

ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ای استان‌های ایران

فرهاد برندک*

نوع مقاله: علمی	تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۸	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۲	شماره صفحه: ۲۴۱-۲۰۷
-----------------	-------------------------	-----------------------	---------------------

با افزایش اهمیت نقش ایمنی ترافیک در مباحث برنامه‌ریزی، برنامه‌های اجرایی و طرح‌های مطالعاتی مختلفی در جهت اجرای بهینه اقدامات ایمن‌سازی راه توصیه می‌شود. در این میان بهره‌گیری از اصول و معیارهای تصمیم‌گیری و همچنین تکنیک‌های کارآمد حل مسائل تصمیم‌گیری، راه را برای مواجهه هرچه دقیق‌تر با مسائل فضای جغرافیایی باز می‌کند. پژوهش حاضر با نوآوری در متدولوژی و با هدف ارزیابی وضعیت استان‌های ایران در شاخص‌های ایمنی جاده‌ای، به بسط کاربرد روش پرومته و تحلیل‌های گرافیکی نتایج حاصله پرداخته است. ابزار تشخیصی و ارزیابی گسترده‌تر طراحی شده، تصمیم‌گیران را در آشنایی جامع‌تر با وضع موجود و تلاش برای بهینه‌سازی ایمنی جاده‌ای یاری می‌رساند. بعد از جمع‌آوری داده‌های کمی مرتبط با ایمنی جاده‌های استان‌های کشور، شاخص‌سازی انجام و اوزان دهی به آنها با استفاده از روش آنترופی انجام شد. با استفاده از تکنیک پرومته و همگام با ابزارهای تحلیلی -GAIA، PROMETHEE Network، WEB، صفحه GAIA و نمودارهای توصیفی، عملکرد استان‌های کشور مورد تحلیل قرار گرفتند. براساس نتایج به دست آمده، استان قم بهترین وضعیت را در برخورداری از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای کشور به خود اختصاص داده و استان‌های سمنان، البرز و تهران در جایگاه‌های بعدی قرار داشتند. در این میان استان سیستان و بلوچستان نامناسب‌ترین وضعیت نسبی را در برخورداری از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای در بین استان‌های کشور داراست. گفتنی است جایگاه برتر استان‌های قم، سمنان، البرز و تهران بیشتر به جنبه سیستمی / خدماتی ایمنی جاده‌ای متکی بوده و از لحاظ جنبه برآمدی (متوفیات و تخلفات جاده‌ای) در وضعیت نامناسبی است.

کلیدواژه‌ها: استان‌های ایران؛ ایمنی جاده؛ پرومته؛ عملکرد

* دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران؛

Email: farhad.barandak@tabrizu.ac.ir

مقدمه

جابه جایی، تردد و حمل و نقل به معنای ترک محل برای رفع حداقل یکی از نیازهای انسانی از مفاهیمی بوده که از دیرباز نقش کلیدی در زندگی انسان ها بازی کرده است. پس از اختراع چرخ بود که حمل و نقل تحول اساسی پیدا کرد و روزه روز وسایل پیشرفته تر و پیچیده تر در این عرصه به کار گرفته شدند؛ به طوری که امروزه مسائل مطرح در زمینه جابه جایی و حمل و نقل جزء پیچیده ترین مباحث در ابعاد مختلف هستند (همدانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲). در این میان رشد سریع حجم ترافیک، به ویژه تحرک جاده ای موتوری به افزایش مداوم مشکلات ایمنی منجر شده است (Bao et al., 2012: 84). ایمنی جاده ای شاخص مهمی است که اخیراً به عنوان ابزاری مفید برای سنجش کیفیت زندگی در بسیاری از کشورها و شهرها معرفی شده است (Teimourzadeh et al., 2019: 213). گفتنی است ایمنی جاده ها و کاهش تلفات جاده ای یک هدف مشترک در بین تمام کشورهاست (Berghe et al., 2020: 197). براساس گزارش وضعیت جهانی در مورد ایمنی جاده ها، تعداد کشته شدگان ترافیک جاده ای به طور مداوم رو به افزایش است به گونه ای که در سال ۲۰۱۶ به ۱/۳۵ میلیون نفر رسیده است. با اینکه تلفات جاده ای در همه نقاط دیده می شود، اما اکثر (۹۳ درصد) این مرگ و میرها در کشورهای کم درآمد و متوسط رخ می دهد، در حالی که این کشورها فقط حدود ۶۰ درصد وسایل نقلیه جهان را دارا هستند (WHO, 2018). جدا از خسارات جانی، تصادفات جاده ای عواقب جدی نیز برای زندگی اجتماعی خانواده و اقتصاد به همراه دارد. سالیانه هزینه تصادفات جاده ای بین ۱ تا ۳ درصد از تولید ناخالص ملی یک کشور است. در چندین کشور در حال توسعه، هزینه ممکن است کمتر از این (۱ درصد از تولید ناخالص ملی) باشد اما هنوز ضرر بزرگی برای این کشورهاست؛ چرا که این کشورها نمی توانند هدررفت منابع را به سبب آنکه برای توسعه به آن منابع مالی احتیاج دارند تأمین کنند (Alhaji, 2005: 7). در مورد ایران باید گفت با اینکه میانگین مرگ و میر ناشی از تصادفات جاده ای در کشور به طرز چشمگیری در سال های اخیر کاهش یافته است؛ اما هنوز با ۲۰/۵ کشته به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در یک سال وضعیت نامناسبی را در تلفات جاده ای به خود اختصاص داده است (WHO, 2020).

شکل ۱. میزان کشته‌های جاده‌ای ایران و جایگاه در بین کشورها



Source: WHO, 2020.

ایمنی راه به عنوان معیاری از رفاه شهروندان یک جامعه به دنبال پیاده‌سازی مجموعه گسترده‌ای از اقدامات حاصل می‌شود که توسط دستگاه‌های اجرایی مختلف چه به صورت پیشگیرانه و چه به صورت واکنشی در چارچوب دو دیدگاه مدیریت راه‌ها و مهندسی ایمنی راه، کاهش فراوانی و شدت حوادث ترافیکی را دنبال می‌کند (علوی و اسفندیاری، ۱۳۹۸: ۵۸). با افزایش اهمیت نقش ایمنی ترافیک در مباحث برنامه‌ریزی، برنامه‌های اجرایی و طرح‌های مطالعاتی مختلفی در جهت اجرای بهینه اقدامات ایمن‌سازی راه توصیه می‌شود. مدیریت ایمنی راه با نگرشی آینده‌گرا و با بهره‌گیری از اصول و معیارهای تصمیم‌گیری، همواره سعی در ترسیم افقی روشن از وضعیت ایمنی جاده‌ای دارد (بهنود، آیتی و پیرایش نقاب، ۱۳۹۲: ۴۲۰). در این باره استفاده از اصول و معیارهای تصمیم‌گیری و روش‌های کارآمد حل مسائل تصمیم‌گیری، راه را برای مواجهه هرچه دقیق‌تر با مسائل جغرافیایی باز می‌کند. از آنجاکه شاخص‌های عملکرد ایمنی راه یکی از اساسی‌ترین معیارها برای شناخت وضعیت موجود ایمنی جاده‌هاست (Davidovic et al., 2020: 333) و استفاده از فضاها ساختار شده جغرافیایی همچون جاده امری اجتناب‌ناپذیر است، برآورد عملکرد ایمنی این فضا کمک شایانی به بهینه‌سازی و دقیق‌تر شدن تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت ایمنی جاده‌ای در کشور خواهد داشت. بنابراین هدف پژوهش حاضر

تحلیل وضعیت استان‌های ایران در بهره‌مندی از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای با بهره‌گیری از روش پرومته است.

گفتنی است که متناسب با موضوع ایمنی جاده‌ای، مطالعاتی در سطح جهان و ایران انجام شده است. بهزادیان و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان «پرومته: مروری بر ادبیات در مورد روش‌ها و کاربردها» به کاربرد گسترده تکنیک پرومته از قبیل مدیریت محیط زیست، هیدرولوژی و مدیریت آب، مدیریت بازرگانی و مالی، علم شیمی، لجستیک و حمل‌ونقل، ساخت و مونتاژ، مدیریت انرژی و کاربردهای اجتماعی اشاره کردند. شن^۱ و همکاران (۲۰۱۰) با در نظر گرفتن معیارهای میزان ساکنین، اتومبیل‌های مسافری و کیلومترهای طی شده در کنار شاخص میزان تلفات جاده‌ای، به ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌های ۲۶ کشور اتحادیه اروپا اقدام کردند. تحلیل آنها مشتمل بر سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ بود که از تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر مالم کوئیست برای سنجش عملکرد استفاده کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که به رغم متفاوت بودن میزان پیشرفت عملکرد ایمنی جاده‌ای کشورها از ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷، پیشرفت کلی قابل توجه بوده است. بائو و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه تاپسیس فازی تعدیل یافته به بررسی ترکیب شاخص‌های چندسطحی مرتبط با عملکرد راه در تعدادی از کشورهای اروپایی پرداختند. نتایج رتبه‌بندی حاصل از روش تاپسیس فازی تعدیل یافته نشان می‌دهد که سوئد بهترین عملکرد را داشته است. اگیلمز و مكاوی (۲۰۱۳) با استفاده از روش مالم کوئیست - تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی نسبی پنجاه ایالت آمریکا در کاهش تعداد تصادفات پرداختند. با توجه به نتایج پژوهش آنها یک کارایی منفی جزئی (به طور متوسط ۰/۲- درصد) در ایالات متحده در کاهش تعداد تصادفات به همراه میانگین ۲/۱ درصد کاهش کارایی و ۱/۸ درصد بهبود فناوری مشاهده شد. در پژوهشی دیگر شن و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش مالم کوئیست به ارزیابی روند تغییرات ایمنی جاده‌های ۲۶ کشور اروپایی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ پرداختند. آنان میزان تلفات جاده‌ای، میزان ساکنین، اتومبیل‌های

مسافری و کیلومترهای طی شده را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج کلی نشان داد تغییرات ایمنی جاده‌ها در اکثر کشورهای اروپایی مثبت بوده است. بابایی و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان «کاربرد DEA و تکنیک PROMETHEE-II در ارزیابی عملکرد رانندگان قدیمی» به مقایسه تکنیک‌های DEA و PROMETHEE II در سنجش عملکرد پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان‌دهنده همبستگی بسیار بالای این دو تکنیک در ارزیابی عملکرد است. سرازین و اسمت^۱ (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «استفاده از تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره برای طراحی پروژه‌های جاده ایمن» از تکنیک پرومته برای طراحی پروژه‌های جاده‌های ایمن استفاده کردند. در واقع آنها بعد از تعریف کردن گزینه‌های طراحی شده و با استفاده از تحلیل GAIA^۲، جایگاه گزینه‌ها نسبت به میزان اولویت‌شان را به صورت گرافیکی نشان دادند. نونو و کوپادا^۳ (۲۰۱۸) با استفاده از روش پرومته به ارزیابی ایمنی جاده‌های پنجاه استان اسپانیا پرداختند. آنها مجموعه‌ای از معیارهای اقتصادی، جمعیت‌شناختی و حمل‌ونقل‌پایدار را در نظر گرفتند و با استفاده از تحلیل گرافیکی GAIA نتایج به دست آمده را نشان دادند. گنجی و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و ماتریس کارایی متقاطع، کارایی استان‌های ایران را براساس آمار سال ۲۰۱۶ مقایسه کردند. شاخص‌های مورد استفاده در قالب متغیرهای ورودی برای پژوهش حاضر ایستگاه پلیس، مرکز تعمیر جاده‌ای، تجهیزات و وسایل نقلیه، دوربین، خدمات اورژانسی و میزان جاده با سیستم روشنایی بود. در این میان مرگ‌ومیر جاده‌ای به عنوان خروجی مورد استفاده قرار گرفت. براساس نتایج استان‌های البرز، ایلام و هرمزگان وضعیت ایمنی بهتری در سال ۲۰۱۶ را به خود اختصاص دادند. تیمورزاده و همکاران (۲۰۱۹) جاده‌های استان آذربایجان شرقی را در قالب ۴۱ راه و با استفاده از دو گروه شاخص‌های مطلوب و نامطلوب مورد ارزیابی قرار دادند. آنها از تعدیل روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. مطابق نتایج به دست آمده تقریباً نیمی از جاده‌های استان آذربایجان شرقی کارآمدی خوبی دارند. کانگ

1. Sarrazin and Smet

۲. ابزاری است که به تحلیل گرافیکی مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره کمک می‌کند.

3. Nuno and Quijada

و وو^۱ (۲۰۲۱) در پژوهشی به ارزیابی توسعه ایمنی جاده‌ای استانی در چین در دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۷ اقدام کردند. پژوهش آنان براساس تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها^۲ و شاخص بهره‌وری مالم کوئیست^۳ انجام شده که به آن روش DEA-MPI گفته می‌شود. شاخص خطر جاده به عنوان ورودی و تصادفات جاده‌ای به عنوان خروجی مدل استفاده شده است. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که اکثر استان‌های چین در دهه گذشته پیشرفت چشمگیری در زمینه ایمنی جاده‌ها داشته‌اند.

همدانی و همکاران (۱۳۹۵) برای بررسی عوامل مؤثر در ایمنی راه‌های کشور، از روش تحلیل عاملی استفاده کردند. تعداد متوفیات ناشی از تصادفات، تعداد مصدومین ناشی از تصادفات، تعداد تخلفات، میزان اضافه بار، مسافت طی شده، تعداد پاسگاه‌های پلیس راه، تعداد پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای، طول راه، تعداد وسایل نقلیه عمومی مسافری، تعداد وسایل نقلیه عمومی باری، تعداد رانندگان آموزش دیده، مسافت طی شده برای حمل و نقل کالا و تعداد راهدارخانه از جمله متغیرهایی بودند که در چهار عامل اصلی یعنی آثار تخلفات بر تلفات جانی مسافرین، کنترل‌ها و امکانات جاده‌ای، آموزش رانندگان باری و تعداد راهدارخانه قرار گرفته‌اند. جعفری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی جایگاه ایران در مقایسه با ۱۰ کشور آسیای جنوب شرقی پرداختند. سه گروه شاخصی (وضعیت ایمن جاده‌ها، رفتار ایمن و سیستم ایمن) برای ارزیابی وضعیت ایمنی جاده‌ای در پژوهش یاد شده مطرح بود. بعد از تحلیل شاخص‌ها با روش‌های ذهنی و وزن دهی میانگین ساده، جایگاه ایران در مقایسه با کشورهای سنگاپور، برونئی، مالزی، فیلیپین، تایلند، اندونزی، ویتنام، میانمار، کامبوج و لائوس متوسط برآورده شده است. سنگاپور بهترین عملکرد را بین کشورهای یاد شده دارد. ساریخانی (۱۳۹۷) در پایان‌نامه خود با عنوان «ارزیابی عملکرد ایمنی راه در ایران و کشورهای در حال توسعه با روش‌های فرارزبه‌ای» به بررسی جایگاه ایران به لحاظ شاخص‌های ترکیبی ایمنی جاده‌ای در بین پانزده کشور در حال توسعه

1. Kang and Wu

2. Data Envelopment Analysis (DEA)

3. Malmquist

پرداخت. روش‌های پرومته و الکتره از جمله روش‌های فرارته‌ای تصمیم‌گیری هستند که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. براساس نتایج وی ایران جایگاه سیزدهم را در بین پانزده کشور در حال توسعه به لحاظ ایمنی جاده‌ای دارد. علوی و اسفندیاری (۱۳۹۸) در مقاله «ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای» به بررسی شاخص‌های ایمنی راه نظیر راهدارخانه‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات، خط‌کشی محورها، روکش و بهسازی آسفالت، دوربین‌های نظارت تصویری در جاده‌های کشور، سیستم توزین حین حرکت، تابلوهای پیام‌نما و تعداد تلفات جاده‌ای در استان‌های ایران پرداختند. روش مورد استفاده در تحقیق آنان تحلیل پوششی داده‌ها بود که بر این اساس استان‌های تهران، اصفهان و خراسان رضوی در شرایط کارآمد و بالاتری قرار گرفته‌اند.

تفاوت و نوآوری پژوهش حاضر در مقایسه با مطالعات قبل، در تحلیل شاخص‌های عملکردی ایمنی جاده‌ای در سطح استان‌های ایران با تکنیک پرومته است که تاکنون انجام نشده است. توانایی این تکنیک در تحلیل گزینه‌های تصمیم‌گیری، همگام با ابزارهای تحلیلی - گرافیکی GAIA-WEb، PROMETHEE Network، صفحه GAIA، و نمودارهای توصیفی؛ شناخت جامعی را از وضعیت استان‌های ایران در بهره‌مندی از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای به همراه دارد. از این رو نهادهای تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیر می‌توانند از نتایج پژوهش حاضر برای رهگیری برنامه‌ها و سیاست‌های استانی خود بهره‌مند شوند.

۱. چارچوب نظری

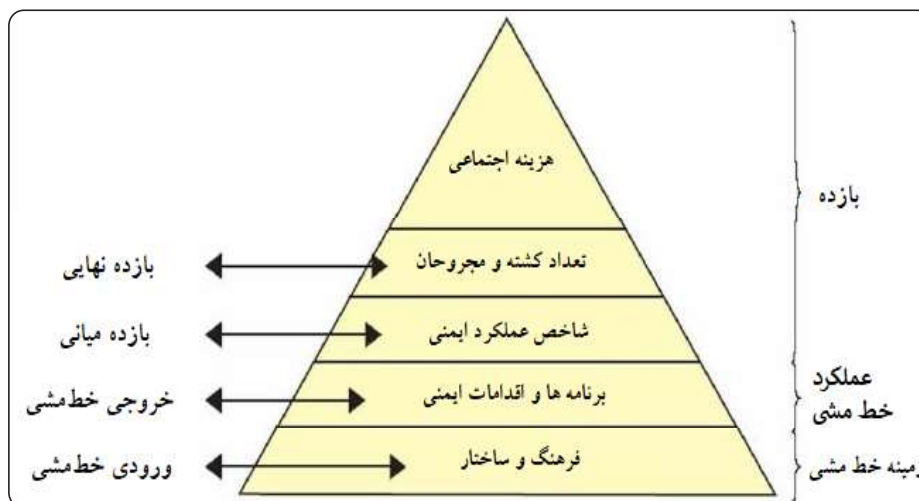
کلون^۱ فیزیکدان انگلیسی درباره ضرورت اندازه‌گیری می‌گوید: «هر گاه توانستیم درباره آنچه که صحبت می‌کنیم اندازه‌گیری و در قالب اعداد و ارقام بیان کنیم در مورد موضوع مورد بحث چیزهایی می‌دانیم، در غیر این صورت آگاهی و دانش ما ناقص بوده و هرگز به مرحله بلوغ نخواهد رسید». از سوی دیگر ارزیابی عملکرد به معنای یافتن ارزش هر چیز، نتیجه

1. Kelvin

کار، میزان کار و محصول بیان شده است. به طور کلی نظام ارزیابی عملکرد را می توان فرایند سنجش، اندازه گیری و مقایسه میزان و نحوه دستیابی به وضعیت مطلوب و مورد نظر دانست (صفری، مرادی و رئیسی، ۱۳۹۶: ۳).

ایمنی، شرایط محفوظ ماندن از تحمل یا ایجاد صدمه، جراحت یا زیان است که در این میان ایمنی جاده ای مترتب بر شرایط محفوظ ماندن از تحمل یا ایجاد صدمه، جراحت یا زیان ناشی از رفت و آمد جاده ای است. گفتنی است برای شکل گیری شاخص های عملکرد ایمنی جاده، توجه به هرم دربرگیرنده عناصر ضروری سیستم مدیریت ایمنی ارزشمند است. این ایده برگرفته از سلسله مراتب هدف ایمنی جاده ای نیوزلند است (Hermans, Brijs and Wets, 2008: 19).

شکل ۲. سلسله مراتب هدف ایمنی جاده ای



Source: Hermans, Brijs and Wets, 2008: 20.

هزینه اجتماعی^۱ در سطح بالای هرم، معیار کلی تمام هزینه هایی است که سوانح بر

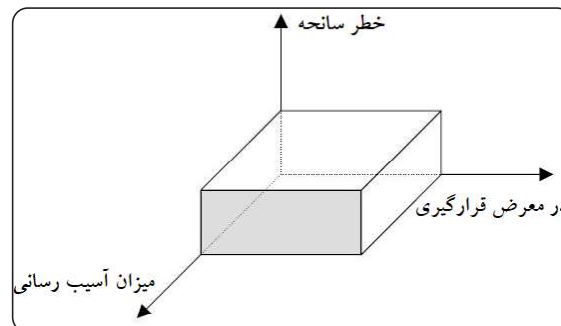
1. Social Cost

جامعه تحمیل می‌کند. بازده نهایی / تعداد کشته و مجروحان^۱ شامل تعداد تلفات است و باید تا حد ممکن کم باشد. بازده میانی / شاخص عملکرد ایمنی^۲ بیانگر شرایط خطر ترافیک جاده‌ای است که دربرگیرنده وقوع سوانح و تلفات است. به این شاخص‌ها عملکرد ایمنی گفته می‌شود که پیوندی بین خروجی نهایی و خروجی سیاست ارائه می‌دهند. بازده میانی اندازه‌گیری می‌شود زیرا شاخص‌های موثقی در مورد چگونگی عملکرد پیشگیری از ایمنی جاده‌ها هستند که در نهایت باید هزینه‌های اجتماعی را کاهش دهند. خروجی خط‌مشی / برنامه‌ها و اقدامات ایمنی^۳ به ماهیت و زمینه برنامه‌های ایمنی جاده‌ای ملی، برنامه‌های عملی و ایمنی مربوط به استانداردها و قوانین اشاره دارد؛ مانند تعداد گشت‌های پلیس، بودجه هزینه شده برای عملیات ایمنی در جاده‌ها، محدودیت سرعت قانونی در انواع جاده‌ها و میزان مجازات نقض قوانین. ورودی خط‌مشی / ساختار و فرهنگ^۴ نیز به زمینه خط‌مشی مربوط می‌شود مانند نگرش عمومی نسبت به خطر و ایمنی.

براساس نظر الویک^۵، اگرچه رویه درستی برای تعریف مسئله ایمنی جاده‌ای وجود ندارد اما یک تعریف می‌تواند این باشد؛ مسئله ایمنی جاده به هر عاملی که به وقوع تصادف یا تشدید آسیب‌های ناشی از آن مرتبط باشد، تلقی می‌شود (احمدوند و ابطحی، ۱۳۸۸: ۱۰۰). رومر^۶ نیز یک دسته‌بندی مشخص برای حل مشکل ایمنی جاده‌ای بر پایه در معرض قرارگیری^۷، خطر سانحه^۸ و میزان آسیب‌رسانی^۹ پیشنهاد داده است.

-
1. Final Outcomes/Number Killed and Injured
 2. Intermediate Outcomes/Safety Performance Indicator
 3. Policy Output/Safety Measures and Programmes
 4. Policy Input/Structure and Culture
 5. Elvik
 6. Rumar
 7. Exposure
 8. Accident Risk
 9. Injury Severity

شکل ۳. ایمنی جاده‌ای



Source: Alhaji, 2005: 14.

در معرض قرارگیری، یک بُعد مهم در ترافیک جاده‌ای است که به مقدار سفر اشاره دارد و ممکن است تصادف رخ دهد. هر چه بیشتر در جاده‌ها سفر کنیم، احتمال بروز سانحه بیشتر می‌شود. بدون ترافیک یا تحرک هیچ حادثه‌ای رخ نخواهد داد. مطالعات نشان می‌دهد بین حجم ترافیک خودروها و تعداد کل تصادفات ارتباط وجود دارد. علاوه بر این حجم ترافیک (تحرک) یکی از موضوعات کلیدی است که برای ترویج پایداری حمل و نقل در هر کشور مورد نیاز است. در حال حاضر راه‌های زیادی برای اندازه‌گیری در معرض قرارگیری وجود دارد که یکی از آنها طول شبکه راه‌هاست (Alhaji, 2005: 12). در این پژوهش، متغیرهای مورد بررسی با بهره‌گیری از طول شبکه جاده‌ای استانی شاخص‌سازی شده‌اند. خطر سانحه، به عنوان احتمال وقوع سانحه بیان می‌شود یا به عنوان اندازه پیامدهای (شدت) تصادفات ارزیابی می‌شود. هر چه خطر تصادف بیشتر باشد، احتمال وقوع تصادف برای کاربر جاده معین در یک مکان و زمان خاص بیشتر است. گاهی اوقات اصطلاح خطر سانحه به عنوان نرخ تصادف نام‌گذاری می‌شود. در پژوهش حاضر از تعداد متوفیات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده، به عنوان یک شاخص دارای ماهیت منفی در ارزیابی وضعیت ایمنی جاده‌ای استان‌های کشور استفاده شده است. میزان آسیب‌رسانی سومین بُعد از ایمنی جاده‌ای است که به نتیجه تصادفات از نظر آسیب‌رسانی اشاره دارد (Ibid.: 14).

برای تعیین چارچوب عملکرد ایمنی جاده‌ای از بُعد‌های مردمی، سیستمی / خدماتی و برابندی استفاده می‌شود:

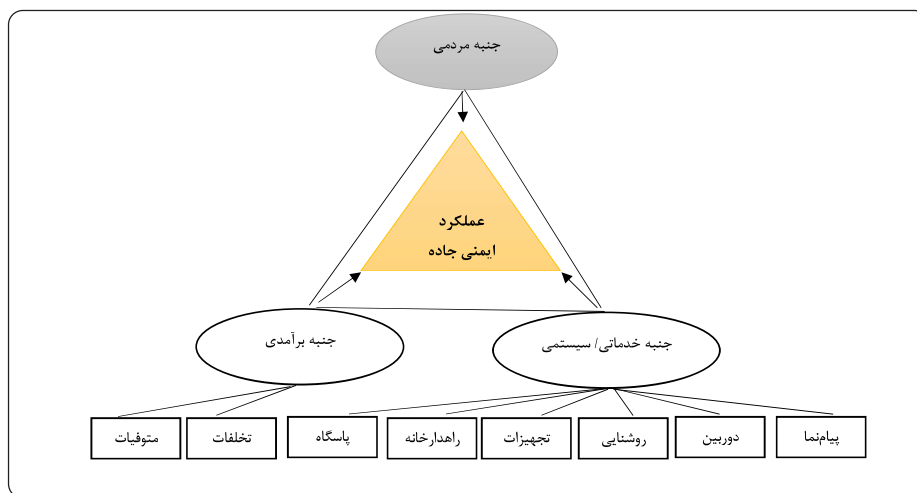
بُعد مردمی: این بُعد بررسی می‌کند که کشور [منطقه] تا چه حد در حال ارتقای امنیت است و باعث می‌شود مردم در جاده‌ها ایمن‌تر رفتار کنند.

بُعد سیستمی / خدماتی: این بُعد نیز بررسی می‌کند که کشور [منطقه] تا چه حد در بهبود خدمات از نظر خودروهای ایمن، جاده‌های ایمن‌تر، سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه اقدامات ایمنی، آموزش، خدمات سلامت و نجات، ساختار سازمانی بهتر و نظایر آن مؤثر بوده است.

بُعد برابندی: مرگ و میر سوانح را مورد بررسی قرار می‌دهد (Ibid.: 63).

چارچوب نظری پژوهش حاضر با توجه به مرور ادبیات، دسترسی به پایگاه داده‌ای و براساس اهداف پژوهش به شرح ذیل است.

شکل ۴. چارچوب نظری پژوهش



مأخذ: یافته‌های تحقیق.

۲. روش تحقیق

در این قسمت ضمن بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه ایمنی جاده‌ها، از اسناد

منتشر شده سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای برای جمع‌آوری داده‌های کمی مرتبط با ایمنی جاده‌های استان‌های کشور نیز استفاده شده است. قلمروی پژوهش، ۳۱ استان کشور در سال ۱۳۹۷ است. با توجه به ارزیابی وضعیت استان‌ها از لحاظ شاخص‌های ایمنی جاده، پژوهش کاربردی حاضر کمک شایانی به شناسایی جایگاه استان‌ها در خصوص ایمنی جاده‌ها و همچنین تصمیم‌گیری برای بهینه‌سازی وضع موجود می‌کند. گفتنی است انتخاب شاخص‌ها با توجه به اصول سنجش‌پذیری، معتبر بودن، تناسب نظری داشتن، صراحت و شفافیت داشتن، مرتبط بودن، غیرتکراری بودن و فراغت از ارزش بودن^۱ است.

جدول ۱. شاخص‌های تحقیق

شاخص	واحد	ملاحظات
متوفیات جاده‌ای ^۱	تعداد تلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	(Shen et al., 2010: 926) (Behnood et al., 2014: 1517) (Ganji, Rassafi and Xu, 2019: 676) (Shen et al., 2013: 89) (همدانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶)
تخلفات جاده‌ای ^۲	تعداد تخلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	(ابطحی، ۱۳۸۸: ۵۳) (همدانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶)
پاسگاه پلیس ^۳	تعداد ایستگاه‌های پلیس راه در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	(Behnood et al., 2014: 1517) (Ganji, Rassafi and Xu, 2019: 676) (همدانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶) (ابطحی، ۱۳۸۸: ۵۳) مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و محوطه‌هایی که در مجاورت راه‌های برون‌شهری برای استقرار یگان‌های نیروی انتظامی احداث شده و به عنوان مقر پشتیبانی تیم‌های گشت محسوب و مورد استفاده قرار می‌گیرند و از تجهیزات نصب شده در محوطه جلو یا خروجی سامانه‌های متصل به آن در جهت کنترل، نظارت و تأمین ایمنی عبور و مرور همه وسایل نقلیه عبوری استفاده می‌شود (سالنامه آماری، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ۱۳۹۷).

۱. براساس این اصل، شاخص‌ها نباید تابع خواست‌ها، انتظارات و ارزش‌های خاص و شخصی محقق باشند.

1. Road Traffic Fatality (RTF)

2. Road Traffic Violation (RTV)

3. Police Station (PS)

شاخص	واحد	ملاحظات
راه‌دارخانه ^۱	تعداد راه‌دارخانه در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	(همدانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶) راه‌دارخانه به‌عنوان مکانی برای استقرار تجهیزات و ماشین‌آلات و پرسنل عملیاتی راه‌داری است که وجود آنها با توجه به گستردگی طول راه‌های کشور و لزوم واکنش‌های سریع و سرعت در عملیات به ویژه راه‌داری جاری، فوری، اضطراری و زمستانی امری حیاتی بوده و از مهمترین عوامل در راستای حفظ و نجات جان استفاده‌کنندگان از راه در شرایط اضطراری و نامناسب جوی، بازگشایی راه‌های مسدود در اثر برف و بوران و... است (سالنامه آماری، سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۷).
ماشین‌آلات و تجهیزات راه‌داری ^۲	تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راه‌داری در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	(Ganji, Rassafi and Xu, 2019: 676)
راه‌داری سیستم روشنایی ^۳	طول راه‌های مجهز به سیستم روشنایی نسبت به ۱۰۰ کیلومتر جاده	(Behnood et al., 2014: 1517) (Ganji, Rassafi and Xu, 2019: 676) (ابطحی، ۱۳۸۸: ۵۳)
دوربین جاده‌ای ^۴	تعداد دوربین‌های کنترل سرعت جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	(Behnood et al., 2014; 1517) (Ganji, Rassafi and Xu, 2019: 676) یکی از روش‌های مورد استفاده به منظور کنترل آثار منفی سرعت، استفاده از دوربین‌های کنترل سرعت به عنوان یک راهکار نظارتی و بازدارنده است (سالنامه آماری، سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۷).
تابلو پیام‌نمای متغیر ^۵ جاده‌ای	تعداد تابلو پیام‌نمای متغیر جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده	این تابلو برای نمایش پیام‌های ترافیکی در سطح جاده‌ها و مبادی پرتدد و حادثه‌خیز مورد استفاده قرار می‌گیرد که قابلیت ارتباط با مرکز کنترل را دارد. بنابراین همه پیام‌های مربوط به کیفیت جاده، سنگینی ترافیک، توصیه‌های ایمنی و موارد دیگر را می‌توان در زمان‌های مقتضی به تابلو ارسال کرد تا با استفاده از آن ضریب ایمنی جاده ارتقا یابد (سالنامه آماری، سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۷).

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

1. Toll Station (TS)
2. Equipment and Vehicles (E&V)
3. Road with Lighting System (RLS)
4. Camera (C)
5. Variable Message Signs (VMS)

شاخص‌های جمع‌آوری شده برای ارزیابی وضعیت ایمنی جاده‌ای استان‌های کشور با استفاده از تکنیک آنتروپی، وزن‌دار شده و در قالب تکنیک پرومته مورد تحلیل قرار خواهند گرفت. از این‌رو از نرم‌افزار Visual PROMETHEE استفاده شده است. وضعیت استان‌ها در شاخص‌های ایمنی جاده‌ای به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲. شاخص‌های مورد استفاده به تفکیک استان‌های ایران

شاخص استان	متوفیات جاده‌ای	تخلفات جاده‌ای	پاسگاه پلیس	راهدارخانه	ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری	راه‌داری سیستم روشنایی	دوربین جاده‌ای	تابلو پیام‌نمای متغیر جاده‌ای
آذربایجان شرقی	۶/۳۸	۴۱/۸۷	۰/۱۲	۰/۳۵	۵/۹۵	۱/۳۰	۰/۵۶	۰/۰۶
آذربایجان غربی	۵/۲۳	۱۶/۷۹	۰/۰۹	۰/۳۷	۶/۹۴	۱/۷۸	۰/۴۲	۰/۰۷
اردبیل	۳/۶۶	۲۶/۰۳	۰/۰۹	۰/۲۴	۵/۳۰	۳/۱۲	۰/۵۰	۰/۰۲
اصفهان	۶/۶۸	۲۹/۳۲	۰/۱۲	۰/۳۰	۵/۷۶	۲/۱۶	۱/۰۰	۰/۰۹
البرز	۱۳/۸۳	۶۸/۶۲	۰/۳۰	۰/۹۹	۱۱/۰۲	۷/۶۷	۱/۲۹	۰/۳۰
ایلام	۴/۳۷	۵/۸۴	۰/۱۷	۰/۳۳	۸/۷۱	۰/۹۰	۰/۲۷	۰/۱۰
بوشهر	۴/۹۸	۲۳/۴۳	۰/۱۳	۰/۵۰	۴/۹۳	۳/۰۵	۱/۰۸	۰/۲۰
تهران	۱۲/۶۱	۲۲۶/۶۱	۰/۳۸	۰/۹۸	۱۱/۰۷	۱۲/۴۲	۲/۴۱	۰/۴۵
چهارمحال و بختیاری	۶/۴۱	۱/۹۹	۰/۱۶	۰/۸۱	۹/۵۷	۲/۰۵	۰/۸۵	۰/۱۳
خراسان جنوبی	۱/۶۲	۱/۶۷	۰/۰۵	۰/۱۲	۲/۸۷	۰/۸۰	۰/۴۲	۰/۰۴
خراسان رضوی	۴/۹۷	۶۲/۳۵	۰/۱۱	۰/۲۳	۵/۳۳	۱/۳۲	۰/۷۳	۰/۰۸
خراسان شمالی	۵/۱۸	۸/۶۱	۰/۱۱	۰/۵۶	۸/۵۱	۲/۰۹	۰/۶۴	۰/۱۱
خوزستان	۴/۱۰	۸/۱۶	۰/۰۷	۰/۰۶	۲/۸۸	۱/۹۷	۰/۱۴	۰/۰۲
زنجان	۴/۸۵	۱۹/۴۶	۰/۱۵	۰/۵۵	۶/۶۹	۲/۰۳	۰/۶۱	۰/۰۸
سمنان	۸/۸۵	۱۳/۱۸	۰/۲۶	۰/۴۹	۹/۹۰	۵/۰۲	۱/۷۷	۰/۲۳
سیستان و بلوچستان	۶/۶۵	۷۱/۴۳	۰/۰۹	۰/۲۱	۳/۹۰	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۰۱
فارس	۶/۰۶	۵/۱۴	۰/۰۹	۰/۳۳	۴/۱۹	۱/۵۹	۰/۷۸	۰/۰۵
قزوین	۵/۸۳	۱۶/۸۴	۰/۱۳	۰/۴۹	۶/۵۶	۵/۱۳	۰/۸۵	۰/۲۸
قم	۱۳/۵۹	۴۹/۷۲	۰/۲۸	۰/۶۲	۸/۱۱	۱۴/۰۱	۴/۰۲	۰/۵۵
کردستان	۶/۲۸	۹/۷۵	۰/۰۷	۰/۵۷	۶/۷۲	۱/۰۰	۰/۵۲	۰/۰۶
کرمان	۶/۱۱	۴/۹۲	۰/۰۷	۰/۲۰	۳/۷۰	۱/۰۹	۰/۲۳	۰/۱۲

شاخص استان	متوفیات جاده‌ای	تخلفات جاده‌ای	پاسگاه پلیس	راه‌دارخانه	ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری	راه‌دارای سیستم روشنایی	دوربین جاده‌ای	تابلو پیام‌نمای متغیر جاده‌ای
کرمانشاه	۴/۶۸	۵۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۳۶	۶/۹۴	۲/۰۰	۰/۳۲	۰/۱۱
کهگیلویه و بویراحمد	۳/۲۰	۱/۷۰	۰/۰۹	۰/۴۳	۵/۰۹	۱/۵۷	۰/۳۲	۰/۰۴
گلستان	۵/۸۸	۴۲/۱۹	۰/۰۹	۰/۳۸	۵/۹۹	۳/۸۳	۰/۴۵	۰/۱۱
گیلان	۵/۹۲	۱۷/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۸	۵/۱۹	۲/۵۸	۰/۵۰	۰/۰۳
لرستان	۵/۱۸	۳/۵۲	۰/۱۳	۰/۳۹	۵/۳۱	۱/۷۴	۰/۵۷	۰/۰۳
مازندران	۶/۲۶	۵۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۵/۸۴	۵/۸۰	۰/۷۵	۰/۰۴
مرکزی	۸/۵۸	۱۷/۸۱	۰/۱۴	۰/۴۵	۷/۹۶	۵/۵۷	۰/۴۷	۰/۱۴
هرمزگان	۳/۰۶	۷/۳۱	۰/۰۵	۰/۱۰	۲/۵۱	۰/۵۸	۰/۴۳	۰/۰۱
همدان	۶/۴۱	۱۵/۰۳	۰/۱۲	۰/۴۹	۷/۹۶	۲/۳۰	۰/۹۹	۰/۱۴
یزد	۳/۰۰	۲۸/۲۷	۰/۰۸	۰/۲۹	۵/۹۷	۵/۹۷	۰/۸۶	۰/۰۶

مأخذ: سالنامه آماری، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ۱۳۹۷.

در ارزیابی شاخص‌های مورد بررسی در ایمنی جاده‌ای کشور، می‌توان گفت که براساس منطق ساختار ترجیح جزء، دو شاخص تعداد تلفات جاده‌ای به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر جاده و شاخص تعداد تخلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده، ماهیت منفی داشته است. به این معنا که هر چه مقدار این شاخص‌ها کمتر باشد، شرایط حصول به هدف (ایمنی جاده) مناسب‌تر خواهد بود. در این بررسی متوسط شاخص تعداد تلفات جاده‌ای به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر جاده در کشور، ۶/۱۴ بوده که بیشترین آن مربوط به استان البرز با ارزش عددی ۱۳/۸۳ و کمترین آن مربوط به خراسان جنوبی با مقدار ۱/۶۲ است. در بررسی شاخص تعداد تخلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده نیز متوسط ارزش عددی این شاخص، ۳۰/۴۸ بوده که بالاترین آن مربوط به استان تهران با ارزش عددی ۲۲۶/۶۱ و کمترین آن مربوط به استان خراسان جنوبی با ارزش عددی ۱/۶۷ است.

به غیر از دو شاخص اشاره شده، شاخص‌های دیگر ماهیت مثبت دارند. در بررسی تعداد ایستگاه‌های پلیس راه در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده، می‌توان گفت که متوسط این شاخص

در کشور ۱۳/۰ بوده که استان تهران با دارا بودن ۳۸/۰ واحدی بهترین وضعیت را بین استان های کشور دارد. در حالی که استان های خراسان شمالی و هرمزگان کمترین میزان تعداد ایستگاه های پلیس راه در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده را دارند. استان البرز بالاترین تعداد راهدارخانه در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده را داراست و کمترین آن مربوط به استان خوزستان است. همچنین در بررسی تعداد ماشین آلات و تجهیزات راهداری در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده می توان گفت استان تهران با ارزش عددی ۱۱/۰۷ و استان البرز با ارزش عددی ۱۱/۰۲ بالاترین ارزش شاخص را به خود اختصاص داده اند و استان هرمزگان نیز کمترین میزان را دارد.

در این بررسی استان قم بیشترین میزان راه های دارای روشنایی به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر از جاده را داراست و کمترین آن مربوط به استان سیستان و بلوچستان است. همچنین بیشترین تعداد دوربین های کنترل سرعت در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده در استان قم و کمترین در استان سیستان و بلوچستان است. کمترین تعداد تابلو پیام نمای متغیر جاده ای سرعت در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده، در استان های سیستان و بلوچستان و هرمزگان و بیشترین تعداد آن در استان قم است. جدول ۳ آمار توصیفی شاخص های ایمنی جاده ای استان های کشور را نشان می دهد.

جدول ۳. آمار توصیفی شاخص های ایمنی جاده ای استان های کشور

شاخص	بیشترین	کمترین	میانگین	دامنه	انحراف معیار
متوفیات جاده ای	۱۳/۸۳	۱/۶۲	۶/۱۴	۱۲/۲۱	۲/۸۴
تخلفات جاده ای	۲۲۶/۶۱	۱/۶۷	۳۰/۴۸	۲۲۴/۹۴	۴۱/۸۴
پاسگاه پلیس	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۳۲	۰/۰۸
راهدارخانه	۰/۹۹	۰/۰۶	۰/۴۱	۰/۹۲	۰/۲۳
ماشین آلات و تجهیزات راهداری	۱۱/۰۷	۲/۵۱	۶/۳۷	۸/۵۵	۲/۲۵
راه دارای سیستم روشنایی	۱۴/۰۱	۰/۴۳	۳/۲۴	۱۳/۵۸	۳/۱۷
دوربین جاده ای	۴/۰۲	۰/۱۳	۰/۸۰	۳/۸۹	۰/۷۶
تابلو پیام نمای متغیر جاده ای	۰/۵۵	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۵۴	۰/۱۳

مأخذ: همان.

از آنجاکه شاخص‌ها اوزان متفاوتی در حل مسائل تصمیم‌گیری دارند، از روش‌های ریاضی برای برآورد آنها استفاده می‌شود. وقتی که داده‌های یک مسئله تصمیم‌گیری به‌طور کامل مشخص شده باشد، روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن شاخص‌ها به کار رود. آنتروپی یک مفهوم بسیار بااهمیت در علوم اجتماعی، فیزیک و نظریه اطلاعات است (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۹۱: ۵۰). در این روش هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص از وزن بیشتری برخوردار است. روش آنتروپی اولین بار توسط شانون (۱۹۴۸) مطرح شد (Liu et al., 2017: 61). اوزان شاخص‌های ایمنی جاده‌ای با کاربست روش آنتروپی به شرح جدول ۴ است.

جدول ۴. اوزان شاخص‌های ایمنی جاده‌ای

شاخص	وزن	شاخص	وزن
متوفیات جاده‌ای	۰/۰۵	ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری	۰/۰۳
تخلفات جاده‌ای	۰/۲۸	راه دارای سیستم روشنایی	۰/۱۷
پاسگاه پلیس	۰/۰۶	دوربین جاده‌ای	۰/۱۵
راهدارخانه	۰/۰۷	تابلو پیام‌نمای متغیر جاده‌ای	۰/۲۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

برای تحلیل وضعیت استان‌های کشور به لحاظ ایمنی جاده‌ها از تکنیک پرموته استفاده می‌شود. روش سازمانی رتبه‌بندی ارجحیت برای غنی‌سازی ارزیابی‌ها یا همان پرموته^۱، یک متدولوژی تصمیم‌گیری چندمعیاره است که نسخه‌های اولیه و اصلی آن به نام‌های PROMETHEE I و PROMETHEE II توسط برنس^۲ (۱۹۸۲) معرفی شدند. چند سال بعد برنس و مارسکال^۳ روش PROMETHEE III و PROMETHEE IV را ارائه کردند.

1. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

2. Brans

3. Mareschal

آنها مازول های تعاملی بصری^۱ را نیز در سال ۱۹۸۹ پیشنهاد کردند (ناری، ۱۳۹۰: ۴۹). این تکنیک مزیت هایی نظیر عدم نیاز به پردازش متغیرها، از دست دادن اطلاعات کمتر، منعکس کننده خواص مختلف ویژگی ها، قابلیت وزن پذیری شاخص ها و تحلیل های گرافیکی به دست آمده از کاربرد نرم افزار پرومته دارد. با توجه به تحلیل جایگاه استان های کشور در شاخص های ایمنی جاده ای، از روش PROMETHEE II برای رتبه بندی کامل استان ها و ابزارهای تحلیلی نرم افزار مانند GAIA برای تحلیل گرافیکی یافته ها استفاده می شود.

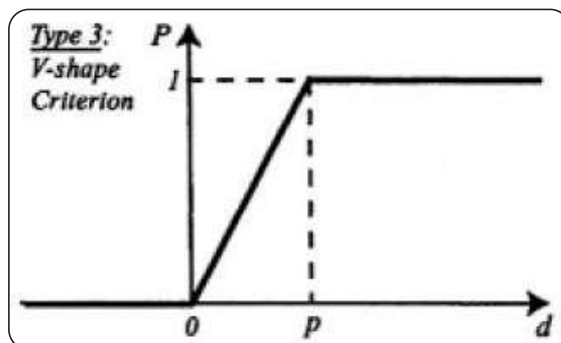
نقطه شروع روش پرومته تشکیل جدول ارزیابی است که گزینه ها براساس معیارهای مختلف ارزیابی می شوند. هنگامی که دو گزینه A_1, A_2 را مقایسه می کنیم باید نتایج گزینه ها را براساس ارجحیت بیان کنیم. تابع ارجحیت (p) ، برای مقایسه دو گزینه A_1, A_2 از نظر شاخص j ، به گونه $P_j(A_1, A_2) = P_j[d_j(A_1, A_2)]$ است که $d_j(A_1, A_2) = f_j(A_1) - f_j(A_2)$ بیانگر تفاوت اندازه ها در شاخص j است. نوع تابع ارجحیت هر معیار، از میان ۶ نوع تابع از پیش تعریف شده انتخاب می شود.^۲ نوع تابع اغلب از طریق ماهیت هر معیار و دیدگاه تصمیم گیرنده تعیین می شود. در هر یک از این توابع باید پارامترهای ترجیحی یاد شده در هر تابع تعیین شوند. q آستانه بی تفاوتی (بزرگترین تفاوت قابل اغماض) و p آستانه ترجیح (کوچکترین تفاوتی که نشان دهنده ترجیح قطعی یک گزینه بر گزینه دیگر است) است. s فقط در تابع نوع گوسی استفاده می شود و معمولاً بین p و q مشخص می شود. در پژوهش حاضر با توجه به کمی بودن معیارها و توجه به تغییر خطی اولویت ها با نوسان تغییرات گزینه ها در بازه صفر تا آستانه، از تابع V شکل مطابق شکل زیر استفاده می شود.

1. Geometrical Analytic for Interactive Aid (GAIA)

۲. برای مطالعه بیشتر مراجعه شود به:

Brans, JP and B. Mareschal (2005). "Promethee Methods. In: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys", *International Series in Operations Research and Management Science*, Vol. 78.

شکل ۵. تابع ارجحیت v شکل



Source: Brans and Mareschal, 2005: 170.

مطابق تابع v شکل، پارامتر p یا همان آستانه ترجیح باید مشخص شود که برای تحت پوشش قرار دادن تمام تفاوت حاصل از گزینه‌ها، از ایدئال‌ترین شرایط تا بدترین وضعیت موجود، از دامنه تغییرات برای آستانه ترجیح استفاده می‌شود. ویژگی شاخص‌های ایمنی جاده‌ای برای قرارگیری در محیط پرومته به شرح جدول ۵ است.

جدول ۵. ویژگی شاخص‌های ایمنی جاده‌ای در محیط پرومته

S: (Gaussian)	P: (Preference)	Q: (Indifference)	تابع	وزن	MIN/MAX	شاخص
-	۱۲/۲۱	-	شکل v	۰/۰۵	MIN	متوفیات جاده‌ای
-	۲۲۴/۹۴	-	شکل v	۰/۲۸	MIN	تخلفات جاده‌ای
-	۰/۳۳	-	شکل v	۰/۰۶	MAX	پاسگاه پلیس
-	۰/۹۳	-	شکل v	۰/۰۷	MAX	راهدارخانه
-	۸/۵۶	-	شکل v	۰/۰۳	MAX	ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری
-	۱۳/۵۸	-	شکل v	۰/۱۷	MAX	راه‌دارای سیستم روشنایی
-	۳/۸۹	-	شکل v	۰/۱۵	MAX	دوربین جاده‌ای
-	۰/۵۴	-	شکل v	۰/۲۰	MAX	تابلو پیام‌نمای متغیر جاده‌ای

مأخذ: همان.

با توجه به کاربرد نرم افزار Visual PROMETHE در پژوهش حاضر، نتایج به دست آمده از وضعیت ایمنی جاده‌ای استان‌ها مطابق جدول ۶ است.

جدول ۶. رتبه استان‌های ایران در ایمنی جاده‌ای

رتبه	استان	Phi	+Phi	-Phi
۱	قم	۰/۴۲۱۹	۰/۴۹۱۳	۰/۰۶۹۴
۲	البرز	۰/۱۵۵۹	۰/۲۵۸۷	۰/۱۰۲۹
۳	سمنان	۰/۱۵۵۹	۰/۱۹۸۲	۰/۰۴۲۴
۴	تهران	۰/۱۳۵۹	۰/۴۱۷۱	۰/۲۸۱۱
۵	قزوین	۰/۱۱۱۷	۰/۱۵۴۴	۰/۰۴۲۷
۶	چهارمحال و بختیاری	۰/۰۷۳۰	۰/۱۲۵۷	۰/۰۵۲۸
۷	بوشهر	۰/۰۵۴۰	۰/۱۱۲۰	۰/۰۵۸۰
۸	مرکزی	۰/۰۴۰۴	۰/۱۰۶۲	۰/۰۶۵۸
۹	همدان	۰/۰۳۱۰	۰/۰۹۰۸	۰/۰۵۹۸
۱۰	خراسان شمالی	۰/۰۲۲۰	۰/۰۸۴۳	۰/۰۶۲۳
۱۱	زنجان	-۰/۰۰۳۶	۰/۰۶۹۲	۰/۰۷۲۹
۱۲	ایلام	-۰/۰۱۰۶	۰/۰۷۵۶	۰/۰۸۶۱
۱۳	یزد	-۰/۰۲۲۱	۰/۰۶۶۱	۰/۰۸۸۲
۱۴	لرستان	-۰/۰۲۹۹	۰/۰۵۹۶	۰/۰۸۹۵
۱۵	اصفهان	-۰/۰۳۱۲	۰/۰۵۷۰	۰/۰۸۸۲
۱۶	کهگیلویه و بویراحمد	-۰/۰۳۲۷	۰/۰۶۳۳	۰/۰۹۶۰
۱۷	کردستان	-۰/۰۳۴۸	۰/۰۵۸۷	۰/۰۹۳۵
۱۸	گلستان	-۰/۰۳۵۵	۰/۰۵۹۴	۰/۰۹۵۰
۱۹	فارس	-۰/۰۳۷۸	۰/۰۵۵۲	۰/۰۹۳۰
۲۰	آذربایجان غربی	-۰/۰۴۰۴	۰/۰۴۸۹	۰/۰۸۹۳
۲۱	مازندران	-۰/۰۴۱۱	۰/۰۷۰۹	۰/۱۱۲۰
۲۲	کرمان	-۰/۰۵۴۸	۰/۰۵۵۲	۰/۱۱۰۰
۲۳	اردبیل	-۰/۰۶۰۱	۰/۰۴۸۲	۰/۱۰۸۳
۲۴	کرمانشاه	-۰/۰۶۱۸	۰/۰۴۷۴	۰/۱۰۹۱

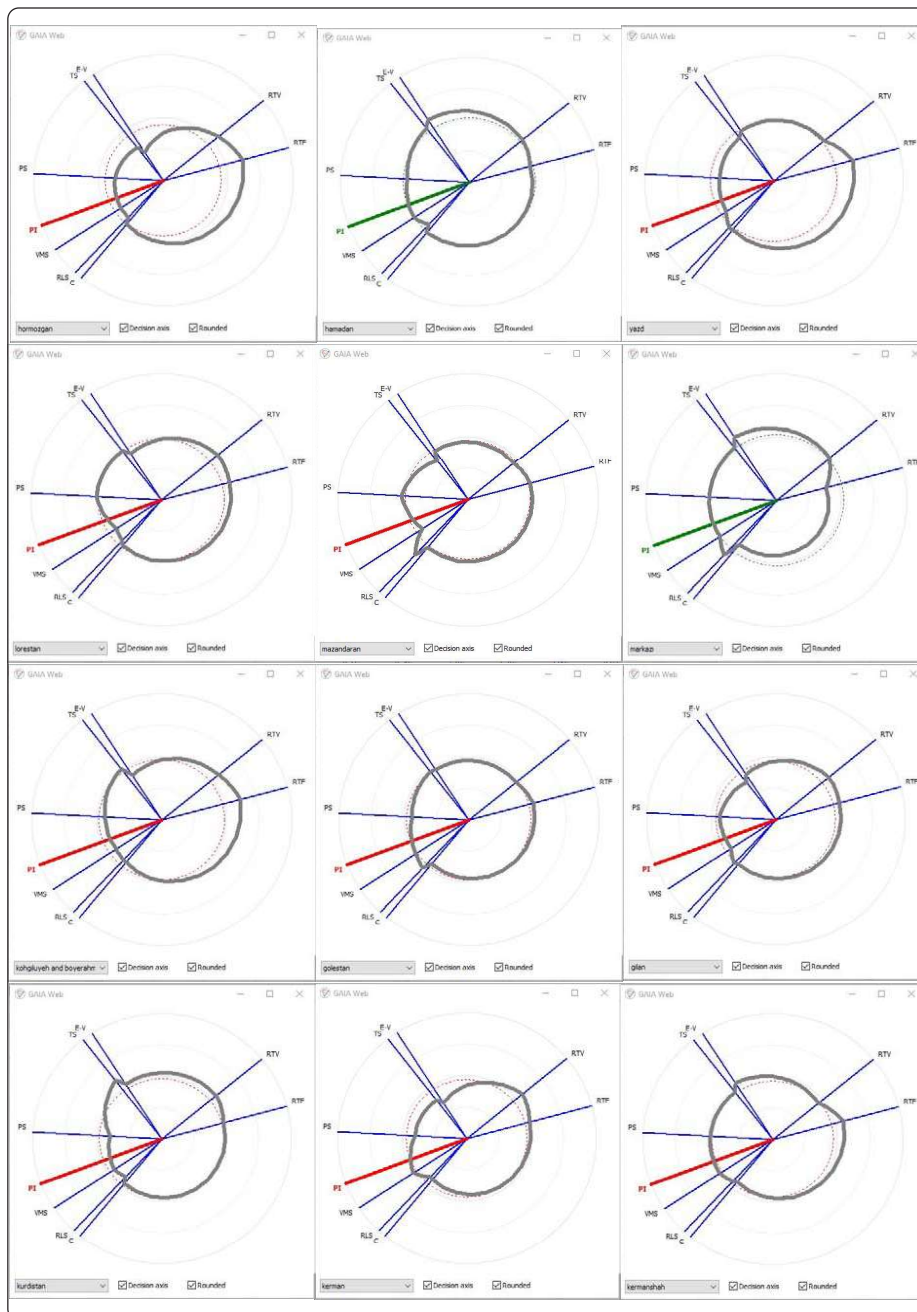
رتبه	استان	Phi	+Phi	-Phi
۲۵	گیلان	-۰/۰۶۶۳	۰/۰۴۱۴	۰/۱۰۷۷
۲۶	خراسان جنوبی	-۰/۰۷۱۳	۰/۰۵۹۰	۰/۱۳۰۳
۲۷	آذربایجان شرقی	-۰/۰۸۱۱	۰/۰۳۳۹	۰/۱۱۵۰
۲۸	خوزستان	-۰/۰۹۴۴	۰/۰۴۳۶	۰/۱۳۸۱
۲۹	خراسان رضوی	-۰/۱۰۰۱	۰/۰۳۴۸	۰/۱۳۴۸
۳۰	هرمزگان	-۰/۱۰۱۱	۰/۰۴۵۴	۰/۱۴۶۵
۳۱	سیستان و بلوچستان	-۰/۱۹۰۷	۰/۰۱۱۹	۰/۲۰۲۶

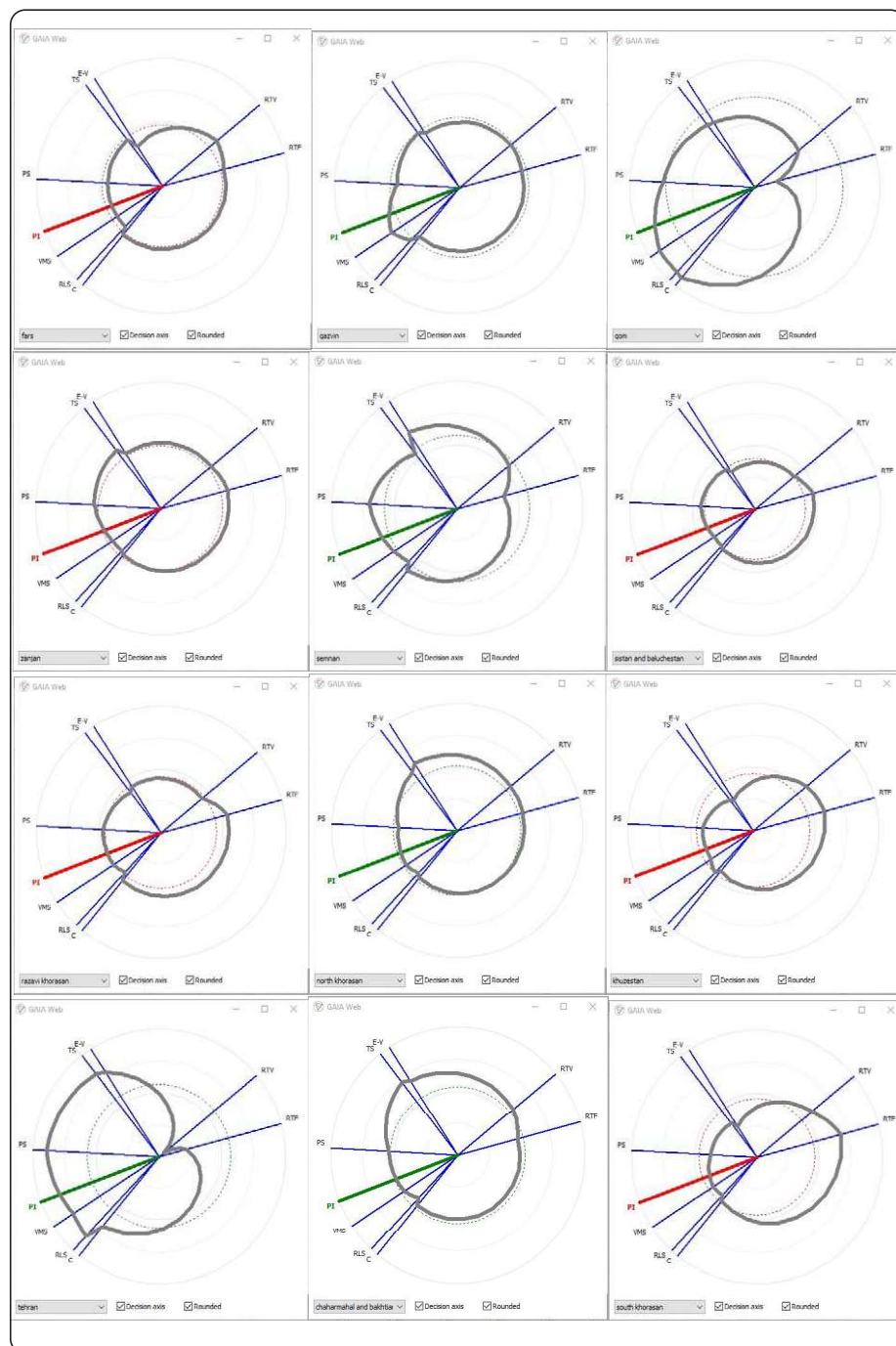
مأخذ: همان.

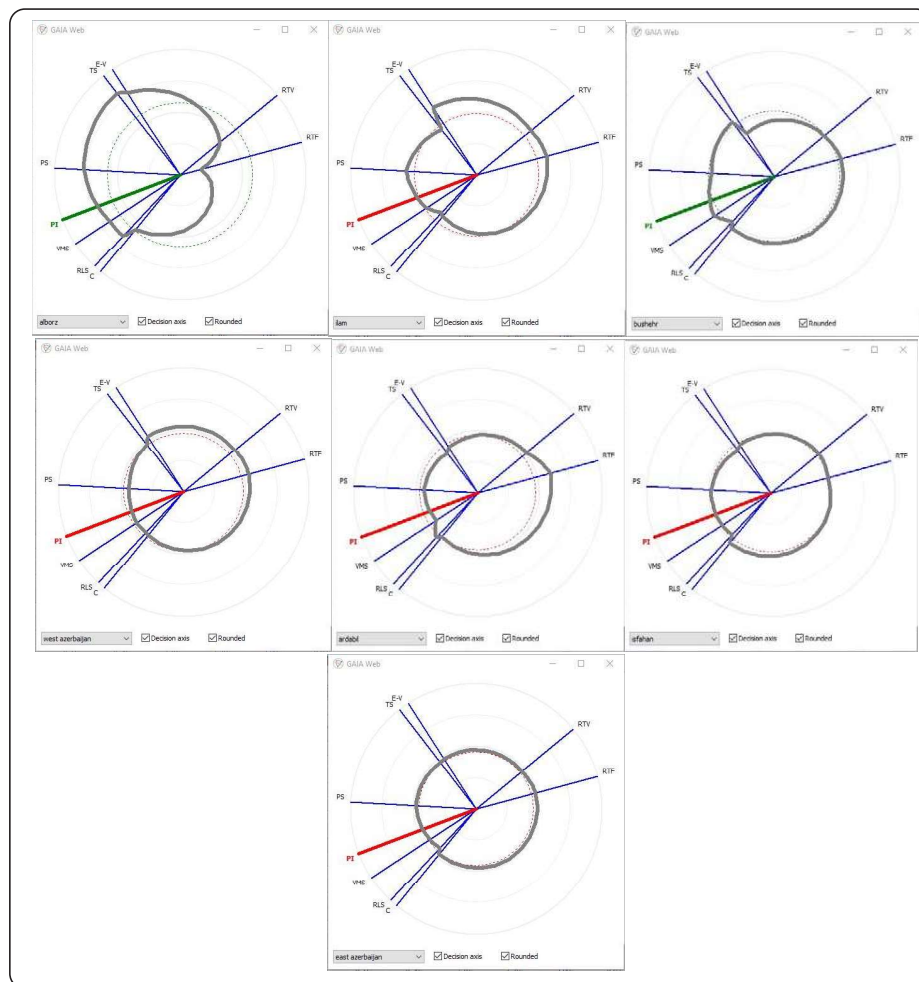
استان قم با کسب ارزش عددی ۰/۴۲ در جریان خالص، بهترین وضعیت را در بررسی شاخص‌های ایمنی جاده‌ای به خود اختصاص داده است. استان‌های سمنان، البرز و تهران در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. در این میان استان سیستان و بلوچستان نامناسب‌ترین وضعیت نسبی را در بین استان‌های کشور دارد. در بررسی جریان مثبت که گویای میزان توان یا قوت استان‌هاست، استان‌های قم و تهران بالاترین ارزش عددی را به خود اختصاص داده‌اند. عاملی که استان تهران را با توجه به شاخص بالای جریان مثبت در جایگاه چهارم ایمنی جاده استان‌ها قرار داده است، ضعف بالای این استان است. استان تهران بالاترین جریان منفی در بین استان‌های کشور را داراست.

نرم‌افزار پرومته ابزارهای سودمندی برای تحلیل گرافیکی مسائل تصمیم‌گیری ارائه کرده که یکی از آنها تحلیل مربوط به GAIA-WEB است. GAIA-WEB یک صفحه و نمودار تار عنکبوت^۱مانندی برای نمایش عملکرد هر گزینه در ارتباط با شاخص‌های مطرح شده ارائه می‌کند. شکل زیر وضعیت استان‌ها در GAIA-WEB را نشان می‌دهد.

شکل ۶. وضعیت استان‌های ایران در شاخص‌های ایمنی جاده‌ای





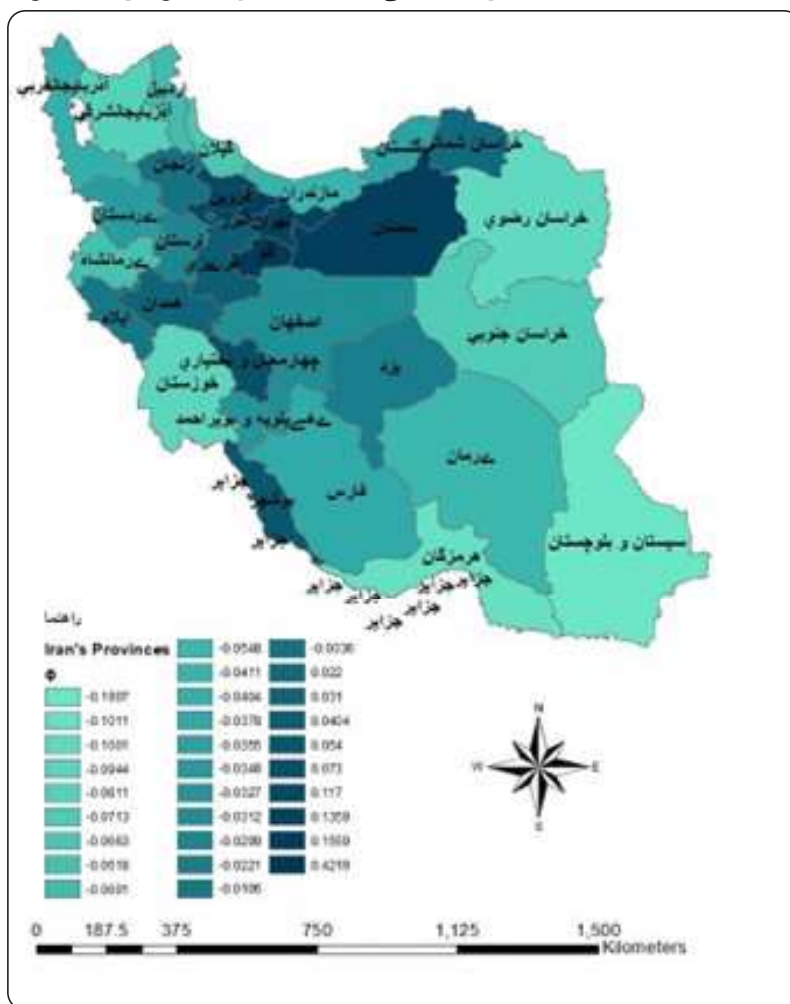


مأخذ: یافته‌های تحقیق.

شکل‌گیری وضعیت به سمت محیط بیرونی دایره نشان‌دهنده عملکرد نسبی بهتر آن استان است. در این شکل‌ها خط PI، بازگوکننده نتیجه جریان‌ات حاصله از استان‌هاست. بنابراین غلبه جریان مثبت بر منفی که موجب عملکرد نهایی و جریان خالص مثبت می‌شود، با PI سبز رنگ و جریان‌های خالص منفی، با PI قرمز رنگ مشخص می‌شوند. ۱۰ استان قم، البرز، سمنان، تهران، قزوین، چهارمحال و بختیاری، بوشهر،

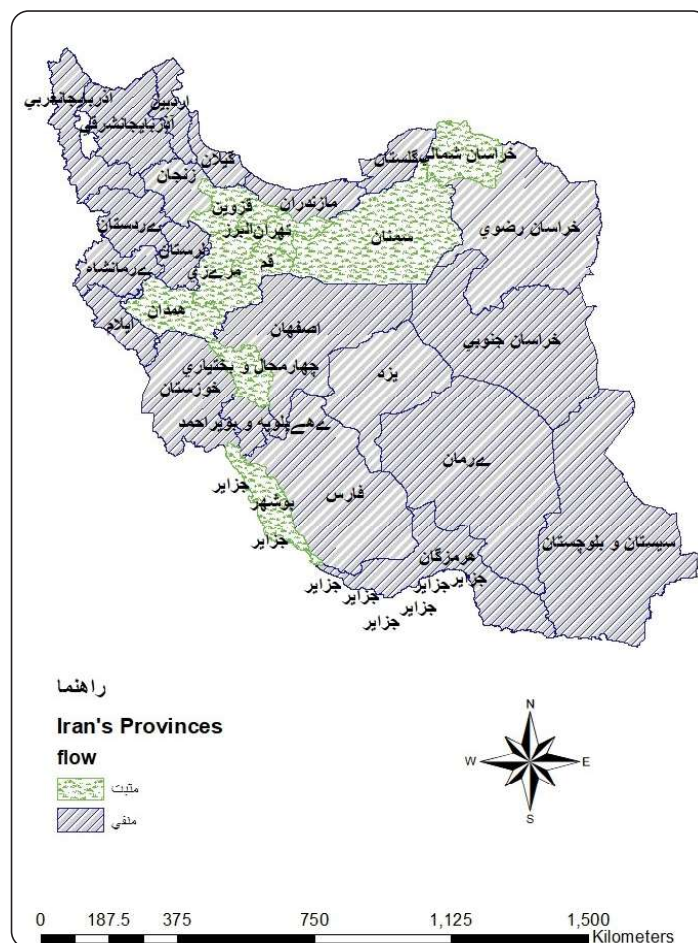
مرکزی، همدان و خراسان شمالی دارای جریان خالص مثبت (غلبه میزان نسبی قوت بر ضعف) است. شکل‌های زیر به ترتیب وضعیت ایمنی جاده‌های استان‌های ایران مطابق با ارزش جریان خالص و وضعیت ایمنی جاده‌های استان‌های ایران مطابق با غلبه جریان حاکم را نشان می‌دهد.

شکل ۷. وضعیت استان‌های ایران در ایمنی جاده‌های مطابق با ارزش جریان خالص



مأخذ: همان.

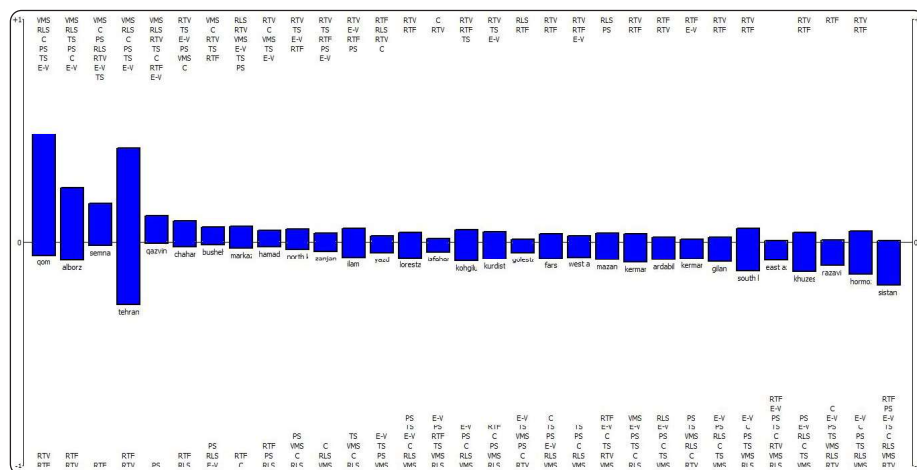
شکل ۸. جریان حاکم وضعیت در ایمنی جاده‌های استان‌های ایران



مأخذ: همان.

مطابق با عملکرد استان‌ها در برخورداری از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای، یک تصویر کلی در قالب نمودار میله‌ای در پرومته، قابل مشاهده است. نمودار میله‌ای نشان‌دهنده نقاط ضعف و قوت گزینه‌هاست (Lopes, Muñoz and Urbistondo, 2018: 9). نمودار زیر وضعیت استان‌های کشور را در برخورداری از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای نشان می‌دهد.

نمودار ۱. نمودار وضعیت استان‌های کشور در برخورداری از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای



مأخذ: یافته‌های تحقیق.

همچنان که مشاهده می‌شود میزان تعداد تلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده و تعداد تخلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده در استان قم، تنها عوامل ضعف عملکردی این استان در ایمنی جاده‌ای محسوب می‌شوند. از آنجاکه بیشترین توان و قوت نسبی شاخص‌ها را به خود اختصاص داده موجب برتری این استان در مقایسه با دیگر استان‌های کشور شده است. استان تهران هم که نقاط ضعف خود را در دو شاخص تلفات و تخلفات می‌بیند، بیشترین میزان ضعف نسبی کشور را در تعداد تلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده داراست. در واقع تأثیر زیاد این شاخص‌ها، بیشترین نقش را در ضعف عملکردی این استان در ایمنی جاده برعهده داشته است. استان البرز با میزان ضعف نزدیک به استان قم ولی با تأثیر کمتر نقاط قوت، عملکرد پایین‌تری را نسبت به استان قم داراست. استان سمنان تنها در شاخص تعداد تلفات جاده‌ای در هر ۱۰۰ کیلومتر جاده ضعف داشته و به سبب میزان تأثیر کمتر نقاط قوت و توان خود عملکرد پایین‌تری نسبت به استان‌های قم و البرز داراست. استان سیستان و بلوچستان نیز با ضعف عملکردی همه شاخص‌های ایمنی جاده‌ای، پایین‌ترین جایگاه را در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است.

۳. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر توانایی تکنیک پرومته در تحلیل ایمنی جاده‌ای از طریق قابلیت‌های Visual PROMETHEE برای استان‌های ایران نشان داده شده است. با بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه ایمنی جاده‌ها و مراجعه به اسناد منتشر شده سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای برای جمع‌آوری داده‌های کمی مرتبط با ایمنی جاده‌ای استان‌های کشور، شاخص‌سازی و اوزان‌دهی به شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی و همگام با ابزارهای GAIA-WEB، PROMETHEE Network، صفحه GAIA و نمودارهای توصیفی، عملکرد استان‌های کشور مورد تحلیل قرار گرفت. تحلیل شاخص‌های ایمنی در کشور نشان‌دهنده توزیع غیریکسان شاخص‌ها در پهنه کشور است. این پراکندگی شاخص‌های ایمنی در جهت مرکز سیاسی - جغرافیایی کشور به صورت افزایشی ظاهر می‌شود. در حالی‌که استان‌های قم، البرز، سمنان، تهران و قزوین بالاترین جایگاه را در برخورداری از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای دارند؛ استان‌های مرزی سیستان و بلوچستان، هرمزگان، خراسان رضوی، خوزستان و آذربایجان شرقی استان‌هایی بودند که پایین‌ترین برخورداری را از شاخص‌های ایمنی جاده‌ای داشتند. این نتیجه مرجعی برای سیاست‌های متناسب جغرافیایی برای ایجاد تعادل در توسعه یکنواخت سیستم‌های زمینی حمل‌ونقل در ایران را مطرح می‌کند.

براساس تحلیل انجام شده وضعیت کلی کشور به لحاظ ایمنی جاده‌ای در شرایط ایدئالی نیست. نتایج مشابهی که پژوهش‌های جعفری و همکاران (۱۳۹۶) و ساریخانی (۱۳۹۷) در سطح مقایسه ایران با کشورهای منتخب و پژوهش (همدانی و همکاران (۱۳۹۵) در سطح استان‌های ایران از خود نشان داده‌اند. در سطح استانی، استان سیستان و بلوچستان با ضعف عملکردی همه شاخص‌های ایمنی جاده‌ای پایین‌ترین جایگاه را در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است. این ضعف عملکردی استان سیستان و بلوچستان در پژوهش علوی و اسفندیاری (۱۳۹۸) نیز برآورد شده بود. اما در کاربست تکنیک پرومته و جریان‌های نهایی که این تکنیک برای استان‌های کشور به لحاظ ایمنی جاده‌ای برآورد می‌کند صرفاً ۱۰ استان قم، البرز، سمنان، تهران، قزوین، چهارمحال و

بختیاری، بوشهر، مرکزی، همدان و خراسان شمالی دارای جریان خالص مثبت هستند. یعنی میزان تأثیر نسبی توان و قوت بر ضعف مثبت بوده است. به این ترتیب اکثر استان‌ها به ارتقای شاخص‌های ایمنی نیازمندند.

مهمترین نتیجه تحقیق حاضر درک سیستمی و یکپارچه از شرایط ایمنی جاده است. استان‌های قم، سمنان، البرز و تهران جایگاه مناسبی در شاخص‌های ترکیبی ایمنی جاده‌ای به دست آورده‌اند اما از جنبه برآمدی یعنی تعداد متوفیات و تخلفات جاده‌ای همچنان ضعف دارند. بنابراین بنیان ایمنی جاده‌ای صرفاً نه براساس سرمایه‌گذاری‌های فیزیکی و مالی در بستر راه بلکه بر درک سیستم ایمنی استوار است. این درک می‌تواند از فرهنگ ایمنی حمل‌ونقل در جامعه نشئت گرفته و به تدوین استراتژی‌های ایمنی جاده‌ای در برنامه‌های راهبردی - عملیاتی منجر شده و به نظارت بر اجرای این برنامه‌های ایمنی ختم شود. البته درک سیستمی از ایمنی، نباید از درک تفاوت‌های خاص جغرافیایی، جمعیتی، اقتصادی، اجتماعی و تحرک استان‌ها جلوگیری کند. ضرورتی که پژوهش نونو و کویادا (۲۰۱۸) نیز به آن تأکید دارد. درحالی‌که استان قم با ضعف شاخص‌های تلفات جاده‌ای و تخلفات جاده‌ای مواجه است، استان سیستان و بلوچستان با ضعف عملکردی همه شاخص‌های ایمنی جاده‌ای روبه‌رو است. ازاین‌رو در استان سیستان و بلوچستان علاوه بر توسعه شاخص‌های فیزیکی جاده‌ای، ارتقای شاخص‌های ایمنی نیز باید همگام شود.

پیشنهاد می‌شود متناسب با نتایج به دست آمده اقدام به تقویت شاخص‌های تضعیف‌کننده ایمنی جاده‌ها در استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، خراسان رضوی، خوزستان، آذربایجان شرقی، خراسان جنوبی، گیلان، کرمانشاه، اردبیل، کرمان، مازندران، آذربایجان غربی، فارس، گلستان، کردستان، کهگیلویه و بویراحمد، اصفهان، لرستان، یزد، ایلام و زنجان کرد.

منابع و مآخذ

۱. آذر، عادل و علی رجب زاده (۱۳۹۱). تصمیم‌گیری کاربردی رویکردی *MADM*، تهران، انتشارات نگاه دانش.
۲. ابطحی، زینب (۱۳۸۸). «ارائه مدل ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ای با در نظر گرفتن متغیرهای نامطلوب»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه شاهد.
۳. احمدوند، علی محمد و زینب ابطحی (۱۳۸۸). «روش‌های ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ای»، فصلنامه *مطالعات مدیریت ترافیک*، سال ۱۴، ش ۱۲.
۴. بهنود، حمیدرضا، اسماعیل آیتی و محمدعلی پیرایش نقاب (۱۳۹۲). «تحلیل عملکرد، الگوگذاری و تعیین اهداف ایمنی راه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها»، *مهندسی حمل و نقل*، دوره ۴، ش ۴.
۵. جعفری، محمدرضا، شهرام وثوقی، مهناز نصرآبادی و محمد خندان (۱۳۹۶). «مقایسه شرایط ایمنی جاده‌ای در ایران با ۱۰ کشور آسیای جنوب شرقی با استفاده از شاخص توسعه شرایط ایمنی جاده‌ها»، *دوماهنامه سلامت کار ایران*، دوره ۱۴، ش ۵.
۶. ساریخانی، شادی (۱۳۹۷). «ارزیابی عملکرد ایمنی راه در ایران و کشورهای در حال توسعه با روش‌های فرارته‌ای»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه عمران، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره).
۷. سالنامه آماری، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای (۱۳۹۷).
۸. صفری، سعید، سجاد مرادی و حسین رئیسی (۱۳۹۶). «ارائه چارچوبی برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه با رویکرد تصمیم‌گیری چندشاخصه (روش پرامتی غنی شده)»، *پژوهشنامه بیمه*، سال ۳۲، ش ۱.
۹. علوی، سمیه و احسان اسفندیاری (۱۳۹۸). «ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای»، *فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک*، ش ۵۴.
۱۰. قبادی، مرتضی و معصومه احمدی پری (۱۳۹۵). «مکان‌یابی و آمایش صنایع پتروشیمی با رویکرد برنامه‌ریزی محیط زیست و بهره‌گیری از روش تلفیقی پرومته و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (مطالعه موردی: استان لرستان)»، *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دوره ۲۰، ش ۴.
۱۱. ناری، محسن (۱۳۹۰). «بررسی و مقایسه دو روش ترکیبی (FAHP-PROMETHEE) و (FANP-PROMETHEE)

در ارزیابی عملکرد شرکت‌های صنعتی (مطالعه موردی: صنعت مواد و محصولات شیمیایی)، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره). ۱۲. همدانی، علی، محمد رئیسی، مرتضی برزکی و حسین خسروشاهی (۱۳۹۵). «ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای: رویکرد تحلیل عاملی»، مدیریت تولید و عملیات، دوره ۷، ش ۲.

13. Al haji, G. (2005). *Towards a Road Safety Development Index (RSDI), Development of an International Index to Measure Road Safety Performance*, UniTryck, Norrköping, Sweden.
14. --- (2007). *Road Safety Development Index (RSDI), Theory, Philosophy and Practice*, UniTryck, Norrköping, Sweden.
15. Babaei, S., M. Bagherikahvarin, R. Sarrazin, Sh. Yongjun and E. Hermans (2015). "Use of DEA and PROMETHEE II to Assess the Performance of Older Drivers", *Transportation Research Procedia*, Vol. 10.
16. Bao, Q., D. Ruan, Y. Shen, E. Hermans and D. Janssens (2012). "Improved Hierarchical Fuzzy TOPSIS for Road Safety Performance Evaluation", *Knowledge-Based Systems*, Vol. 32.
17. Behnood, H., E. Ayati, E. Hermans and M. Neghab (2014). "Road Safety Performance Evaluation and Policy Making by Data Envelopment Analysis: A Case Study of Provincial Data in Iran", *Scientia Iranica*, Vol. 21. No. 5.
18. Behzadian, M., R. Kazemzadeh, A. Albadvi and B. Aghdasi (2010). "PROMETHEE: A Comprehensive Literature Review on Methodologies and Applications", *European Journal of Operational Research*, Vol. 200, No. 1.
19. Berghe, W., M. Schachner, V. Sgarra and N. Christie (2020). "The Association between National Culture, Road Safety Performance and Support for Policy Measures", *IATSS Research*, Vol. 44, No. 3.
20. Brans, JP and B. Mareschal (2005). "Promethee Methods In: Multiple Criteria

- Decision Analysis: State of the Art Surveys", *International Series in Operations Research and Management Science*, Vol. 78.
21. Davidovic, J., D. Pesic, K. Lipovac and B. Antic (2020). "The Significance of the Development of Road Safety Performance Indicators Related to Driver Fatigue", *Transportation Research Procedia*, Vol. 45.
 22. Egilmez, G. and D. McAvoy (2013). "Benchmarking Road Safety of U.S. States: A DEA-based Malmquist Productivity Index Approach", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 53.
 23. Ganji, S., A. Rassafi and D. Xu (2019). "A Double Frontier DEA Cross Efficiency Method Aggregated by Evidential Reasoning Approach for Measuring Road Safety Performance", *Measurement*, Vol. 136.
 24. Hermans, E., T. Brijs and G. Wets (2008). *Developing a Theoretical Framework for Road Safety Performance Indicators and a Methodology for Creating a Performance Index*, Steunpunt Mobiliteit and Openbare Werken.
 25. Kang, L and C. Wu (2021). "Measuring the Development of Chinese Provincial Road Safety Over the Period 2007–2016", *Measurement*, Vol. 175.
 26. Liu, Q., Sh. Wang, W. Zhang, J. Li, Y. Zhao and W. Li (2017). "China's Municipal Public Infrastructure: Estimating Construction Levels and Investment Efficiency Using the Entropy Method and a DEA Model", *Habitat International*, Vol. 64.
 27. Lopes, F., M. Muñoz and P. Urbistondo (2018). "Regional Tourism Competitiveness Using the PROMETHEE Approach", *Annals of Tourism Research*, Vol. 73.
 28. Nuno, M and M. Quijada (2018). "Assessing Urban Road Safety Through Multidimensional Indexes: Application of Multicriteria Decision Making Analysis to Rank the Spanish Provinces", *Transport Policy*, Vol. 68.
 29. Sarrazin, R. and Y. Smet (2015). "Applying Multicriteria Decision Analysis to

- Design Safe Road Projects", *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol. 15. No. 4.
30. Shen, Y., E. Hermans, Q. Bao, T. Brijs and G. Wets (2013). "Road Safety Development in Europe: A Decade of Changes (2001–2010)", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 60.
31. Shen, Y., E. Hermans, D. Ruan, K. Vanhoof, T. Brijs and G. Wets (2010). "A DEA-based Malmquist Productivity Index Approach in Assessing Road Safety Performance", *Computational Intelligence*, Vol. 4.
32. Teimourzadeh, K., J. Pourmahmoud and S. Kordrostami (2019). "A Novel Approach to Evaluate the Road Safety Index: A Case Study in the Roads of East Azerbaijan Province in Iran", *Iranian Journal of Management Studies (IJMS)*, Vol. 12, No. 2.
33. World Health Organization (2018). "Global Status Report on Road Safety".