هوشمندسازی سیستم حمل و نقل در تعیین محدودیت سرعت مطمئن با استفاده از یک رویکرد ابتکاری

محمدرضا حسنی[۱]، آرش نوبری[۲]، امیرسامان خیرخواه[۳]
۱- دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

چکیده
امروزه با توجه به اهمیت حمل و نقل ایمن در توسعه پایدار اقتصادی، لزوم استفاده از راه کارهای نوین برای بهبود سطح کیفی و ایمنی راه ها بر کسی پوشیده نیست. بسیاری از متخصصان، سیستم های هوشمند حمل و نقل را راهکاری مناسب برای دستیابی به این هدف می دانند. یکی از مؤلفه‌های هوشمندی سیستم حمل و نقل تعیین محدودیت سرعت مطمئن راه‌ها است که به طور مستقیم در حجم، کیفیت ترافیک و ایمنی راه‌ها اثر می گذارد. در این مقاله با بررسی موضوع تعیین سرعت مطمئن و شاخص های اثرگذار در آن، به معرفی رویکردی ابتکاری برای تعیین محدودیت سرعت مطمئن مبتنی بر شرایط حاکم بر راه و به صورت پویا می پردازیم. هدف از این رویکرد کاهش سوانح ناشی از عدم اطلاع رانندگان از شرایط راه، بی تجربگی رانندگان در تعیین سرعت مطمئن و افزایش ایمنی راه‌ها می‌باشد. در این روش با توجه به میزان انحراف شرایط حاکم بر راه از شرایط ایده آل آن، مقدار سرعت مطمئن تعیین می گردد. در نهایت به منظور بررسی کارایی رویکرد پیشنهادی از یک مثال عددی استفاده شده است.

کلید واژه: سرعت مطمئن، سیستم های هوشمند حمل ونقل، رویکرد ابتکاری.

۱- مقدمه
امروزه یکی از زیرساخت‌های لازم به منظور توسعه و بهبود وضعیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی در جوامع بشری، استفاده از شبکه‌های حمل و نقل روان و کارآمد است. با نگاهی به کشورهای پیشرفته می‌توان مشاهده کرد که درصد بالایی از مساحت این کشورها را شبکه‌های حمل و نقل به خود اختصاص داده است. در نتیجه برنامه‌ریزی و مهندسی سیستم‌های حمل و نقل از جمله مسائل حائز اهمیتی است که می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در پیشرفت و بهبود یک منطقه ایفا کند. با توجه به تکنولوژی‌های بکاررفته، سیستم‌های حمل و نقل را می‌توان به انواع مختلفی دسته‌بندی کرد که یکی از مهم ترین آن‌ها به عنوان ارتباط‌دهندهٔ نواحی مختلف یک منطقهٔ مطالعاتی، سیستم حمل و نقل زمینی شامل حمل و نقل جاده‌ای است [۱]. امروزه افزایش استفاده از خودروها و وسائل نقلیه در شبکه‌های مربوط به سیستم حمل و نقل زمینی و همچنین عواملی نظیر کمبود منابع انرژی، اثرات و آلودگی‌های محیط زیست و غیره پیچیدگی برنامه‌ریزی سیستم‌های حمل و نقل زمینی را سبب شده است. به منظور کنترل مشکلات مذکور و برنامه‌ریزی کارامد حمل و نقل، می‌توان از سیستم‌های هوشمند حمل و نقل[۴] استفاده نمود. چنین سیستم‌هایی با استفاده از مجموعه‌ای از ابزارها، تخصص‌ها و امکانات نظیر مهندسی ترافیک، تکنولوژی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سعی در مدیریت کارای حمل و نقل دارند [۲].

از جمله مواردی که در سیستم‌های هوشمند حمل و نقل مورد توجه قرار می‌گیرد، مسأله کنترل محدودیت سرعت مطمئن[۵] در شبکه‌های حمل و نقل است. این مسأله در مراحل برنامه ریزی ، ارتقا و یا کنترل یک سیستم ترابری نقش بسیار مهمی دارد. هدفمندسازی محدودیت های سرعتی می‌تواند به طراحی شبکه‌های حمل و نقل شهری و برون‌شهری کمک بسیاری نماید. در این مقاله، به منظور کنترل محدودیت سرعت مطمئن با توجه به شرایط متغیر راه‌ها، رویکردی پویا که قادر است تغییرات محیطی را در تصمیم‌گیری برای تعیین محدودهٔ سرعت مطمئن در نظر بگیرد، معرفی می‌شود.

rozwood_mrh@yahoo.com
arashnob@basu.ac.ir
amirsamankheirkhah@yahoo.com

4- Intelligent Transportation System
5- Safely Speed Limit

ادامه این مقاله به این صورت ساختاربندی شده است: در فصل ۲، مسأله تعیین محدودیت سرعت معرفی شده و به برخی از تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته، اشاره می‌شود. رویکرد پیشنهادی برای تعیین محدودیت سرعت مطمئن در فصل ۳ ارائه خواهد شد. همچنین به منظور بررسی و ارزیابی رویکرد پیشنهادی، از یک مثال عدد بهره برده می‌شود و در نهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای مطالعات آتی در فصل ۴ ارائه می‌شود.

۲- معرفی مسأله تعیین محدودیت سرعت مطمئن

تعیین محدودیت سرعت مطمئن عبارت است از تعیین مقادیر حداقل و حداکثر سرعت مجاز در یک راه، که رانندگی در آن تنها در حدود سرعت تعریف‌شده مجاز می‌باشد. این محدودیت‌های سرعت عمدتا توسط نهادهای ذی‌ربط به عنوان قوانین راهنمایی و رانندگی در سطح راه‌ها اعمال می‌گردد. از جمله نخستین نمونه‌های اعمال محدودیت سرعت می‌توان به محدودیت سرعتی که در سال ۱۸۶۱ در انگلستان اعمال گردید و حداکثر سرعت مجاز را به ۱۶ کیلومتر بر ساعت در جاده های برون شهری و ۲ کیلومتر بر ساعت در شهرها و ۴ کیلومتر بر ساعت در روستاها اعلام کرد، اشاره نمود. در آن سال دلیل اعمال این محدودیت ها حفظ ایمنی افراد عنوان شد [۳].

در حقیقت یکی از دلایل عمده استفاده از محدودیت‌های کنترل سرعت مطمئن، بهبود ایمنی و رضایت استفاده کنندگان از تسهیلات ترابری است [۴]. مسأله محدودیت سرعت، همچنین می‌تواند در مطلوبیت استفاده از وسائل نقلیه برای استفاده‌کنندگان و انتخاب وسائل نقلیه مختلف مؤثر باشد.

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که در صورت اعمال محدودیت های سرعت به گونه ای علمی و کارآمد می‌توان ترافیک را به عنوان یکی از مشکلات شهرنشینی تعدیل و حتی کنترل نمود [۵].

برای مثال در سال ۲۰۰۶، رابرت و همکاران به بررسی تأثیرات مؤثر محدودیت سرعت در شرایط آب و هوایی مختلف بر جریان ترافیک پرداختند [۶]. در سال ۲۰۱۰، سیستم کنترل سرعت توسط وزارت امور حمل و نقل واشنگتن در سیاتل پیاده‌سازی شد و این امر منجر به افزایش ایمنی و کاهش تصادفات ناشی از تراکم ترافیک گردید. به عنوان نمونه دیگری از اعمال محدودیت سرعت می‌توان به سیستم کنترل محدودیت سرعت مطمئن در اتوبان مونیخ آلمان اشاره کرد [۷].

شناسایی اجزا یک سیستم حمل و نقل و شاخص های مهمی که می توانند در تعیین محدودیت های سرعتی اعمال گردند از ملزومات تحقیق بر روی این مسأله است. هر یک از این شاخص ها دارای اهمیتی متفاوت است که برای ارائه یک مدل حمل و نقل کارا باید تمامی این شاخص‌ها در نظر گرفته شوند. همان‌گونه که در شکل (۱) نشان داده شده، هر سیستم حمل و نقل از سه جز اصلی راه، وسیله نقلیه و استفاده کنندگان تشکیل شده است [۸].

شکل ۱: اجزای سیستم حمل و نقل

در ادامه به تشریح هر یک از این اجزا می‌پردازیم.

۲-۱- راه

ویژگی‌های یک راه اثر مستقیم بر تعیین محدودیت سرعت دارد. برخی از این ویژگی‌ها عبارتند از: شرایط اقلیمی و جغرافیایی، نوع کاربری (از قبیل بازرگانی، توریستی و ...)، تعداد سفرهای عبوری، میزان استفاده از راه، وجود یا عدم وجود راه جایگزین، استانداردهای رعایت‌شده در ساخت، ویژگی ها کمی و کیفی (نظیر پهنا و کیفیت زیرساخت ها و ...)، ایمنی، امکانات و تسهیلات موجود و مناطق پوشش دهنده [۸].

۲-۲- وسیله نقلیه

یکی دیگر از اجزای سیستم حمل و نقل، وسیله نقلیه است که نقش مهمی در تعیین محدودیت سرعت دارد. به دلیل وجود کاربری های گوناگون و انواع آن، برنامه ریزی برای تعیین حدود سرعت با توجه به وسیله نقلیه پیچیده است و نیازمند دسته بندی و کلی‌نگری بیشتر وسایل نقلیه می‌باشد. با این حال برای دسته‌بندی و تعیین حدود می توان به معیار نظیر نوع کاربری وسیله نقلیه، ویژگی های طراحی آن (نظیر حداکثر سرعت، امکانات و...)، تعداد افراد استفاده کننده از آن، ایمنی وسیله نقلیه، وجود وسیله نقلیه جایگزین (وسیله نقلیه عمومی به جای وسایل نقلیه شخصی)، نقش آن در آلودگی یا ایجاد ترافیک و دیگر عوامل اشاره کرد [۸].

۲-۳- استفاده کنندگان

استفاده کنندگان از یک سیستم حمل و نقل را می توان ایجادکنندگان سفر به طور مستقیم یا غیرمستقیم دانست. نقش افراد در پیروی از قوانین، اداره کردن مشکل در حمل و نقل و کمک به سازمان های مربوطه بسیار قابل توجه است [۸]. در تعیین حدود سرعت باید علاوه بر ایجاد قوانین، به فرهنگ سازی در اجرای آن نیز توجه شود زیرا نقش استفاده کنندگان در اداره و استفاده از این سیستم غیر قابل انکار است [۹].

هر سیستم حمل و نقل برای حفظ ایمنی افراد و ارتقای سطح کیفیت سفر با توجه به شاخص‌های مذکور، نیازمند تعیین محدودیت های سرعتی به تفکیکِ وسایل نقلیه است. در برخی کشورها این محدودیت‌ها به صورت ایستا و دائمی لحاظ می گردند. این بدین معنی است که در این کشورها محدودیت‌های سرعت با توجه به شرایط مختلف راه شامل بارندگی، لغزنده بودن جاده ها و یا ساعات مختلف شبانه روز به صورت ثابت برقرار هستند. در حالیکه با توجه به تغییرات ممکن در شرایط راه‌ها، کنترل محدودیت سرعت به صورت پویا می‌تواند نتایج بهتری حاصل کند. به همین دلیل در این مقاله سعی خواهد شد، رویکردی ارائه گردد که با بهره‌گیری از تکنولوژی روز و جمع‌آوری اطلاعات از سطح راه، تعیین و کنترل محدودیت سرعت مجاز به صورت پویا را با توجه به شرایط جوی و عمومی راه و تراکم وسایل نقلیه یا شرایط خاص مثل تعمیرات در سطح راه و در نظر گرفتن دیگر شاخص ها، ممکن سازد. در نتیجه با استفاده از تابلوهای راهنمایی می‌توان به صورت پویا اقدام به اعمال محدودیت سرعت کرد. در ادامه، رویکرد پیشنهادی معرفی خواهد شد.

۳- رویکرد پیشنهادی برای تعیین محدودیت سرعت مطمئن به صورت پویا

هدف از رویکرد پیشنهادی، کنترل محدودیت سرعت مطمئن با در نظر گرفتن اثرات ناشی از تغییرات عواملی نظیر شرایط آب و هوایی، لغزندگی راه‌ها و غیره است. بنابراین قبل از کنترل محدودیت سرعت باید بتوان اطلاعاتی نظیر شرایط آب و هوایی منطقه، لغزندگی سطح راه، بارندگی و غیره جمع‌آوری کرد. به منظور اطلاع از شرایط حاکم بر راه می‌توان از حسگرهای گوناگونی استفاده نمود. از جمله حسگرهایی که وضعیت جوی یا وضعیت راه را مشخص می کنند حسگرهای مربوط به دما، سمت و سرعت باد، نقطه شبنم، ارتفاع برف، میزان رطوبت، میزان بارش، میدان دید، تشعشع خورشیدی و همچنین حسگرهای جریان و جهت جریان هوا (که در تونل ها به کار برده می شوند) می باشد.

دسته دیگر از حسگرها که وضعیت جاده را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهند، شامل حسگرهای وضعیت جاده از قبیل دمای سطح راه، خشک یا تر بودن سطح، رطوبت و لایه یخ در سطح راه، حسگرهای نقطه انجماد و دمای زیرسطحی می باشد. همچنین با استفاده از شناسگرهای جریان ترافیک و دوربین های مستقر در سطح جاده می توان اطلاعات مورد نیاز از وضعیت ترافیکی راه را بدست آورد [۱۰]. پس از دریافت داده های لازم از این حسگرها و با استفاده از روش های تصمیم گیری این امکان وجود دارد که بهترین محدوده سرعت مطمئن را برای راه در شرایط فعلی و به صورت پویا محاسبه نمود و با استفاده از تابلوهای پیام متغیر[1] محدودیت ها را به اطلاع رانندگان و استفاده‌کنندگان از راه رساند [۱۱]. پس از بدست آوردن داده های مربوط به هر ایستگاه که در آن حسگرهای مختلف نصب شده اند، نوبت به تعیین محدودیت سرعت مطمئن می رسد. برای این کار استفاده از روش ابتکاری پیشنهاد شده است. دلیل انتخاب این روش آن است که مقدار هر یک از شاخص ها با توجه به فاصله آن از مطلوب‌ترین مقدار (مربوط به هر شاخص) در شرایط ایده‌آل مقایسه می گردد. یعنی هر چه شرایط جاده و راه به شرایط ایده آل آن نزدیک تر باشد محدوده مطمئن سرعت به حداکثر مقدار سرعت مجاز در جاده نزدیک تر می گردد.

۳-۱- تشریح رویکرد پیشنهادی

در اینجا مسأله مورد نظر تعیین سرعت مطمئن برای راه با توجه به شرایط حاکم بر آن است. شاخص‌های تصمیم گیری با توجه به اطلاعاتی که می توان از راه کسب کرد به سه دسته زیر تقسیم می گردد که عبارتند از: شرایط جوی، شرایط و ویژگی های راه و اطلاعات ترافیکی. شرایط جوی می‌تواند به وسیله ابزارهای نصب‌شده در راه سنجیده شود که داده های حاصل از آن عمدتا کمی می‌باشند. داده های مربوط به شرایط و ویژگی های راه و همچنین اطلاعات ترافیکی می تواند از طریق بازرسی مأموران راهداری و یا پلیس راهنمایی و رانندگی حاصل گردد. این داده ها ممکن است به صورت کمی یا کیفی باشند. داده های کیفی را می توان با استفاده از روش کمی‌سازی مقیاس دوقطبی فاصله‌ای[2] به کمی تبدیل نمود [۱۲]. از طرفی باید کسانی که داده ها را جمع آوری می کنند کاملاً آموزش داده شوند تا میزان اختلاف در قضاوت ها کاهش یابد. پس از جمع آوری داده ها با استفاده از رویکرد پیشنهادی، سرعت مطمئن محاسبه می شود.

1- Variable Message Sign
2- Interval Bipolar Scale

۳-۲- گام های الگوریتم

در ابتدا برای استفاده از این رویکرد باید حداکثر سرعت مجاز و ایمن برای راه در شرایط ایده آل توسط متخصصان محاسبه شود. سپس حداکثر سرعت مجاز به عنوان ۱۰۰ درصد سرعت مجاز در نظر گرفته شود. همچنین برای هر شاخص مؤثر، جدولی با عنوان (جدول امتیازدهی اثرگذاری هر شاخص بر سرعت با توجه به درصد انحراف از حالت ایده آل) تعریف می‌گردد و در انتها یک جدول با عنوان (ضریب تعدیل مناسب برای داده ها با توجه به شرایط حاکم بر راه) تشکیل داده می شود. پس از این مرحله گام های زیر دنبال می شوند.

گام های الگوریتم

۱) کمی سازی داده های کیفی به روش دوقطبی فاصله‌ای در دامنه ۰ تا ۱۰۰

۲) تعیین حالت ایده آل هر شاخص

۳) تعیین دامنه تغییر ممکن برای هر شاخص و تبدیل آن به یک طیف در محدوده ۰ تا ۱۰۰

۴) تعیین محدوده حالت ایده آل هر شاخص در طیف بدست آمده ۰ تا ۱۰۰ آن شاخص از گام۳ و محاسبه میزان انحراف داده ها از حالت ایده آل برحسب درصد

۵) امتیازدهی به هر شاخص (از جدول امتیازدهی اثرگذاری با توجه به درصد انحراف از حالت ایده آل)

۶) انتخاب ضریب تعدیل مناسب با توجه به شرایط حاکم بر راه (از قبیل بارندگی، طوفان و...) و ضرب آن در امتیاز هر شاخص حاصل از گام قبل.

۷) درصد میزان کاهش سرعت برابر است با بیشترین مقدار محاسبه شده در گام ۶

۸) کاستن مقدار محاسبه‌شده برحسب درصد از ۱۰۰ و ضرب آن در حداکثر سرعت در حالت ایده آل

در ادامه به منظور تشریح بیشتر رویکرد پیشنهادی از یک مثال عددی استفاده می‌شود.

۳-۳- مثال عددی

برای روشن شدن نحوه عملکرد رویکرد پیشنهادی، اطلاعات زیر به صورت فرضی ارائه شده است. حداکثر سرعت مجاز در شرایط ایده آل و در فصل پاییز برای یک راه ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت محاسبه شده است. جداول امتیازدهی اثرگذاری و ضریب تعدیل توسط کارشناسان به صورت جداول (۱) و (۲) ارائه شده است.

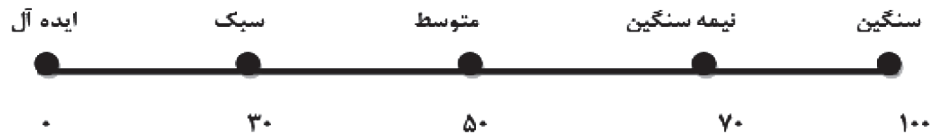
امتیاز شاخص ها (برحسب ٪)				جدول امتیازدهی
لغزندگی سطح راه	سردی هوا (دما)	حجم ترافیک	میدان دید	میزان انحراف از ایده‌آل (برحسب ٪)
۶۵	۵	۳۰	۱۵	۲۰
۷۵	۱۲	۴۵	۴۰	۴۰
۸۰	۲۴	۶۰	۶۰	۶۰
۸۵	۴۰	۷۵	۸۰	۸۰
۹۰	۶۵	۸۵	۹۰	۱۰۰

جدول ۱: امتیازدهی اثرگذاری هر شاخص بر سرعت با توجه به درصد انحراف از حالت ایده آل

جدول تعدیل	ارزیابی کارشناس				
مطابقت داده‌ها با شرایط حاکم بر راه	کاملا نامنطبق	نامنطبق	متوسط	منطبق	کاملا منطبق
ضریب تعدیل امتیازات	۰	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۱

جدول ۲: ضریب تعدیل مناسب برای داده ها با توجه به شرایط حاکم بر راه

شکل ۲: لغزندگی سطح راه



شکل ۳: حجم ترافیک

گام ۲) حالت ایده آل برای هر شاخص با توجه به نظر کارشناسان تعیین می شود. حالت ایده آل برای لغزندگی صفر، دمای هوا (با توجه به فصل) ۲۵ درجه سانتی گراد، حجم ترافیک صفر، میدان دید بیشتر از ۲ کیلومتر.

گام ۳) کران ممکن بالا و پایین برای هر شاخص نیز با توجه به نظر کارشناسان تعیین می شود. حد بالا برای لغزندگی ۱۰۰ درصد، دمای هوا (سردی هوا با توجه به فصل) ۳۵- درجه سانتی گراد (۱۰۰درصد)، حجم ترافیک سنگین (۱۰۰درصد)، میدان دید کمتر از ۵۰ متر (۱۰۰درصد). حد پایین شاخص برای لغزندگی صفر درصد، دمای هوا (با توجه به فصل) ۲۵ درجه سانتی گراد صفر درصد، حجم ترافیک صفر، میدان دید بیشتر از ۲ کیلومتر (۰درصد) تعیین شده است.

گام ۴) ناحیه ایده آل بر روی طیف مشخص شود و سپس میزان انحراف از حالت ایده آل در هر شاخص را مطابق جدول (۳) مشخص می‌گردد. به طور مثال لغزندگی سطح راه که معادل با عدد ۳۰ و حالت ایده آل آن برابر صفر در نظر گرفته شده بود ۳۰ درصد اختلاف از حالت ایده آل را نشان می دهد.

لغزندگی سطح	سردی هوا (دما)	حجم ترافیک	میدان دید	درصد
				۱۰۰
				۹۰
				۸۰
				۷۰
				۶۰
				۵۰
				۴۰
				۳۰
				۲۰
				۱۰
				۰
صفر	۱۵ درجه سانتیگراد	صفر	بیش از ۲ کیلومتر	شرایط ایده‌آل

جدول ۳: طیف انحراف هر شاخص از مقدار ایده آل

گام ۵) با توجه به جدول (۱) مقادیر امتیاز هر شاخص محاسبه می شود. طبق این جدول امتیاز ۳۰ درصد انحراف از حالت ایده آل برابر ۷۰ درصد کاهش سرعت از مقدار مجاز درحالت ایده آل می باشد. مقدار امتیاز هر شاخص در جدول (۴) نشان داده شده و به قرار زیر است:

لغزندگی سطح راه	سردی هوا (دما)	حجم ترافیک	میدان دید	
۷۰	۳	۶۸	۲۸	امتیاز

جدول ۴: امتیاز عوامل تاثیرگذار در کاهش سرعت مطمئن

گام ۶) با استفاده از مقادیر جدول (۲)، کارشناس ضریب تعدیل مناسب برای هر شاخص را با توجه به شرایط حاکم بر راه برآورد می نماید و در امتیاز حاصل ضرب می نماید. برای مثال، ضریب تعدیل لغزندگی عدد ۱ در جدول (۵) لحاظ گردیده است.

گام ۷) درصد میزان کاهش سرعت برابر است با بیشترین مقدار محاسبه شده در گام ۶، که به عنوان مهم ترین عامل کاهش سرعت شناسایی شده است. در این مثال بیشترین مقدار مربوط به لغزندگی سطح راه و برابر ۷۰ است.

لغزندگی سطح راه	سردی هوا (دما)	حجم ترافیک	میدان دید	
۱	۰/۹	۱	۰/۳	ضریب تعدیل
۷۰	۳	۶۸	۲۸	امتیاز شاخص
۷۰	۲/۷	۶۸	۸/۴	ضرب امتیاز در ضریب تعدیل
مقدار کاهش سرعت ۷۰ است یعنی برابر با بیشینه مقادیر (۸/۴,۶۸,۲/۷,۷۰)				

جدول ۵: تعیین میزان کاهش سرعت

گام ۸) مقدار ۷۰ درصد از صد درصد سرعت مطمئن در شرایط ایده آل کم می گردد. با ضرب مقدار حاصل شده در سرعت مطمئن در حالت ایده آل، سرعت مطمئن با توجه به شرایط راه تعیین می گردد. در مثال مقدار سرعت مطمئن بر حسب کیلومتر بر ساعت برابر $\frac{(۱۰۰-۷۰)\times ۱۲۰}{۱۰۰}=۳۶$ است.

بنابراین تصمیم گیرنده شاخصی که بیشترین اثر را در کاهش سرعت مطمئن دارد به عنوان معیار خود درنظر می گیرد. رانندگان با اطلاع از مقدار سرعت مطمئن اعلام شده می توانند از بد بودن شرایط راه اطلاع یابند و با دقت بیشتر رانندگی نمایند. با استفاده از چنین سیستمی در نهایت شاهد کاهش سوانح ناشی از بی اطلاعی از شرایط راه و عدم رعایت سرعت مطمئن خواهیم بود.

۴- نتیجه گیری

سیستم های حمل و نقل در هر جامعه همانند شریان های حیاتی هر کشور عمل کرده و سلامت و ایمنی آن ها منجر به توسعه پایدار در آن کشور می گردد. نگاه سیستماتیک و بهبود مستمر منجر به کاهش ریسک های موجود و بهبود وضعیت حمل و نقل می گردد.

۱- در این مقاله با توجه به درصد بالای سوانح رانندگی ناشی از عدم رعایت محدوده سرعت مطمئن، به منظور کنترل پویای محدودیت سرعت مطمئن، رویکردی پیشنهاد گردید که اثرات ناشی از تغییرات مربوط به شرایط راه‌ها را در تعیین سرعت مطمئن لحاظ می‌کند.

۲- در سیستم‌های کنونی حمل و نقل، راننده مجبور است با توجه به تجربه سرعت مطمئن را در شرایط مختلفی که با آن روبه رو می‌شود تعیین نماید اما با استفاده از سیستم های هوشمند که توانایی تعیین سرعت مطمئن و اعلان آن به رانندگان را دارد می توان از سوانح ناشی از بی‌تجربگی یا عدم اطلاع کافی از شرایط راه جلوگیری کرد.

۳- رویکرد پیشنهادی قادر است با بهره‌گیری از تکنولوژی روز برای جمع‌آوری اطلاعات و آگاهی از تغییرات محیطی، به صورت پویا تغییر در شرایط را لحاظ کرده و محدوده سرعت مطمئن را تعیین و کنترل نماید.

۴- سرمایه گذاری در این حوزه علاوه بر افزایش ایمنی، کاهش خسارات، هزینه های ناشی از تصادفات و افزایش رضایت استفاده کنندگان از سیستم حمل و نقل را در پی خواهد داشت.

به عنوان پیشنهاد برای تحقیقات آتی می توان به نحوه جمع آوری داده ها لازم از سطح راه یا روش تحلیل داده ها و همچنین نحوه محاسبه سرعت مطمئن اشاره نمود.

۵- مراجع

۱- برنامه‌ریزی مهندسی حمل و نقل و تحلیل جابجایی مواد، ۲۹۳۱، سیدحسینی، م.، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، صفحات ۳-۳۳.

2- T. K. M. Ir, 2000, Intelligent Transport Systems, Paper presented at the meeting of the Better Air Quality Motor Vehicle Control & Technology Workshop, Hong Kong.

3- Criminal on the Road: A Study of Serious Motoring Offences and Those Who Commit Them.Routledge.1964. P 64. ISBN 0415264162.

4- Guidance for the Control and Management of Traffic at Road Works, Second Edition, 2010, Department of Transport, Transport House. Kildare Street Dublin 2. Ireland. P. 9.

5- M.D. Robinson, 2000, Examples of Variable Speed Limit Applications. Speed Management Workshop, 9-13.

6- Dynamics of Variable Speed Limit System Surrounding Bottleneck on German Autobahn, 2006, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, pp. 149-159.

7- P. E. Charlebois, 2010, Active Traffic Management.

۸- فصلنامه راهور، تابستان ۱۳۹۰، طراحی ارگونومیکی علایم راهنمایی رانندگی و تاثیر آن بر کاهش ترافیک و تصادفات، دوره ۸، شماره ۱۴، صفحه ۵۵.

9- E. C. o. M. o. T. OECD, Speed Management, 2006.

۱۰- سیستم های هوشمند حمل و نقل، ۱۳۸۴، محمدتقی عیسائی، انتشارات آذر، صفحات ۱۶۸-۱۵۸ و صفحه ۱۷۵.

۱۱- بهزادی، غ. ، بهزاد، ر.، حسن پور، م. و بابائی دهکردی، ح.، مدیریت ترافیک و اعمال بهتر قوانین با استفاده از تابلوهای سرعت محاز متغیر (Variable Speed Limit)VSL، ۱۳۹۲، سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ایران، صفحات۹-۱۳۱.

۱۲- مباحث نوین تحقیق در عملیات، ۱۳۸۹، مومنی، م.، ناشر مولف، صفحات ۷-۹.