

اولویت‌بندی اصلاح نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای بر اساس ممیزی ایمنی راه (مطالعه موردی مسیر بین شهرستان‌های خرم‌آباد و الشتر استان لرستان)

سید جعفر حجازی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران
 مهدی علی پور*، کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه شهید چمران اهواز، خوزستان، ایران
 پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Dr.mehdialipour@gmail.com

دریافت: ۹۵/۰۵/۲۵ - پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۰

چکیده

حمل و نقل از ابتدای تاریخ بشر، نقشی اساسی در شکل‌دهی جوامع انسانی و توسعه اقتصادی آن‌ها ایفا نموده است و در عصر حاضر نیز شریان‌های ارتباطی، زیربنای اقتصاد هر کشوری را تشکیل می‌دهد. توسعه پایدار، حمل و نقل سریع و ایمن نیز همانند سایر ابعاد زندگی بشر هنگامی تبلور پیدا می‌کند که به صورت نظام‌مند و بر اساس منطق علمی پایه‌ریزی شده باشد. امروزه، موضوع تأمین تردد ایمن در سطح شبکه راه‌های درون‌شهری و برون‌شهری یکی از اصول اساسی حاکم بر مهندسی راه، ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل است. عدم وجود ایمنی، به خصوص در جاده‌های برون‌شهری، باعث بروز حوادث ناگواری می‌شود که معمولاً با کشته یا زخمی شدن انسان‌ها همراه است. با توجه به خسارات جانی و مالی فراوانی که تصادفات جاده‌ای بر جوامع بشری تحمیل می‌کند، در نظر گرفتن مبحث ایمنی به عنوان اولویت اول در برنامه‌های مدیریت حمل و نقل و همچنین کاربری زمین، کار معقول و پسندیده‌ای به حساب می‌آید. بازدید ایمنی راه، بررسی میدانی و منظم راه موجود توسط متخصصان واجد شرایط و دارای صلاحیت به منظور ارتقاء کیفیت ایمنی فیزیکی راه با شناسایی مشکلات و نواقصی می‌باشد که ممکن است در کاهش ایمنی عبور و مرور سهیم باشند. در کشور ما روشی مدون برای نحوه بازرسی و یک شاخص عددی که قطعات مختلف راه‌ها را با یکدیگر مقایسه نماید وجود ندارد. در بازرسی‌های ایمنی راه در سطح جهانی، روشی به نام شاخص خطر برای رتبه‌بندی نقاط راه‌های دوخطه دوطرفه مورد استفاده قرار می‌گیرد که از ترکیب نتایج حاصل از بازرسی راه، ارزیابی سازگاری طرح هندسی راه و میزان در معرض خطر قرارگیری کاربر به دست می‌آید. در این مقاله بخش‌های مستعد تصادف در مسیر بین شهرستان‌های خرم‌آباد و الشتر استان لرستان بر اساس بازرسی ایمنی راه مورد بررسی قرار گرفته و رتبه‌بندی شده است.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل، نقاط حادثه‌خیز، تصادفات، اولویت‌بندی اصلاح نقاط، ایمنی

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین پارامترها در حمل و نقل، ایمنی مسیر است. از این رو انتخاب یک مسیر مناسب، که امکان ترانزیت ایمن کالا و یا محوله را فراهم آورد از اهمیت شایانی برخوردار است. در این بین شناسایی نقاط حادثه‌خیز مسیر و رفع آن تا حد قابل توجهی در بالا بردن ضریب ایمنی مسیر مؤثر خواهد بود. با

دانستن این مطلب که هزینه تصادفات جاده‌ای حدود ۱ درصد سرمایه و منابع سالیانه تولید ناخالص ملی کشورهای در حال توسعه را تشکیل می‌دهد، اهمیت این موضوع بیشتر آشکار می‌شود. به‌طور کلی خطای راننده با ۷۵ تا ۸۰ درصد، جاده‌ها با ۱۰ تا ۱۵ درصد و وسیله نقلیه حدود ۱۰ درصد عوامل مؤثر بر

کوشش فرآینده کارشناسان ایمنی و دست اندرکاران را می‌طلبد. این بازدید به صورت بازدید جاری، دوره‌ای و ویژه علاوه بر فعالیت‌های مرسوم نگهداری راه صورت می‌پذیرد. بازدید ایمنی راه در کنار نظام بازرسی ایمنی راه، مدیریت نقاط پر تصادف و نظام مدیریت ایمنی شبکه راه‌ها، از ابزارهای اصلی بهبود فیزیکی ایمنی راه‌ها محسوب می‌گردد. متولیان نگهداری و بهره‌برداری راه‌ها که وظیفه نگهداری و تأمین ایمنی راه‌های تحت مسئولیت خود را دارا می‌باشند و هزینه‌های انجام بازدید ایمنی راه را تقبل و مدیریت می‌نمایند، به عنوان کارفرمای بازدید ایمنی راه شناخته می‌شوند. بازرسی ایمنی راه و بازدید ایمنی راه ماهیت مشابهی دارند، لیکن بازرسی ایمنی راه در مرحله طراحی تا احداث قبل از بهره‌برداری از راه مورد اقدام قرار می‌گیرد، درحالی‌که بازدید ایمنی برای ارتقاء کیفیت ایمنی در راه‌های موجود می‌باشد. بازدید جاری ایمنی راه ماهیتی کنترلی بر الزامات اصلی مورد نیاز برای تأمین ایمنی فیزیکی راه داشته و عمدتاً برای شناسایی مشکلات و نواقصی از راه است که به تجدید یا تعویض فوری نیازمند می‌باشند. شناسایی تجهیزاتی که در اثر وقوع تصادفات نیاز به تعمیر یا بازسازی دارند، تمیزی و واضح بودن علائم ترافیکی، تشخیص فرسودگی و غیرقابل استفاده بودن بعضی از علائم و مسیرنماها و شناسایی علائم و تجهیزات قدیمی که در وضعیتی نامناسب در راه قرار گرفته‌اند، از مهم‌ترین اهداف بازدید جاری ایمنی راه‌ها می‌باشد. به دلیل نقص کلی داده‌های قابل اعتماد در مورد تصادفات جاده‌ای و گاهی به دلیل کم بودن اطلاعات در مورد تصادفات قابل پیشگیری، بازرسی ایمنی راه در بسیاری کشورها مورد توجه واقع شده است. شاخص‌های متفاوتی نیز برای کمی کردن مفهوم خطر و شناسایی نقاط مستعد تصادف تعریف شده است (بابائی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲- اهمیت بازرسی ایمنی راه

بازرسی ایمنی راه یک فرآیند نظام‌مند و رسمی برای تجزیه و تحلیل مسایل و مشکلات ایمنی یک پروژه جدید و یا یک راه موجود است که توسط یک تیم بازرسی مجرب، مستقل و با صلاحیت از متخصصان ایمنی راه با در نظر گرفتن ایمنی تمام کاربران راه است که در آن، تیم بازرسی درباره شرایط بالقوه وقوع

تصادفات می‌باشد که عامل وسیله نقلیه در مقابل دو عامل دیگر از اهمیت کمتری برخوردار است. حوادث ناشی از رانندگی هر ساله جان تعداد زیادی از افراد جهان را می‌گیرد. از نظر تعداد قربانیان حوادث رانندگی، متأسفانه ایران با بیش از ۲۶ هزار نفر کشته در سال بالاترین رتبه را در چند سال اخیر به خود اختصاص داده است. بر اساس اعلام سازمان پزشکی قانونی کشور از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ تعداد ۲۵۸ هزار و ۲۹۹ نفر در تصادفات جاده‌ای ایران کشته و ۲ میلیون و ۵۳۸ هزار و ۸۱۵ نفر مجروح شده‌اند.

با توجه به این نکته که ۸۰ درصد ترافیک کشور و ۷۵ درصد تصادفات بر روی ۲۰ درصد از جاده‌های بین شهری و بین استانی رخ (سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، سال ۱۳۸۸) و این‌که اکثر تصادفات بر روی ۱۶ هزار و ۸۰۰ کیلومتر از مجموع ۸۵ هزار کیلومتر راه‌های بین شهری و بین استانی کشور رخ می‌دهد، تحقیق و سرمایه‌گذاری بیشتر در این مورد ضروری به نظر می‌رسد.

هزینه‌های گزاف اجتماعی و اقتصادی تصادفات جاده‌ای و آثار غیر قابل جبران روانی آن بر روی افراد و جوامع، شناسایی دقیق عوامل ایجاد تصادف و نحوه جلوگیری از آن‌ها را به یکی از مهم‌ترین موضوع‌های تحقیقات علمی تبدیل کرده است. از جمله اقدامات مهم و ضروری در این زمینه، ارایه روش‌های مختلفی برای شناسایی و اولویت‌بندی قطعات تصادف‌خیز و رفع تصادف‌خیزی از این قطعات است که در صورت انجام دقیق و درست آن، می‌توان تا حد زیادی از وقوع تصادفات جلوگیری کرد. زیرا به دلیل محدودیت‌های بودجه و اجرایی، امکان ایمن‌سازی کلیه قطعات تصادف‌خیز وجود ندارد و لازم است تا با مدیریت صحیح نسبت به رفع حادثه‌خیزی قطعات با اولویت بالاتر، اقدامات لازم انجام شود. بررسی‌ها نشان داده است اغلب مشکلات ایمنی موجود در پروژه‌های راه ریشه در زمان مطالعه، طراحی و ساخت دارد به همین خاطر در یک دهه گذشته فرآیندی برای کنترل طراحی و اجرای پروژه‌های راه به لحاظ رعایت اصول ایمنی و پیشگیری از بروز مشکلات ایمنی پس از بهره‌برداری آن‌ها در اغلب کشورهای دنیا شکل گرفته است که به نام بازرسی ایمنی راه یا ممیزی ایمنی راه ۱ مشهور گردیده است.

با توجه به آمار فعلی تصادفات کشور، ایمنی تردد جاده‌ای از مهم‌ترین دغدغه‌های مسئولان بخش حمل و نقل جاده‌ای بوده و

این گزارش، میانگین سنی کشته‌شدگان بین ۱۵ تا ۴۴ سال بیان شده است که از نظر اقتصادی موثرترین افراد جامعه محسوب می‌گردند (آیتی، ۱۳۷۱).

بررسی این آمار در ایران نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۳ بیش از ۲۶۰۰۰ نفر در تصادفات جان خود را از دست داده‌اند. بر اساس همین آمار بیش از ۲۴۵۰۰۰ نفر نیز در این تصادفات دچار جراحت شده‌اند که این آمار تعداد بالای تصادفات را در کشور بیان می‌کند (وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۷۱ و ۱۳۸۲). بر اساس آن چه که اشاره گردید تصادفات جاده‌ای هزینه‌های بسیار سنگینی را به دولت‌ها تحمیل می‌کند که این هزینه‌ها در کشورهای در حال توسعه با توجه به درآمد ناخالص ملی اندک این کشورها باعث ایجاد مشکل در سایر بخش‌ها می‌گردد. در ایران هزینه تصادفات در سال ۱۳۸۱ بالغ بر ۳۰ درصد تولید ناخالص ملی برآورد شده است (آیتی، ۱۳۹۰) که ضرورت بازرسی ایمنی راه را نشان می‌دهد. متمیزی ایمنی راه اهداف مختلف کوتاه مدت و بلند مدتی را دنبال می‌نماید که پیشگیری از وقوع و یا کاهش صدمات ناشی از تصادفات در راه‌ها و کمک به تأمین شبکه راه‌های ایمن و کارآمد، شناسایی و گزارش‌دهی مشکلات تهدیدکننده ایمنی کاربران راه، کمک به طراحی، اجرا و بهره‌برداری پروژه‌ها به ایمن‌ترین حالت ممکن و کاهش نیاز به عملیات اصلاحی پس از ساخت پروژه‌های راه از مهم‌ترین آن‌ها می‌باشد.

۳- پیشینه موضوع در ایران و جهان

بازرسی ایمنی راه دارای تاریخچه‌ای کوتاه ولی اثرگذار است. بازرسی ایمنی راه اولین بار در انگلستان معرفی شد. شروع بازرسی ایمنی راه در انگلستان را به مالکولم بالپیت ۲ و نیز دهه ۱۹۸۰ نسبت می‌دهند. بالپیت از مفاهیمی استفاده نمود که بر روی شبکه راه آهن در دوره پادشاهی ملکه ویکتوریا به کار گرفته می‌شد. در آن زمان، دولت مأمورانی برای بررسی تمام خطوط راه آهن جدید (پیش از گشایش) انتخاب و اعزام می‌کرد. در سال ۱۹۸۷، موسسه راه و ترابری انگلستان ۳ تصمیم گرفت که با اتخاذ تدابیر خاصی تا سال ۲۰۰۰ عوامل حادثه‌ساز در جاده‌ها را به یک سوم کاهش دهد. در سال ۱۹۸۸ موسسه راه و ترابری انگلستان قوانینی برای کاهش تصادفات در جاده‌های جدید الاحداث تصویب نمود.

تصادفات و عملکرد ایمنی پروژه‌ها گزارش می‌دهند. هدف اصلی بازرسی ایمنی راه، تأمین سطح بالایی از ایمنی راه برای همه کاربران راه با حذف و یا محدود نمودن عوامل خطرناک مرتبط با راه است. نتیجه بازرسی ایمنی راه، شناسایی تمام مشکلات بالقوه به همراه پیشنهاداتی در مورد چگونگی بر طرف نمودن این مشکلات می‌باشد. امروزه موضوع تأمین تردد ایمن در سطح شبکه راه‌های درون‌شهری و برون‌شهری یکی از اصول اساسی حاکم بر مهندسی راه، ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل است. عدم وجود ایمنی، به خصوص در جاده‌های برون‌شهری، باعث بروز حوادث ناگواری می‌شود که معمولاً با کشته یا زخمی شدن انسان‌ها همراه است. با توجه به خسارات جانی و مالی فراوانی که تصادفات جاده‌ای بر جوامع بشری تحمیل می‌کند در نظر گرفتن مبحث ایمنی، به عنوان اولویت اول در برنامه‌های مدیریت حمل و نقل و همچنین کاربری زمین، کار معقول و پسندیده‌ای به حساب می‌آید. با توجه به آمار ارایه شده توسط مجامع بین‌المللی، هر ساله بیشتر از ۱۰۱۷ میلیون نفر در سوانح جاده‌ای کشته می‌شوند که ۷۰ درصد آن‌ها مربوط به کشورهای در حال توسعه می‌باشد. همچنین، در این سوانح سالیانه حدود ۱۰ میلیون نفر معلول و یا زخمی می‌شوند که از این دسته نیز سهم کشورهای در حال توسعه بیشتر از کشورهای توسعه یافته می‌باشد (انجمن جهانی ایمنی، ۲۰۰۴).

نکته قابل ذکر اینکه، این آمار هر ساله با توجه به رشد جوامع بشری و نیز توسعه استفاده از اتومبیل در حال افزایش است به طوری که براساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته در سال ۲۰۱۲ در کشورهای در حال توسعه بر اثر سوانح جاده‌ای در حدود ۶ میلیون نفر کشته شده و حدود ۶۰ میلیون نفر زخمی و یا معلول خواهند شد. البته این پیش‌بینی‌ها بر اساس وضع موجود بوده و زمانی به تحقق خواهد پیوست که تا آن زمان، هیچ‌گونه اقدام اصلاحی در زمینه بهبود وضعیت ایمنی راه‌ها صورت نپذیرد. همچنین مطالعات صورت گرفته در زمینه نقش تصادفات جاده‌ای و مرگ و میر در سطح جهان حاکی از آن است که این تصادفات جاده‌ای حتی در کشورهای توسعه یافته صنعتی نیز در صدر علل مرگ و میر بوده و به خصوص، در سنین ۱۵ تا ۲۵ سال بیش از هر عامل دیگری باعث تلفات مردم می‌شود. همچنین، مطالعات سازمان بهداشت جهانی حاکی از آن است که در سال ۲۰۲۰ تصادفات جاده‌ای یکی از سه عامل عمده مرگ و میر در جهان خواهد شد. همچنین در

اطلاعات تصادف می‌باشد. متأسفانه در بسیاری از کشورهای کمتر توسعه یافته اهمیت ثبت دقیق تصادفات برای استفاده‌های آتی تبیین نشده و بانک اطلاعات تصادف آن‌ها دارای نواقص بسیاری است. در کشور ما با طول زیاد راه‌ها و حضور کمتر پلیس در راه‌های با درجه اهمیت پایین‌تر و از همه مهم‌تر عدم ثبت بسیاری از تصادفات که شاکی ندارد (عموماً تصادفات تک وسیله‌ای) باعث می‌شود تا در بسیاری از راه‌ها اطلاعات مناسب برای شناسایی نقاط حادثه‌خیز با روش اول وجود نداشته باشد. این مسائل اهمیت استفاده از بازرسی‌های ایمنی را پررنگ‌تر می‌سازد.

در شیوه پیشگیری (بازرسی ایمنی راه، ویژگی‌هایی از راه که پتانسیل خطر را دارند بررسی و اندازه‌گیری می‌شوند. از دهه ۱۹۶۰ برای کمک به شناسایی نقاط حادثه‌خیز، راهنماهایی نظیر آیین نامه ۱۹۶۷ و ۱۹۷۴ منتشر شده است. در پایان دهه ۱۹۸۰ نیز فرآیند متمایز ایمنی راه معرفی شد. این فرآیند چارچوب ساختاری شناسایی نواقص ایمنی پروژه‌های جدید یا راه‌های موجود را بر اساس تحلیل ویژگی‌های آن‌ها ارائه می‌کند. موضوع تخصیص بودجه بین اقدامات قبل و بعد از وقوع تصادف بحث مهمی برای متولیان ایمنی جاده‌ای شده است. بازرسی‌ها به‌عنوان یک ابزار موثر در بسیاری از ادارات راه در جهان پذیرفته شده و به‌کار برده می‌شود. تحقیقات اخیر در ایتالیا (مونتا، ۲۰۰۵) و کانادا (لئور، ۲۰۰۲) نشان داده است که ارزیابی ایمنی راه همانند روش‌های دیگر شناسایی نقاط حادثه‌خیز می‌تواند موثر باشد. در کشور ما چنین روش‌هایی که به‌صورت مدون نحوه بازرسی را شرح دهد و یک شاخص عددی برای مقایسه فراهم نماید وجود ندارد.

۴- روش‌های اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز

اصولاً به منظور شناسایی نقاط حادثه‌خیز، روش‌های اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز در یک مسیر بر اساس ۲ روش واکنشی یا بر پایه تصادفات ۸ و روش پیش‌گیرانه یا بر پایه مشاهدات ۹ به‌کار می‌رود. تاکنون روش‌های مختلفی مانند روش فراوانی تصادف ۱۰، روش نرخ تصادفات ۱۱، روش هزینه از دست رفته ۱۲، روش چگالی تصادفات ۱۳ و بازرسی ایمنی جاده برای شناسایی و اولویت‌بندی نقاط حادثه‌خیز استفاده شده است. اکثر مدل‌ها و روش‌های نامبرده به‌منظور تعیین نقاط حادثه‌خیز شامل

سرانجام در سال ۱۹۹۰ آیین‌نامه بازرسی ایمنی راه‌های انگلستان تدوین شد. اداره ترانزیت نیوزیلند ۴ در سال ۱۹۹۳ پس از بررسی و مرور تجربیات و روش‌های بازرسی ایمنی راه در دو کشور انگلستان و استرالیا، مجموعه‌ای را با عنوان "خط مشی‌ها و سیاست‌های بازرسی ایمنی" جهت استفاده مسئولان و کارشناسان ایمنی منتشر ساخت. علی‌رغم اینکه ترانزیت نیوزیلند بازرسی ایمنی راه را در ابتدا فقط برای مرحله طراحی پروژه‌های جدید ارایه نمود، ترانسفاند نیوزیلند آن را برای راه‌های موجود توسعه داد و در فوریه ۱۹۹۶، راهنمای فرآیند بازرسی ایمنی راه‌های موجود توسط ترانسفاند را منتشر کرد. استرالیا یکی از پیشگامان بازرسی ایمنی راه‌ها در جهان می‌باشد. در سال ۱۹۹۴ آستروود مجموعه‌ای با نام بازرسی ایمنی راه منتشر نمود. این مجموعه شامل خط‌مشی‌هایی برای برنامه بازرسی ایمنی راه است که چک‌لیست‌های متنوعی را در بر گرفته و با همکاری مؤسسه ترانزیت کشور نیوزیلند تکمیل شده است. این چک‌لیست‌ها جهت اطمینان از در نظر گرفته شدن جوانب ایمنی در هنگام انجام بازرسی ایمنی به‌کار می‌رود. همچنین، این مجموعه در سال ۲۰۰۲ مورد بازنگری قرار گرفت. در کشور مالزی، اولین تلاش برای اجرای بازرسی ایمنی راه در سال ۱۹۹۴ آغاز شد. در سال ۱۹۹۵ آیین‌نامه بازرسی ایمنی راه کشور مالزی زیر نظر بانک جهانی تدوین شد. آیین‌نامه مذکور تمام موارد مربوط به بازرسی ایمنی راه را تشریح کرده است. در ابتدای سال ۱۹۹۸ مؤسسه (MRDC) ۵ یک بودجه کمی به ایالت نیوبرانزویک کانادا برای بازرسی یک پروژه ۱۹۵ کیلومتر و طراحی، ساخت و بهره‌برداری اختصاص داد و اولین مؤسسه در آمریکای شمالی بود که به صورت کامل روند بازرسی ایمنی راه را با روند انجام یک پروژه راه، از مرحله امکان‌سنجی تا مرحله بهره‌برداری، در هم آمیخت (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۶)، به‌طورکلی شناسایی بخش‌های مستعد تصادف راه‌ها یا نقاط حادثه‌خیز به دو شیوه مبتنی بر استفاده از اطلاعات تصادفات پیشین که تاریخچه تصادفات گذشته را به عنوان یک داده ورودی در نظر می‌گیرد و شیوه پیشگیری که بر بررسی مشخصات فیزیکی و بهره‌برداری راه برای معرفی نواقص ایمنی راه‌های موجود تکیه می‌کند. در شناسایی نقاط حادثه‌خیز روش اول مورد تأکید بیشتر محققین قرار گرفته است و توانایی آن برای شناخت نقاط صحیح بیشتر می‌باشد. اما روش اول نیازمند

می‌تواند منجر به کارایی تصادفات کم شدت‌تر شود. وقوع تصادفات مکرر و غیر طبیعی در یک مکان، شاخص خوبی برای نقص ایمنی جاده است که نبایستی از آن چشم‌پوشی کرد. فرآیند کلی این روش به صورت زیر می‌باشد:

- ۱- مکان‌یابی تمام تصادفات گزارش شده در دوره زمانی تحلیل
- ۲- تعیین جوامع مرجع مختلف
- ۳- انتخاب ضرایب وزنی برای هر دسته جراحت
- ۴- برای هر جامعه مرجع انجام می‌شود:

محاسبه شاخص (EPDO) و میانگین (EPDO): (رابطه ۱ و

(۲)

$$EPDO_j = \sum W_i \times f_{ij} \quad (1)$$

که در آن $EPDO_j$ شاخص $EPDO$ مکان j ، W_i ضریب وزنی نوع I تصادف و f_{ij} فراوانی تصادف مکان j و نوع I می‌باشد.

$$\overline{EPDO_j} = \frac{EPDO_j}{f_j} \quad (2)$$

که در آن f_j کل فراوانی تصادف مکان j می‌باشد.

محاسبه میانگین $EPDO$ در جامعه مرجع: (رابطه ۳)

$$\overline{EPDO_{rp}} = \frac{\sum \sum W_i \times f_{ij}}{\sum f_i} \quad (3)$$

که در نهایت مقطعی که میانگین $EPDO$ آن‌ها از دو برابر میانگین $EPDO$ در جامعه مرجع (یعنی آستانه مجاز) بیشتر باشد $IT = 2 \times \overline{EPDO_{rp}}$ ، به عنوان یک نقطه حادثه‌خیز معرفی می‌شوند (مقدار آستانه مجاز می‌تواند بنا به نظر کارشناس تغییر کند). از جمله مزایای این روش می‌توان به حساب آمدن شدت تصادفات و سادگی معیار و معایب این روش به حساب نیامدن ترافیک در معرض قرار گرفته، به حساب نیامدن ماهیت تصادفی تصادفات، تورش به سمت مکان‌های با سرعت بالا

نواقصی هستند که باعث شده فاکتورهای اصلی حمل و نقل را پوشش ندهند. با این وجود بازرسی ایمنی راه نسبت به سایر روش‌های نامبرده به دلیل اینکه به واقعیت نزدیک‌تر است و عواملی نظیر نوع وسایل نقلیه، حجم ترافیک، خصوصیات هندسی مسیر و سایر فاکتورهای تاثیرگذار بر ایمنی مسیر را در بر می‌گیرد از ارجحیت برخوردار است و می‌توان از آن به عنوان روشی سودمند در این زمینه استفاده شود. در بازرسی ایمنی راه معمولاً روش شاخص همسنگ خسارت مالی به کار می‌رود که ضمن بررسی معایب و مزایای این روش شاخص خطر نیز بررسی می‌شود.

۵- روش شاخص همسنگ خسارت مالی

(شاخص EPDO ۱۴)

ادارات راه و شهرسازی استان‌ها برای شناسایی نقاط حادثه‌خیز از روش شاخص همسنگ خسارت مالی (EPDO) استفاده می‌کنند. در 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. لذا یک تصادف با دو مجروح سرپایی و سه مجروح شدید، یک تصادف شدید محسوب می‌شود. یک تصادف که سه مجروح شدید دارد نیز یک تصادف شدید محسوب می‌شود. تاکنون ضرایب وزنی مختلفی پیشنهاد شده است و برای نمونه آگن (۱۹۷۳) ضرایب زیر را پیشنهاد می‌کند:

- تصادف منجر به فقط خسارت مالی: ۱
- تصادف با جراحات خفیف: ۳.۵
- تصادف با جراحات شدید یا مرگ و میر: ۹.۵

ضرایبی که در حال حاضر در وزارت راه و شهرسازی کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد برای تصادفات منجر به مرگ ۹، برای تصادفات جرحی ۳ و برای تصادفات خسارتی ۱ است. ضرایب وزنی به هر دسته از تصادفات، معمولاً بیانگر هزینه واقعی آن‌هاست. مقادیر پیشنهادی آگن (۱۹۷۳) هنوز هم در آمریکای شمالی استفاده می‌شود. مقادیر مشابه برای شدت تصادفات اگر چه بزرگ‌تر در نظر گرفته می‌شوند، اما دور از واقعیت نیستند. استفاده از ضرایب وزنی که متناسب با هزینه‌های واقعی تصادفات است،

شاخص فراوانی تصادف بستگی به ویژگی‌های قطعه دارد و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$RSIAF \times GDAF = \text{شاخص فراوانی تصادف} \quad (6)$$

که در آن $RSIAF$ فاکتور فراوانی تصادف ناشی از بازرسی ایمنی راه و $GDAF$ فاکتور فراوانی تصادف ناشی از ارزیابی سازگاری طرح هندسی می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$RSIAF = \prod_{j=1}^l AF_j \quad (7)$$

$$AF_j = 1 + WS_j \times \Delta AF_j \times P_j \quad (8)$$

$$WS_j = \frac{1}{2 \times n \times m_j} \times \sum_{i=1}^{m_j} \sum_{k=1}^{2 \times n} S_{ik} \quad (9)$$

که در آن S_{ik} امتیاز زیربخش مشکل ایمنی i در واحد بازرسی k ، تعداد واحدهای بازرسی که یک قطعه را تشکیل می‌دهند، m_j تعداد زیربخش‌های مشکل ایمنی j ، عدد ۲ نشان‌دهنده دو جهت بازرسی، WS_j امتیاز وزن دار مشکل ایمنی j ، AF_j فاکتور فراوانی تصادف مربوط به مشکل ایمنی j ، ΔAF_j افزایش نسبی تخمین زده شده در ریسک تصادف در اثر مشکل ایمنی j ، P_j سهم انواع تصادفاتی از کل تصادفات که توسط عامل j تحت تاثیر قرار می‌گیرند و l تعداد مشکلات ایمنی (در این مدل برابر با ۸) است.

کافیسو و همکارانش در سال ۲۰۰۶ با بررسی وسیعی از سوابق تحقیقات انواع مشکلات و سهم آن‌ها را به صورت جداول (۱) و (۲) معرفی کرده‌اند. در این روش مشکلات ایمنی با سه نوع امتیاز، ۱ برای "سطح بالای مشکل ایمنی"، ۰.۵ برای "سطح پایین مشکل ایمنی" و صفر برای "عدم وجود اشکال" نمره‌دهی می‌شوند. در یک طرح سازگار راه المان‌های متوالی راه طوری هماهنگ هستند

(جاده‌های برون شهری) اشاره کرد. در این روش نرخ بحرانی تصادف با ضریب اطمینان ۸۵ درصد محاسبه می‌شود. مقدار آستانه مجاز روش فراوانی تصادف برابر $(I_T = f_{rp})$ ، روش نرخ تصادف برابر $(I_T = R_{rp})$ و روش EPDO برابر $(IT = \overline{EPDO}_{rp})$ در نظر گرفته می‌شود.

۶- معرفی شاخص خطر

در یک پروژه تحقیقاتی، کافیسو و همکارانش در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ و لام و همکارانش در سال ۱۹۹۹، یک پروسه ارزیابی کمی ایمنی برای شناسایی و رتبه‌بندی قطعات راه را ارائه کرده‌اند. آن‌ها نشان دادند که با وجود ماهیت ذهنی و شخصی بودن بازرسی‌های ایمنی، بین رتبه‌بندی نقاط بر اساس شاخص خطر تعریف شده با رتبه‌بندی نقاط به روش بی‌زین تجربی از نظر آماری سطح معنی‌دار هماهنگی وجود دارد. در این روش بازرسی‌ها با استفاده از چک‌لیست‌های مربوط به ویژگی‌های اصلی راه انجام می‌شود. چک‌لیست‌ها برای دو جهت راه و معمولاً در گام‌های ۲۰۰ متری پر می‌شوند. شاخص خطر (HI)، از سه مولفه کلی خطر شامل در معرض خطر قرار گرفتن کاربران راه، احتمال درگیر شدن در تصادف (شاخص فراوانی تصادف) و شرایط منتهی از تصادف (شاخص شدت تصادف) تشکیل می‌شود:

$$HI = \text{شاخص شدت تصادفات} \times \text{شاخص فراوانی تصادف} \times \text{شاخص میزان در معرض خطر قرارگیری} \quad (4)$$

۶-۱- شاخص میزان در معرض خطر قرارگیری

هرچه تعداد وسایل نقلیه و طول یک قطعه راه بیشتر باشد، ریسک تصادف برای کاربر راه و در نتیجه تعداد تصادفات محتمل در آن قطعه بیشتر می‌شود. شاخص میزان در معرض خطر قرارگیری توسط رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$L \times AADT = \text{شاخص در معرض خطر قرارگیری} \quad (5)$$

که در آن L طول قطعه راه (کیلومتر) و $AADT$ متوسط سالیانه ترافیک روزانه بر حسب ۱۰۰۰ وسیله در روز می‌باشد.

۶-۲- شاخص فراوانی تصادف

$$V_{85} = 82.76 - 0.45 \times CD \quad (11)$$

(محیط کوهستانی)

$$CD = \frac{360 \times 100}{2 \times \pi \times R} \quad (12)$$

که در آن CD درجه انحنای صد قسمتی و R شعاع قوس بر حسب متر می‌باشد. با توجه به نگرانی‌های ایمنی در رابطه با بخش‌های مستقیم طویل و کوتاه این موارد نیز باید سازگاری آن کنترل شود. برای جلوگیری از خستگی و خیرگی ناشی از چراغ وسایل نقلیه روبرو در شب استانداردها یک ماکزیمم طول مستقیم معادل ۲۲ برابر سرعت طرح (km/h) بر حسب متر را پیشنهاد می‌کنند. حداقل طول مستقیم نیز معمولاً بر اساس سرعت طرح تعریف می‌شود. به‌عنوان مثال استاندارد ایتالیا مقادیر حداقلی ۵۰، ۹۰ و ۱۵۰ متر را برای سرعت طرح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت تعریف کرده است. فاکتور فراوانی تصادف مربوط به طرح هندسی ($GDAF$) به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$GDAF = 1 + WS_{GD} \times \Delta AF_{GD} \times P_{GD} \quad (13)$$

که در آن WS_{GD} امتیاز وزنی مربوط به مشکلات طرح هندسی، ΔAF_{GD} افزایش نسبی در خطر تصادف بر اثر مشکلات طرح هندسی، P_{GD} نسبت تصادفات تحت تاثیر مشکل طرح هندسی می‌باشد. برای یک مقطع راه با V المان طرح هندسی، امتیاز وزنی از طریق یک متوسط وزنی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$WS_{GD} = \frac{\sum_{l=1}^V GDS_l \times L_l}{\sum_{l=1}^V L_l} \quad (14)$$

که در آن L_l طول المان هندسی l و GDS_l امتیاز طرح هندسی المان l می‌باشد.

که عملکرد یکنواخت راننده را در طول راه ایجاد می‌کنند. طرح هندسی راه با ناسازگاری‌های زیاد موجب می‌شود که رانندگان دائماً سرعت خود را تغییر دهند تا در المان‌های خاص قرارگیری ۱۷ راه (قوس یا مسیر مستقیم) به صورت ایمن رانندگی کنند. بدین ترتیب اهمیت تعریف ناسازگاری‌های راه و سهم آن در ایمنی راه به‌عنوان یک ویژگی مهم در طرح هندسی راه مشخص می‌شود. برای کنترل سازگاری قوس‌ها یک مقیاس ایمنی ۱۸ تعریف می‌شود (آشتو، ۲۰۱۰) و (الویک ۲۰۰۴). این مقیاس ایمنی سه ضابطه ایمنی را با سه کلاس طرح ترکیب می‌کند که این سه ضابطه عبارتند از:

- سازگاری طرح مربوط به اختلاف بین سرعت عملکردی (سرعت ۸۵ درصد (V_{85}) و سرعت طرح مقطع راه (V_d)).
- سازگاری سرعت عملکردی مربوط به اختلاف در سرعت عملکردی (V_{85}) بین دو المان هندسی متوالی.
- سازگاری دینامیک رانندگی، که بر حسب اختلاف بین اصطکاک جانبی مفروض (f_{RD}) و مورد نیاز (f_{RD}) بسته به سرعت عملکردی) روی یک قوس افقی مشخص برای ارزیابی مقیاس ایمنی طرح خوب با فاکتور وزن‌دهی (+۱)، طرح متوسط با فاکتور (۰) و طرح ضعیف با فاکتور (-۱) کلاس‌بندی می‌شود. با محاسبه میانگین برای سه ضابطه مقیاس ایمنی (x) به‌دست می‌آید. اگر $x \geq 0.5$ کلاس طرح خوب است، اگر $-0.5 < x < 0.5$ کلاس طرح متوسط و اگر $x \leq -0.5$ کلاس طرح ضعیف می‌باشد.
- سرعت عملکردی می‌تواند با استفاده از مدل‌های رگرسیونی یا تجربی محاسبه شود. با توجه به این‌که رفتار راننده و سرعت عملکردی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی و فرهنگی می‌باشد باید هر سازمان مدل مربوط به خود را شناسایی کند. به‌عنوان مثال (لام و همکارانش در سال ۲۰۰۲) روابط زیر برای راه‌های دوخطه برون‌شهری معرفی کرده‌اند:

$$V_{85} = 99.31 - 0.51 \times CD \quad (10)$$

(محیط دشتی)

جدول ۱. مسائل مربوط به بازرسی ایمنی راه

مشکل ایمنی	زیربخش‌های مشکل ایمنی	ضابطه برای معرفی مشکلات سطح بالا ($S_{ik} = 1$)	ضابطه برای معرفی مشکلات سطح ($S_{ik} = 0.5$)
دسترسی‌ها	خطرناکی دسترسی‌ها	موقعیت روی قوس‌های افقی، روی قله قوس قائم گنبدی، در نقاط با نمایانی ضعیف	دسترسی‌های بدون روکش، دسترسی‌های باریک
	چگالی دسترسی‌ها	سه دسترسی یا بیشتر در یک قطعه ۲۰۰ متری	یک یا دو دسترسی در یک قطعه ۲۰۰ متری
مقطع عرضی	عرض خط حرکت	$W_L < 2.75m$ ، $W_L > 4.50m$	$2.75 \leq W_L < 3.25m$ $3.75 \leq W_L < 4.50m$
	عرض شانه	$W_S < 0.3m$	$0.3 \leq W_L < 1.0m$
مشخص‌سازی (Delineation)	علائم V شکل	نبود علائم V شکل در قوس‌های تند، جانمایی یا نمایانی ضعیف علائم V شکل	نبود علائم V شکل در قوس‌های متوسط، نبود علائم V شکل تیره شده یا با انعکاس کم
	علائم راهنما و بازتابنده‌های نرده و گاردریل	نبود علائم راهنما، نبود بازتابنده روی علائم راهنما یا گاردریل‌ها یا دیواره‌های کنار راه	ارتفاع متغیر بازتابنده‌ها در طول راه، بازتابندگی کم علائم راهنما، عدم پیوستگی موضعی علائم راهنما
خط‌کشی‌ها	خطوط لبه	عدم خط‌کشی لبه راه یا خط‌کشی به شدت کم‌رنگ	خط‌کشی لبه نسبتاً کم‌رنگ شده
	خط وسط	عدم خط‌کشی وسط راه یا خط‌کشی به شدت کم‌رنگ شده	خط‌کشی وسط راه نسبتاً کم‌رنگ شده
روسازی	اصطکاک	سنگدانه‌ها صیقلی شده، قیر زدگی، راولینگ، کم بودن بافت درشت دانه	تعریف نشده (اصطکاک به صورت مشکل کامل یا بدون مشکل تعریف می‌شود)
	ناهمواری	حفره‌ها، شیارشدگی (Rutting)، وصله‌ها و موج‌دار شدن روی قوس یا نزدیک به تقاطع	حفره‌های کوچک، موج‌دار شدگی کم، وصله‌ها و راتینگ در مسیر مستقیم
کناره راه	خاکریزها	خاکریزها با شیب زیاد و بدون حفاظ ($i \geq 2.3$ ، $h > 3m$)	خاکریزها با شیب متوسط و بدون حفاظ ($1.3 \leq i \leq 2.3$ ، $h > 3m$)
	پل‌ها و آبروها	نرده غیر موثر	نرده ضعیف اگر پل از روی راه یا راه آهن عبور می‌کند.
	دماغه ورودی و ناحیه انتقال گاردریل‌ها	انتهای باز (بدون دم ماهی شکل یا دفن شدگی در زمین)	اتصال نامناسب بین حفاظ‌های فولادی
فاصله دید	درختان، پایه خطوط برق و دیگر موانع صلب	درختان با قطر زیاد یا دیگر موانع صلب به فاصله کمتر از ۳ متری سواره‌رو	درختان با قطر زیاد یا دیگر موانع صلب به فاصله ۳ تا ۸ متری سواره‌رو
	قنوها	قنوهای دوزنقه‌ای یا مستطیلی به فاصله کمتر از ۳ متری سواره‌رو	قنوهای دوزنقه‌ای یا مستطیلی به فاصله ۳ تا ۵ متری سواره‌رو
	فاصله دید نامناسب در قوس‌های افقی	فاصله دید کمتر از ۵۰ متر	فاصله دید بیشتر از ۵۰ متر اما کمتر از فاصله دید استاندارد
علائم	علائم دستوری، علائم هشداردهنده	نبود علائم هشدار قوس افقی یا قائم	علائم هشدار قوس افقی یا قائم کم رنگ یا نمایانی ضعیف
	فاصله دید نامناسب در قوس‌های قائم	فاصله دید کمتر از ۵۰ متر	فاصله دید بیشتر از ۵۰ متر اما کمتر از فاصله دید استاندارد

جدول ۲. اثرات مسائل ایمنی

$\Delta AF(\%)$	تصادفات مربوطه	مشکل ایمنی
۱۳۵	همه تصادفات	دسترسی‌ها
۱۰۰-۱۵	تصادفات خروج از راه، شاخ به شاخ، پهلو به پهلو	مقطع عرضی
$f(AADT)$	همه تصادفات	مشخص‌سازی
۳۰	همه تصادفات	خط‌کشی
۲۰	همه تصادفات	روسازی
۱۰	همه تصادفات	کناره راه
۰	تصادفات خروج از مسیر	فاصله دید
۵۰	همه تصادفات	علائم
۲۰	همه تصادفات	

جدول ۳. دامنه‌های کمی برای ضوابط ایمنی ۱ تا ۳ و کلاس طرح خوب، متوسط و ضعیف

کلاس طرح			ضابطه ایمنی
ضعیف	متوسط	خوب	
$ V_{85i} - V_d > 20km/h$	$10km/h < V_{85i} - V_d \leq 20km/h$	$ V_{85i} - V_d \leq 10km/h$	۱
$ V_{85i} - V_{85i+1} > 20km/h$	$10km/h < V_{85i} - V_{85i+1} \leq 20km/h$	$ V_{85i} - V_{85i+1} \leq 10km/h$	۲
$f_{RA} - f_{RD} < -0.04$	$-0.04 \leq f_{RA} - f_{RD} < +0.01$	$f_{RA} - f_{RD} \geq +0.01$	۳

ضعیف	۱	طول کمتر از کمینه	۰.۱	پهلو به پهلو هم جهت یا جهات مختلف (۵۰٪)
------	---	----------------------	-----	---

۶-۳- عامل شدت تصادف

شدت تصادف به عنوان یک معیار نسبت بین تعداد تصادفات شدید (جرحی و فوتی) و تعداد کل تصادفات در نظر گرفته می‌شود. شاخص شدت تصادف با ترکیب دو عامل سرعت عملکردی و خطر کناره راه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$= \left(\frac{V_{85}}{V_d}\right) \times RSLAS_{roadside} \quad (15)$$

فاکتور شدت تصادف

هر GDS_i بین (صفر و یک) با تحلیل افزایش نرخ تصادف با توجه به کلاس طرح برای المان‌های قوسی و کنترل استاندارد طول بیشینه و کمینه برای مسیر مستقیم طبق جدول (۴) تخمین زده شده است. در مطالعات گذشته (لام و همکاران، ۲۰۰۲) افزایش خطر تصادف در قوس‌ها در مقایسه با مسیرهای مستقیم (ΔAF_{GD}) ۷۰۰ درصد ذکر شده است.

جدول ۴. امتیازات طرح هندسی (GDS_i)

(کافیسو و همکاران، ۲۰۰۷)

تصادفات مربوطه		اجزای مسیر مستقیم		اجزای قوسی راه	
خروج از راه	۰.۰	استاندارد	۰.۲	خوب	
شاخ به شاخ (۵۰٪)	۰.۱	طول بیش از بیشینه	۰.۵	متوسط	

نسبی آیتم i ایمنی کناره راه (۳ برای خاکریزها، ۵ برای پل‌ها، ۲ برای دماغه ورودی و ناحیه انتقال گاردریل، ۲ برای درختان و دیگر موانع صلب و ۱ برای فنوها) (آشتو، ۱۹۹۶).

۷- مطالعه موردی جمع‌آوری اطلاعات

در این تحقیق مسیر دو خطه بین شهرستان‌های خرم‌آباد و الشتر استان لرستان به طول ۵۴ کیلومتر جهت مطالعه موردی در نظر گرفته شده است. این مسیر بر اساس ترکیبی از میزان در معرض خطر قرارگیری، شرایط هندسی، سازگاری و متغیرهای مفهومی مربوط به عملکرد ایمنی به روش شرح داده شده قطعه-بندی شده است و در ادامه راه مذکور بر اساس عوامل معرفی شده خطر بر طبق مقیاس ارزیابی شده است. اطلاعات تصادفات در محور مذکور از اداره حمل و نقل و پایانه‌های استان لرستان و پلیس راه استان لرستان تهیه گردیده است. متاسفانه تنها در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ اطلاعات تصادفات محورهای استان بر حسب موقعیت (کیلومترژ) و شدت حادثه (جرحی، فوتی و خسارتی) در دسترس بود و در سال‌های بعد چنین اطلاعاتی به تفکیک کیلومترژ محل وقوع سانحه وجود نداشت.

$$RSIAS_{roadside} = 1 + WS_{roadside} \times P_{roadside} \times \Delta AS_{roadside} \quad (16)$$

$$WS_{roadside} = \frac{\sum_{k=1}^{2 \times n} \max_i (\text{score}_{ik} \times \text{weight}_i)}{2 \times n \times 5} \quad (17)$$

که در آن V_{85} متوسط سرعت ۸۵ درصد در طول قطعه، V_d سرعت طرح (برای راه‌های دوخطه برون شهری برابر با km/h ۹۰)، $RSIAS_{roadside}$ فاکتور شدت تصادف کناره راه برای قطعه راه، $WS_{roadside}$ امتیاز وزن‌دار مشکل ایمنی کنار راه، $P_{roadside}$ نسبت تصادفاتی که با خطرات کناره راه ارتباط دارند (نسبت تصادفات خروج از راه به کل تصادفات)، $\Delta AS_{roadside}$ افزایش نسبی تخمینی در شدت تصادف (برابر با ۲ فرض می‌شود) (الویک، ۲۰۰۴) و (آشتو، ۱۹۹۶)، score_{ik} امتیاز آیتم i ایمنی کناره راه در بازرسی واحد k (جدول (۴))، weight_i وزن



شکل ۱. قطعه ۱، شهرک پارسیلون



شکل ۲. قطعه ۲، کوی فرهنگیان



شکل ۳. قطعه ۳، پیچ تنگ شبیه خون



شکل ۴. قطعه ۴، روستای رباط نمکی



شکل ۵. قطعه ۵، ورودی روستای پیرجد

پژوهشنامه حمل و نقل سال سیزدهم شماره سوم پاییز ۱۳۹۵



شکل ۶. قطعه ۶، ورودی روستای دولتشاهی



شکل ۷. قطعه ۷، ورودی کاکارضا



شکل ۸. ورودی چشمه سرده اولیا



شکل ۹. پیچ بعد از ورودی چشمه سرده اولیا



شکل ۱۰. قطعه ۱۰، سه راهی خرم‌آباد، الشتر، نورآباد

اطلاعات تصادف مناسب وجود دارد نیز می‌توان از این روش به موازات روش‌های مبتنی بر داده‌های تصادفات و به‌ویژه شناسایی عوامل مؤثر بر تصادفات استفاده کرد. با توجه به اینکه در شاخص شرح داده شده از مدل‌های رگرسیونی سرعت عملکردی و اطلاعات اثرات عوامل خطر بر افزایش تصادفات در دیگر کشورها استفاده شده است، تهیه و استخراج چنین مدل‌ها و اطلاعاتی برای متناسب‌تر شدن شاخص معرفی شده با توجه به شرایط کشور پیشنهاد می‌شود (ضادقی و همکاران، ۱۳۹۱). می‌توان از روش پیشنهادی در راه‌هایی که آمار قابل اطمینانی برای تصادفات وجود ندارد استفاده کرد. در جدول (۵) رتبه‌بندی قطعات انتخاب شده بر اساس شاخص همسنگ خسارت مالی و شاخص خطر نشان داده شده است. طبق محاسبات صورت گرفته، نتایج حاصل از اولویت‌بندی اصلاح نقاط در دو روش بسیار به هم نزدیک‌اند و می‌توان به نتایج به دست آمده از روش شاخص خطر اعتماد کرد.

کمی کردن عوامل کیفی خطر تصادف با استفاده از بازرسی و امتیازدهی توسط کارشناس در ترکیب با قوانین تئوری از جمله روش‌های مورد استفاده در تصمیم‌گیری می‌باشد. نتایج مناسب به‌دست آمده از این روش‌ها در مواردی که اطلاعات کافی از تصادفات گذشته وجود ندارد باعث گرایش بیشتر به استفاده از آن‌ها شده است. شاخص خطر (HI) از سه مؤلفه کلی خطر شامل در معرض خطر قرار گرفتن کاربران راه، احتمال درگیر شدن در تصادف (شاخص فراوانی تصادف) و شرایط منتهجه از تصادف (شاخص شدت تصادف) تشکیل می‌شود.

مطالعه موردی نشان می‌دهد که نتایج شاخص خطر، همبستگی بالایی با رتبه‌بندی حاصل از روش شاخص همسنگ خسارت مالی که متداول‌ترین روش بررسی است دارد. استفاده از این شاخص به‌ویژه در راه‌هایی که داده‌های قابل اعتماد از تصادفات گذشته وجود ندارد توصیه می‌شود. در راه‌هایی که

جدول ۵. رتبه‌بندی قطعات انتخاب شده بر اساس شاخص همسنگ خسارت مالی و شاخص خطر

رتبه بر اساس شاخص همسنگ خسارت مالی	شاخص خسارت مالی	رتبه بر اساس شاخص خطر	شاخص خطر	ضریب شدت تصادف	ضریب فراوانی تصادف	ضریب در معرض خطر قرارگیری	نام قطعه	شماره قطعه
۸	۲.۴	۸	۳.۳۶	۱.۴۴	۲.۱۲	۱.۱۰	شهرک پارسیلون	۱
۱۰	۰.۳۹	۹	۲.۷۶	۱.۰۱	۲.۹۴	۰.۹۳	کوی فرهنگیان	۲
۲	۴۱.۸	۱	۲۴.۷	۱.۱۵	۳.۴۱	۶.۳	پیچ تنگ شبیه خون	۳
۴	۲۶.۲	۴	۷.۱۹	۱.۵۵	۲.۲۱	۲.۱	روستای رباط نمکی	۴
۵	۱۹.۴	۳	۹.۶۴	۱.۲۸	۲.۴۳	۳.۱	ورودی روستای پیرجد	۵
۷	۲.۶۸	۵	۳.۹۶	۱.۱۲	۳.۱۶	۱.۱۲	ورودی روستای دولتشاهی	۶
۱	۵۱.۴	۲	۱۲.۹۴	۱.۳۴	۲.۴۲	۳.۹۹	ورودی کاکارضا	۷
۶	۸.۰۶	۶	۳.۸۳	۱.۲۰	۲.۶۴	۱.۲۱	ورودی چشمه سرده اولیا	۸
۳	۲۹.۴	۷	۳.۷۲	۱.۲۹	۲.۵۱	۱.۱۵	پیچ بعد از ورودی چشمه سرده اولیا	۹
۹	۲.۱۱	۱۰	۱.۸۷	۱.۰۹	۲.۰۹	۰.۸۲	سه راهی خرم‌آباد، الشتر، نورآباد	۱۰

۸- نتیجه گیری

شود. اصلاح نقاط حادثه‌خیز، نیازمند به زمان‌بندی مناسب و امکانات کافی است. در زمان‌هایی که با محدودیت زمانی و امکانات، همچنین کمبود واحدهای پشتیبانی مواجه باشیم، شناسایی نقاط حادثه‌خیز و اولویت‌بندی اصلاح نقاط، یکی از راهکارهای مناسب مدیریتی برای دستیابی نسبی به اهداف پروژه‌ها است. در واقع با به‌سازی و مرمت برخی از نقاط و تخصیص منابع محدود موجود به برخی از پروژه‌ها، زمینه اتمام سریع‌تر آن‌ها فراهم می‌آید. معیار فراوانی تصادف، مکان‌هایی را شناسایی می‌کند که حجم ترافیک بالاتری دارند. معیار نرخ تصادف، مکان‌های با حجم ترافیک پایین‌تر را شناسایی می‌کند و معیار شدت نیز مکان‌هایی را شناسایی می‌کند که در خارج از شهر قرار دارند. هیچ‌یک از این معیارها لزوماً بهترین نیستند و هر کدام از آن‌ها مشکلات را از منظر خود بررسی می‌کنند. در نتیجه بهتر است که بیش از یک معیار برای شناسایی استفاده شود و نتایج

طبق نتایج به‌دست آمده، پیچ تنگ شبیه خون به دلیل کوهستانی بودن منطقه میزان بالاتری از تصادفات را دارد و در بازرسی ایمنی راه بر اساس شاخص خطر در رتبه اول و بر اساس همسنگ خسارت مالی در رتبه دوم قرار دارد.

معمولاً به علت وجود کاربری‌های مختلف در حاشیه مسیرها در نزدیکی ورودی شهرها عوامل حواس‌پرتی، حجم جریان و آشفته‌گی ترافیکی بیشتر است، لذا میزان احتمال وقوع تصادفات در نزدیکی شهرها بیشتر دارد (آیتی، ۱۳۷۱) و (ساموئل، ۲۰۰۹) در نتیجه با توجه به اثرات بیشتر مسایل ایمنی مانند دسترسی‌ها، مقاطع عرضی، مشخص‌سازی، خط کشی، روسازی، کناره راه، فاصله دید و نصب علائم و تابلوهای هشداردهنده و آشکارسازی در نواحی تبدیل راه دو خطه به سه و چهار خطه یا ایمن‌سازی نواحی انتقالی مربوط به حذف شانه در محدوده قبل از مبادی ورودی شهر، باید نسبت به رعایت موارد ذکر شده دقت بیشتری

— آیتی، الف، (۱۳۷۳)، هزینه تصادفات ترافیکی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

— شعبانی، ش.، و همکاران، (۱۳۸۶)، راهنمای بازرسی ایمنی راه در ایران، ایمنی حمل و نقل، مهندسیین مشاور راهان پویا و شرکت تعاونی راهداران کشور، پژوهشکده حمل و نقل، زمستان.

— صادقی، ع، آیتی، ا، پیرایش نقاب، م، " (۱۳۹۰)، شناسایی و اولویت‌بندی قطعات حادثه‌خیز راه با رویکرد قطعه‌بندی مسیر و تحلیل پوششی داده‌ها"، مجله مهندسی حمل و نقل، سال سوم، شماره اول، ص ۵۵-۶۸.

— صادقی، ع، آیتی، الف، (۱۳۹۱)، "کاربرد شاخص خطر برای شناسایی بخش‌های مستعد تصادف راه‌ها بر اساس بازرسی ایمنی راه"، کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک، دوره دوازدهم.

— آیتی، الف، (۱۳۷۱)، "تصادفات جاده‌ای ایران (تجزیه و تحلیل، مقایسه و محاسبه هزینه)"، ایران: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱۲۶.

— AASHO, (1967), "Highway design and operational practices related to highway safety, a report of special AASHO traffic safety committee". Washington, DC.

— AASHTO, (1997). "Highway safety design and operation guide". Washington, DCcommittee". Washington, DC.

— Montella, A., (2005), "Safety reviews of existing roads: Quantitative safety assessment methodology" Transportation Research Record, vol. 1922, pp. 62-72.

— Leur, P. d. and Sayed, T., (2002), "Development of a road safety risk index," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 1784, pp. 33-42.

— Cafiso, S., Cava, G., and Montella, A., (2007) "Safety index for evaluation of two lane rural

۹- پی‌نوشت‌ها

- 1- Road Safety Audit
- 2- Malcolm Bolpita
- 3- IHT
- 4- TNZ
- 5- Maritime Road Development Corporation
- 6- AASHO (American Association of State Highway and Officials)
- 7- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)
- 8- Road Safety Audit
- 9- Accident – Based Approach
- 10- Observation – based Approach
- 11- Accident Frequency
- 12- Accident Rate
- 13- Value less
- 14- Crash Density Method
- 15- Equivalent property damage only
- 16- Cafiso
- 17- Hazard Index
- 18- Alignment
- 19- Safety Module

۲۰- مراجع

— بابائی، م، قربانی، م، پور معلم، ن، (۱۳۸۹) دستورالعمل بازدید ایمنی راه، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی شرکت مهندسیین مشاور راه سازه شهرداری، وزارت راه و ترابری معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری- دفتر مطالعات فناوری و ایمنی، تابستان.

— World Health Organization, "Road Safety not Accident", Acommittee". Washington, DC. Brochure for World Health Day, 7 April 2004.

— آیتی، الف، (۱۳۷۱) تصادفات جاده‌ای ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۱.

— وزارت راه و شهرسازی، (۱۳۷۱)، شورای عالی اصلاحات، تعیین سهم هر یک از علل موثر در وقوع و شدت تصادفات جاده‌ای براساس فراوانی آن‌ها.

— وزارت راه و شهرسازی، (۱۳۸۲)، معاونت راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، طرح جامع حمل و نقل.

- Hauer, E., (1997), "Observational before-after studies in road safety: Estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety". Tarrytwon, NY: Pergoman Press.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (2010),. Highway Safety Manual. Washington, DC,.
- Elvik, R. and Truls, V., (2004), "The handbook of road safety measures". Oxford, UK: Elsevier science.
- AASHTO, (1996), "Roadside design guide", Second ed. Washington, DC.
- Samuel, C., Keren, N., Shelley, M.C., Freeman S.A., (2009), "Frequency analysis of hazardous material transportation incidents as a function of distance from origin to incident location", Journal of Loss Prevention in the Process Industries 22, pp. 783–790.
- highways," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2019, pp. 136-145.
- Cafiso, S., La Cava, G., Leonardi, S., Montella, A., and Pappalardo, G., (2005) "Operative procedures for road safety inspections," Varsaw, Poland.
- Lamm, R., B. Psarianos, T. Mailaender, E.M. Choueiri, R.Heger, and R. Steyer (1999), Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook. McGraw-Hill, New York, N.Y.,
- Lamm, R., Psarianos, B., and Cafiso, S., (2002), "Safety evaluation process for two lane rural roads: A 10-year review," Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 1796, pp. 51-59.
- Cafiso, S., La Cava, G., Leonardi, S., Montella, A., and Pappalardo, G., (2006), "The safety inspection operative manual. Annex of Mid Term Research Report, ". Catania, Italy: European Union DG TREN Project-03-ST-S07.31286.

Prioritization of Reform of Road Accident Prone Sections Based On Road Safety Audit (Case Study Route between the City Of Khorramabad and Aleshtar in Lorestan Province)

*S. J. Hejazi, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Shahid Chamran University
of Ahvaz, Khozestan, Iran.*

*M. Alipour, M.Sc, Department of Civil Engineering, Shahid Chamran University of
Ahvaz, Khozestan, Iran.*

E-mail: Dr.mehdialipour@gmail.com

Received: June 2016-Accepted: September Oct.

ABSTRACT

Transportation from the beginning of human history has played Key role in shaping human societies and economic development and at present Communicating artery forms the foundation of any country's economy. Sustainable development and Fast and secure transportation as with other aspects of human life When does that systematically and based on the scientific rationale Established. Nowadays, the issue of providing secure access on the road network within the city and suburban is one of the basic principles governing the roads engineering, Traffic and transportation Planning. Lack of safety, especially in the suburban roads would be caused Accidents that usually associated with the death or injury of humans. According to enormous loss of life and property which Road accidents imposes on human societies, Consideration of safety issues as a priority in the transportation management and land use, it is considered a reasonable and acceptable. Roas safty inspection, is a Field study and systematic of road by qualified and competent professionals to enhance quality of road Physical safety and identify problems and deficiencies that may share in reducing the Traffic Safety. In our country, there is no systematic procedure for inspection and a numerical index to compare different parts of roads with each other.in road safety audit in Worldwide, there is procedure known as hazard index For ranking points of two-lane and two-way road that obtained of combined results of road Inspection, Evaluation of road geometrical design And the user's risk exposure. In this article, accident prone sections of the route between the city of Khorramabad and Aleshtar in Lorestan province was investigated and ranked.

Keywords: Transportation, Accident prone sections, Accidents, Prioritization of reform, Safety

-
1. Road Safety Audit
 - 2/ Malcolm Bolpite
 - 3/ IHT
 - 4/ TNZ
 - 5/ Maritime Road Development Corporation
 - 6/ AASHO (American Association of State Highway and Officials)
 - 7/ AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)
 - 8/ Road Safety Audit
 - 9/ Accident – Bused Approach
 - 10/ Observation – based Approach
 - 11/ Accident Frequency
 - 12/Accident Rate
 - 13/ Value less
 - 14/ Crash Density Method
 - 15/Equivalent property damage only
 - 16/Cafiso
 - 17/ Hazard Index
 - 18/ Alignment
 - 19/Safety Module