ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۳ (پیاپی: ۳)، مرداد ۱۳۹۹، ص. ۹ – ۱

Journal of Approach at Oil and Gas Management
Vol. ۱, No. ۳ (Con: ۳), Aug ۲۰۲۰, P. ۱ – ۹

https://science-journals.ir
https://rmng.science-journals.ir

تاثیر استفاده از سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو در کاهش تصادفات جاده ای

سید محمدرضا حسینی علی آباد[۱*]، محمد حدادی[۲]، بهرام رستمی[۳]

۱- گروه مهندسی مکانیک، مازندران
۲- گروه مهندسی عمران، نوشهر
۳- گروه مهندسی مکانیک، تبریز

[*]نویسنده رابط: engineerhosseini۹۹۷@yahoo.com

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت مقاله: تیر ماه ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش مقاله: مرداد ماه ۱۳۹۹

واژگان کلیدی

سیستم ESP

تصادفات جاده ای

ایمنی خودرو

چکیده

یکی از مهم ترین عوامل تلفات انسانی در کشورها تصادفات جاده ای می باشد. در طول سال، تعداد خودروها در کشور با رشد افزاینده ای روبرو است و جاده ها نیز در حال گسترش می باشند. محققان همواره طرح های گوناگونی را جهت کاهش تصادفات جاده ای پیشنهاد و ارائه داده اند. یکی از راهکارهای کاهش سانحه نصب سیستم ESP روی خودروها می باشد. این سیستم جهت جلوگیری از لغزیدن و هنگامی که خودرو از مسیر خود خارج گردد استفاده می شود. در این پژوهش، تاثیر استفاده از سیستم ESP در کاهش تصادفات جاده ای به طور کامل تشریح شده است. بر طبق تحقیقات صورت گرفته، استفاده از سیستم مزبور در خودرو می تواند یک سوم از تصادفات جاده ای را کاهش دهد. با نصب سیستم ESP می توان ایمنی خودرو را افزایش داد و همچنین در بهبود سیستم هدایت و کنترل خودروها قدم بزرگی برداشته می شود.

نحوه ارجاع به این مقاله:

س. م. حسینی علی آباد، م. حدادی، ب. رستمی، تاثیر استفاده از سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو در کاهش تصادفات جاده ای، ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز، دوره۱، شماره۳، ص. ۹ – ۱، ۱۳۹۹.

۱. مقدمه

تصادفات جاده های و هزینه های بالای اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن یکی از اساسی ترین مشکلات موجود در ایران است. این افزایش میزان تصادفات همچنان ادامه خواهد داشت مگر اینکه یک برنامه ریزی اصولی و صحیح صورت پذیرد و تغییرات لازم اعمال گردد. به منظور اطمینان از حمل و نقل ایمن بر مبنای اصول نظری و علمی، بحث ایمنی راه با رشته های مختلفی از جمله پزشکی، بیومکانیک، اپیدمولوژی، جامعه شناسی، علوم رفتاری، جرم شناسی، اقتصاد، مهندسی و رشته های دیگر در تلاقی قرار می گیرد (چناریان نخعی و همکاران، ۱۳۹۶).

تصادفات جاده ای و خسارات ناشی از آن کاملا قابل پیش بینی و قابل پیشگیری می باشند. به طور کلی تصادفات مشکلاتی هستند که به دست انسان به وجود می آیند و از طریق تجزیه و تحلیل منطقی و عملیات اصلاحی، قابل جلوگیری و یا کاهش می باشند. تصادفات جاده ای می توانند به دلیل شرایط خودرو، فعالیت و رفتارهای انسان و شرایط محیطی رخ دهند. شرکت های خودروساز می بایست سطح ایمنی خودروهای تولیدی را بالا ببرند و همچنین سیستم ترافیک و حمل و نقل نیز باید به گونه ای باشد که درصد تصادفات کاهش یابد (افطاری و همکاران، ۱۳۹۶).

بدون شک اثرات و پیامدهای حاصل از تصادفات جاده ای در صورتی که منجر به از بین رفتن انسان ها می شود جبران ناپذیر است. تصادفات ترافیکی یکی از عوامل بسیار مهم مرگ و میر و صدمات شدید جانی و مالی بوده و آثار سنگین اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی آن جوامع بشری را به شدت مورد تهدید قرار داده است. بر اساس گزارش سال ۲۰۰۲ سازمان بهداشت جهانی همه ساله بیش از یک میلیون و دویست هزار نفر در سوانح جاده ای کشته و بیش از ۵۰ میلیون نفر دچار آسیب جدی می شوند (زاهد و رضایی، ۱۳۸۵).

امروزه تعداد تصادفات جاده ای در کشور ما روبه افزایش است و در نتیجه خسارت های مالی ناشی از آنها که بر خانواده ها و دولت تحمیل می شود بسیار بالا بوده و با توجه به این که خسارت های مالی و جانی روانی و اجتماعی در مواردی غیر قابل جبران می باشد و ضرورت دارد به منظور جلوگیری از خسارت تصادفات رانندگی راه کارهای موثری به اجرا گذارده شود (سلمانی و همکاران، ۱۳۸۷).

اولدیر و اسپایسر عقیده ای دارند که حوادث رانندگی را می توان پیامد وضعیتی دانست که سه عامل راننده، محیط و وسیله نقلیه در آن سهیم هستند (Older and Spicer,۱۹۸۶).

در سال های اخیر گسترش زندگی ماشینی و افزایش روزافزون ترافیک در جاده ها، در مقابل فواید اقتصادی و رفاهی گسترش ارتباطات و سرعت جابه جایی کالا و مسافر، به سرعت بر تعداد و شدت تصادفات رانندگی افزوده است (افطاری و همکاران، ۱۳۹۶). از این رو یکی از عواملی که بر کاهش تصادفات جاده ای تاثیر می گذارد، سیستم کنترل پایداری الکترونیکی(ESP[۱]) می باشد.

سیستم ESP جدید ترین سیستم حفاظتی خودرو است و از سال ۲۰۰۲ میلادی بر روی ۲۷٪ از وسایل نقلیه اروپایی، نصب شده است. این آمار در خودروهای ژاپنی و آمریکایی ۷۵٪ بوده و رو به افزایش است. این سیستم برای کنترل مطلوب خودرو و بر روی سطح جاده و حفظ ثبات آن در هنگام پیچیدن، طراحی شده است. اگر راننده با گردش سریع فرمان، کنترل خودرو را از دست بدهد و خودرو بلغزد، سیستم ESP آن را به مسیر اصلی خود بر می گرداند. اگر خودرویی در حال حرکت باشد و ناگهان ترمز یکی از چرخ های آن فعال شود، به دلیل اختلاف سرعت، در جهت همان چرخ می چرخد. راننده با فشردن یکی از پدال ها یا اهرم های موجود در زیر پای خود، خودرو را به سمت دلخواه هدایت می کند. سیستم ESP هنگام تغییر مسیر ناخواسته، خودرو را به مسیر اولیه خود باز می گرداند. سیستم ESP، لغزش جانبی خودرو را در هنگام گردش فرمان با اعمال نیروی ترمز بر روی یک چرخ، کنترل نموده و خودرو را به مسیر خود بر می گرداند (خرازان، ۱۳۹۱).

در سیستم ESP با استفاده از حسگر فرمان، وضعیت به ECU[۲] گزارش می شود. حسگر چرخ ها و محاسبات اختلاف سرعت ایجاد شده، وضعیت خودرو را روی سطح تخمین می زند و با مقایسه این دو داده، انحراف خودرو از مسیر مورد نظر را بررسی می نماید. در هنگام گردش فرمان، برای چرخ ها و اطلاعات حسگر شتاب، جهت مورد نظر راننده مشخص گردیده و اگر لغزش جانبی در خودرو ایجاد شده باشد، سیستم ESP آن را به حالت اولیه باز می گرداند. در حقیقت ESP برنامه پایداری الکترونیکی است. این سیستم تلفیق سیستم های ABS[۳]،

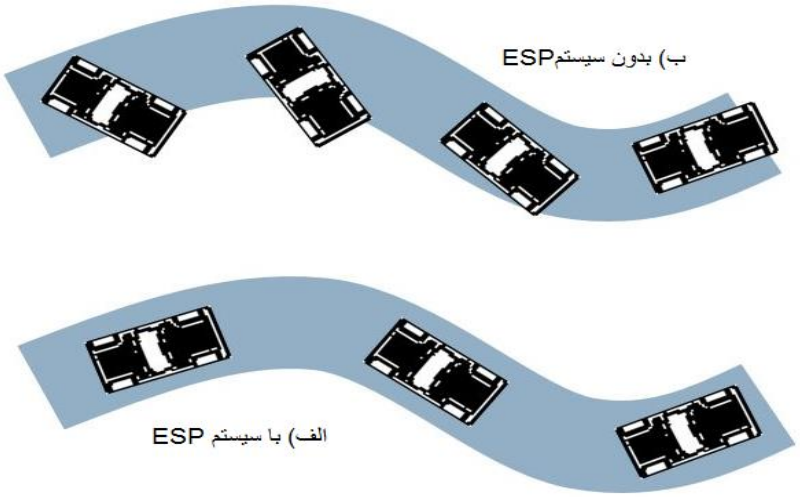
[۱] Electronic Stability Program
[۲] Electronic Control Unit
[۳] Anti-lock Braking System

EBD[۴]، TCS[۵] می باشد که بوسیله نرم افزاری و در صورت داشتن سخت افزار لازم برای سه سیستم بالا به همراه تعدادی سنسور اضافه برای زاویه فرمان و شتاب های طولی و عرضی وارده به خودرو کنترل خودرو را بر عهده دارد (خرازان، ۱۳۹۱).

۲. سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو (ESP)

این سیستم ترمزی در واقع یک برنامه پایداری می باشد که بر دینامیک خودرو در پیچ ها اثر می گذارد و از خارج شدن خودرو از مسیر جلوگیری می کند. این سیستم اطلاعات خود را علاوه بر سنسور های ABS از سنسور هایی نظیر زاویه فرمان، نرخ چرخش[۶] و شتاب جانبی می گیرد و مسیر مناسب را برای رانندگی تخمین می زند (امرالهی بیوکی و محمودی کلیبر، ۱۳۸۹).

ESP هنگامی که انحرافی در مسیر رانندگی از مسیر واقعی حرکت خودرو ایجاد شود (که تشخیص این حالت را با بهره گیری از سنسور های شتاب جانبی، نرخ چرخش و زاویه فرمان صورت می گیرد)، با بهره گیری از شیرهای برقی، فشار مایع ترمزی در هر چرخ را به طور مجزا کنترل می کند و با ایجاد نیروی ترمزی نامتقارن، گشتاورهای چرخشی ایجاد می کند و در نتیجه آن خودرو در مسیر مناسب رانندگی حرکت می کند (امر الهی بیوکی و محمودی کلیبر، ۱۳۸۹). در شکل ۱، خودرو در جاده مارپیچ با سیستم ESP و بدون این سیستم ESP را نشان میدهد.



شکل۱: مقایسه خودرو در جاده مارپیچ با سیستم ESP و بدون سیستم ESP

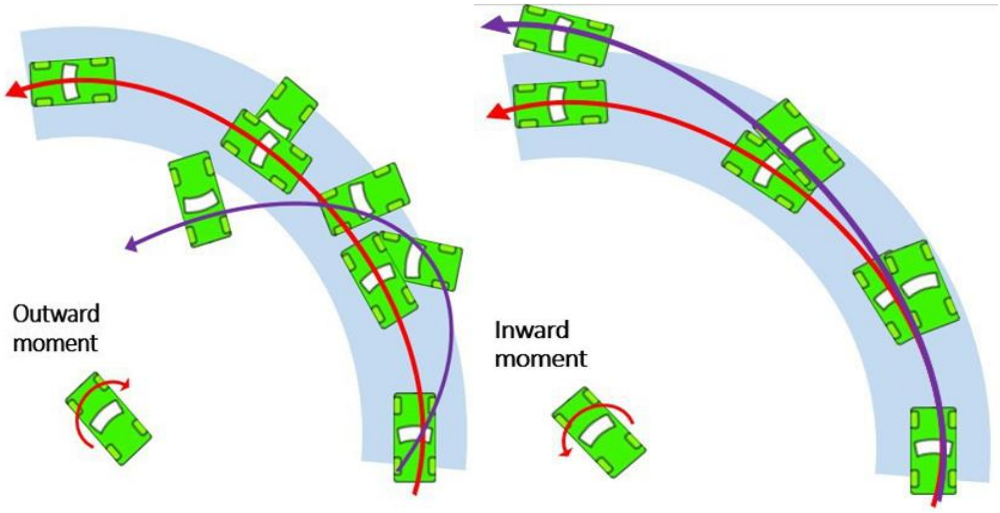
سیستم ESP گاهی اوقات با نام ESC[۷] نیز شناخته میشود، وظیفه حفظ پایداری خودرو در شرایط مختلف را بر عهده دارد. این سیستم برای اولین بار در سال ۱۹۹۵ میلادی توسط شرکت مرسدس بنز ارایه گردید.

در بسیاری از اوقات، یک خودرو در اثر ترمز گیری های شدید و یا گردش با سرعت زیاد در پیچ های تند جاده، تعادل خود را از دست داده و منحرف می گردد. در صورتی که اگر عملکرد ترمزها و مقدار گرداندن غربیلک فرمان به صورت هوشمندانه و متناسب با شرایط جاده بود، این اتفاق رخ نمی داد. در چنین شرایطی لازم است که قدرت ترمز گیری هر یک از چرخ ها، متناسب با سرعت خودرو و شرایط جاده تنظیم گردد؛ یعنی ترمز گیری در هر یک از چرخ ها با شدت متفاوتی انجام پذیرد. به طوری که ترمز گیری در یک چرخ ضعیف تر و در چرخ دیگر

[۴] Electronic Brake-Force Distribution
[۵] Traction Control System
[۶] Yaw Rate
[۷] Electronic Stability control

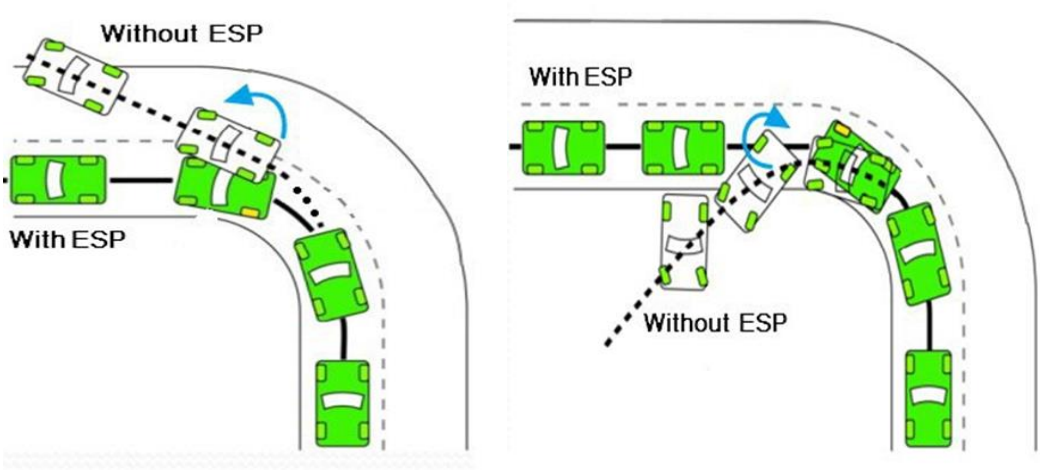
قوی تر باشد. سیستم کنترل پایداری الکترونیکی (ESP) می تواند با توجه به شرایط دینامیکی خودرو در هر چرخ، ترمز گیری متفاوتی را انجام دهد. با این کار گشتاوری ایجاد می شود که خنثی کننده گشتاور منحرف کننده است. به طور مثال هنگامی که خودرو در حال انحراف به سمت چپ است، می تواند گشتاوری را حول محور قائم (Yaw) تولید نماید که خنثی کننده عامل منحرف کننده باشد (خرازان، ۱۳۹۳).

به منظور تشخیص شرایط دینامیکی خودرو، سنسور های مختلفی تعبیه گردیده است. اولا بر روی چرخ ها، سنسور سرعت چرخ تعبیه گردیده است. ثانیا دور موتور و دور خروجی گیربکس اندازه گیری می شود. ثالثا به منظور اندازه گیری شتاب در حرکات جانبی (Lateral) و گردشی (Yaw)، دو عدد سنسور تعبیه گردیده است. این دو حرکت جزء مهم ترین حرکات خودرو در بحث تحلیل پایداری می باشند. همچنین سنسوری به منظور اندازه گیری زاویه فرمان نیز در نظر گرفته شده است (خرازان، ۱۳۹۳). شکل۲ گشتاور حاصل از ترمز گیری های متفاوت در چرخ ها را نشان می دهد.



شکل۲: گشتاور حاصل از ترمز گیری های متفاوت در چرخ ها

با توجه به شکل۳ ، باید توجه داشت که خودروهای کم فرمان (Under Steer) به طور ذاتی به سمت بیرون پیچ جاده تمایل به انحراف دارند. به همین دلیل سیستم ESP برای حفظ تعادل خودرو باید ترمز گیری در چرخ جلوی سمت داخل پیچ را قوی تر انجام دهد. بر عکس تمایل ذاتی خودروهای بیش فرمان (Over Steer) انحراف به سمت داخل پیچ است. بنابراین لازم است که سیستم ESP برای حفظ تعادل خودرو، عمل ترمز گیری را در چرخ جلوی سمت بیرون پیچ قوی تر انجام دهد (خرازان، ۱۳۹۳).



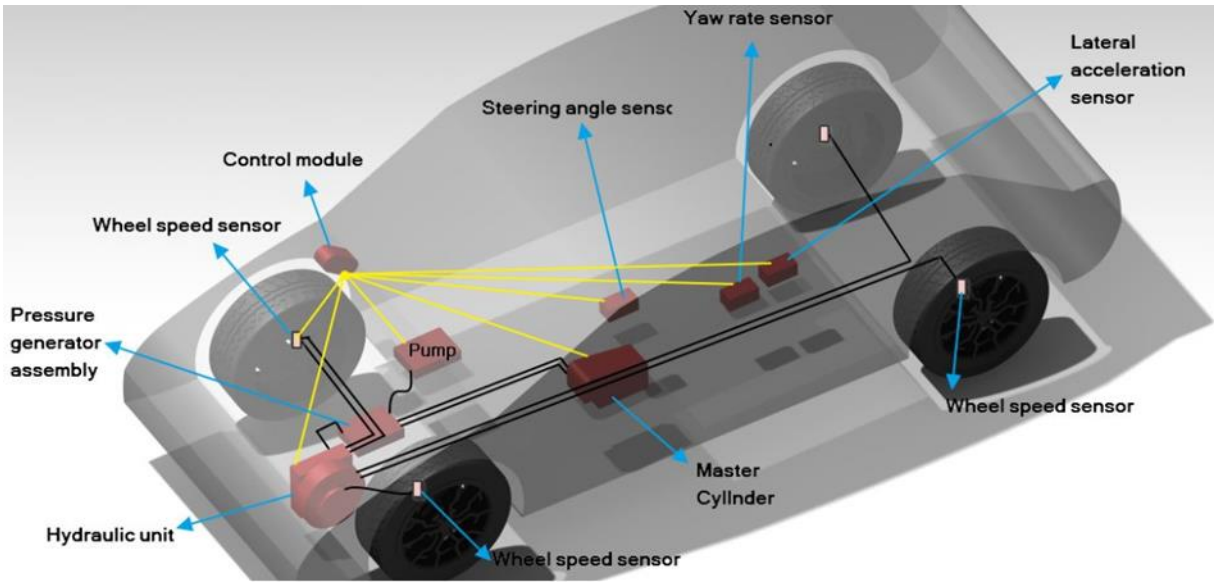
ب) کم فرمان (Under Steer) الف) بیش فرمان (Over Steer)

شکل۳: عملکرد سیستم کنترل الکترونیکی پایداری در خودروهای کم فرمان و بیش فرمان

۳. حسگرهای سیستم کنترل پایداری الکترونیکی

وظیفه سیستم مزبور تشخیص شرایط دینامیکی خودرو می باشد. در سیستم ESP هم همانند سیستم ترمز ABS بر روی چرخ ها از حسگر های اندازه گیری سرعت گردش استفاده گردیده است. همچنین حسگر هایی برای اندازه شتاب حرکت های جانبی (Lateral) و گردشی (Yaw) خودرو که جزء مهم ترین حرکت های خودرو در تحلیل پایداری می باشند، در نظر گرفته شده است. حسگر دیگری هم به منظور اندازه گیری زاویه گردش غربیلک فرمان تهیه شده است. فشار مدار ترمز هم پارامتر دیگری است که توسط یک حسگر اندازه گیری می گردد. با توجه به شکل۴، حسگر های بکار رفته در سیستم ESP عبارتند از:

- حسگر سرعت چرخ ها[۸]
- حسگر شتاب جانبی[۹]
- حسگر نرخ گردش[۱۰]
- حسگر زاویه گردش غربیلک فرمان[۱۱]
- حسگر فشار هیدرولیکی مدار ترمز[۱۲]
- حسگر سرعت خودرو (بر مبنا دور خروجی گیربکس)[۱۳]



شکل۴: سیستم ESP همراه با حسگر های آن

[۸] Wheel Speed Sensor
[۹] Lateral Acceleration Sensor
[۱۰] Rotation Rate Sensor (Yaw Speed Sensor)
[۱۱] Steering Angle Sensor
[۱۲] Braking Pressure Sensor
[۱۳] Vehicle Speed Sensor

۴. عملگرهای سیستم ESP

- شیر برقی های مدار ترمز[۱۴]

شیر برقی مذکور در مسیر جریان روغن ترمز قرار می گیرد و زمانی که فشار روغن به هر چرخ ارسال می گردد را تنظیم می کند. عملکرد این شیرها باعث می شود تا از قفل شدن چرخ ها ممانعت نماید (همانند سیستم ترمز ABS) و هم باعث حفظ پایداری خودرو می شوند (همانند سیستم EBD).

- عملگر های موتوری[۱۵]

عملگر فوق همان دریچه گاز و انژکتور می باشند که طبق فرمان هایی که از سوی ECU دریافت می کند عمل می نمایند و می توانند متناسب با شرایط دینامیکی خودرو، گشتاور و توان موتور را کاهش دهند. عملکرد این عملگر ها مشابه سیستم TCS می باشد.

لذا سیستم ESP به طور همزمان عملکرد همه سیستم ها اعم از ABS، EBD و TCS را انجام می دهد. یعنی هم از قفل شدن چرخ ها ممانعت می نماید و هم در شتاب گیری ها و ترمز گیری ها با کنترل گشتاور موتور و ترمز گیری بر روی برخی از چرخ ها، مانع لغزش خودرو می گردد. و هم اینکه این سیستم قابلیت توزیع شدت ترمز گیری بر روی چرخ ها را متناسب با شرایط دینامیکی خودرو فراهم می نماید. یعنی با انجام ترمز گیری های متفاوت در هر یک از چرخ ها، پایداری خودرو را حفظ می نماید.

۵. تاثیر استفاده از سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو(ESP) در کاهش تصادفات جاده ای

یکی از مهم ترین خطراتی که امروزه زندگی انسان ها را در مناطق و کشور های مختلف جهان تهدید می کند افزایش حوادث و آسیب های گوناگون می باشد که سالانه باعث مرگ بیش از ۶ میلیون نفر در جهان می گردد (World Health Report,۲۰۰۲).

در این میان یکی از شایع ترین حوادث و سوانح، حوادث رانندگی و ترافیکی است که سالانه جان بسیاری از مردم را در جهان به خطر می اندازد و دامنه اهمیت این موضوع تا حدی است که WHO عنوان Safe Roads یا جاده های ایمن را برای روز جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۴ توصیه کرده و در ۲۱ هدف خود به مساله کاهش سوانح و حوادث تا سال ۲۰۲۰ اشاره می نماید (peden et al, ۲۰۰۴).

بر اساس آمار جهانی سالیانه ۱,۳ میلیون نفر بر اثر تصادفات جاده ای کشته، ۲۰ لغایت ۵۰ میلیون نفر نیز مجروح و یا معلول می شوند. بر طبق جمع آوری اطلاعات از امور بین الملل سازمان پزشکی قانونی کشور ایران، تعداد کشته شدگان تصادفات جاده ای در سال های ۱۳۸۴ لغایت ۱۳۹۶ در جدول ۱ قابل نمایان می باشد.

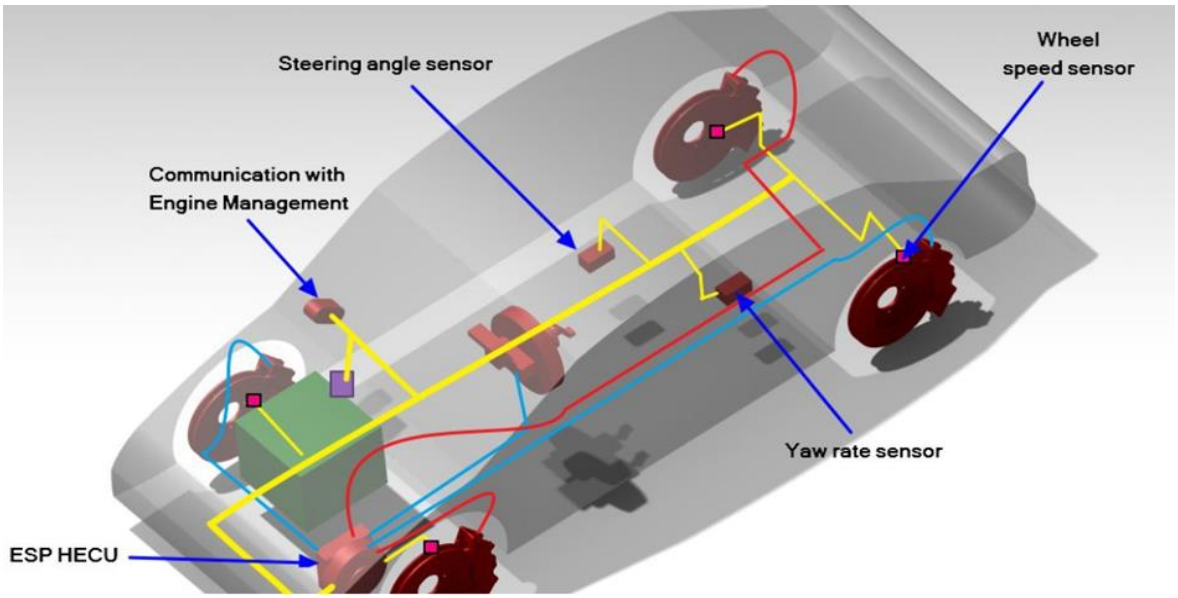
جدول۱: آمار کشته شدگان تصادفات جاده ای

سال	تعداد
۱۳۸۴	۲۷/۷۵۵
۱۳۸۵	۲۷/۵۶۷
۱۳۸۶	۲۲/۹۱۸
۱۳۸۷	۲۳/۳۶۲
۱۳۸۸	۲۲/۹۷۴
۱۳۸۹	۲۰/۵۷۳
۱۳۹۰	۲۰/۰۶۸
۱۳۹۱	۱۹/۰۸۹
۱۳۹۲	۱۷/۹۹۴
۱۳۹۳	۱۶/۸۷۲
۱۳۹۴	۱۶/۰۰۰
۱۳۹۵	۱۵/۹۳۲
۱۳۹۶	۱۶/۲۰۱

[۱۴] Solenoid Valve
[۱۵] Engine Actuators

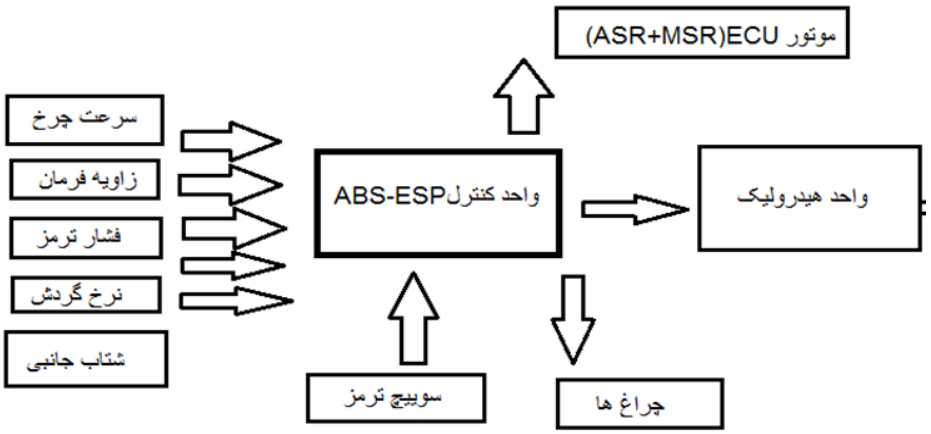
از این رو یکی از راهکارهای کاهش تصادفات جاده ای استفاده از سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو می باشد.

سیستم مزبور، هنگامی که خودرو از مسیر اصلی خود خارج می گردد و یا از فرمان راننده تبعیت نمی کند، عملیاتی جهت جلوگیری از این پدیده اجرا می شود. لذا خودرو طوری عمل می کند که گویا دارای ۴ پدال ترمز است و هر یک از چرخ ها دارای یک دیسک ترمز جداگانه هستند. گر چه انسان با پای اش فقط یک پدال ترمز را می فشارد، سیستم ESP قادر است چرخ های خودرو را با میزان ترمز متفاوتی، متوقف کند. شکل ۵ نمایی از سیستم ESP می باشد.



شکل۵: نمایی از سیستم ESP

در سیستم ESP، اطلاعاتی که از حسگرها بدست می آید، شرایط دینامیکی خودرو را تشخیص می دهد. در این سیستم به طور معمول در هر یک ثانیه ۲۵ مرتبه، وضعیت خودرو و اطلاعاتی که از حسگرها بدست می آید چک می شود. پس از آن، ECU پردازش های لازم را بر روی این اطلاعات انجام می دهد و مسیر حرکت خودرو را تحلیل می کند. در آخر بر مبنا شرایط دینامیکی خودرو، فرمان هایی از سوی ECU ارسال می شود که با کنترل و فعال سازی عملگر، باعث بهبود شرایط دینامیکی خودرو و در نتیجه پایداری آن می شود. شکل ۶ نمودار عملکردی حسگر ها و عملگر های سیستم ESP را نشان می دهد.



شکل۶: نمودار عملکردی حسگرها و عملگرهای سیستم ESP

۶. یافته ها

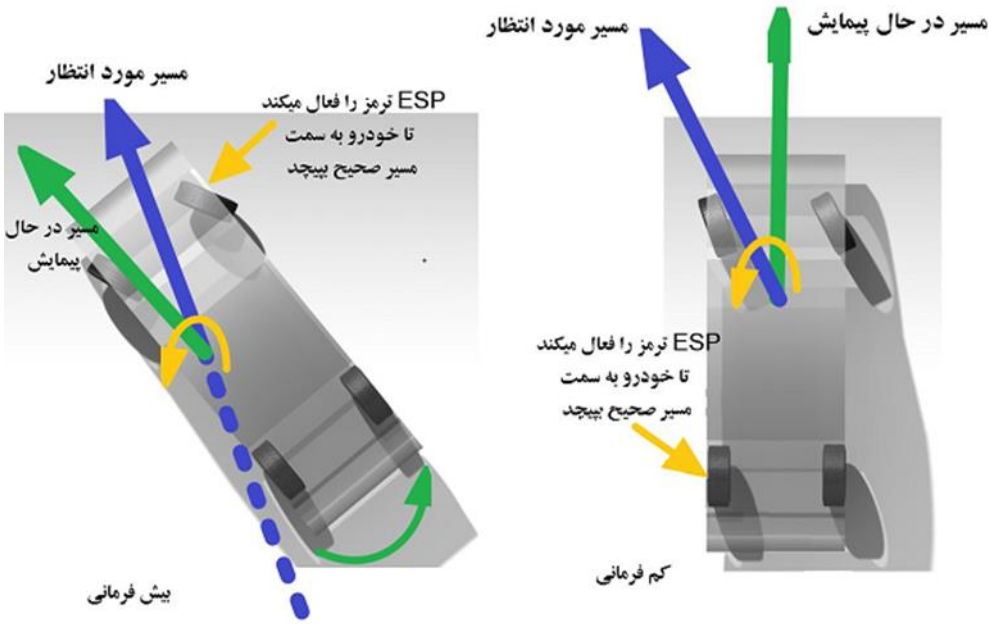
یکی از سیستم هایی که روی خودرو جهت افزایش راحتی و ایمنی خودرو نصب می شوند، سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو (ESP) می باشد. سیستم مذکور، هنگامی که راننده کنترل خودرو را از دست می دهد، این سیستم با کنترل نمودن فرمان، ترمزها و حتی کم کردن نیروی پیشرانه، کنترلی که از دست راننده خارج می شود را بر می گرداند و به راننده کمک می نماید مسیر اصلی خویش را به سهولت و بدون لغزش طی نماید.

سیستم ESP به صورت پیوسته در حال بررسی وضعیت رانندگی هنگام حرکت خودرو است. اگر خودرو در جاده ی برفی و یخی در حال لیز خوردن باشد و راننده نتواند خودرو را کنترل نماید، سیستم ESP وارد عمل می شود و به کمک ترمز های جداگانه برای هر چرخ، کنترل فرمان و گشتاور پیشرانه، سعی می نماید خودرو را به سمتی که راننده قصد دارد، هدایت نماید. شایان ذکر است این سیستم می تواند روی سطح خشک هم کار نماید.

دو مشکلی که در سر پیچ ها برای خودرو به وجود می آید: ۱- کم فرمانی ۲- بیش فرمانی

با توجه به شکل ۷ (الف)، پدیده کم فرمانی زمانی رخ می دهد که مسیر لغزنده باشد و یا سرعت خودرو بیش از حد مجاز باشد و مخصوصا خودرو دیفرانسیل جلو باشد. کم فرمانی زمانی اتفاق می افتد که راننده فرمان می دهد ولی خودرو نمی پیچد و همین امر باعث می شود خودرو از مسیر اصلی منحرف گردد. علل ظهور این پدیده این است که خودرو دیفرانسیل جلو می باشد و نیرو به چرخ های جلو وارد می شود و وزن خودرو نیز در جلوی خودرو بیشتر است.

با توجه به شکل ۷ (ب)، پدیده بیش فرمانی زمانی رخ می دهد که مسیر لغزنده باشد و یا سرعت خودرو بیش از حد مجاز باشد و مخصوصا خودرو دیفرانسیل عقب باشد. بیش فرمانی زمانی اتفاق می افتد که راننده فرمان می دهد و خودرو بیش از مقداری که راننده می خواهد می پیچد و در آخر خودرو از مسیر خود واژگون می شود. علل ظهور این پدیده این است که خودرو دیفرانسیل عقب می باشد و نیرو به چرخ های عقب وارد می شود و به محض اینکه خودرو (به علت سرعت زیاد و یا لغزنده بودن جاده) کمترین انحراف را در پیچ پیدا نمود، نیروی چرخ های عقب، خودرو را بیشتر از مقدار خواسته شده می پیچاند و در پایان آن را منحرف می نماید.



شکل۷: پدیده کم فرمانی و بیش فرمانی در سیستم ESP

۷. نتیجه گیری

یکی از مهم ترین مسائل اجتماعی کشور که زندگی انسان ها را همواره تهدید می نماید تصادفات جاده ای می باشد. بر اساس آمار جهانی سالیانه ۱,۳ میلیون نفر بر اثر تصادفات جاده ای جان خود را از دست می دهند؛ از این رو یکی از راهکارهایی که می توان توسط آن تصادفات جاده ای را کاهش داد استفاده از سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو (ESP) می باشد. در مقاله حاضر، در مرحله اول سیستم ESP به طور کامل تشریح و در مرحله بعد تاثیر استفاده از سیستم کنترل الکترونیکی پایداری خودرو در کاهش تصادفات جاده ای نیز آورده شده است. بر اساس تحقیقات انجام گرفته، استفاده از سیستم ESP در خودرو، یک سوم از تصادفات کاسته می شود که این نشان از اهمیت سیستم ذکر گردیده در کنترل و امنیت خودرو است. سیستم ESP با استفاده از حسگر های سرعت سنج در چرخ ها با فعال نمودن هوشمند ترمز و کاهش لحظه ای قدرت موتور، می تواند در مواقع بحرانی، پایداری خودرو را تامین نماید و از خروج خودرو از مسیر اصلی و واژگونی ممانعت می نماید. با استفاده از این سیستم می توان تصادفات جاده ای را کاهش داد و همچنین ایمنی خودرو را نیز افزایش داد.

منابع و مراجع

چناریان نخعی، م. صادقی، ل. آشوری موثق، م. هوشمند، م. آزادی، ش. "استخراج فناوری های ایمنی خودرو به منظور کاهش تصادفات جاده ای با استفاده از داده کاوی"، پنجمین همایش سالانه بین المللی صنعت خودرو ایران، تهران، مرکز همایش های بین المللی میلاد، ۲۴ و ۲۵ بهمن ۱۳۹۶.

افطاری، ب. صادقی، ل. آشوری موثق، م. هوشمند، م. "ارائه رویه ای نو به منظور رتبه بندی فناوری های ایمنی خودرو جهت کاهش تصادفات جاده ای"، پنجمین همایش سالانه بین المللی صنعت خودرو ایران، تهران، مرکز همایش های بین المللی میلاد، ۲۴ و ۲۵ بهمن ۱۳۹۶.

زاهد، ف. رضائی ارجرودی، ع. "برآورد هزینه خارجی بخش جاده ای کشور بر محیط زیست اجتماعی (با تاکید بر تصادفات جاده ای)، فصلنامه علم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هشتم، شماره ۳، سال ۱۳۸۵.

سلمانی، م. رمضان زاده لسبویی، م. دریکوند، م. ثابتی، ف. "بررسی مهم ترین عوامل موثر بر تصادفات جاده ای و ارائه راهکارهایی جهت کاهش آن"، منطقه مورد مطالعه: منظومه روستایی جنوب خور و بیابانک، پژوهش های جغرافیایی انسانی، شماره ۶۵، موسسه جغرافیایی دانشگاه تهران، سال ۱۳۸۷.

خرازان، م. "بکارگیری سیستم کنترل پایداری الکترونیکی (ESP) جهت کنترل بهتر خودرو و جلوگیری از بروز حوادث جاده ای"، سومین کنفرانس بین المللی حوادث رانندگی و جاده ای، پردیس دانشکده های فنی، دانشگاه تهران، ۲۸-۲۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۱.

امرالهی بیوکی، ح. محمودی کلیبر، م. "تکنولوژی شاسی و بدنه"، انتشارات ساد، تهران، چاپ اول ۱۳۸۹.

خرازان، م. "تکنولوزی های پیشرفته در خودرو"، انتشارات نما، مشهد، ۱۳۹۳. صفحه ۶۵-۶۳

Older, SJ. Spicer, BR. Traffic conflicts: A development in accident research. Human factors ۱۹۸٦; ۱۸:۳۳۵-۵۰

World Health Report: Reducing Risks to Health Noncommunicable Diseases. Geneva, Switzerland; World Health Organization; ۲۰۰۲.

Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder AA, Jarawan E, et al. World report on road traffic injury prevention. Geneva :World Health Organization Geneva; ۲۰۰٤.