نشریه علمی-تخصصی
پژوهش های نوین علوم مهندسی
ISSN: 2538-3809
سال هشتم، شماره ۳ (پیاپی: ۴۴)، تابستان ۱۴۰۲(ویژه نامه)

ارائه روشی جهت جلوگیری و کاهش تعداد برخورد قطارها با یکدیگر و کاهش زمان رسیدن به مقصد

محمد جواد عظیمی موصلو[1*]، علی محمد زارع[2]، مصطفی حدادی[3]، قاسم رضائی[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۷
کد مقاله: ۸۲۸۶۳

چکـیده

در دنیای امروز انرژی نقش بسیار تعیین کننده ای داشته و توجه به بهینه سازی مصرف انرژی امری اجتناب ناپذیر است. یکـی از راه‌های صرفه جویی در مصرف انرژی اسـتفاده گسـترده تـر از حمل ونقل عمومی به خصوص راه اهن و مترو اسـت. هدف از این تحقیق ارائه روشی جهت جلوگیری و کاهش تعداد برخورد قطارها با یکدیگر و کاهش زمان رسیدن به مقصد می باشد. این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی می باشد. نرم افزار مورد استفاده H Petri Sim این نرم‌افزار دارای یک ویرایشگر گرافیکی است که ویرایش و شبیه‌سازی شبکه پتری را فراهم می‌کند. نتایج تحقیق نشان می دهد که شبکه پتری به دلیل رشد گره‌های گراف با مرتبه زمانی نمایی مشکل انفجار فضای حالت دارد که به منظور رفع این مشکل می توان از الگوریتم های تخمینی مثل روش های فرا ابتکاری برای ساده سازی فضای حالت استفاده کرد و هم با استفاده از توابع مقایسه ای و ساده ساز هزینه ی ایجاد تک تک گره‌های پسین از یک گره به گره دیگر را با الگوریتمی مثل فروشنده دوره گرد محاسبه کرد و کمترین هزینه ممکن را انتخاب نمود.

واژگـان کلـیدی: تعداد برخورد قطار ها، کاهش زمان رسیدن به مقصد، جلوگیری و کاهش برخوردها

۱- محمدجواد عظیمی موصلو/دانشجو دانشگاه آزاد زادشهر (نویسنده مسئول)
Mohammadjavad.azimi67@yahoo.com
۲- علی محمد زارع/ دانشجو دانشگاه آزاد واحد زرقان
۳- مصطفی حدادی/ دانشجو دانشگاه آزاد واحد زرقان
۴- قاسم رضائی/ دانشجو دانشگاه آزاد واحد زرقان

۱- مقدمه

در دنیای امروز انرژی نقش بسیار تعیین کننده ای داشته و توجه به بهینه سازی مصرف انرژی امری اجتناب ناپذیر است. یکـی از راه های صرفه جویی در مصرف انـرژی اسـتفاده گسـترده تـر از حمل ونقل عمومی به خصوص راه اهن و مترو اسـت.امـروزه استفاده از حمل و نقل ریلـی در زمینـه حمـل مسـافر و بـار از اهمیت ویژه ای برخوردار است. (Chien, 2017) روند رو بـه رشـد اسـتقبال از شبکه ریلی و مترو توسط دولت ها از یک سو و مصـرف قابـل توجه انرژی یک قطار در طول سال از سـوی دیگـر ضرورت بررسی انرژی مورد استفاده در قطار را نشان می دهد.امروزه در سیستم هدایت اتوماتیک قطار وظایف شتاب گیری، هـدایت در طول مسیر و ترمزگیری تـا توقـف در ایسـتگاه بعـد بـه عهـده سیستم های هوشمند هدایت قطار است و وظیفه راهبر قطار به حداقل رسیده است. از مزایای استفاده از سیستم های هوشـمند هدایت قطار می توان به کاهش نقش انسان و خطاهای ناشی از آن در هدایت قطار و برآورده کردن چند هدف به طور همزمان اشاره کرد. یکی از مسائل پر اهمیت و قابل توجـه در حمـل و نقل ریلی، صرفه جویی در مصرف انرژی و سوخت است که از طریق مساله بهینه سازی پروفیل سرعت قطار تـامین مـی گـردد. (Pastrone, 2017) بهینه سازی در مصرف انـرژی قطارهـا بسـیار مهـم و از لحـاظ اقتصـادی و زیسـت محیطـی حیـاتی خواهـد بـود و مسـتلزم سیستمی در دل سیستم اتوماتیک قطار است تا برای هر مرحلـه از مسیر چگونگی حرکت قطار را در حرکت تـا ایسـتگاه بعـد مشخص کند. این سیستم که در حقیقت تولیـد کننـده پروفیـل سرعت قطار است بایـد عـلاوه بـر در نظـر گـرفتن معیارهـای حفاظتی مورد نیاز بـرای سیسـتم هـای کنتـرل اتوماتیـک قطـار اهداف ذکر شده مـورد نیـاز در راه آهـن را نیـز بـرآورده کنـد .سیستم های پیشـنهاد پروفیـل سـرعت بـرای حرکـت قطـار از الگوریتم ها و منطق های مختلفی برای پیشنهاد یک پروفیل بهینه بهره گرفته اند. الگوریتم های بهینه سازی پروفایل سرعت، نه تنها باعث کاهش مصرف انرژی در طی مسیر حرکت می شوند بلکه در رسیدن به اهداف جداول زمـانی حرکـت قطـار نیـز کمـک می کنند.

تهرانی(۱۴۰۱) با موضوع مشابه مدل‌سازی جاذب انرژی با استفاده از مدل دینامیکی چند بدنه در تصادف قطار که به دلیل افزایش سریع حمل‌ونقل ریلی و تلفات شدید که می‌تواند در برخورد قطارهای پرسرعت رخ دهد، علاقه به تحقیقات برخورد راه‌آهن در سراسر جهان افزایش یافته است و نیاز به مطالعه بر روی حمل‌ونقل ریل بیشتر از پیش احساس شد. هدف از مطالعه برخوردهای راه‌آهن در درجه اول محافظت از ایمنی مسافران با بهینه‌سازی پارامترهای از طریق تجزیه و تحلیل واکنش‌های دینامیکی ساختاری، مانند سرعت، شتاب، نیروی ضربه است و بررسی پدیده خروج از خط براثر نیرو تصادف و بررسی تأثیر تعداد واگن‌ها بر هر یک از پارامترهای ذکر شده است. (Watanabe, 2018) یک روش برای مدل‌سازی چند بدنه با استفاده از نرم‌افزار SIMPACK ناحیه ضربه و جاذب انرژی و مقایسه و مشاهده عملکرد هریک از آن‌ها است که بر اساس مفهوم نیروی ضربه خطی معرفی می‌کند. مدل‌سازی انجام شده بر اساس دینامیک چند بدنه است که مستلزم وجود جاذب در مناطق پرانرژی تصادف است که در قسمت جلویی قطار به صورت متقارن چیده شده‌اند نیروی ضربه طولی در قسمت جلویی قطار یک پارامتر کلیدی برای ارزیابی شدت در سناریوهای برخورد روبه‌رو است که به‌عنوان یک‌بار ثابت در نظر گرفته شده و به دو سر جاذب‌ها وارد می‌شود. برای این منظور یک مدل سه بعدی از یک قطار مسافربری معمولی تک واگن و یک مدل قطار مسافربری چهار واگن برای تأثیر تعداد واگن‌ها در این مورد با استفاده از نرم افزارسیمپک برای تجزیه وتحلیل قابلیت تصادف سایر عوامل ناشی از برخورد بررسی‌های ناشی از برخورد، توسعه و معرفی شده است. (Li, 2016) مدل‌سازی دینامیک چند بدنه هر وسیله نقلیه ریلی شامل بدنه واگن و فریم‌های بوژی و چرخ‌ها است که توسط سیستم تعلیق ثانویه و اولیه با فنرها و دمپرهای غیرخطی به هم متصل شده‌اند و همین‌طور تماس چرخ و ریل در نظر گرفته شده است.هدف از این تحقیق ارائه روشی جهت جلوگیری و کاهش تعداد برخورد قطار ها با یکدیگر و کاهش زمان رسیدن به مقصد می باشد.هر قطار در حال حرکت در هر لحظه، یکی از وضعیت های شتاب گیری خلاص سرعت ثابت و یا ترمزگیری را خواهد داشت. (Ran, 2017) روش های بهینه سازی مصرف انرژی با توجه به شیب و فراز مسیر و محدودیت های سرعت قطار به دنبال نقاط بهینه شتاب گیری، خلاصی و سرعت ثابت یا به زبان دیگر پروفیل سرعتی هستند که حداقل مصرف انرژی را به دنبال داشته باشد.بدین منظور تحقیق حاضر به دنبال ارائه روشی جهت جلوگیری و کاهش تعداد برخورد قطار ها با یکدیگر و کاهش زمان رسیدن به مقصد بود.

۲- روش و طرح تحقیق

این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی می باشد.نرم افزار مورد استفاده H Petri Sim این نرم افزار دارای یک ویرایشگر گرافیکی است که ویرایش و شبیه سازی شبکه پتری را فراهم می کند. این ابزار برای مبتدیان مفید است تا با شبکه پتری آشنا شوند. این ویرایشگر از مکان ها و انتقالات پشتیبانی می کند، مکان ها با ظرفیت محدود و با وزن مختلف نشانه گذاری می شوند. اشیاء گرافیکی می توانند منتقل و حذف شوند. می توان از متن و اشکال هندسی موجود برای حاشیه نویسی، عملکرد زوم و عملیات پرینت استفاده نمود.مدل شبکه راه آهن شامل دو شبکه پتری زمان دار است مدل های سابق بخش فیزیکی و دومی بخش منطقی سیستم است. آن ها داده ها را از طریق برخی از مکان های لینک که به صورت گرافیکی توسط محافل خطی نشان داده شده اند مبادله کنند که از یک شبکه دو علامت را دریافت می کنند و این علامت ها را به دو شبکه دیگر می رساند یک ناظر شبکه پتری

رفتار شبکه را به چالش می کشد تا دسترسی برخی از ایالت ها جلوگیری شود به عنوان مثال حالت های متوقف شده به طور معمول این کار با استفاده از برخی از مکان های مانیتور انجام می شود که اجازه می دهد از شلیک برخی از تغییرات مطابق با وضعیت سیستم جلوگیری شود.مدل شبکه پتری در شبکه راه آهن می تواند برای برخی از وظایف مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد که به تجزیه و تحلیل عملکرد سیستم و کنترل زیرساخت های راه آهن و قطارها کمک می کند.

۳- زمان بندی مجدد قطارهای راه آهن شهری در شرایط ازدحام مسافر

یکی از وظایف اصلی سامانه های حمل و نقل عمومی از جمله راه آهن ،شهری ارائه خدمات مقرون به صرفه و کارآمد حمل و نقل به کاربران است.ناکارآمدی سامانه های حمل و نقل موجب افزایش زمان انتظار و سفر مسافران خواهد شد یکی از مشکلات برنامه ریزی در خطوط راه آهن شهری وجود عدم قطعیت ها و نیز بروز اختلال است بروز اختلال موجب افت قابلیت اطمینان افزایش هزینه های عملیاتی و کاهش سطح رضایت مندی مسافرین می شود بروز اختلال در راه آهن شهری به طور مستقیم بر جریان تردد مسافرین تأثیر گذار است. (Ortega, 2016) در شرایط اختلال، از استراتژی های کنترلی جهت حداقل کردن تأثیر منفی اختلال استفاده می شود. پیاده سازی استراتژی های کنترلی تحت عنوان مدیریت اختلال نامیده شده است به دلیل رقابت بین انواع شیوه های حمل و نقل عمومی، بهبود اثر بخشی عملیات در راه آهن شهری به یک ضرورت اساسی تبدیل شده است علی رغم اینکه سامانه های راه آهن شهری مانند متروی زیرزمینی, سامانه های حمل و نقل سریع و ایمن هستند، بهبود مدیریت جریان مسافر در شرایط اختلال کماکان یک ضرورت جدی است برنامه ریزی جدول زمانی قطارها در راه آهن شهری عمدتاً طی فرآیندهای سنتی انجام می شود که این موضوع باعث انعطاف ناپذیری و ناکارآمدی در برنامه ریزی عملیاتی شده است. (Jamili, 2015) بدیهی است، رضایت مسافر با کاهش سرفاصله افزایش تواتر (اعزام) افزایش می یابد.از طرفی کاهش سرفاصله زمانی موجب افزایش هزینه های عملیاتی شرکت های راه آهن می شود.

زمان بندی حرکت قطارهای راه آهن ،شهری یک فرآیند پیچیده است. جهت مؤثر نمودن این فرآیند لازم است الگوهای متغیر با زمان و تصادفی تقاضای ،مسافر محدودیت ناوگان در دسترس و مجموعه ای از مقررات و ملاحظات سیر و حرکت در نظر گرفته شود تغییرات زمان انتظار در طول مسیر موجب کاهش سطح خدمات و در نتیجه کاهش مطلوبیت استفاده از سیستم حمل و نقل ریلی می شود. بر این اساس به حداقل رساندن واریانس زمان انتظار مسافرین نیز حائز اهمیت است در سیستم راه آهن زیرزمینی کلان شهر تهران روزانه اختلالات کوچک و بزرگی رخ می دهند که موجب تأخیر در حرکت قطارها، افزایش هزینه های کنترل سیستم و افت سطح خدمت ارائه شده به مسافرین می شود. بر اساس اطلاعات و آمار موجود از راه آهن شهری تهران اختلالات مختلفی با ریشه مسافری و زیر ساختی در شبکه های راه آهن شهری رخ می دهند. (Gao, 2016) خرابی ناوگان زیر ساخت کنترل و علائم و مسافر از علل اصلی بروز اختلال هستند. ذکر این نکته ضروری است که ازدحام مسافری می تواند یک عامل اختلال و نیز به عنوان نتیجه حاصل از بروز یک اختلال ،دیگر تأثیر مهمی بر نحوه برنامه ریزی عملیات حمل و نقل ریلی دارد. مدل زمان بندی مجدد حرکت قطارها جهت کاهش ازدحام مسافر بعد از رخداد اختلال ارائه می شود.

راهکار انتخابی برای مدیریت جریان مسافر، بهینه سازی الگوی توقف عبور حرکت قطارها در ایستگاه ها است. در این استراتژی قطارها بدون توقف در ایستگاه های که توقف برای آنها برنامه ریزی شده است، حرکت می کنند. (Tang, 2016) در این استراتژی باید ارتباط مؤثری بین مسافرین در داخل و خارج قطار انجام شود به کمک این استراتژی امکان حرکت سریع تر قطار و پر کردن خلا بوجود آمده در سرفاصله زمانی بین قطارها وجود دارد در نتیجه یک مدل برنامه ریزی مجدد حرکت قطارها در مسیرهای دوخطه ریلی با استراتژی توقف عبور و با هدف کمینه کردن زمان سفر قطارها و تعداد مسافرین منتظر در ایستگاه ها است.

۴- برخورد قطار با وسیله نقلیه در محل گذرگاه‌های ریلی تحت اثر حرکت قطار

یکی از مهمترین نقاط ضعف در شبکه های حمل و نقلی که عامل افزایش هزینه ها و زایل نمودن سر مایه های گزافی می گردد، فقدان ایمنی مناسب در سیستم های حمل و نقل سبب می باشد. هر ساله تصادفات در محل گذرگاه های ریلی نه تنها کشته و مجروح شدن ده ها تن از استفاده کنندگان از جاده و نیز مسافرین راه آهن می شود، بلکه خسارات مالی سنگینی هم از نظر متوقف شدن سرویس دهی راه و راه آهن و هم از نظر صدمه دیدن راه و راه آهن و سایز تجهیزات مربوطه وارد می کند. (Yazdani, 2018) لذا با توجه به موارد مطرح شده در خصوصاً گذرگاه های ریلی به نظر می رسد که در بسیاری از نواحی این مناطق فاقد ایمنی لازم هستند و باید با شناسایی عوامل ایجاد این گونه سوانح، به سوی بهبود وضعیت ایمنی و کاهش تعداد و شدت این سوانح پیش رفت در بسیاری از مواقع، سوانح حمل و نقلی به دلیل نادیده گرفتن سوانح گذشته و سوابق موجود در این زمینه به وقوع می پیوندند لذا با توجه به اهمیت روش های مختلف مدلسازی و با استفاده از آنها می توان اقدام به شناسایی روابط موجود در داده های سوانح ریلی و نیز شناسایی میزان تأثیر عوامل مختلف بر تعداد و شدت سوانح آن کرد. اهمیت استفاده از مدل های شدت در آن است که عوامل مؤثر در تصادفات شدیدتر شناسایی شده و لذا اقدامات مؤثر در جهت پیشگیری از تصادفات

شدید در اولویت قرار گیرد.پل های قوسی بنایی به تعداد زیادی در شبکه راه آهن کشور موجود هستند. (Jafari, 2017) با توجه به قدمت بیش از ۸۰ ساله شبکه راه آهن، این پل ها برای بارهای سرویس آن زمان (قطارهای با سرعت پایین) طراحی شده اند و در حال حاضر نیز برای قطارهایی با سرعت حداکثر ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در حال سرویس دهی هستند.

در چند دهه گذشته استفاده از قطارهای سریع السیر در نقاط مختلف جهان به شدت گسترش یافته است و در سال های اخیر نیز زمزمه استفاده از این قطارها در کشور شنیده شده است. در حال حاضر در شبکه راه آهن کشور در حدود ۳۷۰۰ پل قوسی بنایی وجود دارد که جایگزین کردن آنها به علت محدودیت های زمانی، میدانی و اقتصادی اصلا امکان پذیر نیست. بنابراین ارزیابی رفتار دینامیکی پل های قوسی بنایی تحت اثر حرکت قطارهای سریع السیر یک امر ضروری است.مطالعه رفتار پل های قوسی بنایی سابقه دیرینه ای در نقاط مختلف جهان دارد با توجه به رفتار پیچیده آنها، مطالعات میدانی از گذشته تا به امروز همواره مورد توجه مهندسان و محققان بوده است در تحقیقات جداگانه ای به مطالعه میدانی ظرفیت باقیمانده تعدادی از پل های قوسی بنایی موجود در کشور پرداخته اند به علت وجود محدودیت های میدانی امکان انجام آزمایش های بارگذاری برای همه پل ها وجود ندارد بنابراین شبیه سازی عددی این سازه ها جهت ارزیابی رفتار آنها یک امر ضروری و ناگزیر است که در این مورد با استفاده از نتایج آزمایش های میدانی نیز امکان مدل سازی عددی قابل اعتماد فراهم می آید برای مدل سازی پل های قوسی بنایی از روش های اجزای محدود و اجزای مجزا به صورت گسترده استفاده شده است. بیشتر این مطالعات در مورد ارزیابی رفتار استاتیکی این پل ها تحت اثر بارهای قائم و محاسبه بار خرابی آنها بوده است.(Yazdani, 2018)

همچنین در سال های اخیر نیز رفتار دینامیکی و لرزه ای پل های قوسی بنایی به صورت گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته است نتایج تحقیقات گذشته در مورد پل های قوسی بنایی حاکی از آن است که پل های قوسی بنایی ظرفیت بسیار بالایی در برابر بارهای استاتیکی دارند و همچنین ظرفیت لرزه ای پل های قوسی بنایی با طول دهانه کمتر از ۱۰ متر بسیار مناسب است.درباره ارزیابی رفتار پل های قوسی بنایی تحت اثر حرکت قطار از سال های نه چندان دور تا به امروز مطالعاتی انجام شده است اما تاکنون بررسی رفتار پل های قوسی بنایی تحت اثر حرکت قطارهای سریع السیر در هیچ منبعی گزارش نشده است. از سوی دیگر مطالعه در مورد بارهای دینامیکی ناشی از حرکت قطارهای سریع السیر در مقایسه با بار ناشی از قطارهای معمولی اهمیت بیشتری پیدا می کند چرا که امروزه با توجه به اهمیت زمان جابجایی مسافر و کالا و نیز با افزایش سرعت حرکت در خطوط ریلی، استفاده از قطارهای سریع السیر رشد روزافزون داشته است بر خلاف کشور ،ایران پیشینه مطالعه رفتار دینامیکی پل ها پل های عرش های تحت اثر بار وسایل نقلیه در سایر نقاط جهان به حدود یک قرن پیش باز می گردد(Miri, 2018) بالطبع مطالعه رفتار پل ها تحت اثر عبور قطارهای سریع السیر، از زمانی که اولین قطارهای پرسرعت در جهان مورد استفاده قرار گرفتند آغاز شده است اولین قطار سریع السیر دنیا با نام شینکانسن در ژاپن و در سال ۱۹۶۴ با سرعت ۲۱۰ کیلومتر بر ساعت آغاز به کار کرد اولین قطار پرسرعت در اروپا نیز قطار سریع السیر فرانسه بود که در سال ۱۹۸۳ و با سرعت ۲۷۰ کیلومتر بر ساعت مورد بهره برداری قرار گرفت.

۵- نوآوری در صنعت حمل و نقل ریلی کشور

حمل و نقل ریلی بدون اغراق هسته اصلی سیستم ها و روش های حمل و نقل در کشورهای پیش روی دنیا می باشد. گذشته از مزایای فراوان اقتصادی و اجتماعی، اهمیت این امر تا بدان جاست که از آن به عنوانی شاخصی جهت تعیین میزان توسعه یافتگی یک کشور استفاده می شود. بخشی از سیستم حمل و نقل ریلی به حمل و نقل درون شهری و حومه تعلق داشته و وظیفه اصلی آن جابجایی مسافران در شهرهای بزرگ و حومه آنها می باشد. این سیستم به عنوان یکی از راه حل های کاهش ترافیک و آلودگی، جلوگیری از تمرکز بی رویه جمعیت در کلان شهرها، صرفه جویی در هزینه و زمان و ... به کار برده می شود. (Schertzer, 2018) در کشور ما نیز با توجه رشد روزافزون شهرنشینی و دغدغه های اقتصادی، زیست محیطی و رفع نیازهای جامعه به حمل و نقل ،ایمن سریع و کارآمد، موجب شده است در دهه های اخیر به خصوص براساس رویکرد دولت نهم دهم و یازدهم به توسعه حمل و نقل ریلی توجه ویژه ای به این موضوع گردد. بر این اساس مجموعه ای از فعالیت ها شامل تصویب قوانین و مقررات حمایتی و تسهیل گر تخصیص منابع و همچنین ایجاد نهادهای تخصصی در دستور کار قرار گرفته است در این راستا تلاش های متعددی از طرف مسئولین کشور و مدیران شهری انجام شده و تجربیات زیادی در این حوزه شکل گرفته است. در این مسیر با تغییر شرایط کشور و همچنین تغییر قابلیت ها نیازها و دغدغه های این صنعت لزوم توجه به عنوان حوزه ای مهم جهت ارزش آفرینی در سطح ملی در کلیه سطوح احساس می گردد. از سوی دیگر از دیدگاه اقتصاد تکاملی دانش حاصل از نوآوری و فناوری در سطح ملی به عنوان مهمترین موتور محرک رشد اقتصادی از اهمیت فراوانی برخوردار است در تحولات توسعه ای اخیر نوآوری جایگاه مهمی در تمام کشورها دارد. (Dahlman, 2005) به طوری که امروزه سیاست گذاری علم، فناوری و نوآوری اساسی ترین فعالیت دولت ها و سازمان های جهانی و بین المللی در ارتباط با توسعه اقتصادی و اجتماعی قلم داد می گردد مطالعات تجربی نیز مؤید این ادعاست که پیشرفت در هر یک از ابعاد و اجزای نوآوری اثر معناداری بر رشد، بهرم وری شکوفایی و توسعه اقتصادی دارد با گذشت زمان و افزایش پیچیدگی فناوری ها سازمان ها برای ایجاد فناوری های جدید با یکدیگر همکاری می کنند. به طور معمول هر سازمانی با چندین سازمان دیگر مرتبط است. گویی در داخل یک شبکه ارتباطی قرار گرفته است. این

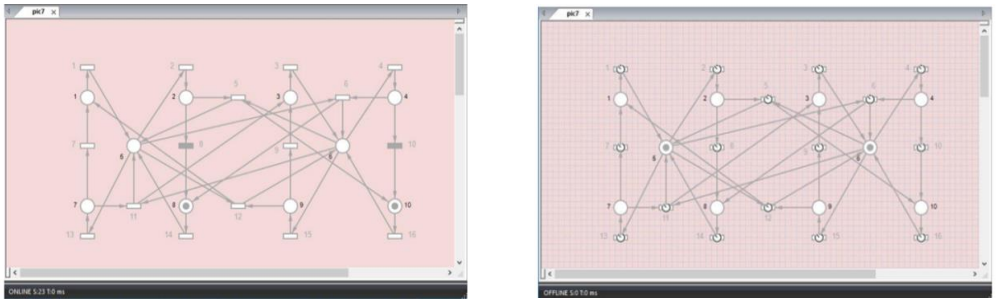
شبکه ها در کنار هم صنعت ملی را تشکیل می دهند و این ارتباطات نظام همکاری های علمی و فنی نامیده می شوند نوآوری و توسعه فناوری، نتیجه مجموعه پیچیده ای از روابط میان عناصر فعال در نظامی است که آن را نظام ملی نوآوری می نامند. نظام ملی نوآوری مجموعه ای از نهادهای مجزا است که در ارتباط با هم در توسعه و انتشار علم و فناوری جدید نقش دارند. (Aligica, 2006)

توجه به نهادها در نظام ملی نوآوری و فناورانه کشورها حائز اهمیت زیادی است. نهادها به مجموعه ای از عادات مشترک، هنجارها، عرف ها، رویه های جا افتاده، قوانین مقررات و قواعدی که روابط و تعاملات بین اشخاص، گروه ها و سازمان ها را تنظیم می کند اشاره دارد. نهادها در معنای عام خود علاوه بر موارد مذکور شامل بازیگران این عرصه نیز می شود. در این تعریف سازمان ها اعم از شرکت ها دانشگاه ها وزارتخانه ها و ...) نوعی نهاد محسوب می شوند. برای بررسی شبکه همکاری های علمی و فنی و تدوین سیاست هایی جهت اطمینان از وجود روابط لازم در بین نهادها و ایجاد دیدگاهی واحد از شبکه به چارچوب خاصی نیاز داریم تا در وهله اول فعالیت های لازم را فهرست کند و در وهله دوم، با مقایسه این فعالیت ها با سازمان ها و نهادهای فعال سایر کشورها، به خلاهای موجود این چارچوب خاص را در ادبیات علمی نگاشت نهادی می باشد.برای شناسایی نهادهای مؤثر در حوزه های فناورانه ابزارهای گوناگونی وجود دارد یکی از این ابزارها نگاشت نهادی می باشد. نگاشت نهادی نقشه ای ست که بازیگران اصلی و تعاملات آنها را نشان می دهد و می تواند خلاها و موانع ساختارها را روشن تر کند. به کمک نگاشت نهادی می توان درک بهتری از وضع ظاهری نظام ملی نوآوری بدست می آورد.

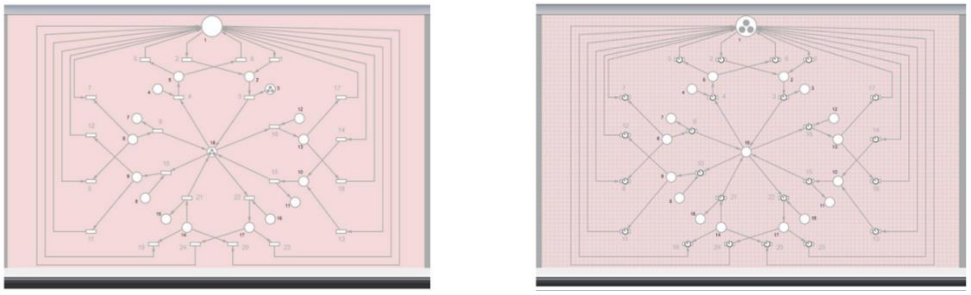
۷- یافته های تحقیق

۷-۱- پیاده سازی نوآوری پیشنهادی

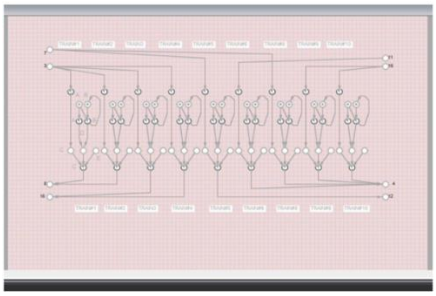
با استفاده از نرم افزار H Petri Sim برای اینکه بتوانیم تاخیر طبیعی که در رویداد حرکت قطار وجود دارد را مدل کنیم از زمان غیر قطعی استفاده کرده ایم. ممکن است در برنامه ی زمان بندی موجود یک بازه زمانی ثابتی را در نظر گرفته باشیم مثلا ۱۰ الی ۱۵ دقیقه بنابر دلایل های مختلف ممکن است بازه ی ثابت مورد نظر در آن لحظه پاسخگو نباشد و با تاخیر همراه باشد یا زودتر اتفاق بیوفتد. در حالت معمول حرکت قطار ها با تاخیر همراه است کمتر اتفاق میوفتد که بدون تاخیر باشد یا زودتر از زمان اعلام شده حرکت کند. این تاخیری که اتفاق می افتد مشخص نمی کند چه مقدار زمانی است، برفرض می تواند از ۵ دقیقه تا ۲۴ ساعت طول بکشد و مسافرین در حالت انتظار باشند.

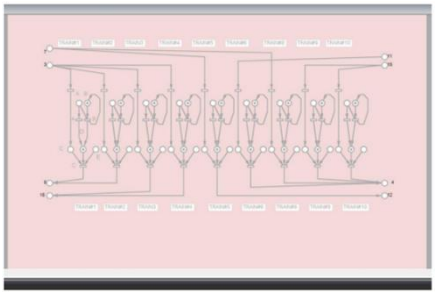


شکل ۱- نسخه ساده مدل شبکه پتری از یک بخش تقاطع با استفاده از زمان غیرقطعی با توزیع نمایی



شکل۲- مدل شبکه پتری از یک ایستگاه متصل به ٤ خط راه آهن با استفاده از زمان غیرقطعی با توزیع نمایی





شکل ۳.مدل شبکه پتری (بخش منطقی) ایستگاه B شبکه راه آهن با استفاده از زمان غیر قطعی

۷-۲- تجزیه و تحلیل زیرساخت های حیاتی در شبکه های راه آهن

شبکه پتری زمانی نشان دهنده بخش فیزیکی سیستم و ناظر PN برای تحلیل آسیب پذیری شبکه راه آهن ا ست که با هدف رتبه بندی سطوح بحرانی تسهیالت حمل و نقل راه آهن مورد استفاده قرار می گیرد. در واقع شبکه راه آهن متشکل از چندین منبع وابسته (مسیر، بلوک، تقاطع، خطوط هوایی، منبع تغذیه برق) است که به دلیل وقوع رویدادهای غیر منتظره (حوادث، وقفه ها) می تواند به طور موقت در دسترس نباشد. برای انجام این کار شبکه پتری از قسمت فیزیکی شرح داده شده در بخش فیزیکی با برخی از مکان ها و گذارهای زمان بندی تصادفی گسترش می یابد که شلیک آن ها یک وقفه تصادفی است که منجر به عدم دسترسی یک منبع می شود. شبکه شامل TPN گسترش یافته و سرپرست PN یک شبکه پتری تصادفی عمومی GSPN است که می تواند با استفاده از روش های استاندارد تجزیه و تحلیل شود. در چنین تحلیلی، نشان گرهای نشانگر قطارها به طور تصادفی ابتدایی می شوند و درگیری ها در شبکه به صورت تصادفی از طریق برخی از سوئیچ های ۲۴۴۸ تصادفی به طور خاص تعریف می شوند. خروجی این تجزیه و تحلیل توسط حالت های حالت پایدار حالت های سیستم (نشانه های ملموس GSPN) نشان داده شده است که می تواند قابلیت اطمینان زیرساخت های راه آهن را تعیین کند.

۷-۳- تجزیه و تحلیل حالت ایستگاه از برنامه قطار

تجزیه و تحلیل حالت پایدار نیز در ارتباط با یک برنامه قطار خاص و جدول زمانی ایستگاه انجام می شود.این دومین هدف، تعیین میزان قابلیت اطمینان یک برنامه با تحلیل تاثیر حوادث و اختلالات بر روی آن است .در این مورد شبکه های پتری که در تجزیه و تحلیل دخیل هستند وTPN (گسترش) مدل سازی بخشی فیزیکی سیستم، ناظر PN و TPN است که بخش منطقی را نشان می دهد. نظریه GSPN ها برای تجزیه و تحلیل رفتار حالت پایدار شبکه اتخاذ می شود.

۸- نتیجه گیری

یکی از وظایف اصلی سامانه های حمل و نقل عمومی از جمله راه آهن ،شهری ارائه خدمات مقرون به صرفه و کارآمد حمل و نقل به کاربران است.ناکارآمدی سامانه های حمل و نقل موجب افزایش زمان انتظار و سفر مسافران خواهد شد یکی از مشکلات برنامه ریزی در خطوط راه آهن شهری وجود عدم قطعیت ها و نیز بروز اختلال است بروز اختلال موجب افت قابلیت اطمینان افزایش هزینه های عملیاتی و کاهش سطح رضایت مندی مسافرین می شود بروز اختلال در راه آهن شهری به طور مستقیم بر جریان تردد مسافرین تأثیر گذار است.یکی از مهم ترین نقاط ضعف در شبکه های حمل و نقلی که عامل افزایش هزینه ها و زایل نمودن سر مایه های گزافی می گردد، فقدان ایمنی مناسب در سیستم های حمل و نقل سبب می باشد. هر ساله تصادفات در محل گذرگاه های ریلی نه تنها کشته و مجروح شدن ده ها تن از استفاده کنندگان از جاده و نیز مسافرین راه آهن می شود، بلکه خسارات مالی سنگینی هم از نظر متوقف شدن سرویس دهی راه و راه آهن و هم از نظر صدمه دیدن راه و راه آهن و سایز تجهیزات مربوطه وارد می کند.در مدل ابتدایی تاخیرها قطعی بوده است که ما به صورت غیر قطعی در نظر گرفته ایم. زمان قطعی که به عنوان تاخیر وجود دارد عملا در دنیای واقعی تضمین شده نیست ممکن است تاخیر صـفر باشـد تا بازه ی بی نهایت یا حتی باعث لغو حرکت یک قطار گردد، با اسـتفاده از توابع تصـادفی توزیع نمایی این تاخیرات غیر قطعی را لحاظ نمودیم .

این مدل بسـیار پیچیده اسـت، اما می تواند از طریق یک روش سنتز مدولار اتوماتیک حا صل شود که ابتدا ماژول هایی را که بخش های مختلف سیستم را تشکیل می دهند و سپس آنها را ادغام می کند بدست آورد کل TPN نشان دهنده بخش فیزیکی سیستم است. TPN بخش منطقی نیز می تواند به طور خودکار به دسـت آید.مدل را در ابزار H Petri Sim پیاده سـازی کرده ایم.شبکه پتری از تئوری گراف پشتیبانی می‌کند بنابراین یک ابزار ریاضیاتی است.این ابزار ریاضیاتی در اکستنشن ها و بست های مختلف قابلیت استفاده از مفهوم زمان مفهوم رنگ مفهوم احتمالات مفهوم فازی مفاهیم شی گرایی مفاهیم سیستم های گسسته و پیوسته و ترکیبی و مفاهیم مهره های قرضی را دارد که بالغ بر ۹۰ ابزار پیاده سـازی مختلف در انواع حالات وجود

دارد که قابلیت پشـــتیبانی از زبان های برنامه نویســـی را دارد هیچ کدام در گراف وجود ندارد بنابراین کل نیازهایی که برای پیاده ســـازی یک روش نیاز داریم با استفاده از زبان های برنامه نویسی قابل استفاده است به عنوان نمونه ml که در cpn اســـتفاده می شـــود. به این دلیل از شـــبکه پتری اســـتفاده می کنیم که علی رغم دارا بودن تمام ویژگی های بیان شده ظاهر گرافیکی دارد که هر کاربری می‌تواند با ساختار مدل ارتباط برقرار کند.شبکه پتری به دلیل رشد گره های گراف با مرتبه ی زمانی نمایی مشکل انفجار فضای حالت دارد که به منظور رفع این مشکل می توان از الگوریتم های تخمینی مثل روش های فرا ابتکاری (heuristic) برای ساده سازی فضای حالت استفاده کرد و هم با استفاده از توابع مقایسه ای و ساده ساز هزینه ی ایجاد تک تک گره های پسین از یک گره به گره دیگر را با الگوریتمی مثل فروشنده دوره گرد محاسبه کرد و کمترین هزینه ممکن را انتخاب نمود.

۸-۱- پیشنهادهای پژوهش

- استفاده از توابع فرا ابتکاری مانند ژنتیک، antcolony و.. جهت تخمین بازهی زمان رسیدن قطار
- تعیین مرز بهینه pareto-set چند هدفه جهت کاهش حداکثری زمان تاخیر و احتمال تصادم.

منابع

۱. بهاره کریمی منصفی, پریسا حسینی تهرانی (۱۴۰۱) مدل‌سازی جاذب انرژی با استفاده از مدل دینامیکی چند بدنه در تصادف قطار, دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه‌آهن

۲. نجفی لاریجانی سپهر، فاضل سید سعید، "مدیریت هوشمند انرژی در سیستم حمل و نقل برقی"، فصلنامه مهندسی حمل ونقل، دوره ۱۰، شماره ۱، صفحه ۱۳۷-۱۵۰، سال انتشار (۱۳۹۷)

۳. جوانمرد پیمان، بررسی نقش مدیریت استراژیک و نوآوری تکنولوژی در بهینه سازی سیستم ایمنی حمل و نقل ریلی"، محل انتشار:دومین کنفرانس ملی پژوهش های نوین حسابداری و مدیریت در هزاره سوم، سال انتشار (۱۳۹۷).

۴. اشکی محمدرضا، قربانی واقعی بهمن،(۱۳۹۶) مدل سازی سیستم های حمل و نقل ریلی با استفاده از شبکه پتری رنگی محل انتشار : اولین کنفرانس ملی رویکردهای نو در مهندسی برق و کامپیوتر

۵. برزو وحید، حسن نصراله یی سید مجتبی، کوه خضری محمد، "معرفی کاربرد سیستم های هوشمند در حمل و نقل ریلی"، (۱۳۹۶)، محل انتشار: سومین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری.

۶. حسن‌نایبی عرفان، ذگردی سیدحسام الدین، امین‌ناصری محمدرضا، یقینی مسعود، کلانتری هاشم، "مدل برنامه‌ریزی مجدد حرکت قطارهای مسافری در شرایط مسدودی خطوط شبکه ریلی"، مجله مهندسی حمل و نقل، دوره ۹، شماره ۱، صفحه ۹۱-۱۲۳، سال انتشار (۱۳۹۶).

۷. رسایی نیا عباس، قاسم‌آبادی صادق، "آنالیز ایمنی عملکرد خطوط راه آهن درون شهری تهران به کمک شبکه‌ی پتری"، محل انتشار: اولین کنفرانس ملی مهندسی راه و ترابری"، سال انتشار (۱۳۹۶).

8. L. Jiang, X. Kang, C. Li, and G. Shao, (2019).Earthquake response of continuous girder bridge for high-speed railway: A shaking table test study," Engineering Structures, vol. 180, pp. 249-263, 2019/02/01/
9. Tamannaei, M., and Rasti-Barzoki, M. (2019), "Mathematical programming and solution approaches for minimizing tardiness and transportation costs in the supply chain scheduling problem." Computers & Industrial Engineering 127, pp. 643-656.
10. -Tamannaei, M. Irandoost, I. (2019), "Carpooling problem: A. new mathematical model, branch-and-bound, and heuristic beam search algorithm". Journal of Intelligent Transportation Systems, 23.3: pp.203-215.
11. K. Liu, Q. Su, P. Ni, C. Zhou, W. Zhao, and F. Yue, "Evaluation on the dynamic performance of bridge approach backfilled with fibre reinforced lightweight concrete under high-speed train loading," Computers and Geotechnics, vol. 104, pp. 42-53, 2018/12/01/ (2018).
12. Mahmoudi Moazam, N. Hasani, and M. Yazdani, (2018) "Incremental dynamic analysis of small to medium spans plain concrete arch bridges," Engineering Failure Analysis, vol. 91, pp. 12-27, 9//
13. S. Ataei and A. Miri, (2018) "Investigating dynamic amplification factor of railway masonry arch bridges through dynamic load tests," Construction and Building Materials, vol. 183, pp. 693-705,.
14. Moazam, N. Hasani, and M. Yazdani, (2018) "Three-dimensional modelling for seismic assessment of plain concrete arch bridges," Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering, vol. 0, pp. 1-36,.

15. Schertzer, R. (2018)Mapping institutional mechanisms of ethno national representation: towards a better measurement approach. Nations and Nationalism,.
16. Watanabe, K., (2018), “Reduction of energy consumption for running in pre massproduction train set of Series E235: the verification of energy consumption for running and traction control conditions in regenerative braking due to expansion of regenerative brake region”. Japanese Railway Engineering.
17. Allen, L. A., & Chien, S. I. J., (2017), “Reducing Rail Energy Consumption through Coasting and Regenerative Braking” (No. 17-06235).
18. Dalla Chiara, B., De Franco, D., Coviello, N., & Pastrone, D., (2017), “Comparative specific energy consumption between air transport and high-speed rail transport: A practical assessment”. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 52, pp.227-243.
19. T. Wu, Y. Zou, Y. F. Chen, H. Guo, and Z. Yu, "Recent developments of high-speed railway bridges in China AU - He, Xuhui," Structure and Infrastructure Engineering, vol. 13, pp. 1584-1595, 2017/12/02 (2017).
20. S. Ataei, A. Miri, and M. Tajalli, "Dynamic load testing of a railway masonry arch bridge: A case study of Babak Bridge," Scientia Iranica, vol. 24, pp. 1834-1842,(2017).
21. S. Ataei, A. Miri, and M. Jahangiri, "Assessment of load carrying capacity enhancement of an open spandrel masonry arch bridge by dynamic load testing," International Journal of Architectural Heritage, vol. 11, pp. 1086-1100, (2017).
22. Bask, A., Bask, A., Rajahonka, M., Rajahonka, M., (2017), "The role of environmental sustainability in the freight transport mode choice: A systematic literature review with focus on the EU". International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 47(7), pp.560-602.
23. M. S. Marefat, M. Yazdani, and M. Jafari, (2017) "Seismic assessment of small to medium spans plain concrete arch bridges," European Journal of Environmental and Civil Engineering, pp. 1-22,.
24. Yin, J., Yang, L., Tang, T., Gao, Z., & Ran, B., (2017), “Dynamic passenger demand oriented metro train scheduling with energy-efficiency and waiting time minimization: Mixed-integer linear programming approaches”. Transportation Research Part B: Methodological, 97, pp.182-213.
25. Xu, X., Li, K., & Li, X., (2016), “A multi-objective subway timetable optimization approach with minimum passenger time and energy consumption”. Journal of Advanced Transportation, 50(1), pp.69-95.
26. Canca, D., Barrena, E., Laporte, G. and Ortega, F.A., (2016), "A short-turning policy for the management of demand disruptions in rapid transit systems," Annals of Operations Research, Vol. 246, pp.145-166.
27. Li, S., De Schutter, B., Yang, L. and Gao, Z., (2016), "Robust model predictive control for train regulation in underground railway transportation" IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 24, pp. 1075-1083.
28. Yang, X., Chen, A., Ning, B. and Tang, T., (2016) "A stochastic model for the integrated optimization on metro timetable and speed profile with uncertain train mass" Transportation Research Part B: Methodological, vol. 91, pp. 424-445.
29. Jamili, A. and Aghaee, M.P., (2015), "Robust stop-skipping patterns in urban railway operations under traffic alteration situation" Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 61, pp. 63-74.
30. Aligica, P.D. , (2006)Institutional and Stakeholder Mapping: Frameworks for Policy Analysis and Institutional Change. Public Organization Review, 6:79-90.
31. Chen, D. and Dahlman, C.J., (2005)TheKnowledge economy, the KAM Methodology andWorld Bank Operation", Washington, DC: World BankInstitute, working paper 20433, Available from :http://papers.ssrn.com,.