مدلسازی اثر تابلوهای تبلیغاتی بر رفتار رانندگان در راه‌های برونشهری

مقاله علمی – پژوهشی

*غلامعلی بهزادی (نویسنده مسئول)، استادیار، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه شمال، آمل، ایران
آرام جمشیدی، دانشجوی دکتری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه شمال، آمل، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Ga.behzadi@yahoo.com

دریافت:۱۴۰۴/۱۰/۲۰- پذیرش:۱۴۰۵/۰۳/۰۲
صفحه ۴۱۴-۴۰۱

چکیده

عملکرد راننده تحت تاثیر طیف گسترده‌ای از عوامل انسانی از جمله خستگی، حواس‌پرتی، خلق‌وخو و ... است. در بین این عوامل، حواس‌پرتی یک مشکل جدی و رو به رشد است که به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در تصادفات جاده‌ای شناخته شده است. عواملی که بر سطح تمرکز راننده تاثیر می‌گذارد و باعث عملکرد ضعیف راننده می‌شود را می‌توان به دو دسته عوامل داخلی و عوامل خارجی تقسیم کرد. تابلوهای تبلیغاتی نیز از رویدادهای حواس‌پرتی خارجی است که عملکرد راننده را درحین رانندگی مختل می‌نماید. در سال‌های اخیر به دلایل مختلف از جمله استفاده از تابلوهای تبلیغاتی به عنوان منبع درآمد، تعداد این تابلوها به صورت قابل توجهی افزایش یافته اما با افزایش تعداد تابلوهای تبلیغاتی همچنان تغییراتی در مدیریت کنترل حواس‌پرتی مشاهده نشده است، همچنین در مطالعات انجام شده در گذشته نتایج گوناگونی از تاثیر حواس‌پرتی بر سرعت و سرفاصله و تغییر مسیر رانندگان در حضور انواع تابلوهای تبلیغاتی گزارش شده است، در این پژوهش سعی می‌شود با استفاده از داده‌های میدانی برداشت شده تاثیر تابلوهای تبلیغاتی با محتوای ساده و پیچیده بر رفتار رانندگان در راه‌های برون‌شهری مورد بررسی قرار گیرد. در جهت نیل به اهداف پژوهش داده‌ها در سه سناریوی مختلف (فاقد تابلوی تبلیغاتی، تابلوی ساده و تابلوی پیچیده) و برای سه متغیر اصلی (سرعت، سرفاصله و تغییرمسیر) با استفاده از فیلم‌برداری با هلی‌شات در مسیر شمالی کمربندی جنوبی بابل جمع‌آوری شده‌اند. مدل رگرسیون لجستیک جهت تعیین پارامترهای اثرگذار بر رفتار رانندگان در راههای برونشهری به کار گرفته شده است. نتایج مدل سازی نشان داد که حواس‌پرتی رانندگان ناشی از پیچیدگی محتوای تابلوی تبلیغاتی به طور معناداری عامل اصلی در کاهش سرعت و تغییرمسیر و همچنین افزایش سرفاصله است که عمدتا در فواصل نزدیک به تابلو رخ می‌دهد، این امر نشان می‌دهد که تاثیر تابلوها بر متغیرها کوتاه مدت و موضعی است و به نوع محتوای تابلو بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: تابلوهای تبلیغاتی، تابلوی ساده و پیچیده، عملکرد راننده، سرعت، سرفاصله و تغییر مسیر

۱-مقدمه

رانندگی نیازمند توجه مداوم به شرایط مسیر و ترافیک و کنترل و سیله‌نقلیه است اما رانندگان ممکن است به علت فعالیت‌های دیگری، به اندازه کافی به عملیات اصلی رانندگی توجه نکنند. درواقع عواملی که بر سطح تمرکز راننده تاثیر می‌گذارد و باعث عملکرد ضعیف راننده می‌شود را می‌توان به دو دسته عوامل داخلی و عوامل خارجی تقسیم کرد، عوامل حواس‌پرتی خارجی عبارتند از: تمام اجسام متحرک و ثابت درکنار جاده، ابزارهای کنترل ترافیک، ساختمان‌ها، ویترین‌ها، فروشگاه‌ها و بیلبوردهای تبلیغاتی. همچنین خستگی و یا تمرکز بر فکر به موضوعات دیگر به جز رانندگی نیز می‌تواند حواس راننده را پرت کند.

درواقع عملکرد راننده تحت تاثیر طیف گسترده‌ای از عوامل از جمله خستگی (Filtness, Reyner and Horne 2012) و حواس‌پرتی (Regan, Hallett and Gordon 2011, Hinton, Oviedo-Trespalacios et al. 2024) و خلق‌وخو (Rhodes, Pivik and Sutton 2015) و غیره است. حواس‌پرتی در حین رانندگی یک مشکل جدی و رو به رشد است که ممکن است تاثیر مخربی بر رانندگان ایمن داشته باشد (Hosking, Young and Regan 2009) و باعث بی‌توجهی و کاهش تمرکز رانندگان می‌شود (Lee, Young and Regan 2008, Uccello, Mastinu et al. 2025). براساس آمارهای رسمی نیز، مهم‌ترین علت تصادفات جاده‌ای در سراسر جهان، در مقایسه با عوامل جاده‌ای و محیطی، عامل انسانی است (Vlastou-Dimopoulou 2019, WHO 2020). نقش موثر خطاهای انسانی به عنوان علت اصلی تصادفات جاده‌ای در مطالعات متعدد با تحلیل وضعیت‌های جریان ترافیک گزارش شده است (Papadimitriou, Lassarre and Yannis 2016, Laux 2019). حواس‌پرتی راننده نیز به عنوان یکی از عوامل مهم انسانی در تصادفات جاده‌ای شناخته شده است (Oviedo-Trespalacios, Truelove et al. 2019, Safari, Effati and Arabani 2025). بیشتر حوادث رانندگی زمانی اتفاق می‌افتد که رانندگان حواسشان پرت می‌شود، حواس‌پرتی جاده هر فعالیتی است که تمرکز راننده را از جاده تغییر می‌دهد (Yang, Liu et al. 2024, Chun, Abdel-Aty and Wang 2026). در شرایط عادی رانندگان می‌توانند به درستی الزامات رانندگی را هنگام رانندگی تشخیص دهند، با این حال زمانی که رانندگان حواسشان پرت می‌شود ممکن است نتوانند محیط رانندگی را به موقع درک کنند و در نتیجه نتوانند به وقایع حیاتی به درستی پاسخ دهند (Qin, Li et al. 2019, Yue, Abdel-Aty et al. 2020). مطالعات طبیعی متعدد نشان داده‌اند که نگاه‌های خارج از مسیر رو به جلو با افزایش خطر تصادف مرتبط است، نگاه‌های طولانی‌تر (بیش از ۲ثانیه) به ویژه برای ایمنی مضر است (Simons-Morton, Guo et al. 2014). اما حتی نگاه‌های کوتاه نیز می‌تواند منجر به تصادف شود (Victor, Dozza et al. 2015). همچنین انحراف جانبی و سیله‌نقلیه از مسیر ناشی از حواس‌پرتی راننده ممکن است منجر به تصادف شوند (Dingus, Guo et al. 2016). اگرچه حواس‌پرتی خطر تصادف را افزایش می‌دهد اما رانندگان اغلب بدون درنظرگرفتن عواقب منفی درگیر حواس‌پرتی می‌شوند (Risteska, Kanaan et al. 2021). با این حال حواس‌پرتی همیشه منجر به تصادف نمی‌شود، رانندگان اغلب توجه خود را بین وظایف رانندگی و وظایف ثانویه تقسیم می‌کنند، بدون اینکه آسیبی به عملکرد و ایمنی آن‌ها وارد شود (Dingus, Guo et al. 2016). در پژوهش‌هایی نیز ثابت شده است که سرعت رانندگی در حین انجام کارهایی ازجمله زمانی که رانندگان به اخبار گوش می‌دادند (Ebnali, Ahmadnezhad et al. 2016) یا درگیر تلفن همراه (Reimer, Mehler et al. 2011, Rajabi, Karami et al. 2026) و یا مسیریابی بودند (Zhong, Guo and Zhi 2022) به طور قابل توجهی کاهش می‌یافت و رانندگان احتمالا متوجه شدند که حواس‌پرتی باعث رانندگی پرخطر می‌شود بنابراین آنها عملکرد خود را با کاهش سرعت جبران کردند (Young and Lenné 2010). با ارزیابی سطوح حواس‌پرتی، می‌توان رانندگانی را که به تصمیمات نادرست در مواجهه با موقعیت‌های بحرانی می‌رسند شناسایی کرده و اقدامات آموزشی و مقابله‌ای مورد نیاز را برای بهبود تصمیم‌گیری آن‌ها انجام داد. اقدامات مقابله‌ای مختلف مانند اجرای قوانین راهنمایی‌ورانندگی و آموزش رانندگان ممکن است به کاهش یا حذف حواس‌پرتی کمک کند (Gao and Davis 2017). همچنین رفتار رانندگان را می‌توان با پیامدهای رانندگی حواس‌پرتی به نوجوانان و والدین آنها از طریق مشاوره و برنامه‌های مبتنی بر وب و .... بهبود بخشید (Khan, Agrawal et al. 2022). درواقع رانندگان باید آموزش ببینند تا به ضعف‌ها و عادات مضر رانندگی پی ببرند و اقدامات جبرانی را برای ایمنی وسایل‌نقلیه در هنگام حواس‌پرتی اتخاذ کنند(Luo, Yi et al. 2022).

تمرکز بر مسیرهای برون‌شهری که با توجه به شرایط خاص رانندگی مانند سرعت غیرمجاز که با افزایش احتمال وقوع تصادفات و شدت آن همراه است، در مطالعات پیشین نادیده گرفته شده است. همچنین با توجه به مزایای ذکر شده به دلایل مختلف از جمله پیشرفت فناوری در نمایشگرهای بیلبوردهای دیجیتال و افزایش تابلوهای تبلیغاتی همچنان تغییراتی در مدیریت کنترل حواس‌پرتی مشاهده نشده است و در مطالعات انجام شده در گذشته نیز نتایج گوناگونی از تاثیر حواس‌پرتی بر سرعت و سرفاصله و تغییرمسیر رانندگان در حضور انواع تابلوهای‌تبلیغاتی گزارش شده است، در این پژوهش سعی

می‌شود با استفاده از داده‌های میدانی برداشت شده تاثیر تابلوهای تبلیغاتی با محتوای ساده و پیچیده بر رفتار رانندگان در راه‌های برون‌شهری بررسی شود. براساس آنچه در مرور بر ادبیات و سوابق تحقیق آمده است بر روی حواس‌پرتی رانندگان با درنظر گرفتن عوامل مختلف مطالعات شبیه‌سازی زیادی انجام شده است و در این تحقیق سعی می‌شود تاثیر عوامل مختلف بر سرعت، سرفاصله و تغییرمسیر رانندگان در حضور تابلوهای تبلیغاتی با محتوای ساده و پیچیده در راه‌های برون‌شهری با استفاده از داده‌های میدانی برداشت شده بررسی شود.

۲-پیشینه تحقیق

عواملی که بر سطح تمرکز راننده تاثیر می‌گذارد و باعث عملکرد ضعیف راننده می‌شود را می‌توان ره دو دسته عوامل داخلی و خارجی تقسیم کرد، مرتبط با فناوری یاغیره، مرتبط با ترافیک با شند یا نبا شد، تو سط موقعیت/ شرایط ایجاده شده یا تحمیل شده با شند، درحالی که منابع حواس‌پرتی ممکن ا ست ا شکال مختلفی داشته باشند.

عوامل داخلی مانند استفاده از تلفن‌همراه (Seacrist, Douglas et al. 2020)، صحبت با مسافران (Zhang, Mehrotra and Roberts 2019)، سیستم موسیقی وسایل‌نقلیه و آواز خواندن (Brodsky and Slor 2013)، خوردن و آشامیدن (Young, Mahfoud et al. 2008)، تعامل با وسایل الکترونیکی خودرو (Zhang, Cui et al. 2019) و .... که می‌توانند عملکرد راننده را درحین رانندگی مختل کند.

عوامل خارجی نیز عبارتند از هر ابزار تبلیغاتی که منجر به عدم توجه راننده به دلیل دید محدود، تمرکز راننده و یا خیره شدن راننده در مقابل نور با شد، عوامل حواس‌پرتی خارجی به ۳ گروه تقسیم می‌شوند: ۱- تمام اجسام متحرک و ثابت درکنار جاده ۲- ابزار های کنترل ترافیک ۳- ساختمان ها، ویترین ها، فروشگاه ها و بیلبورد های تبلیغاتی و دیجیتال (Edquist, Horberry et al. 2011).

یکی از عوا مل مهم حواس‌پرتی خارجی، تابلو های تبلیغاتی است، تابلوهای تبلیغاتی کنارجاده که اغلب به آنها بیلبورد گفته می‌شود به شکل رایج تبلیغات در سراسر جهان تبدیل شده است و از طرفی فناوری به طور تصاعدی درحال پیشرفت است و این فناوری مورد ا ستفاده شرکت‌های تبلیغاتی جاده‌ای نیز گسترش می‌یابد به عنوان مثال یک شرکت تبلیغاتی اخیرا تابلویی ایجاد کرده است که تبلیغات خود را براساس میزان ترافیک سنگین تنظیم می‌کند (Adweek 2018). مجموعه قابل‌توجهی از شواهد وجود دارد که نشان می‌دهد بیلبوردهای دیجیتال پتانسیل پرت کردن حواس رانندگان را دارد (Oviedo-Trespalacios, Truelove et al. 2019, Nouzovský, Svatý et al. 2025). بنابراین تابلو های تبلیغاتی بر رفتار راننده تاثیر می گذارد که این تاثیر ممکن است با توجه به ویژگی های راننده و ویژگی های تبلیغات متفاوت باشد (Singh and Kathuria 2021).

به عنوان مثال در پژوهشی ثابت شده است که رانندگان به یک صفحه تبلیغاتی جدید بیشتر نگاه می‌کردند تا در بخشی از جاده که تابلوهای تبلیغاتی به سادگی قابل مشاهده و ثابت بودند (Belyusar, Reimer et al. 2016).

رفتار و ویژگی‌های کاربر جاده نیز از جمله مهم‌ترین عناصر موثر در کار رانندگی است و فرآیند واکنش راننده به سرعت و انتخاب سرفاصله از عوامل بسیار مهم برای رانندگی ایمن است (Ahmed and Ghasemzadeh 2018). لذا سرعت و سرفاصله از مهم‌ترین پارامترهایی هستند که باید برای رانندگان حواس‌پرت بررسی شوند، از نظر تاثیر تابلوهای تبلیغاتی بر سرعت نیز تا به امروز در مطالعات نتایج متناقضی گزارش کردند، درحالی که سه مطالعه شبیه‌ساز کاهش سرعت را در حضور بیلبوردها گزارش کردند (Horberry, Anderson et al. 2006, Edquist, Horberry et al. 2011, Meuleners, Roberts and Fraser 2020) یک مطالعه شبیه‌ساز و یک مطالعه در مسیر هیچ تاثیر قابل‌توجهی بر سرعت گزارش نکردند (Lee, Olsen and DeHart 2003, Bendak and Al-Saleh 2010) و در یک مطالعه دیگر در مسیر نشان داده شده است که تابلوهای تبلیغاتی موجب افزایش قابل‌توجهی در سرعت رانندگان می شود (Lee, McElheny and Gibbons 2007). نتایج متناقضی نیز در رابطه با تاثیر بیلبوردها بر سرفاصله و سایل‌نقلیه گزارش شده است، درحالی که یک مطالعه شبیه‌ساز گزارش داده است که شرکت‌کنندگان در حضور بیلبوردها به طور قابل‌توجهی به وسیله‌نقلیه دیگر نزدیک می‌شود(Milloy and Caird 2011). در مطالعه میدانی دیگر هیچ ارتباطی بین بیلبوردها و سرفاصله وسایل‌نقلیه مشاهده نکرده است (Smiley, Persaud et al. 2005). در ارتباط با تاثیر گوش دادن به موسیقی بر سرفاصله وسایل‌نقلیه نیز گزارش

شده است که شرکت‌کنندگان به طور متوسط سرفاصله زمانی بیشتری را هنگام انجام فعالیت دیگر مانند گوش دادن نسبت به زمانی که فقط رانندگی می‌کردند حفظ کردند، این تغییرات ممکن است بر ایمنی برخورداری از جلو تاثیر مثبت بگذارد (Ünal, Steg and Epstude 2012, Ünal, de Waard et al. 2013). مطالعه دیگری افزایش قابل توجهی در سرفاصله را گزارش کردند، در حالی که رانندگان درگیر کارهای ذهنی سختی مانند مکالمه با تلفن‌همراه بودند (Horberry, Anderson et al. 2006).

همچنین در ارتباط با تاثیر بیلبوردها بر تغییرمسیر مطالعه‌ای در شرایط واقعی انجام شده است و نشان دادند که رابطه معناداری بین تغییر مسیر و گوش دادن به اخبار اقتصادی وجود ندارد (Ebnali, Ahmadnezhad et al. 2016) این احتمال وجود دارد که این یافته‌های متناقض به دلیل بررسی تأثیر انواع مختلف بیلبوردها در شرایط مختلف در بین رانندگان مختلف باشد (Oviedo-Trespalacios, Truelove et al. 2019) چرا که مطابق نظر کائوولیو د شواری کارها بر سطوح درک رانندگان تاثیر می‌گذارد (Cao and Liu 2013).

لازم به ذکر است بیشتر داده‌های حواس‌پرتی رانندگان موجود از آزمایش های رانندگی مبتنی بر شبیه‌ساز ها بدست آمدند(Lipovac, Đerić et al. 2017, Hashash, Abou Zeid and Moacdieh 2019). اگرچه شباهت به شرایط رانندگی واقعی وجود دارد اما هنوز تفاوت های زیادی وجود دارد (Luo, Yi et al. 2022) شبیه‌سازهای رانندگی امکان بررسی طیف گسترده‌ای از معیارهای عملکردی رانندگی را در محیط رانندگی کنترل شده، نسبتا واقعی و ایمن فراهم می‌کنند، با این حال شبیه‌سازهای رانندگی در ویژگی‌های خود به طور قابل توجهی متفاوت هستند و این می‌تواند بر واقع‌گرایی و اعتبار نتایج به دست آمده تاثیر بگذارد (Papantoniou, Papadimitriou and Yannis 2017, Qin, Yang et al. 2024). با این حال مشاهده شده است که رانندگان در یک محیط شبیه‌سازی در مقایسه با مطالعه میدانی رفتار متفاوتی دارند (Singh and Kathuria 2021). همچنین انجام مطالعات در یک مطالعه میدانی که شامل موقعیت‌های رانندگی واقعی است مزایای مهمی دارد (Mahmood, Pang et al. 2024) و مطالعات شبیه‌ساز رانندگی از نظر توانایی کنترل محیط و تمرکز بر متغیر موردنظر بسیار ارزشمند است (Brome, Awad and Moacdieh 2021).

۳-مدل ریاضی

رابطه مربوط به رگرسیون را می توان به صورت $y=f(x_1,x_2,x_3 \dots \dots x_n)$ بیان کرد. در ساده‌ترین شکل می‌توان چنین رابطه‌ای را به صورت یک رابطه خطی به صورت رابطه (۱) نوشت.

$$Y=\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\beta_3x_3+\dots..+\beta_nx_n \qquad (۱)$$

که ضرایب $\beta_0,\beta_1,\dots..,\beta_n$ به کمک یک نمونه‌ی تصادفی و معمولا به روش کمترین مربعات خطا برآورد می‌شود. البته این برآورد مستلزم مفروضاتی است:

-خطی بودن الگو

-مستقل بودن مشاهدات

-نرمال بودن توزیع متغیر پاسخ Y

-ثابت بودن واریانس متغیر پاسخ Y

بدیهی است که همیشه تمامی مفروضات فوق برقرار نخواهند بود و این محدودیت‌ها باعث می شوند الگوی خطی در بسیاری از مسائل کاربردی کارساز نباشد. اگر متغیر پاسخ دووجهی باشد، یعنی پاسخ‌ها تنها شامل دوحالت وجود یا عدم وجود (که آنها را با مقادیر ۰ و ۱ نمایش می‌دهیم) است و از طرفی دیگر متغیرهای پیش‌گو که می‌توانند بر متغیر پاسخ اثر بگذارند، متغیرهایی کمی باشند در چنین حالتی در طرف چپ تساوی معادله فقط شامل مقادیر صفر و یا یک می‌شود. برای برطرف کردن این مشکل باید طرف سمت چپ تساوی را به یک متغیر پیوسته تبدیل کنیم که این کار در سه مرحله صورت می‌گیرد:

۱) در معادله‌ی y به جای عبارت y از احتمال y استفاده می‌کنیم. دراین صورت اگر p احتمال y=1 باشد، 1-p احتمال y=0 است.

۲) از نسبت بخت ($OR=\frac{1-P}{P}$) به جای استفاده مستقیم از احتمال استفاده می‌کنیم.

۳) از متغیر جدید (OR)، لگاریتم طبیعی می‌گیریم تا مقادیر آن مانند سمت راست تساوی بین $(-\infty,+\infty)$ واقع شود. لازم به ذکر است که $\ln(\frac{1-p}{p})$ را به طور خلاصه logit(p) می‌گویند. با این تغییرات معادله y به صورت معادله‌ی $\ln(\frac{1-p}{p})$ در خواهد آمد که به معادله‌ی رگرسیون لجستیک معروف است.

$$\ln\left(\frac{1-p}{p}\right)= \beta_0+ \beta_1 x_1+ \ldots\ldots+\beta_n x_n \qquad (۲)$$

بنابراین شکل عمومی مدل لجستیک به صورت زیر است:

$$p = Pr\,(Y_i= 1|X) = \frac{e^{\alpha+\beta_1 x_{1,i}+\cdots+\beta_k x_{k,i}}}{1+e^{\alpha+\beta_1 x_{1,i}+\cdots+\beta_k x_{k,i}}} \qquad (۳)$$

در فرمول شماره ۳، Y متغیر وابسته و $P(Y)$ احتمال وقوع متغیر وابسته است. X بردار پارامترهای موثر بر وقوع متغیر Y است و βها ضرایب پارامترها هستند.

۳-۱-روش مدلسازی

در این پژوهش به بررسی ساخت مدل ریاضی تاثیر تابلوهای تبلیغاتی با محتوای ساده و پیچیده بر رانندگان راه های برون‌شهری پرداخته شده است. بی‌شک تعیین تاثیر تابلوهای تبلیغاتی بر رفتار رانندگان تاثیر چشمگیری در کاهش حوادث ناشی از حواس‌پرتی و افزایش ایمنی رانندگان خواهند داشت. با استفاده از مدل‌های رگرسیون در نرم‌افزار SPSS، متغیرهایی که بر رفتار رانندگان تاثیرگذار هستند شناسایی شده و سپس با تعیین عوامل تاثیرگذار، به کمک رگرسیون لجستیک، مدل ریاضی اثرات تابلوهای تبلیغاتی با محتوای ساده و پیچیده پس از اعتبارسنجی مدل صورت گرفته است. به منظور مدل‌سازی و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در این تحقیق، از روش‌های آماری پیشرفته و مناسب با نوع هر متغیر استفاده شده است:

سرفاصله: برای بررسی تأثیر تابلوهای تبلیغاتی بر سرفاصله زمانی رانندگان، از مدل شانس‌های متناسب جزئی[1] که با نام مدل لوجیت مرتب تعمیم‌یافته[2] نیز شناخته می‌شود، استفاده شد. این مدل به طور خاص برای تحلیل متغیرهای وابسته ترتیبی مناسب است.

تغییرمسیر: برای تحلیل رفتار تغییرمسیر رانندگان، از تحلیل رگرسیون لجستیک استفاده گردید. این مدل برای پیش‌بینی احتمال یک نتیجه باینری (مانند تغییرمسیر یا عدم تغییرمسیر) بر اساس متغیرهای پیش‌بین به کار می‌رود.

سرعت: برای بررسی تأثیر متغیرهای مختلف (نوع تابلو، باند و مدل خودرو) بر سرعت رانندگان، از تحلیل واریانس چندمتغیره[3] استفاده شد. این روش امکان بررسی همزمان تأثیر چندین متغیر مستقل بر چند متغیر وابسته را فراهم می‌آورد. همچنین، برای مقایسه‌های زوجی میانگین‌ها، از آزمون تعقیبی بونفرونی[4] استفاده گردید.

٤-جمع‌آوری داده‌ها

به منظور تحقیق در زمینه اثر تابلوهای تبلیغاتی بر رفتار رانندگان در شرایط واقعی، این پروژه به برداشت سرعت، سرفاصله و تغییرمسیر خودروها در ۳مرحله توسط فیلم‌های ضبط شده با هلی‌شات به مدت ۲۰ دقیقه و در فاصله ٤۰۰متر قبل از تابلوی تبلیغاتی و ۱۰۰متر بعد از تابلوی تبلیغاتی با ۳ شرایط شرح داده در ذیل در مسیر شمالی کمربندی جنوبی بابل با عملکرد راه اصلی و تعداد ۲خط در هر مسیر پرداخته شده است:

- فاقد تابلوی تبلیغاتی
- تابلوی تبلیغاتی با محتوای ساده
- تابلوی تبلیغاتی با محتوای پیچیده

همچنین به منظور جلوگیری از پیچیده شدن روند کار، موقعیتی انتخاب شده است که ازنظر شرایط هندسی مسیر از جمله عرض خطوط، بربلندی، شیب عرضی و طولی و روسازی دارای شرایط مناسبی است که در تصویر شماره ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

شکل ۱. موقعیت کلی از برداشت داده ها نسبت به شهر بابل

با توجه به میانگین تردد روزانه محور موردنظر و با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۳۰۰ خودرو به منظور تمثیل نمونه‌ای جامع از جامعه رانندگان برداشت شده است. درواقع رفتار هر راننده در مقاطع ۱۰۰ متری به تفکیک نوع وسیله‌نقلیه (سبک و سنگین) در باند راست و چپ مورد بررسی قرار گرفته است که در تصویر شماره ۲ قابل ملاحظه می‌باشد.

شکل ۲. موقعیت برداشت داده ها در مسیر شمالی کمربندی جنوبی بابل

برداشت سرعت، سرفاصله زمانی و همچنین تغییرمسیر خودروها در مسیر شمالی کمربندی جنوبی بابل توسط فیلم‌های ضبط شده با هلی‌شات به مدت ۲۰ دقیقه در ۳ مرحله انجام شده است و بررسی رفتار هر راننده در فاصله ۴۰۰ متر قبل از تابلوی تبلیغاتی و ۱۰۰ متر بعد از تابلوی تبلیغاتی مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر بوده که برداشت سرعت، سرفاصله و تغییرمسیر خودروها در مقاطع، بدون اطلاع رانندگان انجام شده است و رانندگان قادر به دیدن هلی‌شات در محل نبوده‌اند.

تابلوهای ساده نیز تابلوهایی هستند که پیام آن‌ها به سهولت توسط راننده خوانده شده و به صورتی مختصر، آسان و کاملاً قابل درک بیان می‌شود. تصویر تابلوی تبلیغاتی نصب شده با محتوای واضح در تصویر شماره ۳ قابل مشاهده می‌باشد.
همچنین تابلوهای پیچیده، تابلوهایی هستند که پیام آن‌ها برای راننده گنگ و مبهم است و برای فهمیدن پیام تابلو نیاز به تفکر عمیق دارد. تابلوی تبلیغاتی با محتوای پیچیده در مسیر شمالی کمربندی جنوبی بابل جهت بررسی رفتار هر راننده نصب شده است که در تصویر شماره ٤ قابل ملاحظه می‌باشد.

شکل ۳. تابلوی تبلیغاتی با محتوای ساده

شکل ٤. تابلوی تبلیغاتی با محتوای پیچیده

نتایج پرداخت مدل

متغیرهای سرفاصله، تغییرمسیر و سرعت برای بررسی سطح معناداری و منطقی مدل، بصورت مستقل در نرم‌افزار مورد ارزیابی قرار گرفته است.

تحلیل سرفاصله

سرفاصله زمانی به سه دسته (کمتر از ۲ ثانیه، بین ۲ تا ۳ ثانیه، و بیشتر از ۳ ثانیه) طبقه‌بندی شده است. مدل شانس‌های متناسب جزئی، به عنوان یک مدل رگرسیون لجستیک مرتب، به طور خاص برای تحلیل متغیرهای وابسته ترتیبی مانند دسته‌بندی سرفاصله زمانی (زیر ۲ ثانیه، بین ۲ تا ۳ ثانیه، بیشتر از ۳ ثانیه) مناسب است. نتایج مدل‌های انتخاب سرفاصله زمانی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. علاوه بر این، آزمون والد برای مدل انتخاب سرفاصله زمانی نشان داد که مدل نهایی سرفاصله زمانی، فرض خط موازی را نقض نمی‌کنند. آماره آزمون نسبت درست‌نمایی (LR) برای مدل سرفاصله زمانی در ناحیه رد قرار می‌گیرد (مقدار $p < 0.05$)، که به این معنی است که متغیرهای توضیحی (نوع تابلو، فاصله از تابلو و باند) تأثیر معنی‌داری بر سرفاصله رانندگان در سطح معناداری آماری ۹۵٪ دارند.

جدول۱. نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک در پیش بینی احتمال سرفاصله

	Less than 2-s		Between 2 and 3-s		more than 3-s	
Variables	Marginal effect	Standard error	Marginal effect	Standard error	Marginal effect	Standard error
[board=بدون تابلو]	0[a]	0	0[a]	0	0[a]	0
[board=تابلوی ساده]	-.301**	.161	.172	.165	.851*	.406
[board=تابلوی پیچیده]	-.454*	.161	.290	.164	1.278*	.601
[Right=راست]	-.990*	.134	.803*	.136	2.939	.744
[left=چپ]	0[a]	0	0[a]	0	0[a]	0
[Section=۴۰۰متر قبل از تابلو]	0[a]	0	0[a]	0	0[a]	0
[Section=۳۰۰متر قبل از تابلو]	-.438*	.180	.119	.183	.889*	.555
[Section=۲۰۰متر قبل از تابلو]	-.445*	.183	.107	.187	.894*	.555
[Section=۱۰۰متر قبل از تابلو]	.112	.184	-.123	.187	-.262	.571
[Section=۱۰۰متر بعد از تابلو]	.151	.208	-.164	.194	-.285	.601

** $p < 0.05$. * $p < 0.1$.

تحلیل رگرسیون لجستیک به‌گونه‌ای اجرا شده است که در آن احتمال سرفاصله کمتر از ۲ ثانیه، بین ۲ تا ۳ ثانیه و بیشتر از ۳ ثانیه به عنوان متغیر وابسته و باند (چپ و راست)، فاصله از تابلوی تبلیغاتی (۴۰۰ متر قبل از تابلو، ۳۰۰ متر قبل از تابلو، ۲۰۰ متر قبل از تابلو، ۱۰۰ متر قبل از تابلو، ۱۰۰ متر بعد از تابلو) و وضعیت تابلو (بدون تابلو، ساده و پیچیده) به عنوان متغیر پیش‌بین انتخاب شدند.

– تاثیر نوع تابلو: نصب تابلو با محتوای ساده تأثیر معناداری بر احتمال وقوع کاهش ۳۰ درصدی سرفاصله زیر ۲ ثانیه و افزایش ۸۵ درصدی سرفاصله بیشتر از ۳ ثانیه خودروهای شخصی دارد. همچنین نصب تابلو با محتوای پیچیده نیز تأثیر معناداری بر احتمال وقوع کاهش ۴۵ درصدی سرفاصله زیر ۲ ثانیه و افزایش ۱۲۸ درصدی سرفاصله بیشتر از ۳ ثانیه خودروهای شخصی دارد ($p<0.05$ و $p<0.1$). این بدان معناست که حواس‌پرتی ناشی از محتوای پیچیده‌ی تابلوهای تبلیغاتی باعث افزایش سرفاصله خودروهای شخصی شده است. در مدلسازی فوق، مسیر فاقد تابلوی تبلیغاتی با مسیر دارای تابلوی تبلیغاتی ساده و پیچیده مقایسه شده است. درواقع مسیر فاقد تابلوی تبلیغاتی به عنوان گروه مرجع انتخاب شده و اثر حاشیه‌ای آن‌ها صفر می‌باشد.

–تاثیر باند راست و چپ: در باند راست به طور معناداری باعث کاهش ۹۹ درصدی احتمال وقوع میانگین سرفاصله زیر ۲ ثانیه و

افزایش ۸۰در صدی احتمال وقوع میانگین سرفا صله بین ۲ تا ۳ ثانیه می‌شـود، این یافته منطقی به نظر می‌رسـد چرا که رانندگان در باند راسـت تمایل بیشـتری به حفظ سـرفاصـله ایمن با خودروهای جلویی دارند در حالی که باند چپ (گروه مرجع) به عنوان باند سـرعت و سـبقت می‌باشـد و رانندگان تمایل به سرفاصله کمتری دارند.

-تاثیر فا صله از تابلو: فا صله از تابلوی تبلیغاتی نیز بر سرفا صله رانندگان تأثیر می‌گذارد، به گونه‌ای که در فاصله ۲۰۰ و ۳۰۰ متر قبل از تابلوی تبلیغاتی، تاثیر معناداری بر احتمال وقوع کاهش ٤٤ درصدی سرفاصله زیر ۲ ثانیه و افزایش سرفاصله‌ی بیشتر از ۳ ثانیه ۸۹ درصد دارد ($p<0.1$) که نشان‌دهنده واکنش رانندگان در نزدیکی تابلو می‌باشـد. شـایان ذکر اسـت ٤۰۰ متر قبل از تابلوی تبلیغاتی به عنوان گروه مرجع انتخاب شد و اثر حاشیه‌ای آن‌ها صفر گزارش شده است.

تحلیل تغییرمسیر

نتایج مدل‌های انتخاب تغییرمسیر توسعه‌یافته در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. علاوه براین، آزمون والد برای مدل انتخاب تغییرمسیر توسعه‌یافته نشان داد که مدل نهایی تغییرمسیر، فرض خط موازی را نقض نمی‌کنند. آماره آزمون نسبت درست‌نمایی (LR) برای مدل تغییرمسـیر در ناحیه رد قرار می‌گیرد ($p < 0.05$)، که به این معنی است که متغیرهای توضیحی کلی مدل تأثیر معناداری بر پاسـخ در سـطح معناداری آماری ٪۹۵ دارند. تحلیل رگرسـیون لجسـتیک اجرا شـد که در آن احتمال تغییرمسیر (تغییرمسیر =۱ و عدم‌تغییرمسیر =۰) به عنوان متغیر وابسته و باند(چپ و راست) و تابلو (بدون تابلو، ساده و پیچیده) به عنوان متغیر پیش‌بین انتخاب شدند. نتایج حاصل شده از میان مولفه‌های مورد بررسی به شرح ذیل می‌باشد.

جدول۲. نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک در پیش بینی احتمال تغییرمسیر

Variables	Marginal effect	Standard error
[Right=راست]	.379	.226
[left=چپ]	0[a]	0
[board=بدون تابلو]	0[a]	0
[board=تابلوی ساده]	-.586*	.181
[board=تابلوی پیچیده]	-.741*	.199

** $p < 0.05$. * $p < 0.1$.

نصب تابلوی ساده و پیچیده به طور معنادار، احتمال تغییرمسیر را به ترتیب ۵۹ در صد و ۷٤ در صد کاهش می‌دهد ($p<0.1$). این نشان می‌دهد که پردازش محتوای تابلوهای تبلیغاتی پیچیده باعث افزایش حواس‌پرتی رانندگان شـده و در این وضـعیت بالاترین میزان کاهش تغییرمسیر خودروهای شخصی را نشان می‌دهد. در مجموع، نتایج اکیداً سـیاسـت‌گذاران را به سـمت ساده‌سازی محتوای تبلیغاتی هدایت می‌کند تا از افزایش ریسک سـرفاصـله ناایمن و اقدامات مانوری در لحظات مهم عبور از تابلو جلوگیری شود.

تحلیل سرعت

برای بررسـی تأثیر تابلوهای تبلیغاتی بر سـرعت رانندگان، از تحلیل واریانس چندمتغیره به دلیل کمی بودن متغیر وابسـته استفاده شده است. این تحلیل تأثیر متغیرهای مستقل (نوع تابلو، باند و مدل خودرو) را بر پنج سرعت (speed.1 تا speed.5) بررسی می‌کند.

نتایج تحلیل واریانس چندمتغیره در جدول شماره ۳ به تفصیل تأثیر متغیرهای مستقل را بر سرعت رانندگان در فواصل مختلف از تابلوی تبلیغاتی نشـان می‌دهد. تأثیر معنادار نوع تابلو بر سـرعت فقط در فواصـل ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر قبل از تابلوی تبلیغاتی مشاهده شده است و این تأثیر در فاصله ٤۰۰ متر قبل از تابلوی تبلیغاتی و همچنین ۱۰۰ متر بعد از تابلوی تبلیغاتی از بین می‌رود. این امر به وضوح نشان‌دهنده ماهیت کوتاه‌مدت تأثیر تابلوهای تبلیغاتی بر سـرعت رانندگان اسـت. این یافته می‌تواند به این معنی باشد که حواس‌پرتی ناشی از تابلو باعث کاهش لحظه‌ای سرعت می‌شود، اما رانندگان سرعت خود را با شرایط تطبیق داده و به سرعت قبل از حواس‌پرتی بازمی‌گردند.

جدول ۳. نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک در پیش بینی احتمال سرعت

Source	Dependent Variable		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
تابلو	speed.1	۴۰۰متر قبل از تابلو	1.789	2	.895	3.766	.124	.010
	speed.2	۳۰۰متر قبل از تابلو	3.221	2	1.611	5.776	.003	.016
	speed.3	۲۰۰متر قبل از تابلو	2.348	2	1.174	3.250	.039	.009
	speed.4	۱۰۰متر قبل از تابلو	1.278	2	.639	1.616	.199	.005
	speed.5	۱۰۰متر بعد از تابلو	1.388	2	.694	1.515	.221	.004
باند	speed.1	۴۰۰متر قبل از تابلو	14.488	1	14.488	60.992	.000	.079
	speed.2	۳۰۰متر قبل از تابلو	12.497	1	12.497	44.820	.000	.059
	speed.3	۲۰۰متر قبل از تابلو	8.148	1	8.148	22.553	.000	.031
	speed.4	۱۰۰متر قبل از تابلو	11.908	1	11.908	30.131	.000	.040
	speed.5	۱۰۰متر بعد از تابلو	19.429	1	19.429	42.406	.000	.056
مدل	speed.1	۴۰۰متر قبل از تابلو	3.284	1	3.284	13.826	.000	.019
	speed.2	۳۰۰متر قبل از تابلو	2.418	1	2.418	8.674	.003	.012
	speed.3	۲۰۰متر قبل از تابلو	10.434	1	10.434	28.879	.000	.039
	speed.4	۱۰۰متر قبل از تابلو	16.316	1	16.316	41.286	.000	.055
	speed.5	۱۰۰متر بعد از تابلو	16.747	1	16.747	36.552	.000	.049
باند * تابلو	speed.1	۴۰۰متر قبل از تابلو	.001	1	.001	.005	.944	.000
	speed.2	۳۰۰متر قبل از تابلو	.037	1	.037	.132	.716	.000
	speed.3	۲۰۰متر قبل از تابلو	.038	1	.038	.104	.747	.000
	speed.4	۱۰۰متر قبل از تابلو	.006	1	.006	.014	.905	.000
	speed.5	۱۰۰متر بعد از تابلو	1.173	1	1.173	2.559	.110	.004
* باند * تابلو مدل	speed.1	۴۰۰متر قبل از تابلو	4.166	4	1.041	4.384	.002	.024
	speed.2	۳۰۰متر قبل از تابلو	9.171	4	2.293	8.223	.000	.044
	speed.3	۲۰۰متر قبل از تابلو	7.172	4	1.793	4.963	.001	.027
	speed.4	۱۰۰متر قبل از تابلو	8.338	4	2.084	5.274	.000	.029
	speed.5	۱۰۰متر بعد از تابلو	11.489	4	2.872	6.269	.000	.034

– تاثیر نوع تابلو: نتایج آزمون بونفرونی برای مقایسه زوجی میانگین‌ها، جزئیات بیشتری را ارائه می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که تابلوی تبلیغاتی با محتوای ساده، تأثیر قابل توجهی بر تغییر سرعت رانندگان نمی‌گذارند. اما در مقایسه شرایط با تابلوی پیچیده با شرایط بدون تابلو و تابلوی ساده، تفاوت معنی‌دار و قابل توجهی در کاهش سرعت مشاهده می‌شود.

این یافته از این ایده حمایت می‌کند که پیچیدگی محتوای تابلو عامل اصلی در ایجاد حواس‌پرتی و در نتیجه کاهش سرعت راننده است.

– تاثیر تعامل متغیرهای باند و نوع خودرو: یافته‌های مربوط به تعامل متغیرهای باند رانندگی و نوع مدل خودرو مهم هستند. تأثیر این دو متغیر بر سرعت رانندگان در تمامی مقاطع، نشان‌دهنده تاثیر غیرمعنادار میزان سرعت در مقایسه با تأثیر نوع تابلوها است.

این یافته‌ها می‌توانند تأییدکننده این نکته باشند که رفتار رانندگی تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل است که نوع تابلو فقط یکی از آن‌هاست.

-تاثیر تعامل متغیرهای تابلو، باند و مدل: در نهایت، تحلیل تعامل بین متغیرها به عنوان مثال تابلو، باند و مدل نشان می‌دهد که اثرات ترکیبی بر سرعت رانندگان وجود دارد.

به عنوان مثال، در هر دو باند راست و چپ، مدل C کاهش سرعت داشته و این کاهش به خصوص در حضور تابلوی پیچیده بیشتر می شود لیکن در مدلT با نصب تابلوی تبلیغاتی همچنان افزایش سرعت مشاهده شده است. این یافته‌ها می‌توانند به این معنا باشند که رانندگان خودروهای سبک به حواس‌پرتی ناشی از تابلوها حساس‌تر هستند و با کاهش سرعت خود، به این حواس‌پرتی واکنش نشان می‌دهند.

۵-نتیجه‌گیری

تحلیل جامع تحلیل جامع داده‌های آماری نشان داد که تابلوهای تبلیغاتی، به ویژه با محتوای پیچیده، تأثیر معناداری بر رفتار رانندگان دارند. این تأثیر به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر متغیرهای سرعت، سرفاصله و تغییرمسیر مشاهده شد.

سرعت: یافته‌ها حاکی از آن است که پیچیدگی محتوای تابلو عامل اصلی در کاهش سرعت رانندگان است. این کاهش سرعت که به عنوان یک رفتار جبرانی در مواجهه با حواس‌پرتی عمل می‌کند، عمدتاً در مقاطع نزدیک به تابلو رخ داده و با دور شدن از آن، رانندگان به سرعت قبلی خود باز می‌گردند. این امر نشان می‌دهد که تأثیر تابلوها بر سرعت، کوتاه‌مدت و موضعی است و به نوع محتوای آن بستگی دارد.

تغییرمسیر: نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک به وضوح نشان داد که در شرایط حضور تابلوهای تبلیغاتی، احتمال تغییرمسیر رانندگان کاهش می یابد. این رفتار، به ویژه در مواجهه با تابلوهای با محتوای پیچیده‌تر، شدیدتر است. این یافته، تأییدی بر نظریه رفتار جبرانی است؛ جایی که رانندگان در معرض حواس‌پرتی قرار می‌گیرند از رفتارهای پرخطری مانند تغییرمسیر خودداری می‌کنند.

سرفاصله: تحلیل مدل PPO نشان داد که تابلوهای تبلیغاتی، به خصوص تابلوهای پیچیده، باعث افزایش سرفاصله زمانی بین خودروها می‌شوند. این افزایش سرفاصله نشان‌دهنده حواس‌پرتی رانندگان در مسیر می‌باشد که این یافته‌ها بر اهمیت در نظر گرفتن طراحی و محتوای تابلوهای تبلیغاتی برای بهبود ایمنی جاده‌ها تأکید می‌کنند.

۶-پی‌نوشت‌ها

1-Ppo
2- Gologit
3- Manova
4- Bonferroni Post-Hoc Test

۷- مراجع

-Adweek (2018). These Digital Billboards from McDonald′s Change Depending on How Bad the Traffic is.

-Ahmed, M. M. and A. Ghasemzadeh (2018). The impacts of heavy rain on speed and headway Behaviors: An investigation using the SHRP2 naturalistic driving study data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 91: 371-384.

-Belyusar, D., B. Reimer, B. Mehler and J. F. Coughlin (2016). A field study on the effects of digital billboards on glance behavior during highway driving. *Accident Analysis & Prevention 88*, 88-96.

-Bendak, S. and K. Al-Saleh (2010). The role of roadside advertising signs in distracting drivers. *International Journal of Industrial Ergonomics 40(3),* 233-236.

-Brodsky, W. and Z. Slor (2013). Background music as a risk factor for distraction among young-novice drivers. *Accident Analysis & Prevention 59,* 382-393.

-Brome, R., M. Awad and N. M. Moacdieh (2021). Roadside digital billboard advertisements: Effects of static, transitioning,

-Horberry, T., J. Anderson, M. A. Regan, T. J. Triggs and J. Brown (2006). Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis & Prevention 38(1),* 185-191.
-Hosking, S. G., K. L. Young and M. A. Regan (2009). The effects of text messaging on young drivers. *Human Factors 51(4),* 582-592.
-Khan, A. B., R. Agrawal, S. Jain and A. Choudhary (2022). Review of distracted driving in young drivers: strategies for management of behavioural patterns. *International Journal of Crashworthiness 27(5),*1532-1544.
-Laux, L. (2019). Human factors in accident analysis. Engineering standards for forensic application, *Elsevier:* 433-449.
-Lee, J. D., K. L. Young and M. A. Regan (2008). Defining driver distraction. *Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation 13(4),* 31-40.
-Lee, S., M. McElheny and R. Gibbons (2007). Driving Performance and Digital Billboards Final Report. *Virginia Tech Transportation Institute, Center for Automotive Safety Research.*
-Lee, S. E., E. C. Olsen and M. C. DeHart (2003). Driving performance in the presence and absence of billboards. Report prepared for Foundation for Outdoor Advertising Research and Education. Virginia Tech Transportation Institute. *Blacksburg,* VA.
-Lipovac, K., M. Đerić, M. Tešić, Z. Andrić and B. Marić (2017). Mobile phone use while driving-literary review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 47,* 132-142.
-Luo, S., X. Yi, Y. Shao and J. Xu (2022). Effects of distracting behaviors on driving workload and driving performance in a city scenario. *International Journal of Environmental Research and Public Health 19(22):* 15191.
-Mahmood, K., J. Pang, S. S. Ahmed, G. Yu, M. T. Sarwar, I. Benedyk and P. C. Anastasopoulos (2024). Lessons learned from naturalistic driving data processing in a secure data enclave: Preliminary discoveries from analyzing dash camera videos. T*ransportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 106,* 135-149.
-Meuleners, L., P. Roberts and M. Fraser (2020). Identifying the distracting aspects of electronic advertising billboards: A driving simulation study. *Accident Analysis & Prevention 145, 105710.*
and animated designs on drivers′ performance and attention. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 83:* 226-237.
-Cao, S. and Y. Liu (2013). Concurrent processing of vehicle lane keeping and speech comprehension tasks. *Accident Analysis & Prevention 59,* 46-54.
-Chun, U., M. Abdel-Aty and Z. Wang (2026). When does visual distraction become dangerous in car-following? Evidence from naturalistic driving study data with causal inference on time-to-collision and braking intensity. *Accident Analysis & Prevention 228,* 108404.
-Dingus, T. A., F. Guo, S. Lee, J. F. Antin, M. Perez, M. Buchanan-King and J. Hankey (2016). "Driver crash risk factors and prevalence evaluation using naturalistic driving data. *Proceedings of the National Academy of Sciences 113(10),* 2636-2641.
-Ebnali, M., P. Ahmadnezhad, A. Shateri, A. Mazloumi, M. E. Heidari and A. R. Nazeri (2016). The effects of cognitively demanding dual-task driving condition on elderly people′s driving performance; Real driving monitoring. *Accident Analysis & Prevention 94:* 198-206.
-Edquist, J., T. Horberry, S. Hosking and I. Johnston (2011). Effects of advertising billboards during simulated driving. *Applied Ergonomics 42(4):* 619-626.
-Filtness, A. J., L. A. Reyner and J. A. Horne (2012). Driver sleepiness—Comparisons between young and older men during a monotonous afternoon simulated drive. *Biological Psychology 89(3),* 580-583.
-Gao, J. and G. A. Davis (2017). Using naturalistic driving study data to investigate the impact of driver distraction on driver's brake reaction time in freeway rear-end events in car-following situation. *Journal Of Safety Research 63,* 195-204.
-Hashash, M., M. Abou Zeid and N. M. Moacdieh (2019). Social media browsing while driving: Effects on driver performance and attention allocation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology And Behaviour 63,* 67-82.
-Hinton, J., O. Oviedo-Trespalacios, B. Watson and N. Haworth (2024). Beyond the billboard: A review of other external sources of driver distraction. *Accident Analysis & Prevention 208,* 107771.

13-25.
-Rhodes, N., K. Pivik and M. Sutton (2015). Risky driving among young male drivers: The effects of mood and passengers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 28,* 65-76.
-Risteska, M., D. Kanaan, B. Donmez and H. Y. W. Chen (2021). The effect of driving demands on distraction engagement and glance behaviors: Results from naturalistic data. *Safety Science 136,* 105123.
-Safari, M., M. Effati and M. Arabani (2025). Analyzing the severity of distracted driving crashes on horizontal curves of rural highways: A hybrid approach of boosting-based ensemble machine learning and discrete choice methods. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 32,*101542.
-Seacrist, T., E. C. Douglas, C. Hannan, R. Rogers, A. Belwadi and H. Loeb (2020). Near crash characteristics among risky drivers using the SHRP2 naturalistic driving study. *Journal of Safety Research 73: 263-269.*
-Simons-Morton, B. G., F. Guo, S. G. Klauer, J. P. Ehsani and A. K. Pradhan (2014). Keep your eyes on the road: Young driver crash risk increases according to duration of distraction. *Journal of Adolescent Health 54(5), S61-S67.*
-Singh, H. and A. Kathuria (2021). Analyzing driver behavior under naturalistic driving conditions: A review. *Accident Analysis & Prevention 150:* 105908.
-Smiley, A., B. Persaud, G. Bahar, C. Mollett, C. Lyon, T. Smahel and W. L. Kelman (2005). Traffic safety evaluation of video advertising signs. *Transportation Research Record 1937(1):* 105-112.
-Uccello, L., G. Mastinu, M. Gobbi and I. Zaffaroni (2025). From Attention to Distraction: Driver State Analysis From an Engineering Perspective–A Review. *IEEE Access 13,*203286-203305.
-Ünal, A. B., D. de Waard, K. Epstude and L. Steg (2013). Driving with music: Effects on arousal and performance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology And Behaviour 21:* 52-65.
-Ünal, A. B., L. Steg and K. Epstude (2012). The influence of music on mental effort and driving performance. *Accident Analysis & Prevention 48,* 271-278.
-Milloy, S. L. and J. K. Caird (2011). External driver distractions: The effects of video billboards and wind farms on driving performance. *Handbook Of Driving Simulation For Engineering, Medicine, and Psychology,* 16-11.
-Nouzovský, L., Z. Svatý, K. Kocián and J. Maleček (2025). Impact of illuminated advertising devices on road traffic safety. *Acta Polytechnica CTU Proceedings 52,* 100-108.
-Oviedo-Trespalacios, O., V. Truelove, B. Watson and J. A. Hinton (2019). The impact of road advertising signs on driver behaviour and implications for road safety: A critical systematic review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice 122,* 85-98.
-Papadimitriou, E., S. Lassarre and G. Yannis (2016). Introducing human factors in pedestrian crossing behaviour models. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 36:* 69-82.
-Papantoniou, P., E. Papadimitriou and G. Yannis (2017). Review of driving performance parameters critical for distracted driving research. *Transportation Research Procedia 25,* 1796-1805.
-Qin, L., Z. R. Li, Z. Chen, M. A. Bill and D. A. Noyce (2019). "Understanding driver distractions in fatal crashes: An exploratory empirical analysis. *Journal of Safety Research 69,* 23-31.
-Qin, Y., N. Yang, C. R. Cherry, X. Li, S. Zhao and Y. Wang (2024). Effects of emotionally charged advertisements on driver behavior in risky scenarios: A driving simulator study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 101,* 423-436.
-Rajabi, M., Z. Karami, K. Aghabayk, S. Rejali and M. Palassi (2026). Investigating factors influencing different types of risky mobile phone use among delivery riders: Using work-related apps, calling, and using navigation apps. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 117,*103490.
-Regan, M. A., C. Hallett and C. P. Gordon (2011). Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Analysis & Prevention 43(5),* 1771-1781.
-Reimer, B., B. Mehler, J. F. Coughlin, N. Roy and J. A. Dusek (2011). The impact of a naturalistic hands-free cellular phone task on heart rate and simulated driving performance in two age groups. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology And Behaviour 14(1),*

-Victor, T., M. Dozza, J. Bärgman, C. N. Boda, J. Engström, C. Flannagan, J. D. Lee and G. Markkula (2015). Analysis of naturalistic driving study data: Safer glances, *Driver Inattention, and Crash Risk.*

-Vlastou-Dimopoulou, F. (2019). Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Research Handbook on the European Union and International Organizations, Edward Elgar Publishing***,** 316-337.

WHO, C. O. (2020). World health organization. Air Quality Guidelines for Europe(91).

-Yang, Y., X. Liu, S. M. Easa, L. Huang and X. Zheng (2024). Impact of roadside advertisements near traffic signs on driving safety. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 100:* 254-272.

-Young, K. L. and M. G. Lenné (2010). Driver engagement in distracting activities and the strategies used to minimise risk. *Safety science 48(3)* 326-332.

-Young, M. S., J. M. Mahfoud, G. H. Walker, D. P. Jenkins and N. A. Stanton (2008). "Crash dieting: The effects of eating and drinking on driving performance. *Accident Analysis & Prevention 40(1),* 142-148.

-Yue, L., M. Abdel-Aty, Y. Wu, O. Zheng and J. Yuan (2020). In-depth approach for identifying crash causation patterns and its implications for pedestrian crash prevention. *Journal of Safety Research 73,* 119-132.

-Zhang, F., S. Mehrotra and S. C. Roberts (2019). Driving distracted with friends: Effect of passengers and driver distraction on young drivers′ behavior. *Accident Analysis & Prevention 132,* 105246.

-Zhang, L., B. Cui, M. Yang, F. Guo and J. Wang (2019). Effect of using mobile phones on driver′ s control behavior based on naturalistic driving data. *International Journal of Environmental Research and Public Health 16(8),* 1464.

-Zhong, Q., G. Guo and J. Zhi (2022). Address inputting while driving: a comparison of four alternative text input methods on in-vehicle navigation displays usability and driver distraction. T*raffic Injury Prevention 23(4),* 163-168.

Modeling the Effect of Billboards on the Behavior of Drivers in Rural Roads

Aram Jamshidi, Ph.D., Student, Technical and Engineering, Shomal, Amol, Iran.

Behzadi Gholamali, *Assistant Professor, Technical and Engineering, Shomal, Amol, Iran.*

E-mail: **ga.behzadi@yahoo.com**

Received: February 2026- Accepted: May 2026

ABSTRACT

Driver performance is affected by a wide range of human factors, including fatigue, distraction, mood, etc. Among these factors, distraction is a serious and growing problem that is known as one of the important factors in road accidents. Factors that affect the driver's concentration level and cause poor driver performance can be divided into two categories: internal factors and external factors. Billboards are also external distraction events that disrupt driver performance while driving. In recent years, for various reasons, including the use of billboards as a source of income, the number of these billboards has increased significantly. However, with the increase in billboards, no changes have been observed in the management of distraction control. Also, in previous studies, various results have been reported on the effect of distraction on the speed, distance, and change of direction of drivers in the presence of various billboards. In this study, an attempt is made to examine the effect of billboards with simple and complex content on the behavior of drivers on rural roads using collected field data. In order to achieve the research objectives, data were collected in three different scenarios (no billboard, simple billboard, and complex billboard) and for three main variables (speed, headway, and lane change) using heli-shot video on the northern route of the southern ring road of Babol. The logistic regression model was used to determine the parameters affecting driver behavior on rural roads. The modeling results showed that driver distraction due to the complexity of the billboard content was significantly the main factor in reducing speed and lane change, as well as increasing headway, which mainly occurred in sections close to the billboard. This indicates that the effect of billboards on the variables is short-term and local and depends on the type of billboard content.

Keywords: Billboards, Complex and Simple Billboards, Driving Performance, Speed, Headway, Lane Changing