رتبه‌بندی پروژه‌های هوشمندسازی حمل‌ونقل جاده‌ای بر حسب زمان اجرا، هزینه و سهولت اجرا با استفاده از الگوی شباهت به گزینه ایده‌آل

مقاله علمی ـ پژوهشی

محمدرضا احدی، دانشیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
علی نادران، استادیار، دانشکده عمران، دانشکده فنی- مهندسی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
رسول ذبیحیان*، دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بین‌المللی کیش، کیش، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:rasool.zabihian@yahoo.com

دریافت: ۱٤۰۳/۰٤/۰۱- پذیرش: ۱٤۰۳/۱۱/۰۱
صفحه ۲۸۰-۲٦۹

چکیده

هدف این تحقیق رتبه‌بندی پروژه‌های هوشمند سازی حمل‌ونقل جاده‌ای بر حسب زمان اجرا، هزینه و سهولت اجرا با استفاده از الگوی شباهت به گزینه ایده آل می‌باشد. در این تحقیق تجربیات سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در کشورهای دیگر و همچنین نحوه به‌کارگیری و پروژه‌های قابل اجرا در محورهای برون‌شهری سایر کشورها مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا با توجه به روش‌های پیشنهادی و نیازسنجی امکان به‌کارگیری پروژه‌های مختلف سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در یک کریدور اصلی کشور (تهران- بندر امام خمینی (ره)) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور اینکه رتبه اجرایی پروژه‌ها مشخص شود از روش شباهت به گزینه ایده‌آل استفاده شد و با توجه به وجود ۱۲ پروژه و ۳ معیار اصلی مدت زمان انجام پروژه، سهولت اجرا و هزینه و منافع رتبه‌بندی انجام پذیرفت. برخی از نتایجی که در این تحقیق حاصل گردید عبارتنداز: بر اساس الگوی ارایه شده مهمترین اولویت در محورهای موجود موضوع سرعت منطقه ای بود که در نتیجه تابلوهای پیام متغیر سرعت دارای بیشترین امتیاز و نزدیک‌ترین گزینه به ایده‌آل شد. علاوه بر سرعت منطقه ای دوربینهای کنترل سرعت در کل محورهای دارای رتبه سوم شد و این نشان از اهمیت کنترل و مدیریت سرعت در کریدورهای اصلی کشور را دارد. اطلاع رسانی و ارایه اطلاعات اصلی ترافیکی و حوادث در طول کریدور دارای رتبه دوم است و باید به این موضوع در همه محورها توجه شود. با توجه به نقطه ای بودن و مقطعی بودن مشکلات آب و هوایی در طول کل کریدور امتیاز مربوط به این سیستم‌ها کمتر از سایر پروژه‌ها گردید. به‌کارگیری سیتم‌های اخذ عوارض به صورت الکترونیکی در بخشهای آزادراهی و بزرگراهی دارای اهمیت بالایی می‌باشد. پروژه نظارت تصویری پس از سرعت و اطلاع رسانی اولویت بعدی را در طول کریدور کسب نمود.

واژه‌های کلیدی: الگوی شباهت به گزینه ایده‌آل، رتبه‌بندی پروژه، هوشمند سازی حمل‌ونقل

۱- مقدمه

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند یکی از دستاوردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در حمل‌ونقل است. به‌کارگیری سیستم‌های هوشمند در حمل‌ونقل به عنوان یکی از مهمترین نیازهای بشر در برنامه‌ریزی کلان کشور مورد توجه ویژه می‌باشد. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند راهکارهای بسیاری را برای حل برخی از مشکلات پیچیده حمل‌ونقل ارائه می‌دهند. استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند امکان بهبود جریان ترافیک را از طریق کاهش تراکم، بهبود کیفیت هوا، کاهش تأخیر در سفر و افزایش ایمنی فراهم می‌کند (سیادت موسوی، ۱۳۸۹). فناوری‌های مختلفی از سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در موارد مختلفی کاربرد دارد. از سیستم‌های اولیه‌ای مانند هدایت خودرو و سیستم کنترل چراغ‌های راهنمایی، تابلوهای اعلان ترافیک، دوربین

سرعت سنج و سیستم خودکار شناسایی شماره خودرو گرفته تا سیستمهای پیشرفته و پیچیده تری که به طور همزمان اطلاعات متفاوتی را از منابع متفاوت یکپارچه می‌کند. اطلاعاتی مانند وضع آب و هوا، وضعیت ترافیک، وضعیت جاده و ... (Barth, 2000). علاوه بر فناوری‌های موجود این سیستم‌ها لزوم ارتباط بین آن‌ها و همچنین نحوه ارتباطات آن‌ها بسیار حایز اهمیت می‌باشد و در مجموعه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به این نکته توجه می‌شود. از اولین سیگنال‌ها و فناوری‌ها برای اجرا و تا مساله تعمیر و نگهداری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند دارای برنامه‌های مدون و منظم در کشورهای مختلف می‌باشد (Shojarazavi, et al. 2023 ؛Spadafora, 2010).

با توجه به پیشرفت‌های شگرف جهانی در زمینه تجهیزات هشداردهنده و کنترل کننده هوشمند و اثربخشی آن ها، نیاز به نصب و راه اندازی این تجهیزات در کشور امری ضروری است. سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند علاوه بر اینکه درجهت جابجایی ایمن و موثر تمام کاربران سامانه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای عمل می‌نمایند، موجب ایجاد اطلاعات همزمان ترافیکی می‌شوند که بسیاری از سایر سامانه مدیریت ترافیک از آن بهره‌برداری می‌نمایند. انجمن‌ها و موسسات مرتبط با سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در کشورهای مختلف به طبقه‌بندی‌های مختلفی در خصوص این سامانه‌ها رسیده‌اند که با در نظر داشتن شرایط کشور ایران و تناسب پروژه‌ها و ارتباط با مباحث ایمنی، زیست‌محیطی و کاهش مصرف سوخت، تعدادی از پروژه‌ها به عنوان گزینه‌های موجود در هوشمند سازی کریدورهای اصلی کشورمطرح شده‌اند.

برخی از پروژه‌های منتخب عبارتنداز:

-سیستم اخذ عوارض الکترونیک؛

-دوربین‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک؛

-دوربین‌های نظارت تصویری؛

-تابلوهای سرعت مجاز متغیر؛

-تابلوهای پیام نمای متغیر؛

-سیستم‌های پیشگیری از یخ‌زدگی؛

-سیستم‌های اطلاع رسانی آب و هوای جاده‌ای؛

-سیستم مکان‌یاب وسایل نقلیه؛

-سیستم ترددشمار؛

-سیستم توزین در حال حرکت و سیستم تشخیص خودکار حادثه.

از سوی دیگر اجرای پروژه‌ها و استفاده از این تجهیزات با توجه به هزینه‌های نسبتا بالای آن ها، باید به نحوی رتبه‌بندی گردند و تمامی معیارهای اصلی در رتبه‌بندی آن‌ها در نظر گرفته شود تا بیشترین اثربخشی حاصل شود. دراین مقاله از روش تصمیم گیری چندمعیاره که الگوریتم آن در برنامه فرترن کدنویسی شده است، برای اولویت بندی تجهیزات هوشمندحمل‌ونقل جاده‌ای در کریدور موردنظر استفاده شدهاست. واژهTOPSIS به معنی روش‌های ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده‌آل است.

۲- پیشینه تحقیق

با افزایش سریع تکنولوژی و رشد روز افزون اقتصاد کشورها به تبع آن حمل‌ونقل نیز راه توسعه را می‌پیماید و یکی از ملزومات توسعه حمل‌ونقل به‌کارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌باشد (An, 2011). سامانه‌های هوشمندحمل ونقل (ITS) اصطلاحی کلی برای کاربرد ترکیبی فناوریهای ارتباطات، کنترل و پردازش اطلاعات برای سیستم حمل‌ونقل است. استفاده ازآن باعث نجات جان انسان ها، صرفه جویی در زمان، پول، انرژی و منافع زیست محیطی می گردد. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند تمام شیوه‌های حمل‌ونقلی را دربرمی‌گیرد و تمامی عناصر سیستم حمل‌ونقل مانند وسیله نقلیه، زیرساخت و راننده یا کاربر را موردبررسی قرار می‌دهد. وظیفه کلی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند بهبود تصمیم گیری اغلب به صورت به هنگام برای کنترل کننده‌های شبکه حمل‌ونقل و دیگرکاربران ودرنتیجه بهبودکاربردکلی سیستم حمل‌ونقل است. (piarc, 2004) از اهداف اصلی سیستم‌های هوشمند می‌توان به افزایش ایمنی، افزایش قابلیت جابه‌جایی و کارایی سیستم حمل‌ونقل اشاره کرد. برای این منظور این سیستم‌ها به سه دسته کلی شامل سیستم‌های وسایل نقلیه، سیستم‌های مدیریت ترافیک و سیستم‌های اطلاعات سفر طبقه‌بندی می‌شوند. خدمات کاربر ارائه شده توسط سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند شامل مدیریت تقاضا و دسترسی، کنترل و مدیریت ترافیک، اطلاعات ترافیک و سفر، سیستم‌های کمک به راننده، مدیریت ناوگان، سیستم‌های اضطراری و ایمنی می‌باشند (Barth, 2015).

بر اساس سند سیستم‌های هوشمند ایالات متحده، سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند برون‌شهری در جستجوی برنامه‌ای در جهت رضایت مردم و سایر کاربران در بخش‌های

دیگر می‌باشد تا تسهیلات ایمنی و دسترسی به خدمات حمل‌ونقل را در مناطق برون‌شهری بهبود بخشد. چالشهای مهم پیش‌رو در زمینه ارائه خدمات حمل‌ونقلی در مناطق برون‌شهری یا ایالتی، اختلاف شرایط در سفرهای برون‌شهری و اختلاف طبقاتی مسافران و نیازمندی‌های آنها می‌باشد. پروژه‌های سیستم‌های هوشمند در ایالت‌های مختلف آمریکا به صورت گسترده و مختلف اجرا شده است(Inac, 2022).

یکی از پروژه‌های مهم سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند طرح استراتژیک و تجاری یکپارچه‌سازی زیرساخت خودرو ایالت میشیگان بود که این پروژه مبنایی برای فعالیت‌های دپارتمان حمل‌ونقل میشیگان در زمینه سامانه‌های ارتباطی بی‌سیم خودروها- که یکی از کاربردهای مهم و در حال توسعه ITS است- فراهم نموده و شامل چشم انداز، ماموریت و اهدافی است که این ایالت به منظور همکاری با سازمان‌های کلیدی در این زمینه دنبال می‌کند و امکان مدیریت –درسطح ایالت و ملی- را برای تحقیق، راه‌اندازی و توسعه یکپارچه‌سازی زیرساخت خودرو (VII) فراهم می‌نماید. (Biswas, 2006)

حمل‌ونقل بین شهری یکی از کاربردهای مهم سیستمهای حمل‌ونقل هوشمند است که هم در حوزه درون شهری و هم در حوزه برون‌شهری مورد استفاده قرار می‌گبرد. در سالهای اخیر با پیشرفت و توسعه سیستم‌های wi-fi، اطلاعات موقعیت مکانی و GPRS برنامه‌ریز این پروژه توسعه بیشتری نیز پیدا کرده است (Malik, 2014).

از معتبرترین پروژه‌ها و فناوری‌های سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند که دارای قدمت طولانی است بکارگیری انواع دوربین‌های کنترل سرعت عملکردی و همچنین دوربینهای تعیین سرعت متوسط می‌باشد. در این راستا علاوه بر بکارگیری این دوربینها از سامانه‌های پویای اخطاری و همچنین بهره‌گیری از حدود متغیر سرعت، اخطاردهی سرعت برای جلوگیری از تجاوز از سرعت مجاز، اخطاردهی در مورد کاهش سرعت در قبال وجود اختلاف سرعت در مناطق پایین دست و سایر امکانات در کشورهای مختلف بکارگرفته می‌شود (Montella, 2014).

امروزه باتوجه به محدودیت منابع و نامحدودبودن نیازهای موجود کشور، بحث پردازش داده‌ها و اولویت بندی پروژها دارای اهمیت فراوانی است. در کشور ما تحقیقات وسیعی در زمینه تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند صورت گرفته است ولی به صورت تک تک ومجزا، درحالی که نیاز به یک رویکرد کلی و مجموعه‌ای برای اولویت بندی و انتخاب این تجهیزات ضروریست (روانشادنیا، ۱۳۹۳). در اجرای پروژه‌های حمل‌ونقل هوشمند در یک کریدور که نیازمند هماهنگ سازی بین بخش‌های مختلف وجود دارد، به منظور در اولویت قرار دادن پروژه‌های با اهمیت و کارایی بیشتر با توجه به محدودیت‌های اجرایی، مالی، زمانی و ... نیاز به ارزیابی هر یک از پروژه‌ها از لحاظ شاخص‌های موردنظر و امتیاز دهی به آن‌ها می‌باشد. طبیبی درمقاله خود با به کارگیری روشی گام به گام به انتخاب نوع و محل مناسب برای نصب سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در محورقزوین -رشت پرداخته است (طبیبی، ۱۳۸٤). دراین مقاله انتخاب تجهیزات سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مبتنی برچهار رویکرد انتخاب مبتنی بر نوع حادثه، انتخاب مبتنی بر پارامترهای جاده، انتخاب مبتنی بردیدگاه تعاملی(توزیع حوادث و تلفات عابرین پیاده) و انتخاب مبتنی بردیدگاه شرایط آب و هوایی است.

۳- روش انجام مطالعه

هوشمند سازی محورهای کشور با اجرای پروژه‌ها و نصب تجهیزات و تعمیر و نگهداری آن‌ها انجام می‌پذیرد. بدین‌ترتیب لازم است مطابق با نیازهای هر محور سیستم‌های پیشنهادی در قالب پروژه‌های اجرایی در آن‌ها پیاده‌سازی گردند. سیستم‌ها در قالب پروژه‌های اجرایی قابلیت عملکرد در محورها را پیدا می‌کنند. به همین دلیل تعدادی از پروژه‌هایی که قابلیت اجرا در سطح معابر را دارند با توجه به نیازها و امکانات محور در زیر آورده شده‌اند. پروژه‌های مختلفی در این زمینه در حال اجرا هستند. برای انجام این تحقیق، پروژه‌های هوشمند سازی حمل‌ونقل جاده‌ای بر اساس معیارهای زیر انتخاب شدند:

۱. **تاثیر اجتماعی و اقتصادی**: پروژه‌هایی که به وضوح تأثیر مثبت بر جامعه و اقتصاد دارند، مورد توجه قرار گرفتند.

۲. **نوآوری و استفاده از فناوری‌های روز**: پروژه‌هایی که از فناوری‌های نوآورانه و سیستم‌های هوشمند به‌روز استفاده می‌کنند، انتخاب شدند.

۳. **تجربه موفق در کشورهای دیگر**: پروژه‌هایی که در کشورهای مختلف با موفقیت پیاده‌سازی شده بودند و نتایج

مثبتی به همراه داشتند، به عنوان مدل‌های قابل بررسی در این پژوهش انتخاب شدند.

٤. **تنوع جغرافیایی**: برای بررسی پروژه‌ها از کشورهای مختلف و با شرایط جغرافیایی متفاوت، پروژه‌هایی با ویژگی‌های متنوع انتخاب شدند.

بررسی مقالات و گزارش‌های موجود در زمینه هوشمند سازی حمل‌ونقل جاده‌ای به شناسایی پروژه‌های موفق انجامید. برخی پروژه‌ها به‌صورت موردی بررسی و تحلیل شدند تا مشخص شود که در کدامیک از جنبه‌های زمان، هزینه و سهولت اجرا بهتر عمل کرده‌اند. در نتیجه، با جمع‌آوری و بررسی پروژه‌های هوشمند سازی حمل‌ونقل جاده‌ای، امکان رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از الگوی شباهت به گزینه ایده‌آل فراهم شد. این مدل به تصویری واضح و کارآمد از بهترین گزینه‌ها بر اساس معیارهای زمان اجرا، هزینه و سهولت اجرا کمک می‌کند و می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان در انتخاب پروژه‌های مناسب راهنمایی کند. استفاده از این رویکرد می‌تواند دستاوردهای زیادی در بهبود عملکرد سیستم‌های حمل‌ونقل و کاهش هزینه‌ها و زمان‌های اجرایی داشته باشد و در نهایت به بهبود کیفیت زندگی شهری و کاهش مشکلات ترافیکی کمک کند.

موضوع اولویت‌بندی پروژه‌ها، به دلیل محدودیت منابع که مهمترین آن منابع مالی، نیروی انسانی، تجهیزات و زمان است، ضروری می‌باشد. به‌طور کلی سازمان‌ها برای بقا در بازارهای تجاری، چشم‌انداز و اهداف بلند مدت خود را در قالب انتخاب درست پروژه‌ها و اجرای مؤثر آنها دنبال می‌کنند، بنابراین انتخاب پروژه در سازمان‌های پروژه محور یک تصمیم حیاتی و دینامیک است. در روش TOPSIS، m گزینه به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شود. منطق اصولی این مدل راه‌حل ایده‌آل (مثبت) و راه‌حل ایده‌آل منفی را تعریف می‌کند. راه حل ایده آل (مثبت) راه حلی است که معیار سود را افزایش و معیار هزینه را کاهش می‌دهد. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل و در عین حال دورترین فاصله از راه حل ایده‌آل منفی دارد. به عبارتی در رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش TOPSIS گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه‌حل ایده آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب می‌کنند.در روش تاپسیس ماتریس m×n که دارای mگزینه و nمعیار است، ارزیابی می‌گردد. در این الگوریتم فرض می‌شود هر شاخص و معیار در ماتریستصمیم‌گیری، دارای مطلوبیت افزایشی و یا کاهشی یکنواخت است.

به منظور اولویت‌بندی با روش تاپسیس در ابتدا لازم است ماتریس داده‌ها بر اساس n شاخص و m گزینه تشکیل شده و پس از استاندارد نمودن داده‌ها ماتریس استاندارد گردد، در واقع داده‌ها بی‌مقیاس می‌گردند.در مرحله بعدی وزن هر یک از شاخص‌ها تعیین می‌شود. کارایی این مرحله زمانی است که شاخص‌های گزینه‌ها دارای وزن نباشند و نیاز باشد با توجه به داده‌ها، اوزان شاخص‌ها تعیین شوند. برای این منظور از تکنیک آنتروپی شانون می‌توان برای وزن دهی به شاخص استفاده نمود. اساس این روش بر این پایه استوار است که هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد، آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است.در مرحله بعد فاصله iامین گزینه از گزینه ایده آل (بالاترین عملکرد هر شاخص) و نیز پائین‌ترین عملکرد نیز مشخص شده و معیار فاصله برای گزینه ایده‌آل و گزینه حداقل مشخص می‌شود. در مرحله بعد ضریب تعیین شده و با توجه به ضریب رتبه بندی گزینه‌ها به شکل عددی بینصفر و یک تعیین می‌گردد. هر چه مقدار این عدد بزرگتر باشد، رتبه بالاتری به این گزینه اعطا می‌گردد (اصغرپور، ۱۳۹۰). در مطالعه پیش‌رو اولویت‌بندی پروژه‌ها با توجه به معیارهای زمان اجرا، نسبت منافع استحصال‌شده به هزینه‌های صرف شده و نیز سهولت اجرا صورت پذیرفته و در نهایت نیز با استفاده از نرم‌افزار، اولویت‌بندی کلی پروژه‌ها با درنظر گرفتن هرسه معیار انجام می‌گیرد.در ادامه به معرفی مهمترین پروژه‌های پیشنهادی در قطعات مورد مطالعه پرداخته می‌شود.

۳-۱- تعریف پروژه‌ها

۳-۱-۱ سیستم صدور وضعیت بر خط(مدیریت حمل‌ونقل همگانی) در کل محور

صورت وضعیت، سند حمل مسافر است که بصورت جاده‌ای از مبداء شهر یا شهرستان به مقصدی که می‌تواند شهر یا شهرستان درون یا برون کشوری باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد و در پروژه برخط‌سازی در واقع مندرجات این سند در لحظه صدور توسط وب سرویس‌های سازمان دریافت می‌گردد. به علت استقبال زیاد کاربران راه از حمل‌ونقل همگانی و در جهت نظم و ترتیب دادن بیشتر به روند جابجایی مسافر در کشور، این سیستم برای سفرهای برون‌شهری توصیه می‌گردد. لذا استفاده از این سیستم در کلیه محورهای مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد.

۳-۱-۲- سیستم اخذ عوارض الکترونیک در محور خرم‌آباد-اندیمشک

با توجه به اینکه در محورهای خرم‌آباد-اندیمشک فرآیند أخذ عوارض به شکل سنتی انجام می‌پذیرد، لذا لازم است در این محورها سیستم دریافت عوارض به سیستم اخذ عوارض الکترونیکی تبدیل گردد. همچنین با توجه به اینکه در محورهای تهران-قم و اهواز - بندر امام خمینی (ره) عوارض به صورت الکترونیکی دریافت می‌گردد، لذا توصیه می‌گردد برای بهبود و تسریع فرآیند أخذ الکترونیکی عوارض، در این محورها سیستم اخذ عوارض انجام پذیرد.

۳-۱-۳- دوربین‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک در کل محورها

دوربین‌های نوین قادرندبه طور همزمان با ثبت پلاک خودروهایی که از مقابل آنها عبور می‌کنند. خودروهایی که سرعت آنها از حد مجاز فراتر می‌باشد را به مرکز پلیس گزارش نمایند.راه‌اندازی چنین دوربین‌هایی برای کلیه محورهای مورد مطالعه توصیه می‌گردد.

۳-۱-٤- دوربین‌های نظارت تصویری در کل محورها

دوربین‌های نظارت تصویری به علت کاربرد بالا در مدیریت ترافیک، مدیریت بحران و کلیه مواردی که به نحوی در کنترل شرایط ترافیک دارای اهمیت هستند، ضروری است. لذا نصب و راه‌اندازی آنها در کلیه محورهای مورد مطالعه توصیه می‌گردد.

۳-۱-۵- تابلوهای سرعت مجاز متغیر در کل محورها

با توجه به اینکه امکان تغییرات سرعت وسایل نقلیه و فراتر رفتن سرعت از حد مجاز، توسط رانندگان وسایل نقلیه در محورها وجود دارد. لذا وجود تابلوهای سرعت مجاز در محورهای مورد مطالعه به جهت اطلاع رسانی سرعت قابل قبولبه رانندگان وسایل نقلیه ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه در شرایط آب و هوایی و ترافیک مختلف سرعت عملکردی معبر تغییر می‌کند لذا نصب و راه‌اندازی تابلوهای سرعت مجاز در محورهای مورد مطالعه توصیه می‌گردد.

۳-۱-٦ تابلوهای پیام نمای متغیر در کل محورها

تابلوهای پیام‌نمای متغیر به عنوان موثرترین ابزار اطلاع رسانی به رانندگان مورداستفاده قرارمی‌گیرندکه با پیشرفت و توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند از اهمیت و کاربرد ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. از آنجائی که این تابلوها دارای قابلیت اتصال به سنسورهای ترافیکی از قبیل ترددشمارها، دوربین‌ها و ایستگاه‌های هواشناسی و مرکز مدیریت سیستم‌ها می‌باشندکه پیام‌هایی ازقبیل وضعیت ترافیک پیش‌رومسیرهای جایگزین، برخی ازمحدودیت‌های تردد در زمانهای خاص، شرایط جوی و ... رابه اطلاع رانندگان می‌رساند. از این رو نصب و راه‌اندازی این تابلوها در کلیه محورهای مورد مطالعه ضروری می‌باشد.

۳-۱-۷- سیستم‌های پیشگیری از یخ‌زدگی در محورهای سلفچگان-اراک و اراک-بروجرد و بروجرد – خرم‌آباد

سیستم پیشگیری از یخ‌زدگی به عنوان زیرمجموعه‌ی خدمات کاربر ساخت و تعمیر و نگهداری به‌شمار می‌آید. کلیه محورهای مورد مطالعه در معرض یخ‌زدگی نبوده و به همین دلیل نصب و راه‌اندازی این سیستم فقط برای محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد و بروجرد – خرم‌آباد که در معرض خطر یخ‌زدگی قرار دارند توصیه می‌گردد.

۳-۱-۸- سیستم‌های اطلاع رسانی آب و هوای جاده‌ای در محورهای بروجرد- خرم‌آباد، خرم‌آباد- اندیمشک و اهواز- بندر امام خمینی (ره)

سیستم اطلاع رسانی آب و هوایی جاده‌ای اهمیت بسیار بالایی در وضعیت ترافیکی جاده‌ها و نیز در فرآیندساخت و تعمیر و نگهداری محورها بر عهده دارد. به همین دلیل ضرورت راه‌اندازی این سیستم در تمامی محورهای کشور احساس می‌شود. در ارتباط با محورهای مورد مطالعه راه‌اندازی سیستم در اکثر محورها راه‌اندازی شده و تنها در محورهای بروجرد-خرم‌آباد، خرم‌آباد-اندیمشک و اهواز-بندر امام خمینی (ره) وجود نداشته و لزوم بهره‌برداری هرچه سریعتر از این سیستم در این محورها احساس می‌شود.

۳-۱-۹ سیستم مکان‌یاب وسایل نقلیه در کل خودروهای همگانی در حال تردد در محور

سیستم ردیابی متحرک درون خودرویی ازدو بخش نرم افزاری و سخت افزاری تشکیل شده است. بخش نرم افزاری این سیستم در مرکز نصب شده و شامل نمایشگر نقشه و مسیر، سیستم مدیریت فراخوانی متحرک‌ها و سیستم ناوبری می‌باشد. بخش سخت افزاری سیستم نیز شامل بخش ردیاب بوده که با استفاده از یک بستر انتقال اطلاعات مانند سرویس‌های رادیویی جیبی کلی امکان تبادل اطلاعات و فرامین مابین مرکز و ارکان مختلف را فراهم می سازد. به دلیل اهمیت بالای این سیستم در خدمات کاربر حمل‌ونقل همگانی توصیه به نصب و راه‌اندازی این سیستم در تمامی خودروهای همگانی در کلیه محورهای مورد مطالعه می‌گردد.

۳-۱-۱۰- سیستم ترددشمار در تمامی محورها

دستگاه‌های ترددشمار به منظور اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی مانند تعداد خودروهای عبوری در هر کلاس (سواری، کامیونت، کامیون، اتوبوس و تریلی)، سرعت متوسط خودروها، تعداد تخلفات و ... در مقاطع مهم و حساس راه‌ها وجاده‌ها نصب می‌شوند. در محورهای کشور، از دستگاه‌های ترددشمار مجهز به سیستم انتقال برخط اطلاعات از طریق GPRS استفاده شده است. دستگاه‌های ترددشمار اطلاعات مربوط به تاریخ، زمان، شماره خط عبوری، سرعت و کلاسخودروهای عبوری را ثبت نموده و خلاصه اطلاعات تردد در بازه مشخص قابل تعریف (بطور مثال ۱۵ دقیقه) را از طریق سیستم انتقال GPRS به سرور مرکزی ارسال می‌نمایند. اطلاعات ارسالی از کلیه دستگاه‌های ترددشمار در یک بانک اطلاعاتی در سرور ذخیره می‌شوند. نرم‌افزار Client ارائه شده در این پروژه امکان ارتباط با سرور و دریافت اطلاعات و گزارش‌گیری بر روی اطلاعات را دارد. با توجه به اهمیت مطالب بالا، در صورت عدم نصب و اجرای این سیستم در هر یک از محورهای مورد مطالعه توصیه به نصب و راه‌اندازی آن می‌گردد.

۳-۱-۱۱ سیستم توزین در حال حرکت در محورهای سلفچگان- اراک، اراک- بروجرد، بروجرد- خرم‌آباد، خرم‌آباد- اندیمشک و اهواز- بندر امام

از آنجا که جمع آوری اطلاعات ترافیکی کاربردهای بسیار زیادی در برنامه ریزی، طراحی، نگهداری و تعمیر و مدیریت راه‌ها دارد، سیستم‌های توزین در حال حرکت با هدف مدیریت، جمع آوری و تحلیل اطلاعات ترافیکی و کاهش هزینه‌های مربوط به تخریب بدنه راه در اثر عبور بارهای خارج از محدوده و بی‌قانونی و تسریع در مراحل اعمال قانون و افزایش ضریب ایمنی عبور وسایل نقلیه به کار گرفته می‌شوند. روش جدید توزین وسایل نقلیه به علت کاهش نیاز به پرسنل و کارکنان می‌تواند در تمامی ساعات شبانه روز فعال باشد. این سیستم در بعضی از محورهای مورد مطالعه مورد بهره‌برداری قرار گرفته ولی برخی از محورها مانند محورهای اراک-بروجرد، بروجرد- خرم‌آباد و خرم‌آباد-اندیمشک مجهز به این سیستم نبوده که توصیه می‌گردد در این محورها نیز نصب و راه‌اندازی گردد.

۳-۱-۱۲- سیستم تشخیص خودکار حادثه

در سیستم تشخیص خودکار سانحه، هر گونه رفتار غیر عادی ترافیکی که یک سانحه و یا حادثه محسوب می‌شود توسط سیستم تشخیص داده می‌شود. به محض اینکه سیستم سانحه‌ای را تشخیص بدهد محل رخداد را در تصویر منطقه شناسایی شده به نحوی مشخص می‌نماید. سیستم قادر خواهد بود هشداری برای اپراتور ارسال کرده و مطابق با دستورالعمل برنامه، تصویر مدتی قبل و بعد ازسانحه ضبط گردد. همچنین اطلاعات موردنظر در بانک اطلاعاتی سیستم ذخیره شده که کاربر سیستم قادر خواهد بود از تمامی این اطلاعات ذخیره شده استفاده کند. همان‌گونه که ذکر گردید سیستم تشخیص خودکار حادثه زیرمجموعه‌ی خدمات کاربر مدیریت بحران به‌شمار می‌آید. با توجه به نوین بودن این سیستم در کشور و نیز به دلیل کارایی بالا و اهمیت زیاد توصیه می‌گردد در تمامی محورهای مورد مطالعه از این سیستم استفاده گردد.

٤- الگوی اولویت‌بندی اجرای پروژه‌ها و نتایج تحلیل‌ها

در مطالعه پیش‌رو اولویت‌بندی پروژه‌ها با توجه به معیارهای زمان اجرا، نسبت منافع استحصال‌شده به هزینه‌های صرف شده و نیز سهولت اجرا صورت گرفته است. در این بخش داده‌های موردنیاز جهت تحلیل هر یک از معیارها به صورت مجزا ارائه شده است.

٤-۱- زمان اجرا

در جلسات برگزار شده با نهادهای مطالعاتی و اجرایی فعال در زمینه هوشمند سازی جاده‌های کشور، اطلاعاتی در خصوص نحوه اجرا و حداقل زمان مورد نیاز آن أخذ گردید. در همین راستا نیز با استناد به مطالعات و تجربیات پیشین، اطلاعاتی در خصوص زمان بهینه اجرا و دوره تضمین پروژه احصاء گردید. نتایج مطالعات به شرح جدول ۱ گزارش می‌شود. در جدول ۱ مشخص می‌شود سریعترین فرآیند نصب و بهره‌برداری مربوط به راه‌اندازی دوربین‌های نظارت تصویری و دوربین‌های کنترل سرعت و ثبت پلاک در سطح محورها می‌باشد. بدین‌ترتیب می‌توان نصب و احداث این دوربین‌ها در محورهای برون‌شهری را به عنوان یک پروژه کوتاه‌مدت در سطح کلان به شمار آورد. به همین ترتیب سیستم‌های ترددشمار، VSL و VMS در سطح محورهای کشور از سرعت بالایی برخوردار بوده و می‌تواند در جهت بهبود سریع وضعیت جاده‌های کشور به عنوان راهکاری مناسب درنظر گرفته شود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت اکثر سیستم‌های پیشنهادی در خدمات کاربر مدیریت ترافیک دارای سرعت نصب و اجرای بالایی بوده و تجهیز معابر به سیستم‌های مدیریت بحران نیاز به طولانی‌ترین زمان در مقایسه با دیگر سیستم‌ها خواهد داشت.

٤-۲- هزینه و منافع موردانتظار

نسبت منافع به هزینه‌ها از جمله مهمترین پارامترهایی است که به عنوان ملاک مهمی در تعیین موفقیت و یا عدم موفقیت پروژه‌های اجرایی در نظر گرفته می‌شود. به طور کلی این امر به عنوان معیاری در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند در قبول یا رد یک پروژه از نظر موفقیت تعیین کننده باشد. جدول ۲ نسبت منافع به هزینه‌ها در راستای هوشمند سازی محورهای مورد مطالعه را با توجه به تجربیات مشابه سایر کشورها، نشان می‌دهد.

جدول ۱. زمان بهینه اجرای پروژه‌های هوشمند سازی حمل‌ونقل جاده‌ای

ردیف	نام پروژه	زمان اجرا
۱	راه‌اندازی سیستم صورت وضعیت برخط (مدیریت حمل‌ونقل همگانی) در کل محور	۲۳ ماه
۲	راه‌اندازی سیستم ETC در محور خرم‌آباد-اندیمشک	۱٦ ماه
۳	دوربین‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک در کل محورها	٦-۸ ماه
٤	دوربین‌های نظارت تصویری در کل محورها	۷ ماه
٥	تابلوهای VSL در کل محورها	۸ ماه
٦	تابلوهای VMS در کل محورها	۸ ماه
۷	سیستم‌های پیشگیری از یخ زدگی در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد – خرم‌آباد	۱۲ ماه
۸	سیستم‌های RWIS در محورهای بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک و اهواز-بندر امام	۱۲ ماه
۹	سیستم تشخیص خودکار حادثه	۱۱ ماه
۱۰	سیستم توزین در حال حرکت در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک، اندیمشک-اهواز و اهواز-بندر امام	۱٤ ماه
۱۱	سیستم AVL در کل خودروهای همگانی در حال تردد در محور	۱۳ ماه
۱۲	سیستم ترددشمار در تمامی محورها	۸ ماه

جدول ۲. نسبت مناقع به هزینه‌ها

ردیف	نام پروژه	B/C
۱	سیستم صورت وضعیت برخط (مدیریت حمل‌ونقل همگانی) در کل محور	٥/۱
۲	سیستم ETC در محور خرم‌آباد-اندیمشک	٥
۳	دوربین‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک در کل محورها	٤-۱٤
٤	دوربین‌های نظارت تصویری در کل محورها	٦/۱-۹/۷
٥	تابلوهای VSL در کل محورها	۲/۱-۲۲/۳
٦	تابلوهای VMS در کل محورها	۱/۸-۲۲
۷	سیستمهای پیشگیری از یخ زدگی در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد – خرم‌آباد	۱/۳-۲/۷
۸	سیستم‌های RWIS در محورهای بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک و اهواز-بندر امام	۲٫۸-۱۷/۲
۹	سیستم تشخیص خودکار حادثه	۸/٦
۱۰	سیستم توزین در حال حرکت در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک، اندیمشک-اهواز و اهواز-بندر امام	۳/٦۹
۱۱	سیستم AVL در کل خودروهای همگانی در حال تردد در محور	۸
۱۲	سیستم ترددشمار در تمامی محورها	۲-۳

همان‌گونه که در جدول ۲ نسبت منافع به هزینه‌ها نشان داده شده است برای برخی از سیستم‌ها و تجهیزات نسبت منافع به هزینه‌ها در بازه وسیعی قرار گرفته است. این مطلب گویای آن است که عملکرد مناسب در راستای تجهیز بهینه، تعمیر نگهداری مناسب و سایر موارد مرتبط می‌تواند در عملکرد سیستم تأثیرگذار بوده و آن را در بازه‌ای از هزینه تا بازه‌ای از منافع تغییر دهد. با توجه به تجربیات سایر کشورها در ارتباط با منافع به دست آمده شده در نتیجه اجرای سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل، در شرایط بهینه هزینه‌کرد و اجرا، راه‌اندازی تابلوهای VSL و VMS در سطح محورها می‌تواند به عنوان سیستم‌هایی معرفی گردند که نسبت منافع به هزینه آن‌ها در بازه بالا قرار گرفته است. همچنین سیستم‌های هوشمند RWIS که در خدمات کاربر مدیریت ساخت، تعمیر و نگهداری فعالیت می‌کنند در شرایط متفاوت نصب، اجرا و عملکرد به عنوان یک سیستم پرمنفعت مطرح می‌گردد.

٤-۳- سهولت اجرا

در اجرای پروژه‌های ملی در سطح کلان علاوه بر هزینه اجرا و زمان موردنیاز برای بهره‌برداری از سیستم، سهولت اجرا نیز به عنوان عاملی تعیین‌کننده در قبول یا رد پروژه درنظر گرفته می‌شود. اجرای پروژه‌ها معمولا در شرایط ساده، نسبتاً ساده، نسبتاً سخت، سخت و بسیار سخت صورت پذیرفته که در جداول با ارقام فرد در بازه ۱ تا ۹ مشخص می‌گردد. عدد ۱ نشان‌دهنده سادگی اجرای پروژه و عدد ۹ نشان‌دهنده سختی زیاد اجرای پروژه در مقیاس عملیاتی می‌باشد. جدول ۳ سهولت اجرای پروژه‌های پیشنهادی در سطح محور را نشان داده است.

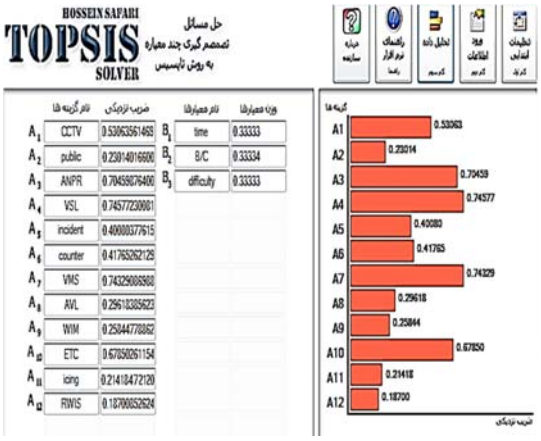
بدین ترتیب با توجه به جدول اولویت‌بندی سهولت پروژه‌ها مشخص می‌شود سیستم‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک، VMS و VSL در سطح محورها به سادگی قابل نصب، اجرا و بهره‌برداری بوده و به همین دلیل در زمان کوتاهتری نسبت به سایر پروژه‌ها قابل بهره‌برداری است. از سوی دیگر، نصب، اجرا و بهره‌برداری سیستم‌های پیشگیری از یخ‌زدگی در محورها در مقایسه با سایر سیستم‌ها دشوارتر بوده و می‌تواند به عنوان پروژه‌هایی در سطح بالاتر در نظر گرفته شود.

٤-٤- رتبه‌بندی پروژه‌ها

با توجه به موارد مذکور در بندهای پیشین و اولویت‌بندی گزینه‌ها با توجه به معیارهای زمان اجرا، سهولت اجرا و میزان منافع به هزینه‌ها، گزینه‌های پیشنهادی که در واقع پروژه‌های قابل اجرا در سطح محورهای مورد مطالعه می‌باشند به شکل همزمان با توجه به معیارهای زمان و سهولت اجرا و نیز نسبت منافع به هزینه‌ها با استفاده از نرم‌افزار TOPSIS تحلیل و اولویت‌بندی گردیدند. شکل ۱ و جدول ٤ به ترتیب خروجی نرم‌افزار و اولویت‌بندی پروژه‌ها را مشخص کرده است. با توجه به وزن‌دهی به معیارها و توجه به تجربیات سایر کشورها و نیز أخذ نظرات کارشناسان و خبرگان، مشخص می‌شود سیستم تابلوهای پیام‌نمای متغیر و نیز تابلوهای سرعت متغیر نیز اولویت بالایی در انتخاب پروژه‌ها دارا بوده و می‌توانند به عنوان گزینه‌های اجرایی مدنظر واقع شوند.

جدول ۳. سهولت اجرای پروژه‌ها

ردیف	نام پروژه	سهولت اجرا
۱	سیستم صورت وضعیت برخط (مدیریت حمل‌ونقل همگانی) در کل محور	۷
۲	سیستم ETC در محور خرم‌آباد-اندیمشک	۹
۳	دوربین‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک در کل محورها	۳
٤	دوربین‌های نظارت تصویری در کل محورها	۵
۵	تابلوهای VSL در کل محورها	۳
٦	تابلوهای VMS در کل محورها	۳
۷	سیستم‌های پیشگیری از یخ زدگی در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد – خرم‌آباد	۹
۸	سیستم‌های RWIS در محورهای بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک و اهواز-بندر امام	۵
۹	سیستم تشخیص خودکار حادثه	۷
۱۰	سیستم توزین در حال حرکت در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک، اندیمشک-اهواز و اهواز-بندر امام	۷
۱۱	سیستم AVL در کل خودروهای همگانی در حال تردد در محور	۹
۱۲	ترددشمار راداری در تمامی محورهای کریدور	۵



شکل ۱. خروجی نرم‌افزار TOPSIS

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق تجربیات سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در کشورهای دیگر و همچنین نحوه به‌کارگیری و پروژه‌های قابل اجرا در محورهای برون‌شهری سایر کشورها مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا با توجه به روشهای پیشنهادی و نیازسنجی‌ها امکان به‌کارگیری پروژه‌های مختلف سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در یک کریدور اصلی کشور (تهران- بندر امام خمینی (ره)) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور اینکه اولویت اجرایی پروژه‌ها مشخص شود از روش شباهت به گزینه ایده‌آل استفاده شد و با توجه به وجود ۱۲ پروژه و ۳ معیار اصلی مدت زمان انجام پروژه، سهولت اجرا و هزینه و منافع رتبه‌بندی انجام پذیرفت. برخی از نتایجی که در این تحقیق حاصل گردید عبارتنداز:

-بر اساس الگوی ارایه شده مهمترین اولویت در محورهای موجود موضوع سرعت منطقه‌ای بود که در نتیجه تابلوهای پیام متغیر سرعت دارای بیشترین امتیاز و نزدیک ترین گزینه به ایده آل شد.

-علاوه بر سرعت منطقه ای دوربین‌های کنترل سرعت در کل محورهای دارای اولویت سوم شد و این نشان از اهمیت کنترل و مدیریت سرعت در کریدورهای اصلی کشور را دارد.

-اطلاع رسانی و ارایه اطلاعات اصلی ترافیکی و حوادث در طول کریدور دارای اولویت دوم است و باید به این موضوع در همه محورها توجه شود.

-با توجه به نقطه‌ای بودن و مقطعی بودن مشکلات آب و هوایی در طول کل کریدور امتیاز مربوط به این سیستم‌ها کمتر از سایر پروژه‌ها گردید.

جدول ٤. اولویت پروژه‌های اجرایی پیشنهادی

اولویت	عنوان پروژه
۱	بکارگیری تابلوهای VSL در کل محورها
۲	راه اندازی تابلوهای VMS در کل محورها
۳	استفاده از دوربین‌های کنترل سرعت و تشخیص پلاک در کل محورها
٤	راه‌اندازی سیستم ETC در محور خرم‌آباد-اندیمشک
٥	دوربین‌های نظارت تصویری در کل محورها
٦	سیستم ترددشمار در تمامی محورها
۷	سیستم تشخیص خودکار حادثه
۸	سیستم AVL در کل خودروهای همگانی در حال تردد در محور
۹	سیستم توزین در حال حرکت در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک، اندیمشک-اهواز و اهواز-بندر امام
۱۰	راه‌اندازی سیستم صورت وضعیت برخط (مدیریت حمل‌ونقل همگانی) در کل محور
۱۱	سیستم‌های پیشگیری از یخ زدگی در محورهای سلفچگان-اراک، اراک-بروجرد، بروجرد – خرم‌آباد
۱۲	سیستم‌های RWIS در محورهای بروجرد-خرم آباد، خرم آباد-اندیمشک و اهواز-بندر امام

-پروژه نظارت تصویری پس از سرعت و اطلاع رسانی اولویت بعدی را در طول کریدور کسب نمود. با توجه به انجام این تحقیق می‌توان پیشنهاداتی را برای توسعه و همچنین تعریف پژوهشهای دیگر به شرح زیر ارایه نمود.

-به‌کارگیری سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در رتبه‌بندی پروژه‌های سیستم‌های هوشمند

-توسعه روش پیشنهادی در سایر کریدورهای اصلی کشور و به خصوص کریدورهای شرقی- غربی و راه‌های ترانزیتی

-امکان سنجی به‌کارگیری پروژه‌های دیگر سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در کریدورهای کشور

-منظور نمودن معیارهای دیگر جهت رتبه‌بندی در صورت امکان کمی نمودن انها

٦- مراجع

- اصغرپور، محمدجواد (۱۳۹۰). تصمیم گیری‌های چندمعیاره. *انتشارات دانشگاه تهران*، چاپ دهم، پژوهشکده حمل‌ونقل ایران.

- روانشادنیا، مهدی و جزو وزیری، فاطمه (۱۳۹۳). رتبه بندی تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای با رویکرد ایمنی به کمک روش شباهت به گزینه ایده‌آل تاپسیس، *اولین همایش سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای.*

- سیادت موسوی، محمد (۱۳۸۹). مبانی برنامه‌ریزی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند. *انتشارات موج سبز.*

- طبیبی، مسعود و عارفی، محمدرضا (۱۳۸٤). گام به گام تا انتخاب نوع و محل مناسب برای نصب سیستم‌های ITS محورقزوین -رشت، تهران، *سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای.*

-An SH., Lee, B. H., Shin, D. R. (2011). A survey of intelligent transportation systems. Proceedings of the 3rd International Conference on Computational Intelligence, *Communication Systems and Networks (CICSyN '11)*, Bali, Indonesia, 332-337.

-Barth, M. et. Al (2015). Intelligent Transportation Systems for Improving Traffic Energy Efficiency and Reducing GHG Emissions from Roadways, A white paper from the National Center for Sustainable Transportation, Bourns College of Engineering, *University of California*, Riverside.

- Barth, M., Todd, M. and Murakami, H. (2000). Intelligent transportation system technology in a shared electric vehicle program. Transportation research Record: *Journal of the Transportation Research Board1731,* 88-95.

- Biswas, S., Tatchikou, R., & Dion, F. (2006). Vehicle-to-vehicle wireless communication protocols for enhancing highway traffic safety. IEEE Communications Magazine, 44(1), 74-82.

-Figueiredo, L., Jesus, I., Machado, J. T., Ferreira, J., & de Carvalho, J. M. (2001). Towards the development of intelligent transportation systems. *In Intelligent Transportation Systems*, 88(1), 1206-1211.

- İnaç, H. (2022). Digital Transformation Model for intelligent Transportation Systems (ITS) in Smart Cities (Master's thesis, Marmara Universitesi (Turkey)).

-Malik, S. (2014). Intelligent Transportation System. *International Journal of Civil Engineering Research,* 5(4), 367-372.

-Montella, A., Pariota, L., Galante, F., Imbriani, L., &Mauriello, F. (2014). Prediction of drivers' speed behavior on rural motorways based on an instrumented vehicle study. Transportation Research Record, *Journal of the Transportation Research Board,* (2434), 52-62.

- PIARC-ITS. (2004). Handbook- 2 nd Edition, PIARC,ISBN 2-84060-174-5 published by Route 2 Market Ltd, Swanley, *Kent BR8 8JR,* UK.

-Shojarazavi, N., Mohammadzadeh, S., Soleymani, M., Fathi, S., Golchini, S., Kadaei, S., & Lezcano, R. A. G. (2023). The Role of Smart Transport in Urban Planning and The Transition from Traditional to Smart Cities in Developing Countries with Sustainability Requirements.

- Spadafora, W.G., Paielli, P. M., Llewellyn, D. R. and Kramer, J. G. (2010). Intelligent Transportation System. *Bosch Rexroth Corporation*, United States Patent US 7, 689, 230.

Ranking of Road Transport Smart Projects according to Implementation Time, Cost and Ease of Implementation

Mohammad Reza Ahadi, Associate Professor, Road, Housing & Urban Development Research Center (BHRC), Tehran, Iran.

Ali Naderan, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Rasoul Zabihian, Ph.D., Student of Civil Engineering Transportation Branch, Kish International Branch, Islamic Azad University, Kish Island, Iran.

E-mail:rasool.zabihian@yahoo.com

Received: November 2024- Accepted: February 2025

ABSTRACT

The purpose of this research is to rank road transportation smart projects in terms of implementation time, cost and ease of implementation using the model of similarity to the ideal option. In this research, the experiences of intelligent transportation systems in other countries, as well as how to use them and applicable projects in the suburban axes of other countries, were examined. In this regard, according to the proposed methods and needs assessment, the possibility of using different projects of intelligent transportation systems in a main corridor of the country (Tehran-Imam Khomeini Port (RA)) was investigated. In order to determine the execution rank of the projects, the method of similarity to the ideal option was used, and according to the existence of 12 projects and 3 main criteria of the duration of the project, the ease of implementation, and the cost and benefits of the ranking was done. Some of the results obtained in this research are: According to the presented model, the most important priority in the existing axes was the issue of regional speed, which resulted in variable speed message boards with the highest score and the closest option to the ideal. In addition to the regional speed, speed control cameras were ranked third in all axes, and this shows the importance of speed control and management in the main corridors of the country. Informing and presenting the main traffic information and incidents along the corridor has the second rank and this issue should be paid attention to in all axes. Due to the point and cross-sectional nature of weather problems along the entire corridor, the points related to these systems were lower than other projects. The use of electronic toll collection systems in freeway and highway sections is very important. Video surveillance project after speed and information gained the next priority along the corridor.

Keyword: Project Ranking, Intelligent Transportation, Model of Similarity to the Ideal Option