



Research Article

Impact of Intercity Bus Fleet Age on Passenger Numbers and Out-of-City Road Casualties

Mahdi Rahbar^{1*}, Reza Amin², Ali Khodaii³

*1** - Master's student in Road and Transportation Engineering, AmirKabir University of Technology, Tehran, Iran

2 - M.Sc 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: 31 December 2023; Revised: 30 January 2024; Accepted: 04 June 2022; Published 06 February 2024

Abstract:

The main objective of this article is to examine the impact of the average age of intercity bus fleets on the number of passengers and road fatalities. To this end, data from the Road Maintenance and Transportation Organization of Iran and the Forensic Medicine Organization of Iran between the years 2018-2022 have been used. Transportation is one of the most important sectors in every country, and a considerable volume of transportation in our country takes place through roads. More than 80% of intercity travelers in the country are transported by intercity buses. Therefore, studying the factors affecting the quantity and quality of bus fleets is of particular importance. Unfortunately, in our country, due to various reasons such as sanctions, inflation, economic difficulties, lack of attracting investors, lack of attention by officials to planning and development, etc., the number of active buses has decreased and the average age of fleets has increased. In this research, data definition, study, and comparison have been used considering the subject of the research. The results show that with the increase in the average age of fleets, the average number of passengers has even decreased after the lifting of the COVID-19 restrictions and had a downward trend. Moreover, the risks and accidents of intercity travel and the increase in fatalities have increased with the aging of the fleets, and the shortage of bus tickets has become one of the problems, especially on special occasions. Proposed solutions to address this issue and reduce the average age of fleets, in the current conditions of the country, require more investment and attention, liberalization and assistance in importing new buses, and long-term support to domestic bus manufacturers to increase the quality and quantity of buses.

Keywords: Average age of fleet, intercity bus, road transport, intercity passengers

Cite this article as: Rahbar, M., Amin, R., & Khodaii, A. (1403). Impact of Intercity Bus Fleet Age on Passenger Numbers and Out-of-City Road Casualties. Civil and Project, 6(1), 11-23. <https://doi.org/10.22034/cpj.2024.433262.1247>

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.



نشریه عمران و پروژه

<http://www.cpjournals.com/>

بررسی تأثیر سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری بر تعداد مسافران و تلفات جاده‌ای برون شهری

مه‌دی رهبر^{۱*}، رضا امین^۲، علی خدایی^۳

۱* - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران راه و ترابری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۲ - کارشناس ارشد مهندسی عمران برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۳ - استاد تمام و عضو هیئت‌علمی دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۰ دی ۱۴۰۲؛ تاریخ بازنگری: ۱۰ بهمن ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۷ بهمن ۱۴۰۲؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۷ بهمن ۱۴۰۲

چکیده:

هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری بر تعداد مسافران و تلفات جاده‌ای برون شهری است. به این منظور از داده‌های سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای ایران و سازمان پزشکی قانونی ایران بین سال‌های ۱۳۹۷ - ۱۴۰۱ استفاده شده است. حمل‌ونقل از اساسی‌ترین و مهم‌ترین بخش‌های هر کشور است. حجم قابل توجهی از حمل‌ونقل در کشور ما از طریق جاده‌ها صورت می‌گیرد. بیش از ۸۰ درصد مسافران بین شهری در کشور به وسیله اتوبوس‌های بین شهری جابه‌جا می‌شوند. از این رو بررسی عوامل تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت ناوگان اتوبوسرانی اهمیت ویژه‌ای دارد. متأسفانه در کشور ما به دلایل متعددی مانند تحریم‌ها، تورم و مشکلات اقتصادی، عدم جذب سرمایه‌گذاران، عدم توجه مسئولین جهت برنامه‌ریزی و توسعه و... باعث کاهش تعداد اتوبوس‌های فعال و افزایش متوسط سن ناوگان شده است. در این تحقیق با توجه به موضوع آن از روش تعریف شاخص، مطالعه و مقایسه داده‌ها استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد با افزایش متوسط سن ناوگان، متوسط تعداد مسافران حتی پس از رفع محدودیت‌های همه‌گیری کرونا به سطح قبل بازنگشته است و روندی نزولی داشته است، همچنین خطرات و تصادفات برون شهری و افزایش تلفات با افزایش سن ناوگان افزایش یافته است و کمبود بلیت اتوبوس در اکثر روزها مخصوصاً ایام خاص از دیگر مشکلات ایجاد شده است. راه‌های پیشنهادی برای حل این مشکل و کاهش متوسط سن ناوگان، در شرایط کنونی کشور، نیازمند سرمایه‌گذاری و توجه بیشتر، آزادسازی و کمک به واردات اتوبوس‌های نو و در درازمدت کمک به شرکت‌های داخلی تولیدکننده اتوبوس جهت افزایش کیفیت و تعداد اتوبوس‌ها است.

کلمات کلیدی: متوسط سن ناوگان، اتوبوس بین شهری، حمل‌ونقل جاده‌ای، مسافران بین شهری

۱- مقدمه

با توجه به اینکه بخش حمل و نقل یکی از اساسی ترین قسمت های تأثیرگذار در اقتصاد و تحول و پیشرفت یک کشور است، می بایست نوسازی و پویایی و مجهز بودن ناوگان حمل و نقل به تجهیزات به روز مورد توجه سیاست گذاران کلان کشور قرار گیرد. با توجه به موضوع این مقاله که مربوط به اتوبوس های بین شهری است و با توجه به اینکه اتوبوس های بین شهری نقش مهمی در جابه جایی مسافری، مخصوصاً داخل کشور را ایفا می کنند، نوسازی و به روز بودن آنها از جهات بسیاری حائز اهمیت است. در کشور ما اتوبوس های بین شهری یکی از مناسب ترین گزینه ها برای سفر برای اکثریت مردم جامعه است. متأسفانه در سال های اخیر اتوبوس های بین شهری کشور به دلایل متعددی که در ادامه بررسی خواهد شد، سرمایه و تسهیلات لازم جهت نوسازی و حفظ عملکرد و کیفیت خود را دریافت نکرده است و در نتیجه امروزه با کمبود اتوبوس های بین شهری و فرسودگی و زرده خارج شدن بخش بزرگی از ناوگان اتوبوسرانی مواجه هستیم که سردرگمی مسافران و افت کیفیت سفرهای انجام شده با اتوبوس ها و افزایش مخاطرات انجام سفر با این نوع وسایل حمل و نقل همگانی را در پی داشته است.

طبق آمارهای سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای کشور (RMTO) بیش از ۸۰ درصد مسافری بین شهری بین سال های ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱ توسط ناوگان اتوبوس های بین شهری جابه جا شده اند.

بر اساس گزارش رئیس هیئت مدیره اتحادیه شرکت های تعاونی مسافری کشور، در طول دو سال اخیر تعداد اتوبوس های بین شهری کشور از ۱۵۵۰۰ دستگاه، به ۶۵۰۰ دستگاه کاهش پیدا کرده است. عوامل متعددی از جمله: تحریم ها، تورم و مشکلات اقتصادی، عدم جذب سرمایه گذاران، عدم توجه مسئولین جهت برنامه ریزی و توسعه باعث کاهش تعداد اتوبوس های فعال شده است.

بار عمده حمل و نقل همگانی مسافر بین شهرها بر دوش اتوبوس هاست که عمدتاً با موتورهای دیزلی کار می کنند. این اتوبوس ها در پایانه های اتوبوس بین شهری جمع می شوند و تمرکز ترافیک اتوبوس در این پایانه ها منجر به آلودگی موضعی قابل توجه هوا می شود. ترمینال ها در واقع یکی از منابع اصلی آلودگی هوا در مقیاس شهر هستند. موتورهای دیزلی ترکیب خطرناکی از آلاینده های گازی و ذرات را تولید می کنند (کیو^۱ و همکاران، ۲۰۱۶).

مشکل استراتژیک نوسازی ناوگان را برای برآوردن نیازهای عملیاتی آینده تحت شرایط نامشخص مدل سازی و حل می کنیم. مشکل نوسازی ناوگان عمدتاً بر تصمیمات استراتژیک مربوط به اندازه ناوگان، ترکیب ناوگان و زمان جایگزینی متمرکز است، با این حال، در نظر گرفتن جزئیات قابل توجهی در مورد تصمیمات کوتاه مدت برای جلوگیری از استراتژی های ضعیف یا غیر قابل اجرا ضروری است (توران^۲ و همکاران، ۲۰۲۰).

اتوبوس های بین شهری ثابت کرده اند که یک روش حمل و نقل همگانی پایدار هستند که تقاضای سفرهای طولانی بین شهرها یا مناطق شهری را برآورده می کند (ولدآمانوئل^۳ و همکاران، ۲۰۱۲).

به عنوان بخشی از شبکه حمل و نقل همگانی، اتوبوس های بین شهری به دلیل قابلیت اقتصادی، سازگاری با محیط زیست و مقبولیت اجتماعی به پایداری کلی سیستم حمل و نقل همگانی کمک می کنند (ون^۴ و همکاران، ۲۰۰۵).

در اهمیت حمل و نقل وسایل نقلیه موتوری تجاری در سطح بین المللی، ادبیات بسیاری بر بهبود درک ما از عواملی که بر وقوع و شدت تصادف وسایل نقلیه تجاری تأثیر می گذارند متمرکز شده اند. با این حال، سن خودرو، یک عامل مهم در عمل، تا حد زیادی نادیده گرفته شده است (کریستوفر^۵ و همکاران، ۲۰۱۰).

^۱ Zhaowen Qiu
^۲ Turan
^۳ Woldeamanuel
^۴ Wen et al
^۵ Z. D. Christoforou

تصادفات همواره یکی از چالش‌های حمل‌ونقل بوده است که سالانه به‌اندازه ۳ درصد از تولید خالص ملی کشورها هزینه دارد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از دوچرخه و موتور نسبت به خودروی شخصی با احتمال بیشتری منجر به تصادف می‌شود، در حالی که استفاده از اتوبوس و تاکسی با احتمال کمتری همراه است (امید و همکاران، ۲۰۲۳).

بر اساس یافته‌های مطالعه تقریباً در کمتر از یک کیلومتر در جاده‌های ایران یک حادثه رانندگی منجر به فوت یا جرح اتفاق می‌افتد. در دوره مورد مطالعه از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ تعداد ۶۶۳۰۳ نفر در اثر حوادث رانندگی جان باختند. بر اساس یافته‌ها مطالعه ۵۴ درصد تصادفات در نیمه اول سال و ۴۶ درصد در نیمه دوم سال اتفاق افتاده است (خدای و همکاران، ۲۰۲۳). اتوبوس یکی از قدیمی‌ترین وسایل نقلیه همگانی است. ایمنی این وسایل، از چالش‌های اصلی هر سیستم حمل‌ونقل همگانی است. بر اساس نتایج حاصله، در معابر درون‌شهری و برون‌شهری افزایش سابقه رانندگی کاهش شدت تصادف را به دنبال داشته است. در حالی که در معابر درون‌شهری عواملی چون وقوع تصادف در شب، سن بالای ۶۰ سال راننده، تصادف با عابر یا چند وسیله، سرعت غیرمجاز، عبور از چراغ قرمز، با افزایش شدت تصادفات اتوبوس‌ها همراه بوده است (راضی اردکانی و احدی، ۲۰۱۴).

تصادفات وسایل نقلیه در جاده یکی از مسائل حادثه بار و مهم در جاده‌های امروزی هستند. این حوادث بخشی از روزمره زندگی در شهرها و مناطق روستایی شده‌اند و به دلیل تأثیر بالای آنها بر زندگی انسان‌ها، بحران‌هایی را ایجاد کرده‌اند. تصادفات جاده‌ای می‌توانند علت ازدست‌رفتن جان افراد، صدمات جسمی و روحی، خسارت‌های مالی و اقتصادی و به تعویق انداختن ترافیک باشند (نعمتی و همکاران، ۲۰۲۳).

اهمیت نوسازی ناوگان اتوبوسرانی درون‌شهری یا برون‌شهری از منظر زیست‌محیطی غیرقابل انکار است. وسایل نقلیه با پیشرانه جایگزین می‌توانند اثرات منفی ترافیک جاده‌ها را بر محیط‌زیست کاهش دهند؛ بنابراین، نوسازی ناوگان اتوبوسرانی بسیار مهم است؛ چون می‌تواند تا حد قابل توجهی بر محیط‌زیست شهرها تأثیرگذار باشد (ناپ و دوکلیک، ۲۰۲۳).

ایمنی جاده‌ها همواره مسئله‌ای مهم و جذاب برای محققین بوده است. یکی از جنبه‌های مورد توجه در این زمینه، تصادفات جاده‌ای است. از آن جایی که تصادفات، منجر به مرگ یا از کارافتادگی دائمی می‌شوند و همچنین هزینه‌های بالایی برای افراد و جامعه به بار می‌آورد یک مشکل اقتصادی نیز شمرده می‌شود. برای کاهش شدت تصادفات در ایران نیاز است تا وضعیت زیر ساختی بهبود یابد، به رفتار رانندگان توجه شود، از فناوری و تکنولوژی کمک گرفته شود و قوانین و مقررات به طور صحیح و کامل اجرا شود (نجفلی و همکاران، ۲۰۲۳).

۲- بیان مسئله و پیشینه تحقیق

بیشتر تحقیقات انجام شده در موضوع نوسازی و سن ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری، به بررسی آلودگی‌های ایجاد شده توسط این ناوگان پرداخته‌اند. تأثیر مستقیم سن ناوگان بر تعداد مسافران و تصادفات ناشی از فرسودگی مورد بررسی کافی قرار نگرفته است. با توجه به موضوع این تحقیق که تأثیر سن ناوگان اتوبوس‌ها بر تعداد و کیفیت و امنیت سفرهای بین‌شهری است، یکی از سؤالات مهم این است که «آیا نوسازی و به‌روز بودن اتوبوس‌ها تأثیر قابل توجهی بر تعداد مسافران جذب شده به این ناوگان و ایمنی سفرشان دارد؟»

۲-۱- پیشینه تحقیق

در این قسمت به بررسی مطالعات انجام شده در داخل کشور و سایر کشورها پرداخته خواهد شد و نتایج آنها در ادامه مورد تحلیل و ارزیابی قرار خواهد گرفت.

۲-۲- مطالعات داخلی

خدادادکاشی و همکاران (۲۰۱۸)، در ارزیابی تأثیر نوسازی ناوگان بر بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل ایران، از مدل رشد مبتنی بر پیشرفت فنی تبلور یافته در موجودی سرمایه طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۳ استفاده کرده‌اند. آنها با استفاده از نتایج ضرایب موجودی سرمایه و نیروی کار نشان دادند، بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در بخش ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای وجود دارد. همچنین دریافتند که سرمایه‌گذاری جدید و نوسازی با پیشرفت فنی به گونه‌ای افزایش یافته است که سن متوسط ناوگان را کاهش داده و منجر به افزایش نرخ رشد سرمایه کیفی و بهره‌وری شده است، بنابراین ارتباط مستقیم بین نوسازی ناوگان و بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران را اثبات کردند. همچنین پیشنهاد کردند از تجهیزات با فناوری برتر و جایگزینی ناوگان جاده‌ای با تجهیزات جدید و پیشرفته استفاده شود.

آقاپور و معین‌الدینی (۲۰۲۱)، در بررسی اثربخشی سناریوهای جایگزینی ناوگان اتوبوس، در کاهش آلودگی هوای شهر کرج با توجه به ابعاد اقتصادی و محیط زیستی آن، دسته‌بندی اتوبوس واحد بر اساس پارامترهایی مانند: سیستم‌های مختلف، سال تولید، استاندارد آلاینده‌ها، نوع سوخت مصرفی و کلاس خودرو در سال ۱۳۹۸ را انجام دادند. آنها با طراحی دو سناریو کاهش آلاینده‌های معیار، جایگزینی ناوگان فرسوده به ناوگان هیبریدی، دوگانه‌سوز و با سوخت مصرفی، دارای استاندارد آلاینده‌ها، پرور ۴، پرداختند. آنها در این مطالعه اطلاعات ناوگان اتوبوس واحد را با استفاده از مطالعه دوربین‌های نظارتی سطح شهر کرج برای تعیین تعداد، اندازه و نوع وسیله نقلیه و با همکاری معاونت حمل‌ونقل بار و مسافر شهرداری کرج و پلیس راهور به دست آوردند. با استفاده از مدل IVE^۶، به تفکیک دسته‌بندی‌های وسایل نقلیه به‌ازای سه نوع معبر شریانی درجه ۱، بزرگراهی و آزادراهی، با شیب‌های صفر و ± 2 درصد اقتباس و سطح آلاینده‌های CO، SOx، NOx، و ذرات معلق را بررسی کردند. نتایج نهایی به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که میزان اثربخشی سناریوهای جایگزینی ناوگان فرسوده در کاهش انتشار آلاینده‌های هوا، ۴۰ تا ۸۰ بوده است.

رمضانی و شبانخو (۲۰۱۳)، جهت مدیریت کاهش آسیب‌های محیط زیستی پایانه‌های مسافربری (پایانه مسافربری غرب تهران)، از روش ابزارهای مطالعه کتابخانه‌ای، پرسش‌نامه، مشاهده میدانی و مصاحبه از رابطه کوکران^۷ و نرم‌افزار SPSS^۸ و آزمون (OWT)^۹ به بررسی داده‌های پرداختند. همچنین برای سنجش میزان اثر شاخص‌های پایه روش تحلیلی سلسله‌مراتبی AHP^{۱۰} استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داده است پایانه‌های مسافربری برون‌شهری از نظر مدل تحلیلی دارای شرایط مناسب نیستند، در نتیجه جهت جانمایی پایانه‌ها، پیشنهاد کردند با بررسی عواملی مانند میزان سفرهای برون‌شهری، عوامل طبیعی، دسترسی مناسب به شریان‌های خروجی اصلی و سازگاری با کاربری‌های هم‌جوار تصمیم گرفته شود.

۲-۳- مطالعات بین‌المللی

^۶ International Vehicle Emissions Model

^۷ CoChran

^۸ Statistical Package for the Social Science

^۹ One Way Test

^{۱۰} Analytical Hierarchy process

توروک^{۱۱} (۲۰۲۰)، جهت بررسی ارتباط بین تلفات تصادفات جاده‌ای و سن وسیله نقلیه، با این فرض که سن وسایل نقلیه و پیشرفت‌ها در طراحی ایمنی آنها مرتبط است، ویژگی‌های بخش جاده و نوع تصادف جاده‌ای را بر سن خودرو در زمان حادثه را بررسی کرد. او جهت بررسی ارتباط موارد فوق از یک مدل رگرسیون لجستیک چندجمله‌ای^{۱۲} (MML)^{۱۳} استفاده کرد. باتوجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق او دریافت که سن وسیله نقلیه در وقوع تصادفات نقش مهم دارد. لکیور^{۱۴} و چوینارد^{۱۵} (۲۰۰۶)، در بررسی تأثیر سن خودرو و واردات خودروهای ۱۵ سال به بالا بر تعداد تلفات، جراحات جدی

و

تصادفات در کانادا، ادعا داشتند که به طور متوسط سالانه ۲۴ درصد به تعداد خودروهای وارد شده بالای ۱۵ سال به کانادا افزایش می‌یابد، این خودروها در میزان مرگومیر و جراحات و تصادفات جاده‌ای کانادا به شدت تأثیرگذار هستند به طوری که نرخ فوتی‌های خودروهای با سن بیش از ۱۵ سال و قدیمی‌تر تقریباً ۳ برابر خودروهای با سن ۳ تا ۵ سال هست. آنها برای این تحقیق از روش سلسله‌مراتبی استفاده کردند و در تصادفات تأثیر عواملی مانند: مواد مخدر، عملکرد راننده، وضعیت گواهینامه رانندگان، استفاده از کمربند، سن خودرو، سن رانندگان را بررسی کردند.

لاو^{۱۶} و همکاران (۲۰۱۷)، در تحقیقی با موضوع توسعه شاخص عملکرد ایمنی برای اتوبوس‌های بین‌شهری: رویکرد تحلیل عاملی اکتشافی به بررسی ایمنی اتوبوس‌های بین‌شهری مالزی در تصادفات و خطرات ایجاد شده برای مسافران و رانندگان پرداختند. هدف آنها از این مطالعه ایجاد یک شاخص عملکرد ایمنی برای هر حوزه ریسک برای اندازه‌گیری و مقایسه ایمنی اتوبوس‌های برون‌شهری از نظر عوامل خطر است. حوزه‌های خطر در نظر گرفته شده در این تحقیق شرایط محیطی جاده، رفتارهای رانندگی راننده اتوبوس و شرایط ایمنی اتوبوس بودند. در این تحقیق از روش تحلیل عاملی اکتشافی (EFA)^{۱۷} برای جمع‌بندی شاخص‌های خطر استفاده شد و سپس برای تعیین اینکه کدام شاخص‌های عملکرد ایمنی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند، از آزمون t^{۱۸} نمونه زوجی استفاده شده است. نتایج این تحقیق باتوجه به سه عامل خطر: شرایط محیطی جاده، رفتارهای رانندگی راننده اتوبوس و شرایط ایمنی اتوبوس، این است که شرکت‌های اتوبوس بین‌شهری مختلف عملکرد ایمنی ترکیبی را در حوزه‌های مختلف خطر نشان دادند؛ بنابراین، پیشنهاد شد برنامه‌های هدفمند ایمنی جاده‌ای را برای هر شرکت اتوبوسرانی بین‌شهری برای رفع مشکلات ایمنی اتوبوس‌های درون‌شهری توسعه داده شود.

^{۱۱} ÁRPÁD TÖRÖK

^{۱۲} Multinomial logistic regression model

^{۱۳} Maximum Marginal Likelihood

^{۱۴} Jean-François Lécuyer

^{۱۵} Aline Chouinard

^{۱۶} Teik Hua Law

^{۱۷} Exploratory Factor Analysis

^{۱۸} t-test

جدول ۱ - خلاصه مرور ادبیات

مطالعات	عوامل مؤثر بر موضوع مورد مطالعه	روش تحقیق
خدادادکاشی و همکاران (۲۰۱۸)	نرخ پیشرفت فنی تبلور یافته، رشد بخش حمل و نقل، سن ناوگان حمل و نقل، سرمایه گذاری در تجهیزات با فناوری برتر،	مدل رشد مبتنی بر پیشرفت فنی تبلور یافته در موجودی سرمایه
آقاپور و معین الدینی (۲۰۲۱)	سن ناوگان، استاندارد آلاینده‌گی، نوع سوخت مصرفی، ضرایب انتشار آلاینده‌گی	مدل IVE
رمضانی و شبانجو (۲۰۱۳)	سن ناوگان، جایابی پایانه‌ها، حس مسئولیت‌پذیری رانندگان، تراکم جمعیتی	روش ابزارهای مطالعه کتابخانه‌ای، پرسش‌نامه، مشاهده میدانی و مصاحبه
توروک (۲۰۱۹)	تلفات جاده‌ای، سن وسایل نقلیه، برند خودروها،	مدل رگرسیون لجستیک چندجمله‌ای (MML)
لکیور و چوینارد (۲۰۰۶)	سن خودروها، قوانین واردات خودروهای بالای ۱۵ سال، مواد مخدر، سن رانندگان، استفاده از کمربند، عملکرد رانندگان	روش سلسه‌مراتبی
لاو و همکاران (۲۰۱۷)	شرایط محیطی جاده، رفتارهای رانندگان اتوبوس، شرایط ایمنی اتوبوس	روش تحلیل عاملی اکتشافی (EFA)

۳- روش تحقیق

بررسی تأثیر متقابل سن ناوگان و مسافران جذب و جابه‌جا شده و امنیت و تصادفات به دلیل محدودیت‌های موجود در داده‌ها و نواقص موجود در آن‌ها کاری دشوار است. باتوجه به اینکه در سال‌های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ تقریباً به مدت دو سال درگیر همه‌گیری کرونا^{۱۹} بوده‌ایم و به دلیل عدم تفکیک بین تأثیر مستقیم این همه‌گیری و سن و فرسودگی ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری و تعداد مسافران، وجود خطا در بعضی شاخص‌های این تحقیق محتمل بوده است. برای بررسی تأثیر عوامل ذکر شده، پنج شاخص مختلف تعریف کرده‌ایم. اولین شاخص، شاخص مقایسه‌ای تعداد مسافر و سن ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری است. این شاخص مقایسه روند تعداد کل مسافری جابه‌جا شده کشور و متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری را در طول سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. داده‌های این شاخص از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای به دست آمده است. دومین شاخص، شاخص مقایسه‌ای تعداد متوفیان تصادفات برون‌شهری و سن ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری است. این شاخص

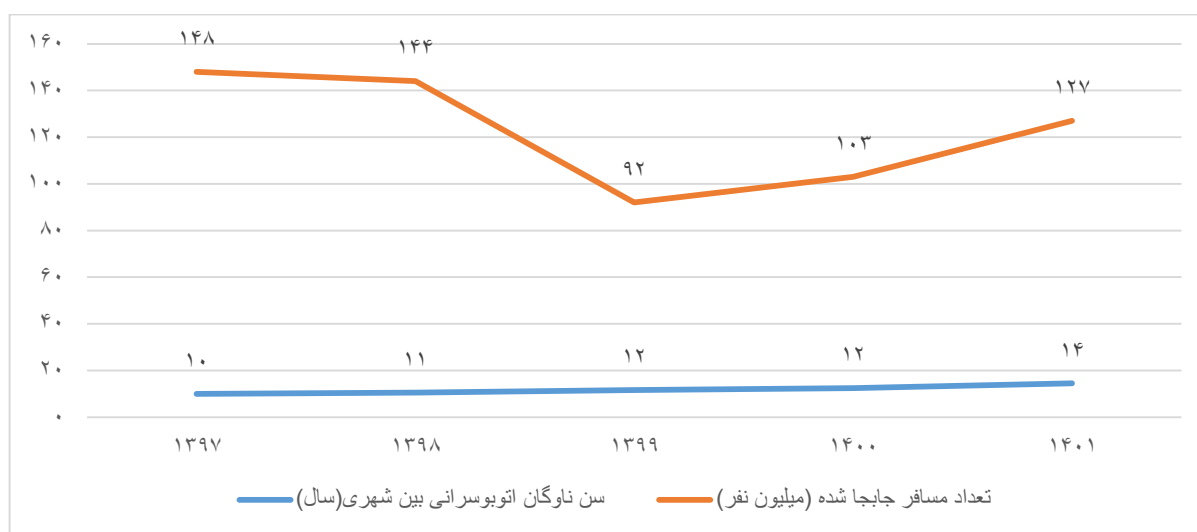
^{۱۹} Coronavirus

مقایسه روند تعداد متوفیان و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری را در طول سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. داده‌های این شاخص از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و سازمان پزشکی قانونی به دست آمده است. سومین شاخص، شاخص مقایسه‌ای متوسط تعداد مسافری اتوبوس در هر سفر و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری است. این شاخص روند متوسط تعداد مسافری داخل هر اتوبوس را به روند سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری را در طول سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. داده‌های این شاخص از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای به دست آمده است. چهارمین شاخص، شاخص مقایسه‌ای متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری است. این شاخص مقایسه روند بین متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر را در طول سال‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. داده‌های این شاخص از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای به دست آمده است. پنجمین شاخص، شاخص نسبی متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر به سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری است. این شاخص روند نسبی مسافت طی شده ناوگان و سن ناوگان را نشان می‌دهد. داده‌های این شاخص از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای به دست آمده است. ششمین شاخص، شاخص نسبی تعداد اتوبوس‌ها به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری است. این شاخص روند نسبی تعداد اتوبوس‌ها به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری را نشان می‌دهد. داده‌های این شاخص از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای به دست آمده است.

۴- نتایج

۴-۱- شاخص مقایسه‌ای تعداد مسافر و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

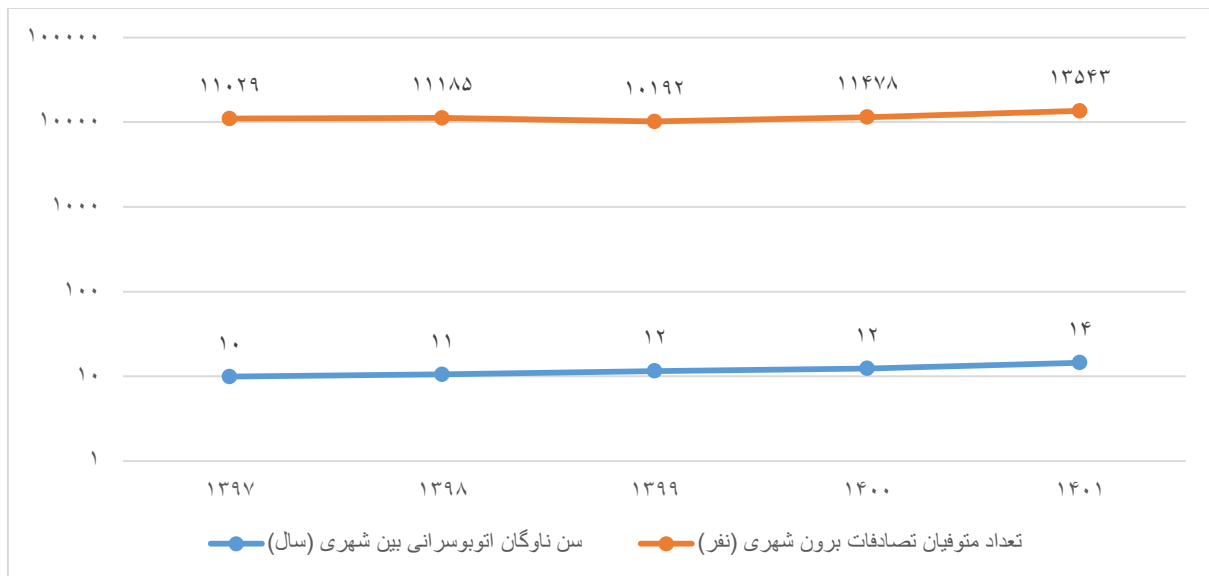
باتوجه به نمودار مقایسه‌ای این شاخص، تأثیر بیماری کرونا در کاهش شدید تعداد مسافر در سال‌های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ کاملاً مشهود است. علاوه بر تأثیر این همه‌گیری، با افزایش متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری، حتی با پایان همه‌گیری تعداد مسافر کمتر شده است.



شکل ۱: تعداد مسافران جابه‌جا شده (میلیون نفر) و متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری (سال)

۲-۴- شاخص مقایسه‌ای تعداد متوفیان تصادفات برون شهری و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

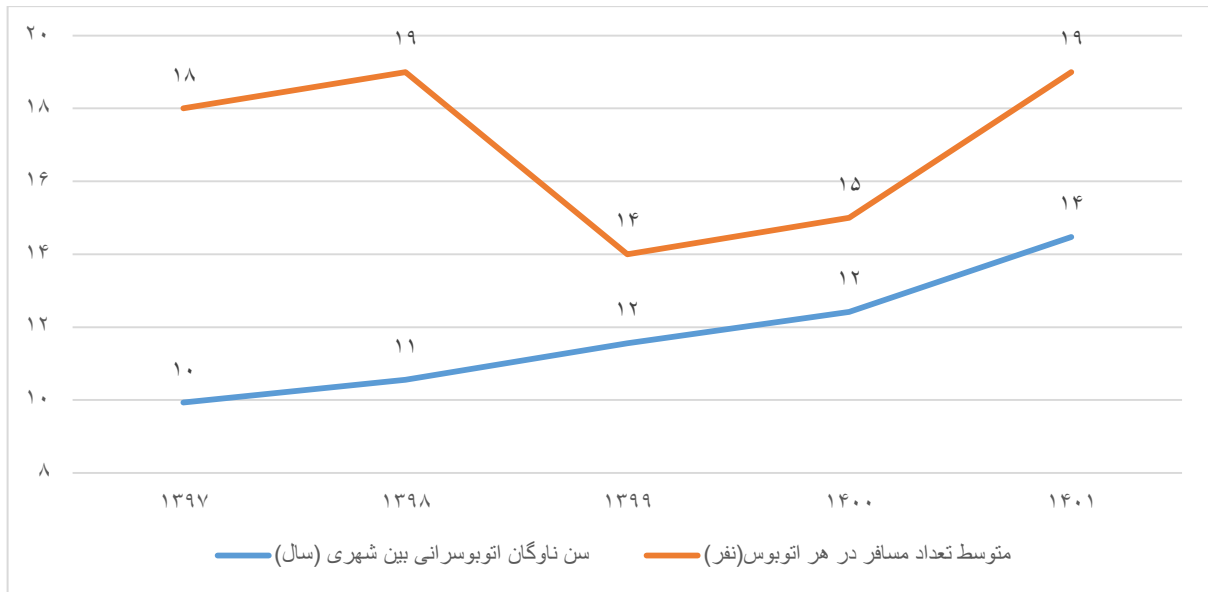
باتوجه به نمودار این شاخص مقایسه‌ای، مشخص است با وجود همه‌گیری کرونا در سال‌های ۱۳۹۸-۱۴۰۰، با افزایش متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری، تعداد متوفیان تصادفات برون شهری هم‌افزایش می‌یابد. البته باید به این نکته توجه کرد که آمار تعداد متوفیان برون شهری به تفکیک برای اتوبوس‌های بین شهری موجود نیست، اما باتوجه به اینکه بیش از ۸۰ درصد مسافری بین شهری توسط اتوبوس جابه‌جا می‌شوند، از این آمار جهت بررسی موضوع این تحقیق استفاده شده است.



شکل ۲: تعداد متوفیان تصادفات برون شهری (نفر) و متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری (سال)

۳-۴- شاخص مقایسه‌ای متوسط تعداد مسافری اتوبوس در هر سفر و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

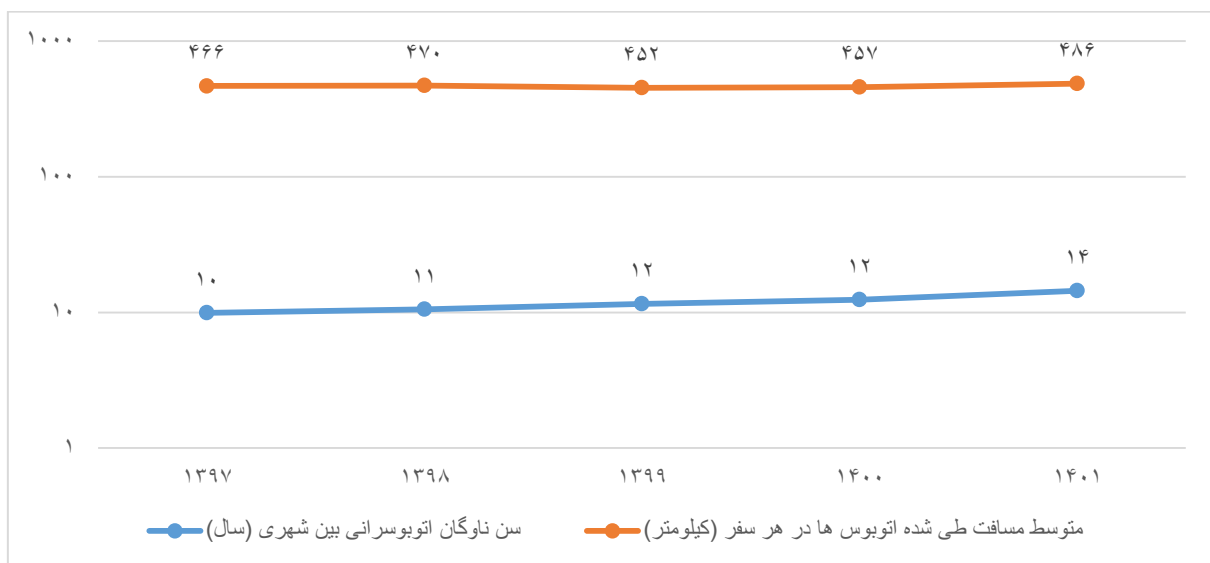
باتوجه به نمودار این شاخص مقایسه‌ای، مشخص است که تقریباً بلافاصله بعد از رفع محدودیت‌های همه‌گیری کرونا، متوسط تعداد مسافری اتوبوس در هر سفر به عدد سال‌های قبل از همه‌گیری بازگشته است. این مورد نشان‌دهنده آن است که هم زمان با افزایش سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری تعداد اتوبوس‌های بین شهری فعال کم شده است و بعضی از اتوبوس‌ها از چرخه خدمت خارج شده‌اند و مسافری بدون توجه به امنیت و کیفیت سفر با اتوبوس‌های فرسوده، صرفاً به دنبال رفع نیاز خود برای جابه‌جایی بوده‌اند.



شکل ۳: متوسط تعداد مسافر اتوبوس در هر سفر (نفر) و متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری (سال)

۴-۴ شاخص مقایسه‌ای متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر و سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

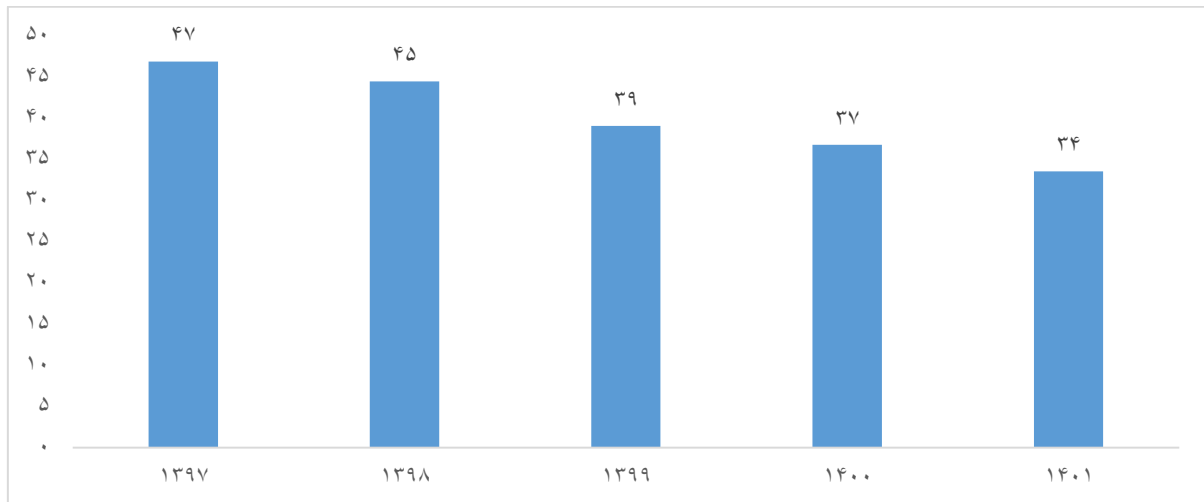
باتوجه به نمودار این شاخص مقایسه‌ای، با افزایش سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری، متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر افزایش داشته است. این افزایش به دلیل آن است که با فرسوده شدن و خارج شدن اتوبوس‌ها از چرخه خدمت‌رسانی و کاهش تعداد اتوبوس‌های فعال، اتوبوس‌ها مقاصد دورتری را انتخاب می‌کنند، چون با این روش می‌توانند مقاصد بین‌راهی را هم پوشش دهند و تا حدودی بتوانند کمبود تعداد اتوبوس را رفع کنند. علاوه بر این مورد، با انتخاب چندین مقصد بین‌راهی تقریباً تمام صندلی‌های اتوبوس پر است و از نظر اقتصادی هم به نفع رانندگان فعال و شرکت‌های حمل‌ونقل مسافر است. البته با کم شدن تعداد اتوبوس‌های فعال، نیاز به رانندگان هم کمتر می‌شود.



شکل ۴: متوسط مسافت طی شده اتوبوس‌ها در هر سفر (کیلومتر) و متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری (سال)

۴-۵- شاخص نسبی متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

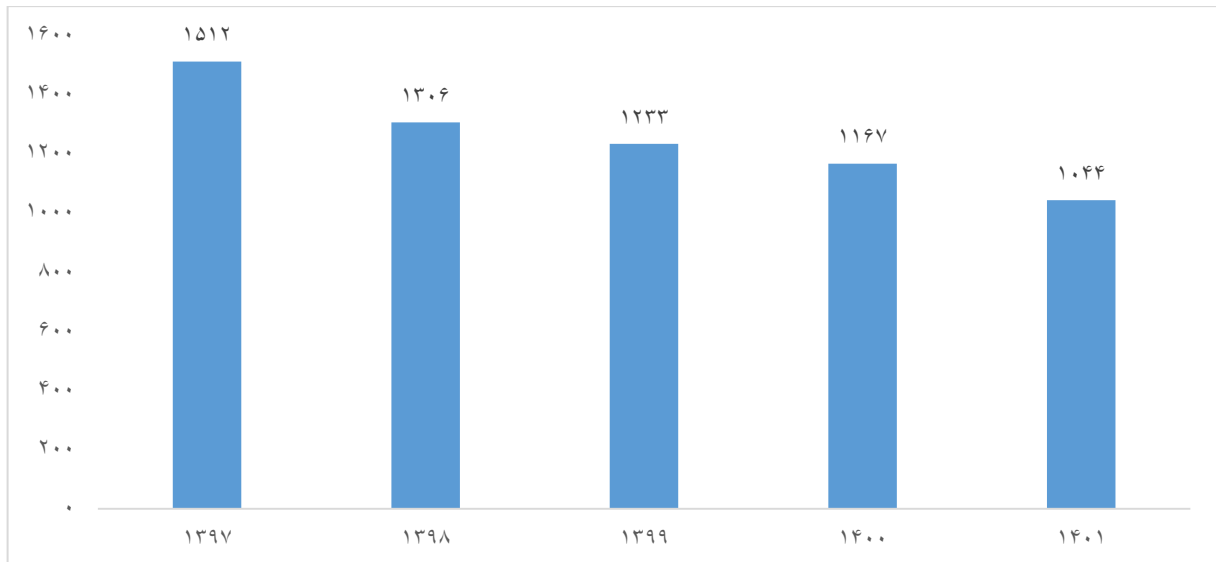
باتوجه به نمودار این شاخص نسبی، مشاهده می‌شود با افزایش سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری و افزایش متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر، این شاخص در دوره مورد مطالعه همواره در حال کاهش است. این کاهش نشان‌دهنده آن است که هم‌زمان با افزایش سن ناوگان، مسافت طی شده هم‌افزایش یافته است. کاهش هرچه بیشتر این شاخص نشان‌دهنده افزایش خطر تصادف و کاهش سطح کیفیت و ایمنی اتوبوس‌ها است، زیرا با فرسوده‌تر شدن اتوبوس‌ها، مسافت طی شده آن‌ها در جاده‌ها افزایش یافته است.



شکل ۵: نسبت متوسط مسافت طی شده اتوبوس در هر سفر به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

۴-۶- شاخص نسبی تعداد اتوبوس‌ها به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

باتوجه به نمودار این شاخص نسبی و باتوجه به محدودیت‌ها در مورد داده‌های موجود و همچنین وجود تناقض بین آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و اظهارات رئیس هیئت‌مدیره اتحادیه شرکت‌های تعاونی مسافری کشور که از کاهش بسیار جدی تعداد اتوبوس‌های بین شهری اطلاع داده‌اند، و عدم تفکیک دقیق و مشخص بین اتوبوس‌های بین شهری و اتوبوس‌های حمل‌ونقل همگانی، جهت دستیابی به نتیجه قابل تفسیر و قابل استفاده، آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. این شاخص باتوجه به اینکه طبق آمارهای سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، کاهش شدید در دوره مورد بررسی را نشان نمی‌دهند و تقریباً تعداد اتوبوس‌ها را در سال ۱۳۹۷ و ۱۴۰۱ را برابر نشان می‌دهند، با افزایش متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری همواره در حال کاهش است. کاهش هرچه بیشتر این شاخص نشان‌دهنده افزایش خطر تصادفات و افت کیفیت و راحتی سفر برای مسافران است.



شکل ۶: نسبت تعداد اتوبوس‌ها به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین شهری

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

بخش حمل‌ونقل یکی از کلیدی‌ترین و استراتژیک‌ترین قسمت‌های هر کشور هست. در کشور ما بخش عظیمی از جابه‌جایی‌ها روی جاده‌ها انجام می‌شود. بیش از ۸۰ درصد کل مسافران بین‌شهری توسط ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری جابه‌جا می‌شوند، پس توجه به نوسازی و سرمایه‌گذاری در این بخش بسیار مهم و حیاتی است. در این تحقیق به متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری و تأثیر آن بر تعداد مسافران و خطراتی مثل تصادفات و تلفات برون‌شهری پرداخته شد. با توجه به شاخص‌هایی که تعریف شد و بررسی‌های صورت‌گرفته، متوسط سن ناوگان اتوبوسرانی بین‌شهری کشور به شدت روبه‌افزایش است و با استانداردهای جهانی که ۵ سال تا ۱۰ سال حداکثر سن اتوبوس‌ها را اعلام کرده‌اند، هر ساله فاصله بیشتری ایجاد می‌شود. در این تحقیق مشاهده شد که افزایش سن ناوگان و خارج‌شدن آن‌ها از چرخه خدمت مشکلاتی اساسی هم از نظر امنیت و هم از نظر کمیت مسافران ایجاد کرده است. عوامل متعددی مانند تحریم‌ها، شرایط اقتصادی، عدم سرمایه‌گذاری، عدم وجود برنامه مشخص و منسجم و... باعث این امر شده است. پیشنهاد می‌شود، در مرحله اول اسقاط اتوبوس‌های فرسوده سرعت بگیرد و هم‌زمان سرمایه‌گذاری جهت خرید یا تولید اتوبوس‌ها تسریع گردد و عوامل اقتصادی مانند سود مناسب و قابل‌توجیه برای رانندگان و شرکت‌های حمل‌ونقل مسافری ایجاد گردد. آزادسازی و کمک به واردات اتوبوس‌های نو در کوتاه‌مدت و کمک به شرکت‌های داخلی تولیدکننده اتوبوس جهت افزایش کیفیت و تعداد اتوبوس‌ها در درازمدت انجام شود. در این تحقیق تأثیر متوسط سن اتوبوس‌ها بر اقتصاد و کیفیت و رضایت مسافران بررسی صورت‌نگرفته است و شایسته است در آینده در این زمینه‌ها تحقیق صورت گیرد.

مراجع

Aghapour, N., & Moindini, M. (2023). Evaluating the effectiveness of bus fleet replacement scenarios in reducing air pollution in Karaj city. *Environmental Science and Technology*, 25(4), 79-90. Persian

Christoforou, Z. D., Karlaftis, M. G., & Yannis, G. (2010, March). Heavy vehicle age and road safety. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport* (Vol. 163, No. 1, pp. 41-48). Thomas Telford Ltd.

- Chang, Y. H., & Yeh, C. H. (2017). Corporate social responsibility and customer loyalty in intercity bus services. *Transport policy*, 59, 38-45.
- Gnap, J., & Dočkalik, M. (2023). RENEWAL OF BUSES AND REGISTRATION OF NEW BUSES IN THE SLOVAK REPUBLIC AND THE CZECH REPUBLIC. *Journal of Applied Engineering Science*, 21(1), 116-126.
- Khodadadkashi, F., Noorani Azad, S. & Ganbari, B. (2017). The effect of fleet renewal on the productivity of Iran's road transport industry. *Economic Modeling Quarterly (year 12, number 2 (consecutive 42) summer 2017*, 137-160). Persian
- Khedri, E., Amin, R., & Khodaei, A. (2023). Mortality trend due to traffic accident in Iran in Years 2018-2021. *Civil and Project*, 5(4).
- Lécuyer, J. F., & Chouinard, A. (2006, June). Study on the effect of vehicle age and the importation of vehicles 15 years and older on the number of fatalities, serious injuries and collisions in Canada. In *Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XVI* (Vol. 11).
- Law, T. H., Daud, M. S., Hamid, H., & Haron, N. A. (2017). Development of safety performance index for intercity buses: An exploratory factor analysis approach. *Transport policy*, 58, 46-52.
- Nemati, S. A., Amin, R., & Khodaii, A. (2023). Analysis and Prediction of Road Accident Severity Using Binary Logit Model: A Case Study of Road Traffic Accident Data in Canada 2019. *Civil and Project*, 5(6), 45-57.
- Najafli, M., Khodaii, A. & Amin, R., (2023). investigation of the factors affecting the severity of accidents in Iran's extra-urban roads and its comparison with European Union countries, *Volume 51, Paya Shahr Magazine*.
- Omid, A. F., Amin, R., & Khodaii, A. (2023). Assessment of The Impact of Vehicle Type on the Probability of Accidents in Road Transportation Using the Multinomial Logit Model. *Civil and Project*, 5(3), 11-23.
- Qiu, Z., Li, X., Hao, Y., Deng, S., & Gao, H. O. (2016). Emission inventory estimation of an intercity bus terminal. *Environmental monitoring and assessment*, 188, 1-10.
- Ramezani, A., & Shabankho, A. (2013). Managing the reduction of environmental damage in passenger terminals (case study - West Tehran passenger terminal). *Man and Environment*, 11 (No. 3 (26-37)) , 38-61. Persian
- Razi Ardakani, H., & Ahadi, M. (2014). Modeling and analyzing the intensity of accidents of inner and outer city buses. *Modeling in Engineering*, 12(38), 59-74. Persian
- Török, Á. (2020). A novel approach in evaluating the impact of vehicle age on road safety. *Promet-Traffic&Transportation*, 32(6), 789-796.
- Turan, H. H., Elsawah, S., & Ryan, M. J. (2020). A long-term fleet renewal problem under uncertainty: A simulation-based optimization approach. *Expert Systems with Applications*, 145, 113158.
- Woldeamanuel, M. (2012). Evaluating the competitiveness of intercity buses in terms of sustainability indicators. *Journal of public transportation*, 15(3), 77-96.
- Wen, C. H., Lan, L. W., & Cheng, H. L. (2005). Structural equation modeling to determine passenger loyalty toward intercity bus services. *Transportation Research Record*, 1927(1), 249-255.