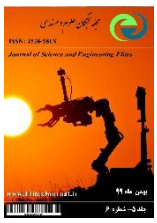
مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۵- شماره ۶- سال ۱۳۹۹

www.ElitesJournal.ir



طراحی سیستم ترمز اضطراری کمکی برای افزایش ایمنی خودروهای سواری

مهدی سلیمی[۱]، مهدی نیاجلیلی[۲*]، میلاد فراهانی علوی[۳]، محمدجواد رستم اف[۴]

۱- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

۲- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

۳- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

۴- دپارتمان مهندسی مکانیک، آموزشکده سیدالشهدا(ع) رستم آباد، دانشگاه فنی و حرفه ای استان گیلان-ایران

*Mehdi_niajalili@yahoo.com

ارسال: آذر ماه ۹۹ پذیرش: بهمن ماه ۹۹

چکیده

با توجه به اهمیت سیستم ترمز در ایمنی سرنشینان خودرو، تحقیق پیرامون بهبود عملکرد این سیستم بسیار حائز اهمیت می باشد. سیستم ترمز هیدرولیکی خودرو با فشردن پدال ترمز توسط راننده فعال شده و با فشار روغن و حرکت پیستون موجود در سیلندر ترمز، لنتهای ترمز را روی دیسک و یا کاسه می فشارد که این عمل موجبات توقف خودرو را فراهم می کند. اگر به دلیل کمبود روغن و یا نقص فنی در قطعات وابسته، ترمز عمل نکند، ممکن است حادثه آفرین باشد. در این پژوهش نوعی سیستم ترمز اضطراری طراحی شده است که در ترمزگیری و زمانی که سیستم هیدرولیکی به هر دلیلی صحیح عمل نکند، وارد عمل شده و به صورت خودکار عمل ترمز گیری را انجام می دهد. با این کار ایمنی خودرو را افزایش یافته و موجبات رانندگی ایمن تر برای خودرو فراهم می شود.

کلمات کلیدی: ایمنی، ترمز، دیسک، کاسه، لنت.

۱- مقدمه

سیستم ترمز بر روی کنترل و پایداری خودرو در شرایط مختلف رانندگی بسیار تاثیر گذار بوده و عملکرد صحیح این سیستم می تواند رانندگی ایمنی را برای خودرو به ارمغان آورد. افزایش تصادفات و حوادث غیر گوناگون در حین رانندگی از یک طرف و کاهش تمرکز راننده در کنترل وسیله نقلیه از طرف دیگر، ضرورت تحقیق و پژوهش بر روی سیستم های افزایش ایمنی را افزایش داده است. در این میان قرار گیری خودرو در شرایط مختلف جاده ای، باعث شده است که محققان به دنبال تحقیق پیرامون سیستم های پیشرفته تر ترمز باشند. با توجه به اهمیت بالای سلامت سرنشینان و کنترل وسیله نقلیه، محققان بسیاری بر روی سیستم‌های ترمز تحقیق و پژوهش کرده‌اند[۱-۶].

صیاد نصیری و همکاران[۱] سیستم ترمز ضد قفل را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده اند. این محققان هدف از مقاله خود را مدل سازی تئوری-تجربی سیستم ترمز هیدرولیکی ضد قفل خودرو بیان کردند. همچنین از آن جایی که این سیستم بنیان و زیر بنای سایر سیستمهای کنترلی خودرو همچون ACC،ESP، EBD و غیره است، لذا دستیابی به معادلات حاکم بر این سیستم را حائز اهمیت فراوان دانسته اند. آنها از نرم افزار MATLAB برای شبیه سازی خود استفاده کرده و در نهایت با توجه به نتایج کسب شده از روند تئوری و تجربی اذعان داشتند نیروی پای راننده، هندسه پدال، میزان خلاء موتور، خصوصیات دیسک عکس العملی بوستر، ضریب تخلیه اوریفیسها، خصوصیات باز و بسته شدن شیرهای برقی تغذیه و تخلیه، شعاع موثر تایر، شعاع دیسک ترمز، نوع لنت، نوع تایر، میزان آج تایر، نوع جاده، میزان بار عمودی روی چرخ، مشخصات مایع هیدرولیک ترمز و میزان هوای موجود در مایع هیدرولیک ترمز از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار بر فرآیند ترمزگیری می باشند که می تواند باعث تغییر در تاخیر زمانی ترمز گیری شود.

اسماعیل زاده و همکاران[۳] بر روی بهینه‌سازی سیستم ترمز EBD بر روی وسایل نقلیه تحلیل و پژوهش کرده‌اند. این محققان با بیان اینکه سیستم ترمز مذکور، بسیار می‌تواند افزایش ایمنی خودرو را به همراه داشته باشد، تحقیقات خود را بر روی مقایسه خودرویی فاقد این سیستم و همراه این سیستم انجام داده اند. این محققان بیان کردند که سیستم ترمز EBD می تواند بهبود سیستم ترمز خودرو را به همراه داشته باشد و در نهایت اذعان داشتند که که استفاده از این سیستم ترمز می تواند تمرکز راننده را در کنترل خودرو افزایش دهد.

الین و همکاران[۴] نیز ضرورت استفاده از سیستم AEB در کاهش مرگ و میر و آسیب جدی عابرین پیاده و موتور(دوچرخه) سواران را مورد بررسی قرار داده‌اند. موتور(دوچرخه) سواران و عابرین پیاده سهم قابل توجهی از تصادفات جاده‌ای را شامل می‌شوند. در برخی از کشورها با تعبیه کردن مسیرهای مخصوصی، میزان این تلفات را کاهش داده‌اند. همچنین استفاده از کلاه ایمنی در بسیاری از کشورها، جزء قوانین اجباری است. تشخیص عابر پیاده با سیستم AEB نیز اکنون به‌صورت رسمی در بازار معرفی شده که می‌تواند سهم به‌سزایی از کاهش این تلفات داشته باشد. آن‌ها در نهایت اعلام کردند که استفاده از AEB موجب کاهش قابل توجه آسیب‌های طولانی مدت برای عابرین پیاده و موتور(دوچرخه) سواران در آزمون عابر پیاده NCAP شده و همچنین سبب کاهش ۵۷٪ از ضربات وارده به سر، که بالاترین سطح آسیب دیدگی است، می شود که اگر موتور(دوچرخه) سواران کلاه ایمنی هم داشته باشند این رقم تا ۷۰٪ افزایش می‌یابد.

کاچانه و شریواستاو[۵] بر روی روند پیشرفت سیستم‌های ترمز ضد قفل تحقیق کرده اند. این محققان با بیان اینکه سیستم ترمز ضد قفل فاصله ترمزگیری را کاهش داده و افزایش ایمنی و ثبات رانندگی را به همراه دارد در شرایط نامساعد جاده‌ای عملکرد این سیستم را نامساعد ارزیابی کرده اند. آنها بیان کردند که استفاده از سیستم ترمز EBD می تواند مشکلات سیستم ترمز ضد قفل را رفع کرده و عملکرد این سیستم را در جاده های یخی و پر آب افزایش دهد.

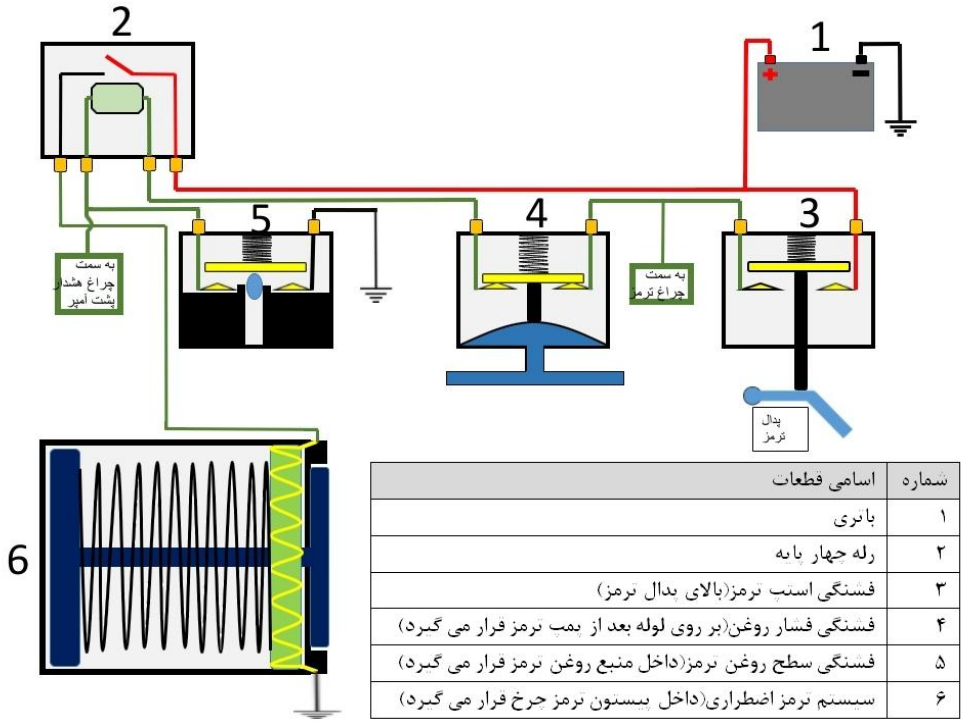
در سال‌های اخیر، قابلیت سیستم‌های کنترل پایداری در مهار سریع‌تر خودرو و در نتیجه پیش‌گیری از تصادف رشد چشمگیری داشته و اکنون می‌توان ترمزها را به گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که واکنش‌های شتاب‌زده را تشخیص دهند و حتی در مواردی که نیروی لازم جهت ترمزگیری توسط راننده وارد نشود، خودشان حداکثر نیرو را اعمال کنند. در راستای پژوهشی از سوی اتحادیه اروپا انجام شده، بیان شده است که با بهره‌گیری از سیستم‌های پیشرفته ترمزی در خودرو، می‌توان سالانه از ۵۰۰۰ مرگ‌ومیر و ۵۰۰۰۰ جراحت ناشی از تصادفات جاده‌ای جلوگیری کرد. در این راستا مصوبه‌ای به اجرا درآمد که مطابق آن استفاده از این سیستم‌ها در تمامی خودروهای تجاری فروخته شده پس از تاریخ اول نوامبر ۲۰۱۵ اجباری شد[۷].

در این پژوهش سیستم ترمز خودرو مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با توجه به اهیمت این بخش خودرو در سلامتی و ایمنی سرنشینان، در مرحله بعد طرحی برای عملکرد سیستم ترمز خودرو در مواقع اضطراری معرفی شده و طرز کار آن تشریح شده است.

۲- طراحی سیستم ترمز اضطراری

سیستم ترمز خودرو از قطعات مختلفی مانند لنت، دیسک، کاسه، بوستر، پیستون، سیلندر و غیره تشکیل شده است که ارتباط دهنده اصلی این قطعات روغن ترمز می باشد. در موقعی که راننده پدال ترمز را می فشارد، بوستر نیروی پای راننده را توسط خلا موتور تقویت کرده و نیرو را به سیلندر اصلی ترمز اعمال می کند. نیرو از داخل سیلندر اصلی ترمز به سمت هر کدام از چرخ ها رفته و با فشردن پیستون ترمز موجبات فشار لنت را روی دیسک یا کاسه چرخ فراهم می آورد. با این عمل سرعت چرخ ها کاسته شده و چرخ به مرورمی ایستد.

سیستم ترمز اضطراری با عملکرد در شرایط نقصان سیستم می تواند، عمل ترمزگیری را به خوبی مدیریت کرده واز خطر های احتمالی تا مقدار زیادی بکاهد. شکل ۱ نمایی کلی از این سیستم همراه تجهیزات مربوطه را نشان می دهد.



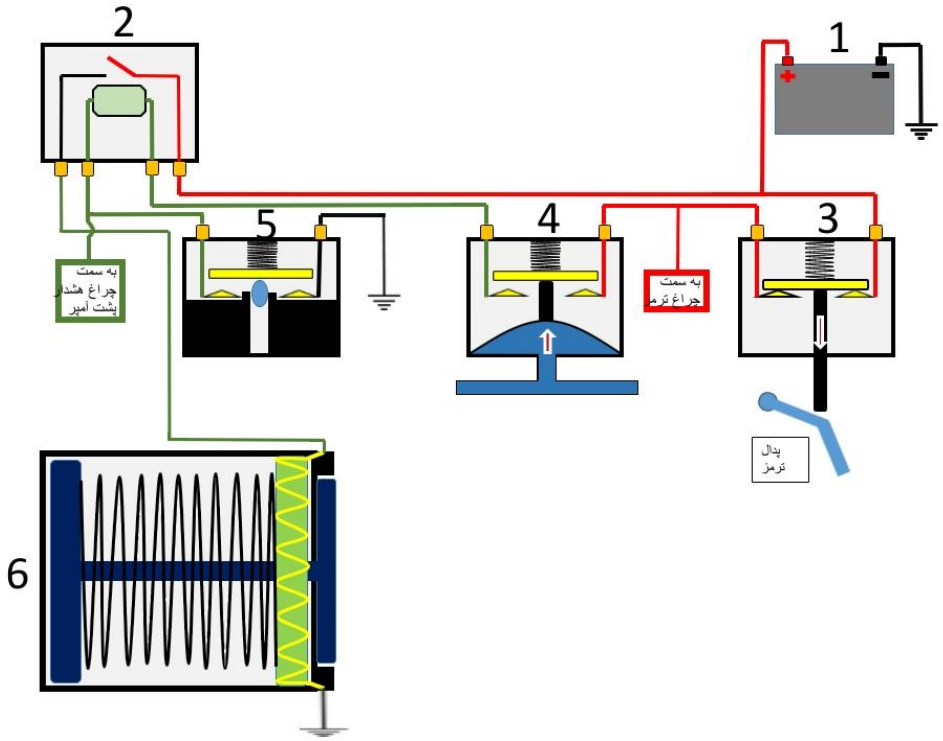
شماره	اسامی قطعات
۱	باتری
۲	رله چهار پایه
۳	فشنگی استپ ترمز(بالای پدال ترمز)
۴	فشنگی فشار روغن(بر روی لوله بعد از پمپ ترمز قرار می گیرد)
۵	فشنگی سطح روغن ترمز(داخل منبع روغن ترمز قرار می گیرد)
۶	سیستم ترمز اضطراری(داخل پیستون ترمز چرخ قرار می گیرد)

شکل ۱- نمایی کلی از سیستم ترمز اضطراری همراه قطعات آن

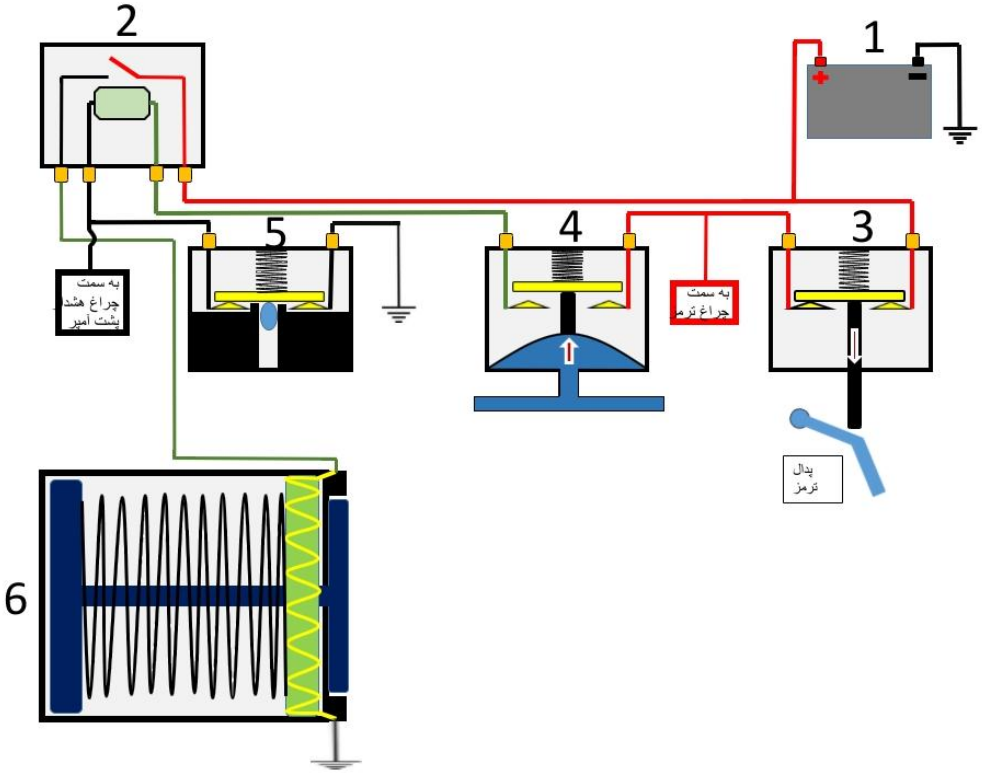
عملکرد این سیستم ترمز این سیستم در چهار مرحله مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. مرحله اول حالت قبل از فشردن پدال ترمز می باشد. در این حالت با توجه به عدم فعال شدن ترمز، هیچگونه تغییری در قطعات به وجود نیامده و مانند شکل ۱ قطعات در حالت غیرفعال قرار دارند. مرحله دوم حالت فشردن پدال ترمز و عملکرد سیستم در حالت عادی را شامل می شود. در این مرحله پدال ترمز فشرده شده و به سمت پایین می رود که باعث فعال شدن فشنگی استپ ترمز می شود. در این حالت برق مثبت یکی به سمت چراغ ترمز و دیگری به سمت فشنگی فشار می رود. لذا با توجه به عملکرد عادی سیستم ترمز، روغن پرفشار به سمت لوله ترمز و از آنجا به کالیپر ترمز می رود و باعث فعال شدن ترمز می شود. این در حالی است که روغن پرفشار با حرکت دادن دیافراگم و بالا بردن پلاتین، باعث غیر فعال کردن فشنگی فشار نیز می شود. شکل ۲ نمایی از عملکرد سیستم در مرحله دوم را نشان می دهد.

مرحله سوم حالتی است که منبع روغن ترمز فاقد روغن ترمز است و یا مقدار روغن ترمز در حد قابل قبول در آن وجود ندارد. در این حالت ممکن است روغن هنوز داخل لوله های روغن ترمز وجود داشته باشد. در این مرحله با فشردن پدال ترمز سیستم ترمز نمی تواند به درستی عمل کند. زیرا مقدار روغن در داخل مخزن کافی نیست. کم بودن سطح روغن باعث می شود که برق منفی از سنسور سطح روغن به دو مسیر حرکت کند. یکی به چراغ هشدار پشت آمپر و دیگری به سمت پایه تحریک رله می رود. در این

حالت هنوز فشار درون لوله ها وجود داشته و فشنگی فشار با توجه به این فشار موجود غیر فعال است. شکل ۳ نمایی از عملکرد سیستم در مرحله سوم را نشان می دهد.

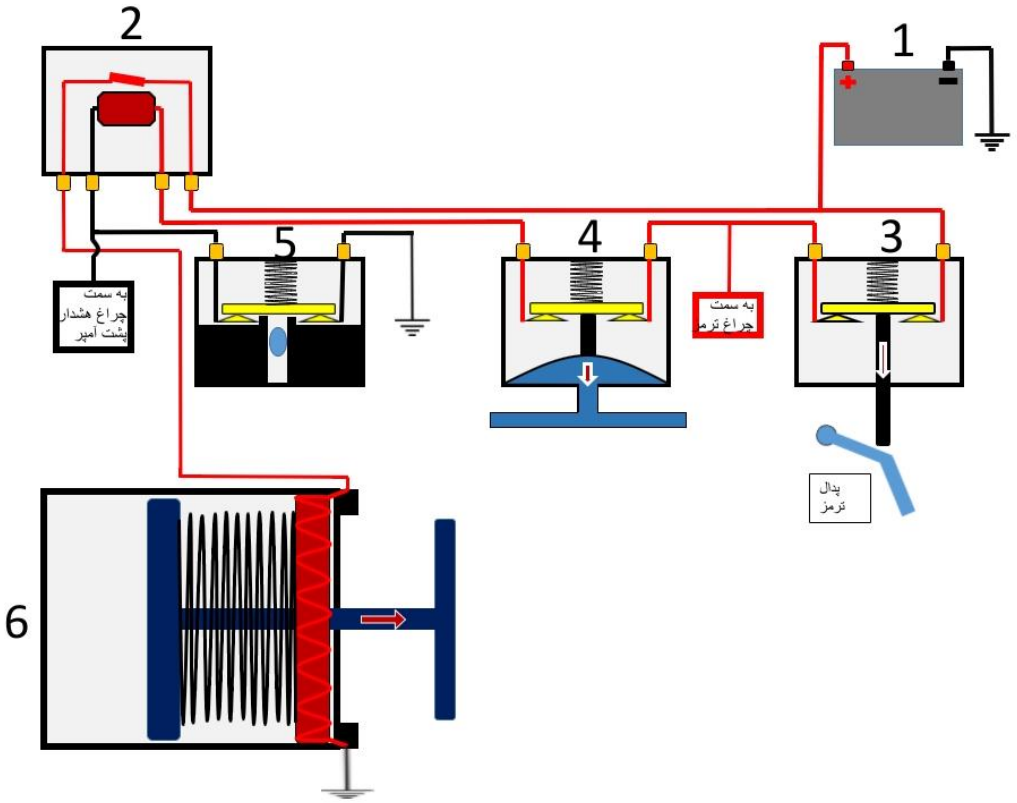


شکل ۲- نمایی از عملکرد سیستم ترمز اضطراری در حالتی که سیستم ترمز عادی عمل می کند



شکل۳- نمایی از مرحله سوم عملکرد سیستم ترمز اضطراری

در مرحله چهارم با توجه به افت فشار روغن، فشنگی روغن نیز فعال شده و برق مثبت را به رله چهار پایه ارسال می کند. لذا رله نیز فعال شده و برق مثبت را برای فعال شدن سلونوئید سیستم ترمز اضطراری ارسال می کند. این در حالی است که سلونوئید برق منفی خود را از بدنه دریافت کرده است. با فعال شدن سلونوئید، پیستون موجود در ترمز اضطراری به سمت جلو حرکت کرده و باعث فشرده شدن لنت و توقف خودرو می شود. شکل ۴ نمایی از عملکرد سیستم در مرحله چهارم را نشان می دهد.



شکل ۴- عملکرد سیستم ترمز اضطراری در زمان نبود فشار روغن

۳- نتیجه گیری

عملکرد صحیح سیستم ترمز خودرو به دلیل ارتباط نزدیک با حفظ سلامت سرنشینان، بسیار حائز اهمیت است. لذا در این پژوهش، طرحی برای عملکرد بهتر سیستم ترمز پیشنهاد شده است. سیستم ترمز اضطراری که مراحل مختلف عملکرد آن توضیح داده شده است، با فعال کردن سیستم ترمز در مواقع اضطراری، امنیت رانندگی را بالا می برد. این سیستم زمانی فعال می شود که راننده پدال ترمز را فشار داده ولی به دلیل نبود روغن یا نشتی مدار، فشار روغن به حد لازم نرسیده است. لذا با فعال کردن سلونوئید، سیستم ترمز اضطراری موجبات توقف ایمن خودرو را فراهم می آورد. از این رو با استفاده از این سیستم در مدار ترمز خودروهای سواری می توان به افزایش ضریب اطمینان سیستم ترمز، کمک بسیاری نمود و ایمنی رانندگی را به مقدار قابل قبولی افزایش داد.

۴- مراجع

۱. نصیری، ص.، معاونی، ب.، پایگانه، غ.،عارفیان، م. (۱۳۹۱). مدل سازی و تحلیل سیستم ترمز هیدرولیکی ضد قفل خودرو، مجله کنترل، جلد ششم، شماره ۳، صفحه ۱۱-۲۶.

2. Thorat, S., Thorve, S., Upase, J., and Singh Dhupar, A., 2016. "Design and Implementation of Automatic Emergency Braking System". International Journal of Current Engineering and Technology, Issue-4, March, ,pp 337-342.

3. Esmailzadeh, E., Goodarzi, A., and M. Behmadi, M., 2017, "optimized Braking Force Distribution during a Braking-in- Turn Maneuver for Articulated Vehicles". International Journal of Automotive Engineering, Vol. 1, Number 1, January, pp 56-61.

4. M. Ohlin, J. Strandroth, C. Tingvall, "The combined effect of vehicle frontal design, speed reduction, autonomous emergency braking and helmet use in reducing real life bicycle injuries," Safety Science, Article in press, 2016.
5. Khachane, D., and Shirvastav, A., 2016. "Antilock breaking system and its advantancement". International Research Journal of Engineering and Technology, volume 3, Issue,5, May, pp 2221-2225.
6. Jitesh,S., 2014. "Antilock Braking System (ABS) ". International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, Vol.3,No.4,october, pp.253_259.
7. Commission of the European communities, Regulation Of The European Parliament And Of The Council, Commission Staff Working Document, 2008.