بررسی تئوری و تجربی علل عدم ترمزگیری استاندارد تریلرهای تولید داخل کشور

سجاد عباس پور[1*]، علی قربانی[2]، محمود رضا گلزاریان[3]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- کارشناسی ارشد، مهندسی بیوسیستم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

۳- عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

* ایمیل نویسنده مسئول:s.abbaspour87@gmail.com

چکیده

مهمترین قسمت در اتومبیل ها جهت تأمین ایمنی سرنشین، سیستم ترمزگیری می باشد. این سیستم طی دهه گذشته دستخوش تغییرات بسیاری شده است به طوری که در اکثر خودروهای مدرن امروزی از سیستم های ترمزگیری الکترونیکی بهره برده شده است. در این تحقیق جهت اطمینان از عملکرد سیستم ترمز الکترونیکی به کار گرفته شده در تریلرهای ساخت کشور، دو نوع آزمون در جاده آسفالت خشک با شیب ۱۸ درصد و همچنین جاده آسفالت بدون شیب و خشک، مطابق با استاندارد ECE R13 ، انجام گرفت. این آزمون ها در حالت بارگذاری شده و بدون بارگذاری با ده تکرار بر روی هر یک از تریلرهای ساخت کشور انجام شد. اندازه گیری های انجام شده در این آزمون ها با استاندارد های موجود مغایرت داشت. دلیل این مغایرت، وجود ایراداتی در سیستم ترمزگیری بود که موجب عملکرد ضعیف سیستم ترمز تریلرها می شد. پس از رفع عیوب و ایرادات که عمدتاً مربوط به کیفیت ضعیف قطعات استفاده شده در سیستم ترمزگیری بود، برگه های گزارش آزمون برای تک تک تریلرهای مورد آزمون تهیه و به مرجع استاندارد جهت ارزیابی ارسال شد. در نهایت با توجه به این که فشار باد سیستم کنترل پس از رفع مشکلات سیستم ترمزگیری نزدیک به ۴/۳ بار، شد. (مطابق استاندارد فشار باد سیستم کنترل باید بیشتر از سه بار باشد)، که این فشار نشان دهندهٔ عملکرد بهینه برای سیستم ترمز تریلر می باشد. با مقایسهٔ نتایج ارسال شده از مرجع آزمون برای عملکرد سیستم ترمز الکترونیکی تریلر های ساخت کشور و منحنی های مربوط به عملکرد استاندارد برای تریلرها، تفاوت محسوسی مشاهده نشد و عملکرد سیستم ترمزگیری این تریلرها منطبق با عملکرد استاندارد شد که نشان دهنده رفع مشکل عدم ترمزگیری استاندارد تریلرهای ساخت کشور می باشد.

واژه‌های کلیدی: استاندارد ECE R13، تریلر، سیستم ترمز الکترونیکی، سیستم ترمز گیری، فشار باد، واحد کنترل الکترونیکی

مقدمه

امروزه در صنعت اتومبیل سازی حفظ ایمنی سرنشینان خودرو فوق العاده مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه سیستم ترمز مهمترین بخش ایمنی خودرو محسوب می گردد، در چند ساله اخیر پیشرفت های زیادی در این زمینه انجام گرفته است.

جدیدترین این پیشرفت ها پیدایش سیستم ضد قفل ترمز [1] به همراه سیستم کنترل ترمز الکترونیکی[2] می باشد. در این پروژه هدف آن است که این ترمزها مورد بررسی قرار گیرد تا ان شاءالله زمینه ای برای ورود این تکنولوژی به ایران فراهم شود. همانطور که می دانیم، اصطکاک عاملی است که انرژی جنبشی را به انرژی درونی تبدیل می کند. در اتومبیل، ترمز این وظیفه را بر عهده دارد که با تولید نیروی اصطکاک مناسب، انرژی جنبشی چرخ های متحرکی که تحت تاثیر نیروی موتور بوده اند را گرفته و به گرما تبدیل کند و این گرما را در هوا پخش کند. این عمل باعث می شود که سرعت اتومبیل کم شده و یا بایستد.

اهداف تحقیق

۱. آشنایی با آخرین پیشرفت های موجود در ترمزهای مورد استفاده در تریلر ها (سیستم ضد قفل ترمز و سیستم ترمز کنترل الکترونیکی) و امکان سنجی استفاده از آنها در تریلرهای ساخت داخل کشور است.
۲. در ساخت تریلر ها به گونه ای کار شود که هنگام حمل بار، ایمنی راننده و سایرین را به نحو عالی ممکن سازد.
۳. در داخل کشور شرایط برقرار کردن مقدمات آزمون های مربوط به اداره استاندارد محیا شود تا از خروج ارز از کشور برای انجام مقدمات آزمون توسط کشور های خارجی جلوگیری گردد.

سیستم ضد قفل ترمز

سیستم ضد قفل ترمز در حقیقت به افزایش کنترل وسیله نقلیه کمک می‌کند و سبب کوتاه‌تر شدن فاصله‌ای می‌شود که خودرو در سطوح خشک یا لغزنده، برای متوقف شدن نیاز دارد. امروزه به دلیل افزایش چشم‌گیر استفاده از سیستم ضد قفل ترمز در بیش‌تر شرکت های تولیدکننده خودرو، این سیستم سیر تکاملی نسبتاً سریعی را پیموده است. این سیستم، از یک واحد کنترل الکترونیکی[3] ، چهار حس‌گر[4] سرعت روی هر چهار چرخ، و حداقل دو سوپاپ هیدرولیکی[5] ترمز تشکیل شده است. واحد کنترل مرکزی به طور مداوم سرعت گردش هر چرخ را کنترل می‌کند. به‌گونه‌ای که اگر سرعت یکی از چرخ ها کندتر از بقیه شود، با استفاده از سوپاپ‌های هیدرولیکی، فشار ترمز کاهش می‌یابد و در نتیجه سبب افزایش سرعت گردش چرخ‌ها می‌شود.

گفتنی است، درصورتی‌که سرعت یکی از چرخ‌ها نسبت به بقیه بیش‌تر شود، می‌توان با افزایش فشار بر روی پدال ترمز، سرعت آن را کاهش داد. این فرایند به‌طور مداوم و با سرعتی نزدیک به ۲۰ مرتبه در ثانیه انجام می‌شود. در شرایط بحرانی، هنگامی که پدال ترمز خودروی فاقد سیستم ضد قفل ترمز را به شدت فشار می‌دهید، چرخ‌ها قفل می‌شود و خودرو سرمی‌خورد. اما

[1] Anti-Lock Braking System
[2] Electronically Controlled Braking System
[3] Electronic Control Unit
[4] Hydraulic Valve
[5] Sensor

درصورتی‌که خودرو به به این سیستم مجهز باشد، در هنگام ترمزهای شدید، این فرآیند به‌گونه‌ای انجام می‌شود که نه تنها بـه چرخ‌ها هیچ فشار شدیدی نمی‌آید، بلکه آن‌ها به‌طور لحظه‌ای تا مرز قفل شدن می‌روند، سپس فشار متوقف مـی‌شـود، و ایـن تا توقف کامل خودرو، مجدداً تکرار می‌شود.

سیستم ترمز کنترل شده الکترونیکی[6]

نیازهایی که در بهبود سیستم ترمز وجود دارند پیوسته در حال افزایش است. بنابراین ساخت و معرفی یک سیستم ترمز الکترونیکی یک قدم منطقی محسوب می شود. سیستم ترمز الکترونیکی با کاهش فاصله متوقف شدن و بهبود پایداری ترمز، میزان ایمنی در عبور و مرور را افزایش می دهد. این سیستم در واقع عملکرد سایر سیستم های ترمز را به صورت الکترونیکی و با بهره مندی از ریزپردازنده ها، کنترل می کند. در این نوع ترمزگیری سیال، هوای تحت فشار می باشد و به عنوان سیستم ترمزگیری ضد قفل و سیستم ضد واژگونی عمل می کند. این سیستم دارای عملکرد های زیادی است و هدف اصلی آن به بیشینه رساندن ایمنی ترمزگیری با کاهش هزینه ها می باشد.

مواد و روش ها

سیستم ترمز تریلرهایی که امروزه به بازار عرضه می گردد طبق قوانین راهنمایی و رانندگی و همچنین سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی، باید دارای ایمنی بالا و تکنولوژی های نوین باشد تا بهترین عملکرد را در هنگام ترمزگیری داشته باشند. لذا برای اطمینان از عملکرد این نوع سیستم های ترمز، داشتن استانداردهای جهانی الزامی می باشد. برای این منظور در این تحقیق برای آزمون عملکرد سیستم ترمز الکترونیکی تریلر ها با شرکت AHS ترکیه ای که نمایندگی مرجع استاندارد در خاورمیانه می باشد، قرارداد همکاری به امضاء رسید. این شرکت در محل کارخانه که در کلانشهر ارومیه واقع شده است، حاضر گردید تا به همراه مولفین تحقیق، تریلرهای ساخت شرکت رخش تریلر آذر را مورد آزمون قرار دهد. این آزمون ها به مدت دو ماه به طول انجامید که نتایج به طور کامل توضیح داده شده است.

مشخصات قطعات موجود در سیستم ترمز الکترونیکی مورد آزمون

سیـستـم تـرمـز الکتـرونیکـی متشکل از ۱۸ قطعـه می بـاشد:

۱.واحد کنترل الکترونیکی (ECU) ، ۲. کابل اصلی، ۳. چهار عدد سنسور، ۴. چهار عدد رابط سنسور، ۵. کف گردها،

۶. شیر قفل کن، ۷. سوپاپ اتوماتیک، ۸. شیر دستی، ۹. شیر برقی بالا بر، ۱۰. فیلتر هوا

[6] Electronically Controlled Breaking System (EBS)

آشنایی با نرم افزار دیاگ

دیاگ نرم افزاری برای نصب و تنظیم برنامه سیستم ترمز الکترونیکی تریلر و کشنده می باشد. همچنین این نرم افزار قابلیت تشخیص و رفع عیوب موجود در سیستم ترمز الکترونیکی را داراست. در این نرم افزار صفحه نخست مربوط به اطلاعاتی است که به هنگام وصل سیستم ترمز الکترونیکی تریلر به پورت لب تاپ نمایش داده می شود و در صورت بروز خطا در سیستم ترمز الکترونیکی آن را نمایش می دهد. این صفحه به عنوان صفحه کنترل نرم افزار بوده و دسترسی به سایر قسمت های نرم افزار را ممکن می کند. در صفحه دوم، نوع تریلر متصل شده به لب تاپ، تعداد محورهای تریلر، تعداد سنسور های به کار گرفته شده در سیستم ترمز الکترونیکی و محل قرار گرفتن سنسورها بر روی محورها همچنین شماره محور یا محورهایی که قابلبت بلند شدن از روی زمین در حالت بدون بار را دارند مشخص می شود. در صفحه سوم ، اطلاعات مربوط به شرکت سازنده تریلر، نوع سیستم ترمز، کدهای مربوط به سیستم ترمز الکترونیکی که در اختیار سازنده تریلر قرار دارد، تاریخ و ساعت نصب برنامه سیستم ترمز الکترونیکی و اطلاعاتی که در بالا برای نصب برنامه سیستم ترمز الکترونیکی برای هر نوع تریلر اشاره شد، وارد واحد کنترل الکترونیکی(ECU) می شود. در صفحه چهارم اطلاعات وارد شده به نرم افزار بر روی واحد کنترل الکترونیکی ثبت می گردد تا در حافظه سیستم ذخیره گردد.

استانداردهای آزمون

برای آزمون سیستم ترمز الکترونیکی در متن استاندارد به یک سری شرایط اشاره شده است که باید به طور دقیق رعایت گردد که از قرار زیر است:

شرایط جاده

جاده ای که در آن آزمون انجام می گیرد باید بدون رطوبت و عاری از سنگریزه باشد، چرا که وجود رطوبت روی سنسورها تاثیر منفی گذاشته و همچنین سنگریزه باعث سرش تریلر خواهد شد.

جنس جاده

جنس جاده باید آسفالته باشد. چون آسفالت دارای بهترین سطح تماس با لاستیک می باشد.

شیب جاده

برای آزمون سیستم ترمز الکترونیکی باید دو نوع مورد استفاده قرار گیرد که با توجه به استاندارد مربوطه یک بار روی جاده هموار و با شیب صفر درجه و یک بار در جادهٔ با شیب ۱۸ درصد انجام گردد.

سرعت تریلر

در آزمون سیستم ترمز الکترونیکی سرعت تریلر مورد آزمون باید۶۰ کیلومتر بر ساعت باشد تا از عملکرد بهینه سیستم بعد از آزمون اطمینان حاصل گردد.

فشار باد

از جمله عواملی است که در آزمون سیستم ترمز الکترونیکی بسیار حائز اهمیت می باشد و در کل سیستم فشار باد باید در محدوده ۷/۳ بار ثابت بماند.

آزمون های سیستم ترمز الکترونیکی

در ساخت تریلر استفاده از یک سری قطعات الـزامی می باشد که این قطعات هر یک دارای استاندارد های بین المللی هستند. بنابراین انتظار می رود وقتی روی تریلر سوار شدند، عملکرد قابل قبولی داشته باشند. برای ارزیابی عملکرد این قطعات طبق استاندارد شماره ECE R-13[۷] که مطلق به آزمون کلیه خودروها می باشد، استفاده شد. در این استاندارد طبقهٔ O_4 و بخش سوم در مورد آزمون سیستم ترمز الکترونیکی می باشد. که در زیر به بیان آن می پردازیم:

اقدامات قبل از انجام آزمون

۱. نصب برنامه سیستم ترمز الکترونیکی
۲. نصب سرعت سنج بر روی کشنده
۳. نصب دستگاه ترمزگیرنده دستی
۴. بررسی مشخصات ظاهری تریلر

نحوهٔ انجام آزمون

آزمون سیستم ترمز الکترونیکی بر روی تریلر ها با دو نوع سیستم ترمز دیسکی و کاسه ای و در دو حالت بارگذاری شده و بدون بار به صورت زیر انجام می گیرد:

[۷] استاندارد آزمون خودرو ها

آزمون شماره یک: در جاده بدون شیب آسفالت و خشک - بدون بار

در این مرحله تریلر در جادهٔ بدون شیب آسفالته و خشک در حالت بدون بار هدایت شد و طبق استاندارد های آزمون ، مورد آزمون قرار گرفت. آزمون زمانی انجام شد که سرعت تریلر ۶۰ کیلومتر بر ساعت شد و پس از اینکه سرعت به این میزان رسید، کشنده در وضعیت دنده خلاص قرار گرفته و عمل ترمزگیری بدون استفاده از ترمز کشنده و به وسیله دستگاه ترمز گیرنده دستی نصب شده بر روی کشنده، انجام گرفت و پس از ایست کامل تریلر میزان فشار باد سیستم کنترل الکترونیکی ثبت گردید تا تریلر برای ارزیابی سیستم ترمز الکترونیکی آماده شود.

آزمون شماره دو: در جاده آسفالت و خشک با شیب ۱۸ درصد - بدون بار

برای انجام این آزمون تریلر در یک جاده آسفالت با شیب ۱۸ درصد در حالت بدون بار متوقف شد و طبق استانداردهای آزمون، مورد آزمایش قرار گرفت. در این حالت پس از توقف کامل تریلر و کشنده در سطح شیب دار، شیر قفل (ترمز پارک) سیستم ترمز الکترونیکی توسط اپراتور در حالت قفل قرار گرفت و راننده کشنده را در وضعیت دنده خلاص قرار داده و پدال ترمز را رها کرد. طبق استاندارد این آزمون تریلر پس از رها کردن پدال ترمز کشنده، نباید حتی یک سانتی متر به سمت عقب حرکت کند.

آزمون شماره سه: در جاده بدون شیب آسفالت و خشک- بارگذاری شده

در این مرحله تریلر در جادهٔ بدون شیب آسفالته و بدون رطوبت در حالت بارگذاری شده هدایت شد و طبق استاندارد های ذکر شده، مورد آزمون قرار گرفت. آزمون زمانی انجام شد که سرعت تریلر ۶۰ کیلومتر بر ساعت شد و پس از اینکه سرعت به این میزان رسید، کشنده در وضعیت دنده خلاص قرار گرفته و عمل ترمزگیری بدون استفاده از ترمز کشنده و به وسیله دستگاه ترمز گیرنده دستی نصب شده بر روی کشنده، انجام گرفت و پس از ایست کامل تریلر میزان فشار باد سیستم کنترل الکترونیکی ثبت گردید تا تریلر برای ارزیابی سیستم ترمز الکترونیکی آماده شود.

آزمون شماره چهار:در جاده آسفالت و خشک با شیب ۱۸ درصد- بارگذاری شده

برای انجام این آزمون تریلر در یک جاده آسفالت و بدنو رطوبت با شیب ۱۸ درصد در حالت بارگذاری شده متوقف شد و طبق استانداردهای آزمون ، مورد آزمون قرار گرفت. در این حالت پس از توقف کامل تریلر و کشنده در سطح شیب دار، شیر قفل (ترمز پارک) سیستم ترمز الکترونیکی توسط اپراتور در حالت قفل قرار گرفت و راننده کشنده را در وضعیت دنده خلاص قرار داده و پدال ترمز را رها کرد. طبق استاندارد این آزمون تریلر پس از رها کردن پدال ترمز کشنده، نباید حتی یک سانتی متر به سمت عقب حرکت کند.

- تمامی آزمون ها با ۱۰ مرتبه تکرار بر روی انواع تریلرها انجام شد تا از عملکرد بهینه سیستم ترمز الکترونیکی اطمینان حاصل گردد. سپس برگه های گزارش آزمون توسط اپراتور تهیه گردید و برای ارزیابی و صدور تائیدیه به مرجع استاندارد ارجاع شد.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش پارامترهای فشار باد سیستم ترمز الکترونیکی، سرعت پیشروی تریلر، بارگذاری و عدم بارگذاری و خط ترمز تریلرها مورد بررسی قرار گرفت. به طوری که فشار باد واحد کنترل الکترونیکی سیستم ترمز ۷/۳ بار، فشار باد مخزن ۸ بار و فشار باد تریلر ۸/۵ بار همچنین سرعت پیشروی ۶۰ کیلومتر بر ساعت و خط ترمز در سرعت ذکر شده، ۹ متر در نظر گرفته شد. به دلیل اهمیت موضوع و عدم بررسی محققان و اطلاعات محدودی که در مورد موضوع این تحقیق در اختیار است، در این پژوهش سعی شده است تا در قالب امکانات موجود، به بررسی جامع مشکلات عدم ترمزگیری استاندارد تریلرهای ساخت کشور به صورت تجربی پرداخته شود. بررسی نتایج این تحقیق به دو صورت، نتایج مربوط به تریلرهای با زیربندی ساخت کشور آلمان و نتایج مربوط به تریلرهای با زیربندی ساخت کشور ترکیه انجام گرفت.

نتایج آزمون تریلرهای با زیربندی ساخت کشور ترکیه

در آزمون هایی که بر روی تریلرهای دو و سه محور با زیربندی ساخت کشور ترکیه انجام گرفت، نتایج استاندارد حاصل نشد. علت این امر بروز نقایصی در سیستم ترمزگیری بود. ایرادات از قرار زیر است:

۱–سائیده شدن لنت ترمز در سیستم ترمز کاسه ای ۲– داغ شدن بیش از حد لنت ترمز

۳– سائیده شدن کاسه ترمز ۴– سائیده شدن دیسک ترمز در ترمز های دیسکی

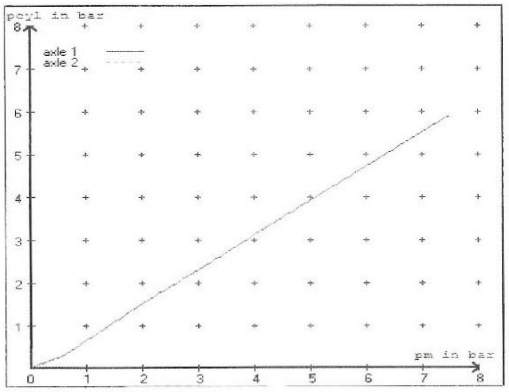
پس از رفع ایرادات سیستم ترمزگیری تریلر های با زیربندی ساخت کشور ترکیه برای هر یک از تریلرهای ساخت شرکت، آزمون سیستم ترمز الکترونیکی به صورت جداگانه انجام شده و بـرگه های گـزارش آزمون تهیـه و تنظیم گـردید. این برگه های گزارش به مرجع استاندارد ارسال گشت تا مورد تحلیل وبررسی قرار گیرد. این مرجع با توجه به اطلاعات ارسال شده از آزمون های انجام گرفته، نتایج ترمزگیری تریلرهای ساخت شرکت را به صورت زیر ارئه کرد:

نتایج این آزمون ها که در دو نوع جاده انجام گرفت به شرح زیر است:

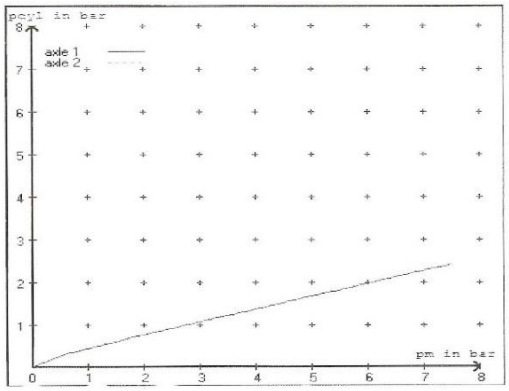
در جاده بدون شیب آسفالت و خشک:

با استفاده از اطلاعات ثبت شده در مرحله آزمون و ثبت این اطلاعات در نرم افزار دیاگ جهت بررسی و تحلیل عملکرد سیستم ترمز الکترونیکی، و با توجه به داده های به دست آمده از محاسبات انجام گرفته، فشار اتاقک ترمز (بوستر) در حالت بدون بار

مطابق شکل (۱) و در حالت بارگذاری شده مطابق شکل (۲) و همچنین نمودار تطابق نتایج این آزمون ها با حالت استاندارد در حالت بارگذاری شده و بدون بار مطابق شکل های (۳ و ۴) پس از ده تکرار ترمزگیری و انجام آزمون به دست آمد.



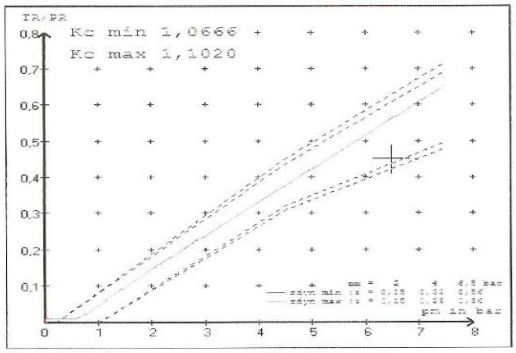
شکل۱: نمودار فشار اتاقک ترمز تریلر دو محور ترک در حالت بارگذاری شده محور ترک در جاده بدون شیب آسفالت و خشک



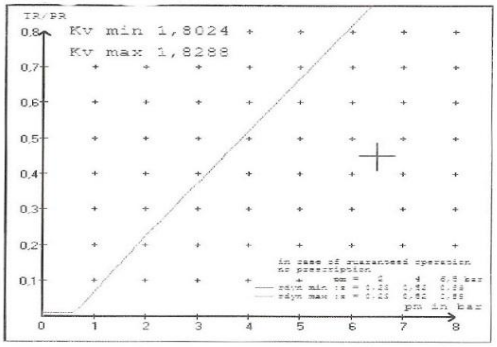
شکل۲: نمودار فشار اتاقک (بوستر) ترمز تریلر دو در حالت بدون بار در جاده بدون شیب آسفالت و خشک

در نمودارهای فوق که نمایشگر فشار موجود در اتاقک (بوستر) ترمز می باشد، محور عمودی **(pcyl)** نماینده فشار وارد بر دیافراگم موجود در داخل اتاقک ترمز بر حسب بارو محور افقی **(pm)** بیانگر فشار موجود در سیستم کنترل الکترونیکی بر حسب بار می باشد. همانطور که مشاهده می شود فشار سیستم کنترل الکترونیکی در هر دو حالت در حدود ۷/۳ بار ثابت مانده است. در حالت بدون بار فشار کمتری در حدود ۲/۶ باربه دیافراگم موجود در اتاقک ترمز جهت توقف تریلر وارد شده ولی در حالت بارگذاری شده این فشار نزدیک به ۵/۸ بار رسیده است که نشان دهنده تـأثیر بارگذاری بر عملکرد سیستم ترمز می باشد. با توجه به عملکرد بوستر ترمز و اطلاعاتی که در مورد فاکتور اصلاح (K_c) درحالت بارگذاری شده و فاکتور اصلاح (K_v) در حالت بدون بار از استاندارد اشاره شده استخراج شد، نمودارهای تطابق این عملکرد با نمودارهای استاندارد رسم شد. در این نمودارها مطابق شکل (۳) و شکل (۴) نتایج مقایسه تطابق نشان داده شده است.

در شکل (۳) مشاهده می شود که منحنی تطابق استاندارد، دارای یک مقدار کمینه و بیشینه می باشد که با خط چین نمایش داده شده است. با توجه به نزدیکی عملکرد تریلرهای دو محور مورد آزمون که به وسیله خط متد رسم شده است و ما بین دو مقدار کمینه و بیشینهٔ استاندارد فرار گرفته است، لذا عملکرد این نوع تـریلرها مطابـق با عملکـرد استـاندارد شده است. بنابراین دارای عملکـرد مورد قبول استـاندارد می باشد. همچنین در شکل (۴) مشاهده می شود که عملکرد بوستر ترمز در حالت بدون بار منطبق بر عملکرد استاندارد می باشد. که بیانگر عملکرد بهینه بوستر ترمز در موقع ترمزگیری است.



شکل۳: نمودار تطابق عملکرد بوستر ترمز با نمودار استاندارد آن در حالت بارگذاری شده

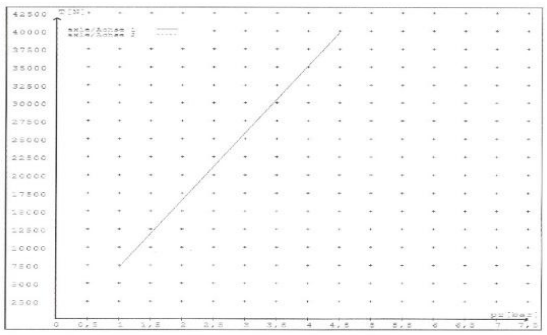


شکل٤: مودار تطابق عملکرد بوستر ترمز با نمودار استاندارد آن در حالت بدون بار

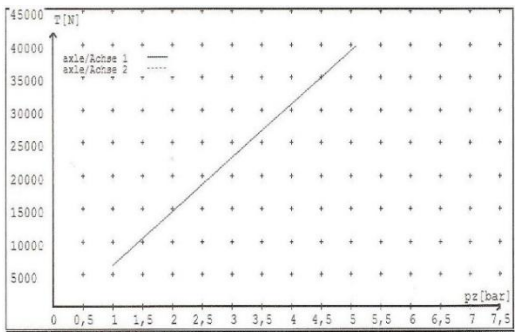
در نمودارهای تطابق رسم شده ، محور افقی نشان دهنده فشار سیستم کنترل الکترونیکی بر حسب بار می باشد و محور افقی (TR/PR) بیانگر نسبت نیروهای پیرامون چرخ تریلر به مجموع نیروهای عکس العمل روی چرخ بر حسب نیوتن است. که برابر با مقدار فشار وارد بر دیافراگم موجود در داخل اتاقک ترمز (PCYL) می باشد.

در جاده آسفالت و خشک با شیب ۱۸ درصد:

در این آزمون با توجه به این که تریلر پس از ایست کامل مورد آزمون قرار گرفت، لذا فشار باد سیستم پس از رها کردن پدال ترمز کشنده ثبت گردید. در این وضعیت زمانی که تریلر بدون بار مورد آزمون قرار گرفت، یک بار از فشار باد سیستم کنترل الکترونیکی کاسته شد. در حالت بارگذاری شده، زمانی که وزن کل تریلر، کشنده و بار در حدود ۴۰ تن بود، ۴/۵ بار از فشار سیستم کنترل الکترونیکی برای ترمز قفل (پارک) استفاده شد. که مطابق شکل–۵ نمودار عملکرد نیروی ترمز و فشار ترمزگیری برای این آزمون توسط نرم افزار دیاگ رسم گردید. در نمودار شکل (۵) مشاهده می شود که پس از انجام آزمون فشار سیستم کنترل با منحنی ارائه شده توسط استاندار که در شکل (۶) نشان داده شده است، مطابقت دارد. در این نمودارها محور افقی مربوط به فشار ترمزگیری تریلر بر حسب بارو محور عمودی مختص نیروی ترمزگیری با توجه به وزن تریلر بر حسب نیوتن می باشد.



شکل۵: نمودار عملکرد نیروی ترمز و فشار ترمزگیری با توجه به وزن تریلر



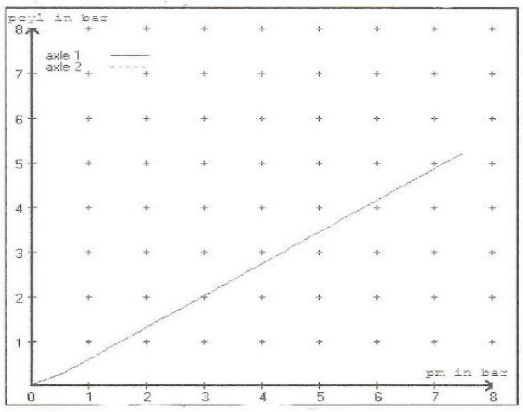
شکل٦: نمودار عملکرد نیروی ترمز و فشار ترمزگیری با توجه به وزن تریلر

نتایج آزمون تریلرهای با زیربندی ساخت کشور آلمان

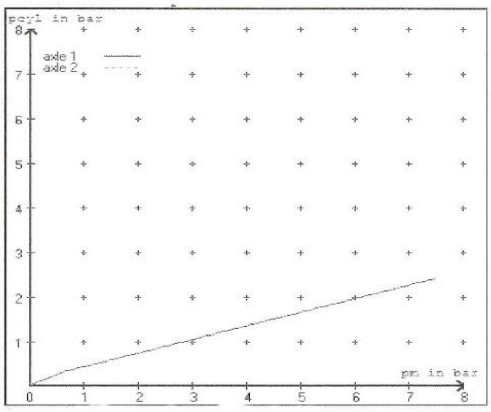
در آزمون هایی که بر روی تریلرهای دو و سه محور با زیربندی آلمانی انجام گرفت، یک سری مشکلات جزئی پیش آمد که تأثیر منفی بر ترمزگیری استاندارد تریلرها می گذاشت. ولی ایراد این نوع تریلرها بر خلاف تریلرهای با زیربندی ترکیه که مربوط به قطعات می شد، مربوط به مشکلات نرم افزاری می شد که عمدتا مربوط به نصب اطلاعات نرم افزار دیاگ بود. با نصب نرم افزار دیاگ و تنظیم پارامترهای موجود در نرم افزار به صورت صحیح، ایرادات جزئی حاصله در سیستم ترمز الکترونیکی این نوع تریلرها رفع گردید. پس از رفع ایرادات سیستم ترمزگیری با زیربندی آلمانی آزمون سیستم ترمز الکترونیکی به صورت جداگانه انجام شده و برگه های گزارش آزمون تهیه و تنظیم گردید. این برگه های گزارش به مرجع استاندارد ارسال گشت تا مورد تحلیل وبررسی قرار گیرد. این مرجع با توجه به اطلاعات ارسال شده از آزمون های انجام گرفته، نتایج ترمزگیری تریلرهای ساخت شرکت را به صورت زیر ارئه کرد.

در جاده بدون شیب آسفالت و خشک:

با استفاده از اطلاعات ثبت شده در مرحله آزمون و ثبت این اطلاعات در نرم افزار دیاگ جهت بررسی و تحلیل عملکرد سیستم ترمز الکترونیکی، و با توجه به داده های به دست آمده از محاسبات انجام گرفته، فشار اتاقک ترمز (بوستر) در حالت بدون بار مطابق شکل-۷ و در حالت بارگذاری شده مطابق شکل-۸ و همچنین نمودار تطابق نتایج این آزمون ها با حالت استاندارد در حالت بارگذاری شده و بدون بار مطابق شکل های (۹ و ۱۰) پس از ده تکرار ترمزگیری و انجام آزمون بدست آمد.



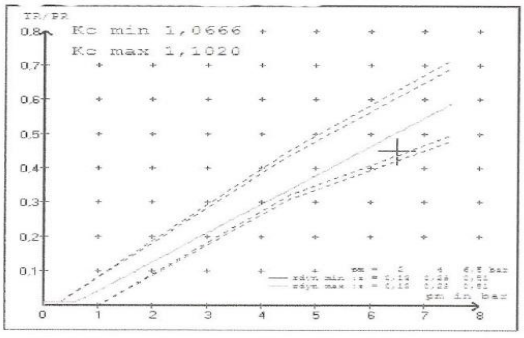
شکل۷: نمودار فشار اتاقک ترمز تریلر دو محور ترک در حالت بارگذاری شده در جاده بدون شیب آسفالته و خشک



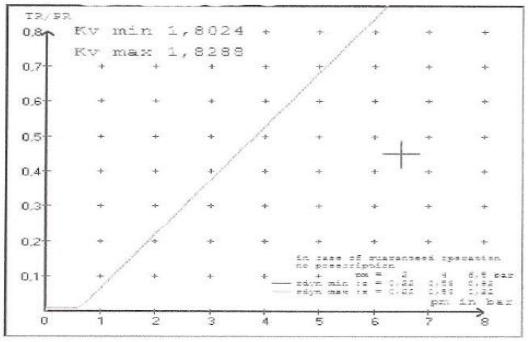
شکل۸: نمودار فشار اتاقک (بوستر) ترمز تریلر دو محور ترک در حالت بدون بار در جاده بدون شیب آسفالته و خشک

در نمودارهای اشکال (۷) و (۸) همانطور که مشاهده می شود فشار سیستم کنترل الکترونیکی در هر دو حالت در حدود ۷/۳ بار ثابت مانده است. در حالت بدون بار فشار کمتری در حدود ۲/۳ بار به دیافراگم موجود در اتاقک ترمز جهت توقف تریلر وارد شده ولی در حالت بارگذاری شده این فشار نزدیک به ۵/۳ باررسیده است که نشان دهنده تأثیر بارگذاری بـر عملکرد سیستم ترمز می باشد. با توجه به عملکرد بوستر ترمز و اطلاعاتی که در مورد فاکتور اصلاح (K_c) درحالت بارگذاری شده و فاکتور اصلاح (K_v) در حالت بدون بار از استاندارد اشاره شده استخراج شد، نمودارهای تطابق این عملکرد با نمودارهای استاندارد رسم شد. در این نمودارها مطابق شکل (۹) و شکل (۱۰) نتایج مقایسه تطابق نشان داده شده است.

در شکل (۹) مشاهده می شود که منحنی تطابق استاندارد، دارای یک مقدار کمینه و بیشینه می باشد که با خط چین نمایش داده شده است. با توجه به نزدیکی عملکرد تریلرهای دو محور مورد آزمون که به وسیله خط متد رسم شده است و ما بین دو مقدار کمینه و بیشینهٔ استاندارد فرار گرفته است، لذا عملکرد این نوع تـریلرها مطابق با عملکرد استـاندارد شده است. بنابراین دارای عملکرد مورد قبول استـاندارد می باشد. همچنین در شکل (۱۰) مشاهده می شود که عملکرد بوستر ترمز در حالت بدون بار منطبق بر عملکرد استاندارد می باشد. که بیانگر عملکرد بهینه بوستر ترمز در موقع ترمزگیری است.



شکل۹: نمودار تطابق عملکرد بوستر ترمز با نمودار استاندارد آن در حالت بار گذاری شده

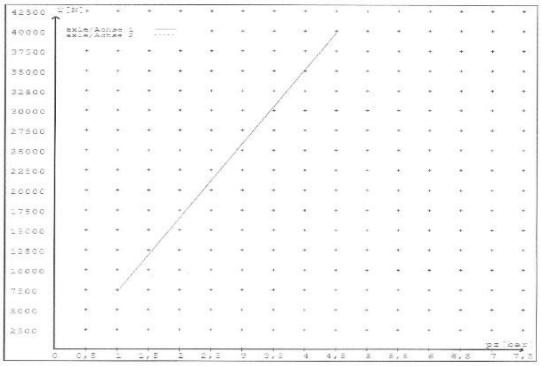


شکل۱۰: نمودار تطابق عملکرد بوستر ترمز با نمودار استاندارد آن در حالت بدون بار

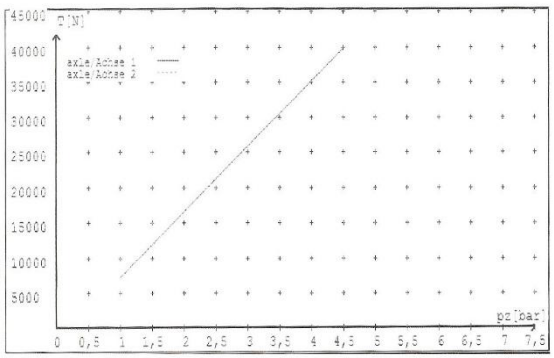
در جاده آسفالت و خشک با شیب ۱۸ درصد:

در این آزمون با توجه به این که تریلر پس از ایست کامل مورد آزمون قرار گرفت، لذا فشار باد سیستم پس از رها کردن پدال ترمز کشنده ثبت گردید. در این وضعیت زمانی که تریلر بدون بار مورد آزمون قرار گرفت، یک بار از فشار باد سیستم کنترل الکترونیکی کاسته شد. در حالت بارگذاری شده، زمانی مه وزن کل تریلر،کشنده و بار در حدود ۴۰ تن بود، ۳ بار از فشار سیستم کنترل الکترونیکی برای ترمز قفل (پارک) استفاده شد. که مطابق شکل (۱۱) نمودار عملکرد نیروی ترمز و فشار ترمزگیری برای این آزمون توسط نرم افزار دیاگ رسم گردید. در نمودار شکل (۱۱) مشاهده می شود که پس از انجام آزمون فشار سیستم کنترل

با منحنی ارائه شده توسط استاندار که در شکل (۱۲) نشان داده شده است، مطابقت دارد. در این نمودارها محور افقی مربوط به فشار ترمزگیری تریلر بر حسب بارو محور عمودی مختص نیروی ترمزگیری با توجه به وزن تریلر بر حسب نیوتن می باشد.



شکل۱۱: نمودار عملکرد نیروی ترمز و فشار ترمزگیری با توجه به وزن تریلر



شکل۱۲: مودار عملکرد نیروی ترمز و فشار ترمزگیری با توجه به وزن تریلر

مطابق آنچه گفته شد، در این تحقیق آزمون سیستم تـرمز الکتـرونیکی با همکاری شرکت AHS ترکیه، انجام گرفت. نتایج به دست آمده از آزمون ها که برای مرجع استاندارد ارسال شد، به صورت نتایج موجود که از طرف این مرجع برگشت داده شده و در این بخش ارائه شد. گواهینامه ارائه شده از طرف مرجع استاندارد، نشان دهنده موفقیت این پروژه در رفع مشکلات موجود در سیستم ترمز الکترونیکی تریلرها می باشد.

نتایج کلی

در این تحقیق بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون های انجام شده بر روی سیستم ترمز الکترونیکی تریلرهای ساخت کشور و مقایسه عملکرد این نوع سیستم های ترمز با عملکرد تعریف شده در استاندارد، نتایج نهایی به شرح زیر به دست آمد:

فشار باد سیستم ترمز در واحد کنترل الکترونیکی (ECU)، سرعت حرکت تریلر و شرایط جاده، مهمترین پارامتر تأثیر گذار بر عملکرد سیستم های ترمز الکترونیکی می باشد که در هنگام ارزیابی عملکرد این نوع سیستم های ترمزگیری باید مورد توجه قرار گیرد. سیستم های ترمز پیشرفته الکتـرونیکی امروزی از نظـر تئـوری عملکـرد، دارای کمترین نقص ممکن می باشند. ولی برای کارکرد بهینه این سیستم ها باید از ابزار و قطعات مناسب استفاده شود تا بهترین عملکرد را به هنگام ترمزگیری از خود نشان دهند. بنابراین در ساخت تریلرهای داخل کشور باید به کیفیت و مرغوبیت قطعاتی که در ارتباط مستقیم با سیستم تـرمز الکترونیکی هستند (مانند لنت های ترمز – دیسک ترمز – کاسه ترمز)، توجه شود و قطعات مرغوب مورد استفاده قرار گیرد.

در این پروژه نتایج اولیهٔ انجام آزمون های استاندارد، نشان دهندهٔ وجود مغایرت در عملکرد سیستم ترمزگیری تریلرهای ساخت کشور با نتایج استاندارد برای این عملکرد بود که با بررسی سیستم ترمزگیری و رفع عیوب موجود در این سیستم، عملکرد بهینه و منطبق بر استاندارد برای تریلرهای مورد آزمون به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون های انجام گرفته و ارسال مدارک و برگه های گزارش عملکرد سیستم ترمز تریلرها در حین آزمون به مرجع استاندارد، تائیدیه و گواهینامه عملکرد استاندارد سیستم ترمز الکترونیکی برای تریلرهای مورد آزمون ساخت کشور دریافت گردید.

منابع

صمدی، بهزاد، تشخیص و شناسایی عیب و تطابق با استفاده از روش های **(ABS)** آن در سیستم ترمز ضدقفل مبتنی بر مدل، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده .مهندسی برق، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، بهمن ۱۳۷۷

مرزبان راد–دامرودی، جواد–مجتبی، جدیدترین سیستم های ترمزی ضد قفل سیستم های مدل مبنا، ماهنامهٔ مهندسی خودرو و صنایع وابسته، ۱۳۸۸، اول، ۶ ،۱–۶

مرزبان راد، جواد، عملکرد سیستم ضد قفل ترمز و سیستم پایداری وسیلهٔ نقلیه، ماهنامهٔ مهندسی خودرو و صنایع وابسته، ۱۳۸۸، اول، ۶ ،۱–۶

بهزاد صمدی و سیدکمالالدین نیکروش، کنترل کنندهٔ لغزشی برای کنترل لغزش چرخ های خودرو، هفتمین کنفرانس مهندسی برق ایران، مرکزتحقیقات مخابرات ایران، اردیبهشت ۱۳۷۸

J. G. Kassakian, H. C. Wolf, J. M. Miller and C. J. Hurton,“Automotive electrical systems circa 2005,” IEEE Spectrum, Vol. 33,No. 8, pp. 22-27, Aug. 1996.

M. J. Gutnecht, D. R. Schniedewend, J. J. Moskwa, C. R. Kime andP. Ramanathan, “Fault tolerance analysis of alternate automotivebrake system designs,” SAE Technical Pape r No. 930511, 1993.

H. T. Szostak, R. W. Allen, and T. J. Rosenthal, “Analyticalmodeling of a driver response in crash avoidance maneuvering, Vol. II:An interactive tire model for driver/vehicle simulation,” U.S.Department of Transportation, report no. DOT HS 807-271, April 1988.

N.Matsumoto and M.Tomizuka, “ Vehicle lateral velocity and yawrate control with two independent control inputs,” Proc. 1990 Ame r.Contr. Conf., San Diego, CA, pp. 1868-1875, 1990.

R. Limpe rt, Brake Design and Safety, Warrandale, PA: Society ofAutomotive Engineers.2001

R. H. Madison and H. E. Riordan, “Evolution of the sure track brake system,” SAE Technical Paper No. 690213, 1969.

E. E. Stewart and L. L. Bowler, “Road testing of wheel slip control systems,” SAE Tech-nical Paper No. 690215, 1969.

J. Gerstenmeier, “Electronic control unit for passenger car antiskid (ABS),” Proc. I. Mech. E., Paper C186/81, 1981

H. Leiber and A. Czinczel, “The potential and problems involved in integrated anti-lock braking systems,” Proc. Conf. Anti-lock braking systems for road vehicles, (I. Mech. E. Conf. Publ. 1985-8, London), 1985.

W. C. Lin, D. G. Dobner and R. D. Fruechte, “ Design and analysis of an antilock brake control system with electric brake actuator,” Proc. Int. J. Veh. Des., Vol. l4, No. l, pp. 13-43, 1993.

P. E. Wellstead and N. B. O. L. Pettit, “Analysis and redesign of an antilock brake system controller,” IEE Proc. Control Theory Appl., Vol. 144, No. 5, pp. 413-426, September 1997.

Y. Oniz, E. Kayacan, and O. Kaynak, “Simulated and experimental study of antilock braking system using gray sliding mode control,” in Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man Cybern., Montreal, QC, Canada, 2009, pp. 90–95.

http://www.ehow.com/about_5042665_history-abs-brakes.html#ixzz28K3iU6J9

http://www.afsonngar.blogfa.com

http://www.nhtsa.dot.gov

http://www.AriaBook.ir

http://isiri.org/Portal/Home سایت سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران