اولین کنفرانس ملی تصادفات وسوانح جاده ای و ریلی
ایران- زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی –واحد زنجان، آذر ۱۳۸۸

بررسی لزوم بکارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در ایران جهت افزایش سطح ایمنی و کاهش آسیب‌ها و تلفات ناشی از تصادفات

حسن مالکی[۱]، علی مالکی[۲]، فهیمه مالکی[۳]

[۱]کارشناس مهندسی مکانیک، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان؛ hassan_maleki_m@yahoo.com
[۲]دکترای مهندسی پزشکی، عضو هیات علمی دانشگاه سمنان؛ ali_maleki@aut.ac.ir
[۳]دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان؛ maleki.fahimeh@yahoo.com

چکیده

سوانح جاده‌ای یکی از علل مهم مرگ و میر در بسیاری از کشورها است و سالیانه حدود ۱/۲ میلیون نفر در جهان به علت این حوادث جان خود را از دست می‌دهند. این در حالی است که شمار مصدومین سوانح در سراسر جهان به بیش از ۵۰ میلیون نفر می‌رسد. در ایران نیز به طور متوسط روزانه ۷۰ نفر به علت سوانح جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند[۱]. هرچند آمار سال‌های اخیر سیر نزولی محسوسی در میزان مرگ و میر در ایران را نشان می‌دهد، اما ایران هنوز جزء کشورهایی است که بالاترین درصد سوانح منجر به مرگ و میر را در جهان به خود اختصاص داده است. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، تکنولوژی‌هایی هستند که پویایی، کارایی و ایمنی را در کنار سایر مزایا برای کاربران جاده‌ها فراهم می‌کنند. معمولا سیستم-های حمل‌ونقل هوشمند را بر اساس اینکه در چه جایی به کار گرفته می‌شوند به سه دسته‌ی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به کار گرفته شده در خودروها، به کار گرفته شده در زیرساخت‌ها و در نهایت به کار گرفته شده به صورت اشتراکی دسته بندی می‌کنند. دسته بندی دیگر این سیستم‌ها، مربوط به نحوه عملکرد آن‌ها می-شود. این سیستم‌ها به سه دسته فعال، غیرفعال و ترکیبی از فعال و غیرفعال تقسیم می‌شوند[۲]. با توجه به اینکه بیشتر سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند نسبتا جدید هستند، مطالعات کمی درباره اثربخشی آنها انجام گرفته است و بر اساس همین پژوهش‌ها، برآوردهایی از قابلیت سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند برای افزایش ایمنی ارائه شده است. در سال ۱۹۹۸ آقای مَک‌کور برآورد کرد که با گسترش سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در همه‌ی جنبه‌ها (خودرو و زیرساخت) در ایالات متحده امریکا می‌توان به میزان ۲۶ درصد از مرگ و میر و ۳۰ درصد از مصدومیت‌های ناشی از تصادفات پیشگیری نمود. بر اساس گزارش محافظه کارانه سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OCED) در سال ۲۰۰۳، پیش‌بینی شده که با گسترش سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در کشورهای عضو این سازمان می‌توان از بیش از ۴۷۰۰۰ مرگ و میر ناشی از تصادفات جلوگیری کرده و همچنین میزان صدمات را بیش از ۴۰ درصد کاهش داد. طبق برآورد این سازمان می‌توان سالانه به میزان ۱۹۴ هزار میلیون دلار در هزینه‌های ناشی از تصادفات صرفه‌جویی کرد، به طوری که تنها، هزینه کاهش مرگ و میر در امریکا ۷۳ هزار میلیون دلار پیش‌بینی شده است[۲]. با توجه به آمار بالای مرگ و میر در ایران، در صورتی‌که سازمان‌ها و نهادهای دست‌اندرکار هر یک به سهم خود سعی در ایجاد زیرساخت‌های لازم برای به کارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند نمایند، حتی اگر آمارهای محافظه-کارانه ارائه شده درباره اثر بخشی این سیستم‌های هوشمند را در نظر بگیریم، باز هم می‌توان به کاهش چشمگیری در میزان مرگ و میر و مصدومیت‌های ناشی از تصادفات در ایران امیدوار بود.

کلمات کلیدی: تصادف، سیستم حمل‌ونقل هوشمند، مرگ و میر

مقدمه

امروزه پیشرفت صنعت حمل‌ونقل هر جامعه، بیانگر پیشرفت و توسعه‌یافتگی آن جامعه می‌باشد. با پیشرفت صنایع الکترونیک و فناوری اطلاعات در اواخر قرن بیستم، سیستم‌های نوینی ایجاد گردید. هدف اصلی این سیستم‌ها (سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند) کاربرد کامپیوتر و فناوری اطلاعات درسیستم‌های حمل‌ونقل است. سیستم حمل‌ونقل هوشمند به عنوان یکی از دست‌آوردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، راهکار بسیار موثری جهت بهبود کارایی حمل-ونقل به شمار می‌رود و به همین سبب، بسیار مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است.

تکنولوژی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند ابتدا در آمریکا و سپس در سایر کشورهای توسعه یافته اروپایی و ژاپن به کار گرفته شد. حمل‌ونقل در ایران به دلیل موقعیت استراتژیک منطقه‌ای (واقع شدن در منطقه خاورمیانه و دسترسی به خلیج‌فارس)، قرار داشتن در مسیرهای مهم حمل‌ونقل بین‌المللی و ترانزیت، وسعت سرزمین و همچنین تنوع جغرافیایی می‌تواند بسیار حایز اهمیت باشد. برای کشور در حال توسعه‌ای همانند ایران، دیگر روش‌های سنتی و معمول حمل‌ونقل کارایی و اثربخشی لازم را ندارد به همین سبب برای تقویت و بازسازی بخش حمل‌ونقل در ایران لزوما باید زیر-ساخت‌های لازم برای بهره‌گیری از سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند بروز و کارآمد فراهم گردد. با توجه به اینکه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در ایران در مقایسه با بسیاری از کشورها نوپاست، باید در

Archive of SID
www.SID.ir

انتخاب تکنولوژی سیستم‌ها و زیرساخت‌های لازم برای آن دقت لازم را به کار برد تا از سرمایه‌گذاری مجدد و صرف هزینه‌های تکراری به منظور هماهنگ و استانداردسازی این سیستم‌ها در آینده جلوگیری شود[۳].

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، در تمام امور و زمینه‌های اقتصادی، فرهنگی و سیاسی کشور تأثیر به سزایی دارد. حمل‌ونقل و جابجایی کالا و مسافر به عنوان یکی از مهمترین نیازهای بشر در برنامه ریزی‌های کلان کشورها باید مورد توجه قرار گیرد.

امنیت یکی از مهمترین جنبه‌های مورد نظر در تولید سیستم-های حمل‌ونقل هوشمند می‌باشد. در واقع اولویت اول سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، امنیت می‌باشد. کمیسیون اروپا در اعلامیه‌ای که در سپتامبر ۲۰۰۱ پیرامون حمل‌ونقل منتشر کرد، افزایش و بهبود حمل‌ونقل جاده‌ای را به عنوان یکی از اهداف عمده معرفی نمود. این اعلامیه اهدافی را مد نظر قرار داده است تا به کمک این سیستم‌ها، تعداد قربانیان تصادفات جاده‌ای تا سال ۲۰۱۰ به بیش از ۵۰ درصد کاهش یابد. برای نیل به این هدف، توسعه‌ی ایمنی الکترونیکی[1] را آغاز نمود که با هدف بهبود ایمنی و روانی ترافیک در سطح اروپا صورت پذیرفته است [۴].

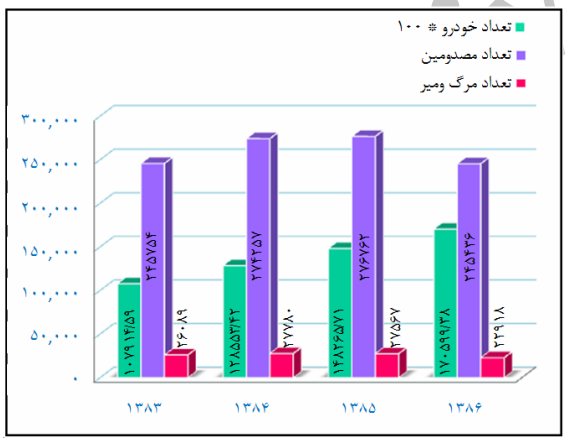
بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، میزان مرگ و میر در اثر سوانح جاده‌ای در منطقه افریقا در سال ۲۰۰۲ بالاترین آمار را با ۲۸/۳ نفر به ازای هر صد هزار نفر جمعیت دارا بوده است. این میزان در کشورهای کم درآمد و یا با درآمد متوسط منطقه مدیترانه شرقی، ۲۶/۴ نفر به ازای هر صد هزار نفر جمعیت می‌باشد که به آمار منطقه افریقایی بسیار نزدیک است. یک مطالعه جمعیتی، مرگ‌های ناشی از سوانح ترافیکی ایران در سال ۱۳۸۱ را ۳۰ نفر به ازای هر صد هزار نفر جمعیت نشان می‌دهد. بر اساس این مطالعه زندگی یا عمر از دست رفته ۱۳۱۲۸۸ سال می‌باشد که از بالاترین آمارها در جهان است[۱].

باید توجه داشت که فرد مصدوم و فوت شده بر اثر حوادث رانندگی در این مقاله دارای تعریف خاصی است.فرد مصدوم، فردی است که در تصادف رانندگی دچار مصدومیت شده است و فرد فوت شده، فردی که در تصادف رانندگی در دم فوت کرده و یا در عرض ۳۰ روز بعد از حادثه، بر اثر شدت جراحات مربوط به تصادف، فوت نموده است[۱].

در ایران به طور متوسط روزانه ۷۰ نفر به علت سوانح جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. بر طبق آمارهای ارائه شده توسط سازمان پزشکی قانونی کشور، تعداد فوتی‌های ناشی از تصادفات از سال ۱۳۸۴ تا سه ماهه‌ی اول سال ۱۳۸۸، به ترتیب عبارت است از ۲۷۷۵۵، ۲۷۵۶۷، ۲۲۹۱۸، ۲۲۳۶۲ و ۵۳۷۹ نفر. همچنین آمار کشته‌شدگان تصادفات نوروزی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به ترتیب ۱۵۳۵ و ۱۳۶۸ نفر می‌باشد. بر اساس آمارهای ارائه شده توسط سازمان پزشکی قانونی، تعداد مصدومین ناشی از حوادث رانندگی در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب ۲۷۴۲۵۷ و ۲۷۶۷۶۲ نفر و مجموع مصدومین سه ماهه‌ی اول سال ۱۳۸۸ نیز ۷۰۳۹۹ نفر است[۵]. هرچند آمار سال‌های اخیر سیر نزولی محسوسی در میزان مرگ و میر در ایران را نشان می‌دهد، اما با وجود این، ایران هنوز جزء کشورهایی است که بالاترین درصد سوانح منجر به مرگ و میر را در جهان به خود اختصاص داده است.

آمار سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ نشان می‌دهد که به دلیل عدم استفاده از کمربند ایمنی، یکی از عمده‌ترین دلایل مرگ و میر در سوانح ترافیکی ایران ناشی از ضربه به سر بوده است (۴۹/۸٪) که این امر مسئولین را بر آن داشت قانون استفاده از کمربند ایمنی را به اجرا بگذارند. به هر حال از سال ۱۳۸۴، استفاده اجباری از کمربند ایمنی شروع شد و تمامی رانندگان و سرنشینان ردیف جلوی خودروها مکلف به استفاده از کمربند ایمنی شدند. فعالیت‌ها و اقدامات صورت گرفته توسط پلیس راهنمایی و رانندگی عبارت بودند از اجرای قوانین استفاده از کمربند ایمنی، اجرای قوانین استفاده از کلاه ایمنی، اجرای قوانین ترافیکی خاص، برنامه‌های آموزشی تولید و پخش شده از رسانه‌های ارتباط جمعی همچون رادیو و تلویزیون[۱].

در بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶، مرگ‌های ناشی از سوانح ترافیکی جاده‌ای در ایران به ترتیب ۲۶۰۸۹، ۲۷۷۸۰، ۲۷۵۶۷ و ۲۲۹۱۸ نفر بوده است که حدود ۱۲/۱٪ کاهش نشان داد. همچنین میانگین سن قربانیان، ۳۵/۲ سال بوده است. بیشترین نرخ مرگ و میر در سوانح ترافیکی جاده‌ای ایران در جاده‌های برون شهری حدود ۶۱/۲٪ و در راه‌های درون شهری ۴۹/۱٪ بوده است که عابرین پیاده ۴۳/۳٪ آن را به خود اختصاص داده اند[۱].



شکل ۱: نمودار تعداد خودرو، مصدومین و مرگ و میر ناشی از تصادفات در ایران از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶[۱].

شکل ۱ نشان می‌دهد از سال ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۸۶، تعداد خودروها رشد داشته است؛ به طوری که تعداد آنها از ۶۹۴۹۳۸۱ خودرو به ۹۹۴۵۱۴۰ خودرو افزایش یافته است (۴۳/۱٪ رشد). همچنین تعداد کل انواع وسایل نقلیه جاده‌ای در این سال‌ها دارای رشد بوده است؛ به طوری که تعداد آنها از ۱۰۷۹۱۴۵۹ خودرو به ۱۷۰۵۹۹۳۸ خودرو رسیده است که رشد ۵۸ درصدی را نشان می

[1] E-safety

www.SID.ir

دهد. با این حال، یک روند کاهشی محسوس در میزان تصادفات ترافیکی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ مشاهده می‌گردد [۱].

ارزیابی اپیدمیولوژیک میزان مرگ و جراحات سوانح ترافیکی جاده‌ای قبل و بعد از قوانین اجباری استفاده از کمربند ایمنی برای رانندگان و سرنشینان، پخش برنامه‌های آموزشی از رسانه‌ها، استفاده اجباری از کلاه ایمنی برای موتورسواران، اجرای قوانین ترافیکی در شرایط خاص زمانی (طرح‌های نوروزی، تابستانی، زمستانی و امثال آن)، کاهش مملوسی را در میزان مرگ و صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای ایران نشان می‌دهد[۱].

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

امروزه تعاریف بسیاری از سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در کشورهای مختلف ارائه شده است که متداول‌ترین تعریف عبارت است از: "سیستم حمل‌ونقل هوشمند با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین از قبیل الکترونیک، ارتباطات و سیستم‌های کنترل، باعث ارتقای سطح ایمنی، کارایی و ارزانی حمل‌ونقل می‌شود که برای شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل از قبیل جاده، راه‌آهن، هوایی و دریایی قابل طرح است". معمولا سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند را بر اساس اینکه در چه جایی به کار گرفته می‌شوند به سه دسته‌ی زیرساخت-های هوشمند، وسایل نقلیه هوشمند و در نهایت سیستم‌های حمل و نقل هوشمند به کار گرفته شده به صورت اشتراکی بین این دو بخش دسته بندی می‌کنند. دسته بندی دیگر، مربوط به نحوه عملکرد آن‌ها می‌شود. بر اساس این تقسیم‌بندی این سیستم‌ها به سه دسته فعال، غیرفعال و ترکیبی از فعال و غیرفعال تقسیم می‌شوند[۲].

سیستم‌های ایمنی غیرفعال آنهایی هستند که از شدت صدمات ناشی از تصادفات غیر قابل اجتناب می‌کاهند. از جمله این سیستم‌ها می‌توان به کمربندهای ایمنی و کیسه‌های هوا اشاره نمود. بسیاری از خودروسازان امروزه با تطبیق عملکرد این سیستم‌ها با شرایط خاص تصادف، در پی بهبود کارآیی این سیستم‌های ابتدایی هستند. بر این اساس، کمربندهای ایمنی هوشمند دارای بندهای قابل انطباق با شرایط مختلف هستند که از این طریق، تنش‌های شدید ناشی از تصادفات مختلف راتعدیل می‌نمایند. همچنین کیسه‌های هوای هوشمند بر اساس اطلاعات حسگرهای خود پیرامون وزن و وضعیت شخصی که روی صندلی نشسته است، به بهترین اندازه ممکن باد خواهند شد در نتیجه قادر خواهند بود تا از صدمات بالقوه ناشی از تصادفات بکاهند[۴].

سیستم‌های ایمنی فعال همانطور که از نامشان برمی‌آید نقش فعالی را در هدایت خودرو چه از طریق ارائه اطلاعات لازم به راننده و چه از طریق بر عهده گرفتن قسمتی از امور کنترل خودرو ایفا می-نمایند. البته باید دانست که هدف، حذف راننده از چرخه رانندگی نیست بلکه هدف، تقویت توانایی راننده در نشان دادن واکنش مناسب در شرایط مختلف می‌باشد. این حقیقت اجتناب ناپذیر است که بیش از ۵۰ درصد تصادفات جاده‌ای ناشی از اشتباهات انسانی است. سیستم‌های فعال این قابلیت را دارند که اشتباهات انسانی را جبران کرده و از شدت تبعات ناشی از بروز تصادفات بکاهند[۴].

کاربرد سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

افزایش ایمنی(کاهش خسارت‌های مادی و معنوی ناشی از تصادفات)، بهبود وضعیت حرکت (کاهش تراکم ترافیک)، افزایش سرعت جابجایی شبکه ترافیک، کاهش اثرات زیانبار زیست محیطی، کاهش مصرف انرژی، ارتقاء سطح رضایت عمومی کاربران، مطلوبیت در حمل‌ونقل عمومی و نیز افزایش کارایی زیر ساخت‌های موجود از جمله مزایای بکارگیری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند است.

مطابق پژوهش‌هایی که در قاره اروپا صورت گرفته است، منافع استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند به شرح جدول ۱ می-باشد[۳].

جدول ۱: منافع استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند در اروپا

مزایا	درصد
کاهش در تلفات ناشی از تصادفات	۵۰
کاهش در زمان سفرها	۲۵
کاهش تاخیر در ناوگان حمل‌ونقل عمومی	۵۰
کاهش هزینه در مدیریت ناوگان حمل بار	۲۵
کاهش آلودگی هوا در شهرها	۵۰
کاهش آلودگی زیست‌محیطی	۳۰

در جدول ۲ به برخی از کاربردهای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند که مستقیما با کاهش مرگ و میر ناشی از تصادفات ارتباط دارند در قالب دو حوزه‌ی زیرساخت و خودرو اشاره شده است.

جدول ۲: برخی کاربردهای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

زیرساخت	سیستم مدیریت سوانح	نظارت و شناسایی سوانح اعزام و رسیدگی پاکسازی و ترسیم صحنه تصادف ارائه اطلاعات (تابلوهای پویا) و ...
	ایمنی و جلوگیری از تصادف	اعلان خطر واژگونی خودرو در رمپ‌ها اعلان خطر سرعت خودرو در قوس‌ها اعلان خطر سرعت خودرو در سرازیری و ...
وسیله نقلیه	سیستم اعلان خطر تصادف	تغییر خط اعلان خطر خروج از مسیر اعلان خطر تصادف ازجلو و عقب اعلان خطر تصادف در تقاطع و ...
	سیستم اطلاع تصادف	سیستم اتوماتیک اعلام تصادف و ...

Archive of SID

www.SID.ir

معرفی برخی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

سیستم‌های مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه

یکی از موارد کاربرد سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، استفاده از سیستم‌های مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه[2] می‌باشد .سیستم یاد شده که در ردیابی وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد عمدتاً جهت ارتقاء عملکرد سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی نظیر اتوبوس-رانی شهری به کار گرفته شده است. با وجود این، امروزه از این سیستم‌ها در افزایش ایمنی و همچنین نظارت بر ناوگان حمل‌ونقل بار و مسافر برون‌شهری نیز استفاده می‌شود .اولین استفاده از فناوری مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه در زمینه حمل‌ونقل در سال ۱۹۵۰ میلادی در سیستم اتوبوسرانی شهر لندن گزارش شده است. با این حال، کاربرد این سیستم در دهه اخیر و بخصوص پس از ارتقاء فناوری‌های بکار گرفته شده در آن، رشد فزاینده‌ای را تجربه نموده است. هم اکنون در بیش از ۳۵ کشور جهان از جمله کشورهای در حال توسعه‌ای نظیر هند، مالزی، آفریقای جنوبی، ترکیه، عربستان و امارات متحده عربی این فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سیستم، موقعیت هر وسیله نقلیه مشخص گردیده و بصورت پویا به مرکز کنترل ارسال می‌گردد. همان‌طور که پیشتر اشاره گردید سیستم‌های مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه عمدتاً جهت بهبود عملکرد حمل و نقل همگانی درون شهری به کار گرفته می‌شوند، با وجود این، امروزه شرکت‌های حمل‌ونقل بار و مسافر برون‌شهری جهت اعمال مدیریت صحیح بر ناوگان تحت پوشش خود بصورت گسترده‌ای از این سیستم‌ها استقبال نموده‌اند. درحقیقت استفاده از مکانیابی مکانیزه وسایل نقلیه سنگین باری و مسافری بین شهری بطور کلی مزایای زیر را در پی دارد: کاهش ناوگان،کاهش هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری،کاهش هزینه‌های مربوط به نیروی انسانی، افزایش کارایی رانندگان از طریق اعمال نظارت بر عملکرد آنان در طول مسیر، بهبود زمان‌بندی و برنامه‌ریزی ناوگان از طریق دسترسی به اطلاعات دقیق، افزایش امنیت راننده، مسافرین و کالا، افزایش ایمنی به واسطه آگاهی سریع از وقوع حوادث و اعزام به موقع نیروهای امداد و پلیس به محل حادثه ، افزایش رضایت‌مندی مشتری به واسطه بهبود سیستم خدمت‌رسانی، افزایش تقاضا برای خدمات به واسطه افزایش رضایت‌مندی مشتری. مزایای مورد اشاره در ازای صرف هزینه‌های مرتبط با راه‌اندازی و بکارگیری سیستم قابل حصول خواهد بود .در حقیقت عمده هزینه‌ها در این زمینه مربوط به نصب تجهیزات مستقر در ناوگان و همچنین مرکز کنترل می‌باشد، البته هزینه‌های نیروی انسانی در بخش‌های تعمیر و نگهداری و مرکز کنترل نیز از سایر هزینه‌های راه‌اندازی سیستم مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه است .در واقع هزینه بکارگیری سیستم‌های مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه تا حدود زیادی وابسته به مشخصات مورد استفاده در آن می‌باشد. هرچه سیستم با امکانات بیشتر و برای شرایط پیچیده‌تر طراحی شده باشد مسلماً هزینه اجرای آن نیز بالاتر خواهد بود. براساس آمارگیری جامعی که در سال ۲۰۰۳ میلادی در این زمینه صورت پذیرفت، هزینه های بکارگیری سیستم در بازه ۲۰۰۰ دلار تا ۵۰۰۰ دلار بر وسیله نقلیه گزارش گردیده است. باید ذکر نمود که با افزایش ناوگان، هزینه بکارگیری سیستم بر هر وسیله نقلیه نیز کاهش می‌یابد. همچنین هزینه‌های جاری سالیانه برای سیستم مکان‌یابی مکانیزه وسایل نقلیه بر اساس آمار یاد شده بین ۳۰۰ تا ۱۶۰۰ دلار بر وسیله نقلیه متغیر بوده است. همانطور که اشاره گردید بکارگیری سیستم مورد بحث با توجه به هزینه‌های نسبتاً مناسب، مزایای زیادی را برای استفاده‌کنندگان آن به ارمغان می‌آورد که عمده‌ترین آنها، بهبود عملکرد ناوگان تحت نظارت می باشد. براساس موارد توضیح داده شده در حمل و نقل برون شهری، شرکت‌های حمل بار و مسافر بیشتر به استفاده از این سیستم ترغیب می شوند. با وجود این، از این سیستم جهت نظارت مناسب‌تر نیروهای پلیس و همچنین نیروهای امداد بر وسایل نقلیه سنگین نیز می‌توان استفاده نمود[۶].

سیستم پایانه کنترلی

مجموعه تجهیزاتی که مقابل راننده نصب می‌شود و این امکان را به او می‌دهد تا ضمن آگاهی از موقعیت خود، ارتباط وسیله را با مرکز کنترل برقرار نماید پایانه کنترلی[3] نامیده می‌شود. این پایانه از یک صفحه نمایش و کلیدهای متنوعی تشکیل یافته که با فشردن هر کلید، فرآیند خاصی در واحد پردازنده اطلاعات شکل می‌گیرد. این کلیدها معمولاً برای ارسال پیام‌هایی از پیش تعریف شده مانند اعلام بروز نقص فنی و یا وقوع تصادف به مرکز کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرند [۶].

شکل ۲: نمایی از پایانه کنترلی نصب شده در یک اتوبوس [۶].

سیستم های خودکار تشخیص حوادث در تونل‌ها

افزایش سطح ایمنی و تامین امنیت تونل‌ها، یکی از موضوعاتی است که سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تونل‌ها بسیار حساس و آسیب پذیر هستند و حوادث جزئی در تونل‌ها، در صورت عدم واکنش سریع و مناسب، می‌توانند به سوانح شدید و یا آتش‌سوزی منجر شوند. علاوه بر خسارت‌های مالی و جانی معمول این حوادث، اختلالات ترافیکی و تاخیر ناشی از آن، زمان مفید قابل توجهی را از سرنشینان وسائل نقلیه تلف نموده و سالانه هزینه هنگفتی را به کشورها تحمیل می‌نماید. از سال ۱۹۷۰ میلادی، سیستم تشخیص خودکار حوادث[4]، به عنوان روشی برای تشخیص

---

[2] Automatic Vehicle Location

[3] Transit Control Head

[4] Automatic Incident Detection

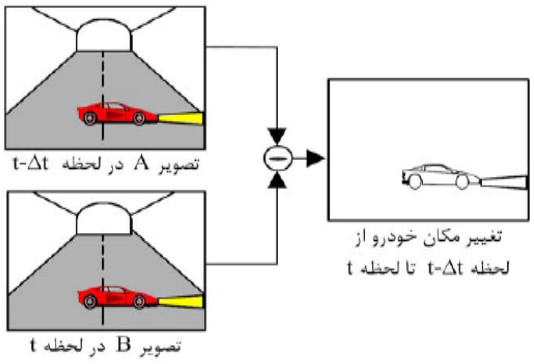
Archive of SID

www.SID.ir

سریع‌تر حوادث مطرح بوده است. در این روش، تشخیص اولیه وقوع حوادث بر عهده سیستم‌های خودکار گذاشته می‌شود و سیستم پس از تشخیص حادثه، بلافاصله آن را به مرکز کنترل گزارش می‌دهد. اطلاع به موقع از وقوع حوادث، اولین و اصلی‌ترین رکن در مدیریت حوادث است. با استفاده از روش فوق، سرعت تشخیص تصادفات به مراتب افزایش یافته و امکان بهتری برای مدیریت کارآمدتر حوادث و اطلاع رسانی به موقع به سایر رانندگان جهت کاستن از اثرات ترافیکی حادثه و کاهش میزان تصادفات ثانویه فراهم می‌گردد. از زمان ابداع سیستم‌های خودکار تشخیص حوادث تاکنون، فناوری‌های مورد استفاده در آن‌ها، مراحل آزمایشی گوناگونی را طی کرده و موضوع تحقیقات مختلفی بوده‌اند. در طول زمان و با ایجاد فناوری های نوین، روشهای مختلفی نیز در این رابطه ابداع گشته و به تکامل رسیده است. از اصلی‌ترین روش‌های تشخیص خودکار حوادث می‌توان به روشهای مبتنی بر پردازش تصاویر ویدئویی و روشهای مبتنی بر استفاده از شناسگرهای وسائل نقلیه اشاره نمود[۶].

استفاده از دوربین‌های مداربسته، یکی از روشهای رایج برای کنترل وضعیت تونل‌ها است. این کنترل معمولا توسط نیروی انسانی صورت می‌گیرد اما با توجه به مشکلات استفاده از نیروی انسانی برای تشخیص حوادث، می‌توان وظیفه تشخیص حادثه را به پردازشگرهای رایانه‌ای سپرد. با این کار، حادثه در کمترین زمان ممکن شناسایی گشته و به اپراتور گزارش می‌شود تا او واکنش مناسبی را با توجه به نوع حادثه صورت دهد. در این روش، سیگنال‌های حاصل از دوربین‌های مداربسته به واحد شناسایی ویدئویی منتقل می‌شوند. در این مرحله، پردازشگرها با به کارگیری الگوریتم شناسایی، محل حادثه را که در میدان دید دوربین واقع شده است، به طور کاملا خودکار تعیین می‌کنند. الگوریتم‌های شناسایی بر پایه تکنیک‌های ردیابی اجسام در تصاویر و پردازش خط سیر آنها عمل می‌کنند. بلافاصله پس از تعیین محل حادثه، هشداری بصری یا شنیداری برای اپراتورها ارسال می‌گردد. اپراتورها، پس از دریافت هشدار، موقعیت دقیق حادثه، نوع آن و تصاویر ویدئویی زنده‌ای از محل حادثه را در اختیار خواهند داشت. علاوه بر این، تصاویر ضبط شده‌ای که اتفاقات رخ داده شده از چند ثانیه قبل از وقوع حادثه را به تصویر می‌کشند نیز برای بازنگری در اختیار اپراتور گذاشته می‌شوند. با استفاده از این تصاویر ضبط شده، عوامل اولیه ایجاد حوادث و تصادفات به راحتی قابل تشخیص است. مجموع زمان مورد نیاز برای شناسایی حادثه و ارسال هشدار برای اپراتور، می‌تواند به حدود ۱۰ ثانیه برسد که این زمان به مراتب کمتر از زمانی است که به طور معمول، برای کنترل دوربین‌ها توسط نیروی انسانی لازم می‌باشد. سیستمی که با روش پردازش تصاویر ویدئویی کار می‌کند، به طور کاملا خودکار قادر به تشخیص وگزارش بیش از ۹۵ درصد از مجموع حوادثی که در تونل‌ها رخ می‌دهند، خواهد بود [۶].

مهمترین مساله در یک الگوریتم شناسایی، (برای تعیین موقعیت و نوع حادثه)، تعیین موقعیت وسائل نقلیه تردد کننده است. برای دستیابی به این هدف، ابتدا یک تصویر پس زمینه برای دوربین تهیه می‌گردد. در این تصویر هیچ خودرویی وجود نداشته و تنها سطح راه و تجهیزات ثابت اطراف آن قابل رویت است. پس از ذخیره تصویر پس زمینه، موقعیت و زاویه دید دوربین ثابت نگه داشته می‌شود. پردازنده می‌تواند با مقایسه تصاویر ارسال شده از دوربین‌های مداربسته با تصویر پس‌زمینه، تفاوتها را تشخیص داده و موقعیت هر خودرو را با تقریب مناسبی به دست آورد. از طرف دیگر، با مقایسه موقعیت استخراج شده یک خودرو در دو لحظه متوالی (با فاصله زمانی مشخص) می‌تواند میزان تغییر مکان خودرو را محاسبه نماید. نحوه‌ی عملکرد این فرآیند به طور شماتیک در شکل ۳ نشان داده شده است [۶].



شکل ۳: چگونگی استخراج موقعیت خودرو با ارزیابی تغییرات تصاویر [۶].

روش دیگر برای تشخیص موقعیت خودروها و سایر اجسام، ارزیابی تغییرات در تصاویر برداشت شده متوالی است. در این روش نیازی به داشتن تصویر پس‌زمینه نیست و موقعیت جسمی که در این تصاویر حرکت کرده باشد، تنها با سنجش نقاط اختلاف دو تصویر متوالی نسبت به هم مشخص می‌گردد.

با دانستن موقعیت خودرو در یک لحظه و اطلاع از موقعیت همان خودرو پس از جابجا شدن در فاصله زمانی Δt، سیستم قادر به محاسبه سرعت وسیله نقلیه و خط سیر آن خواهد بود. با این اطلاعات، درک بهتری نیز از ابعاد خودروها یا سایر اجسام حاصل می‌گردد. خطای اندازه‌گیری سرعت بدین شیوه کمتر از ۸ کیلومتر در ساعت است [۶].

همانگونه که گفته شد دوربین‌های تعبیه شده برای تشخیص حوادث، می‌توانند در مدیریت عملیات امدادرسانی یا اطفای حریق نیز مفید واقع شوند. بدون اینکه اختلالی در عملکرد سیستم برای تشخیص حوادث ایجاد شود، می‌توان از این دوربین‌ها برای مدیریت ترافیک و محاسبه خودکار حجم و سرعت وسائل نقلیه تردد کننده نیز استفاده نمود. مزیت دیگر استفاده از پردازش تصاویر برای تشخیص خودکار حوادث، عدم نیاز به قطع جریان ترافیک برای نصب تجهیزات و عملیات تعمیر و نگهداری آن می‌باشد. در محل تونل‌ها، دوربین‌ها معمولا به فاصله ۷۰ تا ۱۰۰ متری از یکدیگر مستقر می‌شوند. چیدمان آنها به شکلی است که تمام طول تونل را پوشش داده و نقطه کوری باقی نمی‌گذارند. از روش پردازش تصاویر می‌توان در بزرگراهها یا پل‌ها نیز برای تشخیص خودکار حوادث استفاده نمود. به

Archive of SID

www.SID.ir

طور کلی از این سیستم می‌توان برای پردازش تصویر در زمینه‌های ذیل استفاده کرد:

- خودروی متوقف شده: وسیله نقلیه‌ای که مکث آن در خطوط حرکتی یا شانه راه بیش از یک فاصله زمانی مشخص است.
- خودروی کند: خودرویی که در جریان آزاد ترافیک، با سرعت کمی (کمتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت) در حال حرکت است. وضعیتی که در آن گروهی از وسایل نقلیه با سرعتی پائین (کمتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت) در حال حرکت هستند به عنوان ازدحام ترافیکی تعریف می‌گردد.
- جسم سقوط کرده: جسمی که روی سطح راه افتاده است و همه ابعاد آن تقریبا بزرگتر از ۵۰ سانتیمتر است.
- خودروهایی که پی‌درپی اقدام به تغییر خط حرکتی خود می نمایند: خودروهایی که برای اجتناب کردن از عبور از یک نقطه خاص از مسیر، به طور گروهی، در یک جهت و به طور متوالی اقدام به تغییر مسیر خود می‌کنند.
- آتش سوزی و ایجاد شدن دود زیاد در داخل تونل [۶].

یکی از مزایای استفاده از پردازش تصاویر برای تشخیص خودکار حوادث، انعطاف‌پذیری این سیستم برای کاربرد آن در شرایط مختلف ترافیکی و محیطی است. این سیستم می‌تواند به راحتی با انواع دوربین‌های موجود در ایران مانند دوربین‌های امنیتی تلفیق گردد بدون اینکه اختلالی در کار آنها بوجود آورد. واحد شناسایی ویدئویی نیز می‌تواند در محل تونل یا در مرکز کنترل نصب شود. قابلیت‌های این روش، امکان استفاده از آن را در تونل‌های پرتردد شهری (نظیر تونل رسالت) یا تونل‌هایی که سرعت عبور وسائل نقلیه در آنها بالاست نیز فراهم می‌کند [۶].

سیستم‌های ارزیاب سرعت[5]

سیستم‌های محدوده متغیر سرعت، شرایط موجود ترافیک و آب و هوا را بوسیله حسگرهایی ارزیابی کرده و بر اساس آن، محدوده سرعت مجاز را روی تابلوهای پیام متغیر[6] نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، این سیستم‌ها با استفاده از تکنولوژی شناسایی سرعت و حجم ترافیک، اطلاعات آب و هوایی و شرایط سطح راه، سرعت مناسب جهت رانندگی در آن شرایط راه و ترافیک را تعیین می‌کند و این سرعت‌های پیشنهادی و قانونی معمولا بر روی تابلوهای پیام متغیر بالاسری یا جانبی نشان داده می‌شود. در اغلب موارد، سیستم ارزیاب سرعت بخشی از یک سیستم بزرگتر نظیر مدیریت حوادث[7]، مدیریت تراکم[8]، راهنمای آب و هوایی[9] و سیستم هشدار خودروسواران[10] می‌باشد. همچنین این ابزار هوشمند در سیستم‌های مدیریت آزادراهی[11] و سیستم‌های مدیریت شریانی[12] به ترتیب در گروه تجهیزات مدیریت خطوط عبوری[13] و کنترل ترافیک[14] قرار می‌گیرد. افزایش مطلوبیت، بهبود ایمنی، استفاده کارآتر از راه، کاهش مسولیت دستگاه قضایی، پاسخ و واکنش نسبت به شرایط پویا و متغیر و تهیه اطلاعات بهنگام و آنی از جمله اهداف بکارگیری سیستم محدودیت سرعت متغیر به شمار می آید [۶].

شکل ۴: نحوه‌ی عملکرد سیستم ارزیاب سرعت[۴].

به طور کلی با بکارگیری این سیستم طول بیشتری از راه پوشش و کنترل داده می‌شود و همچنین طیف وسیعی از اطلاعات ورودی مورد نیاز نظیر حجم و سرعت ترافیک، تصادفات، یخ، برف و مه جهت تصمیم‌گیری در مورد محدوده سرعت، ثبت می‌گردد. با استفاده از این سیستم، محدوده متراکم راه شناسایی شده و سرعت‌ها بر اساس شرایط ترافیک تنظیم می‌گردد و در صورت لزوم جهت رفع تراکم، حجم ترافیک ورودی کاهش می‌یابد. شرایط برخی از راه‌ها نظیر راه‌های کوهستانی در فصول مختلف سال بسیار متفاوت است. توسط این سیستم می‌توان طول بیشتری از این راه‌ها را تحت پوشش قرار داد و براساس شرایط راه، آب و هوا و شرایط دید مناسب، سرعت را تنظیم کرد. شکل ۵ کاربرد این سیستم‌ها را در شرایط برفی نشان می‌دهد [۶].

شکل ۵: نمونه‌ای از کاربرد سیستم ارزیاب سرعت در شرایط آب و هوای برفی [۶].

---

[5] Variable Speed Limits
[6] Variable Message Signs
[7] Incident management
[8] Congestion management
[9] Weather advisory
[10] Motorist warning system
[11] Freeway management systems
[12] Arterial management systems
[13] Lane management
[14] Traffic control

Archive of SID
www.SID.ir

می‌توان به عنوان یکی از نمونه‌های موفق کاربرد این سیستم‌ها، بکارگیری آنها در بزرگراه ام. ۵۲ لندن را نام برد که نتایج بسیار رضایت‌بخشی نیز حاصل گردیده است. مطالعات انجام شده در این رابطه حاکی از ۲۴ الی ۳۵ درصد کاهش در میزان تصادفات است. از طرفی، علاوه بر افزایش متوسط سرعت سفر در امتداد این مسیرها، میزان ظرفیت نیز بین ۲ تا ۵ درصد افزایش نشان داده است [۶].

یکی از کاربردهای سیستم ارزیاب سرعت، در نواحی با مه شدید و متغیر بوده و در این حالت، مجهز به سنسورهای سرعت و دید است. تغییر شرایط راه در نواحی عملیات کارگاهی سبب افزایش کاربرد این سیستم در این نواحی شده است. لذا از این سیستم می‌توان در محورهای کوهستانی کشور و در کنترل ترافیک عملیات کارگاهی در سطح جاده‌ها استفاده کرد [۶].

شکل ۶: کاربردهای سیستم ارزیاب سرعت در نواحی با مه شدید[۴]

کانال ارسال پیام ترافیکی[15]

برای کانال ارسال پیام ترافیکی، پیغام‌های اطلاعاتی به آرامی دریافت شده و توسط رادیوپخش خودرو که مجهز به کانال ارسال پیام ترافیکی می‌باشد و یا سیستم جهت‌یابی خودرو، داده ها از رمز خارج شده و سپس اطلاعات به صورت تصویری و یا از طریق پیغام‌های صوتی به اطلاع راننده رسانده می‌شود. حدودا ۳۰ ثانیه طول می‌کشد تا اولین گزارش راجع به یک برخورد به مرکز اطلاعات ترافیک ارسال گردد و از آنجا به اطلاع راننده رسانده شود. بنابراین می‌توان گفت که شما تقریبا به صورت بی‌درنگ و فوری از اخبار تصادفات، راهبندان‌ها و یا تعمیرات جاده‌ها با خبر می‌شوید. می‌توان کانال ارسال پیام ترافیکی را فیلتر نمود تا صرفا آن اخبار و پیغام‌هایی که به مسیر و سفر کنونی مربوط می‌شود نشان داده شود. در عین حال سیستم‌های جهت یابی که به کانال ارسال پیام ترافیکی مجهز هستند می‌توانند راهنمایی پویا برای انتخاب مسیر ارایه نمایند. هشدار به راننده پیرامون مشکلات موجود در مسیر انتخاب شده و محاسبه یک مسیر جایگزین به منظور اجتناب و دور ساختن راننده از تصادفات احتمالی انجام می‌گردد [۴].

در اروپا خدمات کانال ارسال پیام ترافیکی در بریتانیا، سوئد، فنلاند، دانمارک، آلمان، بلژیک، هلند، فرانسه، سویس، پرتغال، ایتالیا، اتریش، مجارستان و جمهوری چک یا پیشتر عملیاتی شده‌اند و یا برنامه‌ریزی در مورد آن‌ها صورت گرفته است [طرفه نژاد].

اعلام وضع اضطراری

سیستمی از حسگرهای نصب شده در خودرو که شامل کیسه هوا و حسگرهای برخوردهای شدید از روبرو و طرفین و همچنین حسگرهای تشخیص دهنده واژگونی خودرو است به صورت خودکار پس از بروز تصادفات احتمالی اقدام به ارسال سیگنال‌های شرایط اضطراری می‌نمایند حتی اگر راننده قادر به حرکت نباشد. این سیگنال‌های ارسالی که البته به صورت دستی هم قابل ایجاد هستند بلافاصله به اطلاع نزدیک‌ترین مرکز امداد خواهند رسید [۴].

سیستم‌های پیشرفته دستیار راننده

این سیستم‌ها را می‌توانیم به دو دسته کلی طبقه‌بندی نماییم. آن دسته از سیستم‌ها که باعث افزایش توانایی راننده در هدایت خودرو می‌شوند(سیستم ترمز ضد قفل، کنترل اصطکاک، سیستم تقویت دید راننده، سیستم کنترل عملکرد راننده و ...) و سیستم‌هایی که تعامل خودرو را با محیط و سایر خودروها بهبود می‌بخشند (سیستم ترمز اضطراری، سیستم هوشمند تعدیل سرعت، سیستم پیشگیری از سوانح و ...) [۴].

کنترل عملکرد راننده

تمامی سیستم‌هایی که چشم به عملکرد راننده دوخته‌اند و هر گاه توجه او نسبت به رانندگی کم شود به او هشدار می‌دهند. بالاخص این موضوع به تشخیص خواب‌آلودگی راننده و هشدار به او مربوط می‌شود که با هدف پیشگیری از تصادفاتی که ناشی از پایین آمدن سطح هوشیاری راننده می‌باشد انجام می‌گردد[۴].

پیشگیری راننده از خطرات معمولا در قالب مراحل زیر صورت می‌گیرد: شناخت، قضاوت و عمل. هنگامی که سطح هوشیاری راننده پایین می‌آید واکنش او در هر یک از مراحل فوق کندتر صورت می‌گیرد اینجاست که از نقطه نظر ایمنی، فعال شدن سیستم‌های کنترل و هشدار به منظور افزایش سرعت واکنش راننده در هر یک از مراحل فوق در نظر گرفته شده است[۴]

سیستم های کنترل و پیش بینی وضع هوا

تاثیرات مربوط به وضع آب و هوا به خوبی شناخته شده‌اند. دید محدود و کم، سطوح یخ زده راهها و بادهای شدید از عوامل مهم بسیاری از مرگ و میرهای ناشی از ترافیک‌های جاده‌ای می‌باشند. سیستم‌های کنترل و پیش‌بینی وضع هوا به همین دلیل برای بررسی وضع موجود و پیش‌بینی وضع هوا در آینده طراحی شده اند که بدیهی است بهره‌گیری از این سیستم‌ها به نفع همگان خواهد بود. پیش‌بینی مناسب وضع هوا به مدیران شبکه‌های راه‌ها این امکان را می‌دهد که به موقع عمل کنند و رانندگان را از وضع بد احتمالی راه‌ها آگاه سازند و تدابیر لازم را در ارتباط با حفاظت راه‌ها در برابر

[15] Traffic Message Channel

www.SID.ir

وقایع زمستانی بیندیشند و پیش بینی اقدامات اضطراری و اورژانس لازم را به عمل آورند. به علاوه، داده‌های جمع‌آوری شده توسط مراکز پیش‌بینی و کنترل وضع هوا را می‌توان از طریق ارتباط پایگاه داده‌ها به مرکز مدیریت و کنترل ترافیک منتقل ساخت. این گروه‌ها سپس اقدام به فعال ساختن سیستم‌های آگاهی دهنده به رانندگان در مورد تغییرات وضع هوا می نمایند (مانند علائم متغیر کنار جاده، پیام‌های رادیویی و غیره) و اقدامات لازم را برای تضمین امنیت راه‌ها به عمل می آورند (بستن پلها، تغییر مسیر و رفع انجماد سطح جاده ها) [۴].

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

پیشرفت فناوری در زمینه ارتقاء سیستم های الکترونیکی و مخابراتی، بستری را فراهم آورده تا متخصصان حمل و نقل بتوانند، جهت رفع مشکلات مدیریتی و برنامه‌ریزی‌های مرتبط با تردد وسایل نقلیه و عابرین پیاده به دستاوردهای قابل توجهی دست یابند. در این مقاله سیستم‌های هوشمندی که می‌توانند در کاهش مرگ و میر ناشی از حوادث جاده‌ای در ایران موثر باشند معرفی و پیشنهاد شده است. پیشنهاد می‌شود که مطالعات تطبیقی در مورد هر کدام سیستم‌های ذکر شده در پژوهشهای بعدی صورت گیرد. اگر نهادها و مسئولان امور عمومی با کارکردها و منافع اساسی که یک سیستم هوشمند حمل و نقل قادر است به ارمغان آورد آشنایی بیشتری پیدا کنند قطعا به پیاده‌سازی و پیشرفت آن یاری خواهند رساند.

مراجع

[۱]- سوری ح.، رویانیان م.، زالی ع.، موحدی نژاد ع.، "بررسی تغییرات سوانح ترافیکی قبل و بعد از اجرای چهار فعالیت اجرایی پلیس راهنمایی و رانندگی کشور،" دو ماهنامه پژوهنده (مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)، شماره ۱، پی در پی ۶۷، صفحات ۱۵ تا ۲۰، ۱۳۸۸.

[2]- Bayly, M., Fildes, B., Regan, M., Young, K., *Review of crash effectiveness of Intelligent Transport Systems,* Traffic Accident Causation in Europe. 2007.

[۳]- فروزنده ک.، ابراهیمی لامع ب.، "سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS)،" مرکز تحقیقات راه‌آهن، ۱۳۸۷.

[۴]- طرفه نژاد ح.، "سرویس‌ها و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند،" دفتر فن‌آوری اطلاعات، ۱۳۸۲.

[۵]- سایت پزشکی قانونی کشور (گروه آمار و خدمات رایانه)، ۱۳۸۸. http://www.lmo.ir/

[۶]- کرم رودی م.، بختیاری پ.، باقری تیمچه ع.، "ارزیابی و امکان-سنجی بکارگیری سیستم‌های هوشمند (ITS) در صنعت حمل و نقل زمینی ایران،" چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

Archive of SID

www.SID.ir