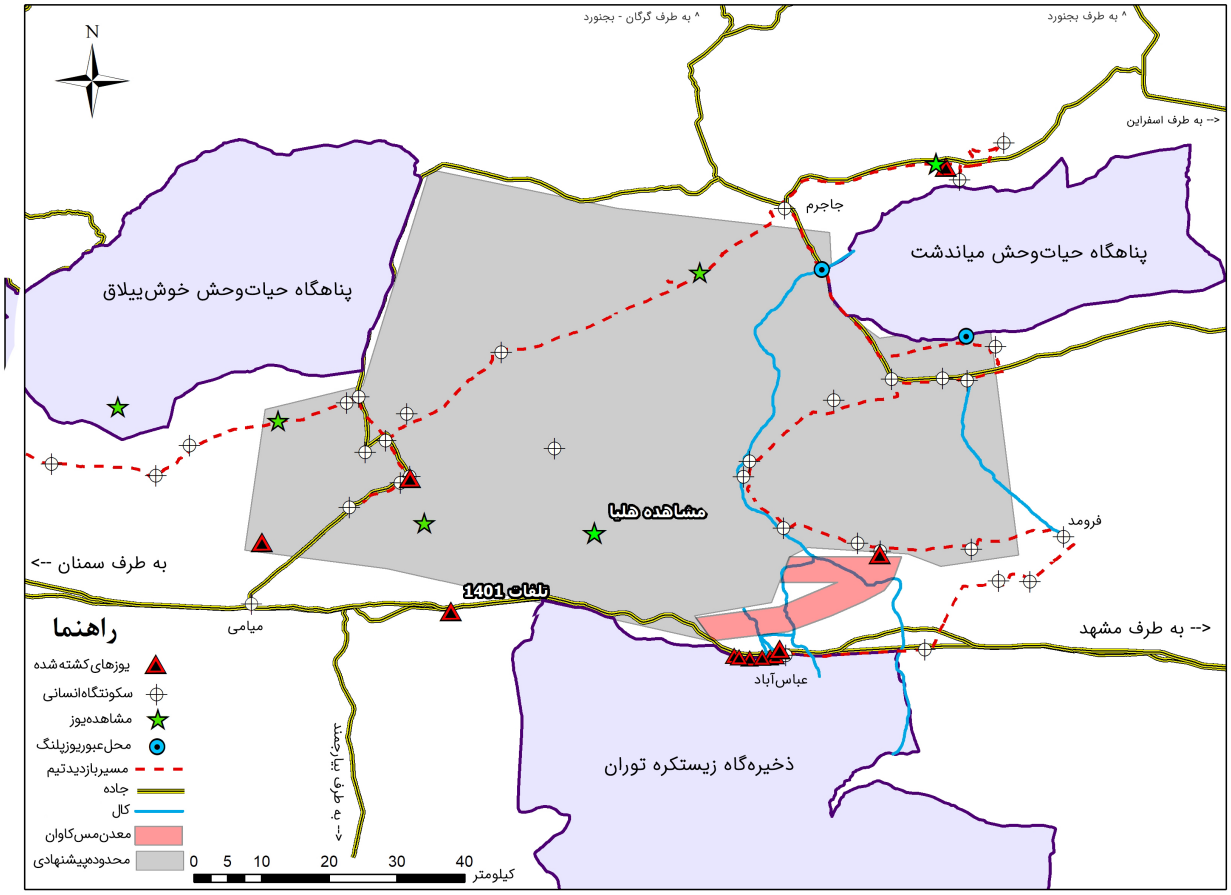
رخداد تصادف- منطقه حفاظت شده	تاریخ	محل (استان)	تعداد مرگ (جنسیت- سن)
پناهگاه حیات وحش نایبندان	1366/11/	جاده پراورده- نایبند- خراسان جنوبی	(نامشخص-نامشخص)-۱
پناهگاه حیات وحش نایبندان	1374/11/	جاده دیگ رستم- نایبند- خراسان جنوبی	(نر-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده بافق	1382	جاده بافق- بهاباد- یزد	(نامشخص-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده کالمند	1383/10/29	اتوبان یزد- مهریز- یزد	(ماده-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده کالمند	1384/12/03	اتوبان یزد- مهریز- یزد	(نر-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده کالمند	1385/01/20	اتوبان یزد- مهریز- یزد	(نامشخص-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده کالمند	1386/11	اتوبان یزد- مهریز- یزد	(نر-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده کالمند	1387/06/21	اتوبان یزد- مهریز- یزد	(نر-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده کالمند	1387/09/07	اتوبان یزد- مهریز- یزد	(ماده-نامشخص)-۱
منطقه حفاظت شده دربند راور	1387/09/08	جاده راور نایبندان- کرمان	(نر-نامشخص)-۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1389/05/08	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(توله- نامشخص) ۲
ذخیره گاه زیست کره توران	1389/05/9	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(ماده-نامشخص)-۱
پناهگاه حیات وحش دره انجیر	1390/02/12	جاده بزد- طبس- یزد	(نر-۴ یا ۵ ساله)-۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1393/09/26	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(ماده-نامشخص)-۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1393/09/29	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(توله- ۱ ساله) ۱

ذخیره گاه زیست کره توران	1395/02/24	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(ماده- ۷ ساله) ۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1397/05/16	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(توله - ۱ ساله) ۱
پناهگاه حیات وحش میاندشت	1397/08/24	جاده جاجرم- سنخواست- خراسان شمالی	(نر-نامشخص)-۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1401/05/14	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(توله- ۱ ساله) ۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1402/01/06	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(۱ماده ۵ ساله- ۳جنین)۱
ذخیره گاه زیست کره توران	1402/04/06	جاده میامی- سبزوار- سمنان	(توله نر ۱۴ ماهه)۱
			(جنین ۷نر-۶ ماده- ۶ توله و ۳) ۲۵

جدول شماره ۱: ***تلفات ثبت شده یوزپلنگ آسیایی در ایران بر اساس آمارهای سازمان حفاظت محیط‌زیست، پروژه بین‌المللی حفاظت از یوزپلنگ آسیایی و ادارات کل محیط‌زیست استان‌های سمنان، خراسان جنوبی، خراسان شمالی، یزد و کرمان. در ایران تا به حال حداقل ۲۵ یوزپلنگ در اثر تصادف جاده‌ای جانشان را از دست داده‌اند.***

مروری بر اکولوژی رفتاری یوزپلنگ؛ دلایل و ضرورت‌های عبور از جاده

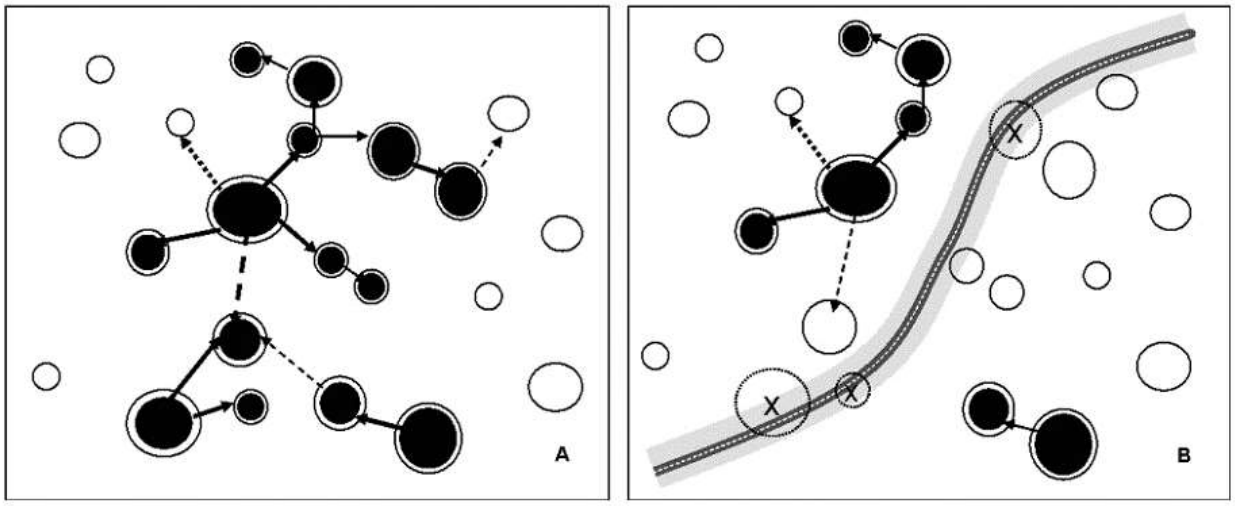
مطالعات ژنتیکی نشان می‌دهد، زیرگونه یوزپلنگ آسیایی تقریبا ۷۰ هزار سال پیش و در پلیستوسن پسین (Late Pleistocene) از دیگر زیرگونه‌های یوزپلنگ جدا شده است (Niraj Rai, Sunil Kumar Verma, Ajay Gaur, 2020). این زیر گونه که زمانی در سراسر خاورمیانه و شبه قاره هند پرسه می‌زد. اما در طی قرن بیستم گستره پراکندگی آن کم و سرانجام به بخش‌هایی از ایران محدود شد. پراکنش یوزپلنگ آسیایی در ایران زمانی از شمال تا مرکز ترکمنستان، از شرق در سراسر منطقه مرزی با افغانستان و پاکستان، از جنوب و غرب تا دامنه چین خوردگی زاگرس ادامه داشته است. اما در طی ۴ دهه گذشته پراکنش آن به نقاطی در استان‌های کویر مرکزی ایران از جنوب در استان‌های یزد، کرمان، خراسان جنوبی و اصفهان و در شمال به استان‌های سمنان و خراسان شمالی و رضوی محدود شد (Farhadinia, 2017). در حال حاضر بر اساس شواهد پایش‌های اخیر ذخیره‌گاه زیست کره توران تنها زیستگاه زادآور این گربه‌سان منحصر به فرد است. یوزپلنگ حیوانی پرسه‌زن با قلمروها و گستره خانگی بزرگ است و جابجایی‌های طولانی آن تا فاصله مستقیم بیشتر از ۲۰۰ کیلومتر در ایران به خوبی در طی دو دهه اخیر مستند شده است (Mohammad S. Farhadinia, et al., 2016). بزرگراه امام رضا مشهد حدفاصل میامی-تا سبزوار دقیقا از میان مناطقی می‌گذرد که تا کمتر از یک دهه پیش حضور و زادآوری یوزپلنگ و عبور مرور بین مناطق در هر دو سوی آن مستند شده است. در جنوب این جاده ذخیره‌گاه زیست‌کره توران و در شمال آن پناهگاه حیات‌وحش میاندشت و پناهگاه حیات‌وحش خوش ییلاق قرار دارند که هر دو از مهمترین زیستگاه‌های یوزپلنگ در نیمه شمالی کویر مرکزی ایران هستند (تصویر شماره ۳). در میاندشت در شمال جاده تا میانه دهه ۹۰ زادآوری یوزپلنگ ثبت شده (نوید قلیخانی و همکاران, ۱۳۹۶) و خوش ییلاق زمانی نه چندان دور از مهمترین زیستگاه‌های یوزپلنگ در ایران بوده است (Harrington, 1977) .



تصویر شماره ۳: موقعیت مکانی ذخیره‌گاه زیست‌کره توران، پناهگاه حیات‌وحش میاندشت و پناهگاه حیات‌وحش خوش ییلاق و جاده میامی-سبزوار- در تصویر آمارهای مشاهده یوز در شمال جاده در یک دهه گذشته به جز تصاویر ثبت شده با دوربین تله‌ای آورده شده است.

بنابراین هرچند یوزپلنگ‌ها در ایران از بیشتر گستره تاریخی و حتی معاصر خود ناپدید شده‌اند، اما به لحاظ رفتاری همچنان از همان الگوهای سابق پیروی می‌کنند. از جمله دلایل این نوع رفتار می‌توان به جستجوی طعمه در سوی دیگر جاده، انتخاب قلمرو و گستره خانگی، حافظه شناختی و ژنی، انتشار (Dispersal) برای پرهیز از درون آمیزی، جفت‌یابی و ... اشاره کرد که باعث می‌شود آن‌ها همچنان در فواصل طولانی در قلمرو تاریخی خودشان جابجا شوند. در یک مطالعه با قلاده‌گذاری یک جفت یوز نر در منطقه حفاظت شده بافق حضور یوزها به طور دایم در دو سوی جاده ثبت شده است (Faridedin Cheraghi et al., 2017) . در مطالعه‌ای دیگری منطقه حفاظت شده کالمند-بهادران در یزد با سابقه ۶ تصادف جاده‌ای یوزپلنگ، مشخص شد که یوزها مکرار به دلایل مختلف از جاده عبور می‌کنند و تمامی تصادفات رخ داده در هات اسپات‌های شناسایی شده رخد داده است (Mohammadi Alireza, Kaboli Mohammad, 2016). در یک مورد دیگر در یکی از تصادفات جاده‌ای محور میامی- سبزوار در سال ۱۳۹۵،

یک یوز ماده به نام مانا که از یوزهای شناخته شده میاندشت بود، در حین عبور از این جاده از شمال به سمت جنوب (توران) تصادف کرد و جانش را از دست داد (انجمن یوزپلنگ ایرانی, ۱۳۹۵).



تصویر شماره ۴. تاثیر احداث جاده بر فرا جمعیتها: تصویر A. یک فراجمعیت از شبکه‌ای از زیر جمعیتهای محلی با اندازه و پویایی متفاوت تشکیل می‌شود که این جمعیت‌ها از طریق انتشار با یکدیگر در ارتباط هستند. تصویر B. احداث جاده منجر به از دست دادن برخی از جمعیتهای محلی خواهد شد که چنین امری منجر به در خطر قرار گرفتن کل یک فراجمعیت خواهد شد (اقتباس از Clevenger and Huijser, 2011).

به استناد این شواهد، جابجایی‌های گسترده بین زیستگاهی برای یوزپلنگ آسیایی به عنوان پستانداری با زندگی عشایری و رفتار پرسه‌زن، نه تنها امری طبیعی و غیر قابل اجتناب است، بلکه این رفتار به دلایلی که پیش از این گفته شد، تامین کننده بخشی از نیازهای فردی و جمعیتی این گربه‌سان در جهت بقا است. احداث جاده بدون ایجاد دسترسی ایمن باعث قطع ارتباط فراجمعیت‌ها و انقراض محلی برخی جمعیت‌های محلی یا نابودی جمعیت‌های کوچک بر اثر تصادفات خواهد شد (تصویر شماره ۴). این فرآیند احتمالا بخش مهمی از دلایلی است که در بعضی از زیستگاه‌های جنوبی موجب انقراض محلی یوزپلنگ آسیایی شد. بنابراین تسهیل جابجایی در دو سوی جاده‌ها بدون ایجاد خطر برای افراد باقی مانده یک ضرورت جهت نجات یوزپلنگ آسیایی از خطر انقراض است. به همین دلایل ایجاد گذرگاه‌هایی امن برای حفظ دسترسی آن‌ها به مناطق زیستگاهی دو سوی جاده، برای گسترش زیستگاه و افزایش جمعیت، درست به اندازه تمهیداتی که مانع حضور آن‌ها روی جاده خواهد شد، اهمیت دارد. **در نتیجه ضروری است علاوه بر به کارگیری راهکارهایی که باعث کاهش تلفات جاده‌ای می‌شود، به طور هم‌زمان راهکارهایی برای حفظ دسترسی حیوان به دو سمت جاده نیز در نظر گرفته شود و اجرای هر گونه طرحی که به طور کامل مانع عبور یوزپلنگ‌ها از جاده شود بر اساس شواهد و مطالعات موجود در مورد اکولوژی رفتاری یوزپلنگ، مردود است.**

مروری بر تجربیات بین‌المللی برای کاهش تصادفات جاده‌ای یوزپلنگ

همان‌طور که پیش از این گفته شد، در جهان از ابتدای قرن بیست و یکم، تجربیات و مطالعات بسیاری در زمینه کاهش تلفات جاده‌ای حیات‌وحش انجام شده است. وزارت حمل و نقل ایالت نوادا در آمریکا در سال ۲۰۲۲ گزارشی مروری از تجارب جهانی برای کاهش تصادف جاده‌ای حیات‌وحش را گردآوری کرده است. در این گزارش تجربیات بین‌المللی در مورد پستانداران بزرگ جثه، دام اهلی و حیوانات اهلی آزادزی بررسی شده است. بر اساس این گزارش این تمهیدات را می‌توان به ۳ دسته کلی تقسیم کرد؛ تمهیداتی که برای تاثیر بر رفتار رانندگان به کار گرفته می‌شوند، تهمیداتی که برای تاثیر بر رفتار حیوانات وحشی به کار گرفته می‌شوند و در آخر تمهیداتی که برای کاهش اثر متقابل حیوانات وحشی و جاده به کار گرفته شده‌اند.

۱- **دسته نخست: تمهیدات با هدف اثرگذاری بر رفتار رانندگان**

۱-۱- تابلوهای کنار جاده

۱-۲- سیستم‌های شناسایی حیوانات و صدور هشدار

۱-۳- اجرای روشنایی جاده

۱-۴- علایم هشدار دهنده پهن روی جاده

۱-۵- مدیریت رستنی‌ها برای افزایش دید

۱-۶- کاهش ترافیک عبوری

۱-۷- کاهش حد محدودیت سرعت

۱-۸- به کار گیری تمهیدات آرام‌سازی

۲- **دسته دوم: تمهیدات با هدف اثرگذاری بر رفتار حیوانات و یا اندازه جمعیت**

۲-۱- به کار گیری سیگنال‌های هشدار دهنده صوتی و بصری با هدف دور کردن حیوانات از جاده

۲-۲- سیستم‌های دور کننده حیوانات بر اساس بویایی

۲-۳- به کار گیری نیروی انسانی برای پایش و متوقف کردن ترافیک هنگام عبور حیوانات

۲-۴- کاهش عوامل جذب کننده حیوانات به جاده

۲-۵- کاهش طعمه و مواد غذایی در کنار جاده

۲-۶- مهندسی زیستگاه با هدف کاهش فعل و انفعال حیات وحش با جاده

۲-۷- افزایش فاصله بین دو لاین رفت و برگشت

۲-۸- کاهش جمعیت حیوانات وحشی

۲-۹- جابجایی حیوانات وحشی

۲-۱۰- کاهش زادآوری حیوانات

۳- **دسته سوم: تمهیدات با هدف کاهش اثر متقابل حیوانات وحشی و جاده**

۳-۱- موانع عبوری حیات‌وحش؛ فنس، قطعه سنگ‌های بزرگ و خاکریز، دیوار و کانال

۳-۲- زیرگذر و روگذرهای عبوری

این تمهیدات هرکدام بر اساس شرایط و اکولوژی رفتاری حیوانات مختلف در مناطق مختلف به کار گرفته شده‌اند. براساس آن‌چه در بخش « مروری بر اکولوژی رفتاری یوزپلنگ؛ دلایل و ضرورت‌های عبور از جاده» گفته شد، راه‌کارهایی دسته دوم به دلیل آن‌که به طور کلی مانع عبور بوزپلنگ‌ها از جاده می‌شوند، به هیچ عنوان مورد قبول نبوده و در سند حاضر مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. تنها راه‌کارهایی با هدف تاثیر بر رفتار رانندگان و یا کاهش اثرات متقابل حیوان وحشی و جاده مورد بررسی قرار خواهند گرفت (جدول شماره ۲).

تابلوهای کنار جاده

علائم هشداردهنده استاندارد و بهبود یافته در مورد حضور حیات وحش عموماً در کاهش برخورد وسایل نقلیه حیات وحش مؤثر نیستند، (تصویر شماره ۵)مگر در موارد خاص زمانی و مکانی. علائم هشدار دهنده فصلی حیات وحش می تواند برخورد با پستانداران بزرگ وحشی را تا حدودی کاهش دهد (۹-۵۰٪)، اما داده‌ها پراکنده و نتایج بسیار متغیر هستند (Huijser et al., 2021). در یک مطالعه انجام شده در استان یزد، مشخص شد که این تابلوها برای پیشگیری از تصادفات جاده‌ای یوزپلنگ‌ها دارای کارایی اندکی هستند (Mohammadi Alireza, Kaboli Mohammad, 2016).

تصویر شماره ۵: یوزپلنگ کشته در کنار تابلوهای هشدار تصادف یوزپلنگ، سال ۱۳۹۳-عکس از پروژه بین‌المللی یوزپلنگ آسیایی

سیستم‌های هشدار حیوانات

سیستم های تشخیص حیوانات از حسگرهای الکترونیکی نصب شده در کنار جاده برای تشخیص حیوانات بزرگ (به عنوان مثال اندازه گوزن و بزرگتر) که به جاده نزدیک می شوند، استفاده می کنند. در نتیجه برای حیواناتی با اندازه کوچک مثل یوزپلنگ موثر نیستند. علاوه بر این اجرای این سیستم‌های بسیار دشوار و گران قیمت است.

روشنایی مسیر

بخشی از تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش به دلیل فقدان دیدن کامل در شب رخ می‌دهد (تصویر شماره ۶) روشنایی جاده ممکن است اتر تصادفات جاده‌ای حیات وحش را چیزی بین ۵۷ تا ۶۸ درصد کاهش دهد (Huijser et al., 2021). اما مشخص نیست که آیا این کاهش در امتداد جاده های روشن به دلیل افزایش دید حیوانات برای رانندگان است یا به این دلیل که حیوانات از روشنایی جاده اجتناب می کنند.

تصویر شماره ۶: در فقدان روشنایی، نور ماشین هنگامی حیوان در حال عبور را مشخص می‌کند که راننده فرصتی برای واکنش نشان دادن ندارد.

روشنایی بزرگراه ممکن است اثر مانع جاده ها و ترافیک را برای گونه های فراری از نور افزایش دهد. اما با توجه به این‌که برخلاف بیشتر گربه‌سانان، یوزپلنگ‌ها به طور کلی حیوانات روز زی dinural با دامنه بیشتر فعالیت بیشتر (شکار) در هنگام سپیده دم و غروب هستند، (Faridedin Cheraghi et al., 2017) و (Smithsonian's National Zoo , n.d.) و عبور آن‌ها معمولا در تاریک و روشن سپیده دم و غروب رخ می‌دهد، روشنایی جاده برای عبور یوزپلنگ مشکلی ایجاد نخواهد کرد و این راه‌کار را می‌توان به عنوان مکمل دیگر روش‌ها به کار گرفت.

مدیریت رستنی‌های کنار جاده

درختچه‌ها، درختان، و علف‌ها و گیاهان در امتداد بزرگراه‌ها ممکن است با تعداد بیشتری از تصادفات جاده‌ای مرتبط باشند، زیرا حیوانات برای رانندگان کمتر قابل مشاهده هستند. اما با توجه به منطقه مورد بحث و عدم وجود چنین مواردی در کنار جاده به شکل گسترده، راه‌کار مورد نظر چندان موثر نخواهد بود.

علایم هشدار دهنده (نوارهای بازتابی) پهن روی جاده

نوارهای بازتابی پهن در بزرگراه ممکن است حیوان را برای رانندگان قابل مشاهده‌تر کند، و لاین‌های عبوری باریک‌تر، که از طریق اجرای این نوارهای پهن‌تر به‌دست می‌آیند، می‌تواند منجر به کاهش سرعت وسایل نقلیه شوند، چون راننده ممکن است سرعت در نظر گرفته شده در حین طراحی بزرگراه را کمتر از آنچه واقعا هست درک کند. با این حال، اثر خطوط پهن‌تر و خطوط باریک‌تر بر کاهش بالقوه تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش مشخص نیست (Huijser et al., 2021). نکته مهم این است که این خطوط مانع از حضور حیات‌وحش روی جاده نمی‌شود و در نتیجه به طور بالقوه امکان تصادف همچنان وجود دارد. اما این راه‌کار به عنوان بخشی از راه‌کارهای آرام‌سازی مسیر ممکن است در کنار دیگر تمهیدات از جمله دوربین‌های کنترل سرعت، باعث کاهش تصادفات شود.

کاهش ترافیک عبوری جاده

اثر کاهش ترافیک عبوری روی تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش پیچیده است. در حالی که شواهد نشان می‌دهند کاهش ترافیک متوسط به کم ممکن است باعث کاهش تصادفات و احتمال برخورد شود، کاهش ترافیک از بسیار بالا به متوسط ممکن است باعث افزایش تصادف شود (Abraham, 2021) . دلیل مسئله این است که ترافیک بسیار بالا خود به عنوان مانعی برای عبور عمل می‌کند و در نتیجه تصادفی رخ نمی‌دهد (Huijser et al., 2021). اما با این وجود کاهش ترافیک عبوری در مسیر تهران- مشهد به سطحی بسیار پایین که کاهش دهنده تصادفات باشد، امری امکان‌پذیر نیست و می‌توان انتظار داشت ترافیک این مسیر به عنوان یکی از مهم‌ترین محورهای مواصلاتی کشور، روز به روز افزایش یافته و هرگونه تمهیدی برای کاهش تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش باید با این فرض طراحی و اجرا شود.

کاهش سرعت خودروها

تاثیر کاهش سرعت خودروها در کاهش تصادفات جاده‌ای بسیار پیچیده است. در حالی که بیشتر تصادفات جاده‌ای در سحرگاه و شامگاه، وقتی دید بسیار محدود است رخ می‌دهد (Huijser, 2008). مطالعه‌ای بر اساس متوسط زمان واکنش راننده، نشان داده

است که کاهش سرعت در بزگراه‌ها، مخصوصا در شب که دید راننده به دلیل محدودیت نور خودرو بسیار محدود است به ۱,۵ ثانیه کاهش یافته و تنها در صورتی که سرعت کمتر از ۶۴ کیلومتر بر ساعت باشد، راننده فرصت واکنش خواهد داشت. رفع محدودیت دید با ایجاد روشنایی می‌تواند این محدودیت سرعت را افزایش دهد و باعث اثربخشی کاهش سرعت در پیشگیری از تصادفات جاده‌ای شود. در یک مطالعه مشخص شده است که ایجاد روشنایی در سرعت متوسط بین ۸۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت در بزرگراه توانسته باعث کاهش تصادفات جاده‌ای گوزن‌ها در آمریکای شمالی شود (Dale F. Reed and Thomas N. Woodard, 1981). بنابراین به نظر می‌رسد هرچند کاهش سرعت به تنهایی اثربخشی مشخصی در کاهش تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش ندارد، اما در ترکیب با روشنایی می‌تواند در حد قابل قبول کاهش سرعت (۸۰ کیلومتر بر ساعت) موثر باشد.

تمهیدات آرام‌سازی

اگرچه شواهد کافی در مورد اثربخشی تمهیدات آرام‌سازی وجود ندارد و شواهد موجود کم و پراکنده هستند، اما مطالعات نشان داده که اگر این تمهیدات با کاهش سرعت از طریق سرعت‌گیرهای فیزیکی همراه باشد، می‌تواند تا ۵۰ درصد در کاهش تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش موثر باشد (Huijser et al., 2021). کاهش ترافیک عبوری در سطح بسیار پایین هم می‌تواند بسیار اثربخش باشد. اما از آن‌جایی که به کارگیری سرعت‌گیرهای فیزیکی فعلا در بزرگراه‌ها ممکن نیست، تا زمان تغییر قانون می‌توان به کارگیری چنین تمهیدی را برای پیشگیری از تصادفات جاده‌ای یوزپلنگ در بزرگراه امام رضا، حدفاصل میامی-سبزوار ناممکن دانست.

موانع عبوری حیات‌وحش؛ فنس، قطعه سنگ‌های بزرگ، دیوار، کانال و ...

فنس‌کشی طولانی با بیشتر از ۵ کیلومتر در طول جاده معمولاً باعث کاهش ۸۰ درصدی (متوسط ۸۴٪) تصادف جاده‌ای با پستانداران بزرگ می شود. در مقابل فنس‌های کوتاهتر از ۵ کیلومتر اثربخشی کمتر ۵۲,۷٪ را با عدم اطمینان بالا بین ۰ تا ۹۴ درصد را نشان می‌دهد که احتمالاً به دلیل اثرات انتهای فنس است (Marcel P. Huijser et al., 2016). اثر انتهای فنس در فنس‌کشی‌های کوتاه به اثری گفته می‌شود که به دلیل کوتاه بودن فنس به حیات‌وحش امکان دور زدن آن داده می‌شود. در نتیجه دو انتهای فنس به دلیل تراکم عبور حیات‌وحش به «منطقه کشتار» بدل می‌شود. عدم اطمینان و نتایج متفاوت به دلیل رفتار متفاوت گونه‌ها ثبت شده و در مورد یوزپلنگ آسیایی با سابقه جابجایی‌های طولانی و میانگین حرکت روزانه ۲۵,۳کیلومتر (Faridedin Cheraghi et al., 2017) فنس‌کشی کوتاه می‌تواند یک تهدید جدی باشد. همچنین در نظر نگرفتن تمهیدات کافی در دو انتهای فنس نظیر دیواره، استفاده از قطعه سنگ‌های بزرگ، روشنایی جاده، علایم هشدار خطر برای رانندگان و کاهش سرعت ...که مانع ورود حیات‌وحش به جاده،کاهش سرعت و جلب توجه رانندگان شود، احتمالا از دلایل پراکنده بودن نتایج کارایی فنس‌های کوتاه است.

تصویر شماره ۷: فنس‌کشی بدون در نظر گرفتن سازه‌های عبوری یک مانع مطلق برای حیات‌وحش بوده و منجر به تکه تکه شدن زیستگاه و انقراض محلی خواهد شد.

به طور کلی یک مانع حیات وحش مثل فنس، خاکریز، دیوار و ... که به خوبی طراحی، ساخته و نگهداری شده باشد، یک مانع تقریبا مطلق برای گونه های هدف و سایر گونه های بالقوه محسوب می‌شود (تصویر شماره ۷) و اگرچه ممکن است باعث کاهش تلفات جاده‌ای شود، اما جمعیت آنها را تکه تکه می کند و آنها را در معرض خطر انقراض محلی یا منطقه ای قرار می دهد (Huijser et al., 2021). بنابراین، به عنوان یک اصل، موانع حیات وحش مانند فنس‌کشی تنها باید در ترکیب با ساختارهای عبور حیات وحش (مثل روگذر یا زیرگذر) اجرا شوند(MATTHEW F. MCCOLLISTER, FRANK T. VAN MANEN, 2010) .علاوه بر این به خوبی مستند شده است که موانع عبوری مثل فنس کشی استفاده حیات وحش از سازه‌های عبوری را افزایش می دهند و در نتیجه اولا به کاهش بیشتر اثر مانع فنس، خاکریز، دیوار و ... که بدون سازه‌های عبور اجرا شده‌اند، کمک می‌کنند و هم در مقایسه با سازه های عبور که بدون فنس کشی اجرا شده‌اند، کارایی بیشتری دارند (Huijser et al., 2021) . در نتیجه موانع عبوری مثل فنس در ترکیب با سازه های عبور حیات وحش می توانند باعث نفوذپذیری بیشتر بزرگراه (امکان عبور امن) نسبت به بزرگراه های مدیریت نشده، شوند.

سازه‌های عبوری حیات‌وحش: روگذرها و و زیرگذرها

اصطلاح «سازه‌های عبوری حیات وحش» تنوعی از سازه‌ها را توصیف می‌کند که عبور گونه‌های مختلف حیات‌وحش از بزرگراه و جاده‌ها را تسهیل می‌کند(Clevenger, Anthony P.; Huijser, Marcel P., 2011) . هرچند تعریف دقیق و با چهارچوب مشخصی وجود ندارد، اما به طور کلی سازه‌های عبور را می‌توان به ۲ دسته کلی زیرگذر و روگذر تقسیم کرد. مطالعات بسیاری نشان داده است که سازه های عبور حیات وحش به تنهایی اثربخشی بالایی ندارند (و تنها در ترکیب با حصارهای حیات وحش مثل فنس و یا دیوار می تواند به طور قابل توجهی برخورد با پستانداران وحشی بزرگ را کاهش دهد (Clevenger, A.P. & M. Barrueto, 2014). یک مطالعه متاآنالیز در سال ۲۰۱۶ که تمهیدات به کار گرفته شده برای کاهش تصادفات جاده‌ای را بررسی کرده بود نشان داده که سازه‌های عبور به تنهایی و لزوما باعث کاهش مرگ و میر جاده‌ای حیات‌وحش نمی‌شوند (تصویر شماره ۸). این مطالعه هیچ اثربخشی‌ای برای سازه‌های عبور به تنهایی در کاهش تصادفات پیدا نکرده است (Rytwinski, 2016).

تصویر شماره ۸: بررسی زیرگذر محل تصادف توله یوز در ۱۶ مرداد ۱۴۰۱- زیرگذر پهن و با ارتفاع بدون فنس‌کشی باعث عبور توله یوز از بالای جاده و تصادفش شد، در حالی که شواهد عبور یوز مادر و توله دیگر از زیرگذر وجود داشت.

سازه‌های عبور در ترکیب با فنس

به طور کلی سازه های عبور حیات وحش که به حصارها متصل می‌شوند، بیشتر مورد استفاده حیات وحش قرار می‌گیرند (تصویر شماره ۹). ساختارهای عبور حیات وحش در ترکیب با حصارهای حیات وحش می تواند اتصال زیستگاه پستانداران بزرگ را حفظ

کرده یا بهبود بخشد. در یک مطالعه در بزرگراه ۶۴ در ناحیه واشنگتن ایالت کارولینای شمالی مشخص شد که مرگ و میر حیات وحش در مناطق فنس کشی شده با افزایش فاصله از زیرگذرها افزایش پیدا می‌کند، اما در مجموع زیرگذرها و فنس کشی تا حد ۵۸ درصد مرگ و میر حیات‌وحش را کاهش داده است (MATTHEW F. MCCOLLISTER, FRANK T. VAN MANEN, 2010) .در مجموع می‌توان گفت که سازه‌های عبور را بدون فنس‌کشی نمی‌تواند یک راه‌کار مستقل برای کاهش تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش در نظر گرفت و این سازه‌ها (روگذر و زیرگذر) حتما باید در ترکیب با فنس کشی‌های طولانی‌تر از ۵ کیلومتر مورد استفاده قرار بگیرند. از بین دو دسته کلی سازه عبوری هر دو در صورت ساخته شدن مطابق استانداردها می‌تواند مورد استفاده طیف وسیعی از پستانداران بزرگ جثه قرار بگیرد. (Huijser et al., 2021) .

تصویر شماره ۹: زیرگذر و فنس‌کشی مهم‌ترین راه‌کار عبور امن حیات وحش هستند.

در مورد روگذرها چند نکته باید مورد توجه قرار بگیرد. نخست الزامات ساخت این سازه‌ها برای مورد استفاده قرار گرفتن توسط حیات‌وحش و نکته عملکرد آن‌ها در مناطق کویری و یا خشک شبیه کشور ما است. ابعاد روگذرها و زیرگذرها بسته به گونه هدف متفاوت هستند، اما نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که روگذرهایی که با هدف عبور پستانداران بزرگ (مثل یوزپلنگ آسیایی) ساخته می‌شوند، باید حداقل ۵۰ متر عرض داشته باشند. نکته مهم این است که با افزایش طول روگذر باید به عرض آن نیز اضافه شود و در نهایت پژوهش‌ها نشان داده است که نسبت عرض به طول ۰،۸ باید در ساخت این روزگذرها رعایت شود. (Brennan L, Chow E, Lamb C, 2022) نکته مهم دیگر این است که بیشتر روگذرهای ساخته شده در جهان در آمریکای شمالی و اروپا و مناطق

دارای پوشش گیاهی انبوه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این مسئله از جهت ایجاد درهم آمیختگی موثر روگذر با محیط اطراف ضرورت دارد. اما در صورت رعایت این درهم آمیختگی و ظاهری طبیعی برای روگذر، به طور کلی روگذرها در ترکیب با فنس‌کشی مناسب و در طول مناسب، علاوه بر تسهیل عبور و مرور حیات‌وحش تا ۸۶٪ در کاهش تصادفات جاده‌ای موثر بوده‌اند (Brennan L, Chow E, Lamb C, 2022). نکته دیگر هزینه احداث روگذرها با مشخصاتی است که در بالا ذکر شد. به طور متوسط یک روگذر با مشخصات بالا چیزی حدود ۶ میلیون دلار به ازای هر روگذر برآورد می‌شود (Huijser et al., 2021). از سوی دیگر شواهدی در مورد عبور یوزپلنگ و یا گوشت‌خواران مشابه آن از روگذرها در جهان وجود ندارد.

تصویر شماره ۱۰: تصویر عبور حیات‌وحش از زیرگذرهای پارک ملی بنف که همراه با فنس‌کشی اجرا شده است. برگرفته از (**Clevenger, A. P., A. T. Ford and M. A. Sawaya, 2009**)

اثر زیرگذرها در مقابل در مناطق مختلفی از جهان مورد پژوهش قرار گرفته است. برای نمونه در یک بررسی متاآنالیز فنس با طول بیشتر از ۵ کیلومتر در ترکیب با زیرگذرهای استاندارد توانسته بیشتر از ۸۰ درصد در کاهش تصادفات جاده‌ای پستانداران بزرگ موثر باشد (Marcel P. Huijser et al., 2016). یک نکته قابل توجه دیگر این است که اگرچه در مورد روگذرها شواهدی قطعی در مناطق خشک و کویری وجود ندارد، اما برای ترکیب زیرگذرها و فنس چنین شواهدی (هرچند پراکنده و کم تعداد) از مناطق

کویری و خشک شبیه زیستگاه‌های مناطق کویری ایران وجود دارد. در این مطالعه در مناطق کویری کالیفرنیای جنوبی شواهدی دقیق از عبور گونه‌های مختلف حیات‌وحش از زیرگذرها، مخصوصا گوشتخواران نظیر لینکس (*Lynx rufus*) به دست آمده است (Murphy-Mariscal, M. L., Barrows, C. W., & Allen, M. F., 2015) . با توجه به ابعاد لینکس و خصوصیات رفتاری نظیر پنهانکاری، این مطالعه شواهدی امیدوار کننده از عبور گوشتخوارانی نظیر یوزپلنگ از زیرگذرها در ترکیب با فنس ارائه کرده است. در مطالعه دیگری در پارک ملی بنف در کانادا، مشخص شد که حتی گوشتخواران بزرگ جثه‌ای مثل شیر کوهی *Puma concolor* در صورت ترکیب شدن با فنس از زیرگذرها به صورت پیاپی عبور می‌کنند (Clevenger, A. P., A. T. Ford and M. A. Sawaya, 2009) . با توجه به این‌که شیرکوهی نزدیک‌ترین خویشاوند زنده یوزپلنگ‌ها است (Kitchener, A. C et. al, 2017)، این شواهد نشان دهنده این است که با در نظر گرفتن یوزپلنگ به عنوان گونه هدف، زیرگذرها در ترکیب با فنس‌کشی مناسب‌ترین انتخاب خواهند بود (تصویر شمار۱۰).

نتایج و بحث

ابتدا شواهد و مدارک موجود و فاکتورهای مورد نظر در مورد زیستگاه و گونه هدف این بررسی، یعنی یوزپلنگ را به طور خلاصه مرور خواهیم کرد.

فاکتورهای زیستگاه و گونه هدف:

- زیستگاه کویری با پوشش گیاهی ناچیز
- پنهانکار و خجالتی بودن گونه هدف (یوزپلنگ)
- هزینه‌های بالای احداث روگذر
- نیاز به برقراری ارتباط بین دو سمت جاده با توجه به اکولوژی رفتاری گونه هدف (یوزپلنگ)
- کریدورهای عبوری یوزپلنگ و محدوده‌های داغ شناسایی شده در محور میامی-سبزوار

شواهد و مدارک موجود از کارایی روش‌ها با توجه گونه هدف و شکل زیستگاه:

- کارایی بالای زیرگذرها در مورد گوشتخواران پنهان‌کار (مطالعه در پارک ملی بنف کانادا در مورد شیر کوهی)
- کارایی بالای زیرگذرها در مناطق کویری (مطالعه در کالیفرنیای جنوبی و شواهد عبور گونه خجالتی مثل لینکس)
- عدم کارایی سازه‌های عبوری بدون استفاده از فنس
- کارایی بالای زیرگذر و فنس در کاهش تصادفات و حفظ ارتباط بین دو سمت جاده
- کارایی توامان روشنایی و کاهش سرعت در حد ۸۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت

با در نظر گرفتن فاکتورهای مورد نیاز و شواهد مطالعاتی منطبق با شرایط گونه و شرایط زیستگاهی منطقه، راهکارهایی مورد نیاز است که بتواند **همزمان با کاهش عبور یوزپلنگ روی جاده ، عبور و مرور گونه بین دو سمت جاده** را نیز تسهیل

کند. بر این اساس به نظر می‌رسد که **سازه‌های عبوری به شکل زیرگذرهای استاندارد در ترکیب با فنس کشی** بهترین گزینه برای کاهش تصادفات جاده‌ای یوزپلنگ در محور حادثه‌خیز میامی –سبزوار است. هرچندپیش از این نیز گفته شده است، مجددا بر این تکته تاکید می‌شود که **فنس‌کشی بدون به‌سازی و استاندارد سازی زیرگذرها و به و عدم اجرای تمهیدات مورد نیاز در ابتدا و انتهای فنس می‌تواند منجر به افزایش تلفات** شود. زیرگذرهای استاندارد در این طرح باید ترکیبی از کالورت‌های با ابعاد حداقل ۲٫۶ در۲٫۸ متر، زیرگذرها با ابعاد حداقل ۴ در ۷ متر و پل‌های زیرگذر به ابعاد حداقل ۳ در ۱۲ متر باشند (Huijser et al., 2021). گزینه بعدی برای بخش‌های خارج از فنس این محور **ترکیب روشنایی جاده و دوربین‌های کاهش سرعت متوسط** در حد **سرعت ۸۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت** است. بنابراین و با توجه به مشخص کردن محدوده‌های داغ در مطالعه دیگری که پیش از این انجام و به روزرسانی شده است (نتایج به روزرسانی در سندی جداگانه تحویل خواهد شد) بهترین گزینه‌ها به شرح زیر است:

۱- **فنس کشی در ترکیب با زیرگذرها برای این دو محدوده داغ که همپوشانی بالایی با کریدورهای عبوری یوزپلنگ دارند،**

نکته مهم : با توجه به نیاز به حفظ ارتباط بین دو سمت جاده برای گونه هدف (یوزپلنگ) و اکولوژی رفتاری این گونه، هرگونه اقدام برای فنس‌کشی بدون به‌سازی استاندارد زیرگذرها، و به کار گیری تمهیدات لازم برای ابتدا و انتهای فنس می‌تواند منجر به افزایش تلفات جاده‌ای در ابتدا و انتهای محدوده‌های فنس شود.

۲- با توجه به نیاز به **دیواره‌های مانع، روشنایی و ابزارهای کاهش سرعت مثل دوربین‌ها** که برای ابتدا و انتهای فنس‌کشی، **روشنایی و دوربین‌های کاهش سرعت** بهترین گزینه برای بخش‌های فنس‌کشی نشده هستند.

راهکار	اثربخشی در کاهش تصادفات جاده ای پستاندارن بزرگ	اثربخشی در کاهش اثر مانع جاده و چندپاره کردن زیستگاه
راهکارهایی با هدف اثربخشی بر رفتار رانندگان		
اطلاع رسانی عمومی و آموزش	ناشناخته- بی اثر	بی اثر
تابلوهای هشدار استاندارد	بی اثر	بی اثر
سایر تابلوهای هشدار VMS	بی اثر	بی اثر
علایم هشدار فصلی حیات وحش	٪۵۰-٪۹	بی اثر
سیستم شناسایی حیوانات در کنار جاده	٪۹۷-٪۳۳	بی اثر
افزایش دید: روشنایی راه	٪۶۸-٪۵۷	ناشناخته- ممکن است برای برخی گونه ها اثر مانع داشته باشد

مدیریت رستنی های کنار راه	کمتر از ۵۰٪	ناشناخته- ممکن است برای برخی گونه ها اثر مانع داشته باشد
علایم هشدار دهنده پهن روی جاده	ناشناخته	بی اثر
کاهش ترافیک عبوری	ناشناخته	احتمالا موثر است
کاهش سرعت خودورها	سرعت بین ۸۰ تا ۹۰ Km/Hدر ترکیب با روشنایی تا حدی موثر	بی اثر
تمهیدات آرام سازی	با نصب سرعت گیر؛ کمتر از ۵۰٪	بی اثر
تمهیداتی با هدف کاهش حضور حیات وحش روی جاده		
موانع عبوری؛ فنس، قطعات سنگ و دیوار	۸۰٪-۱۰۰٪	بی اثر- موانع عبور به تنهایی باعث تکه شدن زیستگاه و انقراض محلی می شوند
سازه های عبوری حیات وحش روگذرها و زیرگذرها	لزوما موثر نیست	در کاهش اثر مانع جاده موثر است
زیرگذر و روگذر در ترکیب با فنس کشی	۸۰٪- ۱۰۰٪ به طور متوسط ۸۳٪	در کاهش اثر مانع جاده موثر است

جدول شماره ۲: خلاصه نتایج راهکارها برای پیشگیری از تصادفات جاده‌ای پستانداران بزرگ برگرفته از (Huijser et al., 2021)

فهرست منابع:

Abraham, J. O .(۲۰۲۱) .Elevated wildlife-vehicle collision rates during the COVID-19 pandemic .*Scientifc Reports*.

Brennan L, Chow E, Lamb C .(۲۰۲۲) .Wildlife overpass structure size, distribution,effectiveness, and adherence to expert design recommendations .*PeerJ 10:e14371*.

Clevenger, A. P., A. T. Ford and M. A. Sawaya .(۲۰۰۹) .*Banff wildlife crossings project:Integrating science and education in restoring population connectivity across transportation corridors. Final report to Parks Canada Agency* . Radium Hot Springs, British Columbia, Canada.

Clevenger, A.P & .M. Barrueto .(۲۰۱۴) .*Trans-Canada Highway Wildlife and Monitoring Research, FinalReport. Part B: Research. Report to Parks Canada Agency* .British Columbia.

Clevenger, Anthony P.; Huijser, Marcel P .(۲۰۱۱) .*Wildlife Crossing Structure Handbook: Design and Evaluation in North America* .United States. Federal Highway Administration. Central Federal Lands Highway Division.

Dale F. Reed and Thomas N. Woodard .(۱۹۸۱) .Effectiveness of Highway Lighting in Reducing Deer-Vehicle Accidents .*The Journal of Wildlife Management*.

Farhadinia, M. S .(۲۰۱۷) .The critically endangered Asiatic cheetah Acinonyx jubatus venaticus in Iran: a review of recent distribution, and conservation status .*Biodiversity and Conservation*.

Farhadinia, M. S .(۲۰۱۷) .The critically endangered Asiatic cheetah Acinonyx jubatus venaticus in Iran: a review of recent distribution, and conservation status .*Biodiversity and Conservation*.

Farhadinia, M. S .(۲۰۱۸) .Cheetahs: Biology and Conservation-Chapter 5 - Asiatic Cheetahs in Iran: Decline, Current Status and Threats .*sciencedirect*.

Faridedin Cheraghi et al .(۲۰۱۷) .Statistical analysis of Asiatic cheetah movement and its spatio-temporal drivers .*Journal of Arid Environments*.

Harrington, j. F ".(۱۹۷۷) .*Nature reserves and Felidae in Iran". In: Harrington FAjr, editor. A guide to the mammals of Iran* .Tehran: Department of the Environment.

Huijser et al .(۲۰۲۱) .*Final Report 2022: Animal vehicle collision reduction and habitat connectivity pooled fund study – Literature review* .Carson City, NV: Transportation Pooled Fund Study, TPF-5(358). Nevada Department of Transportation.

Huijser, M .(۲۰۰۸) .Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study: Best Practices Manual .*Environmental Science*.

Kitchener, A. C et. al .(۲۰۱۷) .*A revised taxonomy of the Felidae: the final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN Cat Specialist Group* .CAT News.

MALO, J. E .(۲۰۰۴) .Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models ?*journal of applied ecology*.

Marcel P. Huijser et al .(۲۰۱۶) .Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife–vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals .*Biological Conservation*.

MATTHEW F. MCCOLLISTER, FRANK T. VAN MANEN .(۲۰۱۰) .Effectiveness of Wildlife Underpasses and Fencing to Reduce Wildlife–Vehicle Collisions .*Journal of Wildlife Management*.

MATTHEW F. MCCOLLISTER, FRANK T. VAN MANEN .(۲۰۱۰) .Effectiveness of Wildlife Underpasses and Fencing to Reduce Wildlife–Vehicle Collisions .*Journal of Wildlife Management*.

MOHAMMAD S. FARHADINIA Et al .(۲۰۱۶) .A review of ecology and conservation status of Asiatic cheetah in Iran .*Cat news*.۱۸ ,

Mohammad S. Farhadinia, et al .(۲۰۱۶) .Wandering the barren deserts of Iran: Illuminating high mobility of the Asiatic cheetah with sparse data .*Journal of Arid Environments*.

Mohammadi, Alireza and Kaboli, Mohammad .(۲۰۱۶) .Evaluating Wildlife–Vehicle Collision Hotspots Using Kernel-Based Estimation: a Focus on the Endangered Asiatic Cheetah in Central Iran . *Human–Wildlife Interactions*.

Murphy-Mariscal, M. L., Barrows, C. W & ,.Allen, M. F .(۲۰۱۵) .NATIVE WILDLIFE USE OF HIGHWAY UNDERPASSES IN A DESERT ENVIRONMENT .*The Southwestern Naturalist, 60(4), 340*. ۳۴۸–

Niraj Rai, Sunil Kumar Verma, Ajay Gaur .(۲۰۲۰) .Ancient mtDNA from the extinct Indian cheetah supports unexpectedly deep divergence from African cheetahs .*scientific reports*.

Pagany, R .(۲۰۲۰) .Wildlife-vehicle collisions - Influencing factors, data collection and research methods . *Biological Conservation*.

Rytwinski, T .(۲۰۱۶) .How Effective Is Road Mitigation at Reducing Road-Kill? A Meta-Analysis .*PLOS ONE*.

Sarah M. Durant Et Al .(۲۰۱۷) .The global decline of cheetah Acinonyx jubatus and what it means for conservation .*Proceedings of the National Academy of Sciences*.۵۲۸ ,

Smithsonian's National Zoo .(بدون تاریخ) . *Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology institute* . بازیابی از nationalzoo.si.edu: https://nationalzoo.si.edu/animals/cheetah#:~:text=While%20most%20cats%20are۲۰%nocturnal,early%20morning%20and%20late%20afternoon.

انجمن یوزپلنگ ایرانی. (۱۳۹۵, مهر ۱۴). *پایگاه رسمی انجمن یوزپلنگ ایرانی*. بازیابی از www.wildlife.ir: https://www.wildlife.ir/%DA%86%DA%A9%D9%88-%D8%B2%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%A7%D8%B3%D8%AA/

موسوی, س. م. (۱۳۹۷). تلفات جاده‌ای گوشتخواران با تاکید بر تلفات جاده‌ای یوزپلنگ و پلنگ در ایران. *انسان و محیط زیست*.

نوید قلیخانی و همکاران. (۱۳۹۶). *پایش جمعیت یوزپلنگ آسیایی در ایران (۱۳۹۰ تا ۱۳۳۹۵). گزارش عملکرد، انجمن یوزپلنگ ایرانی*. تهران: انجمن یوزپلنگ ایرانی.

همامی, م. ر. (۱۳۹۵). بررسی تنوع و الگوی تلفات جاده ای حیات وحش در پارک ملی گلستان. *مجله پژوهشهای محیط زیست*.