



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان چاپ: ۱۴۰۲/۰۵/۲۰

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

بررسی عوامل موثر بر شدت تصادفات در جاده‌های برون‌شهری ایران و مقایسه آن با کشورهای اتحادیه اروپا

محمدامین نجفلی^۱، علی خدایی^۲، رضا امین^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی حمل‌ونقل، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۲- استاد تمام، عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد مهندسی حمل‌ونقل، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

manajafli@aut.ac.ir

چکیده

در جهان سالانه افراد زیادی دچار مرگ یا آسیب به واسطه حوادث جاده‌ای می‌شوند. این آمار برای کشورهای در حال توسعه بسیار بحرانی‌تر است. از همین رو شاهد مطالعات بسیاری بر روی عوامل موثر بر شدت تصادفات در اقصی نقاط جهان هستیم. در ایران نیز مطالعات آماری قابل توجهی در این زمینه انجام شده است که در نهایت عوامل موثر بر شدت تصادفات را در سه دسته محیط فیزیکی، وسیله نقلیه و کاربر بررسی و تجزیه و تحلیل کرده‌اند. با این حال همچنان شاهد شکاف عمیق بین سطح ایمنی جاده در ایران و سایر کشورهای توسعه یافته از جمله کشورهای اتحادیه اروپا هستیم. در این تحقیق سعی شد به کمک تعریف شاخص‌های آماری، مقایسه‌ای بین تصادفات ایران و کشورهای اتحادیه اروپا و همچنین مطالعات صورت گرفته داخلی با خارجی انجام شود تا بتوان به کشف خلغ‌های موجود دست یافت و چشم‌اندازی برای کارهای آینده ترسیم کرد. شاخص‌های تعریف شده در این مطالعه عبارت‌اند از تعداد تصادفات در هر یک میلیون نفر جمعیت، تعداد تصادفات بر حسب ده هزار وسیله نقلیه، تعداد تلفات به یک کیلومتر از طول راه، درصد از دست رفته تولید ناخالص ملی در تصادفات جاده‌ای و درصد تلفات جاده‌های برون‌شهری به کل تلفات. در نهایت مشاهده شد که ایران در ۴ شاخص اول وضعیت بسیار نامطلوبی دارد.

کلمات کلیدی: تصادفات برون‌شهری، عوامل موثر بر شدت تصادفات، ایمنی راه

۱- مقدمه

ایمنی جاده‌ها همیشه موضوعی اساسی برای تحقیقات علمی بوده است. یکی از جنبه‌هایی که بیشتر مورد بررسی قرار می‌گیرد، تصادفات جاده‌ای است که به دلیل مرگ یا از کار افتادگی دائمی بسیاری از افراد، تأثیر مستقیمی بر محیط اجتماعی ایجاد می‌کند و به دلیل هزینه‌های بالایی که برای جبران خسارات وارده به اموال یا افراد به بار می‌آورد، یک مشکل اقتصادی شمرده می‌شود (ابولی^۱ و مازولیا^۲، ۲۰۰۸؛ د اونا^۳ و همکاران، ۲۰۱۴).

^۱ Eboli

^۲ Mazzulla

^۳ de Oña



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۲۰۱۸ حدود ۱,۳۵ میلیون نفر در سراسر جهان جان خود را بر اثر تصادفات جاده‌ای از دست داده‌اند. مضاف بر این واقعیت، سالانه بین ۲۰ تا ۵۰ میلیون نفر به همین دلیل دچار نقص عضو و جراحات غیرکشنده می‌شوند. همچنین تصادفات جاده‌ای در حال حاضر علت اصلی مرگ افراد ۵ تا ۲۹ ساله و هشتمین علت اصلی مرگ افراد در تمام سنین است (WHO, ۲۰۱۸). میزان این مرگ و میرها در کشورهای در حال توسعه مانند لیبی و ایران قابل توجه‌تر می‌باشد. طبق WHO (۲۰۱۸) متوسط نرخ مرگ و میر ناشی از تصادفات جاده‌ای در کشورهای در حال توسعه ۲۷,۵ در هر صد هزار نفر جمعیت است در حالی که میانگین این نرخ برای کشورهای توسعه‌یافته ۸,۵ در هر صد هزار نفر جمعیت می‌باشد.

تعداد زیاد تصادفات جاده‌ای و اثرات آن‌ها، اهمیت تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر شدت تصادف را توجیه می‌کند (د اونا و همکاران، ۲۰۱۱). ملاحظات سنتی ایمنی راه بر محیط فیزیکی، وسیله نقلیه و کاربر جاده تمرکز دارد (کاردامون^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). امروزه می‌توان عوامل مؤثر بر شدت تصادفات را در چهار گروه عمده ویژگی‌های راننده، ویژگی‌های جاده و وسیله نقلیه، ویژگی‌های تصادف و عوامل آب‌وهوا دسته‌بندی کرد (کوپلیاس^۲ و همکاران، ۲۰۰۷؛ چانگ^۳ و وانگ^۴، ۲۰۰۶). عوامل انسانی از جمله حواس‌پرتی و موجبات بروز و تشدید آن، تأثیر بسزایی بر شدت تصادفات دارد. به همین دلیل، بسیاری از نویسندگان نیز بر روی این موضوع تمرکز کرده‌اند، به‌ویژه در چند سال اخیر که استفاده از موبایل در حین رانندگی و رانندگی با سرعت بالا در بین مردم، به‌ویژه در میان جوانان، به رفتار عادی تبدیل شده است (ماچادو^۵ همکاران، ۲۰۱۶؛ کاردامون و همکاران، ۲۰۱۶؛ کاردامون و همکاران، ۲۰۱۷؛ چوداری^۶ و ولاگا^۷، ۲۰۱۷).

۲- بیان مسئله و پیشینه تحقیق

اکثر آثار موجود در ادبیات به بررسی تمامی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای می‌پردازند تا از تعداد تصادفات و شدت آن‌ها کاسته شود (الغامدی^۸، ۲۰۰۲). ارزیابی و نظارت بر بهبود ایمنی راه در میان گروهی از کشورها یا حوزه‌های قضایی محلی یک کشور ممکن است به عنوان یک کار پیچیده در نظر گرفته شود. در این راستا، یک سوال مهم این است که «کدام مجموعه از عوامل را می‌توان در نظر گرفت تا این مسئله چند بعدی را به یک شاخص مختصر و به راحتی قابل تفسیر تبدیل کند؟»

۲-۱- مقایسه ویژگی‌های اقتصادی اجتماعی ایران و اتحادیه اروپا

در بررسی تک به تک کشورهای اروپایی با ایران به لحاظ جمعیتی، مشاهده می‌شود که ایران حدوداً جمعیتی برابر با پرجمعیت‌ترین کشور اروپایی یعنی آلمان با غریب به ۸۴ میلیون نفر جمعیت، می‌باشد. اما در مقایسه با کل اتحادیه اروپا، ایران هجده درصد این اتحادیه را دارا می‌باشد. از منظر جوانی جمعیت، ایران به نسبت جمعیت جوان‌تری از اتحادیه اروپا دارد و از جمعیت مسن کم‌تری برخوردار است. درصد افراد ساکن در شهرها در هر دو مورد به هم نزدیک است و تفاوت قابل توجهی با یکدیگر ندارند. تولید ناخالص داخلی (GDP) یکی از شاخص‌های اصلی اقتصادی هر کشور است که نشان‌دهنده ارزش تمامی کالاها و خدماتی است که در یک سال درون مرزهای یک کشور تولید شده است. به طور کلی، تولید ناخالص داخلی اتحادیه اروپا بیشتر از تولید ناخالص داخلی ایران است. در سال ۲۰۲۰، تولید ناخالص داخلی اتحادیه اروپا به ازای هر فرد حدود ۳۲۴۳۸ یورو بود، در حالی که تولید ناخالص داخلی ایران حدود ۳۶۰۰ دلار به ازای هر نفر بوده است.

^۱ Cardamone

^۲ Kopelias

^۳ Chang

^۴ Wang

^۵ Machado

^۶ Choudhary

^۷ Velaga

^۸ Al-Ghamdi



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

جدول ۱ ویژگی‌های اقتصادی اجتماعی ایران و اروپا (۱۳۹۹-۲۰۲۰)

| ایران | اتحادیه اروپا | |
|--|---------------|---------------------------|
| داده‌های جمعیت شناختی (۱۴۰۰-۲۰۲۱) | | |
| ۸۴۰۵۵۰۰۰ | ۴۴۷۲۱۸۷۶۳ | جمعیت |
| ۵۱ | ۱۰۶ | تراکم جمعیت |
| ٪۲۴ | ٪۱۵ | درصد کودکان (۰-۱۴) |
| ٪۶۹ | ٪۶۴ | درصد بزرگسالان (۱۵-۶۴) |
| ٪۷ | ٪۲۱ | درصد سالمندان (۶۵+) |
| شهرنشینی (۱۴۰۰-۲۰۲۱) | | |
| ٪۷۶ | ٪۷۴ | درصد ساکن در شهر |
| ٪۲۴ | ٪۲۶ | درصد ساکن در روستا |
| داده‌های اقتصادی (۱۴۰۰-۲۰۲۱) | | |
| ۳۶۰۰/۲ | ۳۲۴۳۸/۴ | تولید ناخالص داخلی (یورو) |
| ٪۹/۲ | ٪۷ | نرخ بی‌کاری |

۲-۲- پیشینه تحقیق

در این قسمت به بررسی مطالعات صورت گرفته در ایران و سایر کشورهای توسعه یافته پرداخته خواهد شد و نتایج آن‌ها در ادامه مورد تحلیل و ارزیابی قرار خواهد گرفت.

۲-۲-۱- مطالعات داخلی

قاصدی و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی و تعیین عوامل موثر بر تصادفات وسایل نقلیه و عابر پیاده در بزرگراه برون شهری استان گیلان از رویکردهای تحلیل عاملی^۱، لاجیت^۲ و یادگیری ماشین^۳ بهره گرفتند. آن‌ها مدعی شدند که ترکیب تحلیل عاملی و مدل لاجیت می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر عوامل موثر بر شدت تصادفات منجر شود. نهایتاً در هر دو تحلیل عاملی و مدل لاجیت، متغیرهای سرعت قانونی، آب‌وهوای بارانی و سن راننده (۳۰-۵۰) در شدت تصادفات وسیله نقلیه دارای اهمیت شدند؛ همچنین هوای بارانی و شرایط روشنایی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در شدت تصادفات عابر پیاده شناخته شد. با توجه به نتایجی که بدست آوردند دریافتند که یادگیری ماشین به عنوان یک رویکرد فراابتکاری می‌تواند به قدرت پیش‌بینی بهتری به‌ویژه در تصادفات عابران پیاده نسبت به روش‌های آماری منجر شود.

در مطالعه جهان‌جو و همکاران (۲۰۲۲)، تأثیر هفتادویک ویژگی مختلف از جنبه‌ی صحنه تصادف، وسیله نقلیه، راننده، سرنشین و عابر پیاده برای یافتن ارتباط آن‌ها با نتیجه تصادف در ۳۸۴۶۱۴ تصادف ثبت شده در شش استان پرجمعیت ایران (تهران، اصفهان، فارس، خراسان رضوی، خوزستان و آذربایجان شرقی) مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها به کمک رگرسیون لجستیک چندگانه^۴ دریافتند که مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شدت تصادفات عبارت است از رفتار رانندگی (حضور مسافر، رانندگی

^۱ Factor Analysis

^۲ Logit

^۳ Machin Learning

^۴ Multiple Logistic Regression



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

بدون گواهینامه، مانور غیرقانونی، حضور عابرین پیاده، رانندگان با مشاغل کم‌درآمد، تخلفات راننده، برخورد رودررو، طراحی زیرساخت (مشکلات خط‌کشی جاده و چندین نقص جاده) و عوامل هندسی جاده (تصادف در مناطق برون شهری و مناطق غیر مسکونی).

روش‌های یادگیری ماشین را می‌توان برای بررسی‌های پیش‌بینی استفاده کرد و بر محدودیت‌های مرتبط با مدل‌های آماری سنتی غلبه کرد، استفاده از رویکردهای در تجزیه و تحلیل‌ها بسیار کاربردی خواهد بود. آسیب‌های ترافیکی جاده‌ای در کشورهای با درآمد کم و متوسط چالش برانگیزتر است.

ابوالوردی و همکاران (۲۰۲۲)، به کمک تحلیل مدل رگرسیون چندمتغیره^۱ که از داده‌های ثبت شده ۵۹۸ تصادف و حادثه‌ی جاده‌ای در شهرم جهرم استان فارس بدست آمده بود دریافتند بی‌توجهی به جلو و رعایت نکردن حق تقدم از سوی رانندگان رتبه اول و دوم علل تصادفات منجر به جرح و فوت را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین یافته‌های این پژوهش نشان داد که به طور کلی تعداد تصادفات رانندگی در مردان جوان و میان‌سال بیشتر از سایر گروه‌های سنی و جنسی است. همین‌طور مشاهده شد نیستن کمربند در تصادفات منجر به جرح یا فوت بیشتر بوده است.

حسینی‌زاده و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ی خود بر پیش‌بینی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات کامیون‌های بزرگ در هشت استان اصفهان، قم، قزوین، خراسان جنوبی، کرمان، مازندران، خوزستان و منطقه شرق تهران تمرکز داشتند. آن‌ها از داده‌های ۸۵۵۲ تصادف کامیون در جاده‌های برون‌شهری استفاده کردند. در این پژوهش از دو تکنیک پارامتر تصادفی لاجیت باینری^۲ و ماشین بردار پشتیبان^۳ برای ساخت مدل‌های ۱- تصادف کامیون‌هایی که چند خودرو حضور دارند و راننده‌ی کامیون مقصر است، ۲- تصادف کامیون‌هایی که چند خودرو حضور دارند و راننده‌ی کامیون مقصر نیست و ۳- تصادف تک وسیله نقلیه استفاده شد. نتایج آن‌ها نشان از تفاوت میان عوامل مهم بین SVM و RPBL داشت که این امر نشان‌دهنده اهمیت رویکردهای مکمل برای ترکیب RPBL پارامتریک و SVM ناپارامتریک برای شناسایی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات کامیون‌های بزرگ است. بر اساس نتایج RPBL، خستگی، انحراف به چپ و نقص وسیله نقلیه موتوری بیشترین اهمیت را دارند؛ همچنین شایان توجه است که انحراف به چپ در هر شش مدل معنی‌دار بود. در آخر لازم به ذکر است که طبق گفته محقق این پژوهش دارای کاستی‌های متعددی بود. اول، اکثر انواع خرابی‌های جاده در مجموعه داده در دسترس نبود. دوم، سطوح شدت آسیب معمولاً بر اساس مقیاس پنج سطحی KABCO فهرست نشده بود؛ در عوض تصادفات به عنوان کشنده یا غیرکشنده برچسب خورده بودند. همچنین جزئیات مربوط به ویژگی‌های جاده (به عنوان مثال، نوع سطح، وضعیت سطح، تعداد خطوط، و نوع میانه) و شرایط ترافیک در این مجموعه داده موجود نبود.

طاهری و همکاران (۲۰۲۲)، داده‌های تصادفات برون شهری در استان خراسان رضوی را مورد مطالعه قرار دادند؛ برای این منظور آن‌ها از سه مدل لاجیت مرتب^۴، چند جمله‌ای^۵ و مختلط^۶ بهره بردند. با مقایسه^۷ p۲ بدست آمده برای هر سه مدل به این نتیجه رسیدند که لاجیت مختلط نسبت به بقیه عملکرد بهتری دارد. در نهایت عوامل طراحی هندسی، ویژگی‌های وسیله نقلیه، ویژگی‌های راننده، کاربری زمین، و متغیرهای آب‌وهوا و شرایط محیطی در هر سه مدل دارای اهمیت شدند.

۲-۲-۲- مطالعات خارجی

نواکاوسکا^۸ و همکاران (۲۰۱۰)، در مطالعه‌ای در صدد کمک به بهبود ویژگی‌های جاده در شدت تصادفات در لهستان برآمدند. برای این منظور آن‌ها از مدل لجستیک بهره بردند. آن‌ها در مدل خود عناصر طراحی جاده (منحنی‌های عمودی و افقی)

^۱ Multivariable Logistic Regression

^۲ Random Parameter Binary Logit

^۳ Support Vector Machin

^۴ Ordered logit

^۵ Multinomial Logit

^۶ Mixed Logit

^۷ Nowakowska



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

دسترسی به جاده (ایستگاه اتوبوس، خطوط دسترسی عمومی و خصوصی) و کاربری زمین (پمپ بنزین، پارکینگ) را به عنوان متغیرهای موثر بر شدت تصادفات در نظر گرفتند و در نهایت دریافته‌اند که نوع شانه‌ها در دو طرف جاده، نوع منطقه، پیاده‌روهای عابر پیاده و تقاطع به طور قابل توجهی بر شدت تصادف تأثیر می‌گذارد.

کیم^۱ و همکاران (۲۰۱۳)، شدت جراحت راننده در تصادفات تک وسیله نقلیه در کالیفرنیا را با تمرکز بر اثرات ناهمگن سن و جنسیت به کمک مدل لجیت ترکیبی بررسی کردند. آن‌ها دریافته‌اند عوامل راننده مرد، رانندگی در حالت مستی، سرعت نامطمئن، راننده مسن‌تر، رانندگی با وسیله نقلیه فرسوده‌تر و رانندگی در تاریکی (نبود چراغ در خیابان) می‌تواند احتمال تصادفات کشنده را افزایش دهد.

شهید^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، مدل‌های لجیت ترکیبی را برای بررسی اثرات عوامل تصادف بر شدت تصادف به کار گرفتند. آن‌ها در مدل خود، نحوه برخورد، راکب موتورسیکلت و غیرموتورسیکلت و اقدامات راننده و وسیله نقلیه، جاده و شرایط محیطی، مکان و زمان و ویژگی‌های وسیله نقلیه را به عنوان متغیرهای موثر بر شدت تصادفات معرفی کردند و در آخر نتیجه گرفتند که اثرات غیریکنواخت تصادفات از عقب، محدودیت سرعت جاده، نوع منطقه، فصل سواری، جنسیت موتورسوار، شرایط نور، شرایط سطح جاده، استفاده از کلاه ایمنی بر شدت تصادف تأثیر می‌گذارد.

کیم و همکاران (۲۰۰۸)، تجزیه و تحلیل لجیت هتروسکداستیکی^۳ را برای بررسی عوامل تأثیرگذار مرتبط با شدت آسیب عابران پیاده در تصادفات وسایل نقلیه موتوری در کارولینای شمالی توسعه دادند. آن‌ها از متغیرهای سن عابر پیاده، راننده مرد، راننده مست، علامت راهنمایی‌وراندگی، منطقه تجاری، تاریکی یا خیابان بدون چراغ، وسیله نقلیه ورزشی، کامیون، بزرگراه، جاده دو طرفه، سرعت غیرمجاز، چرخش راننده و عابر پیاده در مطالعه خود استفاده کردند. نهایتاً متوجه شدند که سن عابر پیاده می‌تواند احتمال آسیب کشنده را افزایش دهد و با افزایش سن به ۶۵ سال، بیشتر می‌شود.

چیو^۴ و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه خود به بررسی عوامل موثر بر شدت تصادف کامیون‌های بزرگ با استفاده از مدل‌های پروبیت مرتب^۵ شده پرداختند. آن‌ها دریافت که احتمال تلفات و جراحات شدید با تعداد تریلرها افزایش می‌یابد، در حالی که با طول کامیون و وزن ناخالص وسیله نقلیه کاهش می‌یابد.

زی^۶ و همکاران (۲۰۰۹)، مدل‌های پروبیت مرتب بیزی^۷ را معرفی می‌کنند و نتایج را با مدل‌های پروبیت مرتب مقایسه می‌کند. وقتی حجم داده نمونه کوچک است، مدل پروبیت مرتب بیزی می‌تواند عملکرد پیش‌بینی بهتری نسبت به مدل پروبیت مرتب ایجاد کند.

پارک^۸ و همکاران (۲۰۱۲)، در مطالعه خود به طور همزمان از مدل‌های پروبیت مرتب، لجیت مرتب و لجیت چندجمله‌ای بهره بردند. آن‌ها دریافته‌اند که زمان بین نیمه شب تا ۶:۰۰ صبح، رانندگی در حالت خواب آلودگی و نقض حرکت بین خطوط از عوامل افزایش خطر تصادف شدید هستند. زمان بین ساعت ۶:۰۰ صبح تا ظهر، رمپ، عوارضی، نقص خودرو، موانع و شرایط نامناسب جاده و هوای بارانی یا برفی از عوامل کاهش خطر هستند چرا که رانندگان متمرکزتر و هوشیارتر رانندگی خواهند کرد.

روه^۹ و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که جمعیت، ایستگاه‌های حمل‌ونقل و عابران پیاده می‌توانند تصادفات عابر پیاده را افزایش دهند. از سوی دیگر، خانه‌های ویلایی، ساختمان‌های تجاری یا مسکونی شهری و خدمات

^۱ Kim

^۲ Shaheed

^۳ Heteroskedastic

^۴ Chiou

^۵ Ordered Probit

^۶ Xie

^۷ Bayesian Ordered Probit

^۸ Park

^۹ Roh



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

محلله‌ای می‌تواند تصادفات عابر پیاده را کاهش دهد. داده‌های جمعیتی، اجتماعی-اقتصادی، کاربری زمین و جاده‌ها پیش‌بینی‌کننده‌های بهتری نسبت به داده‌های ترافیکی هستند.

جدول ۱ خلاصه مرور ادبیات

| مطالعه | عوامل موثر بر شدت تصادفات | روش تحقیق |
|-----------------------------|---|--|
| قاصدی و همکاران (۲۰۲۱) | سرعت قانونی، آب‌وهوای بارانی و سن راننده | تحلیل عاملی، لاجیت و یادگیری ماشین |
| جهان‌جو و همکاران (۲۰۲۲) | رفتار رانندگی، طراحی زیرساخت و عوامل هندسی جاده | رگرسیون لجستیک چندگانه |
| ابوالوردی و همکاران (۲۰۲۲) | بی‌توجهی به جلو و رعایت نکردن حق تقدم | تحلیل مدل رگرسیون چندمتغیره |
| حسینی‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) | خستگی، انحراف به چپ و نقص طراحی هندسی، ویژگی‌های وسیله نقلیه، ویژگی‌های راننده، کاربری زمین و متغیرهای آب‌وهوا و شرایط محیطی طراحی جاده، دسترسی به جاده و کاربری زمین | پارامتر تصادفی لاجیت باینری و ماشین بردار پشتیبان |
| طاهری و همکاران (۲۰۲۲) | راننده مرد، رانندگی در حالت مستی، سرعت نامطمئن، راننده مسن‌تر، رانندگی با وسیله نقلیه فرسوده‌تر و رانندگی در تاریکی | مدل لاجیت مرتب، چند جمله‌ای و مختلط |
| نواکاوسکا و همکاران (۲۰۱۰) | نحوه برخورد، راکب موتورسیکلت و غیرموتورسیکلت و اقدامات راننده و وسیله نقلیه، جاده و شرایط محیطی، مکان و زمان و ویژگی‌های وسیله نقلیه | مدل لجستیک |
| کیم و همکاران (۲۰۱۳) | سن عابر پیاده | مدل لوجیت ترکیبی |
| شهد و همکاران (۲۰۱۳) | تعداد تریلرها | مدل‌های لوجیت ترکیبی |
| کیم و همکاران (۲۰۰۸) | زمان بین نیمه شب تا ۶:۰۰ صبح، رانندگی در حالت خواب‌آلودگی و نقض حرکت بین خطوط | تحلیل لوجیت هتروسکداستیک |
| چیو و همکاران (۲۰۱۳) | | مدل‌های پروبیت مرتب |
| پارک و همکاران (۲۰۱۲) | | مدل‌های پروبیت مرتب، لاجیت مرتب و لاجیت چندجمله‌ای |
| روه و همکاران (۲۰۲۱) | جمعیت، ایستگاه‌های حمل‌ونقل، عابران پیاده و کاربری زمین | مدل خطی تعمیم یافته و مدل دوجمله‌ای منفی |



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

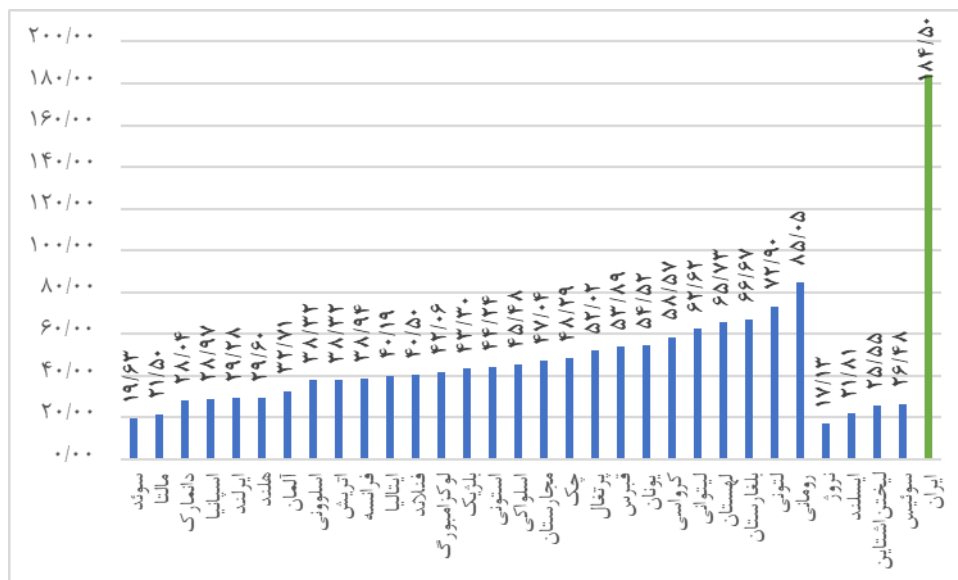
۳- روش تحقیق

مقایسه میزان تصادفات جاده‌ای بین کشورهای مختلف به دلیل تفاوت در شرایط جاده‌ها، نوع و کیفیت خودروها، رفتار رانندگان و سیاست‌های حمل و نقل عمومی، بسیار پیچیده است. به همین دلیل، برای مقایسه دقیق تر باید از یک شاخص مناسب برای سنجش میزان تصادفات استفاده کرد. در این مطالعه ما از ۵ شاخص برای رسیدن به این هدف بهره بردیم. اولین شاخص، شاخص تعداد تصادفات در هر یک میلیون نفر جمعیت است. این شاخص میانگین تعداد تصادفات را در هر یک میلیون نفر جمعیت یک کشور نشان می‌دهد و به دلیل توجه به تعداد جمعیت، مقایسه بین کشورهای مختلف را بهبود می‌بخشد. دومین شاخص، تعداد تصادفات بر حسب ده هزار وسیله نقلیه است. این شاخص، تعداد تصادفات در هر ده هزار وسیله نقلیه در یک کشور را نشان می‌دهد. استفاده از این شاخص می‌تواند به مقایسه میزان تصادفات جاده‌ای در کشورهایی با تعداد وسایل نقلیه مختلف کمک کند. شاخص بعدی، تعداد تلفات به طول راه‌ها است، این شاخص نشان دهنده میزان تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای در هر کیلومتر راه است. این شاخص، نشان می‌دهد که چقدر از راه‌های کشور، به طور میانگین، برای رانندگی خطرناک هستند. برای محاسبه این شاخص، تعداد کل تلفات جاده‌ای را بر طول کل راه‌ها تقسیم کردیم. در قیاس بعدی، میزان تولید ناخالص داخلی که در طی تصادفات جاده‌ای از دست می‌رود را آورده‌ایم. محاسبه این شاخص بسیار مهم است زیرا تصادفات جاده‌ای می‌توانند باعث ایجاد خسارات مالی و اقتصادی جدی شوند. با محاسبه این شاخص، می‌توان میزان خسارت‌هایی را که به دلیل تصادفات جاده‌ای در کشور ایجاد می‌شود، ارزیابی کرد و برای کاهش آن‌ها اقدامات لازم را انجام داد. در نهایت هم درصد تلفات جاده‌های برون شهری به کل تلفات محاسبه شد. با کمک این شاخص می‌توانیم به این مسئله پی بریم که کدام بخش دارای ضعیف بیشتر و در نیچیه نیازمند توجه و سرمایه گذاری بیشتر است.

۴- نتایج

۴-۱- شاخص تعداد تصادفات در هر یک میلیون نفر جمعیت

با توجه به این شاخص، میزان تصادفات در ایران بسیار بالا است چرا که طبق آمارهای سال ۲۰۲۰ این شاخص برای ایران عدد ۱۸۴ بدست آمده که نسبت به سایر کشورهای اروپایی عددی بسیار بالا می‌باشد.



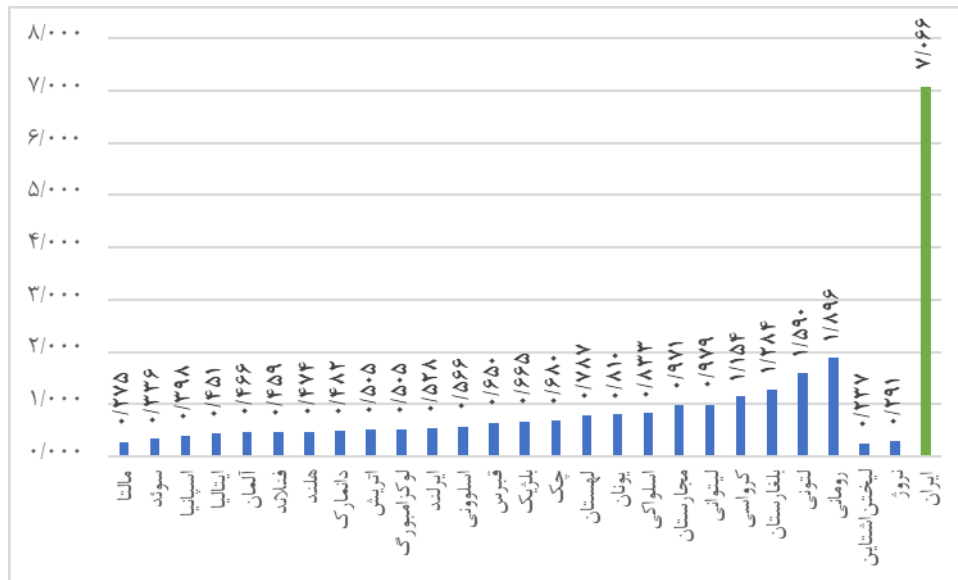
شکل ۱ تعداد متوفیان در کشورهای اروپایی و ایران بر میلیون نفر (۲۰۲۰)



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۴-۲- تعداد تصادفات بر حسب ده هزار وسیله نقلیه

در سال ۲۰۲۰، شاخص تعداد تصادفات بر حسب ده هزار وسیله نقلیه در ایران برابر با ۷ بوده است، در حالی که برای کشورهای اروپایی، این شاخص بین ۰,۲ تا ۲ می‌باشد. بنابراین در ایران، تعداد تصادفات نسبت به تعداد وسایل نقلیه بسیار بیشتر نسبت به اتحادیه اروپا است. این آمار نشان می‌دهد که برای تعداد بسیار بیشتری از وسایل نقلیه در ایران حادثه منجر به فوت رخ می‌دهد که منشا این اتفاق را می‌توان در پایین بودن استانداردهای ایمنی وسایل نقلیه در ایران یافت.

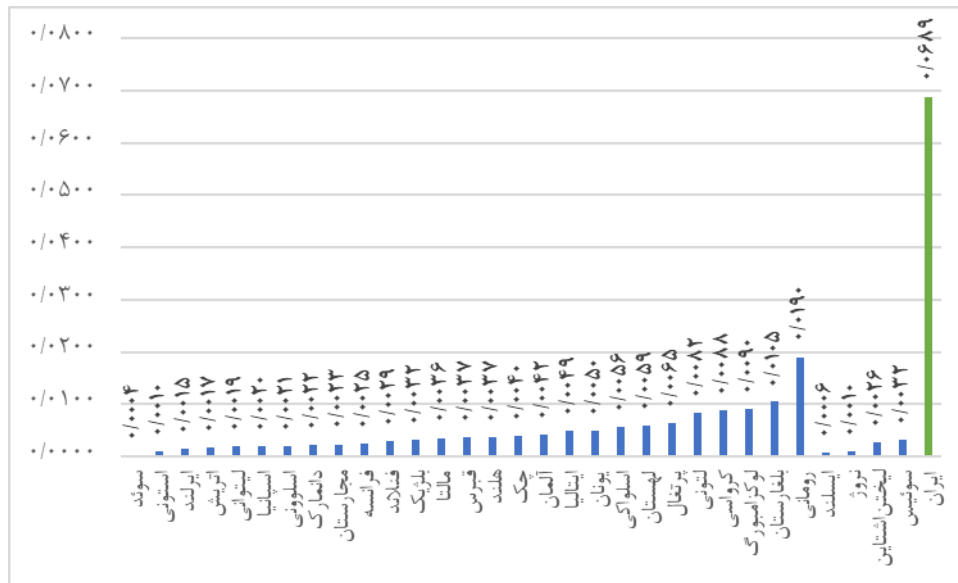


شکل ۲ تعداد تلفات بر حسب ده هزار وسیله نقلیه ثبت شده (۲۰۲۰)

۴-۳- تعداد تلفات به یک کیلومتر از طول راه

این شاخص برای ایران عددی نزدیک به ۰,۰۷ بدست آمده که همچنان بسیار با کشورهای اروپایی فاصله دارد. این شاخص برای کشورهای اروپایی چیزی بین ۰ و ۰,۰۲ است. در تفسیر این نتیجه می‌توان گفت اولاً به طور میانگین میزان خطرآفرینی در جاده‌های ایران بسیار بیشتر است و این در نتیجه تفاوت عوامل زیرساختی و هندسه راه‌ها می‌باشد که به لحاظ ایمنی در سطح پایین‌تری است. ثانیاً در صورت کم بودن طول کل راه‌ها نیز این شاخص بالا می‌رود و این به صورت غیر مسقیم با افزایش ازدحام احتمال حادثه را افزایش می‌دهد.

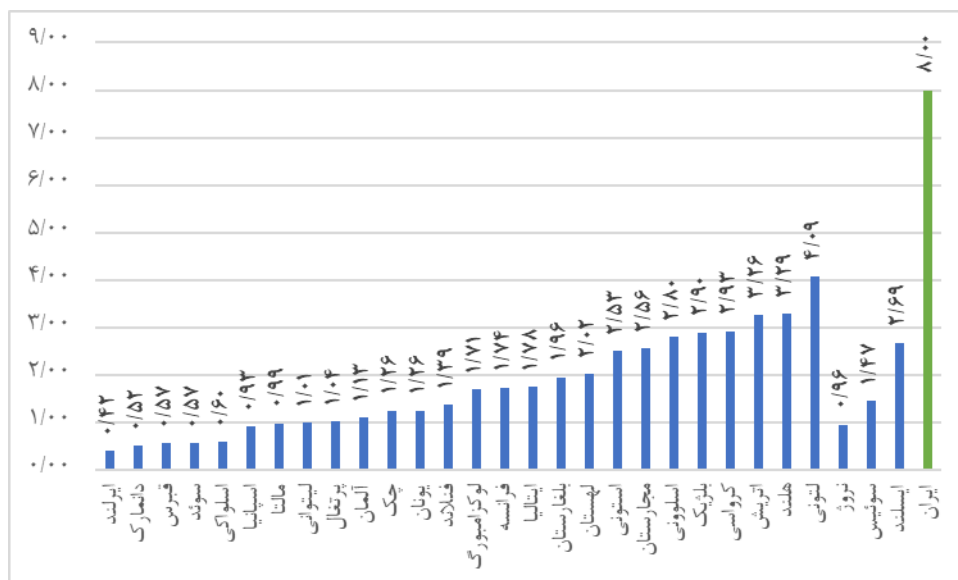
ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



شکل ۳ نسبت تعداد متوفیان به طول راه (۲۰۲۰)

۴-۴ درصد از دست رفته تولید ناخالص ملی در تصادفات جاده‌ای

درصد تولید ناخالص داخلی که در تصادفات جاده‌ای در ایران از دست می‌رود، برابر با ۸ بوده، در حالی که برای کشورهای اتحادیه اروپا، این شاخص بین ۰,۴ تا ۴ بوده است. این نشان می‌دهد که در ایران، تصادفات جاده‌ای باعث ایجاد خسارت‌های مالی و اقتصادی بیشتری نسبت به اتحادیه اروپا می‌شود.



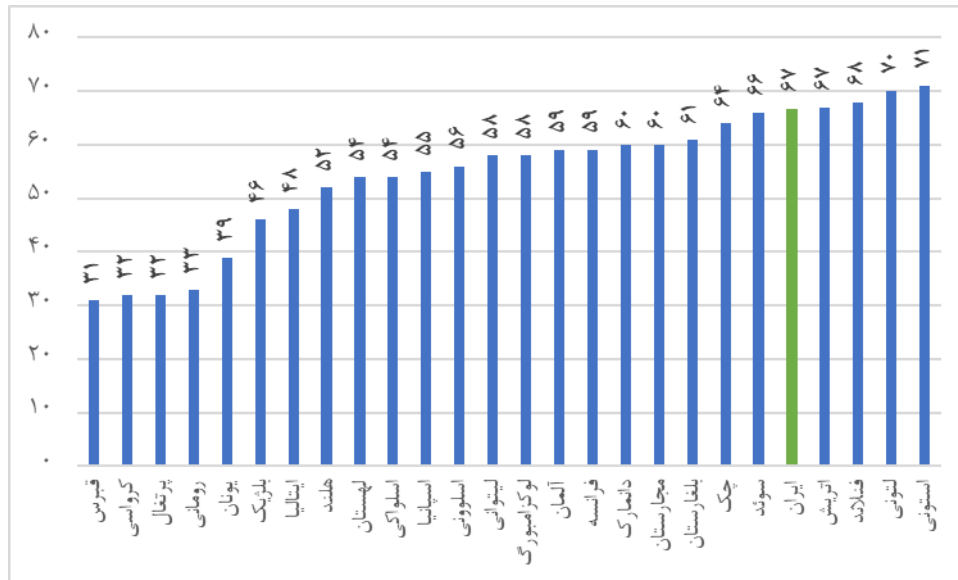
شکل ۴ هزینه تصادفات جاده‌ای بر حسب درصدی از تولید ناخالص داخلی (۲۰۲۰)



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۴-۵ درصد تلفات جاده‌های برون شهری به کل تلفات

در این شاخص ایران نسبت به کشورهای اروپایی وضعیت متعادل تری دارد. بدلیل بالا بودن درصد تلفات در جاده‌های برون شهری شایسته است که توجه مسئول برای بالا بردن ایمنی و کیفیت راه‌های برون شهری توجه ویژه‌ای داشته باشند.



شکل ۵ درصد تصادفات برون شهری به کل تصادفات

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

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 کار افتادگی دائمی می‌شوند و همچنین هزینه‌های بالایی برای افراد و جامعه به بار می‌آورد یک مشکل اقتصادی نیز شمرده می‌شود؛ به همین دلیل لازم است با به کار گیری روش‌های موثر به بررسی و مقایسه عوامل موثر بر شدت تصادفات پرداخته شود تا از تعداد و شدت خسارات ناشی از آن کاسته شود. در این تحقیق به کمک ۵ شاخص، مقایسه‌ای بین تصادفات در ایران و اتحادیه اروپا پرداخته شد تا با الگوگیری از کشورهای موفق در زمینه کنترل میزان تصادفات، جایگاه ایده‌آل ترسیم شود تا به کمک آن مسئولین امر بتوانند به شکلی موثر برای تحقق این مهم برنامه‌ریزی کنند. در نهایت با مقایسه آمارها، تفاوت فاحش بین ایران و اتحادیه اروپا نمایان شد که برای کاهش شدت تصادفات در ایران نیاز است تا وضعیت زیرساختی 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. در آخر لازم به ذکر است به دلیل چند عاملی بودن موضوع، علاوه بر بهره‌گیری از تحلیل داده‌ها به کمک روش‌های آماری، لازم است موازی با آن از روش‌های دیگری مانند شبیه‌سازی رفتار رانندگان با داده‌های طبیعی برای غنای بیشتر مطالعات استفاده شود.



۱. Abolvardi, M., Sharifi, N., Rahmanian, K., & Rahmanian, V. (۲۰۲۲). Human Risk Factors for Severity of Injuries in Urban and Suburban Traffic Accidents in Southern Iran: An Insight from Police Data. *International Journal of High Risk Behaviors and Addiction*, ۱۱(۴).
۲. Al-Ghamdi, A. S. (۲۰۰۲). Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity. *Accident Analysis and Prevention*, ۳۴, ۷۲۹-۷۴۱
۳. Cardamone A.S., Eboli L. Forciniti C., Mazzulla G. (۲۰۱۷). How usual behaviour can affect perceived drivers' psychological state while driving. *Transport* ۳۲(۱), ۱۳-۲۲
۴. Cardamone A.S., Eboli L. Forciniti C., Mazzulla G. (۲۰۱۶). Willingness to use mobile application for smartphone for improving road safety. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* ۲۳(۲), ۱۵۵-۱۶۹
۵. Cardamone A.S., Eboli L., Mazzulla G. (۲۰۱۴). Drivers' road accident risk perception. A comparison between face-to-face interview and webbased survey. *Advances in Transportation Studies. An International Journal, Section B* ۳۳, ۵۹-۷۲
۶. Chang, L.Y., Wang, H.W. (۲۰۰۶). Analysis of traffic injury severity: an application of non-parametric classification tree techniques. *Accident Analysis and Prevention*, ۳۸, ۱۰۱۹-۱۰۲۷
۷. Chiou, Y.; Hwang, C.; Chang, C.; Fu, C. Reprint of "Modeling two-vehicle crash severity by a bivariate generalized ordered probit approach". *Accid. Anal. Prev.* ۲۰۱۳, ۶۱, ۹۷-۱۰۶.
۸. Choudhary, P., Velaga, N. R. (۲۰۱۷). Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time. *Transportation Research Part C*, ۷۷, ۳۵۱-۳۶۵
۹. de Oña J., de Oña R., Eboli L., Forciniti C., Mazzulla G. (۲۰۱۴). How to identify the key factors that affect driver perception of accident risk. A comparison between Italian and Spanish driver behavior. *Accident Analysis and Prevention* ۷۳ (۱), ۲۲۵-۲۳۵
۱۰. de Oña, J., Mujalli, R., Calvo, F. (۲۰۱۱). Analysis of traffic accident injury severity on Spanish rural highways using Bayesian networks. *Accident Analysis & Prevention*, ۴۳(۱), ۴۰۲-۴۱۱
۱۱. Eboli L., Mazzulla G. (۲۰۰۸). A behavioural model to estimate willingness-to-pay for reducing road accident risk. *Advances in Transportation Studies, An International Journal*, ۱۵, ۶۳-۷۴
۱۲. Ghasedi, M., Sarfjoo, M., & Bargegol, I. (۲۰۲۱). Prediction and analysis of the severity and number of suburban accidents using logit model, factor analysis and machine learning: a case study in a developing country. *SN Applied Sciences*, ۳, ۱-۱۶
۱۳. Hosseinzadeh, A., Moeinaddini, A., & Ghasemzadeh, A. (۲۰۲۱). Investigating factors affecting severity of large truck-involved crashes: Comparison of the SVM and random parameter logit model. *Journal of safety research*, ۷۷, ۱۵۱-۱۶۰.



۱۴. Jahanjoo, F., Sadeghi-Bazargani, H., & Asghari-Jafarabadi, M. (۲۰۲۲). Modeling road traffic fatalities in Iran's six most populous provinces, ۲۰۱۵-۲۰۱۶. *BMC public health*, ۲۲(۱), ۲۲۳۴.
۱۵. Kim, J.; Ulfarsson, G.F.; Kim, S.; Shankar, V.N. Driver-injury severity in single-vehicle crashes in California: A mixed logit analysis of heterogeneity due to age and gender. *Accid. Anal. Prev.* ۲۰۱۳, ۵۰, ۱۰۷۳-۱۰۸۱.
۱۶. Kim, J.; Ulfarsson, G.F.; Shankar, V.N.; Kim, S. Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis. *Accid. Anal. Prev.* ۲۰۰۸, ۴۰, ۱۶۹۵-۱۷۰۲.
۱۷. Kopelias, P., Papadimitriou, F., Papandreou, K., Prevedouros, P. (۲۰۰۷). Urban freeway crash analysis. *Transportation Research Record*, ۲۰۱۵, ۱۲۳-۱۳۱
۱۸. Machado-León, J.L., de Oña J., de Oña R., Eboli L., Mazzulla G. (۲۰۱۶). Socio-economic and driving experience factors affecting drivers' perceptions of traffic crash risk. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, ۳۷, ۴۱-۵۱
۱۹. Nowakowska, M. logistic models in crash severity classification based on road characteristics. *Transp. Res. Rec.* ۲۰۱۰, ۲۱۴۸, ۱۶-۲۶.
۲۰. Park, S.; Jang, K.; Park, S.H.; Kim, D.; Chon, K.S. Analysis of injury severity in traffic crashes: A case study of Korean expressways. *KSCE J. Civ. Eng.* ۲۰۱۲, ۱۶, ۱۲۸۰-۱۲۸۸.
۲۱. Roh, H. Comparative study on the performance of four fundamental optimization algorithms applied for transportation mode choice modelling. *Transp. Eng.* ۲۰۲۱, ۳, ۱۰۰۰۴۳.
۲۲. Shaheed, M.S.; Gkritza, K.; Zhang, W.; Hans, Z. A mixed logit analysis of two-vehicle crash severities involving a motorcycle. *Accid. Anal. Prev.* ۲۰۱۳, ۶۱, ۱۱۹-۱۲۸.
۲۳. Taheri, A., Rasaizadi, A., & Seyedabrishami, S. (۲۰۲۲). Spatial-temporal analysis of crash severity: multisource data fusion approach. *Discrete dynamics in nature and society*, ۲۰۲۲.
۲۴. Xie, Y.; Zhang, Y.; Liang, F. Crash injury severity analysis using bayesian ordered probit models. *J. Transp. Eng.* ۲۰۰۹, ۱۳۵, ۱۸-۲۵.