

بررسی تأثیر رعایت سرعت مجاز در کاهش تداخلات ترافیکی در مقاطع شهری

محمدمعین براهویی جهانشاهی، دانشجوی کارشناسی ارشد راه و ترابری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

دکتر سیدصابر ناصرعلوی (مسئول مکاتبات)، استادیار گروه عمران گرایش راه و ترابری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

E-mail: saber_naseralavi@uk.ac.ir

چکیده

هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی تصادفات ترافیکی در دهه‌های اخیر رو به افزایش است؛ بنابراین نیاز به بهبود ایمنی ترافیک بیش از پیش احساس می‌شود. تحلیل‌های سنتی در ارزیابی ایمنی با توجه به نیاز به داده‌های تصادفات با مشکلات عدیده‌ای روبرو هستند؛ بنابراین استفاده از روش‌های جایگزین یا مکمل مبتنی بر داده‌های غیر تصادف برای بهبود ایمنی ترافیک ضروری به نظر می‌رسد. از مهم‌ترین روش‌های مبتنی بر داده‌های غیر تصادف، استفاده از شاخص‌های تداخل ترافیکی است. تداخلات ترافیکی به‌عنوان روشی مکمل یا جایگزین از منظر گسترده‌تر از داده‌های تصادفات به ارزیابی ایمنی ترافیک می‌پردازد. به‌منظور شناسایی تداخلات ترافیکی سه روش اصلی شامل: ناظر میدانی، تحلیل ویدئویی و روش رانندگی طبیعی وجود دارد. در این پژوهش برای بررسی تأثیر رعایت سرعت مجاز بر تداخلات ترافیکی در مقاطع شهری از روش مطالعه رانندگی طبیعی و برای تحلیل نتایج از روش مطالعاتی قبل و بعد استفاده شده است. نتیجه برداشت بیش از ۱۰۰ داده با این روش در مقاطع مختلف کاهش ۲۳٪ انحراف معیار سرعت و در پی آن کاهش ۳۱٪ نرخ تداخلات در صورت رعایت محدودیت سرعت است. همچنین ترمزگیری شدید و اضطرابی در صورت رعایت سرعت مجاز به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ایمنی، تداخل ترافیکی، روش مطالعه رانندگی طبیعی، روش مطالعات مشاهده‌ای قبل و بعد

۱. مقدمه

با پرداختن به چالش‌های مطرح‌شده، مطالعات ایمنی مبتنی بر داده‌های تصادفات را نقد می‌کنند.

منبع اصلی مورد استفاده در تحلیل‌های سستی ایمنی داده‌های ثبت‌شده مربوط به تصادفات ترافیکی بوده است. امروزه به دلایل مختلفی از جمله، لزوم جمع‌آوری داده‌ها در بازه‌های طولانی‌مدت (حداقل سه‌ساله) و عدم گزارش تمامی تصادفات و وابسته بودن سطح گزارش دهی به عواملی از جمله شدت تصادف کمتر از داده‌های تصادفات به‌منظور ارزیابی ایمنی استفاده می‌شود؛ بنابراین، روشی با هدف ارزیابی ایمنی بدون استفاده از داده‌های تصادف و با استفاده از معیار دیگری که تعداد رخداد به‌مراتب بیشتری داشته باشد، به کار می‌رود. تداخلات ترافیکی به‌عنوان روشی مکمل یا جایگزین از منظری گسترده‌تر از داده‌های تصادفات به ارزیابی ایمنی ترافیک می‌پردازد. در تعریف تداخل باید گفت: تداخلات برهمکنش‌هایی مشابه با فرآیندهای تصادفات و بدون وقوع تصادف هستند (2). به‌منظور شناسایی تداخلات ترافیکی روش‌های مختلفی وجود دارد که جدول زیر به‌طور مختصر در مورد سه روش اصلی جمع‌آوری داده‌های تداخلی توضیحاتی ارائه داده است.

ایمنی از حوزه‌هایی است که توجه و آگاهی روزافزونی را توسط مهندسان ترافیک به خود اختصاص داده است و در مورد چگونگی کاهش صدمات در ترافیک بحث می‌کند. مطالعات ایمنی ترافیک برای متخصصان حمل‌ونقل، ابزاری سیستماتیک برای ارزیابی ایمنی پروژه‌های موجود و بررسی منطقی منابع محدود در جهت بهبود ایمنی شبکه راه‌ها را فراهم می‌آورد. از دیگر کاربردهای مهم مطالعات ایمنی ترافیک، بررسی سطح ایمنی موجود با تغییر در ویژگی‌های سیستم جاده است (مطالعات قبل و بعد)؛ برای مثال، بررسی تأثیر تغییر وضعیت ایمنی یک تقاطع با نصب چراغ راهنمایی که پیش‌ازین جریان ترافیک آن با علامت توقف کنترل شده است. مهم‌ترین رویکرد مطالعات ایمنی سابق به‌کارگیری آمار استنباطی بر داده‌های تاریخیچه تصادفات است که این تحقیقات به مطالعات مشاهده‌ای ایمنی ترافیک نیز مشهور است. روش‌های دیگر مطالعات ایمنی ترافیک شامل روش مطالعات تداخل ترافیک،

جدول ۱. روش‌های مختلف جمع‌آوری داده‌های تداخلی

روش	مزایا	معایب	تحقیقات مرتبط
ناظر میدانی (Field observation)	سهولت اجرا	دقت پایین؛ هزینه بالا؛ کار فشرده	Hauer (1978); Glauz and Migletz (1980); Nel(1989); Parker and Zegeer (1989); Almqvist and Ekman (2001)
تحلیل ویدئویی (Computervision technique)	شناسایی خودکار تداخل ترافیکی؛ مقرون‌به‌صرفه، قابل‌اعتماد و کارآمد	نیاز به کیفیت بالا و ویدیو؛ همچنان در حال توسعه	Wakabayashi and Renge (2002); Saunier and Sayed (2007); Saunier and Sayed (2008); Ismail et al. (2009); Oh et al. (2009); Ismail et al. (2010); Oh et al. (2010); Saunier et al. (2010); Ismail et al. (2011); Autey et al. (2012); Sayed et al. (2012); Sayed et al. (2013)
رانندگی طبیعی (Naturalistic driving)	امکان مطالعه موقعیت‌های نادر ایمنی به‌عنوان موقعیت تداخل و تصادف	محدودیت در اندازه داده و عدم دسترسی کامل برای جامعه پژوهشی؛	Dingus et al. (2006a); Dingus et al. (2006b); McLaughlin et al. (2008); Guo et al. (2010); Uchida et al. (2010); Dozza and Gonzalez(2012); Wu and Jovanis (2012); Bagdadi(2013a); Bagdadi (2013b); Habibovic et al. (2013); Dozza and Gonzalez (2013) in press;

بررسی تأثیر رعایت سرعت مجاز در کاهش تداخلات ترافیکی در مقاطع شهری

روش	مزایا	معایب	تحقیقات مرتبط
			Jonasson and Rootzen (2014) in press; Valero-Mora et al. (2013)
	سرعت عامل مهم و شناخته شده‌ای در ایمنی راه به شمار می‌رود. بسیاری از اقدامات ایمنی با هدف القاء کاربران راه نسبت به کاهش سرعت و رعایت سرعت مجاز اعمال می‌شود. با توجه به تغییر در میانگین سرعت، اثرات آن بر ایمنی از نظر تعداد تصادفات و تعداد مصدومان و تلفات به خوبی مشخص است. به عنوان مثال، این رابطه توسط مدل Power شرح داده شده که اغلب برای تخمین اثرات ایمنی ترافیک از تغییرات سرعت استفاده می‌شود. با این حال، به طور قطع نمی‌توان گفت که تنها میانگین سرعت ایمنی ترافیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شاخص‌هایی چون سرعت عملکردی % ۸۵، انحراف استاندارد سرعت و شکل توزیع سرعت نیز می‌توانند ایمنی را تحت تأثیر قرار دهند.	پس از تحقیق Perkins و Harris در سال ۱۹۶۸، تعدادی مطالعات در نقاط مختلف جهان انجام گرفت که امروزه به عنوان روش تداخل ترافیک شناخته شده است (TCT). بیشتر فعالیت‌های تحقیقاتی مربوط به توسعه معیار تداخل ترافیک مفعولی و قابل اطمینان و همچنین، ارتباط این معیارها به مقادیر واقعی تصادفات است. متأسفانه اختلافاتی در اندازه‌گیری تداخل راه (و شدت آنها) وجود دارد: در نتیجه، بسته به اینکه تداخل چگونه بررسی گردد، به طور قابل ملاحظه‌ای بین کشورها متفاوت است؛ بنابراین، نسخه‌های مختلفی از TCT در حال حاضر در دسترس است.	
			بررسی تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که اغلب رانندگان هنگامی که با یک موقعیت خطرناک مواجه می‌شوند، واکنشی شدید از خود نشان می‌دهند. به دلیل همبستگی میان تصادفات و حوادث نزدیک به تصادف، محققان سعی در جلوگیری از تصادفات با استفاده از تحلیل موقعیت‌های نزدیک تصادفات دارند. از آنجایی که ترمز یک رویداد تقریباً نزدیک به تصادف است، بسیاری از محققان سعی در شناسایی خطرات تصادف با اندازه‌گیری سرعت با استفاده از سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) دارند.
			June (۲۰۰۶) یکی از اولین محققان در به کارگیری تکنولوژی GPS برای استخراج پروفیل‌های سرعت برای بررسی رفتار راننده در ارتباط با تعداد تصادفات جاده بوده است. در تحقیق او دو گروه از رانندگان مورد ارزیابی قرار گرفتند، گروه اول رانندگانی که در ۱۴ ماه گذشته تصادفی تجربه کردند و گروه دوم رانندگانی که در این مدت تصادفی ثبت نکردند. این مطالعه نشان داد که رفتار رانندگی از جمله الگوی سرعت، عامل مهمی در ارزیابی پتانسیل تصادف به شمار می‌رود.
			Boonsiripant (۲۰۰۹) تکنولوژی GPS را برای نشان دادن رابطه بین پارامترهای استخراج شده از پروفیل سرعت (با

۲. ادبیات پژوهش

مطالعات ایمنی بر اساس تداخل ترافیکی، در ابتدا توسط Perkins و Harris، محققان آزمایشگاه جنرال موتورز، پیشنهاد گردید که به عنوان یک فرآیند متفاوت برای غلبه بر برخی از فرضیات به کاررفته در مطالعات مشاهده‌ای ترافیک از آن استفاده می‌شود. نکته مهم در مطالعات ایمنی با استفاده از تداخلات ترافیکی، این است که این وقایع بیشتر از تصادفات اتفاق می‌افتند اگرچه از لحاظ منطقی، مکانیسم هر دو، قابل مقایسه است؛ بنابراین، تداخلات ترافیک به عنوان روش مطالعات کوتاه مدت ایمنی تلقی می‌شود و به برخی از مسائل آماری مرتبط به طبیعت نادر تصادفات نظارت می‌کنند. علاوه بر این، چنین رویکردی در مقایسه با روش مطالعات مشاهده‌ای تصادف، شامل حیطه گسترده تری است، چراکه مکانیسم تصادف وسایل نقلیه را از دیدگاه گسترده تری، نسبت به داده‌های مشاهده‌ای تصادف صرف، مورد نظر قرار می‌دهد.

تصادفات می‌تواند با استفاده از میانگین محرک‌های سینماتیک و گاهی اوقات با کمک تجزیه و تحلیل ویدئو شناسایی شود. رانندگی طبیعی به محققان در درک تعامل کاربران جاده در شرایط عادی، شرایط تداخل و حتی در شرایط تصادف واقعی کمک می‌کند. باین حال، یکی از مشکلات مربوط به مطالعات رانندگی طبیعی این است که شناسایی لحظات خاص یا رفتار با توجه به حجم وسیع داده‌های ثبت شده بسیار وقت گیر است. باین حال دقت فناوری GPS در سال‌های اخیر بهبود یافته تا آنجا که موقعیت را با امکان پذیر شدن یک خطای حداکثر ۵ متر گزارش می‌کند.

با استفاده از دستگاه GPS در مجموع ۱۰۲ برداشت (به مدت زمان ۴ ساعت و مسافت طی شده ۱۴۵ کیلومتر) در مسیرهای مشخص صورت گرفت. فاصله زمانی بین برداشت قبل و بعد بسیار کم در نظر گرفته شد (کمتر از ۱۵ دقیقه) تا دوره‌های قبل و بعد به‌طور منطقی قابل مقایسه باشند. برداشت داده توسط سرنشین خودرو و نه راننده با دستگاه GPS صورت گرفت به گونه‌ای که راننده از فرآیند برداشت داده مطلع نباشد و فقط از او خواسته شود در دو حالت رانندگی کند:

- ۱- رانندگی در حالت عدم رعایت سرعت مجاز (بدون در نظر گرفتن محدودیت سرعت)
- ۲- رانندگی با رعایت سرعت مجاز و مطمئن (با در نظر گرفتن محدودیت سرعت)

۱-۳ مسیرهای مورد مطالعه

موقعیت مسیرهای اصلی مورد مطالعه در شکل زیر نشان داده شده است.

حداصل ۱ ثانیه) و تعداد تصادفات استفاده کرد. این تکنیک بعدها به‌عنوان پروفیل سرعت نام‌گذاری شد. همچنین دستگاه‌های GPS برای تعیین میانگین سرعت عملکردی و یافتن پارامتر طراحی مناسب برای تحلیل نرخ تصادفات استفاده کردند.

Chun و Fontaine (۲۰۱۶) از GPS برای برآورد اختلاف سرعت بین پیام‌های کنترل ترافیکی مجاور (TMC^۱) در راه‌ها استفاده کردند. آنها کاهش شتاب را به‌عنوان تعداد شمارش شده در بازه ۱۵ دقیقه تعریف کردند که در آنها اختلاف سرعت بین TMC های مجاور بیشتر از یک آستانه مشخص بود. آستانه‌های مورد استفاده آنها ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ مایل در ساعت (۱۶، ۲۴، ۳۲ و ۴۰ کیلومتر در ساعت) به‌عنوان ایمنی جایگزین اندازه‌گیری برای داده‌های تصادفات بود.

۲-۱ هدف تحقیق

هدف این پژوهش، مقایسه تداخلات ترافیکی در دو حالت قبل و بعد به‌منظور بررسی تأثیر رعایت سرعت مجاز در کاهش تداخلات ترافیکی است.

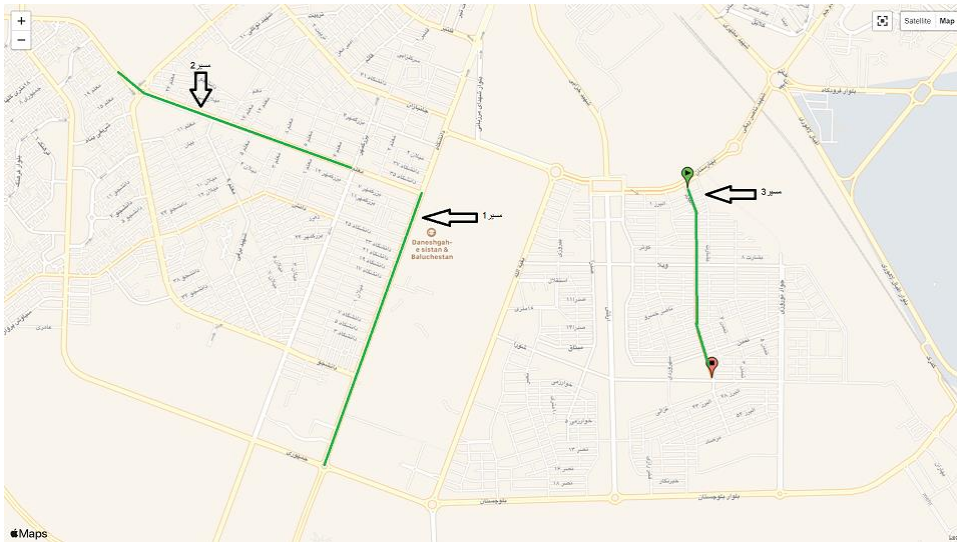
۳. روش پژوهش

به‌منظور جمع‌آوری داده از روش داده‌های طبیعی استفاده شد. در مطالعات رانندگی طبیعی، وسایل نقلیه مشارکت‌کننده مجهز به سیستم جمع‌آوری اطلاعات پیشرفته از جمله دوربین و سنسورهای مختلف هستند که می‌تواند به‌طور مداوم مانور خودرو، رفتار راننده و شرایط خارجی را برای چند ماه و چند سال ثبت کند. از این داده‌ها، تداخلات ترافیکی یا نزدیک

بررسی تأثیر رعایت سرعت مجاز در کاهش تداخلات ترافیکی در مقاطع شهری

جدول ۲. مختصات مسیرهای مورد مطالعه

طول	نقطه پایان	نقطه شروع	مسیر
۱/۶ کیلومتر	'N29° 27. 253' E60° 50. 968	'N29° 28. 135' E60° 51. 319	۱
۱/۴ کیلومتر	'N29° 28. 346' E60° 50. 946	'N29° 28. 638' E60° 50. 119	۲
۱/۳ کیلومتر	'N29° 27. 561' E60° 52. 547	'N29° 28. 081' E60° 52. 482	۳



شکل ۱. مسیرهای مورد مطالعه

۴. تحلیل داده‌ها

$$\text{نرخ تداخل} = \frac{\text{تعداد تداخل}}{\text{مدت زمان سفر}}$$

در گام بعد اثرگذاری محدودیت سرعت بر نرخ تداخل بررسی می‌شود. به بیان دیگر آیا تغییرات سرعت موجب اختلاف معنی‌داری بین نرخ تداخل قبل و بعد شده است یا نه؟ برای بررسی این موضوع شاخص‌های آماری سرعت و هم‌چنین نرخ تداخل را در دو حالت مقایسه می‌کنیم.

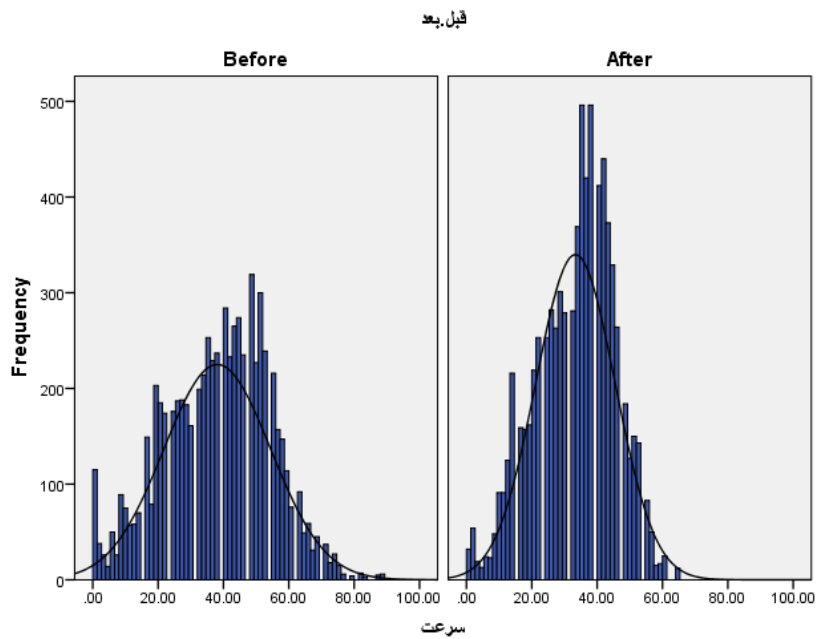
پس از تشکیل پایگاه داده‌ای با استفاده از شاخص ترمزگیری شدید^۲ و با فرض آستانه (۲-) متر بر مجذور ثانیه تداخلات شناسایی شدند. برای امکان مقایسه بهتر بین مدت‌زمان قبل-بعد و همچنین برداشت‌های مختلف از نرخ تداخل بر مدت‌زمان سفر استفاده شده است.

جدول ۳. آمار توصیفی سرعت و شتاب

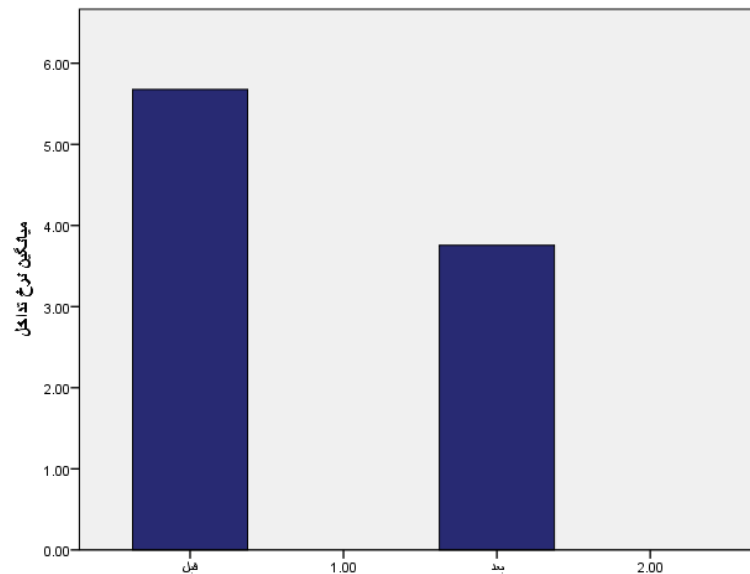
شاخص	دوره زمانی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
سرعت	قبل	۰/۰۰	۸۸/۵۲	۳۸/۱۰	۱۶/۳۷
	بعد	۰/۱۴	۶۴/۳۷	۳۳/۳۳	۱۲/۱۳
شتاب	قبل	-۱۰/۲۸	۷/۶۰	-۰/۰۰۱۷	۱/۴۵
	بعد	-۹/۳۹	۶/۲۶	۰/۰۰۳۳	۱/۰۷

ثانیه هستند). انحراف استاندارد نیز که در بسیاری از تحقیقات به عنوان شاخصی برای ارزیابی ایمنی در نظر گرفته می شود، با کاهش روبرو بوده است که به معنای کاهش پراکندگی سرعت و افزایش ایمنی تلقی می شود که در شکل ۲ نیز قابل مشاهده است.

طبق این جدول میانگین و انحراف استاندارد سرعت دوره بعد در مقایسه با دوره زمانی قبل به ترتیب بیش از ۱۱/۸۳۲٪ و ۲۳/۴۷۴٪ کاهش یافته اند. همچنین میانگین شتاب از مقداری منفی در دوره قبل به سمت مقادیر مثبت پیش رفته که به مفهوم کاهش لحظات ترمز گیری است (لازم به ذکر است که سرعت و شتاب به ترتیب برحسب کیلومتر بر ثانیه و متر بر مجذور



شکل ۲. هیستوگرام سرعت



شکل ۳. مقایسه میانگین نرخ تداخل از قبل به بعد

بررسی تأثیر رعایت سرعت مجاز در کاهش تداخلات ترافیکی در مقاطع شهری

پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، مقایسه آماری بین دوره‌های قبل و بعد شکل گرفت. نتیجه این مقایسه، تأیید اختلاف معنادار آماری بین متغیرها از قبل به بعد با آزمون T بوده است. نتایج آزمون Paired Samples Test در جداول زیر نشان داده شده است.

کاهش بیش از ۳۱٪ میانگین نرخ تداخل در صورت رعایت محدودیت سرعت نکته قابل توجهی است که شکل شماره ۴ آن را نشان می‌دهد.

تغییر شاخص‌های مطرح‌شده سرعت و نرخ تداخل از قبل به بعد و همچنین معناداری اختلاف قبل-بعد را به کمک نرم‌افزار IBM Spss statistic23 انجام دادیم. در نرم‌افزار

جدول ۴. نتایج آزمون فرض

نتیجه آزمون فرض	Sig. (2-tailed)	t	اختلاف زوج‌ها					
			اختلاف با فاصله اطمینان ۹۵٪		میانگین خطا استاندارد	انحراف معیار	میانگین	
			Upper	Lower				
اختلاف معنی‌دار	۰/۰۰۰	۶/۱۷	۲/۵۴	۱/۲۹	۰/۳۱	۲/۲۲	۱/۹۲	نرخ تداخل قبل نرخ تداخل بعد

بنابراین با توجه به اینکه $\theta < 1$ به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت رعایت سرعت مجاز باعث بهبود وضعیت ایمنی می‌شود.

Ezra Hauer برای بررسی اثربخشی اقدام در روش مطالعات مشاهده‌ای قبل و بعد دو شاخص را در نظر می‌گیرد (HAUER 2002):

۴-۱ مقایسه سطح خطر

جدول ۶ بر اساس شتاب ترمز گیری، خطر را به سه سطح دسته‌بندی می‌کند و پس از آن به مقایسه این سطوح در دو حالت می‌پردازد.

سطح ۱: شتاب ترمز گیری (متر بر مجذور ثانیه) $< -۳/۲$

سطح ۲: $-۳/۲ <$ شتاب ترمز گیری < -۵

سطح ۳: شتاب ترمز گیری > -۵

جدول ۶. مقایسه سطوح خطر در مدت زمان‌های قبل و بعد

دوره زمانی	سطح خطر (بر اساس شتاب ترمز گیری)		
	۱	۲	۳
قبل	۴۴۷	۱۳۰	۱۰۰
بعد	۴۵۸	۱۰۷	۳۹

سطح ۱ خطر در دوره بعد برخلاف انتظار افزایش یافته درحالی که سطوح ۲ و ۳ طبق انتظار با کاهش روبرو بوده است. سطح خطر ۳ از این میان با کاهش شدیدتری همراه بوده، بنابراین

$$\delta = \pi - \lambda$$

$$\theta = \frac{\lambda}{\pi}$$

در این تعریف π تعداد تصادفات در دوره زمانی قبل و λ تعداد تصادفات در دوره زمانی بعد است. δ تعداد کاهش در تعداد تصادفات و θ شاخص اثربخشی^۳ تعریف می‌شود.

زمانی که $\theta < 1$ باشد، اقدام تأثیر مثبتی بر ایمنی داشته و چنانچه $\theta > 1$ به این معناست که اقدام تأثیر منفی بر ایمنی می‌گذارد. از آنجایی که در این مطالعه هدف بررسی تداخلات است، این دو شاخص را برای نرخ تداخل محاسبه کردیم.

جدول ۵. محاسبه شاخص‌های δ و θ برای نرخ تداخل

نتیجه	میانگین
δ	۱/۹۲
θ	۰/۶۸
درصد تغییر	۳۱/۰۶

Accident Analysis and Prevention vol. 26: pp. 593-607.

- J. Archer (2005). Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and sub-urban intersections. Royal Institute of Technology.

- Guo F, K. S., McGill MT and Dingus TA (2010). "Evaluating the Relationship between Near-Crashes and Crashes: Can Near-Crashes Serve as a Surrogate Safety Metric for Crashes?" U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, USA.

- John. (2006). "Potential Crash Exposure Measures Based on GPS-Observed Driving Behavior Activity Metrics" Doctoral dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA.

- Boonsiripant (2009). "Speed Profile Variation as a Surrogate Measure of Road Safety Based on GPS-Equipped Vehicle Data" Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA.

- Camacho-Torregrosa FJ, Pérez-Zuriaga AM, Campoy-Ungría JM and García-García A, 2013, New geometric design consistency model based on operating speed profiles for road safety evaluation. Accident Analysis & Prevention, pp 33–42.

- MD, C. P. a. F. (2016). "Feasibility of using segment speed deceleration events as safety surrogate measures at a series of freeway interchanges.

- Wolf J, B. W., Oliveira M et al., (2014). "Applying GPS Data to Understand Travel Behavior.

- Bagdadi, O. (2013). "Assessing safety critical braking events in naturalistic driving studies." Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 16: 117-126.

- Gaurneju, N. J. G. A. R. "Factors Affecting Speed Variance and Its Influence on Accidents

HAUER, E. (2002). Observational Before-After Studies In Road Safety.

ترمز گیری شدید و اضطراری در اثر اقدام به شدت کاهش یافته است.

۵. نتیجه گیری

۱. تأیید اختلاف معنادار آماری شاخص نرخ تداخل از دوره قبل به بعد با آزمون T

۲. تأیید اثربخش بودن اقدام بر نرخ تداخل با شاخص θ

۳. کاهش بیش از ۳۱٪ نرخ تداخلات در پی کاهش ۱۱/۸۳٪ میانگین سرعت و ۲۳/۴۷٪ انحراف معیار سرعت

۴. کاهش نرخ تداخل و به طبع آن افزایش ایمنی در صورت توجه به سرعت مجاز (رعایت سرعت مطمئنه)

۵. کاهش قابل ملاحظه ترمز گیری های شدید و اضطراری در صورت رعایت سرعت مجاز

۶. پی نوشت ها

1. Traffic message control
2. Critical braking
3. Index of effectiveness

۷. مراجع

- Saber_naseralavi, et al. (2011). "Safety studies based on traffic conflict technique." First National Conference on Traffic, Safety and Implementation Solutions.

- Saunier, N., and Sayed, T (2008). "Probabilistic framework for automated analysis of exposure to road collisions.

- Zheng, L., etal. (2014). "Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights." Canadian Journal of Civil Engineering 41(7): 633-641.

- Elvik R., C. P., Amundsen A.H., (2004). "Speed and road accidents: An evaluation of the power model.

- Brown, G. R. (1994). "Traffic conflicts for road user safety studies." Canadian Journal of Civil Engineering vol. 21: pp. 1-15.

- T. Sayed, G. B., and F. Navin, (Oct 1994). "Simulation of Traffic Conflicts at Unsignalized Intersections with Tsc-Sim."