

ارزیابی و رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس سطح ایمنی جاده‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها

مقاله علمی - پژوهشی

سعید رمضان زاده*، استادیار، دپارتمان علوم پایه و مهندسی، دانشکده منابع سازمانی، دانشگاه امین، تهران، ایران

علی مومنی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده راهنمایی و رانندگی، دانشگاه امین، تهران، ایران

اسفندیار تباشیر، استادیار، گروه مهندسی ترافیک، دانشکده راهنمایی و رانندگی، دانشگاه امین، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ramezan.s@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹ - پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۵

صفحه ۲۸۴-۲۶۷

چکیده

تصادفات جاده ای علاوه بر خسارات جانی، اتلاف سرمایه‌های ملی را در پی داشته و اثرات مخربی بر توسعه کشور بر جای می‌گذارد؛ از این رو برای کاهش تعداد تصادفات و تلفات ناشی از آن باید تمهیداتی اتخاذ شود. هدف اصلی این پژوهش به کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها به منظور اندازه‌گیری میزان کارایی استان‌های کشور و رتبه بندی آن‌ها، براساس سطح ایمنی جاده‌ها است. این پژوهش از نظر هدف، از نوع کاربردی و از لحاظ ماهیت، توصیفی بود. روش گردآوری داده‌ها اسنادی و با بررسی داده‌های اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای و پلیس راه کشور بود. برای تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها، علاوه بر مرور پیشینه تحقیقات، از نظرات خبرگان و تکنیک دلفی و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، البرز و قم در رتبه‌های اول تا سوم برترین استان‌های کشور در سال ۱۴۰۱ و استان‌های گردشگری اصفهان، آذربایجان شرقی، گیلان، آذربایجان غربی، مازندران و فارس، در رتبه‌های ۲۶ تا ۳۱ رده‌بندی از نظر ایمنی جاده‌ای قرار گرفتند. بر این اساس با الگو قرار دادن استان‌های کارا، برای هر استان، میزان کمبود در ورودی‌ها و اقدامات لازم جهت دستیابی به سطح کارایی در ایمنی جاده‌ای مشخص شد.

واژه‌های کلیدی: ایمنی جاده‌ها، رتبه‌بندی استان‌ها، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، ایمنی حمل و نقل

۱- مقدمه

تعریف منطقی برای آن می‌تواند به این صورت باشد: مسئله ایمنی جاده به هر عاملی که به وقوع تصادف یا تشدید آسیب‌های ناشی از آن مرتبط باشد تلقی می‌شود (الویک، ۲۰۰۵). از سال ۱۹۳۳ اتحادیه اروپا مسئله ایمنی جاده‌ای را به عنوان زمینه‌ای کلیدی در سیاست‌های حمل و نقل اروپا مطرح کرد و در واقع از این تاریخ کمیسیون اروپایی برنامه‌های ایمن سازی جاده‌ای را برای بررسی تأثیر آن‌ها بر وضعیت ایمنی آغاز کرد (احمدوند و ابطحی، ۱۳۸۸). محققان تصادفات را پدیده‌ای

در نیم قرن اخیر گسترش زندگی ماشینی و افزایش روزافزون ترافیک در جاده‌ها، در مقابل فواید اقتصادی و رفاهی، گسترش ارتباطات و سرعت جابه جایی کالا و مسافر، به سرعت، تعداد و شدت تصادفات رانندگی افزوده است. با افزایش سطح تولید وسایل نقلیه موتوری و افزایش جمعیت، گسترش سفرهای جاده‌ای در سال‌های آتی مورد انتظار است و این به معنای مهم‌تر شدن مسئله ایمنی در جاده‌ها است. بنابر نظر الویک اگرچه رویه درستی برای تعریف مسئله ایمنی جاده‌ای وجود ندارد. اما یک

کشورها و به خصوص کشورهای کم درآمد بر جای می گذارد. این معضل اقتصادی-اجتماعی هشتمین عامل اتلاف سرمایه انسانی فعال جوامع است. آمار تلفات تصادفات حتی بیش از تلفات جنگ‌های جهانی برآورد شده است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶). رشد چشمگیر استفاده از وسایل نقلیه در ایران، افزایش قابل توجه تلفات جاده‌ای را نیز به همراه داشته است. در واکنش به این افزایش، مدیریت ایمنی راه به عنوان یک موضوع اصلی در برنامه‌ریزی حمل و نقل در ایران در سطوح مختلفی از سرمایه‌گذاری را در بخش‌های اجرایی مختلف طلب می‌کند. با توجه به نیاز ایران به سرمایه‌گذاری در جهت افزایش ایمنی راه، لازم است تا نوعی تحلیل اثربخشی در زمینه اقدامات انجام شده در این زمینه انجام شود. فقدان ارزیابی و رتبه‌بندی استان‌ها بر مبنای سطح ایمنی جاده‌ها و نبود یک برنامه‌ریزی منسجم و دقیق جهت رفع نقاط حادثه خیز موجب عدم تخصیص صحیح بودجه در این خصوص می‌شود. ضرورت ارزیابی سطح ایمنی جاده‌های استان‌ها تا اندازه‌ای است که می‌تواند منجر به شناسایی و تمرکز بر نقاط حادثه خیز و غیر ایمن شود و رتبه بندی سطح ایمنی جاده‌های استان‌ها باعث کاهش هزینه‌های اقدامات پیشگیرانه و در نتیجه کاهش تصادفات و تلفات جاده‌ای می‌شود و همچنین مسئولین اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور و پلیس راه ناجا با داشتن این اطلاعات و با استفاده از افراد با تجربه و متخصص در این زمینه و همکاری و همفکری آنها و نیز در اختیار داشتن امکانات و تجهیزات روز دنیا می‌توانند اقدامات لازم و موثری در جهت کاهش تصادفات و مرگ و میر جاده ای انجام دهند. لذا هدف پژوهش حاضر، شناسایی عوامل موثر بر کاهش تلفات تصادفات جاده‌ای برون شهری و ارزیابی وضعیت استان‌ها با بکارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. بنابراین این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال است که ایمنی جاده‌های استان‌های کشور در چه سطحی است و رتبه‌بندی آن با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها چگونه است؟

پپچیده اما، تا حدودی قابل پیشگیری و حاصل دخالت عوامل مختلف و نه فقط خطاهای انسانی می‌دانند و با این دیدگاه برنامه‌های ایمنی جاده‌ای را در برخی کشورها به کار گرفته و اثربخشی آن‌ها را به اثبات رسانده‌اند. برای مثال هلند از کشورهایی است که با به کارگیری برنامه‌های ایمنی، تلفات حدود ۳۵۰۰ نفری خود در سال ۱۹۷۵ را به کمتر از ۱۰۰۰ نفر در سال تقلیل داده و سعی دارد ایمنی را به خصوصیت ذاتی جاده‌هایش تبدیل کند (جعفری، وثوقی، نصرآبادی و خندان، ۱۳۹۶).

ایران کشوری در حال توسعه است که نیاز به حرکتی جهشی در این زمینه دارد؛ اما آمار بالای حوادث جاده‌ای به ویژه در سال‌های اخیر نقش بسیار مخربی در اقتصاد کشور و کندی روند توسعه داشته است. لذا در شرایط کنونی کشور، به منظور کاهش و یا جلوگیری از تصادفات جاده‌ای و تلفات ناشی از آن، بررسی سطح ایمنی جاده‌ها و ارزیابی و رده‌بندی آنها می‌تواند بسیار مفید باشد. با توجه به آمارهای جهانی، ایران از نظر تعداد کشته‌ها در تصادفات مقام اول را در جهان دارا است. بنابر گزارش سازمان پزشکی قانونی، با توجه به پایین بودن ایمنی جاده‌های ایران، ۱۹ هزار و ۴۹۰ نفر در تصادفات رانندگی سال ۱۴۰۱ جان خود را از دست داده‌اند. فارغ از ضررهای معنوی و درگیر شدن افراد بسیار زیاد بر اثر مرگ عزیزانشان، کشته و مجروح شدن افراد در سوانح رانندگی هزینه‌های سنگینی را بر مردم و دولت تحمیل می‌کند. در این میان، حدود ۷۵ درصد از کشته‌ها و زخمی‌ها را مردان و ۱۵ درصد را زنان تشکیل می‌دهند و بیشتر تلفات جانی در رده سنی بین ۲۵ تا ۴۰ سال قرار دارند (گزارش پزشکی قانونی، ۱۴۰۱). لزوم برنامه‌ریزی صحیح، ایمنی جاده‌ای را به وضوح نمایان می‌سازد. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی، در سال‌های اخیر، تصادفات رانندگی به عنوان نهمین عامل مرگ و میر در جهان شناخته شده است. مطالعات و بررسی‌های اخیر بانک جهانی به طور رسمی وضعیت ایمنی ترافیک در ایران را بحرانی دانسته است. آمارها نشان می‌دهد حوادث رانندگی پس از بیماری‌های قلبی و عروقی دومین علت مرگ و میر در ایران محسوب می‌شود (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶). تصادفات جاده‌ای علاوه بر خسارات مالی که سالانه حدوداً یک تا سه درصد سود ناخالص ملی کشورها تخمین زده می‌شود، اتلاف سرمایه‌های ملی را در پی داشته و اثرات مخربی بر توسعه

۲- پیشینه تحقیق

ایمنی راه به عنوان معیاری از رفاه شهروندان یک جامعه به دنبال پیاده‌سازی مجموعه‌ای گسترده از اقدامات دولتی حاصل می‌شود. بنابر نظر الویک، ایمنی جاده به هر عاملی که به وقوع تصادف یا تشدید آسیب‌های ناشی از آن مرتبط باشد تلقی می‌شود (الویک، ۲۰۰۵). با توجه به هدف تحقیق که رتبه بندی استان‌ها با استفاده از روش DEA می‌باشد، برخی اصطلاحات از جمله متغیرهای ورودی و خروجی باید تعریف شوند. متغیرهای ورودی مقادیری کمی نظیر بودجه، نیروی انسانی، تجهیزات و امکانات می‌باشند که در اندازه‌گیری کارایی هر واحد تصمیم‌گیری به‌عنوان داده در نظر گرفته می‌شوند. متغیرهای خروجی نیز مقادیری کمی هستند که نتایج فعالیت را نشان می‌دهند. مدیران با استفاده از این شاخص‌ها میزان موفقیت و کارآمد بودن سازمان یا واحد خود را اندازه‌گیری می‌کنند. متغیرهای ورودی این تحقیق عبارتند از: طول راههای روشن، آزادراه و بزرگراه، تعداد راهدارخانه، پاسگاه پلیس راه، ماشین آلات و تجهیزات راهداری، دوربین کنترل سرعت، نقاط سیاه (حادثه خیز) و تصادفات. متغیرهای خروجی نیز عبارتند از: تلفات جانی و تعداد تردد.

کارایی: کارایی یعنی انجام درست کارها و توانایی به‌کارگیری حداقل منابع برای دستیابی به اهداف سازمانی. لذا آن بخش از کار انجام‌شده فرد در محیط مربوطه را کارایی ولی بخش دیگر از کار فرد که می‌باید به‌موقع و به‌جا مؤثر باشد را اثربخشی می‌گویند (مهرگان، ۱۳۹۶). برای سنجش موفقیت و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، مقیاس‌ها و معیارهایی وجود دارند که برخی از آنها عبارتند از: کارایی، اثربخشی، بهره‌وری، سود، کیفیت، رشد، انعطاف‌پذیری، کیفیت زندگی کاری و کارایی مربوط به اجرای درست کارها در سازمان است؛ یعنی تصمیماتی که با هدف کاهش هزینه‌ها، افزایش مقدار تولید و بهبود کیفیت محصول اتخاذ می‌شوند. از کارایی تعاریف متعدد به عمل آمده است اما در اینجا منظور کارایی نسبی است که بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$\text{کارایی} = \frac{\text{مجموع موزون خروجی‌ها}}{\text{مجموع موزون ورودیها}}$$

این تعریف مربوط به فارل است که تعریف مقدماتی کارایی در راستای توسعه مدل تحلیل پوششی داده بوده است. فارل کارایی را بصورت نسبت مجموع موزون خروجی‌های بدست آمده تقسیم بر مجموع ورودی‌های صرف شده برای تولید این خروجی‌ها تعریف کرده است (مهرگان، ۱۳۹۶).

کارایی نسبی: کارایی محاسبه شده در تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری بوده (که در بالا به تعریف مفهوم آن اشاره گردیده) و هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری در مقایسه با سایر واحدهای تصمیم‌گیری مورد مقایسه و سنجش قرار می‌گیرند (مهرگان، ۱۳۹۶).

واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU): واحد تصمیم‌گیری بعنوان یک نهاد مستقل که مسئول تبدیل نهاده‌ها به ستاده‌ها بوده و کارایی آن برآورده می‌شود تعریف شده است. برای مقایسه نسبی کارایی، گروهی از واحدهای تصمیم‌گیری انتخاب شده و با هم مقایسه می‌شوند (مهرگان، ۱۳۹۶). در این پژوهش واحدهای تصمیم‌گیری همان استان‌ها هستند که کارایی آنها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری و رتبه بندی می‌شود.

مطالعات فراوانی در زمینه ایمنی جاده‌ها در ایران و سایر کشورهای جهان صورت گرفته است. در ادامه به بررسی مهمترین پژوهش‌ها پرداخته شده است.

شوریده ضیابری و کبودوند (۱۴۰۲) به شناسایی و بررسی عوامل دخیل در کیفیت و ایمنی جاده‌ها و میزان تاثیر هر یک از عوامل، نسبت به رتبه بندی و مقایسه کیفی جاده‌ها اقدام نمودند. آنها تعداد ۹ مولفه را به عنوان مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت و ایمنی جاده‌ها شناسایی و اطلاعات مربوط به هر یک از مولفه‌ها را در محورهای اصلی جاده‌های منتهی به شهر زنجان به روش فازی جمع‌آوری و رتبه‌بندی جاده‌ها را توسط مدل تاپسیس انجام دادند. ابراهیمی و زارعی (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر ترافیک و ویژگی‌های جاده بر ایمنی راه‌ها پرداختند. آنها همچنین مروری کلی بر تئوری‌های ایمنی راه‌ها را داشتند. در پژوهش آنها عوامل متعددی از جمله سرعت، تراکم، و انحنای افقی جاده یافت شدند که اثرات مختلفی بر ایمنی راه‌ها می‌گذارند. صاحبی و همکاران (۱۳۹۷) جایگاه استان البرز در رتبه بندی ایمنی تردد جاده ای کشور را مطالعه کردند. نتایج پژوهش آنها با توجه به تفاوت

بسته‌بندی ایمنی راه با سایر موضوعات مهم عمومی. چن و همکاران (۲۰۲۲) به ارزیابی دستیابی به ایمنی جاده توسط مدل تلفیق چندمعیاره فازی CRITIC-ELECTRE برای پشتیبانی ساستگذاری در جنوب شرق آسیا پرداختند. آنها میزان ایمنی جاده ای ۱۱ کشور در آسیای جنوب شرقی را ارزیابی کرده و نتایج را با سطوح ایمنی جاده‌ای در دهه گذشته (۲۰۰۹-۲۰۱۸) مقایسه کردند. پلوتنیکوف و اسوال (۲۰۲۰) انواع مختلفی از روش‌های جدید را برای رتبه‌بندی ایمنی ترافیک در تقاطع‌های کنترل‌شده و کنترل نشده با استفاده از نرخ‌های تشخیصی سطوح الزامی ایمنی ترافیک ارائه کردند که از داده‌های مربوط به شدت حمل‌ونقل و جریان‌های عابر پیاده و الگوهای ترافیکی رسمی و تجسم‌شده در تقاطع‌ها بازیابی شده‌اند استفاده می‌کند. کانوگانی و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه SAW، AHP و AHP فازی اقدام به تحلیل ایمنی و رتبه‌بندی جاده‌های روستایی یکی از ایالت‌های هند پرداختند. پژوهش‌هایی نیز وجود داشته‌اند که برای ارزیابی ایمنی جاده‌ای از روش DEA بهره‌برداری نموده‌اند. گنجی، رسافی و شو (۲۰۱۹) و گنجی و رسافی (۲۰۱۹)، بهنود و همکاران (۲۰۱۴)، صادقی و مقدم (۲۰۱۶) مدل‌هایی از DEA را برای ارزیابی ایمنی جاده‌های ایران بکار بردند. روزیک، پسیک، کوکیک، آنتیک و بزویک (۲۰۱۷) نیز از مدل تلفیقی DEA و MCDM برای انتخاب ایمن‌ترین جاده صربستان استفاده کردند. شاه و همکاران (۲۰۱۷) ارزیابی ریسک امنیت جاده‌ای را با بکارگیری GIS و DEA انجام دادند. در جدول ۱ خلاصه‌ای از مهمترین پژوهش‌های بالا ارائه شده است.

با مرور پیشینه مشاهده می‌شود که روش‌های متنوعی برای ارزیابی و رتبه‌بندی جاده‌ها، کشورها یا شهرها از لحاظ ایمنی جاده‌ای مورد توجه محققین قرار گرفته است. برخی از محققین، روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را مد نظر قرار داده و تعدادی نیز از DEA بهره‌برداری نموده‌اند. تفاوت این پژوهش با پژوهش‌های مشابه در نوع متغیرهایی است که به عنوان ورودی و خروجی مدل در نظر گرفته شده‌اند به طوریکه عوامل محیطی مانند شرایط آب و هوایی عوامل انسانی و عوامل مرتبط با وسایل نقلیه که خارج از کنترل محقق می‌باشند و امکان تغییر و ارائه پیشنهاد کارساز محتمل نمی‌باشد کنار گذاشته شدند. لذا، با توجه

استانها و با توسعه شاخص مرکبی که دربرگیرنده متغیرهای ایمنی تردد جاده‌ای به دست آمده است. افطاری و همکاران (۱۳۹۶) رویه‌ای نو به منظور رتبه‌بندی فناوری‌های ایمنی خودرو جهت کاهش تصادفات جاده‌ای ارائه کردند. بر اساس رویه پیشنهادی آنها، فناوری AEB در رتبه نخست و ACC، LDW و ESC برای پیاده‌سازی بر روی خودروها در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. جعفری و همکاران (۱۳۹۶) شرایط ایمنی جاده‌ای ایران با ۱۰ کشور آسیای جنوب شرقی را با استفاده از شاخص جهانی توسعه شرایط ایمنی جاده‌ها مقایسه کردند. آنها نشان دادند که ایران در سالیان اخیر توانسته است خود را از سطوح پایین در حوزه ایمنی جاده‌ای به سطح متوسط برساند. احمدوند و ابطحی (۱۳۸۸) با مرور روش‌های ارزیابی مطرح در حوزه ایمنی جاده‌ای، ضمن استفاده از روش تجزیه به عامل‌های اصلی، به عنوان یک روش کاهش دهنده تعداد متغیرها، به این نتیجه رسیدند که روش‌هایی برای ارزیابی ایمنی جاده‌ای مناسبند که بتوانند حداکثر مانند تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص‌های ایمنی جاده و اندرکنش‌های آن‌ها را به طور همزمان مورد تحلیل و بررسی قرار دهند. همچنین چن و همکاران (۲۰۲۳) یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره جدید برای رتبه‌بندی سیستماتیک عملکرد ایمنی جاده‌ای کشورهای جنوب شرق آسیا بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی پیشنهاد کردند. کانگ (۲۰۲۳) توسعه ایمنی جاده‌ای و رشد اقتصادی چین را از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸ به روش DEA ارزیابی کرد. نتایج نشان داده است که بین توسعه ایمنی جاده‌ها و رشد اقتصادی چین ارتباط قوی وجود دارد. با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸، تعداد وسایل نقلیه به ازای هر نفر افزایش یافت و تعداد تلفات به ازای هر وسیله نقلیه کاهش یافته است. بورایما و همکاران (۲۰۲۲) به اولویت‌بندی استراتژی‌های ایمنی جاده‌ای در جهت صفر شدن صدمات ترافیکی جاده‌ای با استفاده از رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی پرداختند. آنها از رویکرد اولویت‌ترتیبی برای محاسبه وزن و رتبه متخصصان، گزینه‌ها و معیارها به طور همزمان استفاده کردند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که سه راهبرد اصلی برای اجرای موفقیت‌آمیز اصلاحات ایمنی راه عبارتند از: بهره‌گیری از اصلاحات نهادی و حاکمیتی گسترده، چارچوب‌بندی مجدد ایمنی راه در بحث‌های سیاسی و عمومی، و

به تحت کنترل بودن عوامل جاده‌ای و نیز در دسترس بودن اطلاعات و داده‌های آماری، پژوهش حاضر بر عوامل جاده‌ای موثر بر کاهش تصادفات تمرکز نموده است. پس از جمع بندی و تلخیص شاخص‌های به دست آمده در پیشینه و چارچوب نظری پژوهش، مدل تحلیلی پژوهش طبق جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. خلاصه پیشینه تحقیق

محقق	موضوع	نتیجه
شوریده ضیابری و کبودوند (۱۴۰۲)	شناسایی و بررسی عوامل دخیل در کیفیت و ایمنی جاده‌ها و میزان تاثیر هر یک از عوامل، نسبت به رتبه بندی و مقایسه کیفی جاده‌ها	شناسایی ۹ مولفه به عنوان مهمترین عوامل موثر بر کیفیت و ایمنی جاده‌ها و رتبه بندی جاده‌ها توسط مدل تاپسیس
ابراهیمی و زارعی (۱۳۹۹)	تأثیر ترافیک و ویژگی‌های جاده بر ایمنی راه‌ها	شناسایی عوامل سرعت، تراکم، و انحنای افقی جاده که اثرات مختلفی بر ایمنی راه‌ها می‌گذارند
صاحبی و همکاران (۱۳۹۷)	جایگاه استان البرز در رتبه بندی ایمنی تردد جاده‌ای کشور	مقیسه استان البرز با سایر استان‌ها با توجه به تفاوتها توسط معرفی شاخص مرکبی که دربرگیرنده متغیرهای ایمنی تردد جاده‌ای است
چن و همکاران (۲۰۲۳)	یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره جدید برای رتبه بندی سیستماتیک عملکرد ایمنی جاده‌ای کشورهای جنوب شرق آسیا بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی پیشنهاد کردند.	یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره جدید برای رتبه بندی سیستماتیک عملکرد ایمنی جاده‌ای کشورهای جنوب شرق آسیا بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی پیشنهاد کردند.
کانگ (۲۰۲۳)	ارزیابی توسعه ایمنی جاده‌ای و رشد اقتصادی چین را از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸	بر اساس روش DEA، بین توسعه ایمنی جاده‌ها و رشد اقتصادی چین ارتباط قوی وجود دارد. با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه از سال ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸، تعداد وسایل نقلیه به ازای هر نفر افزایش یافت و تعداد تلفات به ازای هر وسیله نقلیه کاهش یافته است.
بورایما و همکاران (۲۰۲۲)	اولویت‌بندی استراتژی‌های ایمنی جاده‌ای در جهت صفر شدن صدمات ترافیکی جاده‌ای با استفاده از رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی	از رویکرد اولویت‌بندی ترتیبی برای محاسبه وزن و رتبه متخصصان، گزینه‌ها و معیارها به طور همزمان استفاده شده است. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که سه راهبرد اصلی برای اجرای موفقیت‌آمیز اصلاحات ایمنی راه عبارتند از: بهره‌گیری از اصلاحات نهادی و حاکمیتی گسترده، چارچوب‌بندی مجدد ایمنی راه در بحث‌های سیاسی و عمومی، و بسته‌بندی ایمنی راه با سایر موضوعات مهم عمومی
چن و همکاران (۲۰۲۲)	ارزیابی دستیابی به ایمنی جاده توسط مدل تلفیق چندمعیاره فازی CRITIC-ELECTRE برای پشتیبانی سیاستگذاری در جنوب شرق آسیا	میزان ایمنی جاده‌ای ۱۱ کشور در آسیای جنوب شرقی را ارزیابی کرده و نتایج را با سطوح ایمنی جاده‌ای در دهه گذشته (۲۰۰۹-۲۰۱۸) مقایسه شده است.
پلوتینکوف و اسوال (۲۰۲۰)	روش‌های جدید رتبه‌بندی ایمنی ترافیک	انواع مختلفی از روش‌های جدید را برای رتبه‌بندی ایمنی ترافیک در تقاطع‌های کنترل‌شده و کنترل نشده با استفاده از نرخ‌های تشخیصی سطوح الزامی ایمنی ترافیک ارائه شده که از داده‌های مربوط به شدت حمل‌ونقل و جریان‌های عابر پیاده و الگوهای ترافیکی رسمی و تجسم‌شده در تقاطع‌ها ارزیابی شده‌اند استفاده می‌کند.

۳- روش شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، از نوع پژوهش‌های کاربردی و از نظر ماهیت، یک پژوهش توصیفی-پیمایشی و از نظر روش گردآوری داده‌ها، اسنادی است. جامعه آماری، کلیه جاده‌های برون شهری، اعم از راه‌های روستایی و بین شهری که در حوزه فعالیت پلیس راه هستند در کلیه ۳۱ استان کشور و بر اساس تقسیمات کشوری می‌باشد که به صورت تمام شمار در نظر گرفته شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها، از آمار کروکی‌های استان‌های کشور و اطلاعات تعداد تصادفات براساس فرم کام تکمیل شده کارشناسان تصادفات که در محل و زمان تصادف تکمیل گردیده و گزارش‌های سالانه وزارت راه استفاده شده است. علاوه بر این، برای تعیین شاخص‌های پژوهش حاضر از نظر خبرگان بر مبنای تکنیک دلفی استفاده شده است. قلمرو زمانی پژوهش، از شهریور ۱۳۹۸ تا خرداد ماه ۱۴۰۱ است. در خصوص روایی پرسشنامه از روش دلفی استفاده شده است بدین ترتیب که از میان ۱۳ متغیر استخراج شده از پیشینه و ادبیات پژوهش، نظر خبرگان منتج به انتخاب ۹ متغیر شد که در مدل پیشنهادی به کار گرفته شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تحلیل پوششی داده‌ها و با به کارگیری نرم افزار DEA solver انجام شده است.

۴- یافته‌های پژوهش

روند ارزیابی و رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس مدل DEA بدین صورت انجام شده است که ابتدا بر اساس اطلاعات سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، مقادیر متغیرهای ورودی و خروجی در جدول ۳ گردآوری شده است. در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، متغیرهای خروجی (ستانده) ماهیتی مثبت و مطلوب دارند به طوریکه هرچه مقدار ستانده بزرگ‌تر باشد مطلوب‌تر و کارایی بالاتر خواهد بود. در مسئله مورد نظر این تحقیق، خروجی‌ها یعنی تلفات و تصادفات چنین نیستند بنابراین باید توسط تغییر متغیر به خروجی‌هایی با ماهیتی مطلوب تبدیل شوند. بدین منظور در این تحقیق، مقدار به دست آمده از رابطه زیر، به تمام داده‌های دو خروجی اضافه شده است:

$$\text{نسبت تصادفات جدید} = - \text{مینیمم} \{ \text{نسبت تصادفات استان‌ها} \} + ۱$$

$$\text{نسبت تلفات جدید} = - \text{مینیمم} \{ \text{نسبت تلفات استان‌ها} \} + ۱$$

به عبارت دیگر کوچکترین مقدار تمامی استان‌ها در منفی ۱ ضرب شده و به حاصل عدد ۱ اضافه شده و مقدار به دست آمده به مقادیر تمامی استان‌ها در جدول ۲ اضافه شده است. حاصل جدول ۳ است. ضمناً برای اجتناب از خطای محاسباتی، بجای مقادیر صفر در ستون نقاط حادثه خیز حذف شده، عدد ۰٫۱ قرار داده شده است.

جدول ۲. مدل تحلیلی پژوهش

متغیرهای خروجی	واحد	متغیرهای ورودی
نسبت تعداد تصادفات جاده‌ای هر استان به تعداد تردهای آن استان (زایزاده، ۱۳۸۴)	استان‌های کشور	نسبت جاده‌های دارای روشنایی استان به کل طول جاده‌های استان (احمدوند و ابطی، ۱۳۸۸)
		نسبت مسافت آزادراهی و بزرگراهی استان به کل مسافت جاده‌های هر استان (علوی و اسفندیاری، ۱۳۹۸)
		تعداد نقاط سیاه (حادثه خیز) حذف شده هر استان (زایزاده، ۱۳۸۴)
نسبت تعداد تلفات جاده‌ای هر استان به تعداد تردد های آن استان (زایزاده، ۱۳۸۴)	استان‌های کشور	تعداد پاسگاه‌های پلیس راه موجود در هر استان (سیحانی فرد و همکاران، ۱۳۹۵)
		تعداد راهدارخانه‌های موجود در هر استان (سیحانی فرد و همکاران، ۱۳۹۵)
		تعداد ماشین آلات و تجهیزات راهداری در هر استان (کاظم نسب، ۱۳۹۵)
		تعداد دوربین‌های کنترل سرعت جاده‌ای در هر استان (شمعانیان، ۱۳۹۵)

نسبت در متغیرهای خروجی (تصادفات و تلفات جاده‌ای) نخواهد شد و جهت رسیدن به کارایی نیز تنها امکان کاهش در ورودی‌ها وجود دارد، در این پژوهش مدل مذکور برگزیده شده است.

از داده‌های ماتریس اطلاعات ورودی و خروجی ارائه شده در جدول ۳، در حل مدل DEA استفاده شده است. مدل انتخاب شده BCC ورودی محور می‌باشد. با توجه به این که الزاماً تغییر به یک مقدار مشخص در متغیرهای ورودی موجب تغییر به همان

جدول ۳. ماتریس اطلاعات استان‌ها

استان	دوربین	نقطه رفع شده	تعداد پاسگاه	تعداد ماشین آلات	تعداد راهدارخانه	آزادراه	روشنایی	تصادفات	تلفات
آذربایجان شرقی	۵۵	۱۰	۱۲	۶۵۵	۵۳	۰,۰۴۱	۰,۲۶۷	۴۷۴,۹	۲۸,۱
آذربایجان غربی	۳۴	۵	۷	۸۱۴	۳۶	۰,۰۵۴	۰,۱۴۵	۶۷۱,۴	۳۰,۴
اردبیل	۲۷	۱۰	۵	۳۱۸	۲۳	۰,۱۰۶	۰,۰۹۵	۴۲۷,۳	۱۷,۳
اصفهان	۱۰۵	۱۴	۱۳	۷۵۱	۶۹	۰,۰۴۷	۰,۴۴۱	۵۶۴,۳	۲۰,۱
البرز	۲۲	۱۵	۴	۱۶۸	۱۳	۰,۲۷۵	۰,۴۳۸	۱۸۳,۷	۲,۰
ایلام	۸	۶	۵	۳۰۵	۱۸	۰,۰۲۳	۰,۰۷۴	۵۲۲,۳	۳۶,۰
بوشهر	۴۳	۱	۵	۲۵۱	۱۷	۰,۰۶۵	۰,۳۵۴	۳۹۲,۸	۲۷,۰
تهران	۷۱	۱۴	۱۰	۳۷۴	۳۷	۰,۳۱۵	۰,۶۵۳	۱۳۱,۷	۳,۶
چهارمحال و بختیاری	۳۰	۱	۵	۳۴۰	۴۲	۰,۰۴۵	۰,۱۹۲	۲۳۸,۸	۱۱,۵
خراسان جنوبی	۵۸	۱۲	۷	۴۸۵	۳۳	۰,۰۲۹	۰,۱۴۴	۶۱۱,۴	۴۱,۳
خراسان رضوی	۱۰۶	۰	۱۶	۹۴۴	۶۹	۰,۰۳۶	۰,۲۱۷	۱۱۱۴,۶	۵۵,۶
خراسان شمالی	۲۴	۶	۴	۳۵۳	۳۳	۰,۰۶۳	۰,۱۴۴	۶۱۲,۴	۱۷,۱
خوزستان	۲۰	۵	۱۰	۴۸۷	۳۱	۰,۰۴۷	۰,۱۹۱	۱۰۴۴,۸	۶۴,۳
زنجان	۳۲	۷	۸	۳۸۶	۳۶	۰,۰۴۷	۰,۱۲۹	۳۰۸,۳	۱۵,۳
سمنان	۵۴	۰	۸	۳۳۷	۲۶	۰,۰۹۶	۰,۴۵۵	۴۴۳,۴	۱۵,۹
سیستان و بلوچستان	۱۸	۱۱	۱۳	۶۹۶	۵۱	۰,۰۱	۰,۰۵۳	۹۵۶,۷	۱۶۵,۵
فارس	۱۳۱	۲۸	۱۶	۸۶۷	۶۳	۰,۰۴۴	۰,۲۱۴	۴۵۱,۷	۳۰,۸
قزوین	۴۲	۰	۶	۳۵۵	۳۳	۰,۱۸۲	۰,۴۴۷	۱۶۳,۳	۵,۶
قم	۵۸	۰	۵	۱۶۰	۷	۰,۲۶۹	۰,۶۱۵	۹۰,۴	۳,۸
کردستان	۲۸	۴	۴	۴۰۹	۳۵	۰,۰۳۳	۰,۰۱۷	۲۵۴,۶	۱۷,۷
کرمان	۸۲	۶	۱۰	۶۰۶	۵۳	۰,۰۲۴	۰,۲۹۲	۶۵۴,۰	۴۳,۸
کرمانشاه	۲۹	۱۱	۹	۶۵۴	۳۶	۰,۰۵۷	۰,۱۶۳	۲۷۴,۵	۲۱,۲
کهگیلویه و بویراحمد	۱۷	۰	۴	۲۶۹	۲۸	۰,۰۴۲	۰,۰۱۱	۲۵۸,۶	۱۴,۴
گلستان	۲۰	۷	۴	۲۹۶	۲۴	۰,۱۳۱	۰,۰۲۲	۷۱۵,۳	۲۹,۶
گیلان	۵۲	۷	۸	۵۲۳	۲۸	۰,۰۱۲	۰,۲۶۸	۶۳۰,۳	۲۴,۲
لرستان	۴۱	۰	۹	۴۳۱	۳۶	۰,۰۶۹	۰,۳۱۲	۴۹۴,۰	۲۶,۷
مازندران	۶۰	۱۱	۱۰	۴۹۰	۳۴	۰,۱۶۷	۰,۳۳۱	۵۷۰,۲	۱۸,۱
مرکزی	۲۶	۷	۸	۴۸۸	۲۹	۰,۱۶۹	۰,۳۴۴	۱۴۵,۹	۸,۵
هرمزگان	۳۹	۹	۵	۳۳۷	۲۱	۰,۰۲۹	۰,۲۲۸	۶۸۵,۵	۲۵,۶
همدان	۵۰	۶	۶	۴۷۰	۲۶	۰,۰۶۱	۰,۳۷۷	۲۳۲,۹	۱۶,۵
یزد	۴۲	۷	۶	۳۴۸	۲۹	۰,۰۷۶	۰,۳۰۹	۳۸۷,۶	۱۷,۷

فصلنامه علمی جاده، سال بیست و دوم، دوره سوم، شماره ۱۲۰، پاییز ۱۴۰۳

جدول ۴. ماتریس اطلاعات استان‌ها پس از تغییر متغیر

استان	دوربین	نقطه رفع شده	تعداد پاسگاه	تعداد ماشین آلات	تعداد راهدارخانه	آزادراه	روشنایی	تصادفات	تلفات
آذربایجان شرقی	۵۵	۱۰	۱۲	۶۵۵	۵۳	۰,۰۴۱	۰,۲۶۷	۶۴۰,۷	۱۳۸,۴
آذربایجان غربی	۳۴	۵	۷	۸۱۴	۳۶	۰,۰۵۴	۰,۱۴۵	۴۴۴,۲	۱۳۶,۱
اردبیل	۲۷	۱۰	۵	۳۱۸	۲۳	۰,۱۰۶	۰,۰۹۵	۶۸۸,۲	۱۴۹,۲
اصفهان	۱۰۵	۱۴	۱۳	۷۵۱	۶۹	۰,۰۴۷	۰,۴۴۱	۵۵۱,۳	۱۴۶,۴
البرز	۲۲	۱۵	۴	۱۶۸	۱۳	۰,۲۷۵	۰,۴۳۸	۹۳۱,۹	۱۶۴,۵
ایلام	۸	۶	۵	۳۰۵	۱۸	۰,۰۲۳	۰,۰۷۴	۵۹۳,۳	۱۳۰,۵
بوشهر	۴۳	۱	۵	۲۵۱	۱۷	۰,۰۶۵	۰,۳۵۴	۷۲۲,۸	۱۳۹,۵
تهران	۷۱	۱۴	۱۰	۳۷۴	۳۷	۰,۳۱۵	۰,۶۵۳	۹۸۳,۹	۱۶۲,۹
چهارمحال و بختیاری	۳۰	۱	۵	۳۴۰	۴۲	۰,۰۴۵	۰,۱۹۲	۸۷۶,۸	۱۵۵,۰
خراسان جنوبی	۵۸	۱۲	۷	۴۸۵	۳۳	۰,۰۲۹	۰,۱۴۴	۵۰۴,۲	۱۲۵,۳
خراسان رضوی	۱۰۶	۰,۱	۱۶	۹۴۴	۶۹	۰,۰۳۶	۰,۳۱۷	۱,۰	۱۱۰,۹
خراسان شمالی	۲۴	۶	۴	۳۵۳	۳۳	۰,۰۶۳	۰,۱۴۴	۵۰۳,۲	۱۴۹,۴
خوزستان	۲۰	۵	۱۰	۴۸۷	۳۱	۰,۰۴۷	۰,۱۹۱	۷۰,۸	۱۰۲,۲
زنجان	۳۲	۷	۸	۳۸۶	۳۶	۰,۰۴۷	۰,۱۲۹	۸۰۷,۳	۱۵۱,۲
سمنان	۵۴	۰,۱	۸	۳۳۷	۲۶	۰,۰۹۶	۰,۴۵۵	۶۷۲,۲	۱۵۰,۶
سیستان و بلوچستان	۱۸	۱۱	۱۳	۶۹۶	۵۱	۰,۰۱	۰,۰۵۳	۱۵۸,۹	۱,۰
فارس	۱۳۱	۲۸	۱۶	۸۶۷	۶۳	۰,۰۴۴	۰,۲۱۴	۶۶۳,۸	۱۳۵,۷
قزوین	۴۲	۰,۱	۶	۳۵۵	۳۳	۰,۱۸۲	۰,۴۴۷	۹۵۲,۳	۱۶۰,۹
قم	۵۸	۰,۱	۵	۱۶۰	۷	۰,۲۶۹	۰,۶۱۵	۱۰۲۵,۲	۱۶۲,۷
کردستان	۲۸	۴	۴	۴۰۹	۳۵	۰,۰۳۳	۰,۰۱۷	۸۶۱,۰	۱۴۸,۸
کرمان	۸۲	۶	۱۰	۶۰۶	۵۳	۰,۰۲۴	۰,۲۹۲	۴۶۱,۶	۱۲۲,۷
کرمانشاه	۲۹	۱۱	۹	۶۵۴	۳۶	۰,۰۵۷	۰,۱۶۳	۸۴۱,۱	۱۴۵,۳
کهگیلویه و بویراحمد	۱۷	۰,۱	۴	۲۶۹	۲۸	۰,۰۴۲	۰,۰۱۱	۸۵۷,۰	۱۵۲,۱
گلستان	۲۰	۷	۴	۲۹۶	۲۴	۰,۱۳۱	۰,۰۲۲	۴۰۰,۳	۱۳۶,۹
گیلان	۵۲	۷	۸	۵۲۳	۲۸	۰,۰۱۲	۰,۲۶۸	۴۸۵,۳	۱۴۲,۳
لرستان	۴۱	۰,۱	۹	۴۳۱	۳۶	۰,۰۶۹	۰,۳۱۲	۶۲۱,۶	۱۳۹,۸
مازندران	۶۰	۱۱	۱۰	۴۹۰	۳۴	۰,۱۶۷	۰,۳۳۱	۵۴۵,۴	۱۴۸,۴
مرکزی	۲۶	۷	۸	۴۸۸	۲۹	۰,۱۶۹	۰,۳۴۴	۹۶۹,۷	۱۵۸,۰
هرمزگان	۳۹	۹	۵	۳۳۷	۲۱	۰,۰۲۹	۰,۲۲۸	۴۳۰,۱	۱۴۰,۹
همدان	۵۰	۶	۶	۴۷۰	۲۶	۰,۰۶۱	۰,۳۷۷	۸۸۲,۷	۱۵۰,۰
یزد	۴۲	۷	۶	۳۴۸	۲۹	۰,۰۷۶	۰,۳۰۹	۷۲۸,۰	۱۴۸,۸

جدول ۵. کارایی استان‌ها

استان	کارایی	درصد کارایی
آذربایجان شرقی	۰,۶۶۵۶	۶۷
آذربایجان غربی	۰,۶۴۱۳	۶۴
اردبیل	۱	۱۰۰
اصفهان	۰,۶۷۴	۶۷
البرز	۱	۱۰۰
ایلام	۱	۱۰۰
بوشهر	۱	۱۰۰

فصلنامه علمی جاده، سال بیست و دوم، دوره سوم، شماره ۱۲۰، پاییز ۱۴۰۳

استان	کارایی	درصد کارایی
تهران	۰,۸۰۸۵	۸۱
چهارمحال و بختیاری	۱	۱۰۰
خراسان جنوبی	۰,۷۷۴۹	۷۷
خراسان رضوی	۱	۱۰۰
خراسان شمالی	۱	۱۰۰
خوزستان	۰,۶۹۶۱	۷۰
زنجان	۰,۸۶۹۳	۸۷
سمنان	۰,۹۱۴۱	۹۱
سیستان و بلوچستان	۱	۱۰۰
فارس	۰,۵۸۷۶	۵۹
قزوین	۱	۱۰۰
قم	۱	۱۰۰
کردستان	۱	۱۰۰
کرمان	۰,۹۷۰۱	۹۷
کرمانشاه	۰,۷۵۱۴	۷۵
کهگیلویه و بویراحمد	۱	۱۰۰
گلستان	۱	۱۰۰
گیلان	۰,۶۶۱۶	۶۶
لرستان	۰,۷۵۲۳	۷۵
مازندران	۰,۵۹۴۳	۵۹
مرکزی	۱	۱۰۰
هرمزگان	۱	۱۰۰
همدان	۱	۱۰۰
یزد	۰,۷۹۹۴	۸۰

نتایج حاصل از خروجی نرم افزار که در جدول ۴ ارائه شده است نشان می دهد که ۱۶ استان زیر کارا و سایر استان ها ناکارا می باشند:

-هرمزگان

-گلستان

-همدان

-کهگیلویه و بویراحمد

پس از به کارگیری مدل بازده نسبت به مقیاس متغیر وزنی با ورودی نامطلوب، ۱۵ استان دیگر ناکارا شدند. در این مرحله به تعیین استان مرجع برای هر کدام از شاخص های پژوهش پرداخته شده است. به منظور دستیابی به مقدار بهینه هریک از ورودی ها در استان های کارا، مقدار هر کدام از ورودی ها نسبت به کل مساحت جاده ای آن استان برحسب درصد و مقدار خروجی ها نسبت به کل آمار تردد در آن استان برحسب میلیونیم در جدول ۶ محاسبه شده است. با بررسی مقدار موجود هر کدام از ورودی ها و خروجی ها در استان های کارا، مقدار بهینه در جدول ۵ مشخص شده است (اعداد پررنگ).

-اردبیل

-البرز

-ایلام

-بوشهر

-چهار محال بختیاری

-خراسان رضوی

-خراسان شمالی

-سیستان و بلوچستان

-قزوین

-قم

-کردستان

-مرکزی

شاخص‌های ایمنی راه به تفکیک برای استان‌های ناکارا جهت رسیدن به سطح کارآیی ارائه شده است. نهایتاً جهت رتبه بندی کامل استان‌ها، با به کارگیری مدل اندرسون پترسون به ارزیابی کارآیی واحدهای کارا پرداخته شده است. در این روش، امتیاز واحدهای کارا می‌تواند بیشتر از ۱ باشد. جدول ۱۱ نتایج به کارگیری مدل مذکور را نشان می‌دهد.

در جدول ۷ استان‌هایی که در هرکدام از ورودی‌ها و خروجی‌ها مقدار بهینه را کسب کرده‌اند به عنوان استان مرجع در آن ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین گردیده‌اند. برای تعیین میزان کمبود در استان‌های ناکارا، مقدار موجود هر کدام از ورودی و خروجی‌ها در استان‌های ناکارا در جدول ۸ بررسی شده است. در جدول ۹، بر مبنای درصد بهینه هر کدام از شاخص‌ها در استان‌های مرجع، میزان تغییر مورد نیاز در هر یک از مقادیر

جدول ۶. محاسبه مقدار هرکدام از شاخص‌ها در استان‌های کارا

استان‌های کارا	درصد طول راه‌های روشن به کل مساحت	درصد طول آزادراه و بزرگراه به کل مساحت	درصد تعداد راهدارخانه‌ها به کل مساحت	درصد ماشین‌آلات و تجهیزات به کل مساحت	درصد تعداد پاسگاه‌های پلیس راه به کل مساحت	درصد تعداد اصلاح شده به کل مساحت	درصد تعداد دوربین به کل مساحت	نسبت تصادفات به تردد	نسبت تلفات به تردد
اردبیل	۱۰,۶۶	۹,۵۹	۱,۴۴	۱۹,۹۴	۰,۳۱	۰,۶۳	۱,۶۹	۴۲۷,۲۹	۱۷,۳۴
البرز	۲۷,۵۸	۴۳,۸۱	۳,۳۵	۴۳,۳۰	۱,۰۳	۳,۸۷	۵,۶۷	۱۸۳,۶۹	۲,۰۲
ایلام	۲,۳۸	۷,۴۷	۱,۴۳	۲۴,۲۳	۰,۴۰	۰,۴۸	۰,۶۴	۵۲۱,۲۹	۳۵,۹۱
بوشهر	۶,۵۵	۳۵,۴۳	۰,۹۰	۱۳,۲۵	۰,۲۶	۰,۰۵	۲,۲۷	۳۹۴,۷۱	۲۷,۰۱
چهارمحال بختیاری	۴,۵۶	۱۹,۲۶	۳,۰۴	۲۴,۶۲	۰,۳۶	۰,۰۷	۲,۱۷	۲۳۸,۷۵	۱۱,۴۷
خراسان رضوی	۳,۶۳	۲۱,۷۸	۱,۲۴	۱۶,۹۸	۰,۲۹	۰,۰۰	۱,۹۱	۱۱۱۴,۴۴	۵۵,۶۰
خراسان شمالی	۶,۳۷	۱۴,۴۹	۲,۷۶	۲۹,۵۶	۰,۳۴	۰,۵۰	۲,۰۱	۶۱۱,۶۸	۱۷,۰۹
سیستان و بلوچستان	۱,۰۶	۵,۳۵	۰,۹۱	۱۲,۴۶	۰,۲۳	۰,۲۰	۰,۳۲	۹۵۵,۰۴	۱۶۵,۲۲
قزوین	۱۸,۲۲	۴۴,۷۵	۲,۴۹	۲۶,۸۳	۰,۴۵	۰,۰۰	۳,۱۷	۱۶۳,۲۶	۵,۵۷
قم	۲۶,۹۷	۶۱,۵۵	۰,۹۳	۲۱,۳۶	۰,۶۷	۰,۰۰	۷,۷۴	۹۰,۴۰	۳,۷۸
کردستان	۳,۳۹	۱۷,۰۹	۲,۲۰	۲۵,۶۹	۰,۲۵	۰,۲۵	۱,۷۶	۲۵۴,۵۸	۱۷,۷۲
کهگیلویه و بویر احمد	۴,۲۵	۱۱,۰۱	۱,۶۳	۱۵,۶۸	۰,۲۳	۰,۰۰	۰,۹۹	۲۵۸,۴۳	۱۴,۳۹
گلستان	۱۳,۱۸	۲۲,۰۲	۱,۸۶	۲۲,۹۵	۰,۳۱	۰,۵۴	۱,۵۵	۷۱۴,۵۴	۲۹,۶۲
مرکزی	۱۶,۹۳	۳۴,۴۳	۱,۴۹	۲۵,۱۲	۰,۴۱	۰,۳۶	۱,۳۴	۱۴۵,۹۱	۸,۴۷
هرمزگان	۲,۹۴	۲۲,۸۶	۰,۷۰	۱۱,۲۶	۰,۱۷	۰,۳۰	۱,۳۰	۶۸۵,۱۴	۲۵,۶۳
همدان	۶,۱۱	۳۷,۷۲	۱,۳۷	۲۴,۷۶	۰,۳۲	۰,۳۲	۲,۶۳	۲۳۲,۷۸	۱۶,۴۶

جدول ۷. تعیین استان مرجع برای هر کدام از شاخص‌ها

شاخص	استان مرجع	علت	درصد بهینه استان مرجع
ورودی ۱	قم	بیشترین میزان دوربین نسبت به مسافت جاده ای استان (هر ۱۲ کیلومتر یک دوربین)	۷,۷۴
ورودی ۲	البرز	بیشترین نقاط حادثه خیز اصلاح شده نسبت به مساحت جاده ای استان	۳,۸۷
ورودی ۳	البرز	بیشترین تعداد پاسگاههای پلیس راه نسبت به مساحت جاده ای استان	۱,۰۳
ورودی ۴	البرز	بیشترین تعداد ماشین آلات و تجهیزات راهداری نسبت به مساحت جاده ای استان	۴۳,۳
ورودی ۵	البرز	بیشترین تعداد راهدارخانه های موجود نسبت به مساحت جاده ای استان	۳,۳۵
ورودی ۶	قم	بیشترین طول آزادراه و بزرگراه نسبت به مساحت جاده ای استان	۶۱,۵۵
ورودی ۷	البرز	بیشترین طول راههای روشن نسبت به مساحت جاده ای استان	۲۷,۵۸
خروجی ۱	قم	کمترین تعداد تصادفات نسبت به تردد جاده ای استان (بر حسب میلیونوم)	۹۰,۴۰
خروجی ۲	البرز	کمترین تعداد تلفات نسبت به تردد جاده ای (بر حسب میلیونوم)	۲,۰۲

جدول ۸. محاسبه مقدار شاخص‌ها برای استان های ناکارا

استان های ناکارا	درصد راه‌های روشن به مساحت	درصد آزادراه و بزرگراه به مساحت	درصد راهدارخانه‌ها به مساحت	درصد ماشین آلات و تجهیزات به مساحت	درصد پاسگاه‌های پلیس راه به مساحت	درصد نقاط حادثه خیز اصلاح شده به مساحت	درصد تعداد دوربین به مساحت	نسبت تصادفات به تردد	نسبت تلفات به تردد
آذربایجان شرقی	۴,۲۰	۲۶,۷۲	۱,۷۲	۲۱,۳۱	۰,۳۹	۰,۳۳	۱,۷۹	۴۷۴,۸۳	۸,۱۴
آذربایجان غربی	۵,۴۹	۱۴,۵۵	۱,۳۳	۲۹,۹۹	۰,۲۶	۰,۱۸	۱,۲۵	۶۷۱,۲۲	۳۰,۳۶
اصفهان	۴,۷۲	۴۴,۱۱	۱,۲۶	۱۳,۶۷	۰,۲۴	۰,۲۵	۱,۹۱	۵۶۴,۲۶	۲۰,۱۳
تهران	۳۱,۵۸	۶۵,۳۶	۳,۵۴	۳۵,۷۹	۰,۹۶	۱,۳۴	۶,۷۹	۱۳۱,۶۶	۳,۶۴
خراسان جنوبی	۲,۹۱	۱۴,۴۷	۰,۹۰	۱۳,۲۹	۰,۱۹	۰,۳۳	۱,۵۹	۶۱۱,۲۰	۴۱,۲۳
خوزستان	۴,۷۳	۱۹,۱۸	۰,۵۱	۷,۹۴	۰,۱۶	۰,۰۸	۰,۳۳	۱۰۴۴,۴۰	۶۴,۲۸
زنجان	۴,۷۷	۱۲,۹۰	۱,۴۸	۱۵,۸۶	۰,۳۳	۰,۲۹	۱,۳۱	۳۰۸,۲۰	۱۵,۳۰
سمنان	۹,۶۷	۴۵,۵۸	۱,۶۴	۲۱,۳۰	۰,۵۱	۰,۰۰	۳,۴۱	۴۴۳,۳۲	۱۵,۹۱
فارس	۴,۴۲	۲۱,۴۲	۰,۸۱	۱۱,۱۳	۰,۲۱	۰,۳۶	۱,۶۸	۴۵۱,۶۷	۳۰,۷۶
کرمان	۲,۴۳	۲۹,۲۱	۰,۷۷	۸,۸۵	۰,۱۵	۰,۰۹	۱,۲۰	۶۵۳,۹۰	۴۳,۷۸
کرمانشاه	۵,۷۳	۱۶,۳۶	۱,۴۱	۲۵,۶۶	۰,۳۵	۰,۴۳	۱,۱۴	۲۷۴,۴۸	۲۱,۱۷
گیلان	۱۲,۰۱	۲۶,۸۴	۱,۴۹	۲۷,۹۱	۰,۴۳	۰,۳۷	۲,۷۷	۶۳۰,۲۴	۲۴,۱۶
لرستان	۶,۹۶	۳۱,۲۲	۲,۰۰	۲۳,۹۸	۰,۵۰	۰,۰۰	۲,۲۸	۴۹۳,۹۲	۲۶,۶۹
مازندران	۱۶,۷۷	۳۳,۱۹	۱,۳۷	۱۹,۷۱	۰,۴۰	۰,۴۴	۲,۴۱	۵۶۹,۹۹	۱۸,۱۴
یزد	۷,۶۶	۳۰,۹۱	۱,۳۱	۱۵,۶۸	۰,۲۷	۰,۳۲	۱,۸۹	۳۸۷,۵۸	۱۷,۶۶

جدول ۹. میزان کمبود شاخص‌های ورودی استان‌های ناکارا نسبت به استان‌های مرجع

درصد شاخص ورودی در استان مرجع	۲۷,۵۸	۶۱,۵۵	۳,۳۵	۴۳,۳	۱,۰۳	۳,۸۷	۷,۷۴
استان‌های ناکارا	میزان کمبود در راه روشن	میزان کمبود در آزادراه	میزان کمبود در راهدارخانه	میزان کمبود در ادوات	میزان کمبود در پاسگاه	میزان کمبود در نقاط اصلاح شده	میزان کمبود در دوربین
آذربایجان شرقی	۲۳,۳۸-	۳۴,۸۳-	۱,۶۳-	۲۱,۹۹-	۰,۶۴-	۳,۵۴-	۵,۹۵-
آذربایجان غربی	۲۲,۰۹-	۴۷-	۲,۰۲-	۱۳,۳۱-	۰,۷۷-	۳,۶۹-	۶,۴۹-
اصفهان	۲۲,۸۶-	۱۷,۴۴-	۲,۰۹-	۲۹,۶۳-	۰,۷۹-	۳,۶۲-	۵,۸۳-
تهران	۴	۳,۸۱	۰,۱۹	۷,۵۱-	۰,۰۷-	۲,۵۳-	۰,۹۵-
خراسان جنوبی	۲۴,۶۷-	۴۷,۰۸-	۲,۴۵-	۳۰,۰۱-	۰,۸۴-	۳,۵۴-	۶,۱۵-
خوزستان	۲۲,۸۵-	۴۲,۳۷-	۲,۸۴-	۳۵,۳۶-	۰,۸۷-	۳,۷۹-	۷,۴۱-
زنجان	۲۲,۸۱-	۴۸,۶۵-	۱,۸۷-	۲۷,۴۴-	۰,۰۷-	۳,۵۸-	۶,۴۳-
سمنان	۱۷,۹۱-	۱۵,۹۷-	۱,۷۱-	۲۲-	۰,۵۲-	۳,۸۷-	۴,۳۳-
فارس	۲۳,۱۶-	۴۰,۱۳-	۲,۵۴-	۳۲,۱۷-	۰,۸۲-	۳,۵۱-	۶,۰۶-
کرمان	۲۵,۱۵-	۳۲,۳۴-	۲,۵۸-	۳۴,۴۵-	۰,۸۸-	۳,۷۸-	۶,۵۴-
کرمانشاه	۲۱,۸۵-	۴۵,۱۹-	۱,۹۴-	۱۷,۶۴-	۰,۶۸-	۳,۴۴-	۶,۶-
گیلان	۱۵,۵۷-	۳۴,۷۱-	۱,۸۶-	۱۵,۳۹-	۰,۰۶-	۳,۵-	۴,۹۷-
لرستان	۲۰,۶۲-	۳۰,۳۳-	۱,۳۵-	۱۹,۳۲-	۰,۵۳-	۳,۸۷-	۵,۴۶-
مازندران	۱۰,۸۱-	۲۸,۳۶-	۱,۹۸-	۲۳,۵۹-	۰,۶۳-	۳,۴۳-	۵,۳۳-
یزد	۱۹,۹۲-	۳۰,۶۴-	۲,۰۴-	۲۷,۶۲-	۰,۷۶-	۳,۵۵-	۵,۸۵-

جدول ۱۰. رتبه‌بندی استان‌ها از نظر کارایی در ایمنی جاده‌ای

رتبه	امتیاز کارایی	استان
۱	۳,۲۱۰	کهگیلویه و بویراحمد
۲	۳,۰۰۰	البرز
۳	۳,۰۰۰	قم
۴	۲,۳۰۰	سیستان و بلوچستان
۵	۲,۱۲۵	ایلام
۶	۱,۹۶۶	چهارمحال و بختیاری
۷	۱,۴۸۱	مرکزی
۸	۱,۲۹۱	کردستان

۹	۱,۲۸۳	بوشهر
۱۰	۱,۲۵۸	قزوین
۱۱	۱,۱۶۵	خراسان رضوی
۱۲	۱,۱۴۷	اردبیل
۱۳	۱,۱۲۱	همدان
۱۴	۱,۰۹۹	هرمزگان
۱۵	۱,۰۰۰	خراسان شمالی
۱۶	۱,۰۰۰	سمنان
۱۷	۱,۰۰۰	گلستان
۱۸	۱,۰۰۰	لرستان
۱۹	۰,۹۷۱	کرمان
۲۰	۰,۸۶۹	زنجان
۲۱	۰,۸۰۹	تهران
۲۲	۰,۷۹۹	یزد
۲۳	۰,۷۷۵	خراسان جنوبی
۲۴	۰,۷۵۱	کرمانشاه
۲۵	۰,۶۹۸	خوزستان
۲۶	۰,۶۷۴	اصفهان
۲۷	۰,۶۶۶	آذربایجان شرقی
۲۸	۰,۶۶۲	گیلان
۲۹	۰,۶۴۱	آذربایجان غربی
۳۰	۰,۵۹۴	مازندران
۳۱	۰,۵۸۸	فارس

بهره‌برداری شده به‌طوری‌که ورودی و خروجی‌ها، متغیرهای مستقل و کارایی بدست آمده نیز متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. ابتدا مقدار F آزمون ANOVA برابر با $۳/۲۳۵$ با سطح معنی‌داری $۰/۰۱۳$ محاسبه شد که خطی بودن مدل رگرسیونی را تأیید می‌کند. R^2 یا ضریب تعیین کلی مدل برابر با $۰/۵۸۱$ به دست آمده است که حاکی از برازش مدل رگرسیون چندگانه بوده و سطوح معنی‌داری ورودی‌ها و خروجی‌ها (جدول ۱۱) نشان دهنده قابلیت تبیین کارایی مدل می‌باشد.

طبق جدول ۱۰، استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، البرز و قم در رتبه‌های اول تا سوم برترین استان‌های کشور در سال‌های مورد مطالعه از نظر ایمنی جاده‌ای قرار دارند و استان فارس در رتبه آخر قرار دارد. با بررسی بیشتر می‌توان دید که استان‌های گردشگری اصفهان، آذربایجان شرقی، گیلان، آذربایجان غربی، مازندران و فارس، در رتبه‌های ۲۶ تا ۳۱ رده بندی قرار دارند که نشان دهنده سطح پایین‌تر این گونه از استان‌ها در ایمنی جاده‌ای می‌باشد. به منظور اعتبارسنجی نتایج ارائه شده در جدول ۱۰، از تحلیل رگرسیون خطی استفاده شده است. قاعدتاً داده‌های مورد استفاده بدین منظور باید مربوط به سال‌های قبل باشد ولی با توجه به نبود چنین داده‌هایی از داده‌های جدول ۲ و ۱۰

جدول ۱۱. رگرسیون چندگانه بین

متغیر	بتا (ضریب تأثیر)	t	سطح معنی داری
دوربین	۰,۵۰۰	۱,۵۲۳	۰,۱۴۳
نقطه رفع شده	-۰,۴۱۷	-۲,۲۰۴	۰,۰۳۹
تعداد پاسگاه	-۰,۷۸۴	-۱,۹۲۱	۰,۰۶۸
تعداد ماشین آلات	-۰,۴۴۳	-۱,۳۰۵	۰,۲۰۶
تعداد راهدارخانه	۰,۴۱۵	۱,۲۴۷	۰,۲۲۶
آزادراه	۰,۳۳۱	۱,۱۴۵	۰,۲۶۵
روشنایی	-۰,۳۲۸	-۰,۹۷۵	۰,۳۴۰
تصادفات	-۰,۳۰۹	-۱,۳۱۴	۰,۲۰۳
تلفات	۰,۶۹۱	۲,۷۳۴	۰,۰۱۲

۵- نتیجه گیری

تغییرات لازم در ورودی‌ها جهت رسیدن استان‌های ناکارا به مرزکارایی، یعنی کاهش تلفات و تصادفات جاده‌ای (خروجی)، معین شد. برخی از تغییرات مورد نظر برای استان‌های ناکارا در قسمت پیشنهادها ذکر شده است. تفاوت این پژوهش با پژوهش‌های گنجی، رسافی و شو (۲۰۱۹) و گنجی و رسافی (۲۰۱۹)، بهنود و همکاران (۲۰۱۴)، صادقی و مقدم (۲۰۱۶) در نوع متغیرهایی است که به عنوان ورودی و خروجی مدل در نظر گرفته شده‌اند به طوریکه عوامل محیطی مانند شرایط آب و هوایی عوامل انسانی و عوامل مرتبط با وسایل نقلیه که خارج از کنترل محقق می‌باشند و امکان تغییر و ارائه پیشنهاد کارساز محتمل نمی‌باشد کنار گذاشته شدند.

مسئولین اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور و پلیس راه ناجا می‌توانند با توسعه تحقیقاتی در خصوص رتبه بندی هر استان با معیارها و شاخص‌های استاندارد ایمنی جاده‌ای و با استفاده از افراد با تجربه و متخصص در این زمینه و همکاری و همفکری آنها و نیز در اختیار داشتن امکانات و تجهیزات روز دنیا اقدامات لازم و موثری در جهت کاهش تصادفات و مرگ و میر جاده‌ای انجام دهند. هر استانی که جاده‌های آن از نظر ایمنی دارای سطح پایین‌تری باشد باید از اعتبارات و بودجه‌ی بیشتری در خصوص اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز برخوردار گردد؛ همچنین به تبع آن باید نظارت و کنترل بیشتری بر استفاده از بودجه‌ی مورد نظر و ارتقای سطح ایمنی جاده‌های آن استان صورت گیرد. به روز کردن هر ساله داده‌ها و آمارهای تصادفات و تلفات توسط سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای و ارائه

در راستای هدف ارزیابی و رتبه‌بندی استان‌ها براساس سطح ایمنی جاده‌های کشور، در این پژوهش ابتدا به تعیین شاخص‌های ارزیابی (ورودی و خروجی) پرداخته، سپس از نتایج حل مدل DEA بر مبنای شاخص‌های تعیین شده برای رتبه بندی استان‌ها بهره برداری شد. مزیت مدل DEA نسبت به روش‌های دیگری مانند روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه که در پژوهش‌های شوریده ضیابری و کبودوند (۱۴۰۲)، چن و همکاران (۲۰۲۳)، کانوگانتی و همکاران (۲۰۱۷) استفاده شده این است که در این مدل به تفاوت ورودی‌ها اعم از مسافت آزادراهی و بزرگراهی استان، تعداد نقاط سیاه حذف شده، تعداد پاسگاه‌های پلیس و ... توجه می‌شود در حالی در روش‌های دیگر، رتبه بندی بدون توجه به امکانات و صرفاً بر اساس میزان تصادفات انجام می‌گیرد. براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که به ترتیب ۱۶ استان کهگیلویه و بویراحمد، البرز، قم، سیستان و بلوچستان، ایلام، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، کردستان، بوشهر، قزوین، خراسان‌رضوی، اردبیل، همدان، هرمزگان، خراسان شمالی، سمنان، گلستان، لرستان، کرمان، زنجان، تهران، یزد، خراسان جنوبی، کرمانشاه و خوزستان، استان‌های کارا و دارای بالاترین سطح ایمنی جاده‌ای و ۱۵ استان دیگر ناکارا بودند به طوریکه ۶ استان اصفهان، آذربایجان شرقی، گیلان، آذربایجان غربی، مازندران و فارس دارای پایین‌ترین سطح ایمنی جاده‌ای در کشور به نسبت ورودی‌های و امکاناتشان در سال ۱۴۰۱ بودند. همچنین بر اساس نتایج حل مدل، میزان

لازم به ذکر است با توجه به این که در سال نامه آماری ارائه شده توسط سازمان راهداری کشور، تنها آمار مربوط به استانها وجود دارد و آمار شهرستانها در دسترس نیست؛ لذا نمی‌توان وضعیت شهرستانهای هر استان را به تفکیک مورد ارزیابی قرار داد و این موضوع محدودیتی برای این پژوهش بود.

مستمر این اطلاعات به روز شده به پاسگاههای پلیس راه کشور جهت بهینه سازی قوانین و راهکارهای افزایش ایمنی. با استناد به جدول ۹، بر مبنای درصد بهینه هر کدام از شاخصها در استانهای مرجع، درصد تغییر مورد نیاز در هر یک از مقادیر شاخصهای ایمنی راه برای استانهای ناکارا جهت رسیدن به سطح کارایی در جدول ۱۲ ارائه شده است.

جدول ۱۲. مقدار پیشنهادی ورودی های استان های ناکارا برای دستیابی به کارایی

استانهای ناکارا	میزان افزایش در راه روشن	میزان افزایش در آزادراه	میزان افزایش در راهدارخانه	میزان افزایش در ادوات	میزان افزایش در پاسگاه	میزان افزایش در نقاط اصلاح شده	میزان افزایش در دوربین
آذربایجان شرقی	۲۳,۳۸	۳۴,۸۳	۱,۶۳	۲۱,۹۹	۰,۶۴	۳,۵۴	۵,۹۵
آذربایجان غربی	۲۲,۰۹	۴۷	۲,۰۲	۱۳,۳۱	۰,۷۷	۳,۶۹	۶,۴۹
اصفهان	۲۲,۸۶	۱۷,۴۴	۲,۰۹	۲۹,۶۳	۰,۷۹	۳,۶۲	۵,۸۳
تهران	۰	۰	۰	۷,۵۱	۰,۰۷	۲,۵۳	۰,۹۵
خراسان جنوبی	۲۴,۶۷	۴۷,۰۸	۲,۴۵	۳۰,۰۱	۰,۸۴	۳,۵۴	۶,۱۵
خوزستان	۲۲,۸۵	۴۲,۳۷	۲,۸۴	۳۵,۳۶	۰,۸۷	۳,۷۹	۷,۴۱
زنجان	۲۲,۸۱	۴۸,۶۵	۱,۸۷	۲۷,۴۴	۰,۷	۳,۵۸	۶,۴۳
سمنان	۱۷,۹۱	۱۵,۹۷	۱,۷۱	۲۲	۰,۵۲	۳,۸۷	۴,۳۳
فارس	۲۳,۱۶	۴۰,۱۳	۲,۵۴	۳۲,۱۷	۰,۸۲	۳,۵۱	۶,۰۶
کرمان	۲۵,۱۵	۳۲,۳۴	۲,۵۸	۳۴,۴۵	۰,۸۸	۳,۷۸	۶,۵۴
کرمانشاه	۲۱,۸۵	۴۵,۱۹	۱,۹۴	۱۷,۶۴	۰,۶۸	۳,۴۴	۶,۶
گیلان	۱۵,۵۷	۳۴,۷۱	۱,۸۶	۱۵,۳۹	۰,۶	۳,۵	۴,۹۷
لرستان	۲۰,۶۲	۳۰,۳۳	۱,۳۵	۱۹,۳۲	۰,۵۳	۳,۸۷	۵,۴۶
مازندران	۱۰,۸۱	۲۸,۳۶	۱,۹۸	۲۳,۵۹	۰,۶۳	۳,۴۳	۵,۳۳
یزد	۱۹,۹۲	۳۰,۶۴	۲,۰۴	۲۷,۶۲	۰,۷۶	۳,۵۵	۵,۸۵

۶- مراجع

-افطاری، بهنام و صادقی، لیلا و آشوری موثق، محمدرضا و هوشمند، محمود (۱۳۹۶). رایبه رویه‌ای نو به منظور رتبه بندی فناوریهای ایمنی خودرو جهت کاهش تصادفات جاده‌ای، پنجمین همایش بین المللی صنعت خودرو ایران، تهران.
-باقدم، عثمان، فرج‌زاده‌اصل، منوچهر و شایان، سیاوش (۱۳۸۴). ارزیابی ایمنی جاده‌ای با رویکرد مخاطرات محیطی: مسیر

-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، تهران.
-احمدوند، علی محمد و ابطحی، زینب (۱۳۸۸). روش‌های ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ای. فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک. دوره ۴، شماره ۱۲، ۶۷-۴۸.

- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes E.L. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, No.2, 429-440.
- Chen, F., Li, L., Feng, F., Dong, Z., Qian, Y., Yan, Y., Ho, M. S., Ma, Q., Zhang, D. and Jin, Y. (2023). Road safety performance rating through PSI-PRIDIT: A planning tool for designing policies and identifying best practices for EAS countries, *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 85, 101438
- Chen, F., Zhu, Y., Zu, J., Lyu, J. & Yang, J. (2022). Appraising road safety attainment by CRITIC-ELECTRE-FCM: A policymaking support for Southeast Asia, *Transport Policy*, Vol. 122, 104-118.
- Elke Hermans, Tom Brijs, GeertWets , Koen Vanhoof (2009). Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 41: 174-182.
- Kang, L. (2023). Road Safety Development and Economic Growth in China From 1979 to 2018, Vol. 18 Issue 1, 122-139.
- Kanuganti, S., Agarwala, R., Dutta B., Bhanegaonkar, P. N., Singh A. P. and Sarkar, A. K. (2017). Road safety analysis using multi criteria approach: A case study in India, *Transportation Research Procedia*, Volume 25, 4649-4661.
- Plotnikov, A. and Asaul, M. (2020). New methods for traffic safety rating at at-grade intersections. *Transportation Research Procedia*, Vol. 50, 528-532.
- Rosić, M.; Pešić, D.; Kukić, D.; Antić, B.; Božović, M. (2017). Method for selection of optimal road safety composite index with examples from DEA and TOPSIS method. *Accident Analysis & Prevention*, 98, 277-286.
- Ahmadvand, A.; Abtahy, Z. Bashiri, M. (2011). Considering undesirable variables in PCA-DEA method: A case of road safety evaluation in Iran. *Journal of Industrial Engineering*, International, 7(15), 43-50.
- Behnood, H.R.; Pirayesh Neghab, M. (2014). Road safety performance evaluation and policy making by data envelopment analysis: A case study of provincial data in Iran. *Scientia Iranica*, 21(5), 1515-1528.
- Ganji, S.S.; Rassafi, A.; Xu, D.L. (2019). A double frontier DEA cross efficiency method aggregated by evidential reasoning approach for measuring road safety performance. *Measurement*, 136, 668-688.
- Shah, S.A.R.; Brijs, T.; Ahmad, N.; Pirdavani, A.; Shen, Y.; Basheer, M.A. (2017). Road safety risk evaluation using gis-based data envelopment analysis-artificial neural networks approach. *Applied Sciences*, 7(9), 886.
- سنندج- مریوان با استفاده از GIS. *فصلنامه مدرس علوم انسانی*، دوره ۹، شماره ۱، ۲۳-۱۴.
- جعفری، محمدرضا، وثوقی، شهرام، نصرآبادی، مهناز، خندان، محمد (۱۳۹۶) مقایسه شرایط ایمنی جاده‌ای در ایران با ده کشور آسیای جنوب شرقی با استفاده از شاخص توسعه شرایط ایمنی جاده‌ها. *دوماهنامه سلامت کار ایران*، دوره ۱۴، شماره ۵، ۱۲۰-۱۰۹.
- راهبرد ملی ایمنی راه‌های ایران (۱۳۹۰). دبیرخانه کمیسیون ایمنی راه‌های کشور، وزارت راه و شهرسازی، معاونت آموزش و تحقیقات.
- شوریده ضیابری، سیده‌پریسا و کبودوند، اسماعیل (۱۴۰۲). رتبه‌بندی کیفیت و ایمنی جاده‌ها با استفاده از منطق فازی و مدل تصمیم‌گیری چند معیاره، *فصلنامه علمی جاده*، دوره ۳۱، شماره ۱۱۴، ۱۳۷-۱۱۹.
- صاحبی، سینا و مس کار، مانا و فلاح زواره، محسن (۱۳۹۷). جایگاه استان البرز در رتبه‌بندی ایمنی تردد جاده‌ای کشور. *اولین کنفرانس فرصت‌ها و چالش‌های مهندسی استان البرز*، کرج.
- گلچین، بابک، مشک آبادی، رامین و فلاحی، مرتضی (۱۳۹۸). مکان‌یابی استفاده از سامانه‌ی روشنایی در جاده‌ها بر مبنای برنامه‌ریزی خطی (مطالعه موردی: راه‌های اصلی استان آذربایجان شرقی). *فصلنامه علمی جاده*، دوره ۲۷، شماره ۱۰۰، ۸۶-۷۳.
- مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۶). مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها). تهران، انتشارات دانشگاه مدیریت دانشگاه تهران.
- وطن دوست، حامد (۱۳۹۷)، نحوه تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد ایمنی در استان‌ها. *سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای*.
- Behnood, H.R.; Pirayesh Neghab, M. (2014). Road safety performance evaluation and policy making by data envelopment analysis: A case study of provincial data in Iran. *Scientia Iranica*, 21(5), 1515-1528.
- Bouraima, M. B., Kiprotich Kiptum, C., Maraka Ndiema, K., Qiu, Y., & Tanackov, I. (2022). Prioritization Road Safety Strategies Towards Zero Road Traffic Injury Using Ordinal Priority Approach. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(2), 206-221.

Evaluation and Ranking of Stats Based on the Level of Road Safety Using Data Envelopment Analysis (DEA)

Saeed Ramezanzadeh, Assistant Professor, Department of Basic Sciences and Engineering, Faculty of Organizational Resources, University of Amin, Tehran, Iran.

Ali Momeni, M.Sc., Grad., Department of Traffic Engineering, Faculty of Traffic, University of Amin, Tehran, Iran.

Esfandyar Tabashir, Assistant Professor, Department of Traffic Engineering, Faculty of Traffic, University of Amin, Tehran, Iran.

E-mail: ramezan.s@gmail.com

Received: June 2024- Accepted: September 2024

ABSTRACT

In addition to loss of life, road accidents result in the loss of national funds and have destructive effects on the country's development. Therefore, measures should be taken to reduce the number of accidents and casualties. The main goal of this research is to use the data envelopment analysis model in order to measure the efficiency of the country's provinces and rank them based on the level of road safety. This research was applied in terms of purpose and descriptive in nature. The method of data collection was documents and by examining the data of the General Directorate of Highways and Road Transport and the country's road police. To determine the inputs and outputs, in addition to reviewing the background of the research, the opinions of experts and the Delphi technique were used, and the data analysis method was used to analyze the data. The results showed that the provinces of Kohkiloye and Boyer Ahmad, Alborz and Qom are ranked first to third among the top provinces of the country in 1401 and the tourism provinces of Isfahan, East Azarbaijan, Gilan, West Azarbaijan, Mazandaran and Fars are ranked 26th to 31st. They were ranked in terms of road safety. Based on this, by modeling efficient provinces, for each province, the amount of deficiency in inputs and the necessary measures to achieve the level of efficiency in road safety were determined.

Keywords: Road Safety, Ranking of Provinces, Data Envelopment Analysis (DEA), Transportation Safety