

شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های تاثیرگذار بر ایمنی

راه‌های مواصلاتی در محدوده جغرافیایی استان یزد

مقاله علمی - پژوهشی

بهنام متوسلی*، دانش‌آموخته دکتری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: motavasehi.behnam@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸ - پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰

صفحه ۳۶۰-۳۴۱

چکیده

ایمنی جاده‌ها مدت‌هاست که یک تکرانی عمده اجتماعی برای مردم و مسولین ایجاد کرده است و درمان‌ها (یا مداخلات) متعددی برای بهبود ایمنی در جاده‌ها اجرا شده است. به طور کلی، درمان‌های ایمنی راه می‌تواند سیاست‌ها، قانون‌گذاری و اجرا، تغییرات فیزیکی در جاده‌ها یا شبکه‌ها و سایر اقدامات با هدف عمومی باشد که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر شرایط ترافیک، رفتارهای رانندگی و محیط سفر تأثیر می‌گذارد. در سال‌های اخیر، محققان و تصمیم‌گیرندگان توجه زیادی به پیشران‌های تاثیرگذار بر ایمنی راه‌های مواصلاتی به عنوان درمان داشته‌اند که در این تحقیق نیز شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های تاثیرگذار بر ایمنی راه‌های مواصلاتی در محدوده جغرافیایی استان یزد مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. این تحقیق از منظر هدف، کاربردی و از نظر میزان کنترل متغیرها و روش گردآوری داده‌ها، تحلیلی-توصیفی از نوع پیمایشی می‌باشد. جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد که حجم زیادی از اطلاعات با استفاده از پرسشنامه به دست آمده است. جامعه آماری این تحقیق از خبرگان و متخصصین تشکیل شده است. داده‌ها در این پژوهش با استفاده از روش SWARA کرسولین، زاوادسکاس و تورکسیس مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان در طبق محاسبات در الگوریتم سوارا در بین پیشران‌های اصلی معیار خودرو با وزن ۰,۲۴۶۳، رتبه اول، افزایش بخشنده‌گی راه (ایمنی حاشیه راه) با وزن ۰,۲۰۲۸ در رتبه دوم، معیار نقش نهادهای ناظر و حاکم بر راه‌ها با وزن ۰,۲۰۲۸ در رتبه سوم، معیار طرح هندسی راه با وزن ۰,۱۸۱۳ در رتبه چهارم و بلاخره معیار خود معرف بودن و گویایی راه با وزن ۰,۱۶۷۴ در رتبه پنجم قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: پیشران، ایمنی، راه‌های مواصلاتی، استان یزد

۱- مقدمه

بیشتری برخوردار شده است. ایمنی راه عبارت از شرایط و عواملی است که بر ایمنی و سلامت استفاده‌کنندگان از راه تأثیر گذاشته یا می‌تواند بگذارد و شامل چندین جنبه مختلف از جمله زیرساخت جاده (به عنوان مثال، شرایط سطح)، رفتار کاربران جاده (به عنوان مثال، رفتار راننده/عابر پیاده) و تراکم ترافیک است. ایمنی راه ایجاد شرایطی در راه است که استفاده‌کنندگان از راه از خطرهای منجر به صدمات و خسارات جانی و مالی دور باشند. ایمنی راه یک فرایند سیستماتیک است که علم ایمنی

از نیازهای مهم برای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در فرایند توسعه پایدار، ایجاد سیستم‌های حمل و نقل کامل، منظم، گسترده، کارآمد می‌باشد زیرا این سیستم‌ها به عنوان عاملی شتاب‌دهنده در توسعه اقتصادی کشورها نقش دارند و سالانه بودجه قابل توجهی برای ساخت و نگهداری آنها تخصیص داده شده می‌شود. یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین خصوصیات سیستم‌های حمل و نقل، ایمنی است که در دو دهه اخیر بدلیل افزایش تصادفات و تلفات ناشی از آن، این موضوع از اهمیت

راه‌ها در محدوده جغرافیایی استان یزد الزامی است که رسالت این تحقیق نیز بر همین موضوع تاکید دارد.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱- ایمنی

ایمنی پیش بینی اقداماتی است که در طی آن از خطر آسیب دیدگی جانی و ضرر و زیان مادی پیش‌گیری می‌شود. در واقع با رعایت اصول ایمنی شرایط یا موقعیتی ایجاد می‌شود که به حذف حادثه یا به حداقل رساندن آثار و عوارض آن منجر می‌گردد (پوررستگار و اکباتانی نژاد، ۱۳۹۷). به عبارت دیگر، هرچه میزان حوادث کاهش یابد و آسیب دیدگی جانی و ضرر و زیان مادی ناشی از آن‌ها کمتر شود ایمنی افزایش یافته است. در حال حاضر با پیشرفت‌هایی که در تمامی زمینه‌ها در جهان صورت گرفته نقش ایمنی نیز بارزتر گشته است (رحیم اف و وحیدی، ۱۳۹۹).

۲-۲- حمل و نقل ایمن

حمل و نقل ایمن عبارت است از حمل و نقلی است که در آن هیچگونه خسارتی به سرنشینان، خودرو و بار آن وارد نشود. البته این تعریف امنیت جابجایی را نیز پوشش می‌دهد چراکه امنیت یک سفر با ایمنی آن متفاوت است. در امان بودن از سارقان در حقیقت به امنیت راه‌ها مربوط می‌شود و بنابراین ابتدا باید به فاکتورهای اصلی تاثیرگذار بر ایمنی حمل و نقل توجه نمائیم (محمدی، ۱۳۹۸).

۲-۳- عوامل موثر در ایمنی راه‌ها

اجزای اصلی ایمنی در ترافیک عبارتند از انسان، وسیله نقلیه و راه. بررسی مختلفی در سراسر دنیا برای تعیین سهم هر یک از این عوامل در تصادفات انجام شده است. بر اساس این تحقیقات مشخص گردیده است که عامل انسانی بیشترین سهم را در تصادفات داشته‌اند. در شکل زیر نمونه‌ای از سهم این عوامل آورده شده است. از اینرو با کنترل و بهبود شرایط هر یک از این عوامل می‌توان تصادفات را کنترل کرد (میرباقری، ۱۳۹۸).

ترافیک را با هدف جلوگیری از تصادفات ترافیکی، در روند طراحی و برنامه ریزی راه وارد می‌کند. ایمنی راه‌ها یکی از اصول اساسی در مهندسی ترافیک و برنامه‌ریزی حمل و نقل می‌باشد در کشورهای توسعه یافته همگام با توسعه سایر بخش‌های مهندسی ترافیک، موضوع ایمنی حمل و نقل و راه‌ها نیز مورد توجه ویژه قرار گرفته و با برنامه ریزی، انجام مطالعات و اقدامات لازم و تامین تسهیلات مورد نیاز، سعی شده است که تصادفات و پیامدهای ناشی از آن تا حد ممکن به حداقل برسد. در همین حال بهبود ایمنی راه‌ها به صورت پایدار بدون شناخت و بهبود پیشران‌های تاثیرگذار اصلی عملاً انتظاری بیهوده خواهد بود. لذا بهبود ایمنی راه‌ها مستلزم شناسایی پیشران‌های تاثیرگذار بر ایمنی همچون انجام فعالیت‌های مستمر، یکپارچه و نظام مند در زمینه‌های مختلف مدیریت و هماهنگی ایمنی، سیستم مناسب جمع‌آوری، پردازش و آرایه آمار و اطلاعات تصادفات، طراحی و ساخت راه‌های ایمن، بهبود و رفع نقاط حادثه‌خیز، تبلیغات و آموزش‌های مؤثر ایمنی، تأمین استاندارد ایمنی و وسایل نقلیه، وضع مقررات و قوانین ترافیکی و اعمال آنها، عملیات نجات و فوریت‌های پزشکی و ... می‌باشد.

با توجه به اینکه استان یزد از لحاظ موقعیت جغرافیایی در نقطه ثقل کشور با مرکز جغرافیایی قرار گرفته، و حوزه حمل و نقل این استان به واسطه قرارگیری در مرکزیت ثقل استان‌های بزرگی همچون اصفهان، فارس، کرمان و هرمزگان باعث شده که روزانه هزاران تن کالا و بار از این استان به‌صورت زمینی عبور و در سراسر کشور توزیع گردد. استان یزد با سه هزار و ۴۹۴ کیلومتر راه اصلی و فرعی و بزرگراه به عنوان یکی از استان‌های پیشرو در بخش حمل و نقل جاده‌ای در سطح کشور شناخته می‌شود که به لحاظ قرارگیری در کنار محورهای ترانزیتی و کریدور شمال جنوب و شرق و غرب از موقعیت خاصی در بخش جاده‌ای برخوردار است که در زمینه تناژ حمل بار، رتبه هفتم در کشور و شش درصد از کل بار کشور از مبدأ یزد بارگیری می‌شود. همچنین طبق سند ملی آمایش سرزمین راه‌های کشور، نقش استان یزد به عنوان مرکز تجارت و بازرگانی نوین با عملکرد ملی و مرکز اصلی بارانداز و پخش و صدور کالا مشخص شده است. با توجه به اینکه اخیراً این استان رتبه دوم در زمینه کاهش تلفات جاده‌ای در کشور را خود اختصاص داده است شناسایی و اولویت بندی پیشران‌های تاثیرگذار بر ایمنی

ارایه نموده و از بروز هرگونه غافلگیری برای کاربران اجتناب شود. توجه به بهره برداری ایمن به هنگام ساخت و نگهداری، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که کار ساخت طولانی‌تر است و توجه به ایمنی کارگران، عابرین و دیگر کاربران که اغلب ناکافی است، بسیار مهم می‌باشد (Ionela et, 2019).

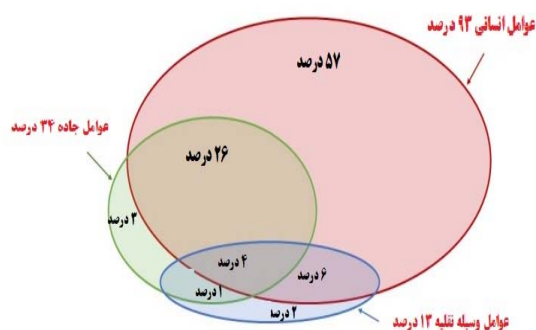
مقطع عرضی: طراحی فنی هر راه به رده آن در سلسله مراتب راه‌ها، بستگی دارد و شامل تعداد خطوط و عرض آنها، شانه راه، بخش جداکننده میانی (رفوژ وسط) و دیگر خصوصیات موجود در استانداردهای ملی می‌شود. به عنوان مثال، در نظر گرفتن عرض مناسب برای شانه راه، به منظور استفاده عابرین پیاده و حیوانات، بسیار مهم است (Faus et al, 2023).

فاصله دید: راننده برای توقف، سبقت گرفتن، قطع نمودن یا ورود ایمن به ترافیک، نیاز دارد تا فضای مقابل خود را ببیند. بنابراین طراحی، باید این نیاز را برآورده نموده و از کاهش قدرت دید اطمینان حاصل شود. در محل‌های خاص که دید رو به رو مشکل دارد، سبقتگیری باید ممنوع گردد و یا یک خط ویژه سبقت احداث شود (Younus et al, 2019).

قوس‌ها: قوس‌های افقی و عمودی باید به شکلی طراحی شوند که در سرعت‌های مناسب برای آن نوع راه، ایمن باشند. این کار را میتوان از طریق معیارهای طراحی، از جمله شعاع قوس، نوع پوشش سطح و سرعت طرح انجام داد. قوس‌های عمودی تند در بالا یا پایین تپه‌ها، می‌تواند خطرناک باشد و باید به منظور کمک به قدرت کنترل رانندگان و حفظ قدرت دید مناسب آنها، به دقت طراحی شوند (Evaniew et al, 2014).

علائم و خطکشی راه‌ها: تمام کشورها برای خط کشی و نصب علائم راه‌ها، به منظور آگاه‌سازی و هدایت رانندگان و به ویژه هشدار دادن نسبت به خطرات پیشرو، بایستی استانداردهایی داشته باشند. خطکشی و علائم مورد استفاده باید در کل کشور، یکسان و دارای حداقل کلمات باشد و به راحتی درک گردند. تابلوها باید به دقت نصب و نگهداری شوند و پوشش گیاهی یا دیگر اشیاء نباید مانع دید آنها شوند. مواد با کیفیت، دوام بیشتری دارند، اگرچه سرمایه‌گذاری اولیه آنها بیشتر است (یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۷).

زهکشی: آبروهای سرباز، سربسته و کانالهای زهکشی، عناصر ضروری هر جاده‌های هستند. این موارد هم در کوتاه مدت برای ایمنی کاربران در زمان بارندگی و هم در درازمدت برای کارکرد بدون نقص جاده ضروری می‌باشند. زهکشی



شکل ۱. عوامل موثر در ایمنی راه‌ها

۲-۳- اجزای اصلی ایمنی راه

سلسله مراتب راه‌ها: راه‌های یک شبکه باید به شکلی واضح تعریف شوند و به راه‌هایی که اصولاً برای جابه جایی سراسری استفاده می‌شوند و راه‌هایی که اصولاً برای دسترسی به منطقه مسکونی یا دیگر ساختمانها و مناطق تفریحی استفاده میشوند (که بایستی با سرعت پایین در آنها حرکت نمود)، تقسیم شوند اولویت ترافیک در هر تقاطع باید به شکلی واضح و آشکار، با راه مهمتر باشد. هر راه نیز باید تنها به راه هم رده خود یا به راهی که در یک رده بالاتر یا پایینتر از خودش قرار دارد، متصل شود (Marcin et al, 2019).

کاربری زمین: ساختمان‌ها باید به شکلی مناسب توزیع شوند تا تداخل بین عابرین پیاده و ترافیک به حداقل برسد. ضرورت مسافرت با وسیله نقلیه باید تا حد امکان از طریق قراردادن فروشگاه‌ها، اماکن کاری و مدارس در فواصل قابل پیاده روی از خانه‌ها و در صورت امکان با ایجاد پیاده‌روها و خطوط ویژه دوچرخه، به حداقل برسد. تأثیر تمام طرح‌های اصلاح ایمنی و ترافیک، باید قبل از صدور مجوز ساخت، به شکلی کامل مورد بررسی قرار گیرد (میرزایی و فرمهبینی، ۱۳۹۷).

کنترل دسترسی: دسترسی مستقیم به راه‌های اصلی باید به حداقل برسد. هیچگاه نباید در محل‌های خطرناک مانند پیچ‌ها یا بالای تپه‌ها، جاده‌های متصل شود. همچنین باید راه‌های دسترسی، تنها به تقاطع‌های موجود یا نزدیک آنها محدود شود. ساخت راه‌های اختصاصی که به فروشگاه‌ها یا واحدهای صنعتی منتهی می‌شود، باید تشویق شود (Esser et al, 2016).

طراحی ایمن: به طور کلی طراحی مناسب راه‌ها از لحاظ ایمنی، باعث می‌شود تا رانندگی بدون مانع، ساده و روان انجام شود. طراحی راه باید به شکلی منظم و مرحله‌ای، اطلاعات لازم را

نمودن وسایل نقلیه متوقف شده و بساط دستفروشان از کنار جاده، به حداقل رساند (عشوریان و دیواندری، ۱۳۹۹).

تقاطع‌ها: اصل اساسی طراحی خوب تقاطع، آن است که انتقال از یک مسیر به مسیر دیگر یا جابجایی در مسیر اصلی با حداقل تأخیر و حداکثر ایمنی انجام شود. طرح یک تقاطع باید ساده و برای تمام کاربران واضح و آشکار باشد، ضمن آن که نیاز انواع مختلف رفت و آمد برآورده شود. نوع تقاطع انتخاب شده به جریان ترافیک راههای منتهی به آن بستگی دارد، ضمن آن که باید استانداردهای مدیریت و کنترل ترافیک در محیط اطراف آن نیز مورد توجه قرار گیرد (شکیب و پاکنهاد، ۱۳۹۸).

تسهیلات مربوط به عابرین پیاده: در مناطق شهری، پیاده روی یک شیوه حمل و نقل مهم محسوب گشته و تمام کاربران راهها به ویژه عابرین پیاده، در مرحله‌های از سفر خود، بسیار آسیبپذیر هستند و در تعداد زیادی از تصادفات منجر به مرگ حضور دارند. کودکان کم سن و سال بخش بزرگی از جمعیت عابرین را تشکیل می‌دهند که در حال رفت و آمد به مدرسه یا در حال بازی در نزدیکی راهها هستند، ضمن آن که اغلب، مهارتهای ترافیکی آنها به اندازه بزرگسالان نیست (دیواندری، و سیدعلیخانی، ۱۴۰۱).

ممیزی ایمنی: بسیاری از کشورهای توسعه یافته دریافته اند که حتی با طراحی حرفهای راههای اصلی و ترافیک با جدیدترین استانداردها، آنها هنوز با تصادفات پیشینی نشده‌ای مواجه هستند. همه می‌دانند که در طرح‌هایی که استاندارد در آنها تغییر می‌یابد و در نهایت یا در آنها به عابرین پیاده یا دیگر کاربران آسیب پذیر توجه کافی نشده است، تصادفاتی رخ می‌دهد. یک متخصص مستقل ایمنی راه می‌تواند با بررسی طرح‌ها، در مراحل مختلف فرآیند طراحی، نقایص آن را به بهترین وجهی برطرف نموده یا کاهش دهد. این کارشناس هرگونه مشکل احتمالی را مشخص و برای اصلاح آن، پیشنهادها را با دقت بررسی و تغییرات لازم را در طراحی اعمال می‌نماید (رحیمیان و وحیدی، ۱۳۹۷).

ضرورت‌های تعمیر و نگهداری: تمام اقدامات ایمنی توضیح داده شده در صفحات قبل، در صورت عدم تداوم مناسب، شکست می‌خورد. این مطلب، به ویژه در مورد تجهیزات پیچیده و پیشرفت‌های همچون چراغ‌های راهنمایی با کنترل‌کننده‌های الکترونیکی یا رایانه‌ای، صادق است. درست مانند ناکارایی کامل شیوه‌های مهندسی همچون کانال‌های

نامناسب ممکن است منجر به ایجاد گودال شده و نواقص جاده را بیشتر نماید. آبروهای عمیق زهکشی کنار جاده، برای وسایل نقلیه‌ای که کنترل خود را از دست میدهند، خطری بسیار جدی است (میرباقری، ۱۳۹۸).

نرده‌ها و جان پناه های ایمنی: وجود موانع در کناره راه، مبلمان خیابانی و درختان، دو ضرر دارد: اول، خطر بالقوه تصادم و دوم، ایجاد محدودیت دید. تصادم یا برخورد را می‌توان با نصب و یا انتقال و تغییر مکان موانع در کناره راه مهار نمود. مشکل دید را نیز میتوان به روشی مشابه و با جابجایی یا انتقال اشیاء، یا از طریق هرس مناسب درختان یا پوشش گیاهی، برطرف نمود (مهران، ۱۳۹۶).

حفاظ‌های میانی: حفاظ‌های میانی به عنوان جداسازهای وسط راه، می‌توانند برای جداسازی مسیرهای رفت و برگشت استفاده شوند و به جلوگیری از بروز تصادف‌های شاخه‌شاخ که معمولاً شدت زیادی دارند، کمک نمایند. حفاظ‌های میانی باید به اندازه کافی عریض باشند تا عابرین پیاده به هنگام عبور از خیابان با ایمنی کافی در آنجا منتظر شوند، ضمن آن که انتهای موانع نباید خودشان خطرآفرین باشند (عباسی و قاسمی نژاد، ۱۳۹۸).

روشنایی: ثابت شده که در بیشتر کشورها، ایجاد روشنایی مناسب برای خیابان‌ها، موجب کاهش تصادفات می‌شود. این کار مخصوصاً برای ایمنی عابرین پیاده یا وسایل نقلیه آسیبپذیری که بدون چراغ مورد استفاده قرار می‌گیرند، سودمند است. ولی به هر حال نصب و نگهداری سیستم روشنایی، گران بوده و نگهداری ضعیف آن نیز، از طریق ایجاد روشنایی‌های ناخواسته می‌تواند باعث ایجاد مشکلات اضافی دیگر شود (عوض زاده، و توکل، ۱۳۹۸).

ایستگاه‌های اتوبوس و توقفگاه‌ها: ایستگاه‌های اتوبوس و توقفگاه‌ها باعث توقف وسایل نقلیه به شکلی ایمن و با حداقل ایجاد تأثیر منفی بر ترافیک میشوند. این تأسیسات باید در بخش‌های مسطح و مستقیم جاده و در محلی با فاصله مناسب و قابل مشاهده، واقع شود. ایستگاه‌های اتوبوس باید بعد از خط عابر پیاده و بعد از تقاطعها باشند تا وسایل نقلیه متوقف شده، مانع رؤیت عبور عابرین پیاده نشوند. اگر در حاشیه راه‌ها، اجناسی فروخته می‌شود، می‌توان این خطر را با احداث توقفگاه‌هایی که کاملاً خارج از جاده قرار دارند و خارج

را بهبود می‌بخشد. عشوریان و دیواندری (۱۳۹۹)، ارزیابی عوامل مؤثر بر ایمنی ترافیک و تصادفات جاده‌ای را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که تصادفات جاده‌ای نهمین عامل مرگ و میر در بین جوانان به حساب می‌آید و پیش بینی شده که تا سال ۲۰۳۰ به رتبه پنجم صعود کند. تجزیه و تحلیل آمار تصادفات و حوادث رانندگی در ایران نشان می‌دهد که سه عامل انسان، جاده و وسیله نقلیه از مهمترین عوامل در ایجاد سوانح هستند. از این رو شناسایی این عوامل، و مطالعه در مورد شدت اثر و ارتباط بین آنها، به ارائه راهکارهای مناسب در جهت کم کردن اثر یا از بین بردن علل وقوع سوانح جاده‌ای کمک خواهد کرد. قنبرزاده لرستانی (۱۴۰۱)، ارایه الگوی تعیین اولویت‌بندی عوامل تاثیرگذار جاده در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای، را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که کاستی‌های ایمنی در جاده، ضعف در مهندسی جاده، عوامل طبیعی در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای تاثیر داشته‌اند. دیواندری و سیدعلیخانی (۱۴۰۱)، بررسی عوامل مؤثر بر ارتقاء ایمنی در جاده‌ها را بررسی نموده‌اند و نتایج نشان می‌دهد که با توجه به سهم قابل ملاحظه‌ای که عدم رعایت اصول ایمنی راه‌ها در افزایش میزان آمار وقوع تصادفات در سطح کشور دارد، لذا شناسایی هر چه بیشتر و بهتر پارامترهای موجود و تاثیرگذار در ایمنی جاده‌ها و ارتقا آنها امری ضروری می‌باشد تا بتوان با در نظر گرفتن آنها در طراحی مسیرها و رعایت اصول لازم در این خصوص، حتی المقدور از وقوع تصادفات و ایجاد پتانسیل بروز آنها جلوگیری نمود. شوریده ضیابری و همکاران (۱۴۰۲)، رتبه بندی کیفیت و ایمنی جاده‌ها با استفاده از منطق فازی و مدل تصمیم‌گیری چند معیاره را تدوین نموده‌اند. در این پژوهش برای شناسایی شاخص‌های مرتبط با شرایط واقعی کنترل ساخت و ساز جاده‌ها در ایران بر اساس استانداردهای ملی موجود و نیز استفاده از تجربیات متخصصین مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت و ایمنی جاده‌ها شناسایی و استخراج گردید. در مرحله بعد، ارتباط کیفیت جاده‌ها با آمار تصادفات رانندگی بررسی گردید و نتیجه نشان می‌دهد که با افزایش کیفیت جاده‌ها به مراتب از شدت و تعداد تصادفات کاسته می‌شود.

زهکشی، که در صورت نادیده گرفته شدن می‌توانند خود مسدودکننده راه باشند (جلیل زاده، ۱۳۹۶).

آموزش کاربران: در برنامه‌ریزی و طراحی باید به این مسأله توجه زیادی شود. زیرا تنها هنگامی می‌توان انتظار داشت جریان ترافیک، روان و ایمن باشد که تمام کاربران هم از وضعیت راه و هم از چگونگی استفاده از آن مطلع باشند. بهترین راه دستیابی به این هدف، طراحی ساده و بسیار مشخص خط‌کشی‌ها می‌باشد. البته وجود قوانین دقیقی که در تمام موقعیت‌های موجود، باعث بروز رفتار صحیح شده و اعمال مناسب آنها، ضروری است (ابراهیمی و زارعی، ۱۳۹۹).

ورتاجی و همکاران (۲۰۲۱) رتبه بندی جاده‌ها بر اساس ایمنی با روش سوارا فازی را انجام داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مدیریت ایمنی ترافیک یک کار بسیار دشوار و سخت است. پارامترهای اصلی شبکه جاده‌ای از قبیل؛ علائم، خودرو و انسان نقش مهمی در اولویت‌بندی ایمنی جاده‌ها دارند. ابیر و هاری (۲۰۲۳) شاخص‌های سیستم ایمنی جاده را بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که حرکت در جاده، رفتار کاربر و نوع وسیله نقلیه از اصلی‌ترین شاخص‌های سیستم ایمنی جاده می‌باشند که برنامه ریزیان باید برای تامین کیفیت مناسب هر یک برنامه ریزی مناسب را انجام دهند. قوشچی و همکاران (۲۰۲۳) ارزیابی ایمنی جاده و اولویت بندی خطرات با استفاده از رویکرد SWARA و MARCOS یکپارچه در محیط فازی را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که عناصر زیادی وجود دارد که موقعیت ایمنی جاده را غیرقابل پیش بینی و درک می‌کند. این می‌تواند. نتایج نشان داد که منبع خطر (انسان) نقش مهمی در تصادفات در مقایسه با سایر منابع خطر بازی می‌کند. کارمانلیس و همکاران (۲۰۲۳) به سوی حمل و نقل پایدار: نقش تجزیه و تحلیل نقاط سیاه در بهبود ایمنی جاده‌ها را تدوین نموده‌اند. نتایج نشان داد که نقاط سیاه، مکان‌های جاده‌ای هستند که تعداد تصادفات بیش از حد انتظار آماری در آنها رخ می‌دهد و از انجایی که از اهداف حمل و نقل پایدار بهبود سطح ایمنی جاده‌ها در جهان است برطرف نمودن نقاط سیاه به طور قاطع ایمنی جاده

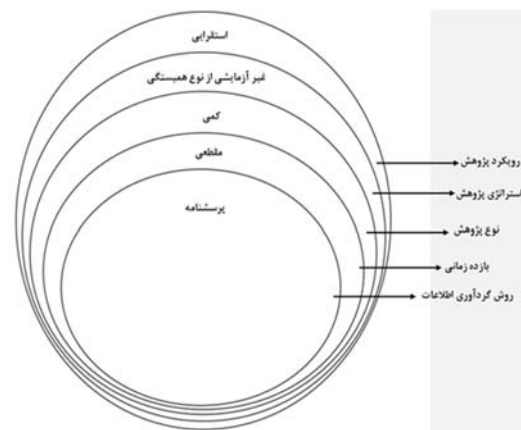
اینکه بالای ۰/۷ باشد پایایی پرسشنامه مورد قبول واقع شود. لازم به ذکر که در جهت ارزیابی میزان نظرات از طیف رتبه‌ای لیکرت استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق حاضر عبارت‌اند از کارشناسان راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل‌ونقل، معاونت ساخت و نگهداری راه‌های، شرکت ساخت و توسعه زیربنای حمل و نقل، مدیریت حمل‌ونقل و سوخت، کمیسیون حمل‌ونقل، ترانزیت و گمرک اتاق بازرگانی و صنایع و معادن پلیس راهور و پلیس راهنمایی و رانندگی، سازمان حفاظت محیط‌زیست، شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی استان یزد و مصرف سوخت استان یزد می‌باشند. از آنجایی که تعداد افراد و کارشناسانی که باید در نمونه مدنظر جهت تکمیل پرسشنامه پژوهش براساس عوامل مختلف (از جمله تخصصی بودن سوالات، طولانی‌تر بودن روند پرسشنامه و غیره) محدود بوده و با توجه به شناخت محقق از افرادی که در این دسته‌ها قرار می‌گیرند مشخص و از پیش تعیین شده‌اند بنابراین روش نمونه‌گیری تحقیق حاضر روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند قضائوتی (تعمدی) می‌باشد. در روش نمونه‌گیری هدفمند به جای به دست آوردن اطلاعات از کسانی که به راحتی در دسترس قرار می‌گیرند، گاهی اوقات ممکن است ضرورت یابد که اطلاعاتی از افراد یا گروه‌های خاصی به دست آوریم، یعنی انواع خاصی از افراد که قادر به ارائه اطلاعات مورد نظر ما هستند، زیرا آن‌ها تنها افرادی‌اند که می‌توانند چنین اطلاعاتی ارائه دهند یا با برخی از معیارهایی که محقق تدوین کرده مطابقت دارند. در این پژوهش برای انتخاب افراد خبره جهت نمونه معیارهای زیر در نظر گرفته شده است.

-حداقل سابقه کاری ۵ سال در مباحث ایمنی

-آشنایی با مباحث ایمنی راه‌های مواصلاتی

-در دسترس بودن خبره

با توجه به معیارهای بالا، تعداد ۱۰۳ خبره که در زمینه مورد مطالعه تخصص داشتند انتخاب شدند. جهت تحلیل داده‌ها از روش سوارا که یکی از روشهای تصمیم‌گیری چند زیرمعیاره است استفاده شده است که هدف آن محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها است. این روش هدفش وزن‌دهی به معیارهای می‌باشد. روش SWARA توسط کرسولین، زاوادسکاس و تورکسیس در سال ۲۰۱۰ معرفی شد. در این روش معیارها بر اساس ارزش رتبه بندی می‌شوند. در این روش به مهمترین معیار رتبه یک و به کم اهمیت ترین معیار رتبه آخر داده



شکل ۱. مدل پیاز پژوهش

۳- روش تحقیق

در این تحقیق، کلیه موارد مرتبط با اصول روش پژوهش بر اساس فرآیند "مدل پیاز" (شکل ۱) برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی شده است که شرح موارد ذکر می‌گردد. رویکرد انتخابی در این پژوهش استقرایی می‌باشد در این رویکرد با استفاده از معلومات جزئی و برقراری ارتباط بین آن‌ها حکم کلی را استنتاج می‌نماید یعنی سعی می‌گردد اطلاعات از نمونه‌های منتخب کسب و به تمام جامعه آماری تعمیم داده می‌شود. روش مورد استفاده برای بررسی رابطه بین متغیرها به صورت غیرآزمایشی از نوع همبستگی و نوع پژوهش به صورت کمی می‌باشد زیرا در این تحقیق به‌کارگیری، توسعه و استخدام مدل‌های ریاضی مد نظر است. زمان این پژوهش به صورت مقطعی می‌باشد زیرا داده‌ها و اطلاعات از حجم نمونه مشخص شده یکبار در طی یک دوره زمانی در سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری می‌شود.

برای گردآوری داده‌ها از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده که مهم‌ترین وسیله، پرسشنامه "محقق ساخت" می‌باشد. این پرسشنامه با استفاده از مبانی نظری داخلی و خارجی، مشاهده محلات قدیمی و شرایط ایمنی راه‌های مواصلاتی در محدوده جغرافیایی استان یزد توسط محقق و برداشت نکات توسط چک‌لیست، مصاحبه با متخصص و خبرگان در حوزه مربوطه، تدوین گردیده است. برای بررسی روایی پرسشنامه‌ها از روایی صوری و تحلیل محتوا استفاده شده است در این راستا، یک نسخه‌ی ابتدایی از پرسشنامه در اختیار چند تن از متخصصان قرار می‌گیرد و پیشنهادات اصلاحی آنان اعمال گردید. پایایی پرسش‌نامه تحقیق با استفاده از شاخص سازگاری درونی (آلفای کرونباخ) مورد بررسی قرار گرفت. میزان آلفای کرونباخ به دست آمده از نرم‌افزار (SPSS) معادل با ۰/۹۸۴ است که با توجه به

← محاسبه ضریب K_j : ضریب K_j که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر زیرمعیار می‌باشد با استفاده از رابطه شماره ۱ محاسبه می‌گردد.

$$K_j = S_j + 1 \quad (1)$$

← محاسبه وزن اولیه هر زیرمعیار: وزن اولیه زیرمعیارها از طریق رابطه ۲ قابل محاسبه می‌باشد. در این رابطه باید توجه داشت که وزن زیرمعیار نخست که مهم‌ترین زیرمعیار است برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود.

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j} \quad (2)$$

← محاسبه وزن نهایی نرمال: در آخرین گام از روش SWARA وزن نهایی زیرمعیارها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد از طریق رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

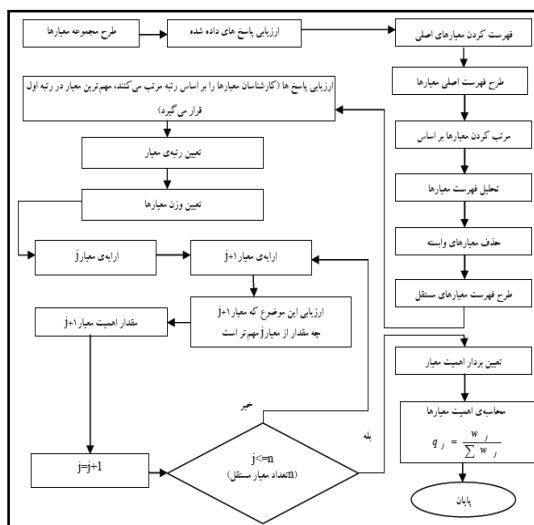
$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (3)$$

۴- یافته‌های تحقیق

۴-۱- یافته‌های دموگرافی

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ۸۸,۳ درصد از پاسخ‌دهندگان مرد و ۱۱,۷ درصد زن بوده‌اند. بیشترین فراوانی پاسخ‌دهندگان مربوط به گروه سنی ۳۵ تا ۵۰ سال با ۵۳,۴ درصد بوده و کمترین فراوانی مربوط به سن ۵۰ سال به بالا بوده است که تنها ۱۰,۵ درصد از پاسخ‌دهندگان را تشکیل می‌دهند. پاسخ‌دهندگان دارای سابقه کاری بین ۱۰ تا ۱۵ سال بیشترین درصد و کمترین درصد مربوط به سابقه کار بیشتر از ۱۵ سال بوده است. بیشترین پاسخ‌دهندگان دارای مدرک کارشناسی با ۴۴,۷ درصد و کمترین فراوانی پاسخ‌دهندگان با مدرک دکتری با ۱۲,۶ درصد را شامل شده و همچنین بیشترین پاسخ‌دهندگان دارای مدرک عمران با ۶۱,۱ درصد و کمترین فراوانی پاسخ‌دهندگان با مدرک سایر با ۶,۸ درصد بوده‌اند.

می‌شود. در نهایت معیارها بر اساس مقادیر متوسط اهمیت نسبی اولویت‌بندی می‌شوند این تکنیک بر مبنای نظرات خبرگان استوار است و یک روش کاملاً قضاوتی است. در این روش کارشناسان (پاسخ‌دهندگان) نقش مهمی در تعیین وزن معیارها دارند. روند بکارگیری تکنیک SWARA بر اساس شکل ۲ می‌باشد.



شکل ۲. الگوریتم اجرای SWARA

گام‌های اصلی برای وزن‌دهی بر اساس روش SWARA به شرح زیر است.

← مرتب کردن زیرمعیارها: در ابتدا زیرمعیارهای مورد نظر تصمیم‌گیرندگان به عنوان زیرمعیارهای نهایی و بر اساس درجه اهمیت، انتخاب و مرتب می‌شوند. بر این اساس، مهم‌ترین زیرمعیارها در رده‌های بالاتر و زیرمعیارهای کم اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند.

← تعیین اهمیت نسبی هر زیرمعیار (S_j): در این مرحله می‌بایست اهمیت نسبی هر کدام از زیرمعیارها نسبت به زیرمعیار مهم‌تر قبلی مشخص گردد که در این فرایند روش SWARA این مقدار با S_j نشان داده می‌شود.



شکل ۲. یافته‌های دموگرافی نمونه‌ها

۴-۲- معرفی عوامل پژوهش

خیلی زیاد) به هر شاخص امتیاز دهند. سپس میانگین امتیازات هر شاخص محاسبه شد نتایج در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به مندرجات جدول ذیل میانگین تمام شاخص‌ها بالاتر از عدد ۳ می‌باشد در نتیجه تمام زیرمعیارها صلاحیت سنجش را دارند.

با توجه به اینکه در قسمت‌های قبل بر اساس مرور ادبیات و پیشینه پژوهش و مصاحبه با افراد خبره شاخص‌های تاثیرگذار بر ایمنی راه‌ها در ۵ معیار اصلی و ۵۷ زیرمعیار شناسایی و استخراج شد که طی پرسشنامه‌ای از پاسخ دهندگان خواسته شد که بر اساس طیف ۱ تا ۵ لیکرت (۱=اهمیت خیلی کم، ۲=اهمیت کم، ۳=اهمیت متوسط، ۴=اهمیت زیاد، ۵=اهمیت

جدول ۱. تعریف زیرمعیارها و محاسبه میانگین آنها

معیار	زیرمعیار	کد	میانگین امتیاز
طرح هندسی راه	۱. کیفیت طراحی و ساخت بر اساس مشخصات استاندارد راه های کشور	A1	۴,۰۷۸
	۲. کیفیت روسازی آسفالتی بر اساس مشخصات استاندارد روسازی راههای کشور	A2	۳,۸۵۴
	۳. کیفیت طراحی و نظارت بر اجرای طرح های اتصال و انشعاب از راهها (مبادی ورودی و خروجی شهرها و روستاها و...)	A3	۳,۸۸۳
	۴. کیفیت طراحی و مدیریت دسترسی ها، تقاطع ها اعم از زیرگذر و روگذر، دوربرگردانها و پارکینگ های توقف اضطراری	A4	۳,۸۱۶
	۵. کیفیت طراحی و مجزا سازی خطوط کندرو تندرو و سبقت	A5	۳,۸۱۶
	۶. کیفیت طراحی و تامین شیب های مجاز عرضی و طولی راه	A6	۳,۶۲۱
	۷. کیفیت جمع آوری و هدایت آبهای سطحی و روان آنها	A7	۳,۴۴۷
	۸. کیفیت اصلاح حادثه خیزی و رفع نقاط پرتصادف راهها	A8	۳,۹۸۱
	۹. کیفیت تامین تسهیلات تردد مورد نیاز کاربران آسیب پذیر جاده ای (عابران پیاده، موتورسیکلت سواران و...)	A9	۳,۶۶۰
	۱۰. کیفیت تامین تسهیلات تردد و حمل و نقل محموله های فوق سنگین، حساس و خطرناک	A10	۳,۶۲۱
	۱۱. کیفیت مدیریت دسترسی ها (تمرکز و تجمع دسترسی های پراکنده شرکت ها و کارخانجات صنعتی مجاور راه ها)	A11	۳,۶۲۱
نبرد معرزه بودن و گویایی راه	۱۲. کیفیت ارائه اطلاعات لازم و به موقع به کاربران راه از طریق سیستم های ارتباطی هوشمند حمل و نقل	B1	۳,۵۸۳
	۱۳. کیفیت تامین، نصب و نگهداری تجهیزات روشنایی در شبکه راهها (انواع روشنایی نقطه ای، برج نور و...)	B2	۳,۸۷۴
	۱۴. کیفیت تامین تجهیزات ارتباطی _ مخابراتی در نقاط کور و دور از دسترس موجود در شبکه راهها (ارتباطات بی سیم و تلفن)	B3	۳,۴۸۵
	۱۵. کیفیت منظر آرای راهها (وجود میدان دید باز، کافی و مناسب در حریم راهها)	B4	۳,۷۷۷
	۱۶. کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع علائم و تجهیزات افقی منصوبه در شبکه راهها	B5	۳,۷۴۸
	۱۷. کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع علائم و تجهیزات عمودی منصوبه در شبکه راهها	B6	۳,۹۵۱
	۱۸. کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع چراغ های چشمک زن و چراغ های راهنمایی و رانندگی منصوبه در شبکه راهها	B7	۳,۸۶۴
	۱۹. کیفیت استقرار سامانه ها و سیستم های اطلاعات مدیریت هوشمند و کنترل برخط ترافیک در راهها	B8	۳,۷۵۷
	۲۰. تاثیر دیداری (صری) انواع تابلوهای تبلیغات تجاری و بازرگانی مجاز و غیر مجاز منصوبه در حاشیه راهها	B9	۳,۴۵۶
	۲۱. تاثیر انطباق، هماهنگی و بازتاب (دید در شب) انواع تابلو- علائم و تجهیزات افقی و عمودی منصوبه در راهها	B10	۳,۷۷۷
	۲۲. تاثیر نورپردازی و بازتاب انواع تابلوهای تبلیغات محیطی منصوبه در حاشیه راهها (تابلوهای پیام متغیر LED، چلنیوم و...)	B11	۳,۵۰۵
	۲۳. تاثیر تجمع واحدهای پراکنده و منفرد خدماتی واقع در حاشیه راهها در مجتمع های خدمات رفاهی بین راهی مجاز و تیرپارکها	B12	۳,۵۶۳
	۲۴. تاثیر تطابق مشخصات راههای احداثی با نوع، درجه بندی و عملکرد استاندارد آنها در سطح ملی	B13	۳,۵۰۵
اثرات بهداشتی راه (ایمنی حاشیه راه)	۲۵. تاثیر کیفیت بهسازی، شانه سازی و تعریض حاشیه و کناره راهها	C1	۴,۱۴۶
	۲۶. تاثیر گریدرزنی، تیغ زنی و پاکسازی حاشیه و حریم راهها (پاکسازی قنوها، بوته زنی و...)	C2	۳,۷۲۸
	۲۷. تاثیر حذف موانع فیزیکی صلب موجود در حاشیه راهها و تامین ناحیه انتقالی و عاری از مانع در راهها (پله‌آبروهای با عرض دهانه کمتر از ۶ متر)	C3	۳,۸۹۳
	۲۸. کیفیت تامین تجهیزات جانبی تاسیسات و ابنیه فنی راهها جهت کاهش خسارات وارده به کاربران جاده ای و وسایل نقلیه عبوری	C4	۴,۰۹۷
	۲۹. کیفیت تامین، نصب و نگهداری تجهیزات ایمنی در رفوژ میانی راهها جهت کاهش خسارات وارده به کاربران جاده ای و وسایل نقلیه عبوری	C5	۳,۸۶۴
	۳۰. کیفیت و تاثیر اصلاح شیب شیروانی راهها و انطباق با شیب استاندارد یک به پنج	C6	۳,۸۶۴
	۳۱. تاثیر انسداد یا حذف انواع دسترسی های غیرمجاز در حریم راهها	C7	۳,۸۷۴
	۳۲. تاثیر آرامسازی، کنترل و هدایت صحیح ترافیک در نواحی مسکونی و بافت متراکم شهری و روستایی مجاور راهها	C8	۴,۰۲۹
	۳۳. تاثیر محدود کردن حرکات رانندگان پرخطر و اعمال قانون از طریق سیستم های هوشمند نظارت تصویری راهداری	C9	۴,۱۲۶
	۳۴. تاثیر جانمایی صحیح و اصولی موقعیت استقرار پست های امداد و نجات جاده ای (اورژانس، پلیس راه، راهداری، هلال احمر)	C10	۳,۷۵۷
	۳۵. کیفیت جانمایی صحیح و اصولی موقعیت اسکان اضطراری اعم از راهدارخانه ها، توقفگاهها و مساجد بین راهی و...)	C11	۳,۷۹۶
	۳۶. تاثیر اجرای شیارلزائنده (رامبل استریپ) در حاشیه راهها و عملکرد آن در هشدار به کاربران جاده ای در زمان خواب آلودگی و انحراف از مسیر	C12	۳,۸۶۴
	۳۷. کیفیت مبلمان جاده ای، منظر آرای و زیباسازی حریم راه ها	C13	۳,۴۲۷
نقش نهادهای ناظر و حامی	۳۸. تاثیر نظارت مستمر بر کیفیت ارائه خدمات توسط عوامل راهداری و پلیس راه در شبکه راه ها	D1	۴,۰۰۰
	۳۹. تاثیر بازرسی مستمر ایمنی راه، ممیزی نقاط پر حادثه و مدیریت ایمنی در شبکه راه ها	D2	۴,۰۷۸
	۴۰. تاثیر نظارت و مدیریت در هزینه-زمان کارگاه های موقت و اضطراری عملیات جاده ای در شبکه راهها	D3	۳,۵۱۵
	۴۱. تاثیر اعمال حاکمیت قانون توسط نهادهای ناظر از طریق استقرار گشت های محسوس، تیم های نامحسوس کنترل ترافیک پلیس	D4	۳,۸۵۴

۳,۸۳۵	D5	تاثیر برخورد قانونی و قضایی با عوامل اختلال در عملکرد ایمن راهها از طریق جمع آوری بساط دست فروشان
۳,۹۱۳	D6	تاثیر حفاظت و صیانت نهاد متولی و ناظر راهها در جلوگیری از هرگونه ساخت و ساز غیرمجاز در حریم راهها
۳,۹۷۱	D7	تاثیر اجرای طرح های موقت و مناسبتی کنترل ترافیک توسط پلیس راه و... (طرح های ویژه سفرهای نوروزی، سفرهای تابستانه)
۳,۹۲۲	D8	تاثیر فرهنگسازی از طریق ارائه آموزش های ترافیکی و آشنایی کاربران جاده ای در ارتقای رانندگی ایمن در سطح شبکه راهها
۳,۵۰۵	D9	تاثیر جنسیت و سن افراد در آموزش و فراگیری دانش و مهارت های ترافیکی و رانندگی ایمن در سطح شبکه راه ها
۳,۹۱۳	D10	تاثیر وضعیت رفتاری، سلامت روحی-روانی کاربران جاده ای در مواجهه با مداخلات ترافیکی در سطح شبکه راهها
۳,۹۳۲	D11	تاثیر وضعیت آب و هوایی، جوی- اقلیمی شبکه راه ها
۴,۱۲۶	D12	تاثیر رعایت قوانین و مقررات رانندگی توسط کاربران جاده ای در سطح شبکه راه ها
۴,۱۸۴	E1	تاثیر افزایش کیفیت وسایل نقلیه و خودروهای در حال تولید
۴,۰۸۷	E2	تاثیر کیفیت تولیدی وسایل نقلیه و خودروهای موجود در ناوگان حمل و نقل جاده ای
۳,۹۷۱	E3	تاثیر سرعت، کمیت و کیفیت خروج وسایل نقلیه و خودروهای فرسوده و مستهلک از ناوگان حمل و نقل جاده ای
۴,۰۸۷	E4	تاثیر کاربرد فناوری های پیشرفته و استفاده از سیستم های هوشمند در وسایل نقلیه و خودروهای در حال تولید
۴,۰۸۷	E5	تاثیر نظارت بر ایمنی بار وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار و کالا
۴,۰۷۸	E6	تاثیر کنترل وضعیت دوره ای سلامتی رانندگان وسیله نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار، کالا و مسافر
۴,۰۵۸	E7	تاثیر انجام دوره ای معاینات فنی وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار، کالا و مسافر
۴,۲۱۴	E8	تاثیر کیفیت و تکنولوژی تجهیزات ایمنی به کاررفته در وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار و کالا و مسافر

۳-۴- نتایج روش SWARA

$$K_j = S_j + 1 = 0.097 + 1 = 1.097$$

در گام سوم مقدار وزن خام (q_j) محاسبه می شود؛ که از رابطه زیر بدست می آید.

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j} = \frac{1}{1.097} = 0.9115$$

در گام چهارم نیز وزن هر معیار از نرمال کردن مقادیر وزن خام بدست می آید که برای نرمال کردن باید هر وزن خام را بر مجموع اوزان خام تقسیم کرد. با توجه به نتایج وزن دهی شاخص ها در معیار "طرح هندسی راه"، زیر معیار کیفیت طراحی و ساخت بر اساس مشخصات استاندارد راه های کشور با وزن ۰,۱۲۰۹ رتبه اول را کسب کرده است. زیر معیار کیفیت طراحی و ساخت بر اساس مشخصات استاندارد راه های کشور به دلیل این که کیفیت طراحی و ساخت یکی از معیارهای کلیدی ارزیابی عملکرد پروژه های راه سازی بسیار مهم است زیرا تاثیر آن در دوره بهره برداری از پروژه جایگاه ویژه آن را ممتاز می نماید همچنین کیفیت مطلوب طراحی و ساخت یکی از عوامل مهم در کاهش هزینه ها و زمان اجرای پروژه ها است. مدیریت کیفیت در پروژه های ساخت راه منطبق بر استانداردها می تواند هزینه های اضافی ناشی از نقصان کیفیت را تا حد زیادی کاهش دهد.

در این بخش با استفاده از روش سوارا به تعیین وزن و اهمیت شاخص ها پرداخته می شود. اولین گام در این روش این است که شاخص ها را بر اساس درجه اهمیتشان بر اساس نزولی مرتب کنیم (از زیاد به کم)؛ که می توان با استفاده از میانگین امتیازات داده شده در جدول ۱، این فرایند صورت گیرد که در ادامه برای ابعاد مختلف آورده شده است.

۳-۴-۱- محاسبه وزن زیرمعیار در معیار "طرح هندسی راه"

ابتدا زیرمعیار در معیار "طرح هندسی راه" به صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات در جدول ۱ مرتب می شوند و سپس بر اساس الگوریتم سوارا وزن زیرمعیارها طبق جدول ۲ محاسبه شده است. به عنوان مثال وزن شاخص دوم یعنی "A8" به صورت زیر محاسبه می شود: میانگین شاخص "A8" برابر با ۳,۹۸۱ می باشد. برای محاسبه S_j باید هر معیار با معیار بالاتر خود مقایسه شود. اینجا مشخص می شود که میانگین شاخص "A8" به چه اندازه از شاخص بالاتر خود یعنی "A1" کمتر است که جواب ۰,۰۹۷ می شود به بیان ریاضی طبق محاسبات زیر:

$$S_j = 4.078 - 3.981 = 0.097$$

در گام دوم باید مقدار K_j را محاسبه شود. برای محاسبه مقدار K_j باید S_j را با عدد یک جمع کرد به عبارت دیگر.

جدول ۲. محاسبه وزن زیرمعیارها در معیار اصلی "طرح هندسی راه"

Wj	qj	Kj	Sj	میانگین امتیازات	کد معیار
۰,۱۲۰۹	۱	۱	-	۴,۰۷۸	A1
۰,۱۱۰۲	۰,۹۱۱۵	۱,۰۹۷	۰,۰۹۷	۳,۹۸۱	A8
۰,۱۰۰۵	۰,۸۳۰۸	۱,۰۹۷	۰,۰۹۷	۳,۸۸۳	A3
۰,۰۹۷۶	۰,۸۰۷۳	۱,۰۲۹	۰,۰۲۹	۳,۸۵۴	A2
۰,۰۹۴۰	۰,۷۷۷۱	۱,۰۳۹	۰,۰۳۹	۳,۸۱۶	A4
۰,۰۹۴۰	۰,۷۷۷۱	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۸۱۶	A5
۰,۰۸۱۳	۰,۶۷۲۷	۱,۱۵۵	۰,۱۵۵	۳,۶۶۰	A9
۰,۰۷۸۳	۰,۶۴۷۵	۱,۰۳۹	۰,۰۳۹	۳,۶۲۱	A6
۰,۰۷۸۳	۰,۶۴۷۵	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۶۲۱	A10
۰,۰۷۸۳	۰,۶۴۷۵	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۶۲۱	A11
۰,۰۶۶۶	۰,۵۵۱۲	۱,۱۷۵	۰,۱۷۵	۳,۴۴۷	A7

منبع: یافته های میدانی محقق، ۱۴۰۲

۴-۳-۲- محاسبه وزن زیرمعیار در معیار "خود معرف بودن و گویایی راه"

تعمیر و نگهداری به موقع آنها است. زیرا این امر نه تنها باعث بهبود شرایط ترافیکی معابر شده بلکه صرفه جویی های اقتصادی بسیاری را نیز به همراه خواهد داشت.

ابتدا زیرمعیار در معیار "خود معرف بودن و گویایی راه" به صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات در جدول ۱ مرتب می شوند و سپس بر اساس الگوریتم سوارا وزن زیرمعیارها طبق جدول ۳ محاسبه شده است. بر این اساس کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع علائم و تجهیزات عمودی منصوبه در شبکه راهها با وزن ۰,۰۹۸۵ رتبه اول را کسب کرده است زیرا یکی از مقوله های مهم فنی در بخش راه و ترابری استفاده از علائم عمودی، افقی و تجهیزات ایمنی در راهها می باشد که به منظور هدایت بهتر استفاده کنندگان از راه، پیشگیری از وقوع تصادفات و کاهش صدمات ناشی از حوادث ترافیکی بکار می روند. علائم و تجهیزات کنترل ترافیک شبکه راهها، نقش عمده های در ایمن سازی معابر و هدایت هر چه بهتر رانندگان ایفا می نمایند. به گونه های که نصب صحیح، به جا، علمی و به موقع آنها می تواند باعث هدایت هر چه بهتر رانندگان در مسیر شده و تداخلها و گاهاً تصادفات را کاهش داده و همچنین از میزان تاخیرات در معابر به میزان چشمگیری بکاهد. اما آنچه در این بین از اهمیت بسزایی برخوردار است، عملیات

۴-۳-۳- محاسبه وزن زیرمعیار در معیار "افزایش بخشندگی

راه (ایمنی حاشیه راه)"

ابتدا زیرمعیار در معیار "افزایش بخشندگی راه (ایمنی حاشیه راه)" به صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات در جدول ۱ مرتب می شوند و سپس بر اساس الگوریتم سوارا وزن زیرمعیارها طبق جدول ۴ محاسبه شده است. بر این اساس تاثیر کیفیت بهسازی، شانه سازی و تعریض حاشیه و کناره راهها با وزن ۰,۰۹۷۵ رتبه اول را کسب کرده است. زیرا در گذشته در بحث حاشیه راه، برای توسعه راه یا عملیات راهداری، فقط بحث حریم قانونی مورد توجه بوده است ولی امروزه بهسازی، شانه سازی و تعریض حاشیه و کناره راهها و ایمن بودن در طراحی یکی از موارد بسیار مهم مهندسی راه و ایمنی راه است.

جدول ۳. محاسبه وزن زیرمعیارها در معیار اصلی "طرح هندسی راه"

Wj	qj	Kj	Sj	میانگین امتیازات	کد معیار
۰,۰۹۸۵	۱	۱	-	۳,۹۵۱	B6
۰,۰۹۱۴	۰,۹۲۷۹	۱,۰۷۸	۰,۰۷۸	۳,۸۷۴	B2
۰,۰۹۰۵	۰,۹۱۹۰	۱,۰۱۰	۰,۰۱۰	۳,۸۶۴	B7
۰,۰۸۳۲	۰,۸۴۵۲	۱,۰۸۷	۰,۰۸۷	۳,۷۷۷	B4
۰,۰۸۳۲	۰,۸۴۵۲	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۷۷۷	B10
۰,۰۸۱۷	۰,۸۲۹۱	۱,۰۱۹	۰,۰۱۹	۳,۷۵۷	B8
۰,۰۸۰۹	۰,۸۲۱۱	۱,۰۱۰	۰,۰۱۰	۳,۷۴۸	B5
۰,۰۶۹۴	۰,۷۰۴۸	۱,۱۶۵	۰,۱۶۵	۳,۵۸۳	B1
۰,۰۶۸۱	۰,۶۹۱۳	۱,۰۱۹	۰,۰۱۹	۳,۵۶۳	B12
۰,۰۶۴۳	۰,۶۵۳۳	۱,۰۵۸	۰,۰۵۸	۳,۵۰۵	B11
۰,۰۶۴۳	۰,۶۵۳۳	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۵۰۵	B13
۰,۰۶۳۱	۰,۶۴۰۸	۱,۰۱۹	۰,۰۱۹	۳,۴۸۵	B3
۰,۰۶۱۳	۰,۶۲۲۷	۱,۰۲۹	۰,۰۲۹	۳,۴۵۶	B9

منبع: یافته های میدانی محقق، ۱۴۰۲

جدول ۴. محاسبه وزن زیرمعیارها در معیار اصلی "افزایش بخشندگی راه (ایمنی حاشیه راه)"

Wj	qj	Kj	Sj	میانگین امتیازات	کد معیار
۰,۰۹۷۵	۱	۱	-	۴,۱۴۶	C1
۰,۰۹۵۶	۰,۹۸۱۰	۱,۰۱۹	۰,۰۱۹	۴,۱۲۶	C9
۰,۰۹۲۹	۰,۹۵۳۲	۱,۰۲۹	۰,۰۲۹	۴,۰۹۷	C4
۰,۰۸۷۰	۰,۸۹۲۵	۱,۰۶۸	۰,۰۶۸	۴,۰۲۹	C8
۰,۰۷۶۶	۰,۷۸۵۷	۱,۱۳۶	۰,۱۳۶	۳,۸۹۳	C3
۰,۰۷۵۱	۰,۷۷۰۸	۱,۰۱۹	۰,۰۱۹	۳,۸۷۴	C7
۰,۰۷۴۴	۰,۷۶۳۴	۱,۰۱۰	۰,۰۱۰	۳,۸۶۴	C5
۰,۰۷۴۴	۰,۷۶۳۴	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۸۶۴	C6
۰,۰۷۴۴	۰,۷۶۳۴	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰	۳,۸۶۴	C12
۰,۰۶۹۷	۰,۷۱۴۸	۱,۰۶۸	۰,۰۶۸	۳,۷۹۶	C11
۰,۰۶۷۱	۰,۶۸۸۱	۱,۰۳۹	۰,۰۳۹	۳,۷۵۷	C10
۰,۰۶۵۲	۰,۶۶۸۶	۱,۰۲۹	۰,۰۲۹	۳,۷۲۸	C2
۰,۰۵۰۱	۰,۵۱۳۹	۱,۳۰۱	۰,۳۰۱	۳,۴۲۷	C13

۴-۳-۴- محاسبه وزن زیرمعیار در معیار "نقش نهادهای ناظر

و حاکم بر راهها"

ابتدا زیرمعیار در معیار "نقش نهادهای ناظر و حاکم بر راهها"

به صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات در جدول ۱ مرتب

می شوند و سپس بر اساس الگوریتم سوارا وزن زیرمعیارها طبق

جدول ۵ محاسبه شده است. با توجه به نتایج این قسمت از

تحقیق که تاثیر رعایت قوانین و مقررات رانندگی در سطح جاده

در رتبه اول قرار گرفته است می توان گفت که کم توجهی به

رعایت قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی در بین رانندگان از جمله ناهنجاریهایی است که به صورت روزمره در سطح خیابانها و بزرگراههای داخل شهر، جادهها و آزادراههای بین شهری مشاهده می‌شود. جدیت و مداومت در اجرای قوانین و مقررات رانندگی در درازمدت می‌تواند فرهنگ‌ساز باشد و برعکس اجرای موقتی و تظاهر بر جدیت در اجرا و مقطعی عمل کردن می‌تواند باعث کاهش اعتماد عامه مردم به سامانه متصدی اجرای قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی گردد.

جدول ۵. محاسبه وزن زیرمعیارها در معیار اصلی "نقش نهادهای ناظر و حاکم بر راهها"

کد معیار	میانگین امتیازات	Sj	Kj	qj	Wj
D12	۴,۱۲۶	-	۱	۱	۰,۱۰۳۹
D2	۴,۰۷۸	۰,۰۴۹	۱,۰۴۹	۰,۹۵۳۷	۰,۰۹۹۱
D1	۴,۰۰۰	۰,۰۷۸	۱,۰۷۸	۰,۸۸۵۰	۰,۰۹۲۰
D7	۳,۹۷۱	۰,۰۲۹	۱,۰۲۹	۰,۸۵۹۹	۰,۰۸۹۳
D11	۳,۹۳۲	۰,۰۳۹	۱,۰۳۹	۰,۸۲۷۸	۰,۰۸۶۰
D8	۳,۹۲۲	۰,۰۱۰	۱,۰۱۰	۰,۸۱۹۸	۰,۰۸۵۲
D6	۳,۹۱۳	۰,۰۱۰	۱,۰۱۰	۰,۸۱۱۹	۰,۰۸۴۴
D10	۳,۹۱۳	۰,۰۰۰	۱,۰۰۰	۰,۸۱۱۹	۰,۰۸۴۴
D4	۳,۸۵۴	۰,۰۵۸	۱,۰۵۸	۰,۷۶۷۲	۰,۰۷۹۷
D5	۳,۸۳۵	۰,۰۱۹	۱,۰۱۹	۰,۷۵۲۶	۰,۰۷۸۲
D3	۳,۵۱۵	۰,۳۲۰	۱,۳۲۰	۰,۵۷۰۰	۰,۰۵۹۲
D9	۳,۵۰۵	۰,۰۱۰	۱,۰۱۰	۰,۵۶۴۵	۰,۰۵۸۷

جدول ۴-۳-۵- محاسبه وزن زیرمعیار در معیار "خودرو"

اینرو در حال حاضر استاندارد کردن قطعات ایمنی در طراحی خودروها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد و استفاده از تجهیزات ایمنی جدید جهت ارتقای ایمنی خودروها، یک الزام قانونی به منظور کاهش تلفات انسانی در حوادث جاده‌ای در کشور به حساب می‌آید.

ابتدا زیرمعیار در معیار "خودرو" به صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات در جدول ۱ مرتب می‌شوند و سپس بر اساس الگوریتم سوارا وزن زیرمعیارها طبق جدول ۶ محاسبه شده است. با توجه به نتایج تحقیق کیفیت و تکنولوژی تجهیزات ایمنی به کار رفته در وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار و کالا و مسافر رتبه اول را کسب کرده است از

جدول ۶. محاسبه وزن زیرمعیارها در معیار اصلی "خودرو"

کد معیار	میانگین امتیازات	Sj	Kj	qj	Wj
E8	۴,۲۱۴	-	۱	۱	۰,۱۳۹۷
E1	۴,۱۸۴	۰,۰۲۹	۱,۰۲۹	۰,۹۷۱۷	۰,۱۳۵۸
E2	۴,۰۸۷	۰,۰۹۷	۱,۰۹۷	۰,۸۸۵۷	۰,۱۲۳۷
E4	۴,۰۸۷	۰,۰۰۰	۱,۰۰۰	۰,۸۸۵۷	۰,۱۲۳۷
E5	۴,۰۸۷	۰,۰۰۰	۱,۰۰۰	۰,۸۸۵۷	۰,۱۲۳۷
E6	۴,۰۷۸	۰,۰۱۰	۱,۰۱۰	۰,۸۷۷۲	۰,۱۲۲۵
E7	۴,۰۵۸	۰,۰۱۹	۱,۰۱۹	۰,۸۶۰۵	۰,۱۲۰۲
E3	۳,۹۷۱	۰,۰۸۷	۱,۰۸۷	۰,۷۹۱۳	۰,۱۱۰۶

۴-۳-۶- محاسبه وزن معیارهای اصلی

برای محاسبه وزن معیارهای اصلی، ابتدا از امتیازات لیکرت زیرمعیارهای هر معیار میانگین گرفته می‌شود تا امتیاز معیار اصلی مشخص شود سپس معیارها را به صورت نزولی بر اساس میانگین امتیازات در جدول ۱ مرتب می‌شوند و سپس به طریق مشابه، با الگوریتم سوارا وزن معیارها محاسبه می‌شود که در جدول ۷ آورده شده است. بر این اساس معیار خودرو با وزن ۰,۲۴۶۲، رتبه اول را کسب کرده است.

جدول ۷. محاسبه وزن معیارهای اصلی

Wj	qj	Kj	Sj	میانگین امتیازات	کد معیار	نام معیار
۰,۲۴۶۲	۱	۱	-	۴,۰۹۶	E	خودرو
۰,۲۰۲۸	۰,۸۲۳۸	۱,۲۱۴	۰,۲۱۴	۳,۸۸۲	C	افزایش بخشندگی راه (ایمنی حاشیه راه)
۰,۲۰۲۴	۰,۸۲۲۴	۱,۰۰۲	۰,۰۰۲	۳,۸۸۰	D	نقش نهادهای ناظر و حاکم بر راهها
۰,۱۸۱۳	۰,۷۳۶۴	۱,۱۱۷	۰,۱۱۷	۳,۷۶۳	A	طرح هندسی راه
۰,۱۶۷۴	۰,۶۷۹۹	۱,۰۸۳	۰,۰۸۳	۳,۶۸۰	B	خود معرف بودن و گویایی راه

وزن نهایی تمامی زیرمعیارها

وزن نهایی تمامی زیرمعیارها با حاصل ضرب وزن معیار اصلی در وزن نسبی زیرمعیارها حاصل می‌شود و بر اساس آن رتبه بندی ۵۷ زیرمعیار صورت می‌گیرد که در جدول زیر آورده شده است. با توجه به خروجی جدول زیرمعیار تاثیر کیفیت و تکنولوژی تجهیزات ایمنی به کار رفته در وسایل نقلیه و

خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار و کالا و مسافر با امتیاز نهایی ۰,۰۳۴۳۹ در رتبه اول قرار گرفته است و زیر معیار تاثیر دیداری (بصری) انواع تابلوهای تبلیغات تجاری و بازرگانی مجاز و غیر مجاز منصوبه در حاشیه راهها با امتیاز نهایی در تبه ۰,۰۱۰۲۶۴ در رتبه آخر قرار گرفته است.

جدول ۸. محاسبه وزن تمام زیرمعیارها

رتبه	وزن نهایی	زیرمعیار
۱	۰,۰۳۴۳۹	تاثیر کیفیت و تکنولوژی تجهیزات ایمنی به کاررفته دروسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار و کالا و مسافر
۲	۰,۰۳۳۴۱۷	تاثیرافزایش کیفیت وسایل نقلیه و خودروهای در حال تولید
۳	۰,۰۳۰۴۶	تاثیرکیفیت تولیدی وسایل نقلیه و خودروهای موجود در ناوگان حمل و نقل جاده‌ای
۴	۰,۰۳۰۴۵	تاثیر کاربرد فناوری‌های پیشرفته و استفاده از سیستمهای هوشمند در وسایل نقلیه و خودروهای در حال تولید
۵	۰,۰۳۰۳۵۲	کیفیت تامین تسهیلات تردد مورد نیاز کاربران آسیب پذیر جاده‌ای (عابران پیاده، موتورسیکلت سواران و ...)
۶	۰,۰۳۰۱۶۷	تاثیرکنترل وضعیت دوره‌ای سلامتی رانندگان وسیله نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار، کالا و مسافر
۷	۰,۰۲۹۵۹۲	تاثیرانجام دوره ای معاینات فنی وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل بار، کالا و مسافر
۸	۰,۰۲۷۲۱۴	تاثیرسرعت، کمیت و کیفیت خروج وسایل نقلیه و خودروهای فرسوده و مستهلک از ناوگان حمل و نقل جاده‌ای
۹	۰,۰۲۱۹۱۷	کیفیت طراحی و ساخت بر اساس مشخصات استاندارد راه‌های کشور
۱۰	۰,۰۲۱۰۳۳	تاثیر رعایت قوانین و مقررات رانندگی توسط کاربران جاده‌ای در سطح شبکه راهها
۱۱	۰,۰۲۰۰۰۶	تاثیر بازرسی مستمر ایمنی راه، ممیزی نقاط پر حادثه و مدیریت ایمنی در شبکه راهها

فصلنامه علمی جاده، سال بیست و دوم، دوره چهارم، شماره ۱۲۱، زمستان ۱۴۰۳

۱۲	۰,۰۱۹۹۷۸	کیفیت اصلاح حادثه خیزی و رفع نقاط پرتصادف راهها
۱۳	۰,۰۱۹۷۶۸	تاثیر کیفیت بهسازی، شانه سازی و تعریض حاشیه و کناره راهها
۱۴	۰,۰۱۹۳۹۱	تاثیر محدود کردن حرکات رانندگان پرخطر و اعمال قانون از طریق سیستم های هوشمند نظارت تصویری راهداری و پلیس راه
۱۵	۰,۰۱۸۸۴۲	کیفیت تامین تجهیزات جانبی تاسیسات وابینه فنی راهها جهت کاهش خسارات وارده به کاربران جاده ای و وسایل نقلیه عبوری
۱۶	۰,۰۱۸۶۱۴	تاثیر نظارت مستمر بر کیفیت ارائه خدمات توسط عوامل راهداری و پلیس راه در شبکه راهها
۱۷	۰,۰۱۸۲۱	کیفیت طراحی و نظارت بر اجرای طرح های اتصال و انشعاب از راهها (مبادی ورودی و خروجی شهرها و روستاها و...)
۱۸	۰,۰۱۸۰۸۷	تاثیر اجرای طرح های موقت و مناسبی کنترل ترافیک توسط پلیس راه و... (طرح های ویژه سفرهای نوروزی، سفرهای تابستانه، ایام بازگشائی مدارس و...)
۱۹	۰,۰۱۷۶۹۴	کیفیت روسازی آسفالتی بر اساس مشخصات استاندارد روسازی راههای کشور
۲۰	۰,۰۱۷۶۴۳	تاثیر آرامسازی، کنترل و هدایت صحیح ترافیک در نواحی مسکونی وبافت متراکم شهری و روستایی مجاور راهها
۲۱	۰,۰۱۷۴۱۱	تاثیر وضعیت آب و هوایی، جوی- اقلیمی شبکه راهها
۲۲	۰,۰۱۷۰۷۸	تاثیر حفاظت و صیانت نهاد متولی و ناظر راهها در جلوگیری از هرگونه ساخت و ساز غیرمجاز در حریم راهها
۲۳	۰,۰۱۷۰۷۶	تاثیر وضعیت رفتاری، سلامت روحی- روانی کاربران جاده ای در مواجهه با مداخلات ترافیکی در سطح شبکه راهها
۲۳	۰,۰۱۷۰۷۵	تاثیر حفاظت و صیانت نهاد متولی و ناظر راهها در جلوگیری از هرگونه ساخت و ساز غیرمجاز در حریم راهها
۲۵	۰,۰۱۷۰۳۳	کیفیت طراحی و مدیریت دسترسی ها، تقاطع ها اعم از زیرگذر و روگذر، دوربرگردانها و پارکینگ های توقف اضطراری
۲۶	۰,۰۱۷۰۳۲	کیفیت طراحی و مجزا سازی خطوط کندرو- تندرو و سبقت
۲۷	۰,۰۱۶۴۸۲	کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع علائم و تجهیزات عمودی منصوبه در شبکه راهها (انواع تابلو و علائم اختطاری، انتظامی، اخباری، اطلاعاتی و...)
۲۸	۰,۰۱۶۱۳۸	تاثیر اعمال حاکمیت قانون توسط نهادهای ناظر از طریق استقرار گشت های محسوس، تیم های نامحسوس کنترل ترافیک پلیس راه و راهور ناجا در سطح شبکه راهها
۲۹	۰,۰۱۵۸۳	تاثیر برخورد قانونی و قضایی با عوامل اخلاف در عملکرد ایمن راهها از طریق جمع آوری بساط دست فروشان، تخلیه کنندگان زباله، نخاله و... در حاشیه راهها
۳۰	۰,۰۱۵۵۳۲	تاثیر حذف موانع فیزیکی صلب موجود در حاشیه راهها و تامین ناحیه انتقالی و عاری از مانع در راهها (پل ها و آبروهای با عرض دهانه کمتر از ۶ متر)
۳۱	۰,۰۱۵۲۹۴	کیفیت تامین، نصب و نگهداری تجهیزات روشنایی در شبکه راهها (انواع روشنایی نقطه ای، برج نورو ...)
۳۲	۰,۰۱۵۲۳۶	تاثیر انسداد یا حذف انواع دسترسی های غیرمجاز در حریم راهها
۳۳	۰,۰۱۵۰۸	کیفیت و تاثیر اصلاح شیب شیروانی راهها وانطباق با شیب استاندارد یک به پنج
۳۴	۰,۰۱۵۰۹	کیفیت تامین، نصب و نگهداری تجهیزات ایمنی در رفوژ میانی راهها جهت کاهش خسارات وارده به کاربران جاده ای و وسایل نقلیه عبوری
۳۵	۰,۰۱۴۷۴۳	کیفیت تامین تسهیلات تردد مورد نیاز کاربران آسیب پذیر جاده ای (عابران پیاده، موتورسیکلت سواران و...)
۳۶	۰,۰۱۴۱۹۴	کیفیت طراحی و تامین شیب های مجاز عرضی و طولی راه
۳۷	۰,۰۱۴۱۹۳	کیفیت تامین تسهیلات تردد و حمل و نقل محموله های فوق سنگین، حساس و خطرناک
۳۸	۰,۰۱۴۱۹۲	کیفیت مدیریت دسترسی ها (تمرکز و تجمیع دسترسی های پراکنده شرکت ها و کارخانجات صنعتی مجاور راهها)
۳۹	۰,۰۱۴۱۹۰	کیفیت تامین تسهیلات تردد و حمل و نقل محموله های فوق سنگین، حساس و خطرناک
۴۰	۰,۰۱۳۹۳	تاثیر انطباق، هماهنگی و بازتاب (دید در شب) انواع تابلو- علائم و تجهیزات افقی و عمودی منصوبه در راهها
۴۱	۰,۰۱۳۹۲	کیفیت منظر آرای راهها (وجود میدان دید باز، کافی و مناسب در حریم راهها)
۴۲	۰,۰۱۳۹۳	تاثیر انطباق، هماهنگی و بازتاب (دید در شب) انواع تابلو- علائم و تجهیزات افقی و عمودی منصوبه در راهها
۴۴	۰,۰۱۳۶۶۵	کیفیت استقرار سامانه ها و سیستم های اطلاعات مدیریت هوشمند و کنترل برخط ترافیک در راهها
۴۵	۰,۰۱۳۶۰۱	تاثیر جانمایی صحیح و اصولی موقعیت استقرار پست های امداد و نجات جاده ای (اورژانس، پلیس راه، راهداری، هلال احمر و ...)
۴۶	۰,۰۱۳۵۳۳	کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع علائم و تجهیزات افقی منصوبه در شبکه راهها (خط کشی طرفین و آکس راهها، نقوش پیرمارکها و...)

۴۷	۰,۰۱۳۲۱۶	تاثیر گردزنی، تیغ زنی و پاکسازی حاشیه و حریم راهها (پاکسازی قنوا، بوته زنی و...)
۴۸	۰,۰۱۲۰۸۱	کیفیت جمع آوری و هدایت آبهای سطحی و روان آبها
۴۹	۰,۰۱۱۹۸۹	تاثیر نظارت و مدیریت در هزینه-زمان کارگاه های موقت و اضطراری عملیات جاده‌ای در شبکه راهها
۵۰	۰,۰۱۱۸۷۴	تاثیر جنسیت و سن افراد در آموزش و فراگیری دانش و مهارت‌های ترافیکی و رانندگی ایمن در سطح شبکه راهها
۵۱	۰,۰۱۱۶۱۶	کیفیت ارائه اطلاعات لازم و به موقع به کاربران راه از طریق سیستم‌های ارتباطی هوشمند حمل و نقل (تابلوه‌های پیام متغیر از نوع vms & vsl)
۵۲	۰,۰۱۱۳۹۵	تاثیر تجمیع واحدهای پراکنده و منفرد خدماتی واقع در حاشیه راهها در مجتمع‌های خدمات رفاهی بین راهی مجاز و تیر پارکها
۵۳	۰,۰۱۰۷۶۸	تاثیر تطابق مشخصات راههای احداثی با نوع، درجه بندی و عملکرد استاندارد آنها در سطح ملی
۵۳	۰,۰۱۰۷۶۸	تاثیر نورپردازی و بازتاب انواع تابلوه‌های تبلیغات محیطی منصوبه درحاشیه راهها (تابلوه‌های پیام متغیر LED، چلنیوم و...) در انحراف شعاع دید کاربران جاده‌ای
۵۵	۰,۰۱۰۵۶۳	کیفیت تامین تجهیزات ارتباطی _ مخابراتی در نقاط کور و دور از دسترس موجود در شبکه راهها (ارتباطات بی سیم و تلفن همراه)
۵۶	۰,۰۱۰۲۶۴	تاثیر دیداری (بصری) انواع تابلوه‌های تبلیغات تجاری و بازرگانی مجاز و غیر مجاز منصوبه در حاشیه راهها
۵۷	۰,۰۱۰۱۵۹	کیفیت مبلمان جاده‌ای، منظرآرایی و زیباسازی حریم راهها

۵- نتیجه گیری

هندسی راه، خود معرف بودن و گویایی راه، افزایش بخشندگی راه (ایمنی حاشیه راه)، نقش نهادهای ناظر و حاکم بر راهها و خودرو) و ۵۷ زیرمعیار شناسایی و استخراج شده. براساس نتایج محاسبه شده در الگوریتم سوارا در بین معیارهای اصلی معیار خودرو با وزن ۰,۲۴۶۲، رتبه اول، افزایش بخشندگی راه (ایمنی حاشیه راه) با وزن ۰,۲۰۲۸، در رتبه دوم، معیار نقش نهادهای ناظر و حاکم بر راهها با وزن ۰,۲۰۲۸، در رتبه سوم، معیار طرح هندسی راه با وزن ۰,۱۸۱۳، در رتبه چهارم و بلاخره معیار خود معرف بودن و گویایی راه با وزن ۰,۱۶۷۴، در رتبه پنجم قرار گرفته است.

با توجه به نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها در معیار "طرح هندسی راه"، زیر معیار کیفیت طراحی و ساخت بر اساس مشخصات استاندارد راه‌های کشور با وزن ۰,۱۲۰۹، رتبه اول را کسب کرده و زیرمعیار کیفیت جمع آوری و هدایت آبهای سطحی و روان آبها با وزن ۰,۶۱۳، رتبه آخر را کسب نموده است.

با توجه به نتایج وزن‌دهی شاخص‌ها در معیار "خود معرف بودن و گویایی راه"، زیرمعیار کیفیت تامین، نصب و نگهداری صحیح و اصولی انواع علائم و تجهیزات عمودی منصوبه در شبکه راهها با وزن ۰,۰۹۸۵، رتبه اول را کسب کرده و تاثیر دیداری (بصری) انواع تابلوه‌های تبلیغات تجاری و بازرگانی مجاز و غیر

ایمنی جاده‌ها به یک موضوع جهانی مهم تبدیل شده است که توسط سازمان بهداشت جهانی و سازمان ملل متحد به عنوان عامل اصلی نرخ بالای مرگ و میر به رسمیت شناخته شده است و طبق آمار رسمی دو ارگان ذکر شده تلفات جاده‌ای به میانگین ۳۰۰۰ مرگ در روز در تمام سطح جهان رسیده است. از اینرو برای کاهش صدمات و تلفات انسانی باید یک چشم انداز جدید مبتنی بر شناسایی پیشران موثر بر ایمنی راه تدوین و ترسیم گردد و عوامل اصلی تعیین و تاثیرگذار شناسایی و برنامه ریزی کارآمد برای بهبود آنها صورت گیرد. از این رو با توجه به اینکه استان یزد با توجه به موقعیت جغرافیایی که در آن واقع شده است نقش مهم و محوری در دسترسی سایر استان‌ها به راه‌های مواصلاتی و جاده‌ای دار و جایگاه این استان بعنوان کریدور شمال به جنوب و غرب به شرق در حوزه حمل و نقل، نقش مهمی را در کشور دارد زیرا محورهای ترانزیتی موجود در آن از ترافیک بالایی برخوردارند که باید در جهت افزایش ایمنی محورها و ارتقاء پیشران‌های تاثیرگذار تلاش کرد. با توجه به اینکه در این تحقیق شناسایی و اولویت بندی پیشران‌های تاثیرگذار بر ایمنی راه‌های مواصلاتی در محدوده جغرافیایی استان یزد صورت پذیرفته است نتایج این تحقیق را می توان به شرح زیر اعلام نمود.

بر اساس مرور ادبیات و پیشینه پژوهش و مصاحبه با افراد خبره شاخص‌های تاثیرگذار بر ایمنی راهها در ۵ معیار اصلی (طرح

-ارتقای کیفیت طراحی و اجرای مجزا سازی خطوط کندرو-
تندرو و سبقت، تامین شیب های مجزا عرضی و طولی راه، جمع
آوری و هدایت آب های سطحی و روان آبها در سطوح جادهای
استان یزد

-ارتقای کیفیت تامین و نگهداری تجهیزات روشنایی در شبکه
راه ها (انواع روشنایی نقطه ای، برج نورو...) و همچنین تجهیزات
ارتباطی و مخابراتی در نقاط کور و دور از دسترس موجود در
شبکه راهها (ارتباطات بی سیم و تلفن همراه)

-ارتقای کیفیت استقرار سامانه ها و سیستم های اطلاعات مدیریت
هوشمند و کنترل برخط ترافیک در راهها (دوربین های نظارت
تصویری راهداری و پلیس راه، سیستم های برخط تردد شمارجاده
ای، سامانه های توزین ثابت و توزین در حال حرکت و
سیستم های برخط مدیریت حوادث غیرمترقبه ترافیکی در
راهها و ...)

-ارتقای کیفیت بهسازی، شانه سازی و تعریض حاشیه و کناره
راهها و همچنین گریدرزنی، تیغ زنی و پاکسازی حاشیه و حریم
راههای استان (پاکسازی قنواتها، بوته زنی و...)

انسداد یا حذف انواع دسترسی های غیرمجاز در حریم راهها و
همچنین آرامسازی، کنترل و هدایت صحیح ترافیک در نواحی
مسکونی و بافت متراکم شهری و روستایی مجاور راههای استان
-مکانیابی و جانمایی صحیح و اصولی موقعیت استقرار
پست های امداد و نجات جاده ای، اورژانس، پلیس راه، راهداری،
هلال احمر و ... اسکان اضطراری اعم از مساجد بین راهی،
راهدارخانه ها و ... جهت مسافران و کاربران جاده ای در مواقع
بحرانی و حوادث غیرمترقبه نظیر سیل، زلزله، طوفان شن، مه و
کولاک و... در تمام سطح استان یزد

-ایجاد نظارت ها بیشتر و سازمان دهی شده بر عوامل راهداری
و پلیس راه و بازرسی مستمر ایمنی راه، ممیزی نقاط پرحادثه
و مدیریت ایمنی در شبکه راهها

-نظارت مستمر بر حریم قانونی راهها و جلوگیری از هرگونه
ساخت و ساز غیرمجاز در حریم راهها

-فرهنگسازی از طریق ارائه آموزش های ترافیکی و آشنایی
کاربران جاده ای در ارتقای رانندگی ایمن در سطح شبکه راهها
توسط فضاهای مجازی موجود

-افزایش کیفیت وسایل نقلیه و خودروهای سبک و سنگین در
حال تولید و موجود در ناوگان حمل و نقل جاده ای استان یزد

مجاز منصوبه در حاشیه راهها با وزن ۰,۴۵۶، رتبه آخر را به خود
اختصاص داده است.

-با توجه به نتایج وزن دهی شاخص ها در معیار "افزایش
بخشندگی راه (ایمنی حاشیه راه)"، بر این اساس تاثیر کیفیت
بهسازی، شانه سازی و تعریض حاشیه و کناره راهها با وزن
۰,۰۹۷۵، رتبه اول را کسب کرده و زیر معیار کیفیت مبلمان
جاده ای، منظر آرایبی و زیباسازی حریم راهها ۰,۴۲۷، در رتبه آخر
ایستاده است.

-با توجه به نتایج وزن دهی شاخص ها در معیار "نقش نهادهای
ناظر و حاکم بر راهها"، بر این اساس تاثیر رعایت قوانین و
مقررات رانندگی در سطح جاده با وزن ۰,۱۰۳۹، رتبه اول را
کسب کرده و زیر معیار تاثیرجنسیت و سن افراد در آموزش و
فراگیری دانش و مهارتهای ترافیکی و رانندگی ایمن در سطح
شبکه راه ها با وزن ۰,۰۵۸۷، در رتبه آخر ایستاده است.

-با توجه به نتایج وزن دهی شاخص ها در معیار "خودرو"،
بر این اساس کیفیت و تکنولوژی تجهیزات ایمنی به کار رفته در
وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل
بار و کالا و مسافر با وزن ۰,۱۳۹۷، رتبه اول را کسب کرده و زیر
معیار تاثیر سرعت، کمیت و کیفیت خروج وسایل نقلیه
و خودروهای فرسوده و مستهلک از ناوگان حمل و نقل جاده ای
با وزن ۰,۱۱۰۶، در رتبه آخر ایستاده است.

-بر اساس رتبه بندی در بین ۵۷ زیرمعیار در ۵ معیار اصلی،
زیرمعیار تاثیر کیفیت و تکنولوژی تجهیزات ایمنی به کار رفته در
وسایل نقلیه و خودروهای مورد استفاده در ناوگان حمل و نقل
بار و کالا و مسافر با امتیاز نهایی ۰,۰۳۴۳۹، در رتبه اول قرار
گرفته است و زیر معیار تاثیر دیداری (بصری) انواع تابلوهای
تبلیغات تجاری و بازرگانی مجاز و غیر مجاز منصوبه در حاشیه
راهها با امتیاز نهایی در تبه ۰,۰۱۰۲۶۴، در رتبه آخر قرار گرفته
است. پیشنهاداتی برای این مسئله به شرح زیر در نظر گرفته شده
است.

-ارتقای کیفیت پوشش، طراحی و ساخت راه بر اساس
مشخصات استاندارد راه های کویری استان یزد

-ارتقای کیفیت طراحی و نظارت بر اجرای مبادی ورودی و
خروجی راهها، تقاطع ها اعم از زیرگذر و روگذر،
دوربرگردان ها و پارکینگ های توقف اضطراری، به ویژه در
نواحی مسکونی ورودی شهرها و روستاهای استان یزد

۶-مراجع

- ابراهیمی علی و زارعی حسن (۱۳۹۹). تاثیر ترافیک و مشخصه‌های جاده بر ایمنی راه‌ها. چهارمین مجمع توسعه فناوری و کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین عمران معماری و صنعت ساختمان ایران (Arcivil2019). تهران.
- جلیل زاده، اسلام، (۱۳۹۶). حقوق و تکالیف قانونی در حریم راه‌ها (بررسی موردی قوانین وزارت راه و شهرسازی جمهوری اسلامی ایران). همایش بین‌المللی حقوق و فقه اسلامی، بابل.
- رحیم اف، کامران و وحیدی، آیدا (۱۳۹۹). تحلیل و ارزیابی کارایی اجرای سیستم ممیزی ایمنی راه‌ها در ارتقاء ایمنی ترافیک بر مبنای سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS. هفتمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه علوم جغرافیا، معماری و شهرسازی ایران، تهران.
- عباسی، محمد و قاسمی نژاد امین (۱۳۹۸). ارزیابی وضعیت ایمنی در حمل و نقل ریلی با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP-TOPSIS (مطالعه موردی: اداره کل راه‌آهن هرمزگان)، کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت و مهندسی صنایع، تهران.
- شکیب سیدحامد و پاکنهاد سعید (۱۳۹۸). بررسی اصلاح شیروانی‌های خاکریز روی ایمنی راه‌ها. ششمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران.
- دیواندری، حسن و سیدعلیخانی، محمدرضا (۱۴۰۱). بررسی عوامل موثر بر ارتقاء ایمنی در جاده‌ها. اولین همایش مهندسی عمران و منابع زمین، تهران.
- دیواندری حسن و جعفری محمدحسین (۱۳۹۶). بررسی مطالعات انجام شده در خصوص تاثیرات روسازی بر ایمنی راه. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر، تهران.
- قنبرزاده لرستانی، آرمان (۱۴۰۱). ارایه الگوی تعیین اولویت‌بندی عوامل تاثیرگذار جاده در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای، اولین همایش مهندسی عمران و منابع زمین. تهران.
- شوریده ضیابری، سیده پریسا و کبودوند، اسماعیل (۱۴۰۲). رتبه‌بندی کیفیت و ایمنی جاده‌ها با استفاده از منطق فازی و مدل تصمیم‌گیری چند معیاره، فصلنامه جاده، دوره: ۳۱، شماره: ۱۱۴.
- عشوریان، جواد و دیواندری، حسن (۱۳۹۹). ارزیابی عوامل مؤثر بر ایمنی ترافیک و تصادفات جاده‌ای، دومین کنفرانس
- مدیریت شهری، و شهرسازی و معماری با رویکرد اقتصاد و عمران شهری، تبریز.
- محمدی، احسان (۱۳۹۸). ارائه مدل بهینه جهت بهبود ایمنی راه‌ها (مطالعه موردی: راه‌های استان تهران). پنجمین همایش بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و شهرسازی با رویکرد توسعه پایدار، شیراز.
- میرزایی ابراهیم و فرمهبینی علی (۱۳۹۷). بررسی پارامترهای موثر در ایمنی تقاطع‌ها (چهارراه‌ها)، دومین کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی در افق ۱۴۰۴، رشت، سازمان بسیج مهندسیین صنعتی استان گیلان.
- میرباقری سیدمهدی (۱۳۹۸). ارزیابی سطح ایمنی کارگاه‌های راهسازی معابر شهری (مطالعه موردی: شهر یزد)، چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست، کرج.
- یاراحمدی، علی، فلاح زواره محسن و همه خانی علی (۱۳۹۷). معرفی رویکرد تمایل به پرداخت و کاربرد آن در ارتقای ایمنی راه، اولین کنفرانس فرصت‌ها و چالش‌های مهندسی استان البرز، کرج- دانشگاه خوارزمی، دانشگاه خوارزمی تهران.
- Abeer K. Jameel, Harry T. Evdorides (2023). Review of Modifying the Indicators of Road Safety System. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, Vol. 27, No. 02.
- Artur Petro (2019). Identification of sustainability of road safety improvement in Russian cities with a population of more than 1 million people, *E3S Web of Conferences* 138, 1-6.
- Evaniew N, Godin K, Schemitsch EH, Bhandari M. (2014) Evidence gaps in the global decade of road traffic safety. *J Orthop Trauma*. 28 (suppl 1): S15-7.
- Esser MB, Bao J, Jernigan DH, Hyder AA. (2016). Evaluation of the evidence base for the alcohol industry's actions to reduce drink driving globally. *Am J Public Health*. 106. 707-13.
- Ionela AdrianaTiscaa, Nicolae Istrata, Constantin Dan Dumitrescub, Georgica Cornu (2019). Issues concerning the road safety concept, *P rocedia Economics and Finance* 39, 441 - 445.
- Faus M, Alonso F, Egido A and Rezapour M (2023). Editorial: Human factors in transport and road safety. *Front. Psychol*. 14:1175488. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1175488

-Marcin Budzynski, Krzysztof Wilde, Kazimierz Jamroz, Jacek Chroscielewski, Wojciech Witkowski, Stanislaw Burzynsk, Dawid Bruski, Lukasz Jelinski1 and Łukasz Pachocki (2019). The effects of vehicle restraint systems on road safety, *MATEC Web of Conferences* 262, 1-8.

-Vrtađi'c, S. Softi'c, E. Suboti'c, M. Stevi'c, Ź. Dordevic, M. Ponjavic, M. (2021) Ranking Road Sections Based on MCDM Model: New Improved Fuzzy SWARA (IMF SWARA). *Axioms* 2021, 10, 92

doi.org/10.3390/axioms

-Saeid Jafarzadeh Ghouschi, Sina Shaffiee Haghshenas, Ali Memarpour Ghiaci, Giuseppe Guido Alessandro Vitale (2023) Road safety assessment and risks prioritization using an integrated SWARA and MARCOS approach under spherical fuzzy environment. *Neural Computing and Applications* 35. 4549–4567.

-Karamanlis, I. Nikiforiadis, A. Botzoris, G. Kokkalis, A. Basbas, S. (2023). Towards Sustainable Transportation :The Role of Black Spot Analysis in Improving Road Safety. Sustainability.

[doi.org.14478](https://doi.org/10.3390/s151514478), 15.2023

Identifying and Prioritizing Drivers Affecting Safety Transportation Ways in the Geographical Area of Yazd Province

*Behnam Motavaseli, Ph.D. Grad., Urban Planning Faculty of Technology and Engineering,
Yazd University, Yazd, Iran.*

E-mail: motavaseli.behnam@gmail.com

Received: August 2024- Accepted: December 2024

ABSTRACT

Road safety has long been a major social concern for people and officials, and numerous treatments (or interventions) have been implemented to improve road safety. In general, road safety remedies can be policies, legislation and enforcement, physical changes to roads or networks, and other public-purpose measures that directly or indirectly affect traffic conditions, driving behaviors, and the travel environment. In recent years, researchers and decision makers have paid a lot of attention to drivers affecting the safety of transportation routes as a treatment, and in this research, the identification and prioritization of the drivers affecting the safety of transportation routes in the geographical area of Yazd province were investigated and analyzed. This research is practical from the point of view of the goal, and from the point of view of the control of the variables and the method of data collection, it is analytical-descriptive of the survey type. Data collection in this research is a combination of library and field methods, and a large amount of information was obtained using a questionnaire. The statistical community of this research is made up of experts and specialists. The data in this study were tested using the SWARA Cresolin, Zavadskas and Torxis method. The results show that according to the calculations in Swara's algorithm, among the main drivers, the vehicle criterion with a weight of 0.2462 is the first, the increase in road safety (roadside safety) with a weight of 0.2028 is in the second place, and the criterion of the role of supervising and governing institutions on the roads is in the third place with a weight of 0.2028. , the criterion of road geometric plan with a weight of 0.1813 is in the fourth place and finally the criterion of self-representation and expressiveness of the road is in the fifth place with a weight of 0.1674.

Keywords: Drivers, Safety, Transportation Ways, Yazd Province