تلفیق سیستم اطلاعات مکانی و سیستم تعیین موقعیت ماهواره ای GPS به منظور بهبود مدیریت حمل و نقل ریلی و مزایای آن

موسی ساعی[۱]، سید عماد موسوی [۲]،
[۱]عضو هیات علمی گروه نقشه برداری دانشگاه زنجان؛ saei@znu.ac.ir
[۲]دانشجوی کارشناسی نقشه برداری دانشگاه زنجانEmad_musavi@yahoo.com

چکیده

امروزه سیستم اطلاعات مکانی GIS و تلفیق آن با سیستم تعیین موقعیت ماهواره ای، GPS می تواند کاربرد وسیعی در مدیریت و کنترل حرکت قطارها داشته باشد. سیستم های اطلاعات مکانی همواره قابلیتهای زیادی را جهت تصمیم گیری بهتر در اختیار مدیران قرار داده است، بخصوص اگر این گونه از سیستمها تحت Web پیاده سازی شده باشند. چراکه در این صورت مدیران محدود به زمان و مکان خاصی جهت نظارت بر روند انجام کار نمی باشند. در زمینه سیستم های حمل و نقل این مساله بیشتر نموده خواهد یافت چراکه در این حیطه ارائه خدمات معمولا فراتر از ساعات اداری می باشد. سیستم پیشنهادی در این مقاله یک سیستم ردیاب وسایط نقلیه بوده که تحت Web بوده و قابلیت نمایش آنی (Online) وسیله نقلیه مانند وسایط نقلیه ریلی، بروی نقشه های کشوری را در سیستم مختصات جهانی داشته، بطوریکه در هر لحظه امکان تعیین موقعیت متحرک در این سیستم وجود دارد. با بهره گیری از این سامانه ردیابی امکان برنامه ریزی برای حرکت قطارها در مسیر های مختلف، گزارش گیری از ساعات حرکت و تاخیر ها و همچنین کمینه و بیشینه سرعت بهمراه سرعت متوسط قطارها، ایمن سازی خطوط ریلی جهت جلوگیری از خطرات احتمالی و غیره وجود خواهد داشت. در این مقاله سعی گردیده این کاربردها مورد بررسی قرار گرفته و نحوه عملیاتی کردن و مزایای استفاده از این سیستم در شبکه ریلی کشور توضیح داده شود.

کلمات کلیدی: سیستم تعیین موقعیت ماهواره ای- سیستم اطلاعات مکانی- آنالیز های مکانی- مانیتورینگ وسایط نقلیه

مقدمه

سیستم های اطلاعات مکانی همواره قابلیتهای زیادی را جهت تصمیم گیری بهتر در اختیار مدیران قرار داده است، بخصوص اگر این گونه از سیستمها تحت Web پیاده سازی شده باشند. چراکه در این صورت مدیران محدود به زمان و مکان خاصی جهت نظارت بر روند انجام کار نمی باشند. در زمینه سیستم های حمل و نقل این مساله بیشتر نموده خواهد یافت چراکه در این حیطه ارائه خدمات معمولا فراتر از ساعات اداری می باشد. سیستم پیشنهادی در این مقاله یک سیستم ردیاب وسایط نقلیه بوده که تحت Web بوده و قابلیت نمایش آنی (Online) وسیله نقلیه مانند وسایط نقلیه ریلی، بروی نقشه های کشوری را در یک سیستم مختصات جهانی داشته بطوریکه در هر لحظه امکان تعیین موقعیت متحرک در این سیستم وجود دارد. از قابلیتهای دیگر این سیستم وجود امکان گزارش گیری از مسیر حرکت، مجموع مسیر های طی شده توسط متحرک، تعیین خط قرمزهای مورد نظر برای وسیله ای خاص و قابلیتهای مفید دیگر بوده که در طی این مقاله به تفضیل در مورد آنها توضیح داده خواهد شد. سیستم فوق متشکل از دو قسمت سخت افزاری و نرم افزاری بوده که قسمت نرم افزاری آن بر مبنای تکنولوژی NET با استفاده از زبان برنامه نویسی VB.NET توسعه می یابد و جهت بالا بردن سرعت نمایش حرکت متحرک، از تکنولوژی AJAX نیز استفاده میشود. قسمت سخت افزاری آن بر اساس سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) و شبکه مخابراتی موبایل و شبکه بیسیم موجود در شبکه ریلی کشور عمل می نماید. این سیستم در صورت پیاده سازی در شبکه ریلی کشور دارای محیطی ساده بوده و از سرعت بالایی جهت نمایش حرکت متحرک بصورت پیوسته می باشد. با بهره گیری از این سامانه ردیابی، امکان برنامه ریزی برای حرکت قطارها در مسیر های مختلف، گزارش گیری از ساعات حرکت و تاخیر ها و همچنین کمینه و بیشینه سرعت بهمراه سرعت متوسط قطارها، ایمن سازی خطوط ریلی جهت جلوگیری از خطرات احتمالی، تصادفات و غیره وجود خواهد داشت.

راه اندازی سیستم GIS:

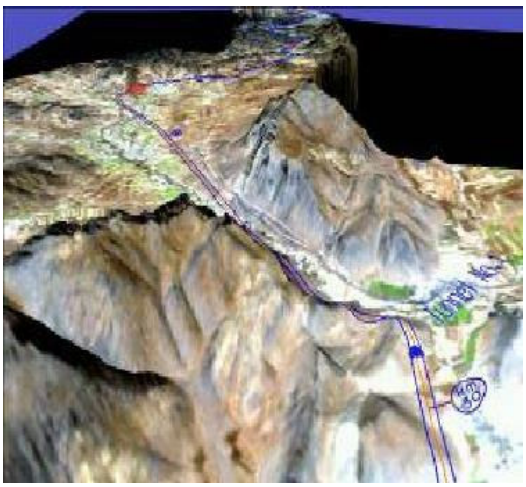
اساسی ترین نیاز برای راه اندازی یک سیستم اطلاعات مکانی مورد نظر در این کار، داشتن یک سیستم مختصات همگن مرجع می باشد که استفاده از datum کشوری برای این سیستم مرجع به منظور مدیریت داده های مکانی ریلی ضروری می باشد. زیرا بدون داشتن یک سیستم مختصات مرجع و واحد، امکان اندازه گیری و نمایش همزمان مکان قطار در مرکز کنترل امکانپذیر نمی باشد. در مرحله ی دوم کاربر باید بتواند به غیر از datum کشوری از datum محلی نیز برای ارجاع برخی از عوارض مکانی به آن استفاده نماید. نکته مهمِ دیگر در برقراریِ این سیستم، تبدیل داده ها از datum محلی به کشوری می باشد که فاکتور دقت در این روند باید مد نظر قرار گیرد. اگر این تبدیل داده با دقت کافی صورت نپذیرد، داده های

Archive of SID
www.SID.ir

بدست آماده قابل اطمینان و استفاده نخواهد بود. از آنجائیکه نقشه های تولید شده در کشور بر مبنای بیضوی WGS84 و سیستم تصویر مورد استفاده UTM می باشد و از آنجا که معمولا نقشه خطوط راه آهن کشوری می باشد، در سیستم تصویر UTM ممکن است یک خط راه آهن در دو یا چند زون قرار گیرد برای جلوگیری از مختصات تکراری و نمایش کل مسیر بایستی سیستم مختصات نقشه ها به سیستم تصویر مخروطی لامبرت تبدیل گردد.[۱]

برقراری سیستم مکانی مرجع همگن :

همانطور که گفته شد پایه و اساس هر سیستم اطلاعات مکانی نقشه های دقیق می باشند که در یک سیستم مختصات واحد تهیه و ترسیم شده اند. بدین منظور نیاز به یک برنامه جامع نقشه برداری می باشد که از مزایای این برنامه میتوان به ایجاد بستری برای تبدیل داده های کشوری به محلی با دقت بالا اشاره کرد. عمومی ترین وظیفه این نقشه برداری تهیه یک نقشه با قابلیت بروز شدن می باشد که معمولا از روشهای متداولی همچون استفاده از تصاویر ماهواره ای و یا هوایی تهیه می گردد. یکی از محصولات تصاویر ماهواره ای مدل رقومی زمین می باشد که با تلفیق آن با ترکیب رنگی طبیعی تصاویر ماهواره ای، می توان یک مدل واقعی سه بعدی از زمین ایجاد کرد و پروژه طراحی شده را در آن به صورت سه بعدی نمایش داد. این نقشه سه بعدی، اطلاعات مکانی پایه، جهت مانیتورینگ قطارها را در اختیار سیستم اطلاعات مکانی قرار میدهد. شکل ۱ نمونه ای از بکار گیری این تصاویر در تهیه نقشه سه بعدی راه آهن اراک به کرمانشاه را نشان میدهد.[۲]



شکل ۱: قسمتهایی از مسیر راه آهن بر روی مدل سه بعدی تهیه شده از تصاویر ماهواره ای.[۲]

تعین موقعیت لحظه ای با دقت بالای اجسام در بازه های زمانی مختلف اولویت بعدی می باشد که غالباً با استفاده از داده های ماهواره ای GPS اندازه گیری می شود. در نگاه اول استفاده از GPS بهترین و مناسب ترین راه حل برای بدست آوردن نقشه مسیر ریل به نظر میرسد استفاده از این وسیله زمینه ی فراهم آمدن موقعیت پیوسته یک جسم در حال حرکت را با دقت ۱ سانتی متر تا ۱ متر ایجاد میکند. در حالی که این وسیله(GPS) به تنهایی نمی تواند کاملترین راه حل برای تهیه نقشه راه آهن و یا اندازه گیری موقعیت قطار باشد، چراکه برای تخمین دقیق فاصله در سیستم مختصات محلی نیاز به راه های بیشتر و اضافه تر می باشد. ضمن اینکه در صورت قطع شدن سیگنالهای دریافتی از ماهواره ها نیاز به منابع داده ای دیگری می باشد که برای حل این مشکل تلفیق GPS و سنسور های اینرشیال توصیه میگردد. روش های دیگری نیز برای این کار وجود دارند از جمله استفاده از ژیروسکوپ های الکترومکانیکی میتواند بسیار مفید واقع گردد.

تحقیقات و آزمایش های مختلف نشان داده است که سیستم های نقشه برداری ذکر شده برای مطالعه ی حمل و نقل جاده ای و ریلی مناسب و کارا می باشد. تحقیقات وسیع و گسترده ای در این زمینه صورت پذیرفته است و روش های مختلفی برای بهینه سازی کاربرد GPS در مدیریت حمل و نقل ارائه شده است و مستقل از سیستم استفاده شده، در هر یک از روش ها، داده های GPS به عنوان داده های مبنا و ضروری مورد استفاده قرار گرفته است. طبیعی است که بعد از اینکه نقشه مبنا بدین منظور تهیه گردید بایستی بتوان موقعیت قطار را که با GPS در هر لحظه اندازه گیری می شود را به مرکز کنترل فرستاد بدین منظور سیستم های اتوماتیک ردیابی متحرک گسترش یافت.

سیستم اتوماتیک ردیابی متحرک (AVL[۱])

سیستم ردیابی و ناوبری متحرک ها ترکیبی از سخت افزارها و نرم افزارهای خاص چند منظوره می باشد که با استفاده از فن آوری ماهواره ای و GPS و با تکیه بر زیرساخت GIS (سیستم های اطلاعات مکانی) امکان ردیابی همزمان متحرک ها را با هدف اطلاع یافتن از موقعیت آنها و امکان پذیر ساختن مدیریت بهینه حرکت آنان فراهم می سازد. با راه اندازی این سیستم، موقعیت وسایط نقلیه از طریق یک مرکز عملیاتی قابل تعیین می باشد و مسئولین سیستم مدیریت می توانند از هر نقطه با برقراری اتصال به مرکز کنترل، مکان و الگوی توزیع قطار ها را بروی نقشه مشاهده کرده و آخرین اطلاعات حرکتی قطارها نظیر تعداد مسافران به همراه نام آنها، اسامس پرسنل، اطلاعات هواشناسی، اطلاعات مربوط به سیستمهای الکترونیکی و مکانیکی قطار، جهت حرکت، میزان توقف، سرعت و مسافت طی شده و زمان دقیق رسیدن به مقصدو ... را در اختیار داشته باشند. همچنین برنامه ریزان سازمانی با دسترسی به گزارشات تحلیلی بر روی این اطلاعات می توانند در خصوص بر نامه ریزی مناسب و کارایی زمانبندی حمل و نقل اقدام نمایند.[۳]

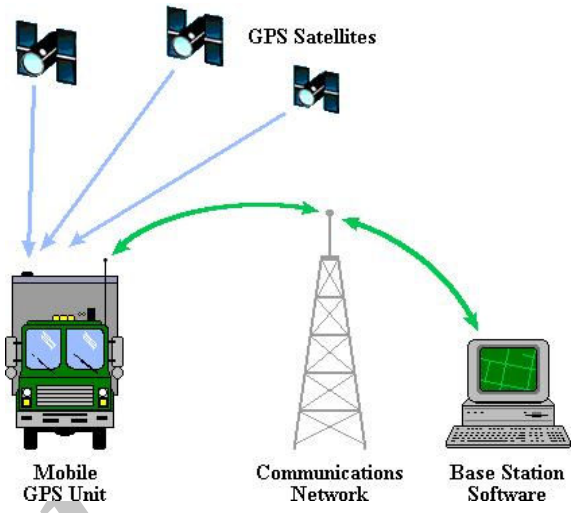
سیستم ردیابی متحرک از دو بخش نرم افزاری و سخت افزاری تشکیل شده است. بخش نرم افزاری این سیستم در مرکز نصب شده و شامل نمایشگر نقشه و مسیر، سیستم مدیریت فراخوانی متحرک

[۱] Automatic Vehicle Location

Archive of SID

www.SID.ir

ها و سیستم ناوبری می باشد. بخش سخت افزاری سیستم یک سیستم ردیاب می باشد که بر روی متحرک ها و در مرکز نصب می شود و با استفاده از یک بستر انتقال اطلاعات (خطوط بی سیم، شبکه,GSM و SMS داخلی) امکان تبادل اطلاعات و فرامین ما بین مرکز و متحرکها را فراهم می سازد. نمائی از راهبرد کلی سیستم در شکل زیر نشان داده شده است.[۴]



شکل ۲: نمای کلی و اجزاء سیستم AVL .[۴]

مطابق شکل ۲ مختصات وسیله نقلیه توسط سیستم تعیین موقعیت جهانی اندازه گیری شده و توسط سیستم های ارتباطی به مرکز کنترل فرستاده می شود. اینگونه سیستم‌ها را در دو دسته اساسی تقسیم بندی می‌نمایند:

- سیستم‌های AVL بر پایه ارتباط بی‌سیم – Online AVL
- سیستم‌های AVL بدون ارتباط بی‌سیم - Offline AVL

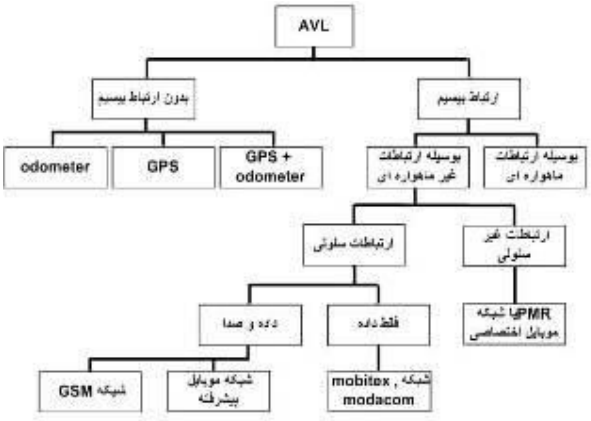
گونه اول, نوع پیشرفته رهگیری و مانیتورینگ وسایل قابل انتقال[۲] می‌باشد که موقعیت جاری وسیله، میتواند بر روی یک نقشه دیجیتال نمایش داده شود و یا به سیستم‌های پایین دستی جهت تجزیه و تحلیل‌های بعدی منتقل گردد.

در مدل Offline , داده‌ها در قسمتی از سخت افزار AVL ذخیره گردیده و بوسیله کابل RS232 و یا روشهای دیگر در یک مکان از پیش تعیین شده تخلیه می‌گردند. این روش به شدت هزینه مجموعه را کاهش داده و کاربردهای خاص خود را دارد.

چنانچه نقاط جعرافیایی , جهت حرکت , مسیرهای تردد و یا توقف وسیله نقلیه برای مجموعه مورد نیاز نباشد می‌توان از اینگونه سیستم‌ها، مستقل از شبکه ماهواره های GPS و فقط بوسیله سیستم‌های مبتنی بر odometer (سیستم‌های مبتی بر طول مسیر حرکت) بهره جست.

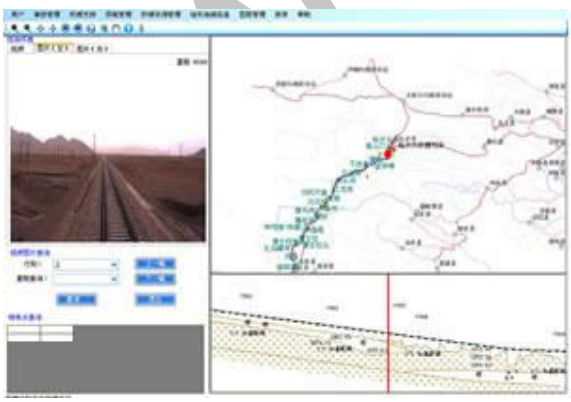
سیستم‌های کنترل جهت راهبری و نظارت بر قطارها قابل استفاده بوده و می توان با تجهیز قطار، نظارتی مستمر و دقیق روی عملکرد قطار همچون زمان های بکارگیری و عدم استفاده، سرعت قطار مورد نظر، موقعیت و انواع پارامترهای جانبی مانند کنترل درها، دما یا برودت محفظه و کابین، حرارت موتور، روغن، میزان گازها و آلاینده‌ها و مونیتورینگ تجهیزات control Remote، کنترل سوخت و ... را از مرکز کنترل تحت نظر داشت. مواردی همچون سیستم‌های متحرک و ثابت از دیگر کاربردهای این سیستم است. همچنین با تجهیز سیستم فوق به قطب نمای الکترونیکی می توان یک سیستم رهگیری کاملا بی نظیر را در اختیار گرفت.[6]

سیستم های انتقال اطلاعات بر حسب اینکه بی سیم باشند و یا نه، به حالتهای مختلفی تقسیم بندی می گردند. شکل شماره ۳ انواع روشهای انتقال داده های موقعیت و سایر اطلاعات وسیله نقلیه در حال حرکت به مرکز کنترل را نشان میدهد.[۵]



شکل ۳: انواع روشهای انتقال اطلاعات با توجه به سیستم ارتباطی مورد استفاده.[۵]

بعد از اینکه سیستم، اطلاعات را به مرکز انتقال داد بایستی همه این اطلاعات در یک پایگاه داده مکانی ذخیره گردیده تا به منظور آنالیزهای بعدی و مانیتورینگ قطار مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۴ و ۵ نمونه ای از مرکز کنترل به منظور مانیتورینگ و مدیریت حرکت قطارها را نشان میدهد.[7]



شکل ۴: نمونه ای از اطلاعات نشان داده شده در مرکز کنترل حرکت قطارها.[8]

[۲] tracking and monitoring remote vehicle

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۵: نمونه ای از مرکز کنترل حرکت قطارها.[8]

در خصوص ایجاد این سیستم برای راه آهن کشور که بتوان محل و سرعت حرکت قطار ها را مانیتور کرد، بایستی این نکته را یاد آور شد که در این صورت می توان برای سیستم، علائم هشدار دهنده ای را تعبیه کرد که در صورت نزدیک شدن دو قطار بر روی یک خط لکوموتیو رانها را آگاه کرده و به سادگی می توان از بروز تصادفات ریلی جلوگیری به عمل آورد. ولی کاربرد این سیستم در صورت ایجاد، فقط مانیتورینگ نیست. در ادامه برخی از آنالیزهایی را که می توان با استفاده از GIS به منظور بهبود مدیریت سیستم حمل و نقل ریلی انجام داد توضیح خواهیم داد.

تلفیق GIS و GPS:

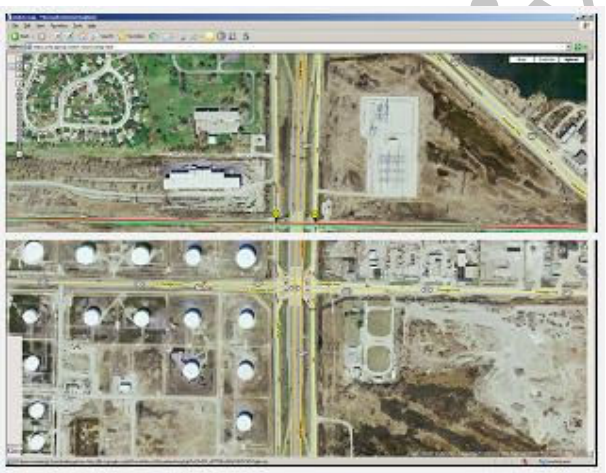
در این بخش کاربردهای اساسی دیگر تلفیق GPS و GIS مورد بررسی قرار میگیرد، این روش ها ضرورت استفاده از این فناوریها و تلفیق این دو را بیشتر نمایان میسازد. [۹]

- **مانیتورینگ و برنامه ریزی زمانبندی حرکت قطار**

در هر شبکه ریلی برنامه ریزی جزئی و دقیق برای زمانبندی ورود و خروج قطارها از ایستگاه ها جهت امنیت مسافران و قطارها لازم و ضروری است. پروسه و روند این زمانبندی شامل پارامتر های زیادی می باشد که میتوان به اشغال بودن مسیر توسط سوزن بان ها و مسئولین نگهداری و بازرسان ریل ها اشاره کرد. GIS بستر مناسبی برای تکنولوژی مدیریت پارامترهای دینامیکی به نحو احسن ایجاد میکند. با بکار گیری ماشین مسیر یابیGIS ، اطلاعات مربوط به مسیر راه آهن و قطار میتوانند باهم و در هر لحظه تلفیق شوند که بهترین زمانبندی برای عملیات ورود و خروج قطارها از ایستگاه انجام شود تا کمترین توقف برای عبور قطار از مسیر مقابل در بین مسیر صورت گیرد.

یک اتاق مرکزی میتوانند مانیتورینگ مکان قطارها را بر عهده داشته باشد و برنامه ریزی زمانبندی حرکت قطارها را تنظیم نماید. سیستم GIS موجود در این اتاق میتوانند به صورت دینامیک و با توجه به مسیر حرکت، قطارها و سرعت آن ها را کنترل و در صورت لزوم سرعت آنها و یا ادامه مسیر آنها را تغییر دهد. با استفاده از این سیستم میتوان در صورت تغییر در برنامه زمانبندی قطار مسئولین قطار را به کمک بخشِ ارتباطی آن که متصل به GPS نیز می باشد با خبر نمود. با استفاده از این سیستم حتی میتوان پروسه ی تغییر زمانبندی قطار را به صورت کاملا اتوماتیک و با طراحی "سیستم زمانبندی قطار" انجام داد. این مساله در صورت یک باندی بودن خط ریلی اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد. در صورت مانیتورینگ لحظه به لحظه قطار زمان دقیق رسیدن به مقصد با توجه به طول مسیر باقیمانده و سرعت حرکت قطار به طور دقیق قابل پیش بینی و برنامه ریزی است.

در این قسمت سیستم، نیازمند داشتن موقعیت نسبتاً دقیق قطار در شبکه ریلی می باشد.که تکنولوژی GPS به نظر مناسبترین وسیله برای این نیاز می باشد. همانطور که اشاره شد سیستم GPS در کل طول مسیر به علت قطع شدن امواج و سیگنال های ماهواره ای نمیتواند فعال باشد. در نتیجه استفاده از یک گیرنده ی مستقل GPS نمی تواند دقت لازم در تمامی نقاط مسیر را مهیا نماید بدین منظور استفاده از ایستگاه های دائمی GPS در طول مسیر ضروری به نظر می رسد تا با استفاده از یک سیستم GPS دیفرانسیلی به دقت بالا و مورد نظر دست یافت. در تونلها و یا برخی نقاط که به علت وجود درخت و نقاط کور امکان دریافت سیگنال GPS وجود ندارد از سیستم های کمکی به عنوان مثال سیستم تعیین موقعیت اینرشیال و یا سیستم‌های مبتی بر طول مسیر حرکت، بهره جست. نقشه های پایه برای مانیتورینگ می تواند تصاویر ماهواره ای و یا نقشه های Google Earth باشد. شکل ۶ یک نمونه از این نقشه ها به همراه محل عبور قطارها از کنار یکدیگر را نشان می دهد.



شکل 6: نمونه ای از مرکز کنترل حرکت قطارها.[9]

- **آنالیز های مکانی جهت امداد رسانی در مواقع خطر و حادثه**

امروزه سیستم اطلاعات مکانی اطلاعات بسیار متنوع و با ارزشی را به هنگام حوادث غیر مترقبه همانند زلزله، سیل و آتش سوزی و ... در اختیار مدیران قرار میدهد. در صورت داشتن اطلاعات پایه کامل در مسیر حرکت قطارها از این آنالیز ها می توان به هنگام بروز مشکل بهره جست. به عنوان مثال در صورت خارج شدن قطار از مسیر اصلی

Archive of SID

www.SID.ir

و یا برخورد دو قطار و یا آتش سوزی در قطارهای باری و مخصوص حمل سوخت، در صورت ایجاد سیستم اطلاعات مکانی، می توان آنالیز های بهترین و کوتاهترین مسیر برای رسیدن به محل حادثه، آنالیز های مربوط به نزدیکترین ایستگاه های آتش نشانی به محل مورد نظر و یا نزدیکترین مراکز درمانی و یا نحوه انتقال مجروحین احتمالی را می توان از این سیستم استخراج نمود و امر امداد رسانی و یا احتراق حریق را در کمترین زمان ممکن انجام داد. این امر یکی از دقدقه های اصلی مدیران به هنگام بروز حوادث می باشد که خسارات جانی و مالی ناشی از آن را به حداقل برسانند.

- **ایمنی و امنیت**

در سالهای اخیر ایمنی و امنیت دارای اهمیت بیشتری بین مدیران می باشند. سیستم های حمل و نقل ریلی بسیاری از کشورهای پیشرفته هزینه های سنگینی جهت ایجاد سیستم اطلاعات مکانی خود، مخصوصا در شهر های پر جمعیت پرداخته اند. به هنگام وقوع حادثه اداره راه آهن از سیستم اطلاعات مکانی به منظور تصمیم گیریهای سریع و دسترسیها به سایر اطلاعات محلی همانند پلیس، آتش نشانی، هلال احمر، تقاطع ها، بیمارستانها و مدارس و ... بهره می گیرد. سیستم اطلاعات مکانی راه آهن همچنین می تواند اطلاعات آنی وضعیت هوا را به منظور تعدیل کردن سرعت قطارها و دیگر فعالیت های ترافیکی راه آهن مورد استفاده قرار دهد. این اطلاعات همچنین در مواقع بحرانی همانند از خط خارج شدن قطار های با محموله مواد شیمیایی خطرناک که نیاز است منطقه سریعا تخلیه گردد بسیار مفید خواهد بود. اطلاعات سیل نیز می تواند کمک های مفیدی جهت جایگزینی مسیر مناسب دیگر و یا باز گرداندن قطار به ایستگاه مبداء در دسترس مدیران قرار دهد.[۱۱]

اطلاعات هندسی موجود و تطبیق آن با زمان، بستر مناسبی جهت پیش بینی و برنامه ریزی و همچین نگه داری از تجهیزات موجود با بودجه مورد نظر را فراهم می آورد. با استفاده از این اطلاعات و انطباق آنها با زمان میتوان روند فعل و انفعالات دو مسیر ریل اندازه گیری شده و برای مثال قابلیت مانیتورینگ میزان از بین رفتن ریل ها و نیاز آن ها به تعویض و یا تعمیر آنها پیش بینی و برنامه ریزی میشود. این سیستم به کاربر، اطلاعات گستردهِ توصیفی را به صورت تصویری نمایش میدهد و بوسیلهٔ مدیریت صحیح پیش بینی های بسیار دقیق و برنامه ریزی منطقی برای نگهداری و مانیتورینگ مسیر ها صورت خواهد گرفت و قدرت تصمیم گیری افزایش خواهد یافت.

نتیجه‌گیری و جمع بندی

امروزه قابلیتهای GIS در مدیریت بهینه هر گونه فعالیتی که به گونه ای با موقعیت و مکان ارتباط دارد بر کسی پوشیده نیست، از جمله این فعالیتها صنعت ریلی کشور می باشد. بخصوص اگر این گونه از سیستمها تحت Web پیاده سازی شده باشند. چراکه در این صورت مدیران محدود به زمان و مکان خاصی جهت نظارت بر روند انجام کار نمی باشند. در صورت پیاده سازی این سیستم ها در شبکه ریلی کشور و آنالیز های مربوطه می توان به اهداف و خروجی های زیر دست یافت.

- قابلیت کنترل قطار به صورت Real-Time
- جلوگیری از تصادفات
- افزایش قابلیت مدیریت حمل و نقل و بهره وری از لحاظ زمانی
- قابلیت اعمال بر روی بسترهای کنونی ارتباطی GSM و رادیویی
- قابلیت نمایش وضعیت، نوع، سرعت، مسافت و جهت حرکت قطار
- قابلیت ارسال پیام به نزدیکترین وسیله متحرک در سامانه کنترل برای کمک‌های اضطراری و کاهش زمان پاسخ و نقاط کور از لحاظ آنتن دهی
- قابلیت انجام آنالیز های مکانی مختلف از جمله مدیریت ریسک و بحران به هنگام وقوع حوادث
- همراه داشتن اطلاعات مسافران و پرسنل هر قطار به طور جداگانه
- و ....

این قابلیتها بدون شک در مدیریت بهینه خطوط ریلی کشور مفید بوده و در صورت اجرا شدن قطعا می تواند از حوادث و خسارات جانی و مالی ناشی از آن کاست. علاوه بر آن اطلاعات مفید بسیاری را در اختیار مدیران و کاربران و مسافران قرار می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

[۱] S.A. Mahdavifar, G.R. Sotudeh., K. Heydari, Automatic Vehicle Location Systems, World Academy of Science, Engineering and Technology 54 2009

[۲] Shojaei.A, Saei.M, Mojaradi.B "Producing 3D-Model of Earth Using Satellite Images and Topographic Map for Railway Design". Map Asia Conference, Bangkok, Thailand, 2006

[۳] Automatic Vehicle Location (AVL)
http://www.vehiclelocationsystem.com/AVL%20Explained.htm

http://www.mygps.ir/pages/books.htm[4]

[5]AVL system
http://www.gsm-modem.de/avl-system.html

[6]http://www.aroundiran.com/index.php?option=com_content&view=article&catid=2&id=31&Itemid=8

[7] ESRI Arc Watch March 2008 - Enterprise GIS Helps Safeguard the Qinghai-Tibet Railway
http://www.esri.com/news/arcwatch/0308/feature.html

[8] GIS ON DISPLAY
http://www.geoconnexion.com/uploads/gisdisplay_intv6i5.pdf

[9] L.J. South & A.M. Judd, INTEGRATING GPS AND GIS TECHNOLOGIES FOR EFFECTIVE MANAGEMENT OF RAILWAYSEGIS (1994),

[۱۰] Frank Boyle, Monitoring Train Position to Improve Emergency Response
http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sp/SafetyIDEAReport.pdf

[11]http://www.esri.com/news/arcwatch/0308/feature.html

Archive of SID

www.SID.ir