Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

دوماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۰، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۲

استفاده از شبیه ساز رانندگی بمنظور ارزیابی زمان واکنش راننده به دو نوع چراغ ترمز

محمد صادق سهرابی[۱]، مجید معتمدزاده[۲]، رستم گل‌محمدی[۳]، عباس مقیم‌بیگی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۰۲ تاریخ ویرایش: ۹۱/۰۶/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۵/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: مهمترین عامل در تصادف با خودروی مقابل عوامل انسانی می‌باشند. راننده با توجه به چراغ‌های ترمز متوجه خطر شده و اقدام به عکس‌العمل می‌نماید. زمان انجام این عکس‌العمل می‌تواند از بروز تصادف جلوگیری کند. مطالعه با هدف ارزیابی زمان واکنش راننده به چراغ ترمز استاندارد و چراغ ترمز چشمک زن پویا با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز رانندگی انجام شده است.

روش بررسی: این مطالعه پژوهشی مداخله‌ای از نوع تجربی می‌باشد که بر روی ۴۶ راننده (۱۰ زن و ۳۶ مرد) انجام گرفته است. هر یک از شرکت‌کنندگان به مدت ۱ ساعت با دستگاه شبیه‌ساز با چراغ ترمز استاندارد و چراغ ترمز چشمک زن در شرایط روز و شب به رانندگی پرداختند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادکه بازای هر سال افزایش سن رانندگان، زمان واکنش ۱۱/۵۸۵ میلی ثانیه کاهش می یابد. زنان زمان واکنش آهسته تری نسبت به مردان داشتند. رابطه معنی‌داری بین شرایط رانندگی و زمان واکنش ترمز مشاهده نشده و زمان سپری شده از تاریخ اخذ گواهینامه اثر معنی‌داری روی زمان واکنش نگذاشته است.

نتیجه گیری: در مجموع این تحقیق نشان داد که استفاده از چراغ قرمز چشمک‌زن پویا با فرکانس ۷ هرتز زمان واکنش ترمز را بطور معنی‌داری کاهش می‌دهد.

کلید واژه‌ها: ارگونومی، تصادفات رانندگی، چراغ ترمز چشمک‌زن

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه مانند ایران تصادفات رانندگی یکی از عوامل مرگ و میر و صدمات مالی و جانی مهم به شمار می رود. ضرر و زیان ناشی از تصادفات، سالانه ۳/۱ ٪ تولید ناخالص ملی کشورهای در حال رشد را به هدر می‌دهد[۱]. امروزه با توجه به کثرت وسایل نقیله و افزایش روز افزون تولید و فروش خودرو و همچنین افزایش سرعت در حمل و نقل و عدم رشد ایمنی با همان سرعت تصادفات رانندگی در حال افزایش است. میزان خسارت‌های ناشی از حوادث رانندگی سالیانه ۵۰۰ هزار میلیون دلار برآورده شده است که این خسارت‌ها شامل هزینه‌های بیمارستانی و از کار افتادگی و خسارت‌های مالی است[۲].

بنابر گزارش منتشر شده توسط سازمان جهانی بهداشت((World Health Organization (WHO) در سال ۲۰۰۸ میلادی، در جهان هر ساله بیش از ۱/۲ میلیون نفر بر اثر تصادفات رانن دگی می‌میرند و بین ۲۰ تا ۵۰ میلون نفر هم دچار صدمه می شوند. در سال ۲۰۰۴ تصادفات رانندگی نهمین عامل مرگ و میر جهانی شناخته شده بود و سازمان جهانی بهداشت پیش بینی کرده است تا سال ۲۰۳۰ به پنجمین عامل ارتقاء یابد. در جهان میزان ۹۰٪ از مرگ و میر ناشی از تصادفات رانندگی در کشورهای با درآمد کم و متوسط رخ می دهد در صورتیکه این کشورهای تنها ۴۸٪ از خودروهای جهان را در اختیار دارند[۳]. در خصوص آمار داخل کشور بر طبق آخرین گزارش سازمان پزشکی قانونی کشور در بهار ۱۳۸۹ تعداد متوفیان ناشی از تصادفات رانندگی ۱۳۸۷، ۲۳۳۶۲ نفر و در سال ۱۳۸۸، ۲۲۹۷۴ نفر بوده است. [۴].

با توجه به تحقیق انجام شده در شهر مشهد ۵۴٪ تصادفات منجر به صدمه، جهت برخورد خودرو به سمت جلو بوده و عامل این نوع تصادف می تواند عدم توجه به جلو باشد[۵]. در بررسی تصادفات کشور ژاپن در سال ۲۰۰۵ تصادفات با خودروی جلوی(Rear-End Collision) عامل ۴٪ مرگ و میر و ۵۰٪ صدمات

۱- (نویسنده مسئول) مربی، گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.bluovay2002@yahoo.com

۲- دانشیار، دکتری بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۳- دانشیار، دکتری مهندسی محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۴- استادیار، دکتری آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

بوده است و در بررسی علل این تصادفات کمبود توجه به جلو راننده ۴۶٪ ، خطا در تصمیم گیری راننده با ۲۴٪ ، ۱۴٪ کمبود توجه به جلو راننده و تصمیم گیری با بی‌دقتی و ۱۰٪ خطا در عملکرد خودرو گزارش شده است[۶].

علل ایجاد تصادفات را می‌توان به سه عامل اساسی: ۱) عامل خودرو، که شامل نقص فنی و عدم عملکرد مناسب و مقتضی. ۲) عامل محیط، که شامل عوامل جوی مانند برف و باران و عوامل جاده، راه و غیره می‌باشد و ۳)عامل انسانی نسبت داد. یافته‌های بدست آمده از تحقیقات حاکی از آن است که از بین عوامل موثر بر تصادفات، عوامل انسانی با ۵۴ درصد بیشترین نقش را داشته است. در تصادفات عدم توجه به جلو و تاخیر در واکنش می تواند سبب تصادف و حادثه شود. بنابر این عدم توجه و هوشیاری فرد یکی از فاکتورهای ایجاد ریسک تصادف به شمار می رود[۷]. یکی از فرضیات علمی مبتی بر این موضوع است که ریسک تصادف در اثر افزایش مهارت درک خطر و همچنین کاهش زمان واکنش، کاهش می‌یابد[۸]. تصادف با خودروی جلویی به بخشی از تصادفات اشاره دارد که به علت عدم توجه راننده و عکس العمل نامناسب یا کند، تصادف با خودروی جلویی صورت می‌گیرد. عدم رعایت فاصله طولی، تجاوز از سرعت مقرر و از همه مهم‌تر عدم توجه به جلو عمده‌ترین دلایل برخورد با خودروی جلویی به شمار میروند[۱].

در دهه ۱۹۷۰ اولین رویکرد برای کاهش تصادفات از این نوع استفاده از چراغ ترمز سوم بود، که این چراغ بین دو چراغ عقب خودرو نصب میشد. طبق بررسی به عمل آمده نصب این سیستم از بروز ۱۲۶۰۰۰ تصادف جلوگیری کرده و با حسب هزینه‌های درمان و سایر هزینه‌های جانبی این پروژه حدود ۵ میلیون دلار سودآوری داشته است[۹]. امروزه از نظر محققین برای بهبود مدت زمان واکنش راننده پس از ترمز کردن خودرو جلویی استفاده از رویکردی بنام سیستم نمایشگر چراغ ترمز اضطراری (Emergency Brake Light Display (EBLD) می‌باشد. این سیستم بدین گونه عمل می‌کند که علاوه بر چراغ‌های ترمز عادی خودرو چراغ یا چراغ‌های دیگری نیز در زمان ترمز کردن روشن می‌شوند و با سیگنال‌هایی توجه راننده پشت سری را جلب کرده و زمان عکس العمل راننده پشت سری را کاهش می‌دهند[۱۰].

در سایر مطالعات پیشین [۲۲-۲۰] به منظور رعایت اصول ایمنی و انجام مطالعه در شرایط آزمایشگاهی از نرم افزارها و ابزارهای شبیه سازی رانندگی در محیط مجازی استفاده شده است، برتری مطالعه حاضر نسبت به مطالعات پیشین استفاده از دستگاه شبیه ساز رانندگی مطابق با خودروی ایرانی که از نظر خصوصیات فیزیکی (کابین داخلی خودرو، اهرم ها، فرمان و سایر کنترل‌های خودرو) و ویژگی‌های نرم افزاری (هماهنگی نرم افزار سیستم با جاده‌های بین شهری ایران، تصاویر واقعی و صداهای واقعی خودرو) کاملا همانند رانندگی با خودروی واقعی در محیط واقعی می‌باشد و به منظور افزایش جلب توجه راننده و کاهش زمان درک خطر و توقف خودروی مقابل از فرکانس چشمک زدن ۷ Hz برای چراغ ترمز استفاده شده است. هدف این پژوهش ارزیابی زمان واکنش راننده به چراغ ترمز استاندارد و چراغ ترمز چشمک زن پویا با استفاده از دستگاه شبیه-ساز رانندگی می‌باشد.

روش بررسی

مطالعه حاضر پژوهشی مداخله‌ای تجربی می‌باشد که بر روی ۵۰ راننده داوطلب انجام گرفته است. جامعه هدف از دو گروه افرادی که دارای گواهینامه پایه دوم رانندگی بوده و به صورت حرفه ای رانندگی می کنند و یا افرادی که گواهینامه پایه دوم رانندگی داشته لیکن بصورت حرفه‌ای رانندگی نمی‌کردند، تشکیل شده است. تعداد نمونه‌های با استفاده از فرمول کوکران و میزان اطمینان ۹۵٪ و توان ۸۰٪ و واریانس مطالعه لی و میلگرام (۲۰۰۵) [۲۰] تعیین شده است. رانندگان پس از تایید صحت بینایی (دید کامل ۱۰/۱۰ و عدم کوررنگی) توسط کارشناس بینایی سنجی و پرکردن پرسشنامه دموگرافیک که شامل سوالات (سن، جنسیت، سال اخذ

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

گواهینامه، مسافت رانندگی انجام شده و انجام بازی‌های کامپیوتری شبیه سازی رانندگی) به مدت ۱ ساعت بر روی دستگاه شبیه ساز رانندگی، به رانندگی پرداخته و تحت شرایط روز و شب (هر یک ۳۰ دقیقه) طی عوامل چراغ ترمزهای متداول و چراغ ترمز چشمک زن (با فرکانس روشن و خاموش شدن ۷ Hz) عکس‌العمل انجام دادند. پس از انجام این آزمایش داده‌های مربوط به رانندگی شرکت‌کنندگان(عکس العمل‌هایشان) توسط دستگاه ثبت شده و سپس توسط نرم افزار SPSS v.16. مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

برای تعیین تاثیر هم‌زمان متغیرهای مستقل بر زمان واکنش ترمز گرفتن از مدل خطی آمیخته(Linear Mixed Model) استفاده شده است. در این مدل ورودی متغیرها اعم از متغیرهای مستقل: سن بصورت سال، جنسیت (زن =۰ و مرد =۱)، سطح تحصیلات (دیپلم =۰ ، کاردانی = ۱، کارشناسی = ۲ ، کارشناسی ارشد = ۳ و دکتری = ۴)، سابقه انجام کامپیوتری (خیر =۰ و بله = ۱)، سابقه اخذ گواهینامه بصورت سال، سطح مهارت رانندگی (تازه‌کار = ۰ ، مبتدی = ۱ و ماهر = ۲)، شرایط رانندگی (روز = ۰ و شب = ۱)، زمان برخورد با خودروی جلویی بصورت میلی‌ثانیه و متغیر پاسخ: نوع چراغ ترمز (ساده = ۰ و چشمک‌زن = ۱) قرار گرفته و تاثیر هم‌زمان متغیرهای مستقل بر متغیر پاسخ سنجیده شده است.

مواد و دستگاه‌ها

دستگاه شبیه ساز رانندگی مدل PR-M3 دارای تائیدیه علمی، فنی به شماره ۳۰۰/۲۰۲ از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ایران ساخته شده توسط شرکت پژوهش رایان شبیه ساز به شماره ثبت ۲۹۶۸۴۰ که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، مجموعه‌ای مکاترونیکی- نرم افزاری است که با استفاده از شبیه سازی نرم افزاری و سخت افزاری قسمت‌های مختلف خودرو این امکان را ایجاد می‌کند که کلیه شرایط رانندگی در محیط بیرون را بصورت مجازی فراهم آورده و قابلیت ضبط عکس العمل‌های واقعی راننده حین رانندگی را نیز داراست. تصاویر شبیه‌سازی شده با استفاده از سه عدد مانیتور LCD ۱۹ اینچ WIDE با زاویه دید ۱۲۰ درجه به صورت پانورامیک برای راننده پخش می شود، همچنین کلیه صداهای خودرو و محیط رانندگی توسط سیستم صوتی با دو خروجی بلندگو و هدفون برای راننده پخش می‌شود. شبیه‌ساز در هر ثانیه ۹۰ بار اطلاعات ورودی و خروجی سیستم را بروزرسانی می‌کند. دستگاه قابلیت ایجاد فضاهای رانندگی در شرایط روز و شب را داراست و حین رانندگی زمان رها کردن پدال گاز و زمان ترمز گرفتن را در لحظه ترمز گرفتن خودروی مقابل اندازه‌گیری و ثبت می‌کند.

رانندگی و ثبت اطلاعات

رانندگان حین هر ۳۰ دقیقه در یک جاده دو طرفه بین شهری همانند شرایط واقعی به رانندگی پرداخته، حین رانندگی خودروهای جلویی هم مسیر با خودروی شبیه‌سازی شده بصورت اتفاقی ترمز گرفته و متوقف می‌شدند. در این هنگام چراغ ترمزهایشان بصورت ساده و یا چشمک‌زن روشن شده و راننده با توجه به درک وضعیت واکنش انجام می‌داده. دستگاه زمان این واکنش را ثبت و برای آنالیز در اختیار قرار می‌داد.

یافته‌ها

لازم به ذکر است که حین انجام پژوهش چهار نفر از شرکت کنندگان (۳ زن و ۱ مرد) به علت بروز مشکلاتی مانند (خستگی چشم، تاری دید ، عدم تمرکز،گیجی، تهوع و استفراغ) وابسته به بیماری شبیه ساز[۱۱] قادر به اتمام مدت رانندگی مشخص شده نبودند و به علت حفظ سلامتی و ایمنی از پژوهش کنار گذاشته شدند. ۴۶ نفر مابقی با میانگین سنی ۳۰/۳۷ و انحراف معیار ۶/۶۴۴ سال، که ۱۰ نفر از آنها زن با میانگین سنی ۲۹ و انحراف معیار ۴/۷۸۴ سال و ۳۶ نفر مرد با میانگین سنی ۳۰/۷۵ و انحراف معیار ۷/۰۸۵

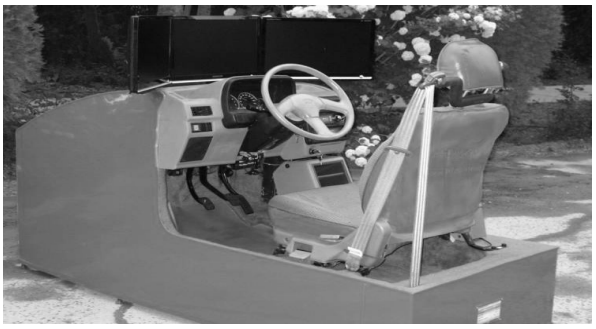
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

جدول۱. تاثیر متغیرهای ثابت بر زمان واکنش ترمز گرفتن و زمان رها کردن پدال گاز

متغیر	درجه آزادی	زمان واکنش ترمز گرفتن		زمان رها کردن پدال گاز	
		F	p-value	F	p-value
سن	۱	۱۵/۲۸۸	1.32×10^{-4}	۳/۲۴۰	> ۰/۰۵
جنسیت	۱	۵/۶۱۲	> ۰/۰۵	۰/۴۳۶	> ۰/۰۵
سطح تحصیلات	۴	۷/۶۷۲	4.83×10^{-4}	۴/۸۷۲	۰/۰۰۱
سابقه انجام بازی کامپیوتری	۱	۹/۹۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۵۴	> ۰/۰۵
سابقه اخذ گواهینامه	۱	۴/۶۶۹	۰/۰۳۱	۲/۱۰۴	> ۰/۰۵
سطح مهارت رانندگی	۲	۱۸/۰۱۸	5.11×10^{-6}	۰/۴۳۸	> ۰/۰۵
شرایط رانندگی	۱	۲/۱۶۷	> ۰/۰۵	۰/۲۹۰	> ۰/۰۵
زمان برخورد با خودروی جلویی	۱	۹۰۲/۳۸۲	2×10^{-169}	۱۳۰/۶۱۱	5.63×10^{-29}
نوع چراغ ترمز	۱	۲۲۳/۷۲۵	9.29×10^{-50}	۵/۷۸۲	۰/۰۱۶

سال می‌باشند. ۵۴/۳۵ درصد از شرکت کنندگان قبلا بازی‌های کامپیوتری مانند شبیه سازی رانندگی و رالی انجام داده اند. سطح تحصیلات شرکت کنندگان به ترتیب دیپلم ۱۴ نفر، کاردانی ۵ نفر، کارشناسی ۱۰ نفر، کارشناسی ارشد ۱۵ نفر و دکتری ۲ نفر می‌باشد. میانگین سابقه اخذ گواهینامه پایه دوم شرکت‌کنندگان ۷/۳۷ سال است. شرکت‌کنندگان شامل ۴ راننده تازه‌کار (با کمتر از ۱،۰۰۰ کیلومتر رانندگی)، ۱۳ راننده مبتدی (از ۱۰۰۰ کیلومتر تا ۵۰،۰۰۰) و ۲۹ راننده ماهر (با سابقه رانندگی بیش از ۵۰،۰۰۰ کیلومتر) بودند. برای تعیین تاثیر همزمان متغیرهای مستقل بر زمان واکنش ترمز گرفتن و زمان رها کردن پدال گاز از مدل خطی آمیخته استفاده شده است. تاثیر متغیرهای مستقل بر زمان واکنش ترمز گرفتن و رها کردن پدال گاز در جدول ۱ نشان داده شده است.

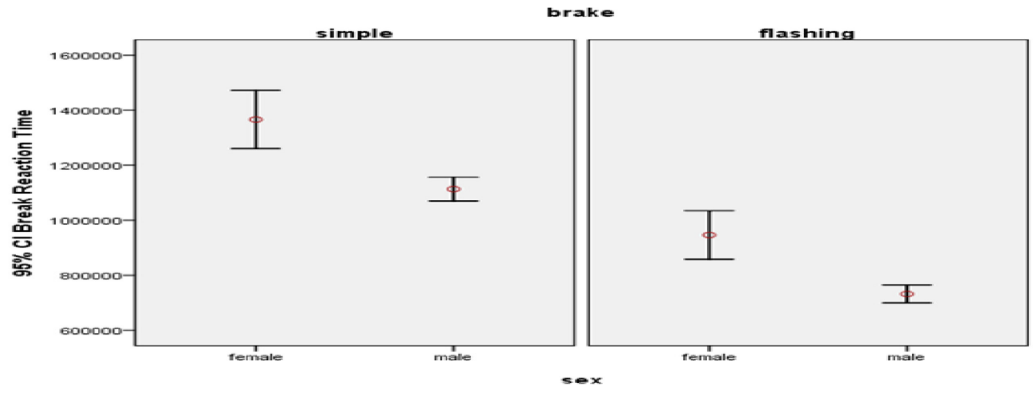
افزایش سن رانندگان سبب کاهش زمان ۱۱/۵۸ میلی‌ثانیه‌ای از مدت زمان واکنش ترمز گرفتن می‌شود (p-value=۰/۰۰۰۴۸۳). زن‌ها حین ترمز گرفتن خودروی جلویی ۷۲/۵۲ میلی‌ثانیه نسبت به مردها دیرتر ترمز می‌گیرند (p-value = ۰/۰۱۸). افرادی که سابقه انجام بازی کامپیوتری مانند شبیه سازی رانندگی و یا رالی داشته اند ۸۱/۲۶ میلی‌ثانیه سریع تر واکنش داشته اند (p-value = ۰/۰۰۲). با افزایش مدت زمان اخذ گواهینامه زمان واکنش ترمز گرفتن افراد ۸/۱۸ میلی‌ثانیه بیشتر می‌شود (P- ۰/۰۳۱ = value). رانندگان مبتدی نسبت به رانندگان تازه‌کار ۲۶۷/۶۶- میلی‌ثانیه سریع‌تر ترمز گرفته‌اند (p-value=1.41×10^{-4}) و رانندگان ماهر نسبت به



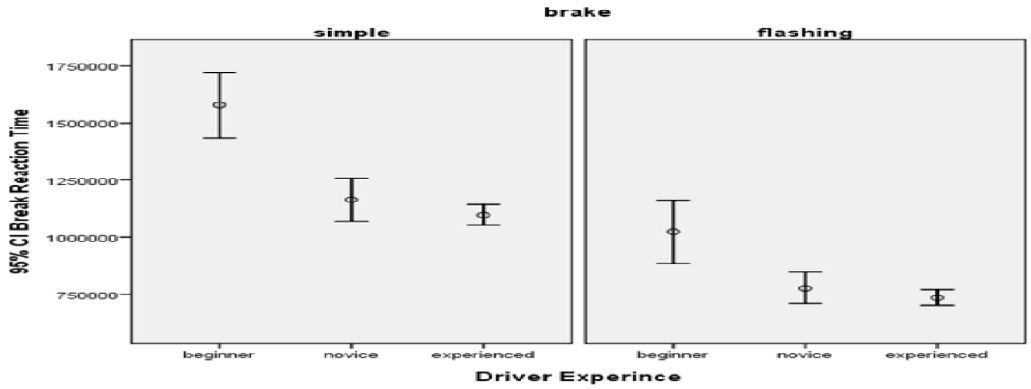
شکل۱. نمای دستگاه شبیه ساز رانندگی. مدل PR-M3

شکل۲. نمونه فضای مجازی برون شهری – رانندگی در روز در محیط شبیه ساز رانندگی

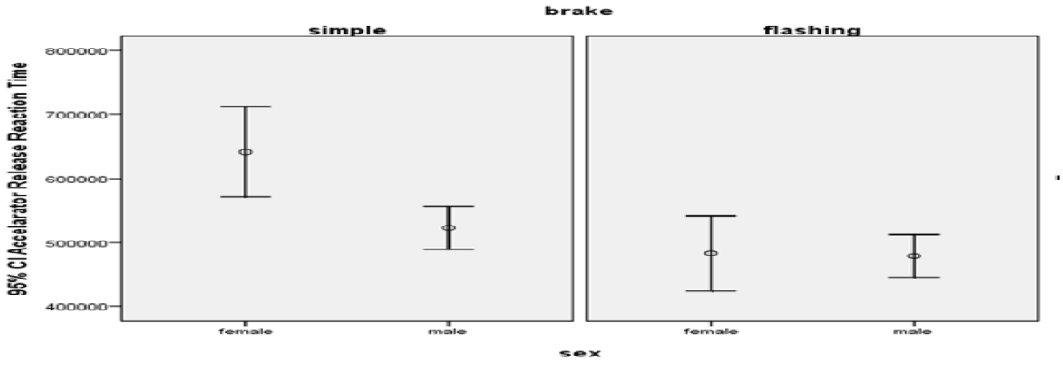
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017



نمودار ۱. تفاوت زمان واکنش ترمز گرفتن دو گروه مرد و زن تحت عوامل چراغ ترمز چشمک زن و استاندارد



نمودار ۲. تفاوت زمان واکنش ترمز گرفتن در سطوح مهارت رانندگی تحت عوامل چراغ ترمز چشمک‌زن و استاندارد



نمودار ۳. تفاوت زمان رها کردن پدال گاز دو گروه مرد و زن تحت عوامل چراغ ترمز چشمک زن و استاندارد

رانندگان تازه‌کار در موقعیت پیش آمده ۱۷۷/۰۷- میلی‌ثانیه سریع تر ترمز گرفته‌اند (p-value = ۰/۰۰۱) . شرایط رانندگی (شب – روز) بر زمان واکنش ترمز گرفتن تاثیر معنی‌دار نداشته است (p-value >۰/۰۵)، یکی از مؤثرترین عوامل تاثیرگزار بر زمان واکنش ترمز گرفتن زمان برخورد با خودروی جلویی است (p-value=2×10^{-169}). زمان برخورد با خودروی جلویی بر اساس سرعت رانندگی، فاصله بین دو خودرو، سرعت و شتاب ترمز خودروی جلویی تغییر می کند. استفاده از چراغ ترمز چشمک زن برای خودروی جلویی زمان واکنش ترمز گرفتن رانندگان را ۳۲۳/۴۲ میلی‌ثانیه کاهش داده است (p-value=9.29×10^{-50}) .

همانطور در نمودار ۱ مشخص است میانگین زمان واکنش ترمز گرفتن زن‌ها نسبت به مردها بیشتر است،

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

این اختلاف با استفاده از چراغ ترمز ساده ۲۵۲/۷۵ میلی‌ثانیه و با استفاده از چراغ ترمز چشمک زن ۲۱۴/۲۳ میلی‌ثانیه بوده است.نمودار ۲ نیز بیانگر تفاوت زمان واکنش ترمز گرفتن شرکت کنندگان با سه سطح مهارت رانندگی تحت چراغ ترمز چشمک‌زن و استاندارد است.

زمان واکنش رهاکردن پدال گاز رانندگان حین ترمز گرفتن خودری جلویی با توجه به سطح تحصیلات و نسبت به رانندگان با سطح تحصیلی دیپلم بدین شرح است : کاردانی ۵۹/۰۹- با (p-value = ۰/۰۸۵)، کارشناسی ۱۳۶/۲- با (p-value=0.000141) ، کارشناسی ارشد ۸۳/۶- با (p-value = ۰/۰۰۲) و دکتری ۱۳۸/۱- با (p-value =۰/۰۱۹). یکی از عوامل موثر بر زمان رها کردن پدال گاز زمان برخورد با خودروی جلویی مشخص شده است(p-value=5.63×10^{-29}). استفاده از چراغ ترمز چشمک‌زن زمان رها کردن پدال گاز را ۵۰/۲۲ میلی-ثانیه کاهش می‌دهد (p-value = ۰/۰۱۷). نمودار ۳ نشان دهنده تفاوت زمان رها کردن پدال گاز زن‌ها و مردان طی عوامل چراغ ترمز ساده و چشمک‌زن است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده تاثیر معنی‌دار سن افراد شرکت کننده بر زمان واکنش ترمز گرفتن است. با افزایش سن ۱۱/۵۸ میلی‌ثانیه از مدت زمان واکنش بصورت معنی‌داری کاسته می شود. بنابراین افراد مسن واکنش ترمز گرفتن بهتری دارند. البته بازه سنی در این پژوهش افراد ۲۰ الی ۴۶ سال را در بر گرفته است، که در محدوده جوانی تا میانسالی قرار دارند. البته در مطالعه ماکیشیتا و همکارانش (۲۰۰۸)، مارتین و همکاران (۲۰۱۰) و شینار و همکاران (۲۰۰۵) تفاوت معنی‌داری بین زمان واکنش جوان‌ها و افراد مسن مشاهده شده به طوریکه افراد مسن واکنش کندتری داشتند [۱۲-۱۴]. نتایج بدست آمده از مدل حاکی از تفاوت معنی‌دار زمان واکنش ترمز گرفتن زن‌ها و مردها است این تفاوت ۷۵/۵۲ میلی‌ثانیه ای بین دو جنس نشان دهده تاثیر عامل جنسیت بر زمان واکنش ترمز گرفتن فرد است. اگرچه در پژوهش سیواک و همکارانش (۱۹۹۳) و کونسیگلو و همکارن (۲۰۰۳) رابطه‌ای بین جنسیت و زمان واکنش منتشر نشده است [۱۵, ۱۶] ولی در مطالعه محمود و اسا (۲۰۰۹) رانندگان زن به طور معنی‌داری واکنش کندتری داشته‌اند [۱۷].

مدت زمان سپری شدن از زمان اخذ گواهینامه نیز تاثیر معنی‌داری بر زمان واکنش ترمز گرفتن می‌گذارد. برآورد مدل بدین صورت است که به ازای گذشت هر سال از زمان اخذ گواهینامه ۸/۱۷ میلی‌ثانیه به زمان واکنش ترمز گرفتن افزوده می شود، که این نتایج بر خلاف نتایج بدست آمده از مطالعه ساگبرگ و برونسکاو [۸] است. از جمله دلایل این تفاوت می‌توان به تفاوت در ابزار اندازه گیری زمان واکنش فرد اشاره کرد. چراکه در پژوهش حاضر برای بدست آوردن زمان واکنش فرد حین رانندگی از دستگاه شبیه‌ساز استفاده شده ولی ساگبرگ چندین موقیت رانندگی را با دوربین ضبط کرده و برای شرکت‌کنندگان بر روی پرده نمایش می داده. شرکت کنندگان باید به محض بروز موقعیت خطر دگمه‌ای را فشار می دادند که وی با استفاده از کامپیوتر فاصله زمان واکنش آنان را ثبت می‌کرد. با این وجود بنظر میرسد روش استفاده شده در مطالعه حاضر با رانندگی واقعی نزدیک‌تر است.

اگرچه سطح مهارت رانندگی فرد نیز تاثیر معنی‌داری بر زمان رهاگردن پدال گاز ندارد لیکن یکی از عوامل تاثیر گزار بر زمان واکنش ترمز گرفتن راننده است (P-value = ۰/۰۰۱). با توجه به نمودار ۲ هرچه سطح مهارت فرد افزایش می‌یابد زمان واکنش ترمز گرفتن فرد کمتر می شود و عکس العمل سریع تری در موقعیت های ایجاد شده حین رانندگی انجام می دهد. این نتایج بر خلاف مطالعه سومالا و همکارانش (۱۹۹۸) می‌باشد [۱۸]. علیرغم اینکه سومالا برای انجام پژوهش خود از دو خودروی واقعی لادا و میتسوبیشی گالانت در محیط واقعی بهره برده. اما تفاوت جنسیت شرکت‌کنندگان (مطالعه سومالا ۲۰ زن و ۸ مرد – مطالعه حاضر ۱۰ زن و ۳۶ مرد) و تفاوت

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

سطح مهارت رانندگی (مطالعه سومالا ۶ نفر راننده تازه-کار، ۱۳ راننده مبتدی و ۹ نفر راننده حرفه‌ای – مطالعه حاضر ۴ نفر راننده تازه‌کار، ۱۳ راننده مبتدی و ۲۹ نفر راننده حرفه‌ای) احتمالا می‌تواند سبب این نتایج متفاوت شده باشد. در مطالعه سومالا شرکت‌کنندگان اغلب تازه کار و مبتدی بوده‌اند لیکن در مطالعه حاضر اغلب شرکت‌کنندگان ماهر می باشند.

میانگین زمان واکنش ترمز گرفتن و زمان رها کردن پدال گاز در رانندگی طی شرایط روز نسبت به رانندگی در شب کمتر بوده است لیکن رانندگی در شرایط متفاوت شب و روز تاثیر معنی‌داری بر زمان واکنش‌های راننده نگذاشته است. این نتایج همسو با مطالعه ایسلر و استارکی (۲۰۱۰) می باشد[۱۹].

مهم‌ترین نتیجه بدست آمده از پژوهش حاکی از تاثیر معنی‌دار نوع چراغ ترمز بر زمان‌های واکنش راننده است ($P\text{-value}=9.29\times10^{-50}$) . با توجه به برآورد بدست آمده استفاده از چراغ ترمز چشمک زن با فرکانس ۷ Hz میانگین زمان واکنش ترمز گرفتن راننده را ۳۲۳/۴۲ میلی‌ثانیه کاهش خواهد داد. این مدت زمان معادل طی کردن مسافتی حدود ۱۰/۷۸ متر در سرعت ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت و یا مسافت ۸/۹۸ متری در سرعت ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و یا ۷/۱۹ متر در سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت و یا طی کردن مسافت ۵/۳۹ متر به ازای سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت است (با فرض ثابت بودن سرعت و شتاب ترمز خودروی جلویی). این نتایج همسو با مطالعه ایسلر و استارکی (۲۰۱۰)، برگ و همکارنش (۲۰۰۷)، آلفردریک (۲۰۰۴)، لی و میلگرام (۲۰۰۵) و تانگ و همکاران (۲۰۰۶) می‌باشد [۱۰, ۲۰-۲۲]. نتایج بدست آمده در خصوص کاهش زمان واکنش بر اثر مداخله بر روی چراغ ترمز و استفاده از چراغ ترمز چشمک زن همسو با مطالعه ایسلر و استارکی (۲۰۱۰) می باشد. ایسلر در مطالعه خود توانسته بود زمان واکنش رانندگان را با استفاده از روشن شدن فلاشرها ۰/۳۴ ثانیه به طور معنی‌داری کاهش دهد. البته در مطالعه وی نیز محدوده سنی شرکت کنندگان ۱۸ الی ۵۲ سال بوده و میانگین سابقه اخذ گواهینامه ۷/۴۱ سال منتشر شده است. لازم به ذکر است در پژوهش حاضر محدوده سنی شرکت‌کنندگان ۲۰ الی ۴۶ سال و سابقه اخذ گواهینامه ۷/۳۷ سال می‌باشد. ایلسر بیان کرده است که استفاده از چراغ چشمک زن با فرکانس ۲Hz موثرتر از فرکانس ۵ Hz است. تفاوت دیگر این پژوهش با مطالعه ایسلر تفاوت در ابزار کار است که وی از نیمه شبیه‌ساز (استفاده از کلیپ‌های ویدئوی ضبط شده و ماوس برای واکنش) برای جمع‌آوری اطلاعات واکنش‌های رانندگان استفاده کرده ، ولی در این پژوهش از دستگاه شبیه‌ساز رانندگی کاملا مطابق با خودروی حقیقی استفاده شده است. آلفردریک (۲۰۰۴) نیز در مطالعه ای توانسته با فعال کردن چراغ ترمز و چراغ مه شکن چشمک‌زن با فرکانس ۵ Hz زمان واکنش رانندگان را به طور معنی‌داری کاهش دهد و نکته مورد اهمیت دیگر اینکه آلفردریک رفتار واقعی روشن و خاموش شدن لامپ‌های خودرو را در فرکانس‌های ۱/۵ و ۵ Hz مرورد نظر داشته و به استفاده از لامپ‌های LED برای پاسخ فرکانسی واضح تر تاکید داشته.

تابحال مطالعات بسیاری در خصوص بروز، علل و کاهش تصادفات رانندگی انجام گرفته است، هدف تمامی این مطالعات شناسایی نحوه انجام تصادفات، یافتن علت و یا عوامل ایجاد تصادفات و در نهایت سعی بر از بین بردن و یا رفع کردن عامل تصادفات بوده تا بنحوی از سرمایه‌های جانی و مالی حفاظت شود. پژوهش حاضر نیز در ادامه این جریان و با استفاده از رویکردی با عنوان چراغ ترمز چشمک‌زن در صدد کاهش زمان واکنش راننده در موقعیت‌های ایجاد شده برای کاهش بروز یا شدت تصادف انجام شده است. نتایج نهایی این مطالعه حاکی از کاهش ۳۲۳/۴۲ میلی‌ثانیه‌ای زمان واکنش ترمز گرفتن با استفاده از چراغ ترمز چشمک‌زن با فرکانس روشن و خاموش شدن ۷ Hz می‌باشد. امید است نتایج این پژوهش بتواند گامی هرچند کوچک در جهت کاهش تصادفات رانندگی برداشته باشد.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

تقدیر و تشکر

با توجه به اینکه این مقاله بخشی از یک طرح تحقیقاتی با شماره مصوب ۱۵۸۴۵۶ در دانشگاه علوم پزشکی همدان می‌باشد، نویسندگان بر خود لازم می‌دانند، از معاونت محترم آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان و همچنین شرکت پژوهش رایان شبیه‌ساز و کلیه داوطلبان شرکت کننده در این مطالعه صمیمانه سپاس گزاری نمایند.

منابع

1. Falahzadeh H. Epidemology tosifi tasadofat dar ostan Yazd dar sal 1383. Majale elmi pezeshki ghanuni. 1385;12(158):61-3. [Persian]

2. Salari A, Aghili A, Piraye hadad F. Barresi demographic bimaran tromaee nashi az tasadofat dar Yazd. Majale daneshgah olum pezeshi Yazd. 1381; 10(3):3. [Persian]

3. WHO. Global status report on road safety: time for action. Geneva: World Health Organization; 2009.

4. Sazman Pezeshki Ghanuni Iran. Amar marg o mir masdumin nashi az tasadofat ranandeghi; 1389. [Persian]

5. Khabazkhub M, Morai A, Pedramfar M, Javaherforush A, Kholfi A, Najafpour A, et al. Barresi avamel moaser dar sadamat nashi az tasadofat ranandegi dar tasadofat jadehee atraf shahr Mashhad. Majale elmi pezeshki ghanuni. 1386; 12(15): 21-3. [Persian]

6. Kiyoka Matsubayashi ,Yukinori Yamada, Motomi Iyoda, Shin Koike, Tomoya Kawasaki, Masanori Tokuda. Development of Rear Pre-Crash Safety System For Rear-End Collisions: Toyota Motor Corporation. Japan; 2007.

7. Pauzie A. Evaluating driver mental workload using the driving activity load index (DALI). Tools and methodologies for safety and usability. 2007.

8. Sagberg F, Bjørnskau T. Hazard perception and driving experience among novice drivers. Accident Analysis and Prevention. 2006; 38:407–14.

9. Bridger RS. Introduction to Ergonomics: Taylor & Francis. 2003.

10. Alferdinck JWAM. Evaluation of Emergency Brake Light Display (EBLD) systems. Kampweg 5 P.O. Box 23 3769 ZG Soesterberg the Netherlands: TNO Human Factors; 2004 25 May 2004.

11. Johnell O. Brooks, Richard R. Goodenough, Matthew C. Crisler, Nathan. Klein, Rebecca L. Alley, Beatrice L. Koon, et al. Simulator sickness during driving simulation studies. Accident Analysis and Prevention. 2010; 42:788–96.

12. Makishita H, Matsunaga K. Differences of drivers' reaction times according to age and mental workload. Accident Analysis and Prevention. 2008 27 August 2007; 40:567–75.

13. Martin P-L, Audeta T, Corriveaua H, Hamel M, D'Amours M, Smeesters C. Comparison between younger and older drivers of the effect of obstacle direction on the minimum obstacle distance to brake and avoid a motor vehicle accident. Accident Analysis & Prevention. 2010; 42(4):1144-50.

14. Shinar D, Tractinsky N, Compton R. Effects of practice, age, and task demands, on interference from a phone task while driving Accident Analysis & Prevention. 2005; 37(2):315-26

15. Sivak M, Flannagan MJ, Sato T, Traube EC, Aoki M. Reaction Times To NEON, LED, And Fast Incandescent Brake Lamps. Michigan: Transportation Research Institute; 1993.

16. Consiglio W, Driscoll P, Witte M, Berg WP. Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response Accident Analysis & Prevention. 2003; 35(4):495-500.

17. Mehmood A, Easa SM. Modeling Reaction Time in Car-Following Behaviour Based on Human Factors. International Journal of Applied Science, Engineering and Technology. 2009; 5(2).

18. Summala H, Lamble D, Laakso M. Driving Experience And Perception Of The Lead Car's Braking When Looking At In-Car Targets. Accid Anal and Prev. 1998; 30(4):401–7.

19. Robert B. Isler, Starkey NJ. Evaluation of a sudden brake warning system: Effect on the response time of the following driver. Applied Ergonomics. 2010; 41:569–76.

20. Li Z, Milgram P. An Empirical Investigation of A Dynamic Brake Light Concept For Reduction of Rear-End Collision Accidents during Emergency Braking. Factors and Ergonomics Society. 2005; 49:1940-4.

21. Berg WP, D. E, Berglund b, J. A, Strang a, Baum MJ. Attention-capturing properties of high frequency luminance flicker: Implications for

brake light conspicuity. Transportation Research. 2007; Part F 10:22-32.

22. Isler RB, Starkey NJ. Evaluation of a sudden brake warning system: Effect on the response time of the following driver. Applied Ergonomics. 2010; 41:569–7.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 22:20 IRST on Friday February 3rd 2017

Using a driving simulator to assess driver's reaction time to two types of brake lights

M. S. Sohrabi[1], M. Motamedzade[2], R. Golmohammadi[3], A. Moghimbeigi[4]

Received: 2012/02/21 Revised: 2012/08/25 Accepted: 2012/08/02

Abstract

Background and aims: Human factors are significant factors causing car accidents. The driver when noticed by brake lights will pay attention to the danger and react appropriately. An appropriate reaction time can prevent car accidents. The aim of this study was to assess driver's reaction time to dynamic flashing and standard brake lights using a driving simulator.

Methods: This experimental study was done on 46 volunteer drivers (10 female, 36 male). Participants drove for an hour under day and night conditions on a driving simulator system with standard brake lights and dynamic flashing brake lights.

Results: Results showed that as the age of drivers increased one year, the brake reaction time was decreased 11.585 Ms. Women had slower break reaction time than men. There was no significant relationship between driving condition and brake reaction time. The time elapsed since taking driving license has not any significant effect on reaction time.

Conclusion: In general, this research showed that using dynamic flashing brake light with a flashing frequency of 7 Hz reduced the brake reaction time significantly.

Keywords: Ergonomics, Car accidents, Flashing brake light

1. **(Coresponding author)** Educator Isfahan University of Art, Department of Industrial Design, School of Architecture And Urban Design, Isfahan University of Art, Isfahan, Iran - bluovay2002@yahoo.com
2. Associated Professor Hamadan University of Medical Occupational Health Department, School of Health, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran.
3. Associated Professor Hamadan University of Medical Sciences, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
4. Assistant Professor Hamadan University of Medical Sciences, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health and Center for Health Research, Hamadan University of Medical Sciences, Iran.