نقش سیستمهای حمل و نقل هوشمند در ایمن سازی گذرگاههای همسطح و کاهش تصادفات جاده ای و ریلی

مرضیه طاهرزاده[1]

[1]کارشناس خط و سازه‌های ریلی، اداره کل خط و سازه های فنی و دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس
m.taherzadeh@modares.ac.ir

چکیده

سوانح ریلی هر ساله در محل تقاطع راه آهن با جاده، تلفات جانی و خسارات مالی فراوانی را برای افراد و شبکه حمل و نقل ریلی و جاده-ای به دنبال دارد. یکی از راه‌های افزایش ایمنی در تقاطعات همسطح ریلی- جاده‌ای استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) می‌باشد. اینگونه سیستم‌ها با بکارگیری تجهیزات ردیابی پیشرفته، برداشت اطلاعات، برقراری ارتباطات و یکپارچه‌سازی اطلاعات باعث بهبود بهره‌وری و افزایش ایمنی شبکه حمل و نقل می‌شوند. سیستم-های حمل و نقل هوشمند امروزه به طور فزاینده‌ای در کشورهای توسعه یافته استفاده شده و اثرات مثبت و سودمندی را به دنبال داشته‌اند. با توجه به اینکه در شبکه ریلی کشور تقاطعات همسطح بسیاری با جاده وجود دارد، همچنان در این گذرگاهها از تجهیزات کنترلی ساده استفاده شده و بصورت سنتی مدیریت می‌شوند. بسترسازی برای بکارگیری از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند علاوه بر توسعه صنعت ریلی، ایمنی شبکه را افزایش داده و سبب کاهش مخاطرات آن می‌شود.

کلمات کلیدی: ایمن سازی، سیستم های حمل و نقل هوشمند، گذرگاه همسطح، تقاطعات

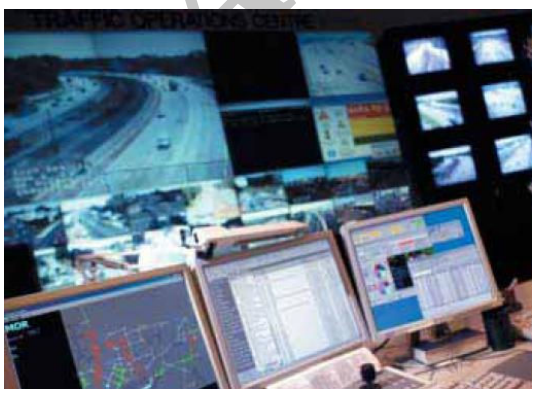
مقدمه

آمار و اطلاعات موجود نشان می دهد که سالانه قریب به ۴۰۰ نفر در ۱۲۰۰ تصادف در محل تقاطعات همسطح راه آهن و جاده در اروپا جان می بازند [1]. این تصادفات مشکلات جدی و خسارات جانی و مالی بسیاری را به دنبال داشته است. همچنین در سال ۱۹۹۹ در محل تقاطع راه آهن و جاده در امریکا حداقل ۳۹۹ نفر کشته و ۱۳۶۰ نفر بطور جدی در ۳۴۲۰ برخورد قطار با وسایط نقلیه جاده‌ای آسیب دیدند. یکی از مهمترین و جدی‌ترین تصادفات اتفاق افتاده در محل تقاطعات همسطح راه آهن و جاده در اکتبر سال ۱۹۹۵ در ایلینویز بوده است که در این حادثه در اثر برخورد قطار با یک اتوبوس مدرسه ۷ دانش آموز دبیرستانی جان باختند [2].

بعد از حادثه ایلینویز در آمریکا تقاطعات همسطح راه آهن و جاده جزء یکی از نقاط شامل سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) گردید [3]. زیرا ITS این پتانسیل را دارد که ایمنی را در محل تقاطعات جاده و خطوط افزایش دهد [4].

- سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS)

سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) سیستمهایی هستند که با بکارگیری تجهیزات ردیابی پیشرفته، برداشت اطلاعات، برقراری ارتباطات و یکپارچه‌سازی اطلاعات، باعث افزایش کارایی و ایمنی در شبکه حمل و نقل می‌شوند. یک سیستم حمل و نقل هوشمند بر سه فاکتور اصلی اطلاعات، ارتباطات و یکپارچگی استوار است. این سیستمها قادرند با پایش وضعیت بزرگراهها، چراغهای ترافیکی، وسایط نقلیه (اتومبیل‌ها، قطارها و کامیون‌ها) یک پایگاه داده منسجم را بوجود آورده و با مدیریت و بهینه‌سازی ظرفیتهای موجود در شبکه تسهیلات فراوانی را به کاربران ارائه دهند [5,6]. همچنین سیستم‌های هوشمند حمل و نقل باعث افزایش بهره‌وری و بازدهی سرمایه‌های ثابت و تجهیزات موجود شده و در نتیجه دستیابی به اهداف آینده را تسهیل می‌نماید.



شکل۱. بکارگیری سیستم های حمل و نقل هوشمند در تقاطع ها و بزرگراههای اروپا

- مزایای استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS)

Archive of SID
www.SID.ir

آلودگیهای زیست محیطی، ایمنی (خسارتهای مادی و معنوی ناشی از تصادفات)، اتلاف زمان و انرژی، تعیین موقعیت تصادفات و جلوگیری از تصادفات از طریق دریافت اطلاعات، معضلات ترافیکی و سرعت در جابجایی کالا و امنیت آنها از جمله مواردی است که با استفاده از سیستمهای هوشمند حمل و نقل می‌توان تا حد زیادی بهبود بخشید. در ذیل برخی از این موارد شرح داده شده است[7].

جریان روانتر وسایط نقلیه در بزرگراهها و جاده‌ها و هدایت قطارها در محورهای پر تردد راه‌آهن: امروزه در بعضی بزرگراهها دوربین‌هایی وجود دارد که اپراتورهای مرکز کنترل ترافیک را فقط از وضعیت ترافیکی موجود مطلع می‌سازد. در پاره ای از موارد حتی برخی از بزرگراهها تحت پوشش این دوربین‌ها نبوده و همان اطلاعات اندک از ترافیک را نیز در اختیار اپراتورها قرار نمی‌دهد. لذا با گسترش سیستم مانیتورینگ و استفاده از ITS زمینه‌ای فراهم می‌آید تا اپراتورها بتوانند جهت جلوگیری از تجمع وسایط نقلیه و وقوع حادثه به سرعت برنامه های لازم (از قبیل ارسال پیامهای تقلیل سرعت یا ارسال علامتهای مختلف جهت آگاهی رانندگان از وضعیت بزرگراه و پیشنهاد دیگر راههای ارتباطی با ترافیک کمتر و روانتر) را از مرکز کنترل به محل مورد نظر در جاده یا بزرگراه ارسال نمایند و از این طریق مدیریت شاهراه‌های اصلی شبکه حمل و نقل بدرستی انجام گردد. عملکرد این سیستمها در هدایت بهینه قطارها و افزایش بهره-برداری از خطوط راه‌آهن در محورهای با ترافیک بالا نیز بسیار موثر خواهد بود.

افزایش ایمنی در جاده و تقاطعات ریلی- جاده‌ای: این سیستمها با هشدار بموقع و مناسب به رانندگان و کاهش زمان پاسخ لازم در مواقع اضطراری و ... به افزایش ایمنی و کاهش آمار تصادفات کمک شایانی خواهند کرد. همچنین با انتقال اطلاعات لازم از وضعیت گذرگاه به لکوموتیوران حین نزدیک شدن به محل تقاطع می‌توان ایمنی در محل گذرگاه را افزایش داد.

کاهش هزینه های حمل و نقل: هزینه های حمل و نقل تأثیر زیادی بر قیمت کالا و یا خدمات در یک کشور دارد. اطلاعات بدست آمده از ITS این امکان را به اپراتور می دهد که محل فعلی کالا را ردیابی و شناسایی کرده و برای ادامه سیر آن بصورتی بهینه برنامه‌ریزی نماید.

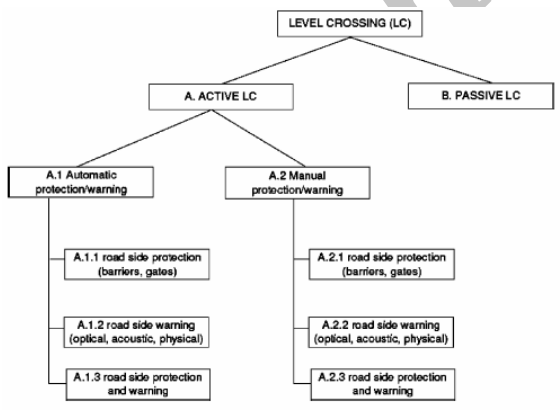
تاثیرات مثبت زیست محیطی: با پیدایش روند رو به کاهش منابع سوختهای فسیلی و تغییرات آب و هوایی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و در معرض خطر بودن سلامتی افراد در اثر انتشار آلودگی های ناشی از سوختهای فسیلی، بدیهی است که می‌بایست روش استفاده از جاده‌ها و راههای ارتباطی را تغییر داده و سفرها و تعداد آنها را بصورتی برنامه ریزی شده کنترل نمود [8]. با بکارگیری ITS و در اختیار قرار دادن اطلاعات لازم (هم قبل از سفر و هم در حین سفر) جهت انتخاب مسیر می توان در کاهش مصرف سوخت و انتشارآلودگی ناشی از وسایط نقلیه و جلوگیری از ترددهای مکرر تا حد زیادی جلوگیری نمود [9].

- تقاطعات همسطح، نقاط ضعف شبکه حمل و نقل

تقاطعات همسطح به عنوان یکی از نقاط ضعف در حمل و نقل ریلی و جاده‌ای محسوب می‌شوند. هزینه تصادفات در محل تقاطعات برای اتحادیه اروپا حداقل ۱۱۰ میلیون یورو در سال برآورد شده است. تحلیلهای بسیاری بر روی تصادفات در تقاطعات صورت گرفته است که نتایج آن نشان داده است که ۲۹٪ تصادفات در راه‌آهن در تقاطعات همسطح بوده است در حالیکه این عدد برای جاده حدود ۰/۹٪ می باشد [10].

از طرفی طبق بررسی‌های بعمل آمده خطر مرگ برای افراد در محل تقاطعات و گذرگاهها ۱۰ برابر بیشتر از جاده می‌باشد. بعبارتی این آمار نشان می‌دهد در حالیکه تقاطع همسطح، محلی با ریسک بسیار بالا در راه‌آهن محسوب می‌شود، در سیستمهای حمل و نقل جاده‌ای درصد بسیار کوچکی از ایمنی را به خود اختصاص می‌دهد. با این وجود، تصادفاتی که در تقاطعات همسطح اتفاق می‌افتد مسئولیتی مشترک را برای متولیان حمل و نقل جاده‌ای و ریلی بوجود می‌آورد. لذا همکاری خوب بین راه آهن و جاده نکته کلیدی و اساسی برای مدیریت ایمنی در گذرگاههای همسطح می‌باشد [10].

اتحادیه اروپا تقاطعات را به دو دسته فعال و غیر فعال تقسیم‌بندی کرده است. تقاطعات فعال به تقاطعاتی گفته می‌شود که افراد هنگام عبور از تقاطع از طریق تجهیزات هشداردهنده از خطرها مطلع شده و محافظت می‌شوند. تقاطعات غیر فعال به تقاطعاتی گفته می-شود که به هیچ گونه علائم هشداردهنده و تجهیزات حفاظتی مجهز نیستند. در تقاطعات فعال اتوماتیک به هنگام نزدیک شدن قطار سیستمهای هشدار دهنده بصورت خودکار فعال می‌شود ولی در تقاطعات فعال دستی این هشدارها و علائم بصورت دستی به افراد داده می‌شود.



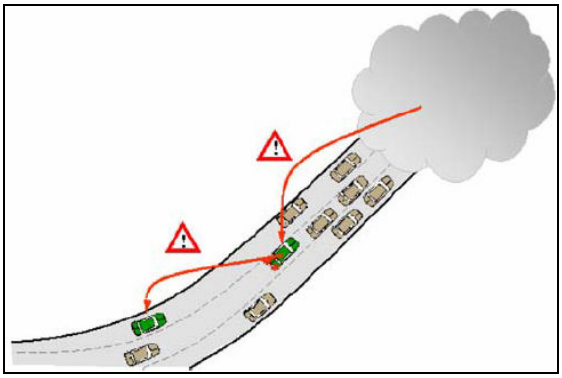
شکل ۲. شمایی از طبقه بندی تقاطعات براساس تقسیم بندی اتحادیه اروپا

امروزه بیشتر برخوردها و تصادف ها در تقاطعات (حتی در تقاطعات مجهز به موانع نیمه و تمام اتوماتیک و چراغهای علائم) به این علت اتفاق می‌افتد که رانندگان وسایط نقلیه متوجه نزدیک شدن قطار نمی‌شوند و با این تفکر که زمان کافی برای عبور از تقاطع را خواهند داشت وارد خط آهن شده و در محل تقاطع درگیر می‌شوند و قادر

www.SID.ir

نیستند به موقع از آن خارج شوند. در واقع هر چند تقاطع با تجهیزاتی مجهز شده است ولی این تجهیزات قادر به شناسایی قطار نبوده و توانایی استفاده از اطلاعات نزدیک شدن قطار به تقاطع را ندارند. در نتیجه برخورد قطار با عابر پیاده و یا وسایط نقلیه بسیار محتمل بوده و ریسک بالایی دارد[10]. همچنین تحقیقات نشان داده است که مهمترین و موثرترین عامل تاثیرگذار در اینگونه تصادفات عوامل انسانی می‌باشد. بنابراین یکی از روشهای کاهش تصادفات در محل تقاطعات کاهش اثر عوامل انسانی به عنوان عامل اصلی در این تصادفات می‌باشد با بکارگیری سیستمهایی که بتواند نزدیک شدن قطار را شناسایی کرده و بصورتی موثر به عابر و یا رانندگان اطلاع دهد (نظیر سنسورهای صوتی یا تصویری، رادارها، تصاویر ویدیویی و سیستم ارتباطی بی سیم در قطار و وسایط نقلیه جاده‌ای و غیره) می‌توان نقش عوامل انسانی را کم‌رنگ کرده و از بروز چنین حوادثی جلوگیری نمود[10] .

در شبکه ریلی ایران حدود ۳۵۵ گذرگاه همسطح (با راهبند و بدون راهبند) وجود دارد که حدود ۳۰٪ از این گذرگاهها مربوط به راه آهن شمال کشور می‌باشد. محور شمال تقریبا ۱۱۰ گذرگاه همسطح مجاز با مستحفظ و غیرمجاز بدون مستحفظ دارد که تعدد این تقاطعات خود عامل بالا رفتن ریسک سانحه در این محور شده است. از جمله تمهیدات ایمنی که در گذرگاههای همسطح ایران به کار رفته است می‌توان به راهبند، چراغ و علائم الکتریکی اشاره نمود. با توجه به آمار سوانح در تقاطعات و عدم جوابگو بودن اینگونه تجهیزات جهت ایمنی قطارها و وسایط نقلیه جاده‌ای می‌توان سیستمهای حمل و نقل هوشمند را به عنوان گزینه‌ای مناسب جهت کاهش سوانح ریلی و افزایش ایمنی در گذرگاههای بحرانی پیشنهاد نمود [11].



شکل ۳. شمایی از ارتباط وسایط نقلیه در جاده بصورت بی‌سیم و اطلاع رسانی از وقوع حادثه

سیستمهای حمل و نقل هوشمند بصورت گسترده در اروپا مورد استفاده قرار گرفته است و بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که استفاده از این سیستمها در قاره اروپا نتایج زیر را در بر داشته است [7]:

۵۰٪ کاهش تلفات مربوط به تصادفات

۲۵٪ کاهش زمان سفرها

۵۰٪ کاهش تاخیر در حمل و نقل عمومی

۵۰٪ کاهش آلودگی‌ها در شهرها

۳۰٪ کاهش اثرات زیست محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای

۲۳٪ افزایش عملکرد بموقع قطارها بر اساس برنامه زمانبندی

افزایش تطابق برنامه زمانبندی وسایط نقلیه نزدیک شونده به تقاطع ریل و جاده از ۷۲٪ به ۸۹٪

امروزه استفاده از ITS در اروپا بصورت موفقیت‌آمیزی از سطح تحقیقاتی به مرحله اجرایی رسیده است. از طرفی نوآوری‌های بسیاری در خصوص سیستمهای حمل و نقل هوشمند در کشورهای عضو اتحادیه اجرا و بررسی می شود. از جمله این نوآوری‌ها می‌توان به ایمنی الکترونیکی[1] اشاره نمود. اتحادیه اروپا به منظور کاهش ۵۰ درصدی تعداد تلفات جاده ای تا سال ۲۰۱۰ (در مقایسه با سال ۲۰۰۱ به عنوان سال مبنا) اقدام به این نوآوری نموده است که هدف آن تسریع توسعه، پیاده‌سازی و استفاده از سیستمها و کاربردهای ایمنی یکپارچه و هوشمند است که فناوری های اطلاعات و ارتباطات را در قالب راه حل‌های هوشمندانه و در جهت افزایش ایمنی راه و کاهش تصادفات در راههای اروپا به کار می‌گیرد[12].

هر چند این سیستم‌ها در اروپا بصورت اجرایی در آمده و آثار مثبت آن نه تنها در حمل و نقل بلکه در زمینه هایی از قبیل کاهش آثار مخرب زیست محیطی، استفاده بهینه از سوخت و انرژی، کاهش زمان سفرها و میزان تاخیرها در شبکه حمل و نقل و ....کاملا آشکار شده است ولی هنوز در بسیاری از کشورها از جمله ایران سالانه هزینه های گزافی به دلیل عدم وجود ایمنی کافی، بخصوص در نقاط حادثه خیزی مانند تقاطعات همسطح به شبکه حمل و نقل تحمیل می‌گردد. البته لازم به ذکر است که دستیابی به هر تکنولوژی جدیدی نیازمند بودجه و هزینه‌های بسیاری است ولی با توجه به آثار مثبت هوشمندسازی، استفاده از این سیستمها برای یک کشور نوعی سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود. لذا با برنامه‌ریزی جهت سرمایه-گذاری در هوشمندسازی شبکه و ایجاد بستر مناسب جهت اجرایی نمودن آن می‌توان تا حد زیادی از بروز سوانح پیشگیری نموده و از این طریق ایمنی شبکه را ارتقاء بخشید.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت شناسایی بموقع قطار و وسایط نقلیه در محل گذرگاههای همسطح و انتقال سریع اطلاعات جهت آگاهی و هشدار به رانندگان و عابران و با توجه به نتایج بدست آمده از اجرا و بهره-برداری از سیستمهای حمل و نقل هوشمند می‌توان این سیستمها را به عنوان سیستمهایی کارا و موثر در افزایش ایمنی تقاطعات ریلی – جاده‌ای و کاهش میزان سوانح در سطح شبکه حمل و نقل معرفی

[1] E-safety

Archive of SID

www.SID.ir

نمود. اگرچه اینگونه سیستمها در اروپا اجرا شده و اثرات مثبت آنها هم در حمل و نقل و هم در زمینه‌هایی از قبیل کاهش آثار مخرب زیست محیطی، استفاده بهینه از سوخت و انرژی، کاهش زمان سفرها و میزان تاخیرها در شبکه حمل و نقل و غیره کاملا آشکار شده است. با این حال بسیاری از کشورها از جمله ایران به سبب عدم وجود تجهیزات ایمنی کافی و وقوع سوانح در محل تقاطعات همسطح سالیانه متحمل خسارات سنگینی می‌شوند. از این‌رو برنامه‌ریزی برای هوشمندسازی شبکه حمل و نقل و بسترسازی جهت اجرای اینگونه سیستم‌ها می‌تواند بطور چشمگیری در کاهش بروز سوانح موثر بوده و ایمنی شبکه را ارتقا بخشد.

مراجع

[1]- ERA, A summary of 2004–2005 EU statistics on railway safety. *http://www.era.europa.eu*. 2005.

[2] -Yu, L., Qia, F., Munghor, L., Wang, X., Changpradit, A., Application of ITS Technology to Improve Highway-Rail Grade Crossing Safety. Proceedings of the Third International Conference on Traffic and Transportation Studies, p. 179, 2002.

[3]- Gribbon, A.P., ITS Applications to Railroad Crossing Safety: A Summary of U.S. Activities. *http://www.its.dot.gov/reading/rrxing.htm*, Jet propulsion Laboratory, Washington, DC. 1998.

[4]- DOT (U.S. Department of Transportation), Rail-Highway Crossing Safety Action Plan Support Proposals, Washington, D.C. *http:// www.dot.gov*.

[5] -Wang, S.C., Pan, S.H., Lo, Y.L., Yan, K.Q., A Unified Frame work of Data Exchange Mechanism in an Intelligent Transportation System, Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists Vol.1 IMECS 2009, March 18 - 20, 2009.11.01

[6] -PIARC (World Road Association), ITS Handbook. Artech House Publishers, 2000 edition, 434 pages. 2000.

[7] - فروزنده، کاظم، ابراهیمی لامع، بهروز" سیستمهای حمل و نقل هوشمند (ITS) "مقاله آموزشی مرکز تحقیقات راه آهن. شماره ۲۶۸، ۱۳۸۷.

[8] -Main Road Western Australia, intelligent Transport Systems Strategy for Main Road Western Australia. *http://www.mainroads.wa.gov.au*. 2004.

[9] -Transport Energy Strategy Committee (Interim Report), June 2003. Department of Planning & Infrastructure. ISBN 0 73072462X .

[10]- Khoudour, L., Ghazel, M., Boukour, F., Heddebaut, M., El-Koursi, E., ''Towards safer level crossings: existing recommendations, new applicable technologies and a proposed simulation model'' European Transport Research Review, Vol1, pp. 35-45, 2009.

[11]– گزارش وضعیت گذرگاههای ادارات کل راه آهن، اداره کل خط و سازه‌های فنی،اردیبهشت ۱۳۸۸

[12]- مهرپویا، مهسا" سیستم ها حمل و نقل هوشمند فعالیت های صورت گرفته در سطح اتحادیه اروپا"پیام پیارک، شماره ۱۸، صفحه ۱۴، ۱۳۸۸.

Archive of SID

www.SID.ir