

ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری

معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران

کارفرما

۲- دستورالعمل تعیین نقاط حادثه خیز

مقدمه

یکی از دغدغه‌های بزرگ متصدیان حمل و نقل در سراسر جهان تصادفاتی است که همه ساله در طول راه‌ها رخ می‌دهد و منجر به وارد آمدن خسارات اقتصادی و اجتماعی فراوان و جبران ناپذیری به کشورها می‌گردد. این تصادفات، نه تنها خسارت‌های جانی بلکه خسارت‌های مالی و روانی بسیاری را باعث می‌گردند. حوادث دومین علت مرگ و میر در کشور ما به حساب می‌آیند که بخش عمده‌ای از آن را حوادث ترافیکی تشکیل می‌دهد. با توجه به رشد حوادث ترافیکی و تهدید سلامت عمومی، از سوی سازمان ملل متحد، دهه ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ به نام دهه "اقدام برای ایمنی جاده‌ای"^۱ نام‌گذاری شده است.^۲ حتی بعضی از کشورها نظیر سوئد پا را فراتر گذاشته و "برنامه چشم‌انداز صفر" را با هدف طراحی راه‌ها با کمترین میزان ریسک و مخاطره، اجرا نموده‌اند.^۳

طبق بررسی‌های انجام شده، تعداد قابل توجهی از تصادفات در نقاط خاص و شناسایی شده‌ای به عنوان نقاط پرحادثه متمرکز شده‌اند که شناسایی و رفع مشکل این نقاط از منظر اقتصادی با توجه به سطح عظیم راه‌های موجود، مستلزم صرف بودجه بالایی است.


بر اساس آمار پزشکی قانونی کشور، در سال ۱۳۹۰، ۵۸۸۸ نفر در تصادفات درون‌شهری، ۱۲۲۳۲ نفر در تصادفات برون‌شهری و ۱۸۰۳ نفر در تصادفات جاده‌های روستایی کشته شده‌اند. شایان ذکر است که در تمامی استان‌ها (به غیر از استان تهران) سهم عمده تصادفات مربوط به جاده‌های برون‌شهری است. استان تهران در سال ۱۳۹۰، با کشته شدن ۱۲۰۰ نفر در تصادفات درون‌شهری و ۳۸۵ نفر در تصادفات برون‌شهری، تنها استانی است که نسبت کشته شدگان در تصادفات درون‌شهری آن از تصادفات برون‌شهری بیشتر است.^۴ لذا اهتمام به شناسایی نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری و روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی این نقاط جهت انجام اقدامات اصلاحی اهمیت بالایی می‌یابد.

^۱ Decade of Action for Road Safety

^۲ <http://www.who.int/roadsafety/en/>

^۳ <http://hamshahrionline.ir/details/۱۲۱۷۹۱>

^۴ گزارش سازمان پزشکی قانونی کشور از آمار متوفیات و مصدومین ناشی از حوادث رانندگی در سال ۱۳۹۰

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

با توجه به تعداد بالای تصادفات جرحی و فوتی در کشور و حجم بالای راه‌های درون و برون شهری، به جهت تخصیص بهینه منابع برای ایمن سازی معابر، نیاز به روشی بهینه برای تشخیص و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز می‌باشد. بدین منظور دستورالعمل تعیین نقاط حادثه‌خیز با توجه به تجارب جهانی و وضعیت موجود ثبت و ارائه اطلاعات تصادفات، جهت رویکردی واحد برای شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز تهیه و تدوین شده است.


۲-۱- تعاریف پایه

توزیع تصادفات در شبکه راه‌ها، کاملاً تصادفی نیست و در محل‌های مشخصی تحت عنوان نقاط سیاه^۱، تجمع می‌یابند. چنانچه تصادفات واقع در این مکان‌ها مورد بررسی قرار گیرند، اغلب مشخص می‌شود که عوامل مهندسی و اشتباه راننده در این وقایع به شکلی متداول دخالت دارند که با اصلاح مناسب یک معبر یا تقاطع می‌توان از وقوع تصادفات مشابه در آینده جلوگیری نمود و یا تعداد آن‌ها را کاهش داد.

از نکات مهمی که در نقاط حادثه‌خیز وجود دارد وجود صرفه اقتصادی انجام اقدامات اصلاحی مهندسی است که عموماً منافع گوناگونی برای اجتماع، اعم از کاهش تعداد، حجم، شدت و مسائل روانی حاصله را ایجاد می‌نماید.

نقاط حادثه‌خیز عموماً در محل تقاطعات و یا در طولی از راه تعریف می‌شوند. در کشورهای مختلف به اقتضای شرایط موجود و دقت ثبت تصادفات، برای شناسایی نقاط حادثه‌خیز، راه به قطعاتی به طول‌های مشخص تقسیم‌بندی و اطلاعات تصادفات در این قطعات راه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در جدول (۳) تعریف نقاط حادثه‌خیز در کشورهای مختلف ارائه شده است. البته شایان ذکر است که تعاریف فوق در منابع مختلف تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.


^۱ Black Spot / Hot Spot

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

جدول ۳. تعاریف مربوط به نقاط حادثه خیز در کشورهای مختلف^{۴,۳,۲,۱}

کشور	تعریف نقطه حادثه خیز
بلژیک	<p>- ۳ تصادف جرحی در سه سال در تقاطع یا قطعات راه به طول ۱۰۰ متر و هنگامی که مقدار P برابر یا بیشتر از ۱۵ شود نقطه حادثه خیز نامیده می شود. نحوه محاسبه P:</p> $P = X + 3 \times Y + 5 \times Z$ <p>که در آن:</p> <p>X: تعداد کل افراد کمی مجروح شده Y: تعداد کل افراد مجروح شده شدید Z: تعداد کل افراد کشته شده</p>
آمریکا	<p>ایالت کنتاکی:</p> <p>- شهری: ۱۴ تصادف در سه سال - جاده‌ای: ۵ تصادف در سه سال - فاکتور نرخ بحرانی بیشتر از یک</p> <p>ایالت کلرادو:</p> <p>- ۷ تصادف فقط خسارتی یا جرحی، یا ۳ تصادف فوتی در سه سال - ایندکس خطر جاده بیشتر یا مساوی با صفر - احتمال دوجمله‌ای بالای ۹۰ درصد</p> <p>در آمریکا سیاست‌گذاری برای چشم انداز تعداد صفر تلفات رانندگی^۵ توسط بعضی از ایالت‌ها و آژانس‌های محلی پذیرفته شده است.</p>
آلمان	<p>قطعات راه به طول ۳۰۰ متر</p> <p>- وقوع ۵ تصادف مشابه در طول یک سال - وقوع ۳ تصادف فوتی و یا جرحی شدید در طول پنج سال اخیر - وقوع ۵ تصادف جرحی در سه سال گذشته</p>


^۱ K.Geurts, G.Wets, "Black Spot Analysis Methods: Literature Review", ۲۰۰۳^۲ زایر زاده، علی، بهنیا، کامبیز، روش گام به گام ایمن سازی و انجام تحقیقات در مورد نقاط حادثه خیز و مطالعه موردی چند نقطه حادثه خیز استان خراسان^۳ Meuleners L, Fraser, Review of the WA State black spot program: a literature review of Australian and International black spot programs, Curtin University of Technology, ۲۰۰۸^۴ State Black Spot Program Guidelines, Government of South Australia, Sep ۲۰۱۱^۵ Toward Zero Deaths (TZD)

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

ادامه جدول ۳. تعاریف مربوط به نقاط حادثه خیز در کشورهای مختلف

کشور	تعریف نقطه حادثه خیز
یونان	تعداد کشته شدگان بیش از نودمین یا نود و هفتمین درصد یک توزیع پواسون که با معیارهای یک قطعه راه مشابه ساخته شده است.
استرالیا	الف) تقاطعات و یا قطعاتی از راه که طولی کمتر از ۳ کیلومتر دارند: ۳ تصادف جرحی در ۵ سال راه‌های محلی درون شهری: ۵ تصادف در ۵ سال راه‌های ایالتی درون شهری ^۱ : ۱۰ تصادف در ۵ سال ب) قطعاتی از راه که طولی بیشتر از ۳ کیلومتر دارند: میانگین ۰/۲ تصادف جرحی در کیلومتر در سال در یک دوره ۵ ساله راه‌های محلی درون شهری: میانگین ۲ تصادف در هر کیلومتر در ۵ سال راه‌های ایالتی درون شهری: میانگین ۳ تصادف در هر کیلومتر در ۵ سال نسبت هزینه به فایده بیشتر یا مساوی ۱
انگلیس	اسکاتلند: ۳ تصادف جرحی در سه سال در شعاع‌های ۱۰۰ متری انگلستان: تعیین توسط مقامات محلی 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 بر اساس قوانین محلی بکار می‌رود.
نروژ	قطعه راهی به طول ۱۰۰ متر - بیش از ۴ کشته
هلند	تعیین توسط مقامات ایالتی راه معمولاً یک تقاطع - وقوع حداقل ۱۰ تصادف در مجموع و یا وقوع حداقل ۵ تصادف با مشخصات مشابه دوره تحلیل سه تا پنج سال است.
سوئد	دیگر برنامه‌های نقاط حادثه خیز را اجرا نمی‌کند. ایجاد سیاست‌گذاری چشم‌انداز صفر تلفات رانندگی (Zero Vision) را در دستور کار دارد.

^۱ State metro roads

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری	شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	

ادامه جدول ۳. تعاریف مربوط به نقاط حادثه‌خیز در کشورهای مختلف

کشور	تعریف نقطه حادثه‌خیز
دانمارک	قطعه‌ای 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 بکار می‌رود. این ضابطه توسط مسئولین امور راهداری قابل تعریف مجدد و به روز رسانی است.
ترکیه	قطعات راه به طول یک کیلومتر استفاده از روش کنترل - کیفیت - نرخ
نیوزلند	مشخص شدن توسط مقامات کنترل راه، پیشنهاد ۳ تا ۵ تصادف در ۵ سال
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

در تعریف نقاط حادثه‌خیز آنچه اهمیت دارد، استفاده از دوره‌های زمانی یکسان و آمار به تفکیک تقاطعات و طول‌های مشخصی از معبر و یا در تقاطعات (به عنوان مثال ۲۰۰ متر یا یک کیلومتر راهی که ۵۰ متر آن دارای تقاطع است) می‌باشد. در این صورت متولیان راه‌ها می‌توانند به طور واقعی تجمع بدترین تصادفات را در معبر مشخص سازند.


تعیین و تشخیص نقاط حادثه‌خیز را می‌توان به سه مرحله زیر تقسیم نمود:

- ۱- مشخص کردن نقاط حادثه‌خیز در شبکه راه‌ها
- ۲- اولویت بندی نقاط حادثه‌خیز (که عموماً با استفاده از بررسی ضریب منفعت به هزینه استفاده می‌شود).

۳- مطالعات قبل و بعد برای بررسی میزان اثرات راهکارهای اجرا شده

توجه به عوامل ایجادکننده خطر برای رفع آن بسیار حائز اهمیت است برای نمونه در هشت ماهه اول سال ۱۳۹۰، در ۱۴۵ مورد از تصادفات درون‌شهری، دلایلی نظیر: اختلاف سطح راه، عدم مهار گازوئیل سطح راه، عدم نصب علائم ایمنی، عدم نصب صحیح دریچه، عدم جمع‌آوری بشکه‌های ترافیکی و ... عامل ایجاد تصادف شده است.^{۲۱}

^۱ آمار تصادفات ناشی از نقص راه و قصور سازمانهای دولتی راهور تهران بزرگ، اداره تصادفات معاونت ترافیکی، ۱۳۹۰
^۲ مرادی، مراد، کاظمی، سعید، بررسی تصادفات رانندگی و مسئولیت اشخاص و سازمان‌ها در جبران خسارت مطابق با تبصره ۳ ماده ۱۴ قانون رسیدگی به تخلفات رانندگی مصوب ۱۳۸۹، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک، ۱۳۹۰

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری	شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:

عوامل مختلفی در بروز تصادفات نقش دارند که بطور کلی تصادفات و تعداد آنها متاثر از سه عامل زیر است:

۱- محیط راه

۲- شرایط وسیله نقلیه‌ای که از راه استفاده می‌کند.

۳- مهارت‌ها، تمرکز و شرایط جسمی استفاده‌کنندگان از راه^۱

که در حقیقت نشان دهنده سه عامل راه، وسیله نقلیه و استفاده‌کنندگان در بروز حوادث و تصادفات رانندگی است. در تعیین نقاط حادثه‌خیز و رفع آنها بیشتر به عامل اول و سوم توجه شده و سعی می‌شود تا عواملی که باعث عدم تمرکز راننده در راه می‌گردد به نوعی برطرف نموده و توجه راننده را به نقطه حادثه‌خیز جمع‌تر نمود ضمن اینکه اصلاحات لازم در قطعه راه برای افزایش ایمنی و کاهش ریسک و شدت تصادف انجام می‌گیرد.

بطور کلی تصادف زمانی رخ می‌دهد که سطح عملکرد راننده برای برآوردن تقاضای محیط راه کافی نباشد. اغلب اوقات توانایی‌های راننده فراتر از تقاضاهای عملکردی می‌باشد.

برای شناسایی و کاهش تصادفات در نقاط حادثه‌خیز نیز چهار راهکار اساسی به شرح زیر می‌توان به کار

برد:

۱- برنامه‌های مربوط به نقاط تصادف‌خیز (نقاط منفرد): انجام اقدامات اصلاحی برای انواع خاصی از تصادفات در محل‌هایی که تعداد تصادفات زیادی در آنها رخ می‌دهد.

۲- برنامه‌های اجرایی برای مشکلات معین (مجموعه‌ای): به کار بردن یک راه‌حل شناخته شده برای مناطق دارای مشکل تصادفات مشابه


۳- طرح‌های اجرایی مسیر: کاربرد راه‌حل‌های شناخته شده در مسیری که نرخ تصادفات بالایی دارد.

۴- طرح‌های گسترده در شبکه (منطقه‌ای): استفاده از اقدامات اصلاحی گوناگون در سطحی به وسعت یک شهر یا شهرک^۲

در اکثر کشورها این فرآیند در مراحل اولیه با برنامه‌های مربوط به نقاط تصادف‌خیز و محل‌های منفرد، شروع شده و سپس به برنامه‌های اجرایی کلان و طرح‌های گسترده منطقه‌ای می‌پردازند.

^۱ K.Geurts, G.Wets, "Black Spot Analysis Methods: Literature Review", ۲۰۰۳

^۲ بانک توسعه آسیایی، مدیریت ایمنی راه، پژوهشکده حمل و نقل، ۱۳۸۵

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

۲-۲- روش‌های متداول شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز

برای تعیین نقاط حادثه‌خیز، روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که بطور کلی می‌توان به دو دسته زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱- روش‌های واکنش‌گرایانه^۱

۲- روش‌های پویا گرایانه^۲ مانند ممیزی ایمنی راه

روش‌های واکنش‌گرایانه بر مبنای اطلاعات آماری از میزان تردد راه، تعداد و نوع تصادفات توسعه یافته و دقت آن وابستگی زیادی به دقت جمع‌آوری و ذخیره‌سازی اطلاعات دارد، این روش‌ها نقاط پرتصادف یا نقاط حادثه‌خیز را شناسایی می‌کنند.

روش‌های پویا گرایانه مبتنی بر خصوصیت‌های فیزیکی و شرایط بهره‌برداری از راه می‌باشند. در واقع عملکرد ایمنی راه‌ها یا معابر موجود با تکیه بر عناصر کلیدی راه و نحوه بهره‌برداری از آن ارزیابی شده و شاخص ایمنی راه تعیین می‌گردد.

انجام این روش‌ها به صرف وقت و دقت فراوان و همچنین بکارگیری متخصصین ایمنی و راه نیاز دارد. نتیجه حاصل از این روش‌ها لیستی اولویت‌بندی شده از نقاط تصادف‌خیز راه می‌باشد که ممکن است در بعضی از آنها شواهدی از وقوع غیر عادی تصادفات نیز وجود نداشته باشد.

در ادامه این بخش، ابتدا مفاهیم پایه تحلیل داده‌ها شرح داده شده و سپس انواع روش‌های معمول شناسایی و وزن‌دهی نقاط تصادف‌خیز و مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها ارائه شده است.

۲-۲-۱- مفاهیم پایه تحلیل داده‌ها


برای تحلیل داده‌های تصادفات و شناسایی نقاط حادثه‌خیز، توجه به مفاهیم پایه به شرح زیر ضروری است:

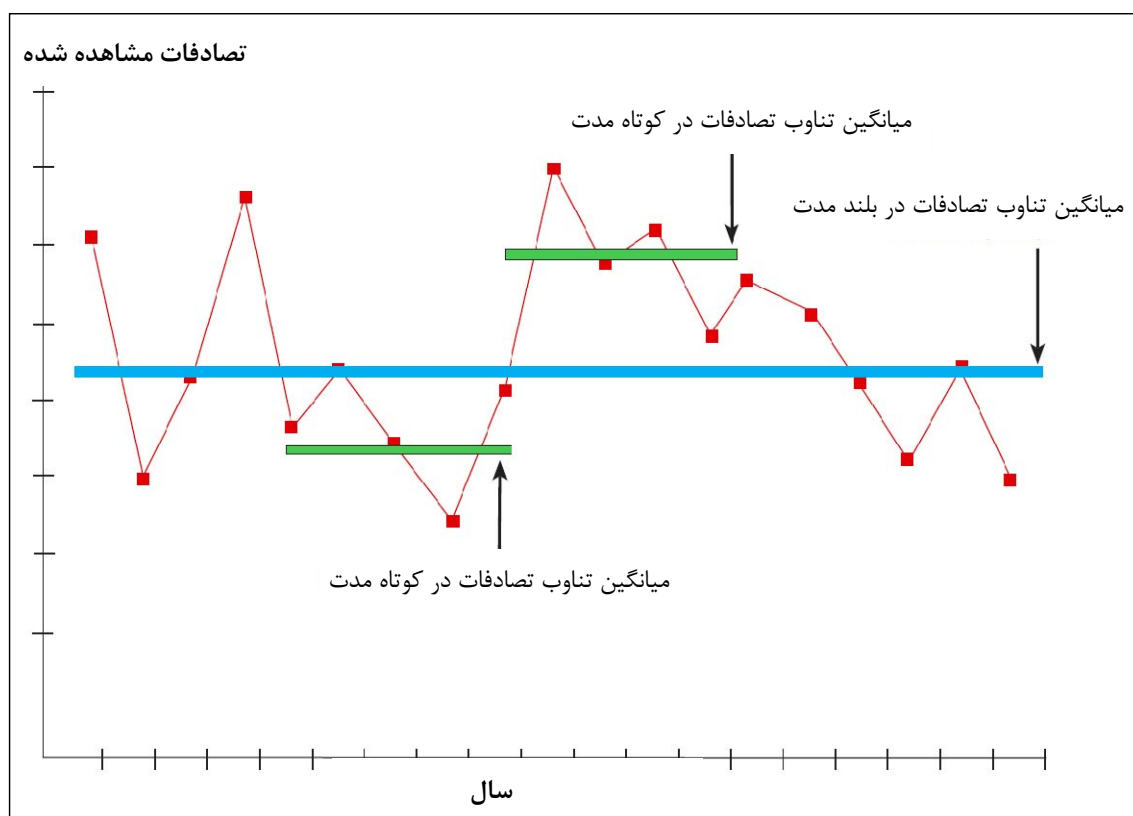
۱- دوره تحلیل

تصادفات، رویدادهای تصادفی‌ای هستند که بطور طبیعی در هر محلی در طول زمان نوسان داشته و تغییر می‌کنند. شکل ۶ نشان می‌دهد که چگونه در طول چندین سال، میانگین تعداد تصادفات می‌تواند بین تعداد زیادی نقاط بالا و پایین میانگین کل تصادفات نوسان داشته باشد.

^۱ Reactive

^۲ Proactive

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	



شکل ۶. تغییر در فرکانس تصادفات در کوتاه و بلند مدت

لذا نوعاً برای تحلیل، اطلاعات حداقل سه سال از تصادفات محل مورد نیاز است. اطلاعات تصادفات برای دوره‌های زمانی طولانی‌تر به جهت کاهش پارامتر رگرسیون به میانگین توصیه شده است. اگرچه استفاده از اطلاعات سال‌های زیاد ممکن است منجر به راهنمایی اشتباه شود، برای مثال ممکن است در این مدت تسهیلات راه تغییر کند (افزایش تعداد خطوط عبوری و ...)، حجم ترافیک افزایش یابد و یا رویدادهای دیگری رخ دهد.


همچنین برای محل‌های قابل مقایسه با یکدیگر (تسهیلات یکسانی از راه)، این مشکل را می‌توان با تخمین میانگین (و با انحراف معیار) به کمک توابع عملکرد ایمنی^۱ (SPF) و روش بایس تجربی حل نمود.

۲- رگرسیون به میانگین (RTM)^۲

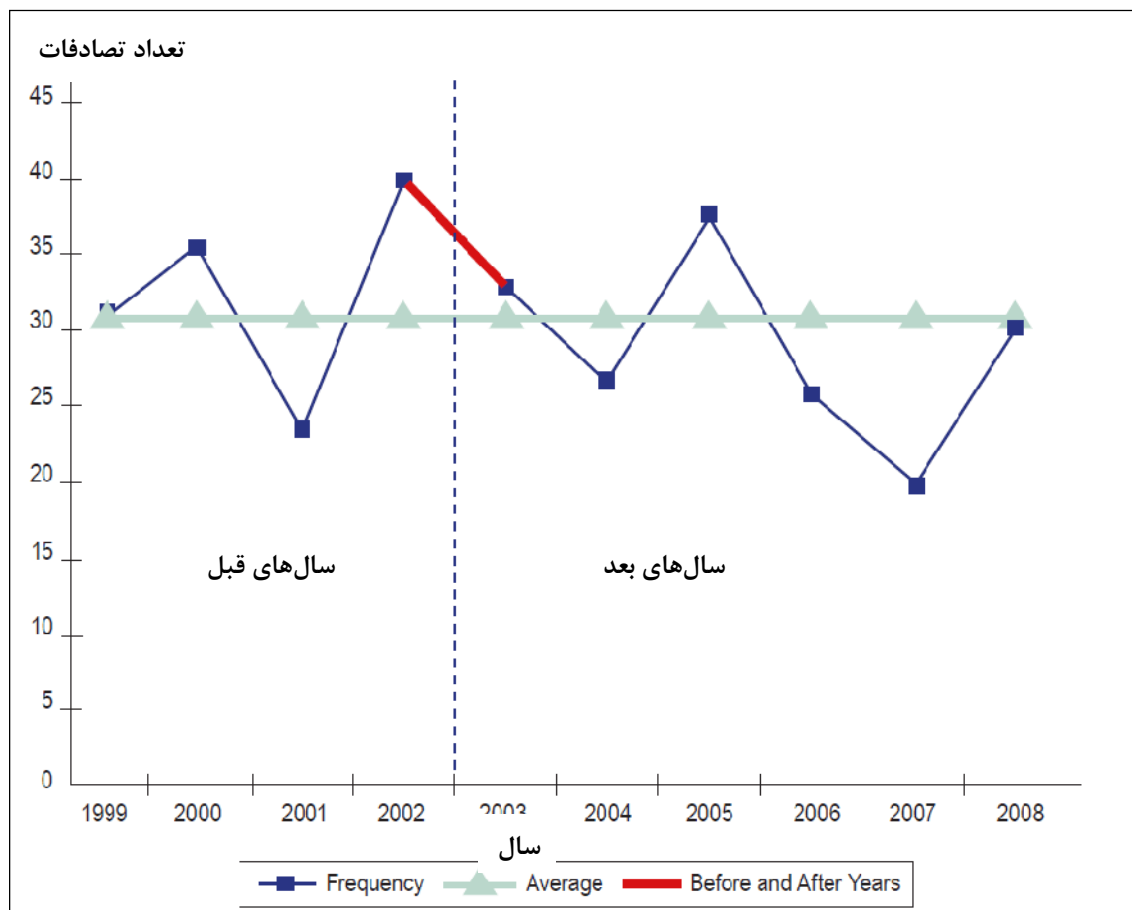
هنگام تعیین نقاط تصادف‌خیز، تحلیل‌گر تصادفات می‌بایست آگاهی نسبت به پدیده رگرسیون به میانگین داشته باشد. پدیده رگرسیون به میانگین وضعیتی را شرح می‌دهد که نرخ تصادفات به طور مصنوعی

^۱ Safety Performance Functions

^۲ Regression To the Mean

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

در دوره قبل بالا بوده و می‌تواند بدون انجام هیچ گونه اقدامات اصلاحی، در محل کاهش یابد. برنامه‌هایی که بر روی تعداد تصادفات بالا متمرکز می‌شوند، برای بروز این خطا در تحلیل‌ها مهیاتر هستند. در شکل ۷ نمونه‌ای از بروز این خطا که ممکن است در ارزیابی بین سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ روی دهد را نشان می‌دهد.




شکل ۷. نمونه‌ای از خطای رگرسیون به میانگین

۳- توابع عملکرد ایمنی (SPFs)^۱

این توابع عمدتاً در اولویت‌بندی و ارزیابی نقاط حادثه‌خیز بکار می‌روند و می‌توانند برای کاهش اثر رگرسیون به میانگین و همچنین برای تخمین ایمنی مورد انتظار یک قسمت از راه و یا محل بر اساس تسهیلات مشابه راه بکار روند.

توابع عملکرد ایمنی، تغییرات در میانگین تناوب تصادفات را بر اساس حجم میانگین ترافیک روزانه (ADT) و یا سایر آمارهای میانگین حجم تردد ارائه می‌دهد. نکته قابل توجه این است که محل‌های قابل مقایسه با یکدیگر (برای نمونه نوع تسهیلات راه، شریانی درجه یک یا درجه ۲ و...) را می‌بایست در این توابع مورد

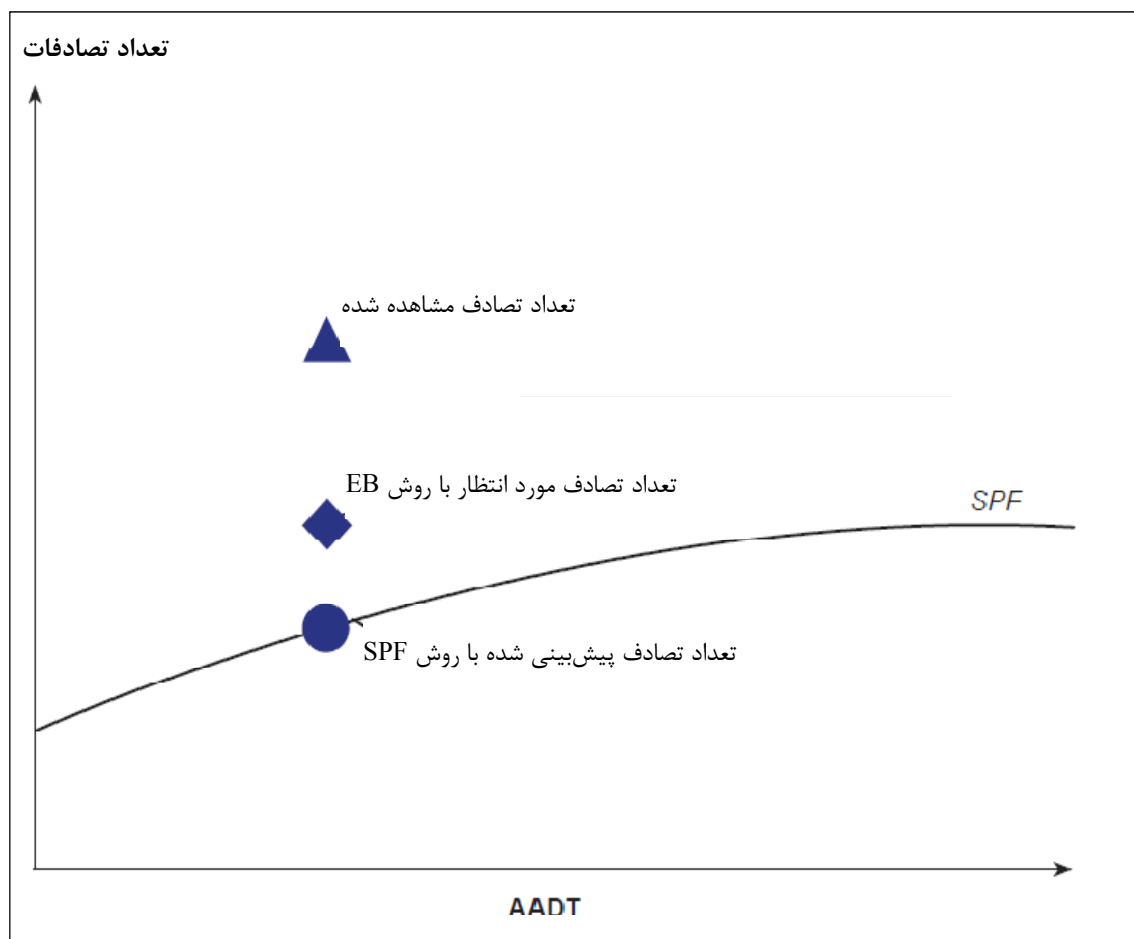
^۱ Safety Performance Functions

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

بررسی قرار داد. توابع عملکرد ایمنی راه، با ترسیم تعداد تصادفات و اطلاعات حجم تردد و سپس برآزش یک منحنی (یا خط) بر داده‌ها با استفاده از فرمول رگرسیون دوجمله‌ای منفی ایجاد می‌شود. منحنی حاصله (یا معادله حاصله) تابع عملکرد ایمنی راه است.


۴- بایس تجربی (EB)^۱

روش بایس تجربی روشی آماری است که تعداد تصادفات مشاهده شده با تعداد تصادفات پیش‌بینی شده با استفاده از توابع عملکرد ایمنی را برای محاسبه تعداد تصادفات تخمینی برای یک محل ترکیب می‌کند. روش بایس تجربی، تعداد تصادفات را با در نظر گرفتن خطای رگرسیون به میانگین، به میانگین نزدیک می‌سازد. در شکل ۸ چگونگی ترکیب تعداد تصادفات با تعداد تصادفات پیش‌بینی شده بر اساس تابع عملکرد ایمنی راه نشان داده شده است.



شکل ۸. چگونگی ترکیب تعداد تصادفات با تعداد تصادفات پیش‌بینی شده بر اساس تابع عملکرد ایمنی راه

^۱ Empirical Bayes

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

۲-۲-۲- روش های تعیین و اولویت بندی نقاط حادثه خیز

روش های متعددی برای شناسایی، وزن دهی و اولویت بندی نقاط تصادف خیز وجود دارد که در ادامه به شرح این موارد پرداخته می شود.

۱- روش تعداد تصادفات^۱


این روش ساده ترین، راحت ترین و صریح ترین روش برای شناسایی نقاط تصادف خیز است. در این روش نقاط و مقاطعی از معبر که دارای بیشترین تعداد تصادف باشد به عنوان نقاط تصادف خیز شناخته می شوند و مکان ها بر اساس تعداد کل تصادفات و یا تصادفات با شدت/نوع خاصی (تصادفات جرحی، فوتی یا خسارتی و ...) در دوره زمانی معین، رتبه بندی می شوند.

استفاده از این روش به دلیل عدم نیاز به اطلاعات دیگری نظیر حجم ترافیک، آسان می باشد و معمولاً برای شهرهای کوچک، یک منطقه در یک شهر بزرگ و جاده های بین شهری کم تردد، توصیه می شود. از معایب این روش این است که نسبت به حجم تردد هیچ گونه حساسیتی ندارد و برای مناطقی مفید خواهد بود که در کل شبکه حجم ترافیک از یک همگونی قابل قبولی برخوردار باشد. سادگی این شیوه با حجم کم تردد در شبکه معابر قابل توجیه است، در این روش با استفاده از نقاط شناسایی شده اطلاعات خوبی برای بررسی دقیق و تعیین این نکته که آیا کمبود امکانات و تسهیلات جاده ای باعث چنین رخ دادی شده، بدست خواهد آمد.

۲- روش نرخ تصادف^۲

شناسایی نقاط تصادف خیز بر اساس تعداد تصادفات ممکن است که منجر به نتایج گمراه کننده ای شود، چون اختلاف حجم ترافیک در شبکه راه ها زیاد بوده و دو نقطه ای که تعداد تصادفات برابری دارند، اگر حجم تردد در یکی از آنها دو برابر باشد را نباید همسان دانست. بر این اساس در این روش با در نظر گرفتن حجم تردد، به جای تعداد تصادف، از نرخ تصادف که با استفاده از دو پارامتر تصادف و تردد محاسبه می گردد استفاده می شود. در این روش تعداد تصادفات و موقعیت مکانی آنها برداشت شده و سپس نرخ های مورد نظر محاسبه می گردد.

^۱ Average Crash Frequency^۲ Crash Rate

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

نرخ تصادف، از تقسیم تعداد تصادفات بر تعداد خودروهای در معرض خطر (حجم جریان ترافیک) در آن مکان بدست می‌آید. در حقیقت این معیار، شانس (احتمال) رخ دادن تصادف را محاسبه می‌کند. نرخ تصادفات بر حسب تعداد تصادفات سالانه بر ۱۰۰ میلیون وسیله نقلیه - مایل بیان می‌شود. در حقیقت در این روش با توجه به اطلاعات حجم جریان ترافیک دوره مورد مطالعه (میزان مواجهه^۱) و تعداد تصادف، استفاده می‌گردد.

متداول ترین نرخ تصادفات به شرح ذیل می‌باشد:

$$10^6 \times (\text{تعداد تصادف در دوره زمانی مورد مطالعه}) = \frac{\text{نرخ تصادفات (به ازای یک میلیون وسیله نقلیه عبوری)}}{(\text{تعداد روزهای دوره مطالعه}) \times (\text{ADT})}$$

که در آن:

ADT: میانگین ترافیک روزانه

به منظور استفاده از این روش مراحل ذیل باید انجام گیرد:

الف- موقعیت مکانی تمام تصادفات با استفاده از GPS مشخص شده و کدگذاری شوند.


ب- حجم ترافیک موقعیت‌های مختلف برداشت و آماده گردد.

ج- نرخ تصادفات با استفاده از فرمول محاسبه گردد.

نرخ میانگین تصادفات نقاط مختلف برای زمان‌های معین و تقسیمات منطقه‌ای مشخص محاسبه می‌شود. نقاطی که نرخ تصادفات آنها بیش از دو برابر نرخ میانگین محاسبه شده باشند به عنوان نقاط تصادف خیز محاسبه می‌گردند. معیار ارائه شده به صورت تجربی بدست آمده است و بدیهی است که از راه تجربه می‌توان سطح مطلوب شاخص را برای مناطق مختلف با توجه به محدودیت بودجه محاسبه کرد.

مزیت اصلی این روش اینست که در آن محل‌هایی که تعداد تصادفات آنها متناسبی با حجم تردد ندارد نیز می‌تواند بدون انحراف به سمت قطعات پرتردد، شناسایی شوند. اما قطعات یا محل‌هایی که هم تعداد تصادف آنها و هم حجم تردد آنها کم است نیز به‌عنوان محل‌هایی با نرخ تصادف بالا شناسایی خواهد شد. در نتیجه در این روش، انحراف به سمت محل‌های کم ترافیک خواهد بود.

Exposure^۱

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

۳- روش شدت تصادفات

شدت تصادفات بر حسب سرعت برخورد و پی آمدهای ناشی از آن طبقه‌بندی می‌شوند. مرسوم‌ترین روش برای طبقه‌بندی تصادفات، در نظر گرفتن عواقب آن شامل میزان خسارت، تعداد مجروحین و شدت جراحات آن‌ها و همچنین تعداد کشته‌های ناشی از تصادفات می‌باشد.


در این روش عواقب ناشی از تصادف از طریق وزن‌دهی بر مبنای درجه صدمات وارده، به حساب آورده می‌شود. عموماً برای تاثیر دادن شدت تصادف، به صدمات جدی و مرگ و میر ضریب بالاتری داده می‌شود.

اگر اطلاعات کافی از هزینه انواع مختلف تصادف (فوتی، جرحی، خسارتی) در اختیار باشد می‌توان آن‌ها را با توجه به هزینه، وزن‌دهی نمود. در این صورت، چنانچه یک تصادف مرگبار n برابر تصادف خسارتی هزینه داشته باشد می‌توان در محاسبه به جای آن از n واحد استفاده نمود. البته این نوع وزن‌دهی بر اساس صرف هزینه، گاهی ضرایب بسیار بالایی را برای تصادفات فوتی ارائه می‌دهد (مانند ۳۰۰ برای تصادف فوتی و ۱ برای تصادف خسارتی) که با در نظر گرفتن این ضریب، عملاً این معیار به معیاری برای در نظر گرفتن تصادفات فوتی منجر می‌گردد. لذا عموماً ضریب ۱ برای تصادفات خسارتی، ۳ برای تصادفات منجر به جرح و ۹ برای تصادفات منجر به فوت پیشنهاد شده است.

چنانچه اطلاعات هزینه‌ای قابل حصول نباشد می‌توان از وزن‌دهی کیفی استفاده نمود. به عنوان مثال در کره جنوبی تعداد تصادف معادل خسارتی که به منظور رتبه‌بندی اولیه استفاده می‌شود، از ضریب ۱۲ برای تصادفات فوتی، ضریب ۳ برای تصادفات جرحی و ضریب ۱ برای تصادفات خسارتی استفاده می‌شود. سپس با توجه به مقادیر حاصله برای تعداد تصادف معادل خسارتی، مقایسه بین محل‌های مختلف انجام شده و رتبه‌بندی صورت می‌گیرد.

در بلژیک از ضریب ۵ برای تصادفات فوتی، ۳ برای تصادفات جرحی و یک برای تصادفات خسارتی استفاده می‌شود. در مرجعی دیگر در آمریکا برای بدست آوردن تعداد تصادفات معادل خسارتی، ضریب ۶ برای تصادفات فوتی یا جرحی و ضریب ۱ برای تصادفات خسارتی ارائه شده است.

مزیت اصلی این معیار اینست که نتیجه آن به سمت محل‌های با تصادفات شدید (دارای مرگ و میر یا صدمات جدی) تمایل دارد. ولی عیب اصلی آن نیز اینست که محلی با یک مورد مرگ و میر می‌تواند در رتبه بالاتری نسبت به محل‌هایی با تعداد تصادفات جرحی یا خسارتی زیاد، ولی شدت صدمات کمتر قرار گیرد. از آنجا که ممکن است تصادف مذکور در اثر خطای راننده بوده باشد، و نه عامل راه لذا این امر منجر به ایجاد اشتباه در رتبه‌بندی شود.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

همانطور که مشاهده می‌شود، تعریف شدت تصادفات و ضرایب آن در کشورهای مختلف متفاوت است. بطور کلی روش شدت تصادفات، اهمیت بیشتری به تصادفات فوتی و جرحی نسبت به تصادفات فقط خسارتی^۱ می‌دهد. برای مثال سیاست‌های محلی، ممکن است هر تصادف فوتی و یا جرحی را معادل ۶ تصادف فقط خسارتی در نظر بگیرد که برای یک محل با ۱ تصادف فوتی، ۲ تصادف جرحی و ۹ تصادف خسارتی، تعداد تصادفات معادل فقط خسارتی (EPDO) را برابر ۲۷ ارائه دهد.

$$1 \times 6 = 6 \quad \text{تصادفات فوتی}$$

$$2 \times 6 = 12 \quad \text{تصادفات جرحی}$$

$$9 \times 1 = 9 \quad \text{فقط خسارتی}$$

تعداد معادل فقط خسارتی (EPDO): ۲۷

در ایالت جورجیا در آمریکا، یک سیستم اندازه‌گیری تجربی به شرح زیر بدست آمده است که مورد استفاده بسیاری از کشورها نیز قرار گرفته است. در این سیستم طبقه‌بندی سطح تصادفات به شرح زیر است:

۱- تصادف فوتی

۲- تصادف جرحی (کلاس A,B,C)

- تصادف جرحی کلاس A: تصادف جرحی که در آن مجروح و یا مجروحین تصادف، بستری شده‌اند و احتمال معلولیت برای حداقل یکی از آنها وجود دارد.


- تصادف جرحی کلاس B: تصادف جرحی که در آن مجروح و یا مجروحین تصادف، بستری شده‌اند و احتمال معلولیت برای مجروحین وجود ندارد.

- تصادف جرحی کلاس C: تصادف جرحی که مجروحین آن به صورت سرپائی مداوا شده‌اند.

• تصادف خسارتی: تصادفی است که در آن به کسی آسیب جسمی وارد نشده باشد و وسایل نقلیه درگیر در تصادف، دچار صدمه شده باشند.

در جدول (۴) ضرایب پیشنهادی ایالت جورجیا برای انواع تصادفات ارائه گردیده است.

^۱ PDO: property-damage only

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

جدول ۴. ضرائب پیشنهادی ایالت جورجیا برای انواع تصادفات

ضریب پیشنهادی	شدت تصادفات
۹	تصادف فوتی
۴	تصادف جرحی کلاس A
۳	تصادف جرحی کلاس B
۲	تصادف جرحی کلاس C
۱	تصادفات خسارتی

در این روش متوسط شدت تصادفات (در ایالت جورجیا) برای هر موقعیت با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌گردد:

$$I_s = \frac{(9 \times T_f + 4 \times T_{ia} + 3 \times T_{ib} + 2 \times T_{ic} + T_d)}{AC}$$


که در آن:

AC: تعداد کل تصادفات برای هر موقعیت.

T_f: تصادف فوتیT_{ia}: تصادف جرحی نوع AT_{ib}: تصادف جرحی نوع BT_{ic}: تصادف جرحی نوع CT_d: تصادف خسارتی

۴- روش تعداد - نرخ

این روش ترکیبی از روش‌های تعداد تصادف و نرخ تصادف می‌باشد. ابتدا محل‌ها را براساس تعداد تصادف رتبه‌بندی نموده و سپس برترین محل‌ها مجدداً براساس نرخ تصادف رتبه‌بندی می‌شوند. این روش به‌منظور حذف مشکلاتی که هر یک از روش‌ها به تنهایی دارند، استفاده می‌شود. در نهایت محل‌هایی که تعداد تصادفات آنها بیش از یک مقدار حداقل تصادف یا چگالی تصادف بوده و نرخ تصادف آنها نیز بیشتر از نرخ تصادف حداقل است، به‌عنوان محل‌های پرتصادف شناسایی می‌شوند. این روش برای تمامی شبکه راه‌ها، از خیابان‌های شهری گرفته تا راه‌های برون شهری کاربرد دارد و اندازه شبکه و تغییرات حجم ترافیک تأثیری در کارایی آن ندارد.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

۵- روش کنترل - کیفیت - نرخ^۱

این روش شامل محاسبه سه پارامتر نرخ تصادفات، تعداد تصادفات و شدت تصادفات برای هر بخش از راه است. هر یک از این مقادیر با مقدار بحرانی خود مقایسه می‌شوند. لذا نرخ تصادفات با یک مقدار بحرانی، تعداد تصادفات با یک مقدار بحرانی و شدت تصادفات نیز با یک مقدار بحرانی دیگر مقایسه می‌شود. در صورتی که قسمتی از راه مقادیر بالاتری از سه مقدار بحرانی در هر سه پارامتر مذکور داشته باشد، به عنوان نقطه تصادف‌خیز شناخته می‌شود.

این روش برای کلیه رده‌های عملکردی شبکه معابر بدون توجه به نوع راه، تغییرات حجم ترافیک و برای شبکه راه‌های درون‌شهری و برون‌شهری کاربرد دارد و برای راه‌های دو خطه، چهار خطه، آزادراه‌ها و راه‌های فرعی و دسترسی قابل استفاده می‌باشد. این روش ما را از کنترل کیفیت تحلیل‌ها، با استفاده از آزمون آماری مطمئن می‌سازد. این امر با مقایسه نرخ تصادف بخصوصی با نرخ تصادف میانگین از پیش تعیین شده موقعیت‌هایی که مشابه همان نقطه است انجام می‌شود. روش‌های مورد استفاده بر اساس این تئوری است که می‌گوید تصادفات به اندازه پراکندگی وضعیت‌ها است. نرخ بحرانی مورد استفاده در این روش برای هر رده از شبکه معابر با استفاده از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد.

$$R_c = R_a + K \sqrt{\frac{R_a}{m} - \frac{0.5}{m}}$$

R_c : نرخ بحرانی تصادفات برای هر رده مورد نظر از راه بر حسب میلیون وسیله نقلیه عبوری

R_a : میانگین نرخ تصادفات در کل سیستم در رده مورد نظر از راه بر حسب میلیون وسیله نقلیه عبوری

m : وجود وسایل نقلیه در وضعیت مورد نظر در طول دوره مطالعه بر حسب میلیون وسیله

K : عدد ثابت - تعیین کننده ضریب اطمینانی است که نرخ تصادفات، بالاتر از نرخ بحرانی بوده و اتفاقی


به دست نیامده است. اطمینان تا حد ۹۵ درصد پذیرفتنی است. در جدول (۵) مقدار K در سطوح اطمینان

مختلف ارائه شده است.

جدول ۵. مقدار K در سطوح اطمینان مختلف

درصد سطح اطمینان	K
۹۹/۵	۲/۵۷۶
۹۵	۱/۶۴۵
۹۰	۱/۲۸۲

^۱ Rate - Quality - Control

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

مراحل شناسایی نقاط تصادف خیز با استفاده از روش کنترل- کیفیت - نرخ برای هر کدام از رده‌های مختلف شبکه راه‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

۱- نرخ تصادفات بر حسب میلیون وسیله نقلیه عبوری (مشاهده شده) و میانگین نرخ تصادفات برای تمامی موقعیت‌ها و تقاطعات با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردد.

$$10^6 \times (\text{تعداد تصادف در دوره زمانی مورد مطالعه}) = \frac{\text{میانگین نرخ تصادفات (بر حسب میلیون وسیله نقلیه عبوری)}}{(\text{تعداد روزهای دوره مطالعه}) \times (\text{ADT})}$$

۲- مقدار m برای هر کدام از موقعیت‌ها و تقاطع‌ها بر حسب میلیون وسیله نقلیه عبوری با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردد:

$$m = \frac{(\text{تعداد روزهای دوره مطالعه}) \times (\text{ADT})}{10^6}$$

۳- برای هر کدام از قطعه‌های راه (موقعیت‌ها) و تقاطع‌ها نرخ بحرانی (R_c) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردد:


$$R_c = R_a + \sqrt{\frac{R_a}{m} - \frac{0.5}{m}}$$

۴- به منظور شناسایی نقاط حادثه‌خیز با استفاده از این روش، فرآیند با در نظر گرفتن عدد $1/5$ برای K شروع می‌شود. مقادیر بزرگتر K ، تعداد موقعیت‌های خطرناک را کاهش خواهد داد ولی قطعیت تصادف خیز بودن نقاط شناسایی شده را افزایش می‌دهد. مقدار کم K تعداد نقاط شناسایی شده را افزایش می‌دهد که خطرناک بودن آن نقاط از قطعیت بالایی برخوردار نیستند.

۵- نرخ تصادفات برای هر موقعیت و تقاطع‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$10^6 \times (\text{تعداد تصادف در دوره زمانی مورد مطالعه}) = \frac{\text{میانگین نرخ تصادفات (بر حسب میلیون وسیله نقلیه عبوری)}}{(\text{تعداد روزهای دوره مطالعه}) \times (\text{ADT})}$$

نرخ تصادفات بدست آمده با نرخ بحرانی مطابقت داده می‌شود، موقعیت‌ها و تقاطع‌هایی که نرخ تصادفات آنها بیش از نرخ بحرانی باشد به عنوان نقاط تصادف خیز شناخته خواهند شد.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

۶- روش تعداد- شدت تصادفات

این روش مشابه روش تعداد، عمل می‌نماید با این تفاوت که برای انواع تصادفات ابتدا بر اساس تعداد و سپس با توجه به شدت آن‌ها، ضریب شدت را در نظر می‌گیرد. موارد کاربرد این روش به مانند روش تعداد تصادفات می‌باشد. در این روش برای هر موقعیت یک شاخص ویژه با استفاده از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

$$I = 9 \times T_f + 4 \times T_{ia} + 3 \times T_{ib} + 2 \times T_{ic} + T_d$$

نقاطی که شاخص آن‌ها بیش از دو برابر شاخص میانگین کل موقعیت‌ها باشد به عنوان نقاط تصادف‌خیز شناخته می‌شوند. مزایای این روش نسبت به روش تعداد - نرخ این است که علاوه بر تعداد تصادفات، شدت آن‌ها را نیز در نظر می‌گیرد. این روش به مانند روش تعداد - نرخ نسبت به حجم تردد هیچ گونه حساسیتی ندارد و برای شهرهای کوچک و شبکه راه‌های با حجم تردد کم قابل استفاده است.

۷- روش نرخ - شدت تصادفات

شناسایی نقاط تصادف‌خیز بر اساس تعداد - شدت تصادفات ممکن است که منجر به نتایج گمراه‌کننده‌ای شود، چون اختلاف حجم ترافیک در شبکه راه‌ها زیاد بوده و دو نقطه‌ای که تعداد تصادفات و حتی با شدت یکسانی دارند، اگر حجم تردد آن‌ها متفاوت باشد امکان قضاوت در مورد تصادف‌خیز بودن آن‌ها وجود ندارد.


روش نرخ - شدت تصادفات با در نظر گرفتن حجم تردد، به جای تعداد تصادف از نرخ تصادف به همراه شدت آن‌ها که با استفاده از سه پارامتر تردد، تصادف و ضریب شدت آن‌ها محاسبه می‌گردد استفاده می‌نماید. در این روش تعداد تصادفات، شدت و موقعیت مکانی آن‌ها برداشت شده و سپس نرخ‌های مورد نظر محاسبه می‌گردد.

روش شدت - نرخ، حاصل ترکیب روش‌های شدت تصادف و نرخ تصادف است. این روش، مزیت‌های یکسانی با معیار نرخ-تعداد دارد اما اهمیت بیشتری به تصادفات فوتی و جرحی می‌دهد. این معیار، که معیار نرخ معادل فقط خسارتی^۱ نیز نامیده می‌شود، از تقسیم تعداد معادل تصادف فقط خسارتی به تعداد وسایل نقلیه مشاهده شده در محل، بدست می‌آید.

متداول‌ترین نرخ - شدت تصادفات به شرح ذیل می‌باشد و به منظور استفاده از این روش مراحل ذیل باید

انجام گیرد:

^۱ EPDO rate

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

الف- شدت تصادفات و موقعیت مکانی تمام آن‌ها با استفاده از GPS مشخص شده و کدگذاری شوند.

ب- حجم ترافیک مقاطع مختلف برداشت و آماده گردد.

ج - نرخ- شدت تصادفات با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردد:

$$\text{نرخ- شدت تصادفات} = \frac{I \times 10^6}{(ADT) \times (\text{تعداد روزهای دوره مطالعه})}$$


نرخ میانگین تصادفات نقاط مختلف، برای زمان‌های معین و تقسیمات منطقه‌ای مشخص محاسبه شود. نقاطی که نرخ تصادفات آنها بیش از دو برابر نرخ میانگین محاسبه شده باشند به عنوان نقاط تصادف‌خیز محاسبه می‌گردند.

۸- روش تصادفات هم نوع (همسان)

در بسیاری از موقعیت‌ها وجود تصادفات هم نوع، حکایت از حادثه‌خیزی آن موقعیت دارد و این روش یکی از روش‌های مفید جهت شناسایی نقاط تصادف‌خیز می‌باشد. بدیهی است زمانی می‌توان با اطمینان از این روش استفاده نمود که جمع‌آوری اطلاعات، تعیین، نحوه ثبت و نوع برخوردها با دقت کافی صورت گرفته باشد، همچنین تعداد آمار تصادفات در موقعیت مورد بررسی به اندازه کافی باشد تا بتوان در مورد تصادف‌خیز بودن آن نقطه قضاوت نمود.

شناسایی نقاط تصادف‌خیز معمولاً بر اساس نحوه تصادفات ذیل صورت می‌گیرد:

- تصادفات جلو به جلو
- تصادفات جلو به عقب
- تصادفات جلو به پهلو
- تصادفات پهلو به پهلو
- تصادفات عقب به پهلو
- برخورد با عابر
- واژگونی
- برخورد با اشیاء ثابت
- برخورد با وسیله نقلیه پارک شده

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

شایان ذکر است که به منظور شناسایی نقاط تصادف خیز با استفاده از روش تصادفات هم نوع می توان با ترکیب روش تصادفات هم نوع و روش های ذیل اقدام نمود. بدیهی است در این حالت فقط تصادفات هم نوع در نظر گرفته خواهد شد.

- روش تعداد تصادف

- روش نرخ تصادف

- روش تعداد- نرخ

- روش کنترل کیفیت- نرخ

- روش تعداد- شدت تصادف

- روش نرخ- شدت تصادف

۹- روش سطح سرویس ایمنی^۱ (LOSS)

این روش تناوب تصادفات مشاهده شده یا شدت تصادفات را با مقدار میانگین پیش بینی شده با استفاده از تابع عملکرد ایمنی راه (SPF) برای جمعیت مبنا مقایسه می کند. مقدار تغییر بین این دو مقدار، منجر به معیار سنجش عملکردی ای بین سطح سرویس ایمنی یک تا سطح سرویس ایمنی چهار می شود. سطح سرویس یک نشان دهنده پتانسیل پائین برای کاهش تصادفات و سطح سرویس چهار نشان دهنده پتانسیل بالا برای کاهش تصادفات است.

۱۰- روش تابع های عملکرد ایمنی راه (SPFs)


در این روش از اختلاف بین تعداد تصادفات مشاهده شده برای محل و تعداد تصادف پیش بینی شده بر اساس تابع های عملکرد ایمنی راه برای شناسایی نقاط حادثه خیز استفاده می شود. در صورتی که تعداد تصادفات از مقدار پیش بینی شده بیشتر شود، نقطه حادثه خیز است.

۱۱- روش بایس تجربی (EB)^۲

در این روش، فرکانس تصادفات پیش بینی شده با استفاده از تابع های کالیبره شده عملکرد ایمنی راه محاسبه می شود. سپس بر اساس فرکانس تصادفات مشاهده شده با استفاده از روش بایس تجربی وزن دهی می شوند. این روش اثر خطای رگرسیون به میانگین را در نظر می گیرد.

^۱ Level of Service of Safety

^۲ Empirical Bayes


	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

همچنین در این روش بجای فرکانس تصادفات می توان از تعداد تصادفات معادل فقط خسارتی (EPDO) نیز استفاده نمود.

در جدول ۶، داده های مورد نیاز، مزایا و معایب هر یک از این روش ها به طور خلاصه ارائه شده است.


جدول ۶. داده های مورد نیاز، نقاط قوت و ضعف روش های شناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز

ردیف	روش شناسایی و اولویت بندی نقطه حادثه خیز	داده های مورد نیاز	نقاط قوت	نقاط ضعف
۱	تعداد تصادفات	<ul style="list-style-type: none"> تعداد تصادفات بر حسب نوع و محل تصادف 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن امکان استفاده برحسب نوع تصادف سادگی ثبت و دسترسی به آمار تعداد تصادفات 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی گیرد حجم جریان ترافیک را در نظر نمی گیرد ممکن است مکان های با تردد کم را نادیده گرفته و تاکید بیش از حدی بر مکان های با تردد بالا داشته باشد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی کند
۲	نرخ تصادفات	<ul style="list-style-type: none"> تعداد تصادفات و محل میانگین حجم ترافیک روزانه (ADT)، کل حجم وارد شده به راه و یا میانگین سالانه ترافیک روزانه (AADT) 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن در نظر گرفتن حجم ترافیک و کاهش احتمال انحراف به سمت معابر پر تردد 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی گیرد ممکن است تاکید بیش از حدی بر مکان های با حجم تردد کم داشته باشد نیاز به آمار حجم ترافیک دارد که ممکن است همه جا در دسترس نباشد مقایسه مناسبی بین مکان هایی که احجام تردد بسیار متفاوتی دارند را نمی تواند انجام دهد. مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی کند.
۳	شدت تصادفات	<ul style="list-style-type: none"> تصادفات بر حسب شدت و محل ضرایب وزن دهی به تصادفات منجر به فوت / جرح و خسارت 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن در نظر گرفتن شدت تصادف سادگی ثبت و دسترسی به آمار شدت تصادفات 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی گیرد ممکن است تاکید بیش از حدی بر مکان های با تعداد کم تصادفات شدید داشته باشد حجم جریان ترافیک را در نظر نمی گیرد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی کند.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری	شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:


جدول ۶. داده‌های مورد نیاز، نقاط قوت و ضعف روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز

ردیف	روش شناسایی و اولویت‌بندی نقطه حادثه‌خیز	داده‌های مورد نیاز	نقاط قوت	نقاط ضعف
۴	تعداد - نرخ	<ul style="list-style-type: none"> تعداد تصادفات بر حسب نوع و محل تصادف میانگین حجم ترافیک روزانه (ADT)، کل حجم وارد شده به راه و یا میانگین سالانه ترافیک روزانه (AADT) 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن در نظر گرفتن حجم ترافیک و کاهش احتمال انحراف به سمت معابر پر تردد 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی‌گیرد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی‌کند. نیاز به آمار حجم ترافیک دارد که ممکن است همه‌جا در دسترس نباشد
۵	کنترل - کیفیت - نرخ	<ul style="list-style-type: none"> تصادفات بر حسب شدت و محل میانگین حجم ترافیک روزانه (ADT)، کل حجم وارد شده به راه و یا میانگین سالانه ترافیک روزانه (AADT) 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن در نظر گرفتن حجم ترافیک و کاهش احتمال انحراف به سمت معابر پر تردد 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی‌گیرد نیاز به آمار حجم ترافیک دارد که ممکن است همه‌جا در دسترس نباشد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی‌کند.
۶	تعداد - شدت	<ul style="list-style-type: none"> تصادفات بر حسب شدت و محل ضرایب وزن دهی به تصادفات منجر به فوت / جرح و خسارت 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن سادگی ثبت و دسترسی به آمار تعداد و شدت تصادفات در نظر گرفتن شدت تصادف 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی‌گیرد حجم جریان ترافیک را در نظر نمی‌گیرد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی‌کند.
۷	نرخ - شدت	<ul style="list-style-type: none"> تصادفات بر حسب شدت و محل ضرایب وزن دهی به تصادفات منجر به فوت / جرح و خسارت میانگین حجم ترافیک روزانه (ADT)، کل حجم وارد شده به راه و یا میانگین سالانه ترافیک روزانه (AADT) 	<ul style="list-style-type: none"> ساده بودن در نظر گرفتن حجم ترافیک و کاهش احتمال انحراف به سمت معابر پر تردد در نظر گرفتن شدت تصادف 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی‌گیرد نیاز به آمار حجم ترافیک دارد که ممکن است همه‌جا در دسترس نباشد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی‌کند.
۸	تصادفات هم‌نوع	<ul style="list-style-type: none"> تصادفات بر حسب محل، نوع برخورد 	<ul style="list-style-type: none"> بررسی علت‌های تصادف 	<ul style="list-style-type: none"> خطای رگرسیون به میانگین را در نظر نمی‌گیرد حجم جریان ترافیک را در نظر نمی‌گیرد مقدار یک حد آستانه را مشخص نمی‌کند.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

جدول ۶. داده‌های مورد نیاز، نقاط قوت و ضعف روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز

ردیف	روش شناسایی و اولویت‌بندی نقطه حادثه‌خیز	داده‌های مورد نیاز	نقاط قوت	نقاط ضعف
۹	سطح سرویس ایمنی (LOSS)	<ul style="list-style-type: none"> • حداقل ۳ سال اطلاعات تصادفات • تصادفات بر اساس محل • SPF، پارامتر پراکندگی و تمامی اطلاعات مورد نیاز برای ساخت تابع‌های عملکرد ایمنی (SPF) 	<ul style="list-style-type: none"> • در نظر گرفتن واریانس در اطلاعات تصادفات • در نظر گرفتن حجم ترافیک • ایجاد یک حد آستانه برای مقایسه 	<ul style="list-style-type: none"> • اثرات رگرسیون به میانگین ممکن است هنوز وجود داشته باشد.
۱۰	تابع‌های عملکرد ایمنی راه (SPFs)	<ul style="list-style-type: none"> • حداقل ۳ سال اطلاعات تصادفات • تصادفات بر اساس نوع، شدت، محل • تابع‌های کالیبره شده عملکرد ایمنی راه 	<ul style="list-style-type: none"> • در نظر گرفتن حجم ترافیک • ایجاد یک حد آستانه برای مقایسه 	<ul style="list-style-type: none"> • حجم ترافیک را در نظر نمی‌گیرد. • اثرات رگرسیون به میانگین ممکن است هنوز در نتایج وجود داشته باشد.
۱۱	بایس تجربی (EB)	<ul style="list-style-type: none"> • حداقل ۳ سال اطلاعات تصادفات • تصادفات بر اساس نوع، شدت، محل • تابع‌های کالیبره شده عملکرد ایمنی راه و پارامترهای پراکندگی 	<ul style="list-style-type: none"> • در نظر گرفتن پدیده رگرسیون به میانگین • در صورت استفاده از روش EPDO، در نظر گرفتن شدت 	<ul style="list-style-type: none"> • نیاز به کالیبره کردن محلی تابع‌های عملکرد ایمنی راه • نیاز به تحلیل‌های دقیق و سخت‌گیرانه • داده‌های زیاد و متمرکز • در صورت استفاده از روش EPDO، امکان تاکید بیش از حد بر روی محل‌های با تعداد کم تصادفات شدید بر اساس وزن‌گذاری مورد استفاده وجود دارد.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری	شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	

۲-۳- معیارهای مورد نیاز برای فرآیند تعیین نقاط حادثه خیز


برای تعیین نقاط حادثه خیز نیاز به اطلاعات تصادفات به طور دقیق در معابر و تقاطعات است. بدین منظور اطلاعات تصادفات به تفکیک تعداد تصادفات منجر به جرح، تعداد تصادفات منجر به فوت و تعداد تصادفات خسارتی در تقاطعات و یا قطعاتی از راه به طول ۳۰۰ متر استفاده می‌گردد. شایان ذکر است که طول قطعات راه بسته به شرایط، می‌تواند کاهش و یا افزایش داشته باشد.

بدین منظور تجهیز کارشناسان تصادفات پلیس راهنمایی و رانندگی به دستگاه موقعیت یاب جهانی GPS و تهیه بانک اطلاعاتی تصادفات در محیط GIS به منظور تحلیل دقیق تر تصادفات الزامی است. همچنین می‌بایست اطلاعات نهایی تصادفات^۱ توسط پلیس راهور منتشر شده و به سادگی در اختیار استفاده کنندگان قرار گیرد.

برای تعیین روش منتخب شناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز برای راه‌های درون شهری کشور، معیارهای زیر در نظر گرفته شده است:

- ۱- در نظر گرفتن شدت تصادفات و نسبت هزینه به فایده اصلاح نقاط حادثه خیز
 - ۲- سهولت دسترسی: وجود داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز و یا قابلیت تهیه و گردآوری داده‌های مورد نیاز با توجه به اطلاعات فرم‌های کام تصادفات پلیس راهنمایی و رانندگی
 - ۳- منطقی بودن فرآیند برای شرایط کشور
 - ۴- قابلیت اطمینان داده‌ها
- تا زمانی که محل دقیق تصادفات به تفکیک هر ۳۰۰ متر از طول راه مشخص نیست از شاخص میانگین تعداد تصادفات در هر ۳۰۰ متر طول راه استفاده می‌شود.

^۱ اطلاعات تصادفاتی که تا ۳۰ روز بعد از وقوع تصادف، منجر به فوت می‌گردند توسط پلیس راهور از پزشکی قانونی اخذ و در گزارشات پلیس راهنمایی در آمار تصادفات منعکس می‌گردد.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

۲-۴- دستورالعمل تعیین و اولویت بندی نقاط حادثه خیز

با توجه به شرایط و نحوه ثبت اطلاعات در ایران، این دستورالعمل در دو بخش تعیین و اولویت بندی نقاط حادثه خیز تدوین شده است. در بخش اول با استفاده از شاخص های عمومی ای که در دیگر کشورهای جهان پذیرفته شده است، نقاط حادثه خیز درون شهری شناسایی شده و در بخش دوم اولویت بندی این نقاط حادثه خیز انجام می گیرد. برای اولویت بندی نقاط حادثه خیز نیز دو روش شدت - نرخ و تعداد-شدت تصادفات پیشنهاد شده است که بحث و بررسی بیشتر پیرامون این روش ها و نکاتی که می بایست به آن ها توجه شود توضیح داده شده است.

بطور کلی تعیین و اولویت بندی نقاط حادثه خیز را می توان به سه مرحله زیر تقسیم نمود:

۱- تعیین نقاط حادثه خیز در شبکه معابر

۲- اولویت بندی نقاط حادثه خیز

۳- مطالعات قبل و بعد برای بررسی میزان اثرات روش ها


در ادامه نحوه تعیین و اولویت بندی نقاط حادثه خیز برای معابر درون شهری ارائه شده است:

۲-۴-۱- تعیین نقاط حادثه خیز

در این بخش با توجه به آمار و اطلاعات تصادفات، تقاطعات و طول های خاصی از محورها که تعداد تصادفات آن ها از معیارهای مورد نظر بیشتر باشد، به عنوان نقاط حادثه خیز شناسایی می شوند. طبق تعریف، تقاطعات و قطعاتی از راه به طول ۳۰۰ متر^۱ که در آن یکی از موارد زیر رخ داده باشد نقطه حادثه خیز هستند:

- ۲ تصادف فوتی در طول سه سال اخیر
- ۳ تصادف جرحی در طول سه سال اخیر
- ۱۵ تصادف خسارتی در طول سه سال اخیر

^۱ تا زمان نبود اطلاعات دقیق به تفکیک قطعات راه، از تعداد تصادفات به ازای طول ۳۰۰ متر معبر استفاده می شود و کل آن معبر به عنوان نقطه حادثه خیز شناسایی می شود.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

در معابری که تازه احداث شده‌اند و یا سطح تسهیلات راه تغییر نموده و یا آمار تصادفات آن طی دوره ۳ ساله مشخص نیست، می‌توان از روش ممیزی ایمنی راه برای راه‌های درون‌شهری^۱ به منظور شناسایی نقاط دارای پتانسیل ایجاد حادثه استفاده نمود.

۲-۴-۲- اولویت بندی نقاط حادثه خیز

بعد از اینکه نقاط حادثه‌خیز، شناسایی شدند، اولویت‌بندی این نقاط انجام می‌گیرد. بدین منظور می‌توان از دو روش شدت- نرخ تصادفات و تعداد - شدت تصادفات برای راه‌های درون‌شهری استفاده نمود. در ادامه دستورالعمل و نحوه اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری به تفکیک هر دو روش تشریح شده و نکاتی که در هر روش می‌بایست لحاظ شوند، ارائه شده است.

۲-۴-۲-۱- روش اول: روش شدت - نرخ

در صورتی که اطلاعات حجم تردد معابر وجود داشته و یا قابل اندازه‌گیری باشد، پیشنهاد می‌شود از این روش استفاده شود. در این روش نیاز به اطلاعات زیر وجود دارد:

۱- تعداد تصادفات به تفکیک فوتی/جرحی/خسارتی در دوره سه ساله

۲- حجم جریان ترافیک (میزان مواجهه^۲)

۳- ضرایب شدت معادل فقط خسارتی برای تصادفات منجر به فوت و جرح


روش شدت - نرخ، حاصل ترکیب روش‌های شدت تصادف و نرخ تصادف است. این روش، مزیت‌های یکسانی با روش تعداد - نرخ دارد اما اهمیت بیشتری به تصادفات فوتی و جرحی می‌دهد. این روش، که روش نرخ معادل فقط خسارتی^۳ نیز نامیده می‌شود، از تقسیم تعداد معادل تصادف فقط خسارتی به تعداد وسایل نقلیه مشاهده شده در محل، بدست می‌آید.

به منظور استفاده از روش نرخ - شدت مراحل ذیل باید انجام گیرد:

^۱ ممیزی ایمنی راه، روشی است برای بررسی طرح، اجرا و عملکرد پروژه‌های راه و تطابق آنها با اصول ایمنی به منظور پیشگیری و رفع تصادفات و هدف اصلی آن، این است که نقایص بالقوه ایمنی شناسایی شده و اقدامات مورد نیاز جهت حذف یا کاهش تأثیرات نقایص در نظر گرفته شوند. در این حین توجه ویژه به تمامی استفاده‌کنندگان از راه‌ها معطوف می‌شود که عبارتند از: عابران پیاده(پیر و جوان)، دوچرخه‌سواران، موتورسواران، اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، اتوبوس‌ها و مسافران وسایل حمل و نقل عمومی. شایان ذکر است که مطالعه بازرسی(ممیزی) ایمنی راه در سطح معابر شهری در سال ۱۳۸۸ توسط معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران انجام شده است.

^۲ Exposure

^۳ EPDO rate

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون‌شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

الف- شدت تصادفات و موقعیت مکانی تمام آن‌ها با استفاده از GPS مشخص شده و کدگذاری شوند.
ب- شدت معادل تصادفات فقط خسارتی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شود:

$$E_i = a \times N_f + b \times N_i + N_p \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

N_f : تعداد تصادفات منجر به فوت

N_i : تعداد تصادفات منجر به جرح

N_p : تعداد تصادفات خسارتی

E_i : شاخص نقاط حادثه‌خیز

a : ضریب شدت تصادفات منجر به فوت

b : ضریب تصادفات منجر به جرح

برای ضرائب a و b به بخش تعیین ضرایب شدت تصادفات درون شهری مراجعه شود.

ج- حجم ترافیک مقاطع مختلف برداشت و آماده گردد.

د- نرخ - شدت تصادفات با استفاده از فرمول ذیل محاسبه گردد:

$$\text{نرخ - شدت تصادفات (به ازای یک میلیون وسیله نقلیه عبوری)} = \frac{(E_i \text{ دوره زمانی مورد مطالعه}) \times 10^6}{(\text{تعداد روزهای دوره مطالعه}) \times (\text{ADT})}$$

که در آن:


ADT: میانگین ترافیک روزانه (می‌بایست از روش ذکر شده در بخش محاسبه ADT معادل استفاده

شود).

در حقیقت این روش، شانس (احتمال) رخ دادن تصادف معادل خسارتی را برای وسایل نقلیه محاسبه می‌کند و بگونه‌ای ایمنی معابر و تقاطعات برای گذر از آن‌ها را با یکدیگر مقایسه می‌کند. در این روش شدت-نرخ تصادفات بر حسب تعداد تصادفات معادل فقط خسارتی سالانه به ازای ۱۰۰ میلیون وسیله نقلیه بیان می‌شود.

در این روش می‌توان داده‌ها را با استفاده از نرخ تصادفات از بیشترین به کمترین مقدار مرتب نموده و اولویت‌بندی نمود.

مزیت اصلی این روش این است که امکان رخ دادن تصادف را با توجه به حجم ترافیک موجود در معبر و یا تقاطع و شدت آن‌ها، بدست می‌آورد و ایمنی معابر و تقاطعات را به ازای هر وسیله نقلیه گذرنده از آن در

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

نظر می‌گیرد. اما از کاستی‌های آن، این است که معابر و تقاطعاتی را که حجم تردد کم و همچنین تعداد تصادفات کم و با شدت بالا دارند را نیز ممکن است به‌عنوان محل‌هایی با نرخ تصادف بالا شناسایی کند. در نتیجه در این روش، ممکن است انحراف به سمت محل‌های کم ترافیک باشد. ضمن اینکه جمع‌آوری حجم تردد کل معابر نیز ممکن است با مشکلاتی مواجه باشد. به منظور حذف این مشکلات برای محاسبه ADT از روش زیر استفاده شود:

الف) روش محاسبه ADT معادل

به منظور محاسبه ADT به جهت سهولت آمارگیری می‌توان از عدد حجم ترافیک ساعت اوج جهت محاسبه ADT استفاده نمود، با فرض اینکه حجم تردد در ساعت اوج در حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد حجم تردد روزانه است. لذا ADT با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:


$$ADT = \text{حجم ترافیک عبوری در ساعت اوج} \times ۱۰$$

همچنین به منظور کاهش تمرکز این روش بر نقاط کم تردد، بعد از بدست آوردن ADT معابر و تقاطعات، داده‌های حجم ترافیک Sort شده و با در نظر گرفتن کمترین و بیشترین مقدار حجم ترافیک به ۴ دسته تقسیم شده و عدد میانگین حجم ترافیک هر دسته به عنوان حجم ترافیک کل معابر آن دسته لحاظ می‌گردد.

ب) تعیین ضرایب شدت تصادفات درون شهری

ضرایب شدت تصادفات درون‌شهری نیاز به برآورد و کالیبره شدن برای هر کشور دارد. برای نمونه در آفریقای جنوبی تمامی تصادفات حتی تصادفات خسارتی جزئی نیز باید گزارش شوند حال آن که در اغلب کشورهای اروپایی، تصادف خسارتی تنها به علت برخورداری از پوشش بیمه گزارش می‌شوند و پلیس این کشورها (مانند انگلستان و نروژ) نیازی به ثبت اطلاعات تصادفات خسارتی ندارد و یا در ایالات متحده و کانادا تصادفات خسارتی بالای ۱۰۰۰ دلار قابل گزارش بوده و همچنین تصادفات در راه‌های خصوصی توسط پلیس ثبت نمی‌شوند و فقط برای جلوگیری از تضييع احتمالی حقوق شهروندان به ویژه در پرداخت حق بیمه، معمولاً تصادفات بالای ۲۵۰ دلار توسط پلیس گزارش می‌گردند.

لذا تصادفات خسارتی گزارش شده در هر کشوری مرزی مخصوص به خود دارد که در تعداد تصادفات خسارتی آن کشور تاثیرگذار است. همچنین قیمت وسیله نقلیه، مقدار دیه، هزینه‌های درمان و هزینه‌های مترتب بر فوت افراد در کشورهای مختلف متفاوت است. برای نمونه در راهنمای بهبود ایمنی راه‌ها در آمریکا، در مثالی با توجه به هزینه تصادفات فوتی، جرحی و خسارتی، ضرایب شدت معادل فقط خسارتی برای

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

تصادفات منجر به فوت و جرح به ترتیب ۵۶۷ و ۳۳ محاسبه شده است. در کارولینای شمالی نیز این ضرایب برای تصادفات منجر به فوت و جرح به ترتیب ۷۶/۸ و ۸/۴ در نظر گرفته شده است. لذا در این قسمت نیاز به برآورد هزینه میانگین هر تصادف فوتی/ جرحی/ خسارتی درون شهری برای کشور وجود دارد.

در خصوص تعیین ضرایب شدت تصادفات در روش EPDO از نسبت میانگین هزینه هر تصادف فوتی به خسارتی و میانگین هزینه هر تصادف جرحی به خسارتی استفاده می‌شود. لذا به منظور تخمین این ضرایب از فعالیت‌های علمی-پژوهشی هزینه تصادفات درون شهری^۱ برای برآورد ضرایب معادل هر تصادف فوتی و جرحی درون شهری استفاده شده است.

در ادامه به طور مشروح روش برآورد هزینه تصادفات درون شهری ارائه شده است. در این تحقیق مجموع کل هزینه‌ها و کاهش ظرفیت عملکردی ناشی از تصادفات درون شهری ایران به صورت جدول (۷) برآورد شده است. با استفاده از این جدول هزینه هر نوع تصادف درون شهری (تصادف فوتی/ جرحی/ خسارتی) بدست آمده و سپس ضرایب معادل فقط خسارتی تصادفات منجر به فوت و منجر به جرح محاسبه گردیده است.

جدول ۷. هزینه‌ها و کاهش ظرفیت عملکردی ناشی از تصادفات درون شهری ایران


کل هزینه به میلیارد ریال	تصادفات		جرحی		فوتی	عنوان	سال
	اداری	اشیاء خسارت دیده	درمان جراحات‌ها	زمان تلف شده	ارزش جان و کیفیت زندگی	هزینه	
۱۷۷۷/۷	۱۷۵۱۷۲		۶۸۵۲۷		۲۵۱۶	تعداد	۱۳۷۶
	۱۲۴	۶۴۶/۲	۷۰/۳	۱۳/۹	۹۲۳/۳	هزینه به میلیارد ریال	
۴۹۶۵/۷	۴۴۵۸۲۶		۲۲۱۱۲		۷۴۴۷	تعداد	۱۳۸۲
	۳۱۵/۶	۱۶۴۴/۶	۲۲۷/۷	۴۵	۲۷۳۲/۸	هزینه به میلیارد ریال	

با توجه به برآورد مجموع هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم حوادث ترافیکی درون شهری ابتدا هزینه‌های هر تصادف فوتی محاسبه شده و سپس ضرایب معادل برای تصادفات فوتی و جرحی به نسبت تصادفات فقط خسارتی محاسبه شده است.

الف) محاسبه هزینه هر تصادف فوتی:

$$\text{میلیون ریال} = \frac{۲۷۳۲/۸}{۷۴۴۷} \times ۱۰۰۰ = ۳۶۶/۹۶۷$$

^۱ آیتی، مجله علمی-پژوهشی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۸، بهار ۱۳۸۷

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

ب) محاسبه هزینه هر تصادف جرحی:

$$\text{میلیون ریال } ۱۲/۳۳۳ = \frac{۴۵+۲۲۷/۷}{۲۲۱۱۲} \times ۱۰۰۰ = \text{هزینه هر تصادف جرحی}$$

ج) محاسبه هزینه هر تصادف خسارتی:

$$\text{میلیون ریال } ۴/۳۹۷ = \frac{۳۱۵/۶+۱۶۴۴/۶}{۴۴۵۸۲۶} \times ۱۰۰۰ = \text{هزینه هر تصادف خسارتی}$$

لذا ضرایب معادل فقط خسارتی برای تصادفات فوتی و جرحی به شرح زیر بدست می آید:

$$a = \frac{۳۶۶/۹۶۷}{۴/۳۹۷} = ۸۳/۵ \approx ۸۴$$

$$b = \frac{۱۲/۳۳۳}{۴/۳۹۷} = ۲/۸ \approx ۳$$

لذا با توجه به هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم تصادفات درون شهری در کشور، برای تبدیل تصادفات منجر به جرح و فوت به معادل فقط خسارتی، برای تصادفات منجر به فوت، ضریب $a=۸۴$ و برای تصادفات منجر به جرح، ضریب $b=۳$ پیشنهاد می‌گردد. لذا فرمول نهایی برای تبدیل شدت تصادفات به تصادفات فقط خسارتی بصورت رابطه (۲) برای راه‌های درون شهری کشور پیشنهاد می‌گردد.

$$E_i = ۸۴ \times N_f + ۳ \times N_i + N_p \quad \text{رابطه (۲)}$$


که در آن:

N_f : تعداد تصادفات منجر به فوت

N_i : تعداد تصادفات منجر به جرح

N_p : تعداد تصادفات خسارتی

E_i : شاخص نقاط حادثه‌خیز

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰۰	نام فایل:	

۲-۴-۲-۲ روش دوم: استفاده از روش تعداد - شدت

همان گونه که اشاره گردید در روش اول (روش نرخ تصادف) علاوه بر اطلاعات تصادفات، آمار حجم تردد روزانه معابر نیز مورد نیاز است. لیکن در برخی موارد ممکن است که آمار حجم تردد در دسترس نباشد در این حالت روش تعداد - شدت توصیه می‌شود. در این روش برای هر موقعیت (هر تقاطع یا قطعاتی به طول ۳۰۰ متر از راه)، یک شاخص ویژه به‌عنوان ضریب E_i با توجه به تعداد و شدت تصادفات تعیین می‌شود. مقدار این شاخص از رابطه (۲) بدست می‌آید. سپس نقاط حادثه‌خیز بر اساس مقدار این شاخص از زیاد به کم مرتب شده و اولویت‌بندی می‌شوند.

$$E_i = 84 \times N_f + 3 \times N_i + N_p \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن:

N_f : تعداد تصادفات منجر به فوت

N_i : تعداد تصادفات منجر به جرح

N_p : تعداد تصادفات خسارتی

E_i : شاخص نقاط حادثه‌خیز

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده، اطلاعات تصادفات موجود در کشور و معیارهای ارائه شده، در صورت در دسترس نبودن اطلاعات حجم تردد، بهترین روش برای اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز استفاده از روش تعداد-شدت تصادفات است. از مزایای این روش، می‌توان موارد زیر را برشمرد:

۱- ساده بودن

۲- در نظر گرفتن شدت تصادفات (با تعریف ضرایب مناسب برای هر نوع تصادف فوتی/جرحی/خسارتی

می‌توان نقاط تصادف‌خیز را بر حسب هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم ایجاد آن‌ها اولویت‌بندی

نمود.)

۳- در دسترس بودن اطلاعات آن در وضع موجود


۴- منطقی بودن فرآیند برای شرایط ایران

همچنین به منظور کاهش و حذف معایب ذکر شده برای این روش، اقدامات زیر صورت گرفته است:

۱- دوره تحلیل آمار و اطلاعات تصادفات حداقل ۳ سال تعیین شده است. این امر به کاهش خطای

رگرسیون به میانگین برای اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز منجر می‌شود.

۲- تعریف ضرایب شدت تصادفات با توجه به هزینه‌های هر نوع تصادف در معابر درون شهری

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	

۳- تفکیک نقاط حادثه خیز به دو دسته تقاطعات و قطعاتی از معابر به طول ۳۰۰ متر. به این صورت بعضی از اشکالات ذکر شده برای این نوع روش برطرف می‌گردد. برای نمونه در گذشته برای راه‌های برون شهری از این روش برای معابری با طول‌های بسیار زیاد مانند جاده چالوس و ... استفاده شده و با روش‌های دیگر مقایسه شده است که نتایج بسیار متفاوتی را ایجاد می‌نمود.


۴- از دیگر معایب این روش در نظر نگرفتن حجم ترافیک ذکر شده است به عبارت دیگر ممکن است این روش تاکید بیش از حد بر معابری با تعداد کم تصادفات شدید داشته باشد. اقدامات جهت کاهش این خطا و توضیحات تکمیلی بدین منظور به شرح زیر است:

الف) این نکته بر تعیین دقیق‌تر ضرایب شدت حادثه ترافیکی تاکید می‌کند. لذا بدین منظور همانطور که در بند ۲ ذکر شد، ضرایب شدت حوادث ترافیکی با توجه به شرایط و هزینه‌های مترتب بر هر نوع تصادف ترافیکی درون شهری محاسبه شده است.

ب) به منظور کاهش تاکید بر معابر دارای تعداد کم تصادفات شدید، ابتدا با توجه به شاخص‌ها نقاط حادثه‌خیز شناسایی شده و سپس اولویت‌بندی با استفاده از روش EPDO انجام می‌گیرد. این امر منجر به حذف تصادفات شدید با تعداد کم و یا به دلایل خاص مانند خودکشی و ... می‌گردد.

ج) شایان ذکر است که تصادفات در معابر درون‌شهری پرتردد و دارای ترافیک زیاد، نسبت به راه‌های کم تردد، برای استفاده‌کنندگان از راه و سازمان‌های درگیر حوادث درون‌شهری هزینه‌های بیشتری دارد. همچنین در نظر گرفتن حجم ترافیک در سایر روش‌ها در منابع مختلف به عنوان مزیت آن روش‌ها ذکر نگردیده است و فقط جزو ویژگی‌های آن‌ها ارائه شده است.

در تجربیات جهانی، هزینه‌های اجرایی اصلاح هر نقطه حادثه‌خیز از حداقل ۲۰۰۰۰ دلار تا ۲۰۰۰۰۰۰ دلار به‌ازای هر نقطه حادثه‌خیز در نظر گرفته می‌شود. لذا در نظر گرفتن بودجه اجرایی لازم از دیگر الزامات اجرای این طرح می‌باشد.

	گزارش چهارم: ضوابط تعیین نقاط حادثه‌خیز درون شهری		شماره و عنوان گزارش:	معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران
	زمستان ۹۱	IMB-RP-۴۰۱-۰۰	نام فایل:	