



## ارزیابی تاثیر فعاليت ثانويه بر بار کار ذهني رانندگان اتوبوس با استفاده از شاخص (DALI)

فاطمه صغری یوسفی<sup>۱</sup>، مجتبی عباس زاده<sup>۲</sup>، جمشید یزدانی چراتی<sup>۳</sup>، سیاوش اعتمادی نژاد<sup>۴\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۲۴

تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۶/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۲۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** گزارشات حوادث رانندگی نشان می‌دهد که خطا و رفتار نایمن راننده مهم‌ترین علت تصادفات رانندگی می‌باشد. بار کاری از فاکتورهای اصلی بر راننده است که در بروز تصادفات رانندگی تأثیر مستقیم دارد. پژوهش حاضر به ارزیابی ابعاد بار کارذهنی ناشی از فعالیت ثانویه شنیداری-کلامی در حین رانندگی پرداخته است.

**روش بررسی:** بیست راننده اتوبوس حرفه ای به صورت تصادفی انتخاب و در این مطالعه شرکت کردند. از شبیه‌ساز رانندگی اتوبوس و شاخص بار فعالیت راننده (DALI) استفاده شد. آزمایش از دو بلوک ایجاد شده بود: در بلوک اول رانندگان تنها فعالیت رانندگی را انجام می‌دادند و در بلوک دوم علاوه بر رانندگی، به فعالیت ثانویه شنیداری-کلامی هم پاسخ می‌دادند. جهت مقایسه نتایج دو بلوک آزمایش آزمون‌های تی مستقل و کای اسکوتر و به منظور بررسی ارتباط بین زمان واکنش ترمز زدن و تجزیه با بار ذهنی، ضریب همبستگی پیرسون بکار گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که فعالیت ثانویه همه ابعاد بارکاری ذهنی را به طور معناداری افزایش می‌دهد و منجر به تداخل در فعالیت رانندگی می‌شود. زمان واکنش ترمز زدن و تعداد برخوردها نیز در شرایط وجود فعالیت ثانویه بطور چشمگیری افزایش یافت. رابطه معناداری بین بارکار ذهنی و افزایش زمان واکنش ترمز زدن و تعداد برخوردها دیده شد. سابقه کاری رانندگان تأثیری در میزان بار کار ذهنی، زمان واکنش ترمز زدن و تعداد برخوردها نداشت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند که فعالیت ثانویه در حین رانندگی می‌تواند با افزایش بار کارذهنی رانندگان و تداخل در فعالیت رانندگی منجر به آهسته شدن زمان واکنش ترمز زدن و افزایش تصادفات شود. این نتایج نشان می‌دهد که تجربه رانندگی اثر فعالیت ثانویه در حین رانندگی را کاهش نمی‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** بار کار ذهنی راننده، فعالیت ثانویه، رانندگان اتوبوس، شاخص DALI.

### مقدمه

و از طرفی بیشترین عامل را عامل انسانی به خود اختصاص داده است. با توجه به نقش اصلی عوامل انسانی در تصادفات و پیشرفت بی سابقه در صنعت تولید خودرو، اغلب مطالعات چند دهه اخیر حول محور عوامل انسانی موثر بر تصادفات رانندگی می‌باشد [۳]. در بسیاری از کشورها تحقیقات زیادی بر روی عوامل سه گانه وسیله نقلیه، راه و محیط و انسانی صورت گرفته است. این مطالعات نشان داده اند که خطای انسانی در ۶۰ درصد از حوادث رانندگی بعنوان دلیل اصلی و حدود ۹۵ درصد از حوادث بعنوان یکی از عوامل تاثیر گذار نقش داشته است. نقش عوامل جاده ای و عوامل آب و هوایی و محیطی به ترتیب حدود ۳۴ درصد و ۴ درصد بیان شده است [۴، ۵].

افزایش رشد استفاده از تکالیف ثانویه در حین رانندگی در حقیقت بخشی از روند نگران کننده‌ی

سوانح ترافیکی و تلفات ناشی از آن یکی از چالش‌ها کنونی جوامع بشری است که سلامت انسان‌ها را به خطر انداخته و هزینه های اقتصادی زیادی را بر اقتصاد کشورها تحمیل نموده است. متأسفانه ایران از جمله کشورهایی است که در آن نرخ تصادفات ناشی از عدم توجه به اصول ایمنی و عوامل مؤثر بر آن همواره سیر صعودی داشته است [۱]. بر اساس آمار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، دومین عامل مرگ و میر در ایران حوادث رانندگی بوده و ۶۰ درصد جراحات و تلفات ناشی از کل حوادث را بخود اختصاص داده است. در آمار جهانی این ارقام به ترتیب برابر ۹ و ۲۵ درصد است [۲].

تصادف رانندگی یک پیامد مستقل و یا پیامد حاصل از ترکیب عوامل سه گانه انسان، خودرو و جاده می‌باشد

۱- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازنداران، مازندران، ایران.

۲- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۳- گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مازندران، ایران.

۴- (نویسنده مسئول) گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مازندران، ایران. abbaszadeh989@gmail.com

جهت ارزیابی ابعاد بار کاری ذهنی رانندگان توسط آنیه پائوزی طراحی گردیده است. بررسی های انجام شده نشان می دهد که در روش DALI اختلاف معناداری بین جلسات آزمایش در شرایط ادراکی، شناختی، استرس، محدودیت زمانی، و تداخل در فعالیت رانندگی وجود دارد [۱۷-۱۵]. به دلیل اینکه این روش مورد قبول اکثر شرکت کنندگان است، احتمال ارائه پاسخ واقعی را افزایش می دهد.

با توجه به اهمیت بار کاری ذهنی رانندگان در رانندگی و تاثیرات بالقوه ای که فعالیت های ثانویه در حین رانندگی بر عملکرد راننده می گذارند، این مطالعه در پی بررسی تاثیر فعالیت ثانویه بر بار کار ذهنی رانندگان اتوبوس می باشد. هدف مطالعه حاضر بطور خاص، بررسی نقش تکلیف ثانویه شنیداری-کلامی بر روی هر یک از ابعاد بار کار ذهنی و عملکرد رانندگان اتوبوس، با استفاده از روش دالی در شبیه ساز رانندگی اتوبوس می باشد.

### روش بررسی

مطالعه حاضر میدانی-مقطعی از نوع توصیفی-تحلیلی است. بیست نفر از رانندگان اتوبوس شرکت خط واحد تهران و حومه دارای مدرک تحصیلی دیپلم و بالاتر و دامنه سنی ۲۷ الی ۴۰ سال به صورت تصادفی انتخاب شدند و مورد آزمایش قرار گرفتند. از شبیه ساز رانندگی اتوبوس که توسط دانشگاه خواجه نصیر ساخته شده است برای ارزیابی عملکرد رانندگان استفاده شد. این شبیه ساز دارای ویژگی تعامل راننده با ماشین بود که در آن راننده سرعت و جهت اتوبوس را می توانست کنترل کند و بازخورد بصری و شنیداری را برای رانندگان فراهم کند. در مطالعات گذشته جهت بررسی نقش عوامل انسانی در حوادث رانندگی از این شبیه ساز استفاده شده است [۱۸، ۱۹].

جهت ارزیابی ابعاد بار کار ذهنی رانندگان از شاخص دالی استفاده گردید. این شاخص شش بعد بار کار ذهنی را ارزیابی می کند که این شش بعد عبارتند از: نیاز به توجه کلی (Global Attention)، نیاز دیداری

اثرات تکنولوژی های روز بر کاهش توجه رانندگان می باشد [۶]. مطالعات متعددی گواه این مطلب است که عملکرد راننده در حین استفاده از تلفن همراه، استفاده از سیستم های جهت یابی و سیستم های سرگرمی کاهش می یابد [۷، ۸]. برای مثال پارکسو و همکاران (۲۰۰۰) در یافتند که زمانی که راننده در حال فعالیت ثانویه است زمان بیشتری طول می کشد تا سرعت خود را با سرعت مجاز تطبیق دهند و همچنین آگاهی موقعیتی راننده حین فعالیت ثانویه به طور چشمگیری کاهش می یابد [۹]. رانندگان هنگام انجام فعالیت ثانویه عموماً تلاش می کنند رانندگی ایمنی داشته باشند. اینگونه فعالیت ها توجه راننده را از رانندگی ممکن است منحرف سازد و افزایش بار کاری ذهنی را در پی خواهد داشت که کارایی عملکرد رانندگی را کاهش و احتمال حادثه را افزایش می دهد [۱۰]. انجام یک فعالیت ثانویه سمعی، بصری و لامسه ای همزمان با رانندگی (مانند گوش دادن به رادیو، صحبت با موبایل، استفاده از مسیریاب) منجر به اشتراک گذاری زمان از منابع شناختی بین دو فعالیت می شود [۱۱]. هنگامی که توجه بصری از جاده منحرف می شود راننده قادر نخواهد بود در ردیابی مسیر به درستی عمل کند و منجر به بروز خطا می شود [۱۲].

اگر چه مطالعات گذشته تاثیر فعالیت ثانویه بر روی عملکرد رانندگی را نشان داده اند [۷، ۱۳، ۱۴]، اما در این مطالعات بطور خاص نشان داده نشده است که فعالیت ثانویه در حین رانندگی کدام بعد از بار کاری راننده افزایش می یابد. موضوع دیگر که در مطالعات قبل کمتر به آن پرداخته شده است، تاثیر تکلیف ثانویه بر روی عملکرد رانندگان حرفه ای از جمله رانندگان اتوبوس که دارای تجربه بالایی رانندگی هستند، می باشد. از آنجایی که افزایش تجربه منجر به کاهش پردازش های ذهنی در رانندگی می شود، این احتمال وجود دارد که فعالیت ثانویه در رانندگی تاثیر چشمگیری بر روی بار کار ذهنی و عملکرد رانندگان حرفه ای نداشته باشد.

روش DALI (Driving activity load index)

خود را تغییر می‌دانند بطوری که تغییرات سرعت آنها برای راننده غیرقابل پیش بینی بود و همچنین در هر بلوک در ۵ نقطه بطور تصادفی هر دو خودرو بطور ناگهانی متوقف می شدند و راننده می بایست کاملاً گوش به زنگ باشد تا از برخورد جلوگیری کند. طول مدت هر بلوک حدود ۸ دقیقه بود و جاده رانندگی دو بانده بود.

فعالیت ثانویه ای که در بلوک D استفاده شد بدین صورت بود که هر ۱۰ ثانیه یک جفت عدد ریاضی دو رقمی بصورت شنیداری از طریق هندزفری برای سوژه پخش می‌شد و از او خواسته شده بود حاصل جمع را محاسبه و بصورت کلامی بلافاصله پاسخ دهد. سوژه می بایست تا قبل از ارائه جفت عدد بعد، پاسخ دهد. به سوژه گفته شده بود اگر قبل از اینکه پاسخ دهد، جفت عدد بعد ارائه شود، از پاسخ به جفت عدد قبل چشم پوشی کند و به جفت عدد فعلی پاسخ دهد. با توجه به اینکه هدف از فعالیت ثانویه تنها افزایش بار کار ذهنی بود، پاسخ سوژه‌ها از نظر درست یا غلط بودن در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار نگرفت.

در پایان هر بلوک بارکاری ذهنی رانندگان با استفاده از شاخص بارکاری راننده (DALI) ارزیابی شد. برای اجرای مطالعه حاضر شرکت کنندگان پس از دریافت اطلاعات کامل از شرایط آزمایش فرم رضایتنامه در مطالعه را تکمیل نمودند. در خصوص نحوه انجام مطالعه توضیحاتی به آنها داده شد. شرکت کنندگان بعد از تمرین رانندگی در شبیه ساز و قلفگیری کامل، آزمایش را شروع کردند.

جهت تجزیه و تحلیل نتایج، نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ به کار گرفته شد. جهت مقایسه نتایج مراحل مختلف آزمایش نیز از آزمون‌های تی مستقل و کای اسکوئر استفاده گردید و به منظور بررسی ارتباط بین زمان واکنش ترمز زدن و تجزیه با بار ذهنی، ضریب همبستگی

(Visual Demand)، نیاز شنیداری (Auditory Demand)، استرس (Stress)، نیاز زمانی (Temporal Demand)، تداخل (Interference). برای هر یک از این عوامل یک سوال مطرح می شود و متناسب با محدودیتی که در طول رانندگی عادی راننده ممکن است احساس کند، عددی بین ۰ (کم) تا ۵ (زیاد) را می تواند انتخاب کند. برای انجام مطالعه حاضر از نسخه فارسی این روش که توسط ضیا و همکاران (۲۰۱۵) روایی و پایایی آن بررسی شده، استفاده شد [۲۰].

با توجه به این که در مطالعات مشابه گذشته [۲۱-۲۳]، تعداد نمونه بین ۱۵ تا ۲۰ نفر انتخاب شده، در این مطالعه نیز ۲۰ راننده که بطور تصادفی انتخاب شدند، در مطالعه شرکت کردند. آزمایش از دو بلوک تشکیل شده بود: (۱) انجام رانندگی به تنهایی (بلوک S) و (۲) انجام رانندگی همزمان با فعالیت ثانویه (بلوک D). اجرای آزمایش برای شرکت کننده های مختلف موازنه (Counterbalance) شده بود، بطوری که شروع آزمایش برای نصف شرکت کنندگان بطور تصادفی با بلوک S بعد از آن بلوک D و نصف دیگر ابتدا بلوک D بعد از آن بلوک S بود.

در این مطالعه از سناریوی رانندگی تعقیب خودرو استفاده شد. این سناریو یکی از پرکاربردترین سناریوهای رانندگی در مطالعات شبیه سازی رانندگی می باشد که در مطالعات متعددی از آن استفاده شده است [۲۴-۲۶]. در این سناریو، سوژه می بایست با حفظ فاصله ایمن و جلوگیری از برخورد، خودروی جلویی (LV) را که چراغ ترمز آن غیرفعال بود، تعقیب کند و همچنین سرعت خود را طوری تعیین کند که خودروی عقب (BV) از او سبقت نگیرد (شکل ۱) در هر دو بلوک خودروی LV و BV با سرعت یکسانی حرکت می کردند این دو خودرو در فاصله های زمانی ۲ الی ۳ ثانیه بطور تصادفی سرعت



شکل ۱- نمایشی از سناریوی تعقیب خودرو

پيرسون به کار گرفته شد.

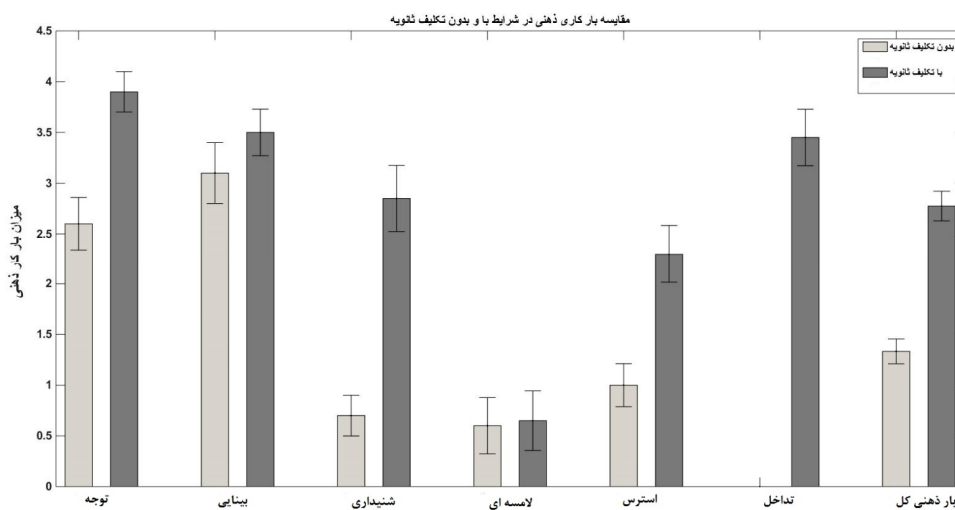
### يافته‌ها

بيست راننده اتوبوس مرد در مطالعه حاضر شرکت کردند که ميانه سني ۳۳ سال (کمترين ۲۷ سال و بيشترين ۴۰ سال) مي باشد. مدرک تحصيلي ۴۰ درصد از شرکت کنندگان ديپلم و ۶۰ درصد داراي مدرک دانشگاهي بودند. ميانه سني سابقه رانندگي شرکت کنندگان از ۳ تا ۱۲ سال ( $9/7 \pm 2/3$  سال) بود. نتايج مربوط مقايسه بار کار ذهني رانندگان در دو شرايط بدون فعاليت ثانويه و با فعاليت ثانويه در نمودار (۱) نشان مي دهد که در شرايط رانندگي بدون فعاليت ثانويه، بيشترين ميزان بار ذهني مربوط به حس بينايي (۳/۱) و کمترين آنها مربوط به بعد تداخل (صفر) بوده است و اين نتايج با توجه به اينکه رانندگي اين فعاليت بينايي است منطقي به نظر مي رسند. بار کار ذهني کل که ميانه سني هر پنج بعد است، در شرايط رانندگي بدون فعاليت ثانويه حدود ۱/۶ بود. نتايج رانندگي در شرايط با فعاليت ثانويه نشان مي دهد که بارکاري در همه ابعاد شاخص DALI بطور چشمگيري افزايش يافته است ( $p < 0.001$ ) (جدول ۱). در شرايط با فعاليت ثانويه، بار کار ذهني کل به ۲/۷ افزايش يافت. بيشترين ميزان بار کار ذهني در شرايط تکليف ثانويه مربوط به توجه

(۳/۹) و کمترين مربوط به حس لامسه (۰/۶۵) مي باشد. همانطور که نمودار ۱ نشان مي دهد، بيشترين افزايش بار کار ذهني در شرايط تکليف ثانويه نسبت به شرايط بدون تکليف ثانويه، مربوط به بعد تداخل بود، بطوریکه رانندگان در شرايط بدون تکليف ثانويه هيچ تداخلي را در حين رانندگي گزارش نکردند ولي در شرايط تکليف ثانويه تداخل را ۳/۴۵ گزارش کردند. با توجه به افزايش چشمگير تداخل در شرايط تکليف ثانويه، ممکن است اين بعد از بار کار ذهني منجر به افزايش در ديگر ابعاد بار کار ذهني شده باشد. نتايج مقايسه بار کار ذهني (جدول ۱) نشان مي دهد که در شرايط بدون فعاليت ثانويه و با فعاليت ثانويه، که مقدار  $p$  کمتر از سطح خطا (۰/۰۵) در نظر گرفته شده است با ۹۵ درصد اطمينان مي توان بيان کرد که فعاليت ثانويه، بارکاري ذهني رانندگان را بطور معناداري افزايش مي دهد.

ضريب همبستگي بين بار کار ذهني کل و زمان واکنش ترمز زدن برابر با ۰/۶۹۷ ( $p < ۰/۰۰۰۱$ ) بود؛ بطوریکه با افزايش بارکار ذهني کل در شرايط وجود فعاليت ثانويه، زمان واکنش ترمز زدن هم افزايش يافته است.

جدول ۲ مقايسه ميانه سني هاي بين زمان واکنش ترمز زدن در شرايط وجود فعاليت ثانويه و عدم وجود



نمودار ۱- مقایسه فراوانی درصد پاسخ به سوالات بار ذهنی در شرایط با فعاليت ثانويه و بدون فعاليت ثانويه

جدول ۱- مقایسه میانگین و انحراف معیار ابعاد بارکار ذهنی در شرایط وجود و عدم وجود فعالیت ثانویه

Chi-square		با فعالیت ثانویه		بدون فعالیت ثانویه		مولفه ها
p	z	M	SD	m*	SD**	
۰/۰۰۸	-۲/۶۴	۳/۹	۰/۲	۲/۶	۰/۲۶	توجه
۰/۰۵	-۱/۶۱	۳/۵	۰/۲۵	۳/۱	۰/۳	بینایی
۰/۰۰۱	-۳/۲۲۱	۲/۸۵	۰/۳۳	۰/۷	۰/۲	شنیداری
۰/۰۰۶	-۲/۷۶۴	۲/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۲۸	استرس
۰/۰۰۰۱	-۳/۸۵۸	۳/۴۵	۰/۲۹	۱	۰/۲۱	تداخل
۰/۰۰۱	-۳/۸۵۲	۲/۷۷	۰/۱۴	۱/۳۳	۰/۱۲	بار ذهنی کل

SD\*\*: انحراف معیار / m\*: میانگین

جدول ۲- مقایسه زمان واکنش ترمز زدن (ثانیه) و برخوردها در شرایط با و بدون فعالیت ثانویه

مقایسه	رانندگی با فعالیت ثانویه	رانندگی بدون فعالیت ثانویه	میانگین	زمان واکنش
t(38)= 18.672, p=0.001	۰/۹۶۱	۰/۷۴	انحراف معیار	میانگین
t(38)= 37.696, p<0.0001	۹/۱	۷/۵	میانگین	برخوردها با خودروی جلویی
	۲/۳	۱/۲	انحراف معیار	انحراف معیار

### بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که همه ابعاد شاخص بارکاری دالی در شرایط فعالیت ثانویه افزایش یافت و نسبت به شرایط بدون فعالیت ثانویه، میزان بار کاری مربوط به بعد توجه بیشترین و بعد استرس کمترین بود. زمان واکنش در شرایط وجود فعالیت ثانویه نسبت به شرایط بدون فعالیت ثانویه آهسته تر شد و تعداد تصادفات با خودروی جلویی بطور معناداری افزایش یافت. بین بار کاری و زمان واکنش و میزان تصادفات رابطه وجود داشت. به عبارت دیگر، وجود فعالیت ثانویه باعث افزایش بارکار ذهنی رانندگان و نیز کاهش واکنش ترمز زدن آنها و در نهایت منجر به بروز تصادف شد. افزایش بار کار ذهنی ناشی از وجود فعالیت ثانویه در حین رانندگی ممکن است در ادراک و توجه راننده تداخل ایجاد کند و بدنبال آن راننده نتواند براحتی اطلاعات مورد نیاز رانندگی را بدست آورد. احتمال آن نیز وجود دارد که وجود تکلیف ثانویه در روند پردازش اطلاعات راننده که شامل استفاده از حافظه کاری و توانایی پردازش بصری می باشد، تداخل ایجاد نماید و این ممکن است افزایش بار کاری ذهنی رانندگان را بدنبال داشته باشد. درکل این

آن است و نتایج نشان می دهد رانندگان را افزایش می دهد. نتایج نشان داد که انجام فعالیت ثانویه در حین رانندگی در مقایسه با شرایط عدم وجود فعالیت ثانویه زمان واکنش ترمز زدن رانندگان را ۰/۲۲ ثانیه افزایش می دهد.

جدول ۲ میانگین درصد برخوردهای خودروی آزمایش با خودروی جلویی را نشان می دهد، همانطور که مشاهده می شود، در شرایط وجود فعالیت ثانویه تعداد برخوردها بطور معناداری (p=۰/۰۰۱) افزایش یافته است. ضریب همبستگی بین بار ذهنی کل و میانگین درصد برخوردها رابطه معناداری (۳۷/۶۹۶) را نشان می دهد.

نتایج مطالعه حاضر تفاوت معناداری بین سن و میزان بار کار ذهنی را نشان ندادند و با توجه به اینکه رده سنی افراد شرکت کننده در مطالعه حاضر از ۲۷ تا ۴۰ سال بوده است این موضوع تا حدودی قابل پیش بینی می باشد و قابل ذکر است که تاثیر سابقه رانندگی بر روی زمان واکنش ترمززدن و بار کار ذهنی معنادار نبود (p>۰/۰۵).

گواه آن است که زمان واکنش ترمز زدن بیش از دیگر فاکتورهای مربوط به عملکرد راننده از قبیل عملکرد راننده در حفظ مسیر و تعقیب خود، در حین مکالمه با موبایل تاثیر می پذیرد. هاری و ویکنز (۲۰۰۴) در مطالعه خود بیان داشت این تکالیف (حفظ مسیر، زمان واکنش و ..) وابسته به منابع جداگانه ای هستند؛ به عنوان مثال حفظ مسیر وابسته به دید پیرامونی راننده و زمان واکنش وابسته به دید موضعی راننده می باشد [۳۰]. اهمیت افزایش زمان واکنش ترمز زدن در ایمنی ترافیک را به آسانی می توان دریافت. برخورد از عقب به خودروی جلویی حدوداً ۴۰ درصد از تصادفات ترافیکی را شامل می شود [۳۱]. چراغ های ترمز عموماً اولین آلارم را برای راننده که در معرض خطر برخورد با خودرو جلویی قرار دارد، فراهم می کند بدلیل اینکه آنها قبل از اینکه فاصله دو خودرو از حد مجاز کمتر شود، فعال خواهند شد. تداخلی که از استفاده از موبایل در زمان واکنش راننده بوجود می آید، می تواند بر فرکانس و شدت برخوردهای از سمت عقب با افزایش زمان پاسخ دادن تاثیر گذارد. تفسیر این یافته ها با توجه به نظریه های توجه، گویای آن است که تاثیرات مخرب مکالمه با موبایل در رانندگی بطور اساسی بخاطر انتقال توجه از رانندگی به مکالمه تلفنی است. استفاده از موبایل حین رانندگی در عملکرد راننده با انتقال توجه به زمینه شناختی جذاب تر از وظیفه رانندگی سبب تداخل در وظیفه رانندگی خواهد شد. بعضی جنبه های رانندگی ذاتاً غیرقابل پیش بینی هستند (بعنوان مثال پریدن کودک وسط خیابان) و وقتی توجه راننده به فعالیت غیر از رانندگی انتقال یافته باشد، واکنش به این رویدادهای غیرقابل پیش بینی دچار نقص می گردد. بنابراین تداخل ناشی از فعالیت ثانویه در رانندگی که در این مطالعه بیان شد به نظر می رسد که با مطالعات مربوط به توجه انتقال یافته همخوانی داشته است [۳۰، ۳۲، ۳۳].

بیشترین نقص در عملکرد راننده ای که در حال انجام فعالیت ثانویه می باشد زمانی است که او در حال تولید محتوای پاسخ می باشد؛ در حالیکه بخش گوش دادن به مکالمه اختلال کمتری در عملکرد راننده بوجود می آورد.

موضوع پذیرفته شده است که افراد برای داشتن یک رانندگی ایمن به توانایی های ادارک و توجه خود وابسته هستند [۲۱، ۲۷].

نتایج این مطالعه با توجه به نمرات بار کاری هر بعد شاخص دالی در قبل و بعد از انجام فعالیت ثانویه نشان داد که پنج آیتیم (توجه، حس شنیداری، استرس، تداخل و بار کل) در شرایط وجود فعالیت ثانویه به طور چشمگیری افزایش یافتند که کمترین میزان بار ذهنی مربوط به استرس و بیشترین بار ذهنی هم مربوط به توجه بوده است و این نتایج با نتایج مطالعه رویکیما و همکاران که تاثیر فعالیت ثانویه بر بار ذهنی رانندگان را بررسی کردند سازگار است [۲۱]. در مطالعه رویکیما، فعالیت ثانویه منجر به کاهش آگاهی موقعیتی (Situation Awareness) راننده شد و بدنبال آن باعث افزایش بار کاری ذهنی کل شد. زمانی که درک رانندگان از شرایط جاده کاهش یابد و اطلاعات کمتر از حد نیاز از محیط رانندگی دریافت کنند راننده نخواهد توانست شرایط محیط را بخوبی بفهمد و میزان توجه فرد کاهش می یابد و راننده برای جبران کمبود اطلاعات برای پیش بینی موقعیت رانندگی آینده، جهت افزایش توجه خود و دریافت اطلاعات مورد نیاز تلاش می کند و بار کار ذهنی کل به دنبال آن افزایش می یابد. یک توضیح برای نتایج فوق این است که رانندگان برای انجام رانندگی با فعالیت ثانویه ممکن است منابع شناختی یکسانی را بکار ببرند. برای مثال تداخل شناختی که در حین فعالیت ثانویه بوجود می آید ممکن است با مهارت رانندگی برای جهت یابی رانندگی تداخل ایجاد کند.

نتایج آزمایش تعیین اثر فعالیت ثانویه بر عملکرد راننده نشان داد که استفاده از موبایل در حین رانندگی زمان واکنش ترمز زدن رانندگان را ۰/۲۲ ثانیه افزایش می دهد. یافته های این مطالعه همسو با مطالعات گذشته است [۲۴، ۲۸، ۲۹]. آلم و نیلسون (۱۹۹۴) و نیلسون و آلم (۱۹۹۱) در مطالعات خود دریافتند که استفاده از موبایل در حین رانندگی زمان واکنش را در رانندگان جوان تا ۰/۳۸۵ ثانیه و در رانندگان مسن ۰/۴۳۹ ثانیه در شرایط تعقیب خودروی جلویی افزایش می دهد. این مطالعات

راننده حرفه ای بودند و از لحاظ عملکرد و مهارت رانندگی تفاوت چشمگیری نداشتند. علت دیگر برای این مغایرت، ممکن است سختی تکلیف ثانویه در مطالعه ما باشد. با توجه به سخت بودن فعالیت ثانویه، بار کارذهنی همه رانندگان تحت تاثیر قرار گرفته است.

از محدودیت های مطالعه حاضر استفاده از شبیه ساز برای همه آزمون های مطالعه بود. شبیه ساز یک مجموعه ثابتی بود که هیچ حرکتی نداشت. رانندگان نمی توانستند رانندگی واقعی یا نیروی های شتاب خودرو را احساس کنند. رانندگان ممکن است در شرایط واقعی به دلیل عواقب جدی تصادف، بطور متفاوتی رفتار کنند. با این وجود، در آزمایش هیچ جرمه ای وجود نداشت و در شرایط رانندگی واقعی در مواجهه راننده با موقعیت های خطرناک به این شکل نمی باشد. دیگر محدودیت این مطالعه، سناریوی رانندگی که در نظر گرفته شده بود برای این رانندگی بود. با وجود این سناریو، از بین سه نوع رفتار راننده که عبارتند از: کنترلی (برای مثال دنبال کردن خودروی جلویی)، تاکتیکی (مانند سبقت گرفتن) و استراتژیکی (رسیدن در یک بازه زمانی معین به مقصد)، تنها رانندگان رفتار کنترلی داشتند و دو نوع رفتار دیگر را تجربه نکردن از دیگر محدودیت های این مطالعه می توان به تکلیفی که برای شبیه سازی مکالمه با موبایل در حین رانندگی استفاده شد، اشاره کرد.

هدف این مطالعه بررسی تأثیر فعالیت ثانویه بر بار کار ذهنی و زمان واکنش ترمز زدن رانندگان بود. نتایج این مطالعه نشان داد که همه سطوح بار کار ذهنی رانندگی در حین فعالیت ثانویه کاهش می باید و همچنین زمان واکنش ترمز زدن رانندگان افزایش پیدا می کند. بین بار کار ذهنی و زمان واکنش ترمز زدن در زمان فعالیت ثانویه رابطه معنادار معکوسی دیده شد. تجربه رانندگی تأثیری در زمان واکنش ترمز زدن و میزان بار کار ذهنی ناشی از رانندگی نداشت.

### تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می دانند که از کلیه افرادی که در آزمایشگاه واقعیت مجازی دانشگاه خواجه نصیرالدین

بنابراین یافته های مطالعات انجام شده در شبیه ساز و مطالعات میدانی شواهد یکسانی را در منبع تداخل بیان می کنند [۳۴]. همچنین یادآوری می شود که این نتایج با مطالعه ای که برای تفسیر نتایج خود، مدل های چند منبعی توجه توزیع شده را بکار برد مغایر است. این مدل ها گویای آن بودند که یک مکالمه تلفنی شنیداری-کلامی-آوایی نباید بطور قابل ملاحظه ای با یک وظیفه رانندگی دیداری-فضایی - دستی تداخل داشته باشد [۲۸]. نتایج مطالعه ای که استرایر و همکاران (۲۰۰۱) انجام دادند نشان داد که توجه به ورودی های شنیداری رادیو و تکرار واژه های شنیده شده از هندزفری در فعالیت رانندگی تداخلی بوجود نمی آورد ولی صحبت با موبایل هم با هندزفری و هم بدون هندزفری و همچنین ایجاد کلمات هم معنی پرسیده شده، سبب تداخل در فعالیت رانندگی می شود [۲۵].

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سابقه رانندگی رانندگان اتوبوس تأثیری در میزان بار کار ذهنی، زمان واکنش ترمز زدن و تصادفات در شرایط وجود فعالیت ثانویه ندارد. این یافته مغایر با نتایج مطالعات اخیر می باشد. بطوریکه در مطالعه لی و همکاران، شرکت کنندگان با تجربه رانندگی بالاتر عملکرد شناختی بهتری نسبت به رانندگان با تجربه رانندگی کمتر در حین انجام فعالیت ثانویه داشتند [۳۵]. با کاهش عملکرد شناختی، ادراک راننده از شرایط جاده کاهش می یابد در نتیجه به دلیل عدم دریافت اطلاعات کافی از محیط ممکن است نتواند شرایط آینده نزدیک رانندگی را پیش بینی نماید و در تصمیم گیری دچار اختلال شود که این منجر به تاخیر در زمان واکنش ترمز زدن می گردد. هم چنین در مطالعه نباتیلان و همکاران نشان داده شد وجود تکلیف ثانویه در حین رانندگی باعث کاهش عملکرد رانندگی می شود و گرچه همه رانندگان گزارش دادند که انجام فعالیت ثانویه سبب افزایش بار ذهنی می گردد ولی رانندگان با سابقه میزان افزایش بار کار ذهنی و همچنین اشتباهات کمتری نسبت به رانندگان کم سابقه داشته اند [۳۶]. یکی از دلایل تفاوت نتایج مطالعه حاضر با این دو مطالعه می تواند این باشد که در مطالعه ما همه شرکت کنندگان

and Driving Performance: What Relation? *Procedia-Soc Behav Sci.* 2014;162:310-9.

12. Godthelp H, Milgram P, Blaauw GJ. The development of a time-related measure to describe driving strategy. *Human Factors.* 1984;26(3):257-68.

13. Blanco M, Biever WJ, Gallagher JP, Dingus TA. The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accident Anal Prev.* 2006;38(5):895-906.

14. Reed MP, Green PA. Comparison of driving performance on-road and in a low-cost simulator using a concurrent telephone dialling task. *Ergonomics.* 1999;42(8):1015-37.

15. Pauzié A. A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI). *IET Intelligent Transport Systems.* 2008;2(4):315-22.

16. Pauzié A, Manzano J, editors. Evaluation of driver mental workload facing new in-vehicle information and communication technology. *Proceedings of the 20th enhanced safety of vehicles conference (ESV20), Lyon, France; 2007.*

17. Tretten P, Normark CJ, Gärling A, editors. Where should driver information be placed? a study on display layout. *Human Factors and Ergonomics Society Annual meeting: 19/10/2009-23/10/2009; 2009.*

18. Abbaszadeh M, Zakerian S, Nasl Seraji J, Nahvi A, Niknejad M, Ashori M. The survey of effect of cellphone conversation on drivers' situation awareness and brake reaction time in Bus driving simulator. *Iran Occup Health.* 2014;11(6):21-33.

19. Abbaszadeh M, Zakerian S, Nasl Seraji J, Nahvi A, Niknejad M, Ashori M. Investigating the effect of auditory-verbal task on drivers' situation awareness and brake reaction time in bus driving simulator. *Iran Occup Health.* 2014;11(6).

20. Zia G. The survey of driver mental workload using the driving activity load index (DALI) method. *School of Public Health: Tehran University of Medical Sciences; 2015.*

21. Ma R, Kaber DB. Situation awareness and workload in driving while using adaptive cruise control and a cell phone. *Int J Indust Ergonom.* 2005;35(10):939-53.

22. Kass SJ, Cole KS, Stanny CJ. Effects of distraction and experience on situation awareness and simulated driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psycho Behav.* 2007;10(4):321-9.

23. Ji YG, Lee K, Hwang W. Haptic perceptions in the vehicle seat. *Human Factors and*

طوسی در اجرای این مطالعه کمک کردند و همچنین از رانندگان شرکت اتوبوس رانی شهر تهران تشکر و قدردانی کند. همچنین نگارندگان مراتب قدردانی خود را از معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران به دلیل حمایت مالی پژوهش اعلام می نمایند.

## منابع

1. Bahadorimonfared A, Soori H, Mehrabi Y, Delpisheh A, Esmaili A, Salehi M, et al. Trends of fatal road traffic injuries in Iran (2004–2011). *PloS one.* 2013;8(5):e65198.

2. Alavi SS, Mohammadi MR, Soori H, Jannatifard F, Mohammadi-Kalhor S. The determination of Cognitive-behavioral features of bus and Truck drivers during road accidents in 2013-2014. *Safety Promotion and Injury Prevention.* 2016;3(4):223-32.

3. Petridou E, Moustaki M. Human factors in the causation of road traffic crashes. *European journal of epidemiology.* 2000;16(9):819-26.

4. Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder AA, Jarawan E, et al. *World report on road traffic injury prevention.* World Health Organization Geneva; 2004.

5. Violence WHO, Prevention I, Organization WH. *Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action: World Health Organization; 2013.*

6. Hancock P, Parasuraman R. Human factors and safety in the design of intelligent vehicle-highway systems (IVHS). *J Safe Res.* 1992;23(4):181-98.

7. Horberry T, Anderson J, Regan MA, Triggs TJ, Brown J. Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Anal Prev.* 2006;38(1):185-91.

8. Young K, Regan M, Hammer M. Driver distraction: A review of the literature. *Distracted Driv.* 2007:379-405.

9. Parkes A, Hooijmeijer V, editors. The influence of the use of mobile phones on driver situation awareness. *Driv Distraction Int Forum; 2000.*

10. Regan MA, Hallett C, Gordon CP. Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Anal Prev.* 2011;43(5):1771-81.

11. da Silva FP. *Mental Workload, Task Demand*

cognitive task on visual search behavior in driving: A dual-task paradigm. *Advances Physic Educ.* 2015;5(04):245.

36. Nabatilan LB, Aghazadeh F, Nimbarte AD, Harvey CC, Chowdhury SK. Effect of driving experience on visual behavior and driving performance under different driving conditions. *Cog Techno Work.* 2012;14(4):355-63.

*Ergonomics in Manufacturing & Service Industries.* 2011;21(3):305-25.

24. Alm H, Nilsson L. The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. *Accident Anal Prev.* 1995;27(5):707-15.

25. Strayer DL, Johnston WA. Driven to distraction: Dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone. *Psycho Sci.* 2001;12(6):462-6.

26. He J, Chaparro A, Nguyen B, Burge RJ, Crandall J, Chaparro B, et al. Texting while driving: Is speech-based text entry less risky than handheld text entry? *Accident Anal Prev.* 2014;72:287-95.

27. Endsley MR. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors.* 1995;37(1):32-64.

28. Briem V, Hedman LR. Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics.* 1995;38(12):2536-62.

29. Brookhuis KA, de Vries G, De Waard D. The effects of mobile telephoning on driving performance. *Accident Anal Prev.* 1991;23(4):309-16.

30. Horrey WJ, Wickens CD. Driving and side task performance: The effects of display clutter, separation, and modality. *Human Factors.* 2004;46(4):611-24.

31. McKnight AJ, Shinar D, Reizes A. Effect of the center high-mounted stop lamp on vans and trucks. 1989.

32. Gopher D, Greenspan Y, Armony L, editors. *Switching attention between tasks: Exploration of the components of executive control and their development with training.* Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; 1996: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.

33. Rogers RD, Monsell S. Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *J Experi Psycho: Gen.* 1995;124(2):207.

34. Redelmeier DA, Tibshirani RJ. Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. *New England J Med.* 1997;336(7):453-8.

35. Lee HI, Park S, Lim J, Chang SH, Ji JH, Lee S, et al. Influence of driver's career and secondary

## Assessment of secondary task effect on bus drivers' mental workload using the DALI index

Fareme Soghra Yosefi<sup>1</sup>, Mojtaba Abbas-Zadeh<sup>2</sup>, Jamshid Yazdani Charati<sup>3</sup>,  
Siavash Etemadi-Nejad\*<sup>4</sup>

Received: 2016/12/10

Revised: 2017/09/02

Accepted: 2017/10/16

### Abstract

**Background and aims:** Car accident reports shows that the main cause of accidents is driver error and unsafe behavior. Workload of the major factors affecting driver has a direct impact on the incidence of traffic accidents. This study aimed to evaluate aspects of mental work load of auditory-verbal secondary task was performed while driving.

**Methods:** Twenty professional bus driver randomly selected and participated in this study. The bus driving simulator and the burden of driver activities (DALI) was used. Experiment was created from two blocks: the first block drivers are only driving activity carried out and the second block in addition to the driver, auditory-verbal secondary task also responded to. To compare the results of two blocks, independent t-test and to investigate the relationship between a brake reaction time and mental load analysis, Pearson correlation coefficient was used.

**Results:** The results showed that secondary task all aspects of mental workload increases significantly. A brake reaction time and the number of collisions dramatically increased in terms of the secondary task. The relationship between mental workload and increase reaction time was seen braking and collision numbers.

**Conclusion:** The results of this study suggest that secondary task during driving can cause to increase the brake reaction time and risk of accidents by increasing the drivers' mental workload of drivers and interfering with driving activity. These results indicate that driving experience does not reduce the effect of secondary activity during driving.

**Keywords:** Driver's mental workload, Secondary task, DALI index.

1. Department of Occupational Health, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

2. Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Associate Professor, Department of Biostatistics, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

4. (**Corresponding author**) Associate Professor, Department of Occupational Health, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. abbaszadeh989@gmail.com