

## ارزیابی اثربخشی اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه خیز نسبت به میزان تصادفات

(مقاله پژوهشی)

رضا جوادیان<sup>۱</sup>، سید تیمور حسینی<sup>۲</sup>، محمدرضا حسن زاده<sup>۳</sup>، شعیب درویشی‌نیا<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۳

### چکیده

در منطقه ۲ شهرداری تهران بزرگ، هشت نقطه حادثه خیز شناسایی شده است، موارد متعددی از تصادفات با اشکال مختلف در این هشت نقطه رخ داده است. در سال ۱۳۹۶ تصادف فوتی ۹ مورد، جرحی ۲۲۵ مورد و خسارتی نیز ۱۳۵۳ مورد گزارش شده است. هدف اصلی از انجام این پژوهش، ارزیابی اثربخشی اصلاحات هندسی انجام شده در نقاط حادثه خیز بر میزان تصادفات بوده و این که اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه خیز چه میزان بر تصادفات جرحی، فوتی و خسارتی تاثیر داشته است. این تحقیق براساس نوع هدف از انواع تحقیقات کاربردی و از لحاظ روش انجام کار، در رده تحقیقات توصیفی - اسنادی به شمار آورد، بدین منظور نسبت به تجزیه و تحلیل نقاط پر حادثه و ارزیابی اصلاحات انجام شده در محدوده منطقه ۲ تهران اقدام شد. برای بررسی اثربخشی اصلاحات نقاط حادثه خیز در سال ۱۳۹۶ و سال ۱۳۹۷ اطلاعات و آمارهای مأخوذه از پلیس راهور تهران بزرگ (فرم های کام ۱۱۴) مورد بررسی قرار گرفته است تا ویژگی های عمده و روند حاکم بر تصادفات (کاهش یا افزایش) در نقاط حادثه خیز اصلاح شده در سال ۹۷ نسبت به سال ۹۶ برآورد شود. در نتیجه با اجرای این طرح در تصادفات فوتی و جرحی شاهد کاهش بوده ایم ولی در تصادفات خسارتی تغییر آن چنانی حاصل نشد.

**کلیدواژه ها:** اثربخشی، نقاط حادثه خیز، تصادفات، فضای شهری، ایمنی معابر.

۱. استادیار مدیریت دانشگاه علوم انتظامی امین، نویسنده مسئول: rezaj83@yahoo.com

۲. استادیار مدیریت راهبردی دانشگاه علوم انتظامی امین

۳. کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم انتظامی امین، hasanzadehmaha@gmail.com

۴. کارشناس ارشد مدیریت ایمنی ترافیک دانشگاه علوم انتظامی امین

با افزایش تعداد وسیله نقلیه نسبت به جمعیت و افزایش بیش از پیش ترافیک در شهرها در دهه‌های اخیر در مقابل فواید اقتصادی و رفاهی ناشی از گسترش ارتباطات و سرعت جابه‌جایی کالا و مسافر، متاسفانه بر تعداد تصادفات نیز افزوده شده است (میربها، صفارزاده، بهشتی آنیران، یزدانی و شیرینی، ۲۰۱۷: ۲۷). تصادفات جاده‌ای در کشور ما، یک تهدید جدی به‌شمار می‌رود و نیازمند راه‌کاری برای رفع این مشکل و به‌دنبال پاسخی برای رفع این مسئله حیاتی که سالانه صدمات جبران‌ناپذیری به بدنه اجتماعی و اقتصادی کشور وارد می‌سازد هستیم (مسلمی، موحدی سبحانی و سقایی، ۱۳۹۸: ۳). بدون شک یکی از عوامل ارتقایی سطح ایمنی جاده‌ها، رفع نقاط حادثه‌خیز با اجرای طرح‌ها و اقدامات اصلاحی است. با توجه به این‌که احداث راه‌های جدید به منابع مالی هنگفتی نیاز دارد در نتیجه رفع نقاط حادثه‌خیز با استفاده از منابع مالی محدودتری در اولویت قرار دارد با این اوصاف، شناسایی و رتبه‌بندی نقاط حادثه‌خیز از اهمیت بالایی برخوردار است (رضایی، حسن‌زاده و جمشیدی، ۱۳۹۷: ۶۶). به‌طور کلی تعریف واحد و مشخصی از نقاط حادثه‌خیز (نقاط سیاه یا نقاط بارز) وجود ندارد. معمولاً نقاط حادثه‌خیز محل‌هایی هستند که احتمال ایجاد خطر یا رخداد تصادف در آنها زیاد است. رایج‌ترین و قابل‌قبول‌ترین تعریف برای نقاط حادثه‌خیز بدین شرح است: نقطه حادثه‌خیز نقطه‌ای است که در آن، تعداد تصادف از نقاط مشابه بیشتر بوده و علت آن وجود عامل‌های ریسک محلی در آن نقطه است. این نقاط، موقعیت‌هایی هستند که در آن‌جا پتانسیل تصادف به‌طرز غیرقابل قبولی بالا است. نقاط پرحادثه به شدت، کیفیت خدمت‌دهی راه را کاهش می‌دهند. نخستین و ضروری‌ترین گام در بهبود ایمنی آمدوشد راه، تعیین نقاطی از راه است که نیاز فوری به به‌سازی داشته و با بهره‌گیری از آن بتوان نقاط را براساس اهمیت و فوریت اولویت‌بندی کرده و معیارهای قابل قبولی را برای افزایش سطح ایمنی آمدوشد راه تعریف و سازگار کرد.

افزایش ایمنی تردد وسایل نقلیه در معابر نمی‌تواند تنها با شناخت نقاط حادثه‌خیز و بررسی عوامل تاثیرگذار بر آنها (مطالعات قبل از اجرا) به‌دست بیاید. ارزیابی اثربخشی اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز (مطالعات پس از اجرا) نیز در این زمینه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

در منطقه ۲ شهرداری تهران بزرگ، هشت نقطه حادثه‌خیز توسط پلیس راهور شناسایی شده است، موارد متعددی از تصادفات با اشکال مختلف در این هشت نقطه رخ داده است؛ در سال ۱۳۹۶ تصادف فوتی ۹ مورد، ۲۲۵ فقره جرحی و ۱۳۵۳ فقره خسارتی گزارش شده است.

پس از ارایه پیشنهاد پلیس راهور، شهرداری تهران پس از بررسی‌های کارشناسی، اقدام به رفع نواقص در نقاط حادثه‌خیز کرد. به‌همین خاطر پس از گذشت یک سال لازم است تصادفات سال ۹۶ و سال ۹۷ از لحاظ تعداد و نوع تصادف مورد مقایسه قرار گیرد. این تحقیق در پی پاسخ به این سوال است که اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز منطقه ۲ تهران به چه میزان در تصادفات اثربخش بوده است؟

### پیشینه و مبانی نظری

ممدوحی، یزدان‌پناه، کاظم‌زاده عباسی و کبیری (۱۳۹۴) در مقاله خود با عنوان "توسعه مدل برنامه‌ریزی خطی تخصیص بهینه بودجه" راه‌کارهای اصلاحی نقاط حادثه‌خیز را بررسی کرده‌اند. نتایج مدل پیشنهادی نشان می‌دهد که دو راه‌کار افزایش عرض راه و تعبیه تجهیزات روشنایی به‌منظور حداکثرسازی کاهش تصادفات، مقرون به‌صرفه نیستند؛ در حالی‌که اقداماتی از قبیل آرام‌سازی مسیر، تعبیه علائم ایمنی، خط‌کشی و اجرای چشم‌گره‌ای از اولویت بالاتری برخوردار هستند. هم‌چنین برای بررسی حساسیت تابع هدف به تغییرات بودجه تخصیص یافته، مقدار تابع هدف برای بودجه‌های مختلف محاسبه شد. نتایج تحلیل حساسیت در قالب نمودار تغییرات تابع هدف نسبت به تغییرات بودجه حاکی از آن است که افزایش بودجه تا آستانه معینی شیب نسبتاً تندی کاهش

تصادفات را به همراه دارد ولی پس از آن شیب به صورت قابل ملاحظه‌ای ملایم‌تر می‌شود. زیاری و میرزابابایی (۱۳۹۴) در تحقیق خود "شناسایی نقاط حادثه‌خیز و رتبه‌بندی سطح ایمنی تقاطع‌ها غیرهم‌سطح شهری" را بررسی کرده است. در تحلیل نتایج، از تحقیقات صورت‌گرفته در ایالت متحده با استفاده از بانک اطلاعاتی TRIS و بررسی‌های انجام‌شده در ایران در حوزه ایمنی تقاطع‌های غیرهم‌سطح استفاده شده است. در تبادل‌های شبدری، رمپ‌های ورودی و خروجی و خطوط کاهش و افزایش سرعت، جزو مناطق پرخطر محسوب می‌شود؛ لذا برای افزایش ایمنی این مناطق، بهتر است در طراحی آنها از تمهیدات خاص و توصیه‌های ارائه شده، استفاده شود. کاظمی، خلیل‌زاده و ذوقی (۱۳۹۱) در تحقیق خود به "بررسی روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی اصلاح نقاط حادثه‌خیز" پرداخته‌اند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که اصلاح نقاط حادثه‌خیز، نیازمند به زمان‌بندی مناسب و امکانات کافی است؛ در زمان‌هایی که با محدودیت زمانی و امکانات، هم‌چنین کمبود واحدهای پشتیبانی مواجه باشیم، شناسایی نقاط حادثه‌خیز و اولویت‌بندی اصلاح نقاط، یکی از راه‌کارهای مناسب مدیریتی برای دستیابی نسبی به اهداف پروژه‌ها است. مونتلا (۲۰۱۰) در تحقیقی با عنوان "شناسایی نقاط پرحادثه با در نظر گرفتن نرخ تصادفی بیش از حداقل تعیین شده" به این نتیجه رسیده که در روش فراوانی تصادفات، نقاط براساس تعداد تصادفات به صورت نزولی مرتب شده و نقاطی که تعداد تصادفی بیش از تعداد مشخص شده دارند، به عنوان نقاط پرحادثه تلقی می‌شوند. الویک رون (۲۰۰۸) در تحقیقی با عنوان "بررسی تعاریف موثر از موقعیت جاده‌های خطرناک در برخی کشورهای اروپایی" این نتایج حاصل شد که روش تخمینی، یک روش مناسب برای به‌دست‌آوردن تصادفات ثبت‌شده در یک مکان مشخص است.

امروزه منفی‌ترین نتایج سیستم حمل‌ونقل، تصادفات جاده‌ای همراه با جراحات و از دست دادن زندگی است. بنابراین ایمنی ترافیک، اساسی‌ترین موضوع در حمل‌ونقل است و لزوم انجام بررسی‌ها و تحلیل بیشتر به‌منظور شناسایی عوامل موثر بر وقوع

حوادث جاده‌ای، برنامه‌ریزی جهت پیشگیری، مقابله و کاهش شدت صدمات ناشی از آن دارای اهمیت ویژه‌ای است. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که مسئولان ترافیک با آن روبه‌رو هستند، این است که کجا و چگونه اقدام‌های احتیاطی و پیش‌گیرانه را به اجرا درآورند به‌طوری‌که بتوانند بهترین تاثیر را روی ایمنی ترافیک داشته باشند (خان و شین، ۲۰۰۸: ۱۹۵). در حال حاضر، بیشتر سیاست‌های کشورهای برای جلوگیری و کاهش تصادفات جاده‌ای با تمرکز بر روی شناسایی نقاط حادثه‌خیز جاده پایه‌ریزی شده است. مدیریت ایمنی جاده بایستی با یک روش علمی و سیستماتیک، مکان‌های خطرناک خیابان‌ها و جاده را تشخیص دهد. (چنگ و واشینگتن، ۲۰۰۵: ۸۷۴)

یک تعریف تئوری از یک نقطه حادثه‌خیز جاده‌ای این است که هر نقطه از جاده که تعداد تصادفات ثبت شده در آن نقطه از جاده‌های دیگری که نتایج فاکتور ریسک در آن نقاط ارائه شده بیشتر باشد. (الویک، ۲۰۰۸: ۱۸۳۲)

فرآیند به‌سازی نقاط حادثه‌خیز شامل مراحل است که عبارت‌انداز: ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی مناسب مربوط به تصادفات، توافق بر سر یک برنامه به‌سازی نقاط حادثه‌خیز، تجزیه و تحلیل تصادفات برای مشخص کردن نقاط تصادف‌خیز، طراحی اقدامات اصلاحی، اجرای اقدامات و ارزیابی کارایی اقدامات انجام شد. (اشرفی و غلامرضا، ۱۳۹۶: ۳۷)

بررسی و مطالعه نقاط پرحادثه در ایران، به‌علت عدم حضور یک برنامه‌ریزی مدون در شناسایی و اولویت‌بندی این نقاط و بانک اطلاعاتی مناسبی که شناسنامه نقاط پرحادثه کشور در آن ثبت شده و پس از تأمین اعتبار و اجرای اقدامات اصلاحی داده‌های آن به‌هنگام شود، در سطحی پایین و ناکافی جای دارد؛ در حالی‌که نه برای شناسایی و اولویت‌بندی آنها از روش‌های علمی معتبر استفاده می‌شود و نه پس از صرف هزینه و ایمن کردن آنها، میزان اثربخشی و کاهش سوانح در این نقاط مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در هنگام رانندگی در راه‌های برون‌شهری به محل‌هایی خاص مانند پیچ تند یا مناطق مه‌گیر برخورد می‌کنیم که نیاز بیشتری به توجه ما نسبت به سایر نقاط دارند.

در این حالت است که بحث مهارت راننده مطرح می‌شود، چرا که اگر راننده نتواند به‌طرزی صحیح، خودرو را هدایت و کنترل کند، امکان وقوع حادثه وجود خواهد داشت. با توجه به توضیحات بالا می‌توان نقطه پرحادثه را به این صورت تعریف کرد: نقطه یا مقطعی از جاده که نیاز به مهارت‌ها و توانائی‌های راننده در آن بیشتر از سایر قسمت‌های معمول جاده است. (زایزاده، بهنیا، ۱۳۸۵)

**ایمن‌سازی نقاط پرحادثه:** عمل توسعه و بهبود ایمنی راه‌ها با وجود تفاوت‌های موجود در مشخصات هندسی و محیطی مکان‌های حادثه‌خیز در شبکه راه‌های موجود، را ایمن‌سازی نقاط پرحادثه گویند؛ به‌طور مشخص‌تر، این روند شامل انتخاب و به‌سازی تقاطع‌ها و مقاطعی از راه می‌شود که تعداد تصادفات بالا و غیرمعمولی دارند و به اصطلاح «نقاط پرحادثه» نامیده می‌شوند. این کار ممکن است به سه مرحله اجرایی تقسیم شود که به قرار زیر هستند:

۱. انتخاب نقاط پرحادثه شبکه راه‌ها؛
  ۲. رتبه‌بندی نقاط برای اجرای اقدامات رفع حادثه‌خیزی؛
  ۳. مطالعات قبل و بعد از ساماندهی نقاط برای بررسی تأثیر اقدامات.
- به‌علاوه ۴ روش اساسی برای کاهش تصادفات با انجام اقدامات و اصلاحات مهندسی وجود دارد:

۱. نقاط پرحادثه، اصلاح نقاط مشخص یا قطعات کوتاهی از جاده؛
۲. مسیر، انجام اصلاحات مشخص بر روی مسیری که نرخ تصادفات بالایی دارد؛
۳. ناحیه، انجام اصلاحات مختلف بر روی یک ناحیه وسیع؛
۴. فعالیت کلی، اجرایی یک راه‌کار مشخص برای محل‌هایی با مشکلات تصادف و حادثه‌خیزی بالا اگرچه، اختیارات قانونی به هیچ‌وجه منحصرأً به تاریخچه تصادف برای شناسایی و رتبه‌بندی نقاط حادثه‌خیز اعتماد نمی‌کنند و اطلاعات و قضاوت محلی همتای اطلاعات آماری به‌کار می‌رود. (احدی، ۱۳۹۱: ۷۶)

نقطه حادثه‌خیز در کشورهای مختلف: در کشور ایران، وزارت راه و ترابری معیار زیر را برای انتخاب نقاط پرحادثه به ادارات کل راه و ترابری استان‌ها ابلاغ کرده است: «نقطه‌ای است که در یک دوره سه ساله حداقل ۱۰ تصادف یا در طول یک‌سال حداقل چهار تصادف در آن نقطه روی داده باشد.» (معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران، ۱۳۹۰)

جدول ۱- تعریف نقطه حادثه‌خیز در کشورهای مختلف

(معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران، ۱۳۹۰)

کشور	تعریف نقطه پرحادثه
آلمان	- قطعات راه با طول ۳۰۰ متر - با وقوع بیش از ۵ تصادف یکسان در طول یکسال - وقوع بیش از ۳ تصادف در طول سه سال
یونان	- تعداد کشته شدگان بیش از نودمین یا نود و هفتمین درصد یک توزیع پواسون است که با معیارهای یک قطعه راه مشابه ساخته شده است.
انگلستان	- قطعه راهی به طول ۳۰۰ متر - محلی که مجموع تصادفات جاده‌ای در آن بیش از ۱۲ تصادف در سه سال است.
پرتغال	- محلی با ۲۰۰ متر طول - با بیش از ۵ تصادف
ایرلند	- ضوابط بسیار متفاوتی براساس قوانین محلی به کار می‌رود.
نروژ	- قطعه راهی به طول ۱۰۰ متر - بیش از ۴ کشته - معمولاً یک تقاطع
هلند	- وقوع حداقل ۱۰ تصادف در مجموع و با - وقوع حداقل ۵ تصادف با مشخصات مشابه - دورهٔ تحلیل سه تا ۵ سال است
دانمارک	- قطعه ای از راه یا تقاطعی که تعداد تصادفات ثبت شده در آنها در شرایط یکسان بیش از حالت معمول باشد. معمولاً ضابطه حداقل ۴ تصادف در ۵ سال به کار می‌رود. - این ضابطه توسط مسئولان امور راهداری قابل تعریف مجدد و به‌روزرسانی است.
اسپانیا	- قطعات راه به طول یک کیلومتر - بیش از ۵ تصادف جرحی یا دو تصادف فوتی در یک سال - بیش از ۱۰ تصادف جرحی یا ۵ تصادف فوتی در سه سال

**شناخت منطقه مورد مطالعه:** منطقه ۲ تهران بزرگ، یکی از مناطق شهری تهران است که در شمال شرقی میدان آزادی، از غرب تا شمال غرب تهران ادامه دارد. از وسیع‌ترین مناطق ۲۲ گانه شهر تهران است؛ شرایط و امکانات منطقه از قبیل: بافت کالبدی و اجتماعی اراضی بایر وسیع شبکه‌های ارتباطی مهم شهری و همچنین استقرار ادارات و سازمان‌های دولتی در این منطقه پتانسیل بالای راه سرمایه‌گذاری فراهم کرده است؛ فعالیت عمده ادارات دولتی، سبب جذب نیروی کار و ایجاد اشتغال در منطقه شده است؛ به‌نحوی که شاغلان بخش اداری سهم قابل توجهی نسب به کل شاغلان منطقه را دارند. از دیگر عملکردهای مهم اقتصادی منطقه، فعالیت تجاری بوده که وجود مراکز تجاری وسیع پس از احداث مرکز تجاری یادمان که منشأ یک مرکز تجاری شهری و فراشهری را بر عهده دارد. این مناطق جاذب اشتغال و فعالیت‌های وسیعی در زمینه توسعه اقتصادی خواهد بود. جمعیت این منطقه براساس سرشماری سال ۱۳۹۵ ایران، ۷۰۱،۳۰۳ نفر (۲۳۹،۷۴۲ خانوار) شامل ۳۴۳،۰۳۳ مرد و ۳۵۸،۲۷۰ زن است. (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵)

با توجه به دلایل عنوان‌شده از یک طرف و از طرفی به‌علت وسعت و تردد فراوان خودروها، منطقه دارای مشکلات ترافیکی خاص است. همچنین موارد متعددی از تصادفات با اشکال مختلف در این منطقه رخ داده است که با بررسی‌های صورت‌گرفته توسط کارشناسان راهنمایی و رانندگی تهران بزرگ، برخی از نقاط حادثه‌خیز مهم و حیاتی منطقه به شرح ذیل احصا شد.

**جدول ۲- نقاط حادثه‌خیز منطقه ۲ در سال ۹۶**

۱	بلوار پیام	حذف‌فاصل بلوار ایثارگران تا بزرگراه یادگار امام
۲	بلوار جلال	حد فاصل خیابان اطاعتی و سرسبز
۳	بلوار شهید ذبیحی	حد فاصل فراز تا یادگار امام
۴	بلوار شهید حق‌شناس	حد فاصل بوستان پرواز تا یادگار امام
۵	بزرگراه یادگار امام	ورودی دشت بهشت به کنارگذر اوین
۶	خیابان ستارخان	تقاطع نیایش
۷	تقاطع ایثارگران شمالی	کوی فرهنگ
۸	بلوار مرزداران	مسیر شرق به غرب قبل از خیابان بهار



## روش تحقیق

این تحقیق از حیث هدف، کاربردی است چون هدف محقق، توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. روش تحقیق از نظر شیوه اجرا، میدانی است. از جنبه روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی است. تحقیقات توصیفی، تلاش محقق صرف ارائه تصویری از موضوع بدون دخالت ذهنی و دستکاری محقق است. روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش در کل توصیفی، با توجه به هدف کاربردی و براساس نتایج و استفاده از اطلاعات درج شده در فرم‌های تصادف (فرم‌های کام ۱۱۴) یعنی با استفاده از اسناد و مدارک اطلاعات اولیه جمع‌آوری شده است. هم‌چنین ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات لازم را در مورد موضوع پژوهش جمع‌آوری کرده و براساس تغییرات به‌وجود آمده در بازه زمانی یک‌ساله (سال ۹۶-۹۷) به بررسی تصادفات پرداخته شده است. بخش توصیفی داده‌ها که با استفاده از روش‌های آماری به ارائه نتایج توصیفی حاصل از اطلاعات مندرج در فرم‌های کام ۱۱۴ پلیس راهور منطقه ۲ تهران بزرگ به‌دست آمده است. جامعه آماری تحقیق، فرم‌های کام ۱۱۴ نقاط حادثه‌خیز اصلاح شده هشت‌گانه در سال ۱۳۹۶ به تعداد ۱۵۸۷ فقره و در سال ۱۳۹۷ به تعداد ۱۴۴۲ فقره تصادف است. در این تحقیق از آمار توصیفی شامل جداول فراوانی درصدی، ترسیم نمودار و محاسبه برخی شاخص‌های کمی به‌منظور توصیف وضعیت تصادفات بهره‌برداری شده است. هم‌چنین از آمار استنباطی شامل آزمون مربع کا<sup>۱</sup> (آزمون خی‌دو) به‌منظور بررسی فرضیه‌های تحقیق توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شده است.

## یافته‌ها

بعد از جمع‌آوری اطلاعات، مهم‌ترین گامی که برداشته شد، پردازش اطلاعات و یافته‌های خام است. در این راه باید از روش‌ها و فرمول‌های آماری استفاده کرد، تحقیق

۱. آزمون مربع کا یا آزمون مقایسه‌ای داده‌های مستقل رده‌ای یک آزمون ناپارامتری است و یکی از کاربردهای آن

بررسی تفاوت متغیرهایی است که ماهیت آنها فراوان است. (Chi-Square)

حاضر دربر گیرنده بخش توصیفی داده‌ها است که با استفاده از روش‌های آماری به ارائه نتایج توصیفی حاصل از اطلاعات مندرج در فرم‌های کام پلیس راهور منطقه ۲ به دست آمده است که در ذیل به شرح آن پرداخته خواهد شد.

**فرضیه فرعی اول:** اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات جرحی مؤثر است.

جدول ۳- تصادفات جرحی منطقه ۲ در نقاط مورد اصلاح (در صحنه، پزشکی قانونی)

مکان	قبل از اصلاح	بعد از اصلاح	درصد تغییرات
بلوار پیام	۲۳	۱۵	-۳۴/۸
بلوار جلال	۲۷	۱۶	-۴۰/۷
بلوار شهید ذبیحی	۳۵	۲۷	-۲۲/۹
بلوار شهید حق‌شناس	۶۱	۳۵	-۴۲/۶
بزرگراه یادگار	۲۳	۲۱	-۸/۷
خیابان ستارخان	۶	۲۹	۳۸۳/۳
تقاطع ایثارگران شمالی	۳۳	۱۵	-۵۴/۵
بلوار مرزداران	۱۷	۱۱	-۳۵/۳
جمع	۲۲۵	۱۶۹	-۲۴/۹

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول شماره ۳ میزان تصادفات جرحی در تمامی نقاط موردنظر به‌جز «خیابان ستارخان» پس از اصلاحات با کاهش مواجه شده است. به‌طور کلی نیز تصادفات جرحی از ۲۲۵ مورد به ۱۶۹ مورد کاهش یافته که حاکی از کاهش حدود ۲۵ درصدی است. برای بررسی معناداری این تفاوت مشاهده شده، از آزمون مربع کا بهره‌برداری شده است. جدول ۴ نتیجه را نشان می‌دهد.

$H_0$ : اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات جرحی مؤثر نیست.

$H_1$ : اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات جرحی مؤثر است.

جدول ۴- آزمون مربع کا معناداری تفاوت فراوانی تصادفات جرحی قبل و بعد از اصلاحات

نتیجه	سطح معنا داری	آماره مربع کا	فراوانی مورد انتظار	فراوانی مشاهده شده	زمان
H <sub>0</sub> رد و فرضیه نخست مورد تایید است.	۰/۰۰۵	۷/۹۵۹	۱۹۷	۲۲۵	قبل
			۱۹۷	۱۶۹	بعد
				۳۹۴	جمع

در جدول ۴ سطح معناداری آزمون مربع کا کوچک تر از مقدار خطای ۰/۰۵ است. بدین معنا که تفاوت معناداری بین فراوانی تصادفات جرحی قبل و بعد از اصلاحات وجود دارد و فرضیه فرعی نخست با اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته می شود.

۱۲۵

فرضیه فرعی دوم: اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه خیز بر میزان تصادفات فوتی مؤثر است.

جدول ۵- تصادفات فوتی منطقه ۲ در نقاط مورد اصلاح (در صحنه، پزشکی قانونی)

مکان	قبل از اصلاح	بعد از اصلاح	درصد تغییرات
بلوار پیام	۲	۱	-۵۰
بلوار جلال	۱	۱	۰
بلوار شهید ذبیحی	۱	۰	-۱۰۰
بلوار شهید حق شناس	۱	۱	۰
بزرگراه یادگار	۰	۰	--
خیابان ستارخان	۲	۱	-۵۰
تقاطع ایثارگران شمالی	۱	۱	۰
بلوار مرزداران	۱	۰	-۱۰۰
جمع	۹	۵	-۴۴/۴

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۵ میزان تصادفات فوتی در چهار نقطه کاهش و در چهار نقطه دیگر تغییری نداشته است. به طور کلی نیز تصادفات فوتی از ۹ مورد به ۵ مورد کاهش یافته که حاکی از کاهش ۴۴/۴ درصدی است.

برای بررسی معناداری این تفاوت مشاهده شده، از آزمون مربع کا بهره‌برداری شده است. جدول ۶ نتیجه را نشان می‌دهد.

$H_0$ : اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات فوتی مؤثر نیست.

$H_1$ : اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات فوتی مؤثر است.

جدول ۶- آزمون مربع کا معناداری تفاوت فراوانی تصادفات فوتی قبل و بعد از اصلاحات

نتیجه	سطح معناداری	آمار مربع کا	فراوانی مورد انتظار	فراوانی مشاهده شده	زمان
$H_0$ رد و فرضیه دوم مورد تایید است.	۰/۰۱۱	۲۹۱/۳	۷	۹	قبل
			۷	۵	بعد
					جمع ۱۴

در جدول ۶ سطح معنا داری آزمون مربع کا کوچکتر از مقدار خطای ۰/۰۵ است. بدین معنا که تفاوت معناداری بین فراوانی تصادفات فوتی قبل و بعد از اصلاحات وجود دارد و فرضیه دوم با اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته می‌شود.

**فرضیه فرعی سوم:** اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات خسارتی مؤثر است.

جدول ۷- تصادفات خسارتی منطقه ۲ در نقاط مورد اصلاح (در صحنه، پزشکی قانونی)

مکان	قبل از اصلاح	بعد از اصلاح	درصد تغییرات
بلوار پیام	۳۸۱	۳۹۱	۲/۶
بلوار جلال	۲۹۲	۳۰۰	۲/۷

مکان	قبل از اصلاح	بعد از اصلاح	درصد تغییرات
بلوار شهید ذبیحی	۱۶۰	۱۴۳	-۱۰/۶
بلوار شهید حق شناس	۲۷۲	۱۶۱	-۴۰/۸
بزرگراه یادگار	۹۷	۱۰۳	۶/۲
خیابان ستارخان	۷۱	۸۳	۱۶/۹
تقاطع ایثارگران شمالی	۵۵	۷۲	۳۰/۹
بلوار مرزداران	۲۵	۱۵	-۴۰
جمع	۱۳۵۳	۱۲۶۸	۶/۳

با توجه به اطلاعات مندرج در جدول ۷، میزان تصادفات خسارتی در سه نقطه کاهش و در پنج نقطه دیگر افزایش داشته است. به طور کلی نیز تصادفات خسارتی از ۱۳۵۳ مورد به ۱۲۶۸ مورد کاهش یافته که حاکی از کاهش ۶/۳ درصدی است.

$H_0$ : اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه خیز بر میزان تصادفات خسارتی موثر نیست.

$H_1$ : اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه خیز بر میزان تصادفات خسارتی موثر است.

جدول ۸- آزمون مربع کا معناداری تفاوت فراوانی تصادفات خسارتی قبل و بعد از اصلاحات

نتیجه	سطح معناداری	آمار مربع کا	فراوانی مورد انتظار	فراوانی مشاهده شده	زمان
$H_0$ تأیید و فرضیه سوم رد می شود.	۰/۰۹۷	۲/۷۵۷	۱۳۱۰/۵	۱۳۵۳	قبل
			۱۳۱۰/۵	۱۲۶۸	بعد
				۲۶۲۱	جمع

در جدول ۸ سطح معناداری آزمون مربع کا بزرگتر از مقدار خطای ۰/۰۵ است. بدین معنا که تفاوت معناداری بین فراوانی تصادفات خسارتی قبل و بعد از اصلاحات وجود ندارد و فرضیه سوم رد می شود.

فرضیه اصلی: اصلاحات انجام شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات موثر است.

جدول ۹- تصادفات منطقه ۲ در نقاط مورد اصلاح

مکان	قبل از اصلاح	بعد از اصلاح	درصد تغییرات
بلوار پیام	۴۰۶	۴۰۷	۰/۲
بلوار جلال	۳۲۰	۳۱۷	-۰/۹
بلوار شهید ذبیحی	۱۹۶	۱۷۰	-۱۳/۳
بلوار شهید حق‌شناس	۳۳۴	۱۹۷	-۴۱
بزرگراه یادگار	۱۲۰	۱۲۴	۳/۳
خیابان ستارخان	۷۹	۱۱۳	۴۳
تقاطع ایثارگران شمالی	۸۹	۸۸	-۱/۱
بلوار مرزداران	۴۳	۲۶	-۳۹/۵
جمع	۱۵۸۷	۱۴۴۲	-۹/۱

جدول ۹ نشان می‌دهد که در مجموع کلیه تصادفات، بیشترین کاهش به ترتیب در نقاط «بلوار شهید حق‌شناس» با ۴۱ درصد، «بلوار مرزداران» با ۳۹/۵ درصد و «بلوار شهید ذبیحی» با ۱۳/۳ درصد کاهش رخ داده است و بدترین وضعیت مربوط به «خیابان ستارخان» با ۴۳ درصد افزایش تصادفات است. در مجموع نیز شاهد حدود ۹ درصد کاهش تصادفات هستیم.

جدول شماره ۱۰- جمع‌بندی تصادفات منطقه دو در نقاط مورد اصلاح

مکان	قبل از اصلاح	بعد از اصلاح	درصد تغییرات
جرحی	۲۲۵	۱۶۹	-۲۴/۹
فوتی	۹	۵	-۴۴/۴
خسارتی	۱۳۵۳	۱۲۶۸	-۶/۳
جمع	۱۵۸۷	۱۴۴۲	۹/۱

$H_0$ : اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات خسارتی موثر نیست.

$H_1$ : اصلاحات انجام‌شده در نقاط حادثه‌خیز بر میزان تصادفات خسارتی موثر است.

جدول ۱۱- آزمون مربع کا معناداری تفاوت دو فراوانی تصادفات

نتیجه	سطح معناداری	آمار مربع کا	فراوانی مورد انتظار	فراوانی مشاهده شده	زمان
H <sub>0</sub> رد و فرضیه اصلی مورد تایید است.	۰/۰۰۸	۶/۹۴۱	۱۵۱۴/۵	۱۵۸۷	قبل
			۱۵۱۴/۵	۱۴۴۲	بعد
				۳۰۲۹	جمع

در جدول ۱۱ سطح معناداری آزمون مربع کا کوچکتر از مقدار خطای ۰/۰۵ است. بدین معنا که تفاوت معناداری بین فراوانی تصادفات قبل و بعد از اصلاحات وجود دارد و فرضیه اصلی با اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته می‌شود.

### نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست‌آمده در بلوار مرزداران، هم‌سطح‌سازی معبر ورودی به مرزداران از خیابان ناهید و نصب جزیره تفکیک‌کننده مسیر، سرعت‌کاه بلوار شهید حق‌شناس مسیر شمال به جنوب نصب سرعت‌کاه، آرام‌سازی محل عبور عابران پیاده با تجهیز معبر به جزیره عبور عابران پیاده و در نهایت بلوار شهید ذبیحی، نمایان‌سازی محل ورودی به میدان بهرود با علائم و تجهیزات آشکارسازی بهترین و بیشترین سهم کاهش تصادفات را شامل شده است. ولی متأسفانه به‌دلیل داشتن محدودیت عرض معبر در خیابان ستارخان، تاثیری در کاهش تصادفات نداشته و سبب افزایش تصادف شده است.

در تصادفات فوتی نیز در بلوار پیام، بلوار شهید ذبیحی، خیابان ستارخان و بلوار مرزداران با کاهش تصادفات فوتی مواجه بودیم که این امر نشان‌گر این است که نقاط حادثه‌خیز به درستی شناسایی و مورد اصلاح قرار گرفته است و شاهد بیش از ۴۴ درصدی کاهش تصادفات فوتی بوده‌ایم.

در بحث تصادفات خسارتی هرچند بعد از اصلاح شاهد کاهش تصادفات خسارتی بودیم ولی کاهش قابل توجه‌ای نداشته (۳/۶ درصد). بلوار مرزداران، بلوار شهید حق‌شناس و

بلوار شهید ذبیحی با کاهش تصادفات روبه‌رو بودیم و بلوار پیام، بلوار جلال، بزرگراه یادگار، خیابان ستارخان و تقاطع ایثارگران شمالی با افزایش تصادفات روبه‌رو بوده است. براساس بررسی فرم‌های کام ۱۱۴ که در منطقه ۲ ثبت شده‌اند، میزان تصادفات ثبت شده نشان از آسیب‌هایی دارد که عوامل محیطی در آن مشهود است. به‌طور مثال موانع دید (که در مه و بارندگی این مشکل تشدید می‌شود) و همچنین دیگر دلایل تصادف عدم توجه به جلو و عدم رعایت فاصله طولی عنوان شده است.

در مجموع در این تحقیق، نقاط حادثه‌خیز به درستی شناسایی و با پیگیری‌های صورت‌گرفته از سوی پلیس راهور و اصلاح نقاط هندسی از سوی شهرداری تاثیر نسبتاً خوبی در کاهش تصادفات داشته است.

### پیشنهادها

۱- با توجه به این‌که به‌دلیل داشتن محدودیت عرض معبر در خیابان ستارخان، اجرای اصلاح نقاط حادثه‌خیز تأثیری در کاهش تصادفات در این منطقه نداشته و برعکس سبب افزایش تصادف شده است، لازم است تیمی مشترک با حضور کارشناسان، مهندسان ترافیک شهرداری و پلیس راهور منطقه نسبت به بررسی و کارشناسی مجدد موضوع اقدام و نسبت به ارائه راه‌کار جدید اقدام کنند.

۲- از آن‌جایی‌که اصلاح هندسی انجام شده در بلوار پیام، بلوار جلال، بزرگراه یادگار، خیابان ستارخان و تقاطع ایثارگران شمالی تأثیری در کاهش تصادفات نداشته و در برخی جاها سبب افزایش تصادفات شده، لذا شایسته است با پیگیری پلیس مجدداً نوع اصلاحات صورت‌گرفته از سوی شهرداری توسط کارشناسان، مورد بازبینی قرار گیرد.

۳- در بررسی به‌عمل آمده از سوانح ترافیکی در منطقه ۲ بیشترین تصادفات این منطقه در ماه‌های شهریور و اردیبهشت است که لازم است پلیس راهور با تغییر تاکتیک و استخراج ساعت پرحادثه از سیستم تصادفات، اقدام به افزایش نیروهای گشتی در نقاط حادثه‌خیز کند که این موضوع در کوتاه‌مدت موثر لیکن در درازمدت کارآیی خود را از



دست می‌دهد که ضرورت دارد سایر سازمان‌های متولی از جمله شهرداری نسبت به رفع نقاط حادثه‌خیز و هم‌چنین تجهیز معابر و تقاطع‌ها به دوربین‌های ثبت تخلف سرعت اقدام کند.

### منابع

احدی، محمدرضا. (۱۳۹۱). مهندسی ترافیک، تهران: دانشگاه علوم انتظامی امین. اشرفی، فاطمه؛ غلامرضا، عماد. (۱۳۹۶). عملکرد سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در بهبود ایمنی نقاط حادثه‌خیز راه‌ها، فصلنامه پژوهشی علوم مهندسی و فناوری، شماره ۳، بهار ۹۶، ص ۳۶-۴۰.

رضایی، جلال؛ حسن‌زاده، یونس؛ جمشیدی، عماد. (۱۳۹۷). شناسایی نقاط حادثه‌خیز راه‌های مواصلاتی استان قم، تهران: نشریه راهور، شماره ۴۲، ص ۶۳-۸۳.

زایزاده، علی؛ بهنیا، کامبیز. (۱۳۸۵). "روش گام‌به‌گام ایمن‌سازی و انجام تحقیقات در مورد نقاط حادثه‌خیز و مطالعه چند نقطه حادثه‌خیز استان خراسان"، تهران: هفتمین کنفرانس حمل‌ونقل ایران.

زیاری، حسن؛ میرزا بابایی، یمان. (۱۳۹۴). شناسایی نقاط حادثه‌خیز و رتبه‌بندی سطح ایمنی تقاطعات، تهران: فصلنامه راهور، شماره ۳۰، ص ۴۹-۶۴.

کاظمی، امین؛ خلیل‌زاده، محمدرضا؛ ذوقی، حسن. (۱۳۹۱). بررسی روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی اصلاح نقاط حادثه‌خیز، تهران: فصلنامه راهور، شماره ۲۰، ص ۲۷-۵۴.

ممدوحی، امیررضا؛ یزدان‌پناه، مهدی؛ کاظم‌زاده، ساناز؛ عباسی، احسان؛ کبیری، شهاب. (۱۳۹۴). توسعه مدل برنامه‌ریزی خطی تخصیص بهینه بودجه برای راه‌کارهای اصلاحی نقاط حادثه‌خیز، تهران: نشریه راهور، شماره ۳۱، ص ۷۹-۹۶.

مسلمی، بهزاد؛ موحدی سبحانی، فرزاد؛ سقایی، عباس. (۱۳۹۸). شناسایی عوامل موثر و بررسی تصادفات‌های ترافیکی با استفاده از رویکردهای داده کاوی، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل؛ شماره ۴۱، ص ۱ تا ۱۹.

ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری. (۱۳۹۰). معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.

Cheng, W.; Washington, S.P. (2005). Experimental evaluation of hotspot identification methods. *Accident Analysis and Prevention*. 37(5): 870-881.

Khan, G.; Qin, X.; Noyce, D. (2008). Spatial Analysis of Weather Crash Patterns. *Journal of Transportation Engineering*. 134(5): 191-202.

Mirbaha, B.; Saffarzadeh, M.; Beheshty, S.A.; Aniran, M.; Yazdani, M.; Shirini, B. (2017). Predicting Average Vehicle Speed in Two Lane Highways Considering Weather Condition and Traffic Characteristics. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 245, No. 4, p. 042024.

Montella, A. (2010). A comparative analysis of hotspot identification methods. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 42, No. 2, pp. 571-581.

Elvik, Rune. (2008). A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries. Elsevier. (2008). *Accident Analysis and Prevention* 40, 1830–1835.