ارزیابی فنی و اقتصادی به کارگیری شش سیستم دستیار راننده جهت کاهش تصادفات و اولویت‌بندی آنها (مطالعه موردی استان تهران)

عباس کریمی طاری*، دانشجوی کارشناس ارشد، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

سید محمد سید حسینی، استاد، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حسن جوانشیر، استادیار، گروه صنایع، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: askarimitari@yahoo.com

دریافت: ۹۷/۰۳/۰۱- پذیرش: ۹۷/۰۸/۰۵

صفحه ۳۰۸-۲۹۳

چکیده

ایران یکی از کشورهایی است که در آن تصادفات رانندگی زیاد اتفاق می‌افتد و آمار کشته و مجروح آن در تصادفات رانندگی نسبت به کشورهای دیگر جهان زیاد می‌باشد. از طرفی یکی از عاملین اصلی تصادفات، عامل انسانی است که این عامل بسیار پرخطاست. این تحقیق برای کاهش حجم کاری راننده و خطاهای انسانی در جهت کاهش تصادفات به معرفی شش سیستم دستیار راننده پرداخته است که شامل سیستم ناوبری، حفظ خط عبوری، جلوگیری از تصادف جلو، کنترل سرعت تطبیقی، سیستم رعایت حق تقدم و سیستم تماس اضطراری می‌باشند. برای انجام تحقیق فوق ابتدا از گزارشات پلیس راه و راهور، مراکز پزشکی قانونی کشور، منابع کتابخانه‌ای، جستجو در اینترنت، آمار و اطلاعات تعداد تلفات، مجروح و خسارات ناشی از تصادفات سال ۱۳۹۳ در استان تهران جمع آوری گردید و با توجه به تحقیقات و مقالات مختلف علت تصادفات و سهم هر علت در کل میزان تصادفات تعیین شد. سپس با معرفی هر یک از شش سیستم دستیار راننده، عملکرد و نقش هر سیستم در میزان کاهش تصادفات مورد بررسی و ارزیابی فنی قرار گرفت. در مرحله بعد با توجه به قیمت هر یک از شش سیستم دستیار راننده ذکر شده و منافعی که هر سیستم در کاهش تصادفات ایجاد می‌کند، با استفاده از روش اقتصاد مهندسی، منافع به هزینه ارزیابی اقتصادی صورت پذیرفت. سپس با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی بدست آمده از سیستمی که بیشترین مقدار منفعت به هزینه را داشته به کمترین مقدار اولویت بندی گردید. در آخر اولویت بندی بدست آمده با توجه به ارزیابی فنی و تکنولوژی ساخت اصلاح گردید و با شرایط موجود و نگرش خودروسازان و قانون گذاران در خارج کشور مقایسه و صحت اولویت بندی فوق تایید گردید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی فنی و اقتصادی، اولویت بندی، سیستم دستیار راننده، کاهش تصادفات

۱-مقدمه

افزایش حوادث و آسیب‌های گوناگون یکی از مهم‌ترین خطرات تهدید کننده زندگی انسان‌ها در مناطق و کشورهای مختلف جهان می‌باشد که سالانه باعث مرگ بیش از ٦ میلیون نفر در جهان می‌گردد (World Health Report ،۲۰۰۲). در این میان، حوادث رانندگی و ترافیکی یکی از شایع‌ترین حوادث بوده که سالانه جان بسیاری از مردم را در جهان به خطر می‌اندازد. دامنه اهمیت سوانح ترافیکی تا حدی است که WHO[1] عنوان "Roads Safe" را برای روز جهانی بهداشت در سال ۲۰۰٤ توصیه کرده و در ۲۱ هدف خود به مساله کاهش سوانح و حوادث تا سال ۲۰۲۰ اشاره می‌کند (۲۰۰٤، Peden, .et al). با توجه به عدم کاهش مرگ و میر ناشی از سوانح ترافیکی در سطح جهان با وجود کاهش این نوع سوانح در برخی از کشورها، در سال ۲۰۱۰ مجمع عمومی سازمان ملل متحد با تصویب مصوبه‌ای دهه جاری (سال ۲۰۱۱ الی ۲۰۲۰)

را دهه اقدام برای ایمنی راه‌ها نام‌گذاری نمود و از تمام کشورهای عضو خواست تا با اجرای برنامه‌های پیشگیرانه نسبت به کاهش سوانح و حوادث ترافیکی اقدام کنند (۲۰۱۱، World Health Organization). در گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۳ کشورهای جهان (۱۷۵ کشور) به سه گروه، درآمد کم (درآمد سرانه کمتر از ۹۳۵ دلار)، درآمد متوسط (درآمد سرانه بین ۹۳٦ و ۱۱٤۵۵ دلار) و درآمد بالا (درآمد سرانه بیش از ۱۱٤۵٦ دلار) تقسیم شده‌اند که ایران با درآمد سرانه سالیانه ۳٤۷۰ دلار در گروه دوم یعنی گروه با درآمد متوسط قرار گرفته است.

مقدار متوسط شاخص کشته به یکصد هزار نفر جمعیت در کشورهای جهان ۱۱,۸۷ است که ایران با ۲۳ هزار کشته در بین ۱۷۵ کشور جهان در رتبه ۱۷۱ قرار دارد. ایران در بین ۸۸ کشور با درآمد متوسط در رتبه ۸٦ قرار دارد (۲۰۱۳، World Health Organization).

مقدار متوسط شاخص کشته به ۱۰ هزار وسیله نقلیه در کشورهای جهان ۲۱,۹۳ است که ایران با ٦,۷ در بین ۱۷۵ کشور جهان در رتبه ۱۱۰ قرار گرفته است. ایران در بین ۸۸ کشور با درآمد متوسط در رتبه ۵۸ قرار دارد. از طرفی در بین کشورهای با درآمد متوسط جوانان (گروه سنی ۱۵ الی ۳۰ سال) بیشترین نسبت مرگ ناشی از حوادث رانندگی را به خود اختصاص می‌دهند. در این کشورها بیش از ۳۰ درصد مرگ‌های ناشی از حوادث ترافیکی در گروه سنی ذکر شده اتفاق می‌افتد (مرادی و دیگران، ۱۳۹۵).

۲- پیشینه تحقیق

سیستم‌های دستیار راننده که جزئی از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند می‌باشند با هدف کاهش حجم کاری وارد بر راننده و خطاهای انسانی، جهت افزایش ایمنی راننده و سرنشینان و عابرین پیاده همواره مورد توجه خودروسازان و محققان بوده است بگونه‌ای که می‌توان به تحقیقات صورت گرفته اشاره کرد.

۲-۱- محققان خارجی

محمودر رحمان در رساله دکترای خود به بررسی پذیرش و تمایل خرید سیستم‌های مختلف دستیار راننده (سیستم ناوبری، کنترل سرعت، جلوگیری از تصادف، حق تقدم، حفظ خط عبوری) توسط رانندگان در کشور آمریکا پرداخته است. وی با روش پیمایش و مشاهده آنلاین تحقیق خود را انجام داده و نتیجه گرفته دستیابی به پذیرش راننده مانعی برای موفقیت سیستم‌های راننده می‌باشد (۲۰۱٦، Rahman .et al). ایپاراگویرو و برازالز نحوه کار و انواع مختلف سیستم eCall[2] را مورد بررسی فنی قرار دادند. علاوه بر این، آنها مطالعاتی را انجام دادند تا اعتبار استفاده از eCall را بر اساس تلفن امداد ۱۱۲ در سراسر اروپا و برخی اهداف آینده را معرفی کنند (۲۰۱٦، Iparraguirre & Brazalez). در لندن تحقیقی به روش توصیفی – کیفی توسط قاضی زاده، لی و بویل بر روی سیستم ناوبری، کنترل سرعت، جلوگیری از تصادف، حق تقدم و حفظ خط عبوری انجام شد که در آن پذیرش و تمایل به خرید این سیستم‌ها مورد بررسی قرار گرفت و اعلام کردند کاهش تصادفات مشروط به پذیرش عملکرد این سیستم‌ها از سوی رانندگان و اجرای زیر ساخت‌های مربوطه می‌باشد (۲۰۱۲، Ghazizadeh, Lee & Boyle). مک کوبین و همکارانش نیز با بررسی سیستم ناوبری، کنترل سرعت، جلوگیری از تصادف، حق تقدم و حفظ خط عبوری در کشور آمریکا تحقیقی انجام دادند و در نتیجه‌گیری خود اعلام کردند سیستم‌های دستیار راننده فوق الذکر بصورت قابل توجهی در کاهش تصادفات و خسارات ناشی از آن نقش دارند (۲۰۰۸، Maccubbin .et al). تمایل به خرید سیستم‌های کنترل سرعت و جلوگیری از تصادف و استفاده از آنها، توسط رانندگان در کشور آمریکا توسط نجم و همکارانش بررسی شد. آنها در تحقیق خود از روش پیمایشی استفاده کرده و دریافتند، تمایل به خرید و استفاده از این سیستم‌ها توسط رانندگان از عوامل اصلی در بکارگیری این سیستم‌ها می‌باشد (۲۰۰٦، Najm et al). در کشور هلند منگ لو و همکارانش امکان سنجی فنی ۵ نوع سیستم دستیار راننده (سیستم ناوبری، کنترل سرعت، جلوگیری از تصادف، حق تقدم، حفظ خط عبوری) برای ایمنی ترافیک جاده را مورد بررسی قرار دادند. آنان تحقیق خود را بصورت توصیفی – کیفی انجام داده و نتیجه گرفتند که این سیستم‌ها نقش بسزایی در امنیت جاده‌ها داشته و با پیشرفت تکنولوژی کیفیت اینگونه سیستم‌ها و اطمینان از بکارگیری آنها افزایش یافته و در مقابل مشکل هزینه کاهش می‌یابد (۲۰۰۵، Lu, Wevers & Van der Heijden).

۲-۲- محققان ایرانی

در ایران نیز تحقیقاتی بر روی این سیستم‌ها صورت گرفته که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

تیموری و قطعی با استفاده از روش تحلیلی – آزمایشگاهی تحقیقی در مورد شناسایی عوامل موثر در تصادفات جلو به عقب را انجام داده و بر اساس عوامل موثر قوانینی برای هشداردهی استخراج کردند سپس توسط یک نرم افزار شبیه ساز، کارایی سیستم دستیار راننده پیشنهادی در حوزه هشدار و جلوگیری از تصادفات جلو به عقب را ارزیابی نمودند (تیموری و قطعی، ۱۳۹۲).

در تحقیقی سیستم جلوگیری از تصادف توسط خاکی، ندیمی و خلیفه مورد ارزیابی قرار گرفت. ایشان در مورد چگونگی عملکرد و چالش‌های مطرح در رابطه با توسعه آن بحث کردند و در آخر این سیستم را با استفاده از شاخص‌های ایمنی، ریسک پذیری و محافظه کاری مورد ارزیابی قرار دادند آنها از روش توصیفی – کیفی استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که شاخص محافظه کار بیشتر در مواردی نظیر شرایط نامساعد آب و هوایی و شاخص ریسک پذیری در شرایط عادی مناسب است (خاکی، ندیمی و خلیفه، ۱۳۹۰). در همان سال کفیل و فتحی در تحقیق خود به معرفی و نحوه عملکرد سیستم پیشگیری از تصادفات توسط شبکه‌های بین خودرویی پرداختند که آنها نیز از روش توصیفی – کیفی برای تحقیق مورد نظر استفاده کردند (کفیل و فتحی، ۱۳۹۰).

در تحقیقی شاخص ایمنی ترمزگیری اضطراری جهت تشخیص به موقع تصادفات جلو به عقب توسط علوی و همکارانش با روش توصیفی – کیفی مورد بررسی قرار گرفت. آنها با بررسی بر روی شاخص زمان تا تصادف و شاخص سر فاصله زمانی بکار رفته در سیستم ADAS[3] شاخصی پیشنهاد کردند که موقعیت‌های با خطر بالقوه برخورد جلو به عقب را چند ثانیه زودتر مشخص می‌کند و شاخص فوق را با دو شاخص موجود مقایسه نمودند (علوی و دیگران ۱۳۸۹). در زمینه کاهش تصادفات جاده‌ای ناشی از تخلفات رانندگان رحیم اف، نراقی و نبی زاده با استفاده از سیستم هشدار دهنده انحراف از مسیر تحقیقی به روش تحلیلی – کتابخانه‌ای انجام دادند که هدف آنها آشنایی کلی با سیستم هشدار دهنده انحراف از خطوط، معایب و مزایای آن و آنالیز سود – هزینه این سیستم بوده است (رحیم اف، نراقی و نبی زاده، ۱۳۸۹).

ذوقی، طلوعی و سیامردی به بررسی کاربرد سیستم هوشمند دستیار راننده در جهت افزایش ایمنی حمل و نقل در راه‌های ایران پرداختند. آنان از روش تحلیلی – آزمایشگاهی در تحقیق خود استفاده کردند و اثرات سیستم کنترل سرعت را با استفاده از شبیه سازی کوچک بر روی بزرگراه بعثت در جنوب شهر تهران بررسی نمودند (ذوقی، طلوعی و سیامرادی، ۱۳۸۹).

۳- متدولوژی تحقیق

در ابتدا مشخصات هر یک از شش سیستم دستیار راننده (سیستم ناوبری، حفظ خط عبوری، جلوگیری از تصادف جلو، کنترل سرعت تطبیقی، رعایت حق تقدم و سیستم تماس اضطراری) و نقش هر سیستم در کاهش تصادفات مورد بررسی قرار می‌گردید.

۳-۱- سیستم ناوبری

با توجه به اینکه در ایران به غیر از سیستم GPS سایر سیستم‌های ناوبری کاربرد عمومی ندارند، این تحقیق صرفا بر اساس سیستم GPS صورت گرفته است.

سیستم GPS دارای ۲۴ ماهواره می‌باشد که هر روز در مدارهای دقیق خود ۲ بار به دور زمین می‌گردند و اطلاعات برداشتی خود را به زمین مخابره می‌کنند. از طرفی گیرنده‌های GPS این اطلاعات را دریافت کرده و با انجام محاسبات هندسی، محل دقیق خود را بر روی زمین بدست می‌آورند. گیرنده‌های GPS زمان ارسال سیگنال از ماهواره را با زمان دریافت آن مقایسه می‌کنند و از اختلاف این دو زمان، فاصله گیرنده از ماهواره مشخص می‌شود. این محاسبات با داده‌های دریافتی بصورت هم زمان از حداقل ۳ ماهواره برای محاسبه ۲ بعدی و یافتن طول و عرض جغرافیایی، و همچنین دریافت اطلاعات حداقل ٤ ماهواره برای یافتن مختصات سه بعدی انجام می‌گیرد. با ادامه دریافت اطلاعات از ماهواره‌ها، گیرنده امکان محاسبه محل دقیق گیرنده، سرعت، جهت، مسیر پیموده شده، فواصل طی شده، فاصله باقی مانده تا مقصد و بسیاری اطلاعات مفید دیگر را خواهد داشت. سیستم GPS در زمینه‌های مختلفی کارایی دارد که با توجه به پیشرفت تکنولوژی عملکرد و مزایای آن هر روز آشکارتر می‌شود. اما چون هدف در تحقیق فوق بررسی کاهش تصادفات توسط

سیستم فوق می‌باشد لذا می‌توان از مزایای سیستم GPS در کاهش تصادفات موارد زیر را عنوان نمود:

- دقت بسیار زیاد در موقعیت یابی
- دارا بودن زمان‌بندی دقیق
- قابلیت دسترسی همیشگی
- قابلیت کاربردی در هر شرایط آب و هوایی
- عدم محدودیت در بکارگیری همگانی
- تعیین سرعت در سه محور، زمان، تعیین فاصله، سمت و گرای نقطه مبداء و مقصد

سیستم GPS دارای مزایای دیگری نیز می‌باشد که رانندگان را ترغیب به استفاده از این سیستم می‌نماید که از مزایای فوق می‌توان موارد زیر را ذکر نمود:

- نداشتن هیچگونه هزینه برای استفاده کنندگان
- داشتن پوشش جهانی

از معایب این سیستم در خودروها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد که در کاهش تصادفات نقشی ندارد:

- در شهرهایی همانند تهران که ساخت و ساز زیاد انجام می‌شود احتمال این هست که برخی مکان‌های جدید در نقشه گیرنده نبوده یا برخی راه‌ها تغییر کرده باشند و نقشه‌ها بروز رسانی نشده باشد این گونه مشکلات و خطاها در دستگاه‌هایی که از نقشه‌های آفلاین استفاده می کنند می‌تواند حادث گردد.
- داخل تونل ها و زیر پل‌ها ارتباط قطع می‌شود.

سیستم ناوبری درون خودرویی می‌تواند کمک‌های زیر را به رانندگان ارائه دهد و با کاهش حجم کاری رانندگان باعث کاهش وقوع تصادفات گردد:

١. رانندگانی که به مسیر آشنایی ندارند، بصورت صوتی و تصویری آنها را تا رسیدن به مقصد راهنمایی می‌کند. بطوریکه با این سیستم خیال رانندگان از گم کردن مسیر و یا مسیر اشتباه رفتن، راحت می‌گردد.

٢. با آگاهی دادن به رانندگان ناآشنا به مسیر، باعث حذف تغییر مسیرهای ناگهانی، ترمزهای ناگهانی، حرکت با سرعت پایین برای پیدا کردن مسیر می‌شود.

٣. اطلاعات نقاط مهم در تمامی شهرها اعم از بیمارستان‌ها، مساجد، حسینیه‌ها، سینماها، پمپ‌های بنزین، پارک‌ها، مراکز فرهنگی، آتش نشانی‌ها، پاسگاه‌های پلیس و ... را در اختیار رانندگان قرار می‌دهد.

٤. اطلاعات پویای ترافیک، کوتاه ترین مسیر، سریع ترین مسیر و زمان رسیدن به مقصد را در اختیار رانندگان قرار می‌دهد.

٣-٢- کنترل سرعت

سیستم کنترل سرعت به دو دسته تقسیم می‌شوند:

٣-٢-١- کنترل سرعت معمولی

کنترل سرعت یا کروز کنترل معمولی (CC[4]) وسیله‌ای برای ثابت نگاه داشتن سرعت خودرو در مقدار مورد درخواست راننده است و برای آسودگی رانندگی در مسیرهای طولانی به کار می‌رود. این سیستم توسط کلیدهای واسط امکان ثابت نگه داشتن سرعت خودرو را در شرایط مختلف بدون استفاده از پدال گاز را به راننده می‌دهد. این کلیدهای واسط هم روی سردنده قابل نصب بوده و هم به صورت بیسیم (ریموت کنترل) روی فرمان نصب می‌شود. راننده می‌تواند از طریق کلیدهای فوق سرعت خودرو را افزایش یا کاهش دهد. در صورتیکه راننده پدال ترمز یا کلاچ را فشار دهد سیستم کروز کنترل قطع شده و بلافاصله کنترل سرعت خودرو در اختیار راننده قرار می‌گیرد. در این سیستم مقدار آخرین سرعت تنظیم شده در حافظه ذخیره شده و راننده می‌تواند با فشار دادن یک کلید به طور اتوماتیک سرعت خودرو را به سرعت تنظیمی قبل برساند. بعلاوه راننده می‌تواند در صورت نیاز به افزایش مقطعی سرعت خودرو با استفاده از پدال گاز سرعت را افزایش دهد و پس از رها کردن پدال گاز سیستم کروز کنترل، سرعت خودرو را بر روی مقدار تنظیم شده ثابت خواهد کرد.

٣-٢-٢- کنترل سرعت تطبیقی

کروز کنترل تطبیقی (ACC[5]) در واقع یک کنترل کننده هوشمند سرعت می‌باشد که می‌تواند هنگام نزدیک شدن بیش از حد به خودرو جلویی به صورت خودکار سرعت را کم کند و با ماشین جلویی همگام گردد. در این سیستم ابتدا راننده حداکثر سرعت را مشخص می‌کند. سپس سیستم ACC توسط حسگرهای خود وضعیت خودروی جلویی را بررسی کرده اگر خودروی جلویی کندتر حرکت کند، سرعت خودرو به صورت خودکار کاهش داده و فاصله مجاز از خودروی جلویی کنترل و حفظ می‌شود و اگر سیستم ACC متوجه شود که دیگر

خودرویی مقابل خود ندارد، کروز کنترل سرعت خودرو را افزایش داده و به میزانی که راننده تنظیم کرده می‌رساند.

بطور کلی کنترل سرعت در سیستم ACC به دو صورت انجام می‌گیرد:

الف) تعیین سرعت وسیله نقلیه با استفاده از سرعت وسایل نقلیه جلویی

ب) تعیین سرعت وسیله نقلیه با کنترل فاصله زمانی یا فاصله مکانی نسبت به وسایل نقلیه جلویی

کنترل سرعت تطبیقی همچنین با نام‌های کروز کنترل فعال، کروز کنترل مستقل، کروز کنترل هوشمند، و یا کروز کنترل راداری نیز شناخته می‌شود. سیستم‌های کروز کنترل تطبیقی را می‌توان به سه دسته تقسیم بندی کرد:

الف) دوربین ب) لیزری ج) راداری

از مزایای کنترل سرعت معمولی در کاهش تصادفات می‌توان به موارد ۱ و ۲ اشاره کرد.

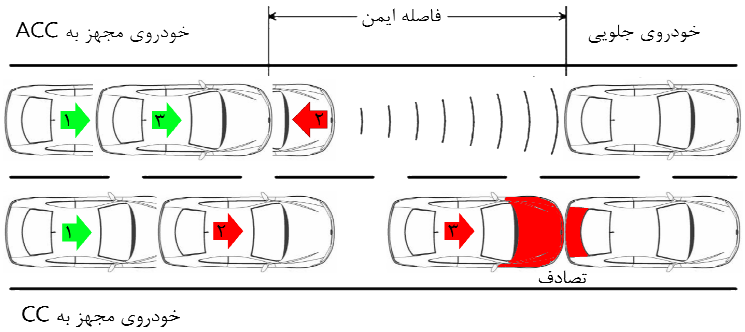
۱. جلوگیری از تجاوز نا خواسته سرعت

۲. جلوگیری از خستگی راننده ناشی از تمرکز برای ثابت نگه داشتن سرعت و در نتیجه افزایش امنیت به ویژه در مسیرهای طولانی.

عیب سیستم فوق این است که هنگام استفاده میبایست عملکرد کلی خودرو را تحت کنترل داشت. سیستم کروز کنترل معمولی برای استفاده در بزرگراه‌ها و اتوبان‌های باز، مستقیم و کم تراکم طراحی شده است و استفاده از آن در موارد زیر خطر ساز بوده و احتمال تصادف را افزایش می‌دهد:

- مسیرهای با ترافیک سنگین
- مسیرهای پر پیچ و خم
- مسیرهای لغزنده یا خاکی
- مسیرهای با شیب زیاد

از آنجا که سیستم کنترل سرعت معمولی، کنترلی روی ترمز و دنده (جهت کاهش سرعت) ندارد، در بسیاری از مواقع می‌تواند خطر ساز بوده و سبب بروز تصادفات شدیدی گردد و در شیب زیاد نیز ممکن است سرعت خودرو بیشتر از مقدار سرعت تنظیم شده رود. بنابراین راننده میبایست در این شرایط به کمک پدال ترمز از افزایش سرعت جلوگیری کند. شکل ۱ تفاوت عملکردی سیستم کنترل سرعت معمولی و تطبیقی را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مقایسه نحوه عملکرد کنترل سرعت تطبیقی و معمولی

از مزایا و معایب انواع سیستم‌های کنترل سرعت تطبیقی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. عملکرد سیستم کروز کنترل دوربین و لیزری در شرایط بد آب و هوایی دچار مشکل می‌شود و در روزهای بارانی، مه آلود و پر گرد و غبار کار نمی‌کنند. درضمن سنسور لیزر پشت جلو پنجره خودرو نصب می‌شود و ممکن است خاک و ضایعات جاده و یا حشرات مُرده، روی کارکرد آن تأثیر منفی بگذارند.

۲. کروز کنترل‌های راداری در پشت یک پوشش پلاستیکی قرار می گیرند لذا گرد و غبار، آلودگی و مه و باران بر کارکرد آن تاثیر ندارند.

۳. کروز کنترل‌های راداری هزینه کمتری نسبت به لیزری دارند.

٤. از مزیت کلیه سیستم‌های کنترل سرعت تطبیقی آنست که به هر دلیل سنسورها از کار بیافتد به راننده هشدار داده شده و سیستم کنترل سرعت غیر فعال می‌شود.

۳-۳- جلوگیری از تصادف

سیستم‌های جلوگیری از تصادف بر اساس ترمزگیری و فرماندهی می‌باشند. به طور کلی امنیت سیستم‌های ترمز اضطراری بالاتر از فرماندهی بوده و سیستم‌های فرماندهی امروزه به صورت جزئی و کاملا کنترل شده عمل کرده و هنوز هم در تحقیقات محققان جای دارد.

در سیستم‌های ترمزگیری در مرحله اول با استفاده از رادار، سنسور یا دوربین مانع، فاصله تا مانع و سرعت مانع مشخص می‌گردد و بعد بر اساس این اطلاعات ابتدا با هشدارهای بصری و لامسه‌ای راننده از وجود خطر آگاه می‌گردد. در صورت اقدام به موقع راننده سیستم به طور خودکار وارد عمل نمی‌شود ولی در صورتیکه راننده اقدامی انجام ندهد با استفاده از ترمز اضطراری خودکار، خودرو را قبل از مانع متوقف می‌کند.

سیستم جلوگیری از تصادف کنترل‌های زیر را در اطراف خودرو انجام می‌دهد:

۱. کنترل فاصله تا خودروی جلویی یا موانع روبرو

در کروز کنترل تطبیقی مورد استفاده قرار می‌گیرد و همواره فاصله ایمن با خودروی جلویی را حفظ کرده و در صورتیکه مانعی در جلوی خودرو قرار گیرد ابتدا با هشدار به راننده و در صورت عدم عکس العمل راننده، خودرو را متوقف می‌کند.

۲. کنترل نقاط کور

هرگاه خودرویی در نقطه کور راننده قرار گیرد با روشن شدن چراغی در مجاورت و یا روی آینه به راننده هشدار داده می‌شود و در صورتیکه احتمال تصادف بالا باشد به طور اتوماتیک این سیستم ترمز را فعال می نماید.

۳. کنترل عابر پیاده

سیستم با استفاده از دوربین و لیدار[6] (رادار نوری) حضور عابر را همواره بررسی می‌کند. اگر عابری وجود داشت، فاصله آنرا با خودرو محاسبه کرده و در صورت لزوم به راننده هشدار می‌دهد. اگر راننده اهمیتی به هشدارها ندهد، با کاهش فاصله سیستم ترمز اولیه فعال شده و در نهایت خودرو متوقف می‌شود. نحوه عملکرد سیستم فوق بر پایه ترمز اضطراری در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲. سیستم جلوگیری از تصادف بر پایه ترمز اضطراری

محل نسب سنسور لیدار بر روی سقف خودرو، رادار معمولاً در پشت جلو پنجره خودرو و دوربین معمولاً پشت شیشه جلو در کنار آینه عقب خودرو و آینه‌های جانبی می‌باشد. اگرچه نصب دوربین در کنار لیدار و رادار الزامی نیست اما از آنجایی که دوربین برای سایر سیستم‌های ایمنی و دستیار راننده همانند سیستم‌های هشدار خروج از مسیر، تشخیص تابلوهای ترافیکی، تشخیص عابر پیاده و غیره نیز کاربرد دارد، استفاده از آن در انواع سیستم‌های جلوگیری از تصادف رایج است.

۳-٤- سیستم حق تقدم

در چند سال گذشته طراحان خودرو و دست اندرکاران این صنعت با توجه به توسعه فناوری‌های جدید اطلاعاتی و ارتباطی مانند DSRC[7] و یا CVT[8] باعث ایجاد نگاهی جدید به خودرو شده اند. در فناوری DSRC امکان برقراری ارتباط بین خودروها و تجهیزات ارتباطی نصب شده در کنار جاده‌ها و مسیرهای عبوری ایجاد می‌شود که تجهیزات کنار جاده‌ها نیز امکان ارتباط و تبادل اطلاعات با یکدیگر و با سامانه مرکزی خود دارند. با توجه به پیچیدگی و دشواری توسعه فناوری

DSRC و از طرفی به دلیل ضرورت تعامل با دیگر فناوری‌های مرتبط، در حال حاضر کاربردهای ابتدائی DSRC مثل ردیابی خودرو و پرداخت الکترونیکی عوارض در برخی از کشورها به اجرا در آمده است. کاربردهای بیشتر DSRC نیاز به یک بستر ارتباطی مناسب و همچنین استاندارد سازی لایه‌های مختلف دارد. در سال ۲۰۱۲ وزارت حمل و نقل آمریکا پروژه اینتلی درایو[9] را با کاربرد فناوری DSRC شروع کرد که در آن جهت تبادل اطلاعات بین خودروها، تلاش می‌شود به یک بستر ارتباطی مناسب جهت کنترل و مدیریت تردد خودروها در معابر درون شهری و برون شهری دست یابند. فناوری CVT با در اختیار گرفتن مجموعه‌ای از قابلیت‌ها و فناوری‌های الکترونیکی و ارتباطی با محوریتDSRC بستری برای تبادل اطلاعات بین خودروها و تجهیزات کنترلی کنار جاده را ایجاد می‌کند، که سامانه ارتباطات خودرویی مجهز به این فناوری می‌تواند خدمات زیر را ارائه نماید :

- ارتباط بین خودرو با زیر ساخت جاده ای(V2I[10])
- ارتباط بین خودروها(V2V[11])

از مزایای این فناوری در بخش V2I جهت کاهش تصادفات، تلفات و جرح می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. اولویت‌دهی جهت عبور خودروهای امدادی در تقاطع‌ها
۲. هشداردهی ورود خودرو از مسیر فرعی
۳. اعلام وضعیت ترافیکی مسیر در نقاط خارج از دید راننده
٤. اعلام وضعیت جاده به لحاظ پدیده‌های هواشناسی

در بخش V2V نیز می‌توان جهت کاهش تصادفات، تلفات و جرح به خدمات زیر اشاره نمود:

۱. اعلام توقف ناگهانی خودروی جلویی
۲. هشداردهی عبور خودروهای امدادی به خودروهای واقع در مسیر
۳. اعلام تصادفات و وضعیت ترافیکی از طریق حسگرهای موجود در خودروهای جلویی

معایب زیر را می‌توان برای سیستم حق تقدم برشمرد:

۱. این سیستم فعلاً در مرحله تست و آزمایش بوده و دارای چالش‌های مختلفی می‌باشد (پوررضا و همکاران، ۱۳۹۰).
۲. برای اجرایی کردن این سیستم نیاز به زیرساخت می‌باشد.
۳. زمانی بدرستی عمل می‌کند که همه خودروها به این سیستم مجهز باشند.
٤. چون سیستم و تکنولوژی آن جدید است هزینه آن نیز بالاست.

۳-۵- سیستم حفظ خط عبوری

علت بسیاری از تصادفات عدم حفظ خط عبوری توسط رانندگان به دلیل رانندگی در حالت غیر عادی، خواب آلودگی، عدم تمرکز ناشی از خستگی و حواس پرتی می‌باشد. این سیستم توسط سنسورهای خود خطوط عبوری را همواره کنترل می‌کند و در صورتیکه راننده برای گردش راهنمای خودرو را فعال نماید سیستم تشخیص می‌دهد که تغییر مسیر با کنترل و اختیار راننده انجام شده و از خطاهای دریافتی ناشی از عبور از خط صرف نظر می‌کند اما اگر راهنما توسط راننده روشن نباشد هرگونه تغییری که موجب خروج از خط عبوری گردد در ابتدا سیستم بصورت صوتی، بصری یا لامسه‌ای (لرزش فرمان یا صندلی راننده) و یا ترکیبی به راننده هشدار می‌دهد(LDWS[12]) و در صورت عدم عملکرد درست و بموقع توسط راننده سیستم بصورت اتوماتیک با کاهش سرعت و اصلاح حرکت فرمان از انحراف خودرو در خط عبوری جلوگیری می‌کند (LKAS[13]). از مزایای سیستم حفظ خط عبوری می‌توان به کاهش انواع تصادفات زیر اشاره کرد:

۱. خروج از خط کناری: در این حالت امکان چپ شدگی، تصادف و برخورد با موانعی از قبیل گارد ریل، علایم کنار مسیر، تیر چراغ برق، درختان، خودروهای پارک شده در کنار مسیر و یا موانع طبیعی وجود دارد. در این نوع خروج از خط راننده و سرنشینان یک خودرو در حادثه آسیب می‌بینند.
۲. خروج از خط و برخورد با خودروی کناری: در این حالت امکان برخورد دو خودرو که در یک جهت حرکت می کنند وجود دارد.
۳. خروج از خط میانی: در این حالت امکان برخورد دو خودرو که در دو جهت مخالف حرکت می کنند وجود دارد.

از مشکلات این سیستم می‌توان موارد زیر را ذکر کرد که باعث می‌شوند این سیستم در کاهش تصادفات نقشی نداشته باشند:

۱. هشدارهای زیاد توسط این سیستم می‌تواند تمایل استفاده رانندگان از سیستم فوق را کاهش دهد و راننده اقدام به خاموش کردن سیستم نماید.

٢. در شرایط وجود برف و باران و یا مسیرهایی که خطـوط آن مشکل دارند این سیستم کارایی خود را از دست می‌دهد.

٣-٦- سیستم تماس اضطراری

تصادفات جاده‌ای به طور سالانه ١٦٠ میلیـارد یـورو بـرای اقتصاد اروپا هزینه در بردارند. درحالی که هزینه هر کدام از این سیستم‌ها کمتـر از ١٠٠ یـورو بـرای هـر اتومبیـل تخمـین زده می‌شود، مجهز شدن تمام اتومبیل‌های کشورهای عضو اتحادیـه اروپا به سیستم eCall به صرفه‌جویی سالانه رقمی معـادل ٢٦ میلیارد یورو منجر خواهد شد. عرضه این نوع فناوری نـه تنهـا برای مشتری‌ها مفید اسـت بلکـه کسـب‌و کارهـا را نیـز قـادر می‌سازد تا به واسطه تجهیز صنایع اتومبیل‌سازی و مخابرات به این نوع سیستم و استفاده از فناوری ردیابی ماهواره‌ای، خدمات و کاربری‌های بروزتری را (مانند سیستم عوارض الکترونیک یا تلگراف‌های دیجیتال) ارائه کنند.

در مرحله بعـدی در ایـن تحقیـق بـا مراجعـه بـه سـازمان ترافیک شـهرداری تهـران، پلـیس راه و راهـور اسـتان تهـران، سازمان پزشـک قـانونی، مراجـع کتابخانـه‌ای و شـبکه فضـای مجازی، آمار و اطلاعات تصادفات مربـوط بـه شـهر تهـران در سال ١٣٩٣ جمع آوری می‌گردد. سپس با توجه به مزایـایی کـه هر یک از سیستم‌های دستیار راننده در کاهش تصادفات دارند، اقدام به تقسیم بندی آمار تصادفات نموده بگونه‌ای که بتوان هر یک از سیستم‌های دستیار راننده را به نوعی از تصادفات مرتبط نمود تا در صورت استفاده از سیسـتم دسـتیار رانـنده مربوطـه بتوان تعداد تلفات، مجروح و خسارات را تعیین کـرد. در گـام بعدی هزینه‌های تلفـات، مجـروح و خسـارات ناشـی از عـدم استفاده از سیستم‌های دستیار راننده محاسبه گردید و بـا توجـه به هزینه بکارگیری هر یـک از سیسـتم‌هـای دسـتیار رانـنده و استفاده از روش اقتصاد مهندسی منافع به مخارج (b/c^{14}) اقدام به اولویت‌بندی سیستم‌های دستیار راننده مورد اشاره می‌گردد.

٤- تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق

بر اساس گزیده آمار و اطلاعات حمل و نقل شـهری تهـران در سال ١٣٩٣ که توسـط معاونـت و سـازمان حمـل و نقـل و ترافیک شهرداری تهـران منتشـر شـده، اسـتان تهـران بـا نـرخ مالکیت سواری شخصی ٠,٤ وسیله به ازاء هـر نفـر دارای ٣,٥ میلیون خودروی شخصی می‌باشد.

با توجه به گزارش فوق آمـار تعـداد کشـته، مجـروح و تعـداد تصادفات خسارتی سر صحنه تصادفات را می‌توان در جدول ١ برای درون شهر تهران و در جدول ٢ برای بـرون شـهر تهـران مشخص کرد.

جدول ١. آمار تصادفات درون شهری ١٣٩٣ سرصحنه تصادفات

استان تهران	تصادفات فوتی		تصادفات جرحی		تصادفات خسارتی	کل تصادفات
	فقره	متوفی	فقره	مجروح		
شرق استان	٤١	٤٥	٥٨٥	٧١٧	١٥٨٥	٢٢١١
غرب استان	٣٠	٣٣	٥٨١	٧٤٠	١١٦٧	١٧٧٨
تهران بزرگ	٢٠٠	٢١٩	١٣٦٣٩	١٤٧٧٩	٣٤٦١٧	٤٨٤٥٦
جمع	٢٧١	٢٩٧	١٤٨٠٥	١٦٢٣٦	٣٧٣٦٩	٥٢٤٤٥

جدول ۲. آمار تصادفات برون شهری ۱۳۹۳ سر صحنه تصادفات

استان تهران	تصادفات فوتی		تصادفات جرحی		تصادفات خسارتی	کل تصادفات
	فقره	متوفی	فقره	مجروح		
شرق استان	۸۸	۱۰۳	۲۱۰	۲۷۲	۳۰۷۱	۳۳٦۹
غرب استان	۸٦	۱۰۱	٦۳۱	۸۲۲	٤٦۳۱	٥۳٤۸
جمع	۱۷٤	۲۰٤	۸٤۱	۱۰۹٤	۷۷۰۲	۸۷۱۷

با توجه به جداول فوق تعداد مجموع فوتی، مجروح و خسارتی ناشی از تصادفات در استان تهران به ترتیب برابر با ٥۰۱، ۱۷۳۳۰ و ٤٥۰۷۱ فقره خواهد شد. با توجه به آمار متوفیات و مصدومین ناشی از حوادث رانندگی به مراکز پزشکی قانونی کشور طی سال ۱۳۹۳ در استان تهران تعداد متوفی (فاصله تصادف تا فوت کمتر از ۳۰ روز) ۱۲۹٥ و تعداد مصدومین ۳٥۷۰۲ نفر می‌باشد. در این تحقیق با توجه به گزارش سازمان همکاری‌های جهانی برای ایمنی راه (GRSP[15]) ملاک کشته بر اساس (فاصله تصادف تا فوت کمتر از ۳۰ روز) از آمار مراکز پزشکی قانونی کشور در تعیین تعداد کشته و مجروح در تصادفات و از آمار پلیس راه و راهور تعداد خسارتی ملاک عمل قرار می گیرد. از طرفی بخاطر گزارش‌های های غلط و ناقص از تعداد مجروحان، برآورد مجروحان وضع نامناسب تری نسبت به گزارش تلفات دارد. بر اساس گزارش بانک اطلاعات بین المللی ترافیک و تصادفات جاده‌ای (IRTAD[16]،۲۰۰٤) تصمیم گرفته شده که در کشورهای در حال توسعه همانند ایران برای هر کشته حداقل ۲۰ تا ۳۰ نفر مجروح در نظر گرفته شود که آمار مراکز پزشکی قانونی کشور نشان می‌دهد برای هر کشته ۲۷,٥ مجروح وجود داشته که در محدوده بازه پیشنهادی قرار دارد. طبق اعلام رئیس پلیس راه ناجا هر مرگ در تصادفات جاده‌ای هزینه ای معادل یک میلیارد و دویست میلیون تومان هزینه مستقیم و غیر مستقیم برای کشور دارد (سایت خبر آنلاین، ۱۳۹٥). با توجه به آیین نامه بزرگراه‌های فدرال آمریکا (FHWA[17]) در سال ۱۹۹٤ هزینه هر مجروح بابت جراحت خفیف ۱۹۰۰۰ دلار و بابت جراحت شدید ۱۸۰۰۰۰ دلار اما چون آماری مبنی بر میزان جراحت خفیف و شدید بدست نیامد برای هر جراحت هزینه متوسط ۹۹٥۰۰ دلار در نظر گرفته شد که با توجه به متوسط قیمت دلار در سال ۱۳۹۳ (سایت خبرگزاری دانشجویان ایران، ۱۳۹٤) معادل ۳۳۰۰ تومان، هزینه هر مجروح تقریباً برابر ۳۳۰ میلیون تومان می گردد. از طرفی پایه بیمه جانی در بیمه نامه های شخص ثالث در سال ۱۳۹۳ برابر ۲۰۰ میلیون تومان بوده است. لذا در این تحقیق ملاک عمل هزینه هر مجروح ۲۰۰ میلیون تومان قرار می گیرد. با توجه به آیین نامه بزرگراه‌های فدرال آمریکا هزینه هر خسارت معادل ۲۰۰۰ دلار در نظر گرفته شده است که با توجه به قیمت دلار ۳۳۰۰ تومان در سال ۱۳۹۳ برابر ٦٦۰۰ هزار تومان می‌شود که پایه بیمه خسارتی شخص ثالث در بیمه نامه‌های سال ۱۳۹۳ برابر ٥ میلیون تومان بوده که مقدار فوق ملاک عمل قرار گرفت. با توجه به موارد یاد شده هزینه فوت، مجروح و خسارت ناشی از تصادفات محاسبه و نتیجه آن در جدول ۳ ارائه شده است.

هزینه فوق بر اساس سال ۱۳۹۳ می‌باشد. لذا با توجه به گزارش بانک مرکزی مبنی بر نرخ تورم ۱۱,۲ درصدی در دوازده ماه ۱۳۹٤ و نرخ تورم ۹ درصدی در دوازده ماه ۱۳۹٥ هزینه کل تصادفات در انتهای سال ۱۳۹٥ تقریباً برابر ۱۰,۸ تریلیون تومان است که با توجه به تعداد ۳,٥ میلیون خودرو در استان تهران سهم هر خودرو در تصادفات تقریباً برابر ۳,٥ میلیون تومان بدست می‌آید.

مقالات و گزارشات مختلفی در نشریات، مجله ها و گزارشات پلیس راه و راهور عوامل موثر در تصادفات و نقش هر یک از آنها را مورد بررسی قرار داده است. در این تحقیق تعیین تأثیر مؤلفه‌های خطای رانندگی در شدت تصادفات (پاک گوهر و کاظمی، ۱۳۹۱) را که نتایج آن با گزارشات پلیس راهور ناجا در سال ۱۳۹٤(سایت جوان خودرو، ۱۳۹٤)

اختلافات ناچیزی دارد مورد استفاده قرار گرفت. عامل عدم آشنایی راننده به جاده به صورت مجزا در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته که بخاطر نیاز به این عامل از تحقیق بررسی نقش عوامل خطر انسانی در شدت سوانح ترافیکی در راه‌های درون و برون شهری کشور (بختیاری، سوری و همکاران، ١٣٩٣) استفاده می‌گردد و نتایج آن در جدول ٤ ارائه می‌شود. با فرض آنکه هر سیستم عمر مفید ١٠ سال داشته باشد و در طول این مدت نیازی به صرف هزینه ای نداشته باشد برای تعیین منافع هر سیستم از فرمول ١ استفاده می‌گردد.

جدول ٣. هزینه ناشی از تصادفات

نوع تصادف	تعداد	مبلغ (میلیون تومان)	هزینه (میلیون تومان)
فوت	١٢٩٥	١٢٠٠	١٥٥٤٠٠٠
مجروح	٣٥٧٠٢	٢٠٠	٧١٤٠٤٠٠
خسارت	٤٥٠٧١	٥	٢٢٥٣٥٥
هزینه کل تصادفات استان تهران (١٣٩٣) ≅ ٨,٩ تریلیون تومان			

جدول ٤. علت تصادفات و درصد فراوانی

علت تصادفات	درصد	علت تصادفات	درصد
عدم رعایت فاصله طولی	١٠,١	گردش به طرز غلط	١,٢
عدم رعایت فاصله عرضی	٣	عبور از محل ممنوع	٠,٢
عدم رعایت حق تقدم	١٢,٥	حرکت در خلاف جهت	٠,٩
عدم توجه به جلو	٢٤,٣	حرکت با دنده عقب	٢,٨
عدم مهارت در رانندگی	٠,٣	نقص فنی حادث در وسیله نقلیه	٠,٩
عدم توانایی کنترل در وسیله نقلیه	١٦	نقص فنی مستمر در وسیله نقلیه	٠,٣
تخطی از سرعت مطمئنه	٥,٧	تغییر مسیر ناگهانی	٤,٧
تجاوز از سرعت مجاز	٠,٤	عبور از چراغ قرمز	٠
تجاوز به چپ ناشی از سبقت	٤,٦	دور زدن در محل ممنوع	٠,٤

انحراف به چپ	٨,٧	عدم آشنایی به جاده	٠,٣
انحراف به راست	٠,٣	سایر علل	٢,٤
مجموع			١٠٠

$$b_i = \left(\frac{C \times s_i}{T}\right) \times L \quad (1)$$

b_i: منفعت هر سیستم

C: هزینه کل تصادفات در استان تهران در انتهای سال ٩٥ که برابر ١٠,٨ تریلیون تومان است

s_i: مجموع درصد کاهش تصادفات توسط هر سیستم

T: تعداد خودرو در استان تهران که برابر ٣,٥ میلیون خودرو است

L: عمر مفید سیستم که ١٠ سال در نظر گرفته شده است

با توجه به مزایای هر سیستم در کاهش تصادفات و جدول ٤ مقدار S بدست می‌آید که نتیجه آن در جداول ٥ و ٦ ارائه می‌شود. لازم بذکر است در جدول فوق قیمت هر سیستم (c_i) بر اساس اطلاعات موجود در سایت های مختلف به دست آمد بطوریکه سیستم ناوبری (سایت همیار جی پی اس، ١٣٩٥)، سیستم کنترل سرعت تطبیقی(٢٠١٠، itskrs)، سیستم جلوگیری از تصادف جلو و سیستم حفظ خط عبوری (٢٠١٠، itsbenefits) و سیستم حق تقدم (سایت چرخان، ١٣٩٥) و با در نظر گرفتن قیمت هر دلار برابر ٣٥٠٠ تومان مورد محاسبه قرار گرفته است.

جدول ٥. تعیین منفعت، قیمت و مقدار b/c هر سیستم

نوع سیستم	جلوگیری از علت تصادف	درصد کاهش	مجموع درصد کاهش (s_i)	منفعت سیستم (b_i)	قیمت سیستم (c_i)	b/c
سیستم ناوبری	عدم آشنایی به جاده	٠.٣	٠.٣	٩٣٠٠٠	٣٥٠٠٠٠	٠.٢٧
کنترل سرعت تطبیقی	عدم رعایت فاصله طولی	١٠.١	٤٥	١٣٨٩٠٠٠٠	٣٥٠٠٠٠٠	٣.٩٧
	عدم توجه به جلو	٢٤.٣				
	عدم مهارت در رانندگی	٠.٣				
	تجاوز به چپ ناشی از سبقت	٤.٦				
	تخطی از سرعت مطمئنه	٥.٧				
جلوگیری از تصادف جلو	عدم رعایت فاصله طولی	١٠.١	٣٩.٣	١٢١٣٠٠٠٠	٢٨٠٠٠٠٠	٤.٣٣
	عدم توجه به جلو	٢٤.٣				
	عدم مهارت در رانندگی	٠.٣				
	تجاوز به چپ ناشی از سبقت	٤.٦				

حفظ خط عبوری	عدم رعایت فاصله عرضی	۳	۱۷	۵۲۵۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۴.۳۸
	عدم مهارت در رانندگی	۰.۳				
	انحراف به چپ	۸.۷				
	انحراف به راست	۰.۳				
	تغییر مسیر ناگهانی	۴.۷				
سیستم حق تقدم	عدم رعایت فاصله طولی	۱۰.۱	۸۶	۲۶۵۴۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰۰۰	۱.۹
	عدم توجه به جلو	۲۴.۳				
	عدم رعایت فاصله عرضی	۳				
	عدم رعایت حق تقدم	۱۲.۵				
	عدم مهارت در رانندگی	۰.۳				
	عدم توانایی کنترل وسیله	۱۶				
	تجاوز به چپ ناشی از سبقت	۴.۶				
	انحراف به چپ	۸.۷				
	انحراف به راست	۰.۳				
	گردش به طرز غلط	۱.۲				
	تغییر مسیر ناگهانی	۴.۷				
	عدم آشنایی به جاده	۰.۳				

سیستم تماس اضطراری در کاهش تصادفات نقشی ندارد اما در هنگام تصادف به صورت کاملاً خودکار با مراکز خدمات اضطراری تماس می‌گیرد و وضعیت راننده و دیگر سرنشینان خودرو حادثه دیده را به آنها اعلام می‌کند. طبق برآوردهای انجام شده اینکار سرعت حضور نیروهای امدادی در تصادفات شهری را ٤٠ درصد و در مناطق روستایی ٥٠ درصد افزایش می‌دهد که باعث کاهش ٤ درصدی تلفات و ٦ درصدی هزینه مجروحین می‌گردد (MOBILITY AND TRANSPORT، ٢٠١٤) منفعت سیستم فوق در سال ١٣٩٣ در استان تهران و با توجه به رشد آن در سال ١٣٩٥ محاسبه شده و در جدول ٦ ارائه می‌گردد. در جدول فوق هزینه سیستم تماس اضطراری با توجه به سایت معاونت حمل و نقل و ترافیک مورد محاسبه قرار گرفته است. جهت اولویت‌بندی شش سیستم دستیار راننده مورد بررسی ابتدا بر اساس ارزیابی فنی و اقتصادی بدست آمده و با روش منافع به هزینه هر یک از شش سیستم دستیار راننده ذکر شده را از بیشترین مقدار ارزش b/c به کمترین مقدار اولویت‌بندی می گردد، که جدول ٧ نتیجه آن می‌باشد. در مرحله دوم به ترتیب جدول ٧ هر سیستم از نظر تکنولوژی ساخت مورد بررسی قرار گرفت. تکنولوژی کلیه سیستم‌ها بجز سیستم حق تقدم وجود داشته و در بسیاری از خودروها نصب می‌گردند و یا بصورت آپشن در اختیار خریداران خودرو قرار می گیرند. سیستم حق تقدم تاکنون در هیچ کشوری فراگیر نشده و تنها در مرحله تست و آزمایش می‌باشد بگونه‌ای که حدود ٢٥٠٠ خودرو در دانشگاه میشیگان با این تکنولوژی در حال تردد هستند. پیاده سازی این تکنولوژی دارای چالش‌های فنی، عملیاتی، حاکمیتی و قانونی است. لذا میبایست به جابجایی دو سیستم حق تقدم و ناوبری اقدام نمود که نتیجه آن در جدول ٨ ارائه می‌گردد.

جدول ٦. تعیین منفعت، قیمت و مقدار b/c سیستم تماس اضطراری

نوع سیستم	منفعت سیستم	درصد کاهش	هزینه	منفعت	منفعت کل سال ۱۳۹۳	منفعت کل سال ۱۳۹۵	منفعت سیستم برای هر خودرو در طول عمر ۱۰ سال	قیمت سیستم	b/c
			بر حسب (میلیون تومان)						
تماس اضطراری	تلفات	۴	۱۵۵۴۰۰۰	۶۲۱۶۰	۴۹۰۵۸۴	۵۹۴۶۲۷	۱۶۷۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۴.۷۷
	مجروح	۶	۷۱۴۰۴۰۰	۴۲۸۴۲۴					

جدول ۷. اولویت‌بندی اقتصادی سیستم‌های دستیار راننده بر اساس b/c

اولویت بندی اقتصادی	نوع سیستم دستیار راننده	هزینه سیستم	b/c
۱	تماس اضطراری	۳۵۰۰۰۰	٤,۷۷
۲	حفظ خط عبوری	۱۲۰۰۰۰۰	٤,۳۸
۳	جلوگیری از تصادف جلو	۲۸۰۰۰۰۰	٤,۳۳
٤	کنترل سرعت تطبیقی	۳۵۰۰۰۰۰	۳,۹۷
۵	حق تقدم	۱٤۰۰۰۰۰۰	۱,۹
٦	سیستم ناوبری	۳۵۰۰۰۰	۰,۲۷

جدول ۸ اولویت‌بندی با توجه به تکنولوژی

اولویت بندی فنی و اقتصادی	نوع سیستم دستیار راننده
۱	تماس اضطراری
۲	حفظ خط عبوری
۳	جلوگیری از تصادف جلو
٤	سیستم کنترل سرعت تطبیقی
۵	سیستم ناوبری
٦	حق تقدم

اولویت‌بندی فوق با توجه به تکنولوژی و امکان ساخت، ارزیابی فنی، هزینه اولیه کمتر و مقدار بیشتر b/c صورت گرفته است که با کارهای صورت گرفته در دنیا نیز مطابقت دارد بگونه‌ای که بخاطر اهمیت ویژه تماس اضطراری طبق جدیدترین حکم اتحادیه اروپا، از ۳۱ مارس ۲۰۱۸ تمامی خودروهای جدید در این قاره می‌بایست به سیستم تماس اضطراری مجهز گردند(theverge ،۲۰۱۵). شرکت‌های خودروسازی در رقابت‌های خود آپشن هایی که باعث افزایش ایمنی و راحتی راننده می‌باشند را ارائه می کنند که سیستم‌های حفظ خط عبوری و جلوگیری از تصادف جلو بعنوان آپشن‌های ایمنی بصورت تکی یا بصورت پکیج ایمنی و سیستم کنترل سرعت تطبیقی و سیستم ناوبری بعنوان سیستم‌های رفاهی ارائه می گردند که موارد یاد شده نیز گواهی بر تایید اولویت‌بندی فوق می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری

اولین هدف در این تحقیق بررسی کاهش حجم کاری و افزایش راحتی راننده در صورت بکارگیری سیستم‌های دستیار

راننده بود که مشخص گردید سیستم کنترل سرعت تطبیقی و سیستم ناوبری این هدف را دنبال می کنند. هدف بعدی که از اهمیت ویژه ای برخوردار بود، بررسی سیستم‌های دستیار راننده در کاهش تصادفات جهت افزایش ایمنی خودرو مد نظر قرار گرفت که در این تحقیق مشخص گردید:

الف) سیستم‌های دستیار راننده می‌توانند باعث کاهش خطاهای انسانی در رانندگی شوند.

ب) سیستم حق تقدم در صورت اجرایی شدن می‌تواند بطور گسترده‌ای نقص محدودیت دید راننده را برطرف سازد.

ج) سیستم‌های حفظ خط عبوری، جلوگیری از تصادف جلو، کنترل سرعت تطبیقی و حق تقدم با هشدارهای مکرر و یا اعمال کنترل جزئی و یا کلی می‌توانند به کاهش تخلفات رانندگی که در اثر عملکرد و یا رفتارهای نامناسب رخ می‌دهد، کمک نمایند. با توجه به ارزیابی‌های فنی و اقتصادی شش سیستم دستیار راننده مورد نظر نتایج زیر حاصل گردید:

الف) با توجه به میزان زیاد تصادفات در سطح کشور تکنولوژی سیستم تماس اضطراری با کمترین هزینه اولیه برای هر خودرو قادر است بیشترین منفعت را برای کشور ایجاد نماید.

ب) قیمت سیستم کنترل سرعت تطبیقی به همراه سیستم جلوگیری از تصادف جلو ارائه شده و بدون سیستم جلوگیری از تصادف جلو به کنترل سرعت معمولی تبدیل می‌شود. لذا این سیستم کارایی دو گانه ایمنی و رفاهی دارد.

ج) سیستم ناوبری از نظر کاهش تصادفات سیستم مقرون بصرفه ای نیست اما شرکت‌های خودروسازی می توانند با قرار دادن این سیستم در کنار سیستم‌های دیجیتالی درون خودرویی و تمرکز بر روی راحتی راننده نسبت به جلب مشتری اقدام نمایند.

٦- پی‌نوشت‌ها

1. World Health Organization
2. Emergency Call
3. Advanced driver-assistance systems
4. Cruise control
5. Adaptive Cruise Control
6. Light Radar (Lidar)
7. Dedicated Short Range Communications
8. Connected Vehicle Technology
9. Intelli Drive
10. Vehicle-to-Infrastructure Control
11. Vehicle-to-vehicle
12. Lane Departure Warning System
13. Lane Keeping Assist System
14. Benefit to Cost Method
15. Global Road Safety Partnership
16. International Road Traffic and Accident Databases (IRTAD)
17. Federal Highway Administration

٧- مراجع

– بختیاری، م.، سوری، ح.، عینی، ا.، صالحی، م.، مهماندار، م.، (١٣٩٣)، "بررسی نقش عوامل خطر انسانی در شدت سوانح ترافیکی در راه‌های درون و برون شهری کشور"، مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها دوره ٢. شماره ١. ص. ١ تا ٨.

– پاک گوهر، ع.، کاظمی م.، (١٣٩١)، "تعیین تاثیر مولفه‌های خطای رانندگی در شدت تصادفات"، فصلنامه مطالعات پژوهشی راهور، ص. ٨٦ تا ٩٠.

– تیموری، ف.، قطعی، م.، (١٣٩٢)، "سیستم دستیار راننده هشدار تصادفات جلو به عقب بر اساس قوانین استخراج شده از روشهای طبقه بندی هوشمند"، سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک تهران.

– خاکی، ع.، ندیمی، ن.، خلیفه، و.، (١٣٩٠)، "بررسی سیستم‌های پیشرفته دستیار راننده به عنوان شاخه‌ای از ITS سیستم جلوگیری از تصادف"، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک تهران.

– ذوقی، ح.، طلوعی، م.، سیامرادی، ک.، (١٣٨٩)، "کاربرد سیستم هوشمند دستیار راننده در جهت افزایش ایمنی حمل و نقل در راه‌های ایران (مطالعه موردی بزرگراهی در جنوب شهر تهران)"، دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک تهران.

– رحیم اف، ک.، نراقی، م.، نبی زاده، م.، (١٣٨٩)، "کاهش تصادفات جاده‌ای ناشی از تخلفات رانندگان با استفاده از

سیستم هشدار دهنده انحراف از مسیر"، دهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک تهران.

– رمضانی، س.، (١٣٩٥)، "سیستم ارتباطی V2V تا سال ٢٠٢٠ میلادی اجباری می‌شود!"، در سایت چرخان کد خبر ٢٨٣١٠ .

– مرادی، ع.، رحمانی، خ.، هوشمندی شجاع، م.، رحیمی سپهر، ح.، خورشیدی، ع.، (١٣٩٥)، "مروری بر وضعیت حوادث رانندگی در ایران در مقایسه با سایر کشورها"، مجله پزشک قانونی دوره ٢٢. شماره ١. ص. ٤٥–٥٣.

-Ghazizadeh, M.; Lee, Linda Ng Boyle J. D. (2012), "Extending the Technology Acceptance Model to assess automation", Department of Industrial and Systems Engineering, University of Wisconsin–Madison, Madison, WI, USA.

-Parraguirre, O.; Brazalez, A. (2016), "Proceedings of the 10th International Workshop on Communication Technologies for Vehicles", Volume 9669, pp. 103-110.

- Lu, M.; Wevers, K.; Van der Heijden, R. (2005), "Technical feasibility of advanced driver assistance systems (ADAS) for road traffic safety", Transportation Planning and Technology, vol. 28, no. 3, pp. 167-187.

-Peden, M. et al., (2004), "World report on road traffic injury prevention", World Health Organization Geneva.

-Rahman, M.; Strawderman, L.; Sepehrifar M. (2016), "Driver acceptance of advanced driver assistance systems and semi-autonomous driving systems", Department of Industrial and Systems Engineering Mississippi State, Mississippi.

-Robert P.; Maccubbin, Barbara L.; Staples, Firoz Kabir, Cheryl F.; Lowrance, Michael R.; Mercer, Brian H.; Philips, Stephen R.; Gordon (Oak Ridge National Laboratories), (2008), "Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned", Department of Transportation Research and Innovative Technology Administration Intelligent Transportation Systems Joint Program Office 1200 New Jersey Avenue, SE Washington, D.C.

-Wassim G.; Najm, Mary D.; Stearns, Heidi Howarth, Jonathan Koopmann, and John Hitz (2006), "Department of Transportation Research and Innovative Technology Administration Advanced Safety Technology Division John A", Volpe National Transportation Systems Center Cambridge, MA 02142.

-(2013), "World Health Organization. Global status report on road safety.

-World Health Organization (2011), "Global Plan for the Decade of Action for Road Safety", pp.2011–2020.

-World Health Report. (2002), "World Health Report: Reducing Risks to Health No communicable Diseases", World Health Organization.

-https://ec.europa.eu/transport.

-http://hamyargps.com/news/53.

-http://www.itsbenefits.its.dot.gov.

-http://www.itskrs.its.dot.gov.

-http://www.javankhodro.ir.

-https://www.theverge.com.