ive of SID

ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای

(مقاله ترویجی)

سمیه علوی[1]، احسان اسفندیاری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹

چکیده

تلفات ناشی از حوادث ترافیکی در ایران بسیار تکان‌دهنده است که ضرورت انجام بررسی‌های بیشتر در زمینه اقدام‌های ایمنی را نشان می‌دهد. هدف از این پژوهش، ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای است. داده‌های پژوهش حاضر از سال‌نامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای اخذ شده است. روش به‌کار رفته در این پژوهش، تحلیل پوششی داده‌ها (BCC) با متغیرهای ورودی وزنی در دو مرحله طبقه‌بندی استانی و بدون در نظر گرفتن طبقه بین استان‌ها به‌کار گرفته شد. در پایان نیز با به‌کارگیری روش اندرسون پترسون واحدهای کارا با یکدیگر از نظر کارآیی مقایسه شدند. داده‌های پژوهش با نرم‌افزار EA Solver تحلیل شدند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که در مرحله اول ۳۱ استان بدون هیچ‌گونه طبقه‌بندی با یکدیگر نسبت به شاخص‌های عملکردی ایمنی معرفی‌شده در سال‌نامه آماری وابسته به سازمان راهداری کل کشور با یکدیگر مقایسه شدند که استان‌های آذربایجان شرقی، البرز، خوزستان، سیستان و بلوچستان، قزوین، گلستان، گیلان، لرستان، مرکزی و همدان ناکارا تشخیص داده شدند. در مرحله دوم استان‌ها براساس تعداد سفرهای باری و مسافری انجام‌شده به سه دسته طبقه‌بندی شدند و سپس هر استان در طبقه هم‌سطح تردد خود از لحاظ وضعیت کارآیی مقایسه شد. در این مرحله استان‌های گلستان، سیستان و بلوچستان، مرکزی، همدان، گیلان، البرز و لرستان ناکارا تشخیص داده شدند. نتایج اجرای روش اندرسون پترسون سه استان برتر را به‌ترتیب تهران، اصفهان و خراسان رضوی اعلام کرد. نتایج به‌دست‌آمده در هر مرحله میزان کارآیی و هم‌چنین میزان تغییر در ورودی‌ها (شاخص‌های عملکردی ایمنی) برای استان‌های ناکارا جهت رسیدن به مرز کارآیی و بهینه و سامان‌دهی استان‌ها را مشخص می‌کند که می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی اقدام‌های ایمن‌سازی راه مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: ایمنی جاده، سامانه حمل‌ونقل هوشمند، تصادف جاده‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، واحد مرجع.

---

۱. عضو هیات علمی گروه مهندسی صنایع، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، نویسنده مسئول: somayeh_alavi61@yahoo.com

۲. عضو هیات علمی گروه مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهین شهر، ehsan.esf@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشور ایران یکی از کشورهایی است که آمار تصادفات و تلفات آن در عرصه حمل‌ونقل و به‌خصوص در نوع جاده‌ای آن، در مقایسه با استانداردهای جهانی بسیار بالا است؛ بنابراین پرداختن به موضوع ایمنی در حمل‌ونقل جاده‌ای ایران می‌تواند کمک شایانی به ارتقای ایمنی راه‌ها کند و مسئولان را در امر برنامه‌ریزی بهتر در این راستا یاری کند. (زینل همدانی، رییسی نافچی، راستی برزکی و خسروشاهی، ۱۳۹۴:۱)

ایمنی راه به‌عنوان معیاری از رفاه شهروندان یک جامعه به‌دنبال پیاده‌سازی مجموعه‌ای گسترده از اقدامات دولتی حاصل می‌شود. این اقدامات توسط دستگاه‌های اجرایی مختلف چه به‌صورت پیش‌گیرانه و چه به‌صورت واکنشی در چارچوب دو دیدگاه کلی مدیریت راه‌ها و مهندسی ایمنی راه، کاهش فراوانی و شدت حوادث ترافیکی را دنبال می‌کند (راهبرد ملی ایمنی راه‌های ایران، ۱۳۹۰: ۳). بر طبق آمار سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، در طول دوره پنج ساله ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ در ایران، نزدیک به ۵۳۴ هزار فقره تصادف در جاده‌های برون‌شهری اتفاق افتاده است. این میزان تصادف با کاهش ۱۳ درصدی در طی دوره از مقدار ۱۱۶/۴ هزار تصادف در سال ۹۱ به میزان ۱۰۱/۸ هزار تصادف در سال ۹۵ رسیده است. ذکر این نکته نیز ضروری است که تعداد کشته‌شدگان تصادفات برون‌شهری از رقم ۱۱۸۱۱ نفر در سال ۹۱ به رقم ۱۰۴۲۷ نفر در سال ۹۵ (معادل ۱۲ درصد) کاهش یافته است. این آمار و ارقام نشان از این واقعیت می‌دهد که وضعیت ایمنی جاده‌های کشور در طی پنج سال مذکور رو به بهبود بوده است.

مدیریت ایمنی راه، با نگرشی آینده‌گرا و با بهره‌گیری از اصول و معیارهای تصمیم‌گیری، همواره سعی در ترسیم افقی روشن از معیارهای کمَی و کیفی سنجش وضعیت ایمنی جاده‌ای از طریق تدوین راهبردهای مشخص در یک کشور دارد. (بهنود، ۱۳۹۲: ۲)

www.SID.ir

ive of SID

نقش صنعت حمل‌ونقل در رشد و شکوفایی کشور غیرقابل انکار است. براساس آمار و اطلاعات موجود سهم ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل از کل کشور، رقم قابل توجهی بوده که طی ۱۰ سال گذشته نیز روند رو به رشدی داشته است. با توجه به بستر مناسب در زمینه حمل‌ونقل جاده‌ای، توجه و سرمایه‌گذاری بهتر در این بخش ضروری به‌نظر می‌رسد. (شمعانیان، ۱۳۹۵: ۱۰)

وقوع تصادفات، اولین شاخص عدم ایمنی شبکه و نقص خدمات است. تجربیات حاصل از چنین تصادفاتی بهترین کلید حل مشکلات مربوطه است. از این‌رو برای مؤثرشدن برنامه ایمنی راه، باید آن را براساس این تجربیات تنظیم کرد. اولویت‌ها نیز بایستی براساس بازنگری در داده‌های به‌دست‌آمده از تصادفات تعیین شوند. (سینگ[1]، ۲۰۱۲: ۲)

رشد چشم‌گیر استفاده از وسایل نقلیه در ایران، افزایش قابل توجه تلفات جاده‌ای را نیز به‌همراه داشته است. در واکنش به این افزایش، مدیریت ایمنی راه به‌عنوان یک موضوع اصلی در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در ایران در سطوح مختلفی از سرمایه‌گذاری را در بخش‌های اجرایی مختلف طلب می‌کند. شناسایی و بهبود عوامل مؤثر بر تصادفات یا تجربیات حاصل از آنها به‌نحو گسترده‌ای به‌عنوان یک استراتژی هزینه- مؤثر برای دست‌یابی به استانداردهای ایمنی و پاسخ مناسب‌تر به تقاضاهای عملکرد وسایل نقلیه و رانندگان در سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای شناخته می‌شود. لذا، با توجه به نیاز ایران به سرمایه‌گذاری در جهت افزایش ایمنی راه، لازم است تا نوعی تحلیل اثربخش در زمینه اقدامات انجام‌شده در این زمینه انجام شود. با استفاده از نتایج این پژوهش می‌توان متوجه شد که هر استان در کدام بعد از ورودی‌ها (سامانه هوشمند و یا تاسیسات راه‌ها) دارای ضعف بوده است و بدین ترتیب می‌توان راه‌حل‌هایی برای کارآیی و بهبود آن بعد در جهت کاهش تصادفات هر استان، ارائه و مسئولان و برنامه‌ریزان کشور را در امور مربوط به این مهم جهت برنامه‌ریزی‌های بهتر یاری کرد. از همین رو

1. Singh

www.SID.ir

Archive of SID

هدف پژوهش حاضر، ارزیابی وضعیت استان‌ها در شاخص‌های شناسایی‌شده مؤثر بر کاهش تلفات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها است. سوال اصلی پژوهش: ارزیابی عملکرد استان‌ها در ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها چگونه است؟

پیشینه و مبانی نظری

هادون[1] (۱۹۷۲)، عوامل مؤثر در بروز تصادفات جاده‌ای را به دسته کلی عوامل رفتاری یا عملکرد راننده، عوامل مربوط به عملکرد خودرو و عوامل مرتبط با محیط و زیرساخت‌های جاده‌ای تقسیم‌بندی می‌کند (گونیویچ، گونیویچ، پاولوسکی و فیدور[2]، ۲۰۱۶). با توجه به تأثیر سه عامل راه، انسان و وسیله‌نقلیه در تشکیل تصویر ایمنی جاده‌ها در یک جامعه، برای رسیدن به این تحلیل، به جستجوی اقدامات مناسب به‌عنوان پازل تشکیل‌دهنده این تصویر از ایمنی نیاز دارد. آگاهی از شرایط ایمنی موجود در راه‌ها (میزان تصادفات و مشخصات فنی)، تسلط بر چگونگی طبقه‌بندی بودجه‌ها، شناسایی نیازها و نواقص موجود در وضعیت ایمنی راه‌ها و در نهایت انتخاب صحیح و بهینه راه‌کارها در پاسخ به این نیازها، عواملی است که می‌تواند سیستم مدیریت ایمنی را در چارچوب تعریف شده مدیریت دارایی جای دهد. (بهنود، ۱۳۹۲)

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند[3]، به‌کارگیری مجموعه‌ای از فناوری‌ها و تجهیزات مانند حس‌گرهای پیشرفته، پردازش‌گرها و فناوری اطلاعات و ارتباطات در سیستم حمل‌ونقل است که این امکان را به‌وجود می‌آورد که بخش‌های مختلف مدیریت حمل‌ونقل با یکدیگر به‌طور خودکار تعامل داشته باشند، به‌طوری‌که شبکه حمل‌ونقل به‌طور هماهنگ و یک‌پارچه اداره شود. (ذوقی، حاج‌علی، دیرین و ملکان، ۱۳۸۸)

1. Haddon
2. Goniewicz, Goniewicz, Pawłowski & Fiedor
3. Intelligent Transport System

www.SID.ir

ive of SID

از جمله فعالیت‌های صورت‌گرفته در زمینه حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای در سال‌های اخیر می‌توان به نصب دستگاه‌های ترددشمار، تابلوهای پیام‌نما و سرعت‌نما، دوربین‌های نظارت تصویری، دوربین‌های کنترل سرعت و سیستم‌های توزین حین حرکت اشاره کرد. ایجاد سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در طی دوره ۶ سال ۹۱ الی ۹۶، رشد قابل توجهی داشته است به‌طوری‌که آمارهای نمایان‌گر وضعیت، از ارتقای این سامانه‌ها خبر می‌دهند. (گزارش سال‌نامه آماری اداره کل راهداری حمل‌ونقل جاده‌ای)

پژوهش‌های داخلی و خارجی متعددی در زمینه عوامل مؤثر بر کاهش تصادفات انجام شده است که تعدادی از آنها با توجه به تمرکز این پژوهش بر عوامل جاده‌ای مطابق با تقسیم‌بندی ماتریس هادون (۱۹۷۲) در جدول ۱ نشان داده شده است. در جدول ۲، پیشینه پژوهش‌های مرتبط با ایمنی راه‌ها با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها آمده است.

جدول شماره ۱- پژوهش‌های داخلی و خارجی عوامل مؤثر بر تصادفات

نویسندگان داخلی	عوامل مؤثر بر تصادفات				روش پژوهش
	عوامل انسانی	عوامل جاده‌ای	عوامل محیطی	عوامل مربوط به وسایل‌نقلیه	
دربندی (۱۳۹۶)	-	-	-	عوامل فنی خودرو شامل: نقص عملکرد ترمز، نقص سیستم روشنایی خودرو، فرسودگی لاستیک، فقدان زنجیر چرخ در مواقع ضروری، فرسودگی خودرو، نقص سیستم فرمان خودرو، عدم رعایت تنظیم باد چرخ‌ها و ...	تحلیل سلسله مراتبی
برگ گل، ناظری، امیدی و نجفی مقدم (۱۳۹۶)	مشخصات راننده مقصر	شرایط سطح راه، هندسی مسیر، وضعیت روشنایی راه	بررسی تأثیر شرایط آب و هوایی	نوع وسیله نقلیه مقصر	تحلیل مسیر

www.SID.ir

Archive of SID

نویسندگان داخلی	عوامل مؤثر بر تصادفات				روش پژوهش
	عوامل انسانی	عوامل جاده‌ای	عوامل محیطی	عوامل مربوط به وسایل‌نقلیه	
بیکایی و رشیدی (۱۳۹۶)	-	اثرگذاری دوربین کنترل سرعت	-	-	روش شدت- نرخ و روش تعداد- نرخ
کاظم نسب حاجی (۱۳۹۵)	-	استفاده از گاردریل، جداکننده، روشنایی مسیر، ضربه‌گیر، سرعت‌گیر، کنترل ترافیک	-	-	روش تصمیم‌گیری چند معیاری تاپسیس
کردرستمی و امینیان (۱۳۹۶)	-	اثرات تجهیزات ایمنی راه با شیارهای طولی	-	-	روش تعداد-نرخ، روش کنترل کیفیت- نرخ
سروری (۱۳۹۵)	عوامل انسانی	طرح هندسی راه: شعاع قوس، شیب طولی، فاصله دید، تقاطع‌ها، تبادل و روشنایی	-	اشکالات وسایل نقلیه	تحلیل سلسله مراتبی
کریمی (۱۳۹۵)	-	شانه‌سازی مناسب، نبود زهکشی مناسب، وجود پیچ‌های تند، شیب زیاد، عدم نصب پل-های عابر پیاده	-	-	مدل رگرسیونی خطی
آیت (۱۳۹۵)	-	نقاط حادثه‌خیز	-	-	روش کاوش الگوهای هم‌مکان

www.SID.ir

ive of SID

نویسندگان داخلی	عوامل مؤثر بر تصادفات				روش پژوهش
	عوامل انسانی	عوامل جاده‌ای	عوامل محیطی	عوامل مربوط به وسایل‌نقلیه	
شمعانیان (۱۳۹۵)	-	دوربین کنترل سرعت	-	-	فرایند تحلیل شبکه‌ای
باباپور سنگرودی (۱۳۹۵)	-	ایمنی مسیر راه	-	-	ممیزی راه
سبحانی، زاهدی و فتحی (۱۳۹۵)	عدم استفاده از کمربند ایمنی، مصرف الکل و دارو، سرعت غیر مجاز وسیله نقلیه	-	-	نداشتن ایربگ	سیستم استنتاج عصبی- فازی انطباقی
ثوابی (۱۳۹۵)	-	تأثیر تابلوهای تبلیغاتی حاشیه راه	-	-	مدل رگرسیونی
بهنود (۱۳۹۲)	-	درصد پوشش عملیاتی استاندارد پلیس در انواع راه‌های کشور، تعداد نقاط حادثه‌خیز، سهم طول آزادراه و بزرگراه به راه‌های آسفالته، درصد پوشش	-	-	روش تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری در محیط فازی

www.SID.ir

Archive of SID

نویسندگان داخلی	عوامل مؤثر بر تصادفات				روش پژوهش
	عوامل انسانی	عوامل جاده‌ای	عوامل محیطی	عوامل مربوط به وسایل‌نقلیه	
		آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به دوربین‌های کنترل سرعت، تعداد پایگاه‌های اورژانس هلال احمر، طول پروژه‌های روشنایی در حال بهره‌برداری			
احمدوند و ابطحی (۱۳۸۸)	مرور پژوهش‌های پیشین				مرور روش‌های ارزیابی مطرح در حوزه ایمنی جاده‌ای
هریس، محمود و دولت آبادی[1] (۲۰۱۹)	خطاهای انسانی	-	-	-	روش‌های آماری
اسلام، چوهاری و سبحان[2] (۲۰۱۹)	-	-	-	نوع وسایل نقلیه	روش‌های آماری
الکالی[3] (۲۰۱۹)	خطاهای انسانی	-	-	-	روش‌های آماری
مالین، نوروس و اینامای[4] (۲۰۱۹)	-	-	جهت باد، سرعت باد، دمای سطح جاده	-	بکارگیری نظریه احتمال پالم

1. Harith, Mahmud & Doulatabadi
2. Islam, Chowdhury & Sobhan
3. Alkali
4. Malin, Norros & Innamaa

www.SID.ir

ive of SID

نویسندگان داخلی	عوامل مؤثر بر تصادفات				روش پژوهش
	عوامل انسانی	عوامل جاده‌ای	عوامل محیطی	عوامل مربوط به وسایل‌نقلیه	
پارک، کارلسون و پیک[1] (۲۰۱۹)	-	-	شرایط آب و هوایی	-	روش‌های آماری
فریدو، راسنتیا و رادام[2] (۲۰۱۹)	-	روشنایی جاده، علائم راهنمایی رانندگی، بکارگیری تابلوهای هشدار باریک شدن جاده، سربالایی و سراشیبی، نوع آسفالت، کاربری زمین‌های اطراف جاده	-	-	روش‌های آماری
پاوار[3] (۲۰۱۷)	خطاهای انسانی و ضعف قوانین دولتی	-	-	تعداد بالای خودرو نسبت به ظرفیت جاده	روش‌های آماری
دان، آرنالدوس و داربرا[4] (۲۰۱۵)	خطاهای انسانی	-	-	-	مدل‌های فازی
لئو، ژو و بائو[5] (۲۰۱۱)	-	ارزیابی عملکرد ایمنی راه	-	-	مدل فازی سلسله مراتبی
هرمان،	مصرف	سیستم‌های	-	شرایط وسایل نقلیه	تحلیل پوششی

1. Park, Carlson & Pike
2. Frido, Rasentia & Radam
3. Pawar
4. Dan, Arnaldos & Darbra
5. Liu, Zhou & Bao

www.SID.ir

Archive of SID

نویسندگان داخلی	عوامل مؤثر بر تصادفات				روش پژوهش
	عوامل انسانی	عوامل جاده‌ای	عوامل محیطی	عوامل مربوط به وسایل‌نقلیه	
برجیس، وست و وان هف[1] (۲۰۰۸)	الکل و مواد مخدر، سرعت	محافظتی، زیرساخت‌ها			داده‌ها
هالام، هارتلی، برانچ فیلد و کندال[2] (۲۰۰۴)	-	استفاده از نوارهای صداساز ممتد در شانه جاده‌ها	-	-	مدل‌های فازی
دیسانیاکه و لو[3] (۲۰۰۳)	-	استفاده از خطوط ذخیره در بریدگی‌ها	-	-	تحلیل سلسله مراتبی

جدول شماره ۲- پیشینه پژوهش در زمینه به‌کارگیری DEA در ایمنی راه

نویسنده	هدف
تیمورزاده، پورمحمود و کردرستمی (۲۰۱۹)	روشی جدید برای ارزیابی شاخص امنیت جاده‌ای در استان آذربایجان شرقی
گنجی، رصافی و ایکس یو[4] (۲۰۱۹)	ارائه مدل Double Frontier DEA به‌منظور ارزیابی امنیت جاده‌ای ایران
گنجی و رصافی (۲۰۱۹)	ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ها در ایران
روزیک، پسیک، کوکیک، آنتیک و بزوویک[5] (۲۰۱۷)	انتخاب ایمن‌ترین جاده در صربستان با به‌کارگیری روش‌های MCDM و DEA
دمیتریو و نیکلاس[6] (۲۰۱۷)	ارزیابی سیاست‌های امنیت جاده‌ای
شاه و همکاران[7] (۲۰۱۷)	ارزیابی ریسک امنیت جاده‌ای با به‌کارگیری GIS و DEA

1. Hermans, Brijs, Wets & Vanhoof
2. Hallam, Hartley, Blanchfield & Kendall
3. Dissanayake
4. Ganji, Rassafi, Xu
5. Rosić, Pešić, Kukić, Antić & Božović
6. Dimitriou & Nikolaou
7. Shah & et al.

www.SID.ir

ive of SID

نویسنده	هدف
صادقی و مقدم (۲۰۱۶)	ارزیابی و اولویت بندی امنیت جاده‌ای براساس عدم اطمینان
باستوس و همکاران[1] (۲۰۱۵)	تحلیل استراتژیک امنیت جاده‌ای در برزیل
بهنود و پیرایش نقاب (۲۰۱۴)	ارزیابی عملکرد جاده‌ای در ایران
اگیلمز و مکاوی[2] (۲۰۱۳)	ارزیابی عملکرد جاده‌های آمریکا
شن و همکاران[3] (۲۰۱۰)	ارزیابی عملکرد جاده‌ای در ۲۶ کشور اروپایی
ژانگ و فانگ[4] (۲۰۰۸)	ارزیابی عملکرد امنیت ترافیک جاده‌ای در انگلیس
یو، ژانگ و لی[5] (۲۰۰۷)	ارزیابی امنیت جاده‌ای در چین
احمدوند و ابطحی (۱۳۸۸)	ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ای با خروجی نامطلوب
صادقی، آیتی و پیرایش نقاب (۱۳۹۰)	شناسایی ۱۵۴ قطعه راه حادثه خیز

اگرچه برخی از پژوهش‌ها به بررسی ایمنی راه‌ها پرداخته‌اند ولی تفاوت آنها با پژوهش حاضر در سه زمینه اصلی است که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

جنبه اول، پژوهش حاضر در آن است که برخی از پژوهش‌های پیشین به ارزیابی عملکرد راه‌ها در یک استان خاص (تیمورزاده، پورمحمود و کردرستمی، ۲۰۱۹) و یا راه‌هایی با ویژگی خاص (صادقی، آیتی و پیرایش نقاب، ۱۳۹۰) متمرکز شده‌اند در حالی‌که پژوهش حاضر به ارزیابی عملکرد کلیه استان‌های کشور در زمینه ایمنی راه‌ها پرداخته است.

1. Bastos & et al.
2. Egilmez, G. & McAvoy
3. Shen & et al.
4. Zhang & Fang
5. Yu, Zhang & Li

www.SID.ir

Archive of SID

جنبه دوم، این پژوهش در آن است که طبق جدول ۱ و ۲ معدودی از پژوهش‌ها در زمینه ارزیابی عملکرد ایمنی راه‌ها روش تحلیل پوششی را به‌کار برده‌اند که آنها نیز از ورودی‌ها و خروجی‌های متفاوتی نسبت به پژوهش حاضر استفاده کرده‌اند (بهنود ۱۳۹۲؛ هرمانز، برجیس، وست و وانهوف[1]، ۲۰۰۸؛ گنجی و رصافی، ۲۰۱۹؛ گنجی رصافی و ایکس یو، ۲۰۱۹).

جنبه دیگر آن، این است که این پژوهش بر عوامل جاده‌ای مؤثر بر ایمنی راه‌ها متمرکز شده است؛ زیرا عوامل محیطی تأثیرگذار بر تصادفات از جمله شرایط آب و هوایی خارج از کنترل محقق بوده و امکان تغییر در آن وجود ندارد، هم‌چنین، از آن‌جایی‌که عوامل انسانی دارای بیشترین تأثیر بر وقوع تصادفات بوده (براساس فصل اول دستورالعمل ایمنی راه سال‌نامه آماری و نیز راهبرد ملی ایمنی راه‌های ایران، ۱۳۹۰)، مقالات زیادی در این زمینه در سال‌های اخیر انجام شده است. از سوی دیگر، عوامل مرتبط با وسایل نقلیه با توجه به درآمد سرانه مردم که ممکن است امکان خرید خودروهایی با استاندارد بالا را نداشته باشند و هم‌چنین سیاست‌های کشور تمرکز بر تولید و استفاده از خودروهای داخلی بوده، امکان تغییر و ارائه پیشنهاد کارساز محتمل نیست. لذا، با توجه به تحت کنترل بودن عوامل جاده‌ای و نیز در دسترس بودن اطلاعات و داده‌های آماری، پژوهش حاضر بر عوامل جاده‌ای مؤثر بر کاهش تصادفات تمرکز کرده است. در این زمینه نیز عواملی استفاده شده است که در پژوهش‌های پیشین مغفول مانده است. از همین روی، در جدول ۳ عوامل به‌کار گرفته شده در پژوهش‌های پیشین با عوامل مؤثر برکاهش تصادفات موجود در سال‌نامه آماری (دوره پنج ساله) حمل‌ونقل مقایسه شده است و در نهایت عواملی برای این پژوهش برگزیده شدند که در پیشینه پژوهش‌های موجود در این زمینه مورد ارزیابی و پژوهش واقع نشده است.

1. Hermans, Brijs, Wets & Vanhoof

www.SID.ir

ive of SID

جدول شماره ۳- بررسی عوامل جاده‌ای در پژوهش‌ها

پیشینه پژوهش‌ها درخصوص عوامل جاده‌ای مؤثر بر تصادفات	عوامل جاده‌ای مؤثر بر کاهش تصادفات مطابق با سال‌نامه آماری
• درصد پوشش عملیاتی استاندارد پلیس در انواع راه‌های کشور (بهنود، ۱۳۹۲)	• تعداد راهدارخانه‌های فعال موجود در جاده‌های کشور
• تعداد نقاط حادثه‌خیز حذف شده (بهنود، ۱۳۹۲ و آیت، ۱۳۹۵)	• تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری فعال در سطح کشور
• سهم طول آزادراه و بزرگراه به راه‌های آسفالته (بهنود، ۱۳۹۲)	• تعداد پاسگاه‌های پلیس راه موجور در سطح کشور
• درصد پوشش آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به دوربین‌های کنترل ساعت (بهنود، ۱۳۹۵؛ شمعانیان، ۱۳۹۵؛ بیکایی و رشیدی، ۱۳۹۶؛ هرمانز، برجیس، وست و وانهوف، ۲۰۰۸)	• تعداد مراکز معاینه فنی مکانیزه خودروهای سنگین فعال در سطح کشور
• تعداد پایگاه‌های اورژانس هلال احمر (بهنود، ۱۳۹۵)	• تعداد نقاط پرحادثه رفع شده در جاده‌های کشور
• طول پروژه‌های روشنایی در حال بهره‌برداری (بهنود، ۱۳۹۲؛ برگ‌گل، ۱۳۹۶)	• طول کل راه‌های دارای روشنایی در سطح کشور
• نصب حفاظ ترمیم گاردریل، نیوجرسی و ...، استفاده از خطوط ذخیره در بریدگی‌ها و نوارهای صداساز ممتد شانه راه (کاظم‌نسب حاجی، ۱۳۹۵؛ کردرستمی و امینیان، ۱۳۹۶؛ دیسانیاکه، ۲۰۰۳؛ تیمورزاده، پورمحمود و کردرستمی، ۲۰۱۹)	• اجرای خط‌کشی راه‌ها در محورهای شریانی کشور
• طرح هندسی راه شامل (شعاع قوس، شیب طولی، فاصله دید، تقاطع‌ها، تبادل و روشنایی) (سروری، ۱۳۹۵؛ برگ‌گل، ۱۳۹۶)	• نصب حفاظ ترمیم گاردریل، نیوجرسی و ... در محورهای شریانی کشور
• به‌سازی راه‌های اصلی شامل (شانه سازی مناسب، نبود زه‌کشی مناسب، وجود پیچ‌های تند، شیب زیاد) (کریمی، ۱۳۹۵)	• بهسازی و روکش آسفالت راه‌های اصلی و شریانی کشور
• ایمنی مسیر راه (باباپور سنگرودی، ۱۳۹۵).	• تعداد دانش‌آموزان آموزش‌دیده در طرح ایمن‌سازی مدارس در حاشیه راه‌ها در سطح کشور
	• دستگاه‌های ترددشمار بر خط
	• تابلوهای پیام‌نما
	• دوربین‌های نظارت تصویری فعال در جاده‌های کشور
	• سیستم توزین حین حرکت
	• دوربین‌های کنترل سرعت ثابت فعال در جاده‌های کشور

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

در پژوهش حاضر به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها و با به‌کارگیری نرم‌افزار DEA Solver به تحلیل عملکرد و ایمنی راه در استان‌های مختلف کشور پرداخته خواهد شد. آمار تلفات جاده‌ای و نیز نهاده‌ها در این تحقیق به‌صورت مجموعه‌ای از اقدامات ایمن‌سازی راه[1] در ۳۱ استان براساس تقسیمات کشوری (واحدهای تصمیم‌گیرنده[2]) در دوره ۵ ساله ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ و سال ۱۳۹۶ در نظر گرفته شده است. انتخاب سال‌های مذکور به‌دلیل در دسترس‌بودن کلیه اطلاعات موردنیاز این تحقیق در این ۶ سال در سال‌نامه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای سازمان راهداری و پایگاه‌های اطلاعاتی پلیس راهور بوده است. با انتخاب دوره ۶ ساله می‌توان روند افت و خیز کارآیی عملکرد پیاده شده در هر استان را مشاهده کرده و تحلیل را فقط برای یک استان ولی در طی سال‌های مختلف متوالی انجام داد.

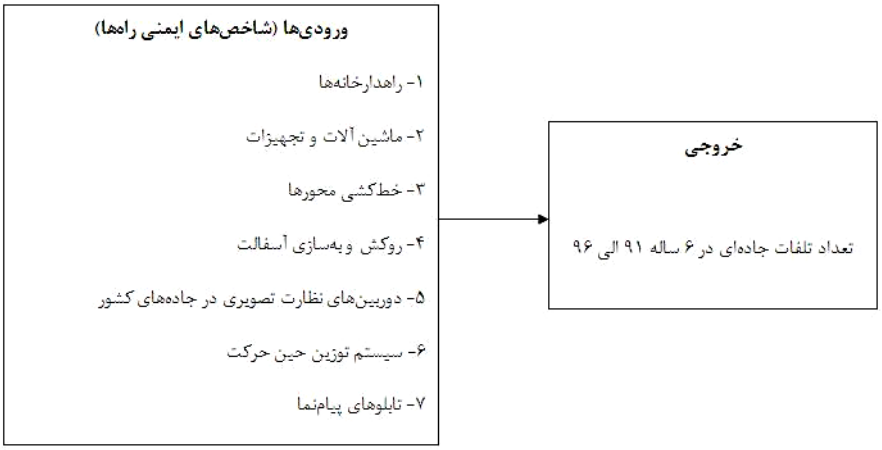
این شاخص‌ها نرخ سرمایه‌گذاری‌ها، دارایی‌ها و منابع موجود و پیاده‌شده را در هر واحد تصمیم‌گیری نشان می‌دهد و اقداماتی نظیر تعداد راهدارخانه‌های فعال موجود در جاده‌های کشور، تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری فعال در سطح کشور، راه‌های خط‌کشی‌شده در محورهای شریانی کشور، به‌سازی و روکش آسفالت راه‌های اصلی و شریانی کشور، دوربین‌های نظارت تصویری فعال در جاده‌های کشور، تابلوهای پیام‌نما و سیستم توزین حین حرکت را در سطح هر استان در بر می‌گیرد.

در شکل ۱ مدل مفهومی پژوهش که نشان‌دهنده ورودی‌ها و خروجی‌های پژوهش است، ترسیم شده است.

1. Road Safety Measures
2. Decision Making Units (DMU)

www.SID.ir

ive of SID



شکل شماره ۱- مدل مفهومی تحلیل پوششی داده‌ها

فرایند پژوهش حاضر به‌طور کلّی استوار بر چهار گام اساسی به شرح زیر است:

۱- وزن‌دارکردن نهاده‌های شناسایی شده (راهدارخانه‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری، خط‌کشی محور، روکش و به‌سازی آسفالت، دوربین‌های نظارت تصویری فعال در جاده‌های کشور، تابلوهای پیام‌نما، سیستم توزین در حال حرکت) با نظرسنجی از ۷ خبره شامل: معاونان و روسای اداره کل راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان اصفهان.

۲- استخراج آمار تلفات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری و شاخص‌های ایمنی راه در سال‌های ۹۱ الی ۹۶.

۳- شناسایی استان‌های کارا و ناکارا با به‌کارگیری مدل بازده نسبت به مقیاس متغیر وزنی با ورودی نامطلوب.

۴- شناسایی استان‌های کارا و ناکارا با به‌کارگیری مدل بازده نسبت به مقیاس متغیر طبقه‌ای وزنی با ورودی نامطلوب.

۵- به‌کارگیری مدل اندرسون- پترسون[1] به‌منظور تعیین کاراترین واحد از بین واحدهای کارا.

1. Anderson-Peterson

www.SID.ir

Archive of SID

علت انتخاب مدل بازده نسبت به مقیـاس متغیر وزنی ورودی محور در پژوهش حاضر به شرح ذیل است:

با توجه به این‌که الزاماً تغییر به یک مقدار مشخص در شاخص‌های ایمنی موجب تغییر به همان نسبت در تلفات جاده‌ای نخواهد شد مدل بازده به مقیاس متغیر (BCC) در این پژوهش برگزیده شده است.

از آن‌جایی‌که هدف کاربردی پژوهش، ارائه راه‌کارهایی برای هر استان در زمینه تغییر در هفت شاخص ایمن‌ساز به‌کاررفته در این تحقیق (ورودی‌های پژوهش) است، مدل، ورودی محور در نظر گرفته شده است.

از آن‌جایی‌که از نظر خبرگان فعال در زمینه ایمن‌سازی راه‌ها، تأثیر هفت شاخص ایمنی به‌کاررفته در این پژوهش در کاهش تلفات جاده‌ای یکسان نیست، از مدل وزنی استفاده شده است. در مدل وزنی، خبرگان قضاوت‌های ذهنی خود را در مورد اهمیت هر عامل بیان می‌دارند، سپس مدل تحلیل پوششی داده‌ها اقدام به ایجاد وزن‌هایی برای ورودی- خروجی کرده و در نهایت معیار کارآیی ارائه می‌شود. (تون[1]، ۲۰۱۷)

یافته‌ها

۱- وزن‌دهی شاخص‌های ایمنی: در این مرحله، با توجه روند تحلیل و ارزیابی از طریق روش تحلیل پوششی داده‌ها نیاز به وزن‌دهی شاخص‌های انتخاب شده بود. بدین منظور از ۷ نفر خبرگان شاغل در اداره کل راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان اصفهان درخواست شد بین معیارها مقایسه‌های زوجی انجام دهند. درنهایت، وزن نهایی هر شاخص مطابق با جدول ۴ به‌دست آمد.

جدول شماره ۴- وزن‌دهی شاخص‌های انتخابی از طریق خبرگان

شاخص‌های ایمنی راه (نهاده‌ها)	W
تعداد راهدارخانه‌های فعال موجود در جاده‌های کشور	۰/۱۳
تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری فعال در جاده‌های کشور	۰/۱۴۳

1. Tone

www.SID.ir

ive of SID

شاخص‌های ایمنی راه (نهاده‌ها)	W
اجرای خط‌کشی راه‌ها در محورهای شریانی کشور	۰/۱۸۲
بهسازی و روکش آسفالت راه‌های اصلی و شریانی کشور	۰/۱۷۲
تعداد دوربین‌های نظارت تصویری فعال در جاده‌های کشور	۰/۱۴۶
تعداد تابلوهای پیام‌نمای متغیر درجاده‌های کشور	۰/۱۲۴
تعداد سیستم‌های توزین حین حرکت در جاده‌های کشور	۰/۱۰۳

۲- تبیین مدل پیشنهادی: نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار DEA Solver، تعداد استان‌های کارا، ۲۱ واحد است. پس از به‌کارگیری مدل بازده نسبت به مقیاس متغیر وزنی با ورودی نامطلوب، ۱۰ استان ناکارا شدند که در جدول ۵ واحدهای ناکارا به همراه واحدهای مرجع (واحدهای کارا) مشخص شده است. در جدول ۶، میزان تغییر در هر یک از مقادیر شاخص‌های ایمنی راه به تفکیک برای استان‌های ناکارا به‌منظور رسیدن به سطح کارآیی ارائه شده است.

جدول شماره ۵- استان‌های ناکارا به همراه واحدهای مرجع آنها

ردیف	استان ناکارا	استان مرجع (۱)	استان مرجع (۲)	استان مرجع (۳)	استان مرجع (۴)	استان مرجع (۵)	استان مرجع (۶)
۱	آذربایجان شرقی	آذربایجان غربی	اصفهان	بوشهر	زنجان	فارس	-
۲	البرز	اردبیل	ایلام	بوشهر	زنجان	قم	کرمانشاه
۳	خوزستان	اصفهان	بوشهر	فارس	کرمان	-	-
۴	سیستان و بلوچستان	اردبیل	اصفهان	خراسان رضوی	زنجان	فارس	کرمان
۵	قزوین	بوشهر	خراسان جنوبی	زنجان	سمنان	کرمان	کرمانشاه
۶	گلستان	ایلام	بوشهر	خراسان جنوبی	فارس	کرمانشاه	-
۷	گیلان	اصفهان	فارس	کرمانشاه	کردستان	-	-

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف	استان ناکارا	استان مرجع (۱)	استان مرجع (۲)	استان مرجع (۳)	استان مرجع (۴)	استان مرجع (۵)	استان مرجع (۶)
۸	لرستان	خراسان جنوبی	زنجان	فارس	کردستان	کرمان	-
۹	مرکزی	اصفهان	خراسان جنوبی	زنجان	فارس	کردستان	کرمان
۱۰	همدان	آذربایجان غربی	بوشهر	زنجان	فارس	کهکیلویه و بویراحمد	-

جدول شماره ۶- میزان تغییر در شاخص‌های ایمنی استان‌های ناکارا به‌منظور دست‌یابی به کارآیی

استان‌های ناکارا	تعداد راهدارخانه‌های فعال در جاده‌های کشور (RK)			تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری فعال در جاده‌های کشور (MR)			اجرای خط‌کشی در جاده‌های کشور (کیلومتر) (K)			بهسازی و روکش آسفالت جاده‌های کشور (کیلومتر) (BA)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
آذربایجان شرقی	۳۵	۳۶	۴	۸۱۵	۸۹۸	۱۰	۲۸۸۴	۳۶۴۷	۲۶	۱۵۰	۱۸۳	۲۲
البرز	۱۳	۱۷	۳۹	۱۴۰	۳۴۴	۱۴۵	۷۱۰	۱۴۸۵	۱۰۹	۸۳	۱۲۴	۴۹
خوزستان	۹	۲۷	۲۰۹	۴۷۰	۵۷۲	۲۲	۵۰۲۰	۵۱۶۱	۳	۱۴۲	۲۸۰	۹۷
سیستان و بلوچستان	۲۹	۳۶	۲۶	۶۶۰	۱۰۲۷	۵۶	۳۶۱۸	۴۵۹۶	۲۷	۱۶۴	۲۳۷	۴۵
قزوین	۲۲	۲۳	۲	۳۸۹	۴۰۹	۵	۱۸۴۰	۱۹۰۷	۴	۸۳	۱۴۵	۷۵
گلستان	۱۷	۲۱	۲۴	۲۹۸	۴۶۷	۵۷	۱۴۶۴	۲۱۲۱	۴۵	۱۰۴	۱۶۴	۵۹

www.SID.ir

ive of SID

استان‌های ناکارا	تعداد راهدارخانه‌های فعال در جاده‌های کشور (RK)			تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری فعال در جاده‌های کشور (MR)			اجرای خط‌کشی در جاده‌های کشور (کیلومتر) (K)			بهسازی و روکش آسفالت جاده‌های کشور (کیلومتر) (BA)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
گیلان	۱۶	۲۸	۸۱	۴۷۲	۷۷۶	۶۴	۱۵۵۶	۲۶۸۶	۷۳	۱۰۳	۲۳۶	۱۲۸
لرستان	۲۸	۳۰	۹	۴۲۳	۶۰۲	۴۲	۳۱۲۴	۳۴۷۱	۱۱	۱۷۱	۱۸۴	۸
مرکزی	۲۵	۲۹	۱۸	۴۱۵	۶۳۶	۵۳	۲۱۰۵	۲۸۱۷	۳۴	۱۸۵	۲۰۴	۱۱
همدان	۲۵	۲۸	۱۲	۴۹۰	۶۲۹	۲۸	۱۷۲۳	۲۷۵۳	۶۰	۱۱۹	۱۵۳	۲۹

استان‌های ناکارا	تعداد دوربین‌های نظارت تصویری در جاده‌های کشور (دستگاه) (DT)			تعداد تابلوهای پیام-نمای متغیر در جاده‌های کشور (دستگاه) (TP)			تعداد سیستم توزین حین حرکت در جاده‌های کشور (دستگاه) (TH)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
آذربایجان شرقی	۲۳	۲۴	۶	۴	۶	۳۱	۰/۳۳	۰/۶۳	۸۹
البرز	۲۰	۲۲	۱۳	۴	۶	۳۳	۰	۰/۵	۵۰
خوزستان	۱۵	۲۰	۴۰	۴	۱۲	۱۸۱	۲	۲/۱۷	۸
سیستان و بلوچستان	۱۸	۲۵	۳۸	۵	۹	۱۰۰	۰	۱/۲۵	۱۲۵
قزوین	۲۱	۲۱	۱	۸	۸	۲	۱	۱/۰۷	۷
گلستان	۱۵	۱۸	۳۰	۶	۷	۱۹	۰/۳۳	۰/۷۵	۱۲۶

www.SID.ir

Archive of SID

استان‌های ناکارا	تعداد دوربین‌های نظارت تصویری در جاده‌های کشور (دستگاه) (DT)			تعداد تابلوهای پیام-نمای متغیر در جاده‌های کشور (دستگاه) (TP)			تعداد سیستم توزین حین حرکت در جاده‌های کشور (دستگاه) (TH)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
گیلان	۲۱	۲۸	۳۵	۱۳	۱۴	۶	۰	۲/۳۳	۲۳۳
لرستان	۱۸	۲۵	۳۹	۱	۶	۴۷۲	۰/۱۷	۰/۵۴	۲۲۵
مرکزی	۲۰	۲۶	۳۰	۷	۹	۳۲	۱/۱۷	۱/۶۴	۴۱
همدان	۱۳	۱۶	۲۱	۵	۷	۵۲	۱/۳۳	۱/۶۳	۲۲

در این مرحله، مدل بازده نسبت به مقیـاس متغیر وزنی با ورودی نامطلوب طبقه‌بندی شده برحسب مجموع سفرهای باری و مسافری انجام‌شده از استان مبدا، سفرهای درون استانی و سفرهای وارد شده به استان در هر استان ارائه شده است. تعداد سفرهای بین ۱۰/۰۰۰/۰۰۰-۱ در طبقه سوم، تعداد سفرهای بین ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ -۱۰/۰۰۰/۰۰۰ در طبقه دوم و تعداد سفرها از ۲۰ میلیون به بالا در طبقه اول قرار داده شده‌اند. نتایج حل مدل به‌صورت طبقه‌ای در جدول ۷ ارائه شده است. در این مدل، هر استان با استان‌هایی که در طبقه خود قرار دارند مقایسه شده و وضعیت کارآیی و ناکارآیی استان‌ها مشخص شده است.

جدول شماره ۷- وضعیت کارآیی استان‌ها در مدل طبقه‌بندی

طبقه‌بندی	ردیف	استان	مجموع سفرها	وضعیت کارآیی
	۱	آذربایجان شرقی	۲۲۴۶۰	۱
	۲	مازندران	۲۲۳۰۲	۱
	۳	فارس	۳۳۶۴۹	۱
طبقه اول	۴	خوزستان	۳۲۸۲۷	۱

www.SID.ir

ive of SID

طبقه‌بندی	ردیف	استان	مجموع سفرها	وضعیت کارآیی
	۵	خراسان رضوی	۳۷۱۵۹	۱
	۶	اصفهان	۴۲۴۶۱	۱
	۷	تهران	۵۷۲۳۱	۱
طبقه دوم	۸	قزوین	۱۰۰۹۳	۱
	۹	گلستان	۱۰۴۲۰	۰/۹۵۷۱
	۱۰	کردستان	۱۱۴۹۳	۱
	۱۱	یزد	۱۱۸۶۹	۱
	۱۲	سیستان و بلوچستان	۱۲۹۵۸	۰/۷۳۴۶
	۱۳	مرکزی	۱۳۱۶۲	۰/۹۱۱۷
	۱۴	همدان	۱۳۸۴۴	۰/۹۸۲۱
	۱۵	کرمانشاه	۱۴۴۵۸	۱
	۱۶	گیلان	۱۵۷۸۹	۰/۸۰۲۷
	۱۷	آذربایجان غربی	۱۸۵۶۴	۱
	۱۸	هرمزگان	۱۸۸۸۹	۱
	۱۹	کرمان	۱۹۶۵۶	۱
طبقه سوم	۲۰	کهکیلویه و بویراحمد	۴۲۷۲	۱
	۲۱	خراسان جنوبی	۵۶۹۸	۱
	۲۲	ایلام	۶۰۸۰	۱
	۲۳	خراسان شمالی	۶۳۸۲	۱
	۲۴	اردبیل	۶۹۹۳	۱
	۲۵	قم	۷۰۰۰	۱
	۲۶	زنجان	۷۶۴۴	۱
	۲۷	سمنان	۷۹۹۹	۱
	۲۸	بوشهر	۸۱۶۶	۱
	۲۹	چهارمحال و بختیاری	۹۰۳۱	۱
	۳۰	البرز	۹۴۹۳	۰/۸۹۸۲
	۳۱	لرستان	۹۷۶۹	۰/۹۰۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

پس از مشخص‌شدن واحدهای کارا و ناکارا در مرحله طبقه‌بندی، همانند مرحله اول با توجه به داده‌های موجود، ورودی‌ها و مقادیر پیشنهادی، می‌توان جهت رسیدن به مرز کارآیی برای واحد ناکارا از طریق تغییر در مقدار ورودی‌ها استفاده کرد. در جدول ۸ واحدهای ناکارا به همراه واحدهای مرجع آنها آمده است. در جدول ۹ میزان تغییر در شاخص‌های ایمنی استان‌های ناکارا در مدل طبقه‌ای به‌منظور دست‌یابی به کارآیی ارائه شده است.

جدول شماره ۸- الگوها و مرجع‌های واحدهای ناکارا در مدل طبقه‌ای

شماره طبقه	ردیف	استان ناکارا	استان مرجع (۱)	استان مرجع (۲)	استان مرجع (۳)	استان مرجع (۴)	استان مرجع (۵)	استان مرجع (۶)
طبقه دوم	۱	گلستان	قزوین	یزد	اصفهان	-	-	-
	۲	سیستان و بلوچستان	کرمانشاه	آذربایجان غربی	کرمان	فارس	خراسان رضوی	اصفهان
	۳	مرکزی	کردستان	یزد	آذربایجان غربی	کرمان	اصفهان	-
	۴	همدان	یزد	آذربایجان غربی	اصفهان	-	-	-
	۵	گیلان	کرمانشاه	فارس	اصفهان	-	-	-
طبقه سوم	۱	البرز	ایلام	خراسان شمالی	اردبیل	قم	بوشهر	کرمانشاه
	۲	لرستان	خراسان جنوبی	زنجان	کردستان	کرمان	فارس	-

www.SID.ir

ive of SID

جدول شماره ۹- میزان تغییر در شاخص‌های ایمنی استان‌های ناکارا در مدل طبقه‌ای به‌منظور دست‌یابی به کارآیی

استان‌های ناکارا	تعداد راهدارخانه‌های فعال در جاده‌های کشور (RK)			تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری فعال در جاده‌های کشور (MR)			اجرای خط‌کشی در جاده‌های کشور (کیلومتر) (K)			به‌سازی و روکش آسفالت جاده‌های کشور (کیلومتر) (BA)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
گلستان	۱۷	۱۹	۱۱	۲۹۸	۴۲۷	۴۳	۱۴۶۴	۲۰۳۶	۳۹	۱۰۴	۱۳۴	۲۹
سیستان و بلوچستان	۲۹	۳۶	۲۵	۶۶۰	۱۰۵۹	۶۰	۳۶۱۸	۴۵۴۷	۲۶	۱۶۴	۲۲۹	۴۰
مرکزی	۲۵	۲۸	۱۱	۴۱۵	۶۳۶	۵۳	۲۱۰۵	۲۵۴۷	۲۱	۱۸۵	۱۹۷	۷
همدان	۲۵	۲۶	۲	۴۹۰	۶۳۲	۲۹	۱۷۲۳	۲۲۹۲	۳۳	۱۱۹	۱۵۶	۳۱
گیلان	۱۶	۲۹	۸۰	۴۷۲	۷۶۹	۶۳	۱۵۵۶	۲۶۶۵	۷۱	۱۰۳	۲۳۷	۱۳۰
البرز	۱۳	۱۷	۳۴	۱۴۰	۳۲۷	۱۳۳	۷۱۰	۱۴۲۵	۱۰۱	۸۳	۱۱۴	۳۸
لرستان	۲۸	۳۰	۹	۴۲۳	۵۷۷	۳۶	۳۱۲۴	۳۴۸۳	۱۲	۱۷۱	۱۸۵	۸

استان‌های ناکارا	تعداد دوربین‌های نظارت تصویری در جاده‌های کشور (دستگاه) (DT)			تعداد تابلوهای پیام‌نمای متغیر در جاده‌های کشور (دستگاه) (TP)			تعداد سیستم توزین حین حرکت در جاده‌های کشور (دستگاه) (TH)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
گلستان	۱۵	۲۰	۳۳	۶	۷	۹	۰/۳۳	۱/۱۷	۷۰
سیستان و بلوچستان	۱۸	۲۵	۴۱	۵	۸	۶۹	۰	۱/۳۲	۱۳۲

www.SID.ir

Archive of SID

استان‌های ناکارا	تعداد دوربین‌های نظارت تصویری در جاده‌های کشور (دستگاه) (DT)			تعداد تابلوهای پیام‌نمای متغیر در جاده‌های کشور (دستگاه) (TP)			تعداد سیستم توزین حین حرکت در جاده‌های کشور (دستگاه) (TH)		
	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش	داده‌های واقعی	مقادیر پیشنهادی	درصد افزایش
مرکزی	۲۰	۲۵	۲۷	۷	۹	۳۲	۱/۱۷	۲/۲	۹۴
همدان	۱۳	۲۷	۱۱۰	۵	۶	۲۹	۱/۳۳	۲	۷۴
گیلان	۲۱	۲۸	۳۵	۱۳	۱۵	۱۴	۰	۳	۳۰۰
البرز	۲۰	۲۲	۱۲	۴	۶	۵۸	۰	۰/۵	۵۰
لرستان	۱۸	۲۶	۴۳	۱	۶	۵۱۱	۰/۱۷	۱/۳۶	۱۲۰

در آخرین مرحله با به‌کارگیری مدل اندرسون پترسون به ارزیابی کارآیی واحدهای کارا پرداخته خواهد شد. در این روش، امتیاز واحدهای کارا می‌تواند بیشتر از ۱ باشد و به این ترتیب واحدهای کارا نیز مانند واحدهای ناکارا قابل رتبه‌بندی خواهند بود. هرچه ضریب واحدی بزرگ‌تر باشد، آن واحد کاراتر است. جدول ۱۰ نتایج مدل اندرسون پترسون را ارائه می‌دهد.

جدول شماره ۱۰- نتایج روش اندرسون-پترسون

استان	امتیاز کارآیی	رتبه	استان	امتیاز کارآیی	رتبه	استان	امتیاز کارآیی	رتبه
تهران	۱/۶۸	۱	مازندران	۱/۱۱	۹	بوشهر	۰/۸۰۵	۱۷
اصفهان	۱/۵۰۱	۲	سمنان	۱/۰۳	۱۰	کردستان	۰/۷۲۴	۱۸
خراسان رضوی	۱/۴۳	۳	یزد	۱/۰۲	۱۱	کرمانشاه	۰/۷۰۴	۱۹
فارس	۱/۴	۴	هرمزگان	۰/۹۲۵	۱۲	ایلام	۰/۶۹۲	۲۰
قم	۱/۴	۵	آذربایجان غربی	۰/۸۸۲	۱۳	چهارمحال و بختیاری	۰/۶۸	۲۱

www.SID.ir

ive of SID

استان	امتیاز کارآیی	رتبه	استان	امتیاز کارآیی	رتبه	استان	امتیاز کارآیی	رتبه
خوزستان	۱/۲۱۸	۶	قزوین	۰/۸۵۹	۱۴	خراسان جنوبی	۰/۶۴۷	۲۲
خراسان شمالی	۱/۱۸	۷	کرمان	۰/۸۵	۱۵	کهکیلویه و بویراحمد	۰/۵۳۸	۲۳
زنجان	۱/۱۶	۸	اردبیل	۰/۸۳	۱۶			

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر در دو مرحله توسط روش تحلیل پوششی داده‌ها وزنی با ورودی نامطلوب صورت گرفت با این تفاوت که در مرحله دوم مدل طبقه‌ای انتخاب شد. در نتایج به‌دست آمده، تعداد استان‌های ناکارا در مرحله طبقه بندی از ۱۰ عدد به ۷ عدد کاهش پیدا کرد. مقایسه استان‌ها با طبقه هم‌سطح تردد خود نشان می‌دهد که برخی از استان‌ها نسبت به ترددشان دارای امکانات لازم بوده و در طبقه خود کارا شدند. از طرفی دیگر، در مرحله اول استان‌هایی نیز نسبت به بقیه واحدها که دارای امکانات مناسب (نسبت به ترددشان بوده) سنجیده شده بودند و ناکارا نشان داده شدند ولیکن در مرحله دوم کارا شدند که در این‌صورت باعث شد از اقدامات ایمنی اضافی (نسبت به تردد آنها) جلوگیری شود. در مرحله آخر با به‌کارگیری روش اندرسون پترسون کارآیی واحدهای کارا مقایسه شدند.

تغییر در میزان شاخص‌های ایمنی راه با استفاده از نتایج تحلیل پوششی داده‌ها در مرحله طبقه‌بندی در جدول ۱۱ ارائه شده است. جهت رسیدن به مرز کارآیی استان‌های ناکارا یعنی کاهش تلفات تصادفات جاده‌ای لازم است موانع انجام این تغییرات، شناسایی و رفع شده و بودجه لازم در این‌خصوص پیش‌بینی شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱۱- میزان تغییرات لازم برای استان‌های ناکارا در مرحله طبقه‌بندی

استان‌های ناکارا	تعداد راهدارخانه‌ها	شریانی (کیلومتر) تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری	اجرای خط‌کشی محورهای جاده‌ها (کیلومتر) بهسازی و روکش آسفالت	تعداد دوربین‌های نظارت تصویری فعال متغیر	تعداد تابلوهای پیام‌نمای حین حرکت	تعداد سیستم‌های توزین
گلستان	۲	۱۲۹	۵۷۲	۳۰	۵	۱	۱
سیستان و بلوچستان	۷	۳۹۹	۹۲۹	۶۵	۷	۳	۱
مرکزی	۳	۲۲۱	۴۴۲	۱۲	۵	۲	۱
همدان	۱	۱۴۲	۵۶۹	۳۷	۱۴	۱	۱
گیلان	۱۳	۲۹۷	۱۱۰۹	۱۳۴	۷	۲	۳
البرز	۴	۱۸۷	۷۱۵	۳۱	۲	۲	۱
لرستان	۲	۱۵۴	۳۵۹	۱۴	۸	۵	۱

هر پژوهشی با محدودیت‌هایی مواجه می‌شود که ممکن است برخی از این محدودیت‌ها بر نتایج پژوهش اثراتی بر نتایج برجای گذارد.

در این پژوهش کوشش‌هایی برای برطرف کردن و کاستن از محدودیت‌هایی بوده که به برخی از آنها اشاره می‌شود:

۱- هدف این پژوهش، ارزیابی عملکرد حمل‌ونقل جاده‌ای جهت کاهش تصادفات بود. تصادفات در نظر عام، به سه نوع: جرح، خسارتی و منجر به فوت است. در سازمان راهداری کشور، تلفات و متوفیات ناشی از تصادفات دارای اهمیت بوده و آمار مربوط به متوفیات در دسترس است لذا محقق ناچار به به‌کارگیری آمار تعداد تلفات تصادفات جاده‌ای در طی ۶ ساله و در هر استان شد.

۲- عوامل مؤثر بر تصادفات از نوع جاده‌ای دارای انواع مختلف است که تاکنون پژوهش‌های زیادی در این‌خصوص انجام پذیرفته که مسلماً میزان تأثیر آنها در کاهش تلفات بیشتر از سایر عوامل بوده است که مورد توجه پژوهش‌ها قرار گرفته است. لذا

www.SID.ir

ive of SID

محقق در این پژوهش عواملی را مورد بررسی قرار داد که تاکنون مورد بحث و پژوهش نبوده‌اند و بعید نیست که ممکن است نسبت به سایر عوامل جاده‌ای دارای اهمیت کمتری در کاهش تلفات باشد ولیکن بی تاثیر نیست.

۳- با توجه به این‌که در سال‌نامه آماری ارائه‌شده توسط سازمان راهداری کشور، تنها آمار مربوط به استان‌ها وجود دارد و آمار شهرستان‌ها در دسترس نیست؛ لذا نمی‌توان وضعیت شهرستان‌های هر استان را مورد ارزیابی قرارداد.

پیشنهادها

- خروجی‌ها می‌تواند به‌نحو دیگری طبقه‌بندی شوند. به‌عنوان مثال: تصادفات به تصادفات منجر به جرح، خسارت، فوت یا تصادفات نوروزی تفکیک شود.
- یکی دیگر از روش‌ها، به‌کارگیری داده‌کاوی است. به کمک تکنیک داده‌کاوی، تصادفات ناشی از حوادث جاده‌ای از تصادفات ناشی از عوامل محیطی (آب و هوا) یا سایر عوامل تفکیک داده شده و سپس با ورودی‌های پژوهش حاضر استان‌های کارا و ناکارا تفکیک می‌شوند.

منابع

احمدوند، علی محمد؛ ابطحی، زینب. (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد ایمنی جاده‌ای با در نظر گرفتن متغیرهای خروجی نامطلوب، تهران: سومین کنفرانس بین‌المللی تحقیق در عملیات ایران، https://www.civilica.com/paper-iciors03

آیت، سیما. (۱۳۹۵). شناسایی عوامل مکانی مؤثر در تصافات جاده‌ای با استفاده از کاوش الگوهای هم مکان، اصفهان: جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.https://thesis.iaun.ac.ir

باباپور سنگرودی، کامران. (۱۳۹۵). مدل‌سازی عوامل مؤثر در وقوع تصادفات براساس ممیزی راه، مازندران: جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی علوم و فناوری آریان. https://ganj-old.irandoc.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

برگ‌گل، ایرج؛ ناظری، مریم؛ امیدی، اسماعیل؛ نجفی مقدم گیلانی، وحید. (۱۳۹۶). مدل‌سازی تصادفات درون‌شهری با استفاده از رگرسیون لجستیک، تهران: اولین کنفرانس ملی مهندسی راه و ترابری. https://www.civilica.com/paper-nchte01-nchte01_204

بهنود، حمیدرضا. (۱۳۹۲). تحلیل عملکرد و برنامه‌ریزی اقدامات ایمن‌سازی راه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری فازی، مشهد: جهت اخذ درجه دکترای تخصصی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد. https://ganj-old.irandoc.ac.ir/articles/607726

بهنود، حمیدرضا؛ آیتی، اسماعیل؛ محمدزاده مقدم، ابوالفضل؛ رئیسیان زاده، حسین؛ فرشته پور، احسان؛ مدیرخازنی، سید مهرداد. (۱۳۹۵). بررسی اثر افزایش هزینه اقدامات ایمن‌سازی راه بر میزان کاهش تصادفات راه‌های اصلی استان خراسان رضوی، فصلنامه علمی راهور، سال ۵، شماره ۱۶. http://talar.jrl.police.ir/article_11634_680c0f77d083543a2d3dd17dc70927ff.pdf

بیکایی، قاسم؛ رشیدی، سیامک؛ (۱۳۹۶). بررسی میزان اثرگذاری دوربین کنترل سرعت در کاهش تصافات و سرعت خودروها، تهران: سومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین عمران معماری و صنعت ساختمان ایران. https://www.civilica.com/paper-ircivil03-ircivil03_256

ثوابی، مرتضی؛ (۱۳۹۵). بررسی عوامل موثر در تصادفات راه‌های برون‌شهری و تأثیر تابلوهای تبلیغاتی حاشیه‌ای راه‌ها در بروز این تصادفات (مطالعه موردی جاده تبریز- مرند)، تهران: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور تهران. https://elmnet.ir/article/10965354-66114

دربندی، حسین. (۱۳۹۶). بررسی عوامل فنی موثر بر تصادفات خودرویی با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی AHP، جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق. https://ganj-old.irandoc.ac.ir/dashboard

ذوقی، حسن؛ حاج‌علی، مجتبی؛ دیرین، میثم؛ ملکان، خشایار. (۱۳۸۸). ارزیابی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند و چگونگی توسعه آن در ایران، تهران: نهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران. https://www.civilica.com/paper-ttc09-ttc09_043

راهبرد ملی ایمنی راه‌های ایران. (۱۳۹۰). دبیرخانه کمیسیون ایمنی راه‌های کشور، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، https://www.mrud.ir/portals

www.SID.ir

ive of SID

زینل همدانی، علی؛ رییسی نافچی، محمد؛ راستی برزکی، مرتضی؛ خسروشاهی، حسین. (۱۳۹۵). ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور: رویکرد تحلیل عاملی، مدیریت تولید و عملیات، ۲(۱۳)، http://ensani.ir/file/download/article

سبحانی فرد، رضا؛ زاهدی، محسن؛ فتحی، عبدالحسین؛ (۱۳۹۵). بررسی عوامل مؤثر بر شدت تصادفات ترافیکی با استفاده از ماشین‌های بردار پشتیبان، تهران: شانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک. https://www.civilica.com/paper-ttc16

سروری، سامان. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر عوامل انسانی و طرح هندسی راه بر نقاط حادثه‌خیز با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه .https://elmnet.ir/author

شمعانیان، حمیدرضا. (۱۳۹۵). تحلیل و ارزیابی تأثیر دوربین‌های کنترل سرعت بر ایمنی راه‌ها و اولویت‌بندی تجهیز برون‌شهری با استفاده از روش فرآیند تحلییل شبکه‌ای (ANP)، اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد.

صادقی، علی‌اصغر؛ آیتی، اسماعیل؛ پیرایش نقاب، محمدعلی. (۱۳۹۰). شناسایی و اولویت‌بندی قطعات حادثه‌خیز راه با رویکرد قطعه‌بندی مسیر و تحلیل پوششی داده‌ها. فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل، دوره ۳، شماره ۱. https://www.sid.ir/fa/journal

کاظم‌نسب حاجی، حشمت. (۱۳۹۵). بررسی تاثیر استفاده از تجهیزات ایمنی در کاهش تصادفات جاده‌ای و ارائه‌ی مدل پیش‌بینی تاثیر تجهیزات در کاهش تصادفات، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته عمران، موسسه آموزش عالی علوم و فناوری آریان. https://elmnet.ir/article

کردرستمی، پیمان؛ امینیان، پژمان. (۱۳۹۶). بررسی اثرات ناشی از تجهیزات ایمنی راه با شیارهای طولی در کاهش تصادفات؛ مطالعه موردی: اسلام‌آباد- گوهرباران. بابل: سومین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری، توسعه شهری، https://www.civilica.com/paper-acuc03-acuc03_001

کریمی، عباس. (۱۳۹۵). بررسی و تحلیل تأثیر پارامترهای هندسی مؤثر در ارتقای ایمنی و کاهش تصادفات، (مطالعه موردی: محور بجنورد- جنگل گلستان)، جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود. https://ganj-old.irandoc.ac.ir/dashboard?q

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش سال‌نامه آماری اداره کل راهداری حمل‌ونقل جاده‌ای. (۱۳۹۱-۱۳۹۵). http://rmto.ir/pages/salnameamari.aspx

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. http://jiei.azad.ac.ir/article_510997_110198.html

Alkali, M.A. (2019). Causes of and Reasons For Road Traffic Accident along Damaturu-Abuja Highway in Nigeria (Passengers and Drivers View). International Journal of Recent Innovations in Academic Research, 3(1), 72-76. https://www.ijriar.com

Bastos, J. T., Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., & Ferraz, A. C. P. (2015). Bootstrapping DEA scores for road safety strategic analysis in Brazil. International Journal of Computational Intelligence Systems, 8(sup1), 29-38. https://www.tandfonline.com

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. http://scientiairanica.sharif.edu/article_1744.html

Dimitriou, L.; Nikolaou, P. (2017). Data envelopment analysis for investigating optimal road safety policies utilising global epidemiological, risk exposure and socio-economic statistics. International Journal of Decision Support Systems, 2(4), 278-289. https://www.inderscienceonline.com

Dissanayake, S. (2003). Young drivers and run-off-the-road crashes. Paper presented at the Proceedings of the 2003 Mid-Continent Transportation Research Symposium, Iowa. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc

Egilmez, G.; McAvoy, D. (2013). Benchmarking road safety of US states: A DEA-based Malmquist productivity index approach. Accident Analysis & Prevention, 53, 55-64. https://www.sciencedirect.com

Frido, F.; Rasentia, N.K.; RADAM, I.F. (2019). Correlation among Assessment of Accident Rate and Geometric Factors, Road

www.SID.ir

ive of SID

Equipment and Environment (Case Study on Muara Teweh-Puruk Cahu Road Segment). Engineering and Technology Journal, 4(4), 561-569. https://scholar.google.com

Ganji, S.; Rassafi, A. (2019). DEA Malmquist productivity index based on a double-frontier slacks-based model: Iranian road safety assessment. European Transport Research Review, 11(1), 4. https://link.springer.com

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. https://www.sciencedirect.com/science

Goniewicz, K.; Goniewicz, M.; Pawłowski, W.; Fiedor, P. (2016). Road accident rates: strategies and programmes for improving road traffic safety. European journal of trauma and emergency surgery, 42(4), 433-438. https://link.springer.com/article/10.1007/s00068-015-0544-6

Dan, J.G.; Arnaldos, J.; Darbra, R. (2017). Introduction of the human factor in the estimation of accident frequencies through fuzzy logic. Safety science, 97, 134-143. https://www.sciencedirect.com

Haddon Jr, W. (1972). A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 12(3), 193-207. https://journals.lww.com/jtrauma/Citation

Hallam, N.; Hartley, M.; Blanchfield, P.; Kendall, G. (2004). Optimisation in a road traffic system using collaborative search. Paper presented at the 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No. 04CH37583). https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1399988

Harith, S.H.; Mahmud, N.; Doulatabadi, M. (2019). A conceptual framework on the role of road safety management intervention in overcoming road accident. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Thailand. http://ieomsociety.org/ieom2019/papers/769.pdf

www.SID.ir

Archive of SID

Hermans, E.; Brijs, T.; Wets, G.; Vanhoof, K. (2009). Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis. Accident Analysis & Prevention, 41(1), 174-182. https://www.sciencedirect.com/

Islam, M.; Ali, R.B.; Chowdhury, F.K.; Sobhan, M. (2019). Road Accident Analysis and Prevention Measures of Rajshahi-Sirajganj Highway in Bangladesh. World Scientific News, 126, 209-221. http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1

Singh, S.K. (2017). Road traffic accidents in India: issues and challenges. Transportation research procedia, 25, 4708-4719. https://www.sciencedirect.com

Liu, Y.F.; Zhou, Y.T.; Bao, W.G. (2012). Comprehensive performance evaluation of concrete beam bridges based on fuzzy evaluation theory and analytic hierarchy process. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 29(12), 96-100. http://en.cnki.com.cn/article_en/cjfdtotal-gljk201212019.htm

Malin, F.; Norros, I.; Innamaa, S. (2019). Accident risk of road and weather conditions on different road types. Accident Analysis & Prevention, 122, 181-188. https://www.sciencedirect.com

Park, E.S.; Carlson, P.J.; Pike, A. (2019). Safety effects of wet-weather pavement markings. Accident Analysis & Prevention, 133, 105271. https://www.sciencedirect.com/science

Pawar, D.S. (2017). Accident and Road Safety Management in India. Paper presented at the 10th ATRANS Annual Conference on Transportation for a Better Life: Mobility and Road Safety Managements, Thailand. http://raiith.iith.ac.in/5281

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. https://www.mdpi.com/2076-3417/7/9/886

Ren-de, ZHANG; Hong-bin, Y.; Fang, S.P.L. (2008). The study of DEA evaluating model on road traffic safety. Paper presented at the Proceedings of the World Congress on Engineering. https://pdfs.semanticscholar.org.

www.SID.ir

ive of SID

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. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457516303682

Shen, Y.; Hermans, E.; Ruan, D.; Vanhoof, K.; Brijs, T.; Wets, G. (2010). A dea-based malmquist productivity index approach in assessing road safety performance Computational Intelligence: Foundations and Applications (pp. 923-928): World Scientific. https://www.worldscientific.com

Sadeghi, A.; Moghaddam, A.M. (2016). Uncertainty-based prioritization of road safety projects: An application of data envelopment analysis. Transport policy, 52, 28-36. https://www.sciencedirect.com

Teimourzadeh, K.; Pourmahmoud, J.; Kordrostami, S. (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, 12(2), 39-59. https://ijms.ut.ac.ir/article_70122_0.html

Tone, K. (2017). Advances in DEA Theory and Applications: Wiley Online Library. https://onlinelibrary.wiley.com

Yu, R.d.; Zhang, H.b.; Li, D.l. (2007). The evaluating model of road traffic safety based on data envelopment analysis. Systems Engineering-Theory & Practice, 8. http://en.cnki.com.cn

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir