

ارائه روش شناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز در شبکه معابر درون شهری کشور (مطالعه موردی: منطقه ۴ شهرداری تهران)

مهدی حسن زاده^۱، داود جمور^۲

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران- برنامه‌ریزی حمل و نقل و ترافیک، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

d_jamour_۶۳@yahoo.com

چکیده

با توجه به تعداد بالای تصادفات جرحی و فوتی در کشور و حجم بالای راه‌های درون و برون‌شهری، جهت تخصیص بهینه منابع برای ایمن سازی معابر، نیاز به روشی بهینه برای تشخیص و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از شاخص‌های عمومی‌ای که در دیگر کشورهای جهان پذیرفته شده است و با توجه به شرایط و نحوه ثبت اطلاعات تصادفات در ایران، روشی برای شناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه‌خیز در معابر درون شهری کشور ارائه و شبکه معابر منطقه ۴ شهرداری تهران به عنوان مطالعه موردی بررسی می‌گردد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که تقاطع‌های استقلال- هنگام، میدان رسالت، فلکه سوم تهران‌پارس، تقاطع دماوند- بابائی و میدان شاهد به ترتیب ۵ تقاطع اول حادثه‌خیز و معابر رسالت، دماوند، باقری، استخر، تیرانداز، امام‌علی، صیاد شیرازی، ریحانی، وفادار و فرجام به ترتیب ده معبر اول حادثه‌خیز منطقه ۴ شهرداری تهران می‌باشند.

کلمات کلیدی: نقاط حادثه خیز، تصادفات، معابر درون شهری.

۱- 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" نام‌گذاری شده است [۱]. 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 [۲].

بر اساس آمار پزشکی قانونی کشور در سال ۱۳۹۳، ۴۵۸۴ نفر در تصادفات درون‌شهری، ۱۰۹۵۱ نفر در تصادفات برون‌شهری و ۱۲۵۲ 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 ۱۳۹۳، با کشته شدن ۹۳۳ نفر در تصادفات درون‌شهری و ۳۲۸ نفر در تصادفات برون‌شهری، تنها استانی است که نسبت کشته شدگان در تصادفات درون‌شهری آن از تصادفات برون‌شهری بیشتر است. همچنین بررسی آمار مصدومان حاکی از آن است که در سال ۱۳۹۳ در مجموع ۳۰۴۰۴۸۵ نفر در تصادفات رانندگی در کل کشور مصدوم شده‌اند که استان تهران با ۱۲٪ بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است [۳].

^۱ مدیرعامل شرکت مهندسی مشاور رهیافت اندیشه فردا

^۲ مدیر مطالعات و برنامه‌ریزی شرکت مهندسی مشاور رهیافت اندیشه فردا

یکی از محققان بزرگ انگلیسی به نام جیکابز وقتی می‌خواهد بزرگی آثار اقتصادی حوادث ترافیکی در کشورهای در حال توسعه را نشان دهد، می‌گوید که به نظر او کشورهای مزبور حدود یک تا دو درصد تولید ناخالص ملی خود را از این طریق از دست می‌دهند [۴]. این در حالی است که نتایج تحقیقات مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی حاکی از آن است که هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی تصادفات رانندگی در ایران حدود ۸٪ تولید ناخالص داخلی می‌باشد [۵].

توزیع تصادفات در شبکه راه‌ها، کاملاً تصادفی نیست و در محل‌های مشخصی تحت عنوان نقاط سیاه، 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. 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.

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 تقاطع‌ها 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 (۱) تعریف نقاط حادثه‌خیز در کشورهای مختلف ارائه شده است.

در این مطالعه ابتدا به بررسی روش‌های شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز پرداخته شده و سپس با منظور نمودن شرایط و نحوه ثبت اطلاعات تصادفات در ایران، روشی برای شناسایی و اولویت‌بندی معابر درون شهری کشور ارایه می‌گردد. در پایان معابر منطقه ۴ شهرداری تهران به عنوان مطالعه موردی بررسی شده و تقاطع‌ها و معابر حادثه‌خیز این منطقه شناسایی و اولویت‌بندی می‌گردد.

جدول ۱- تعاریف مربوط به نقاط حادثه‌خیز در کشورهای مختلف [۶]، [۷]، [۸] و [۹]

کشور	تعریف نقطه حادثه‌خیز
آمریکا	ایالت کنتاکی: - شهری: ۱۴ تصادف در سه سال - جاده‌ای: ۵ تصادف در سه سال - فاکتور نرخ بحرانی بیشتر از یک ایالت کلرادو: - 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 در آمریکا سیاست‌گذاری برای چشم انداز تعداد صفر تلفات رانندگی توسط بعضی از ایالت‌ها پذیرفته شده است.
آلمان	قطعات راه به طول ۳۰۰ متر - وقوع ۵ تصادف مشابه در طول یک‌سال - وقوع ۳ تصادف فوتی و یا جرحی شدید در طول پنج سال اخیر - وقوع ۵ تصادف جرحی در سه سال گذشته
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

جدول ۱- تعاریف مربوط به نقاط حادثه‌خیز در کشورهای مختلف [۶]، [۷]، [۸] و [۹] (۱۴امه)

کشور	تعریف نقطه حادثه‌خیز
سوئد	دیگر برنامه‌های نقاط حادثه‌خیز را اجرا نمی‌کند. ایجاد سیاست‌گذاری چشم‌انداز صفر تلفات رانندگی را در دستور کار دارد.
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
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.
نیوزلند	مشخص شدن توسط مقامات کنترل راه، پیشنهاد ۳ تا ۵ تصادف در ۵ سال

۲- روش‌های تعیین و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز

روش‌های متعددی برای شناسایی، وزن‌دهی و اولویت‌بندی نقاط تصادف‌خیز وجود دارد که در ادامه مهم‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱- روش تعداد تصادفات

این روش ساده‌ترین، راحت‌ترین و صریح‌ترین روش برای شناسایی نقاط تصادف‌خیز است. در این روش نقاط و مقاطعی از معبر که دارای بیشترین تعداد تصادف باشد به عنوان نقاط تصادف‌خیز شناخته می‌شوند. استفاده از این روش به دلیل عدم نیاز به اطلاعات دیگری نظیر حجم ترافیک، آسان می‌باشد و معمولاً برای شهرهای کوچک، یک منطقه در یک شهر بزرگ و جاده‌های بین شهری کم تردد، توصیه می‌شود [۱۰].

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 توجه است [۱۱]. در این روش با استفاده از نقاط شناسایی شده اطلاعات خوبی برای بررسی دقیق و تعیین این نکته که آیا کمبود امکانات و تسهیلات جاده‌ای باعث چنین رخ دادی شده، بدست خواهد آمد.

۲-۲- روش نرخ تصادف

شناسایی نقاط تصادف‌خیز بر اساس تعداد تصادفات ممکن است که منجر به نتایج گمراه کننده‌ای شود، چون اختلاف حجم ترافیک در شبکه راه‌ها زیاد بوده و دو نقطه‌ای 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 می‌گردد استفاده می‌شود.

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.

$$(۱) \quad \text{نرخ تصادف} = \frac{10^6 \times (\text{تعداد تصادف در دوره زمانی مورد مطالعه})}{(\text{تعداد روزهای دوره مطالعه}) \times (ADT)}$$

که در آن ADT میانگین ترافیک روزانه می‌باشد.

مزیت اصلی این روش آن است که در محل‌هایی که تعداد تصادفات آنها تناسبی با حجم تردد ندارد نیز می‌تواند بدون انحراف به سمت قطعات پرتردد، شناسایی شوند. اما قطعات یا محل‌هایی که هم تعداد تصادفات آنها و هم حجم تردد آنها کم است نیز به‌عنوان محل‌هایی با نرخ تصادفات بالا شناسایی خواهد شد. در نتیجه در این روش، انحراف به سمت محل‌های کم ترافیک خواهد بود [۱۱].

۲-۳- روش شدت تصادفات

روش شدت تصادفات یا شاخص همسنگ خسارت مالی با اختصاص یک وزن به هر تصادف که تابعی است از بدترین سطح جراحت قربانیان تصادف، به آسیب‌های بیشتر اهمیت بیشتری می‌دهد. در این روش عموماً ضریب ۱ برای تصادفات خسارتی، ۳ برای تصادفات منجر به جرح و ۹ برای تصادفات منجر به فوت پیشنهاد شده است. مزیت اصلی این معیار این است 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. در جدول (۲) ضرایب پیشنهادی ایالت جورجیا برای انواع تصادفات ارائه گردیده است.

جدول ۲- ضرایب پیشنهادی ایالت جورجیا برای انواع تصادفات

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

در جدول (۲):

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 سرپایی 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.

$$EPDO_j = \sum W_i * f_{ij}$$

$$\overline{EPDO}_j = \frac{EPDO_j}{f_i} \quad (2)$$

که در رابطه (۲) $EPDO_j$ شاخص $EPDO$ نقطه مورد مطالعه، W ضریب وزنی نوع تصادف و f_{ij} فراوانی تصادف است. $\overline{EPDO}$ میانگین شاخص در جامعه مورد مطالعه است. به این ترتیب مکان‌هایی که میانگین $EPDO$ آنها از میانگین $EPDO$ در جامعه بیشتر باشد، به عنوان یک نقطه حادثه خیز معرفی می‌شوند [۱۲].

۲-۴- 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 مانند روش تعداد تصادفات می‌باشد. در این روش برای هر موقعیت یک شاخص ویژه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

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

در رابطه (۳) I: شاخص ویژه، T_f : تصادف فوتی، T_{ia} : تصادف جرحی نوع A، T_{ib} : تصادف جرحی نوع B، T_{ic} : تصادف جرحی نوع C و T_d : تصادف خسارتی می‌باشد.

نقاطی که شاخص آنها بیش از دو برابر شاخص میانگین کل موقعیت‌ها باشد به عنوان نقاط تصادف خیز 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 [۱۳].

۲-۵- روش نرخ - شدت تصادفات

شناسایی نقاط تصادف خیز 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 [۱۲].

$$\text{نرخ-شدت تصادفات (به ازای یک میلیون وسیله عبوری)} = \frac{10^6 \times (I \text{ دوره زمانی مطالعه})}{(ADT) \times \text{تعداد روزهای دوره مطالعه}} \quad (4)$$

در رابطه (۴) I: شاخص تعریف شده در رابطه (۳) و ADT میانگین ترافیک روزانه می‌باشد. نقاطی که نرخ تصادفات آنها بیش از دو برابر نرخ میانگین محاسبه شده باشند به عنوان نقاط تصادف‌خیز منظور می‌گردند.

۳-ارائه روش شناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز در معابر درون شهری کشور

۳-۱- ارائه روش تعیین نقاط حادثه‌خیز

برای تعیین نقاط حادثه‌خیز نیاز به اطلاعات تصادفات به طور دقیق در معابر و تقاطع‌ها است. بدین منظور اطلاعات تصادفات به تفکیک تعداد تصادفات منجر به جرح، تعداد تصادفات منجر به فوت و تعداد تصادفات خسارتی در تقاطع‌ها 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.

برای تعیین روش منتخب شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز برای معابر درون شهری کشور، معیارهای زیر در نظر گرفته شده است:

- در نظر گرفتن شدت تصادفات و نسبت هزینه به فایده اصلاح نقاط حادثه‌خیز
 - وجود داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز و یا قابلیت تهیه و گردآوری داده‌های مورد نیاز با توجه به اطلاعات فرم‌های تصادفات پلیس راهنمایی و رانندگی
 - منطقی بودن فرآیند برای شرایط کشور
 - قابلیت اطمینان داده‌ها
- با استفاده از شاخص‌های عمومی‌ای که در دیگر کشورهای جهان پذیرفته شده است و با توجه به شرایط و نحوه ثبت اطلاعات در ایران و معیارهای ذکر شده در فوق، تعریف نقاط حادثه‌خیز در معابر درون شهری کشور به صورت زیر ارائه می‌شود:

تقاطع‌ها و قطعاتی از راه به طول ۳۰۰ متر که در آن یکی از موارد زیر رخ داده باشد نقطه حادثه‌خیز 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

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. 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 به منظور شناسایی نقاط دارای پتانسیل ایجاد حادثه استفاده نمود.

۳-۲- ارائه روش اولویت بندی نقاط حادثه خیز

پس از شناسایی نقاط حادثه خیز، این نقاط می‌بایست اولویت بندی گردند. با بررسی روش‌های اولویت بندی نقاط حادثه خیز و با توجه به شرایط و نحوه ثبت اطلاعات تصادفات در ایران و معیارهای ذکر شده در بند قبل، دو روش نرخ- شدت تصادفات و تعداد- شدت تصادفات برای اولویت بندی نقاط حادثه خیز در معابر دورن شهری کشور مناسب به نظر می‌رسد. این دو روش در بخش‌های قبلی به اختصار مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه توضیحات تکمیلی در مورد روش‌های مذکور برای شرایط کشور ایران ارائه می‌گردد.

۳-۲-۱- روش نرخ- شدت تصادفات

جزئیات و فرمول محاسبه این شاخص در بند (۲-۵) ارائه گردید. نکته مهم در این روش تعیین میانگین ترافیک روزانه (ADT) و ضرایب شدت تصادفات درون شهری برای شهرهای کشور می باشد.

الف) روش محاسبه ADT معادل

به منظور محاسبه ADT جهت سهولت آمارگیری می‌توان از عدد حجم ترافیک ساعت اوج 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:

$$ADT = \text{حجم ترافیک عبوری در ساعت اوج} \times 10 \quad (5)$$

همچنین به منظور کاهش تمرکز این روش بر نقاط کم تردد، پس از بدست آوردن ADT معابر و تقاطع‌ها، داده‌های حجم ترافیک مرتب 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 راهنمای بهبود ایمنی راه‌ها در آمریکا، با توجه به هزینه تصادفات فوتی، جرحی و خسارتی، ضرایب شدت معادل فقط خسارتی برای 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.

برای محاسبه ضریب شدت تصادفات درون شهری در کشور نیاز به هزینه تصادفات فوتی، جرحی و خسارتی می‌باشد. آیتی در سال ۱۳۸۷ به محاسبه این هزینه پرداخته است [۱۴]. بر این اساس 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 ۸۴ و برای تصادفات منجر به جرح، ضریب ۳ پیشنهاد می‌گردد.

۳-۲-۲- روش تعدد- شدت تصادفات

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 I با توجه به تعداد و شدت تصادفات تعیین می‌شود. مقدار این شاخص از رابطه (۶) بدست می‌آید. در واقع رابطه (۳) در بند ۴-۲ برای شرایط کشور ایران به رابطه (۶) تبدیل می‌شود. سپس نقاط حادثه‌خیز بر اساس مقدار این شاخص از زیاد به کم مرتب شده و اولویت‌بندی می‌شوند.

$$I = (84 \times N_f) + (3 \times N_i) + N_p \quad (6)$$

که در آن N_f : تعداد تصادفات منجر به فوت، N_i : تعداد تصادفات منجر به جرح، N_p : تعداد تصادفات خسارتی و I : شاخص نقاط حادثه‌خیز می‌باشد.

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و وضعیت در دسترس بودن اطلاعات تصادفات موجود در کشور و معیارهای ارائه شده، در صورت در دسترس نبودن اطلاعات حجم تردد، بهترین و منطقی‌ترین روش برای شرایط کشور ایران اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز استفاده از روش تعداد- شدت تصادفات است.

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

الف) 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.

ب) نقاط حادثه‌خیز به دو دسته تقاطع‌ها و قطعاتی از معابر به طول ۳۰۰ متر تفکیک شده‌اند. به این صورت بعضی از اشکالات ذکر شده برای این 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 می‌شد که نتایج بسیار متفاوتی را ایجاد می‌نمود.

ج) ممکن است این روش تاکید بیش از حد بر معابری با تعداد کم تصادفات شدید داشته باشد. بدین منظور همانطور که در بند ۳-۲-۱ ذکر شد، ضرایب شدت حوادث ترافیکی با توجه به شرایط و هزینه‌های مترتب بر هر نوع تصادف ترافیکی درون شهری محاسبه شده است.

۴- مطالعه موردی: منطقه ۴ شهرداری تهران

منطقه ۴ به عنوان یکی از پرجمعیت‌ترین، وسیع‌ترین، مهاجرپذیرترین و پر ساخت و سازترین مناطق تهران شناخته شده است که دارای ۶۳ کیلومتر بزرگراه، ۵۵ کیلومتر شریانی درجه ۱، ۲۷ کیلومتر شریانی درجه ۲ و ۴۱۰ کیلومتر خیابان جمع و پخش کننده و محلی است و بیشترین طول شبکه معابر و بزرگراه‌های مناطق شهر تهران را دارا می‌باشد. آمار و اطلاعات تصادفات منطقه ۴ شهرداری تهران در ۳ سال متوالی (از سال ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰) به تفکیک شدت تصادفات در هر معبر و تقاطع‌های سطح منطقه، تهیه گردید. سپس با توجه به طول معابر بزرگراهی و شریانی درجه ۱ و ۲ منطقه، تعداد قطعات ۳۰۰ متری معابر تعیین گردید.

با استفاده از رابطه زیر شاخص نقاط حادثه‌خیز برای هر تقاطع و قطعاتی به طول تقریبی ۳۰۰ متر محاسبه و داده‌ها بر اساس این شاخص به صورت نزولی مرتب شده‌اند. سپس با استفاده از شاخص‌های شناسایی نقاط حادثه‌خیز (بند ۳-۱) نقاط غیر حادثه‌خیز حذف گردیده است. بدین ترتیب نقاط حادثه‌خیز به ترتیب اولویت بدست آمده است.

$$I_i = \frac{(84 \times N_f + 3 \times N_i + N_p)}{T} \quad (7)$$

در رابطه (۷)، T : تعداد قطعات راه به طول حدود ۳۰۰ متر می‌باشد و برای تقاطع‌ها این عدد ۱ لحاظ شده است. سایر پارامترهای رابطه فوق در بند (۳-۲-۲) تعریف گردیده است.

در جدول (۳) خلاصه‌ای از نتایج نهایی شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز منطقه ۴ شهرداری تهران ارائه شده است.

جدول (۳) - خلاصه نتایج شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در منطقه ۴ شهرداری تهران

اولویت	معبّر / تقاطع	طول (کیلومتر)	تعداد قطعات به طول ۳۰۰ متر	تعداد تصادف خسارتی	تعداد تصادف جرحی	تعداد تصادف فوتی	مجموع تصادفات	شاخص I _a
۱	تقاطع استقلال - هنگام	-	۰	۱۷۴	۱۸	۰	۱۹۲	۲۲۸
۲	میدان رسالت	-	۰	۱۵۱	۲۵	۰	۱۷۶	۲۲۶
۳	خ موسوی، خ گلستان ۵	-	۰	۱۲۵	۱۴	۰	۱۳۹	۱۶۷
۴	خ رسالت	۹,۵۷	۳۲	۲۶۳۳	۴۷۴	۸	۳۱۱۵	۱۴۷
۵	خ دماوند	۴,۳۶	۱۵	۶۷۹	۱۹۸	۱۱	۸۸۸	۱۴۶
۶	فلکه سوم تهرانپارس	-	۰	۱۰۰	۱۱	۰	۱۱۱	۱۳۳
۷	خ باقری	۳,۶۸	۱۲	۷۹۴	۱۸۰	۳	۹۷۷	۱۳۲
۸	تقاطع دماوند - بابایی	-	۰	۲۸	۴	۱	۳۳	۱۲۴
۹	خ استخر	۲,۴	۸	۶۰۶	۱۰۰	۱	۷۰۷	۱۲۳
۱۰	میدان شاهد	-	۰	۲۴	۵	۱	۳۰	۱۲۳
۱۱	خ تیرانداز	۰,۸۹	۳	۲۳۶	۴۰	۰	۲۷۶	۱۱۹
۱۲	خ امام علی (ع)	۵,۵۱	۱۸	۸۸۲	۲۲۰	۶	۱۱۰۸	۱۱۴
۱۳	تقاطع حکیمیه - بهار	-	۰	۷۱	۱۳	۰	۸۴	۱۱۰
۱۴	خ صیاد شیرازی	۵,۸	۱۹	۹۹۴	۲۲۴	۵	۱۲۲۳	۱۰۹
۱۵	خ ریحانی	۰,۹۳	۳	۲۳۸	۲۹	۰	۲۶۷	۱۰۸
۱۶	میدان هروی	-	۰	۷۶	۱۰	۰	۸۶	۱۰۶
۱۷	تقاطع بومهن - توحید	-	۰	۸۳	۷	۰	۹۰	۱۰۴
۱۸	تقاطع جشنواره - سجده ای	-	۰	۷۰	۱۱	۰	۸۱	۱۰۳
۱۹	میدان امید	-	۰	۷۸	۸	۰	۸۶	۱۰۲
۲۰	خ وفادار	۲,۲۴	۷	۲۶۸	۷۶	۲	۳۴۶	۹۵

همان‌گونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، مهم‌ترین تقاطع‌ها حادثه‌خیز منطقه چهار تهران، تقاطع‌ها استقلال - هنگام، میدان رسالت، فلکه سوم تهرانپارس، تقاطع دماوند - بابایی و میدان شاهد می‌باشند. از نکات قابل توجه این است که علیرغم در نظر گرفتن ضریب ۸۴ برای تصادفات درون‌شهری منجر به فوت، (که در گذشته ۹ بوده است) سه مورد اول نقاط حادثه‌خیز (تقاطع‌های استقلال - هنگام، میدان رسالت، فلکه سوم تهرانپارس) فاقد تصادف منجر به فوت هستند و فقط به دلیل تعداد بالای تصادفات منجر به جرح یا خسارتی جزو نقاط حادثه‌خیز اول قرار گرفته‌اند.

ده معبر اول حادثه‌خیزی که در این مطالعه شناسایی گردیدند به ترتیب، رسالت، دماوند، باقری، استخر، تیرانداز، امام‌علی، صیاد شیرازی، ریحانی، وفادار و فرجام می‌باشند. از نکات مهمی که در این مطالعه به آن توجه ویژه‌ای شده است، در نظر گرفتن معبر به صورت قطعاتی به طول ۳۰۰ متر است. بدین منظور در اولویت‌بندی، میانگین تعداد تصادفات در قطعات ۳۰۰ متری معبر استفاده شده است که منجر به امکان مقایسه حادثه‌خیزی معابر در یک طول مشخص (قطعات ۳۰۰ متری) با یکدیگر شده است.

۵- نتیجه گیری

بر اساس آمار پزشکی قانونی کشور، در سال ۱۳۹۳، ۴۵۸۴ نفر در تصادفات درون‌شهری، ۱۰۹۵۱ نفر در تصادفات برون‌شهری و ۱۲۵۲ 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. با توجه به تعداد بالای تصادفات جرحی و فوتی در کشور و حجم بالای راه‌های درون و برون‌شهری، جهت تخصیص بهینه منابع برای ایمن‌سازی معابر، نیاز به روشی بهینه برای تشخیص و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز می‌باشد. در این مطالعه روشی برای شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در معابر درون‌شهری کشور ارائه و شبکه معابر منطقه ۴ شهرداری تهران به عنوان مطالعه موردی بررسی شده است. مهم‌ترین نتایج حاصل از این مطالعه عبارتند از:

۱- برای تعیین روش منتخب شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در معابر درون‌شهری کشور، می‌بایست معیارهای زیر در نظر

گرفته شود:

- در نظر گرفتن شدت تصادفات و نسبت هزینه به فایده اصلاح نقاط حادثه‌خیز
- وجود داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز و یا قابلیت تهیه و گردآوری داده‌های مورد نیاز با توجه به اطلاعات فرم‌های تصادفات پلیس راهنمایی و رانندگی
- منطقی بودن فرآیند برای شرایط کشور
- قابلیت اطمینان داده‌ها

۲- با استفاده از شاخص‌های عمومی‌ای که در دیگر کشورهای جهان پذیرفته شده است و با توجه به شرایط و نحوه ثبت اطلاعات در ایران و معیارهای ذکر شده در فوق، تقاطع‌ها و قطعاتی از راه درون‌شهری به طول ۳۰۰ متر که در آن یکی از موارد زیر رخ داده باشد نقطه حادثه‌خیز 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
- ۳- 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. 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 به منظور شناسایی نقاط دارای پتانسیل ایجاد حادثه استفاده نمود.

۴- با بررسی روش‌های اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز و با توجه به شرایط و نحوه ثبت اطلاعات تصادفات در ایران و معیارهای ذکر شده در بند قبل، دو روش نرخ- شدت تصادفات و تعداد- شدت تصادفات برای اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در معابر دورن‌شهری کشور مناسب به نظر می‌رسد.

۵- نتایج این مطالعه در مورد تقاطع‌های منطقه ۴ شهرداری تهران بیانگر آن است که تقاطع‌های استقلال- هنگام، میدان رسالت، فلکه سوم تهران‌پارس، تقاطع دماوند- بابائی و میدان شاهد به ترتیب ۵ تقاطع اول حادثه‌خیز این منطقه می‌باشند. از نکات قابل توجه این است که علیرغم در نظر گرفتن ضریب ۸۴ برای تصادفات درون‌شهری منجر به فوت، (که در گذشته ۹ بوده است) سه مورد اول نقاط حادثه‌خیز (تقاطع‌های استقلال- هنگام، میدان رسالت، فلکه سوم تهران‌پارس) فاقد تصادف منجر به فوت هستند و فقط به دلیل تعداد بالای تصادفات منجر به جرح یا خسارتی جزو نقاط حادثه‌خیز اول قرار گرفته‌اند.

۶- معابر رسالت، دماوند، باقری، استخر، تیرانداز، امام‌علی، صیاد شیرازی، ریحانی، وفادار و فرجام به ترتیب ده معبر اول حادثه‌خیز منطقه ۴ شهرداری تهران هستند که در این مطالعه شناسایی و اولویت‌بندی گردیدند. از نکات مهمی که در این مطالعه به آن توجه ویژه‌ای شده است، در نظر گرفتن معبر به صورت قطعاتی به طول ۳۰۰ متر است. بدین منظور در اولویت‌بندی، میانگین تعداد تصادفات در قطعات ۳۰۰ متری معبر استفاده شده است که منجر به امکان مقایسه حادثه‌خیزی معابر در یک طول مشخص (قطعات ۳۰۰ متری) با یکدیگر شده است.



۶- مراجع

۱. <http://www.who.int/roadsafety/en/>
۲. <http://hamshahronline.ir/details/۱۲۱۷۹۱>.
۳. گزارش سازمان پزشکی قانونی کشور از آمار متوفیات و مصدومین ناشی از حوادث رانندگی در سال ۱۳۹۳.
۴. Jacobs, G. D. and Sayer, I. (۱۹۸۳) Road Accidents in Developing Countries, Accident Analysis and Prevention, Vol. ۱۵, No. ۵.
۵. بررسی دلایل و هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی حوادث رانندگی در کشور (۱۳۹۲) دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
۶. K.Geurts, G.Wets, (۲۰۰۳) Black Spot Analysis Methods: Literature Review, Steunpunt Verkeersveiligheid, RA-۲۰۰۳-۰۷
۷. زایر زاده، ع، بهنیا، ک (۱۳۸۵) روش گام به گام ایمن سازی و انجام تحقیقات در مورد نقاط حادثه خیز و مطالعه موردی چند نقطه حادثه خیز استان خراسان، هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، ایران.
۸. Meuleners L, Fraser (۲۰۰۸) Review of the WA State black spot program: a literature review of Australian and International black spot programs, Curtin University of Technology.
۹. State Black Spot Program Guidelines (۲۰۱۱) Government of South Australia.
۱۰. Safety Design Operational Practices for Street and Highway (۱۹۸۲) Texas Transportation Institute.
۱۱. روش‌های ثبت تصادفات و شناسایی نقاط پرتصادف (۱۳۸۶) پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی.
۱۲. Agent, K.R. (۱۹۹۳) Evaluation of the high-accident location spot-Improvement program in Kentucky, Kentucky Bureau Highways, Res. Rept. ۳۵۷.
۱۳. دستورالعمل شناسایی و اولویت بندی نقاط حادثه خیز (۱۳۹۲) مهندسین مشاور رهیافت اندیشه فردا، معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.
۱۴. آیتی، ا. هزینه اقتصادی تصادفات درون شهری در ایران (۱۳۸۷) مجله علمی پژوهشی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۸.
۱۵. Geurts, K., Wets G., Brijis T. and K. Vanhoof (۲۰۰۳) Profiling high frequency accident locations using association rules. In Proceedings of Transportation Research Board (CDROM), Washington, USA, ۱۱-۱۶ January.
۱۶. McGuigan, D.R.D. (۱۹۸۱), The use of relationships between road accidents and traffic flow in black-spot identification. Traffic Engineering and Control, ۲۲ (۸-۹), ۴۴۸-۴۵۳.