امکان‌سنجی بهبود سیستم درجه‌بندی ایمنی راه‌ها با استفاده از روش ستاره‌دهی (مطالعه موردی: کنارگذر کرمانشاه)

محمدرضا احدی، دانشیار، پژوهشکده حمل‌ونقل، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران
رحمان یاوری، کارشناس ارشد، مهندسی حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسالمی، واحد تهران جنوب
مصطفی صادق نژاد*، دکترا، گرایش راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران
پیمان پژمان‌زاد، کارشناس ارشد، پژوهشکده حمل‌ونقل، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران

Email: mostafa.sadeghnejad@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۲ – پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۵

چکیده

در جهان، سالانه تعداد بی‌شماری در اثر حوادث رانندگی کشته شده و خسارات زیادی بر کشورها وارد می‌آید. ایمنی راه ایجاد شرایطی در راه است که استفاده‌کنندگان از راه از خطرهای منجر به صدمات و خسارات جانی و مالی دور باشند. یکی از مهم‌ترین اقدامات به‌منظور داشتن راه‌های ایمن، توسعه نظام درجه‌بندی ایمنی راه‌ها می‌باشد. روش‌های متعددی در این زمینه وجود دارند که هر یک پارامترهای مشخصی را به‌منظور درجه‌بندی ایمنی راه‌ها مد نظر قرار می‌دهند. در این پژوهش، امکان‌سنجی استفاده از یکی از به‌روزترین روش‌های مورد استفاده در دنیا در زمینه رتبه‌بندی ایمنی راه‌ها (iRAP) در کشورمان مورد بررسی قرار می‌گیرد تا با استفاده از نتایج آن بتوان راه‌های جدید را از نظر ایمنی در سطح مناسبی طرح و اجرا نمود و کیفیت ایمنی راه‌های موجود را نیز با راهکارهای فنی و اقتصادی مناسب ارتقا داد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از روش درجه‌بندی ستاره‌دهی در راستای ارتقای ایمنی راه‌های کشورمان می‌تواند در راستای کاهش تلفات و ارتقای ایمنی کمک شایانی نماید. در بخش مطالعه موردی، نتایج این تحقیق نشان داد که حدود ۷۰٪ کنارگذر شرقی کرمانشاه تا حداکثر سه ستاره بوده که از نظر ایمنی می‌تواند وضعیت نامناسبی قلمداد گردیده و تنها ۳۰٪ از آن ۴ یا ۵ ستاره می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ایمنی راه، تصادفات، نظام درجه‌بندی، روش ستاره‌دهی، iRAP

۱. مقدمه

گزارش‌های جهانی حاکی از آن است که تصادفات ترافیکی همچنان عامل مهمی در مرگ‌ومیر به‌حساب می‌آید. به طوری که مطابق آمارهای سال ۲۰۱۰، سالانه در جهان ۱/۲۴ میلیون نفر جان خود را در اثر تصادفات از دست می‌دهند. البته با وجود آن که تعداد وسایل نقلیه شماره‌گذاری شده در جهان در خلال این مدت حدود ۱۵٪ افزایش یافته، اما تعداد تلفات در سال ۲۰۱۰ نسبت به تعداد تلفات در سال ۲۰۰۷ تغییر محسوسی نداشته است. در خلال سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰، تلفات تصادفات در ۸۸ کشور روند کاهشی داشته که از این میان، ۴۲ کشور پُردرآمد، ۴۱ کشور با درآمد متوسط و تنها ۵ کشور کم‌درآمد بوده‌اند (آشتو، ۲۰۰۹).

در گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، وضعیت کشورها از لحاظ میزان درآمد برای توصیف وضعیت ایمنی آن‌ها به‌کار می‌رود. اساساً تفاوت‌های بسیاری بین کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه از نظر تصادفات و اقدامات مناسب برای کاهش این آمار وجود دارد. در گزارش وضعیت جهانی ایمنی راه در سال ۲۰۱۸، جراحات ترافیکی راه به عنوان اولین عامل کشته شدن افراد بین ۱۵ تا ۲۹ سال شناخته شده که با توجه به قرار گرفتن این بازه سنی در آستانه بازدهی در جامعه، بیشترین بار اقتصادی و اجتماعی ناشی از فوت در این رده قرار می‌گیرد. بنا بر این گزارش، تعداد کشته‌های جاده‌ای در سال‌های اخیر نه تنها کاهش نیافته، بلکه اندک افزایشی در این فراوانی نیز مشاهده می‌شود. به طوری که این رقم از کمتر از ۱/۲ میلیون نفر در سال ۲۰۰۱ به بیش از ۱/۲ میلیون نفر در سال ۲۰۱۳ رسیده است (WHO، ۲۰۱۸).

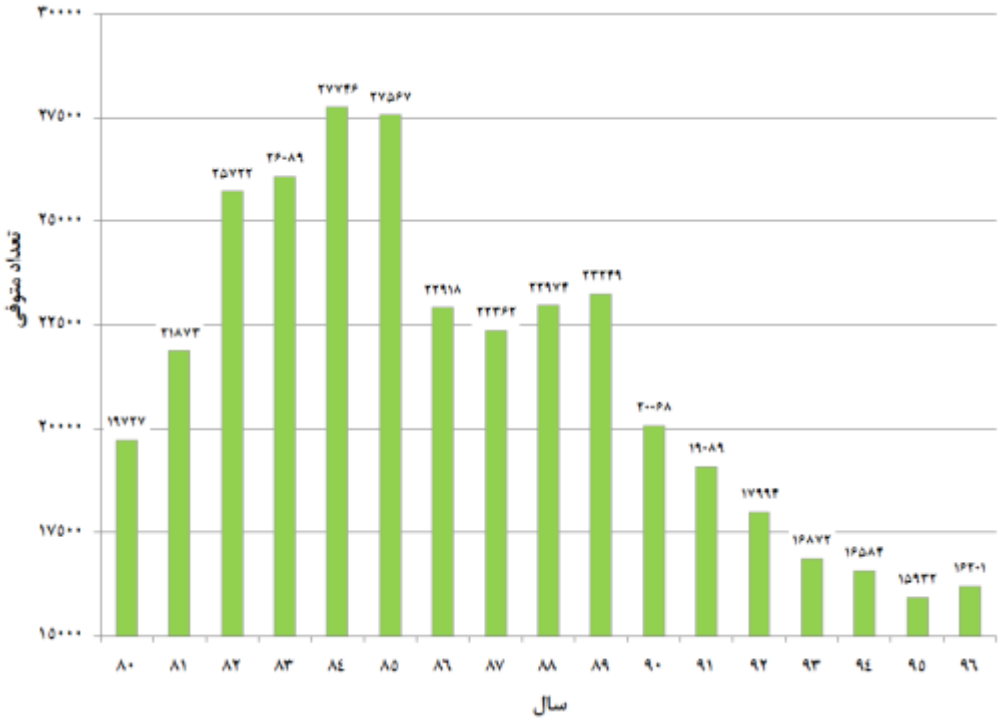
در مجموعه آرمان‌های توسعه پایدار که توسط سازمان ملل متحد به تصویب رسیده است، در دو آرمان مجزا، بر توسعه ایمنی راه و کاهش جراحات ترافیکی راه تأکید شده است. در آرمان اول، بر حصول اطمینان از زندگی سالم و ارتقای سلامت برای تمامی سنین تأکید شده است. بر این اساس، تا سال ۲۰۲۰ باید تعداد تلفات و جراحات ترافیکی به نصف مقدار کنونی کاهش یابد. در آرمان دوم، شهرها و مناطق سکونت انسان‌ها باید فراگیر، ایمن، انعطاف‌پذیر و پایدار شوند و برای این منظور باید تا سال ۲۰۳۰ سیستم‌های حمل‌ونقل ایمن، مقرون به صرفه، قابل دسترس و پایدار، به‌ویژه با توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برای همه افراد و توجه خاص به نیازهای کاربران آسیب‌پذیر، زنان، کودکان، سالمندان و معلولین تأمین شده و ایمنی راه ارتقا یابد (سلمانی و همکاران، ۱۳۸۷).

بر اساس گزارش وضعیت جهانی ایمنی راه در سال ۲۰۱۵، در حالی که نرخ جهانی تلفات سالانه نسبت به ۱۰۰ هزار نفر جمعیت حدود ۱۷/۵ است، این شاخص در کشورهای پُردرآمد، با درآمد متوسط و کم‌درآمد به ترتیب ۹/۳، ۱۸/۵ و ۲۴/۱ می‌باشد. به‌خصوص وضعیت تصادفات و تلفات ناشی از آن در کشورهای با درآمد متوسط (که کشورمان نیز در این دسته جای دارد) مؤید سهم غیرمتناسب از تلفات است. برای نمونه، در حالی ۷۴٪ تلفات جاده‌ای مربوط به کشورهای با درآمد متوسط است که این کشورها ۷۲٪ جمعیت جهان را در خود داشته و تنها ۵۳٪ وسایل نقلیه موتوری در آن‌ها شماره‌گذاری شده است (WHO، ۲۰۱۸).

اطلاعات گزارش وضعیت جهانی ایمنی راه در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که تلفات جاده‌ای در ایران به عنوان یکی از کشورهای با درآمد متوسط در منطقه شرق مدیترانه در رده دوم بعد از کشورهای کم‌درآمد و کشورهای منطقه آفریقا قرار دارد. در منطقه شرق مدیترانه نیز این کشور با بیش از ۳۲ کشته در هر ۱۰۰،۰۰۰ نفر از نظر نرخ کشته‌های جاده‌ای در رده دوم بعد از کشور لیبی قرار دارد (WHO، ۲۰۱۵).

بررسی آمار تلفات جاده‌ای در کشورمان مؤید آن است که سالانه شمار زیادی از هم‌وطنان جان خود را در تصادفات جاده‌ای از دست می‌دهند. به‌گونه‌ای که تلفات جاده‌ای به عنوان تبعات نامطلوب حمل‌ونقل جاده‌ای به موضوع مهمی تبدیل شده است. در شکل ۱، نمودار

تغییرات فراوانی کشته‌های ترافیکی در ایران طی سال‌های گذشته نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات سازمان پزشکی قانونی کشور، مقدار شاخص کشته به ۱۰۰،۰۰۰ نفر جمعیت ایران در سال ۱۳۹۶ برابر با ۴۱/۴ بوده است. آمار تلفات ترافیکی در کشور در سال‌های اخیر نشان از روند کاهشی چشمگیر در تعداد تلفات دارد و دستیابی به هدف کاهش سالانه ۱۰٪ در تعداد کشته‌های جاده‌ای حاصل شده است. به عنوان نمونه، مطابق آمارهای سازمان پزشکی قانونی کشور، تعداد کشته‌شدگان تصادفات جاده‌ای در سال ۱۳۹۵ به ۱۵۹۳۲ نفر رسیده است که کمترین میزان تلفات ثبت شده در سال‌های اخیر به شمار می‌رود. لیکن پایداری این توسعه در ایمنی راه باید بررسی و حاصل شود (سایت سازمان پزشکی قانونی کشور).



شکل ۱. روند تغییر تعداد متوفیان ناشی از تصادفات رانندگی در ایران (سازمان پزشکی قانونی کشور)

همچنین، باید توجه داشت که در رویکردهای جدید بررسی تصادفات، تلفات و جراحات شدید در تصادفات رانندگی قابل پیش‌بینی و همچنین قابل پیشگیری تلقی شده و لذا توسعه روش‌های مناسب و برنامه‌ریزی اقدامات مربوطه باید از طریق توسعه ساختار مناسب در دستور کار قرار گیرد. برای این منظور، لازم است حجم اقدامات پیاده شده در کشور در مقایسه با سایر کشورهای مشابه مورد بررسی قرار گرفته و ظرفیت‌های موجود در مدیریت ایمنی راه بر اساس الگوهای بهترین عملکرد[1] در کشورهای موفق تقویت شود.

با توجه به موارد فوق، و بر اساس یکی از اقدامات اصلی مورد نیاز مجموعه رئوس برنامه عملیاتی ملی ایمنی راه‌های کشور که مربوط توسعه نظام درجه‌بندی ایمنی راه‌های کشور می‌باشد، نیاز است تا وضعیت ایمنی راه‌ها در کشور در مقایسه با عملکرد کشورهای الگو بررسی شود تا بر اساس نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدهای موجود، رئوس برنامه عملیاتی برای توسعه این ظرفیت ایجاد شود. نظر به اهمیت موضوع، در پروژه حاضر سعی گردیده تا پارامترهای سنجش ایمنی راه‌ها در کشور به روش ستاره‌دهی[2] مورد ارزیابی و سنجش قرار گیرد.

1- Best practice

2- Star rating

۲. درجه‌بندی ایمنی راه

بسیاری از افراد جامعه، به‌ویژه در کشورهای جهان سوم، عامل اصلی مرگ‌ومیر و خسارت‌های جانی و مالی ناشی از تصادفات رانندگی را اشتباهات راننده می‌دانند و معمولاً درک واقع‌بینانه‌ای از عوامل و علل متعددی که در تصادفات راه‌ها نقش دارند، وجود ندارد. علت عدم درک این است که شاخص‌های مشخصی که بتوانند بزرگی مشکل را در شکل ساده و قابل فهم آن بیان کنند، وجود ندارد. متأسفانه، امروزه بیشتر شاخص‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری ایمنی راه در ایران، میزان کشته‌ها (تعداد کشته بر وسیله نقلیه یا نفر) است. این شاخص بسیار پیچیده‌تر از آن است که افراد معمولی جامعه و حتی گاهی تصمیم‌گیرندگان آن را بفهمند. علت این امر، عدم یکنواختی مقیاس شاخص‌ها و یا تنوع آن‌ها در مطالعات گوناگون و ارائه نتایج آن‌ها به‌صورت اعداد اعشاری است. به‌علاوه، میزان کشته، اطلاعات اندکی در باره میزان بهبود ایمنی کشور در راستای هدف از پیش تعیین شده ارائه می‌دهد. بنابراین، آنچه امروزه محققان بدان توجه می‌کنند، ایجاد مقیاسی است که امکان فهم آسان علل و بزرگی معضل تصادفات را برای عموم جامعه و تصمیم‌گیران فراهم آورد (عثمان و همکاران، ۲۰۰۹).

الگوی جهانی، واژه‌ای است که در بسیاری از حوزه‌های تحقیقاتی از آن استفاده می‌شود. برای مثال، در رده‌بندی کشورها از نظر شاخص بهداشتی، تحصیلات، نوآوری، مدیریت کسب و کار، مدیریت در دولت و بسیاری موارد دیگر، از روش الگوی جهانی استفاده می‌کنند. هدف اصلی این روش، مقایسه بهبود و پیشرفت در بین کشورها یا سازمان‌ها و انتقال دانش و آگاهی به یکدیگر است. در مبحث ایمنی راه نیز بسیاری از کشورها دریافته‌اند که اهمیت الگو قرار دادن برای اندازه‌گیری دستاوردهای آن‌ها، به کشورها این امکان را می‌دهد که مشکلاتشان را شناسایی و عملکردشان را در حوزه ایمنی راه بر اساس تجربیات و درس‌های سایر کشورها بهبود دهند.

موضوع درجه‌بندی ایمنی راه‌ها که ابتدا در اروپا آغاز شد، از سال ۲۰۰۱ و بر اساس منابع و آمار اطلاعاتی سه کشور هلند، سوئد و بریتانیا و نیز استان کاتالونیای اسپانیا به‌صورت آزمایشی در خلال سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ به مورد اجرا گذاشته شد. دلیل انتخاب این کشورها آن بود که اطلاعات آماری نسبتاً جامعی در مورد ایمنی راه‌ها و تصادفات ترافیکی در این سه کشور وجود داشته و از سوی دیگر دسترسی به اطلاعات مورد نیاز در آن‌ها نیز آسان بوده است. در گام بعدی، کشورهایی نظیر آلمان، اسپانیا و ایرلند اجرای این برنامه را مد نظر قرار دادند تا اینکه هم اینک در ۲۱ کشور این قاره در حال اجرا یا برنامه‌ریزی ارزیابی ایمنی راه‌ها می‌باشند (ون یاکوب و همکاران، ۲۰۱۲).

برنامه بین‌المللی ارزیابی راه (iRAP[1]) یکی از اقداماتی است که به‌منظور جلوگیری از حدود ۳۵۰۰ مرگ‌ومیر روزانه جاده‌ای در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده بیش از ۷۰ کشور مختلف قرار گرفته است. این برنامه، به‌منظور بهبود ایمنی راه‌ها و کاهش مرگ‌ومیر در آن‌ها، ابزارها و آموزش‌هایی را در اختیار دولت‌ها، شرکت‌های خودروسازی، شرکت‌های خصوصی، مؤسسات تحقیقاتی و دیگر ارگان‌های مرتبط با صنعت حمل‌ونقل قرار می‌دهد. در این رابطه، با حمایت بانک جهانی، یک مؤسسه بین‌المللی ارزیابی جاده با نام iRAP با اهداف زیر و به‌منظور کمک به کشورهای با درآمد کم و متوسط تأسیس گردیده است (iRAP، ۲۰۰۸):

- بازرسی و ارزیابی جاده‌های در معرض خطر
- ارائه آموزش و پشتیبانی
- پیگیری بهبود عملکرد ایمنی جاده.

برنامه و پروژه‌های iRAP اکنون در بیش از ۸۰ کشور دنیا انجام شده و بیش از ۷۰۰۰۰۰ کیلومتر از جاده‌های این کشورها رتبه‌بندی گردیده‌اند (شکل ۲) (استیسی، ۲۰۱۶).

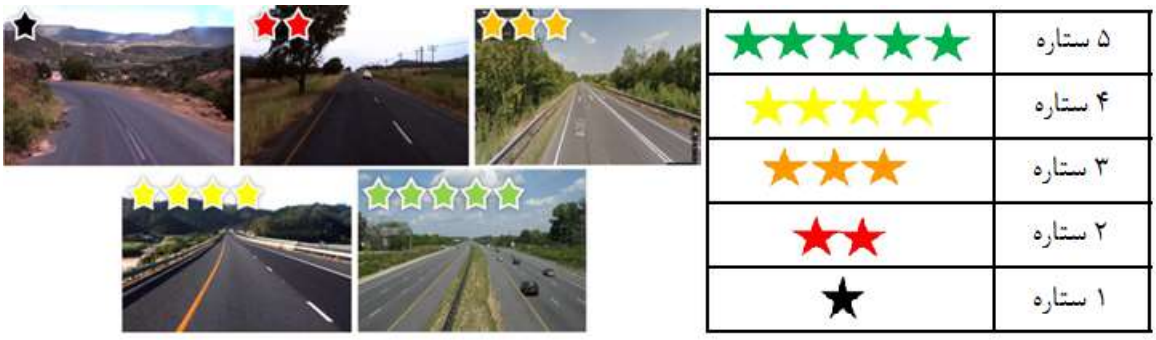
[1]- International Road Assessment Programme

شکل ۲. کشورهای رتبه بندی شده توسط مؤسسه iRAP (استیسی، ۲۰۰۶)

علاوه بر مؤسسه iRAP، مؤسسات دیگری مانند مؤسسه ارزیابی ایمنی راه‌های اروپا[1] و مؤسسه ارزیابی ایمنی راه‌های استرالیا[2] نیز در این زمینه تأسیس گردیده و فعالیت می‌نمایند (یانیس و همکاران، ۲۰۱۶). در پروتکل اروپایی، از سه روش زیر جهت درجه‌بندی ایمنی راه‌ها استفاده می‌گردد:

- نقشه رنگ- ریسک[3]: در این نقشه، از پنج رنگ برای نشان دادن میزان ریسک مرگ‌ومیر و آسیب‌های جدی به کاربران جاده‌ای استفاده می‌گردد
- ارزیابی عملکرد[4] : درصد آمار کشته‌ها و مجروحین طی زمان مشخص
- روش ستاره‌دهی: در این روش، ارزیابی به کمک ستاره‌دهی (امتیاز) از یک تا پنج ستاره به رنگ‌های مشکی، قرمز، نارنجی، زرد و سبز انجام می‌گردد (usRAP، ۲۰۰۶).

در این روش، جاده‌های ۵ ستاره امن‌ترین و جاده‌های یک ستاره پایین‌ترین سطح ایمنی را دارا می‌باشند. در یک جهان ایده‌آل، تمام جاده‌ها برای تمام گروه‌های کاربران جاده‌ای ۵ ستاره خواهند بود: ۵ ستاره برای عابران پیاده، دوچرخه‌سواران، موتورسیکلت‌ها، و خودروها و مسافران آنها. اما در دنیای واقعی، و در کشورهای مختلف، با توجه به اقتصاد آن کشور، کوشیده می‌شود تا سطحی از کیفیت در رانندگی در اختیار کاربران قرار گیرد. شکل ۳ مثال‌هایی از جاده‌هایی را نشان می‌دهد که توسط مؤسسه iRAP بررسی و ستاره‌دهی شده‌اند.



شکل ۳. مثال‌هایی از جاده‌های ستاره‌دهی شده توسط مؤسسه iRAP (usRAP، ۲۰۰۶)

[1]- European Road Assessment Programme
[2]- Australian Road Assessment Programme
[3]- Risk mapping
[4]- Performance tracking

خروجی این روش نشان می‌دهد که جاده به چه میزان کاربران جاده‌ای را در برابر تصادفات احتمالی محافظت می‌نماید. نقشه ستاره‌دهی راه نشان‌دهنده میزان تأثیر تجهیزات ایمنی، طرح هندسی، محیط و جسم راه در حفظ کاربران جاده‌ای در صورت وقوع حادثه خواهد بود.

در امتیازدهی ایمنی راه به روش ستاره‌دهی، ابتدا فرض می‌شود راننده اشتباهی انجام می‌دهد که منجر به بروز سانحه می‌شود. در این روش، موضوع اصلی آن است که راه چقدر می‌تواند در نجات و حفظ جان راننده و سرنشینان، در صورت وقوع تصادف، مؤثر بوده و کمک کند.

۲-۱. تاریخچه تحقیق

مدل رتبه‌بندی iRAP توسط سازمان‌های پیش‌رو در زمینه تحقیقات زیرساخت‌های جاده‌ای توسعه یافته و به‌طور کامل در وب‌سایت iRAP مستند شده است. این رتبه‌بندی برای مسافرین خودرو، موتورسیکلت‌ها، دوچرخه‌سواران و عابران پیاده در دسترس است که منعکس‌کننده امنیت نسبی ویژگی‌های زیرساخت‌های جاده در آن مکان، برای کاربر آن نوع است. از ویژگی‌های خوب این شیوه رتبه‌بندی آن است که در مناطق شهری و روستایی قابل اجرا بوده و همچنین در جاده‌های با حجم زیاد یا کم و در جاده‌های آسفالت شده یا نشده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توسعه مدل و یکپارچگی فنی پروتکل‌های iRAP در سراسر جهان توسط کمیته فنی جهانی(GTC) نظارت می‌شود. GTC متشکل از کارشناسان پیشرو در سازمان‌های ایمنی جاده‌ای و سازمان‌های تحقیقاتی از سراسر جهان از جمله (ARRB استرالیا)[1]، (MRI ایالات متحده)، (TRL بریتانیا)[2]، (IMT مکزیک)، (RIOH چین)، (MIROS مالزی) و (SWOV هلند) می‌باشد. GTC تضمین می‌کند که این مدل آخرین تحقیقات در زمینه ایمنی جاده‌ها را شامل شده و در سطح جهانی با کیفیت و سازگارانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. iRAP توصیه می‌کند که لازم است تا سرمایه‌گذاری در جاده‌ها به‌منظور به حداقل رساندن تلفات و آسیب‌های جدی مورد هدف قرار گیرد (AusRAP، ۲۰۰۶).

در سال ۲۰۰۱، برنامه ارزیابی جاده‌ای اروپا توسط TRLبه‌منظور کاهش ریسک حوادث ناشی از مرگ‌ومیر در نقاط مختلف شبکه اصلی جاده‌ای بریتانیا پیاده‌سازی شد. تعریف بخش‌های جاده و استفاده از نرخ خطر به‌عنوان پارامتر اندازه‌گیری ایمنی از مجموعه اقداماتی بود که در مرحله نخست صورت پذیرفت. این روند پس از آن در چندین کشور اروپایی دیگر نیز اجرا گردید. به‌عنوان مرحله دوم مقایسه خطر، سیستم رتبه‌بندی ریسک توسعه داده شد که بخش‌های جاده را با توجه به ویژگی‌های طراحی آن‌ها رتبه‌بندی نماید. این فرایند در ابتدا به‌شدت روی ویژگی‌های حفاظت از آسیب جاده متمرکز بود و به‌عنوان "نمره حفاظت از جاده" (RPS)[3] توصیف شد. فرایند رتبه‌بندی برای اولین بار به‌طور گسترده در سوئد و آلمان استفاده شد. اما پس از آن در دیگر کشورهای اروپایی، از جمله انگلستان، به‌کار رفته است.

مفاهیم پیشگام برنامه ارزیابی جاده‌ای اروپا در استرالیا به‌عنوان AUSRAP مورد بررسی قرار گرفت و در آنجا سیستم رتبه‌بندی با هدف بررسی احتمال حادثه و همچنین حفاظت از آسیب‌پذیری گسترش یافت. پس از آن، الگوی فوق در ایالات متحده با عنوان USRAP و در نیوزیلند با عنوان KiwiRAP مورد آزمایش قرار گرفت (iRAP، ۲۰۱۸).

در سال ۲۰۰۶، تحت برنامه بین‌المللی ارزیابی راه (iRAP)، مفهوم فرایند ارزیابی RPS بیشتر توسعه یافت

[1]- Australian Road Research Board
[2]- Transportation Research Laboratory
[3]- Road protection score

تا بتوان آن را در کشورهای با درآمد متوسط به‌منظور توسعه برنامه‌های مقرون به‌صرفه برای این کشورها مورد استفاده قرار داد. برای انجام این کار، مدلی توسعه یافت که ابتدا خطر تصادفات شدید در هر بخش جاده را ارزیابی می‌نمود. سپس، از میزان خطر[1] برای تخمین تعداد تلفات مرگبار و جدی و پیش‌بینی حادثه استفاده می‌کند. سپس، این مدل، ریسک توسط TRL با دریافت اطلاعات و کمک‌هایی از اعضای EuroRAP و iRAP، به‌ویژه اداره ملی جاده سوئد، هیئت تحقیقات جاده استرالیا (گروه ARRB) و مؤسسه تحقیقات میدویدز مورد ارزیابی و تکمیل قرار گرفت (iRAP، ۲۰۱۴). برنامه درجه‌بندی ایمنی راه‌ها در اروپا از سه بخش تشکیل شده است که عبارتند از:

۱- تهیه نقشه ریسک ایمنی راه‌ها: این کار شامل تهیه نقشه کدبندی شده بر اساس رنگ بوده که بر مبنای تاریخچه آمار و تصادفات ثبت شده در مقطع راه تهیه می‌گردد. این نقشه نشان‌دهنده خطر مرگ یا جراحت جدی است که کاربران راه در طی مسیر با آن مواجه‌اند.

۲- پیگیری اقدامات (ارزیابی اقدامات صورت گرفته برای افزایش ایمنی راه): که عملکرد راه‌ها را در بازه‌های زمانی مشخصی مورد بررسی قرار می‌دهد و تغییرات در میزان تصادفات ثبت شده را مد نظر قرار می‌دهد. این کار مشخص خواهد نمود که آیا در نتیجه اقدامات انجام شده، تعداد تلفات و جراحات در یک بازه زمانی مشخص کاهش یافته یا خیر، میزان کاهش به چه اندازه بوده و این اندازه کاهش تغییری در سطح ریسک ایجاد کرده است؟ مثلاً از خیلی زیاد به زیاد تغییر کرده است؟ در نتیجه چنین ارزیابی، اقداماتی که کارایی و اثربخشی مناسبی دارند مشخص می‌شوند (iRAP، ۲۰۱۴).

در روش پیشنهادی اروپا برای درجه‌بندی ایمنی راه‌ها، پیگیری و ارزیابی اقدامات انجام شده در بازه‌های زمانی به این صورت انجام می‌شود که ابتدا آمار تصادفات پردازش شده و سپس مورد تحلیل قرار می‌گیرد تا قطعات راه که در تصادفات کاهش داشته‌اند شناسایی شوند و نیز قطعاتی که کاهش در آن‌ها قابل توجه نبوده یا اصلاً کاهشی مشاهده نگردیده است نیز مشخص شوند. سپس، آمار سال‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد تا روند وقوع تصادفات در هر قطعه ارزیابی گردد و در نهایت مجموعه اقداماتی که برای مقابله با هر نوع تصادف مفید واقع شده است به برنامه‌ریزان و مسئولین ارائه می‌گردد (لینام و همکاران، ۲۰۰۷).

۳- روش امتیازدهی (ستاره‌دهی) به ایمنی راه: این روش بر مبنای میزان قابلیت حفاظت یک راه از سرنشینان وسیله نقلیه در زمان تصادف احتمالی است که به مطلوبیت و دقت طراحی یک راه باز می‌گردد. بر این اساس، به هر راه ستاره اختصاص داده می‌شود که می‌تواند از یک تا پنج ستاره باشد. راه پنج ستاره بیانگر راهی است که به‌گونه‌ای ساخته شده است که در برابر حادثه احتمالی حداقل جراحت به سرنشینان وسیله نقلیه وارد شود و یا در مواقع بروز سوانح شدید احتمال مرگ-ومیر سرنشینان به حداقل ممکن کاهش یابد.

در این روش، تمام تجهیزات و خصوصیات مربوط به راه که می‌تواند در ایمنی آن تأثیرگذار باشد بر اساس موقعیت جغرافیایی آن در یک بانک اطلاعاتی ثبت می‌شود. با استفاده از یک ماتریس ریسک و یک سری محاسبات معمولی، می‌توان امتیاز هر یک از سه عامل بروز تصادفات را محاسبه کرد (لینام و همکاران، ۲۰۰۷).

ساختار روش امتیازدهی در این روش بدین صورت است که امتیاز ریسک مرتبط با هر یک از سه نوع تصادف تعریف شده بر اساس تجهیزات ایمنی مرتبط با آن تعیین می‌شود. این سه نوع تصادف عبارتند از:

- برخورد جلو به جلو
- انحراف و خروج از راه
- برخورد در تقاطع‌ها

هر تصادف به وقوع پیوسته وابسته به اینکه در کدامیک از طبقه‌بندی‌های فوق باشد مورد بررسی قرار

[1]- Risk value

گرفته و ریسک تصادفات از جداول ۱ تا ۳ به دست خواهد آمد.

هدف اصلی موضوع درجه‌بندی راه‌ها در کشور آفریقای جنوبی شناسایی اولویت‌های کاری و سرمایه‌گذاری بوده و در واقع مخاطب اصلی آن برنامه‌ریزان هستند. به همین دلیل نیز برخلاف روش کشورهای اروپایی و آمریکا، کمتر به نحوه ارائه نتایج با نقشه‌های مربوطه پرداخته شده است. اساس این روش برای انجام درجه‌بندی راه‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها شاخص بازدهی اقداماتی است که در جهت افزایش ایمنی آن‌ها می‌تواند صورت گیرد. مطابق این روش، برای انجام درجه‌بندی لازم است تا میزان عواید یا منافع حاصل از بهبود وضعیت در خصوص پارامتر مورد بحث مشخص شود. برای این کار، میزان منفعت حاصل از انجام اقدامات در زمینه هر یک از عوامل مهندسی را به شش گروه بدون منفعت، منفعت اندک، منفعت متوسط، پرمنفعت، بسیار پرمنفعت و فوق‌العاده پرمنفعت تقسیم‌بندی می‌کنند (هاروود و همکاران، ۲۰۰۰).

با توجه به تمامی موارد اشاره شده، مشخص است که در سالیان گذشته تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های فراوانی در زمینه برنامه بین‌المللی ارزیابی راه (iRAP) صورت پذیرفته که در این راه محققان حوزه حمل‌ونقل در کشورهایی نظیر آمریکا، استرالیا، انگلستان، بلژیک و چین نقش‌های ویژه‌ای داشته‌اند. با توجه به توضیحات فوق و اهمیت موضوع ایمنی، لازم است در کشور ما نیز با در نظر گرفتن شرایط حاکم موجود، چارچوب اولیه اجرایی یکی از روش‌های مذکور به‌صورت آزمایشی و جدی‌تر بنا نهاده شود. به منظور بومی‌سازی و اجرای چنین برنامه‌ای در کشور لازم است در خصوص امکان انطباق برنامه‌های موجود برای ارزیابی و درجه‌بندی ایمنی راه‌ها که در سایر کشورها صورت گرفته است مطالعات کافی به‌عمل آید. این مطالعات باید با در نظر گرفتن شرایط خاص کشورمان باشد.

جدول ۱. امتیاز ریسک تجهیزات برای تصادف جلو به جلو

نوع میانه راه	سرعت مجاز (مایل بر ساعت)							
	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵
	میزان امتیاز ریسک تجهیزات مرتبط با تصادف شاخ به شاخ							
جزیره میانی با عرض بیش از ۷۰ فوت	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
جزیره میانی با عرض ۵۰ تا ۷۰ فوت	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
موانع میانی (نیوجرسی یا گارد ریل)	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
موانع میانی با عرض ۳۰ تا ۵۰ فوت	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
موانع میانی با عرض ۱۲ تا ۳۰ فوت	۴	۴	۴	۳	۲	۱	۱	۱
موانع میانی با عرض ۳ تا ۱۲ فوت	۱۶	۱۲	۹	۷	۴	۲	۱	۱
راه دوطرفه جدا نشده با نوارهای برجسته میانی	۲۷	۲۰	۱۴	۸	۵	۲	۱	۱
راه دوطرفه جدا نشده تنها با خط‌کشی میانی	۳۸	۲۸	۱۹	۱۲	۷	۲	۱	۱

جدول ۲. امتیاز تصادف از نوع انحراف و خروج از راه

ساختار کنار راه			سرعت مجاز (مایل بر ساعت)						
			۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵
عرض ناحیه عاری از مانع	شیب کناره راه	جهت شیب‌راه	امتیاز ریسک مرتبط با تجهیزات کناره راه							
مقاطع واقع در خاکریزی										
بیش از ۳۰ فوت	۱:۶	پایین	۵	۴	۴	۳	۳	۲	۲	۱
بیش از ۳۰ فوت	۱:۴	پایین	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۳	۲
بیش از ۳۰ فوت	۱:۳	پایین	۱۵	۱۳	۱۱	۹	۸	۶	۴	۳
بیش از ۳۰ فوت	۱:۲	پایین	۲۵	۲۲	۲۰	۱۷	۱۴	۱۱	۸	۵
۱۲ تا ۳۰ فوت	۱:۴	پایین	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲
۳ تا ۱۲ فوت	۱:۶	پایین	۱۴	۱۳	۱۱	۱۰	۸	۶	۵	۳
۰ تا ۳ فوت	۱:۶	پایین	۱۸	۱۶	۱۴	۱۳	۱۰	۸	۶	۳
مقاطع با گاردریل										
–	–	–	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۵	۳	۲
مقاطع واقع در خاکبرداری										
بیش از ۳۰ فوت	۱:۶	بالا	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۲ تا ۳۰ فوت	۱:۶	بالا	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱
۳ تا ۱۲ فوت	۱:۶	بالا	۱۲	۱۰	۹	۸	۶	۵	۴	۲
۳ تا ۱۲ فوت	۱:۲	بالا	۱۱	۱۰	۹	۷	۶	۴	۳	۲

جدول ۳. امتیاز ریسک تجهیزات برای تصادفات واقع در تقاطع‌ها

نوع تقاطع	سرعت مجاز (مایل بر ساعت)							
	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵
	امتیاز ریسک تصادفات در تقاطع‌ها							
راه دسترسی جزئی (غیر چراغ‌دار)	۰/۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
راه دسترسی اصلی (غیر چراغ‌دار)	۲/۰۰	۱/۷۵	۱/۵۰	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۵	۰/۵
همگرایی مسیر فرعی به اصلی با خط ویژه	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
میدان (در مناطق با سرعت کم)	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
میدان (در مناطق با سرعت زیاد)	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
سه‌راهی غیرچراغ‌دار با خط ویژه گردش	۲/۰۰	۱/۷۵	۱/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۵	۰/۲۵
سه‌راهی غیرچراغ‌دار بدون خط ویژه گردش	۴/۲۵	۳/۷۵	۳/۰۰	۰/۵	۰/۰۰	۰/۵	۱/۰۰	۰/۷۵
سه‌راهی چراغ‌دار با خط ویژه گردش	۸/۲۵	۴/۷۵	۵/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۵	۱/۷۵	۱/۲۵
سه‌راهی چراغ‌دار بدون خط ویژه گردش	۱۰/۷۵	۸/۷۵	۶/۷۵	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۲/۲۵	۱/۷۵

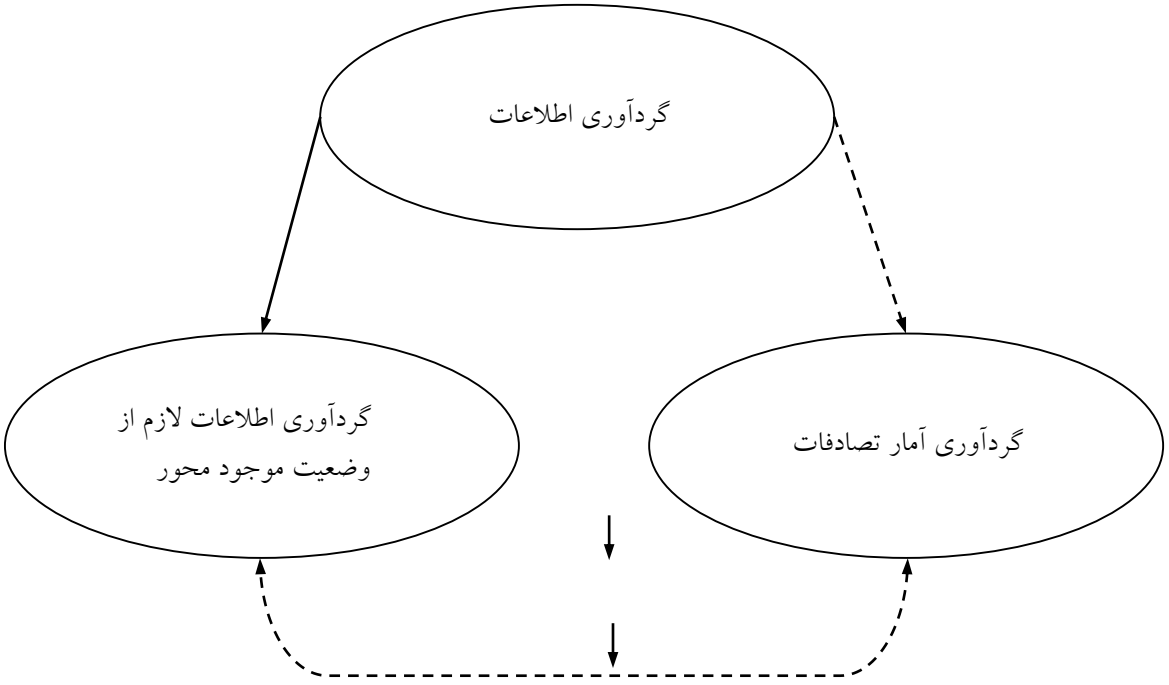
۳. روش تحقیق

روش درجه‌بندی ایمنی راه به روش ستاره‌دهی یکی از مهم‌ترین و به‌روزترین روش‌های درجه‌بندی ایمن راه بوده که در کشورهای توسعه‌یافته اروپایی، آمریکا و استرالیا به‌کار گرفته شده و زمانی می‌تواند حداکثر کارایی را داشته باشد که سوانح رانندگی و تلفات ناشی از آن به دقت بر اساس نوع تصادف و عامل آن شناسایی و ثبت شده باشد و لازمه به‌کارگیری آن وجود کارشناسان خبره در بررسی صحنه تصادف و نیز وجود پایگاه اطلاعاتی جامعی از تصادفات است که این اطلاعات را در بر داشته

باشد.

با توجه به توضیحاتی که پیش از این در خصوص این روش آورده شد، می‌توان فهمید که فلسفه این روش بر مبنای تعیین میزان قابلیت حفاظت یک راه از سرنشینان وسیله نقلیه در زمان تصادف احتمالی است که این امر به مطلوبیت و دقت طراحی یک راه باز می‌گردد. چرا که در امتیازدهی ایمنی راه فرض بر این است که راننده اشتباهی انجام می‌دهد که منجر به بروز سانحه می‌شود و هدف یافتن پاسخ این سؤال است که راه چقدر می‌تواند در نجات و حفظ جان راننده و سرنشینان در چنین مواقعی مؤثر باشد و کمک کند.

برای شناسایی میزان محافظت یک راه از سرنشینان در زمان حادثه، اولاً لازم است حوادث و تصادفات رانندگی برحسب نوع دسته‌بندی گردند. سپس، عوامل و تجهیزاتی که می‌توانند شدت صدمه را در صورت بروز هر نوع حادثه کاهش دهند شناسایی شده و سپس به هر یک از عوامل و تجهیزات بر اساس میزان حفاظت و جلوگیری از وقوع حادثه یا صدمه ناشی از آن امتیازی داده شود. در نهایت، با توجه به مجموع امتیازاتی که یک راه به جهت مقابله با انواع مختلف تصادف کسب می‌کند به آن ستاره اختصاص داده شود. با توجه به توضیحات فوق، روش کلی انجام درجه‌بندی به شیوه ستاره‌دهی و iRAP به‌صورت گام‌های زیر می‌باشد. این اقدامات در فلوچارت شکل ۴ نیز نمایش داده شده است.



شکل ۴. فلوچارت اقدامات مورد نیاز به منظور اجرای روش ستاره‌دهی و iRAP

• تعیین راه کاندیدا

فلسفه انتخاب مجموعه‌ای از راه‌ها از میان کل شبکه راه‌های کشور برای انجام ستاره‌دهی، اولاً آزمایش میزان کارآیی و فایده یک روش جدید به منظور ارتقاء سطح ایمنی راه‌هاست که طبعاً لازم است هر روش جدیدی ابتدا در مقیاس کوچک اجرا گردد و ثانیاً اینکه منابع مالی برای انجام هر اقدامی معمولاً محدود است.

طول راه‌هایی که در این روش ملاک قرار می‌گیرند با توجه به نرخ وقوع تصادفات رانندگی، آمار تردد و تاریخچه سوانح تعیین می‌گردد. با توجه به محدودیت منابع مالی، معمولاً تلاش می‌شود که با کمترین اقدامات بیشترین نتیجه حاصل شود و به همین دلیل کشورهای مختلف بر اساس شبکه راه‌های خود و توزیع آمار سوانح و تصادفات در آن‌ها راه‌های کاندیدا را انتخاب می‌کنند. در ایران نیز می‌توان به عنوان مثال طولی از شبکه راه‌های اصلی که حداقل ۳۰٪ تلفات در آن رخ داده است را انتخاب کرد. البته عدد ۳۰٪ پیشنهادی بر مبنای تجربه سایر کشورهاست که در کشور ما با عنایت به معیارهای فوق می‌تواند تغییر کند.

• قطعه‌بندی راه مورد مطالعه

انتخاب طول قطعه وابسته به تغییرات اجزای طراحی و مبلمان ایمنی راه در طول مسیر است. همچنین، هر قطعه باید دارای خصوصیات و ویژگی‌های مشابه در تمام طول خود از قبیل تعداد خطوط (یک یا چندخطه بودن) باشد. به‌طور کلی، تا وقتی که تغییر محسوسی در خصوصیات شرایط فیزیکی و تجهیزات ایمنی راه مشاهده نشود (به‌گونه‌ای که تعداد ستاره‌هایی که به آن اختصاص خواهد یافت با مجموع امتیاز آن قطعه تغییر قابل توجهی نکند) قطعه جدیدی به وجود نخواهد آمد. به‌طور کلی، برای قطعه‌بندی راه‌ها سه معیار اساسی را باید در نظر داشت که عبارتند از:

- ✓ دارا بودن یک نرخ حداقلی تصادف یا تلفات در یک دوره زمانی خاص (به‌عنوان مثال، در طول ۵ سال حداقل ۲۰ کشته در آن بخش ثبت شده باشد)
- ✓ قطعات معنی‌دار و توسط کاربران راه قابل تشخیص و تفکیک باشد (به‌عنوان مثال، شروع و پایان آن یک مکان مشخص و شناخته شده از قبیل یک پل، تونل یا تقاطع باشد)
- ✓ هر قطعه باید دارای خصوصیات و ویژگی‌های مشابه در تمام طول خود از قبیل یک‌خطه بودن یا چندخطه بودن باشد.

• استخراج آمار ترافیک با جزییات کامل

جمع‌آوری اطلاعات ترافیک از قبیل تعداد خودروهای عبوری از یک محل و یا یک ناحیه که می‌تواند بر اساس اطلاعات ترافیکی (مبدأ- مقصد) و با استفاده از احجام ترافیکی کمان‌ها و مقاطع مختلف مجاور یا منتهی به مقطع مورد بحث به دست آید. در تهیه اطلاعات تردد ترافیک در مقطع یا راه مورد مطالعه باید حداقل بازه زمانی ۳ الی ۵ ساله در نظر گرفته شود تا از اثر تغییرات احتمالی در تردد در بازه‌های زمانی مختلف کاسته شود.

• شناسایی الگوی وقوع تصادفات

از بخش مطالعات پیشین مشاهده می‌گردد که کشورهای مختلف از جمله ایالات متحده آمریکا و کشورهای اروپایی در روش امتیازدهی ایمنی راه‌ها سه نوع تصادف (الگوی تصادف) را در نظر گرفته‌اند که عبارتند از:

۱. انحراف از راه ، واژگونی یا برخورد به اشیاء ثابت
۲. تصادفات از نوع برخورد از مقابل (جلو به جلو)
۳. تصادف در تقاطع‌ها و محل‌های اتصال جاده‌های دسترسی به اصلی

• گردآوری اطلاعات لازم از محور مورد مطالعه با استفاده از عکس، فیلم و ...

• بازدید میدانی به منظور شناسایی وضع موجود جهت کدگذاری اطلاعات مسیر بر اساس شاخص‌های مؤسسه بین‌المللی iRAP

از طریق بازرسی میدانی، بازرسان شرایط و ویژگی‌های راه را با توجه به روشی که از قبل برای ایشان مشخص شده است ثبت می‌کنند. آنچه که در فرایند این بازرسی مورد توجه است به‌طور کلی همه ویژگی‌های مرتبط با راه است که می‌تواند در پیشگیری از وقوع آن نوع تصادف یا در کاهش شدت صدمه ناشی از وقوع آن مؤثر باشد. این عوامل و ویژگی‌ها در بخش شناسایی تجهیزات ایمنی تعریف شده‌اند.

• شناسایی تجهیزات ایمنی

در این مرحله، لازم است تمام تجهیزات و خصوصیات مربوط به راه که می‌تواند در پیشگیری و یا کاهش خسارت وارده ناشی از وقوع هر یک از انواع خاص تصادف تعریف شده تأثیرگذار باشد تعریف و شناسایی گردد. لازمه انجام این کار مروری بر مقالات و مستندات علمی موجود در این زمینه، استانداردهای موجود در زمینه طراحی و ایمنی راه‌ها و نیز بررسی گزارش‌های موجود در زمینه نحوه عملکرد تجهیزات راه در زمان حادثه و همچنین نظرسنجی از متخصصان مرتبط با موضوع است.

• ترسیم نقشه‌ها و بروز نمودن آن‌ها بر اساس یک برنامه منظم و دوره‌ای

بر اساس اطلاعات گردآوری شده و شاخص‌های تعریف شده، می‌توان اقدام به تهیه نقشه‌های ریسک راه نمود. برای درجه‌بندی و بیان وضعیت ایمنی راه‌ها چهار نوع نقشه پیشنهاد می‌شود که در هر یک ریسک تصادف بر اساس یکی از شاخص‌های زیر محاسبه می‌شود:

- ✓ نقشه چگالی تصادفات: تعداد تصادف در هر کیلومتر (بیان‌کننده ریسک راه)
- ✓ نرخ تصادفات: تعداد تصادف به ازای هر صد میلیون وسیله- کیلومتر طی شده (مبین ریسک کاربر راه)
- ✓ نسبت نرخ تصادفات: تعداد تصادفات یک مقطع به میانگین تعداد تصادفات در طول راه‌های با شرایط مشابه به ازای همان طول (بیان کننده وضعیت نسبی مقاطع راه‌های با ویژگی مشابه)
- ✓ پتانسیل بهبود: میزان قابلیت کاهش در تلفات و صدمات جدی در آن قطعه از راه با در نظر گرفتن منابع مالی مورد نیاز، بر اساس یک تحلیل هزینه- فایده.

• امتیاز و ستاره‌دهی به شیوه کیفی و کمی

پس از اینکه تجهیزات و عواملی که می‌توانند در محافظت از سرنشین در مقابل نوع خاصی از تصادف مؤثر باشند شناخته و تعریف شدند، لازم است با توجه به میزان تأثیر و بازدارندگی به آنها امتیازی اختصاص یابد. برای تعیین امتیاز راه‌ها دو روش وجود دارد: روش کیفی و روش کمی.

در روش کیفی، بدون اینکه بخواهیم هر عامل را مشخصاً درجه‌بندی عددی نماییم و جداولی را برای نحوه محاسبه امتیاز ارائه دهیم و امتیازها را جمع نموده و بر مبنای آن تعداد ستاره‌ها را تعیین کنیم، بر مبنای یک توصیف کیفی از راه تعداد ستاره‌ها را تعیین می‌کنیم. این شیوه امتیازدهی یا ستاره‌دهی علیرغم اینکه تا حدودی بر مبنای قضاوت بازرس یا کارشناس می‌باشد، سریع و سهل است، چرا که نیاز به تهیه یا واسنجی جداول متعدد ندارد. استفاده از این روش به عنوان یک روش یا گام اولیه برای درجه‌بندی راه‌ها به روش ستاره‌ها قابل توصیه است.

در روش کمی، امتیازدهی عوامل مرتبط با هر یک از سه الگوی تصادف به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته و راه به لحاظ حفاظت در مقابل هر یک از سه نوع تصادف تعریف شده، ارزیابی می‌گردد و امتیاز آن قطعه از راه به تفکیک عوامل بروز تصادف معین می‌شود. معیارهایی عددی برای بیان اهمیت و نقش آن‌ها در تأمین ایمنی و محافظت تعریف می‌شود. سپس، ضرایب وزنی پیشنهادی برای ترکیب سه عامل ذکر می‌شود. از ضرب عدد به دست آمده در ضریب میانگین وزنی تعریف شده برای هر یک از انواع تصادفات که بر اساس فراوانی آن نوع خاص تصادف به دست می‌آید و نهایتاً جمع سه عدد امتیاز به دست آمده به یک امتیاز کلی برای آن راه دست می‌یابیم که مبین ایمنی آن راه می‌باشد.

به‌طور خلاصه و با جمع‌بندی تمامی موارد ذکر شده فوق می‌توان بیان داشت که روش ستاره‌دهی و مؤسسه iRAP کلیه پارامترهای مد نظر در مبحث ایمنی را به‌صورت زیر و جدول ۴ در نظر خواهند گرفت که تمامی معیارهای زیر باید در چک‌لیست بازدید میدانی موجود بوده و در محور مورد نظر مورد بررسی قرار گیرند:

الف) ویژگی‌های مربوط به طرح هندسی راه

ب) مبلمان کناره راه

ج) ارزیابی ایمنی تابلوها، علائم و خط‌کشی‌های راه

د) ارزیابی انتظارات ذهنی راننده

ه) ارزیابی ایمنی محیط راه

و) ارزیابی ایمنی وضعیت روسازی

ز) ارزیابی ایمنی شرایط بهره‌برداری

جدول ۴. آیتم‌های مورد نیاز به منظور رتبه‌بندی به روش iRAP

شاخص		
عرض شانه روسازی شده	ثبت جریان عبور عابر پیاده از عرض جاده	ثبت زمین‌ها و کاربری‌های اطراف جاده
نوع منطقه (شهری، روستایی و ...)	نوار لرزآور شانه (با استفاده از برش و شیار زدن)	شیب طولی
سرعت مجاز (به تفکیک کامیون و سایر خودروها)	نوع تقاطع	وضعیت قوس (افقی)
اختلاف سرعت	کانالیزه کردن تقاطع	وضعیت پیاده‌رو
نوع میانه	کیفیت تقاطع	روشنایی
پارکینگ خودرو	نوار خط میانی مرکزی به‌صورت برجسته	عرض خطوط عبور
نوع موانع سخت کنار جاده- به تفکیک برای سمت چپ و سمت راست (اشیاء کوچک و نیز پوشش‌های گیاهی مانند علف‌ها و بوته‌ها و درختچه‌های کوچک ثبت نمی‌گردد)	کیفیت قوس (افقی) (نشان‌دهنده میزان تأثیر علائم و شناسه‌ها در تشخیص به موقع جهت پرهیز از تغییر سرعت ناگهانی در داخل قوس)	توصیف (علائم، مراکز و ...) تعریف ویژگی‌هایی از جاده و آگاهی دادن به رانندگان در خصوص مسیر پیش رو
تعداد نقاط دسترسی به مالکیت‌های شخصی اطراف جاده	کیفیت عبور عرضی پیاده‌رو (بر این اساس ارزیابی می‌شوند که اولاً رانندگان به‌طور واضح و کامل آن را می‌بینند یا خیر؟ دوم اینکه رانندگان ترمز ناگهانی می‌کنند یا خیر؟)	مدیریت سرعت – آرام‌سازی ترافیک در تقاطعات و نقاط شهری (از طریق ایجاد خطوط ترافیکی و خط نوشته و برجسته کردن)
فاصله موانع سخت کنار جاده (فاصله نزدیک‌ترین شیء تا لبه)- به تفکیک برای سمت چپ و راست (عرض ناحیه عاری از مانع)	تعداد کل خطوط عبور در هر سمت (خطوط اختصاصی عبور مانند خط عبور کامیون‌ها نباید ثبت گردد.) (تغییرات در طول کمتر از ۴۰۰ متر نباید ثبت گردد)	میزان کیفیت سطح جاده که ممکن است بر مسیر خودرو یا کنترل آن تأثیر بگذارد (موارد نقص که باعث کیفیت پایین می‌گردد شامل تغییر شکل، چاله، نقص لبه و ...)
کارگاه‌های عملیات جاده‌ای	فاصله دید (توانایی راننده برای دیدن پیاده یا دوچرخه‌سوار در مسیر جاده)	

. تحلیل نتایج

بـه منظور تکمیـل اهداف تعیین شـــده برای این تحقیق لازم اســت تا پروژه ســتاره‌دهی برای یکی از راه‌ها اجرا گردد. بدین منظور، کنارگذر شـــرقی کرمانشـــاه انتخاب گردیده اســت. شـکل ۵، موقعیت و مشـخصـات محور مورد نظر را نشـان می‌دهد. این راه برون‌شهری به لحاظ طبقه‌بندی عملکردی از نوع بزرگراه بوده که مشـخصات آن پس از قطعه‌بندی مطابق جدول ۵ می‌باشد

شکل ۵. عکس منتخب کنارگذر شرقی کرمانشاه

جدول ۵. مشخصات محور مورد مطالعه

نام محور	بخش	نوع راه	طول (km)	تعداد خطوط عبور	عرض خطوط عبور (m)	عرض شانه راست (m)	عرض شانه چپ (m)	سرعت مجاز (km/h)	جنس سطح شانه‌های راه
کنارگذر شرقی کرمانشاه	۱	بزرگراه	۱۲	۲	۳/۶۵	۲	۱	۱۱۰	آسفالت
	۲		۲۰			۱/۲۰	۱/۲۰		

بر اساس آمار تردد موجود در سایت سازمان راهداری، سرعت عملکردی این مسیر (میانگین سرعت تردد) ۷۵ کیلومتر در ساعت و میانگین آمار تردد روزانه (ADT) ۳۰۸۸ وسیله نقلیه می‌باشد.

به منظور استخراج نتایج بهتر لازم است تا برای شناسایی الگوی وقوع تصادفات رانندگی از آمار ۳ تا ۵ سال پیاپی استفاده گردد، اما متأسفانه به‌دلیل عدم وجود آمار، به جامعه آماری یک سال بسنده گردید. با توجه به استعلام از پلیس‌راه، آمار تصادفات این محور در طول یک سال به شرح جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶. آمار تصادفات محور مورد مطالعه

نوع تصادف / زمان تصادف	جلو به عقب	جلو به پهلو	پهلو به پهلو	خروج از جاده	جلو به جلو	واژگونی	سایر موارد
فروردین	–	۱	–	۱	–	–	۲
اردیبهشت	–	–	–	۳	–	۱	–
خرداد	۱	–	–	–	–	۳	–
تیر	۱	–	–	–	–	۴	–
مرداد	–	–	–	–	–	–	–
شهریور	۲	–	۱	۱	–	۱۵	–
مهر	۲	–	–	–	–	۴	–
آبان	۲	–	–	–	–	–	۱
آذر	۲	۱	–	۲	–	۵	–
دی	۱	–	–	۱	–	۱	–
بهمن	۳	–	–	–	–	۶	–
اسفند	۲	۱	–	۱	–	–	–
کل سال	۱۷	۳	۱	۱۰	۰	۴۴	۵
درصد تصادفات	۲۱	۳/۸	۱/۳	۱۲/۶	۰	۵۵	۶/۳

همان‌طور که از جدول ۶ مشخص است، سهم وسیعی از تصادفات این مسیر به موارد زیر اختصاص می‌یابد. لذا، به عنوان تصادفات غالب مبنای ارزیابی این محور قرار خواهند گرفت:

- واژگونی
- خروج (انحراف) از جاده
- جلو به عقب.

با استفاده از شاخص‌های مطروحه و نیز عکس‌ها و فیلم‌های ویدئویی برداشت شده، ویژگی‌های قطعات مورد مطالعه در قالب جدول ۷ کدگذاری گردید. همچنین، نتایج ستاره‌دهی محور در شکل‌های ۶ و ۷ و خلاصه درجه‌بندی محور در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۷. نتایج امتیاز ریسک تصادفات و رتبه‌بندی ایمنی قطعات محور مورد مطالعه به روش ستاره‌دهی

شماره قطعه	امتیاز ریسک تصادف	رتبه ایمنی (تعداد ستاره و رنگ)	شماره قطعه	امتیاز ریسک تصادف	رتبه ایمنی (تعداد ستاره و رنگ)
۱	۳	۴ ستاره – زرد	۲۳	۴	۴ ستاره – زرد
۲	۳	۴ ستاره – زرد	۲۴	۴/۸	۴ ستاره – زرد
۳	۴	۴ ستاره – زرد	۲۵	۲/۴	۵ ستاره – سبز
۴	۷/۵	۳ ستاره – نارنجی	۲۶	۳	۴ ستاره – زرد
۵	۲/۷	۴ ستاره – زرد	۲۷	۱۰/۵	۳ ستاره – نارنجی
۶	۱۸	۲ ستاره – قرمز	۲۸	۷/۵	۳ ستاره – نارنجی
۷	۱۷/۵	۲ ستاره – قرمز	۲۹	۷/۵	۳ ستاره – نارنجی
۸	۱۵/۲	۲ ستاره – قرمز	۳۰	۲/۴	۵ ستاره – سبز

۹	۱۰/۵	۳ ستاره – نارنجی	۳۱	۲۹/۴	۱ ستاره – قرمز
۱۰	۱۳	۲ ستاره – قرمز	۳۲	۷/۵	۳ ستاره – نارنجی
۱۱	۸	۳ ستاره – نارنجی	۳۳	۲/۴	۵ ستاره – سبز
۱۲	۱۳/۵	۲ ستاره – قرمز	۳۴	۷	۳ ستاره – نارنجی
۱۳	۸	۳ ستاره – نارنجی	۳۵	۹	۳ ستاره – نارنجی
۱۴	۸	۳ ستاره – نارنجی	۳۶	۲/۴	۵ ستاره – سبز
۱۵	۸/۵	۳ ستاره – نارنجی	۳۷	۹	۳ ستاره – نارنجی
۱۶	۹	۳ ستاره – نارنجی	۳۸	۷/۵	۳ ستاره – نارنجی
۱۷	۱۲/۷	۲ ستاره – قرمز	۳۹	۴/۵	۴ ستاره – زرد
۱۸	۳/۵	۴ ستاره – زرد	۴۰	۱۵/۱	۲ ستاره – قرمز
۱۹	۱۴	۲ ستاره – قرمز	۴۱	۲/۷	۴ ستاره – زرد
۲۰	۸	۳ ستاره – نارنجی	۴۲	۱۱/۵	۳ ستاره – نارنجی
۲۱	۸	۳ ستاره – نارنجی	۴۳	۴	۴ ستاره – زرد
۲۲	۸	۳ ستاره – نارنجی	۴۴	۱۰/۲	۳ ستاره – نارنجی

شکل ۶. مثال‌هایی از ستاره‌های اختصاص داده شده به محور مورد مطالعه

شکل ۷. نقشه رتبه‌بندی ایمنی کنارگذر شرقی کرمانشاه به روش ستاره‌دهی

جدول ۸. خلاصه‌ای از نتایج درجه‌بندی محور مورد مطالعه

طول کل راه مورد مطالعه	۳۰ کیلومتر
مجموع قطعات ۱ ستاره	۳ درصد
مجموع قطعات ۲ ستاره	۱۷ درصد
مجموع قطعات ۳ ستاره	۴۸ درصد
مجموع قطعات ۴ ستاره	۲۴ درصد
مجموع قطعات ۵ ستاره	۸ درصد

۵. نتیجه‌گیری

در سالیان گذشته، تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های فراوانی در زمینه برنامه بین‌المللی ارزیابی راه (iRAP) صورت پذیرفته که در این راه محققان حوزه حمل‌ونقل در کشورهایی نظیر آمریکا، استرالیا، انگلستان، بلژیک و چین نقش‌های ویژه‌ای داشته‌اند.

با توجه به اجرای موفقیت‌آمیز روش ستاره‌دهی در دیگر کشورها، در سال ۲۰۰۴ یک سازمان بین‌المللی به‌عنوان یک نهاد حمایتی بنا نهاده شد تا تلاش‌هایی در سطح بین‌المللی را در جهت موضوع سروسامان دهد و اقدامات ارزیابی و درجه‌بندی ایمنی را در سراسر جهان به مورد اجرا گذارد. وظیفه این سازمان، کاهش تصادفات مرگبار به‌واسطه بهبود وضعیت ایمنی زیرساخت‌ها و تجهیزات راه‌ها است. این اقدامات و دستورالعمل‌ها که ابتدا در اروپا به مورد اجرا گذاشته شد هم اکنون در سایر کشورها نیز آمادگی و قابلیت اجرا دارد. لیکن در هر کشور، بنا به مؤلفه‌ها و مقتضیات خاص آن کشور لازم است اصلاحاتی صورت پذیرد. کما اینکه سابقه اجرای این برنامه در ایالات متحده آمریکا و استرالیا نشان می‌دهد بخش‌هایی در جهت تکمیل شدن برنامه به آن افزوده شده است.

با توجه به توضیحات فوق و اهمیت موضوع ایمنی، لازم است در کشور ما نیز با در نظر گرفتن شرایط حاکم موجود چارچوب اولیه اجرایی یکی از روش‌های مذکور به‌صورت آزمایشی و جدی‌تر بنا نهاده شود. به منظور بومی‌سازی و اجرای چنین برنامه‌ای در کشور لازم است در خصوص امکان انطباق برنامه‌های موجود برای ارزیابی و درجه‌بندی ایمنی راه‌ها که در سایر کشورها صورت گرفته است مطالعات کافی به‌عمل آید. این مطالعات باید با در نظر گرفتن شرایط خاص کشورمان باشد. در نتیجه، در این تحقیق، الزامات و ضوابط مدل iRAP به‌منظور ارزیابی سطح ایمنی راه‌های کشور مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اینکه این برنامه تا کنون به‌صورت جامع در ایران مورد استفاده قرار نگرفته است، لازم است تا همگام با دیگر کشورها، راه‌های کشور نیز توسط این برنامه جامع مورد ارزیابی قرار گرفته و میزان تأثیر زیرساخت‌های حمل‌ونقلی بر ایمنی جاده‌ها به‌وسیله یک برنامه استراتژیک مورد بررسی قرار گیرد. ارائه ضوابط و الزامات مورد نیاز روش ستاره‌دهی و مؤسسه iRAP به منظور درجه‌بندی ایمنی راه‌ها به جزئیات در این تحقیق مورد بحث قرار گرفت و زیرساخت‌های مهندسی به منظور پیاده‌سازی این روش در راه‌های کشور مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از برنامه بین‌المللی iRAP و روش درجه‌بندی ستاره‌دهی در راستای ارتقای ایمنی راه‌های کشورمان استفاده کرد. در بخش مطالعه موردی، نتایج این تحقیق نشان داد که حدود ۷۰٪ کنارگذر شرقی کرمانشاه تا حداکثر سه ستاره بوده که از نظر ایمنی می‌تواند وضعیت نامناسبی قلمداد گردیده و تنها ۳۰٪ از آن ۴ یا ۵ ستاره می‌باشد. این شیوه از درجه‌بندی در بخش تخصیص بودجه، به منظور ارتقای کیفیت ایمنی این محور، کمک شایانی می‌نماید.

۶. مراجع

سایت سازمان پزشکی قانونی کشور، http://www.lmo.ir.

سلمانی، م.، رمضان زاده لسبویی، م.، دریکوند، م. و ثابتی، ف. ۱۳۸۷. "بررسی عوامل مؤثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن، مورد مطالعه: منظومه روستایی جنوب خور و بیابانک". پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۶۵: ۸۷-۱۰۴.

AAA Foundation for Traffic Safety 2006. "usRAP: Feasibility assessment and pilot programme". American Automobile Association, Washington, DC.

AASHTO. 2009. "Highway safety manual". 1st Edition, American Association of State Highway Transportation Officials, Washington, DC.

AusRAP. 2006. "Star ratings: Australia's national network of roads". Australian Automobile Association, Available from www.ausrap.org.

Harwood, D. W., Council, F. M., Hauer, E., Hughes, W. E. and Vogt, A. 2000. "Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways". Report No. FWHA-RD-99-207, Federal Highway Administration, Washington, DC.

iRAP. 2008. "Vaccines for roads: The new iRAP tools and their pilot application". Worting House, Basingstoke, Available from www.irap.net.

iRAP. 2014. "Star rating and invesment plan quality assurance guide".

iRAP. 2018. "Road risk mapping manual: Technical specification".

Lynam, D., Castle, J., Scoons, J., Lawson, S. D., Hill, J. and Charman, S. 2007. "EuroRAP II Technical Report (2005-6)". Available from www.eurorap.org.

Othman, S., Thomson, R. and Lannér, G. 2009. "Identifying critical road geometry parameters affecting crash rate and crash type". Ann. Adv. Automot. Med., 53: 155-165.

Stacey, S. 2016. "The strategic focus of International Road Assessment Programme". 1st European Road Infrastructure Congress, UK.

Wan Yaacob, W. F., Lazim, M. A. and Wah, Y. B. 2012. "Modeling road accidents using fixed effects model: Conditional versus unconditional model". Proceedings of the World Congress on Engineering.

World Health Organization. 2015. "World report on road traffic injury prevention".

World Health Organization. 2018. "World report on road traffic injury prevention".

Yannis, G., Dragomanovits, A., Laiou, A., Richter, T., Ruhl, S., La Torre, F., Domenichini, L., Graham, D., Karathodorou, N. and Li, H. 2016. "Use of accident prediction models in road safety management- An international inquiry". Transport. Res. Proced., 14: 4257-4266.