مطالعات پژوهشی راهور
۱۱۹
فصلنامه مطالعات پژوهشی
سال اول-شماره ۲
پاییز ۹۱

ارزیابی و اولویت‌بندی اهداف کوتاه‌مدت در راستای اجرای راهبرد تقویت ایمنی جاده‌ها با ترکیب فنون برنامه‌ریزی خطی و SAW فازی

فاطمه حقیقت[۱]، محمد حسین پورکاظمی[۲]

از صفحه ۱۱۹ تا ۱۳۷

تاریخ دریافت:۹۱/۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱۴

چکیده

یکی از راهکارهایی که معمولاً در مقوله مدیریت ایمنی جاده مدنظر قرار می‌گیرد، راهبرد تقویت ایمنی جاده‌ها از جنبه زیرساخت‌ها و تجهیزات است که به منظور رسیدن به هدف افزایش ایمنی جاده و کاهش تصادفات در بازه زمانی مشخصی تدوین می‌شود. هدف اصلی پژوهش حاضر ارزیابی اهمیت اهداف کوتاه‌مدت تعیین شده برای تقویت ایمنی جاده‌ها و نیز اولویت‌بندی آنها است که بدین منظور از تلفیقی از تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی و SAW فازی[۱] استفاده شده است. در ابتدا، پنج شاخص تأثیرگذار بر ارزیابی اهداف کوتاه‌مدت در نظر گرفته شده و وزن آنها توسط تکنیک برنامه‌ریزی خطی به‌دست آمده است. در مرحله بعدی، به دلیل کیفی بودن شاخص‌های ارزیابی، هر یک از اهداف مطرح شده با توجه به این پنج شاخص با اعداد فازی مقداردهی شده‌اند. در نهایت، بعد از دیفازی کردن مقادیر موجود و تبدیل آنها به اعداد قطعی، از تکنیک SAW جهت ارزیابی و اولویت‌بندی این اهداف استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که اهدافی نظیر ایجاد یا اصلاح حفاظ‌های ایمنی و ضربه‌گیرهای مناسب و استاندارد در کنار و وسط جاده، ایجاد شیارهای لرزاننده یا اسکرید روی آسفالت جاده‌ها، نصب دوربین‌های سرعت‌سنج در جاده‌ها و ایمن‌سازی تقاطع‌ها با نصب تابلوها، چراغ‌ها و علائم کافی، با توجه به شاخص‌های مطرح شده در اولویت اجرا قرار دارند.

کلید واژه‌ها

راهبرد تقویت ایمنی جاده/ اهداف کوتاه‌مدت/ تکنیک برنامه‌ریزی خطی/ رویکرد فازی/ تکنیک SAW

۱. دانشجوی دکترای مدیریت صنعتی دانشگاه تهران، (نویسنده مسئول: F.haghighat@ut.ac.ir)
۲. دانشیار مدیریت صنعتی دانشگاه شهید بهشتی: h_pourkazemi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در برنامه‌ریزی راهبردی، برای اجرای راهبردها لازم است اهداف کوتاه‌مدتی را تدوین کرد. درحقیقت، اهداف کوتاه‌مدت به عنوان رهنمودهایی برای عملیاتی کردن راهبردها محسوب می‌شوند و در صورتی که این اهداف به شیوه‌ای صحیح انتخاب شوند، می‌توانند موجبات موفقیت راهبرد و در نتیجه اهداف کلان از پیش‌تعیین شده سازمان را فراهم کنند.

بنابراین در این پژوهش، برای اجرای راهبرد تقویت ایمنی جاده‌ها، ۱۶ هدف کوتاه‌مدت تدوین شده و سپس اهمیت این اهداف با توجه به پنج شاخص عمدهٔ تأثیرگذار سنجیده شده است. بدیهی است با مشخص شدن اهمیت هر یک از این اهداف، زمینه لازم برای زمان‌بندی و تخصیص منابع به اهداف اولویت‌دار برای مدیران فراهم می‌شود. تأمین ایمنی جاده‌ها به‌شکلی مناسب، همواره یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مسؤولان و متولیان این حوزه بوده است. دلیل این توجه این است که افزایش ایمنی جاده‌ها تاثیر مستقیمی بر کاهش تصادفات جاده‌ای و تلفات و جراحات ناشی از آن می‌گذارد.

در ایران آمار مربوط به تصادفات جاده‌ای و جراحات و تلفات ناشی از آن بالا است. ایران با نرخ ۴۴ جراحت ترافیکی جاده‌ای به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در سال ۲۰۰۲ بالاترین نرخ این نوع جراحات را در میان سایر کشورهایی که دارای تخمین‌های معتبری بوده‌اند، داشته است، این درحالی است که متوسط جهانی این نرخ، ۱۹ نفر به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت است (نقوی و همکاران، ۲۰۰۹).

افزایش این آمار به دنبال خود افزایش آمار پرونده‌های قتل غیر عمد مربوط به سوانح جاده‌ای، افزایش درصد اشغال تخت‌های بیمارستان به مجروحان این نوع سوانح و به طور کلی افزایش هزینه‌های درمانی، افزایش هزینه‌های اجتماعی و سایر هزینه‌های دولتی و غیر دولتی را نیز به همراه دارد. بنابراین هرگونه راهبردی که در راستای کاهش میزان تصادفات جاده‌ای و پیامدهای آن تدوین شده باشد، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در این میان، راهبرد تقویت و بهبود ایمنی جاده‌ها راهکار درخور توجه‌ای محسوب می‌شود که به‌کارگیری آن در کنار راهبردهایی نظیر راهبردهای مرتبط با کاهش خطای انسانی و افزایش ایمنی وسائل

Archive of SID
www.SID.ir

نقلیه سهم به‌سزایی در کاهش تصادفات جاده‌ای ایفا خواهد کرد.

سؤال‌های تحقیق

۱- اهمیت یا وزن هر یک از شاخص‌های تأثیرگذار بر انتخاب اهداف کوتاه‌مدت چقدر است؟

۲- کدام یک از اهداف کوتاه‌مدت از اولویت بیشتری برای اجرا برخوردارند؟

اهداف تحقیق

۱- تعیین اهمیت یا وزن شاخص‌های تاثیرگذار بر انتخاب اهداف کوتاه‌مدت

۲- ارزیابی و اولویت‌بندی اهداف کوتاه‌مدت بر مبنای شاخص‌های موجود

پیشینه و چارچوب نظری تحقیق

در این بخش به معرفی پژوهش‌هایی می‌پردازیم که به ارزیابی راهبردهای مرتبط با ایمنی جاده و حمل‌ونقل جاده‌ای یا ارزیابی و اولویت‌بندی سیاست‌ها و برنامه‌های مرتبط با تقویت ایمنی جاده پرداخته‌اند.

کوربن و همکاران (۲۰۱۰) به شرح رویکردی پرداختند که در استرالیای غربی به منظور حمایت از توسعه راهبرد جدید آن (راهبرد به سمت صفر[1]) در دوره‌ای ۱۲ ساله از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۲۰ به کار رفته است. در این پژوهش همچنین، توسعه اخیر رویکرد مدل‌سازی در ایالت ویکتوریای استرالیا که بعداً در استرالیای غربی نیز به‌کار رفته و با اصلاحاتی مورد پذیرش قرار گرفته است، تشریح شده است. از جمله اهداف این پژوهش، شناسایی، توصیف و توصیه شاخص‌های متقابل مورد تأیید در چارچوب سیستم ایمنی و توسعه مجموعه‌ای از راه‌حل‌ها و جهت‌گیری‌های کاملاً علمی می‌باشد.

ایگزایان‌کای و یولانگ (۲۰۰۷) در پژوهش خود به تحلیل ویژگی‌های ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای در آب و هوای برفی و یخبندان پرداخته و راهبردهای داخلی و خارجی موجود برای

1. Toward Zero

Archive of SID
www.SID.ir

حل معضل ترافیک ناشی از یخبندان را به‌طور خلاصه ارائه کردند. سپس به معرفی سه راهبرد مؤثر در کاهش تأثیر آب و هوای برفی و یخبندان (راهبرد های تهیه اطلاعات، کنترل ترافیک و مدیریت برف و یخبندان) پرداختند. در این پژوهش همچنین، تأثیر هر راهبرد از دید مدیران حفاظت از جاده، مدیران اورژانس، مدیران ترافیک و کاربران جاده تشریح شده است.

وسمن و همکارانش (۲۰۱۰) روشی را که برای چشم‌انداز وضعیت ایمنی جاده‌های هلند تا سال ۲۰۲۰ به‌کار رفته است، شرح دادند. این چشم‌انداز شامل پیش‌بینی‌های مبنا است که فرض استمرار بدون تغییر تأثیر سیاست فعلی ایمنی جاده را به عنوان یک نقطه شروع و نیز تأثیر شاخص‌های جدید را در نظر می‌گیرد. در این پژوهش، از چهار سناریوی پویای متفاوت که از یک پژوهش جامع در خصوص توسعه اقتصادی- اجتماعی هلند تا سال ۲۰۴۰ استخراج شده‌اند، استفاده شده است تا مشخص شود که آیا اهداف از پیش تعیین‌شده برای کاهش تلفات جاده‌ای قابل تحقق هستند یا خیر.

الویک (۲۰۱۰) به تشریح چگونگی تقویت محرک‌های اولویت‌بندی مؤثر در سیاست ایمنی جاده پرداخت. اولویت‌های مؤثر با استفاده از شاخص‌های مؤثر ایمنی جاده (از جنبه هزینه) مشخص شده و خود این شاخص‌ها نیز با استفاده از تحلیل‌های هزینه- فایده قابل شناسایی هستند. در این پژوهش، دلائل احتمالی این مسئله که چرا تحلیل‌های هزینه- فایده لزوماً محرک کافی به منظور ایجاد شاخص‌های مؤثر ایمنی جاده را ایجاد نمی‌کنند، تشریح شده است. همچنین، طرح خلاصه‌ای از یک سیستم فرضی ارزش‌گذاری جاده که به منظور ایجاد چنین محرکی پیشنهاد شده است ارائه و در خصوص برخی مسائل مرتبط با اجرای آن بحث شده است.

ساعتی (۱۹۹۵) از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[1] به منظور برنامه‌ریزی حمل‌ونقل با معیارهای چندگانه استفاده کرد. تابوکانن و لی (۱۹۹۵) از تکنیک AHP به منظور ارزیابی پروژه‌های بهبود بزرگراه روستایی با استفاده از معیارهای محسوس و نامحسوس

1. Analytic Hierarchical Process (AHP)

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده کردند. سامبولاس و همکارانش(۱۹۹۹) از ۵ روش تصمیم‌گیری چندمعیاره به منظور ارزیابی پروژه‌های حمل‌ونقل استفاده کردند. کولکارنی و همکارانش (۱۹۹۳) از یک تابع جریمه چندمعیاره به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی تأثیرکلی مسیرهای مختلف بزرگراه بهره گرفتند.

الویک (۲۰۰۳) به بررسی و تحلیل این موضوع پرداخت که چگونه تنظیم اولویت‌بندی‌های ایمنی جاده که کاملاً براساس تحلیل هزینه- فایده می‌باشد، بر تأمین ایمنی جاده در کشورهای نروژ و سوئد تأثیر خواهد گذاشت. در این پژوهش، تعدادی از عوامل ناکارآمد در ایمنی جاده (عواملی که از اولویت‌بندی سیاست‌گذاری‌ها مطابق با تحلیل هزینه- فایده جلوگیری به عمل می‌آورند) مشخص شدند. این عوامل شامل فقدان قدرت، وجود بحران‌های اجتماعی و اولویت دادن به سایر اهداف سیاست‌گذاری به ویژه توسعه منطقه‌ای می‌شد.

میائو و سانگ (۲۰۰۵) در پژوهش خود به جست‌وجوی برخی از موضوعات برخاسته از مطالعات اخیر ایمنی جاده با توجه به متدولوژی‌های رتبه‌بندی از نقطه نظر توسعه آماری اخیر در مدل ترکیب خطی تعمیم یافته[1] فضا- زمان پرداختند. در این پژوهش رویکردهای رتبه‌بندی کلی شامل رتبه‌بندی خام ریسک تصادف، رتبه‌بندی مبتنی بر اسکن و رتبه‌بندی مبتنی بر مدل بازبینی شده‌اند و پیگیری رویکرد مبتنی بر مدل، انتخاب پارامترهای تصمیم و بررسی قابلیت بهبود مورد بحث قرار گرفته است. به علاوه، در خصوص کاربرد چندین معیار رتبه‌بندی آماری در ایمنی جاده بحث شده است.

راهبرد تقویت ایمنی جاده: همان‌گونه که پیشتر نیز اشاره شد، راهبرد تقویت ایمنی جاده از جمله راهبردهای مهم در راستای افزایش سطح ایمنی جاده و در نتیجه کاهش تصادفات و تلفات ناشی از آن به‌شمار می‌رود. در راستای عملی کردن این راهبرد، می‌توان اهداف کوتاه‌مدت بی‌شماری را تدوین کرد که برخی از مهم‌ترین آنها در جدول ۱ نشان داده

1. Generalized Linear Mixed Models (GLMM)

Archive of SID
www.SID.ir

شده‌اند. همان‌گونه که در این جدول نیز مشخص است، کلیهٔ این اهداف در راستای بهبود و تقویت وضعیت ایمنی جاده‌ها از طریق انجام کارهای عمرانی، نصب تجهیزات و ... می‌باشند. همچنین، به منظور سهولت بررسی هر یک از این اهداف، به ازای هر هدف یک کد درنظر گرفته شده است.

از آنجایی که تعداد اهداف مطرح شده نسبتاً زیاد بوده و از طرفی دیگر سازمان‌های اجرایی غالباً با محدودیت بودجه و زمان مواجه هستند، لذا امکان اجرای همه این اهداف در یک محدودهٔ زمانی مشخص وجود نداشته و اولویت‌بندی و انتخاب اهداف مهم‌تر امری اجتناب‌ناپذیر به‌شمار می‌رود.

به‌طورکلی، از جمله مهم‌ترین شاخص‌هایی که بر انتخاب این اهداف تاثیر می‌گذارند، می‌توان به هزینه اجرای هدف، مدت زمان اجرای آن، تعداد کارکنان درگیر، سختی کار و مقبولیت هدف از نظر مدیر یا کارشناس اشاره کرد. از میان این شاخص‌ها، چهار شاخص اول دارای مطلوبیت منفی بوده و شاخص آخر یعنی مقبولیت هدف دارای مطلوبیت مثبت می‌باشد. به عبارت دیگر، کاهش کمیت هر هدف از نظر چهار شاخص اول و افزایش کمیت شاخص آخر، از نظر تصمیم‌گیرنده یا تصمیم‌گیرندگان مطلوب به‌شمار می‌رود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: اهداف کوتاه مدت انتخابی در راستای تحقق راهبرد تقویت ایمنی جاده

نام شاخص	کد شاخص
۱- ایمن‌سازی تقاطع‌ها با نصب تابلوها، چراغ‌ها و علائم راهنمایی به میزان کافی	C۱
۲- ایجاد شانه راه مناسب و ایمن و توقفگاه‌های اضطراری در کنار جاده جهت تعمیر وسایل نقلیه	C۲
۳- اصلاح هندسی قوس‌ها و پیچ‌های خطرناک جاده‌ها	C۳
۴- ایجاد یا اصلاح حفاظ‌های ایمنی و ضربه‌گیرهای مناسب و استاندارد در کنار و وسط جاده	C۴
۵- شناسایی و اصلاح نقاط حادثه‌خیز	C۵
۶- نصب دوربین‌های سرعت‌سنج در جاده‌ها	C۶
۷- ایجاد شیارهای لرزاننده (اسکرید)[1] روی آسفالت جاده‌ها جهت هشدار به رانندگان در معرض خواب‌آلودگی	C۷
۸- ایجاد پایگاه‌های امداد و نجات و اورژانس جاده‌ای و کیوسک‌های تلفن راه دور ماهواره‌ای در جاده‌ها	C۸
۹- برطرف کردن موانع کاهش دید رانندگان در جاده‌ها	C۹
۱۰- بهبود وضعیت روشنایی در محورهای حادثه‌خیز	C۱۰
۱۱- اصلاح رمپ‌های ورودی و خروجی به جاده اصلی	C۱۱
۱۲- جداسازی و تفکیک محورها	C۱۲
۱۳- اصلاح خط‌کشی راه‌ها	C۱۳
۱۴- بهسازی جاده‌ها	C۱۴
۱۵- به‌کارگیری دستگاه‌های توزین win درمناطق دارای بیشترین تخلفات اضافه تناژ	C۱۵
۱۶- ایجاد باند مجزا برای موتورسواران در صورت امکان	C۱۶

روش شناسی تحقیق

در ایـن پژوهش، برای ارزیابـی و اولویت‌بندی اهداف کوتاه‌مدت در راسـتای اجرای

1. Rumble Stripe

Archive of SID
www.SID.ir

راهبـرد تقویـت ایمنی جـاده، از ترکیبی از فنـون برنامه‌ریزی خطـی، SAW و رویکرد فازی اسـتفاده شـده است. در مرحله اول، وزن شـاخص‌های تأثیرگذار بر انتخاب اهداف کوتاه‌مدت با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی[1] تعیین شده است. علت انتخاب این روش بـرای تعیین اوزان شـاخص‌ها، در نظر گرفتن اولویت‌های خـاص تصمیم‌گیرنده به‌هنگام تصمیم‌گیری، راحتی اسـتفاده از آن و عدم نیاز به مقایسات زوجی است که غالباً تعیین آن برای تصمیم‌گیرنده مشـکل بوده و گاه با اشـتباهاتی همراه اسـت. به طور کلی، زمانی که تصمیم‌گیرنده، ارجحیت‌های خاصی را در تصمیم‌گیری مدنظر داشـته باشد، استفاده از این تکنیک می‌تواند مفید باشد.

در مرحله بعدی، ماتریس تصمیم‌گیری اهداف کوتاه‌مدت تشـکیل شـده و با اسـتفاده از اعداد فازی مقدار دهی می‌شـوند. منظور از ماتریس تصمیم‌گیری، ماتریسـی اسـت که در آن کلیه گزینه‌های مورد بررسـی (که در اینجا اهداف کوتاه‌مدت می‌باشـند) با توجه به شاخص‌ها مقداردهی شده باشند. در این پژوهش، مقداردهی هر هدف کوتاه‌مدت با توجه به هر شاخص توسط یکی از کارشناسان مرتبط با حوزه حمل‌ونقل جاده‌ای صورت گرفته اسـت. از آنجایی که هدف از پژوهش حاضر تنها معرفی کارکرد رویکرد پیشنهادی است، بنابراین وجود یک کارشـناس برای مقداردهی گزینه‌ها کافی است. همچنین، ازآنجایی که گزینه‌های مورد بررسـی به صورت زبانی و کیفی ارزیابی یا مقداردهی شـده‌اند، بنابراین استفاده از رویکرد فازی ارجحیت دارد، زیرا این رویکرد در مواقعی که متغیرها یا گزینه‌های مورد بررسی نادقیق و مبهم باشند مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مرحله بعدی، به دلیل تعداد زیاد گزینه‌ها و محاسبات گسترده مربوط به اعداد فازی، لازم اسـت اعداد فازی به اعداد قطعی تبدیل شده و یا اصطلاحاً دیفازی شوند، بدین منظور از روش مرکز ناحیه[2] استفاده می‌شود و مزیت آن این است که به قضاوت شخصی تصمیم‌گیرنده نیاز ندارد.

پـس از تبدیـل کلیهٔ اعداد فازی به اعداد قطعی، می‌توان در مرحله بعدی با اسـتفاده از

1. Linear Programming
2. Center of Area

Archive of SID
www.SID.ir

رویکرد SAW که ازجمله رویکردهای پرکاربرد تصمیم‌گیری چندشـاخصه[1] می‌باشد، به ارزیابی و اولویت‌بندی اهداف مطرح شـده پرداخت و با توجه به شاخص‌های مورد نظر، اهـداف اولویـت‌دار را برای اجرایی کردن راهبـرد تقویت جاده به‌کار بـرد. البته از دیگر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه نیز می‌توان به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی اهداف استفاده کرد، اما به دلیل تعداد زیاد گزینه‌های مورد بررسی، استفاده از رویکرد SAW که از حجم محاسباتی کمتری نسبت به تکنیک‌های مشابه برخوردار است، ارجحیت دارد. به‌طور خلاصه، روش‌شناسی این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است. در بخش‌های بعدی، هر یک از این مراحل به تفضیل تشریح خواهند شد.

شکل ۱: روش‌شناسی تحقیق

تعیین وزن شـاخص‌های تأثیرگذار در ارزیابـی اهداف کوتاه‌مدت: همان‌گونه که قبلاً نیز اشـاره شد، پنج شـاخص عمده بر اولویت‌بندی و انتخاب اهداف کوتاه‌مدت تأثیر می‌گذارند، اما تأثیر یا اهمیت این شاخص‌ها در انتخاب این اهداف یکسان نیست. بنابراین، لازم اسـت وزن یا اهمیت تاثیر هر شاخص بررسـی شود. هرچند، از تکنیک‌های مختلفی

1. Multi Attribute Decision Making (MADM)

Archive of SID
www.SID.ir

می‌توان برای تعیین اوزان شاخص‌های مورد نظر استفاده کرد، اما در مواردی که کارشناس یا تصمیم‌گیرنده، ارجحیت‌های به خصوصی را در مورد شاخص‌ها در نظر دارد، استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی بدین منظور می‌تواند مفید باشد.

مدل برنامه‌ریزی خطی با بهینه کردن (حداقل یا حداکثر کردن) متغیر وابسته‌ای که به صورت قطعی با مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل (متغیرهای تصمیم) مرتبط می‌شود و با در نظر گرفتن تعدادی محدودیت خطی تشکیل‌یافته از متغیرهای مستقل در ارتباط است. هر مدل برنامه‌ریزی خطی از سه قسمت تابع هدف، محدودیت‌ها و وضعیت متغیرهای تصمیم تشکیل می‌شود. ساختار کلی مدل برنامه‌ریزی خطی به صورت رابطه زیر است (مهرگان، ۱۳۸۱):

$$
\begin{aligned}
& Min\ Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \\
& a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \left(\leq or \geq or =\right) b_1 \\
& a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \left(\leq or \geq or =\right) b_2 \\
Max \text{ یا } & \vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \\
& a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots + a_{in}x_n \left(\leq or \geq or =\right) b_i \\
& \vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \\
& a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n \left(\leq or \geq or =\right) b_m \\
& x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0 \quad \text{(متغیرهای آزاد در علامت) یا}
\end{aligned}
\qquad (۱)
$$

که نمادهای آن عبارت‌اند از :

$x_j \left(j = 1, \ldots, n\right)$ = (مقدار متغیرهای تصمیم)

Z = مقدار تابع هدف

c_1, c_2, c_n = ضرائب متغیرهای تصمیم در تابع هدف

$a_{1n}, a_{2n}, \ldots, a_{in}$ = ضرائب متغیرهای تصمیم در محدودیت‌ها

$b_1, b_2, \ldots, b_m$ = مقادیر ثابت یا اعداد سمت راست

n = تعداد متغیرهای تصمیم

m = تعداد محدودیت‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

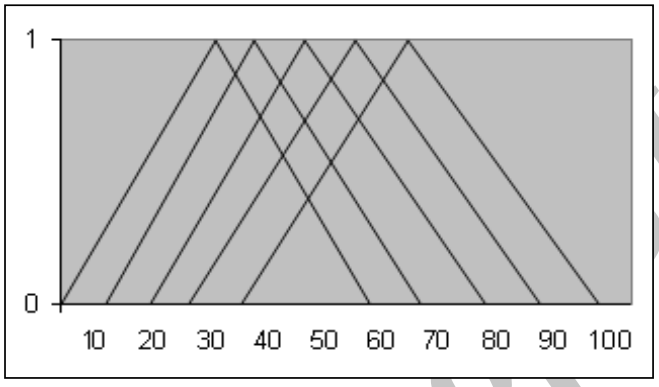
در این پژوهش، کارشناس (تصمیم‌گیرنده) برای تعیین اوزان شاخص‌ها بر اساس مدل برنامه‌ریزی خطی، محدودیت‌هایی را در خصوص این اوزان در نظر گرفته است که بر مبنای قضاوت‌ها یا ارجحیت‌های ذهنی وی می‌باشند. در این مدل، اوزان شاخص‌ها (به عنوان متغیرهای تصمیم) با نماد W_i، ($i=1,...,5$) نشان داده می‌شوند و از آنجایی که طبق یکی از محدودیت‌ها، مجموع اوزان شاخص‌ها بایستی برابر با یک باشد، لذا تابع هدف به صورت حداکثر کردن یا حداقل کردن مجموع اوزان شاخص‌ها ارائه می‌شود که در اینجا به دلخواه تابع هدف به صورت حداکثر انتخاب شده است. رابطه ۲، مدل برنامه‌ریزی خطی مذکور را نشان می‌دهد.

$$
\begin{aligned}
&Max\ Z = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 \\
&S.t: \quad W_5 \geq 0.4 \\
&\quad W_1 + W_2 \geq W_3 + W_4 \\
&\quad W_1 \geq 0.3 \\
&\quad W_2 \geq 2W_4 \\
&\quad W_3 + W_4 \leq 0.2 \\
&\quad W_3 = 2W_4 \\
&\quad W_2 \geq 1.2W_3 \\
&\quad W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 1 \\
&\quad W_i \geq 0 \quad i = (1,2,...,5)
\end{aligned}
\qquad (۲)
$$

استفاده از رویکرد فازی جهت مقداردهی اهداف کوتاه مدت: پس از تعیین مقدار اوزان شاخص‌ها، در مرحله بعدی لازم است که هر یک از اهداف کوتاه‌مدت با توجه به شاخص‌های مذکور مقدار دهی شوند. همان‌گونه که پیشتر نیز ذکر شد، از آنجایی که تصمیم‌گیرنده به صورت ذهنی و کیفی مقادیر اهداف کوتاه‌مدت را بر مبنای شاخص‌ها ارائه می‌کند، لذا به دلیل زبانی بودن ماهیت این متغیرها می‌توان از رویکرد فازی برای مقداردهی آنها استفاده کرد. در این رویکرد، طیف ارزش‌گذاری هر شاخص، طیف ۵ نقطه‌ای لیکرت بوده و برای هر گزینه (کاملاً پائین، پائین، متوسط، بالا و بسیار بالا) یک تابع عضویت مثلثی در محدوده صفر تا ۱۰۰ تعریف شده است. به این‌ترتیب برای گزینه کاملاً پائین، عدد فازی (۰،۳۰،۶۰)، برای گزینه پائین، عدد

Archive of SID
www.SID.ir

فازی (۱۰،۴۰،۷۰)، برای گزینه متوسط، عدد فازی (۲۰،۵۰،۸۰)، برای گزینه بالا، عدد فازی (۳۰،۶۰،۹۰) و برای گزینه بسیار بالا، عدد فازی (۴۰،۷۰،۱۰۰) تعریف شده و تابع عضویت هر یک از این اعداد فازی در شکل ۲ رسم شده است.



شکل ۲: تابع عضویت مثلثی عدد فازی

پس از تعیین مقادیر فازی اهداف کوتاه‌مدت، برای راحتی محاسبات لازم است که کلیهٔ اعداد فازی به اعداد قطعی تبدیل یا اصلاحاً دیفازی شوند. برای دیفازی کردن مقادیر فازی از روش مرکز ناحیه استفاده شده است. رابطه (۳)، فرمول مرکز ناحیه را برای دیفازی کردن نشان می‌دهد (مؤمنی، ۱۳۸۵).

$$CA_{ij} = \frac{\left[\left(UE_{ij} - LE_{ij}\right) + \left(ME_{ij} - LE_{ij}\right)\right]}{3} + LE_{ij} \quad , \quad \forall i,j \qquad (۳$$

ارزیابی و اولویت‌بندی اهداف کوتاه‌مدت با رویکرد SAW: در این پژوهش، برای ارزیابی و اولویت‌بندی اهداف کوتاه‌مدت از روش SAW استفاده شده است. این روش یکی از قدیمی‌ترین روش‌های به‌کارگیری شده در رویکرد MADM است. در این روش، با داشتن بردار W (اوزان شاخص‌ها) و مقادیر بی‌مقیاس شده هر گزینه نسبت به هر شاخص (n_{ij}) می‌توان مناسب‌ترین گزینه (A^*) را با توجه به رابطه (۴) محاسبه کرد۱۲:

Archive of SID
www.SID.ir

$$A^* = \left\{ A_i \left| Max \sum_{j=1}^{n} n_{ij} w_j \right. \right\} \quad (۴$$

به عبارت دیگر، در این روش گزینه‌ای بهتر است که حاصل جمع مقادیر بی‌مقیاس شده وزنی آن ($\sum_{j=1}^{n} n_{ij} w_j$) از بقیه گزینه‌ها بیشتر باشد (مومنی، ۱۳۸۵). این روش نیاز به مقیاس‌های مشابه یا اندازه‌گیری‌های بی‌مقیاس شده دارد که بتوان گزینه‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد (اصغرپور، ۱۳۸۵).

برای بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری کمی دیفازی شده، از روش نورم[1] استفاده شده است. در این نوع بی‌مقیاس‌سازی، هر عنصر ماتریس تصمیم‌گیری (a_{ij})، بر مجموع مجذور مربعات عناصر هر ستون تقسیم می‌شود. فرمول این روش به صورت زیر است (مومنی، ۱۳۸۵):

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2} \quad (۵$$

یافته‌های تحقیق

پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی (رابطه۲) با نرم افزار WinQSB، اوزان شاخص‌های مورد نظر برای انتخاب اهداف کوتاه‌مدت به‌دست آمد، که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین، میزان تابع هدف (Z) نیز با توجه به محدودیت آخر که طی آن مجموع اوزان شاخص‌ها بایستی برابر با یک باشد، برابر با همین مقدار به‌دست آمد. همان‌گونه که در این جدول نیز مشخص است، شاخص مقبولیت هدف، نسبت به سایر شاخص‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است.

جدول ۲: اوزان شاخص‌های تأثیر گذار بر انتخاب اهداف کوتاه مدت

نام شاخص	هزینه	مدت زمان اجرا	تعداد کارکنان	سختی کار	مقبولیت هدف
نماد وزنی	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
مقدار وزنی	۰/۲۵۰	۰/۱۵۵	۰/۱۳۰	۰/۰۶۵	۰/۴۰۰

پس از تعیین مقدار اوزان شاخص‌ها، در مرحله بعدی هر یک از اهداف کوتاه‌مدت با توجه به

1. Norm

Archive of SID
www.SID.ir

شـــاخص‌های مذکور بر مبنای رویکرد فازی مقداردهی و ســـپس با استفاده از روش مرکز ناحیه (رابطه ۳) دیفازی شده‌اند. در جدول ۳، کلیهٔ مقادیر دیفازی شده، در ماتریس تصمیم‌گیری دیفازی شده نشان داده شده‌اند. در این ماتریس، مقادیر اهداف کوتاه‌مدت بر مبنای هر شاخص به صورت اعداد قطعی ارائه شده‌اند.

جدول ۳: ماتریس تصمیم‌گیری دیفازی شده

شاخص / گزینه	هزینه	مدت زمان اجرا	تعداد کارکنان	سختی کار	مقبولیت‌طرح
C_1	۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۶۰
C_2	۴۰	۴۰	۵۰	۵۰	۵۰
C_3	۴۰	۵۰	۶۰	۵۰	۶۰
C_4	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۵۰
C_5	۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	۶۰
C_6	۵۰	۵۰	۶۰	۶۰	۶۰
C_7	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۵۰
C_8	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۵۰
C_9	۶۰	۶۰	۵۰	۵۰	۵۰
C_{10}	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
C_{11}	۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	۵۰
C_{12}	۴۰	۵۰	۵۰	۴۰	۴۰
C_{13}	۵۰	۶۰	۵۰	۵۰	۵۰
C_{14}	۴۰	۵۰	۴۰	۶۰	۵۰
C_{15}	۵۰	۶۰	۶۰	۶۰	۴۰
C_{16}	۴۰	۵۰	۴۰	۴۰	۶۰

بـــا به‌دســـت آمدن ماتریس تصمیم‌گیری اهـــداف کوتاه‌مدت، در مرحله بعـــدی به ارزیابی و

Archive of SID
www.SID.ir

اولویت‌بندی این اهداف با اســتفاده از تکنیک SAW پرداخته شــد. در این پژوهش، پس از به دست آمدن ماتریس بی‌مقیاس شده و ضرب آن در اوزان شاخص‌ها، مقادیر $\sum_{j=1}^{n} n_{ij} w_j$ حاصل شد که اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس آن صورت گرفته است. اولویت هر یک از گزینه‌ها (اهداف کوتاه‌مدت) به منظور اجرا در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: اولویت انتخاب اهداف کوتاه‌مدت

گزینه (هدف کوتاه‌مدت)	میزان	اولویت انتخاب
C_1	۱۴,۶۶۴	۳
C_2	۱۰,۳۸۸	۱۳
C_3	۱۳,۸۵۱	۶
C_4	۱۵,۴۷۹	۱
C_5	۱۴,۰۳۰	۵
C_6	۱۵,۳۵۵	۲
C_7	۱۵,۴۷۹	۱
C_8	۹,۵۳۷	۱۴
C_9	۱۴,۴۳۹	۴
C_{10}	۱۲,۲۱۱	۱۰
C_{11}	۱۱,۹۲۶	۱۱
C_{12}	۹,۰۴۸	۱۵
C_{13}	۱۳,۰۲۶	۷
C_{14}	۱۰,۸۳۸	۱۲
C_{15}	۱۲,۳۴۴	۸
C_{16}	۱۲,۳۰۹	۹

همان‌گونه که در این جدول نیز مشــخص اســت، بر اســاس این روش اهــداف کوتاه‌مدت

Archive of SID
www.SID.ir

C_4 (ایجاد حفاظ‌های ایمنی و ضربه‌گیرهای مناسب و استاندارد در کنار و وسط جاده) و C_7 (ایجاد شیارهای لرزاننده یا اسکرید روی آسفالت جاده‌ها برای هشدار به رانندگان در معرض خواب‌آلودگی) هر دو در اولویت اول، C_6 (نصب دوربین‌های سرعت‌سنج در جاده‌ها) در اولویت دوم و C_1 (ایمن‌سازی تقاطع‌ها با نصب تابلوها، چراغ‌ها و علائم کافی) در اولویت سوم برای اجرایی شدن قرار دارند.

نتیجه‌گیری

توجه به مدیریت ایمنی جاده یکی از عواملی است که نقش مؤثری در کاهش تصادفات جاده‌ای و پیامدهای ناشی از آن دارد. راهبرد تقویت ایمنی جاده از جمله راهکارهایی است که بدین منظور تدوین می‌شود و برای اجرایی کردن آن لازم است اهداف کوتاه‌مدتی در راستای این راهبرد تعریف و مهم‌ترین آنها انتخاب و اجرا شوند.

در همین راستا، بیست و چهار هدف کوتاه‌مدت به منظور اجرایی کردن این راهبرد مطرح شد که با توجه به پنج شاخص با هم مقایسه و ارزیابی شدند. در این پژوهش از رویکرد برنامه‌ریزی خطی به‌منظور تعیین اوزان شاخص‌ها، از رویکرد فازی به منظور مقداردهی اهداف کوتاه‌مدت و از رویکرد SAW به منظور اولویت‌بندی این اهداف استفاده شده است. بعد از به کارگیری رویکرد برنامه‌ریزی خطی مشخص شد که شاخص مقبولیت هدف، مهم‌ترین شاخص تأثیرگذار بر انتخاب اهداف می‌باشد. همچنین با به‌کارگیری رویکرد SAW مشخص شد که اهدافی نظیر ایجاد حفاظ‌های ایمنی و ضربه‌گیرهای مناسب و استاندارد در کنار و وسط جاده، ایجاد شیارهای لرزاننده یا اسکرید روی آسفالت جاده‌ها برای هشدار به رانندگان در معرض خواب‌آلودگی، نصب دوربین‌های سرعت‌سنج در جاده‌ها و ایمن‌سازی تقاطع‌ها با نصب تابلوها، چراغ‌ها و علائم کافی، با توجه به شاخص‌های مطرح شده در اولویت اجرا قرار دارند.

در این پژوهش، تنها از نظرات یک کارشناس برای نشان دادن قابلیت‌های مدل مطرح شده در راستای اولویت‌بندی اهداف کوتاه‌مدت استفاده شده است. بدیهی است در پژوهش‌های بعدی با بهره‌گیری از نظرات تعداد بیشتری از کارشناسان می‌توان به نتایج قابل اطمینان‌تری در خصوص

Archive of SID
www.SID.ir

اولویت این اهداف رسید. همچنین، می‌توان با توجه به شرایط جدید، اهداف دیگری را نیز مطرح کرد، روش فعلی را توسعه داده یا از روش‌های دیگری نیز در راستای هدف پژوهش استفاده کرد.

پیشنهادها

به طور کلی، با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهادهای زیر در راستای اجرای راهبرد تقویت ایمنی جاده‌ها در اولویت قرار دارند:

- ایجاد و اصلاح حفاظ‌های ایمنی و ضربه‌گیرهای مناسب و استاندارد در کنار و وسط جاده.
- ایجاد شیارهای لرزاننده یا اسکرید روی آسفالت جاده‌ها برای هشدار به رانندگان در معرض خواب‌آلودگی.
- نصب دوربین‌های سرعت‌سنج در جاده‌ها.
- ایمن‌سازی تقاطع‌ها با نصب تابلوها، چراغ‌ها و علائم کافی.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- اصغرپور، محمد جواد، (۱۳۸۵). تصمیم‌گیری‌های چند معیاره. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- مومنی، منصور، (۱۳۸۵). مباحث نوین تحقیق در عملیات. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- مهرگان، محمد رضا، (۱۳۸۱). پژوهش عملیاتی (برنامه ریزی خطی و کاربردهای آن). تهران: نشر کتاب دانشگاهی: مرکز خدمات فرهنگی سالکان.
- Corben, B.F., Logan, D.B., Fanciulli, L., Farley, R., Cameron, I. (2010), Strengthening road safety strategy development 'towards zero' 2008–2020 –Western Australia's experience scientific research on road safety management SWOV workshop 16 and 17 November 2009, Safety Science, Vol.48, pp.1085–1097.
- Elvik, R., (2003). How would setting policy priorities according to costbenefit analyses affect the provision of road safety?. Accident Analysis and Prevention, Vol.35, pp.557-570.
- Elvik, R. (2010), Strengthening incentives for efficient road safety policy priorities: The roles of cost–benefit analysis and road pricing, Safety Science, Vol.48, pp.1189–1196.
- Kulkarni, R.B., Burns, R.L., Wright, J., Apper, B., Baily, T.O., Noack, S.T., (1993). Decision analysis of alternative highway alignments. Transport Engineering. Vol.119 (3), pp.317–332.
- Miaou, S.P., Song, J.J., (2005). Bayesian ranking of sites for engineering safety improvements: Decision parameter, treatability concept, statistical criterion, and spatial dependence. Accident Analysis and Prevention. Vol.37, pp.699-720.
- Naghavi, M., Shahraz, S., Bhalla, K., Jafari, N., Pourmalek, F., Bartels, D., Puthenpurakal, J.A., Motlagh, M.A., (2009). Adverse health outcomes of road traffic injuries in Iran after rapid motorization. J. Arch Iranian Med. Vol.12 (3), pp. 294–284.

Archive of SID

www.SID.ir

- Saaty, T.L., (1995). Transport planning with multiple criteria: the analytic hierarchy process applications and progress review. Journal of Advanced Transport. Vol.29, pp.81–126.
- Tabucanon, M.T., Lee, H.M., (1995). Multiple criteria evaluation of transportation system improvement projects: the case of Korea. Journal of Advanced Transport.Vol.29, pp.127–143.
- Tsamboulas, D.T., Yiotis, G.S., Panou, K.D., (1999). Use of multicriteria methods for assessment of transport projects. Transport Engineering, Vol.125 (5), pp.407–414.
- Wesemann, P., Norden, Y.N., Stipdonk, H. (2010). An outlook on Dutch road safety in 2020; future developments of exposure, crashes and policy, Safety Science, Vol.48 , pp. 1098–1105.
- Xiancai, J., Yulong, P. (2007). Analysis of the Characters and Strategies of Road Transportation Safety in the Cold Region of China, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Vol. 7, Issue 4, Online English edition of the Chinese language journal.

Archive of SID

www.SID.ir