



Investigation of road accidents on the loss of wildlife species in the different provinces of Iran

Farid Shahidinezhad¹ | Afshin Danehkar² | Afshin Alizadeh Shabani³ |
Parvaneh Sohbani⁴

1. Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: fshahidin79@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: danehkar@ut.ac.ir
3. Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: ashabani@ut.ac.ir
4. Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: sobhani.parvaneh@guest.ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 11 May 2024

Received in revised form 10
July 2024

Accepted 12 July 2024

Published online 22 July 2024

Keywords:

Habitat fragmentation,

Road accidents,

Road network development,

Wildlife casualties.

ABSTRACT

The development of road networks has detrimental effects on habitats and wildlife species, generally resulting in habitat loss, fragmentation, population isolation, reduced connectivity, and gene flow among species populations. Therefore, the present study was conducted to investigate the statistics of wildlife road accidents with vehicles in different provinces of the country, as well as analyze the relationship between the number of casualties of animal species and accidents. For this purpose, firstly, the statistics of wildlife road casualties among different provinces and the highest number of wildlife species casualties were investigated from 2006-2022. Then, we analyzed the relationship between the number of accidents and the number of wildlife road casualties in the country using descriptive and inferential statistical tests (Kolmogorov-Smirnov test, Spearman's correlation coefficient, and Kruskal-Wallis test). According to the results, the highest number of casualties is related to Golestan province, and the lowest number is assigned to Zanjan province. Also, the highest number of wildlife species casualties during the studied years is related to 2008 and the lowest number is related to 2018, where the highest number of road casualties occurred in medium-sized carnivores and the lowest number in large-sized carnivores. In addition, the analysis of the relationship between the number of accidents and the number of wildlife road casualties in the country indicates the existence of a significant relationship between the number of road accidents and the loss of wildlife species. This means that with the increase in the number of road accidents among different provinces, the loss of wildlife species also increases. Therefore, the use of standard methods to secure roads for the passage of wildlife and other protective measures coordinated with urban and rural development programs is essential and should be given the attention of decision-makers and the priority of planning officials.

Cite this article: Shahidinezhad, F., Danehkar, A., Alizadeh Shabani, A., & Sohbani, P. (2024). Investigation of road accidents on the loss of wildlife species in the different provinces of Iran. *Journal of Natural Environment*, 77 (Special Issue), 199-211. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2024.376359.2667>





بررسی تصادفات جاده‌ای بر تلفات گونه‌های حیات وحش در استان‌های مختلف کشور

فرید شهیدی نژاد^۱ | افشین دانه کار^۲ | افشین عزیزاده شعبانی^۳ | پروانه سبحانی^۴

۱. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: fshahidin79@ut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: danehkar@ut.ac.ir
۳. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: ashabani@ut.ac.ir
۴. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: sobhani.parvaneh@guest.ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	توسعه شبکه جاده‌ای اثرات مخربی بر زیستگاه‌ها و گونه‌های حیات وحش دارد و به‌طور کلی باعث از دست رفتن و از هم‌گسیختگی زیستگاه‌ها، جدا افتادگی جمعیت‌ها، کاهش ارتباط و جریان ژن در بین جانوران می‌شود. برای این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی آمار تصادفات جاده‌ای حیات وحش با وسایل نقلیه در استان‌های مختلف کشور و همچنین تحلیل رابطه بین میزان تلفات گونه‌های جانوری و تصادفات به‌وقوع پیوسته انجام شد. به این منظور، ابتدا به بررسی آمار تلفات جاده‌ای حیات وحش در بین استان‌های مختلف و بیشترین تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۵ پرداخته شد. در ادامه به تحلیل ارتباط بین میزان تصادفات و تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در کشور با استفاده از آمارهای توصیفی و استنباطی (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، ضریب همبستگی اسپیرمن و آزمون کروسکال-والیس) اقدام گردید. مطابق نتایج، بیشترین آمار تلفات مربوط به استان گلستان و کمترین تعداد به استان زنجان اختصاص یافته است. همچنین بیشترین تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش طی سال‌های مورد مطالعه، مربوط به سال ۱۳۸۷ و کمترین تعداد مربوط به سال ۱۳۹۷ است. بیشترین تعداد تلفات جاده‌ای رخ داده مربوط به گوشتخواران متوسط جثه و کمترین تعداد در گوشتخواران بزرگ جثه ثبت شده است. علاوه بر این، تحلیل ارتباط بین میزان تصادفات و تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در کشور، حاکی از وجود ارتباط معنی‌داری بین میزان تصادفات جاده‌ای به‌وقوع پیوسته در استان‌های مختلف و تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۱ می‌باشد. بدین معنی که با افزایش میزان تصادفات جاده‌ای در بین استان‌های مختلف، میزان تلفات گونه‌های حیات وحش در طی این سال‌ها افزایش یافته است. بنابراین، بکارگیری روش‌های استاندارد برای ایمن‌سازی جاده‌ها جهت عبور حیات وحش و سایر اقدامات حفاظتی هماهنگ با برنامه‌های توسعه شهری و روستایی، امری ضروری است و باید مورد توجه تصمیم‌گیران و در اولویت برنامه‌ریزی مسئولان قرار گیرد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۲	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۲	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۵/۰۱	
کلیدواژه‌ها: از هم‌گسیختگی زیستگاه، تصادفات حیات وحش، تلفات گونه‌های حیات وحش، توسعه شبکه جاده‌ها.	

استناد: شهیدی نژاد، فرید؛ دانه کار، افشین؛ عزیزاده شعبانی، افشین؛ و سبحانی، پروانه (۱۴۰۳). بررسی تصادفات جاده‌ای بر تلفات گونه‌های حیات وحش در استان‌های مختلف کشور. *مجله زیست طبیعی*، ۷۷ (ویژه نامه)، ۲۱۱-۱۹۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2024.376359.2667>



مقدمه

رشد سریع جمعیت انسانی سبب افزایش توسعه زیرساخت‌های خطی در سراسر جهان شده است و نگرانی‌ها را در مورد فشار انسانی بر محیط‌زیست و زیستگاه‌های طبیعی افزایش داده است (Kučas et al., 2023; Sobhani et al., 2021). شبکه جاده‌ها به‌عنوان مهم‌ترین زیرساخت‌های حمل و نقل دارای آثار بوم‌شناختی بر زیستگاه‌ها و جمعیت‌های حیات وحش هستند (Alamgir et al., 2017; Nematollahi et al., 2021). تأثیر همسایگی شبکه جاده‌ها بر زیستگاه‌ها به‌همراه تکه تکه شدن زیستگاه، می‌تواند به کاهش چشم‌گیر کیفیت زیستگاه و تنوع زیستی منجر شود (Westekemper et al., 2022; Sobhani et al., 2022). از این‌رو، توسعه شبکه جاده‌ای از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده برای زیستگاه‌ها و گونه‌های ارزشمند حیات وحش به‌شمار می‌رود (Bennett et al., 2017).

شبکه‌های دسترسی جاده‌ای تنوع زیستی را به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم تهدید می‌کنند به‌طوری‌که در سیمای سرزمین اثرات مخربی بر زیستگاه‌ها و گونه‌های جانوری دارند (Cerqueira et al., 2021). تأثیرات جاده‌ها بر روی حیات وحش فزاینده و اغلب غیرقابل برگشت می‌باشد که باعث از دست رفتن و از هم‌گسیختگی زیستگاه‌ها، جدا افتادگی جمعیت‌ها، کاهش جریان ژن بین آن‌ها، تصادفات جاده‌ای و همچنین اختلال در مسیرهای مهاجرتی جانوران می‌شود (Schmidt et al., 2020; Laube et al., 2023). در سطح جهانی، افزایش تصادفات جاده‌ای یکی از مهمترین عوامل تهدیدکننده حیات وحش شناخته شده است. در ایالات متحده تخمین زده شده است که روزانه ۱ میلیون فرد از گونه‌های مختلف جانوری و در اروپا سالانه ۱۹۴ میلیون پرنده و ۲۹ میلیون پستاندار به‌دلیل برخورد با وسیله نقلیه کشته می‌شوند (Olson et al., 2014; Saint-Andrieux et al., 2020). در این راستا، با افزایش تداوم توسعه شبکه‌های جاده‌ای، انتظار می‌رود که مدیریت زیرساخت‌های جاده‌ای برای کاهش تلفات به یک موضوع حیاتی در فرآیند حفاظت و مدیریت سیمای سرزمین بدل شود (Laube et al., 2023). با توجه به این‌که کاهش مؤثر تصادفات جاده‌ای حیات وحش عموماً پرهزینه است، بنابراین، بررسی داده‌های با کیفیت و کمیت بالای تلفات جاده‌ای می‌تواند در انجام اقدامات لازم جهت کاهش اثرات منفی توسعه جاده‌ها نقش مؤثری داشته باشد (Barrientos et al., 2021). از این‌رو، جمع‌آوری مؤثر داده‌های تلفات جاده‌ای برای برنامه‌ریزی فرآیند حفاظت و مدیریت و همچنین شناسایی میزان تصادفات جاده‌ای در مناطق حساس زیستی، به‌ویژه پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت امری ضروری است (Mesquitela et al., 2022).

متأسفانه طی دهه‌های اخیر در ایران نیز، توسعه شبکه جاده‌ای به‌ویژه در درون مناطق تحت حفاظت، شتاب‌زده و بدون رعایت ضوابط و اصول اولیه حفاظتی گسترش یافته است (Sobhani & Esmailzadeh., 2022; Makki et al., 2019). بدین ترتیب، این امر منجر به افزایش روز افزون تصادفات جاده‌ای گونه‌های حیات وحش و انقراض بسیاری از جمعیت جانوری و کاهش تنوع زیستی شده است. بنابراین، افزایش آگاهی درخصوص آثار منفی جاده‌ها بر زیستگاه‌ها و گونه‌های حیات وحش منجر به انجام پژوهش‌هایی در راستای ارزیابی اثرات توسعه جاده‌ای و میزان تلفات گونه‌های جانوری در مناطق مختلف شده است. با توجه به اهمیت این موضوع Mahdavi و همکاران (۲۰۲۲)، به شناسایی مناطق داغ تلفات جاده‌ای گوشتخواران و اولویت‌بندی آن‌ها در استان خراسان پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بالاترین تلفات جاده‌ای بر گونه‌های جانوری در فصل‌های پاییز، زمستان، تابستان و بهار رخ داده است که بیشترین تعداد در شمال، مرکز و غرب این استان قابل مشاهده است. در مطالعه‌ای دیگر، Nematollahi و همکاران (۲۰۲۱) اثرات شبکه جاده‌ای بر کاهش کیفیت زیستگاه‌های حیات وحش در استان چهارمحال و بختیاری را مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که تراکم نسبتاً بالای جاده‌ها، موجب شده است که حدود ۱۴ درصد از مساحت استان تحت تأثیر پیامدهای ناشی از آن قرار گیرد، از این‌رو شناسایی مناطقی با بیشترین ارزش بوم‌شناختی و حداقل آثار همسایگی امری ضروری است. Laube و همکاران (۲۰۲۳) به شناسایی فاکتورهای محیطی مؤثر در تصادفات حیات وحش و مدل‌سازی این تصادفات در کشور سوئیس پرداختند. نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که پیچ و خم جاده‌ها، در دسترس بودن علوفه جهت سرشاخه‌خواری و جریان ترافیک از عمده‌ترین فاکتورهای محیطی تأثیرگذار بر تصادفات حیات وحش در این منطقه می‌باشد. همچنین Valerio و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی روند مکانی و زمانی وقوع تصادفات در کشور ایتالیا، دریافتند که بیشترین تصادفات گوشتخواران کوچک و متوسط جثه در اواخر زمستان و ابتدای بهار رخ داده است و رابطه مستقیمی بین میزان تلفات و طبقات کاربری انسانی نظیر باغ‌های زراعی و مناطق شهری وجود دارد. Mohammadi و Fatemizadeh (۲۰۱۸) به بررسی

گسترش جاده‌ها، چالشی برای حفاظت از پستانداران، با تأکید ویژه بر یوزپلنگ آسیایی در حال انقراض در ایران پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که پس از احداث بزرگراه، مساحت جنگل، رویشگاه‌های مرتعی و منطقه حفاظت شده کاهش یافته است که این مسأله حاکی از هم‌گسیختگی زیستگاه و به‌دنبال آن نابودی حیات وحش می‌باشد.

همان‌طور که در مطالعات صورت گرفته قابل مشاهده است، توسعه شبکه جاده‌ای و اثرات آن بر افزایش تلفات گونه‌های جانوری، از عمده‌ترین چالش‌هایی می‌باشد که حیات گونه‌ها را به شدت مورد تهدید قرار داده است. براین اساس، در مطالعه حاضر به بررسی آمار تصادفات جاده‌ای حیات وحش با وسایل نقلیه در استان‌های مختلف کشور و همچنین تحلیل رابطه بین میزان تلفات گونه‌های جانوری و تصادفات به‌وقوع پیوسته پرداخته شد. این مطالعه در سطح کلان می‌تواند به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران در اجرای اقدامات کنترلی در توسعه شبکه جاده‌ها و ارائه راهکارهای مدیریتی در حفاظت از گونه‌ها کمک نماید. در این راستا، عمده‌ترین سؤالات تحقیق عبارتند از: (۱) کدام استان‌ها بیشترین تلفات جاده‌ای حیات وحش را دارند؟ (۲) چه گونه‌هایی بیشترین آمار تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای را نشان می‌دهند؟ و (۳) چه ارتباطی بین میزان تصادفات و تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در استان‌های مختلف کشور قابل مشاهده است؟

روش‌شناسی پژوهش

محدوده مطالعاتی: ایران، با وسعتی حدود ۱۶۴۸،۱۹۵ کیلومترمربع، کشوری با تنوع اقلیمی و زیست جانوری بسیار گسترده است. جنوب ایران محل تلاقی مناطق جغرافیایی جانوری پاله‌آرکتیک، اتیوپیایی، و شرقی می‌باشد که به‌عنوان پلی بین اروپا و آسیا محسوب می‌شود. این کشور، طی چند میلیون سال گذشته محل عبور گونه‌های مختلف جانوران بوده است و در حال حاضر زیستگاه بسیاری از گونه‌های جانوری به‌شمار می‌رود (Tavakkoli, 2021). در این راستا، کشور ایران با دارا بودن ۲۰۰ گونه پستاندار (Karami et al., 2016)، ۵۳۴ گونه پرنده (Kaboli et al., 2016)، بیش از ۲۹۲ گونه ماهی در آب‌های داخلی (Eagderi et al., 2022)، ۲۲۵ گونه خزنده (Mozaffari et al., 2016)، ۲۲ گونه دوزیست (Yousefi et al., 2013)، از متنوع‌ترین تنوع زیستی در جهان به‌شمار می‌رود. با این حال، توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل و انواع فعالیت‌های مختلف انسانی، روز به روز از تنوع طبیعی اکوسیستم‌ها می‌کاهد و محدودیت‌های بیشتری را برای زندگی و بقای حیات وحش فراهم کرده است. از این‌رو، بررسی میزان تلفات گونه‌های حیات وحش با وسایل نقلیه در استان‌های مختلف کشور و تحلیل ارتباط آن‌ها با تصادفات جاده‌ای رخ داده امری ضروری است.

روش‌شناسی: در این مطالعه به‌منظور بررسی آمار میزان تلفات جاده‌ای حیات وحش، به جمع‌آوری داده‌های موجود (آمار ۱۶ ساله) طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۵ از سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور، دفتر حفاظت و مدیریت حیات وحش پرداخته شد (Department of Environment of Iran, 2023). به‌رغم کامل نبودن داده‌های موجود، با توجه به این اصل که کمبود داده‌ها نباید مانع از ارزیابی و تحلیل گردد، از این‌رو، پس از تکمیل و ساماندهی اطلاعات به بررسی کمی و کیفی آن‌ها پرداخته شد. بدین‌منظور تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها در چهار مرحله صورت گرفت؛ و پس از جمع‌آوری آمار تلفات از مرجع ملی، ابتدا به بررسی تعداد تلفات حیات وحش در هر استان اقدام شد. سپس گونه‌های جانوری ثبت شده براساس اندازه جثه و نوع تغذیه به پنج گروه (شامل علفخواران متوسط تا بزرگ جثه، گوشتخواران بزرگ جثه، گوشتخواران متوسط جثه، گوشتخواران کوچک جثه و پستانداران متوسط تا کوچک جثه)، طبقه‌بندی شدند و گونه‌های تلف‌شده به‌واسطه تلفات جاده‌ای از هر گروه شناسایی شد. در نهایت با استفاده از آزمون‌های آماری توصیفی و استنباطی (آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف^۱، ضریب همبستگی اسپیرمن^۲ و آزمون کروسکال-والیس^۳) به تحلیل ارتباط بین تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش و تصادفات به‌وقوع پیوسته در استان‌های مختلف کشور پرداخته شد. به‌منظور بررسی اثرات جاده‌ای بر تلفات گونه‌های حیات وحش، ابتدا نرمال یا غیرنرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون

^۱Kolmogorov-Smirnov

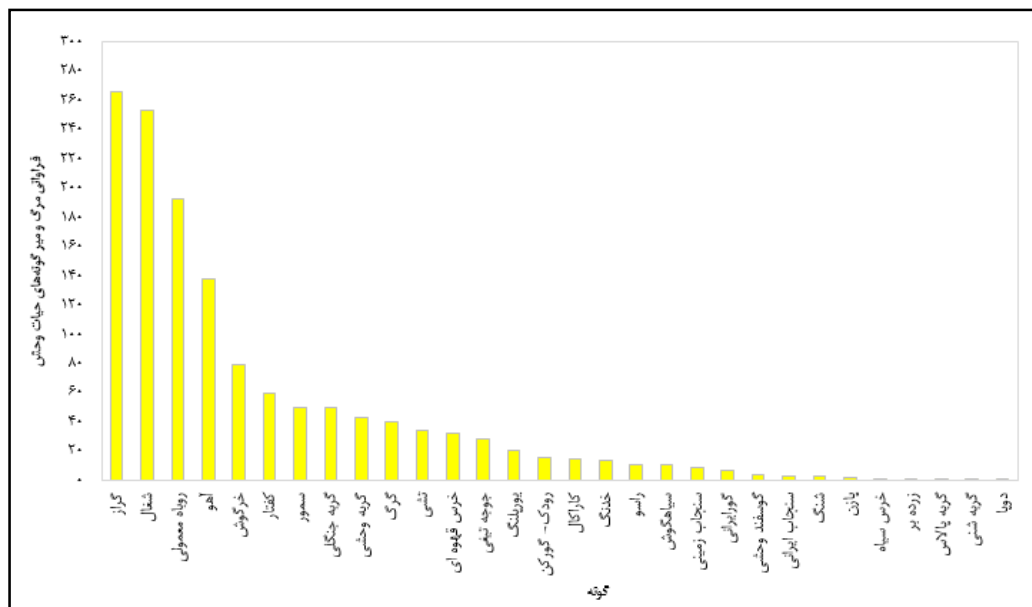
^۲Spearman Correlation Coefficient

^۳Kruskal-Wallis Test

کولموگروف-اسمیرنوف مورد تحلیل قرار گرفت و با توجه به این که سطح معنی‌داری کوچک‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، در تحلیل داده‌ها از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد و مقایسه میزان تلفات جاده‌ای حیات وحش در محدوده مورد مطالعه با استفاده از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس صورت گرفت. آزمون کروسکال-والیس یک آزمون ناپارامتریک می‌باشد که برای مقایسه بین چندین گروه مستقل استفاده می‌شود.

یافته‌های پژوهش

آمار تلفات جاده‌ای حیات وحش در بین استان‌های مختلف نشان داد که طی دوره آماری (۱۶ ساله)، ۱۳۹۲ حادثه تصادف منجر به مرگ حیات وحش در ۳۰ استان کشور ثبت شده است (آماری از استان آذربایجان غربی گزارش نشده است) و ۳۰ گونه مختلف در این حوادث در معرض تصادف مرگبار قرار گرفته‌اند. مطابق شکل ۱، بیشترین تلفات در تصادف جاده‌ای به ترتیب مربوط به گراز (۲۶۶ فرد)، شغال (۲۵۴ فرد)، روباه معمولی (۱۹۳ فرد) و آهو (۱۳۸ فرد) بوده است و کمترین مرگومیر ثبت شده به خرس سیاه، زرده بر، گربه پالاس، گربه شنی و دوپا (مطابق آمار ثبتی، یک فرد) تعلق دارد. داده‌های بررسی شده نشان می‌دهد، پستانداران دشت‌زی از بیشترین میزان مرگومیر برخوردارند و حاکی از آن است که در زیستگاه‌های فوق به سبب شکل مسیرهای دسترسی (جاده‌های با امتداد خطی و با کمترین پیچ و خم) که زمینه‌ساز تردد پرسرعت هستند، تلفات جاده‌ای افزایش داشته است. توزیع مکانی مرگومیر حیات وحش براساس تقسیمات جغرافیایی (جدول ۱، شکل ۲) نشان داد که بیشترین آمار تلفات جاده‌ای حیات وحش مربوط به استان گلستان (۴۹۲ فرد) از ۱۵ گونه می‌باشد و بیشترین تلفات به ترتیب مربوط به گراز (۴۸ درصد)، شغال (۱۷ درصد) و سمور (۱۰ درصد) بوده است. بعد از این استان، بیشترین آمار تلفات تصادفات جاده‌ای به استان بوشهر (۲۲۷ فرد) از ۱۲ گونه تعلق دارد که به ترتیب گونه‌های آهو (۳۶ درصد)، شغال (۲۲ درصد) و روباه (۱۱ درصد) بیشترین فراوانی را دارند. استان‌های فارس (۱۱۵ فرد از ۱۶ گونه)، همدان (۱۰۹ فرد از ۱۴ گونه) و اصفهان (۸۳ فرد از ۱۰ گونه) نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند (جدول ۱). بدین ترتیب، از نظر بیشترین تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در استان‌های مختلف، استان گلستان جایگاه اول و استان زنجان جایگاه آخر را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). همچنین از نظر نوع گونه، گراز بیشترین آمار تلفات جاده‌ای را در استان گلستان نشان می‌دهد (شکل ۳).



شکل ۱- فراوانی مرگومیر گونه‌های حیات وحش در تصادف جاده‌ای کشور برپایه آمار ثبتی

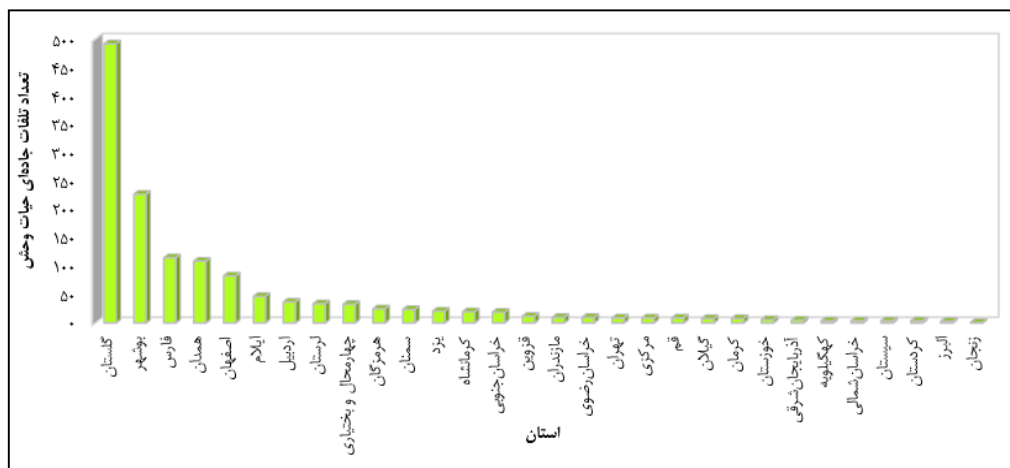
همچنین بررسی تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در طی سال‌های مختلف نشان داد، بیشترین تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۵، مربوط به سال ۱۳۸۷ با ۱۹۹ فرد و کمترین تعداد مربوط به سال ۱۳۹۷ با ۱۵ فرد می‌باشد (جدول ۲). همچنین در شکل ۴، آمار تعداد تصادفات به تفکیک استان‌های مختلف کشور قابل مشاهده است. مطابق نتایج به دست آمده،

بیشترین تعداد آمار تصادفات کشور مربوط به استان گلستان (۲۹۵ تصادف) و کمترین تعداد به استان زنجان (۱ تصادف) اختصاص یافته است. شکل روند تغییرات زمانی تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در بازه زمانی مورد نظر را نشان می‌دهد.

جدول ۱- تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش به تفکیک استان‌های مختلف کشور

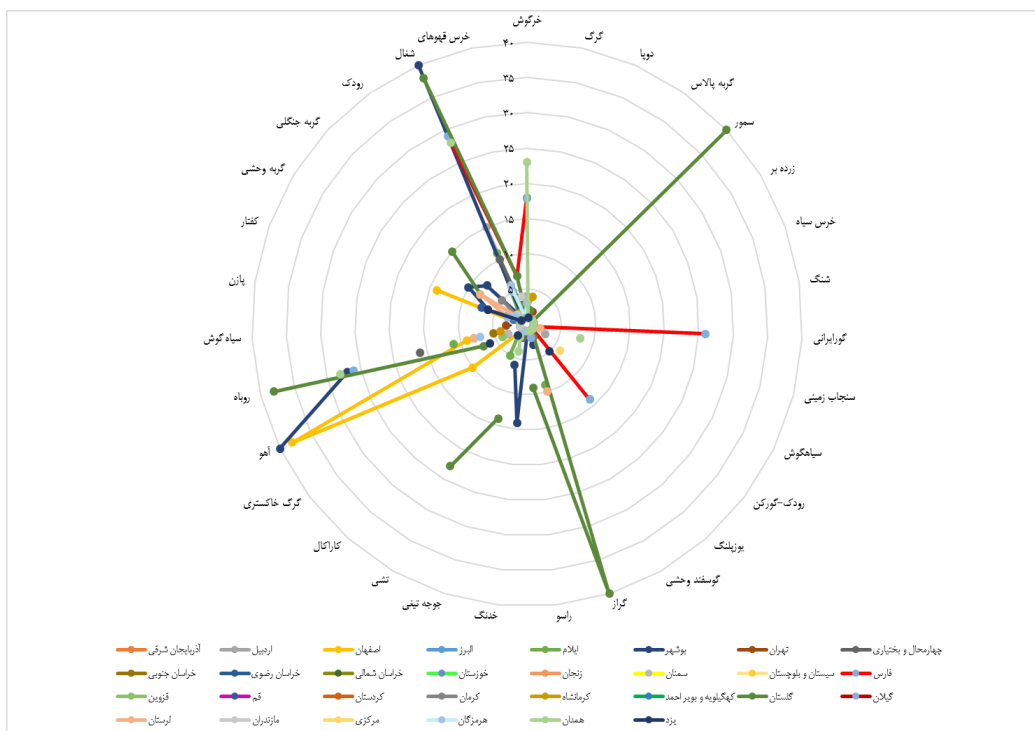
ردیف	استان	فراوانی تلفات	درصد فراوانی	تعداد گونه	فراوانی مرگ و میر گونه ها (درصد)		
					< ۴۰	۲۰ تا ۴۰	۱۰ تا ۲۰
۱	آذربایجان شرقی	۵	۰/۳۶	۲	خرس قهوه ای	خرگوش	-
۲	آذربایجان غربی	۰	۰	۰	-	-	-
۳	اردبیل	۳۷	۲/۶۶	۱۰	-	شغال و روباه	خرگوش
۴	اصفهان	۸۳	۵/۹۶	۱۰	آهو	-	گرگ، کفتار، روباه، کاراکال
۵	البرز	۳	۰/۲۲	۳	-	شغال، خرس قهوه‌ای، سیاه گوش	-
۶	ایلام	۴۷	۳/۳۸	۱۰	-	شغال و روباه	گراز و تشی
۷	بوشهر	۲۲۷	۱۶/۳۱	۱۲	-	آهو و شغال	روباه
۸	تهران	۹	۰/۶۵	۶	-	سیاه گوش و گرگ	رودک، گوسفند وحشی، کفتار، خرس قهوه‌ای
۹	چهارمحال و بختیاری	۳۳	۲/۳۷	۷	روباه	شغال	-
۱۰	خراسان جنوبی	۱۹	۱/۳۶	۶	-	روباه و شغال	آهو، خرگوش، گربه وحشی
۱۱	خراسان رضوی	۱۰	۰/۷۲	۶	-	کفتار	گربه وحشی، شغال، روباه، گرگ، گربه جنگلی
۱۲	خراسان شمالی	۴	۰/۲۹	۴	-	شغال، گربه جنگلی، خرس قهوه‌ای، یوزپلنگ	-
۱۳	خوزستان	۶	۰/۴۳	۵	-	گربه جنگلی	شغال، کفتار، رودک، کاراکال
۱۴	زنجان	۱	۰/۰۷	۱	سیاه گوش	-	-
۱۵	سمنان	۲۴	۱/۷۲	۷	یوزپلنگ	-	آهو، سیاه گوش، کاراکال، کفتار، گربه پالاس
۱۶	سیستان و بلوچستان	۴	۰/۲۹	۳	گربه جنگلی	گربه وحشی و رودک	-
۱۷	فارس	۱۱۵	۸/۲۶	۱۶	-	شغال و روباه	تشی، جوجه تیغی، خرس قهوه‌ای، راسو، رودک، سنجاب ایرانی، کاراکال، کفتار، گراز، گربه جنگلی، گربه وحشی، گرگ، گورایرانی
۱۸	قزوین	۱۲	۰/۸۶	۸	-	روباه	تشی، جوجه تیغی، دوپا، سنجاب زمینی، گربه جنگلی، گرگ
۱۹	قم	۹	۰/۶۵	۳	کفتار	-	گرگ و سنگ
۲۰	کردستان	۴	۰/۲۹	۳	گربه جنگلی	گربه وحشی و سیاه گوش	-

۲۱	کرمان	۸	۰/۵۷	۴	گره جنگلی	-	یوزپلنگ، گربه وحشی، سمور
۲۲	کرمانشاه	۲۰	۱/۴۴	۸	-	-	خرس قهوه‌ای، خرگوش، روباه، شغال، کفتار، گراز، گرگ
۲۳	کهگیلویه و بویراحمد	۴	۰/۲۹	۳	کفتار	گره جنگلی و کاراکال	-
۲۴	گلستان	۴۹۲	۳۵/۳۴	۱۵	گراز	-	شغال
۲۵	گیلان	۸	۰/۵۷	۵	-	شغال و گراز	گره جنگلی، سمور، تشی
۲۶	لرستان	۳۴	۲/۴۴	۸	-	روباه، گراز، گربه وحشی	سنجاب ایرانی، شغال، کاراکال، کفتار، گربه جنگلی
۲۷	مازندران	۱۰	۰/۷۲	۶	-	خرس قهوه‌ای	گرگ، تشی، روباه، گربه جنگلی، سیاه گوش
۲۸	مرکزی	۹	۰/۶۵	۴	رودک	-	گرگ، کفتار، گربه وحشی
۲۹	هرمزگان	۲۵	۱/۸۰	۹	-	روباه و شغال	جوجه تیغی، خرس سیاه، گراز، گربه وحشی، گرگ
۳۰	همدان	۱۰۹	۷/۸۳	۱۴	-	خرگوش، روباه، شغال	تشی، جوجه تیغی، رودک، سمور، سنجاب زمینی، شنگ، کفتار، گراز، گربه جنگلی، گرگ، گوسفند وحشی
۳۱	یزد	۲۱	۱/۵۱	۶	-	آهو، کفتار، یوزپلنگ	کاراکال، گربه وحشی، گرگ
	جمع	۱۳۹۲	۱۰۰	-	-	-	-



شکل ۲- اولویت بندی تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش به تفکیک استان‌های مختلف کشور

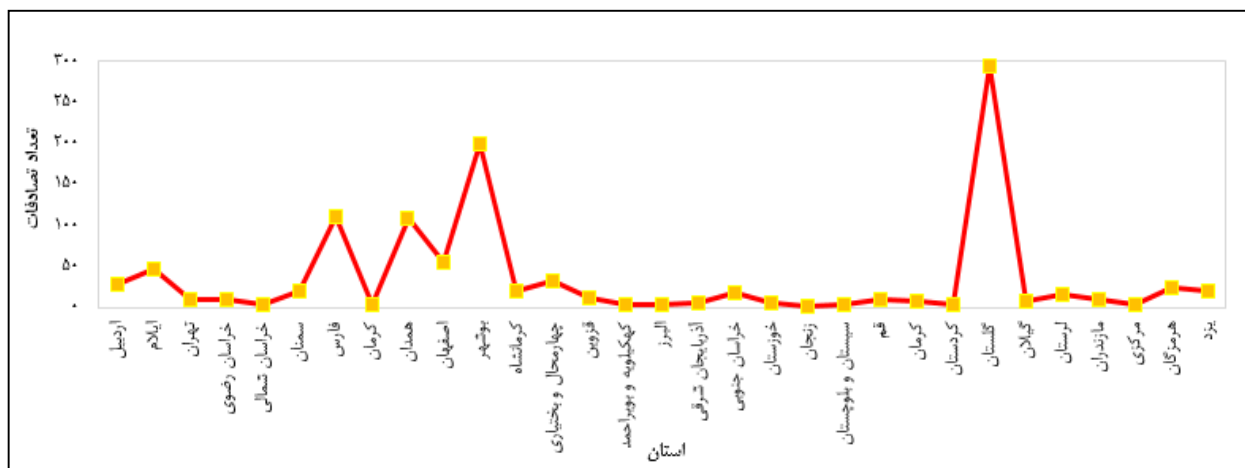
همچنین بررسی تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در طی سال‌های مختلف نشان داد، بیشترین تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۵، مربوط به سال ۱۳۸۷ با ۱۹۹ فرد و کمترین تعداد مربوط به سال ۱۳۹۷ با ۱۵ فرد می‌باشد (جدول ۲). همچنین در شکل ۴، آمار تعداد تصادفات به تفکیک استان‌های مختلف کشور قابل مشاهده است. مطابق نتایج به دست آمده، بیشترین تعداد آمار تصادفات کشور مربوط به استان گلستان (۲۹۵ تصادف) و کمترین تعداد به استان زنجان (۱ تصادف) اختصاص یافته است. شکل روند تغییرات زمانی تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در بازه زمانی مورد نظر را نشان می‌دهد.



شکل ۳- توزیع مرگومیر حیات وحش براساس فراوانی گونه در هر استان (برای تمایز بهتر نمودار تلفات بیش از ۴۰ فرد نمایش داده نشده است)

جدول ۲- تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۵

سال	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱
تعداد تلفات	۹۰	۱۳۲	۱۹۹	۱۰۸	۴۱	۳۹	۴۳	۴۵	۷۲	۱۲۷	۲۰۲	۱۴	۱۵	۳۶	۲۸	۷۹	۱۱۶



شکل ۴- تعداد تصادفات جاده‌ای به تفکیک استان‌های مختلف کشور

جدول ۳- نوع گونه‌های جانوری تلف شده در تصادفات جاده‌ای کشور

تعداد تلفات	نوع گونه	گروه	طبقه
۴۱۷	آهو (<i>Gazella subgutturosa</i>)، بز وحشی (<i>Capra aegagrus</i>)، گور ایرانی (<i>Equus hemionus onager</i>)، گراز (<i>Sus scrofa</i>)، گوسفند وحشی (<i>Ovis orientalis</i>)	علفخواران متوسط تا بزرگ جثه	۱
۳۴	خرس قهوه‌ای (<i>Ursus arctus</i>) و خرس سیاه (<i>Ursus thibetanus</i>)	گوشتخواران بزرگ جثه	۲
۷۰۵	یوزپلنگ (<i>Acinonyx jubatus</i>)، گرگ (<i>Canis lupus</i>)، روباه معمولی (<i>Vulpes vulpes</i>)، شغال (<i>Canis aureus</i>)، کفتار (<i>Hyaena hyaena</i>)، سیاه‌گوش (<i>Lynx lynx</i>)، گربه جنگلی (<i>Felis chaus</i>)، گربه وحشی (<i>Felis silvestris</i>)، گربه پالاس (<i>Otocolobus manul</i>)، گربه شنی (<i>Felis margarita</i>)، رودک (<i>Meles meles</i>) و کاراکال (<i>Caracal caracal</i>)	گوشتخواران متوسط جثه	۳
۱۸۸	راسو (<i>Mustela nivalis</i>)، زرده‌بر (<i>Vormela peregusna</i>)، سمور سنگی (<i>Martes foina</i>)، سمور جنگلی (<i>Martes martes</i>)، شنگ (<i>Lutra lutra</i>)، جوجه‌تیغی (<i>Erinaceidae</i>)، خرگوش (<i>Lepus tolai</i>) و خدنگ (<i>Hrpestes edwardsii</i>)	گوشتخواران کوچک جثه	۴
۴۸	دوپا (<i>Allactaga Williamsi</i>)، تشی (<i>Hystrix indica</i>) و انواع سنجاب (<i>Sciuridae</i>)	پستانداران متوسط تا کوچک جثه	۵

تحلیل ارتباط بین میزان تصادفات و تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در کشور: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (جدول ۴)، نشان داد توزیع داده‌های ثبت و جمع‌آوری شده در بازه زمانی مورد مطالعه، غیرنرمال است (سطح معنی‌داری از $\alpha=0/05$ کوچک‌تر است)، از این‌رو، به‌منظور سنجش ارتباط تصادفات جاده‌ای در محدوده مورد مطالعه و نقش آن در میزان تلفات گونه‌های حیات وحش، از ضریب همبستگی اسپیرمن به‌عنوان یکی از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد (جدول ۵). نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است ارتباط معنی‌دار (در سطح ۹۵ درصد) بین میزان تصادفات جاده‌ای به تفکیک استان‌های مختلف (شکل ۴) و تلفات گونه‌های حیات وحش طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۱ وجود دارد. بدین معنی که با افزایش میزان تصادفات جاده‌ای در بین استان‌های مختلف کشور، میزان تلفات گونه‌های حیات وحش نیز طی این سال‌ها افزایش یافته است. در ادامه به مقایسه تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در بین استان‌های مختلف کشور پرداخته شد (جدول ۶). همان‌طور که نتایج آزمون کروسکال-والیس نشان می‌دهد، مقدار $0/038$ از احتمال خطا $0/05$ کوچک‌تر می‌باشد. از این‌رو، می‌توان گفت که اختلاف معنی‌داری در تلفات جاده‌ای حیات وحش استان‌های مورد مطالعه قابل مشاهده است و همچنین فرض برابری میانگین رد می‌گردد. بر این اساس، اختلاف قابل توجهی در بین استان‌های مختلف کشور با میانگین رتبه به‌دست آمده وجود دارد.

جدول ۴- نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تلفات جاده‌ای حیات وحش در کشور

آماره‌های آزمون	تلفات گونه‌های جانوری
میانگین	۴۶/۴۰
انحراف معیار	۹۵/۵۰
آماره Z	۱/۵۸
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۲

جدول ۵- بررسی ارتباط میزان تصادفات جاده‌ای در تلفات حیات وحش در کشور

تجزیه ارتباط	آماره‌های آزمون	میزان تلفات گونه‌های جانوری	میزان تصادفات جاده‌ای
تلفات گونه‌های جانوری	اسپیرمن	۱	۰/۷۶۳
	سطح معنی‌داری		۰/۰۲۳
تصادفات جاده‌ای	تعداد	۳۱	۳۱
	اسپیرمن	۰/۷۶۳	۱
تصادفات جاده‌ای	سطح معنی‌داری		۰/۰۰۰
	تعداد	۳۱	۳۱

جدول ۶- مقایسه تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در بین استان‌های مختلف کشور با استفاده از آزمون کروسکال-والیس

استان	تعداد	میانگین رتبه	درجه آزادی	کای مربع	سطح معناداری
اردبیل	۳۷	۱۷/۵۲	۳۰	۲۶/۰۸	۰/۰۳۸
ایلام	۴۷	۶۳/۷۲			
تهران	۹	۱۰۲/۲۳			
خراسان رضوی	۱۰	۱۶۳/۱۱			
خراسان شمالی	۴	۸۷/۳۵			
سمنان	۲۴	۶۴/۲۲			
فارس	۱۱۵	۵۱/۰۶			
کرمان	۸	۷۱/۱۸			
همدان	۱۰۹	۲۰۶/۴۵			
اصفهان	۸۳	۳۶/۲۸			
بوشهر	۲۲۷	۲۲۵/۲			
کرمانشاه	۲۰	۱۴۷/۷۵			
چهارمحال و بختیاری	۳۳	۶۹/۲۱			
قزوین	۱۲	۲۵۴/۶۴			
کهگیلویه و بویراحمد	۴	۵۲/۱۰			
البرز	۳	۲۴۹/۷۳			
آذربایجان شرقی	۵	۱۱۷/۴۴			
خراسان جنوبی	۱۹	۱۳۶/۲۸			
خوزستان	۶	۱۷۱/۳۲			
زنجان	۱	۲۱۵/۷۹			
سیستان و بلوچستان	۴	۱۵۶/۶۴			
قم	۹	۱۲۴/۳۳			
کردستان	۴	۱۸۷/۰۸			
گلستان	۴۹۲	۲۲۶/۱۸			
گیلان	۸	۷۸/۳۷			
لرستان	۳۴	۴۵/۶۲			
مازندران	۱۰	۲۶۱/۱۴			
مرکزی	۹	۱۴۵/۲۳			
هرمزگان	۲۵	۱۵۸/۱۷			
یزد	۲۱	۱۲۶/۷۴			

بحث و نتیجه‌گیری

افزایش بیش از حد جمعیت و رشد جوامع شهری در کشور، موجب ایجاد و توسعه گسترده شبکه دسترسی، به‌ویژه جاده‌های مواصلاتی شده است (Akbari, 2015; Vesali et al., 2016). توسعه شبکه جاده‌ای اثرات مخربی بر زیستگاه‌ها و گونه‌های حیات وحش دارد. جاده‌ها به‌طور کلی باعث از دست‌رفتن و از هم‌گسیختگی زیستگاه‌ها، جدا افتادگی جمعیت‌ها، کاهش ارتباط و جریان ژن در بین جانوران می‌شوند (Ascensão et al., 2018). در این‌راستا، تخریب و کاهش کیفیت زیستگاه‌ها از مهم‌ترین تهدیدات تنوع زیستی در جهان محسوب می‌شوند و در حال حاضر جاده‌ها یکی از عوامل اصلی تخریب و از هم‌گسیختگی زیستگاه‌های حیات وحش به‌شمار می‌روند (Cruz et al., 2021). براین اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی آمار تصادفات جاده‌ای حیات وحش با وسایل نقلیه در استان‌های مختلف کشور و همچنین تحلیل رابطه بین میزان تلفات گونه‌های جانوری و تصادفات انجام شد.

همان‌طور که نتایج نشان داد، آمار تلفات جاده‌ای حیات وحش در بین استان‌های مختلف متفاوت است و مطابق داده‌های ثبت شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست، بیشترین آمار تلفات مربوط به استان گلستان است و استان‌های بوشهر، فارس و همدان

در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بدین ترتیب، از نظر بیشترین تعداد تلفات جاده‌ای حیات وحش در استان‌های مختلف، استان گلستان جایگاه اول و استان زنجان جایگاه آخر را به خود اختصاص داده است. یافته‌های این پژوهش با نتایج به‌دست آمده از مطالعات Zebardast و همکاران (۲۰۱۱) و Borchhi (۲۰۱۲) هماهنگ است. آنها بیان کردند که اثرات توسعه شبکه جاده‌ای در گلستان منجر به از هم گسیختگی زیستگاه و تهدید گونه‌های حیات وحش در این منطقه شده است. از این‌رو، نتایج حاکی از آن است که توسعه جاده‌ها در مناطق حساس زیستی، به‌ویژه مناطق تحت حفاظت، منجر به کاهش ارزش‌ها و کارکردهای مؤثر زیستگاه و تهدید حیات گونه‌های جانوری می‌شود.

مطابق نتایج به‌دست آمده، بیشترین تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۵، مربوط به سال ۱۳۸۷ و کمترین تعداد مربوط به سال ۱۳۹۷ می‌باشد. همچنین بیشترین تعداد آمار تصادفات کشور مربوط به استان گلستان و کمترین تعداد به استان زنجان اختصاص یافته است. در این راستا، نتایج مطالعه Molaie Keramatloo و همکاران (۲۰۲۲)، نیز نشان داد که در اولویت‌بندی فضایی توسعه شبکه جاده‌ای در استان‌های ایران، استان گلستان از اولویت بالایی برخوردار است و از مهم‌ترین جاده‌هایی است که به روش‌های گوناگون همچون تصادفات جاده‌ای و آسانی دسترسی متخلفان شکار و صید، بر مرگ‌ومیر گونه‌های حیات‌وحش اثرگذار است.

در راستای بررسی گونه‌های تلف شده در تصادفات جاده‌ای کشور، بیشترین تعداد تلفات جاده‌ای رخ داده مربوط به گوشتخواران متوسط جثه با ۷۰۵ فرد می‌باشد و در مقابل کمترین تعداد گونه تلف شده مربوط به گوشتخواران بزرگ جثه با ۳۴ فرد است. نتایج مطالعه Mahdavi و همکاران (۲۰۲۱)، نیز مؤید نتایج به‌دست آمده می‌باشد. آنها بیان کردند که بیشترین تعداد تلفات جاده‌ای رخ داده در استان خراسان رضوی مربوط به گوشت‌خواران بوده است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر، Mohammadi و همکاران (۲۰۱۷)، دریافتند که بیشترین تعداد تصادفات جاده‌ای حیات وحش در اندوختگاه زیست‌سپهر توران مربوط به پستانداران بزرگ جثه و گوشتخواران می‌باشد. علاوه بر این، تحلیل ارتباط بین میزان تصادفات جاده‌ای و تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش در کشور، حاکی از آن است که ارتباط معنی‌داری در بین این استان‌ها وجود دارد که نشان‌دهنده رابطه مستقیم بین میزان تصادفات جاده‌ای و تلفات گونه‌های حیات وحش است. بدین معنی که اغلب تصادفات جاده با حیات وحش منجر به مرگ آن‌ها می‌شود و با افزایش میزان تصادفات جاده‌ای در بین استان‌های مختلف کشور، میزان تلفات گونه‌های حیات وحش نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج آزمون کروسکال-والیس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در تلفات جاده‌ای حیات وحش استان‌های مورد مطالعه قابل مشاهده است. بر این اساس، اختلاف قابل توجهی در بین استان‌های مختلف کشور با میانگین رتبه به‌دست آمده وجود دارد. مطابق نتایج به‌دست آمده، یافته‌های مطالعه Shi و همکاران (۲۰۱۸) نیز، نشان داد که ارتباط مستقیمی بین تصادفات جاده‌ای و تعداد تلفات گونه‌های حیات وحش وجود دارد. علاوه بر این، نتایج مطالعه Hogue و Breon (۲۰۲۲)، حاکی از آن است که با افزایش آمار تصادفات، تعداد تلفات گونه‌های جانوری افزایش می‌یابد.

براساس نتایج به‌دست آمده، توسعه شبکه جاده‌ای کشور بدون ارزیابی پیامدهای آن بر حیات وحش، یکی از تهدیدهای رو به رشد در کشور قلمداد نمود. بنابراین، بکارگیری روش‌های استاندارد برای ایمن‌سازی جاده‌ها جهت عبور حیات وحش و سایر اقدامات حفاظتی هماهنگ با برنامه‌های توسعه شهری و روستایی، امری ضروری است و باید مورد توجه تصمیم‌گیران و در اولویت برنامه‌ریزی مدیران سرزمین قرار گیرد. نتایج این مطالعه مبتنی بر آمار ثبت شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست می‌باشد که هر گونه عدم قطعیت وابسته به صحت اطلاعات ثبت شده می‌باشد. از این‌رو، به‌منظور دسترسی به نتایجی دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی به بررسی و مقایسه آمار تصادفات جاده‌ای حیات وحش و میزان تعداد تصادفات جاده‌ای گزارش شده توسط سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور پرداخته شود تا صحت تعداد تصادفات در هر سال مورد بررسی قرار گیرد. با این وجود، صحت تعداد تلفات گونه‌های تلف شده بر عهده سازمان حفاظت محیط‌زیست می‌باشد که باید فرآیند نظارت بر ثبت آمار تلفات جاده‌ای حیات وحش و ارائه گزارش‌های منظم آن مورد توجه مسئولان قرار گیرد.

سیاسگزاری

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از دفتر تنوع زیستی و حیات وحش سازمان حفاظت محیط زیست برای در اختیار گذاشتن آمار و اطلاعات تصادفات جاده ای حیات وحش اعلام می‌دارند.

References

- Akbari, N., 2015. Investigating the factors of wildlife road Collisions and effective measures to reduce collisions. The first national conference on natural environment. (In Persian)
- Alamgir, M., Campbell, M.J., Sloan, S., Goosem, M., Clements, G.R., Mahmoud, M.I., Laurance, W.F., 2017. Economic, socio-political and environmental risks of road development in the tropics. *Current Biology* 27(20), R1130-R1140.
- Ascensão, F., Fahrig, L., Clevenger, A.P., Corlett, R.T., Jaeger, J.A., Laurance, W.F., Pereira, H.M., 2018. Environmental challenges for the Belt and Road Initiative. *Nature Sustainability* 1(5), 206-209.
- Atlas of Iran and the World Gita shenasi Novin, 1402. Geographical and Cartographic Publications of Gita shenasi Novin, 1-48 p. (In Persian)
- Barrientos, R., Ascensão, F., D'Amico, M., Grilo, C., Pereira, H.M., 2021. The lost road: do transportation networks imperil wildlife population persistence? *Perspectives in Ecology and Conservation* 19(4), 411-416.
- Bennett, V.J., 2017. Effects of road density and pattern on the conservation of species and biodiversity. *Current Landscape Ecology Reports* 2, 1-11.
- Borchi, M., 2012. The effects of different types of roads on bird community in the western forest of Golestan National Park. M.Sc. Thesis. College of Fisheries and Environmental Sciences. Gorgan University of Agricultural sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran. (In Persian)
- Cerqueira, R.C., de Rivera, O.R., Jaeger, J.A., Grilo, C., 2021. Direct and indirect effects of roads on space use by jaguars in Brazil. *Scientific Reports* 11(1), 22617.
- Cruz, O.G.D., Padilla, J.A., Victoria, A. N., 2021. Managing road traffic accidents: a review on its contributing factors. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 822(1), 012015. IOP Publishing.
- Department of Environment of Iran. 2023. Annual Report. (In Persian)
- Hogue, A.S., & Breon, K., 2022. The greatest threats to species. *Conservation Science and Practice* 4(5), e12670.
- Eagderi, S., Mouludi-Saleh, A., Esmaeli, H.R., Sayyadzadeh, G., Nasri, M., 2022. Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of Zoology* 46(6), 500-522.
- Kaboli, M., Ali Abadian, M., Tohidifar, M., Hashemi, a., Mousavi, B., Roslar, C., 2016. Atlas of birds of Iran. Department of Environment of Iran. 628 p. (In Persian)
- Karami, M., Ghadirian, T., Feizollahi, K., 2016. Mammal Atlas of Iran. Department of Environment of Iran. 292 p. (In Persian)
- Keramatloo Molaie, H., Darbeiki, M., Madadi, M., 2022, A survey on impacts of Golestan National Park Road on wildlife mortality. The first national conference of national parks and protected areas. (In Persian)
- Kučas, A., Balčiauskas, L., Lavallo, C., 2023. Identification of Urban and Wildlife Terrestrial Corridor Intersections for Planning of Wildlife-Vehicle Collision Mitigation Measures. *Land* 12(4), 758.
- Laube, P., Ratnaweera, N., Wróbel, A., Kaelin, I., Stephani, A., Reifler-Baechtger, M., Suter, S. 2023. Analysing and predicting wildlife-vehicle collision hotspots for the Swiss road network. *Landscape Ecology* 38(7), 1765-1783.
- Makki, T., Fakharian, S., Moradi, H., 2019. Environmental effects of road development on protected areas and national parks of Iran. *Sonbole* 216, 39-40. (In Persian)
- Mahdavi, A., Tabatabaei Yazdi, A., Mohammadi, A., Khani, A., 2021. Identifying hot spots of carnivorous road collisions prioritizing them in Khorasan Razavi province. *Journal of Animal Environment* 13(4), 27-34. (In Persian)

- Mesquitela, J., Elvas, L.B., Ferreira, J.C., Nunes, L., 2022. Data analytics process over road accidents data—a case study of Lisbon city. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 11(2), 143
- Mohammadi, A.R., Almasieh, K., Adibi, M.A., 2018. Identifying the hotspots of wildlife–vehicle collision at Touran Biosphere Reserve. *Journal of Animal Environment*. 9(4), 11-18. (In Persian)
- Mohammadi, A., Almasieh, K., Clevenger, A.P., Fatemizadeh, F., Rezaei, A., Jowkar, H., Kaboli, M., 2018. Road expansion: A challenge to conservation of mammals, with particular emphasis on the endangered Asiatic cheetah in Iran. *Journal for Nature Conservation* 43, 8-18.
- Mozaffari, A., Kamali, K., Fahimi, H., 2016. Atlas of reptiles of Iran. Department of Environment of Iran. 360 p. (In Persian)
- Nematollahi, S., Fakheran, S., Kienast, F., Pourmanafi, S., Jafari, A., 2022. Assessing the Impact of Road Networks on Decreasing the Quality of Wildlife Habitats Using the Vicinity Impact Index (Chaharmahal & Bakhtiari Province). *Desert Management* 8(16), 37-56. (In Persian)
- Schmidt, G.M., Lewison, R.L., Swarts, H.M., 2020. Identifying landscape predictors of ocelot road mortality. *Landscape Ecology* 35(7), 1651-1666.
- Shi, H., Shi, T., Yang, Z., Wang, Z., Han, F., Wang, C., 2018. Effect of roads on ecological corridors used for wildlife movement in a natural heritage site. *Sustainability* 10(8), 2725.
- Sobhani, P., Esmailzadeh, H., 2022. Environmental Impacts Assessment of Development on the Geography of Alvand No-Hunting Area by Providing Optimal Strategies. *Environmental Researches*, 12(24), 53-66 [In Persian]
- Sobhani, P., Esmailzadeh, H., Barghjelveh, Sh., Sadeghi, S.M.M., Viorela Marcu, M., 2022. Habitat Integrity in Protected Areas Threatened by LULC Changes and Fragmentation: A Case Study in Tehran Province, Iran. *Land* 11, 6.
- Sobhani, P., Esmailzadeh, H., Mostafavi, H., 2021. Simulation and impact assessment of future land use and land cover changes in two protected areas in Tehran, Iran. *Sustainable Cities and Society* 75, 103296.
- Tavakkoli, M., 2021. Importance of biodiversity hotspots in biodiversity conservation. *Zist Sepehr*. pp. 68-72 [In Persian]
- Valerio, F., Basile, M., Balestrieri, R., 2021. The identification of wildlife-vehicle collision hotspots: Citizen science reveals spatial and temporal patterns. *Ecological Processes* 10(1), 6.
- Vesali, S. F., Varaste Moradi, H., Salman Mahini, A.R., 2016. A review of the effects of roads on wildlife movements. The first national conference of new findings in agricultural sciences, Environment and Sustainable Natural Resources. (In Persian)
- Westekemper, K., Tiesmeyer, A., Steyer, K., Nowak, C., Signer, J., Balkenhol, N., 2021. Do all roads lead to resistance? State road density is the main impediment to gene flow in a flagship species inhabiting a severely fragmented anthropogenic landscape. *Ecology and Evolution* 11(13), 8528-8541
- Yousefi Siahkalroudi, S., Saeedi, H., Behfar, M.S., Fallahi, R., Izadian, R., 2013. Atlas of Amphibians of Iran. Department of Environment of Iran. (In Persian)
- Zebardast, L., Yavari, A, R., Salehi, E., Makhdom, M., 2011. Application of Effective Mesh Size Metric for the Analysis of Forest Habitat Fragmentation inside the Defined Road Effect Zone of Golestan National Park. *Journal of Environmental Studies* 37(58), 15-20. (In Persian)