مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن
مسلسل: ۲۰۱۷۰ ■ آبان ۱۴۰۳

اثر ارتقای ایمنی خودروها بر کاهش تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای و هزینه‌های آن

بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۸/۱۳

شماره مسلسل: ۲۰۱۷۰
کد موضوعی: ۳۱۰

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:
اثر ارتقای ایمنی خودروها بر کاهش تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای و هزینه‌های آن

نوع گزارش: طرح/ لایحه ☐، نظارتی ☐، راهبردی ■

نام دفتر:
مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه صنعت)

مدیر مطالعه:
سعید شجاعی

تهیه و تدوین‌کنندگان:
ابوالفضل زینتی، رسول سلیمانی، هادی عامری

ناظر علمی:
حبیب‌اله ظفریان

اظهارنظرکننده:
شهاب دبیری نژاد، حمیدرضا فوری (مطالعات زیربنایی)

گرافیک و صفحه آرایی:
نفیسه حاجی‌صفری

ویراستار ادبی:
شیوا امین اسکندری

واژه‌های کلیدی:
۱. ایمنی خودرو
۲. مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای
۳. هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات
۴. تغییر پلتفرم خودروها

تاریخ شروع مطالعه:
۱۴۰۱/۷/۱

دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن

فهرست مطالب

چکیده ۷
خلاصه مدیریتی ۸
۱. مقدمه ۹
۲. وضعیت مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای در جهان و ایران ۱۱
۳. ارزیابی اقتصادی و بررسی هزینه‌های تصادفات جاده‌ای در جهان و ایران ۱۳
۴. مقایسه سطح ایمنی خودروهای ساخت داخل با سایر خودروها در جهان ۲۰
۵. تحلیل هزینه-فایده ارتقای ایمنی خودروهای تولید داخل ۲۴
۶. جمع‌بندی و توصیه‌های سیاستی ۳۰
۷. پیوست‌ها ۳۱
پیوست ۱- ارزیابی و رتبه‌بندی ایمنی خودرو توسط مجموعه EuroNCAP ۳۱
پیوست ۲- محاسبه هزینه افزایش ایمنی خودروهای داخلی ۵۶
منابع و مآخذ ۵۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمودار آمار جان‌باختگان تصادفات جاده‌ای در کشور از سال ۱۳۹۰ تاکنون ۱۱
شکل ۲. نمودار سهم آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی عدم حضور یک فرد در جامعه ۱۳
شکل ۳. بخش‌های مختلف جامعه متأثر از تصادفات جاده‌ای ۱۴
شکل ۴. نمودار سهم انواع هزینه‌ها در تصادفات جاده‌ای ایران ۱۸
شکل ۵. نمودار هزینه‌های انواع تصادفات مختلف در ایران در سال ۲۰۰۹ ..... ۱۹
شکل ۶. نمودار هزینه‌های مجروحین و فوتی‌های تصادفات رانندگی ایران در سال ۲۰۱۳ ..... ۲۰
شکل ۷. مجموعه‌های برنامه‌های ارزیابی خودروهای جدید (NCAP) در سراسر جهان ۲۱
شکل ۸. نتایج تست ایمنی خودرو پژو ۳۰۱ توسط EuroNCAP در سال ۲۰۱۴ ..... ۲۳
شکل ۹. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات برای سطوح مختلف AIS برای انواع خودروهای تولیدی در طول زمان ... ۲۵
شکل ۱۰. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات برای سطوح سه به بالای AIS برای انواع خودروهای تولیدی در طول زمان... ۲۵
شکل ۱۱. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات برای سطوح سه به بالای AIS برای خودروهای با پلتفرم جدید و قدیمی ۲۷
شکل ۱۲. بررسی ایمنی خودروها توسط EuroNCAP ۲۷
شکل ۱۳. چهار زمینه ارزیابی ایمنی خودرو توسط شاخص Euro NCAP ۳۲
شکل ۱۴. رتبه‌بندی کلی خودرو Tesla Model Y ۳۳
شکل ۱۵. شماتیک آزمایش برخورد از جلو با یک مانع متحرک ۳۴
شکل ۱۶. شماتیک آزمایش برخورد از جلو با یک مانع ثابت ۳۶
شکل ۱۷. نتایج آزمایش‌های برخورد از جلو برای خودرو Tesla Model Y ۳۶
شکل ۱۸. شماتیک آزمایش برخورد جانبی با جسم متحرک ۳۷
شکل ۱۹. شماتیک آزمایش برخورد جانبی با تیر ۳۸
شکل ۲۰. نمونه آزمایش بررسی آسیب سرنشین جانبی ۳۸
شکل ۲۱. نتایج آزمایش‌های برخورد از جانب برای خودرو Tesla Model Y ۳۹
شکل ۲۲. شماتیک آزمایش ضربه شلاقی ۳۹
شکل ۲۳. نتایج آزمایش برخورد از عقب برای خودرو Tesla Model Y ۴۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۲۴. نتایج گزارش ارزیابی امداد و نجات برای خودرو Tesla Model Y ۴۱
شکل ۲۵. شماتیک آزمایش برخورد جانبی با جسم متحرک برای ارزیابی ایمنی سرنشینان کودک ۴۲
شکل ۲۶. نتایج آزمایش‌های ارزیابی ایمنی کودکان در خودرو Tesla Model Y ۴۲
شکل ۲۷. محل اتصال صندلی کودک در استاندارد ایزوفیکس ۴۳
شکل ۲۸. ارزیابی امکانات Tesla Model Y در استفاده از سیستم‌های نگهدارنده کودک و نصب آن‌ها ۴۴
شکل ۲۹. شماتیک آزمایش ضربه به سر ۴۴
شکل ۳۰. شماتیک آزمایش ضربه به قسمت‌های فوقانی پا ۴۵
شکل ۳۱. شماتیک آزمایش ضربه به قسمت‌های تحتانی پا ۴۶
شکل ۳۲. نتایج آزمایش‌های برخورد قسمت‌های سر، فوقانی و تحتانی پا برای خودرو Tesla Model Y ۴۶
شکل ۳۳. شماتیک سناریوهای ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابرین پیاده ۴۷
شکل ۳۴. آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابرین پیاده برای خودرو Tesla Model Y ۴۷
شکل ۳۵. شماتیک سناریوهای ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سوار ۴۸
شکل ۳۶. آزمایش‌های ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سواران برای خودرو Tesla Model Y ۴۹
شکل ۳۷. شماتیک آزمایش ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو ۵۰
شکل ۳۸. حالت عدم تطابق خط مرکزی دو خودرو در آزمایش‌های بررسی ترمز اضطراری خودکار خودرو ۵۱
شکل ۳۹. برخی آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو برای خودرو Tesla Model Y ۵۲
شکل ۴۰. بررسی عملکرد سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان ۵۲
شکل ۴۱. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان Tesla Model Y ۵۳
شکل ۴۲. ارزیابی سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت خودرو ۵۳
شکل ۴۳. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت Tesla Model Y ۵۴
شکل ۴۴. بررسی عملکرد سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت خودرو در حالت‌های مختلف ۵۴
شکل ۴۵. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت Tesla Model Y ۵۵
شکل ۴۶. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت TeslaModelY ۵۵

فهرست جداول

جدول ۱. شاخص‌های سنجش میزان ایمنی خودروهای مختلف در ناوگان خودروهای سواری ایران ۱۰
جدول ۲. آمار مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای در ایران و جهان ۱۲
جدول ۳. مطالعات انجام‌شده به‌منظور محاسبه هزینه تصادفات جاده‌ای در کشورهای مختلف جهان ۱۵
جدول ۴. ده خودرو برتر ارزیابی‌شده از لحاظ ایمنی توسط EuroNCAP در سال ۲۰۲۳ ..... ۲۲
جدول ۵. معرفی انواع دسته‌بندی در شاخص AIS ۲۴
جدول ۶. نتایج مطالعات بررسی‌شده به‌منظور محاسبه هزینه تصادفات جاده‌ای در ایران ۲۸
جدول ۷. میزان کاهش هزینه‌های اقتصادی تصادفات جاده‌ای به صورت کلان و به‌ازای هر خودرو ۲۹
جدول ۱ پیوست. سناریوهای مختلف ارزیابی AEB برای عابرین پیاده و حالت‌های مختلف آن‌ها ۴۸
جدول ۲ پیوست. مقایسه برخی مشخصات دو خودرو پژوپارس و تارا V1 پلاس ۵۶
جدول ۳ پیوست. قیمت بدنه خودروهای مختلف شرکت ایران‌خودرو ۵۷

اثر ارتقای ایمنی خودروها بر کاهش تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای و هزینه‌های آن

چکیده

آسیب‌های ناشی از تصادفات جاده‌ای شامل مرگ‌ومیر افراد و جراحات وارده به مصدومان موجب خسارات جبران‌ناپذیر انسانی، اجتماعی و اقتصادی در جهان و ایران می‌شود. طبق آمارهای موجود، کشورهای با درآمد کم و متوسط، به‌رغم دارا بودن ۶۰ درصد از وسایل نقلیه جهان، حدود ۹۳ درصد از کل مرگ‌ومیرهای جاده‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. طبق آخرین آمارها در ایران، در سال ۱۴۰۲ طی تصادفات رانندگی در کشور، ۲۰۰۴۵ نفر جان خود را ازدست داده‌اند.

به همین منظور در این گزارش، از تحلیل هزینه-فایده به‌منظور ارزیابی افزایش ایمنی خودروهای تولیدشـــده در داخل، از طریق مقایسه هزینه‌های لازم به‌منظور بهبود ایمنی خودروهای ســـاخت داخل در مقابل منفعت اقتصادی و اجتماعی حاصل‌شده از کاهش کشته‌ها و مجروحان تصادفات، استفاده شده است. نتایج این تحلیل نشـــان می‌دهد که افزایش ایمنی خودروهای ساخت داخل از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر بوده و با تغییر پلتفرم در خودروهای فعلی تولیدشده در کشور و استفاده از فناوری‌های روز بهبود ایمنی در خودروها، می‌توان میزان مجروحان و کشته‌شدگان تصادفات جاده‌ای مربوط به سرنشین و راننده را حدود ۵۰ درصد کاهش داد. این میزان معادل ۳۰ درصد از تلفات و مجروحان مربوط به حوادث جاده‌ای است. شایان ذکر است تغییر پلتفرم خودروهای در حال تردد یک برنامه بلندمدت است و این موضوع به‌عنوان مکمل در کنار اقدام‌های کوتاه‌مدت و پربازده مانند کنترل سرعت باید پیگیری شود. درنتیجه با توجه به منافع اجتماعی قابل‌توجه در کاهش مرگ‌ومیر آسیب‌دیدگی‌های جاده‌ای، برنامه‌ریزی و حرکت به این سو می‌تواند از اولویت‌های مهم در کشور و صنعت خودروسازی باشد.

خلاصه مدیریتی

بیان / شرح مسئله

در این گزارش با توجه به تأثیر قابل‌توجه بهبود ایمنی خودرو بر حفظ جان سرنشینان و همچنین کاربران پیاده در صورت تصادف با آن، به تحلیل هزینه-فایده بهبود سطح ایمنی خودروهای ساخت داخل پرداخته شده است. آمار مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای ایران در مقایسه با سایر کشورهای جهان به‌خصوص کشورهای توسعه‌یافته، قابل‌توجه است. طبق آمارهای موجود، در ایران سالیانه به‌ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت ۲۱٫۷ نفر جان خود را در تصادفات جاده‌ای از دست می‌دهند، درحالی‌که این آمار در جهان ۱۷ نفر به‌ازای هر ۱۰۰ هزار نفر بوده و همچنین می‌توان به این نکته اشاره کرد که در قاره اروپا مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای، ۷ نفر در هر ۱۰۰ هزار نفر است. ازسوی‌دیگر هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تحمیل شده به افراد، جامعه و کشور ناشی از تصادفات جاده‌ای نیز بیانگر ضرورت سیاستگذاری مناسب در راستای کاهش مرگ‌ومیر و مصدومان تصادفات در کشور است. ازاین‌رو **اعمال اقدام‌هایی در راستای افزایش ایمنی سرنشینان خودرو** ازجمله بهبود وضعیت جاده‌ای کشور، ارتقای فرهنگ رانندگی و افزایش ایمنی خودروهای تولیدی حائز اهمیت است.

نقطه‌نظرها / یافته‌های کلیدی

تصادفات جاده‌ای علاوه بر هزینه‌های مالی و اقتصادی قابل‌توجه نظیر از بین رفتن نیروی انسانی، کاهش بهره‌وری، افزایش هزینه‌های درمانی و ... هزینه‌های اجتماعی غیرقابل جبرانی را به جامعه تحمیل می‌کند. در این راستا به‌منظور تحلیل هزینه-فایده ارتقای ایمنی خودروهای ساخت داخل، میزان کاهش هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی آسیب‌های ناشی از تصادفات در صورت ارتقای ایمنی خودروهای تولیدی مدنظر قرار گرفته است که **دو مورد از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های محاسبه هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای، روش «سرمایه انسانی» و «تمایل به پرداخت» است که در این گزارش مورد توجه قرار گرفته است.** آخرین محاسبات که در سال‌های **۲۰۰۹ و ۲۰۱۳ درخصوص ایران انجام شده نشان می‌دهد که هزینه تصادفات جاده‌ای از طریق روش‌های سرمایه انسانی و تمایل به پرداخت به ترتیب سهم ۲/۱۹ و ۷/۹ درصد از تولید ناخالص داخلی** بوده است. درنتیجه افزایش ایمنی سرنشینان خودرو برای جلوگیری از آسیب‌های جدی در تصادفات جاده‌ای حائز اهمیت است. ازاین‌رو در این گزارش، از یک تحلیل هزینه-فایده به‌منظور ارزیابی طرح افزایش ایمنی خودروهای تولیدشده در داخل، از طریق مقایسه هزینه‌های لازم به‌منظور بهبود ایمنی خودروهای ساخت داخل در مقابل منفعت اقتصادی و اجتماعی حاصل‌شده از کاهش کشته‌ها و مجروحان تصادفات جاده‌ای، استفاده شده است.

در راستای محاسبه هزینه-فایده افزایش سطح ایمنی خودروهای داخلی، پلتفرم خودروهای تولیدشده در داخل، مورد توجه قرار گرفته است. خودروهای فعلی در ناوگان خودروهای سواری کشور، را اغلب دو خودروساز مطرح یعنی سایپا و ایران‌خودرو تولید کرده‌اند که بخش قابل‌توجهی از محصولات سایپا، از پلتفرم خودرو پراید بهره گرفته شده و در غالب محصولات ایران‌خودرو، از پلتفرم خودرو پژو ۴۰۵ استفاده شده است. در این تحلیل، با بررسی پلتفرم خودروهای فعلی تولید شده و موجود در کشور و مقایسه آنها با پلتفرم خودروهای با ایمنی بیشتر که اخیراً تولید شده‌اند، میزان کاهش مجروحان و مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای در ایران ارزیابی شده است. با توجه به نتایج حاصل‌شده می‌توان مشاهده کرد که براساس سناریو مورد بررسی **در صورت استفاده از خودروهای با پلتفرم جدید و ایمن‌تر به‌جای خودروهای با پلتفرم قدیمی‌تر نظیر خودروهای تولیدی با پلتفرم پراید و پژو ۴۰۵ در سطح کشور، می‌توان میزان مرگ‌ومیر و مصدومان مربوط به سرنشین و راننده تصادفات جاده‌ای را در حدود ۵۰ درصد کاهش داد. این میزان معادل ۳۰ درصد از تلفات و مجروحان مربوط به حوادث جاده‌ای است.** شایان ذکر است تغییر پلتفرم خودروهای در حال تردد یک برنامه بلندمدت است و این موضوع به‌عنوان مکمل در کنار اقدام‌های کوتاه‌مدت و پربازده مانند کنترل سرعت باید پیگیری شود. درنهایت با توجه به میزان هزینه‌های سالیانه تصادفات جاده‌ای در ایران، میزان کاهش این هزینه‌ها در صورت ایمن‌سازی ناوگان خودرو کشور و بهره‌مندی از افزایش ایمنی آن در سال‌های بعد تا پایان عمر ناوگان ایمن شده با هر دو روش سرمایه انسانی و تمایل به پرداخت مورد محاسبه قرار گرفته است. طبق روش سرمایه انسانی، کاهش هزینه تصادفات ناشی از ایمن‌سازی خودروها به‌ازای هر خودرو در طول عمر بیست‌ساله ناوگان خودروهای سواری، ۲۱۵۹ دلار و با استفاده از روش تمایل پرداخت این کاهش هزینه ۷۷۹۲ دلار محاسبه شده است. گفتنی است جایگزینی و تبدیل پلتفرم خودروهای تولیدی و افزایش ایمنی آنها، بین ۸۹۰ الی ۱۶۲۶ دلار هزینه دربرخواهد داشت. مشهود است که افزایش ایمنی خودروهای ساخت داخل از لحاظ

اقتصادی برای کشور در سطح کلان توجیه‌پذیر بوده و می‌توان در این راستا برنامه‌ریزی‌های مدون انجام داد.

پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

در راستای افزایش ایمنی خودروهای تولیدشده در کشور و همچنین کاهش تلفات و سوانح جاده‌ای توصیه‌های زیر می‌تواند مورد توجه قرار گیرد:

- **ایجاد ارتباط بین سود خودروساز و سطح ایمنی خودروهای تولیدی** (سازمان ملی استاندارد- وزارت صنعت، معدن و تجارت - شورای رقابت)؛
- **ضرورت تکمیل پایگاه داده‌های موجود به‌منظور ارزیابی دقیق هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای** (پلیس راهور-وزارت بهداشت-وزارت راه و شهرسازی)؛
- **دریافت مالیات کمتر از خودروهای با ایمنی بیشتر** (وزارت امور اقتصادی و دارایی)؛
- **تأثیر میزان ایمنی خودرو در حق بیمه آن** (شورای عالی بیمه)؛
- **انجام اصلاحات لازم برای استانداردهای ۸۵ گانه صنعت خودرو و حرکت به‌سمت تولید استانداردهای داخلی** (متولی سازمان ملی استاندارد)؛
- **راه‌اندازی مراکز تست ایمنی در کشور** (سازمان ملی استاندارد).

۱. مقدمه

طبق تعاریف، تصادف جاده‌ای معمولاً به برخورد حداقل یک وسیله نقلیه با یک وسیله نقلیه دیگر یا با یک کاربر جاده و یا یک جسم ثابت در کنار جاده گفته می‌شود که به مجروح یا کشته شدن حداقل یک نفر منجر شود. همچنین اگر شخصی طی سی روز در نتیجه یک تصادف جاده‌ای جان خود را از دست دهد، جز مرگ‌ومیر جاده‌ای محسوب می‌شود [۱]. با وجود پیشرفت‌های اخیر درخصوص افزایش ایمنی در این حوزه، به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته، تصادفات جاده‌ای سالیانه جان میلیون‌ها انسان را می‌گیرد. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت، تصادفات جاده‌ای سالیانه حدود ۱٫۳۵ میلیون کشته برجای می‌گذارد. تلفات ناشی از تصادفات رانندگی در کشورهای با درآمد کم و متوسط[1]، ۹۳ درصد کل تلفات جهانی را شامل می‌شود، اگرچه این کشورها تنها ۶۰ درصد از کل وسایل نقلیه ثبت شده را در جهان دارا هستند [۲].

درک روندها و آمار تصادفات، جراحات و تلفات انسانی بسیار مهم است و به ارزیابی هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای نیاز دارد. این امر به سیاستگذاران اجازه می‌دهد تا میزان باری را که صدمات و تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای بر دوش کشورها تحمیل می‌کند را درک کنند. ازسوی‌دیگر بررسی سطح ایمنی خودروهای سواری موجود در ناوگان حمل‌ونقل نیز حائز اهمیت بوده و باید هزینه افزایش ایمنی ناوگان مورد توجه قرار گیرد. در این راستا مطالعات مختلفی به‌منظور بررسی و ارزیابی ایمنی خودروهای سواری کشورهای مختلف ازجمله ایران انجام شده است. از موارد فوق می‌توان به پژوهشی که در سال ۲۰۱۷ با هدف ارزیابی سطح ایمنی خودروهای موجود در ناوگان خودروهای سواری کشور ایران انجام شده، اشاره کرد. در این مطالعه از داده‌های مربوط به تصادفات رانندگی در ایران از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ استفاده شده است. به‌منظور بررسی سطح ایمنی انواع خودروهای موجود در ناوگان در پژوهش فوق، خودرو پراید

1. Low and Middle-Income Countries

به‌عنوان خودرو مرجع در ناوگان خودروهای سواری کشور درنظر گرفته شده و احتمال میزان آسیب‌دیدگی یا فوت راننده حین تصادف برای خودروهای مختلف نسبت به پراید اندازه‌گیری می‌شود. درنتیجه برای سنجش سطح ایمنی خودروها، سه شاخص اصلی هنگام رخداد یک تصادف مورد توجه قرار گرفته است. این سه شاخص به شرح زیر است [۳].

- شاخص میزان خطرآفرینی خودرو برای سرنشینان خود (Crash worthiness index): این شاخص احتمال فوت یا مصدومیت راننده یک خودرو را حین تصادف ارزیابی می‌کند.
- شاخص میزان خطرآفرینی خودرو برای سرنشینان خودرو مقابل (Crash aggressivity index): این شاخص احتمال فوت یا مصدومیت راننده خودرو مقابل را حین تصادف مورد بررسی قرار می‌دهد.
- شاخص ترکیبی خطرآفرینی خودرو (Total secondary safety index): این شاخص به‌صورت ترکیبی عمل کرده و احتمال فوت یا مصدومیت راننده هر دو خودرو را حین تصادف ارزیابی می‌کند.

نتایج پژوهش فوق درخصوص سطح ایمنی خودروهای تولید داخل و همچنین خودروهای تولیدی خودروسازان خارجی که در ناوگان خودروهای سواری کشور حضور دارند، در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به این نتایج می‌توان مشاهده کرد که در هر سه شاخص خودروهای خارجی و عمدتاً متعلق به کشورهای شرق آسیا بهترین عملکرد ایمنی را داشته و همچنین خودروهای تولید داخل به نسبت خودروهای خارجی از ایمنی کمتری برای سرنشینان خود برخوردارند.

جدول ۱. شاخص‌های سنجش میزان ایمنی خودروهای مختلف در ناوگان خودروهای سواری ایران

شاخص میزان خطرآفرینی خودرو برای سرنشینان خود		شاخص میزان خطرآفرینی خودرو برای سرنشینان خودرو مقابل		شاخص ترکیبی خطرآفرینی خودرو	
مدل خودرو (پراید به‌عنوان خودرو مرجع)	احتمال آسیب‌دیدگی	مدل خودرو (پراید به‌عنوان خودرو مرجع)	احتمال آسیب‌دیدگی	مدل خودرو (پراید به‌عنوان خودرو مرجع)	احتمال آسیب‌دیدگی
کیا موتورز	۰,۱۱۷	کیا موتورز	۰,۶۲۰	کیا موتورز	۰,۱۱۸
سوزوکی	۰,۱۹۸	ام‌وی‌ام	۰,۶۹۱	سوزوکی	۰,۳۶۸
هیوندا	۰,۲۰۵	مزدا	۰,۷۴۲	هیوندا	۰,۴۳۸
مزدا	۰,۲۵۷	دوو	۰,۷۷۶	مزدا	۰,۴۵۷
بی‌ام‌دبلیو	۰,۲۸۰	سوزوکی	۰,۷۸۵	نیسان	۰,۴۹۳
نیسان	۰,۲۸۳	ریو	۰,۸۱۸	سیتروئن	۰,۵۷۸
سیتروئن	۰,۳۴۱	هیوندا	۰,۸۴۵	رنو	۰,۶۵۱
مرسدس بنز	۰,۳۴۲	سیتروئن	۰,۹۱۸	تویوتا	۰,۶۷۲
تویوتا	۰,۳۵۱	پژو ۲۰۶	۰,۹۲۰	سمند	۰,۷۱۰
سمند	۰,۳۹۹	بی‌ام‌دبلیو	۰,۹۲۶	پژو ۲۰۶	۰,۷۲۰
ریو	۰,۴۳۹	مرسدس بنز	۰,۹۷۹	ام‌وی‌ام	۰,۷۲۴
پژو ۴۰۵	۰,۵۱۱	پراید	۱,۰۰۰	دوو	۰,۷۶۴
پژو ۲۰۶	۰,۵۱۸	رنو	۱,۰۰۱	ریو	۰,۷۸۳
دوو	۰,۵۷۸	تویوتا	۱,۰۵۸	پژو ۴۰۵	۰,۸۳۷
رنو	۰,۷۳۲	پیکان	۱,۰۶۴	بی‌ام‌دبلیو	۰,۸۸۱
ام‌وی‌ام	۰,۷۷۰	پژو ۴۰۵	۱,۰۷۱	مرسدس بنز	۰,۸۹۱
پیکان	۰,۸۴۱	سمند	۱,۱۰۳	پیکان	۰,۹۵۳
پراید	۱,۰۰۰	سپند	۱,۳۷۲	پراید	۱,۰۰۰
سپند	۱,۲۱۶	نیسان	۱,۴۰۳	سپند	۱,۶۷۱

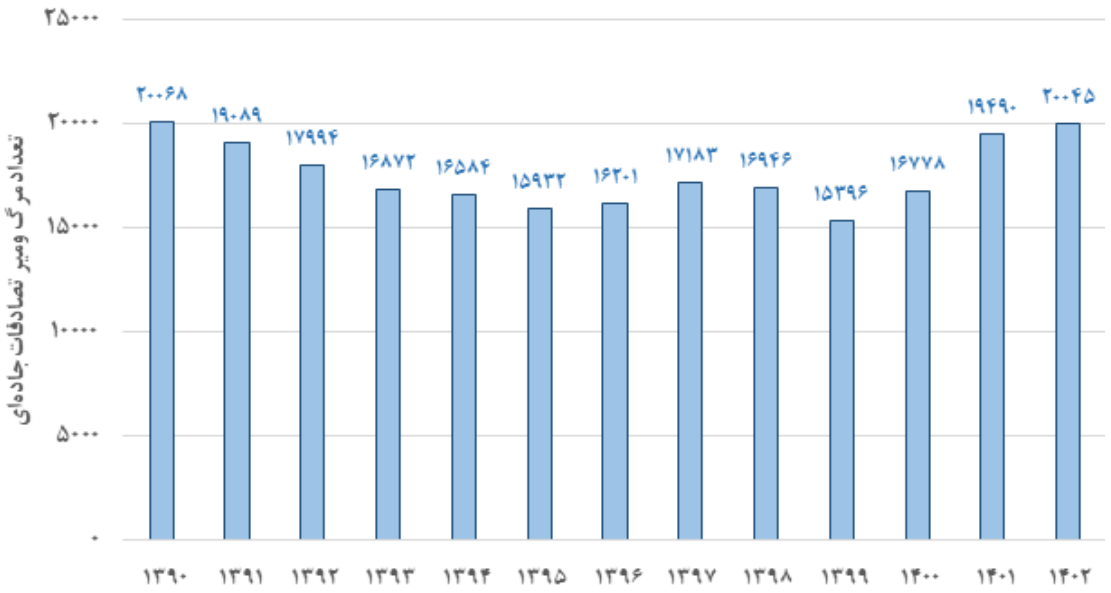
Source: Tavakoli Kashani and Arefkhani (2017). "Indexing crash worthiness, crash aggressivity and total secondary safety for major car brands: A case study of Iran".

با توجه به موارد بیان شده، در این مطالعه یک تحلیل هزینه-فایده برای ارتقای سطح ایمنی خودروهای تولید داخل ارائه شده است که بر مبنای آن می‌توان درباره اقدام‌های آتی به‌منظور بهبود سطح ایمنی خودروهای کشور تصمیم گرفت. به همین منظور این گزارش در شش بخش کلی تدوین شده است. پس از بیان مقدمه در بخش اول، در بخش دوم به شرح وضعیت مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای در جهان و ایران پرداخته شد. در بخش سوم گزارش، مطالعات مربوط به ارزیابی اقتصادی و بررسی هزینه‌های تصادفات جاده‌ای در کشورهای مختلف از جمله ایران تشریح شد. بخش چهارم به مقایسه سطح ایمنی خودروهای ساخت داخل با سایر خودروهای تولید شده در جهان پرداخت. تحلیل هزینه-فایده ارتقای ایمنی خودروهای ساخت داخل در بخش پنجم شرح داده شده و درنهایت جمع‌بندی گزارش و توصیه‌های سیاستی ارائه می‌شود.

۲. وضعیت مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای در جهان و ایران

تصادفات رانندگی هرساله زندگی میلیون‌ها انسان را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده و با مشکلات جبران‌ناپذیر روبه‌رو می‌کند. براساس آمارهای اعلام شده ازسوی سازمان بهداشت جهانی، سالیانه بیش از ۱٫۳۵ میلیون نفر در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند و تعداد مجروحان سالیانه تصادفات نیز بین ۲۰ تا ۵۰ میلیون نفر در سال گزارش شده است [۲]. ازسوی‌دیگر همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده، در سال ۱۴۰۲ طی تصادفات رانندگی در کشور، ۲۰۰۴۵ نفر جان خود را از دست داده‌اند که این رقم نسبت به سال ۱۴۰۱ با ۱۹۴۹۰ جان‌باخته، ۳ درصد افزایش داشته است. آمار مصدومان تصادفات جاده‌ای نیز در سال ۱۴۰۲ با افزایش ۱۶٫۴ درصدی همراه بوده و به بیش از ۳۶۹ هزار نفر افزایش یافته است [۴].

شکل ۱. نمودار آمار جان‌باختگان تصادفات جاده‌ای در کشور از سال ۱۳۹۰ تاکنون



مأخذ: داده‌های منتشرشده وزارت راه و شهرسازی.

با توجه به شکل ۱ می‌توان دریافت که تعداد جان‌باختگان تصادفات جاده‌ای کشور تا سال ۱۳۹۵ روند نزولی داشته اما پس از این سال، مجدداً روند افزایشی داشته است. هرچند در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ به‌دلیل شیوع بیماری کرونا، به‌طور کلی تعداد سفرها با کاهش روبه‌رو شده و به‌تبع آن آمار مرگ‌ومیر تصادفات نیز کاهش یافته است. به‌منظور بررسی دقیق‌تر وضعیت مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای در کشور و همچنین سایر کشورهای جهان، می‌بایست آمار مرگ‌ومیر تصادفات در هر کشور، براساس تعداد خودرو موجود، پیمایش خودروها و جمعیت آن کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. در جدول زیر آمار مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای ایران و جهان در سال ۲۰۱۸ براساس معیارهای فوق آورده شده است [۵]،[۶]،[۷].

جدول ۲. آمار مرگ‌ومیر تصادفات جاده‌ای در ایران و جهان

نام کشور	تلفات جاده‌ای به‌ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت	تلفات جاده‌ای به‌ازای هر میلیارد کیلومتر پیمایش وسایل نقلیه موتوری	تلفات جاده‌ای به‌ازای هر ۱۰ هزار وسیله نقلیه موتوری موجود
آمریکا	۱۱,۲	۷	۱,۲
اتریش	۴,۶	۴,۹	۰,۶
استرالیا	۴,۵	۴,۳	۰,۶
اسلوونی	۴,۴	۴,۲	۰,۶
ایران	۲۱,۷	–	۸,۲
ایرلند	۲,۹	۲,۹	۰,۵
ایسلند	۵,۲	۴,۵	۰,۵
بریتانیا	۲,۸	۳,۳	۰,۵
ترکیه	۸,۴	–	۳,۷
جمهوری چک	۶,۲	۱۱,۷	۰,۹
چین	۱۷,۶	–	۷,۸
روسیه	۱۲,۹	–	۳,۳
ژاپن	۳,۳	۵,۶	۰,۵
سوئد	۳,۲	۳,۸	۰,۵
سوئیس	۲,۷	۳,۴	۰,۴
فرانسه	۵	۵,۴	۰,۷
فنلاند	۴,۳	۴,۷	۰,۵
کانادا	۵,۲	۴,۹	۰,۸
کره جنوبی	۷,۳	۱۱,۶	۱,۴
مالزی	۲۲,۷	–	۴,۱
نروژ	۲	۲,۳	۰,۳
نیوزیلند	۷,۷	۷,۷	۰,۹
هلند	۳,۹	۴,۹	۰,۶
هند	۱۵,۵	–	۴۶,۴
جهان	۱۶,۷	–	۸,۰

Source: Road Safety Annual Report (2020).

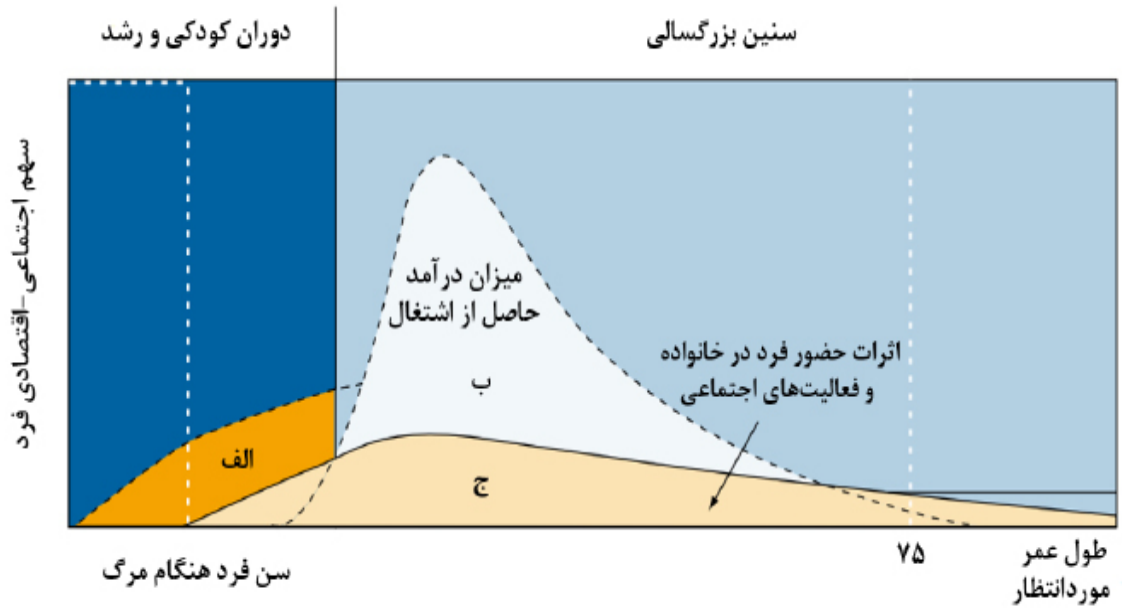
با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که در مقایسه با سایر کشورهای جهان مخصوصاً کشـــورهای توسعه‌یافته، آمار مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای در ایران قابل‌توجه بوده و کشور نیازمند سیاستگذاری مناسب در این حوزه است. این موضوع دلایل مختلفی دارد از جمله کیفیت راه، ایمنی وسیله نقلیه و سیاست‌های اعمالی در کنترل تخلفات رانندگی در این امر مؤثر هستند. یکی از راهکارهای مناسب برای بهبود وضع موجود افزایش ایمنی ناوگان خودرو کشور به‌خصوص خودروهای تولید داخل است که این پژوهش به ارزیابی اجتماعی-اقتصادی این موضوع پرداخته است.

۳. ارزیابی اقتصادی و بررسی هزینه‌های تصادفات جاده‌ای در جهان و ایران

روش‌های مختلفی برای محاسبه هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای وجود دارد و اغلب این روش‌ها در کشورهای مختلف متفاوت است که به تخمین‌های متفاوتی منجر می‌شود. علاوه بر این موضوع، گزارش‌دهی ناقص تصادف‌های جاده‌ای در کشورهای مختلف، در سیستم‌های ملی ثبت داده‌های مربوط به این حوزه در این کشورها نیز تناقض‌ها و نارسایی‌هایی وجود دارد که همراه با فقدان یک روش ارزیابی جهانی پذیرفته‌شده در برآورد هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی می‌تواند به سوگیری یا تخمین‌های نادرست در این حوزه منجر شود. بنابراین، تجزیه و تحلیل کامل روش‌های گوناگون و کاربردهای آنها در کشورها و زمینه‌های مختلف برای افزایش دانش موردنیاز درخصوص چگونگی برآورد مؤثر و دقیق هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات و تلفات جاده‌ای حائز اهمیت است.

تصادفات جاده‌ای علاوه بر هزینه‌های اجتماعی جبران‌ناپذیر که با عدد و رقم قابل بیان نیست، هزینه‌های مالی و اقتصادی چشمگیری را به جامعه تحمیل می‌کند که به کاهش بهره‌وری، افزایش هزینه‌های پزشکی و از بین رفتن سایر منابع می‌شود. هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای عموماً به ارزش اقتصادی ناشی از خسارات جانی، مادی، درد و رنج ناشی از تصادفات وسایل نقلیه اشاره دارد. این هزینه‌ها شامل مواردی نظیر خروجی از دست رفته ناشی از فوت افراد، هزینه‌های پزشکی، خسارت مالی، هزینه‌های اداری، بیمه و هزینه‌هایی ازاین‌قبیل می‌شود. مبنای اصلی محاسبه هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی از دست دادن فردی در جامعه به دلایل مختلف نظیر تصادفات جاده‌ای، زیان‌های ناشی از عدم کار و تولید اقتصادی فرد در جامعه و عدم حضور او در خانواده است که محاسبه آن به‌طور مستقیم به سنی که در آن مرگ زودهنگام رخ می‌دهد، بستگی دارد [۸]. در شکل ۲ سهم آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی یک فرد در صورت عدم حضور او در جامعه نشان داده شده است.

شکل ۲. نمودار سهم آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی عدم حضور یک فرد در جامعه



Source: Cost of Road Crashes in Australia (2006).

با توجه به شکل ۲ می‌توان در صورت فوت فرد در سنین مختلف، میزان آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی ناشی از دست دادن فرد که به جامعه تحمیل می‌شود را تخمین زد. با بررسی‌های بیشتر می‌توان اشاره کرد که میزان آسیب اجتماعی-اقتصادی در صورت فوت یک کودک، معادل ناحیه **الف** در نمودار فوق تخمین زده می‌شود. درصورتی که انسان فوت‌شده در سن کار باشد، سهم آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی ناشی از عدم اشتغال و تولید اقتصادی فرد معادل ناحیه **ب** بوده و ناحیه **ج** زیان ناشی از عدم حضور فرد در جامعه و خانواده و فعالیت‌های داوطلبانه و غیراقتصادی است.

مشکل عمده محاسبه هزینه تصادفات جاده‌ای، محاسبه هزینه‌های غیرمستقیم ناشی از تصادفات است. این هزینه‌ها شامل از دست رفتن جان انسان‌ها یا از دست رفتن توانایی کار آنها، تولید اقتصادی فرد در جامعه و همچنین هزینه آسیب‌های روانی و آثار اقتصادی مربوط به تبعات فرهنگی و اجتماعی عدم حضور فرد در جامعه و خانواده است [۹]. در شکل ۳ بخش‌های مختلف جامعه که بر اثر وقوع تصادفات جاده‌ای و سوانح ترافیکی متحمل هزینه می‌شوند، نشان داده شده است.

شکل ۳. بخش‌های مختلف جامعه متأثر از تصادفات جاده‌ای

مأخذ: فلاحی و گلچین (۱۳۹۷). «بررسی هزینه‌های اقتصادی تصادفات جاده‌ای (برون‌شهری) ایران در سال ۱۳۹۵».

به‌منظور محاسبه هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو مورد از مهم‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها، روش سرمایه انسانی (HC)[1] و روش تمایل به پرداخت (WTP)[2] است. در ادامه به معرفی این دو روش پرداخته شده است [۱۰]:

- **روش سرمایه انسانی:** مؤلفه اصلی این رویکرد، ارزش فعلی تنزیل شـــده تولید آتی فردی است که به‌دلیل تصادف جان خود را از دست می‌دهد. این رویکرد معایب آشکاری دارد زیرا تنها بر تأثیر اقتصادی ناشی از فوت افراد تمرکز می‌کند و ارزش و لذت زندگی ازدست‌رفته را در نظر نمی‌گیرد. این مورد سبب شده که ارزش واقعی پیش‌گیری از تصادفات جاده‌ای به‌شدت دست‌کم گرفته شود و به‌تبع آن، هزینه برآورد شده به روش سرمایه انسانی بسیار کمتر از مقادیر حاصل از روش تمایل به پرداخت می‌شود.
- **روش تمایل به پرداخت:** این رویکرد شامل ارزیابی ریسک وقوع حادثه تصادف رانندگی و حداکثر تمایل افراد به پرداخت منابع در ازای کاهش این ریسک به سطح قابل قبول است. بااین‌حال، با وجود مشکلات مربوط به برآورد دقیق تمایل فرد به پرداخت، به‌طور کلی این روش به‌عنوان معتبرترین روش برای ارزیابی ارزش پیش‌گیری از خطر تصادفات جاده‌ای پذیرفته شده است.

1. Human Capital
2. Willingness to Pay

روش‌های سرمایه انسانی و تمایل به پرداخت رایج‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها برای تخمین هزینه تصادفات جاده‌ای هستند. به‌طور خلاصه روش سرمایه انسانی هزینه تصادفات ترافیکی جاده را برحسب درآمدهای ازدست‌رفته ناشی از تلفات جاده‌ای تخمین می‌زند، درحالی‌که روش تمایل به پرداخت هزینه را به‌عنوان مبلغی که افراد مایل به پرداخت آن برای کاهش خطر تجربه تصادف جاده‌ای هستند، برآورد می‌کند. تفاوت بین این دو روش به اهداف یا اولویت‌های اعضای جامعه و همچنین در دسترس بودن داده‌ها برای محاسبه هزینه تصادفات بستگی دارد. اگر دغدغه اصلی یک پژوهش به حداکثر رساندن بازده ناشی از کاهش هزینه‌ها در سطح کلان کشور باشد، روش سرمایه انسانی مناسب‌تر بوده، زیرا مبنای این روش محاسبه اقتصادی هزینه‌های تحمیل شده به فرد و سیستم اقتصادی کشور و همچنین درآمدهای ازدست‌رفته ناشی از عدم حضور آن فرد در جامعه به‌علت تصادفات جاده‌ای است، درحالی‌که روش تمایل به پرداخت زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که هدف سیاستگذار بهبود رفاه اجتماعی از طریق بهبود سطح ایمنی باشد؛ زیرا در این روش در کنار معیارهای اقتصادی، آثار نامطلوب عوامل مختلف روانی و اجتماعی ناشی از تصادفات جاده‌ای نیز از دیدگاه افراد جامعه درنظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، در دسترس بودن داده‌ها برای روش تمایل به پرداخت یک محدودیت جدی برای استفاده از این روش در کشورهای در حال توسعه است که روش سرمایه انسانی را به انتخاب جذاب‌تری تبدیل می‌کند [۱۱].

یکی از شاخص‌های ارزیابی و مقایسه میزان خسارات ناشـــی از تصادفات جاده‌ای، بیان میزان هزینه‌های تصادفات برمبنای تولید ناخالص داخلی[1] یا تولید ناخالص ملی[2] کشورها است. انتخاب این شاخص موجب می‌شود که امکان مقایسه هزینه تصادفات جاده‌ای در کشورهای مختلف در مقیاس بین‌المللی میسر شود. بررسی‌ها نشـــان می‌دهد که هزینه تصادفات جاده‌ای در کشورهای با درآمد بالا[4] حدود ۰٫۵ تا ۶ درصد از تولید ناخالص داخلی و در کشورهای با درآمد پایین و متوسط[3] حدود ۱٫۱ تا ۲٫۹ درصد از تولید ناخالص داخلی متغیر است [۱۲]. این موضوع نشان می‌دهد که این هزینه‌ها بسیار قابل توجه بوده و باید به‌خوبی تجزیه و تحلیل شود، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که به‌طور فزاینده‌ای این هزینه‌ها را با توجه به نسبت بالای تلفات جاده‌ای در این کشورها متحمل می‌شوند. همچنین گفتنی است به‌علت محدودیت دسترسی به داده‌ها در کشورهای با درآمد پایین و متوسط، غالباً مطالعات انجام شده در این کشورها با استفاده از روش سرمایه انسانی انجام شده است. ازسوی‌دیگر در مطالعات مربوط به کشورهای با درآمد بالا از هر دو روش بهره گرفته شده است. با توجه به تفاوت مفهومی این دو روش، معمولاً نتایج حاصله با استفاده از روش تمایل به پرداخت مقدار بیشتری را برای تخمین هزینه تصادفات جاده‌ای نسبت به روش سرمایه انسانی نشان می‌دهد. درنتیجه سهم هزینه تصادفات جاده‌ای از تولید ناخالص داخلی در کشورهای با درآمد بالا دارای بازه گسترده‌تری نسبت به کشورهای با درآمد پایین و متوسط است.

با بررسی مطالعات انجام شده در این حوزه می‌توان دریافت که در دهه‌های اخیر، تمرکز فزاینده‌ای بر ارزیابی هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تلفات و جراحات تصادفات جاده‌ای در کشورهای مختلف، عمدتاً کشـــورهای با درآمد بالا و متوسط، صورت گرفته است. این بررسی نشان می‌دهد که روش تمایل به پرداخت بیشتر در کشورهای با درآمد بالا استفاده شده، درحالی‌که رویکرد سرمایه انسانی عمدتاً در کشورهای با درآمد پایین و متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جدول ۳ تعدادی از مطالعات انجام شده با روش‌های متفاوت به‌منظور محاسبه هزینه اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای در کشورهای مختلف جهان و نتایج آنها قابل مشاهده است.

جدول ۳. مطالعات انجام‌شده به‌منظور محاسبه هزینه تصادفات جاده‌ای در کشورهای مختلف جهان

ردیف	نام کشور	سال مطالعه	روش	هزینه تصادفات (میلیارد دلار)	سهم از GDP (درصد)
۱	آرژانتین	۲۰۱۰	HC	۵,۲۰۰	۱٫۲
۲	آلمان	۲۰۰۵	WTP	۴۳,۰۲۹	۱٫۴
۳	آلمان	۲۰۱۵	HC	۳۷,۴۲۴	۱٫۱
۴	آمریکا	۲۰۰۰	HC	۲۳۰,۶۰۰	۲٫۳
۵	آمریکا	۲۰۱۰	WTP	۹۰۴,۷۹۰	۶٫۰

1. Gross Domestic Product (GDP)
2. Gross National Product (GNP)
3. High Income Countries
4. Low and Middle Income Countries

ردیف	نام کشور	سال مطالعه	روش	هزینه تصادفات (میلیارد دلار)	سهم از GDP (درصد)
۶	اتریش	۲۰۱۱	WTP	۱۳,۰۷۶	۳٫۴
۷	اسپانیا	۲۰۱۵	WTP	۱۰,۰۵۲	۱٫۰
۸	استرالیا	۲۰۰۶	HC	۱۷,۸۵۰	۱٫۷
۹	استرالیا	۲۰۱۶	WTP	۳۳,۱۶۰	۲٫۰
۱۰	اندونزی	۲۰۰۳	HC	۶,۰۳۲	۲٫۰
۱۱	ایتالیا	۲۰۱۵	HC	۱۹,۰۱۶	۱٫۰۴
۱۲	ایران	۲۰۰۹	HC	۷,۲۰۰	۲٫۱۹
۱۳	ایران	۲۰۱۳	WTP	۳۹,۰۴۸	۷٫۹
۱۴	ایسلند	۲۰۱۳	WTP	۰,۳۵۰	۲٫۰
۱۵	برزیل	۱۹۹۷	HC	۱۵,۶۸۱	۲٫۰
۱۶	بلژیک	۲۰۰۲	WTP	۸,۴۰۵	۲٫۶
۱۷	بریتانیا	۱۹۹۸	WTP	۲۸,۸۵۶	۲٫۱
۱۸	بریتانیا	۲۰۱۵	WTP	۵۲,۴۸۴	۱٫۸۲
۱۹	بنگلادش	۲۰۰۰	HC	۰,۷۴۵	۱٫۶
۲۰	بنگلادش	۲۰۰۶	HC	۱,۳۲۲	۲٫۰
۲۱	بوسنی و هرزگوین	۲۰۱۰	HC	۰,۱۱۸	۲٫۰۷
۲۲	پاکستان	۲۰۰۹	HC	۰,۵۹۶	۱٫۴
۲۳	تایلند	۲۰۰۳	HC	۳,۰۰۰	۲٫۱
۲۴	جمهوری چک	۲۰۱۵	HC	۲,۷۱۷	۱٫۶
۲۵	چین	۱۹۹۹	HC	۱۲,۵۰۰	۰٫۷۵
۲۶	دانمارک	۱۹۹۲	HC	۲,۰۲۸	۱٫۱
۲۷	سنگاپور	۲۰۰۳	HC	۰,۴۵۷	۰٫۵
۲۸	سودان	۲۰۱۱	HC	۰,۴۱۳	۰٫۶۲
۲۹	سوئد	۲۰۱۱	WTP	۶,۷۳۹	۱٫۳
۳۰	سوئیس	۲۰۰۳	WTP	۱۰,۷۳۴	۳٫۲
۳۱	سوئیس	۲۰۱۳	WTP	۹,۸۸۰	۱٫۴۴
۳۲	شیلی	۲۰۱۵	WTP	۴,۹۰۰	۲٫۵
۳۳	فیلیپین	۲۰۰۲	HC	۸,۹۶۷	۲٫۶
۳۴	کامبوج	۲۰۱۳	HC	۰,۳۳۷	۲٫۳
۳۵	کانادا	۲۰۱۳	WTP	۲۷,۸۲۸	۱٫۹
۳۶	کره جنوبی	۱۹۹۶	HC	۱۲,۵۶۱	۲٫۶
۳۷	کنیا	۱۹۸۸	HC	۰,۰۳۷	۳٫۶

ردیف	نام کشور	سال مطالعه	روش	هزینه تصادفات (میلیارد دلار)	سهم از GDP (درصد)
۳۸	لهستان	۲۰۱۵	HC	۸,۵۱۴	۲٫۰
۳۹	لیتوانی	۲۰۱۵	HC	۰,۳۷۶	۱٫۰
۴۰	مالزی	۲۰۰۳	WTP	۲,۴۰۰	۲٫۴
۴۱	مصر	۲۰۱۴	HC	۱,۹۵۱	۱٫۰
۴۲	مصر	۲۰۱۴	WTP	۶,۶۰۰	۲٫۲۷
۴۳	مکزیک	۲۰۱۵	WTP	۱۸,۷۰۰	۱٫۶۴
۴۴	نپال	۱۹۹۶	HC	۰,۰۲۴	۰٫۵
۴۵	نروژ	۲۰۱۲	WTP	۲,۵۴۵	۰٫۵
۴۶	نیوزیلند	۲۰۱۵	WTP	۳,۰۴۵	۱٫۷۱
۴۷	ویتنام	۲۰۰۳	HC	۰,۸۸۵	۲٫۵
۴۸	هند	۲۰۱۲	HC	۵۵,۵۲۳	۲٫۸

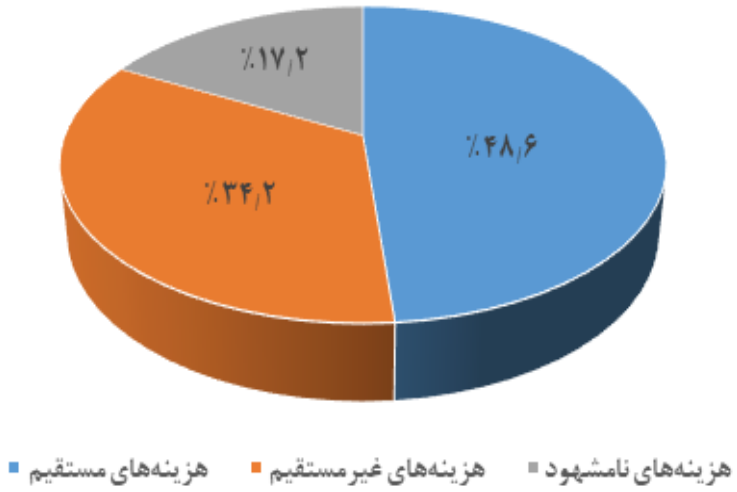
Source: Bougna etal. (2021). "Quantitative Analysis of the Social Costs of Road Traffic Crashes Literature".

همچنین در راستای بررسی هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای در ایران، مطالعات مختلفی انجام شده است که در جدول ۳ به دو مطالعه در این زمینه اشاره شده است. مطالعات در این حوزه برای کشور ایران شامل محاسبات هزینه به روش‌های مختلف و در سطوح متفاوت است. برخی مطالعات هزینه‌های تصادفات را در سطح ملی بررسی کرده و نتایج خود را به‌صورت هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی سالیانه تصادفات جاده‌ای و یا درصدی از تولید ناخالص داخلی کشور در سال مذکور منتشر کرده‌اند. برخی دیگر از مطالعات انجام شده هزینه‌های تصادفات جاده‌ای درون‌شهری یا برون‌شهری را برای منطقه‌ای از کشور یا کلان‌شهرها نظیر تهران محاسبه کردند. طبیعتاً به‌دلیل استفاده از روش‌های متفاوت در محاسبه هزینه تصادفات و همچنین در نظر گرفتن فاکتورهای گوناگون در هزینه اجتماعی-اقتصادی یک تصادف برای جامعه، اعداد محاسبه شده در مطالعات مختلف متفاوت است و از منظره‌ای گوناگون می‌توان این تفاوت‌ها را تحلیل کرد. در ادامه به شرح برخی از مطالعات انجام شده در سطح کشور و بیان نتایج این مطالعات پرداخته می‌شود.

در پژوهشی که در سال ۲۰۱۴ به بررسی هزینه‌های تصادفات رانندگی در ایران پرداخته، هزینه‌ها را به سه دسته هزینه‌های مستقیم، غیرمستقیم و هزینه‌های نامشهود تقسیم کرده است. هزینه‌های مستقیم شامل هزینه‌های پیش از رسیدن مصدوم به بیمارستان، هزینه‌های درمان در بیمارستان، هزینه‌های پس از بهبود و مرخص شدن از بیمارستان نظیر فیزیوتراپی و توان‌بخشی و هزینه‌های تشییع جنازه در صورت فوت و خسارات مالی بوده است. هزینه‌های غیرمستقیم به‌عنوان تولید و بهره‌وری ازدست‌رفته برای فرد آسیب‌دیده یا فوت شده در تصادف و هزینه‌های نامشهود شامل هزینه‌هایی نظیر آسیب‌های روحی و روانی، درد و سایر هزینه‌ها در نظر گرفته شده است.

داده‌های مربوط به تعداد کشته‌ها و مجروحان تصادفات رانندگی در ایران به‌منظور بررسی در این پژوهش، بین تاریخ ۲۰ مارس سال ۲۰۰۹ تا همین زمان در سال ۲۰۱۰ از دو پایگاه ملی مرکز مدیریت بلایا و فوریت‌های پزشکی و سازمان پزشکی قانونی ایران دریافت شده است. در دوره مورد مطالعه درمجموع ۹۲۲,۸۰۶ آسیب ناشی از حوادث جاده‌ای و ۹۷۴,۲۲ مرگ ناشی از تصادفات مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق همه هزینه‌ها به نرخ ریال ایران محاسبه شده که در زمان مطالعه، نرخ تبدیل دلار آمریکا حدود ۱۰۰۰۰ ریال بوده است. هزینه کل تصادفات جاده‌ای محاسبه شده حدود ۴۶۵,۷۲ میلیارد ریال (۷٫۲ میلیارد دلار آمریکا) است که ۲٫۱۹ درصد تولید ناخالص داخلی ایران را در سال مورد مطالعه تشکیل می‌دهد. هزینه‌های مستقیم ۵۱۶,۳ میلیارد ریال (حدود ۴۸٫۶ درصد کل هزینه‌ها)، ۷۸۵,۲۴ میلیارد ریال (حدود ۳۴٫۲ درصد کل هزینه‌ها) هزینه‌های غیرمستقیم و ۵۱۳,۱۲ میلیارد ریال (حدود ۱۷٫۲ درصد از کل هزینه‌ها) هزینه‌های نامشهود بوده است [۱۳]. در شکل ۴ سهم انواع هزینه‌های مختلف تصادفات در مطالعه فوق نشان داده شده است.

شکل ۴. نمودار سهم انواع هزینه‌ها در تصادفات جاده‌ای ایران



Source: Rezaei etal. (2014). "Extent, consequences and economic burden of road traffic crashes in Iran".

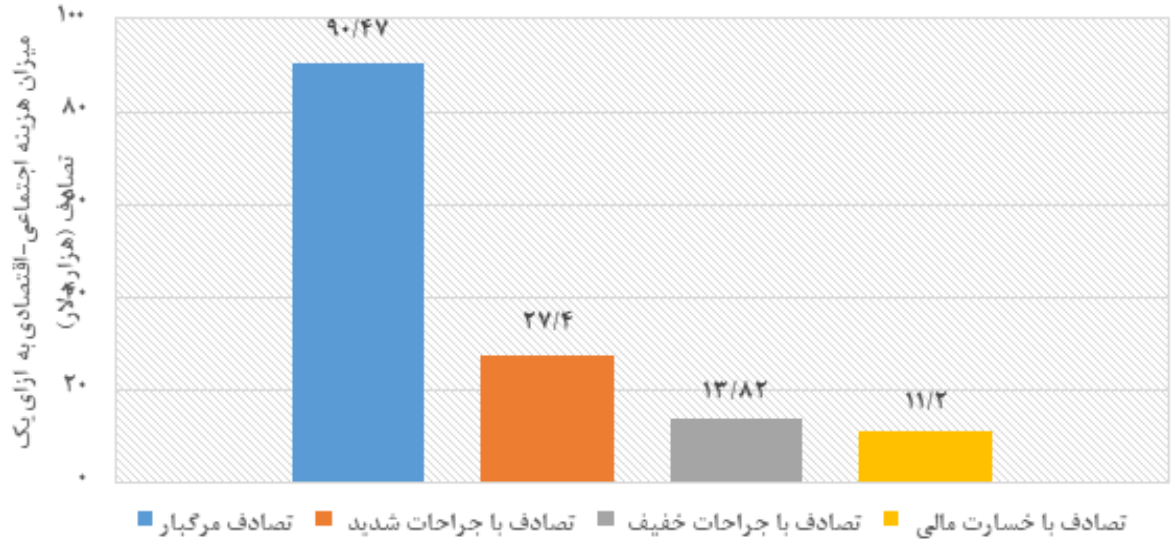
در سال ۲۰۱۵ پژوهش دیگری در این حوزه منتشر شد که هدف اصلی آن نیز برآورد هزینه تصادفات جاده‌ای در ایران در سال ۲۰۰۹ با استفاده از روش سرمایه انسانی بود. این مطالعه هزینه تصادفات را در ایران با توجه به وضعیت‌های مختلف تصادف شامل تصادف مرگبار، تصادف منجر به صدمات جدی، تصادف با جراحات خفیف و تصادف با خسارت صرفاً مالی برآورد کرد. این مطالعه نشان داد که برآورد هزینه تصادفات جاده‌ای در ایران در سال ۲۰۰۹ تقریباً ۱۱۴,۴۵۵ میلیارد ریال (حدود ۱۱٫۴۵۸ میلیارد دلار آمریکا) بوده است.

این پژوهش مبنای اعلام نتیجه خود را تولید ناخالص ملی قرار داده که طبق اعلام بانک مرکزی ایران تولید ناخالص ملی ایران در سال ۲۰۰۹، حدود ۸۱۰٫۳ میلیارد دلار بوده است. درنتیجه تصادفات جاده‌ای در ایران بیش از ۱٫۴۱ درصد از تولید ناخالص ملی این کشور در سال ۲۰۰۹ هزینه داشته است که هزینه‌های خسارت مالی ناشی از تصادفات ترافیکی حدود ۰٫۵۲ درصد از تولید ناخالص ملی ایران را تشکیل داده و تولید ازدست‌رفته ۰٫۴ درصد است [۱۱]. ازسوی‌دیگر، برخی منابع بین‌المللی نظیر بانک‌جهانی[1] تولید ناخالص ملی ایران را در این سال ۴۰۵٫۲۹ میلیارد دلار و همچنین تولید ناخالص داخلی را ۴۱۶٫۴ میلیارد دلار اعلام کرده‌اند که با توجه به این آمار، هزینه اجتماعی-اقتصادی محاسبه شده در پژوهش فوق برای تصادفات جاده‌ای، حدود ۲٫۸۳ درصد از تولید ناخالص ملی و ۲٫۷۵ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور را در این سال شامل می‌شود [۱۴],[۱۵].

همچنین در این مطالعه هزینه‌های انواع تصادفات مختلف در ایران سال ۲۰۰۹ مطابق شکل ۵ به تفکیک برای یک تصادف جاده‌ای مرگبار ۹۰۳ میلیون ریال (۹۰٫۴۷ هزار دلار)، تصادف با جراحات و صدمات شدید ۲۷۳ میلیون ریال (۲۷٫۴ هزار دلار)، تصادف با جراحات خفیف ۱۳۸ میلیون ریال (۱۳٫۸۲ هزار دلار) و تصادف با خسارت مالی حدود ۱۱۲ میلیون ریال (۱۱٫۲ هزار دلار) برآورد شده است [۱۱].

1. World Bank

شکل ۵. نمودار هزینه‌های انواع تصادفات مختلف در ایران در سال ۲۰۰۹



Source: Ahadi and Ardakani (2015). "Estimating the Cost of Road Traffic Accidents in Iran using Human Capital Method".

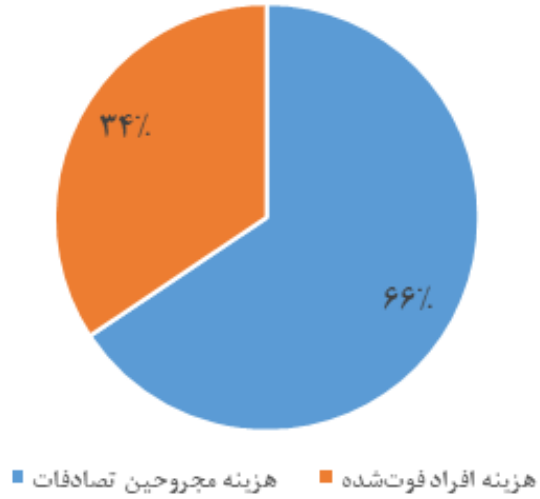
با توجه به شکل ۵ می‌توان دریافت که تصادف مرگبار با اختلاف چشـــمگیری هزینه اجتماعی-اقتصادی سنگین‌تری نسبت به سایر حالات تصادف دارد و نشـــان می‌دهد که تلاش برای افزایش ایمنی در این زمینه می‌تواند اثرگذاری قابل توجهی برای جامعه داشته باشد.

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۱۴ منتشر شده از روش تمایل به پرداخت برای برآورد هزینه سالیانه ناشی از تصادفات رانندگی سال ۲۰۱۳ در ایران استفاده شده است. این روش معمولاً برای محاسبه هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات در کشورهای توسعه‌یافته و با درآمد بالا استفاده می‌شود و به‌دلیل در دسترس نبودن اطلاعات مورد نیاز، کمتر در کشورهای با درآمد کم و متوسط مورد توجه قرار می‌گیرد. این پژوهش اولین برآورد مبتنی‌بر روش تمایل به پرداخت از هزینه تصادفات جاده‌ای در یک کشور با درآمد کم یا متوسط است. داده‌های این پژوهش برای چهار دسته از کاربران جاده شامل سرنشینان وسیله‌نقلیه، عابران پیاده، رانندگان وسایل‌نقلیه و موتورسواران جمع‌آوری شده است.

در این مطالعه کمیت ارزش زندگی برای افراد فوت‌شـــده در تصادفات رانندگی سال ۲۰۱۳ براســـاس آمار ۲۰,۴۰۸ مرگ‌ومیر در این سال، ۴۰۲,۳۱۴ میلیارد ریال (حدود ۱۳٫۴۱ میلیارد دلار آمریکا) برآورد شد. در ادامه هزینه مجروحان و مصدومان تصادفات جاده‌ای ایران برای ۳۱۸۸۰۲ مجروح تصادفات در این سال، حدود ۲۵٫۶۴ میلیارد دلار محاسبه شده که درمجموع هزینه‌های برآورد شده برای تصادفات جاده‌ای ایران ۳۹٫۰۵ میلیارد برآورد شد. درنتیجه این پژوهش هزینه‌های سوانح رانندگی در ایران در سال ۲۰۱۳ را معادل ۶٫۶۴ درصد از درآمد ناخالص ملی کشـــور برآورد می‌کند که این عدد بســـیار بالاتر از میانگین جهانی است [۱۰]. همچنین با توجه به تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۲۰۱۳، هزینه تصادفات جاده‌ای طبق این مطالعه، حدود ۷٫۹ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور تخمین زده می‌شود [۱۵].

همان‌گونه که در شکل ۶ آمده است، به‌رغم هزینه بالای تحمیل شـــده به جامعه و اقتصاد به‌ازای هر فوتی نسبت به مجروح شدن افراد در تصادف، با توجه به تعداد بالای مصدومان تصادفات، هزینه اجتماعی-اقتصادی کل مجروحان سالیانه تصادفات حدود دو برابر هزینه برای افراد فوت شده در تصادف است.

شکل ۶.نمودار هزینه‌های مجروحان و فوتی‌های تصادفات رانندگی ایران در سال ۲۰۱۳



Source: Ainy etal (2014). "Estimating Cost of Road Traffic Injuries in Iran Using Willingness to Pay (WTP) Method".

علاوه بر پژوهش‌های انجام شده پیرامون برآورد هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات رانندگی، برخی سازمان‌های بین‌المللی نیز در این باره مطالعاتی انجام داده‌اند. با توجه به آمارهای منتشر شده در GRSF[1] هزینه افراد فوت شده و مجروحان تصادفات در سال ۲۰۱۶ ایران ۲۸٫۷۶۱ میلیارد دلار تخمین زده شده که معادل ۶٫۹ درصد از تولید ناخالص داخلی ایران در این سال است [۱۶].

۴. مقایسه سطح ایمنی خودروهای ساخت داخل با سای رخودروها در جهان

ایمنی یک خودرو می‌تواند تأثیر زیادی بر حفظ جان سرنشینان آن و همچنین کاربران جاده که خودرو ممکن است در صورت تصادف با آنها برخورد کند، داشته باشد. ارائه اطلاعات کافی در مورد ایمنی نسبی خودروهای موجود در بازار، خریداران جدید خودرو را قادر می‌سازد تا وسایل نقلیه ایمن‌تر را انتخاب کنند. ارائه اطلاعات مربوط به ایمنی خودروها همچنین به رقابت بین تولیدکنندگان آنها منجر شده است که این امر سبب بهبود سطح ایمنی خودروهای تولید شده در جهان می‌شود.

مجموعه‌های زیادی در سراسر جهان در زمینه بررسی سطح ایمنی خودروهای تولید شده فعالیت می‌کنند که تعدادی از معتبرترین آنها با عنوان برنامه‌های ارزیابی خودروهای جدید (NCAP)[2] شناخته می‌شوند. NCAPها خودروهای جدید را آزمایش می‌کنند و ارزیابی ایمنی خودروها در این مؤسسه‌ها براساس دریافت ستاره ایمنی توسط خودرو است. در این مؤسسه‌ها به میزان ایمنی خودروها از صفر تا پنج ستاره امتیازدهی می‌شود. رتبه صفر ستاره نشانگر کمترین میزان ایمنی و افزایش احتمال مجروحیت یا مرگ در صورت تصادف و رتبه پنج ستاره به‌معنای بیشترین ایمنی برای سرنشینان خودرو در صورت تصادف است. NCAPها آثار انواع تصادفات را بر افراد داخل خودرو، عابران پیاده در صورت برخورد با خودرو و همچنین فناوری‌های استفاده شده به‌منظور افزایش ایمنی را در خودرو ارزیابی می‌کنند [۱۷].

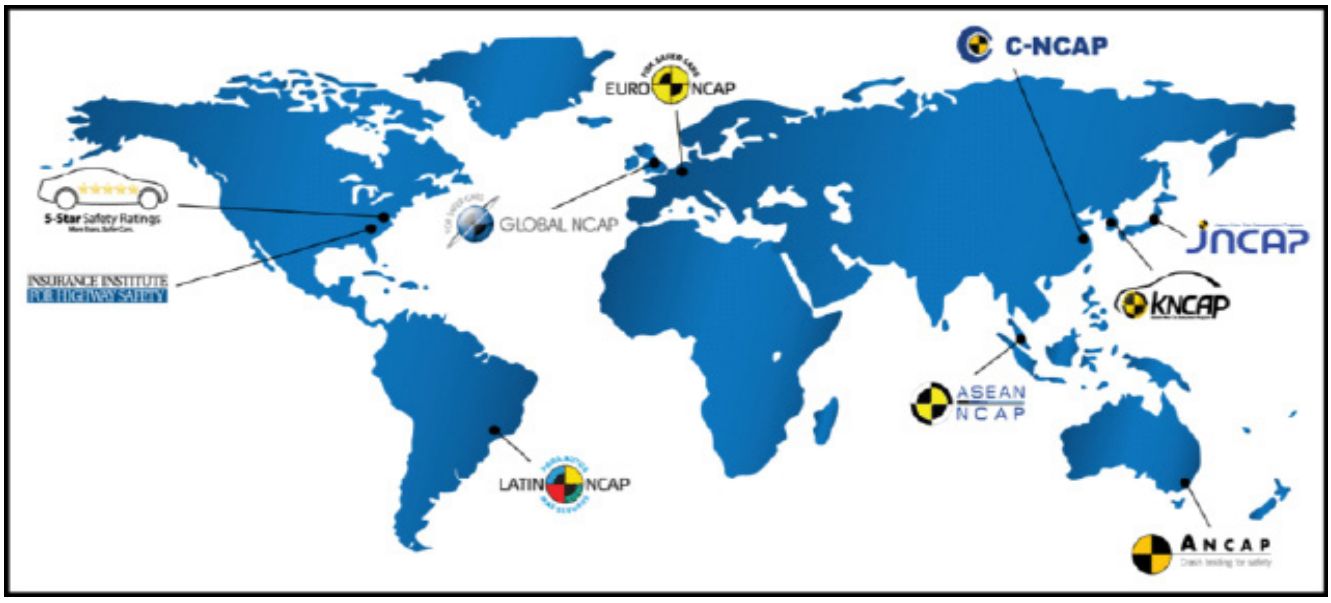
همچنین در آمریکا دو سازمان مختلف ارزیابی و تست ایمنی خودروها را انجام می‌دهند. مجموعه اول سازمان ملی ایمنی ترافیک بزرگراه‌های آمریکا (NHTSA)[3] است که زیر نظر وزارت ترابری ایالات متحده آمریکا فعالیت کرده و مجموعه دوم مؤسسه بیمه و ایمنی بزرگراه‌های آمریکا (IIHS)[4] بوده که بخشی از بودجه خود را از بیمه‌گران خودرو و انجمن‌های بیمه دریافت می‌کند. در اروپا نیز ارزیابی ایمنی خودروها برعهده مجموعه برنامه ارزیابی خودروهای جدید اروپا (Euro NCAP) است و سازندگان خودروهای اروپایی باید معیارهای ایمنی تعریف

1. Global Road Safety Facility
2. New Car Assessment Programme
3. National Highway Traffic Safety Administration
4. Insurance Institute of Highway Safety

شده با Euro NCAP را رعایت کنند [۱۸].

از زمان آغاز به کار اولین مؤسسه NCAP در سال ۱۹۷۸، تاکنون ۹ مؤسسه NCAP به‌منظور ارزیابی ایمنی خودروها در سراسر جهان تأسیس شده است. این ۹ مرکز شامل مجموعه‌های معرفی شده در فوق و همچنین مجموعه‌های برنامه ارزیابی خودروهای جدید در استرالیا (ANCAP)، چین (C-NCAP)، ژاپن (JNCAP)، کره (KNCAP)، آسیای جنوب شرقی (ASEAN NCAP) و آمریکای لاتین و حوزه کارائیب (Latin NCAP) هستند که نماد این مجموعه‌ها در شکل زیر نشان داده شده است. علاوه بر این، برنامه‌های ارزیابی ایمنی خودرو در هند (Safer Cars for India) و آفریقا (Safer Cars for Africa) نیز در این حوزه موفق عمل کرده‌اند [۱۷]. در شکل ۷ موقعیت مکانی و پراکندگی مجموعه‌های برنامه‌های ارزیابی خودروهای جدید (NCAP) در سراسر جهان نشان داده شده است.

شکل ۷. مجموعه‌های برنامه‌های ارزیابی خودروهای جدید (NCAP) در سراسر جهان



همان‌طور که در مطالب فوق اشاره شد، یکی از مجموعه‌های ارزیابی ایمنی خودروها مؤسسه Euro NCAP بوده که در اروپا فعالیت می‌کند. Euro NCAP رتبه‌بندی کلی ایمنی خود را در سال ۲۰۰۹ براساس ارزیابی ایمنی خودرو در چهار زمینه مهم معرفی کرد[۱] [۱۹]:

۱. حفاظت از سرنشین بزرگسال برای راننده و مسافر (Adult Occupant)،

۲. حفاظت از سرنشینان کودک (Child Occupant)،

۳. حفاظت از کاربران آسیب‌پذیر جاده نظیر عابران پیاده و دوچرخه‌سواران (Vulnerable Road User)،

۴. تجهیزات کمکی ایمنی خودرو (Safety Assist).

رتبه‌بندی ایمنی خودرو در مجموعه Euro NCAP براساس اعطای ستاره به میزان ایمنی خودرو بوده که تعداد ستاره‌ها از صفر تا ۵ ستاره متغیر است که در ادامه مفهوم تعداد ستاره‌ها در این رتبه‌بندی بیان شده است [۲۰]:

- **۵ ستاره:** عملکرد عالی در حفاظت از تصادف و مجهز به فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف،
- **۴ ستاره:** عملکرد خوب در حفاظت از تصادف و مجهز به برخی فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف،
- **۳ ستاره:** عملکرد متوسط در حفاظت از سرنشینان حین تصادف و عدم تجهیز به آخرین فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف،
- **۲ ستاره:** حفاظت کم از سرنشینان حین تصادف و فاقد فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف،

۱. شیوه اندازه‌گیری شاخص‌های ایمنی خودرو توسط مجموعه Euro NCAP به‌صورت تفصیلی در پیوست ۱ آورده شده است.

۱ ستاره: حفاظت ناچیز از سرنشینان حین تصادف و فاقد فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف،

فاقد ستاره: خودرو از لحاظ ایمنی تنها مطابق با الزامات قانونی تولید شده و می‌تواند فروخته شود اما فاقد فناوری‌های بروز ایمنی برای حین تصادف و پیش‌گیری از آن است.

همه‌ساله مجموعه Euro NCAP تعدادی از خودروهای تولیدی را در جهان بررسی کرده و میزان ایمنی آنها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. ۱۰ خودرو برتر از لحاظ ایمنی که Euro NCAP در سال ۲۰۲۳ ارزیابی شـــده‌اند، به‌ترتیب در جدول ۴ قابل مشاهده است [۲۱]. در این جدول، تعداد ستاره‌های اعطا شده به هر خودرو و درصد کسب امتیاز کامل خودروی مورد آزمایش در هر چهار زمینه اصلی ارزیابی ایمنی خودرو، نشان داده شده است.

جدول ۴. ده خودرو برتر ارزیابی شده از لحاظ ایمنی توسط EuroNCAP در سال ۲۰۲۳

Make & Model	Safety Equipment	Overall rating				
NIO ET5	Standard	★★★★★	96%	85%	83%	81%
VW ID.7	Standard	★★★★★	95%	88%	83%	80%
smart #3	Standard	★★★★★	90%	86%	84%	85%
NIO EL7	Standard	★★★★★	93%	85%	80%	79%
BYD DOLPHIN	Standard	★★★★★	89%	87%	85%	79%
Mercedes-EQ EQE SUV	Standard	★★★★★	87%	90%	80%	85%
Lexus RZ	Standard	★★★★★	87%	87%	84%	81%
BYD SEAL	Standard	★★★★★	89%	87%	82%	76%
BYD SEAL-U	Standard	★★★★★	90%	86%	83%	77%
BMW 5 Series	Standard	★★★★★	89%	85%	86%	78%

Source: Euro NCAP.

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شـــود، خودروسازی‌های مختلف در سراســـر جهان خودروهای تولیدی خود را برای تست ایمنی به مجموعه Euro NCAP ارسال می‌کنند. این کار علاوه بر تعیین عیار ایمنی خودروهای تولیدی خودروسازها، موجب افزایش فروش خودروهای ایمن‌تر نیز می‌شـــود؛ زیرا به‌علت اعتبار فعالیت مجموعه‌هایی نظیر Euro NCAP در حوزه ارزیابی ایمنی خودرو، تأیید ایمنی یک خودرو توســـط این مجموعه، موجـــب جلب‌اعتماد خریداران برای خرید خـــودرو موردتأیید این مجموعه خواهد شد.

در ایران با توجه به اینکه خودروهای تولیدی در کشور، برای تســـت ایمنی به مجموعه‌های معتبر در سراسر جهان نظیر Euro NCAP ارسال نمی‌شوند، ارزیابی ایمنی خودروهای تولید داخل کمی دشوار است. هرچند برای تولید خودروهای داخلی استانداردهای مختلفی نظیر استاندارد ۸۵ گانه صنعت خودرو وجود دارد، اما ارسال خودرو برای بررسی ایمنی آن به مؤسسه‌های معتبر جهانی، موجب رشد و ارتقا در ایمنی خودروهای داخلی شده و ازسوی‌دیگر اعتماد خریداران برای تهیه خودروهای داخلی جلب خواهد شد.

در میان خودروهای تولید شده داخلی، با توجه به اینکه خودرو تارا از لحاظ فنی و ساختاری به خودرو پژو ۳۰۱ تولید شده شرکت خودروسازی پژو فرانسه شباهت دارد، می‌توان تا حدودی نتایج تست ایمنی خودرو پژو ۳۰۱ در مجموعه Euro NCAP را برای خودرو تارا معتبر دانست. ایمنی خودرو پژو ۳۰۱ Euro NCAP در سال ۲۰۱۴ مورد ارزیابی قرار گرفت و این خودرو توانست ۳ ستاره ایمنی را از این مجموعه دریافت کند [۲۲]. گفتنی است اعتبار رتبه‌بندی‌های Euro NCAP با توجه به دستورالعمل‌های این مجموعه پس از ۶ سال منقضی خواهد شد. درنتیجه اگر رتبه‌بندی ایمنی پژو ۳۰۱ در سال ۲۰۲۰ منقضی شده و می‌بایست مجدداً مورد تست ایمنی قرار گیرد، اما این نتیجه نزدیک‌ترین گواه برای ارزیابی ایمنی خودرو تارا، تولیدشده در کشور است. نتایج تست ایمنی خودرو پژو ۳۰۱ در سال ۲۰۱۴ در شکل ۸ نشان داده شده است.

شکل ۸. نتایج تست ایمنی خودرو پژو ۳۰۱ با Euro NCAP در سال ۲۰۱۴

Source: Euro NCAP.

۵. تحلیل هزینه-فایده ارتقای ایمنی خودروهای تولید داخل

با توجه به مطالب بیان‌شده درباره آمارهای ایران در تعداد کشته‌ها و مجروحان تصادفات و همچنین با بررسی هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای می‌توان دریافت که کشـــور نیازمند اعمال اقداهایی در راستای افزایش ایمنی سرنشـــینان خودرو است. ازاین‌رو تحلیل هزینه-فایده به‌عنوان یک ابزار اساســـی برای ارزیابی طرح‌های افزایش ایمنی، می‌تواند در این راستا مورد استفاده قرار گیرد. در این بخش تلاش می‌شود هزینه‌های بهبود ایمنی خودروهای ساخت داخل ارزیابی شده و در مقابل با منفعت اقتصادی حاصل‌شده از کاهش کشته‌ها و مجروحان تصادفات جاده‌ای مقایسه شود. هرچند مهم‌ترین منفعت افزایش ایمنی، منافع اجتماعی ناشی از کمتر آسیب‌دیدن انسان‌ها است اما ارزیابی اقتصادی در این حوزه امکان مقایسه راحت‌تر طرح‌های مختلف افزایش ایمنی را آسان‌تر می‌کند.

برای انجام تحلیل هزینه-فایده، در ابتدا به بررسی میزان فایده حاصل‌شده از افزایش سطح ایمنی خودروهای تولید داخل پرداخته می‌شود. در این راستا می‌توان پژوهش انجام شده در سال ۲۰۱۹ را بررسی کرد که به بررسی ارتباط میان افزایش ایمنی خودرو و میزان کاهش مجروحان و تلفات جاده‌ای پرداخته است [۲۳]. در این پژوهش خودروهای موجود در کشور سوئد براساس سال تولید (به‌منظور درنظر گرفتن پلتفرم طراحی و تکنولوژی‌های ایمنی خودرو در زمان طراحی آن) و همچنین تعداد ستاره‌های Euro NCAP دسته‌بندی شده است. خودروهای بررسی شده در این مطالعه از سال ۱۹۸۰ به‌بعد تولید شده و همچنین تعداد ستاره‌های Euro NCAP نیز برای خودروها در این مجموعه داده بین ۲ تا ۵ ستاره متغیر است. معیار ارزیابی میزان افزایش ایمنی نسل‌های متفاوت خودروها و درنتیجه کاهش صدمات و تلفات جاده‌ای در این مطالعه، شاخص AIS[1] درنظر گرفته شده است. AIS یک سیستم کمی برای نمره‌دهی و ارزیابی شدت آسیب‌های واردشده به فرد است که آسیب‌های فردی را براساس ناحیه آسیب‌دیده بدن در ۶ دســـته طبقه‌بندی می‌کند [۲۴]. این دسته‌بندی و نرخ مرگ‌ومیر در هر دسته از آسیب‌دیدگی در جدول ۵ شرح داده شده است [۲۴]،[۲۵].

جدول ۵. معرفی انواع دسته‌بندی در شاخص AIS

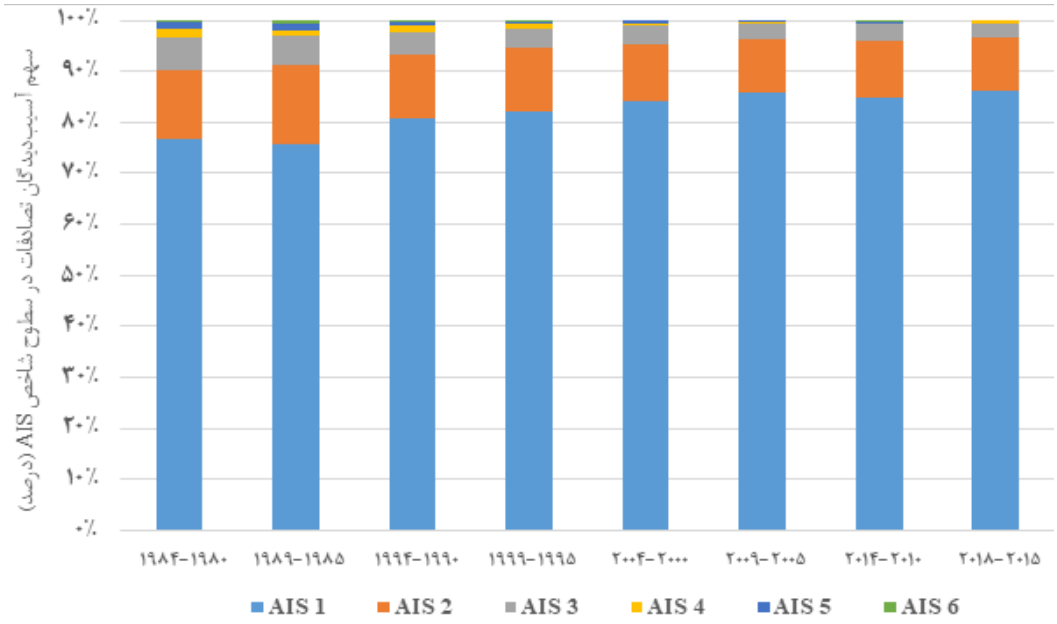
کد AIS	عنوان آسیب‌دیدگی	نرخ مرگ‌ومیر (٪)
AIS 1	جزئی (Minor)	۰
AIS 2	متوسط (Moderate)	۰٫۰-۱٫۴
AIS 3	جدی (Serious)	۰٫۲-۸٫۱
AIS 4	شدید (Severe)	۷٫۱۰-۹٫۶
AIS 5	بحرانی (Critical)	۵۳٫۵۸-۱٫۴
AIS 6	کشنده (Fatal)	-

Source: Institute of Trauma and Injury Management, and Hayes et al (2007), "Forensic Injury Biomechanics".

با توجه به میزان آسیب‌دیدگی افراد در تصادفات مختلف، دسته‌بندی آسیب‌دیدگی‌ها و نرخ مرگ‌ومیر در انواع کدهای AIS، ایمنی خودروها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در شکل ۹ با توجه به دو دسته‌بندی موجود برای خودروها در این مطالعه، سهم آسیب‌دیدگان تصادفات جاده‌ای و میزان آسیب وارده به سرنشینان برای سطوح مختلف شاخص AIS، برای خودروهای متعلق به سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۸ در بازه‌های زمانی چهارساله با یکدیگر مقایسه شده است. با بررسی بیشـــتر این نمودار می‌توان دریافت که در طول زمان با پیشرفت فناوری و ارتقای طراحی خودروهای مختلف میزان سهم آسیب‌دیدگی افراد در سطوح بالاتر شاخص AIS کاهش یافته و سهم آسیب‌دیدگی‌ها به سطوح پایین‌تر در این شاخص منتقل شده است. به‌عبارت‌دیگر افزایش سهم سطوح پایین‌تر شاخص AIS نظیر سطح AIS1 نشانگر افزایش آسیب‌های سطحی، کاهش آسیب‌دیدگی‌های جدی در تصادفات و درنتیجه افزایش ایمنی خودروها طی زمان است.

1. Abbreviated Injury Scale

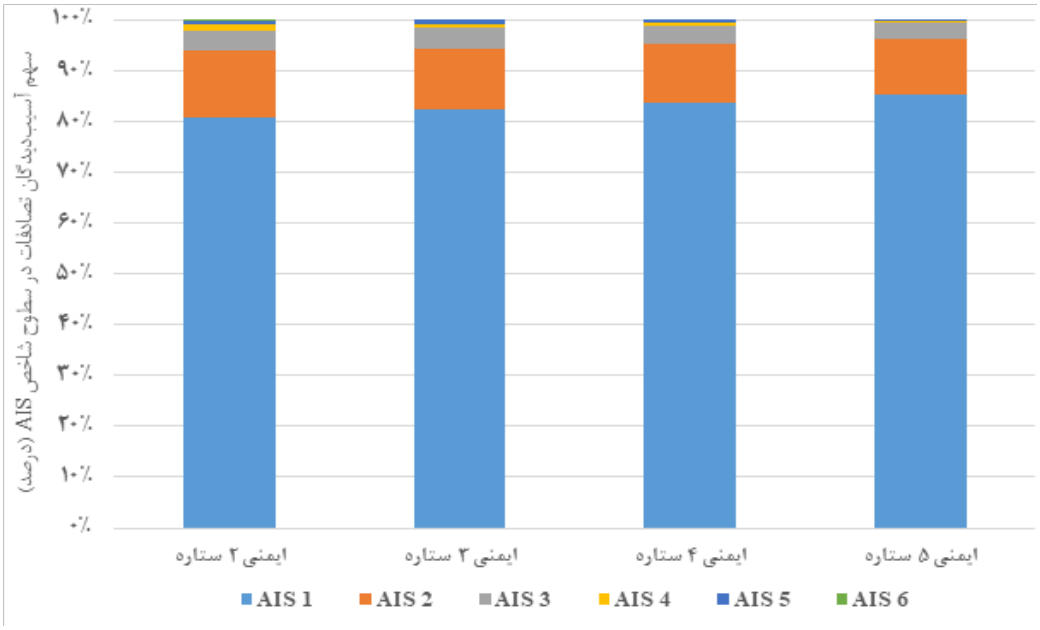
شکل ۹. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات برای سطوح مختلف AIS برای انواع خودروهای تولیدی طی زمان



Source: Kullgren etal. (2019). "Developments in Car Crash Safety and Comparisons Between Results from EuroNCAP Tests and Realworld Crashes".

همچنین مقایسه فوق برای انواع خودروها با سطوح مختلف ایمنی طبق شـــاخص EuroNCAP انجام شده است که نتیجه این مورد در شکل ۱۰ نشان داده شده است. با توجه به شـــکل ۱۱ به‌وضوح می‌توان دریافت که با افزایش ستاره ایمنی Euro NCAP برای خودروها، میزان آسیب‌دیدگی‌های جدی‌تر در تصادفات کاهش یافته و سهم آسیب‌دیدگی‌ها با ســـطوح پایین‌تر شاخص AIS افزایش یافته است. درنتیجه می‌توان اشاره کرد که شاخص‌های مختلف ایمنی خودروها ازجمله Euro NCAP معیار نسبتاً مناسبی برای ارزیابی و مقایسه ایمنی خودروهاست.

شکل ۱۰. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات جاده‌ای برای سطوح مختلف AIS برای خودروها با سطوح ایمنی متفاوت



Source: Ibid.

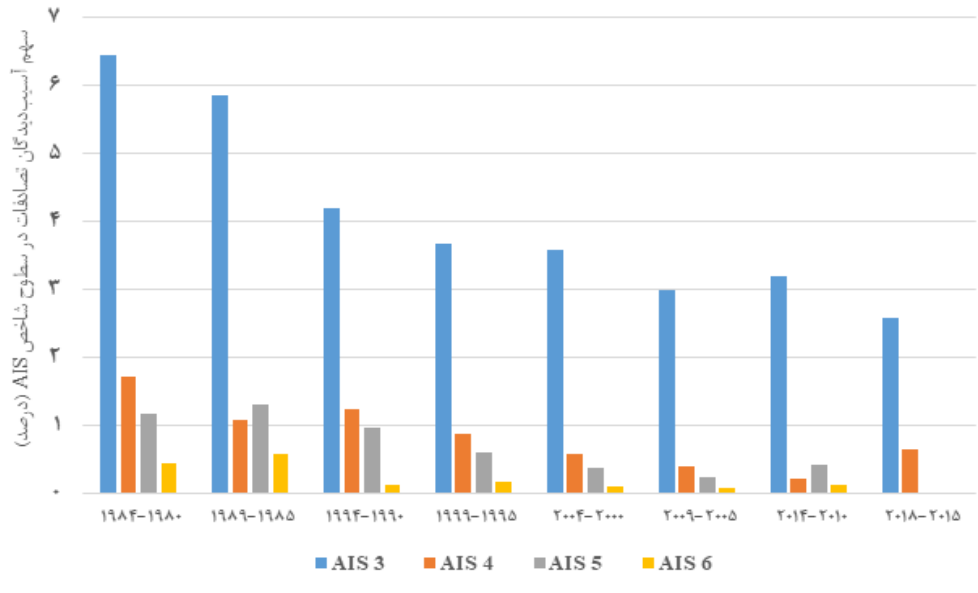
در این مطالعه به‌منظور ارزیابی بخش فایده افزایش ایمنی خودروهای تولید داخل، از داده‌های مربوط به پژوهش فوق استفاده شده است. درواقع با بررسی پلتفرم خودروهای فعلی تولید شده و موجود در ناوگان حمل‌ونقل کشور و مقایسه آنها با پلتفرم خودروهای با ایمنی بیشتر که اخیراً تولید شده‌اند، می‌توان میزان کاهش مجروحان و مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای را در ایران ارزیابی کرد. البته گفتنی است اگرچه عواملی نظیر فرهنگ رانندگی، کیفیت جاده و همچنین نوع خودروهای موجود در دو کشور ایران و سوئد با یکدیگر متفاوت بوده اما به‌علت مقایسه پلتفرم خودروهایی که همگی در کشور تولید شده‌اند و همچنین یکسان بودن جاده‌ها و فرهنگ رانندگی در ایران، تأثیر عوامل فوق در قیاس بین خودروهای داخلی خنثی می‌شود. به‌عنوان مثال اگرچه کیفیت جاده‌های سوئد با ایران متفاوت است ولیکن به‌علت مقایسه خودروهای داخلی که همگی در جاده‌های ایران مورد استفاده قرار گرفته و تصادفات آنها مربوط به جاده‌های داخلی است، می‌توان این عامل را برای هر دو خودرو مقایسه شده، یکسان در نظر گرفت. برای سایر عوامل نیز می‌توان به‌گونه‌ای مشابه استدلال کرد.

با بررسی خودروهای موجود در ناوگان خودروهای سواری کشور می‌توان دریافت که اغلب خودروهای سواری موجود در ایران توسط دو خودروساز بزرگ کشور یعنی ایران‌خودرو و سایپا تولید شده‌اند. ازسوی‌دیگر می‌توان این نکته را در نظر گرفت که در بخش چشمگیری از محصولات گروه خودروسازی سایپا، از پلتفرم خودرو پراید بهره گرفته شده است و همچنین در دیگر خودروساز مطرح کشور یعنی ایران‌خودرو، پلتفرم خودرو پژو ۴۰۵ مبنای طراحی بخش عمده محصولات این خودروسازی است. در این راستا می‌توان با تقریب خوبی پلتفرم پایه خودروهای موجود در ناوگان خودروهای سواری کشور را برگرفته از پلتفرم خودروهای پراید و پژو ۴۰۵ در نظر گرفت.

با توجه به موارد بیان شده و با در نظر گرفتن این موضوع که طراحی و تولید پژو ۴۰۵ شرکت خودروسازی پژو فرانسه به سال ۱۹۸۷ برمی‌گردد و همچنین طراحی و شروع تولید خودرو پراید شرکت خودروسازی کیاموتورز کره جنوبی در سال ۱۹۸۷ انجام شده است، فناوری‌های به‌کاررفته در پلتفرم خودروهای تولید شده در کشور را با تقریب خوبی می‌توان به این دوره نسبت داد [۲۶],[۲۷]. درنتیجه طبق دسته‌بندی معرفی شده در این پژوهش، خودروهای فعلی تولید شده در کشور از لحاظ فناوری، پلتفرم و سطح ایمنی جز خودروهای متعلق به بازه زمانی سال‌های ۱۹۸۹-۱۹۸۵ قرار خواهند گرفت. ازسوی‌دیگر برخی خودروهای جدید تولید شده در کشور نظیر خودروی تارا پلتفرم متفاوتی دارد و از لحاظ ایمنی نسبت به سایر خودروهای تولیدشده ایمن‌تر نیز هستند. با در نظر گرفتن پلتفرم این خودروها به‌عنوان پلتفرم‌های ایمن‌تر و جایگزینی آنها با خودروهای با ایمنی کمتر، می‌توان میزان کاهش تلفات و مجروحان تصادفات جاده‌ای را در کشور مورد بررسی قرار داد. برای مثال خودرو تارا از لحاظ پلتفرم و ویژگی‌های فنی و ساختاری به خودرو پژو ۳۰۱ شباهت داشته و از لحاظ پلتفرم و فناوری‌های ایمنی، نسبت به سایر خودروهای تولیدشده داخلی دارای ایمنی بیشتری است. پژو ۳۰۱ شرکت پژو برای اولین بار در سال ۲۰۱۲ تولید شده و در سال ۲۰۱۴ نیز توانست سه ستاره ایمنی را از مجموعه Euro NCAP کسب کند [۲۸].

با در نظر گرفتن این موارد می‌توان این فرض را بررسی کرد که در صورت جایگزینی پلتفرم خودروهای تولید شده در سال ۲۰۱۲ با خودروهای دارای پلتفرم متعلق به سال ۱۹۸۷ می‌توان چند درصد از آسیب‌دیدگی‌های سوانح جاده‌ای را کاهش داد. بدین‌منظور با استفاده از داده‌های پژوهش معرفی شده، می‌توان میزان تلفات و آسیب‌دیدگان خودروهای متعلق به بازه زمانی ۱۹۸۹-۱۹۸۵ را با خودروهای متعلق به سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۰ مقایسه کرد. با توجه به اینکه در بررسی هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای، هزینه‌های مربوط به مجروحان و کشته‌شدگان تصادفات موردنظر است، برای مقایسه میان این دو دسته خودرو، سهم آسیب‌دیدگان تصادفات جاده‌ای از سطح سه به بالای شاخص AIS موردتوجه قرار گرفته است؛ زیرا بخش عمده هزینه‌های درمانی و سایر هزینه‌های مربوط به مجروحان تصادفات برای آسیب‌دیدگی‌های سطح AIS ۳ (میزان آسیب‌دیدگی جدی) و بالاتر است. درنتیجه شکل ۱۰ سهم آسیب‌دیدگان تصادفات و میزان آسیب وارده به سرنشینان برای سطوح سه به بالای شاخص AIS، برای خودروهای متعلق به بازه‌های زمانی مختلف را نشان داده است.

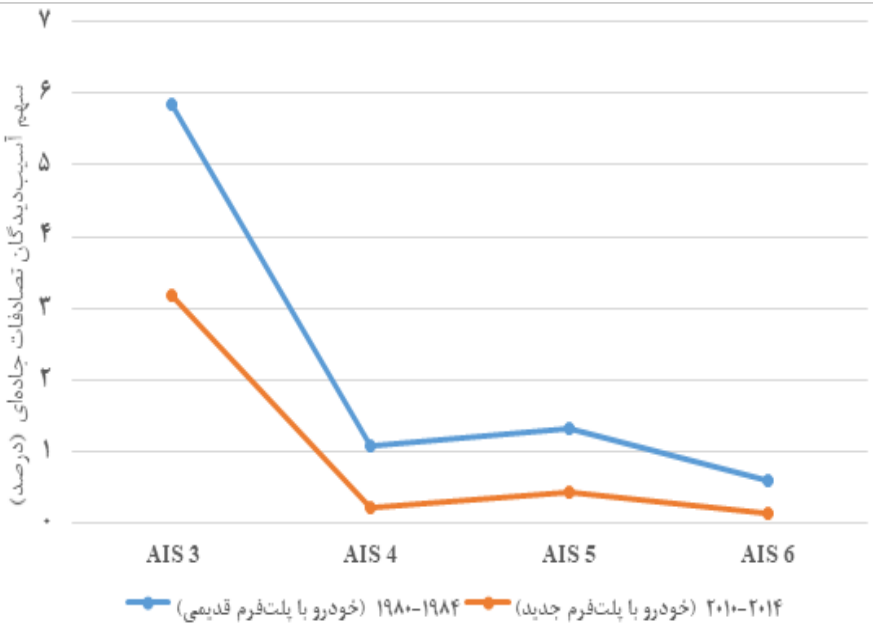
شکل ۱۱. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات برای سطوح سه به بالای AIS برای انواع خودروهای تولیدی در طول زمان



Source: Ibid.

همان‌طور که از شکل ۱۱ مشهود است، میزان آسیب‌دیدگی در سطوح سه به بالای شاخص AIS، در طول زمان برای خودروهای مختلف کاهش یافته که این امر نشـــان‌دهنده افزایش سطح ایمنی خودروهای مورد استفاده در گذر زمان اســـت. همچنین با بررسی این آمار بین خودروهای متعلق به دسته ۱۹۸۹-۱۹۸۵ و خودروهای تولید شده در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۱۰، می‌توان دریافت که میزان آسیب‌دیدگی و آمار مجروحان و کشته‌شدگان تصادفات جاده‌ای برای خودروهای با پلتفرم جدیدتر نسبت به خودروها با پلتفرم قدیمی به‌صورت چشمگیری کاهش یافته که این امر ناشی از افزایش قابل‌توجه ایمنی در این دسته از خودروهاست. در شکل ۱۲ این کاهش آماری سهم آسیب‌دیدگان تصادفات جاده‌ای میان این دو خودرو در همه سطوح سه به بالای شاخص AIS به‌صورت ملموس‌تر نشان داده شده است.

شکل ۱۲. نمودار سهم آسیب‌دیدگان تصادفات برای سطوح سه به بالای AIS برای خودروهای با پلتفرم جدید و قدیمی



Source: Ibid.

با توجه به مقایسه آماری انجام شده که نتایج آن در شکل ۱۲ نشان داده شده است، خودروهای با پلتفرم جدیدتر از خودروهای تولید شده با استفاده از پلتفرم‌های قدیمی به میزان چشـــمگیری ایمن‌تر بوده و از لحاظ کمی با اســـتناد به مقاله فوق‌الذکر می‌توان گفت که میزان آسیب‌دیدگی‌های سطح سه به بالای شاخص AIS، در خودروهای نسل ۲۰۱۴-۲۰۱۰ نسبت به خودروهای نسل ۱۹۸۹-۱۹۸۵ به میزان ۵۴٫۹ درصد کمتر بوده است. اگرچه در این تحلیل، غالب خودروهای فعلی با توجه به پلتفرم مورد استفاده در تولید آنها، به خودروهای نسل ۱۹۸۹-۱۹۸۵ تعلق دارد، اما خودرو تولید شده در سال ۱۹۸۷ با خودرو تولیدی در زمان حال، از لحاظ ایمنی تفاوت‌هایی دارد که برای دقیق‌تر شدن تحلیل فوق باید این تفاوت‌ها مورد توجه قرار گیرد.

خودروهای فعلی تولید شده، اگرچه پلتفرم قدیمی مربوط به همان زمان را دارند اما از لحاظ بهبود سطح ایمنی، فناوری‌هایی به آنها اضافه شده است. این خودروها به‌رغم پلتفرم قدیمی خود، کیسه‌هوا سرنشینان جلو داشته و علاوه بر این موضوع، این خودروها ترمز ABS نیز دارند که در جلوگیری از برخی تصادفات اثرگذارند. برای در نظر گرفتن میزان تأثیر ترمز ABS و کیسه هوا در تصادفات جاده‌ای، از مطالعات این حوزه می‌توان کمک گرفت. در پژوهشی تأثیر فناوری‌های مختلف ایمنی در خودروها در کاهش مرگ‌ومیر و آسیب‌دیدگی‌های تصادفات جاده‌ای ارزیابی شده است[1] [۲۹]. با توجه به نتایج این پژوهش، وجود ترمز ABS و کیسه هوا در یک خودرو، خطر مرگ‌ومیر حین تصادف را می‌تواند به میزان ۹٫۶ و ۳٫۵ درصد کاهش دهد. همچنین وجود این دو فناوری موجب کاهش صدمات ناشی از تصادفات به‌ترتیب به میزان ۷٫۸ و ۳٫۱ درصد می‌شود.

درنتیجه با جمع‌بندی کاهش مجروحان و مرگ‌ومیر خودروهای نسل ۲۰۱۴-۲۰۱۰ نسبت به خودروهای نسل ۱۹۸۵-۱۹۸۹ به میزان ۵۴٫۹ درصد و اعمال اثر ترکیبی وجود فناوری‌های ترمز ABS و کیسه هوا در خودروهای با پلتفرم قدیمی، میزان کاهش مرگ‌ومیر و مصدومان تصادفات بین دو دسته خودرو با پلتفرم‌های جدید و قدیمی، حدود ۴۹٫۳ درصد خواهد بود. درواقع به بیان ساده‌تر می‌توان نتیجه گرفت که در صورت اســـتفاده از خودروهای با پلتفرم جدید و ایمن‌تـــر نظیر تارا به‌جای خودروهای بـــا پلتفرم قدیمی‌تر نظیر خودروهای تولیدی با پلتفرم پراید و پژو ۴۰۵ در کشـــور، می‌توان میزان مجروحان و کشته‌شـــدگان تصادفات جاده‌ای را حدود ۴۹٫۳ درصد کاهش داد. این میزان معادل ۳۰ درصد از تلفات و مجروحان کل حوادث جاده‌ای است. شایان ذکر است تغییر پلتفرم خودروهای در حال تردد یک برنامه بلندمدت اســـت و این موضوع به‌عنوان مکمل در کنار اقدام‌های کوتاه‌مدت و پربازده مانند کنترل سرعت باید پیگیری شود.

با بررسی مطالعات انجام شده در حوزه محاسبه هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای در ایران، سه مطالعه در این گزارش مورد توجه قرار گرفت. با استفاده از نتایج مطالعات فوق و میزان تولید ناخالص داخلی کشور می‌توان هزینه تصادفات جاده‌ای را در ایران تخمین زد. طبق آخرین آمار بانک جهانی، تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۲۰۲۳، حدود ۴۰۱٫۵ میلیارد دلار بوده است [۱۵]. با توجه به موارد بیان شده و مقدار GDP کشور، هزینه تصادفات جاده‌ای را می‌توان با دو روش سرمایه انسانی و تمایل به پرداخت محاسبه کرد. نتایج مطالعات مرور شده و هزینه محاسبه شده با استفاده از نتایج آنها در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶. نتایج مطالعات بررسی شده به‌منظور محاسبه هزینه تصادفات جاده‌ای در ایران

ردیف	سال مطالعه	روش	سهم از GDP (درصد)	هزینه تصادفات جاده‌ای (میلیارد دلار)
۱	۲۰۰۹	HC	۲/۱۹	۸/۷۹
۲	۲۰۰۹	HC	۲/۷۵	۱۱/۰۴
۳	۲۰۱۳	WTP	۷/۹	۳۱/۷۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۱. پژوهش فوق به‌منظور انجام این کار، از داده‌های منطقه آمریکا لاتین بهره برده است.

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شده است، مهم‌ترین دستاورد افزایش ایمنی خودروها، کاهش میزان آسیب‌دیدگی و مرگ‌ومیر افراد در جامعه است و می‌توان این مورد را به‌صورت اقتصادی برای تحلیل هزینه-فایده ایمن‌سازی خودروها محاسبه کرد. با توجه به آمار ارائه شده، در صورت تولید خودروهایی با پلتفرم ایمن‌تر، می‌توان ادعا کرد میزان مجروحان و مرگ‌ومیر تصادفات حدود ۴۹/۳ درصد کاهش می‌یابد. درنتیجه طبق جدول فوق می‌توان کاهش هزینه‌های اقتصادی تصادفات جاده‌ای را در صورت ایمن‌سازی ناوگان خودرو کشور و بهره‌مندی از افزایش ایمنی آن در سال‌های بعد تا پایان عمر ناوگان ایمن شده، به‌ازای هر خودرو محاسبه و این عدد را با هزینه ایمن‌سازی هر خودرو مقایسه کرد که پیش‌تر محاسبه شده است. می‌توان به این نکته اشاره نمود که عمر ناوگان خودرو کشور ۲۰ سال بوده و حدود ۲۴ میلیون خودرو در کشور در دست استفاده است.

در این گزارش برای محاسبه کاهش هزینه‌های اقتصادی تصادفات در کشور، به‌منظور مقایسه بهتر روش‌های برآورد هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای، به نمایندگی از هر روش یک مطالعه و موردی که عدد کمتری برای هزینه‌های تصادفات محاسبه کرده، انتخاب شده است. علت این امر سخت‌گیری بیشتر در محاسبات اقتصادی در تحلیل هزینه-فایده افزایش ایمنی خودروهای داخلی و نشان دادن با وضوح بیشتر اهمیت افزایش ایمنی خودروها در کشور است. همچنین گفتنی است طبق آمار اعلامی از سوی سازمان پزشکی قانونی کشور، از مجموع جان‌باختگان حوادث رانندگی در کشور، حدود ۵۹/۸ درصد سرنشینان وسایل‌نقلیه، ۲۰/۸ درصد عابر پیاده و ۱۹/۴ درصد موتورسیکلت‌سوار هستند [۳۰]. درنتیجه با بهبود ایمنی خودروهای سواری، میزان مرگ‌ومیر و مجروحان ناشی از سرنشینان خودروهای سواری کاهش یافته و سهم آنها از مجموع جان‌باختگان تصادفات جاده‌ای در محاسبات مربوط به کاهش هزینه ناشی از حوادث رانندگی لحاظ شده است. اگرچه می‌توان به این نکته اشاره کرد که با ارتقای ایمنی خودروها می‌توان از بروز برخی تصادفات جلوگیری کرد و یا از شدت تصادف کاست؛ درنتیجه گرچه بهبود ایمنی خودروها نیز می‌تواند در کاهش سهم مرگ‌ومیر عابران پیاده و موتورسیکلت‌سواران نیز مؤثر باشد، اما به‌منظور انجام تحلیل سخت‌گیرانه این مورد لحاظ نشده است. در جدول زیر میزان کاهش هزینه‌های اقتصادی تصادفات به‌ازای افزایش ایمنی خودروها از خودروهای دارای پلتفرم ایمن‌تر نسبت به خودروهای با پلتفرم قدیمی به‌صورت کلان و به‌ازای هر خودرو محاسبه شده است.

جدول ۷. میزان کاهش هزینه‌های اقتصادی تصادفات جاده‌ای به‌صورت کلان و به‌ازای هر خودرو

ردیف	روش	کاهش هزینه تصادفات جاده‌ای در طول عمر ناوگان (میلیارد دلار)	کاهش هزینه تصادفات در طول عمر ناوگان به‌ازای هر خودرو (دلار)
۱	HC	۵۱٫۸۳	۲۱۵۹
۲	WTP	۱۸۷٫۰۳	۷۷۹۲

مأخذ: همان.

با توجه به جدول ۷ می‌توان مشاهده کرد که افزایش ایمنی خودروهای تولید داخل و یا به‌عبارت‌دیگر تغییر پلتفرم خودروهای تولیدی در راستای افزایش ایمنی آنها، حداقل ۲۱۵۹ دلار کاهش هزینه تصادفات و از دست رفتن منابع اقتصادی برای کشور به‌همراه خواهد داشت. درصورتی‌که معیار بررسی روش تمایل به پرداخت باشد که هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی در این روش دقیق‌تر بررسی می‌شود، این فایده به میزان ۷۷۹۲ دلار به‌ازای هر خودرو خواهد بود. ازسوی‌دیگر برآورد شده است که جایگزینی و تبدیل یک خودرو با پلتفرم و سطح ایمنی مربوط به سال ۱۹۸۷ با یک خودرو با پلتفرم جدیدتر و متعلق به سال ۲۰۱۲، بین ۸۹۰ الی ۱۶۲۶ دلار هزینه دربرخواهد داشت[۱] که این عدد همان مقدار هزینه در تحلیل هزینه-فایده افزایش ایمنی خودروهای تولید خواهد بود.

درنتیجه با توجه به مشخص شدن هزینه و فایده افزایش ایمنی خودروهای تولید داخلی در کشور، می‌توان این مورد را از منظر اقتصادی مورد بررسی قرار داد. با توجه به محاسبات انجام شده مشاهده می‌شود که در حالت سخت‌گیرانه به‌ازای هزینه ۱۶۲۶ دلاری برای ایمن‌سازی هر خودرو، حداقل کاهش هزینه اقتصادی حدود ۲۱۵۹ دلار و در بررسی دقیق‌تر، کاهش هزینه معادل ۷۷۹۲ دلار برای کشور به‌همراه خواهد داشت. مشهود است که افزایش ایمنی خودروهای ساخت داخل از لحاظ اقتصادی برای کشور در سطح کلان توجیه‌پذیر بوده و می‌توان برای این مهم برنامه‌ریزی و تخصیص بوده انجام داد که در ادامه و در بخش جمع‌بندی به این موارد بیشتر پرداخته خواهد شد.

۱. هزینه جایگزینی پلتفرم خودروها و افزایش ایمنی آنها از طریق مقایسه موردی خودروهای تارا و پژو پارس محاسبه شده که جزئیات محاسبات آن در پیوست ۲ آورده شده است.

۶. جمع‌بندی و توصیه‌های سیاستی

آسیب‌های ناشی از تصادفات جاده‌ای موجب خسارات جبران‌ناپذیر انسانی، اجتماعی و اقتصادی در جهان و ایران می‌شود. مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای به‌عنوان یکی از عوامل مهم مرگ‌ومیر در بسیاری از مناطق جهان به‌خصوص کشورهای در حال توسعه است که این آمار در بین جوانان و در رده‌های سنی ۵ تا ۲۴ سال قابل توجه است. کشورهای با درآمد کم و متوسط، کمتر از نیمی از وسایل نقلیه جهان را در اختیار داشته و با این وجود، سهم بیشتری از کل مرگ‌ومیرهای رانندگی را به خود اختصاص داده‌اند.

ازاین‌رو در این گزارش به بررسی هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای پرداخته شده و هزینه-فایده افزایش ایمنی خودروهای ساخت داخل مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به تحلیل‌های انجام شده، مشخص می‌شود که افزایش ایمنی خودروهای تولید داخل هم از لحاظ اقتصادی و همچنین با در نظر گرفتن مزایای اجتماعی توجیه‌پذیر بوده و نیاز است پیرو این موضوع اقدام‌های لازم صورت گیرد. بدین‌منظور در راستای افزایش ایمنی خودروهای تولیدشده در کشور و همچنین کاهش تلفات و سوانح جاده‌ای، موارد و راهکارهای زیر می‌تواند مفید واقع شود:

الف) راهکارهای ساختاری و نهادی

- **ضرورت تکمیل پایگاه داده‌های موجود به‌منظور ارزیابی دقیق هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای:** یکی از خلأهای مشهود برای بررسی هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی تصادفات جاده‌ای، کمبود داده‌های مربوط به این حوزه و عدم یکپارچگی و دسترسی مناسب برای پژوهشگران به‌منظور بررسی هزینه‌های تصادفات و ارزیابی‌های مربوطه است. ازجمله می‌توان به داده‌های مربوط به تصادف در جاده‌ها، میزان آسیب‌دیدگی سرنشینان، نوع خودرو و میزان ایمنی آن، هزینه‌های درمانی و خدمات پس از درمان، هزینه‌های بیمه و ازکارافتادگی و سایر هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی در این زمینه اشاره کرد. بدیهی است در صورت وجود پایگاه داده‌های کامل‌تر می‌توان ارزیابی انجام شده را در این پژوهش دقیق‌تر و با فواصل زمانی کمتر انجام داد که این مورد می‌تواند اثر بسزایی در افزایش ایمنی خودروهای تولیدی، جاده و همچنین بهبود خدمات در این حوزه شود (متولی پلیس راهور-وزارت بهداشت-وزارت راه و شهرسازی).
- **انجام اصلاحات لازم برای استانداردهای ۸۵گانه صنعت خودرو و حرکت به‌سمت تولید استانداردهای داخلی:** در سال ۱۳۹۶ فهرستی از نکات ایمنی لازم برای یک خودرو در ۸۵ مورد تهیه و برای همه خودروهای موجود در کشور الزامی شد. وجود استاندارد برای خودروهای تولیدشده داخلی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش ایمنی آنها داشته باشد در این راستا با مطالعه سایر استانداردهای موجود برای خودروسازان در جهان و مرور الزامات فعلی استاندارد ۸۵گانه صنعت خودرو می‌توان مواردی را به‌عنوان استاندارد به خودروسازان الزام کرد که در قبال هزینه انجام شده، بتوان اثر جدی افزایش ایمنی خودروهای تولیدی را مشاهده کرد. همچنین با ورود بیشتر در این حوزه می‌توان به‌مرور یک استاندارد داخلی متناسب با خودروهای تولیدی و وارداتی، کیفیت جاده‌ها، سوانح جاده‌ای، فرهنگ رانندگی و مواردی از این قبیل ایجاد کرد تا بتوان فعالیت‌های مؤثرتر و عمیق‌تری در راستای ارتقای سطح ایمنی خودرو و جاده به‌منظور رفاه حال شهروندان انجام داد (متولی سازمان ملی استاندارد).
- **ارسال خودروهای تولید داخل به مراکز معتبر رتبه‌بندی ایمنی:** همان‌طور که در متن گزارش اشاره شد، مراکز معتبری در دنیا نظیر Euro NCAP در حوزه رتبه‌بندی سطح ایمنی خودروها فعالیت می‌کنند و خودروسازان از سراسر جهان خودروهای تولیدی خود را به‌منظور ارزیابی سطح ایمنی آنها به این مراکز می‌فرستند. یکی از مواردی که می‌تواند موجب یک مسیر روبه‌رشد در ایمن‌تر شدن خودروهای تولید داخل شود، ارسال خودروهای تولیدی به مراکز رتبه‌بندی ایمنی است. با این اقدام می‌توان سطح ایمنی خودروهای داخلی را در مقایسه با سطح ایمنی خودروهای روز جهانی ارزیابی کرد و در صورت دریافت تأییدیه‌های معتبر از این مراکز، فرصت‌های مناسبی برای صادرات خودرو پیش روی صنعت خودرو ایران قرار داد (متولی سازمان ملی استاندارد و وزارت صنعت، معدن و تجارت).
- **راه‌اندازی مراکز تست ایمنی در کشور:** بررسی و تست ایمنی خودروهای مختلف، در مراکز تست مجهز صورت می‌پذیرد. یکی از الزامات لازم برای افزایش سطح ایمنی خودروهای تولید شده در کشور وجود مراکز مجهز ارزیابی و تست ایمنی خودروها در کشور است. حدود ۱۰ سال پیش ۸۰ هکتار زمین در جاده قم برای راه‌اندازی مرکز تست تصادف خودروها و ارزیابی ایمنی آنها درنظر گرفته شده و کار تسطیح زمین و احداث جاده شیب‌دار در این منطقه انجام شد، اما ایجاد این مرکز تاکنون متوقف مانده است. در این راستا باید اقدام‌های لازم برای ایجاد مراکز تست ایمنی هرچه سریع‌تر انجام شود تا این حلقه مفقوده از مجموعه ارزیابی ایمنی خودرو در کشور تکمیل شود (متولی سازمان ملی استاندارد و وزارت صنعت، معدن و تجارت).

ب) راهکارهای بهبود جذابیت اقتصادی

ایجاد ارتباط بین سود خودروساز و سطح ایمنی خودروهای تولیدی: در حال حاضر قیمت مصوب و سود تعیین شده برای هر خودرو ارتباطی با سطح ایمنی خودرو نداشته و درنتیجه سرمایه‌گذاری برای ارتقای ایمنی خودرو برای خودروسازان توجیه اقتصادی ندارد. همچنین در شرایط فعلی بازار، امکان فروش خودروهای با پلتفرم‌های قدیمی وجود دارد و ایمنی پلتفرم‌های قدیمی نیز به‌شدت پایین‌تر از پلتفرم‌های جدید است. بنابراین باید برنامه‌ریزی برای جایگزینی پلتفرم‌های قدیمی با پلتفرم‌های جدید و ایمن در دستور کار قرار گیرد و با ایجاد رابطه بین سود خودروساز و سطح ایمنی خودروهای تولیدی خودروسازان را به‌سمت تولید خودروهای ایمن‌تر هدایت کرد (متولی سازمان ملی استاندارد - وزارت صنعت، معدن و تجارت - شورای رقابت).

دریافت مالیات کمتر از خودروهای با ایمنی بیشتر: یکی از مواردی که می‌تواند موجب افزایش انگیزه خودروسازان برای تولید خودروهای با ایمنی بیشتر شده و توجیه اقتصادی این مورد را برای آنها به‌همراه داشته باشد، کاهش انواع مالیات (مانند مالیات بر ارزش افزوده، مالیات نقل‌وانتقال و مالیات بر سود بنگاه) خودروهای ایمن‌تر نسبت به سایر خودروها باشد. با کاهش مالیات خودروهای ایمن‌تر، خودروساز بخشی از مبلغی که می‌بایست پیش‌تر به‌عنوان مالیات به دولت پرداخت کند را صرف افزایش ایمنی خودرو کرده و از سوی دیگر، این مورد برای دولت نیز با افزایش ایمنی خودروها، در سطح کلان و با کاهش تصادفات جاده‌ای و به‌تبع آن کاهش هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی این تصادفات، توجیه‌پذیر می‌شود (متولی وزارت امور اقتصادی و دارایی).

تأثیر میزان ایمنی خودرو در حق بیمه آن: یکی از هزینه‌های مالکان خودرو، هزینه بیمه شخص ثالث است که مالک باید هرساله پرداخت کند. درصورتی که خودرویی فاقد بیمه معتبر شخص ثالث باشد، توسط پلیس راهنمایی و رانندگی توقیف شده و به پارکینگ منتقل می‌شود. همچنین در صورت بروز حادثه، راننده باید خسارت ایجاد شده را برعهده گیرد. یکی از مشکلات موجود هزینه سالیانه بیمه شخص ثالث برای برخی از مردم بوده و ازسوی‌دیگر شرکت‌های بیمه نیز متحمل هزینه‌های قابل توجهی برای بیمه ثالث در ایران شده و درمجموع بیمه ثالث یکی از چالش‌های صنعت بیمه در ایران است. نکته قابل توجه اینکه خسارت بیمه شخص ثالث ارتباط مستقیم با میزان و شدت تصادفات رانندگی دارد. یکی از عوامل مؤثر در این حوزه ایمنی خودروها بوده و یکی از راهکارهای موجود، کاهش حق بیمه خودروهای ایمن‌تر است. با کاهش حق بیمه خودروهای ایمن‌تر، هزینه افراد به‌منظور بیمه کردن خودرو خود کاهش یافته و ازسوی‌دیگر نیز به‌دلیل استفاده مردم از خودرو ایمن‌تر، حوادث و خسارات رانندگی کاهش یافته که این مورد نیز برای شرکت‌های بیمه توجیه‌پذیری این طرح را افزایش می‌دهد (متولی شورای عالی بیمه).

۷. پیوست‌ها

پیوست ۱- ارزیابی و رتبه‌بندی ایمنی خودرو توسط مجموعه EuroNCAP

کشورهای اروپایی از دهه ۱۹۷۰، فعالیت‌های جدی خود را روی ارزیابی جنبه‌های مختلف ایمنی خودرو آغاز کردند. در ادامه و در اوایل دهه ۱۹۹۰، روش‌های تست تصادف در مقیاس کامل، برای محافظت از سرنشینان خودرو در برخورد از جلو و کنار و همچنین روش تست ارزیابی حفاظت از عابران پیاده در برخورد با خودروها توسعه یافت. در سال ۱۹۹۴، وزارت ترابری بریتانیا راه‌اندازی یک برنامه تست ایمنی خودرو را برای این کشور در نظر گرفت و در نظر داشت که این برنامه می‌تواند در ادامه در سراسر اروپا گسترش یابد. در سال ۱۹۹۶، اداره ملی راه سوئد[1]، فدراسیون بین‌المللی اتومبیلرانی[2] و تست بین‌المللی[3] اولین سازمان‌هایی بودند که به این برنامه تست ایمنی خودرو پیوستند. این امر به شکل‌گیری برنامه ارزیابی خودروهای جدید اروپا (European New Car Assessment Programme یا Euro NCAP) در سال ۱۹۹۷ منجر شد.

Euro NCAP یک ارزیابی واقعی و عینی از عملکرد ایمنی محبوب‌ترین خودروهای فروخته شده در اروپا را به مصرف‌کنندگان این خودروها ارائه می‌دهد. در حال حاضر در این سازمان کشورهای مختلفی ازجمله بریتانیا، آلمان، فرانسه، سوئد، هلند و لوکزامبورگ عضویت دارند. در

1. Swedish National Road Administration (SNRA)
2. Federation Internationale de l'Automobile (FIA)
3. International Testing

سال ۲۰۰۱، رنو لاگونا[1] به اولین خودرویی تبدیل شد که توانست پنج ستاره تست ایمنی خودرو را برای حفاظت از سرنشینان دریافت کند. از این سال به‌بعد، به‌رغم افزایش استانداردها، تولیدکنندگان خودرو به‌طور چشمگیری دریافت پنج ستاره در حفاظت از سرنشینان خودرو را به‌عنوان هدف تمام مدل‌های جدید خود درنظر می‌گیرند.

شکل ۱۳. بررسی ایمنی خودروها توسط EuroNCAP

در بیستمین سالگرد تأسیس Euro NCAP در سال ۲۰۱۷، این مجموعه اعلام کرد که Euro NCAP در بیست سال فعالیت خود در زمینه تست ایمنی خودروها، توانست جان بیش از ۷۸۰۰۰ انسان را نجات دهد. همچنین آمارهای این مجموعه نشان می‌دهد که Euro NCAP تا این سال بیش از ۶۳۰ رتبه‌بندی از ایمنی خودروهای مختلف را منتشر کرده و حدود ۱۸۰۰ خودرو را بدین‌منظور تست نموده است. در این فعالیت‌ها بیش از ۱۶۰ میلیون یورو برای ایمن‌تر شدن خودروها هزینه شده است. اولین آزمایش‌ها، نقص‌های جدی ایمنی را در خودروهای پرفروش اروپا نشان داد و باعث شد تا در نحوه طراحی وسایل نقلیه برای جلوگیری از تصادف و نجات جان افراد تجدیدنظر اساسی صورت گیرد. امروزه، نتایج آزمایش‌های تصادف دو خودرویی که با فاصله ۲۰ سال از هم ساخته شده‌اند، بر پیشرفت‌های عظیم در ایمنی خودروها از سال ۱۹۹۷ تاکنون تأکید می‌کند. پس از گذشت بیست سال از فعالیت Euro NCAP، از هر ۱۰ خودروی فروخته شده در اروپا ۹ خودرو آن رتبه‌بندی Euro NCAP دارند و صنعت خودروسازی جهان فعالانه به‌دنبال توسعه الزامات جدید برای ایمنی بیشتر خودروهای تولیدی است. ماکس موزلی[2]، اولین رئیس Euro NCAP، بیان می‌کند که بیست سال پس از آزمایشات اولیه Euro NCAP که در ابتدا مورد انتقاد شدید سازندگان خودرو قرار گرفت و خودروسازان این تست‌ها را غیراستاندارد تلقی می‌کردند، اکنون Euro NCAP یکی از بخش‌های مهم جریان اصلی خودرو است.

رتبه‌بندی ایمنی خودرو براساس شاخص Euro NCAP

Euro NCAP رتبه‌بندی ایمنی کلی را در سال ۲۰۰۹ براساس ارزیابی ایمنی خودرو در چهار زمینه مهم معرفی کرد:

۱. حفاظت از سرنشین بزرگسال (Adult Occupant) برای راننده و مسافر: در این تست ایمنی خودرو در راستای حفاظت از سرنشین بزرگسال براساس سناریوهای مختلف تصادف مورد بررسی قرار می‌گیرد که برخی از این سناریوها شامل شبیه‌سازی برخورد خودرو از جلو، ۱برخورد از کنار به یک جسم متحرک و برخورد با یک جسم ثابت مانند تیر چراغ برق است. در این تست حفاظت از مهره‌های گردن

1. Renault Laguna
2. Max Mosley

و اثربخشی سیستم‌های ترمز خودکار نیز مورد توجه قرار گرفته است.

۲. حفاظت از سرنشینان کودک (Child Occupant): این تست میزان ایمنی سرنشینان خردسال در خودرو را براساس سه معیار کلی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در این تست میزان ایمنی و حفاظت سیستم‌های نگهدارنده کودک در برابر ضربه از جلو و کنار، توانایی قرار دادن صندلی‌ها در حالت‌های مختلف برای استفاده از کودکان و امکانات داخل وسیله نقلیه برای بررسی سهولت استفاده از صندلی کودک، حائز اهمیت است.

۳. حفاظت از کاربران آسیب‌پذیر جاده (Vulnerable Road User): در شـــاخص EuroNCAP علاوه بر ایمنی سرنشینان داخل خودرو ایمنی سایر افراد مرتبط با خودرو نظیر عابر پیاده و دوچرخه‌سواران نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. این شاخص ایمنی خودروها را از دیدگاه عابر پیاده با بررسی خطر صدمات به سر، لگن و پاها از حالت‌های مختلف برخورد از جلو نظیر کاپوت و شیشه جلو، لبه کاپوت و سپر تعیین می‌کند. در این تست اگر سیستم‌های ترمز اضطراری خودکار آسیب را کاهش دهند، امتیاز بیشتری به ایمنی خودرو تعلق می‌گیرد.

۴. تجهیزات کمکی ایمنی خودرو (Safety Assist): در این تســـت فناوری‌های کمک راننده و جلوگیری از تصادف برای بررســـی همه‌جانبه ایمنی خودرو توسط Euro NCAP مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این تست موارد مختلف این فناوری‌ها از سیستم یادآور بستن کمربند ایمنی گرفته تا سیستم‌های پیشرفته‌تر مانند کنترل‌گرهای سرعت و ترمز اضطراری خودکار ارزیابی می‌شوند.

در شکل ۱۴ به‌صورت کلی می‌توان این چهار جنبه ارزیابی ایمنی خودرو را مشاهده کرد.

شکل ۱۴. چهار زمینه ارزیابی ایمنی خودرو توسط شاخص EuroNCAP

Source: EuroNCAP website (euroncap.com)

Euro NCAP برای ارزیابی ایمنی خودروها، سیستم رتبه‌بندی پنج ستاره را ایجاد کرده است تا به تمامی مصرف‌کنندگان خودروها کمک کند تا وسایل نقلیه را راحت‌تر با یکدیگر مقایسه کرده و بتوانند مطمئن‌ترین انتخاب را برای رفع نیازهای خود شناسایی کنند. رتبه ایمنی خودرو از جمع‌بندی نتایج مجموعه آزمایش‌های طراحی شده توسط Euro NCAP که روی هر خودرو اعمال می‌شود، حاصل می‌شود. این آزمایش‌ها سناریوهای مختلف و مهم تصادف در حالت واقعی را نشان می‌دهد که می‌تواند به مجروح یا کشته شدن سرنشینان خودرو یا سایر کاربران جاده منجر شود.

در سیستم رتبه‌بندی ایمنی خودرو، افزایش تعداد ستاره‌ها نشان‌دهنده عملکرد خوب خودرو در تست‌های Euro NCAP است. رتبه‌بندی ایمنی خودرو با Euro NCAP فراتر از الزامات قانونی موجود برای تولید خودروها است و درواقع این‌گونه می‌توان گفت که خودروی تولید شده براساس حداقل خواسته‌های قانونی، واجد شرایط هیچ ستاره‌ای در سیســـتم رتبه‌بندی نخواهد بود. بیان این نکته ضروری است که خودرویی که رتبه ضعیفی دارد، لزوماً ناامن نبوده اما به‌اندازه رقبای خود که رتبه بهتری کسب کرده‌اند، ایمن نیست.

سیستم رتبه‌بندی ایمنی پنج ستاره به‌طور مداوم با رشد و بلوغ فناوری‌های مختلف در صنعت خودروسازی، تکامل می‌یابد. این بدان معنا است که آزمایش‌ها به‌طور منظم به‌روز شده، آزمایش‌های جدید به مجموعه آزمایش‌های ارزیابی ایمنی خودرو اضافه می‌شوند و سطوح ستاره‌ها دستخوش تغییر می‌شوند. به همین دلیل سال انجام تست ایمنی برای یک مدل خودرو توسط Euro NCAP برای تفسیر صحیح نتیجه ایمنی آن خودرو حیاتی است. به‌دلیل تکامل آزمایش‌های انجام شده، رتبه‌بندی ایمنی خودروها پس از گذشت مدت زمان شش سال از انجام

آزمایش‌های Euro NCAP، منقضی می‌شود. البته گفتنی است منقضی شدن رتبه‌بندی ایمنی یک خودرو لزوماً به معنی ایمن نبودن خودرو موردنظر نیست، بلکه صرفاً این مفهوم را می‌رساند که رتبه‌بندی Euro NCAP از زمانی که خودرو موردنظر رتبه‌بندی شده، به‌قدری تغییر و تکامل داشته است که مقایسه ایمنی این خودرو با خودروهایی که اخیراً با Euro NCAP آزمایش شده‌اند، تا حد زیادی نادرست است.

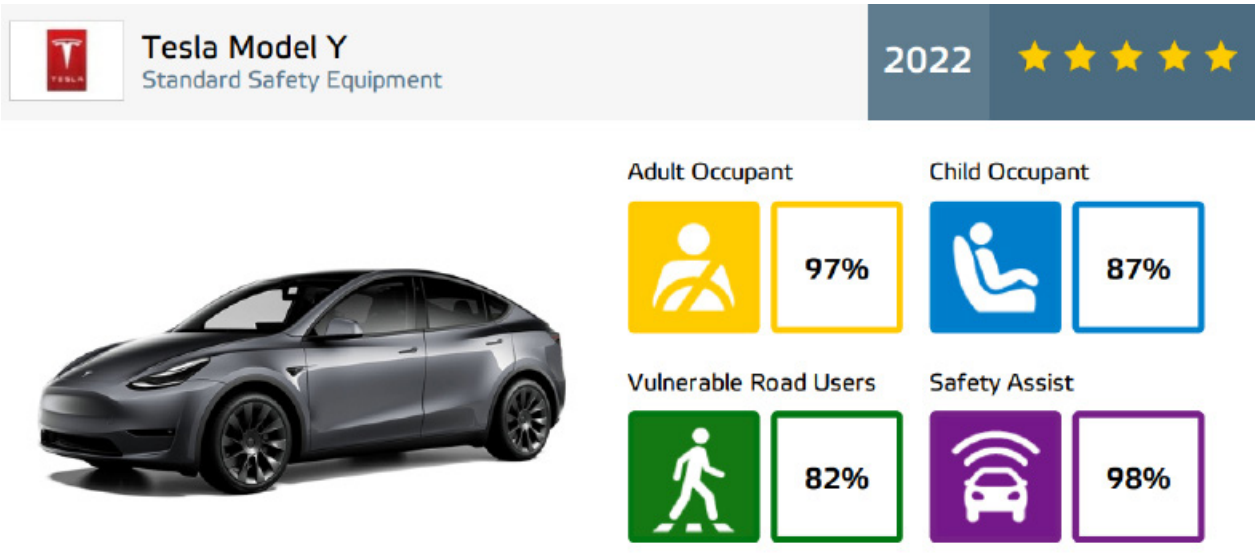
برای رفع مشکل خودروهایی که چندین سال در خط تولید هستند، Euro NCAP بررسی‌هایی را انجام می‌دهد تا اطمینان حاصل کند که اعتبار رتبه‌بندی ایمنی این خودروها پس از گذشت شش سال نیز قابل استناد باشد. در این راستا هرساله از خودروسازان خواسته می‌شود تا تأیید کنند که خودرو تولیدی فعلی، تجهیزات ایمنی مشابهی با خودرویی دارد که تست‌های ایمنی روی آن انجام شده است و هیچ تغییر دیگری که ممکن است بر اعتبار رتبه‌بندی ایمنی خودرو مذکور اثر گذارد، توسط خودروساز ایجاد نشده است. علاوه بر این، Euro NCAP برای اعتبار رتبه‌بندی ایمنی خودروهایی که فیس‌لیفت[1] می‌شوند، دستورالعمل جداگانه‌ای دارد. برای خودروهای فیس‌لیفت شده، سازندگان باید جزئیات تغییرات ایجاد شده و تأثیری که ممکن است بر عملکرد ایمنی خودرو داشته باشد را ارائه دهند. این دستورالعمل که Annual Reviews & Facelifts نام دارد، نشان می‌دهد تا چه حدی رتبه‌بندی ایمنی خودرو موردنظر معتبر است، اگرچه عملکرد آن ممکن است در یکی از حوزه‌های ارزیابی ایمنی خودرو کمی دستخوش تغییر شده باشد.

درمجموع رتبه‌بندی ایمنی خودرو در سیستم Euro NCAP براساس اعطای حداکثر پنج ستاره به خودرو مورد آزمایش است که در ادامه مفهوم این رتبه‌بندی بیان شده است:

- **۵ ستاره:** عملکرد عالی در حفاظت از تصادف و مجهز به فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف؛
- **۴ ستاره:** عملکرد خوب در حفاظت از تصادف و مجهز به برخی فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف؛
- **۳ ستاره:** عملکرد متوسط در حفاظت از سرنشینان حین تصادف و عدم تجهیز به آخرین فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف؛
- **۲ ستاره:** حفاظت کم از سرنشینان حین تصادف و فاقد فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف؛
- **۱ ستاره:** حفاظت ناچیز از سرنشینان حین تصادف و فاقد فناوری‌های پیش‌گیری از تصادف؛
- **فاقد ستاره:** خودرو از لحاظ ایمنی تنها مطابق با الزامات قانونی تولید شده و می‌تواند فروخته شود اما فاقد فناوری‌های بروز ایمنی برای حین تصادف و پیش‌گیری از آن است.

به‌عنوان نمونه، در شکل ۱۴ رتبه‌بندی کلی خودرو Tesla Model Y به‌عنوان بهترین خودروی ارزیابی شده توسط Euro NCAP در سال ۲۰۲۲ و یکی از ایمن‌ترین خودروهای چند سال اخیر، آورده شده است.

شکل ۱۵. رتبه‌بندی کلی خودرو Tesla Model Y



Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

1. Facelift

شیوه اندازه‌گیری شاخص‌های ایمنی با Euro NCAP

هر دو سال یک‌بار، Euro NCAP پروتکل‌های تست خود را به‌روز کرده و پروتکل‌های سخت‌تری را برای بررسی ایمنی خودروها تعیین می‌کند. برای ارزیابی ایمنی خودرو با Euro NCAP حداکثر به چهار خودرو از یک مدل خاص نیاز است. Euro NCAP برای تهیه خودروهای موردنیاز برای تست ایمنی نیز روش‌های خاصی دارد. اگر یک مدل خودرو در حال حاضر در فروش باشد، Euro NCAP معمولاً خودروهای موردنیاز برای تست را به‌صورت ناشناس از یک یا چند فروشنده خریداری می‌کند. همچنین اگر خودرو مورد بررسی جدید بوده و هنوز در نمایندگی‌های فروش در دسترس نباشند، Euro NCAP خودروها را از تولید اولیه انتخاب کرده یا ممکن است برای انتخاب تصادفی خودرو موردنظر خود از کارخانه تولید خودرو بازدید کند.

همان‌طور که بیان شد Euro NCAP برای بررسی ایمنی خودروها، آنها را از چهار منظر مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در ادامه نحوه آزمایش خودروها در هرکدام از این چهار شاخص و تست‌های موجود در شاخص‌های فوق براساس آخرین دستورالعمل منتشرشده Euro NCAP بررسی خواهد شد.

آزمایش‌های حفاظت از سرنشین بزرگسال

تست‌های حفاظت از سرنشین بزرگسال شامل آزمایش‌هایی نظیر ضربه از جلو، ضربه جانبی و ضربه شلاقی که برای ارزیابی محافظت از راننده و سرنشینان بزرگسال بوده و همچنین بررسی شرایط و ویژگی‌های خودرو برای نجات و بیرون آوردن سریع و ایمن شخص هنگام تصادف می‌شود.

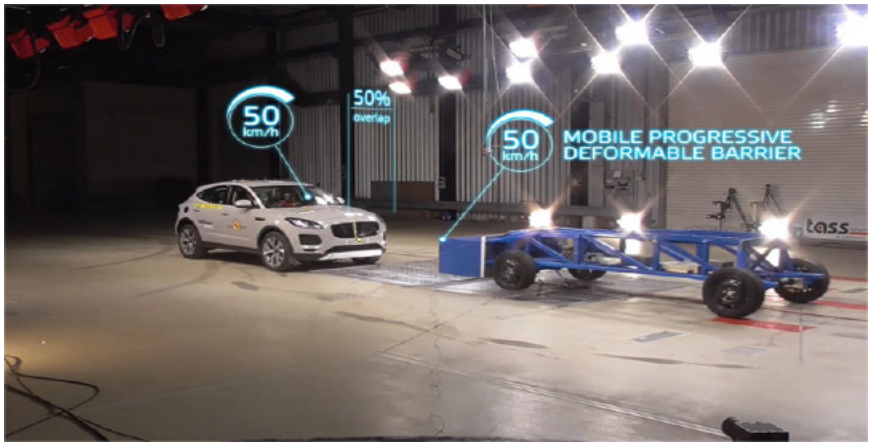
آزمایش ضربه از جلو

تصادفات از جلو بیش از هر نوع تصادف دیگری مسئول مرگ‌ومیر و آسیب‌های جدی در تصادفات است. Euro NCAP برای بررسی ایمنی خودروها حین برخورد از جلو، دو سناریو «برخورد از جلو با یک مانع متحرک» و «برخورد از جلو با یک مانع ثابت» را مدنظر قرار می‌دهد. در ادامه نحوه انجام آزمایش‌های این دو سناریو بیان خواهد شد.

- **آزمایش برخورد از جلو با یک مانع متحرک:** اولین سناریوی برخورد از جلو، برخورد رو در رو دو خودرو با سرعت نسبتاً بالا است. در اغلب برخوردها از این نوع، تنها بخشی از ساختار عرضی جلوی خودرو درگیر می‌شود که اصطلاحاً به آن offset crash گفته می‌شود. در این حالت تصادف، تنها یک طرف جلوی خودرو، نه تمام عرض، به مانع برخورد کرده و درنتیجه بخش کوچک‌تری از سازه اتومبیل باید انرژی تصادف را تحمل و مدیریت نموده و احتمال آسیب‌دیدگی برای سرنشینان خودرو بیشتر است. درمجموعه تست‌های Euro NCAP این آزمایش با نام Mobile Progressive Deformable Barrier (MPDB) شناخته می‌شود.

در آزمایش MPDB، خودروی آزمایشی با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت و با ۵۰ درصد هم‌پوشانی به‌سمت یک مانع تغییر شکل‌پذیر نصب شده روی یک واگن برقی با وزن ۱۴۰۰ کیلوگرم که با سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند، رانده می‌شود. مانع نمایانگر قسمت جلوی خودروی دیگر در تصادف است که هرچه بیشتر تغییر شکل می‌دهد به‌تدریج سفت‌تر می‌شود. این آزمایش تصادف بین خودروی آزمایشی و یک خودروی معمولی با سایز متوسط را شبیه‌سازی می‌کند. در این آزمایش دو آدمک برای بررسی اثر تصادف روی انسان بزرگسال نظیر تخمین شدت آسیب سر، گردن، قفسه سینه و شکم در جلو خودرو قرار می‌گیرد که این آدمک‌ها از لحاظ مشخصات، شبیه‌ساز دو نفر با ویژگی‌های بدنی مردان است. همچنین آدمک‌های کودک مستقر در صندلی‌های کودک در صندلی‌های عقب برای بررسی اثر تصادف بر کودکان قرار می‌گیرند.

شکل ۱۶.شماتیک آزمایش برخورد از جلو با یک مانع متحرک



Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

همچنین در این آزمایش ایمنی خودرو از جنبه‌های دیگر نیز ارزیابی می‌شود. برای محافظت از سرنشینان خودروی آزمایشی، نیروهای ناشی از تصادف باید به‌طور مؤثر به قسمت‌هایی از خودرو هدایت شوند که در آنجا انرژی به‌طور مؤثر و ایمن جذب شود. ناحیه جلوی خودرو باید به‌گونه‌ای عمل کند که آسیب‌های وارده به جلوی خودرو وارد شده و تا جایی که ممکن است محفظه سرنشینان تغییر شکل ندهد. علاوه بر این، نحوه کاهش سرعت واگن در ضربه و آسیب وارد شده توسط وسیله نقلیه به مانع آزمایش، نشان می‌دهد که خودرو و مانع طی برخورد چقدر با یکدیگر تعامل داشته‌اند. گفته می‌شود تصادفی که در آن خودرو مورد آزمایش منجر به کاهش بسیار زیاد سرعت واگن برقی شده یا طی تصادف تغییر شکل موضعی بسیار شدید حاصل شود، نشان‌دهنده «سازگاری» ضعیفی از خودرو مورد آزمایش است. در دنیای واقعی، چنین وسیله نقلیه‌ای ممکن است انرژی خود را حین تصادف آن‌طور که باید جذب نکند و تهدیدی برای سایر کاربران جاده باشد.

آزمایش برخورد از جلو با یک مانع ثابت: در سال‌های اخیر ساختار بدنه خودروها محکم‌تر طراحی و ساخته شده است که این مورد موجب احتمال کمتر آسیب دیدن محفظه سرنشین حین تصادف شـــده و درنتیجه به کاهش صدمات تصادف در ناحیه ساق پا و همچنین سر منجر می‌شود. بااین‌حال، یکی از مواردی که حین تصادف از جلو بســـیار حائز اهمیت است، کاهش سرعت ناگهانی خودرو بوده که باید آسیب‌های ناشی از آن به‌خوبی با خودرو مهار شود. این کاهش سرعت می‌تواند به قفسه سینه سرنشینان آسیب‌پذیرتر نظیر کودکان یا افراد مسن صدمه زند. بدین‌منظور برای شبیه‌سازی چنین تصادف‌هایی، Euro NCAP خودروها را در برابر یک مانع سخت با هم‌پوشانی کامل با سرعت آزمایشی ۵۰ کیلومتر در ساعت آزمایش می‌کند که این آزمایش Full Width Rigid Barrier نام‌گذاری شده است.

شکل ۱۷.شماتیک آزمایش برخورد از جلو با یک مانع ثابت

Source: EuroNCAP website (euroncap.com)

برای بررســـی تأثیر این آزمایش، یک آدمک با ویژگی‌های بدنی زنان روی صندلی راننده و همچنین در صندلی سمت سرنشین عقب قرار می‌گیرد. در این آزمایش محدودیت‌های سختگیرانه‌ای برای کاهش ناگهانی سرعت بدن و آسیب قفسه سینه اعمال می‌شود و این مورد به‌نوبه خود، تولیدکنندگان را تشویق کرده تا از تجهیزات و امکانات مناسب‌تری برای افزایش ایمنی خودرو بهره برند. درواقع می‌توان گفت که این آزمایش مکمل آزمایش MPDB و offset crash برای بررسی برخورد خودرو از جلو است.

در ادامه نتایج آزمایش‌های ضربه از جلو برای خودرو Tesla Model Y که با Euro NCAP منتشر شده در شکل ۱۷ نشان داده شده است.

شکل ۱۸. نتایج آزمایش‌های برخورد از جلو برای خودرو Tesla Model Y

Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

آزمایش ضربه از جانب

تصادفات جانبی دومین علت مرگ‌ومیر و صدمات جدی در تصادفات است. نکته قابل توجه در این نوع برخورد در مقایسه با برخورد از جلو، فضای بسیار کم داخل خودرو برای جذب انرژی بوده و در این حالت صدمات شدید به سر و قفسه سینه رایج است. سناریوهای Euro NCAP برای بررسی ضربات جانبی تصادف، «برخورد جانبی با جسم متحرک»، «برخورد جانبی با تیر» و «بررسی آسیب سرنشین جانبی» است. در ادامه نحوه انجام آزمایش‌های این سه سناریو بیان خواهد شد.

■ **آزمایش برخورد جانبی با جسم متحرک:** این آزمایش در مجموعه Euro NCAP با نام Side Mobile Barrier شناخته می‌شود. در این آزمایش، یک مانع تغییر شکل‌پذیر بر یک چرخ‌دستی نصب شده و با سرعت ۶۰ کیلومتر در ساعت به‌سمت خودروی آزمایشی ثابت، با زاویه قائمه برخورد داده می‌شود. یک آدمک با ویژگی‌های بدنی مردان برای بررسی برخورد جانبی در صندلی راننده قرار گرفته و آدمک‌هایی با ساختار بدنی کودکان در صندلی‌های کودک در عقب قرار می‌گیرند.

این تست تضمین می‌کند که حفاظت کافی از نواحی حیاتی بدن در حین برخورد جانبی وجود دارد. برای افزایش ایمنی خودرو در این حالت، به تقویت ساختار خودروها در کنار خودرو و بین درها و نصب کیسه‌های هوای جانبی در خودروها نیاز است. زمان‌بندی و باز شدن کیسه‌های هوا باید به‌دقت کنترل شود تا اطمینان حاصل شود که آنها بیشترین حفاظت ممکن را برای سرنشین مهیا می‌سازند.

شکل ۱۹. شماتیک آزمایش برخورد جانبی با جسم متحرک

Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

برخورد جانبی با تیر: یکی از مخرب‌ترین برخوردها برای خودرو و سرنشین آن، برخورد یک وسیله نقلیه با اجسام صلب کنار جاده مانند درختان یا ستون‌ها و تیرها است. این تصادفات غالباً به‌علت از دست دادن کنترل راننده به‌دلیل سرعت غیرمجاز، تشخیص و عملکرد نادرست در مورد پیچ جاده یا به‌دلیل لغزش خودرو در شرایط نامناسب آب و هوایی رخ می‌دهد. آسیب ناشی از چنین حوادثی شدید بوده و موجب مرگ یا جراحات جدی برای سرنشینان می‌شود. بدین‌منظور برای بررسی آسیب‌های ناشی از این تصادف، آزمایشی تحت عنوان Side Pole در Euro NCAP اجرا می‌شود. در این آزمایش، یک خودرو با سرعت ۳۲ کیلومتر در ساعت در کنار یک ستون صلب حرکت می‌کند. این خودرو تحت یک زاویه کوچک نسبت به زاویه قائمه با ستون برخورد داده می‌شود. در خودروهایی که به کیسه هوای مرکزی برای محافظت در برابر برخورد سرنشینان صندلی جلو با یکدیگر مجهز هستند، برای بررسی اثر این برخورد از دو آدمک متوسط با ویژگی‌های بدنی مردان در صندلی‌های جلو خودرو استفاده می‌شود و اگر خودرویی فاقد این کیسه هوا باشد، تنها یک آدمک روی صندلی راننده خودرو قرار خواهد گرفت.

این آزمایش یک تست بسیار جدی برای ارزیابی توانایی خودرو در محافظت از سر راننده حین چنین برخوردهایی است. در این نوع برخوردها، تغییر شکل خودرو می‌تواند بسیار زیاد بوده و حتی تیر می‌تواند به محفظه سرنشینان خودرو آسیب جدی وارد کند. اگر خودرو محافظت مؤثر برای چنین برخوردی نداشته باشد، تیر می‌تواند به سر انسان ضربه زده و به صدمات جدی منجر شود. کیسه‌های هوا محافظ سر که اغلب در بالای پنجره‌ها نصب می‌شوند، یکی از راه‌حل‌های رایج برای این نوع برخورد است.

شکل ۲۰. شماتیک آزمایش برخورد جانبی با تیر

Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

بررسی آسیب سرنشین جانبی: تقریباً نیمی از سرنشینان که در اثر برخوردهای جانبی مجروح شده‌اند، در سمت مخالف محل برخورد جانبی در خودرو قرار دارند. این گونه آسیب‌ها شامل حرکت راننده به پهلو در اثر ضربه ناگهانی و نشستن یا عدم نشستن سرنشین دیگر روی صندلی مسافر و آسیب راننده و مسافر می‌شود. برخی از تولیدکنندگان خودرو در حال حاضر به اقدام‌هایی برای جلوگیری از آسیب‌ها پرداخته و اقدام‌های متقابلی را برای کاهش صدمات در چنین تصادفاتی ارائه می‌دهند. یکی از راهکارها، استفاده از یک کیسه هوای مرکزی است که به‌صورت عمودی بین دو سرنشین جلو باز می‌شود تا رفت و آمد سرنشین دوردست را محدود کرده و از آسیب‌های ناشی از برخورد بین دو سرنشین صندلی جلو محافظت کند. تأثیر این نوع تصادفات در Euro NCAP با آزمایش‌هایی تحت‌عنوان Far-Side Impact بررسی می‌شود.

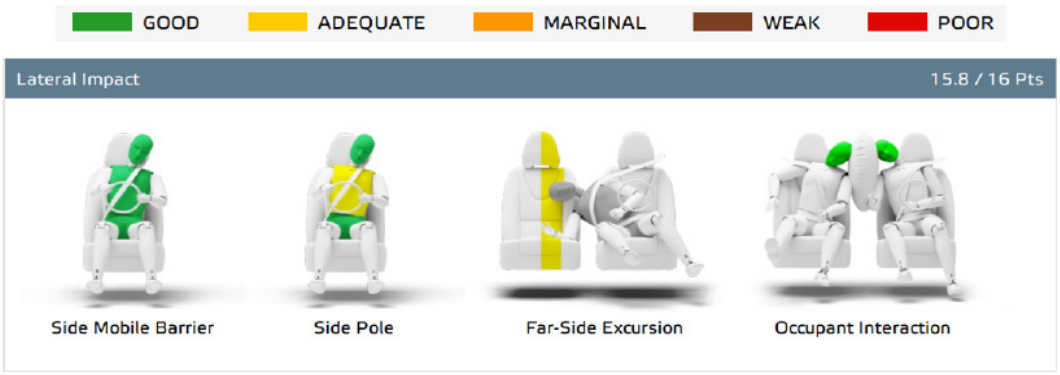
شکل ۲۱. نمونه آزمایش بررسی آسیب سرنشین جانبی

Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

در خودروهایی که به تجهیزاتی نظیر کیسه هوای مرکزی مجهز هستند، Euro NCAP در آزمایش‌های Far-Side Impact دو سرنشین در صندلی‌های جلو قرار داده تا میزان عملکرد این تجهیزات را برای جلوگیری از آسیب‌های ذکرشده بررسی کند. نتایج نشان می‌دهد که راه‌حل‌هایی نظیر کیسه هوای مرکزی پیشنهاد خوبی در این زمینه بوده و برای جلوگیری از صدمات مؤثر است. همچنین آزمایش‌های دیگری نیز بر بدنه خودروها بدون توجه به نصب تجهیزات اشاره شده، انجام می‌شود. درنهایت در این آزمایش با توجه به میزان حفاظت از سر و گردن، قفسه سینه و شکم، امتیازی برای حفاظت از سرنشین در این نوع برخوردها برای خودرو محاسبه می‌شود.

نتایج آزمایش‌های ضربه از جوانب برای خودرو Tesla Model Y منتشر شده با Euro NCAP در شکل ۲۲ نشان داده شده است.

شکل ۲۲. نتایج آزمایش‌های برخورد از جوانب با خودرو Tesla Model Y



Source: Ibid.

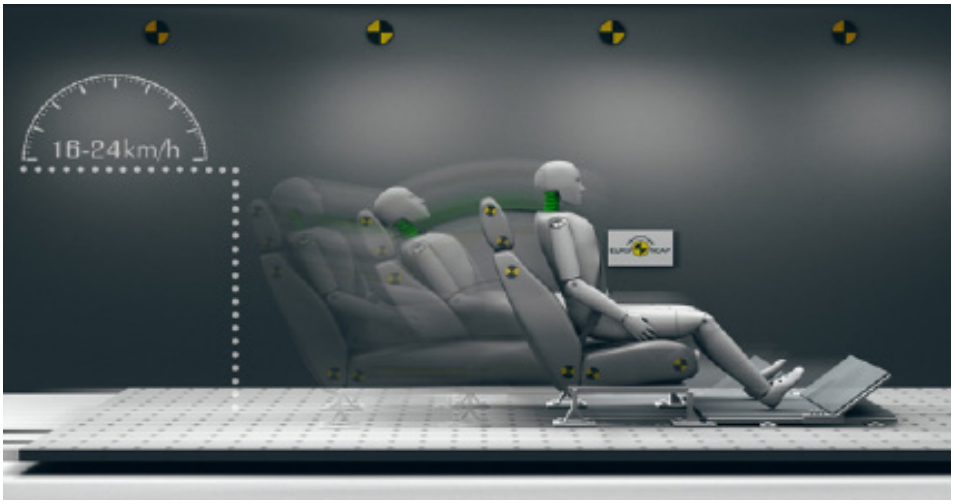
آزمایش ضربه از عقب

در این حالت از برخورد Euro NCAP میزان آسیب وارده به انسان در صورت ضربه شلاقی که می‌تواند موجب آسیب شلاقی به سر و گردن شود را مورد آزمایش قرار می‌دهد. آسیب شلاقی گردن هنگامی رخ می‌دهد که گردن و سر ناگهان با نیروی زیادی به عقب و سپس به جلو حرکت کنند و ستون فقرات در قسمت گردن را با حرکات سریع و فشارهای شدید مواجه سازند. بیشتر موارد آسیب شلاقی گردن در اثر تصادفات رانندگی ایجاد می‌شود که در آن اتومبیل دیگری از پشت به فرد برخورد می‌کند. برای بررسی اثر این نوع برخورد، آزمایش ضربه شلاقی در Euro NCAP طراحی شده است.

■ **آزمایش ضربه شلاقی:** درحالی که چنین تصادفات به‌ندرت منجر به مرگ‌ومیر می‌شود، عواقب صدمات ناشی از ضربه شلاقی تأثیر زیادی بر سلامت افراد و جامعه دارد. در اروپا آسیب‌های ناشی از این نوع ضربه، سالیانه حدود ۱۰ میلیارد یورو خسارت به‌بار می‌آورد. صدمات ناشی از ضربه شلاقی با انحراف سریع و زیاد ستون فقرات همراه بوده و می‌تواند در طولانی‌مدت شخص را دچار مشکل کرده که تشخیص یا درمان آن نیز دشوار است. بدین‌منظور برای بررسی تأثیر این ضربه روی سرنشین خودرو، آزمایشی تحت عنوان Whiplash در Euro NCAP انجام می‌شود.

در این آزمایش صندلی خودرو و تکیه‌گاه‌های سر که روی آن تعبیه شده است، روی یک سطح متحرک قرار داده می‌شود. این سطح متحرک شبیه‌ساز حرکت اتاق خودرو هنگام برخورد از عقب به خودرو است. برای بررسی اثر ضربه شلاقی، آدمک تست روی صندلی قرار گرفته و سپس با جابه‌جایی ناگهانی سطح متحرک آسیب‌های وارده به سر و گردن و ستون فقرات مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این آزمایش، دو تست دینامیکی انجام می‌شود که نشان‌دهنده شدت تصادفات متداول بوده که باعث این نوع صدمات برای سرنشینان می‌شود. هدف از تست‌های ضربه شلاقی Euro NCAP، ارتقای عملکرد طراحی صندلی خودرو و تکیه‌گاه‌های سر تعبیه شده برای بهبود ایمنی سرنشینان است.

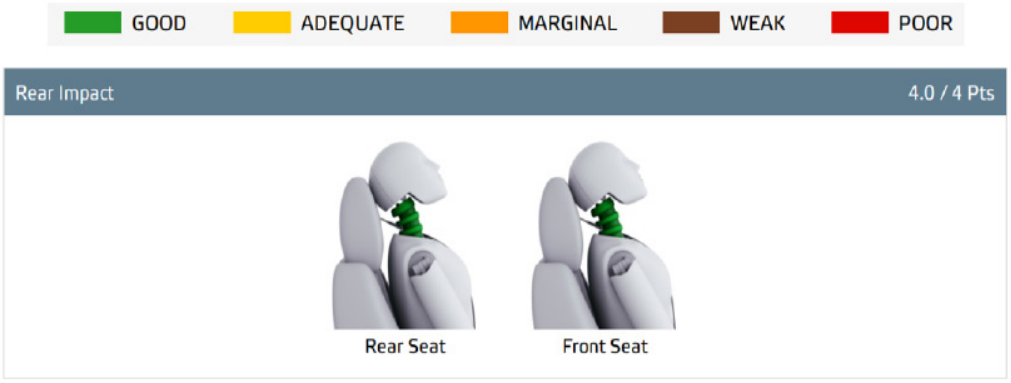
شکل ۲۳. شماتیک آزمایش ضربه شلاقی



Source: Ibid.

نتایج آزمایش ضربه از عقب نیز برای خودرو Tesla Model Y در شکل ۲۴ نشان داده شده است.

شکل ۲۴. نتایج آزمایش برخورد از عقب برای خودرو Tesla Model Y



Source: Ibid.

آزمایش ارزیابی امداد و نجات

از گذشته تاکنون در بحث ایمنی خودرو حفاظت از جان سرنشین در هنگام تصادف حائز اهمیت بوده و در این راستا از فناوری‌های مختلف نظیر کیسه‌های هوا در تولید خودروهای جدید استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر و با ظهور فناوری‌های کمک‌راننده، اجتناب از تصادف به بخش بسیار مهمی از ایمنی تبدیل شده است. این سیستم‌ها در سطوح مختلف اتوماسیون خودرو، کارکردهای متفاوتی داشته و می‌تواند در حین رانندگی، راننده را یاری دهند. به‌عنوان مثال در برخی خودروها، این سیستم‌ها در کنار راننده به او کمک می‌کند تا در مسیر حرکت خود باقی مانده و منحرف نشود و یا سرعت مناسب را برای خودرو حفظ کرده و حتی در صورت عدم راننده، مداخله کرده و خودرو را به کمک ترمز متوقف می‌سازد.

ایمنی خودرو در دو دهه گذشته بهبود بسیاری یافته است. از مواردی که در تصادفات بسیار حائز اهمیت بوده، کمک‌رسانی به‌موقع نیروهای امدادی در حین تصادف است. در این زمان‌ها گیرافتادن سرنشینان درون خودرو یک معضل جدی بوده که می‌تواند مانع از امدادرسانی به‌موقع به آنها شود. استفاده از فولادهای با استحکام بالا که در بدنه خودروها استفاده می‌شود و حین عملیات نجات به تجهیزات خاصی برای برش نیاز دارد و همچنین استفاده گسترده‌تر از کیسه‌های هوا و قفل شدن کمربند ایمنی، از مواردی است که حین تصادف می‌تواند مشکلاتی را برای امدادرسانی به مصدومان به بار آورد. در موارد خاص و حیاتی، کاهش مدت زمان عملیات نجات می‌تواند تأثیر بسزایی در شانس زنده ماندن سرنشینان خودرو داشته باشد.

در این راستا Euro NCAP ایمنی خودروها را پس از تصادف تحت مجموعه آزمایش‌هایی با عنوان Rescue and Extrication مورد بازرسی قرار می‌دهد. این مجموعه که از سال ۲۰۲۰ به تســت‌های ارزیابی ایمنی خودرو Euro NCAP اضافه شده است، آزمایش‌های متفاوتی را شامل می‌شود. یکی از آزمایش‌ها در این زمینه، اندازه‌گیری نیروی موردنیاز برای باز کردن در خودرو پس از تصادف است. همچنین قفل خودکار درهای خودرو بررسی شده تا مشخص شود که قفل در پس از تصادف آزاد می‌شود. در ادامه نیروهای مورد نیاز برای باز کردن کمربند ایمنی نیز اندازه‌گیری خواهد شد. درنهایت، Euro NCAP امتیازات اضافی برای این بخش برای خودروهای مختلف درنظر گرفته است. یکی از این موارد، تجهیز خودرو به سیستم تماس اضطراری است. سیستم تماس اضطراری به‌طور خودکار پس از وقوع حادثه، نیروهای امداد و نجات را از تصادف رخ داده شده آگاه می‌کند. سیستم‌های ساده تماس اضطراری، فقط می‌تواند در مورد محل حادثه اطلاع‌رسانی کند، درحالی که سیستم‌های پیچیده‌تر می‌تواند اطلاعاتی در مورد نوع و شدت ضربه نیز در اختیار امدادگران قرار دهد. نتایج گزارش ارزیابی امداد و نجات برای خودرو Tesla Model Y در شکل ۲۵ نشان داده شده است.

شکل ۲۵. نتایج گزارش ارزیابی امداد و نجات برای خودرو Tesla Model Y

Rescue and Extrication	2.0 / 2 Pts
Rescue Sheet	Available, ISO compliant
Advanced eCall	Available
Multi Collision Brake	Available

Source: Ibid.

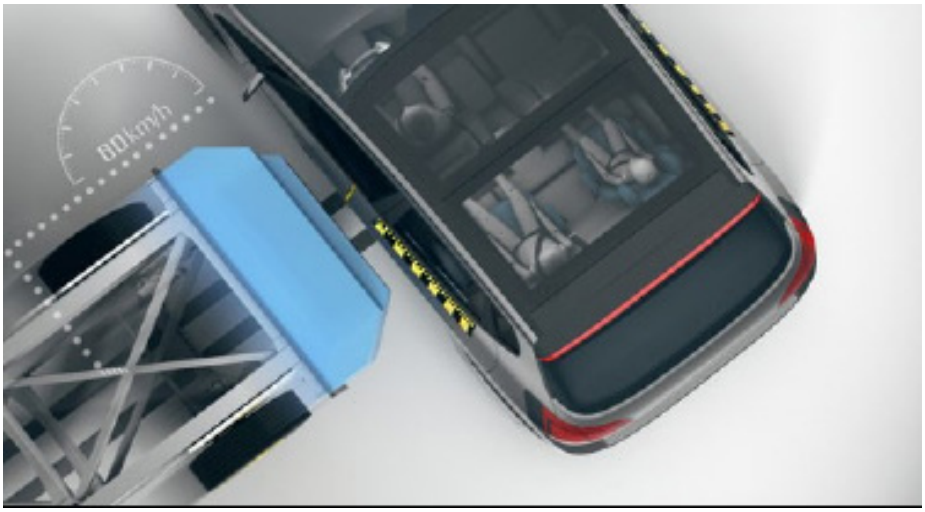
آزمایش‌های حفاظت از سرنشینان کودک

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، حفاظت از سرنشـــین کودک در مجموعه Euro NCAP از ســـه جنبه کلی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. میزان ایمنی موجود برای کودکان با سیستم‌های نگهدارنده کودک در آزمایش‌های برخورد از جلو و جوانب، توانایی خودرو برای قرار دادن صندلی‌های کودک در اندازه‌ها و طرح‌های مختلف و در دسترس بودن تمهیدات مختلف برای حمل‌ونقل ایمن کودکان در خودرو، سه شاخص ارزیابی حفاظت از کودکان توسط Euro NCAP است که در ادامه این شاخص‌ها بیان خواهد شد. همچنین همانند آزمایش‌های حفاظت از سرنشین بزرگسال، نتایج آزمایش‌های بررسی ایمنی سرنشینان کودک برای خودرو Tesla Model Y نیز در توضیحات هر شاخص از ارزیابی‌های حفاظت از سرنشینان کودک، آورده شده است.

ارزیابی عملکرد سیستم‌های نگهدارنده کودک

ســـالیانه بیش از ۱۰۰۰ کودک در اروپا در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند که تقریباً نیمی از این تلفات، سرنشینان کودک وسایل نقلیه موتوری است. به‌منظور حفاظت از جان سرنشینان کودک، سازندگان خودرو از نظر قانونی موظفند اطلاعاتی در مورد استفاده از صندلی کودک در خودرو ارائه دهند. در این راستا Euro NCAP ارزیابی می‌کند که کارایی انواع صندلی‌های کودک در چه حد بوده و میزان ایمنی کودکان با صندلی‌های کودک در خودروهای مورد ارزیابی را با استفاده از آزمایش‌های برخورد از جلو و برخورد از جانب مورد بررسی قرار می‌دهد.

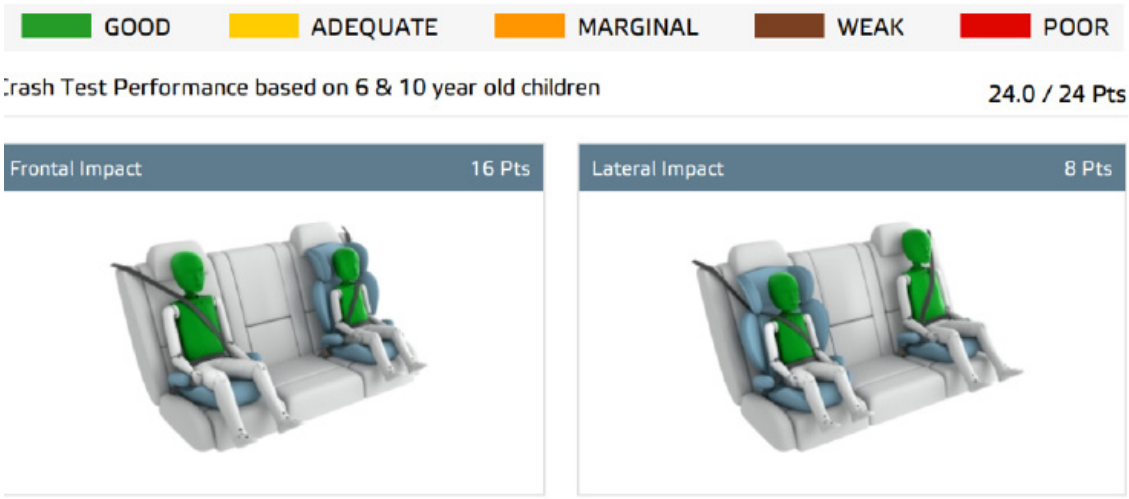
شکل ۲۶. شماتیک آزمایش برخورد جانبی با جسم متحرک برای ارزیابی ایمنی سرنشینان کودک



Source: Ibid.

در ابتدا در آزمایش‌های بررسی عملکرد صندلی‌های نگهدارنده کودک، از آدمک‌هایی با ویژگی‌های بدنی کودکان ۱٫۵ و ۳ ساله استفاده می‌شد. این آدمک‌ها در صندلی عقب خودرو و در صندلی‌های کودک مورد تأیید EuroNCAP، قرار داده می‌شوند. در سال ۲۰۱۶، ساختار این آزمایش تغییر کرد و از آن زمان به‌بعد، از آدمک‌هایی به نمایندگی از کودکان ۶ و ۱۰ ساله که روی صندلی خودرو یا صندلی‌های نگهدارنده کودک نشسته بودند، استفاده می‌شود. معیارهای اصلی مورد بررسی در این آزمایش، حرکت سر و گردن و میزان شتاب قفسه سینه است که در آزمایش، اندازه‌گیری می‌شود. این معیارها تضمین می‌کند که حرکات سرنشین کودک در هنگام تصادف به‌درستی مهار شده و ایمنی آن با خودرو تأمین می‌شود.

شکل ۲۷. نتایج آزمایش‌های ارزیابی ایمنی کودکان در خودرو Tesla Model Y



Source: Ibid.

ارزیابی توانایی خودرو در استفاده از انواع صندلی‌های کودک

در استفاده از صندلی‌های کودک، یکی از مواردی که ممکن است کارایی آن را به‌شدت کاهش دهد، عدم استفاده صحیح از این وسیله است. استفاده نادرست از صندلی کودک را می‌توان به‌اشتباه کاربر در نصب این صندلی‌ها و یا عدم تطابق بین صندلی کودک انتخاب شده و وسیله نقلیه مورد نظر نسبت داد. برای مقابله با خطر چنین مواردی، Euro NCAP بررسی نصب صندلی کودک در خودروهای مختلف را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

در این آزمایش، مجموعه‌ای از صندلی‌های کودک محبوب در بین استفاده‌کنندگان، برای ارزیابی نصب بدون مشکل انتخاب شده و عملکرد صندلی‌های انتخاب شده در تست‌های حفاظت از کودکان مورد بررسی قرار می‌گیرد. از جمله موارد حائز اهمیت در این تست، طول کمربند ایمنی و دسترسی به قلاب ایزوفیکس[1] است. ایزوفیکس یک استاندارد جهانی برای اتصال صندلی کودک در خودرو است. در وسایل نقلیه دارای این استاندارد، قلاب‌هایی تعبیه شده که می‌توان با بهره‌گیری از آن به‌راحتی صندلی کودک را در محلی مناسب و استاندارد، بر صندلی‌های عقب قرار داد. قلاب‌های سیستم ایزوفیکس باعث شده، صندلی کودک در زمان حرکت اتومبیل، جابه‌جا نشود. در این آزمایش، درصورتی که صندلی‌های موجود در لیست صندلی‌های منتخب، به‌درستی و به‌راحتی بر تمام موقعیت‌های مناسب صندلی در خودرو نصب شوند، خودرو موردنظر امتیاز این آزمایش را کسب می‌کند. همچنین کتاب راهنمای وسیله نقلیه باید به‌وضوح موقعیت‌های مختلفی که در آنها سیستم‌های نگهدارنده کودک نصب نمی‌شود، ذکر کند.

1. ISOFIX

شکل ۲۸.محل اتصال صندلی کودک در استاندارد ایزوفیکس

Source: Ibid.

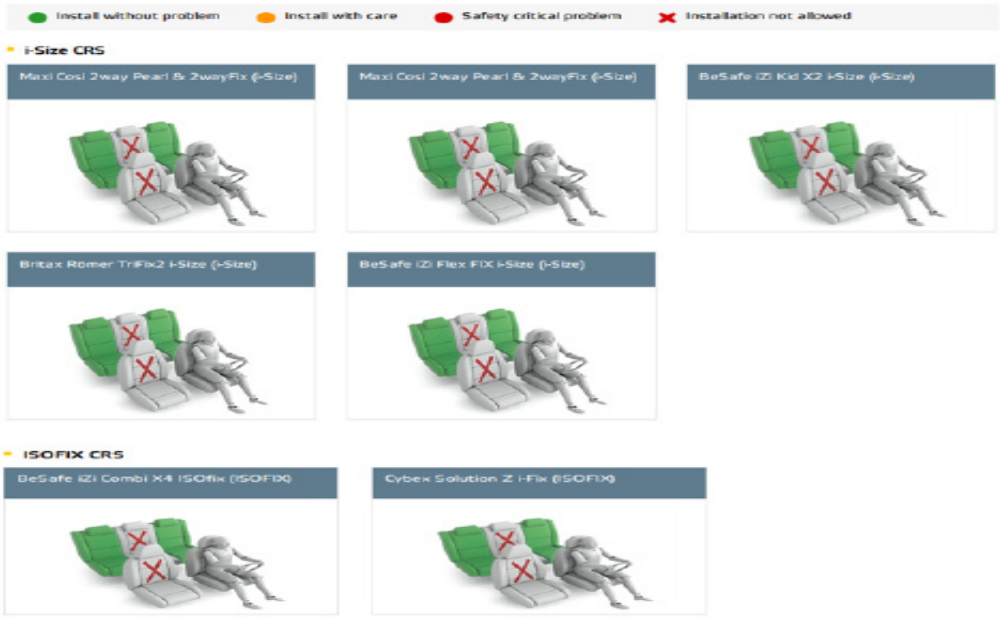
ارزیابی انواع امکانات خودرو در حمل‌ونقل کودکان

تمام صندلی‌های کودک تولید شده در شـــرکت‌های مختلف، پیش از فروش و تولید انبوه باید آزمایش‌های خاصی را برای استانداردسازی پشت‌سر گذارند. جدیدترین استاندارد اروپایی برای صندلی کودک با نام i-Size شناخته می‌شود. همه صندلی‌های کودک تولید شده تحت استاندارد i-Size برای اتصال به صندلی خودرو از ایزوفیکس استفاده می‌کنند. یکی از اهداف طراحی یک استاندارد برای ساخت صندلی کودکان، ارتباط آسان‌تر بین صندلی کودک و صندلی‌ها و فضای داخلی خودرو است که خودروسازان نیز بر این اساس بتوانند خودرو استاندارد برای استفاده از سیستم‌های نگهدارنده کودک تولید کنند.

برای ارزیابی امکانات خودرو در حمل‌ونقل کودکان، Euro NCAP در دسترس بودن موقعیت‌های مختلف صندلی‌های هر خودرو را برای استفاده از صندلی‌های کودک تولید شـــده تحت استاندارد i-Size مورد بررســـی قرار می‌دهد. برای مثال وجود قلاب‌های ایزوفیکس در موقعیت‌های مختلف صندلی‌های خودرو، حائز اهمیت است. همچنین در این راستا ویژگی‌های مختلف خودرو که حمل‌ونقل ایمن کودکان را تسهیل می‌کند، مورد توجه Euro NCAP قرار می‌گیرد.

در شکل زیر نتایج مربوط به بررسی امکانات خودرو Tesla Model Y در استفاده از انواع سیستم‌های نگهدارنده کودک و نصب آنها نشان داده شده است.

شکل ۲۹.ارزیابی امکانات Tesla Model Y در استفاده از سیستم‌های نگهدارنده کودک و نصب آنها



Source: Ibid.

آزمایش‌های حفاظت از کاربران آسیب‌پذیر جاده

در ارزیابی ایمنی با Euro NCAP، فقط سرنشینان خودرو دارای اهمیت نیستند بلکه حفاظت از جان سایر افراد مرتبط نظیر عابران پیاده و دوچرخه‌سواران نیز حائز اهمیت هستند. برای بررسی میزان حفاظت ارائه شده توسط خودرو برای کاربران آسیب‌پذیر جاده آزمایش‌های مختلفی انجام شده که می‌توان به آزمایش‌های ضربه به سر، ضربه به قسمت‌های فوقانی پا، ضربه به قسمت‌های تحتانی پا، ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابر پیاده و ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سوار اشاره کرد. نتایج آزمایش‌های حفاظت از کاربران آسیب‌پذیر جاده برای خودرو Tesla Model Y نیز همانند قسمت‌های قبل، در توضیحات هر کدام از آزمایش‌های مربوطه آورده شده است.

آزمایش ضربه به سر

عابران پیاده حدود ۱۴ درصد از کل تلفات جاده‌ای در اروپا را تشکیل می‌دهند و در این بین کودکان و افراد مسن در معرض خطر بیشتری قرار دارند. طبق بررسی‌های انجام شده، بیشتر تصادفات مربوط به عابران پیاده در مناطق شهری رخ می‌دهد که اغلب در این مواقع سرعت خودرو بسیار زیاد نیست ولیکن این تصادفات می‌تواند آسیب به سر، پایین تنه و پاها را برای عابران پیاده به‌همراه داشته باشد.

شکل ۳۰. شماتیک آزمایش ضربه به سر

Source: Ibid.

بدین‌منظور در EuroNCAP برای بررسی میزان آسیب به سر ناشی از برخورد خودرو به عابر پیاده، آزمایش‌هایی طراحی شده است که طی آنها خودروی مورد آزمایش با سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت با یک ضربه‌گیر سر انسان بزرگسال یا کودک برخورد داده می‌شود. سپس موقعیت و شدت ضربه به سر ارزیابی شده و حفاظت ارائه شده از سوی خودروی آزمایشی حین برخورد سر عابر پیاده با کاپوت خودرو رتبه‌بندی می‌شود. این آزمایش‌ها موجب توجه بیشتر خودروسازان به موارد مهمی نظیر ساختار و هندسه بدنه خودرو و میزان جذب انرژی حین تصادف و سیستم‌هایی نظیر کیسه‌های هوای خارجی برای حفاظت بیشتر از عابران پیاده می‌شود.

آزمایش ضربه به قسمت‌های فوقانی پا

شکل کاپوت خودرو یا لبه جلویی کاپوت می‌تواند نقش مهمی درنتیجه برخورد یک خودرو با عابر پیاده داشته باشد و در میزان آسیب‌دیدگی لگن و استخوان ران حین برخورد مؤثر است. همانند آزمایش ضربه به سر، برای بررسی میزان آسیب به قسمت‌های فوقانی پا نظیر استخوان ران و لگن حین برخورد خودرو با عابر پیاده، آزمایش‌هایی را Euro NCAP انجام می‌دهد. در این آزمایش نیز برای ارزیابی میزان آسیب‌های مربوطه، یک ضربه‌گیر نمایانگر قسمت‌های فوقانی پا یک انسان بزرگسال با سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت با خودرو مورد آزمایش برخورد داده می‌شود و با توجه به میزان شدت و نیروی وارده به این ضربه‌گیر، میزان ایمنی این خودرو برای قسمت‌های فوقانی پا ارزیابی خواهد شد.

شکل ۳۱. شماتیک آزمایش ضربه به قسمت‌های فوقانی پا

Source: Ibid.

آزمایش ضربه به قسمت‌های تحتانی پا

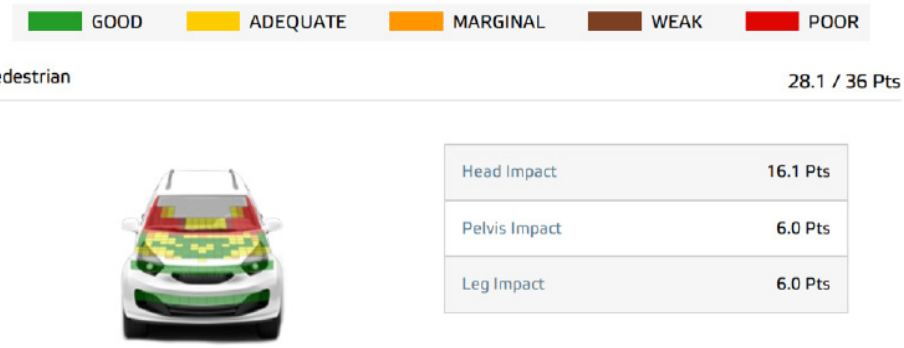
یکی دیگر از آسیب‌دیدگی‌های رایج حین برخورد خودرو با عابران پیاده، آسیب‌های ناشی از برخورد پا به سپر خودرو نظیر شکستگی‌های ساق پا و زانو است. این آسیب‌ها در ناحیه تحتانی پا معمولاً کشنده نبوده اما اغلب فرد را با مشکلات پزشکی طولانی‌مدت همراه می‌کند. برای تخمین این خطر بالقوه برای قسمت‌های تحتانی پا ناشی از برخورد خودرو با عابر پیاده، همانند موارد قبلی، از برخورد یک ضربه‌گیر نمایانگر قسمت‌های تحتانی پا یک انسان بزرگسال با خودرو مورد آزمایش با سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت استفاده می‌شود. سپس با ارزیابی موقعیت و شدت آسیب‌های وارده به پا، ایمنی خودرو تحت این آزمایش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شکل ۳۲. شماتیک آزمایش ضربه به قسمت‌های تحتانی پا

Source: Ibid.

در شکل ۳۳ نتایج آزمایش‌های ضربه به سر، ضربه به قسمت‌های فوقانی پا، ضربه به قسمت‌های تحتانی پا برای خودرو Tesla Model Y و امتیازات دریافت شده با این خودرو در این بخش نشان داده شده است.

شکل ۳۳. نتایج آزمایش‌های برخورد قسمت‌های سر، فوقانی و تحتانی پا برای خودرو Tesla Model Y



Source: Ibid.

ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابر پیاده

هنگام برخورد یک کاربر آسیب‌پذیر جاده با یک خودرو، سرعت یک عامل مهم در میزان آسیب وارده به کاربر موردنظر است. در حال حاضر بسیاری از سازندگان خودرو از سیستم‌های ترمز اضطراری خودکار (AEB)[1] در خودروهای تولیدی خود استفاده می‌کنند که این فناوری می‌تواند خودرو را قبل از برخورد با کاربر آسیب‌پذیر جاده (معمولاً عابر پیاده یا دوچرخه‌سوار) به‌حالت ایمن متوقف کرده یا حداقل سرعت برخورد را کاهش دهد.

در آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابر پیاده، Euro NCAP مجموعاً چهار سناریو تصادف را مورد آزمایش قرار می‌دهد که این سناریوها به شرح زیر است:

۱. عابر پیاده مستقیماً از جلوی مسیر حرکت خودرو عبور کند.

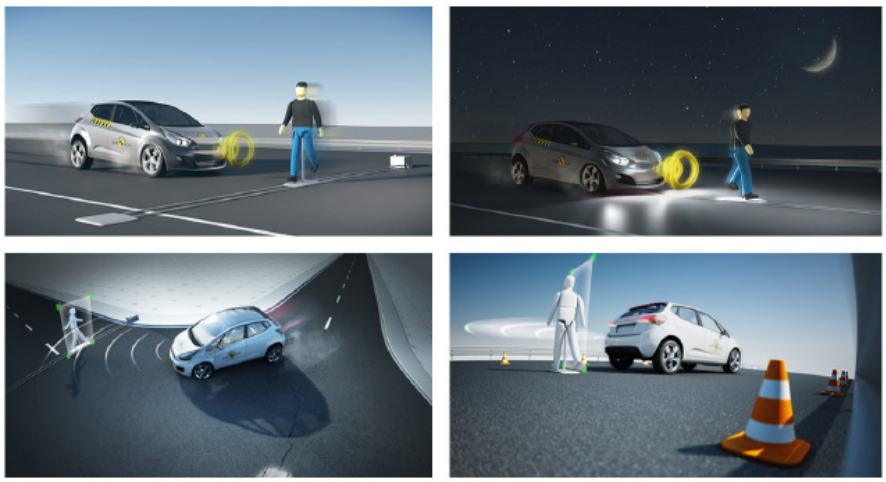
۲. عابر پیاده در امتداد مسیر حرکت خودرو کند.

۳. عابر پیاده در حال عبور از پیچ جاده بوده و خودرو در حال پیچش به داخل جاده است.

۴. عابر پیاده از پشت خودرو عبور کند.

این سناریوها نشان‌دهنده موقعیت‌هایی است که در صورت عدم‌مداخله خودرو برای جلوگیری از برخورد با عابر پیاده یا کاهش شدت این برخورد، می‌تواند به صدمات جبران‌ناپذیر برای عابر پیاده منجر شود. در شکل ۳۳ به‌صورت شماتیک همه سناریوهای ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابران پیاده نشان داده شده است.

شکل ۳۴. شماتیک سناریوهای ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابران پیاده



Source: Ibid.

1. Autonomous Emergency Braking

هر کدام از سناریوهای فوق در حالت‌های متفاوتی آزمایش می‌شوند که در ادامه به توضیحات آنها پرداخته می‌شود. یکی از نکات قابل توجه در این آزمایش این است که سناریوی دوم (حرکت عابر پیاده در امتداد مسیر خودرو) و یکی از حالات سناریو اول (عبور عابر پیاده از جلوی خودرو) در شرایط کم‌نور نیز تکرار می‌شود، زیرا حالت کم‌نور و شبیه‌ساز زمان تاریکی نشان‌دهنده وضعیتی است که در آن بسیاری از تصادفات مربوط به عابران پیاده رخ می‌دهد. سناریوهای مختلف ترمز اضطراری خودکار برای عابران پیاده و حالت‌های مختلف ارزیابی آنها، در جدول ۱ پیوست آمده است.

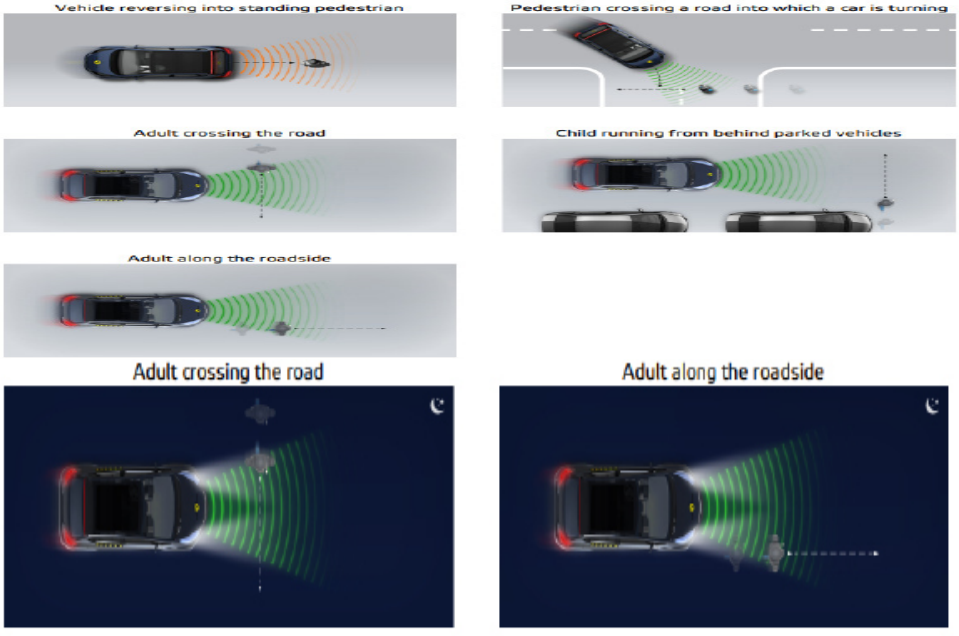
جدول ۱ پیوست. سناریوهای مختلف ارزیابی AEB برای عابران پیاده و حالت‌های مختلف آنها

ردیف	سناریو آزمایش	حالت‌های ارزیابی سناریو
۱	عبور عابر پیاده از جلوی مسیر حرکت خودرو	عبور عابر پیاده بزرگسال از سمت راننده
		عبور عابر پیاده بزرگسال از سمت مسافر
		عبور عابر پیاده کودک از بین ماشین‌های پارک‌شده در کنار خودرو مورد آزمایش
۲	عبور عابر پیاده در امتداد مسیر حرکت خودرو	عبور عابر پیاده در امتداد مرکز خودرو
		عبور عابر پیاده در امتداد خودرو و از کناره آن
۳	عبور عابر پیاده از پیچ جاده	ورود خودرو از سمت راننده به پیچ جاده
		ورود خودرو از سمت مسافر به پیچ جاده
۴	عبور عابر پیاده از پشت خودرو	عبور عابر پیاده از پشت خودرو حین دنده عقب رفتن

Source: EuroNCAP website (euroncap.com)

برای انجام آزمایش‌های فوق، از یک آدمک با طراحی ویژه که دارای اندام‌های مفصلی برای شبیه‌سازی حرکت راه رفتن انسان است، به‌عنوان عابر پیاده استفاده می‌شود. خودروهایی که در آزمایشات فوق عملکرد خوبی دارند، خطر تصادفات برای عابران پیاده را به میزان چشمگیری کاهش می‌دهند. در برخی موارد، فناوری ترمز اضطراری خودکار ممکن اســـت نتواند به‌طور کامل از برخورد جلوگیری کند که می‌تواند در امتیاز نهایی خودرو مورد آزمایش از این آزمایشات، مؤثر باشد. در ادامه آزمایشات انجام شده در این بخش برای خودرو Tesla Model Y نشان داده شده است.

شکل ۳۵. آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای عابران پیاده برای خودرو Tesla Model Y



Source: Euro NCAP website (euroncap.com)

ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سوار

Euro NCAP میزان توانایی فناوری ترمز اضطراری خودکار را برای جلوگیری از تصادف خودرو با دوچرخه‌سوار مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سوار، Euro NCAP سه سناریو تصادف را مورد آزمایش قرار می‌دهد که این سناریوها به شرح زیر است:

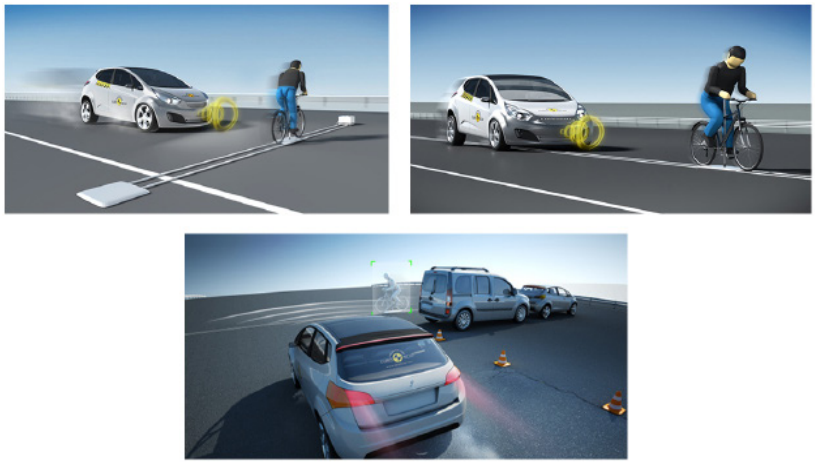
۱. دوچرخه‌سوار از دوردست به خودرو نزدیک شده و قصد عبور از جلوی مسیر حرکت آن را دارد.

۲. دوچرخه‌سوار جلوتر از خودرو در حال حرکت بوده و درصورتی‌که خودرو برای جلوگیری از برخورد اقدامی انجام ندهد، خودرو با دوچرخه‌سوار برخورد می‌کند.

۳. مشابه حالت اول منتهی دید خودرو به دوچرخه‌سوار به‌علت اینکه او در ابتدا کنار وسایل نقلیه پارک‌شده نزدیک خودرو قرار دارد، کمتر است.

در شکل زیر به‌صورت شماتیک تمامی سناریوهای ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سوار نشان داده شده است.

شکل ۳۶. شماتیک سناریوهای ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سوار

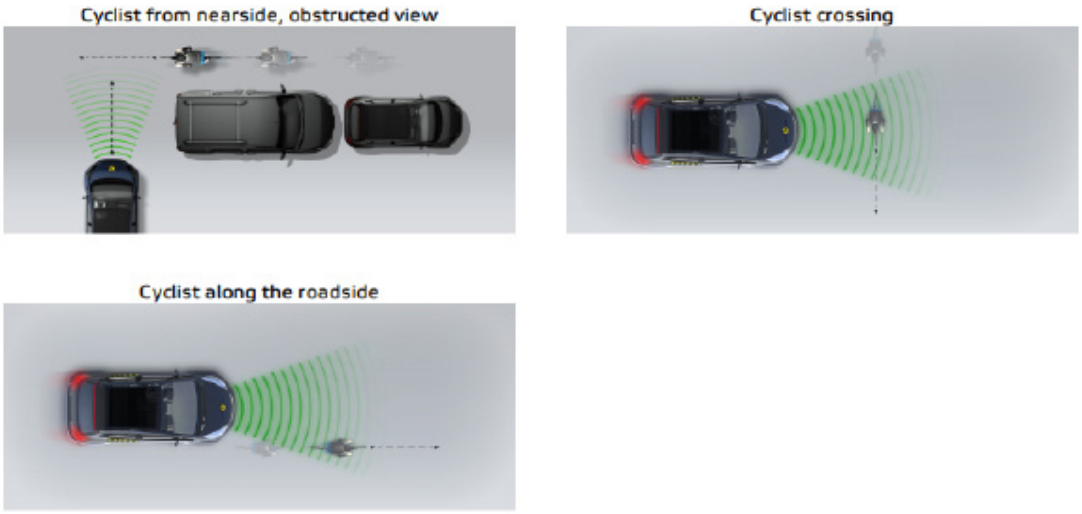


Source: Ibid.

این سناریوها موقعیت‌هایی را نشان می‌دهد که در آنها تصادفات مرگباری ممکن است میان خودرو و دوچرخه‌سواران رخ دهد. هریک از سناریوهای فوق از نظر محدوده دید خودرو و سرعت واکنش، چالش‌های خاصی را برای فناوری ترمز اضطراری خودکار ایجاد می‌کند. به همین دلیل، هدف سازندگان خودرو بر این بوده که سیستم‌های خود را به‌گونه‌ای طراحی کنند که این سیستم بتواند یا از برخورد جلوگیری کرده یا شدت آن را به‌گونه‌ای چشمگیر کاهش دهد. یکی از فناوری‌های مورد استفاده در این حوزه علاوه بر ترمز اضطراری خودکار، فرمان اضطراری خودکار[1] است. همانند ترمز اضطراری خودکار، فناوری فرمان اضطراری خودکار نیز تنها زمانی مداخله می‌کند که برخورد، اجتناب‌ناپذیر باشد. برای این مجموعه آزمایش‌ها، از یک هدف دوچرخه‌سوار با طراحی ویژه استفاده می‌شود. بدین‌منظور یک دوچرخه روی یک سکوی متحرک نصب شده و یک آدمک دوچرخه‌سوار برای بازآفرینی حرکت پدال زدن یک انسان سوار بر دوچرخه شبیه‌سازی شده است. به‌علت سرعت بیشتر دوچرخه‌سواران، تشخیص آنها برای فناوری ترمز خودکار در حین حرکت، از نظر فنی در مقایسه با عابران پیاده چالش‌برانگیزتر است. همچنین یکی دیگر از چالش‌های این فناوری برای سازندگان خودرو، فرصت زمانی کمتر برای تصمیم‌گیری در مورد ترمز کردن یا عدم ترمز در مواجه با دوچرخه‌سواران است که برای رفع این مشکل از حسگرهای با میدان دید وسیع‌تر به‌منظور تشخیص سریع‌تر دوچرخه‌سواران استفاده می‌کنند. در ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سواران، Euro NCAP هنگامی که این فناوری بتواند کاملاً از برخورد جلوگیری کند، امتیاز کامل را درنظر می‌گیرد، هرچند در برخی موارد، سیستم AEB نمی‌تواند خودرو را به‌طور کامل متوقف سازد. در این گونه موارد نیز توانمندی این فناوری در خودرو تا حدی قابل‌قبول است، زیرا هرگونه کاهش در سرعت و شدت ضربه می‌تواند تأثیر زیادی در میزان آسیب‌دیدگی دوچرخه‌سوار داشته باشد. در ادامه آزمایشات انجام شده در این بخش برای خودرو Tesla Model Y نشان داده شده است.

1. Autonomous Emergency Steering (AES)

شکل ۳۷. آزمایش‌های ترمز اضطراری خودکار برای دوچرخه‌سواران برای خودرو Tesla Model Y



Source: Ibid.

آزمایش‌های تجهیزات کمکی ایمنی خودرو

به‌عنوان آخرین جنبه ارزیابی ایمنی خودرو با Euro NCAP، تجهیزات کمکی ایمنی خودرو شـــامل فناوری‌های کمکی برای راننده و تکنولوژی‌های جلوگیری از تصادف مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. آزمایش‌های این بخش شامل آزمایش ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو، ارزیابی سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان، ارزیابی سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت و ارزیابی سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت است. همچنین همانند بخش‌های پیشین، نتایج آزمایش‌های ارزیابی تجهیزات کمکی ایمنی خودرو برای خودرو Tesla Model Y آورده شده است.

ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو

یکی از شایع‌ترین تصادفات در جاده‌های اروپا، برخورد یک خودرو با خودروی جلوتر است. این قبیل تصادفات معمولاً در محیط‌های شهری یا در جاده‌هایی رخ می‌دهد که ممکن است حواس راننده پرت شده و متوجه توقف جریان ترافیک مسیر نمی‌شود. درنتیجه ممکن است در صورت عدم هوشیاری با خودرو جلویی برخورد کند. بیشتر خودروسازان، سیستم‌های ترمز خودکار را با هشدار برخورد به جلو ترکیب کرده و به راننده خطر احتمالی برخورد را هشدار می‌دهد. تنها درصورتی‌که راننده به‌موقع عمل نکند، برای جلوگیری از برخورد یا کاهش شدت آن، سیستم برای توقف اضطراری مداخله می‌کند.

هنگامی معرفی و ارائه این فناوری برای نخستین‌بار به‌طورکلی به دو دسته تقسیم شـــدند. دسته اول سیستم‌هایی بودند که برای اقدام در سرعت‌های پایین طراحی شده بودند و دسته دوم سیستم‌هایی را شامل می‌شدند که در سرعت‌های بالاتر می‌توانستند توقف اضطراری را انجام دهند. سیستم‌های کم‌سرعت در فضای شهری که معمولاً سرعت خودروها کمتر است، مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در این حالت و در سرعت‌های رایج رانندگی در شهر، تصادفات می‌توانند اغلب موجب آسیب‌های شلاقی در سرنشینان شده و این فناوری برای کاهش این آسیب‌ها، در خودروهای شهری استفاده می‌شد. در طراحی سیستم‌های با کارکرد در سرعت‌های بالاتر، عموماً از رادار همراه با دوربین استفاده شده است تا این سیستم‌ها بتوانند خطرات را در فواصل دورتر شناسایی کرده و زمان لازم را برای انجام اقدام مناسب فراهم کنند.

Euro NCAP برای اولین بار آزمایش سیستم‌های ترمز اضطراری خودکار را در سال ۲۰۱۴ آغاز کرد. با توجه به فناوری‌های متفاوت این سیستم‌ها، آزمایش‌های ارزیابی سیستم AEB به دو دسته کلی تقسیم شدند:

۱. ارزیابی ترمز اضطراری خودکار در فضای درون‌شهری (AEB City)

۲. ارزیابی ترمز اضطراری خودکار در فضای بین‌شهری (AEB Inter-Urban)

با گذشت زمان و با پیشرفت فناوری، این امکان مهیا شد که در تولید سیستم‌های ترمز اضطراری خودکار از یک مجموعه حسگر برای طیف وسیعی از سرعت‌های مختلف استفاده کرد و امروزه این سیستم‌ها عملکرد مناسبی در تمامی محدوده‌های سرعت خودرو ارائه می‌دهند. بر این اساس از سال ۲۰۲۰، در مجموعه آزمایش‌های EuroNCAP، ارزیابی ترمز اضطراری خودکار در فضای درون‌شهری و برون‌شهری با یکدیگر ادغام شده و مجموعه آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو (AEB Car-to-Car) را تشکیل می‌دهد. البته همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، سیستم‌های AEB برای کاربران آسیب‌پذیر جاده مانند عابران پیاده و دوچرخه‌سواران به‌طور جداگانه ارزیابی می‌شود.

در آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو (AEB Car-to-Car)، سه سناریو تصادف مورد بررسی قرار می‌گیرد که سناریوهای اشاره‌شده به شرح زیر است:

۱. خودرو هدف در مسیر متوقف شده و خودرو موردآزمایش از پشت به آن نزدیک می‌شود.

۲. خودرو مورد آزمایش در مسیر خودرو هدف در حال حرکت بوده و از پشت به آن نزدیک می‌شود اما سرعت خودرو هدف از خودرو آزمایشی کمتر است.

۳. خودرو هدف در فواصل مختلف در مسیر حرکت خودرو آزمایشی به آرامی و شدیداً سرعت خود را کاهش می‌دهد.

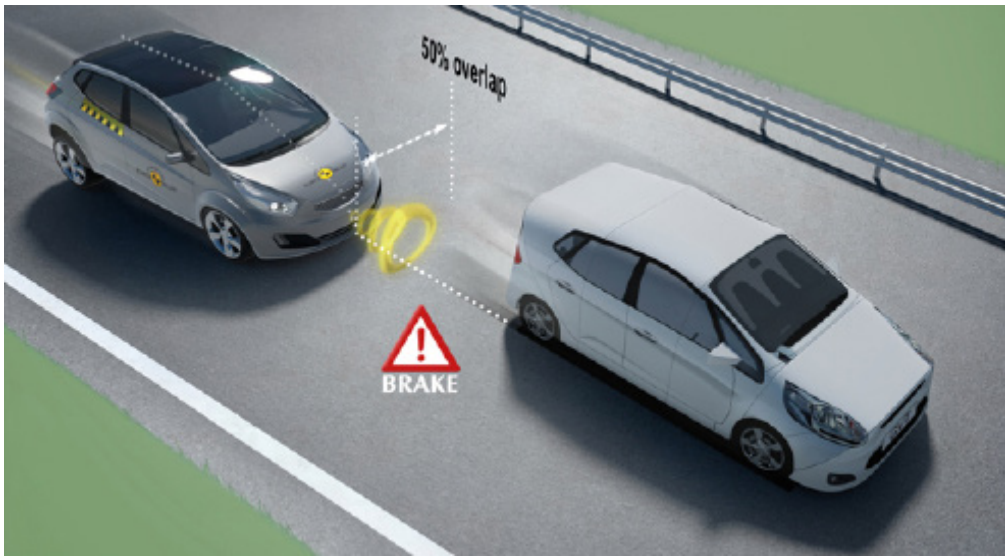
۴. خودرو آزمایشی در جلوی مسیر خودرو هدف می‌پیچد و در صورت عدم توقف، مسیر حرکت آن را قطع می‌کند.

شکل ۳۸. شماتیک آزمایش ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو

Source: Ibid.

آزمایش‌های مربوط به دو سناریو نخست (خودرو هدف متوقف شده و حرکت کندتر خودرو هدف) در دو حالت تکرار می‌شود. در هر دو حالت خط مرکزی دو خودرو بر یکدیگر منطبق نبوده و اصطلاحاً دو خودرو هدف و آزمایشی دقیقاً با یکدیگر هم‌راستا نیستند. در یکی از حالت‌های ذکرشده بخش راست خودرو آزمایشی با بخش چپ خودرو هدف برخورد می‌کند و در حالت دوم معکوس این آزمایش انجام می‌شود. در شکل ۳۸ یکی از حالت‌های آزمایش‌های فوق به‌صورت شماتیک نشان داده شده است. با انجام تمامی آزمایش‌های فوق، امتیاز بالای این مجموعه آزمایش به سیستم‌هایی تعلق می‌گیرد که به جلوگیری از برخورد در تمامی سناریوها و حالت‌های مختلف قادر بوده یا می‌توانند شدت تصادف را به میزان زیادی کاهش دهند.

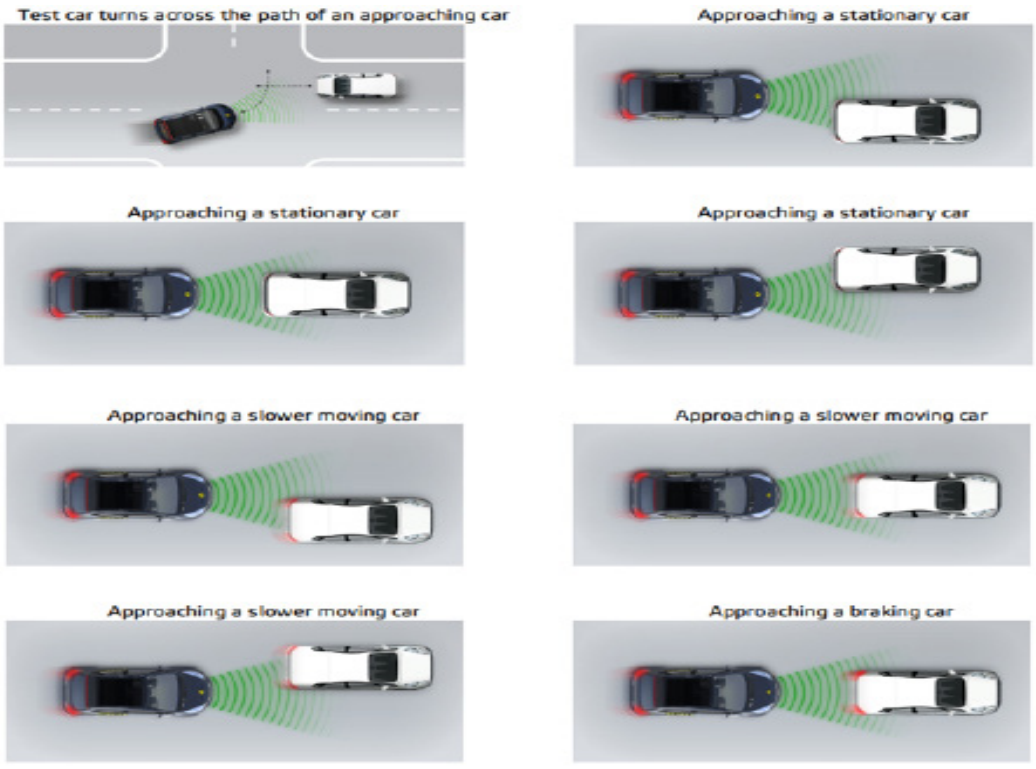
شکل ۳۹. حالت عدم تطابق خط مرکزی دو خودرو در آزمایش‌های بررسی ترمز اضطراری خودکار خودرو



Source: Ibid.

بااین‌حال، باید توجه داشـــت که ترمز اضطراری خودکار یک سیستم پشتیبانی اســـت و رانندگان نباید بیش از حد به آن اعتماد کنند. در موقعیت‌های چالش‌برانگیزتر، سیستم ترمز اضطراری خودکار ممکن اســـت برای جلوگیری از تصادف به‌طور کامل کافی نباشد یا به‌موقع عمل نکند. اگرچه با استفاده از این فناوری، شدت ضربه ناشی از تصادف ممکن است به میزان بسیاری کاهش یابد. در ادامه برخی آزمایشات انجام‌شده در این بخش برای خودرو Tesla Model Y نشان داده شده است.

شکل ۴۰. برخی آزمایش‌های ارزیابی ترمز اضطراری خودکار برای خودرو Tesla Model Y



Source: Ibid.

ارزیابی سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان

یکی از مهم‌ترین موارد از تجهیزات ایمنی در خودروها، کمربند ایمنی است. بدون وجود این تجهیز کاربردی، سرنشینان خودرو حین کاهش سرعت شدید مهار نمی‌شوند و علاوه‌بر آن سایر تجهیزات حفاظتی در خودرو نظیر کیسه‌های هوا نمی‌توانند بدون سیستماتیک کنترل‌شده و قابل‌پیش‌بینی که کمربند ایمنی از وضعیت سرنشینان خودرو ارائه می‌کند، به‌درستی کار کنند.

شکل ۴۱. بررسی عملکرد سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان

Source: Ibid.

Euro NCAP سال‌هاست که بر وجود سیستم‌های یادآور کمربند ایمنی[1] در خودروها تأکید دارد. علاوه بر سیستم‌های یادآور کمربند ایمنی، در سال‌های اخیر فناوری‌های جدیدی به خودروها افزوده شده است که می‌تواند وضعیت راننده در حالات مختلف نظیر هوشیاری و یا عدم توجه راننده به مسیر رانندگی را کنترل کند. خستگی و حواس‌پرتی راننده می‌تواند یکی از عوامل اصلی در ایجاد تصادفات باشد. در راستای کاهش تصادفات ناشی از این عوامل، سیستم‌های تعبیه‌شده با حسگرهای مختلف برای شناسایی رفتارهای رانندگی فرد می‌توانند بر وضعیت راننده نظارت داشته باشند. در ادامه سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان شامل سیستم بررسی وضعیت کمربند ایمنی برای سرنشینان جلو و عقب و ارزیابی وضعیت راننده برای خودرو Tesla Model Y بررسی شده و نتایج آن در شکل ۴۲ نشان داده شده است.

شکل ۴۲. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های نظارت بر وضعیت سرنشینان Tesla Model Y

Occupant Status Monitoring — 3.0 / 3 Pts

> Seatbelt Reminder — 2.0 / 2 Pts

Applies To	Front and rear seats		
Warning	Driver Seat	Front Passenger(s)	Rear Passenger(s)
Visual	●	●	●
Audible	●	●	●
Occupant Detection	—	●	●

● Pass ● Fail — Not available

> Driver Monitoring — 1.0 / 1 Pts

System Name	Collision Avoidance Driver Monitoring
Type	Direct eye monitoring & steering input
Operational From	4 km/h

Source: Ibid.

Source: Ibid.

1. Seat Belt Reminder (SBR)

ارزیابی سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت

سرعت بالا و غیرقابل کنترل خودروها حین حرکت یکی از عوامل ایجاد بسیاری از تصادفات جاده‌ای است. در این راستا محدودیت‌های سرعت حرکت برای یک محیط معین به‌منظور تضمین ایمنی رانندگان و سایر کاربران جاده در نظر گرفته شده است. در صورت انتخاب صحیح محدودیت‌های سرعت، حرکت خودروها در مسیر تسهیل شده و شرایط رانندگی ایمن برای همه کاربران جاده مهیا می‌شود. درنتیجه با رعایت محدودیت‌های سرعت توسط رانندگان می‌توان از بسیاری تصادفات جاده‌ای جلوگیری کرد.

بدین‌منظور خودروسازان برای نظارت و کنترل بر رعایت محدودیت‌های سرعت اعمال شده، از سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت در خودروهای تولیدی خود استفاده می‌کنند. در Euro NCAP نیز عملکرد این سیستم‌ها در سه زمینه کاربری آنها ارزیابی می‌شود که در زیر به این موارد اشاره شده است:

۱. مطلع کردن راننده با سیستم برای محدودیت فعلی سرعت در جاده،

۲. هشدار دادن به راننده هنگام افزایش سرعت خودرو از حد مجاز،

۳. جلوگیری از افزایش سرعت تنظیم‌شده خودرو بیش از سرعت مجاز در مسیر حرکت.

شکل ۴۳. ارزیابی سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت خودرو

Source: Ibid.

یکی از سیستم‌های رایج استفاده شده در این حوزه، کروز کنترل[1] است. این سیستم اجازه کنترل سرعت در یک وضعیت ثابت را برای راننده فراهم می‌کند. برای عملکرد مناسب سیستم‌های هشدار سرعت، لازم است این سیستم‌ها به‌گونه‌ای طراحی شوند که حین هشدار برای رعایت سرعت مجاز، موجب حواس‌پرتی راننده نشوند و از سوی دیگر هنگامی که حداکثر سرعت مجاز توسط راننده رعایت نشود، از سوی سیستم یک هشدار ظریف به راننده داده می‌شود.

شکل ۴۴. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های هشدار و کنترل سرعت Tesla Model Y

Speed Assistance — 3.0 / 3 Pts

System Name	Speed Assist
Speed Limit Information Function	Camera & Map, subsigns supported
Speed Limitation Function	System advised (accurate to 5km/h)

Source: Ibid.

1. Cruise Control

ارزیابی سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت

تعداد بسیاری از تصادفات ناشی از خروج وسایل نقلیه از مسیر حرکت خود است. این مسئله می‌تواند ناشی از بی‌توجهی راننده حین رانندگی و یا ناتوانایی راننده در کنترل خودرو هنگام تغییر مسیر جاده باشد. سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت خودروها که با عنوان Lane Keep Assist شناخته می‌شود، به اصلاح مسیر خودرویی که به‌تدریج در حال خروج از مسیر حرکت خود است، کمک می‌کند. عملکرد اغلب این سیستم‌ها به‌گونه‌ای است که با اخطار به راننده، به او تذکر می‌دهند که مسیر حرکت وسیله نقلیه خود را تصحیح کند اما دسته‌ای از سیستم‌های فوق نیز علاوه‌بر اخطار به راننده، تا حدی می‌توانند کنترل فرمان خودرو را به‌دست گرفته و خودرو را از خروج از مسیر حرکت بازدارند. سیستم‌هایی از این دست که توانمندی بیشتری برای مداخله در تغییر مسیر خودرو دارند، به سیستم‌های Emergency Lane Keeping شناخته می‌شوند.

شکل ۴۵. بررسی عملکرد سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت خودرو در حالت‌های مختلف

Source: Ibid.

Euro NCAP سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت خودروها براســـاس مجموعه‌ای از آزمایش‌هایی طراحی شده که مسیرهای آزمایشی استاندارد را ارزیابی می‌کند. این سیستم‌ها در برابر انواع مختلف خط‌کشی جاده‌ها و در شرایطی که لبه جاده با خط‌کشی مشخص نشده است، مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

شکل ۴۶. نتایج گزارش ارزیابی سیستم‌های کمکی برای حفظ مسیر حرکت Tesla Model Y

Lane Support — 4.0 / 4 Pts

System Name	Lane Assist
Type	LKA and ELK
Operational From	40 km/h
PERFORMANCE	
Emergency Lane Keeping	GOOD
Lane Keep Assist	GOOD
Human Machine Interface	GOOD

Source: Ibid.

جمع‌بندی

امروزه دریافت پنج ستاره ایمنی با Euro NCAP برای خودرو یک مزیت مهم برای خریداران آن محسوب می‌شود. در ابتدای تأسیس این مؤسسه، خودروسازان معتقد بودند که آزمایش‌های انجام شده Euro NCAP بسیار سخت‌گیرانه است. بااین‌حال، از آن زمان تاکنون خودروهای زیادی با این شرکت تست و بررسی شده و به‌مرور زمان این امر موجب شده است که خودروسازان به‌سرعت فناوری‌های ایمنی خودرو را برای رقابت با یکدیگر توسعه دهند. درواقع این مؤسسه پیشرفت چشمگیری در توسعه فناوری‌های ایمنی خودرو داشته است.

گفتنی است Euro NCAP در سال ۲۰۱۶، یک سیستم رتبه‌بندی دوگانه را برای برخی از خودروها معرفی کرد. برای ارزیابی ایمنی این خودروها، دو نوع از یک مدل خودرو در Euro NCAP مورد بررسی قرار می‌گیرد و دو امتیاز ایمنی به این مدل از خودرو تعلق می‌گیرد. یکی به امتیاز خودرو در ابتدایی‌ترین مشخصات آن اشاره دارد و امتیاز ایمنی دوم عملکرد خودرو را هنگام اضافه شدن تجهیزات ایمنی اختیاری مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این تجهیزات معمولاً شامل فناوری‌های ایمنی پیشرفته مانند ترمز اضطراری خودکار و سیستم هشدار خروج از مسیر حرکت است.

منابع و مآخذ

- "Euro NCAP." https://www.euroncap.com/
- M. van Ratingen et al., "The European New Car Assessment Programme: A historical review, " *Chinese J. Traumatol.*, 2016.
- "What is Euro NCAP? Car safety, star ratings and crash test scores explained | Auto Express." https://www.autoexpress.co.uk/car-news/94398/what-is-euro-ncap-car-safety-star-ratings-and-dual-rating-crash-test-scores (accessed Sep. 10, 2022).

پیوست ۲- محاسبه هزینه افزایش ایمنی خودروهای داخلی

در این پژوهش، از تحلیل هزینه-فایده به‌منظور ارزیابی طرح افزایش ایمنی خودروهای ساخت داخل، از طریق مقایسه هزینه‌های لازم به‌منظور بهبود ایمنی این خودروها در مقابل منفعت اقتصادی و اجتماعی حاصل شده از کاهش کشته‌ها و مجروحان تصادفات جاده‌ای، استفاده شده است. در این بخش هزینه افزایش ایمنی خودروهای تولیدشده در داخل از طریق مقایسه موردی خودروهای تارا و پژو پارس مورد بررسی قرار گرفته است. از علل این امر این گونه می‌توان بیان کرد که با توجه به آنچه که در متن گزارش گفته شد، از میان خودروهای تولیدی در کشور، خودروی تارا از خودروهای ایمن تولیدشده در داخل محسوب می‌شود که با توجه به شباهت ساختاری و فنی خودروی تارا به پژو ۳۰۱ و نتایج تست این خودرو در Euro NCAP، می‌توان ایمنی خودرو تارا را تقریباً در حدود یک خودرو با امتیاز ۳ ستاره در نظر گرفت. در مقابل برای مقایسه سطح ایمنی خودروی تارا با دیگر خودروهای موجود در کشور، خودروی پژو پارس به‌عنوان گزینه دیگر در نظر گرفته شده است. خودروی پژو پارس یکی از خودروهای محبوب در ایران بوده و تیراژ تولید و همچنین تقاضای زیادی برای مصرف در داخل دارد. همچنین این خودرو از لحاظ فنی به خودرو تارا شبیه بوده و هر دو خودرو محصول یک خودروساز است. از لحاظ ساختار بدنه و ایمنی نیز خودروی پژو پارس را می‌توان الگو گرفته از خودروی پژو ۴۰۵ دانست. در این قسمت هزینه ایمن‌سازی تارا V۱ پلاس نسبت به پژو پارس موردتوجه قرار گرفته است. برخی مشخصات این دو خودرو در جدول زیر قابل‌مشاهده است.

جدول ۲ پیوست. مقایسه برخی مشخصات دو خودرو پژو پارس و تارا V1 پلاس

مشخصات	پژو پارس	تارا V۱ پلاس
پیش‌رانه	۴ سیلندر TU۵	۴ سیلندر TU۵ پلاس
حجم موتور	۱٫۶ لیتر	۱٫۶ لیتر
قدرت	۱۰۸ اسب‌بخار	۱۱۳ اسب‌بخار

مشخصات	پژو پارس	تارا V۱ پلاس
گشتاور	۱۴۲ نیوتن‌متر	۱۴۴ نیوتن‌متر
شتاب صفر تا صد	۱۳/۲ ثانیه	۱۲/۵ ثانیه
مصرف ترکیبی	۷/۵ لیتر در صد کیلومتر	۷/۱ لیتر در صد کیلومتر
گیربکس	۵ دنده دستی	۶ دنده دستی
وزن	۱۱۶۵ کیلوگرم	۱۱۷۰ کیلوگرم
سنسور عقب	✓	✓
توزیع نیرو ترمز	➲	➲

مأخذ: سایت باما.

با توجه به قیمت تمام‌شده تولید این دو خودرو که شرکت ایران‌خودرو منتشر کرده است[1]، قیمت تولید خودروی تارا V1 پلاس حدود ۴۹۳٫۱ میلیون تومان و قیمت تولید پژو پارس TU5LX حدود ۴۱۲٫۸ میلیون تومان است. این اختلاف هزینه علاوه بر ویژگی‌های ساختاری و ایمنی، شامل برخی ویژگی‌های فنی از جمله پیش‌رانه و جعبه دنده خودرو نیز می‌شود که با بررسی‌های انجام شده، حدود ۱۵ درصد اختلاف قیمت تولید دو خودرو در ارتباط با ارتقا ویژگی‌های فنی و موتور خودرو بوده و برای سادگی این تحلیل می‌توان مابقی ۸۵ درصد اختلاف قیمت دو خودرو را به‌منظور افزایش ایمنی خودروی تارا نسبت به خودروی پژو پارس در نظر گرفت. به‌عبارت‌دیگر برای ایمن‌سازی هر خودروی پژوپارس و ارتقای ایمنی آن به سطح ایمنی خودروی تارا به هزینه حدود ۶۸٫۳ میلیون تومان نیاز است.

البته از روش دیگری نیز می‌توان هزینه دقیق‌تر افزایش ایمنی خودروی تارا نسبت به پژو پارس را محاسبه کرد. در این روش اجزا و تجهیزات دو خودرو با یکدیگر مقایسه شده و هزینه برتری‌های تارا نسبت به پژو پارس در حوزه ایمنی خودرو را می‌توان محاسبه کرد. هر دو خودرو در دارا بودن اغلب فناوری‌های ایمنی نظیر ترمز ABS و کیسه هوا مشابهت داشته و تفاوت مهم آنها در این زمینه، وجود فناوری کنترل پایداری الکترونیکی[2] در خودروی تارا است که موجب جلوگیری از انحراف خودرو از مسیر اصلی خود و بروز تصادف می‌شود. همچنین تفاوت مهم دیگر این دو خودرو، ساختار بدنه آنها است که بدنه خودروی تارا به‌دلیل استفاده از ورق استحکام بالا در تولید آن، نسبتاً مستحکم‌تر از سایر خودروهای تولید داخل است. همچنین تفاوت استحکام بدنه انواع خودروها را می‌توان از تفاوت قیمت بدنه‌ها دریافت. در جدول زیر قیمت بدنه تعدادی از خودروهای شرکت ایران خودرو آورده شده است.

جدول ۳ پیوست. قیمت بدنه خودروهای مختلف شرکت ایران خودرو

نام خودرو	تارا	دنا پلاس	سمند	پژو پارس	پژو ۲۰۶
قیمت بدنه (میلیون تومان)	۵۹٫۸	۴۰٫۸	۳۶٫۹	۳۴٫۲	۲۷٫۲

مأخذ: نمایندگی فروش قطعات یدکی خودرو

با توجه به جدول فوق می‌توان مشاهده کرد که بدنه خودروهای پژو پارس، سمند و دنا پلاس در یک محدوده قیمت بوده و بدنه خودروی تارا در محدوده قیمت بالاتری نسبت به این خودروها قرار دارد و با توجه به استفاده از ورق استحکام بالا در آن، نسبت به این خودروها گران‌تر است. در ادامه برای محاسبه افزایش ایمنی خودروی تارا نسبت به پژو پارس می‌توان تفاوت قیمت بدنه این دو خودرو به‌علاوه وجود فناوری ESC در خودروی تارا را ملاک قرار داد. هزینه استفاده از فناوری ESC در خودروهای مختلف، متفاوت است اما با بررسی‌های انجام شده و استعلام از خودروسازان داخلی، هزینه استفاده از این فناوری در ماشین‌های تولید داخل حدود ۲۸۰ دلار است که می‌توان این عدد را برای

۱. آخرین لیست قیمت اعلام شده شرکت ایران‌خودرو در زمان نگارش این گزارش، در اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۳ منتشر شده است.

2. Electronic Stability Control (ESC)

هزینه اعمال فناوری ESC بر خودروی تارا ملاک قرار داد. ازسوی‌دیگر با توجه به اینکه قیمت بدنه خودرو تارا حدود ۵۹۸ میلیون تومان و قیمت بدنه خودرو پژو پارس حدود ۳۴۲ میلیون تومان بوده، اختلاف قیمت بدنه این دو خودرو ۲۵۶ میلیون تومان است. با توجه به اینکه در زمان نگارش این گزارش نرخ هر دلار معادل ۴۲۰۰۰ تومان است، این اختلاف قیمت بدنه دو خودرو حدوداً معادل ۶۱۰ دلار می‌باشد. با اضافه کردن هزینه اعمال فناوری ESC روی خودرو تارا به مبلغ فوق، مجموعاً هزینه ایمن‌سازی تارا نسبت به پژو پارس ۸۹۰ دلار خواهد بود که با مقایسه این رقم با هزینه تخمینی در روش نخست، می‌توان مشاهده کرد که هزینه ایمن‌سازی خودروی تارا به‌مراتب کمتر از ۸۵ درصد اختلاف قیمت دو خودرو پژو پارس و تارا است. به‌رغم این موضوع، در این گزارش بازه‌ای شامل اعداد به‌دست آمده از هر دو روش، مبنای تحلیل هزینه-فایده ایمن‌سازی خودروهای تولید داخل بوده است.

منابع و مآخذ

[1] T. Bougna, G. Hundal, and P. Taniform, “Quantitative Analysis of the Social Costs of Road Traffic Crashes Literature, ” *Accid. Anal. Prev.*, Vol. 165, P. 106282, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.aap.2021.106282.

[2] “Road Traffic Injuries.” https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries (accessed May 12, 2023).

[3] A. Tavakoli Kashani and H. Arefkhani, “Indexing Crash Worthiness, Crash Aggressivity, and Total Secondary Safety for Major Car Brands: A Case Study of Iran, ” *Int. J. Civ. Eng.*, Vol. 16, No. 8, PP. 857–869, Aug. 2018, doi: 10.1007/s40999-017-0226-3.

[۴] «افزایش ۱۶ درصدی کشته‌شدگان تصادفات رانندگی در سال ۱۴۰۱» https://www.etemadonline.com/بخش-اجتماعی-۶۱۱۷۳۱/۲۳-تلفات-حوادث-رانندگی-تصادفات (accessed May ۱۲, ۲۰۲۳)

[5] O.-T. I. T. S. D. and A. Group, “Road Safety Annual Report 2020,” 2020.

[6] “Mortality caused by road traffic injury (per 100,000 population) - Iran, Islamic Rep. | Data.” https://data.worldbank.org/indicator/SH.STA.TRAF.P5?end=2019&locations=IR&start=2019&view=map&year=2018 (accessed Jan. 28, 2023).

[7] “Production Statistics | www.oica.net.”

[8] T. Department of Infrastructure, R. D. and L. Government, and A. Canberra, “Cost of road crashes in Australia,” 2006.

[۹] میلاد فلاحی و بابک گلچین، «بررسی هزینه‌های اقتصادی تصادفات جاده‌ای (برون‌شهری) ایران در سال ۱۳۹۵»، فصلنامه علمی-تخصصی رویکردهای نوین در مهندسی عمران، ۱۳۹۷.

[10] E. Ainy, H. Soori, M. Ganjali, H. Le, and T. Baghfalaki, “Estimating Cost of Road Traffic Injuries in Iran Using Willingness to Pay (WTP) Method, ” PLoS One, Vol. 9, No. 12, p. e112721, Dec. 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0112721.

[11] M. Ahadi and H. Razi-Ardakani, “Estimating the Cost of Road Traffic Accidents in Iran using Human Capital Method, ” Int. J. Transpotation Eng. Vol.2, No.3, 2015.

[12] W. Wijnen and H. Stipdonk, “Social costs of road crashes: An international analysis, ” Accid. Anal. Prev., vol. 94, pp. 97–106, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.aap.2016.05.005.

[13] S. Rezaei, M. Arab, B. Karami Matin, and A. Akbari Sari, “Extent, consequences and economic burden of road traffic crashes in Iran, ” J. Inj. Violence Res., Vol. 6, No. 2, Jul. 2014, doi: 10.5249/jivr.v6i2.191.

[14] “GNI, Atlas method (current US$) - Iran, Islamic Rep. Data.” https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.ATLS.CD?locations=IR (accessed Jan. 31, 2023).
[15] “GDP (current US$) - Iran, Islamic Rep. Data.” https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=IR (accessed Jan. 31, 2023).
[16] “Road Safety in Iran Traffic accidents, crash, fatalities & injury statistics GRSF.” https://www.roadsafetyfacility.org/country/iran (accessed Jan. 03, 2023).
[17] “New Car Assessment Programs (NCAP) Road Safety Toolkit.” https://toolkit.irap.org/safer-vehicle-treatments/new-car-assessment-programs-ncap/ (accessed Feb. 06, 2023).
[18] “How are Cars Tested for Safety? Safety Ratings Explained - Armormax.” https://www.armormax.com/blog/how-are-cars-tested-for-safety-safety-ratings-explained/ (accessed Feb. 06, 2023).
[19] “Euro NCAP the Ratings Explained.” https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/ (accessed Sep. 10, 2022).
[20] “Euro NCAP How to Read the Stars.” https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/how-to-read-the-stars/ (accessed Sep. 13, 2022).
[21] “Euro NCAP | Latest Safety Ratings.” https://www.euroncap.com/en/ratings-rewards/latest-safety-ratings (accessed Feb. 06, 2023).
[22] “Official Peugeot 301 2014 safety rating results.” https://www.euroncap.com/en/results/peugeot/301/7886 (accessed Feb. 06, 2023).
[23] A. Kullgren, A. Axelsson, H. Stigson, and A. Ydenius, “Developments in car crash safety and comparisons between results from EuroNCAP tests and real-world crashes, ” in Proceedings of the 26th Enhanced Safety of Vehicle (ESV) Conference, 2019.
[24] “Abbreviated Injury Scale (AIS) | Institute of Trauma and Injury Management | ACI.” https://aci.health.nsw.gov.au/networks/institute-of-trauma-and-injury-management/data/injury-scoring/abbreviated_injury_scale (accessed Jan. 29, 2023).
[25] W. C. Hayes, M. S. Erickson, and E. D. Power, “Forensic Injury Biomechanics, ” Annu. Rev. Biomed. Eng., Vol. 9, No. 1, pp. 55–86, Aug. 2007, doi: 10.1146/annurev.bioeng.9.060906.151946.
[26] “The History of Peugeot 405.” https://www.cars-directory.net/history/peugeot/405 / (accessed Jan. 31, 2023).
[27] “The History of KIA Pride.” https://www.cars-directory.net/history/kia/pride/ (accessed Dec. 28, 2023).
[28] “All PEUGEOT 301 Models by Year (2012-Present) - Specs, Pictures & History - autoevolution.” https://www.autoevolution.com/peugeot/301 / (accessed Jan. 31, 2023).
[29] K. Bhalla and K. Gleason, “Effects of vehicle safety design on road traffic deaths, injuries, and public health burden in the Latin American region: a modelling study, ” Lancet Glob. Heal., vol. 8, no. 6, pp. e819–e828, Jun. 2020, doi: 10.1016/S2214-109X(20)30102-9.
[۳۰] «سازمان پزشکی قانونی کشور: کاهش تلفات حوادث رانندگی در سال ۱۳۹۸» https://lmo.ir/fa/news/۱۱۵۳۹۴-کاهش-تلفات-حوادث-رانندگی-در-سال-۱۳۹۸ (accessed Sep. ۱۲, ۲۰۲۴).

گزیده سیاستی

با پلتفرم های جدید خودرو می‌توان میزان مجروحان و کشته‌های تصادفات جاده‌ای مربوط به سرنشین و راننده را حدود ۵۰ درصد کاهش داد. این میزان معادل ۳۰ درصد از تلفات و مجروحان مربوط به حوادث جاده‌ای است.

مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاســـداران، روبروی پـــارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وب‌سایت: rc@majles.ir