



Research Article

Investigating the effect of installing concrete barrier (New Jersey on accidents on suburban highways (Case Study: Qazvin-Zanjan Highway)

Hadi Shamsavari^{1*}, Reza Amin², Ali Khodaii³

^{1*} M.Sc. Student, Department of Civil & Environment, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

² M.Sc. Graduate Civil Engineering and Transportation Planning, AmirKabir University of Technology, Tehran, Iran

³ Full professor, Department of Civil & Environment, AmirKabir University of Technology, Tehran, Iran

Received: 20 November 2023; Revised: 20 December 2023; Accepted: 29 December 2023; Published: 29 December 2023

Abstract:

providing road safety is an important social need. Ensuring road safety is one of the most rooted foundations in traffic engineering and transportation planning. Safety guards are one of the most common safety systems on the road. One of the most common road safety methods is using guardrails in the middle of intercity routes. In recent years, intermediate concrete separators (New Jerseys) gradually replaced guardrails. In recent years, intermediate concrete separators (New Jerseys) gradually replaced guardrails. This research aims to investigate the safety performance of two types of guards (Dividers) guardrail and New Jersey on the freeway of Qazvin-Zanjan. The replacement of guardrails with concrete barriers (New Jersey) in the toll section of Tehran Qazvin to Ziaabad range has been ongoing for a length of 68 km since the end of 2018 and the end of 2020. The study found that New Jersey's installation reduced head-on crashes by more than 96 percent. It has also had a significant impact on reducing the number of accidents. However, the study of accident statistics will accurately explain the effectiveness of New Jersey in reducing accidents. However, the decrease in the frequency of accidents in axles with concrete protection may be due to the sense of security that drivers experience while driving on axles equipped with New Jersey. This issue was raised in several previous studies.

Keywords: Safety barrier, Guardrail, Road dividers, New Jersey Barrier, Road accident, collision

Cite this article as: Shamsavari, H., Amin, R., & Khodaii, A. (2024). Investigating the effect of installing concrete barrier (New Jersey on accidents on suburban highways (Case Study: Qazvin-Zanjan Highway). Civil and Project, 5(12), 42-54. <https://doi.org/10.22034/cpj.2023.431473.1243>

ISSN: 2676-511X / **Copyright:** © 2024 by the authors.

Open Access: This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Journal's Note: CPJ remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

*Corresponding author E-mail address: hadi.shamsavari@aut.ac.ir



نشریه عمران و پروژه
<http://www.cpjournals.com/>

بررسی اثر نصب نیوجرسی بر تصادفات جاده‌های برون شهری (مطالعه موردی: بخشی آزادراه قزوین - زنجان)

هادی شهسواری^{۱*}، رضا امین^۲، علی خدایی^۳

۱* - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
۳- استاد تمام و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۲۹ آبان ۱۴۰۲؛ تاریخ بازنگری: ۲۹ آذر ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۰۸ دی ۱۴۰۲؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۰۸ دی ۱۴۰۲

چکیده:

تامین ایمنی جاده یک نیاز اجتماعی مهم است. تامین ایمنی راه‌ها یکی از ریشه‌دارترین مباحث در مهندسی ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل است. حفاظت‌های ایمنی یکی از رایج‌ترین سیستم‌های ایمنی در جاده‌ها می‌باشند. یکی از متداولترین روشهای ایمن‌سازی راه استفاده از گاردریل در میانه مسیرهای بین شهری است. در سال‌های اخیر استفاده جداکننده‌های میانی بتنی (نیوجرسی‌ها) به مرور جایگزین گاردریل‌ها می‌شوند. هدف از این پژوهش بررسی عملکرد ایمنی دو نوع حفاظ (جداکننده) گاردریل و نیوجرسی در آزاد راه قزوین - زنجان می‌باشد. تعویض گاردریل با موانع بتنی صلب (نیوجرسی) در قطعه حدفاصل عوارضی تهران قزوین تا محدوده ضیاءآباد از سال به طول ۶۸ کیلومتر از اواخر سال ۹۸ آغاز و تا پایان سال ۱۴۰۰ ادامه داشته است. این مطالعه نشان داد که نصب نیوجرسی باعث کاهش بیش از ۹۶ درصدی تصادفات سر به سر شده است. همچنین در کاهش تعداد انواع تصادفات نیز تاثیر به سزایی داشته است. گرچه مطالعه کروکی تصادفات میزان تاثیرگذاری نیوجرسی در کاهش تصادفات را به صورت دقیق تبیین خواهد نمود. بخشی از کاهش فراوانی تصادفات در محورهای داری حفاظ بتنی ممکن است به دلیل احساس امنیتی باشد که رانندگان در طول رانندگی در محورهای مجهز به نیوجرسی تجربه می‌کنند. این موضوع در تعدادی از مطالعات پیشین نیز مطرح شده بود.

حفاظ ایمنی، گاردریل، نیوجرسی، هزینه چرخه حیات، جداکننده.

۱- مقدمه

تامین ایمنی جاده یک نیاز اجتماعی مهم است. سالانه حدود ۱,۱۹ میلیون نفر در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. صدمات ناشی از تصادفات جاده ای علت اصلی مرگ کودکان و جوانان ۵ تا ۲۹ ساله است. (WHO, 2023). این موضوع زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که شدت تصادف بالا بوده و منجر به ایجاد جراحات شدید، نقص عضو و یا حتی فوت فرد یا افراد گردد. افراد آسیب دیده، مجروحین یا آسیب دیدگان و بستگان آنها در تصادفات رانندگی باید با درد و رنج، هزینه‌های پزشکی، کاهش دستمزد، نرخ‌های بالاتر حق بیمه و هزینه‌های تعمیر خودرو مقابله کنند. برای جامعه به عنوان یک واحدکل، حوادث ترافیکی منجر به هزینه‌های هنگفتی از نظر از دست رفتن بهره‌وری و خسارت مالی می‌شود (Chang et al., 1999). با توجه به بررسی شاخص‌های ایمنی ترافیکی شامل نسبت کشته‌ها به طول مسیر، نسبت تعداد مجروحین به طول مسیر و نسبت مجروحین به کشته‌ها، فیروزآبادی و همکاران پیشنهاد می‌دهند، با افزایش افزایش طول جاده‌ها، ایمنی خودروها، و اعمال قوانین سخت در جهت بهبود ایمنی جاده‌ها و کاهش تعداد تصادفات گام برداشته شود (Faghizade Firuzabadi et al., 2023).

تامین ایمنی راه‌ها یکی از ریشه‌دارترین مبانی در مهندسی ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل است. حفاظت‌های ایمنی یکی از رایج‌ترین سیستم‌های ایمنی در جاده‌ها می‌باشند. این حفاظت‌های طولی انواع مختلفی دارد. از آن جمله می‌توان گاردریل، نیوجرسی و نرده‌های پل‌ها که برای بازگرداندن وسیله نقلیه منحرف‌شده به مسیر اصلی با مورد استفاده قرار می‌گیرند، را نام برد. این حفاظت‌ها باید از نظر استحکام سازه‌ای و امنیت سرنشینان آزمایش‌های لازم را پشت سر گذاشته باشند. چراکه حفاظت‌های ایمنی به منظور بازگرداندن وسایل نقلیه به مسیر اصلی و نیز جلوگیری از سقوط به دره‌ها یا برخورد با موانع ثابت کنار جاده، نظیر خاکریزهای شیب‌دار، و یا استهلاک تمام یا بخشی از انرژی حرکتی وسیله نقلیه منحرف شده است (Glennon et al., 1985).

سیستم‌های مهار جاده‌ای، سازه‌هایی کنار جاده‌ای هستند که از سرنشینان خودرو در برابر عناصر خطرناک کنار جاده مانند شیب‌های بحرانی، تیرهای برق و سایر موانع سفت و سخت محافظت می‌کنند. وجود آنها یک عامل اصلی در ایمنی کنار جاده هستند، موجب کاهش شدت برخورد با مانع کنار جاده است (Roque et al., 2013).

موانع ایمنی برای سطوح مختلف عملکرد طراحی شده‌اند که بر اساس استانداردهای عملکرد فعلی CEN با استفاده از سه معیار اصلی: مهار وسیله نقلیه، شدت ضربه به سرنشینان و عرض تغییر شکل مانع تنظیم شده‌اند. مطابق با استانداردهای CEN مربوطه، موانع ایمنی باید قبل از نصب، آزمایش‌های تصادف استاندارد شده را طبق رویه‌های تأییدشان پشت سر بگذارند. این الزام باعث کاهش شدت تصادفات کنار جاده ای در این نوع سیستم‌ها شده است (EN 1317-2).

موانع جاده ای برای تغییر مسیر وسایل نقلیه بدون خطرات زیاد برای سرنشینان وسیله نقلیه و سایر کاربران جاده طراحی شده‌اند. این موانع بدون شک به سبب توانایی بالا در ایجاد مهار به ایمنی بیشتر در جاده‌ها کمک می‌کنند و در نتیجه خطر تصادفات سر به سر را کاهش می‌دهند (Brian et al. 2006).

عملیات نصب نیوجرسی به جای گاردریل در آزادراه قزوین زنجان حد فاصل عوارضی قزوین تا انتهای حریم شهر ضیاآباد (آخرین نقطه استحقاقی استان قزوین) به طول ۶۸ کیلومتر از سال ۱۳۹۸ آغاز و تا سال ۱۴۰۰ به پایان رسید. در این مطالعه تاثیر نصب نیوجرسی بر پنج نوع بارز تصادفات جاده‌ای، تصادم با اجسام صلب، واژگونی، برخوردهای رو در رو و سایر برخوردهای جانبی بررسی شده است.

۲- مطالعات پیشین

منصورخاکی و کدخدا زاده در سال ۲۰۰۶ در مطالعه‌ای که به منظور مقایسه فنی و اقتصادی گاردریل و نیوجرسی در ایران پرداخته شد، نشان دادند که از میان حفاظ‌های ایمنی دو نوع حفاظ فلزی W شکل و حفاظ بتنی نیوجرسی رایج در کشور ما، نیوجرسی‌ها در صورتی که زاویه برخورد برابر یا کمتر از ۱۵ درجه باشد، دارای عملکرد بسیار مناسب و قابل قبول از خود بروز داده و وسیله نقلیه را با کمترین آسیب به مسیر اصلی بازمی‌گرداند. ضمناً، حفاظ بتنی از ایجاد مزاحمت نور رانندگان مقابل و نیز از خستگی راننده و همچنین پخش نورهای مازاد در میان راه تا حد زیادی جلوگیری می‌کند. علاوه بر عوامل بالا، تولید آسان، هزینه نگهداری بسیار ناچیز، نمونه موانع ایمنی بتنی (نیوجرسی) نسبت به گاردریل، منطقی‌تر ارزیابی و چه برای راه‌های موجود و چه برای راه‌های جدید الاحداث نصب حفاظ بتنی استاندارد توصیه شد (Mansourkhaki et al., 2006).

اگرچه شدت تصادف ناشی از برخورد با موانع بتنی بیشتر از موانع انعطاف‌پذیر است، اما موانع انعطاف‌پذیر در تصادفات، کمتر منجر به برگشت می‌شود. بنابراین نصب موانع بتنی در لبه‌ها و شیب‌های بلند برای جلوگیری از سقوط وسایل نقلیه به دره‌ها ضروری است. در تحلیل چرخه حیات انواع حفاظ‌های جانبی نیز با وجود اینکه هزینه اولیه تولید و نصب موانع بتنی نسبت به موانع فولادی از نظر قیمت بالاتر است، اما بررسی هزینه‌های دوره حیات موانع فولادی شامل تولید، نگهداری، تعمیر و تعویض، بیانگر این نکته است که در مجموع موانع بتنی نسبت به موانع فولادی مقرون به صرفه‌تر است (Tabatabaei et al., 2012).

نتایج مطالعات اخیر انجام شده در آزمایشگاه ملی مهندسی عمران کشور پرتقال^۱ اهمیت سیستم‌های مهار جانبی را در تصادفات جاده‌ای و پتانسیل آن در جلوگیری از تلفات جاده‌ای در پرتغال نشان می‌دهد. روک^۲ و همکاران در سال ۲۰۱۴ چگونگی تغییر تعداد تصادف‌های خارج از جاده و قربانیان مرتبط با موانع ایمنی مختلف بر سطوح شدت تصادفات را با افزایش ترافیک بررسی نمودند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تفاوت‌ها در ویژگی‌های عملکردی موانع ایمنی بر ایمنی جاده تنها در صورتی قابل توجه است که سطح شدت ضربه بسیار شدید در نظر گرفته شود. نتایج سطوح پایین‌تر شدت تاثیر مشابه هستند. طبق استاندارد EN 1317، سه سطح از شدت ضربه شاخص شدت شتاب (ASI^۳)، سرعت ضربه نظری سر (THIV^۴) و کاهش سرعت پس از ضربه سر (PHD^۵)، در نظر گرفته شده است (Roque et al., 2013).

نتایج مطالعات حسینی و همکاران در سال ۲۰۲۲ نشان داد که وجود نیوجرسی در میانه راه بیشتر از گاردریل باعث تمرکز راننده شده است. میانگین کاهش ۵ درصدی سرعت و افزایش ۲۵ درصدی در حفظ فاصله جانبی موانع برای کاهش توان راننده ثبت شد (Hosseini et al., 2022).

در ژاپن، مسیرهای خاکی، پل‌های کوتاه، پل‌های بلند و تونل‌ها همگی دارای عرض شانه‌های متفاوتی هستند. از آنجایی که هزینه‌های ساخت و ساز ممکن است بسیار کاهش یابد، در هریک از بخش‌ها از جداکننده‌های متفاوتی استفاده می‌شود. جداکننده‌های خطی مانند سیم بکسل، بر روی بخش‌های خاکی و پل‌های کوتاه، و لوله‌های مرکزی و قطعات بتنی که بر روی پل‌ها و تونل‌های طولانی نصب می‌شوند. مطابق بررسی‌های به عمل آمده توسط ایمای^۶ و همکاران از سال ۲۰۱۷ که به منظور جلوگیری از تصادفات سر به سر در بخش دو خطه دو طرفه (با محدودیت سرعت ۷۰ کیلومتر در ساعت) در بزرگراه‌های بین شهری و در مسیرهای خاکی و با پل‌های با طول متوسط در ژاپن، تیرهای لاستیکی با سیم بکسل‌های خط جداکننده میانی جایگزین شده‌اند، هیچ حادثه مرگباری رخ نداده است. از سوی دیگر، برای پل‌های با دهانه بلند (طول بیش از ۵۰ متر) و

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC

² Roque

³ Acceleration Severity Index

⁴ Theoretical Head Impact Velocity

⁵ Post-impact Head Deceleration

⁶ Imai

تونل ها، موانع جدیدی نیز برای همین هدف ایجاد شده است. یک نوع از موانع بلوک میانی نام دارد به صورت F شکل به هم متصل می شود. نتایج ارزیابی نشان داد که موقعیت جانبی موانع بتنی برای خودروهای سواری حدود ۲۰ سانتی متر و برای وسایل نقلیه سنگین ۱۰ سانتی متر تغییر کرده بود. در صورتی که سرعت خودروها بدون تغییر باقی ماند و یک نظرسنجی که به صورت پرسشنامه ای انجام شده بود در مورد احساس رانندگی نشان می دهد که بسیاری از پاسخ دهندگان در هنگام رانندگی «احساس امنیت» بیشتری را تجربه می کنند (Imai et al., 2022).

جدول ۱: جمع بندی مطالعات پیشین

نوینندگان و سال تحقیق	اهداف تحقیق	نتایج
منصورخاکی و کدخدازاده ۲۰۰۶	مقایسه فنی و اقتصادی گاردریل و نیوجرسی در ایران	حفاظ بتنی در برخورد با زاویه ۱۵ درجه و کمتر دارای عملکرد بسیار مناسب و قابل قبول است.
طباطبایی و همکاران ۲۰۱۲	ارزیابی موانع ایمنی راه ها و تاثیر آنها بر کاهش جراحات مرگبار در ایران	حفاظ بتنی از ایجاد مزاحمت نور رانندگان مقابل و لذا از خستگی راننده و همچنین پخش نورهای مزاحم در میان راه تا حد زیادی جلوگیری می کند. تولید آسان، هزینه نگهداری بسیار ناچیز، نمونه موانع ایمنی بتنی (نیوجرسی) نسبت به گاردریل، منطقی تر ارزیابی
روک و همکاران ۲۰۱۴	بررسی رابطه بین استانداردهای اروپایی برای شدت ضربه مانع ایمنی و درجه آسیب	شدت تصادف ناشی از برخورد با موانع بتنی بیشتر از موانع انعطاف پذیر است. نصب موانع بتنی در لبه ها و شیب های بلند برای جلوگیری از سقوط وسایل نقلیه به دره ها ضروری است. بررسی هزینه های دوره حیات موانع فولادی شامل تولید، نگهداری، تعمیر و تعویض، بیانگر این نکته است که در مجموع موانع بتنی نسبت به موانع فولادی مقرون به صرفه تر است.
حسینی و همکاران ۲۰۲۲	ارزیابی تاثیر نوع مانع کنار جاده بر انحرافات جانبی در بزرگراه های شهری	بیانگر اهمیت سیستم های مهار جانبی را در تصادفات جاده ای و پتانسیل آن در جلوگیری از تلفات جاده ای در پرتغال است. تفاوت ها در ویژگی های عملکردی موانع ایمنی تنها در صورتی قابل توجه است که موانع سطح شدت ضربه بسیار شدید در نظر گرفته شود. نتایج سطوح پایین تر شدت تاثیر مشابه هستند.
ایمایی و همکاران ۲۰۲۳	ارزیابی سه جداکننده خط میانی برای جلوگیری از برخورد رو به رو در بزرگراه های دو طرفه دو خطه در ژاپن	وجود نیوجرسی در میانه راه بیشتر از گاردریل باعث تمرکز راننده شده است. میانگین کاهش ۵ درصدی سرعت و افزایش ۲۵ درصدی در حفظ فاصله جانبی موانع برای کاهش توان راننده ثبت شد.
		از سال ۲۰۱۷ که به منظور جلوگیری از تصادفات سر به سر در بزرگراه های بین شهری و در مسیرهای خاکی و با پل های با طول متوسط در ژاپن، تیرهای لاستیکی با سیم بکسل های خط جداکننده میانی جایگزین شده اند، هیچ حادثه مرگباری رخ نداده است. موقعیت جانبی موانع بتنی برای خودروهای سواری حدود ۲۰ سانتی متر و برای وسایل نقلیه سنگین ۱۰ سانتی متر تغییر کرده بود. بسیاری از پاسخ دهندگان در هنگام رانندگی «احساس امنیت» بیشتری را تجربه می کنند

جدول ۲: جدول کلاس‌های وسایل مختلف (The center of the Iran's road management).

شرح	کلاس وسایل نقلیه
سواری و وانت	کلاس ۱
کامیونت و کامیونهای کوچک و مینی بوس	کلاس ۲
کامیونهای معمولی کمتر از ۱۰ متر و سه محوره‌ها	کلاس ۳
اتوبوس	کلاس ۴
تریلرها و باربرهای بالاتر از سه محور	کلاس ۵

از آنجایی که آمار مربوط به تصادفات در هر چهار خط عبور ثبت شده است و امکان تفکیک آن وجود ندارد، آمار تردهای مربوط به این مسیر در هر دو جهت رفت و برگشت از دستگاه تردد شمار مربوط به ایستگاه اقبالیه و از مرکز مدیریت رته‌های کشور استخراج شده است. زمان برداشت اطلاعات در قسمتی از شبانه روز به صورت ناقص انجام شده است که به منظور تدقیق تردد آمار وسایل نقلیه، به تناسب نقص زمان آمارگیری، برای شبانه روزها و در مجموع برای کل مدت یکسال اصلاح شده است. خاطر نشان می‌گردد، برای کاهش تاثیرهای کلاس بندی‌های موجود در گزارش تردها و انتخاب معیار سنجش واحد، آمار مربوط به کلاس‌های مختلف وسایل نقلیه با به کارگیری ضرایب پیشنهادی میرزااحسین و همکاران (Mirzahassein, 2021) به آمار سواری تبدیل و سپس با در نظر گرفتن اصلاح مورد نیاز برای جبران نقص زمان های تردها گزارشی شده است. جدول ۳ بیانگر پیشنهادات سایر پژوهشگران مختلف برای ضریب همسنگ سواری است.

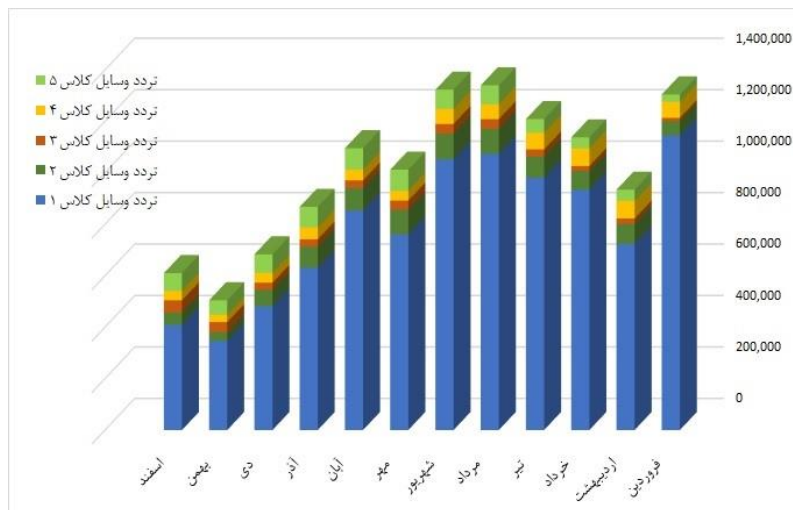
جدول ۳: مقادیر پیشنهادی همسنگ سواری

کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳	کلاس ۴	کلاس ۵	
۱	۱,۲	۱,۲	۱,۱	۱,۸	Mirzahassein, 2022
۱	۱,۱	۱,۱	۱,۱	۱,۳	Amini, 2013
۱	۱,۱	۱,۵	۱,۷	۲,۵	سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

آمار تردهای وسایل نقلیه عبوری در محور قزوین زنجان و مسیر برگشت در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰ مطابق جدول شماره ۴ استخراج شده است. با توجه به اینکه آمار تردها به هم نزدیک هستند. می‌تواند از آن در کسب نتایج دقیق‌تر بهره برد.

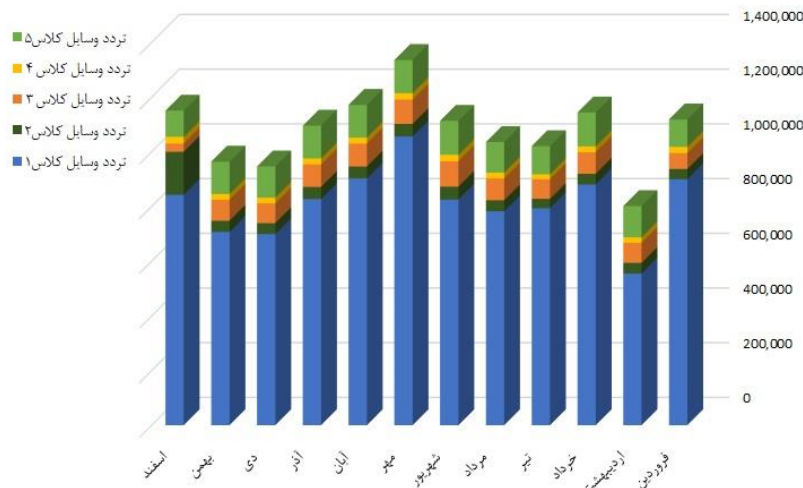
جدول ۴: مجموع تردد عبوری از آزادراه قزوین- زنجان (The center of the Iran's road management).

کل وسایل نقلیه	مجموع معادل سواری تردد	مجموع معادل سواری معادل یک سال	
۱۲,۰۲۰,۸۸۷	۱۲,۷۱۵,۹۲۹	۱۳,۱۱۶,۱۰۸	سال ۱۳۹۸
۱۲,۸۹۲,۷۴۰	۱۳,۳۶۴,۵۴۸	۱۳,۸۶۵,۱۶۸	سال ۱۴۰۰



شکل ۲: تنوع وسایل نقلیه عبوری آزادراه قزوین - زنجان در سال ۱۳۹۸ (The center of the Iran's road management).

شکل ۱ و ۲ به ترتیب بیانگر تنوع وسایل نقلیه در سال ۱۳۹۸ و سال ۱۴۰۰ است که از قطعه مورد مطالعه عبور کرده اند. در همه ماهها اغلب وسایل عبوری از نوع یک بوده و نوع دوم و چهارم در رتبه های بعدی قرار دارند. در آمار تردد وسایل در سال ۱۴۰۰ نیز ترتیب فراوانی وسایل نقلیه عبوری مطابق با سال ۱۳۹۸ است.



شکل ۳: تنوع وسایل نقلیه عبوری آزادراه قزوین - زنجان در سال ۱۴۰۰ (The center of the Iran's road management).

جدول ۵: تعداد انواع تصادفات جاده‌ای در سال ۱۳۹۸ (The center of the Iran's road management).

نوع تصادف	تعداد در میلیون تردد معادل سواری	
	در سال ۱۴۰۰	در سال ۹۸
برخورد با شی ثابت	۱۵	۳۴
جلو به پهلو	۲۰	۵۰
جلو به عقب	۶۸	۱۱۴
واژگونی	۶۶	۸۹
سر به سر	۱	۷
مجموع	۱۷۰	۲۹۴

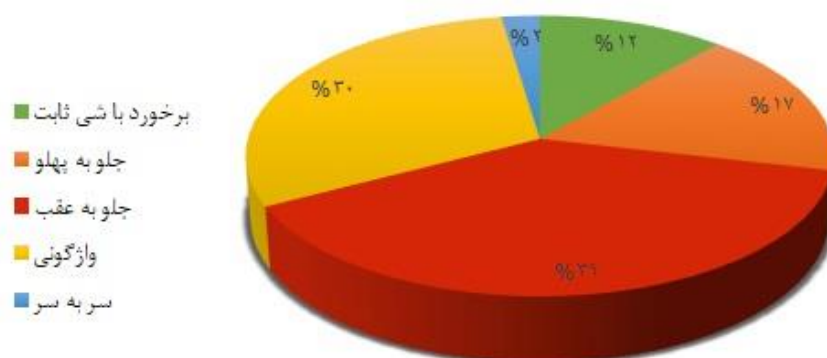
آمار تصادفات جاده ای به تفکیک پنج نوع، برخورد با شی ثابت، برخورد جلو به پهلو، جلو به عقب، واژگونی و سر به سر در سالهای ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰ به ترتیب در جدول شماره ۵ قبل و بعد از تعویض حفاظها از گاردریل به نیوجرسی بیان شده است. واحد این آمار تعداد تصادفات به ازای تردد یک میلیون تردد معادل سواری است. برخورد از نوع سر به سر با ۷۵ درصد بیشترین میزان کاهش و نوع واژگونی با ۲۶ درصد کمترین میزان کاهش را داشته‌اند. با وجود اینکه نصب نیوجرسی به طور میانگین ۵۱،۴ درصد از کل انواع تصادفات بررسی شده را کاهش داده است ولی به نظر می‌رسد در کاستن از تعداد واژگونی‌ها موفقیت کمتری داشته است. البته این قسمت از آزادراه قزوین زنجان در منطقه ی آب و هوایی نسبتاً سرد واقع شده است. و با بررسی فصولی واژگونی‌ها در آن رویداده است، آب و هوا و لغزنده بودن مسیر را می توان از دلایل اصلی این نوع از تصادفات دانست.

آمار آسیب دیدگان از این تصادف نیز در جدول شماره ۶ آمده است. واحد اطلاعات این جدول نیز بر اساس تعداد آسیبدیدگان به ازای یک میلیون تردد معادل سواری در سال اصلاح و بیان شده است. نصب نیوجرسی در کاستن از شدت تصادفات نیز موثر واقع شده و به میزان ۴۲ درصد از مجروحین و ۴۸ درصد از تعداد متوفیان ناشی از تصادفات کاسته است.

جدول ۶: آمار آسیب دیدگان انواع تصادفات جاده‌ای در سال ۱۳۹۸

نوع تصادف	در میلیون تردد معادل سواری در سال ۹۸		تعداد جرحی در میلیون تردد معادل سواری در سال ۱۴۰۰	
	جرحی	فوتی	جرحی	فوتی
برخورد با شی ثابت	۶۰	۲	۲۲	۰
جلو به پهلو	۵۴	۳	۲۶	۱
جلو به عقب	۱۳۰	۱۵	۸۳	۶
واژگونی	۱۴۲	۷	۹۶	۷
سر به سر	۸	۰	۱	۰
مجموع	۳۹۴	۲۷	۲۲۸	۱۴

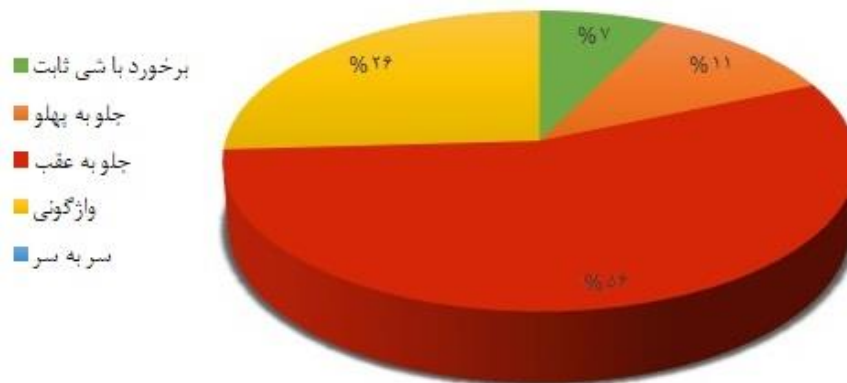
تنوع و درصد هریک از انواع تصادفاتی که در سال ۱۳۹۸ در این قطعه به وقوع پیوسته است در شکل ۳ بیان شده است.



شکل ۴: سهم هریک از انواع تصادفات در مجموع تصادفات در قطعه مورد مطالعه سال ۱۳۹۸

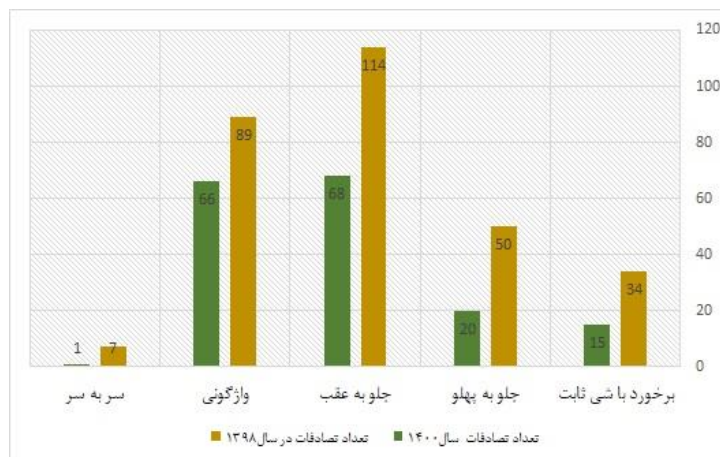
همان طور که در شکل آمده است، فراوانی برخوردهای جلو به عقب با ۳۹ درصد و واژگونی با ۳۰ از بقیه بیشتر است. برخورد های رودر رو با ۲ درصد از مجموع تصادفات کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. تفاوت عمده انواع تصادفات سال ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۹۸، حذف تصادفات سر به سر، کاهش ۴۲ درصدی برخورد با شی ثابت و ۲۹ درصدی

برخوردهای جلو به پهلو است. تصادف جلو به عقب با وجود کاهش فراوانی با اختصاص ۵۶ درصد از کل فراوانی ماند سال ۹۸ دارای بیشترین فراوانی را در بین تصادفات به خود اختصاص داده است.

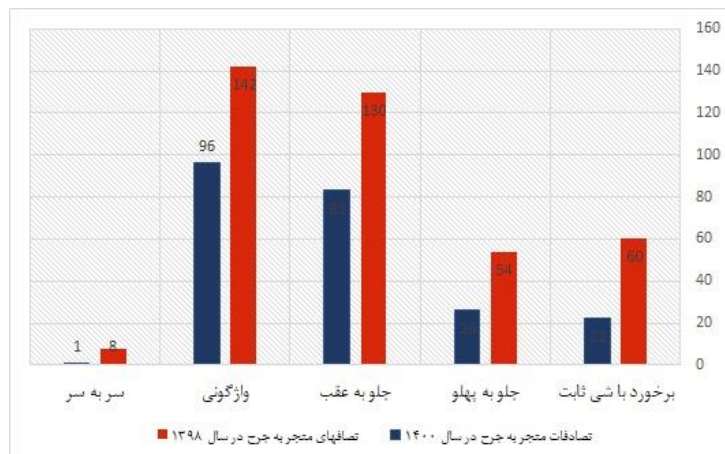


شکل ۵: سهم هریک از انواع تصادفات در مجموع تصادفات در قطعه مورد مطالعه سال ۱۴۰۰

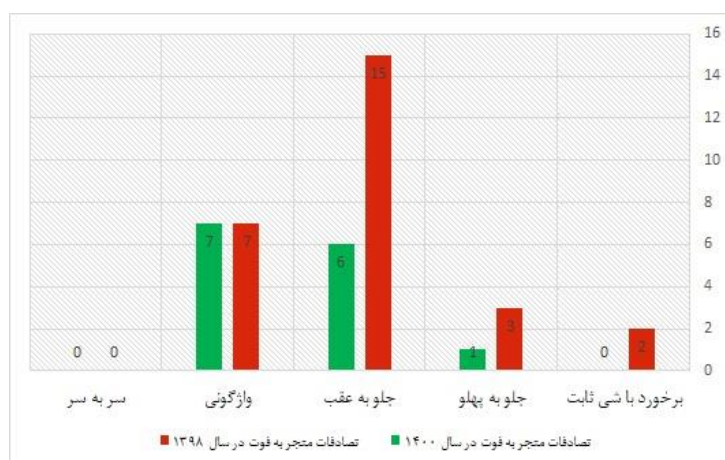
اگرچه دسترسی و مطالعه کروکی تصادفات امکان پذیر نبود. با این وجود تاثیر جایگزینی حفاظ میانی گاردریل با نیوجرسی در کاهش چشم گیر تعداد تصادفات، کاملاً آشکار است. این تاثیر در تعداد تصادفات، تصادفات منجر به جرح و تصادفات منجر به فوت در ازای تردد یک میلیون وسیله همسنگ سواری در اشکال ۵ تا ۷ قابل ملاحظه است.



شکل ۶: تعداد تصادفات به ازای تردد یک میلیون خودرو همسنگ سواری در قطعه مورد مطالعه



شکل ۷: تعداد تصادفات منجر به جرح به ازای تردد یک میلیون خودرو همسنگ سواری در قطعه مورد مطالعه



شکل ۸: تعداد تصادفات منجر به فوت به ازای تردد یک میلیون خودرو همسنگ سواری در قطعه مورد مطالعه

۵- نتیجه گیری

سالانه حدود ۱,۱۹ میلیون نفر در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. صدمات ناشی از تصادفات جاده ای علت اصلی مرگ کودکان و جوانان ۵ تا ۲۹ ساله است. برای ایمن نمودن جاده‌ها راه کارهای مختلفی وجود دارد که یکی از آنها بکار گیری حفاظ های میانی و کناری به منظور کاهش ریسک ناشی از تصادف است.

مطالعه اثرات جایگزینی گاردریل با موانع بتنی (نیوجرسی) در محور آزاد راه قزوین زنجان نتایج زیر را در بر داشت:

- باعث کاهش ۹۶ درصدی تصادفات سر به سر شده است.
- در کاهش تعداد انواع تصادفات نیز تاثیر به سزایی داشته است. مطالعه کروکی تصادفات، ساعت تصادف و آب و هوا در لحظه تصادف، میزان تاثیرگذاری نیوجرسی در کاهش تصادفات را به صورت دقیق تبیین خواهد نمود.
- کاهش انواع تصادفات در محورهای داری حفاظ بتنی ممکن است به دلیل احساس امنیتی باشد که رانندگان در طول رانندگی در محورهای مجهز به نیوجرسی تجربه می کنند. این موضوع در تعدادی از مطالعات پیشین نیز مطرح شده بود. بررسی این مطلب می تواند موضوع یکی از تحقیقات بعدی باشد.

- نصب نیوجرسی اثر قابل ذکری بر تعداد درصد تصادفات جلو به عقب نداشته است که می تواند به دلایل انسانی، مانند عدم رعایت فاصله مجاز طولی یا به دلیل مسایل هندسی راه یا لغزدگی سطح مسیر یا به دلیل آب و هوای سرد منطقه باشد.
- انواع برخورد با شی ثابت، برخورد جلو به عقب و همچنین واژگونی همچنان دارای فراوانی در میان تصادفات منجر به جرح می باشند. دلایل این تعداد فراوانی باید با دقت بیشتری مورد مطالعه قرارگیرد.

مراجع

- The center of the Iran's road management (2023, December). https://141.ir/traffic_datas
- (WHO), W. H. (2023, December 13). Road traffic injuries. Retrieved from World Health Organization (WHO): <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- Ammini B, Shahradi SH (2013) Determination and evaluation of passenger car equivalent for two-lane two-way highways of Iran based on speed-difference and headway methods, Iran journal of transportation research, 9: 327-339.
- Brian, A., John, Coon, Reid, D., 2006. Reconstruction techniques for energy-absorbing guardrail end terminals. Accident Analysis and Prevention, 1-13. <https://doi.org/10.1016/jaap.2005.06.016>
- Chang, L. Y., & Mannering, F. (1999). Analysis of injury severity and vehicle occupancy in truck- and non-truck-involved accidents. Accident Analysis & Prevention, 31(5), 579-592.
- EN 1317-2. (2010). Road restraint systems, part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers including vehicle parapets.
- Faghihzade Firuzabadi, S. M., Amin, R., & Khodaii, A. (2023). Investigating Iran's suburban traffic safety index compared to Asian countries. Civil and Project, 5(3).
- Glennon, J. C., Neuman, T. R., & Leisch, J. E. (1983). SAFETY AND OPERATIONAL CONSIDERATIONS FOR DESIGN OF RURAL HIGHWAY CURVES. FINAL REPORT (No. FHWA-RD-83-035).
- Hosseini, J., Abdi Kordani, A., Zarei, M., & Saremi, N. (2022). Evaluation of the effect of roadside barrier type on lateral offsets in urban highways. Innovative infrastructure solutions, 7, 1-13.
- HCM. (2010). Parkway Capacity Manual fifth version. Transportation Research Board, Washington DC.
- Mansourkhaki, A., Kadkhodazadeh, K. (2006) Technical economic comparison of Guardrail and New Jersey in Iran. 3rd Conference on Asphalt and Asphalt Mixes In date 2006-11-14 by University of Tehran
- Mirzahosseini, H., Shahradi, S., Afandizadeh Zargari, S., & Motevalli Habibi, H. (2021). Determination of Passenger Car Equivalent for Heavy Vehicles in Iran in Comparison with Highway Capacity Manual 2016. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 1-11.
- Nassima, K., & Fattoum, K. (2022). Stability of extruded concrete for road safety barriers and effect of mineral admixtures on concrete behaviour. Journal of road safety, 33(2), 45-55.
- Roque, C., & Cardoso, J. L. (2013). Observations on the relationship between European standards for safety barrier impact severity and the degree of injury sustained. IATSS research, 37(1), 21-29.
- Federal Highway Administration, Manual on Uniform Traffic Control Devices, FHWA Publications,

Imai, M., Akagawa, T., Hayata, M., Gotoh, H., Itoshima, F., & Xing, J. (2023). Evaluation of Three Median Lane Dividers for Prevention of Head-on Collisions on Two-way Two-lane Expressways in Japan. *Prosiding KRTJ HPJI*, 16(1), 1-13.

Tabatabaei, S. A., Rahman, A., Khourani, H. (2012). Assessment of Road Safety Barriers and Their Effects on the Fatal Injuries Reduction in Iran. *Advanced Materials Research*, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.472-475.1469>.