مرکز تحقیقات راه آهن

مقاله منتخب

دستگاه انتهای قطار

سال سوم (خرداد ماه ۱۳۷۸) - **شماره ۷۳**

تهیه : حسن احمدی گرجانی، مرتضی مروتیان - گروه علائم، ارتباطات و خط برقی

مقدمه

از دیرباز لکوموتیورانان برای هدایت ایمن و مطمئن قطار نیاز به دانستن پارهای از ویژگیها و مشخصات قطار را داشته اند که از مهمترین آنها می توان به میزان فشار لوله سراسری هوا در واگن انتهایی اشاره کرد. درحال حاضر یک نفر به عنوان ترمزبان در واگنی به نام کابوس یا فورگن قرار می گیرد و لکوموتیوران را با روشهای مختلف که جدیدترین آنها بیسیم می باشد، ازوضعیت واگن انتهایی آگاه می سازد که بنا به دلایل مختلف از جمله سهل انگاری مأمورین به دلایل شخصی و نیز وضعیت نامساعد جوی و یا نقص دستگاههای ارتباطی باعث بروز اشکالاتی دراین حلقه می شود.

امروزه درمسائل کنترلی صنایع هرقدر دخالت انسان کمتر شود بروز خطاهایی که به واسطه یکنواخت بودن کار و سهل انگاری ازانسان سر می زند کاهش یافته و مجموعه ایمن‌تر و مطمئن‌تر خواهدشد. از اواسط دهه ۸۰ میلادی کار برروی انتقال مکانیزه و اتوماتیک اطلاعات فشار ترمز واگن انتهایی به لکوموتیو آغاز شد. در قطارهای مسافری به علت وجود سیمهای رابط، انتقال اطلاعات به وسیله سیم امکان پذیر می‌باشد، اما مشکل عمده در قطارهای باری می‌باشد که درآنها چنین سیم کشی وجود ندارد وچون سیستم جدید می بایست با واگنهای موجود نیز مطابقت داشته باشد کار روی انتقال این اطلاعات توسط شبکه‌های رادیویی آغاز شد.

چند شرکت مهم از جمله Trainlink و Pulse در آمریکا پیشگام این تکنولوژی بودند و اولین دستگاه از این نوع توسط شرکت Trainlink و با همین نام ساخته شد. اولین نمونه از این سیستم در اواخر دهه شصت شمسی وارد راه‌آهن کشور گردید. در حال حاضر دستگاه موجود در راه آهن ایران با همت نیروهای دانشگاهی و با نظارت متخصصان مرکز تحقیقات راه آهن ساخته شده‌است.

این سیستم دارای چند تفاوت با مشابه خارجی خود می باشد که از مهمترین آنها می توان به داشتن نشانگر ساکن یا متحرک بودن واگن انتهائی و قابلیت دگاژ قطار اشاره کرد. (دگاژ به قرار گرفتن کامل یک قطار در یک تراک اطلاق می‌شود به گونه‌ای که گاباری تراک و خطوط کنار رعایت شده و مشکلی در تردد قطارهای دیگر به وجود نیاورد).

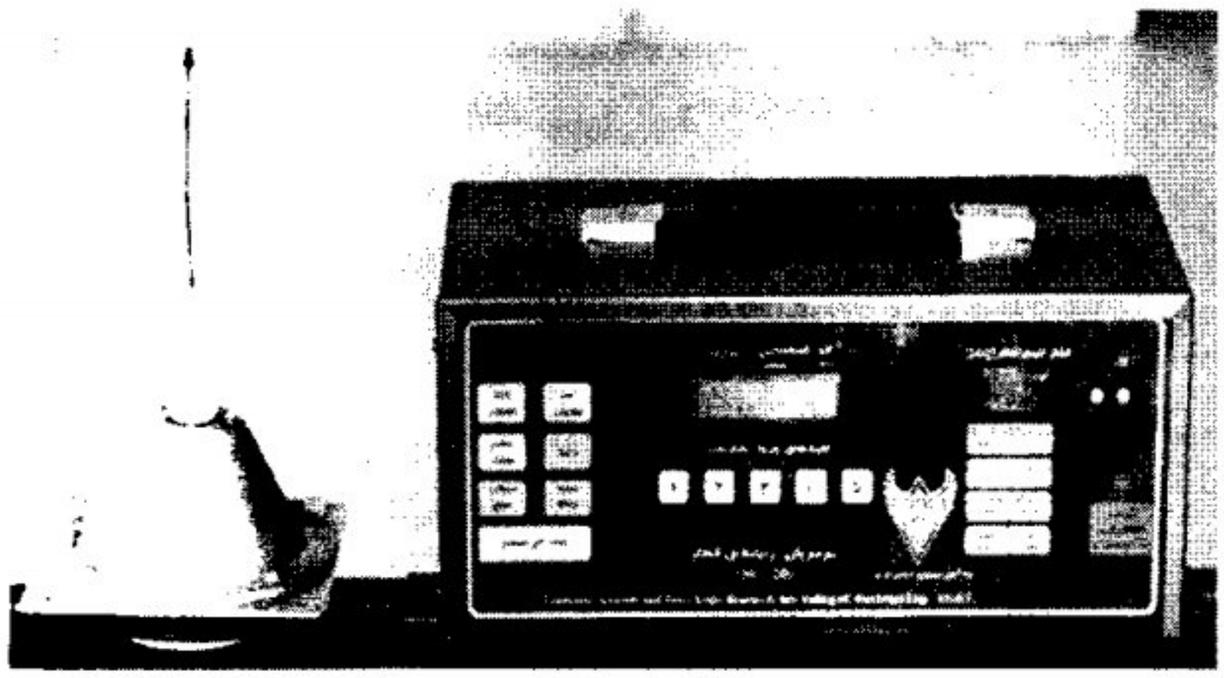
امروزه این دستگاه به طور گسترده در چند راه آهن مطرح دنیا از جمله استرالیا، کانادا، آمریکا ونیوزلند مورد استفاده قرار گرفته و به عنوان سیستم مکمل تجهیزات ایمنی سیر و حرکت قطار به کار گرفته می شود و با نامهای Trainlink، E.O.T و دستگاه انتهای قطار شناخته می شود.

ساختار سیستم

این سیستم شامل مجموعه تجهیزاتی است که فشار لوله سراسری هوا و بعضی پارامترهای مهم دیگر نظیر متحرک یا ساکن بودن واگن انتهایی را از طریق یک لینک رادیویی به لکوموتیوران اطلاع می دهد. برای این منظور یک فرستنده و گیرنده درانتها و یک فرستنده و گیرنده در داخل لکوموتیو قرار داده می شود تا به این صورت ارتباط ابتدا و انتها برقرار شود.

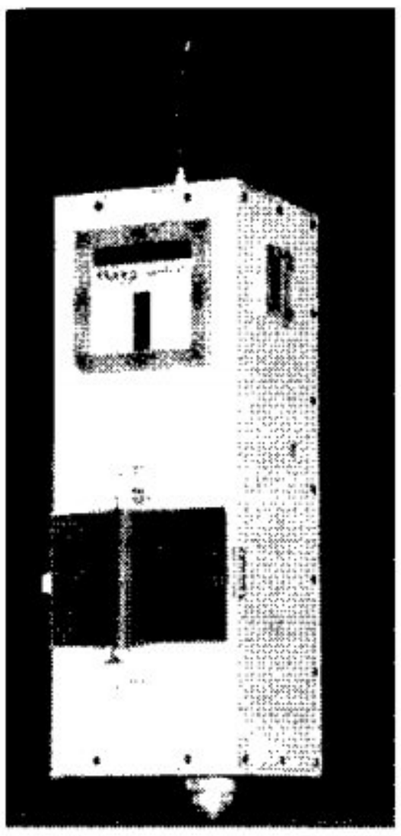
این سیستم از دو واحد مجزا (ازنظر مکانیکی) تشکیل شده است. واحد جلویی (LU : Locomotive Unit) در داخل لکوموتیو قرار می‌گیرد و واحد دیگر نیز در انتها بر روی میله پرچم واگن انتهایی نصب می شود که به نام واحد انتهایی (EU : End Unit) شناخته می‌شود. واحد جلویی دارای ابعاد تقریبی ۱۵×۲۰×۳۵ سانتیمتر و وزن تقریبی ۳ کیلوگرم می‌باشد. کلیه کلید ها و تجهیزات کنترلی بر روی صفحه جلویی آن نصب شده است. داخل این واحد عمدتا مدارهای الکترونیکی برای پردازش اطلاعات رسیده از واحد EU و نمایش آنها قراردارد. همچنین پیامهای کنترلی لکوموتیوران از طریق این واحد به EU ارسال می شود.

در شکل ۱ آنتن و پانل واحد LU نشان داده شده است. همینطور که مشاهده می شود روی این پانل یک صفحه LCD قراردارد که اطلاعات و پیامهای هشداردهنده روی آن نمایش داده می شود و یک سری LED سبز رنگ نیز سمت راست پانل قرار داده شده‌اند که متحرک یا ساکن بودن واگن انتهایی، فعال یا غیرفعال بودن ترمز اضطراری واگن آخر، روشن یا خاموش بودن فلاشرانتها، وضعیت باطری و نیز قطع بودن ارتباط رادیویی را نشان می‌دهند. آنتن واحد جلویی به صورت خارجی (اکسترنال) بر روی سقف لکوموتیو قرار می گیرد و جلوی آن نیزیک میله رفلکتور قراردارد تا ازتوان فرستنده این واحد حداکثر استفاده برده شود.



شکل ۱- آنتن و پانل واحد LU سیستم ترمزبان رایانه‌ای

در وسط پانل، زیر LCD، یک سری کلید برای تغییر اطلاعات ساعت، تقویم، طول قطار،قطر چرخ و غیره قراردارد که با شماره های ۱ تا ۵ مشخص شده اند. کلیدهای ورود و ثبت اطلاعات، تست ارتباط و تست کلی سیستم، نمایش مسافت پیموده شده، نمایش دگاژ شدن قطار و وارد کردن مجدد اطلاعات در سمت چپ پانل و کلید استفاده از ترمز اضطراری واگن انتها در سمت راست پانل تعبیه شده‌است. به منظور بالا بردن ایمنی در استفاده از ترمز اضطراری ، این ترمز تنها زمانی فعال می‌شود که کلید ترمز اضطراری و کلید شماره ۵ با هم فشرده شوند. در این سیستم موارد مشابه دیگری نیز وجود دارد.



شکل ۲- شمای ظاهری واحد EU

در واحد EU تجهیزات مکانیکی و الکترونیکی در کنار هم قرار داده شده‌اند از جمله این تجهیزات مکانیکی می توان به فشارسنج دیجیتا لی - سنسوری برای تشخیص متحرک یا ساکن بودن واگن انتهایی و یک شیر مغناطیسی برای اعمال ترمز اضطراری اشاره کرد. وزن این واحد حدود ١٤ کیلوگرم بوده و توسط یک قلاب که به وسیله دستگیره دستگاه باز و بسته می شود بر روی میله پرچم واگن انتهایی قرار می گیرد. انرژی لازم برای کار این واحد از یک باطری خشک نیکل - کادمیوم تأمین می‌شود که قابل شارژ بوده و توانایی حدودا پنجاه ساعت کار بدون نیاز به شارژ را دارا می باشد. در شکل ۲ شمای کلی این واحد نشان داده شده است. ابعاد تقریبی این وسیله حدودا ۳۵×۳۵×۶۰ سانتیمتر می باشد و محل نصب آن با توجه به مشترک بودن میله پرچم در همه واگنها بر روی آن میله تعیین شده و به هیچ وسیله اضافی برای نصب این واحد بر روی واگن انتهایی نیاز نمی باشد.

کاربردها

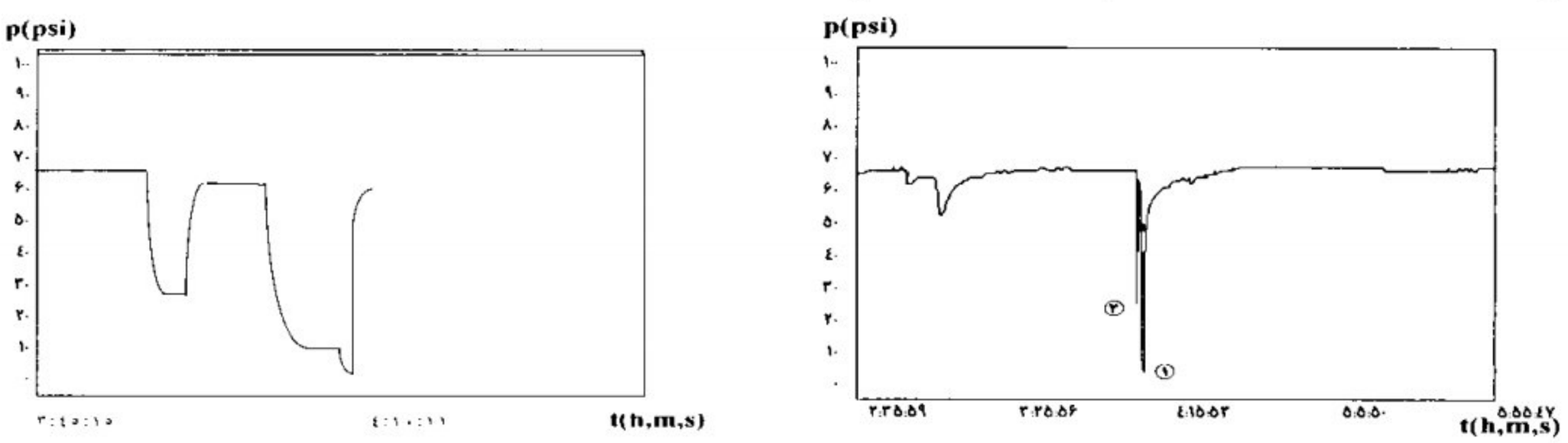
این سیستم را می توان هم در قطارهای مسافری و هم در قطارهای باری به کار برد. ولی عمده کاربرد آن در قطارهای باری طویل می باشد تا فشار لوله سراسری هوا در واگن انتهایی، همچنین ثابت یا متحرک بودن واگن انتها،به منظور تشخیص بریدگی قطار، را به اطلاع لکوموتیوران برساند. مزایای این وسیله به طور فهرستوار عبارتند از: ۱- کاهش خطای انسانی در گزارش فشار لوله سراسری هوا، زیرا فشار ترمز هردو دقیقه یکبار برای واحد LU ارسال شده (در صورت عدم تغییر) و لکوموتیوران نیز قادر است در هر لحظه با درخواست از واحدEU آخرین تغییرات فشار را رویت کند، ۲- تشخیص سریع بریدگی قطار در قطارهای طویل، ۳- اعمال ترمز اضطراری از انتها در شیبهای تند، زمانی که گرفتن ترمز از جلو سبب جمع شدن و سوار شدن واگنها به روی هم می شود، ٤- امکان اعمال ترمز اضطراری به قسمت بریده شده قطار، در زمانی که بسته بودن شیر هوای واگن بریده شده از توقف آن جلوگیری کند، ۵- اعمال ترمز به قطارهای فراری.

در توضیح بند ٤ باید عنوان شود که اگر قطاری بریده شود و شیر هوای واگن بریده شده بسته باشد تا زمانی که قسمت بریده شده در برد رادیویی فرستنده واحد جلویی (حدود ۵ کیلومتر در زمینهای هموار) قرار داشته باشد، امکان باز کردن شیر هوای

واگن انتها و اعمال ترمز اضطراری وجود دارد. امروزه به دلیل تشکیل قطارهـای طویـل و نـیز تکـراری بـودن کـار صـدور جـواز ترمـز، در بسیاری مواقع، لکوموتیورانان و روسای قطار و نیز مسئولین ایستگاهها بدون امتحان دقیق و کامل ترمزها، جواز ترمز برای حرکت قطار را صادر می کنند. چه بسا که قطار به دلیل بسته بودن شیر هوای یکـی از واگنهـا، دارای ترمـز کـامل و موُثـر نباشـد و لکوموتیـوران نـیز بـا استفاده از امکانات موجود به سختی قادر به تشخیص این مسئله می باشد، اما این دستگاه به سادگی قادر به تشخیص بسته بودن مسـیر سراسری لوله هوا می باشد، زیرا در صورت بروز چنین مشکلی واگن انتهایی مقدار ثابتی را برای فشار نشان می دهد و با ازدیاد فشار از لکوموتیو، تغییری را نمایش نمی‌دهد و این عدد ثابت نـیز در روی پـانل LU، جلـوی چشـم لکوموتیـوران می‌باشـد. بـرای ایـن منظـور بـه لکوموتیورانان اکیداً توصیه می شود که قبل از حرکت قطار ابتدا چند PSI فشار هوا را تغییر داده و در صورت مشاهده این تغیـیر فشـار در واگن انتهایی اقدام به حرکت کنند.

از دیگر کاربردهای این سیستم می‌توان به امکان اعمال ترمز سرویس در مواقع بحرانی اشاره کرد. بـه دلیـل اینکـه بـاز و بسـته شدن شیر هوای واگن انتهایی کاملاً در اختیار لکوموتیوران است او می‌تواند در شیبهای تند که گرفتن ترمز از داخـل لکوموتیـو بـه تنهـایی باعث سوار شدن واگنها بر روی هم می‌شود، نیروی ترمز را از ابتدا و انتها همزمـان اعمـال کنـد. در ایـن حـالت بـا فشـار دادن همزمـان کلیدهای ۵ و ترمز اضطراری، شیر هوای لوله سراسری از انتها باز شده و فشار لوله تا زمـانی کـه لکوموتیـوران کلیـد ترمـز اضطـراری را فشار می‌دهد،کم می‌شود. بدین ترتیب لکوموتیوران قادرخواهد بودکه فشار لوله سراسری هوا را از انتها کنترل نماید.

از این سیستم همچنین می توان برای دگاژ کردن قطار استفاده کرد. بدین صورت که درابتدای حرکتـه قطر چرخ و طول قطـار را به واحد LU وارد می کنیم. سپس این واحد با پردازش اطلاعات و زمان سپری شده و بـا توجـه بـه قطـر چـرخ ابتـدا سـرعت قطـار را اندازه گیری می‌کند و سپس مسافت پیموده شده توسط قطار را اعلام می کند. درهنگـام دگـاژ بـا فشـردن کلیـد مربوطـه طـول قطـار برروی صفحه نمایش ظاهرشده و باپیمودن مسیر از مقدار آن کم شده تا به صفر برسد، دراین لحظـه قطـار دگـاژ شـده اسـت. ایـن سیستم همچنین دارای این قابلیت است که با اتصال یک کارت سخت افزاری، مقادیر فشـار هـوای واگـن انتهـا و درصـد شـارژ بـاطری را برحسب زمان، ثبت و ذخیره کند، تا مورد پردازش قرار گیرد و بتوان عملکرد قطار و لکوموتیوران را مورد بررسی قرار داد. در شـکل ۳ نمودار فشار لوله سراسری هوا در واگن انتها بر حسب زمان نشان داده شده است که اطلاعات آن از همین کارت در یکی از تسـتها، کـه توسط کارشناسان مرکز تحقیقات انجام شده اسـته استخراج گردیده است.



شکل ۳- نمودار فشار لوله سراسری هوا بر حسب زمان

همانطور کـه ملاحظـه مـی شـود در نقـاط ۱ و ۲ در شکل سـمت راسـت توسـط راننـده ترمزهـای شـدیدی (ترمـز اضطـراری) گرفته شده است که فشار انتهای قطار توسـط دسـتگاه تـرن لینـک بـه صـورت نشـان داده شـده در شـکل، ثبـت شـده اسـت. مقـادیر دیگـر افـت فشـار کـه در شـکل مشـاهده می‌شـود، مربـوط بـه ترمزهـای سـرویس می‌باشـد. شـکل سـمت چـپ بـزرگ شـده نقـاط بحرانـی می‌باشـد و همانطورکـه مشـاهده می‌گـردد جزئیـات ترمـز گـیری ازجملـه مـیزان کـاهش فشـار و مـدت زمان آن به وضوح ثبت شده است.

مشکلات سیستم

۱- قطعی ارتباط در تونلها: یکـی از اشکالات این سیستـم که اشکال عمومی بـرای تمامی وسـایل ارتبـاطی رادیـویـی مـی باشـد، قطـعی ارتبـاط داخل تونلهـای طویـل و با قوس می باشـدکه در این حالت می تـوان بااستفاده ازیک AFM (Air Flow Meter ، دستگاهی اسـت که

درون لکوموتیو و برروی مسیر لوله سراسری هوا نصب می شود و میزان نشتی هوا در کل قطار را نشان می دهد. مشکل چند دقیقه ای قطع ارتباط را حل نمود. طی چند آزمایش که با استفاده از این سیستم در محورهای مختلف راه آهن توسط کارشناسان مرکز تحقیقات صورت گرفته است حداکثر قطعی ارتباط ممتد در داخل طویل ترین تونل ناحیه لرستان، کمتر از پنج دقیقه بود که از نظر کارشناسان و مسئولین بهره برداری مشکل عمده‌ای به وجود نمی‌آورد. همانطور که اشاره شد، با استفاده از AFM می‌توان قطعی ارتباط را تا حد مطلوبی جبران کرد، تا اگر در طول این مدت محدوده لوله سراسری هوا به هر دلیلی گسیخته شد ، لکوموتیوران مطلع گردد.

۲- تداخل فرکانسی با سیستم لکوترول : دیگراشکال این سیستم خاص، تداخل فرکانس مرکزی انتقال اطلاعات رادیویی آن بایکی از فرکانسهای کاری سیستم لکوترول می باشد، که درنواحی جنوب شرق و هرمزگان مشغول به کارمی باشند. این مشکل نیز باعدم استفاده لکوترول ازاین فرکانس (425 925 MHZ) قابل حل می باشد، زیرا لکوترول دارای دوکانال (فرکانس) می باشد که می تواند اطلاعات ارسالی از واحدجلو به واحد عقب را توسط آنها انتقال دهد. نکته دیگراینکه، ازسیستم لکوترول تقریباً فقط درنواحی جنوب شرق و هرمزگان که امکان تشکیل قطارهای سنگین وجوددارد، استفاده می شود و در این مناطق نیز امکان تداخل فرکانسی کم است چون لکوترول همزمان از هر دو فرکانس استفاده نمی کند و تنها در صورت قطع شدن ارتباط از فرکانس دوم استفاده می‌کند.

نتیجه گیری

با توجه به مطالب بیان شده در بالا و نیز حرکت صنایع به سمت کاهش نقش انسان در کنترل مستقیم پارامترهای حیاتی، سیستمهای حمل و نقل ریلی درکشورهایی نظیر استرالیا، کانادا و آمریکا که دارای راه آهن باری با ترافیک بالا می باشند، این سیستم به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته و در طول این مدت نتایج خوب و قابل قبولی چه از نظر کاهش سوانح و چه از نظر کاهش هزینه‌ها در پی داشته است. خوشبختانه سیستم انتهای قطار در داخل کشور تولید و به صورت موفقیت آمیزی مورد آزمایشهای متعددی قرار گرفته است. با توجه به نقش مهمی که این سیستم درکاهش سوانح در راه آهن می‌تواند ایفا کند، این مرکز به کار گیری این سیستم در راه‌آهن کشور را پیشنهاد می نماید. از آنجائی که این سیستم هیچگونه اختلالی در ایمنی قطار ایجاد نمی‌کند می‌توان آن را در کنار تجهیزات و آرایش فعلی قطارهای باری تا حصول نتیجه نهایی بکار گرفت تا از وقوع حوادث ناشی از بسته بودن لوله سراسری هوا که طبق آمار سالیانه بیش از دو مورد حادثه سنگین می‌باشد و خسارات زیادی به بار می‌آورد ، جلوگیری نمود. ضمناً به کارگیری این سیستم باعث صرفه جویی اقتصادی کلانی چه ازنظر تعدیل نیروی انسانی و چه از لحاظ کاهش وسایل و تجهیزات تشکیل دهنده قطارهای باری به لحاظ حذف واگن کابوس از قطار می گردد.

اگر بخواهیم مزایا و محاسن این سیستم را به صورت فهرست وار خلاصه کنیم، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تشخیص وضعیت فشار لوله سراسری هوا بدون وجود ترمزبان، ۲- امکان اعمال ترمز اضطراری در شیب وفراز و نیز در مواقع بریدگی قطار به منظور جلوگیری از بروز سوانح، ۳- تشخیص سریع بریدگی، ٤- انفصال بیش از ۲۳۰ واگن کابوس از قطارهای باری (با توجه به آمار حرکت قطارهای باری کشور)، ۵- بالا بردن ضریب اطمینان عملکرد ترمزبان، ۶- اضافه کردن یک واگن باردار به مجموعه (افزایش بار مفید برای درآمد زدایی)، ۷- حذف هزینه های تهیه قطعات یدکی از نظر نگهداری واگنهای مورد بحث ۸- حذف چراغهای انتهایی از قطارها و جایگزین کردن سیستم رادیویی و نصب دستگاه ترین لینک در انتهای قطارها که مجهز به شبرنگ و فتوسل می باشند (فلاشر)، ۹- کاهش پرسنل قطار و حذف هزینه های جانبی آن از قبیل صرفه جویی در هزینه انفصال و اتصال واگن کابوس در ایستگاهها.

منابع و ماخذ

۱- دستگاه ترن لینک (تله متری) جایگزین واگن انتهای قطار، سید جلال سلامی

۲- سیستم نظارت برترمزانتهای قطار (ترمزبان رایانه ای)، دکتر کریم محمدی

۳- Railway Age, July ۱۹۹۰

٤- RAILROADING, PROGRESSIVE, September 1987

مطالب این مقاله لزوماً بیانگر دیدگاههای مرکز تحقیقات راه آهن نمی باشد.

لطفاً نظرات و انتقادات خود را به نشانی: تهران، خیابان وصال، نبش خیابان ایتالیا، شماره ۲۰۱ مرکز تحقیقات راه آهن ارسال نمایید.

تلفن :۶۵۱۴۹۸-۶۵۱۴۵۸ نمابر: ۶۵۱۴۶۲ صندوق پستی: ۶۳۹٤ - ۱٤۱۵۵ E - Mail: MATRAI @ irirw.com