روش مکانی-زمانی برای کاهش تصادفات کلان شهرها با استفاده از مدل لوجیت

مقاله علمی-پژوهشی

*شهریار افندی‌زاده (نویسنده مسئول)، استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
محمدرضا نیکومنش، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
حمید بیگدلی راد، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: zargari@iust.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵- پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۲
صفحه ۴۶-۲۱

چکیده

با افزایش جمعیت مخصوصاً در شهرها و افزایش استفاده از خودروهای شخصی وجود ترافیک و در کنار آن تصادفات به یکی از معضلات بزرگ تبدیل شده است. یکی از اهداف سفری که در مسیرهای درون شهری اتفاق می‌افتد حمل‌ونقل کالا با ماشین‌های سبک باری است زیرا خودروهای باری سنگین اجازه تردد در محدوده درون شهری را ندارند. با بررسی تصادفات درون شهری مشخص شد که خودروهای باری در بسیاری از تصادفات نقش دارند حتی اگر خود جزو خودروهای تصادفی نباشند. خودروهای باری به دلیل حجم و ابعاد، نوع کار (تخلیه و بارگیری)، پارک در محل‌های نامناسب باعث به هم‌ریختگی نظم شهری و کاهش ایمنی می‌شوند. تحقیق حاضر به بررسی تاثیر این خودروها در کاهش ایمنی و سهم آن‌ها در ایجاد تصادفات می‌پردازد. برای انجام تحقیق عوامل موثر بر تصادفات جمع بندی و به کمک روش‌های تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی شده است. پس از تحلیل و ارزیابی نتیجه تحقیق به این شکل بیان شد که خودروهای سبک باری از نظر زمان ورود به محدوده‌های درون شهری و مسیرهای مورد استفاده آن‌ها باید مدیریت شوند و در هر زمان و از هر مسیر نمی‌توانند استفاده کنند. این روش مدیریت با عنوان روش مکانی-زمانی و مدل لوجیت معرفی شده است. نتایج تحقیق شامل تعیین مهمترین عوامل تصادفات خودروهای باری سبک و نقاط پر حادثه شهر اصفهان می‌باشد. همچنین جهت کاهش تصادفات خودروهای باری، طرحی برای محدودیت‌های مکانی و زمانی ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: ترافیک، تصادفات، روش مکانی- زمانی، خودروهای باری سبک

۱- مقدمه

علت بروز تصادفات یکی از عوامل راه، انسان و وسیله نقلیه است. در سال‌های اخیر، یکی از دغدغه‌ها و معضلات اساسی مسئولین راه‌های کشور، چاره‌اندیشی و اتخاذ تدابیر کوتاه، میان و بلند مدت برای کاهش نرخ رشد حوادث ترافیکی از جمله حوادث مربوط به ناوگان باری بوده است. برای معضل تصادفات، شناسایی عوامل موثر بر تصادفات و تعیین میزان تأثیر هر کدام از این عوامل بر حوادث ترافیکی باید از اولویت‌های اصلی نهادهای مربوطه همچون وزارت راه و ترابری و پلیس راه قرار گیرد. اثرات زیان‌بار تصادفات ترافیکی بر پیکره جوامع بسیار قابل توجه است. پس از شناخت عوامل موثر بر تصادفات می‌توان راهکارهایی برای آن ارائه داد (Hamed & Al-Eideh, 2020). اعمال سیاست محدودیت زمانی-مکانی بر تردد خودروهای باربری درون شهری و حومه اصفهان ناشی از استراتژی نظم‌دهنده‌ای است که تردد وسایل نقلیه باربری با مالکیت خصوصی و عمومی را در زمان و مکان تعیین

شده با محدودیت مواجه می‌کند (Bokaba et al., 2022). این محدودیت‌ها با هدف ارتقای سطح ایمنی امور جابه‌جایی بار و کالا، کاهش خطرات جانی و خسارات مالی ناشی از تصادفات رانندگی، افزایش ظرفیت ترافیکی معابر، افزایش سطح سلامت زیست محیطی جامعه با کنترل سن خودرو، معاینه فنی و اعمال نظارت در خودروهای باربر، رفع ناهنجاری‌های دیداری و شنیداری (آلودگی بصری و صوتی)، ایجاد درآمد پایدار برای اجرا و توسعه طرح‌های ترافیکی، ارتقای سطح رضایت شهروندان از اعمال نظارت قانونی (حاکمیتی) بر نحوه ارائه خدمات و پاسخگویی مطلوب از سرویس دهندگان حوزه خصوصی و عمومی‌حمل بار و ... انجام می‌شود. اعمال محدودیت‌های زمانی–مکانی برای تردد خودروهای باربر می‌تواند بسته به سیاست مصوب در مراحل مختلف کلیه خودروهای باربر عمومی، خصوصی و دولتی یا بخشی از آن‌ها را شامل شود (Jiang et al., 2020).

پژوهش‌ها و مطالعات انجام شده در مراکز تحقیقاتی حمل‌ونقل اتحادیه اروپا و سازمان ملل متحد نشان می‌دهد که عامل سرعت در ازدیاد یا کاهش ریسک تصادفات مرگبار، نقش عمده و کلیدی را دارد. عامل اصلی ۵۸ درصد از تصادفات مرگبار در جاده‌ها سرعت غیرمجاز است. با این وجود، دو عامل تمایل انسان به رانندگی با سرعت هر چه بیش‌تر و اینکه ۹۰ درصد از رانندگان خود را راننده‌ای ماهر می‌دانند که قادرند در تمام شرایط کنترل خودرو را حفظ نمایند، باعث می‌شود که بسیاری از رانندگان، به صورت عادی حد سرعت مجاز را رعایت ننمایند. از این رو آموزش ترافیک در کنار اعمال قانون از ضروریات کاهش سرعت میانگین ترافیک است. عامل اصلی حداقل یک سوم از کل تصادفات رانندگی، سرعت غیرمجاز است. با افزایش سرعت، ریسک ایجاد تصادفات منجر به جرح و مرگ به صورت نمایی افزایش می‌یابد(Zargari & Rad, 2023). مطالعات نشان می‌دهد که در هنگام قرار گرفتن رانندگان در وضعیت بحرانی، یعنی هنگامی که راننده باید اقدامی‌سریع برای مقابله انجام دهد زمان عکس‌العمل اکثر رانندگان بین ۱/۵ الی ٤ ثانیه است (فقط درصد کمی از افراد می‌توانند در زمان یک ثانیه یا کمتر عکس‌العمل نشان دهند). برای محاسبات ریسک تصادفات، زمان عکس‌العمل ایمن ۳ ثانیه در نظر گرفته می‌شود. زمانی که با سرعت ۱۲۰ کیلومتر در ساعت رانندگی می‌کنیم، اگر واقعه غیرعادی در ۹۰ متری خودرو رخ دهد، احتمال نشان دادن عکس‌العمل موثر راننده ضعیف است و ریسک وقوع حادثه مرگبار بسیار بالا است (سرعت ۱۲۰ کیلومتر در ساعت برای بسیاری به معنی عدم توانایی کنترل خودرو تا ۱۰۰ متری است) (Elena et al., 2020). در صورت وقوع تصادف خودرو با عابر پیاده با سرعت ۳۰ کیلومتر در ساعت، ریسک کشته و یا مجروح شدن شدید عابر حدود ۱۰ درصد است در حالی که در سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت به ۸۰ درصد افزایش می‌یابد. در صورت برخورد خودرو به یک مانع سخت با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت، وزن سرنشین‌های خودرو در لحظه تصادفات ۲۰ برابر می‌شود، کودکی ۵ کیلوگرمی معادل ۱۰۰ کیلوگرم می‌شود و فردی با وزن ۱۰۰ کیلوگرم معادل ۲ تن خواهد شد. تبدیل انرژی جنبشی ایجاد شده در مدت زمان کوتاه رخداد به نیرو است که بر اساس آن محاسبات انجام شده است (fur Verkehrssicherheit, 2007).

در کشورهای صنعتی مطالعات گسترده‌ای روی تأثیرات سرعت در کاهش و یا ازدیاد تصادفات مرگبار انجام شده است. طبق نتایج تحقیقات اتحادیه اروپا، آمریکا و استرالیا عامل اصلی ۸۵ درصد از تصادفات مرگبار جاده‌ای سرعت‌های غیرمجاز است. در صورت کاهش ۵ درصد از سرعت میانگین خودروها در یک بزرگراه، ۲۲ درصد تصادفات مرگبار در آن مسیر کاهش می‌یابد.

دوربین‌های راداری ثبت تخلفات سرعت چنان اثر روانی دارند که حتی در محدوده ٦ کیلومتری محل نصب دوربین راداری ثبت تخلفات سرعت استقراری فعال بین ٤٠ درصد تا ٦٥ درصد از تصادفات مرگبار کاسته می‌شود. از این رو مدیریت هوشمند کنترل سرعت که با استقرار دوربین راداری ثبت تخلفات سرعت تحقق می‌یابد، باعث کاهش پایدار تصادفات مرگبار جاده‌ای می‌شود. کاهش ۸۰ درصد تصادفات مرگبار در بزرگراه‌های تهران با نصب دوربین‌های راداری ثبت تخلفات سرعت تجربه شده است (Al-Omari et al., 2020).

دو عامل فرسوده بودن لاستیک‌ها و نقص سیستم ترمزها، درصد قابل توجهی از تصادف رانندگی را که عامل وسیله نقلیه در ایجاد آن موثر بوده، به خود اختصاص داده است. پژوهش‌های انجام شده در خصوص ترکیدگی لاستیک وسایل سنگین نشان می‌دهد که در اغلب موارد باعث از دست دادن کنترل وسیله نقلیه توسط راننده و نهایتاً وقوع تصادف می‌شود. این ترکیدگی ناشی از عدم کنترل مناسب و رسیدگی به موقع به وضعیت لاستیک است (Elvik, 2008). هر مکانی که تعداد تصادفات مورد انتظار در آن

نسبت به مکان‌های مشابه درنتیجه فاکتورهای ریسک محلی، بیش‌تر باشد یک مکان پرتصادف است. در هر یک از شبکه راه‌ها، توزیع تصادفات کاملاً تصادفی نیست و در محل‌های مشخصی مانند نقاط سیاه، تجمع می‌یابند. چنانچه تصادفات واقع در این مکان‌ها مورد بررسی قرار گیرند، اغلب مشخص می‌شود که عوامل مهندسی و اشتباهات راننده در این وقایع به شکلی متداول دخالت دارند. با اصلاح مناسب یک جاده می‌توان از وقوع تصادفات مشابه در آینده جلوگیری نمود یا تعداد آن‌ها را کاهش داد. طبق تعریف، نقاط تصادف‌خیز محل‌هایی هستند که در آن‌ها تصادفات زیادی رخ می‌دهد. بنابراین به طور منطقی اصلاح این مناطق باید بیش‌ترین بازگشت سرمایه را با توجه به تعداد تصادفات صورت نگرفته در برداشته باشد(Alam, M. S., & Tabassum, 2023). در ایتالیا با استفاده از پارامترهای بارش، دما و برف در مقیاس‌های زمانی ماهانه و سالانه صورت گرفته است که نشان می‌دهد در شرایط برفی میزان تصادفات به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند(Bonera et al., 2022). محققین پژوهشی را در زمینه اثر مه در تصادفات جاده‌ای ژاپن انجام داد و با استفاده از نقشه‌های سطوح مختلف جو به بررسی چگونگی اثر مه در تصادفات پرداخت. وی در نهایت به این نتیجه رسید که زمان وقوع اکثر تصادفات ناشی از مه‌آلودگی در فصول سرد سال متمرکز شده است(Jarmuż & Chmiel, 2020). پارک (۲۰۱۹) نقش مه را در تصادفات جاده‌ای در آمریکا با استفاده از تکنیک‌های ماهواره‌ای مطالعه نمود و به این نتیجه رسید که بیش‌ترین احتمال وقوع تصادف در هنگام وقوع مه کمی بعد از بالا آمدن خورشید بیش‌تر است. او همچنین نتیجه گرفت که با استفاده از این روش (تکنیک‌های ماهواره‌ای) نقش سایر عناصر اقلیمی را در تصادفات می‌شود مورد مطالعه قرار داد(Park et al., 2019). کامبوزیا و همکاران نیز به بررسی تحلیل تصادفات جاده‌ای در محور سنندج-مریوان با رویکرد مخاطرات اقلیمی (بهمن، لغزش، ریزش و ...) به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آن‌ها در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که وقوع عوامل اقلیمی یخبندان و کولاک، مهم‌ترین پارامترهای خطرساز در فصل زمستان برای محور سنندج-مریوان محسوب می‌شود (Kamboozia et al., 2020). پژوهشگران به مطالعه اثر بارندگی بر تصادفات جاده‌ای در شهرهای بزرگ استرالیا پرداختند و در مطالعات خود نشان دادند که اثر بارندگی بر تصادفات چند عاملی است و عموما حجم ترافیک در فصل پاییز بیش‌تر از حجم آن در بهار است (Xing et al., 2019). همچنین محققین تحقیقی را در مورد ارتباط بین تصادفات جاده‌ای و پدیده‌های اقلیمی لحظه وقوع تصادفات انجام دادند. آن ها به بررسی رابطه بین آب و هوا و تصادفات جاده‌ای در ولز انگلستان پرداخت. وی در یک سطح اطمینان محلی به مقایسه وضعیت تصادفات در روزهای بارانی، روزهای همراه با پدیده مه و روزهای همراه با باد شدید (در روزهایی با شرایط مطلوب) پرداخت. یافته‌های این تحقیق کاهش معناداری را در شدت، تعداد تصادفات در روزهای بارانی و در مقایسه با روزهای بدون بارش نشان می‌دهد. در روزهای همراه با مه نیز تحقیقات نشان می‌دهد که آمار تصادفات افزایش یافته است. لازم به ذکر است که یافته‌های این تحقیق نتایج معناداری را در مورد باد شدید نشان نمی‌دهند(Elamrani Abou Elassad et al., 2020). در جدول ۱ به بررسی مطالعات انجام شده توسط محققین داخلی و خارجی پرداخته شده است.

جدول ۱. خلاصه‌ای از مطالعات پیشین

ردیف	نام محقق	سال	اهداف	نتیجه‌گیری
۱	سیلوا و همکاران	۲۰۲۰	بررسی تاثیر آموزش بر نحوه صحیح رانندگی	اهمیت آموزش اولیه و سیستم آموزشی در ایجاد رفتار صحیح رانندگان را نشان می‌دهد و بر لزوم آموزش صحیح و تمرینات مستمر رانندگان جوان تاکید می‌کند.
۲	نادلر و همکاران	۲۰۱۷	تاثیر ریسک بر جنسیت راننده	تفاوتی بین زن و مرد در افزایش ریسک رانندگی وجود ندارد.
۳	هو و همکاران	۲۰۲۰	بررسی تصادفات مربوط به گروه‌های سنی مختلف	نقش آسیب‌پذیری و تعداد تصادفات بر افزایش احتمال تلفات در گروه‌های سنی مختلف.
٤	بیکر و همکاران	۲۰۲۱	بررسی آماری ارتباط بستن کمربند بر ویژگی‌های راننده	نبستن کمربند ایمنی به سن و جنسیت مرتبط است.

۵	چوی و همکاران	۲۰۱۵	بررسی نقش اعتماد بنفس افراد در رانندگی و عوامل موثر بر آن	به این نتیجه رسید که مردان بیش‌تر از زنان به مهارت رانندگی خود اطمینان دارند و احتمال تصادف در اثر رفتارهای پرخطر را نیز کمتر می‌دانند.
٦	اونا و همکاران	۲۰۱٤	بررسی عوامل موثر بر تصادفات	به رابطه بین جنبه‌های مربوط به تجزیه و تحلیل تصادف جهت شناسایی عوامل کلیدی موثر بر رفتار رانندگی و کاربران جاده پرداخته شده است.
۷	کیم و همکاران	۲۰۱۷	بررسی تاثیر عامل انسانی در تصادفات	علل وقوع تصادفات وسایل نقلیه دوچرخ در مواقعی که فقط عامل انسانی دخیل باشد.
۸	بن لاقا و همکاران	۲۰۲۰	بررس تصادفات پرحادثه و عوامل موثر در کاهش شدت آن	بررسی تصادفات پرحادثه در آمریکا و با استفاده از تحلیل شدت تصادفات و مصدومیت حاصل از آن‌ها
۹	پم بویان و همکاران	۲۰۱۹	تاثیر عمل جاده بر تصادفات	بررسی آمار تصادفات در یک محدوده به عنوان طرح پایلوت با مشخص شدن زمان رخداد تصادف، نقاطی را که از نظر زمانی با نقص در سیستم روشنایی همخوانی داشته‌اند، شناسایی شده و سپس در محل‌های مورد نظر برداشت شدت روشنایی انجام شده است.
۱۰	نوگایوا و همکاران	۲۰۲۱	بررسی تصادفات عابر پیاده	بررسی و تحلیل تصادفات عابران پیاده در معابر شهری و شناسایی عوامل موثر بر آن براساس داده‌های مکانی و معرفی و میزان تاثیر هر کدام، بر اساس مدل آماری مناسب رگرسیون دوجمله ای منفی انجام گرفته است.
۱۱	سوبوتا و همکاران	۲۰۱۸	بررسی تاثیر روسازی مسیر در تصادفات	بررسی کمی و کیفی تاثیر مقاومت لغزندگی بر روی تصادفات ترافیکی
۱۲	سولتانا و همکاران	۲۰۱٤	تاثیر طرح هندسی راه و پارامترهای ترافیکی بر تصادفات کامیون‌ها در جاده‌های امریکا	تحلیل و ارزیابی انجام شده در این تحقیق نشان داد که ۳۰ درصد تصادفات مربوط به مسیرهای کوهستانی مربوط به عامل جاده هستند.
۱۳	ساهاف و همکاران	۲۰۲۱	بررسی عوامل جاده‌ای موثر در تصادفات اطراف قوس‌های افقی واقع در راه‌های دو خطه دوطرفه	با استفاده از روش دلفی از مجموعه روش‌های تصمیم گیری گروهی و با بکارگیری یک مدل رگرسیون، این عوامل اولویت‌بندی شد.
۱٤	کازان و اوسمن	۲۰۱۸	درجه‌بندی تصادفات بر اساس شدت وقوع آن‌ها برای عامل جاده	با استفاده از روش پواسون–نرمال، تاثیر طرح هندسی راه، شرایط جوی و شرایط ترافیکی را بر روی تعداد تصادفات در شدت‌های مختلف تصادفات مورد بررسی قرار دادند.
۱۵	کاسو و اندرسون	۲۰۱۸	بررسی تاثیر مسیرهای خیس در تصادفات	فقط ۲/۳ درصد از تصادفاتی مربوط به سطوح مرطوب، در قسمت‌های مماسی رخ می‌دهد.
۱٦	سنگخارات و همکاران	۲۰۲۱	تاثیر بارش باران بر تصادفات	خطرناک‌ترین حالت رانندگی زمانی است که مقطعی از جاده به علت بارش سنگین و خصوصیات ضعیف طرح هندسی دچار کاهش اصطکاک شود.
۱۷	بانا و همکاران	۲۰۱۹	بررسی تاثیر مقدار اصطکاک موجود در جاده بر تصادفات	در راه‌های دوخطه برون شهری برای جریان ترافیک کم، ضریب لغزندگی بیش‌ترین اهمیت را در بروز تصادفات دارد، در صورتی که در جریان ترافیک زیاد اثر عرض جاده مهم‌تر است.

۳- روش تحقیق

برای انجام تحقیق و مدل‌سازی آن ابتدا یک محدوده درون شهری انتخاب می‌شود. به همین منظور برای تحقیق پیش‌رو، شهر اصفهان انتخاب شده است. پس از معرفی محدوده مورد مطالعه، اطلاعات طرح شامل ساعت اوج، تعداد تصادفات سال‌های قبل، تعداد مجروحین و کشته‌ها، عامل تصادفات و مقصر تصادفات از سازمآن‌های مربوطه مانند پلیس راهنمایی رانندگی، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک و پزشکی قانونی جمع‌آوری می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری شده برای تحلیل وضعیت موجود استفاده

می‌شود. پس از بررسی و تحلیل داده‌ها و جمع بندی آن‌ها تمام مشکلات مسیر مشخص شده و نواحی دارای مشکل ایمنی شناسایی می‌شود. با استفاده از این اطلاعات، روزها، ساعت‌ها و مکان‌های پرحادثه معرفی می‌شوند. با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی درجه اهمیت مشکلات موجود مشخص می‌شود که کدامیک بیش‌ترین تاثیر را در وضعیت ترافیک و ایمنی شهر دارد. پس از آن سناریو طرح مکانی-زمانی ارائه می‌شود و با استفاده از مدلسازی لوجیت مسیرهایی که وجود وسایل نقلیه باری باعث افزایش ترافیک یا کاهش ایمنی می‌شود، مشخص شده و با استفاده از جزییات و قوانین طرح معرفی شده ورود خودروهای باری به آن ناحیه محدود می‌شود.

۳-۱-گام اول: محدوده مورد مطالعه

اصفهان در ٤٣٥ کیلومتری تهران و در جنوب این شهر قرار دارد. شهر اصفهان دارای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ٤٠ ثانیه شرقی وعرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی است. محدوده شهری آن به چهارده منطقه شهری تقسیم می‌شود و از غرب شهر (خیابان کهن‌دژ) متصل به خمینی شهر، از جنوب متصل به فلاورجان، از سمت شمال به سمت شهر شاهین‌شهر و از شرق نیز به دشت سجزی منتهی می‌شود.

۳-۲-گام دوم: تعداد تصادفات حمل‌ونقل باری و علل آن‌ها

بنابر آمار اخذ شده از پلیس راهنمایی و رانندگی تعداد تصادفات جرحی و فوتی حمل‌ونقل باری در معابر درون شهری اصفهان برای سال‌های ۱٤۰۰ و ۱٤۰۱ به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲. تعداد تصادفات حمل‌ونقل باری در اصفهان

نوع تصادفات	تعداد
جرحی	۳۷۳
فوتی	۲۰
جمع کل	۳۹۳

با توجه به جدول ۲، در سال ۱٤۰۱ تعداد ۳۹۳ فقره تصادف ناوگان باری در اصفهان ثبت شده که این عدد نشان دهنده روزانه بیش از یک تصادف است. تعداد کل فوتی و جرحی برای سال ۱٤۰۱ در تصادفات ناوگان باری در جدول ۳ آمده است.

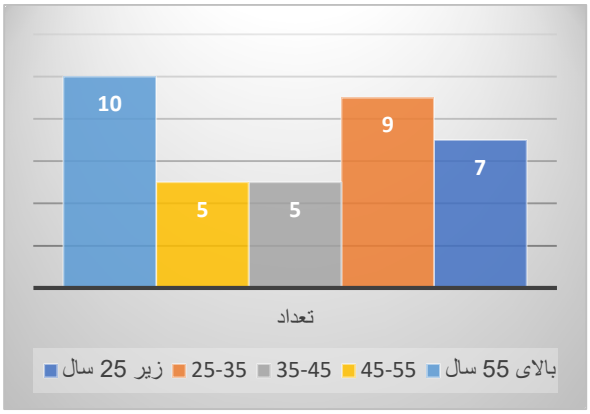
جدول ۳. تعداد فوتی و جرحی تصادفات ناوگان باری در سال ۱٤۰۱

تعداد افراد	واحد	تعداد
فوت شده	نفر	۲۲
مجروح	نفر	٤۲۷

به طور دقیق ٤۲۷ نفر در تصادفات ناوگان باری دچار فوت و آسیب دیدگی شده‌اند و این آمار نشان‌دهنده این است که به جز راننده، سرنشینان دیگر هم دچار آسیب دیدگی شده‌اند.

جدول ٤. مقصرین تصادفات حمل بار با بررسی نوع وسیله نقلیه

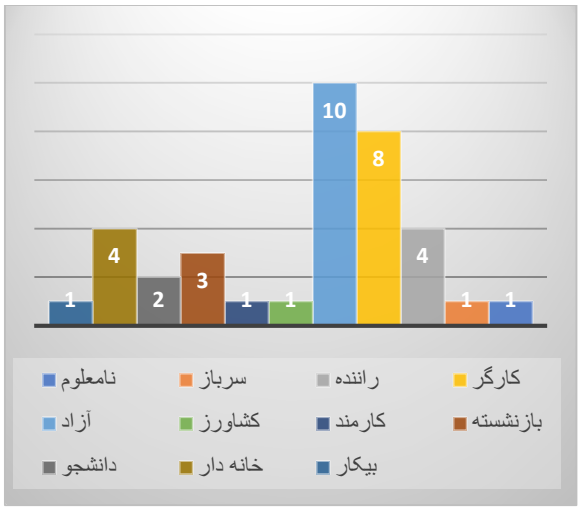
نوع وسیله نقلیه	جرحی		فوتی	
	مقصر	غیر مقصر	مقصر	غیر مقصر
وانت پیکان	٦٤	٢٢	١	١
نیسان	٣٨	٢٤	٢	٤
وانت مزدا	٣٧	١٤	٠	٠
کامیونت	١٠	١٠	٢	١
کامیون	٦٤	٤٦	٧	٢
تریلی	٠	٠	٠	١



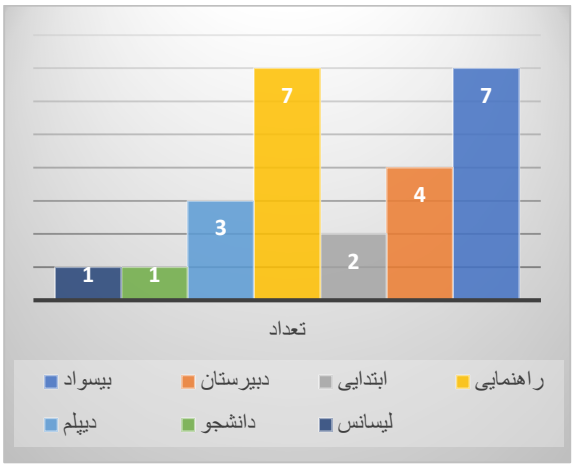
شکل ۱. رده سنی تصادفات فوتی ناوگان باری با توجه به آمار پزشکی قانونی

جدول ٤ نشان‌دهنده تعداد تصادفات به تفکیک انواع وسیله نقلیه باری است. طبق اطلاعات جدول، بیش‌ترین تصادفات در حوزه باری درون شهری مربوط به پیکان وانت است. با توجه به نمودار شکل ۱ که آمار دریافتی از پزشکی قانونی است، بیش‌ترین تصادفات برای دو گروه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و بالای ۵۵ سال ثبت شده است. افراد بالای ۵۵ سال به عنوان بازنشسته حساب می‌شوند و نمی‌توانند تمرکز کافی برای رانندگی را طبق اصول روانشناسی داشته باشند. از بین افراد سنین ۲۵ تا ۳۵ سال نیز بیش‌تر تصادفات آن‌ها به دلیل مانور و سرعت غیرمجاز است که نشان‌دهنده رفتارهای پرخطر با توجه به سن آن‌هاست. کم‌ترین میزان تصادفات مربوط به سنین ۳۵ تا ۵۵ سال است که نشان دهنده دقت کافی این افراد است. این افراد هم تمرکز بالا برای فعالیت دارند و هم اینکه مثل گروه سنی پایین‌تر رفتارهای پرخطر انجام نمی‌دهند.

با توجه به شکل ۲ بیش‌تر افرادی که در معرض تصادفات رانندگی ناوگان باری هستند، دارای شغل غیرمرتبط با رانندگی هستند. بیش‌تر این افراد را کارگران و شغل‌های آزاد تشکیل می‌دهند. در صورتی که افرادی که به عنوان راننده تخصصی هستند و شغل اصلی آن‌ها رانندگی است، از تعداد تصادفات کم‌تری برخوردارند. با توجه به این نمودار مشخص می‌شود که اگر کسانی که دارای شغل اصلی رانندگی هستند، پشت فرمان ناوگان باری بنشینند شاهد تصادفات کم‌تری خواهیم بود.

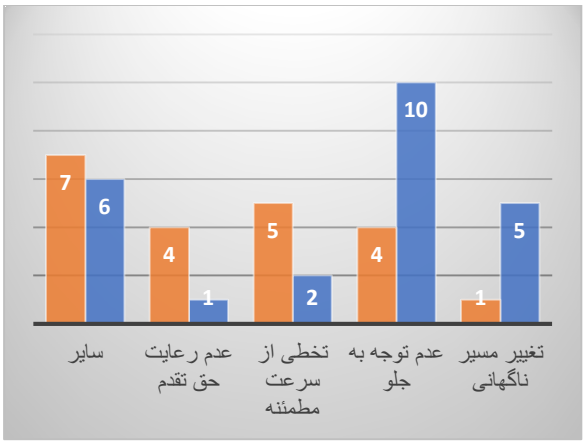


شکل ۲. شغل افراد در تصادفات فوتی ناوگان باری با توجه به آمار پزشکی قانونی

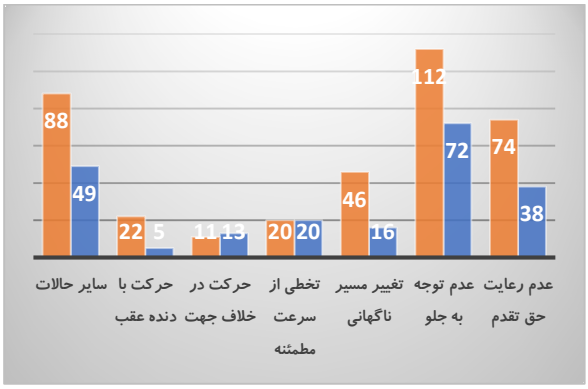


شکل ۳. تحصیلات افراد در تصادفات فوتی ناوگان باری با توجه به آمار پزشکی قانونی

با توجه به نمودار شکل ۳ بیشتر تصادفات رانندگی ناوگان باری مربوط به افرادی است که دارای تحصیلات ابتدایی و راهنمایی هستند. همانطور که از نمودار پیداست افراد دانشجو و مدارک بالاتر کم‌ترین میزان تصادفات را دارند. این امر می‌تواند نشان دهنده رابطه مستقیم سطح تحصیلات با انجام مقررات ایمنی و راهنمایی رانندگی باشد. ایجاد کلاس‌های آموزشی متناسب با شغل مورد نظر می‌تواند از بسیاری از تصادفات بکاهد.



شکل ٤. دلایل تصادفات منجر به فوت ناوگان باری (آبی مربوط به سال ۱۴۰۰ و نارنجی مربوط به سال ۱۴۰۱)



شکل ٥. دلایل تصادفات جرحی ناوگان باری (آبی مربوط به سال ۱۴۰۰ و نارنجی مربوط به سال ۱۴۰۱)

با توجه به شکل ٤ مشخص می‌شود که از دلایل اصلی تصادفات رانندگی برای وسایل نقلیه باری عدم توجه به جلو است که در دو سال پیاپی ١٤ تصادف منجر به تصادف با همین تخلف ثبت شده است. عدم توجه به جلو می‌تواند عواملی همچون کار با تلفن همراه، خوردن حین رانندگی، صحبت با سرنشینان دیگر و ... باشد که قدرت و زمان عکس العمل را در مواجهه با موانع کم می‌کند و باعث ایجاد حادثه می‌شود. عوامل دیگری همچون سرعت غیر مجاز، مانور و سبقت و عدم رعایت حق تقدم پس از گزینه عدم توجه به جلو بیش‌ترین عامل تصادفات فوتی هستند.

شکل‌های ٤ و ٥ نشان‌می‌دهند که بیش‌ترین تصادفات جرحی مانند تصادفات فوتی خودروهای باری مربوط به عدم توجه به جلو است که دلایل آن قبلا ذکر شده است. یکی از دلایلی که بیش‌ترین تصادفات را بعد از عدم توجه به جلو دارد، عدم رعایت حق تقدم است که شامل دور زدن‌های نابجا و تلاش برای سبقت از راست و عدم رعایت حقوق دیگران می‌شود. این دو عامل ۵۰ درصد کل تصادفات جرحی را شامل می‌شوند.

با توجه به آمار استخراج شده، تعداد تصادفات سال ۱۴۰۱ حدود ۵۰ درصد بیش‌تر از سال ۱۴۰۰ است.

۳-۳- گام سوم: شناسایی نقاط پرحادثه شهر اصفهان

در این قسمت از تحقیق تمام مکان‌هایی که تصادفات ناوگان باری در آن اتفاق افتاده است مشخص و جمع‌آوری شده است. به کمک این آمار می‌توان نقاط پرحادثه را شناسایی و به رفع مشکلات هندسی و ترافیکی محل پرداخت.

جدول ۵. شناسایی نقاط پرحادثه اصفهان با تعداد تصادفات

محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد
۲۴متری	۸	بابک	۱	رهنان	۱	کهن‌دژ	۱
اردستانی	۲	باغ فردوس	۱	زرین کوب	۲	گلستانه	۱
اتوبان آقا بابایی	۲	باهتر	۳	زینبیه	۴	لاهور	۱
اتوبان آقارب پرست	۸	بعثت	۴	سروش	۱	مسجد سید	۲
اتوبان چمران	۲	بلوار شفق	۱	سلمان	۱	مشیرالدوله	۲
اتوبان حبیب الهی	۱	بلوار کشاورز	۱	سه راه ملک شهر	۱	مطهری ملک شهر	۲
اتوبان خرازی	۴	بهارستان شرقی	۱	سودان	۱	معراج	۳
اتوبان دستجردی	۷	بهارستان ملک شهر	۲	شریف	۱	مقداد	۱
اتوبان ذوب آهن	۱	پروین	۴	شریف شرقی	۱	ملک	۱
اتوبان ردانی	۲	پل تمدن	۲	شهرک گل نرگس	۱	ملک شهر	۱
اتوبان صیاد شیرازی	۴	پل دفاع مقدس	۱	شهیدان غربی	۱	مولوی	۱
اتوبان فرودگاه	۱	پل غدیر	۱	شیخ بهایی	۲	میثم	۱
اتوبان کشوری	۴	پل قدیر	۱	شیخ صدوق	۱	میدان احمد آباد	۱
اتوبان میثمی	۲	تقاطع بهشت	۱	صمدیه	۲	میدان استقلال	۱
احمدآباد	۱	توحید	۱	ضابط زاده	۱	میدان پزوه	۱
ارتش	۱	جی	۲	عاشق اصفهانی	۱	میدان قدس	۲
ارغوانیه	۱	جی شیر	۳	عاشق آباد	۱	میدان لاله	۳
امام خمینی	۱۵	چهار باغ	۱	علامه	۱	میدان نگین	۱
امام رضا	۲	حکیم شفایی	۱	علامه مجلسی	۱	میدان نوبهار	۱
امام زاده ردان	۱	حکیم نظامی	۱	فروردین	۱	میر	۱
محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد
امیر کبیر	۳	خانه اصفهان	۲	فلاطوری	۲	نبوی منش	۱
آتشگاه	۱۷	خزاعی	۱	قادمیه	۱	نواب صفوی	۱
آزادگان	۱	خواجو	۱	کاظمی	۱	نیرو	۲
آزادی	۱	راه	۱	کاوه	۵	هاتف	۲
باباگلی	۱	رباط	۴	کمال	۱	هشت بهشت	۱

جدول ۵ نشان‌دهنده تعداد تصادفات جرحی در خیابان‌های داخل شهری اصفهان است. با توجه به آمار جدول تصادفات در بیش‌تر نقاط شهر اتفاق افتاده است. در ادامه به بررسی نقاط پرحادثه پرداخته می‌شود. در جدول ۶ مکان‌هایی که در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ بیش‌ترین تصادفات را داشته‌اند، بررسی و ارائه شده است. این مکان‌ها دارای بیش‌ترین تصادفات هستند و نقاط پرحادثه شهر معرفی می‌گردند. خیابان امام خمینی دارای بیش‌ترین تصادفات ناوگان باری است و پرحادثه‌ترین مکان شناخته می‌شود و یک مکان بحرانی است که باید توجه ویژه‌ای به این مکان برای کاهش تصادفات داشت.

جدول۶. ارائه تعداد تصادفات جرحی بحرانی‌ترین نقاط اصفهان

محل تصادف	۱۴۰۰	۱۴۰۱	مجموع
اتوبان آقارب پرست	۱۴	۸	۲۲
اتوبان چمران	۸	۴	۱۲
اتوبان دستجردی	۹	۷	۱۶
رباط	۵	۴	۹
زینبیه	۷	۴	۱۱
امام خمینی	۲۳	۱۵	۳۸
آتشگاه	۱۰	۱۷	۲۷
بعثت	۹	۴	۱۳
کاوه	۱۰	۵	۱۵
جی	۸	۳	۱۲

جدول ۷. نقاط پرحادثه تصادفات فوتی شهر اصفهان برای سال‌های ۱۴۰۰-۱۴۰۱

سال ۱۴۰۰		سال ۱۴۰۱	
محل تصادف	تعداد	محل تصادف	تعداد
اتوبان اردستانی	۲	بلوار کشاورز	۲
اتوبان آقا بابایی	۱	اردستانی	۳
اتوبان آقارب پرست	۱	امام خمینی	۳
اتوبان چمران	۲	گردنه زینل	۲
اتوبان خرازی	۲	چهار باغ	۱
امام خمینی	۳	چهار راه زاهد و ظهیر الاسلام	۱
پرتو	۱	کشوری	۲
پل غدیر	۱	میدان المپیک	۱
پل نمدن	۱	اتوبان ذوب اهن	۱
چهار باغ	۱	پرتو	۱
چهار راه کشاورزی	۱	زینبیه	۱
خوراستگان	۲	فرزانگان	۱
زینبیه	۱	خوراسگان	۱
کاوه	۱	میدان جوان	۱
نبوی منش	۱	شریعتی	۱
		بلوار ابن سینا	۱
		میدان عاشق اصفهانی	۱

جدول ۷ تعداد تصادفات فوتی را با توجه به مکان‌های ایجاد تصادف برای سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ شناسایی می‌کند. با توجه به آمار راهنمایی رانندگی اتوبان اردستانی و خیابان امام خمینی دارای بیشترین تصادفات فوتی ناوگان باری هستند که در هر دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ تصادفات قوتی در ان اتفاق افتاده است. با توجه به این آمار، این دو خیابان مکان‌های بحرانی ایجاد تصادفات هستند.

۳-٤- گام چهارم: پرسشنامه

پرسشنامه ارائه شده توسط ماموران راهنمایی رانندگی موجود در هر نقطه و محل خدمت آن پر می‌شود. محدوده مورد مطالعه به چند ناحیه تقسیم می‌شود و برای هر ناحیه یک کاربر راهنمایی و رانندگی وجود دارد. نتایج این پرسشنامه برای همه نواحی بررسی می‌شود. هر یک از این کارشناسان نظرات خود را در مورد سوالات مربوطه ثبت می‌کنند. این سوالات شامل درصد عوامل موثر بر تصادفات (خودرو)، درصد عوامل موثر بر تصادفات (راننده)، سهم هریک از عوامل موثر در بروز تصادفات، بررسی مطالب آموزشی برای ناوگان برون شهری، تصادفات برون شهری و درون شهری و وجه تمایز ناوگان باری و مسافربری.

جدول ۸ انتخاب وسیله نقلیه با بیش‌ترین تصادف

ردیف	پاسخ کارشناس
۱	وانت نیسان – کامیونت
۲	نیسان به دلیل ایمنی کم
۳	وانت بار نیسان
٤	نیسان و پیکان وانت
٥	نیسان و پیکان وانت
٦	نیسان– ایسوزو
۷	نیسان–کامیونت
۸	نیسان
۹	نیسان–وانت پراید
۱۰	نیسان – پیکان وانت
۱۱	نیسان
۱۲	نیسان–ایسوزو
۱۳	نیسان–پیکان وانت

جدول ۹. درصد تصادفات وسایل نقلیه باری

وسیله نقلیه	تعداد	درصد
نیسان	۱۳	٦۲
کامیونت	٤	۱۷
وانت پیکان	٤	۱۷
وانت پراید	۱	٤

در جدول ۹ درصد تصادف خودروهای باری ارائه شده است. با توجه به شکل تعداد تصادفات نیسان خیلی بیش‌تر از بقیه خودرهای باری است. و می‌توان گفت که مجموع تصادفات تمام خودروهای باری به نیسان نمی‌رسد. نیسان به تنهایی ٦۲ درصد تصادفات را در برمی‌گیرد، در حالیکه وانت پیکان و کامیونت ۱۷ درصد و از همه کم‌تر پراید وانت به اندازه ٤ درصد تصادفات را شکل می‌دهند. در جدول ۱۰ هر یک از کارشناسان نظر خود را در مورد میزان آلایندگی ارائه می‌دهند.

جدول ۱۰. سهم خودروهای باری در آلایندگی

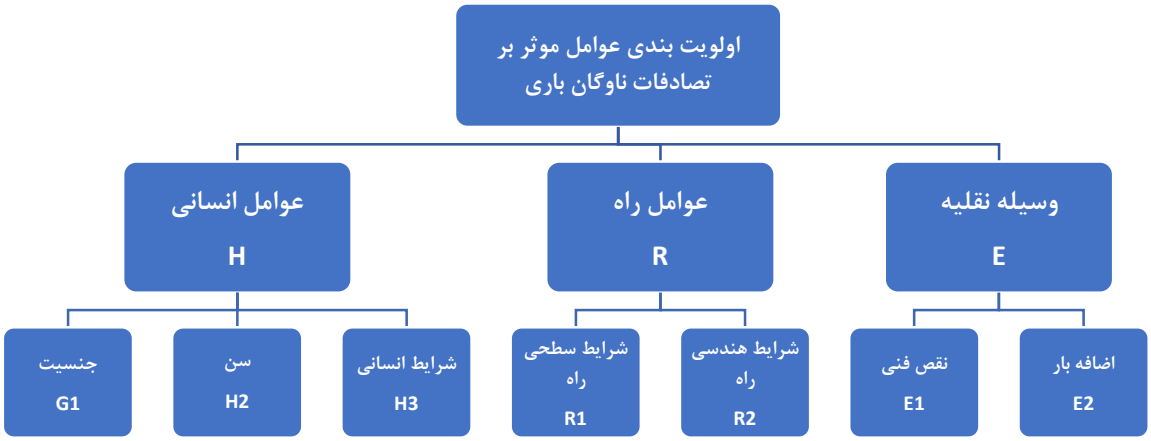
ردیف	نظر کارشناس
۱	۵۰ درصد
۲	بالای ۵۰ درصد
۳	۵۰ درصد
٤	۳۰ درصد
۵	٤۰ درصد
٦	۵۰ درصد
۷	٤۰ درصد
۸	۳۰ درصد
۹	٤۰ درصد
۱۰	۵۰ درصد
۱۱	٤۰ درصد
۱۲	۵۰ درصد
۱۳	۵۰ درصد
میانگین	٤٤ درصد

جدول ۱۱. مقایسه درصد آلایندگی ناوگان باری و مسافری

نوع خودرو	درصد
باری	٤٤
مسافری	۵٦

۳-۵- گام پنجم: مدل‌سازی، تحلیل داده‌ها و مقایسات زوجی

معیارها و گزینه‌های انتخابی در مدل اولیه با استفاده از تحلیل آمار توصیفی بدست آمده است. مدل‌سازی براساس سه معیار انسان، محیط و راه بوده و هر معیار به چندین گزینه انتخابی متصل شده است. معیارهای انتخابی با یکدیگر در ارتباط هستند و این ارتباطات در مدل‌سازی جهت نزدیک شدن به نتایج مطلوب در نظر گرفته شده است. ارتباطات ایجاد شده حاصل سعی و خطا بین پژوهشگر و کارشناسان است. مدل‌سازی اولیه براساس معیارها و گزینه‌های انتخابی به شرح ذیل است.



شکل ٦. اولویت‌بندی عوامل موثر بر تصادفات ناوگان باری

در این تحقیق با استفاده از یک مدل سلسله مراتبی اولیه براساس معیار و گزینه‌های انتخابی و ترکیب علل پر اهمیت حاصل از تحلیل آماری به تشکیل شبکه پرداخته شده است. شبکه حاصل از ترکیب روابط موجود بین معیارها و گزینه‌های انتخابی است که در خوشه و خارج از خوشه دارای ارتباطاتی هستند. شایان ذکر است در این مجال عوامل موثر در بروز تصادفات بررسی می‌شود. مطابق مدل ارائه شده توسط هدن (۱۹۹۸) عوامل قبل از وقوع تصادف در نظر گرفته شده و اولویت‌بندی می‌شوند. در این تحقیق علل تامه پر اهمیت در تصادفات به وقوع پیوسته به عنوان شرایط انسانی دخیل در تصادفات در نظر گرفته شده است. گزینه‌های انتخابی جهت استفاده سریع، با اختصار نوشته شده که به شرح ذیل هستند.

گزینه‌های مربوط به عامل انسانی

H1: جنسیت، شامل مرد و زن

H2: سن و تقسیم‌بندی آن، شامل بازه‌های مشخص گروه‌های سنی

H3: شرایط انسانی، شامل شرایط خطرسازی که رفتار راننده دچار آن می‌شود و می‌تواند حاصل بی‌احتیاطی، بی‌قانونی، بی‌مبالاتی و عدم مهارت در رانندگی شود.

گزینه‌های مربوط به عامل راه

R1: شرایط سطحی راه، شامل سطوح مرطوب، یخبندان و خشک می‌شود.

R2: شرایط هندسی راه، شامل هندسه مسیر یا فواصل دید مناسب و نامناسب می‌شود.

٤-گزینه‌های مربوط به وسیله نقلیه

E1: نقص فنی وسیله نقلیه

E2: خطای انسانی شامل اضافه بار

هریک از گزینه‌های‌های انتخابی به چند زیرگزینه انتخابی تقسیم می‌شوند که به شرح جدول زیر و با استفاده از علائم اختصاری ارائه می‌شود.

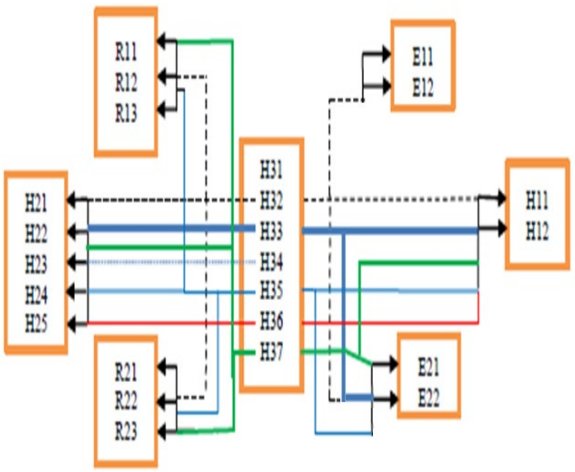
جدول ۱۲. علایم اختصاری

زیر گزینه‌ها	علایم اختصاری	گزینه‌های انتخابی	علایم اختصاری	معیار	علایم اختصاری
مرد	H11	جنسیت	H1	انسان	H
زن	H12				
کمتر از ۱۸	H21	شرایط سنی	H2		
۱۸-۳۰	H22				
۳۰-٤٥	H23				
٤٥-٦٠	H24				
بیش‌تر از ٦٠	H25				
انحراف به چپ	H31	شرایط انسانی	H3		
تخطی از سرعت مطمئنه	H32				
عجله و شتاب بی مورد	H33				
عدم کنترل وسیله نقلیه	H34				
عدم توجه به جلو	H35				
عدم رعایت حق تقدم	H36				
عدم رعایت فاصله طولی مناسب	H37				

خشک و معمولی	R11	شرایط سطحی راه	R1	راه	R
خیس و مرطوب	R12				
برفی و یخبندان	R13				
قوس افقی و قایم با فاصله دید مناسب	R21	شرایط هندسی راه	R2		
قوس افقی و قایم با فاصله دید نا مناسب	R22				
مسیر مستقیم	R23				
اضافه بار	E11	نقص فنی وسیاه نقلیه	E1	وسیله نقلیه	E
مشکلات سیستم ترمز	E12				
اضافه بار	E21	خطای انسانی	E2		
مهار نکردن بار	E22				

٤- تحلیل نتایج

پس از بررسی‌های اولیه بر روی عوامل موثر بر تصادفات درون شهری منطقه مورد مطالعه و همچنین تجزیه و تحلیل نظرات کارشناسان، به ارائه روابط موجود در بین این عوامل پرداخته می‌شود. این روابط می‌تواند بین علل تصادف یا خصوصیات مختلف هریک از عوامل بستگی داشته باشد. همچنین این روابط می‌تواند روابط خارجی و داخلی بین هر خوشه باشد. در کل این روابط حاصل رابطه بین هر عنصر به عناصر دیگر است و مستقل از خوشه‌های تعریف شده است. در این تحقیق تشکیل شبکه به سبب بررسی روابط موجود و نیز تدقیق در مدل‌سازی است. ملاحظه و بررسی روابط موجود و نیز اعمال این روابط در مدل، باعث ایجاد همبستگی بیش‌تر با واقعیت و تحصیل نتیجه‌ای با دقت بالاتر می‌شود. روابط درونی و بیرونی در نظر گرفته شده در مدل، یک شبکه جهت‌دار را تشکیل می‌دهد. این شبکه با استفاده از روابط خارجی و داخلی ارائه شده توسط پژوهشگر و تایید کارشناسان ساخته شده است. در شکل ۷ رابطه بین گزینه‌های انتخابی ترسیم شده است.



شکل ۷. رابطه بین گزینه‌های انتخابی با علایم اختصاری

٤-١- مقایسات زوجی

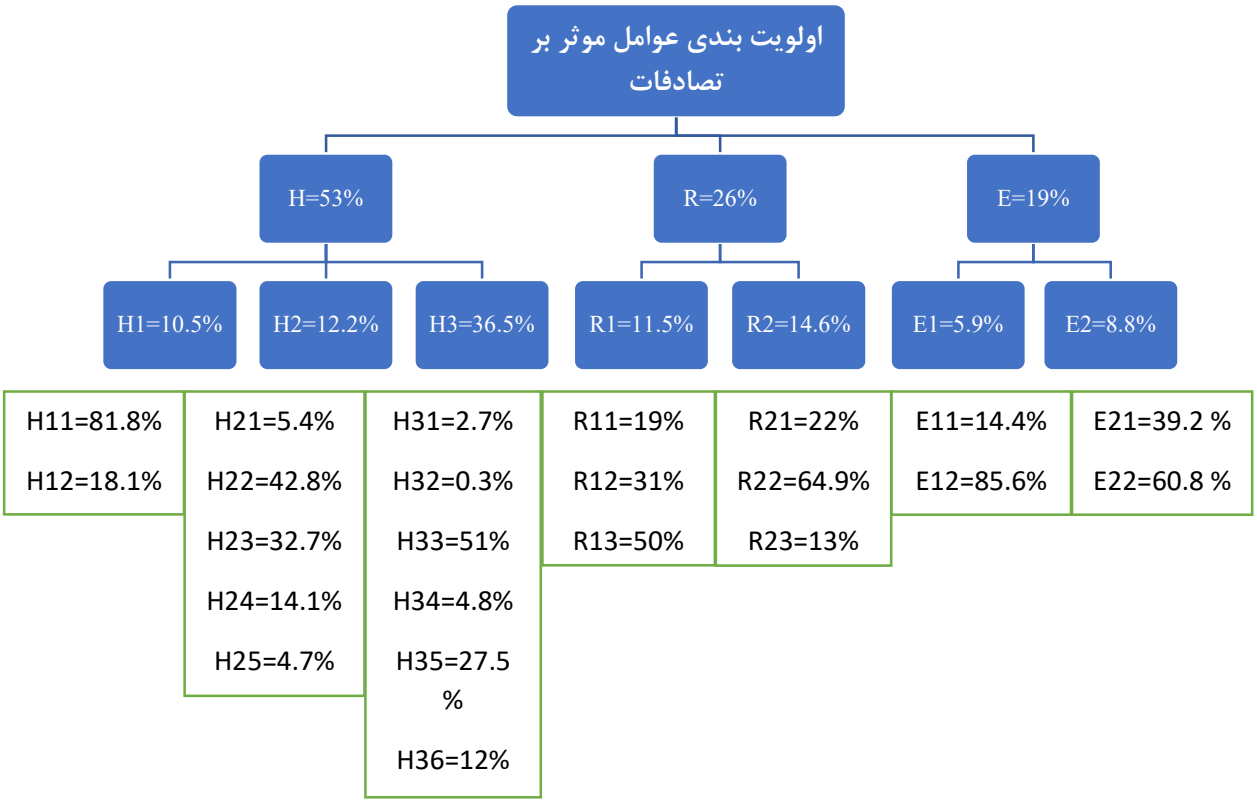
در این مرحله بردارهای نسبی وزنی از ماتریس مقایسات زوجی محاسبه می‌شود. الگوریتم‌های متنوعی برای تخمین زدن این وزن‌ها وجود دارد اما ساعتی روش وزن‌دهی سلسله مراتبی را توصیه می‌کند. هنگامی‌که ناسازگاری در اندازه‌گیری وجود دارد، پیشنهاد می‌شود که این راه حل وزن‌دهی تنها راه برای کسب رتبه‌بندی یا سلطه منعکس شده در ماتریس مقایسات زوجی است. شاخص سازگاری (CI) و نرخ سازگاری (CR) نیز بر ای تعیین میزان سازگاری قضاوت، می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. ساعتی توصیه می‌کند برای اینکه قضاوت قابل قبول نگریسته شود، فرخ ناسازگاری باید کمتر از ۰/۱-۰/۲ باشد. در غیر این صورت مطالعه بر روی مسئله و ارزیابی مجدد ماتریس مقایسات زوجی پیشنهاد می‌شود. مدل‌سازی و انجام محاسبات در نرم‌افزار سوپر دسیژن در نسخه تحقیقاتی انجام گردیده است. مقایسات زوجی عناصر به دو روش مقایسه کمی و کیفی انجام می‌شود که مقایسه کمی با استفاده از آمار (حاصل از فرم‌های برداشت تصادف قرار داده می‌شود و مقایسه کیفی با استفاده از نظر کارشناسان رتبه‌بندی و در شبکه قرار داده می‌شود. شکل دادن سوپر ماتریس اولیه، یعنی یک ماتریس بخش‌بندی شده که در هر زیر ماتریس یا بلوک آن، بردارهای وزنی نسبی (بردارهای وزنی ستونی) محاسبه شده از مقایسات زوجی را شامل می‌شود. سپس سوپر ماتریس اولیه (غیر وزنی) به یک ماتریس احتمالی به وسیله وزن‌دهی خوشه‌ها و یک نرمال‌سازی تبدیل می‌شود. این همان احتمال ستونی است که جمع ستون برابر با یک می‌شود. بردارهای وزنی، حدی پایدار را از سوپر ماتریس وزنی (ماتریس احتمالی) بدست می‌آورند. به طور محاسباتی، ماتریس احتمالی را به توان بی‌نهایت افزایش داده تا جایی که به یک حد از نتایج ماتریس‌های حدی همگرا شود. از آنجایی که عناصر ممکن است به راه‌های زیادی به طور مستقیم یا غیر مستقیم تعامل داشته باشند، سوپر ماتریس حدی، وزن معنی‌داری از تاثیر هر عنصر بر هر عنصر دیگر در این سیستم را تهیه می‌کند، جایی که همه تعاملات ممکن در این فرآیند همگرایی در نظر گرفته شوند. با استفاده از سوپر ماتریس نهایی می‌توان براساس عدد بدست آمده اولویت هریک از عناصر را بدست آورد. پس از انجام مقایسات زوجی و نیز اولویت‌بندی در هر خوشه، سوپر ماتریس نهایی حاصل می‌شود. وزن هر عنصر از سوپر ماتریس نهایی استخراج می‌شود و با استفاده از این اوزان می‌توان هر عنصر را در کل شبکه و یا در خوشه مربوطه اولویت‌بندی کرد.

در نرمالیزه کردن اعداد حاصل از سوپر ماتریس نهایی، جمع اعداد در هر خوشه برابر یک می‌شود. در شکل ۸ اعداد نرمالیزه شده هر عنصر ارائه شده است.

در شکل ارائه شده، عوامل موثر در تصادف به ترتیب از موثرترین عامل تا کم تاثیرترین عامل در هر سطح مشخص شده است. به وضوح مشاهده می‌شود که عامل انسانی در سطح معیارها و عامل شرایط انسانی در سطح گزینه‌های انتخابی بیش‌ترین تاثیر را در وقوع تصادفات درون شهری داشته است. عامل شرایط انسانی در مطالعات گذشته نیز دارای اولویت اول بوده است. ولی در این تحقیق بین زیر گزینه‌های شرایط انسانی نیز اولویت‌بندی وجود دارد: عجله و شتاب بی‌مورد، عدم توجه به جلو، عدم رعایت حق تقدم، عدم توانایی کنترل وسیله نقلیه، انحراف به چپ، عدم رعایت فاصله طولی مناسب و تخطی از سرعت مطمئنه. این عوامل را می‌توان با استفاده از فرهنگ‌سازی ایمن کرد. بعضی از این عوامل مانند تخطی از سرعت و عدم رعایت حق تقدم را می‌توان با اعمال قوانین بازدارنده کاهش داد ولی مطمئناً این نتایج پایدار نخواهد ماند. در ارتباط با گزینه‌های انتخابی راه، عامل شرایط هندسی محل اهمیت بیش‌تری دارد. شرایط هندسی محل می‌تواند نقش مهمی در مدیریت و ایمنی ترافیک ایفا کند. در این خوشه، قوس افقی و قائم با فاصله دید نامناسب دارای بالاترین اولویت است. قطعات با این ویژگی خاص براحتی قابلیت شناسایی دارند و با صرف هزینه‌ای محدود و زمانی اندک ایمن‌سازی می‌شوند.

دیگر گزینه‌های انتخابی، شرایط سطحی راه است که در خوشه آن سطح برفی و یخبندان دارای اهمیت بیش‌تری است. این عامل را می‌توان با استفاده از راه حل‌های موجود مانند زهکشی مناسب از پدید آمدن آن جلوگیری کرد. در ارتباط با گزینه‌های انتخابی محیطی، وضعیت روشنایی دارای اولویت است که در این خوشه عامل شب با روشنایی ناکافی اهمیت بیش‌تری دارد. تصادف در روشنایی ناکافی اغلب در شریان‌های درجه دو اتفاق افتاده است که این عامل را نیز می‌توان با کنترل مستمر روشنایی معابر ایمن‌سازی کرد. عامل بعدی کاربری محل است که در خوشه آن کاربری مسکونی دارای بیش‌ترین اهمیت در وقوع و بروز تصادقات را داشته است. اغلب تصادفات این کاربری تصادفات وسیله نقلیه با عابر پیاده بوده است که مستلزم اجرای قوانین خاص جهت ایمن سازی محل عبور عابر است. نتایج مطالعات انجام شده

بر سن افراد مقصر در تصادفات حمل‌ونقل باری نشان می‌دهد که افراد دارای سن کم‌تر از ۳۵ و بالای ۵۵ بیش‌ترین آمار را در تصادفات دارند و افراد بین ۳۵ تا ۵۵ به دلیل تجربه وآمادگی بدنی و وضعیت جسمانی بهتر دارای کم‌ترین آمار تصادفات هستند. مقصرین تصادفات حمل‌ونقل باری در اکثر موارد دارای شغلی به جز رانندگی هستند و به همین دلیل رانندگی شغل اصلی آن‌ها نیست و برای کارهای شخصی از وسیله نقلیه استفاده می‌کنند. مقصرین تصادفات رانندگی حمل‌ونقل باری در اکثر موارد سطح تحصیلات بسیار کمی دارند و این عامل می‌تواند دلیل اصلی توجه نکردن به تابلوها و هشدارها و رعایت موارد ایمنی باشد. بیشتر تصادفات حمل‌ونقل باری در شهر اصفهان در محدوده مسیرهای امام خمینی، آقاربپرست، آتشگاه و اردستانی اتفاق می‌افتد. بیش‌ترین عوامل تصادفات حمل‌ونقل باری مربوط به عدم توجه به جلو، سرعت غیر مجاز، عدم رعایت حق تقدم و تغییر خط ناگهانی است. از مهم‌ترین نواقص موجود در وسیله نقلیه که به عنوان خطای انسانی شناخته می‌شود و بیش‌ترین تاثیر را در تصادفات دارد، مربوط به عدم مهار مناسب بار و اضافه بار می‌شود. بیش‌ترین تصادفات حمل‌ونقل باری مربوط به خطاها و شرایط انسانی است و بیش‌ترین تصادفات مربوط به خودروی نیسان است. آمار ارائه شده توسط سازمان حمل‌ونقل و پزشکی قانونی نشان می‌دهد که اکثر تصادفات وسایل نقلیه در بین ساعات اولیه شب تا ساعات اولیه روز اتفاق می‌افتد و مربوط به تاریکی شب است.



شکل ۸. اعداد نرمالیزه شده برای هر عنصر

تاریکی شب باعث دید کمتر و خستگی و خواب‌آلودگی بیش‌تری می‌شود و به همین دلیل تصادف در این ساعات بیش‌تر است. از طرفی بیش‌تر تصادفات حمل‌ونقل باری مربوط به روزهای آخر هفته (چهارشنبه، پنج‌شنبه و جمعه) می‌شود. در مدل‌سازی پیش بینی تصادفات نیز، تاریکی هوا و روزهای آخر هفته عامل ایجاد تصادفات بیش‌تر با جراحات زیاد و فوتی انتخاب می‌شود.

٤-٤- تجزیه و تحلیل و آزمون

این مدل‌سازی با هدف پیش‌بینی و ارزیابی عوامل موثر بر شدت تصادفات ناوگان بار انجام شده است. بدین سبب، عوامل موثر بر جرحی یا فوتی بودن تصادفات ناوگان بار طی سال‌های ۱٤۰۰ و ۱٤۰۱ در سطح شهر اصفهان، با استفاده از مدل لوجیت دوتایی مورد تحلیل قرار گرفته است. متغیرهای بررسی شده در این مدل شامل موقعیت مکانی (در ۱٤ مکان کدبندی شده)، ایام هفته (اوایل هفته و اواخر هفته)، موقعیت زمانی (شب و روز)، مقصر بودن یا نبودن ناوگان بار، نوع خودروی ناوگان بار در تصادف (در سه وزن سبک، نیمه سنگین و سنگین)، سال تصادف (۱٤۰۰ و ۱٤۰۱) و علت تامه ثبت شده در صحنه تصادف (با ۱٤ کد شامل انحراف به چپ، تغییر مسیر ناگهانی، تخطی از سرعت مطمئنه، حرکت با دنده عقب، تجاوز به چپ، عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه، عدم توجه به جلو، عدم رعایت حق تقدم، عدم رعایت فاصله طولی، عدم رعایت فاصله عرضی، حرکت در خلاف جهت، عبور از چراغ قرمز، خستگی و خواب‌آلودگی) هستند.

نتایج نشان می‌دهد موقعیت مکانی، از عوامل موثر معنادار بر شدت جراحات ناوگان بار در حالتی که ناوگان بار مقصر باشد، نیست. زیرا در همه موقعیت‌های مکانی، سطح معناداری بالای ۰/۰۵ بدست آمده است(P>۰/۰۵). مقدار مثبت موقعیت مکانی ۸ و ۱۰ نشان می‌دهد، در صورت معنادار بودن، احتمال تصادفات منجر به فوت شدن در این دو موقعیت مکانی بیش‌تر است و منفی بودن دیگر موقعیت‌های مکانی نشان می‌دهد احتمال تصادفات منجر به جرح، در این مکان‌ها بیش‌تر است. البته نتایج نشان می‌دهد در حالتی که ناوگان بار مقصر باشد، موقعیت مکانی از عوامل موثر و معنادار بر شدت جراحات تصادفات ناوگان بار نیست.

جدول ۱۳. نتایج مدل لوجیت عوامل موثر بر شدت تصادفات ناوگان بار در حالت مقصر بودن (متغیر موقعیت مکانی)

متغیر	ضریب تاثیر	انحراف معیار	آماره والد	سطح معناداری	نسبت شانس
موقعیت مکانی (۱)	-٤٤/۰۰٥	۱٦۳۷۹/۲۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (۲)	-۳۹/۳٤٦	۱٦۳۷۹/۲۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (۳)	-۳۹/۳۰٤	۱٦۳۷۹/۲۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (٤)	-٤۱/٦۸۷	۱٦۳۷۹/۲۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (٥)	-٥۷/٦٦۳	۱۷۰٥۷/۰۷۹	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۷	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (٦)	-٦۲/۷٤۷	۱٦۸۲٥/۲۲۹	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۷	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (۷)	-٤٥/۰۱۲	۱٦۳۷۹/۲۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (۸)	۰/٤۹۷	۲٥٥٤۳/٥۸۳	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰	۱/٦٤۳
موقعیت مکانی (۹)	-٦۳/۷۸۸	۲٦۹٦۷/۸۰۰	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (۱۰)	۱/۸۰۲	۳۲۷۱۸/۹٤۸	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱
موقعیت مکانی (۱۱)	-۱٤/۱٤۹	٤۳٤۰۲/۲۲٥	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰	۲۳/۳٦۷
موقعیت مکانی (۱۲)	-۲۲/۱۲٥	۳۰۱۳۷/٥۷٤	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱

جدول ۱٤. نتایج مدل لوجیت عوامل موثر بر شدت تصادفات ناوگان بار در حالت مقصر بودن (متغیر علت تامه)

متغیر	ضریب تاثیر	انحراف معیار	آماره والد	سطح معناداری	نسبت شانس
انحراف به چپ	۰/۲٤٥	۲۲٤٦٥/۱۸۰	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۱/۲۷۸
تخطی از سرعت مطمئنه	۱۷/٥۲٥	۱۹۸۰۹/۱۳۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	٤۰۸٥۱٥۰٦/۰۱
تغییر مسیر ناگهانی	۰/۱٥۳	۲۰۳٤۲/۳۷٥	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۱/۱٦٥
حرکت با دنده عقب	۰/۱۲۳	۲۰۸۷۲/٤۳۹	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۱/۱۳۱

متغیر	ضریب تاثیر	انحراف معیار	آماره والد	سطح معناداری	نسبت شانس
تجاوز به چپ	۱۶/۷۵۱	۱۹۸۰۹/۱۳۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۱۸۸۲۶۹۰۰/۱۵
عدم توانایی در کنترل وسیله نقلیه	۴۳/۰۵۳	۴۴۸۰۹/۳۳۶	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۴/۹۸۳×(۱۰^۱۸)
عدم توجه به جلو	۱۷/۰۱۲	۱۹۸۰۹/۱۳۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۲۴۴۳۶۰۷۵/۳۶
عدم رعایت حق تقدم	۱۵/۳۴۸	۱۹۸۰۹/۱۳۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۴۶۲۷۷۱۸/۹۸۳
عدم رعایت فاصله طولی	۱۷/۰۳۳	۱۹۸۰۹/۱۳۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۲۴۹۷۱۸۱۶/۲۷
عدم رعایت فاصله عرضی	-۱/۳۳۷	۲۵۱۴۵/۰۴۶	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۲۶۳
حرکت در خلاف جهت	۰/۲۷۶	۲۲۷۲۴/۰۳۴	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۱/۳۱۷
عبور از چراغ قرمز	-۰/۸۸۸	۲۵۷۰۳/۲۳۰	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۴۱۲
خستگی و خواب‌آلودگی	۱۴/۲۲۶	۴۴۹۷۴/۲۸۹	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۱۵۰۸۱۱۹/۵۰۶

جدول ۱۴ نشان می‌دهد در حالتی که ناوگان بار مقصر باشد، علت تامه، از عوامل موثر معنادار بر شدت جراحات ناوگان بار نیست. زیرا در همه‌ی علت‌ها، سطح معناداری بالای ۰/۰۵ بدست آمده است (P>۰/۰۵). مقدار منفی ضریب تاثیر عوامل عدم رعایت فاصله عرضی و عبور از چراغ قرمز نشان می‌دهد، در صورت معنادار بودن، در تصادفات ناوگان بار که علت تامه‌اش این دو عامل باشند، احتمال منجر به جرح شدن در آن‌ها بیش‌تر است و منفی بودن دیگر عوامل نشان می‌دهد تصادفاتی که علت تامه‌اش این عوامل باشد، احتمال فوت شدن در اینگونه تصادفات بیش‌تر است. که البته نتایج نشان می‌دهد در حالتی که ناوگان بار مقصر باشد، علت تامه از عوامل موثر و معنادار بر شدت جراحات تصادفات ناوگان بار نیست.

جدول ۱۵. نتایج مدل لوجیت عوامل موثر بر شدت تصادفات ناوگان بار در حالت مقصر بودن (متغیر موقعیت زمانی، نوع خودروی ناوگان بار، روز، سال)

متغیر	ضریب تاثیر	انحراف معیار	آماره والد	سطح معناداری	نسبت شانس
موقعیت زمانی(شب)	۲/۰۵۸	۱/۰۸۲	۳/۶۱۹	۰/۰۵۷	۷/۸۲۷
ناوگان بار با خودروی نیمه سنگین	۳/۴۷۸	۱/۶۶۷	۴/۳۵۲	۰/۰۳۷*	۳۲/۳۸۶
ناوگان بار با خودروی سنگین	۱/۶۷۵	۱/۰۵۶	۲/۵۱۷	۰/۱۱۳	۵/۳۳۹
ایام هفته (اوایل هفته)	-۵/۳۴۸	۱/۶۲۲	۱۰/۸۷۷	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۵
سال (۱۴۰۰)	۱/۰۶۳	۱/۱۱۰	۰/۹۱۶	۰/۳۳۸	۲/۸۹۴
مقدار ثابت مدل	۲۱/۷۸۲	۲۵۷۰۳/۶۷۵	۰/۰۰۰۱	۰/۹۹۹	۲۸۸۳۵۵۷۰۹۸

نتایج نشان می‌دهد موقعیت زمانی (شب) در سطح خطای ۱۰ درصد (P<۰/۱) و ایام هفته (اوایل هفته) و نیز خودروی نیمه سنگین در ناوگان بار، در سطح خطای ۵ درصد (P<۰/۰۵)، عوامل موثری هستند که در زمانی که ناوگان مقصر است، شدت جراحت ناشی از تصادف ناوگان بار در سطح شهر اصفهان را توصیف می‌کنند. علامت مثبت متغیر موقعیت زمانی در مدل نشان می‌دهد با تاریک شدن هوا، احتمال فوت ناشی از تصادفات افزایش می‌یابد. و نیز در تصادفاتی که خودروهای نیمه سنگین مقصر هستند احتمال فوتی بیش‌تر است. به علاوه با توجه به منفی بودن ضریب ایام هفته، مشخص می‌شود که در اوایل هفته (شنبه تا سه شنبه)، شدت جراحات (احتمال فوت شدن) کاهش می‌یابد. نتایج برازش مدل نشان داد زمانی که ناوگان بار، در تصادفات مقصر باشد، عوامل دیگر از جمله موقعیت مکانی، سال تصادف و علت تامه ثبت شده در صحنه تصادف از عوامل موثر و معنادار در شدت جراحات نیستند.

Logit (شدت جراحات) = (ناوگان مقصر با خودروی نیمه سنگین) × ۳/۴۷۸+ (شب بودن موقعیت زمانی) × ۲/۰۵۸ (اوایل هفته)× ۵/۳۴۸-

شب بودن موقعیت زمانی = (۱= شب بودن و ۰= روز بودن). نیمه سنگین بودن خودروی ناوگان = (۱= ناوگان بار با خودروی نیمه سنگین و ۰= ناوگان با خودروی سبک و سنگین). اوایل هفته = (۱= اوایل هفته و ۰= اواخر هفته)

طبق جدول ۱۶ مدل ارائه شده با اطمینان ۹۹ درصد قادر است با استفاده از متغیرهای مستقل حاضر در مدل، شدت جراحات ناشی از تصادفات ناوگان بار در سطح شهر اصفهان را در حالتی که ناوگان بار مقصر است، به درستی پیش بینی کند.

جدول ۱۶. نتایج طبقه‌بندی پیش‌بینی‌های درست رگرسیون لجستیک در حالت مقصر بودن ناوگان بار

مشاهده شده			پیش‌بینی شده		
			شدت جراحات		درصد درستی
			جرحی	فوتی	
مرحله ۱	شدت جراحات	جرحی	۳۹۳	۰	۱۰۰
		فوتی	٤	۲۳	۸۵/۲
	درصد کل		-		۹۹/۰

٤-٦- مدیریت زمانی-مکانی حوزه حمل‌ونقل بار درون شهری

به منظور کاهش تصادفات حمل‌ونقل باری در محدوده حومه شهری، از طرح مدیریت زمانی-مکانی استفاده می‌شود. این روش مدیریت تقاضا یکی از روش‌هایی است که در کشورهای مختلف انجام شده و حال در شهرهای مختلف ایران نیز در حال اجراست. سازمان حمل‌ونقل باری شهر اصفهان مطالعاتی در این زمینه انجام داده است و خواهان اجرای این کار و برنامه‌ریزی برای آن است. اعمال سیاست محدودیت زمانی-مکانی بر تردد خودروهای باربری درون شهری و حومه اصفهان ناشی از استراتژی نظم‌دهنده‌ای است که تردد وسایل نقلیه باربر اعم از خصوصی و عمومی را در زمان و مکان تعیین شده با محدودیت مواجه می‌کند. این محدودیت‌ها با هدف ارتقاء سطح ایمنی امور جابه‌جایی بار و کالا و کاهش خطرات جانی و خسارات مالی ناشی از تصادفات رانندگی، افزایش ظرفیت ترافیکی معابر، افزایش سطح سلامت زیست محیطی جامعه با کنترل سن خودرو، معاینه فنی و اعمال نظارت مستمر بر نصب و کارکرد کاتالیست، کینستر و فیلتر ذرات در خودروهای باربر، رفع ناهنجاری‌های دیداری و شنیداری (آلودگی بصری و صوتی) ایجاد درآمد پایدار برای اجرا و توسعه طرح‌های ترافیکی، ارتقاء سطح رضایت شهروندان از اعمال نظارت قانونی (حاکمیتی) بر نحوه ارائه خدمات، پاسخگویی مطلوب از سرویس دهندگان حوزه خصوصی و عمومی‌حمل بار و ... انجام می‌شود. اعمال محدودیت‌های زمانی-مکانی برای تردد خودروهای باربر می‌تواند بسته به سیاست مصوب در مراحل مختلف کلیه خودروهای باربر عمومی، خصوصی و دولتی یا بخشی از آن‌ها را شامل شود. در تحقیق حاضر با هماهنگی معاونت حمل‌ونقل و ترافیک و لحاظ پارامترهایی نظیر نوع وسیله نقلیه (سبک، نیمه سنگین و سنگین)، نوع بار و کالا (عادی، ویژه و خطرناک) جنس بار و کالا اعم از انواع بارهای فاسد شدنی، غیرقابل تفکیک (فله‌ای) و ... کاربری وسیله نقلیه (موتورسیکلت، وانت، کامیونت، کامیون، میکسر، جرثقیل، لودر، بیل مکانیکی، پمپ بتن و...) و یا سن (مدل) خودرو هم جهت با اهداف سایر بخش‌های حاکمیتی مدیریت زمانی-مکانی حوزه مذکور را ارتقاء دهد و در مواردی با لحاظ ظرفیت برای صدور مجوزهای تردد خودروهای

مجاز (مجوز ویژه ترافیکی) و یا با پیشنهاد اخذ عوارض افزایشی به سبب آسیب‌های ناشی از تردد وسایل نقلیه باربر به زیرساخت و تاسیسات شهری انجام گیرد.

٤-٦-١- محدوده زمانی ممنوعه تردد

محدودیت زمانی تردد برای وسایل نقلیه باربر برابر جداول پیوست بگونه‌ای تنظیم شده که ضمن استفاده از حداکثر ظرفیت معابر در ساعات مختلف شبانه روز از ایجاد مزاحمت برای ساکنان، درگیری با ترافیک بافت مرکزی شهر و انتشار آلودگی‌های هوا و صوت کاسته شود.

٤-٦-٢- محدوده مکانی ممنوعه تردد

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در مورد تصادفات، میزان آلودگی و محل تصادفات، محدوده‌های پرخطر معرفی می‌شود. پس از معرفی این نقاط، روش محدوده زمانی-مکانی برای آن‌ها پیشنهاد می‌شود. برای این کار علاوه بر داشتن اطلاعات نقاط پرخطر باید مسیرهای ورودی و خروجی و حتی کاربری آن‌ها مشخص شود.

به منظور پیاده‌سازی روش تحقیق باید محدودیت و قوانینی رعایت شود که در ادامه به بررسی آن پرداخته می‌شود.

۱-خودروهای حمل بار با توجه به کاربرد، نوع بار و مقدار باری که حمل می‌کنند به چند دسته تقسیم می‌شوند.

-خودروهایی با ظرفیت باربری حداکثر ۳/۵ تن

-خودروهای باظرفیت باربری ٤/٥ الی ٦ تن

-خودروهایی با ظرفیت باربری ٦ الی ۱۰ تن

خودروهایی با ظرفیت حداقل ۱۰ تن

۲-بررسی مناطق پرخطر و پروژه مکانی-زمانی باید با همکاری سازمان حمل‌ونقل و ترافیک و راهنمایی رانندگی انجام شود و اطلاعات تصادفات و مسیرها را در اختیار هم بگذارند.

۳-با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده، مناطق پرخطر درجه‌بندی می‌شوند و محدوده انجام طرح مشخص می‌شود. برای مطالعه حاضر انتخاب محدوده‌ها به شرح زیر است.

محدوده رینگ اول به داخل: در شمال میدان امام علی(ع) - خیابان عبدالرزاق - چهارراه تختی - مسجد سید - چهارراه وفایی، در جنوب تقاطع شمالی پل فلزی - خیابان مطهری - میدان انقلاب - خیابان کمال اسماعیل تا تقاطع شمالی پل فردوسی، در شرق میدان امام علی(ع) - خیابان‌های هاتف- نشاط- چهارراه نقاشی- خیابان چهارباغ خواجو - میدان خواجو در غرب تقاطع شمالی پل فلزی- خیابان شهید بهشتی- خیابان آیت اله کاشانی.

محدوده رینگ دوم به داخل: در شمال میدان قدس- خیابان آیت‌الله ادیب- شهید باهنر- آیت‌الله صادقی، در جنوب خیابان امام سجاد - آزادگان- میدان آزادی- خیابان دانشگاه- ارتش- بلوار کشاورز، در شرق خیابان خیابان سروش – میدان احمدآباد - پل بزرگمهر و در غرب خیابان سهروردی- بزرگراه سردار جنگل- بزرگراه خرازی.

محدوده رینگ سوم به داخل: در شمال بزرگراه شهید اردستانی و بزرگراه شهید چمران- بزرگراه شهید ردانی پور، در جنوب بزرگراه شهید اقارب پرست، شهدای صفه و شهید کشوری، در شرق بزرگراه شهید بابایی - بزرگراه شهید صیاد شیرازی - بزرگراه شهید همت و در غرب بزرگراه شهید خرازی - بزرگراه سردار جنگل - پل وحید - بزرگراه شهید حبیب الهی - بزرگراه شهید میثمی.

محدوده رینگ چهارم به داخل: در شمال از میدان استقلال - خیابان استقلال به سمت اتوبان معلم - بلوار فرزانگان- اتوبان بعثت، در جنوب شهید کشوری به سمت پل راه‌آهن - شهدای صفه - شهید اقارب پرست، در شرق تقاطع اتوبان فرودگاه به سمت بلوار رضوان - پل راه‌آهن - شهید کشوری و در غرب از محور شهر ابریشم (اتوبان ذوب‌آهن) به سمت دریاچه - خمینی شهر - به سمت میدان استقلال.

٤- ضوابط و مقررات عمومی تردد

کلیه پیمانکاران، موسسات و شرکت‌ها، دفاتر باربری و آژانس حمل بار عمومی و خصوصی که قصد جابه‌جایی بار و کالای در معابر درون شهری و حومه اصفهان، با انواع وسایل نقلیه باربری سبک، نیمه سنگین و سنگین خدماتی، تجاری و عمرانی را دارند، موظف به دریافت مجور برای ورود به رینگ‌های معرفی شده هستند.

خودروهای باربری خصوصی در صورت نیاز به حمل بار شخصی همچنین فعالان صنفی برای حمل بار مربوط به خود بر اساس مفاد شیوه‌نامه اجرایی و ضوابط سازمان با اخذ مجوز تردد مجاز به آمد و شد در محدوده ممنوعه تردد (محدوده مکانی-زمانی) خواهند بود. با توجه به اینکه قوانین برای انواع خودروهای باری متفاوت است، اضافه بار تخلف محسوب می‌شود.

جدول ۱۷. محدوده مکانی و زمانی وسایل نقلیه باربر ۳/۵ تن

محدوده مجاز تردد	روزها و ساعات مجاز غیرمجاز تردد	توضیحات/ موارد استثناء
رینگ چهارم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ سوم	تردد در تمام روزهای هفته و تمام ساعات شبانه روز مجاز است	– تردد همگی خودروهای خاکبردار، حامل نخاله و مصالح ساختمانی در محدوده رینگ اول به داخل از ساعت ۷ صبح الی ۱۴و از ساعت ۱۸ الی ۲۲ در روزهای کاری هفته غیرمجاز است و در روزهای تعطیل تردد خودروهای مذکور در تمام ساعات شبانه روز مجاز است. – حمل بارهای ویژه و خطرناک یا غیرقابل تفکیک دفله‌ای) صرفاً با مجوز تردد با همراه داشتن سایر مدارک مورد نیاز مجاز هستند. تردد خودروهای باربر درخیابان‌های چهارباغ عباسی حدفاصل چهارراه تختی تا میدان انقلاب و خیابان شمس آبادی حدفاصل چهارراه طالقانی تا تقاطع مطهری تمام طول خیابان حافظ - خیابان حکیم و خیابان سپه و استانداری فقط در شب از ساعت ۲۲ الی ۷ صبح مجاز است (در همگی روزهای هفته).
رینگ سوم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ دوم		
رینگ دوم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ اول		
رینگ اول به داخل محدوده تا مرکز شهر		

جدول ۱۸. محدوده مکانی و زمانی تردد وسایل نقلیه باربر بیش از ۳/۵ تن تا ٦ تن

محدوده مجاز تردد	روزها و ساعات مجاز / غیرمجاز تردد	توضیحات/ موارد استثناء
رینگ چهارم به داخل محدوده تا خیابان‌های مرزی رینگ سوم	تردد در تمام ساعات و روزهای هفته مجاز است	تردد خودروهای خاکبردار، حامل نخاله و مصالح ساختمانی و جرثقیل، حامل بارهای ویژه و خطرناک یا غیرقابل تفکیک (فله‌ای) و خودرو باربر حامل تجهیزات در صورت ضرورت صرفاً با مجوز تردد و با تشخیص سازمان همراه با اسکورت خودرویی و عامل انسانی پرچم‌دار تا مقصد و بازگشت به خارج از محدوده و در حین توقف در حاشیه خیابان مجاز است.
رینگ سوم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ دوم	تردد از ساعت ۷ صبح الی ۱۴ و از ۱۸ الی ۲۲ در تمام روزهای کاری هفته غیرمجاز است. تردد در روزهای تعطیل در تمام ساعات شبانه‌روز مجاز است.	
رینگ دوم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ اول	تردد از ساعت ۷ صبح الی ۲۲ در تمام روزهای کاری هفته غیرمجاز است. تردد در روزهای تعطیل در تمام ساعات شبانه‌روز مجاز است.	
رینگ اول ترافیکی به داخل محدوده تا مرکز شهر		

جدول ۱۹. محدوده مکانی و زمانی تردد وسایل نقلیه باربر بیش از ٦ تن تا ۱۰ تن

محدوده مجاز تردد	روزها و ساعات مجاز / غیرمجاز تردد	توضیحات/ موارد استثناء
رینگ چهارم به داخل محدوده تا خیابان‌های مرزی رینگ سوم	– تردد در تمام روزهای هفته فقط از ساعت ۲۲ الی ۷ صبح (در شب) مجاز است.	تردد خودروهای حامل موادسوختی و مواد غذایی فاسد شدنی فله ای فقط تا محل دسترسی به پایانه‌ها، بارانداز و انبار اصلی به همراه داشتن بارنامه و مجوز تردد از سازمان مجاز است. تردد خودروهای خاکبردار، حامل نخاله و مصالح ساختمانی، جرثقیل، حامل تجهیزات و بارهای ویژه و خطرناک و بارهای غیرقابل تفکیک (فله‌ای) صرفاً با مجوز تردد و با تشخیص سازمان همراه با اسکورت خودرویی و عامل انسانی پرچم دار تا مقصد و بازگشت به خارج محدوده و درحین توقف در خیابان مجاز است.
رینگ سوم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ دوم		
رینگ دوم به داخل تا خیابان‌های مرزی رینگ اول	– تردد در تمام روزهای هفته و در تمام ساعات شبانه روز غیرمجاز است.	
رینگ اول به داخل محدوده تا مرکز شهر		

جدول ۲۰. محدوده مکانی و زمانی تردد وسایل نقلیه باربر بیش از ۱۰ تن

محدوده مجاز تردد	روزها و ساعات مجاز / غیرمجاز تردد	توضیحات/ موارد استثناء
رینگ چهارم به داخل محدوده تا خیابان‌های مرزی رینگ سوم	تردد در تمام روزهای هفته و در تمام ساعات شبانه روز غیرمجاز است.	– تردد خودرو با بارهای غیرقابل تفکیک (فله‌ای)، خطرناک و ویژه صرفاً با مجوز تردد و با تشخیص سازمان همراه با اسکورت خودرویی و عامل انسانی پرچم‌دار تا مقصد و تخلیه بار و بازگشت به خارج محدوده و درحین توقف در حاشیه خیابان مجاز است. – تردد خودرو حامل مواد سوختی و مواد غذایی فاسد شدنی فله‌ای فقط تا محل دسترسی به پایانه‌ها، بارانداز و انبار اصلی به همراه داشتن بارنامه و مجوز تردد از سازمان مجاز است. – تردد خودروهای خاکبردار حامل نخاله و مصالح ساختمانی، جرثقیل‌ها با تناژ بالاتر از ۱۰ تن و یا حامل تجهیزات در صورت ضرورت صرفاً با دریافت مجوز تردد و همراه با اسکورت خودرویی و عامل انسانی پرچم‌دار تا مقصد و تا هنگام خروج از محدوده و درحین توقف در حاشیه خیابان مجاز است. – تردد خودروهای خاکبردار فاقد پلاک انتظامی، شنی‌دار یا دارای چرخ لاستیکی کندرو بایستی به صورت حمل با کشنده و تریلر در سطح جاده‌های درون شهری و در محدوده تردد نمایند. کشنده یا تریلر بایستی دارای مجوز تردد یا بارنامه از سازمان بوده و در صورت تشخیص سازمان آمد و شد و توقف در حاشیه خیابان صرفاً همراه با اسکورت خودرویی و عامل انسانی پرچم‌دار تا مقصد و هنگام خروج از محدوده مجاز است.
رینگ چهارم به داخل محدوده تا خیابان‌های مرزی رینگ سوم		
رینگ سوم به داخل محدوده تا خیابان‌های مرزی رینگ دوم		
رینگ دوم به داخل محدوده تا خیابان‌های مرزی رینگ اول		
رینگ اول به داخل محدوده تامرکز شهر		

۵- نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر پس از معرفی محدوده مورد مطالعه و بررسی و تحلیل داده‌ها و جمع بندی آن‌ها تمام مشکلات مسیر مشخص شده و نواحی دارای مشکل ایمنی شناسایی می‌شود. با استفاده از این اطلاعات، روزها، ساعت‌ها و مکان‌های پرحادثه معرفی می‌شوند. با استفاده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی درجه اهمیت مشکلات موجود مشخص می‌شود که کدامیک بیش‌ترین تاثیر را در وضعیت ترافیک و ایمنی شهر دارد. پس از آن سناریو طرح مکانی-زمانی ارائه می‌شود و با استفاده از مدلسازی لوجیت مسیرهایی که وجود وسایل نقلیه باری باعث افزایش ترافیک یا کاهش ایمنی می‌شود، مشخص شده و با استفاده از جزییات و قوانین طرح معرفی شده ورود خودروهای باری به آن ناحیه محدود می‌شود. با توجه به نتایج مشخص می‌شود که اگر خودروهای باری از مسیرهای گفته شده حرکت نکنند و در ساعات اوج ترافیک وارد ترافیک نشوند، می‌توان شاهد کاهش تصادفات خودروهای باری شد. همچنین وجود همین خودروها باری باعث ایجاد ترافیک در خیابان و عامل تعداد قابل توجهی از تصادفات هستند. به همین دلیل برای خودروها باری باید برنامه‌ای تعین شود که باعث کاهش تصادفات شود.

راهکار بدست آمده در تحقیق زیر به شرح زیر است:

- به دلیل اینکه اکثر تصادفات خودروهای باری در ساعات اوج اتفاق می‌افتد، می‌توان ساعات حرکت آن‌ها را برنامه‌ریزی کرد و حرکت آن‌ها را در ساعت اوج محدود نمود.

-به دلیل اینکه این تصادفات بیش‌تر در نقاط مشخصی اتفاق می‌افتد، می‌توان مسیر حرکت خودروهای باری را برنامه‌ریزی کرد تا حرکت آن‌ها در مسیرهای پرحادثه محدود شود.

با ترکیب این دو حالت روشی برای مدیریت خودروهای باری و جلوگیری از ایجاد تصادفات و ایجاد ترافیک ارائه می‌شود که روش مکانی-زمانی نامیده می‌شود.

با توجه به قوانین ارائه شده برای اجرای طرح و مسیرها و ساعات انتخاب شده، تصادفات خودروهای باری بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌یابد و ترافیک شهری نیز کم‌تر می‌شود. با توجه به مطالعه حاضر مشخص می‌شود که با استفاده از روش مکانی-زمانی می‌توان از بسیاری از تصادفات و برخوردها جلوگیری کرد. از طرفی با تغییر ساعت و مسیر ناوگان باری حجم وسایل نقلیه کاهش می‌یابد و از طرفی شرایط ناوگان باری مانند حجم زیاد وسیله نقلیه باری و پارک کردن در مکان‌های نامناسب تغییر پیدا کرد و این عوامل اگر در برخوردها تاثیر داشتند، مقدار آن کم‌تر شده است. عوامل موثر بر تصادفات توسط خودروهای سبک باری شامل توقف‌های بی‌مورد و در مکان‌های نامناسب می‌شود که به منظور تخلیه و بارگیری به کار می‌رود. همچنین نوع رانندگی توسط رانندگان ناوگان باری مخصوصا در ترافیک و مسیرهای درون شهری نامناسب است و به طور خطرساز رانندگی می‌کنند و همچنین دارای نقص در خودرو شامل ترمز و سایر موارد هستند.

۶- مراجع

-Alam, M. S., & Tabassum, N. J. (2023). Spatial pattern identification and crash severity analysis of road traffic crash hot spots in Ohio. *Heliyon,* 9(5).

-Al-Omari, A., Shatnawi, N., Khedaywi, T., & Miqdady, T. (2020). Prediction of traffic accidents hot spots using fuzzy logic and GIS. *Applied Geomatics,* 12, 149-161.

-Baena, A., Londoño, H., Enciso, G., Toresan, W., & Remolina, E. (2019). Comparative analysis of methods to estimate the tire/road friction coefficient applied to traffic accident reconstruction. *arXiv preprint arXiv:1908.07952.*

-Baker, G. H., Mansfield, J. A., Hunter, R. L., & Bolte IV, J. H. (2021). Evaluation of static belt fit and belt torso contact for children on belt-positioning booster seats. *Traffic Injury Prevention,* 22(sup1), S87-S92.

-Benlagha, N., & Charfeddine, L. (2020). Risk factors of road accident severity and the development of a new system for prevention: New insights from China. *Accident Analysis & Prevention,* 136, 105411.

-Bokaba, T., Doorsamy, W., & Paul, B. S. (2022). Comparative study of machine learning classifiers for modelling road traffic accidents. *Applied Sciences,* 12(2), 828.

-Bonera, M., Barabino, B., & Maternini, G. (2022). A Straightforward Framework for Road Network Screening to Lombardy Region (Italy). *Sustainability,* 14(19), 12424.

-Kazan, E., & Usmen, M. A. (2018). Worker safety and injury severity analysis of earthmoving equipment accidents. *Journal of Safety Research,* 65, 73-81.
-Kim, H. T., & Na, S. (2017). Development of a human factors investigation and analysis model for use in maritime accidents: A case study of collision accident investigation. *Journal of Navigation and Port Research*, 41(5), 303-318.
-Nadler, J., Gann-Bociek, M., & Skaggs, B. (2017). Interview support on perceptions of organizational attractiveness: The effects of applicant gender and socio-economic status. *Management Research Review*, 40(7), 783-799.
-Nogayeva, S., Gooch, J., & Frascione, N. (2021). The forensic investigation of vehicle–pedestrian collisions: A review. *Science & Justice,* 61(2), 112-118.
-Park, S. J., Kho, S. Y., & Park, H. C. (2019). The effects of road geometry on the injury severity of expressway traffic accident depending on weather conditions. *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems,* 18(2), 12-28.
-Pembuain, A., Priyanto, S., & Suparma, L. (2019, October). The effect of road infrastructure on traffic accidents. In 11th Asia Pacific Transportation and the Environment Conference (APTE 2018), *Atlantis Press.*176-182.
-Sahaf, A., Mohammadi, M., & Abdoli, A. (2021). 3D Sight Distance Calculation and Estimation of its Effect on Road Accidents in GIS Environment. *Shock and Vibration,* 1-7.
-Sangkharat, K., Thornes, J. E., Wachiradilok, P., & Pope, F. D. (2021). Determination of the impact of rainfall on road accidents in Thailand. *Heliyon,* 7(2).
-Silva, I., & Eugenio Naranjo, J. (2020). A systematic methodology to evaluate prediction models for driving style classification. *Sensors,* 20(6), 1692.
-Sultana, M. A., Qin, X., Chitturi, M., & Noyce, D. A. (2014). Analysis of safety effects of traffic, geometric, and access parameters on truck arterial corridors. *Transportation Research Record,* 2404(1), 68-76.
-Tsubota, T., Fernando, C., Yoshii, T., & Shirayanagi, H. (2018). Effect of road pavement types and ages on traffic accident risks. *Transportation Research Procedia*, 34, 211-218.
-Xing, F., Huang, H., Zhan, Z., Zhai, X., Ou, C., Sze, N. N., & Hon, K. K. (2019). Hourly associations between weather factors and traffic crashes: Non-linear and lag effects. *Analytic Methods in Accident Research*, 24, 100109.
-Zargari, S. A., & Rad, H. B. (2023). Development of a gray box system identification model to estimate the parameters affecting traffic accidents. *Nonlinear Engineering,* 12(1), 20220218.
-Choi, J. K., & Ji, Y. G. (2015). Investigating the importance of trust on adopting an autonomous vehicle. International *Journal of Human-Computer Interaction,* 31(10), 692-702.
-De Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2014). Key factors affecting rail service quality in the Northern Italy: a decision tree approach. *Transport,* 29(1), 75-83.
-Elamrani Abou Elassad, Z., Mousannif, H., & Al Moatassime, H. (2020). Class-imbalanced crash prediction based on real-time traffic and weather data: A driving simulator study. *Traffic Injury Prevention,* 21(3), 201-208.
-Elena, K., Sergei, E., & Jarosław, R. (2020). Potential for improving the procedure of inspecting road traffic accident black spots. *Architecture and Engineering,* 5(3), 56-62.
-Elvik, R. (2008). A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries. *Accident Analysis & Prevention,* 40(6), 1830-1835.
-Fur Verkehrssicherheit, K. (2007). Summary and publication of best practices in road safety in the member states. Thematic Report: Enforcement. *European Commission,* Austria.
-Hamed, M. M., & Al-Eideh, B. M. (2020). An exploratory analysis of traffic accidents and vehicle ownership decisions using a random parameters logit model with heterogeneity in means. *Analytic Methods in Accident Research,* 25, 100116.
-Hu, L., Bao, X., Wu, H., & Wu, W. (2020). A study on correlation of traffic accident tendency with driver characters using in-depth traffic accident data. *Journal of Advanced Transportation,* 2020, 1-7.
-Jarmuż, D., & Chmiel, J. (2020). A review of approaches to the study of Weather's effect on road traffic parameters. *Transport Problems,* 15(4, cz. 2), 241-251.
-Jiang, F., Yuen, K. K. R., & Lee, E. W. M. (2020). Analysis of motorcycle accidents using association rule mining-based framework with parameter optimization and GIS technology. *Journal of Safety Research,* 75, 292-309.
-Kamboozia, N., Ameri, M., & Hosseinian, S. M. (2020). Statistical analysis and accident prediction models leading to pedestrian injuries and deaths on rural roads in Iran. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion,* 27(4), 493-509.
-Kassu, A., & Anderson, M. (2018). Analysis of nonsevere crashes on two-and four-lane urban and rural highways: effects of wet pavement surface condition. *Journal of Advanced Transportation.*

Using The Spatio-Temporal Method to Reduce Accidents in Big Cities Using the Logit Model

Shahriar Afandizadeh, *Professor, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.*

Mohammadreza Nikoomanesh, M.Sc., Student, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Hamid Bigdeli Rad, Ph.D., Candidate, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

E-mail: zargari@iust.ac.ir

Received: September 2025- Accepted: February 2026

ABSTRACT

One of the purposes of the journey that takes place in inner-city routes is to transport goods with light cargo vehicles because heavy cargo vehicles are not allowed to travel in inner-city areas .By investigating the accidents in the city, it was found that cargo vehicles are involved in many accidents, even if they are not among the accident vehicles themselves. Due to their size and dimensions, the type of work (unloading and loading), parking in inappropriate places, etc., cargo vehicles cause disruption of urban order and decrease safety. The current research examines the impact of these cars in reducing safety and their contribution to causing accidents. In order to carry out research, the factors affecting accidents have been summarized and ranked using hierarchical analysis process methods. After analyzing and evaluating the results of the research, it was stated that light cargo vehicles should be managed in terms of the time of entering the inner city limits and the routes they use, and they cannot use any route at any time. This management method has been introduced as the spatial-temporal method, which was chosen according to the goals and assumptions as well as the necessity of the results presented in this research. The results of the research include the determination of the most important factors of light cargo vehicle accidents and accident-prone areas of Isfahan city. Also, in order to reduce the accidents of cargo vehicles, a plan for space and time restrictions has been presented.

Keywords: Traffic Accidents, Light Cargo Vehicles, Spatio-Temporal Method, Logit Model