فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱٤، شماره ۱، پاییز ۱٤۰۱، ص. ۲۲۸۳-۲۲٤۹

مقاله علمی-پژوهشی

تحلیل تأثیر محتوا و قالب تابلوهای پیام متغیر بر رفتار تغییر مسیر رانندگان (مطالعه موردی: شهر تهران)

ایمان ایلخانی، فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، دماوند، ایران

مهدی یزدان پناه (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه گرمسار، گرمسار، ایران

E-mail: m.yazdanpanah@fmgarmsar.ac.ir; mahdi.transport@gmail.com

علی دهقان بنادکی، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، دماوند

دریافت: ۱٤۰۰/۰۲/۲٦ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۵/۱٦

چکیده

تابلوهای پیام متغیر به‌عنوان یکی از سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند شناخته می‌شوند. در کشور جمهوری اسلامی ایران بیشتر مطالعات در راستای یافتن بهینه‌ترین موقعیت تابلوهای پیام متغیر بوده است و عوامل تأثیرگذار دیگر در افزایش اثرپذیری این تابلوها کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در صورت شناخت سایر عوامل مؤثر مانند محتوا و قالب، می‌توان یک پیام مناسب و مؤثر برای رانندگان طراحی کرد. در این تحقیق رفتار تغییر مسیر رانندگان با توجه به تغییر محتوا و قالب پیامِ تابلوی پیام متغیر به‌صورت تصویری و از طریق پرسش‌نامه مورد تحلیل قرار می‌گیرد و در نهایت به ساخت مدل می‌انجامد. نتایج به‌دست‌آمده به‌وسیله مدل لوجیت دوگانه نشان می‌دهد که مطلوب‌ترین حالت نمایش پیامِ تغییر به مسیر پیشنهادی به علت وقوع حوادث، زمانی است که پیام وقوع تصادف همراه با اشاره به محل حادثه، مدت‌زمان تأخیر پیش‌بینی شده در مسیر و ارائه مسیر پیشنهادی در سه خط به همراه چهار چراغ چشمک‌زن در سمت راست تابلو و تصویر در سمت چپ آن نمایش داده شود. اما می‌توان در زمان محدودیت ابعاد و فاصله خوانایی تابلو، از متن تک‌کلمه‌ای تصادف با قلم بزرگ به‌جای متن پیشنهادی قبلی استفاده کرد. پس از مشخص‌شدن مناسب‌ترین پیام و مناسب‌ترین ترکیب آن با پیکتوگرام، انتظار می‌رود نتایج حاصل از مدل ساخته‌شده و اعمال آن در پیام تابلوهای پیام متغیر باعث افزایش ایمنی، کاهش تصادفات و ترافیک و اثرگذاری بیشتر در پیروی از رعایت قوانین ترافیکی و تابلوهای پیام متغیر شود.

واژه‌های کلیدی: ایمنی، پیکتوگرام، تابلو پیام متغیر، رفتار تغییر مسیر رانندگان، مدل لوجیت، سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل

۱. مقدمه

افزایش استفاده از وسایل نقلیه شخصی فشار حاصل بر شبکه‌های موجود حمل‌ونقل بخصوص در نواحی شهری را چندین برابر نموده است. مسائل و مشکلات مربوط به حمل‌ونقل از قبیل تراکم ترافیک، افزایش زمان‌های تلف‌شده، تصادفات، آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش منابع انرژی و روند سریع تقاضای حمل‌ونقل باعث شده تا تأمین حمل‌ونقل ایمن و کارا یکی از مهم‌ترین مسائل پیشروی اغلب کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه محسوب شود. با به‌وجودآمدن سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل[1] (ITS)، ارتباطات بین انسان، وسیله نقلیه و راه از شکل سنتی آن خارج شد و بستر مناسبی برای تحول در صنعت حمل‌ونقل به وجود آمد. یکی از انواع سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل، سامانه اطلاعات مسافرتی پیشرفته[2] (ATIS) است که تابلوهای پیام‌متغیر از مهم‌ترین آن به شمار می‌رود.

امروزه تابلوهای پیام متغیر به‌عنوان یکی از تجهیزات پیشرفته مدیریت ترافیک در اطلاع‌رسانی به رانندگان شامل ارائه هشدارهای ترافیکی، تخمین زمان سفر در مسیرهای انتخابی، ارائه قوانین و مقررات راهنمایی‌ورانندگی و همچنین هدایت مسیر به‌صورت لحظه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین کاربرد تابلوهای پیام متغیر، نمایش پیام‌های ایمنی و ترافیکی وابسته به اتفاقات ناگهانی و یا زمان خاص است. به‌عنوان‌مثال، پیشگیری از تصادفات ثانویه (تصادفاتی که به دلیل اولین تصادف رخ می‌دهند) یکی از این موارد است. علاوه بر به‌کارگیری این تابلوها در مواقع اضطرار، از این تابلوها به‌منظور نمایش پیام‌های عمومی نیز استفاده می‌شود. از جمله پیام‌های عمومی می‌توان به پیام‌های ایمنی ترافیکی مانند «کمربند ایمنی را ببندید»، پیام‌های آموزشی، پیام‌های غیر ترافیکی (نمایش ساعت، تاریخ، کیفیت هوا و ...) اشاره نمود. برای ایجاد تفکیک میان پیام‌های ضروری و عمومی و افزایش توجه، می‌توان هنگام نمایش پیام‌های ضروری، از چراغ چشمک‌زن در گوشه‌های تابلو استفاده کرد.

تابلوهای پیام‌متغیر یکی از بهترین راه‌های ارتباطی سازمان‌های حمل‌ونقل با مردم نیز محسوب می‌شوند. اطلاع‌رسانی لحظه‌ای از سوی مرکز کنترل ترافیک می‌تواند رانندگان را با بیشترین امنیت و بدون تأخیرهای بی‌مورد به‌سوی مقصدشان راهنمایی کند. همچنین باعث توازن در جریان ترافیک و بهبود اثربخشی شبکه راهی کشور شود. یکی از مسائلی که در به‌کارگیری این تابلوها بایستی مدنظر قرار گیرد، مسئله تبعیت رانندگان در پیروی از پیام‌های ارائه‌شده است. ارائه اطلاعات صحیح و لحظه-ای می‌تواند اعتماد رانندگان را به پیام‌های ارائه‌شده بر روی این تابلوها جلب نموده و در نهایت استفاده از این تابلوها را در میان اکثر رانندگان رواج دهد و برعکس نشان‌دادن پیام‌هایی بسیار طولانی، پیچیده و گمراه‌کننده که رانندگان نمی‌توانند آن‌ها را در سرعت مجاز خیابان بخوانند باعث حواس‌پرتی، سردرگمی یا اشتباه رانندگان می‌شود و می‌تواند هم بر جریان ترافیک و هم بر اعتبار تابلو و سازمان مربوطه اثر منفی بگذارد.

اثرپذیری تابلوهای پیام‌متغیر به مولفه‌هایی از جمله بهترین مکان نصب تابلو، بهترین حالت نمایش پیام، کاربرد درست پیام (به‌روز بودن پیام و استفاده از پیام مرتبط) و غیره بستگی دارد. در قرارگیری و محل نصب این تابلوها می‌بایست مطالعات اساسی به نحوی انجام شود که در مسیریابی در مواقع اضطرار، به رانندگان در انتخاب مناسب‌ترین مسیر برای عبور از جریان متراکم کمک نماید [Mammar et al., 1996]. در بحث خوانایی پیام، پارامترهایی از جمله ارتفاع، سبک و شکل حروف، فاصله و اندازه پیکسل‌ها، فاصله حروف، کلمات و خطوط، حاشیه‌ها، نسبت تضاد[3] (نسبت روشنایی متن تابلو به روشنایی پس‌زمینه آن)، پرتوافکنی[4] (تضاد شدید روشنایی بیش از حد که سطوح روشن‌تر به سمت سطوح تیره‌تر ریزش نوری پیدا می-کنند) تاثیرگذارند [Dudek, 1991]. عواملی مانند سرعت حرکت، شرایط روشنایی، موقعیت خورشید، قوس‌های قائم و افقی، اجسام مانع و شرایط آب‌وهوا نیز در تعیین فاصله خوانایی تابلو مؤثر هستند. همچنین بهتر است تعداد کلمات به‌کاررفته در هر پیام از ۸ کلمه بیشتر نباشد [Saffarzadeh &

[poorteimoori, 1393 (in Persian)].

به‌طورکلی پیروی از تابلوهای متغیر خبری در انتخاب مسیر نیز بستگی به عوامل زیر دارد: ۱- چند نفر پیام را بر روی تابلوهای متغیر خبری خوانده‌اند؟ ۲- چند نفر پیام نمایش‌داده‌شده بر روی تابلو پیام‌متغیر را فهمیده‌اند؟ ۳- چه تعدادی به پیام نشان‌داده‌شده بر روی تابلو متغیر خبری اعتماد کرده‌اند؟ ٤- برای چه تعدادی از رانندگان استفاده از مسیر دیگر امکان‌پذیر بوده است؟ ٥- راه معمول و راه دیگر تا چه میزان قابل‌دسترسی تشخیص‌داده‌شده است؟ ٦- رانندگان تا چه حد راه دیگر را به‌خوبی می‌شناسند؟ ۷- چه چیزهایی در رادیو و سایر سامانه‌های مرتبط با سامانه حمل‌ونقل هوشمند اعلام‌شده است؟ ۸- رانندگان به چه صورت وضعیت ترافیکی را تجربه می‌کنند؟ [Kronborg, 2001].

مطالعات میدانی نشان می‌دهد که هدایت مسیر با استفاده از تابلوهای پیام متغیر، پدیده‌ای جدید در مقایسه با زمانی است که این تابلوها اطلاعات توضیحی غیرفعالی نظیر شرایط آب‌وهوایی و ترافیکی محیط را نشان می‌دهند و اساساً پتانسیل بیشتری در ارتقای عملکرد سیستم کنترل ترافیک دارند. این تابلوها همانند هر فنّاوری دیگری برای عملکرد بهتر تابع عواملی از قبیل جانمایی، فونت، رنگ و ... هستند که تغییر در هر یک واکنش‌های متفاوتی از رانندگان را در برخواهد داشت. از طرف دیگر، این موارد کاملاً به شرایط اقلیمی و محلی منطقه موردمطالعه بستگی دارد و نتایج حاصل قابل‌تعمیم به همه نقاط نیستند؛ زیرا فرهنگ رانندگی، عادات مردم، آب‌وهوا، زاویه تابش خورشید و کلیه مسائل مرتبط با ساختار ترافیکی مردم یک منطقه، در هر نقطه‌ای متفاوت است [Sheikh Aboumasoudi & Aboutalebi Esfahani, 1396 (in Persian)]. ازاین‌رو با توجه به تحقیقات بین‌المللی در موضوع افزایش اثرپذیری تابلوهای پیام‌متغیر، لازم است شاخص‌های بیان‌شده نیز در شهر تهران نیز مطالعه شود تا الگویی عملی برای بهره‌برداری مناسب از آن‌ها به دست آید. هدف اصلی تحقیق یافتن میزان تأثیر مشخصات پیام، رتبه‌بندی آن‌ها و طراحی بهترین حالت نمایش پیام تابلوی پیام‌متغیر برای بیشترین تأثیرپذیری بر رفتار تغییر مسیر رانندگان است. نتایج آن باعث افزایش اثربخشی و عملکرد بهتر این تابلوها و همچنین بهبود شرایط و روان‌سازی شبکه معابر تهران می‌شود.

از نوآوری‌های این تحقیق می‌توان به این نکته اشاره کرد که در پژوهش‌های پیشین تلاش‌های زیادی در خصوص مدل‌سازی نحوه رفتار رانندگان در مواجهه با تابلوها و علائم ترافیکی صورت‌گرفته است که در اکثر آن‌ها یا مطالعه موردی مدنظر قرار گرفته و یا جهت یافتن بهترین پیام تابلو، سؤالات به‌صورت کلی بیان شده است اما در این تحقیق مقایسه‌ای بین پیام تابلوها به‌صورت تصویری انجام شده که در آن ترکیبی از نوع پیام متنی، اندازه قلم، تعداد خطوط، داشتن چهار چراغ چشمک‌زن، نحوه قرارگیری آن‌ها و بهینه‌سازی برای پی‌بردن به بهترین ترکیب محتوایی در تابلوهای پیام متغیر لحاظ شده است.

بنابراین سؤال اصلی تحقیق میزان اثربخش بودن مدل طراحی شده در رفتار تغییر مسیر رانندگان و مفروضات شامل موارد زیر است: ۱- آمارهای گرفته‌شده، نمونه‌ای از کل جامعه رانندگان عبوری هستند؛ لذا پاسخ‌دهندگان باید دارای گواهینامه رانندگی باشند و همچنین از بزرگراه‌های تهران استفاده کرده باشند؛ ۲- ویژگی‌های مربوط به رانندگان، ثابت و شرایط جسمی ایده‌آل در نظر گرفته می‌شود؛ ۳- از تفاوت مشخصات فنی وسایل نقلیه و تأثیر شرایط جوی بر رفتار رانندگان صرف‌نظر می‌شود.

این پژوهش در شش بخش تنظیم شده است. در بخش دوم پیشینه ادبیات موضوع معرفی می‌شود، یافته‌های پژوهش‌های پیشین در پنج موضوع بررسی و طبقه‌بندی شده و خلأهای تحقیقاتی تعیین و شناسایی می‌گردد. روش‌شناسی تحقیق در بخش سوم ارائه شده است و به معرفی شبکه موردمطالعه و نحوه جمع‌آوری داده‌ها می‌پردازد. طراحی پرسش‌نامه و نتایج آن به همراه روش مدل‌سازی نیز در این بخش اشاره شده است. بخش چهارم به تفسیر نتایج مدل، مقایسه و تحلیل یافته‌ها می‌پردازد. جمع‌بندی در بخش پنجم و در نهایت محدودیت‌ها و موضوعات

پیشنهادی برای تحقیقات آتی در زمینه‌ی موردبحث در بخش ششم ارائه می‌گردد.

۲. پیشینه پژوهش

در این بخش سعی شده است پژوهش‌های مرتبط با تابلوهای پیام‌متغیر در پنج موضوع دسته‌بندی شود که در ادامه به بیان و مرور آن‌ها پرداخته می‌شود.

۲-۱ اثرگذاری تابلوهای متغیر خبری بر رفتار رانندگان

پژوهش‌های متعددی در خارج و داخل ایران در زمینه اثرگذاری تابلوهای متغیر خبری بر رفتار رانندگان انجام شده است. فلاح زواره و ممدوحی در سال ۱۳۹۳ به بررسی اثر این تابلوها در بهبود رفتار رانندگان و ارتقای ایمنی در آزادراه تهران – ساوه پرداختند. در این پژوهش یک سامانه هوشمند پیام‌رسان متغیر، طراحی و پس از استقرار آن در آزادراه تهران – ساوه، خطر تصادف جلو به عقب از طریق پیام‌های حاوی سطح خطر (کم، متوسط و زیاد) به طور هم‌زمان به رانندگان نشان داده شد که منجر به اصلاح رفتار نابجای رعایت‌نکردن فاصله‌ی طولی با خودرو جلویی رانندگان گردید [Fallah Zavareh & Mamdoohi, 1393 (in Persian)].

پژوهش دیگری میزان پیروی از علامت محدودیت سرعت با استفاده از علامت و توضیحات تشریح کننده محدودیت سرعت را مورد بررسی قرارداد. نتیجه این بود که علامت‌های محدودیت سرعت در اغلب موارد رعایت شده است اما نمایش اطلاعات بیشتر که توجیه‌کننده علامت محدودیت سرعت باشد، میزان پیروی از آن را افزایش داده است [Steinhoff, Keller & Kates, 2000]. در هلند، کرین و نیت نیز به همین نتیجه دست یافتند [Craen & Niet, 2002]. نتایج آزمایش‌های عملی صورت‌گرفته بین لاند و مالمو در کشور سوئد نشان داد که جهت کنترل حداکثر تأخیر، ۳۰ درصد از رانندگان بایستی از توصیه‌ها پیروی نمایند. انحراف تمامی رانندگان از مسیر پرازدحام امری مطلوب نبوده؛ چراکه در این صورت شبکه راه جایگزین، دچار بار ترافیکی بیش از حد می‌گردد. همچنین اگر تمامی رانندگان اطلاعات مربوط به انتقال مسیر ترافیکی را دریافت کنند، این امر به ضرر رانندگانی خواهد شد که از ارزش زمانی بیشتری نسبت به رانندگان عادی برخوردارند و اغلب به‌صورت خودکار مسیر جایگزین را اختیار می‌نمایند [Davidsson & Taylor, 2003]. کرونبورگ در تحقیق خود نشان داد که پیام مرتبط به تصادفات به همراه پیام انتقال مسیر، بیشترین اثر را در پیروی از پیام داشته است [Kronborg, 2001]. در تأیید نتیجه کرونبورگ، جو و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که نمایش اطلاعات بیشتر در این تابلوها باعث تمایل بیشتر رانندگان به تغییر مسیر می‌شود [Jou et al., 2004]. پژوهش الخدر و همکاران بر روی رفتار رانندگان کویتی در مواجهه با چندین نوع از پیام‌های تابلوهای پیام متغیر نشان داد که ویژگی‌های اقتصادی – اجتماعی رانندگان اثری در تصمیم تغییر مسیر آن‌ها در برابر پیام تراکم ترافیک و زمان تأخیر مسیر (درصورتی‌که به‌تنهایی نمایش داده شوند) ندارد. در مقابل، جنسیت و اندازه خانوار زمانی می‌تواند در تعیین نگرش تغییر مسیر رانندگان دخیل باشد که پیام مسیر جایگزین به همراه سایر اطلاعات در تابلو پیام متغیر نمایش داده شود [AlKheder, AlRukaibi & Aiash , 2019]. علاوه بر این، کاهش تمایل به تغییر مسیر در مواجهه با تابلوهای پیام متغیر با افزایش سن مشاهده شده است [Shen, Yang, 2020]. همچنین نتایج پژوهش رومرو و همکاران نشان داد اطلاعات نمایش‌داده‌شده در تابلوی پیام متغیر به‌صورت معناداری بر رفتار تغییر مسیر رانندگان بین یک بزرگ‌راه دارای عوارضی و یک مسیر رقابتی رایگان جایگزین تأثیر می‌گذارد [Romero et al., 2020]. از طرفی، مطالعه هاو و همکاران نشان داد که اثر تابلوهای پیام متغیر بر رفتار تغییر مسیر رانندگان دارای ناهمگونی است [Zhao et al., 2020].

در مطالعه صفارزاده و همکاران نحوه تأثیر تابلوهای پیام متغیر در قالب میزان تبعیت رانندگان از اطلاعات ترافیکی ارائه‌شده و

همچنین میزان تمایل آن‌ها به تصمیم‌گیری پیرامون انتخاب مسیر جایگزین به‌جای مسیر اصلی در بزرگراه‌های شهر تهران مورد بررسی قرار داده شد. هدف نهایی رانندگان انتخاب بین دو گزینه تغییر مسیر و یا عدم تغییر مسیر ناشی از وجود ترافیک سنگین بود و از مدل لوجیت دوگزینه‌ای برای مدل‌سازی استفاده گردید. آن‌ها بیان می‌کنند درصورتی‌که بتوان تأثیر این تابلوها را به‌منظور انتخاب مسیر بهینه توسط رانندگان مورد بررسی قرار داده و مدل‌سازی نمود، می‌توان با ارائه اطلاع‌رسانی ترافیکی لحظه‌ای که مورد قبول اکثریت رانندگان باشد، شاهد روان‌سازی جریان ترافیک در شبکه بزرگراه‌های درون‌شهری و حفظ آرامش و جلب رضایت رانندگان در طول سفر بود. علاوه بر این، نتایج آن‌ها نشان داد که رانندگان در صورت مشاهده مدت‌زمان تأخیر پیش‌بینی شده، تمایل بیشتری به تغییر مسیر از خود نشان می‌دهند [Saffarzadeh, Rahimi & Salimi Tari, 1391 (in Persian)]. پوررجب نیز در سال ۱۳۹۶ به‌وسیله پرسش‌نامه و مدل رگرسیون لوجیت به موضوع اثرپذیری رانندگان از تابلوهای پیام‌متغیر در شهر اصفهان پرداخت و نتیجه گرفت که میزان توجه به تابلو با شفافیت پیام و کوچکی فونت رابطه مستقیم داشته و با ابهام در پیام تابلو رابطه عکس دارد [Pourrajab, 1396 (in Persian)].

۲-۲ اثرگذاری تابلوهای متغیر خبری بر زمان سفر

در مورد اثرگذاری تابلوهای متغیر خبری بر زمان سفر، محققان دارای اختلاف‌نظر هستند. لوینسون و هوا در سال ۲۰۰۲ به این نتیجه رسیدند که تابلوهای پیام متغیر تأثیر ثابتی بر کاهش زمان سفر ندارند؛ بلکه در صورت کسب اعتماد میان رانندگان می‌توانند از تأخیر کلی به موجود آمده بکاهند [Levinson & Huo, 2003]. چترجی و مک‌دونالد به کمک آزمایش‌های عملی صورت‌گرفته در اروپا در سال ۲۰۰٤ بیان می‌کنند که رانندگان به اطلاعات مربوط به مدت‌زمان سفر علاقه داشته و آن را در انتقال مسیر ترافیک مفید می‌دانند. در ادامه اضافه می‌کنند که مشهود است انتقال مسیر بر روی پیام‌های متغیر خبری در کوتاه ساختن مدت‌زمان سفر و کاهش اثرات زیست‌محیطی مؤثر است [Chatterjee & Mcdonald, 2004]. در تحقیقی مشابه که در بزرگراه شهری تورنتو کانادا به طول ۸ کیلومتر در سال ۲۰۰٦ انجام گردید، نتیجه گرفته شد که پیاده‌سازی این پیام‌ها به طور قابل‌توجهی باعث بهبود ایمنی شده اما باعث افزایش زمان سفر نیز می‌شوند [Chatterjee Allaby, Hellinga & Bullock, 2006]. یان و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸ بیان کردند درصورتی‌که اطلاعات راهنمای تردد به صورتی منطقی به رانندگان ارائه گردد، تأخیر به میزان ۲۳/۷ درصد، مدت‌زمان توقف به میزان ۳۱/۸ درصد و فراوانی توقف به میزان ۳۸/۷ درصد کاهش خواهد یافت [Yang et al., 2008].

۲-۳ طیف‌های منتخب رنگی برای نمایش پیام در تابلوهای متغیر خبری

طیف‌های منتخب برای نمایش پیام نیز از موضوعات موردعلاقه پژوهش‌گران بوده است. وان و همکاران در سال ۲۰۰۲ بیان می‌کنند که رنگ قلم سبز حداقل زمان پاسخ و رنگ قرمز طولانی‌ترین زمان پاسخ را دارد. همچنین اشاره دارند ٥٤/٨ درصد از افراد، سبز را به‌عنوان بهترین رنگ انتخاب کردند، به دنبال آن زرد با ٤٥/٢ درصد انتخاب شد، هیچ فردی قرمز را انتخاب نکرد. ٨٠/٦ درصد از افراد تصور دارند که قرمز بدترین رنگ بوده، به دنبال آن زرد با ۱۲/۹ درصد و پس از آن سبز با ٦/٥ درصد قرار دارند [Wang, Hunter & Cao, 2002]. در تحقیقی دیگر که هم به‌صورت پرسش‌نامه و هم شبیه‌سازی در سال ۲۰۰۵ انجام گرفت، نشان داده شد که طرح حاوی ۳ رنگ، زمان پاسخ بیشتری نسبت به طرح دورنگ و تک‌رنگ داشته است و رنگ کهربایی، سبز یا ترکیب سبز - کهربایی به‌عنوان بهترین رنگ‌ها شناخته شدند. همچنین پاسخ‌دهندگان به پیام‌هایی که حاوی رنگ قرمز بود، دیرتر جواب دادند [Yang et al., 2005]. در تحقیقات صورت‌گرفته توسط گایزل و گگن‌فوتنر در سال ۲۰۱۰، نشان داده شد که چشم ما به طیف سبز و زرد بیشتر واکنش نشان داده و در ضمن طول موج مناسبی

هم دارند؛ بدین‌جهت برای نمایش در تابلوهای پیام‌متغیر مناسب هستند و طیف قرمز هم دارای بلندترین طول موج است و به‌عنوان طیفی برای نمایش خطر و مخصوصاً در شرایط مه‌آلود و غبار به کار می‌رود [Giesel & Gegenfurtner, 2010].

فنگ و همکاران نیز در سال ۲۰۱۵ پژوهشی در چین، درباره نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر مخصوصاً در شرایط مه‌آلود که عامل اصلی تصادفات رانندگی است، انجام دادند. نتایج ازاین‌قرار است که نور LD[۵] می‌تواند به‌مراتب بیشتر از نور LED[۶] در هوای مه‌آلود انتقال یابد. علاوه بر این، LD بازده نوری بالاتری نسبت به LED دارد. چهار رنگ نور LED قرمز، زرد، سبز و آبی در یک اتاق مه‌آلود با دید کمتر از ۵ متر مورد آزمون قرار گرفتند. حداکثر طول موج رنگ‌های LED به ترتیب برای قرمز، زرد، سبز و آبی به دست آمد [Feng, Huang & Ruan, 2015].

در ایران شیخ ابومسعودی و ابوطالبی اصفهانی، در سال ۱۳۹۶ کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر را از طریق پرسش‌نامه و به‌صورت سؤالات کلی مورد ارزیابی قراردادند. بهترین رنگ‌ها از نظر مردم در روز، سبز و قرمز و نامناسب‌ترین رنگ در روز، نارنجی (مایل به زرد) بودند. همچنین مناسب‌ترین رنگ برای شب و شرایط مه‌آلود، رنگ قرمز معرفی شد؛ زیرا رنگ قرمز طول موج بلندتری نسبت به همه طیف‌ها دارد. بیشتر افراد، نمایش پیام به همراه تصویر را ترجیح دادند. تقریباً ٤٩/٤ درصد از مردم و ٤٥ درصد از متخصصان، تصویر در دو طرف را مناسب دانستند. علاوه بر این، ٥٤/٧ درصد از مردم و ٥٤/٨ درصد از متخصصان، پیام همراه تصویر چشمک-زن را ترجیح دادند [Feng Sheikh Aboumasoudi & Aboutalebi Esfahani, 1396 (in Persian)].

۲-٤ طراحی و درک پیام‌ها در تابلوهای متغیر خبری

در نتایج پژوهش‌های مرتبط با طراحی و درک پیام‌های تابلوهای متغیر خبری اختلاف‌ها و شباهت‌هایی وجود دارد. وان و همکاران بیان می‌کنند که عوامل بسیاری می‌توانند در طراحی و نمایش تابلوهای پیام‌متغیر تأثیرگذار باشند. اندازه تابلو و قلم، ارتفاع و زاویه دید تابلو، رنگ متن و رنگ پس‌زمینه آن و بحث نمایش که شامل کلمات، ترتیب آن‌ها و قالب تابلو است از مهم‌ترین این عوامل هستند [Wang, Hunter & Cao, 2003]. الکیم به همراه دو همکارش در سال ۲۰۰۰ دریافتند که بیشتر افراد پیام‌های تابلوهای پیام متغیر همراه با گرافیک را به پیام‌های فقط متن و همچنین قرارگرفتن تصویر گرافیکی در سمت چپ و اولویت پیام با تصویر گرافیک چشمک‌زن نسبت به تصویر گرافیکی ثابت را ترجیح می‌دهند. اضافه‌کردن گرافیک هم به رانندگان انگلیسی‌زبان و هم غیر انگلیسی‌زبان (NNESDs)[۷] نسبت به درک و پاسخ آن‌ها به پیام، کمک می‌کند [Alkim, Mede & Janssen, 2000]. در پژوهشی دیگر نیز بیان شد نمایش پیکتوگرام نتایج بهتری نسبت به نمایش پیام‌های عادی تابلوهای پیام‌متغیر داشته که مشابه نتایج تحقیق قبلی است [Tay & Choi, 2009]. ریچردز و همکاران با طراحی ۲۰ پیام مختلف در نقاط پرتردد انگلیس دریافتند که فهم نوشته‌های سه خطه، سخت‌تر از نوشته‌های دوخطه است. بیشتر افراد (حدود ۷۵ درصد) علامت‌های غیر چشمک‌زن را به نوع چشمک‌زن با همان طراحی ترجیح می‌دهند و کدگذاری رنگ برای تفسیر علامت‌ها مشکل‌ساز بوده است [Richards et al., 2005]. در دستورالعمل FIVE[۸] در قسمت تابلوهای متغیر خبری نیز توصیه شده است از آنجا که افزایش مسافرت‌های بین‌المللی مورد انتظار است، استفاده از پیکتوگرام‌های پیام نوین به‌منظور جلوگیری از مشکلات زبانی توصیه می‌شود. این مسئله به‌ویژه در مورد پیام‌های نظم‌دهنده و هشداردهنده خطرات نیز حائز اهمیت است [pourrajab & pakshir, 1396 (in Persian)].

در ایران خادمی و همکاران تفاوت تأثیر هر یک از روش‌های اطلاع‌رسانی و ترتیب آن‌ها را بر قدرت اکتساب و تداعی مسافران مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که قدرت تداعی مسافرانی که با سیستم‌های اطلاع‌رسانی تصویری، صوتی و

نوشتاری هدایت می‌شوند، تفاوت معناداری با یکدیگر دارند. همچنین مقدار حجم و گستردگی اطلاعات بر کیفیت تداعی زمان سفر در شبکه راه تأثیرگذار است. پژوهش آن‌ها نشان داد که پیش آمادگی ذهنی به کمک اطلاعات تصویری می‌تواند به قدرت اکتساب و تداعی اطلاعات صوتی کمک کند [Khademi, Bababeik & Sa'edi Garmi, 1397 (in Persian)].

رونچی و همکاران در سال ۲۰۱٦ با مقایسه پیام تابلوهای پیام‌متغیر منتخب به‌منظور تخلیه اضطراری تونل‌ها و از طریق پرسش‌نامه نشان دادند که ویژگی‌های سامانه‌های تابلوهای پیام متغیر، مانند اندازه پیام‌ها، استفاده از چراغ‌های چشمک‌زن، رنگ تابلو و کدگذاری پیام (متن، پیکتوگرام یا ترکیبی از آن‌ها) مهم هستند. بهترین عملکرد تابلو پیام متغیر برای تخلیه اضطراری یک تونل در شرایط حروف بزرگ، چراغ‌های چشمک‌زن و ترکیبی از نوشته و تصویر با رنگ سبز و کهربایی حاصل‌شده است [Ronchi et al., 2016].

روکا و همکاران در سال ۲۰۱۸ با کمک شبیه‌ساز رانندگی به این سؤال که «آیا پیام‌های تک‌کلمه‌ای می‌تواند از پیکتوگرام‌ها بهتر عمل کند؟» پاسخ دادند. نتایج نشان داد که پیام‌های تک‌کلمه‌ای عملکرد بهتری (فاصله خوانایی بیشتر) و مشاهده تصویری کمتری (تعداد نگاه مختصر کمتر و زمان نگاه مختصر کمتر) نسبت به پیکتوگرام‌ها دارند. البته نتایج به‌دست‌آمده بستگی به عواملی چون آشنایی راننده با زبان و پیکتوگرام استفاده‌شده، استفاده از کلمه یک‌بخشی یا چندبخشی، طراحی ویژه و اندازه جزئیات بحرانی در حروف و پیکتوگرام‌ها، عوامل محیطی و سن راننده دارد؛ بنابراین، با تغییر کلمات و پیکتوگرام‌ها امکان دارد نتایج انحرافی حتی برای رانندگان اسپانیایی‌زبان به دست آید [Roca, Insa & Tejero, 2018]. باید توجه داشت که در تحقیق روکا و همکاران عملکرد تابلوها با هم مقایسه گردید، اما در پژوهش حاضر یافتن مناسب‌ترین طراحی برای پیروی بیشتر از تابلوهای پیام‌متغیر هدف پژوهش بوده است. همچنین در تحقیق آن‌ها فقط ٦ کلمه و ٦ پیکتوگرام مورد مقایسه قرار گرفتند که در پژوهش ما این عدد به ۱۲۰ تابلو می‌رسد. اضافه نشدن ترکیب متن و پیکتوگرام از ضعف‌های دیگر کار آن‌هاست که در این پژوهش این خلأ برطرف گردیده است.

چائو و همکاران در سال ۲۰۱۹ اولویت و انتخاب‌های رانندگان برای محتوا و قالب تابلوهای پیام متغیر خبری در چین را به‌منظور به‌دست‌آوردن تمام مزایای این تابلوها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. در چین فقط ۲۳ درصد از راننده‌ها به‌وسیله تابلو پیام‌متغیر متقاعد شده‌اند که مسیر انحرافی را دنبال کنند. یک پرسش‌نامه رجحان آشکار شده[۹] و یک پرسش‌نامه رجحان بیان شده[۱۰] شامل ۱۱٥٤ نمونه از رانندگان شخصی و تاکسی، به‌وسیله مدل انتخاب گسسته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اطلاعات نمایش داده شده با رنگ کهربایی روی سیاه برای قالب متن، سفید روی آبی برای قالب شکل یا اطلاعات مسیر انحرافی پیشنهادی که در یک خط نمایش داده می‌شوند برای رانندگان در هنگام مه‌گرفتگی ایده‌آل هستند. بیشتر رانندگان ترجیح می‌دهند که اطلاعات مسیر انحرافی پیشنهادی به‌صورت قالب دولایه فقط شکل و قالب فقط متن تک خطه باشد [Zhao et al., 2019]. باید خاطرنشان کرد آن‌ها از عنوان تابلو پیام‌متغیر به‌جای پانل‌های اطلاعات گرافیکی مسیر (GRIP)[۱۱] استفاده کرده‌اند، در صورتی که این دو دارای تفاوت‌هایی هستند.

۲-۵ سایر مشخصات و مطالعات تابلوهای پیام متغیر

علاوه بر موارد اشاره شده در بخش‌های قبلی، مطالعاتی در زمینه اثر ارائه اطلاعات سفر [Iraganaboina et al., 2021]، پذیرش تابلوهای پیام متغیر [Diop, Zhao & Tran, 2020]، ارائه اطلاعات زمان سفر پویا [Ziółkowski, Dziejma, 2021]، خوانایی و قابل‌درک بودن [Kersavage, Guler & Pietrucha, 2020]، پردازش اطلاعات تابلوهای پیام متغیر [Tejero, Roca, 2021]، حجم مناسب اطلاعات نمایش داده شده [Xu et al., 2020]، رفتار تخلیه اضطراری پویا [Zeng et al., 2020] و مکان بهینه نصب تابلو پیام متغیر [Zhang,

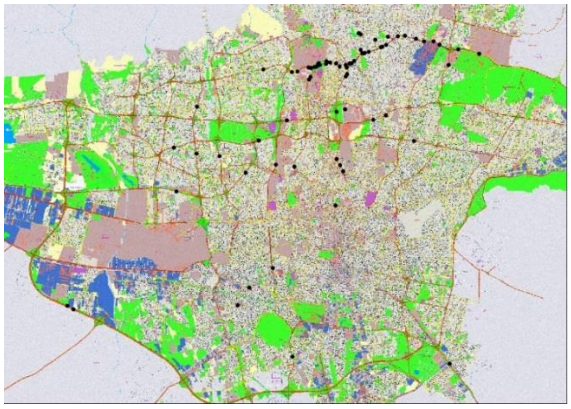
Ma & Han, 2019] نیز انجام شده است. همچنین، تحقیقات فراوانی چه در داخل و چه در خارج از کشور در موضوع مکان‌یابی بهینه نصب تابلوهای پیام متغیر انجام شده است ولی به دلیل عدم ارتباط با موضوع این پژوهش و خارج بودن از حوصله تحقیق حاضر، از پرداختن دقیق به آن‌ها صرف‌نظر شده است.

۳. روش‌شناسی

۳-۱ معرفی شبکه موردمطالعه

شهر تهران بیش از ٦۰۰ کیلومترمربع مساحت دارد. از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه، ۱۲۳ ناحیه و ۳۵۳ محله تقسیم می‌شود. این شهر دارای ۲۸۰ کیلومتر شبکه بزرگراهی و ۱۸۰ کیلومتر تقاطع غیرهمسطح شامل راست‌گردها و لوپ‌ها است. شهر تهران پرجمعیت‌ترین شهر، پایتخت ایران و مرکز استان تهران است. طبق آخرین سرشماری نفوس و مسکنِ سال ۱۳۹۵ مرکز آمار ایران، جمعیت حدود ۸/۷ میلیون نفر را در خود جای‌داده است [Tehran Municipality, Tehran (Iran)—Statistics, 1398].

در حال حاضر ۷۳ تابلو پیام متغیر در شهر تهران نصب شده است که در شکل ۱ موقعیت این تابلوها در نقشه آورده شده است [Tehran Traffic Control Co.].



شکل ۱. موقعیت تابلوهای پیام متغیر در شهر تهران

با توجه به موقعیت، پراکندگی و تعداد تابلوهای پیام متغیر در شهر تهران، متوجه خواهیم شد توسعه و افزایش کارایی آن‌ها در شهر تهران امری لازم و ضروری است.

۳-۲ نحوه جمع‌آوری داده‌ها

در این مطالعه برای به‌دست‌آوردن تعداد نمونه جامعه آماری، به دلیل عدم اطلاعات دقیق از تعداد رانندگان وسایل نقلیه شهر تهران از فرمول کوکران و جدول مورگان استفاده شد که حداقل تعداد نمونه موردنیاز این تحقیق ۳۸٤ نفر به دست آمد [Cochran, 1977]. برای کاهش تعداد خطای احتمالی، پرسش‌گری از حدود ٤۱۵ نفر در نظر گرفته شد.

با توجه به اینکه افراد نمونه جزء رانندگان وسایل نقلیه در شهر تهران هستند، ترکیبی از نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک و خوشه‌ای استفاده شده است. به این صورت که ابتدا شهر تهران به پنج خوشه تقسیم‌بندی شد و در محیط‌های مشخص شده هر خوشه به‌صورت تصادفی (با افزودن ضرایب صحیح نقطه شروع) نمونه‌گیری انجام گردید. لازم به ذکر است پرسش‌نامه‌ها هم به‌صورت کاغذی و هم آنلاین تهیه شده بودند. پرسش‌گری از رانندگان شهر تهران در شهریورماه و مهرماه سال ۱۳۹۸ انجام گردید و در پایان آبان‌ماه، فایل مجموعهٔ داده‌ها برای مدل‌سازی آماده شد. تعداد ۳۸۰ پرسش‌نامه به‌صورت کاغذی و تعداد ۳۵ پرسش‌نامه به‌صورت اینترنتی در پنج پرسش‌نامه مجزا تکمیل و جمع‌آوری شد. ٤ پرسش‌نامه کاغذی به دلیل نداشتن گواهینامه رانندگی و ۲ پرسش‌نامه کاغذی به دلیل نقص اطلاعات مندرج در آن از تحلیل حذف شدند و مدل‌سازی بر روی پاسخ‌های حاصله از ٤۰۹ پرسش‌نامه قابل‌قبول صورت گرفت.

۳-۳ طراحی پرسش‌نامه و داده‌های جمع‌آوری شده

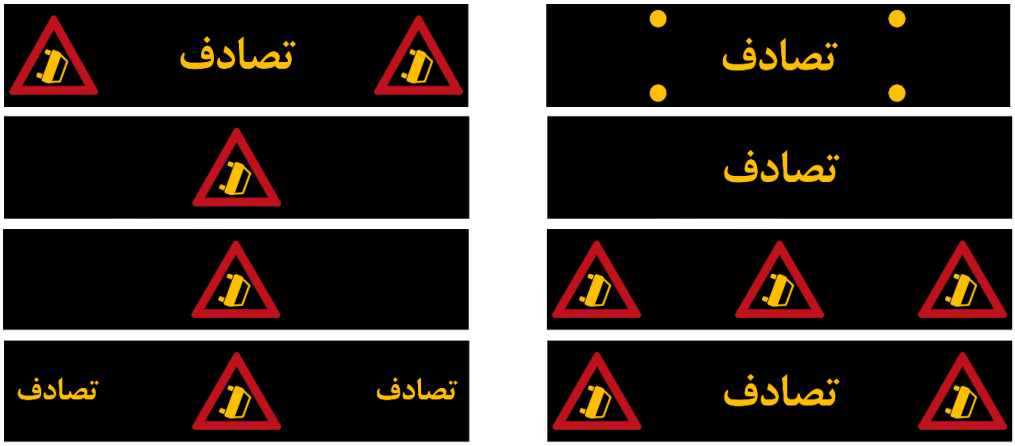
تمایل افراد به پیروی از تابلو و تغییر مسیر تحت تأثیر عوامل مختلف ذهنی و عینی است. در قسمت پیشینه تحقیق شناسایی کاملی از عوامل تأثیرگذار به دست آمده از تحقیقات دیگر انجام گردید. در این تحقیق به دو مورد از عوامل مؤثر یعنی نوع قالب و محتوای پیامِ نمایش داده شده پرداخته می‌شود که رفتار تغییر مسیر رانندگان نیز به طور گسترده به آن وابسته است [Boyle & Mannering, 2000].

برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه رجحان بیان‌شده استفاده شد. پس از طراحی اولیه پرسش‌نامه و دریافت نظرات، با توجه به حجم سؤالات و موضوعات مختلف موجود در این زمینه، برای آزمودن تناسب ابزار با اهداف مورد بررسی اجرای یک طرح آزمایشی[۱۲] با کمک نرم‌افزار JMP در دستور کار قرار گرفت. این نرم‌افزار آماری دارای محیطی گرافیکی است و می‌تواند به محققان در اکتشاف روابط حاصل از داده‌های جمع‌آوری شده کمک کند. در این طرح، ابزار پژوهش میان نمونه کوچکی از افراد که در این تحقیق ۱۰ درصد از نمونه اصلی یعنی ۵۰ نفر شامل اساتید دانشگاه، کارشناسان سازمان ترافیک، دانشجویان رشته راه‌وترابری و رانندگان می‌شد، توزیع شد و بازخوردهای این پیمایش دریافت گردید. پس از اجرای طرح آزمایش نقاط ضعف و سؤالات کم‌اهمیت و بی‌ربط با اهداف پژوهش مشخص و نسخه نهایی پرسش‌نامه آماده شد.

برای یافتن بهترین پیام تابلو تغییر مسیر از سوالات دو گزینه‌ای که مقایسه‌ای بین دو تابلو به صورت تصویری در آن‌ها انجام شود استفاده گردید. به دلیل سناریوهای زیادی که برای طراحی بهترین پیام تابلو با ویژگی‌های مفروض وجود داشت از نرم‌افزار JMP برای طراحی و کاهش تعداد مقایسه کمک گرفته شد. در ابتدا مواردی که نیاز بود در تابلوها نمایش داده شود شامل ۸ محتوای متنی (وقوع تصادف، وقوع تصادف در ادامه مسیر، مسیر پیشنهادی، تأخیر پیش‌بینی شده، وقوع تصادف در ادامه مسیر و تأخیر، وقوع تصادف در ادامه مسیر و مسیر پیشنهادی، تأخیر و مسیر پیشنهادی در نهایت وقوع تصادف در ادامه مسیر به همراه تأخیر و مسیر پیشنهادی)، ۳ حالت خطی (تک خطه، دو خطه و سه خطه)، ٤ حالت ترکیب پیکتوگرام و متن (فقط متن، پیکتوگرام سمت راست، سمت چپ و هر دو طرف) و ۲ حالت ٤ چراغ چشمک‌زن (داشتن یا نداشتن) به عنوان فاکتور و سطح‌بندی‌های آن‌ها، در نرم‌افزار اعمال شد. در ادامه از نرم‌افزار خواسته شد با توجه به فاکتورهای اعمال شده، مقایسه‌ای دو گزینه‌ای (بین دو تابلو) در پنج پرسشنامه که هر پرسش‌نامه شامل ۱۰ سوال باشد (۵۰ سناریو) طراحی کند. در پیوست الف نحوه وارد کردن داده‌ها و خروجی بدست آمده از نرم‌افزار JMP آورده شده است. با توجه به حذف سناریوهای غیرکاربردی استخراج شده از نرم‌افزار JMP و اضافه‌شدن سناریوهای خاص که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود، در مجموع ٦۰ سناریو نهایی گردید و ۱۲۰ تابلو با اعمال ابعاد واقعی تابلوهای پیام‌متغیر موجود در شهر تهران و مشخصات مفروض به کمک نرم‌افزار فتوشاپ طراحی و تصویرسازی شد. لذا تابلوها در ۱۲ سؤال دو گزینه‌ای و پنج پرسش‌نامه مجزا توزیع و مورد مقایسه قرار گرفتند که هر پاسخ‌دهنده به ۱۲ سؤال «کدام تابلو برای پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر مناسب است؟» پاسخ داد. شایان توجه است تصاویر تابلوها در هر یک از پنج پرسش‌نامه مجزا و متفاوت طراحی شده‌اند.

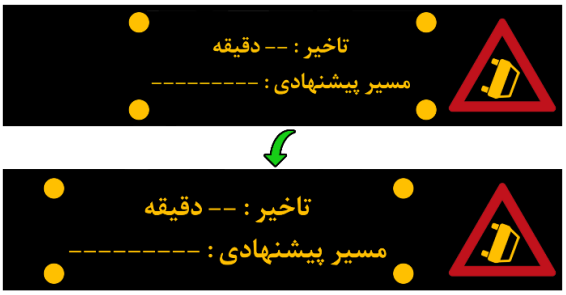
همچنین حالت‌های خاص که ترکیب آن‌ها با حالت‌های موجود با مشکل مواجه می‌شد به‌صورت دستی به سناریوها اضافه گردید. این موارد شامل ۱- حالت پیام تک کلمه‌ای فقط تصادف و حالت‌های ترکیب آن با ٤ چراغ چشمک‌زن و تصویر؛ ۲- حالت متن در دو طرف تابلو و تصویر در وسط؛ ۳- حالت تنها تصویر در وسط؛ ٤- حالت تصویر در سمت راست، وسط و چپ است. نمونه‌هایی از این طراحی‌ها در شکل ۲ آورده شده است که رانندگان باید با توجه به سؤال بیان شده، یکی از تابلوهای چپ یا راست را در هر ردیف انتخاب نمایند.

تفاوت بین پیام «تصادف» و «وقوع تصادف» در نداشتن فعل وقوع است که برای مقایسه این پژوهش با نتایج مقاله روکا و همکاران در سال ۲۰۱۸ برای پاسخ به سؤال «پیام‌های تک‌کلمه‌ای می‌تواند از پیکتوگرام‌ها بهتر عمل کند؟» اضافه شده است [Roca, Insa & Tejero, 2018]. بایستی توجه داشت عبارت «تصادف» پیامی تک‌کلمه‌ای است و هنگام طراحی این پیام از قلم شماره ٤۰ (به‌جای قلم شماره ۲۸ که برای پیام وقوع تصادف به‌کاررفته است) استفاده شده است.



شکل ۲. نمونه‌ای از حالت‌های خاص طراحی تابلوها (انتخاب بین یکی از تابلوها در هر ردیف)

در نوشتن متن تابلو با توجه به ابعاد متنی که هر سناریو اشغال می‌کند، ٤ محدوده برای شماره قلم تعیین شد که قلم شماره ۱۸ تا ۱۹ قلم کوچک، قلم شماره ۲۰ تا ۲۲ قلم متوسط، قلم شماره ۲۸ قلم بزرگ و قلم شماره ٤۰ به‌عنوان قلم خیلی بزرگ در فتوشاپ تعیین گردید. در نتیجه متغیر مستقلی با مشخصات اندازه قلم نیز به مدل اضافه شد. برای کاهش سناریوهای طراحی تابلو، از واردکردن ترکیب‌های رنگی در طراحی متن تابلو صرف‌نظر شده و فقط از رنگ کهربایی برای طراحی استفاده شده است. بر اساس نتایج پژوهش‌های پیشین، رنگ کهربایی رنگی مطلوب برای نمایش پیام تابلوهای پیام متغیر بوده است. متغیر بهینه شدن تابلو نشان‌دهنده تغییراتی است که با هدف زیباسازی و بهینه‌سازی در طراحی ساختار تابلوهای استخراج شده از نرم‌افزار JMP به‌صورت دستی به آن‌ها اضافه شده است. به عنوان مثال، به‌صورت پیش‌فرض متن در وسط تابلو قرار می‌گیرد و سمت چپ و راست تابلو محل قرارگیری تصاویر است. در صورتی که متن طولانی باشد و سمت راست یا چپ تابلو تصویری وجود نداشته باشد و یا حالت فقط متن در نظر گرفته شده باشد، می‌توان فضای خالی تصویر را به فضای قرارگیری متن افزود که در شکل ۳ نمونه‌ای از بهینه‌سازی نشان‌داده‌شده است. حالت دیگر بهینه‌سازی، تغییر طراحی پیام‌های کوتاه چند خطه است که می‌توان برای زیباسازی، این پیام‌های کوتاه را در یک خط به هم متصل کرد و با قلم بزرگ‌تری نمایش داد. البته قبل از بهینه‌سازی کنترل شده است که طراحی جدید تکراری نباشد. برای مشخص‌کردن اینکه آیا بهینه‌سازی عامل مؤثری در انتخاب تابلو است یا خیر، متغیری با این عنوان به متغیرهای مستقل مدل اضافه شد. هر تابلویی که بهینه‌سازی در آن صورت‌گرفته با ۱ و در غیر این صورت با ۰ کدگذاری می‌شود.



شکل ۳. نمونه‌ای از بهینه‌سازی در طراحی تابلوهای تغییر مسیر

در پرسش‌نامه و قبل از طرح سؤالات انتخاب بین تابلوها، برای درک بهتر رانندگان و رفع ابهامات آن‌ها شکل ٤ به همراه توضیح زیر آورده شده است: تصویرِ فرضی مرتبط با سؤالات تغییر مسیر: (در گزینه‌های سؤالات به‌جای ذکر کردن محل دقیق تصادف، از جمله «در ادامه مسیر»، و همچنین به‌جای اشاره به مکان دقیق مسیر پیشنهادی از جمله «مسیر پیشنهادی: ------» و به‌جای نمایش مدت‌زمان تأخیر پیش‌بینی‌شده در مسیر اصلی، از جمله «تأخیر: -- دقیقه» استفاده شده است).

شکل ٤. تصویری برای آشنایی بیشتر رانندگان با سؤالات تغییر مسیر در پرسش‌نامه

جدول ۱. آمار توصیفی پاسخ‌دهندگان

	تعداد	درصد (٪)		تعداد	درصد (٪)
جنسیت			**شغل**		
مرد	۲۸۸	۷۰/٤	کارمند ادارات دولتی	۱۰۵	۲۵/۷
زن	۱۲۱	۲۹/٦	کارمند ادارات خصوصی	٤٦	۱۱/۲
سن			نیروهای مسلح	٤	۱/۰
کمتر از ۲۰ سال	۹	۲/۲	معلم یا استاد دانشگاه	۱٤	۳/٤
۲۰ تا ۳۰ سال	۱۵۱	۳٦/۹	کارمند شرکت کنترل ترافیک	٦۳	۱۵/٤
۳۰ تا ٤۰ سال	۱۲٤	۳۰/۳	راننده	۱۱	۲/۷
٤۰ تا ۵۰ سال	۷۳	۱۷/۸	محصل یا دانشجو	۱۰۷	۲٦/۲
۵۰ تا ٦۵ سال	٤۹	۱۲/۱	بازنشسته	۷	۱/۷
٦۵ سال و بیشتر	۳	۰/۷	خانه‌دار	۲	۰/۵
وضعیت تأهل			آزاد	٤۲	۱۰/۳
مجرد	۲۱۳	۵۲/۱	بیکار	۸	۲/۰
متأهل	۱۹٦	٤۷/۹	**تجربه رانندگی**		
تحصیلات			کمتر از ٤ سال	۱۰۸	۲٦/٤
دیپلم و زیر دیپلم	٤٤	۱۰/۸	٤ تا ۱۰ سال	۱۲۳	۳۰/۱
لیسانس	۱٦٤	٤۰/۱	۱۰ سال و بیشتر	۱۷۸	٤۳/۵
فوق‌لیسانس	۱۸۲	٤٤/۵			
دکترا و بالاتر	۱۹	٤/٦			

خلاصه‌ای از آمار توصیفی پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه‌ها در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که در این جدول نشان‌داده‌شده است، درصد زیادی از رانندگان (٦۷/۲ درصد) سنی بین ۲۰ تا ٤۰ سال دارند. ۷۰/٤ درصد پاسخ‌دهندگان مرد هستند و دانشجویان با ۲٦/۲ درصد و کارمندان ادارات دولتی با ۲۵/۷ درصد در مجموع بیش از نیمی از اندازه نمونه این پژوهش را تشکیل داده‌اند که این مشخصات نزدیک به آمار تحقیق مشابهی در ایران است [Saeedmanesh et al., 1391 (in

(Persian)]. آمار مجردها کمی بیشتر از متأهل‌ها است که نزدیک به آمار کتن و همکاران (۵۰/۵ درصد متأهل) است [Kattan et al., 2011]. از نظر سطح تحصیلات، بیشتر پاسخ‌دهندگان (٤٤/۵ درصد) دارای مدرک فوق‌لیسانس بوده‌اند و بعد از آن، مدرک لیسانس بیشترین پاسخ (٤۰/۱ درصد) را دارد. این آمار بیان دارد که بیشترین مخاطبان جامعه آماری، افرادی با تحصیلات دانشگاهی در شهر تهران هستند. همچنین ٤۳/۵ درصد از رانندگان تجربه رانندگی ۱۰ سال و بیشتر، ۳۰/۱ درصد تجربه رانندگی ٤ تا ۱۰ سال و ۲٦/٤ درصد نیز تجربه رانندگی کمتر از ٤ سال را دارند که نزدیک به آمار کتن و همکاران است [Kattan et al., 2011].

در جدول ۲ به‌صورت کلی و خلاصه، آمار توصیفی حاصل از پاسخ به سؤالات انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر به تغییر مسیر نمایش داده شده است که بیانگر نحوه توزیع یکنواخت ۵ پرسش‌نامه پژوهش حاضر است. در پیوست ب نیز تمامی سؤالات تصویری مذکور به همراه سؤالات ثابت ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی و ترافیکی آورده شده است.

جدول ۲. آمار توصیفی پاسخ رانندگان به سؤالات انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر به تغییر مسیر

	درصد پاسخ (تعداد)									
شماره پرسش	پرسش‌نامه ۱ (۸۰ نفر)		پرسش‌نامه ۲ (۸۰ نفر)		پرسش‌نامه ۳ (۸۳ نفر)		پرسش‌نامه ٤ (۸٤ نفر)		پرسش‌نامه ۵ (۸۲ نفر)	
	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۱	گزینه ۲
۱	۲۳/۷۵	۷٦/۲۵	۸٦/۲۵	۱۳/۷۵	۵۷/۸۳	٤۲/۱۷	۱۷/۸٦	۸۲/۱٤	٤٦/۳٤	۵۳/٦٦
۲	۸۳/۷۵	۱٦/۲۵	٦۰/۰۰	٤۰/۰۰	۱۹/۲۸	۸۰/۷۲	۸۵/۷۱	۱٤/۲۹	۱۵/۸۵	۸٤/۱۵
۳	۳۲/۵۰	٦۷/۵۰	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰	٤۵/۷۸	۵٤/۲۲	٦۵/٤۸	۳٤/۵۲	٤۷/۵٦	۵۲/٤٤
٤	۷۰/۰۰	۳۰/۰۰	٦۲/۵۰	۳۷/۵۰	۲٤/۱۰	۷۵/۹۰	۳۵/۷۱	٦٤/۲۹	۱۳/٤۱	۸٦/۵۹
۵	٦۳/۷۵	۳٦/۲۵	۸۳/۷۵	۱٦/۲۵	۸۱/۹۳	۱۸/۰۷	۲۸/۵۷	۷۱/٤۳	۸۱/۷۱	۱۸/۲۹
٦	۵۸/۷۵	٤۱/۲۵	٤۳/۷۵	۵٦/۲۵	۲۷/۷۱	۷۲/۲۹	۳٦/۹۰	٦۳/۱۰	۵۹/۷٦	٤۰/۲٤
۷	٦۲/۵۰	۳۷/۵۰	۱۸/۷۵	۸۱/۲۵	٦۰/۲٤	۳۹/۷٦	۸۲/۱٤	۱۷/۸٦	۷۰/۷۳	۲۹/۲۷
۸	۷۳/۷۵	۲٦/۲۵	٤۳/۷۵	۵٦/۲۵	۲٦/۵۱	۷۳/٤۹	۷۳/۸۱	۲٦/۱۹	۸۲/۹۳	۱۷/۰۷
۹	۷۳/۷۵	۲٦/۲۵	۸۱/۲۵	۱۸/۷۵	۳٦/۱٤	٦۳/۸٦	۸۰/۹۵	۱۹/۰۵	۳۷/۸۰	٦۲/۲۰
۱۰	۲۳/۷۵	۷٦/۲۵	۸۳/۷۵	۱٦/۲۵	۷٤/۷۰	۲۵/۳۰	۷۸/۵۷	۲۱/٤۳	۱۸/۲۹	۸۱/۷۱
۱۱	٤٦/۲۵	۵۳/۷۵	٤٦/۲۵	۵۳/۷۵	٦۸/٦۷	۳۱/۳۳	٤۰/٤۸	۵۹/۵۲	۸۰/٤۹	۱۹/۵۱
۱۲	۵۵/۰۰	٤۵/۰۰	۷۱/۲۵	۲۸/۷۵	۲۰/٤۸	۷۹/۵۲	۵۸/۳۳	٤۱/٦۷	۸۰/٤۹	۱۹/۵۱

۳-٤ مدل‌سازی

در این پژوهش برای ساخت مدلِ انتخاب تابلو تغییر مسیر جهت بیشترین پیروی و سنجش عوامل مؤثر بر این انتخاب از مدل لوجیت دوگانه[۱۳] استفاده می‌شود. این مدل زیرمجموعه‌ای از مدل‌های انتخاب گسسته[۱٤] است که به طور گسترده در مدل‌سازی رشته‌های حمل‌ونقل و راه‌وترابری استفاده می‌شود [Ye, 2011]. مدل‌های انتخاب گسسته با توجه به فرضیاتی که در آن‌ها بکار رفته است به‌عنوان مدل‌های رفتاری شناخته می‌شوند. مدل‌های انتخاب رفتاری مانند مدل لوجیت مدل‌هایی هستند که به پیش‌بینی احتمال انتخاب افراد نسبت به تغییرات

محیطی می‌پردازند. دلیل استفاده پژوهش حاضر از مدل مذکور این است که تابلوهای متغیر خبری حاوی پیام‌هایی تأثیرگذار بر انتخاب مسیر افراد می‌باشند [Kiani & Izadi, 1396 (in Persian)]. به دلیل فراوانی متغیرهای مؤثر در انتخاب تابلو، با وجود پرسش‌های متعدد در پرسش‌نامه تحقیق، از ورود متغیرهای اقتصادی – اجتماعی، ترافیکی و روان‌شناختی به‌عنوان متغیر مستقل در طراحی این مدل صرف‌نظر شده و فقط مشخصات تابلوها به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده است. با اعمال این تصمیم، می‌توان مشخصات مناسب‌ترین تابلو تغییر مسیر را فارغ از سایر عوامل ذهنی و فردی به دست آورد.

در مدل لوجیت دوگانه، منظور از دو سویی بودن، رخداد یک واقعه تصادفی در دو موقعیت ممکنه است. به‌عبارت‌دیگر، این تحلیل برای متغیرهای وابسته‌ای کاربرد دارد که فقط دارای دو موقعیت هستند و مجموع احتمال هر یک آن‌ها در نهایت یک خواهد شد. لزوم تبعیت داده‌های متغیرهای مستقل از توزیع نرمال ضروری نیست. اما چنانچه این متغیرها دارای توزیع نرمال چندمتغیره باشند، در آن صورت برازش مدل بهتر خواهد بود [Moore, 2009]. با توجه به اینکه متغیر مستقل ما دو حالت ۰ و ۱ دارد (تغییر مسیر دادن یا ندادن)، می‌توان احتمال انتخاب تغییر مسیر دادن برای بهترین طراحی تابلو را به‌صورت رابطه زیرنوشت:

$$V_i = \alpha_i + \beta_{1i}X_{1i} + \beta_{2i}X_{2i} + \cdots + \beta_{ni}X_{ni} \quad (۱)$$

$$P = \frac{e^{V_i}}{1 + e^{V_i}} \quad (۲)$$

در این رابطه برای جای‌گذاری متغیرهای هر پیام، به‌جای α_i ضریب تخمین عدد ثابت گذاشته می‌شود و به جای β برای هر متغیر مستقل، ضریب تخمین آن قرار داده می‌شود. در آخر V_i را در معادله ۲ جای‌گذاری می‌کنیم و احتمال تغییر مسیر دادن بدست می‌آید. در این حالت V_i تابع مطلوبیت گزینه i است. می‌توان اینگونه بیان نمود در صورتی که P بیشتر از ۰/۵ باشد، راننده با توجه به پیام تابلو به مسیر پیشنهادی تغییر مسیر می‌دهد و در صورتی که P کمتر از ۰/۵ باشد، راننده به مسیر پیشنهادی تغییر مسیر نمی‌دهد. جهت آشنایی بیشتر با مدل‌های انتخاب گسسته و انوع مدل‌های لوجیت پیشنهاد می‌شود به مقالات بن‌اکیوا و لرمن ۲۰۱۸، ارتوزار و ویلومسن ۲۰۱۱، ترین ۲۰۰۹ و واکر ۲۰۰۱ رجوع شود [Ben-Akiva & Lerman, 2018; de Dios Ortuzar & Willumsen 2011; Train, 2009; Walker, 2001].

گفتنی است در رگرسیون لوجیت این امکان وجود دارد که متغیرهای طبقه‌بندی‌شده (اسمی و ترتیبی) را به‌صورت تصنعی به متغیرهای فاصله‌ای تبدیل کرد. برای تصنعی کردن متغیرهای اسمی و ترتیبی، باید هر یک از طبقات (گزینه‌های) آن متغیر به‌عنوان یک متغیر جداگانه با دوطبقه تعریف شده و به طبقه اول کد (۰) و به طبقه دوم کد (۱) تعلق گیرد. در رگرسیون لوجیت، همانند رگرسیون خطی، متغیر تصنعی برای طبقه آخر (یعنی بزرگ‌ترین کد) تعریف نمی‌شود و تعداد آن همواره باید یکی کمتر از تعداد طبقات متغیر اصلی (K-1) باشد. این اصل برای اجتناب از مسئله تکنیکی هم‌خطی چندگانه[۱۵] در رگرسیون لوجیت است. طبقه‌ای که به متغیر تصنعی تبدیل نمی‌شود، طبقه مرجع که مبنای مقایسه و تقابل با سایر طبقات است، قرار می‌گیرد [Agresti & Kateri, 2011]. پس از آماده‌شدن فایل داده در نرم‌افزار اکسل، با واردکردن آن در نرم‌افزار NLogit نسخه شماره ٦، تخمین و پرداخت مدل صورت می‌گیرد. این نرم‌افزار قادر به برآورد طیف وسیعی از مدل‌های انتخاب گسسته است. برای تخمین ضرایب متغیرهای این تحقیق و باتوجه به ماهیت تحقیق حاضر، از مدل لوجیت دوگانه توسط این نرم‌افزار استفاده شده است.

٤. نتایج و بحث

در جدول ۳ نتایج تخمین مدل انتخاب تابلو تغییر مسیر توسط مدل لوجیت دوگانه نشان‌داده‌شده است. طبق نتایج به دست آمده رانندگان پیام متنی به همراه تصویر (پیکتوگرام) را بیشتر از پیام فقط متن پسندیده‌اند که مطابق با نتایج ین و وو، ار–هوی و همکاران، شیخ ابومسعودی و ابوطالبی اصفهانی و الکیم و

همکارانش بوده است [Yan & Wu, 2014; Er-hui et al., 2013; Sheikh Aboumasoudi & Aboutalebi Esfahani, 1396 (in Persian) & Alkim, Mede & Janssen, 2000].

جدول ۳. نتایج تخمین مدل انتخاب تابلو تغییر مسیر

پارامتر	تخمین	انحراف استاندارد	آماره z	مقدار p
عدد ثابت	-۱/٤٦۳۷٥***	۰/۰۹۰٤۲	-۱٦/۱۹	۰/۰۰۰۰
پیام وقوع تصادف	+۰/۲۷۷٦۲***	۰/۰۸۰۱۲	+۳/٤۷	۰/۰۰۰٥
پیام وقوع تصادف در ادامه مسیر	+۰/۷۳٥٥٦***	۰/۰٦۳٤۲	+۱۱/٦۰	۰/۰۰۰۰
پیام تصادف (تک کلمه‌ای)	+۱/٤۳۱۱۸***	۰/۰۹٦۸۷	+۱٤/۷۷	۰/۰۰۰۰
پیام تأخیر: -- دقیقه	+۰/٥٦٤۰۳***	۰/۰٦٤۸٤	+۸/۷۰	۰/۰۰۰۰
پیام مسیر پیشنهادی: --------	+۰/۹۰۱٦۳***	۰/۰٦۱۳۰	+۱٤/۷۱	۰/۰۰۰۰
تعداد خطوط استفاده شده در تابلو	-۰/۰۹۲۷٦**	۰/۰٤۳۲٥	-۲/۱٤	۰/۰۳۲۰
تصویر در سمت چپ تابلو	+۰/٥۹٦۲۲***	۰/۰٦۸٦۹	+۸/٦۸	۰/۰۰۰۰
تصویر در سمت راست تابلو	+۰/۳۸۸۲۹***	۰/۰٦۲۳۰	+٦/۲۳	۰/۰۰۰۰
تصویر در دو سمت تابلو	+۰/٤٤۹۸۷***	۰/۰٦۳۸۱	+۷/۰٥	۰/۰۰۰۰
تصویر در وسط تابلو	-۰/۳۳۷۸۳**	۰/۱٤٥۸۰	-۲/۳۲	۰/۰۲۰٥
تصویر در دو سمت و وسط تابلو	+۱/٦٤۳۸۸***	۰/۱۷۹۷۹	+۹/۱٤	۰/۰۰۰۰
چهار چراغ چشمک‌زن	+۰/۲٤۳٤۹***	۰/۰٤۸۸۳	+٤/۹۹	۰/۰۰۰۰
بهینه شدن تابلو	+۰/٤٤۷٦۱***	۰/۰۸۲۲۳	+٥/٤٤	۰/۰۰۰۰
(*، **، ***، نشان می‌دهند که ضرایب از نظر آماری به ترتیب در سطوح اهمیت ۱۰٪، ٥٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.)				
مقدار لگاریتم درست‌نمایی (LogL)	-٦۳۲۷/٤٦۳۷۹	سطح معناداری		۰/۰۰۰۰۰
لگاریتم درست‌نمایی تعدیل شده	-٦۸۰۳/۹۳۲۷۲	شبه ضریب تعدیل		۰/۰۷۰۰۲۸٥
مقدار کای دو با ۱۳ درجه آزادی (۰/۰۰۰)	۹٥۲/۹۳۷۸۷	معیار اطلاعاتی آکاییکه (AIC)		۱۲٦۸۲/۹
تعداد نمونه و پارامترهای تخمینی (N (K))	۹۸۱٦ (۱٤)	تقسیم معیار اطلاعاتی آکاییکه بر تعداد نمونه		۱/۲۹۲

با توجه به ضرایب برآورد شده، مهم‌ترین عامل در پیروی از تابلوی تغییر مسیر وجود فقط ۳ تصویر در تابلو بدون هیچ پیام متنی (تخمین ۱/٦٤+) بوده است. بعد از آن، مهم‌ترین عامل استفاده از پیام تک کلمه‌ای تصادف با قلم بسیار بزرگ (تخمین ۱/٤۳+) است. رانندگان بین پیام‌های متنی، پیام تک‌کلمه‌ای تصادف (با قلم شماره ٤۰ و تخمین ۱/٤۳+) را به وقوع تصادف (با قلم شماره ۲۸ و تخمین ۰/۲۸+) و وقوع تصادف در ادامه مسیر (تخمین ۰/۷۳+) ترجیح داده‌اند. پژوهش روکا و همکاران که با دستگاه شبیه‌ساز در سال ۲۰۱۸ انجام شد، بر نتیجه این تحقیق که پیام تک‌کلمه‌ای با نسبت ابعادی بالا (تخمین ۱/٤۳+) بهتر از نمایش فقط یک پیکتوگرام عمل می‌کند صحه گذاشته است. اما آن‌ها نمایش سه پیکتوگرام در یک تابلو و ترکیبات پیام تک‌کلمه‌ای، پیکتوگرام و چهار چراغ چشمک‌زن را در پژوهش خود لحاظ نکرده بودند [Roca, Insa & Tejero, 2018]. در این پژوهش تأثیر این موارد اعمال شده است و مشخص شد که نمایش سه پیکتوگرام (تخمین ۱/٦٤+) تأثیر بیشتری نسبت به نمایش پیام تک‌کلمه‌ای با نسبت ابعادی بالا (تخمین ۱/٤۳+) و یا فقط یک پیکتوگرام در وسط (تخمین ۰/۳۳-) دارد. همچنین ضریب تخمینِ وقوع تصادف در ادامه مسیر (تخمین ۰/۷۳+) بیشتر از وقوع تصادف (تخمین ۰/۲۸+) است که نشان می‌دهد

مشخص‌کردن محل وقوع تصادف برای رانندگان حائز اهمیت است. اگر ارائه جزئیاتی بیشتر از اعلام وقوع حادثه مدنظر باشد، نمایش مسیر پیشنهادی (تخمین ۰/۹۰+) مهم‌تر از نمایش زمان تأخیر پیش‌بینی شده (تخمین ۰/۵۶+) به‌دست‌آمده است. با صرف نظر کردن از اینکه کرونبورگ پیام تک کلمه‌ای و پیکتوگرام تکی را در طراحی خود نگنجانده است، نتایج مذکور، همسو با نتایج پژوهش کرونبورگ است [Kronborg, 2001]. باید توجه داشت تعداد خطوط تابلو رابطه منفی معناداری با تمایل به انتخاب تابلو دارد (تخمین ۰/۰۹-) که مشابه نتایج ابومسعودی و اصفهانی و همین‌طور صفارزاده و پورتیموری است. رابطه مثبت نمایش پیام مدت‌زمان تأخیر پیش‌بینی شده و تمایل به تغییر مسیر (تخمین ۰/۵۶+) در این پژوهش با نتایج پژوهش چترجی و مک‌دونالد و صفارزاده و همکاران منطبق است [Chatterjee & Mcdonald, 2004; Saffarzadeh, Rahimi & Salimi Tari, 1391 (in Persian)].

در مورد موقعیت قرارگیری تصویر (پیکتوگرام) در تابلو، رانندگان تابلوهایی که تصویر آن‌ها در سمت چپ قرار دارد را بیشتر از تصویر در ۲ طرف تابلو و تصویر در سمت راست تابلو ترجیح می‌دهند. علت آن می‌تواند راست‌چین بودن زبان فارسی و تمایل فارسی‌زبانان به قرارگیری متن فارسی در سمت راست به همراه تصویر در سمت چپ باشد که مطابق با نتایج الکیم و همکاران است [Alkim, Mede & Janssen, 2000]. اما زمانی که تصویر در وسط قرار گیرد، ۲ حالت برای متن به وجود می‌آید. حالتی که فقط تصویر در وسط باشد (تخمین ۰/۳۴-) و حالتی که علاوه بر تصویر در وسط، متن نیز در ۲ طرف تابلو قرار بگیرد. در حالت اول رابطه منفی معناداری بین تمایل به انتخاب پیام تابلو و تغییر مسیر به دست آمد. بهینه شدن تابلو تأثیر مثبت معناداری (تخمین ۰/۴۵+) با انتخاب تابلو برای تغییر مسیر دارد که همین انتظار از آن می‌رفت. به‌علاوه رابطه مثبت معناداری (تخمین ۰/۲۴+) بین داشتن چهار چراغ چشمک‌زن و پیروی بیشتر از تابلوی تغییر مسیر وجود دارد.

در آخر بایستی به این نکته اشاره کرد که با توجه به وجود همبستگی متغیرهای «فقط متن» و «نسبت قلم» با دیگر متغیرها، این دو متغیر از مدل نهایی حذف شده‌اند. در مورد دقت مدل به دست آمده، هر چه مقدار لگاریتم درست‌نمایی به صفر نزدیک شود، مدل بهتر خواهد بود. همچنین کوچک‌تر بودن معیار اطلاعاتی آکاییکه خوبی مدل را به سایر مدل‌های پرداخت شده جهت تعیین بهترین مدل نتیجه می‌دهد.

حال باتوجه‌به جدول ۳، می‌توان تابلویی با بیشترین احتمال تغییر مسیر دادن رانندگان به مسیر پیشنهادی یا بیشترین پیروی از پیام تابلوی تغییر مسیر را در هنگام وقوع تصادف مشخص نمود. بین پیام‌های متنی اطلاع از تصادف به شرطی که بتوان پیام تأخیر پیش‌بینی شده و مسیر پیشنهادی را به آن اضافه کرد، پیام وقوع تصادف در ادامه مسیر با ضریب تخمین ۰/۷۳۵۵۶ انتخاب می‌شود؛ بنابراین پیام‌های تأخیر با تخمین ۰/۵۶۴۰۳ و مسیر پیشنهادی با تخمین ۰/۹۰۱۶۳ به طراحی تابلو اضافه می‌شوند. همچنین بهترین موقعیت قرارگیری تصویر، تصویر در سمت چپ تابلو با تخمین ۰/۵۹۶۲۲ است. با توجه به رابطه مثبت چهار چراغ چشمک‌زن با تخمین ۰/۲۴۳۴۹، امکان افزودن این جزء نیز به طراحی تابلو وجود دارد و نیز به دلیل اینکه در سمت راست تابلو فضای خالی وجود دارد، می‌توان این فضا را به فضای متن تابلو اضافه کرد. در نتیجه امکان بهینه‌سازی با تخمین ۰/۴۴۷۶۱ نیز فراهم است. رابطه منفی تعداد خط با تخمین ۰/۰۹۲۷۶- را هم باید در طراحی تابلو لحاظ کنیم (به ازای ۳ خط). با استفاده از رابطه ۲ احتمال تغییر مسیر دادن راننده، برای بهترین تابلو با مشخصات بیان شده از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$P = \frac{e^{V_i}}{1 + e^{V_i}} = \frac{e^{-1.46375+0.73556\times1+0.56403\times1+0.90163\times1-0.09276\times3+0.59622\times1+0.24349\times1+0.44761\times1}}{1 + e^{-1.46375+0.73556\times1+0.56403\times1+0.90163\times1-0.09276\times3+0.59622\times1+0.24349\times1+0.44761\times1}} = 0.85 \quad (۳)$$

بنابراین، تابلو تغییر مسیر با مشخصات بالا، با احتمال ۸۵ درصد باعث تغییر مسیر راننده به مسیر پیشنهادی (بیشترین پیروی)

می‌شود. در شکل ۵ تصویر این تابلو نمایش‌داده‌شده است. در تحقیق پیتا و راموس نیز پیام تصادف به همراه محل وقوع آن، زمان تأخیر پیش‌بینی شده و بهترین استراتژی انحراف به‌عنوان بهترین تابلو تغییر مسیر انتخاب شده است که با بهترین تابلو تغییر مسیر این تحقیق تشابه دارد [Peeta & Ramos, 2006]. شکل شماره ۵ بهترین تابلو از نظر جزئیات طراحی است اما نکته قابل‌توجه این است که به دلیل پیام متنی طولانی آن در هر مسیری و هر ابعاد تابلویی نمی‌توان از آن استفاده کرد. همچنین استانداردهای طراحی با توجه به مشخصات مسیر و سرعت طرح، محدودیت‌هایی برای حداکثر تعداد کلمات استفاده‌شده در تابلو پیام متغیر تعیین کرده‌اند که در پیشینه پژوهش به آن‌ها پرداخته شد. به همین دلیل تابلویی برای حل مشکل فاصله خوانایی و دید تابلو پیام‌متغیر با مشخصات پیام تصادف تک کلمه‌ای با تخمین ۱/۴۳۱۱۸ به همراه تصویر در سمت چپ با تخمین ۰/۵۹۶۲۲، چهار چراغ چشمک‌زن با تخمین ۰/۲۴۳۴۹ و بهینه‌سازی با تخمین ۰/۴۴۷۶۱ و رابطه منفی تعداد خط با تخمین ۰/۰۹۲۷۶- را هم باید در طراحی تابلو لحاظ کنیم که با جای‌گذاری مقادیر مربوطه در رابطه ۲، احتمال تغییر مسیر دادن راننده، با توجه به مشخصات تابلوی بالا به دست می‌آید. این طراحی با احتمال ۷۶ درصد باعث پیروی راننده از تابلو می‌شود. شکل ۶ تصویر این تابلو را نمایش می‌دهد.

$$P = \frac{e^{V_i}}{1 + e^{V_i}} = \frac{e^{-1.46375+1.43118\times1-0.09276\times1+0.59622\times1+0.24349\times1+0.44761\times1}}{1 + e^{-1.46375+1.43118\times1-0.09276\times1+0.59622\times1+0.24349\times1+0.44761\times1}} = 0.76 \quad (۴)$$

شکل ۵. تصویر پیام منتخب جهت بیشترین پیروی از تابلو پیام متغیر تغییر مسیر

شکل ٦. تصویر پیام منتخب تابلو پیام متغیر جهت بیشترین پیروی با اعمال محدودیت فاصله خوانایی و ابعادی تابلو

۵. جمع‌بندی

پژوهش‌های متعددی از جنبه‌های گوناگون به تحلیل اثر تابلوهای پیام‌متغیر بر رفتار تغییر مسیر رانندگان پرداخته‌اند. هدف این تحقیق یافتن میزان تأثیر مشخصات پیام، رتبه‌بندی آن‌ها و طراحی مؤثرترین حالت نمایش پیام تابلوی پیام‌متغیر برای بیشترین تأثیرپذیری بر رفتار تغییر مسیر رانندگان در شهر تهران است. پس از طراحی پرسش‌نامه به روش رجحان بیان شده، ۱۲۰ حالت مختلف پیام متنی و تصویری در قالب پنج پرسش‌نامه ۱۲ سؤالی که در هر سؤال بین دو شکل پیام بایستی انتخاب صورت بگیرد ایجاد شد. بعد از توزیع پرسش‌نامه‌ها به‌صورت کاغذی و آنلاین، در نهایت ۴۰۹ پاسخ معتبر دریافت شد.

مدل لوجیت دوگانه بر روی داده‌های جمع‌آوری شده مورد پرداخت قرار گرفت. نتایج نشان داد تابلو با علائم هم‌زمان متنی و تصویری به صورتی که علاوه بر پیام حادثه (وقوع تصادف)، زمان تأخیر و مسیر پیشنهادی ارائه شده باشد و در اطراف پیام مسیر چهار چراغ چشمک‌زن موجود بوده و تصویر (پیکتوگرام) در سمت چپ وجود داشته باشد، می‌تواند بیشترین میزان پیروی رانندگان از تابلو جهت تغییر مسیر (۸۵ درصد) را به همراه داشته باشد. بر اساس مدل پرداخت شده در این پژوهش، در صورت

محدودیت فاصله خوانایی و ابعادی تابلو یا هرگونه محدودیت دیگر، می‌توان مشخصات پیامی با بیش‌ترین میزان پیروی را به دست آورد. همچنین، اگر محدودیتی در نمایش پیام متنی وجود داشته باشد انتخاب پیام شامل ۳ تصویر (در دو طرف و وسط تابلو) مناسب‌ترین حالت می‌باشد.

بنابراین، پژوهش حاضر قابلیت ارائه نمونه پیام مناسب جهت بهبود عملکرد پیروی از تابلوهای پیام متغیر تغییر مسیر در حوادث (مانند وقوع تصادف) برای شهر تهران را دارد. ازاین‌رو، سازمان‌های مختلف می‌توانند جهت طراحی پیام‌های تابلوهای زیرمجموعه خود از نتایج آن بهره‌مند شوند.

٦. محدودیت‌های تحقیق و پیشنهادها

محدود بودن به رانندگان شهر تهران و عدم مقایسه نتایج تحقیق با یک روش عملی مثل دستگاه شبیه‌ساز رانندگی، دستگاه شبیه‌ساز آزمایشگاهی و یا اعمال پیام‌ها در تابلوهای پیام متغیر واقعی و ثبت نتایج آن با دوربین‌های ترافیکی و شمارنده خودکار از محدودیت‌های تحقیق حاضر است. پس از مراجعه به دانشگاه‌های دارای دستگاه شبیه‌ساز رانندگی و آگاهی از هزینه سنگین استفاده از آن و همچنین عدم مجوز و همکاری شهرداری تهران برای اعمال پیام‌ها در واقعیت، استفاده از این دو روش در این تحقیق امکان‌پذیر نشد. باتوجه‌به نتایج تحقیق حاضر و در صورت موافقت مسئولین ذی‌صلاح اعمال پیام‌های منتخب به دست آمده در دستگاه شبیه‌ساز رانندگی و یا در تابلوهای پیام‌متغیر واقعی و بررسی عکس‌العمل رانندگان می‌تواند خود موضوع تحقیقی برای پژوهش‌های بیشتر باشد. همچنین دخیل نمودن ویژگی‌های روان‌شناختی و سایر مشخصات اقتصادی-اجتماعی جهت تعیین ناهمگونی در رفتار پیروی از تابلوهای پیام متغیر بین رانندگان مختلف توصیه می‌شود.

بیشترین زمان پرسش‌گری در محدوده زمانی صبح تا عصر و در چندین مکان مشخص انجام شده است، به همین دلیل امکان پوشش ندادن برخی از اقشار جامعه در نمونه‌گیری وجود دارد. باتوجه‌به درصد رانندگان مرد و زن و شغل رانندگان در این نمونه‌گیری، مقایسه‌ای بین این آمار با آمار واقعی رانندگان تهرانی و شغل آن‌ها انجام نشده است. همچنین به دلیل حجم زیاد سؤالات پرسش‌نامه و اینکه هر مشاهده‌ای از جهان واقعی دارای خطای اندازه‌گیری است که این خطا می‌تواند به سبب ترتیب سؤالات پرسش‌نامه و یا خستگی پاسخ‌دهنده نیز باشد، امکان منطبق نبودن کامل نمونه بر جامعه وجود دارد. در نهایت ممکن است همه نتایج لزوماً معقول نباشد و نتایج می‌تواند پالایش شود. در پایان در زمینه ادامه مطالعات و تحقیقات در موضوع این پژوهش، موضوعاتی از قبیل واردکردن عامل رنگ به مشخصات تابلو پیام متغیر در شرایط آب‌وهوایی مختلف مثل شرایط شب، روز، ابری، بارانی، برفی، مه و گردوغبار با استفاده از شبیه‌ساز رانندگی و به دست آوردن بهترین پیام تابلو پیام متغیر، به دست آوردن فاصله خوانایی و زمان پاسخ پیام‌های منتخب در تابلو پیام متغیر به‌وسیله شبیه‌ساز رانندگی و یا شبیه‌ساز آزمایشگاهی و مقایسهٔ عملکرد پانل اطلاعات گرافیکی مسیر (GRIP) و تابلو پیام متغیر پیشنهاد می‌شود.

۷. پی‌نوشت‌ها

1- Intelligent Transport System
2- Advanced Traveler Information System
3- Contrast Ratio
4- Irradiation
5- Laser Diods
6- Light-emitting Diods
7- Non Native English Speaking Drivers
8- Framework for Harmonised Implementation of VMS in Europe
9- Revealed Preference (RP)
10-Stated Preference (SP)
11- Graphical Route Information Panel
12- Design of experiments
13- Pilot
14- Binary Logistic Model
15- Discrete Choice Models
16- Multicollinearity

۸. مراجع

– پوررجب، هادی و پاک شیر، امیرحسین. (۱۳۹٦). مروری بر تأثیرپذیری رفتار رانندگان در مواجهه با تابلوهای پیام‌رسان خبری. اولین بین‌المللی پیشرفت‌های نوین در مهندسی عمران. دانشگاه شمال. آمل.

– پوررجب، هادی. (۱۳۹٦). بررسی اثرات ناشی از اجرای تابلوهای متغیر خبری (**VMS**) در بهبود شرایط و روان‌سازی شبکه معابر شهر اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه آموزش عالی دانش‌پژوهان. دانشکده فنی و مهندسی.

– خادمی، نوید. بابابیک، مصطفی و ساعدی گرمی، رامین. (۱۳۹۷). تأثیر روش‌های مختلف اطلاع‌رسانی (تصویری، صوتی و نوشتاری) بر قدرت ادراک و تداعی مسافران. فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل، ۹(۳)، ۳۷۵-۳۵۷.

– سعیدمنش، محمدرضا. محمد علیزاده شبستری، سهیل. لسانی، اسد اله و رحیمی کیان، اشکان. (۱۳۹۱). شناسایی عوامل مؤثر بر رفتار رانندگان در مواجهه با تابلوهای متغیر خبری. سومین کنفرانس بین‌المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای. تهران. دانشگاه تهران. مرکز مطالعات راه و حمل‌ونقل دانشکده فنی دانشگاه تهران.

– شیخ ابومسعودی، سید خشایار و ابوطالبی اصفهانی، محسن. (۱۳۹٦). بررسی کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر (**VMS**) (مطالعه موردی: شهر اصفهان). فصلنامه مطالعات پژوهشی راهور. ٦(۲۲)، ۱۱٦-۸۳.

– صفارزاده، محمود و پورتیموری، محمد. (۱۳۹۳). ارائه استانداردهای به‌کارگیری تابلوهای پیام متغیر خبری. نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای. تهران. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای.

– صفارزاده، محمود. رحیمی، امیرمسعود و سلیمی طاری، شایان. (۱۳۹۱). ارائه مدل‌های بررسی رفتار تغییر مسیر رانندگان در مواجهه با اطلاع‌رسانی لحظه‌ای تابلوهای پیام متغیر (**VMS**) در بزرگراه‌های شهر تهران. دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران. تهران. سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران.

– فلاح زواره، محسن و ممدوحی، امیررضا. (۱۳۹۳). بررسی اثر پیام تابلوهای متغیر خبری در بهبود رفتار رانندگان و ارتقای ایمنی (مطالعه موردی: آزادراه تهران–ساوه). نخستین همایش سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند جاده‌ای. تهران. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای.

– کیانی، مجتبی و ایزدی، امیر. (۱۳۹٦). تحلیل رفتار تخصیص سفر بر اساس اثرات تابلوهای پیام متغیر هوشمند حمل‌ونقل (**VMS**) (مطالعه موردی–شهر ساری). دومین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و طراحی شهری. بانکوک. دبیرخانه دائمی کنفرانس.

- Agresti, A., & Kateri, M. (2011). Categorical Data Analysis. In M. Lovric (Ed.), Springer reference. International encyclopedia of statistical science (pp. 206–208). Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_161.

- AlKheder, S., AlRukaibi, F., & Aiash, A. (2019). Drivers' response to variable message signs (VMS) in Kuwait. Cognition, Technology & Work, 21(3), 457-471.

- Alkim, T. P., Mede, P. H.J.V.D., & Janssen, W. H. (2000). Graphical route information on

variable message signs. In Tenth International Conference on Road Transport Information and Control (pp. 32–36). IEE. https://doi.org/10.1049/cp:20000099.

- Allaby, P., Hellinga, B., & Bullock, M. (2006). Variable speed limits: safety and operational impacts of a candidate control strategy for an urban freeway. In Proceedings: Sept. 17-20, 2006, [Toronto, Ontario, Canada] (pp. 897–902). Piscataway, NJ: IEEE Operations Center. https://doi.org/10.1109/ITSC.2006.1706858.

- Ben-Akiva, M., & Lerman, S. R. (2018). Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. Transportation Studies.

- Boyle, L.N., Mannering, F. (2000). Impact of traveler advisory systems on driving speed: some new evidence. Transp. Res. Part C Emerg. Technol. 12 (1), 57–72.

- Chatterjee, Kiron., & Mcdonald, M. (2004). Effectiveness of using variable message signs to disseminate dynamic traffic information: Evidence from field trails in European cities. Transport Reviews, 24(5), 559–585. https://doi.org/10.1080/0144164042000196080

- Cochran, W.G. (1977). Sampling Techniques. 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.

- Craen, S. de, & Niet, M. de (Eds.). (2002). Extra informatie op matrixborden: mogelijkheden en effecten. Netherlands: Institute for Road Safety Research, SWOV.

- Davidsson, F. & Taylor, N. (2003). ITS modelling in Sweden using CONTRAM. TRL Ltd, Berkshire, United Kingdom.

- de Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John wiley & sons.
Diop, E. B., Zhao, S., & Tran, V. D. (2020). Modeling Travelers' Acceptance of Variable Message Signs: A Hierarchical Hybrid Choice Model. Journal of transportation engineering, Part A: Systems, 146(12), 04020134.

- Dudek, C. L. (1991). Guidelines on the use of changeable message signs. Washington, D.C.: Springfield, Va.: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Technology Applications; National Technical Information Service.

- Er-hui, C., Jing, L., Yun-ling, W., & Juan, X. (2013). A Study on Variable Message Signs Graphical Comparation. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 96, 2523–2528. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.282.

- Feng, L.-l., Huang, Hai-tao, & Ruan, C. (2015). Research on the high-brightness traffic variable message sign based on laser diodes.

- B. Lee, Y. Su, M. Gu, X. Yuan, & D. Jaque (Eds.), SPIE Proceedings, AOPC 2015: Advanced Display Technology; and Micro/Nano Optical Imaging Technologies and Applications (p. 967202). SPIE. https://doi.org/10.1117/12.2196782.

- Giesel, M., & Gegenfurtner, K. R. (2010). Color appearance of real objects varying in material, hue, and shape. Journal of Vision, 10(9), 10. https://doi.org/10.1167/10.9.10.
https://b2n.ir/TehranStatistics1398

- Iraganaboina, N. C., Bhowmik, T., Yasmin, S., Eluru, N., & Abdel-Aty, M. A. (2021). Evaluating the influence of information provision (when and how) on route choice preferences of road users in Greater Orlando: Application of a regret minimization approach. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 122, 102923.

- Jou, R.-C., Lam, S.-H., Weng, M.-C., & Chen, C.-C. (2004). Real time traffic information and its impacts on route switching behavior of

- Richards, A., McDonald, M., Fisher, G., & Brackstone, M. (2005). Investigation of Driver Comprehension of Traffic Information on Graphical Congestion Display Panels using a Driving Simulator. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 4(4), 417-435.

- Roca, J., Insa, B., & Tejero, P. (2018). Legibility of Text and Pictograms in Variable Message Signs: Can Single-Word Messages Outperform Pictograms? Human Factors, 60(3), 384–396. https://doi.org/10.1177/0018720817751623.

- Romero, F., Gomez, J., Rangel, T., Jurado-Piña, R., & Vassallo, J. M. (2020). The influence of variable message signs on en-route diversion between a toll highway and a free competing alternative. Transportation, 47(4), 1665-1687.

- Ronchi, E., Nilsson, D., Modig, H., & Walter, A. L. (2016). Variable Message Signs for road tunnel emergency evacuations. Applied Ergonomics, 52, 253–264. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.07.025.

- Shen, J., & Yang, G. (2020). Integrated Empirical Analysis of the Effect of Variable Message Sign on Driver Route Choice Behavior. Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems, 146(2), 04019063.

- Steinhoff, C., Keller, H., & Kates, R. (Eds.). (2000). Driver Perceptions and the Effectiveness of Preventative Traffic Management Strategies. Proceedings of the 7th world congress on intelligent systems. Turin, Italy.

- Tay, R., & Choi, J. (2009). Evaluation of Pictograms in Dynamic Lane Control Systems in the Republic of Korea. Journal of Transportation Systems Engineering and expressway drivers. Journal of Advanced Transportation, 38(2), 187–223. https://doi.org/10.1002/atr.5670380206.

- Kattan, L., Habib, K. M. N., Tazul, I., & Shahid, N. (2011). Information provision and driver compliance to advanced traveller information system application: case study on the interaction between variable message sign and other sources of traffic updates in Calgary, Canada. Canadian Journal of Civil Engineering, 38(12), 1335–1346. https://doi.org/10.1139/l11-093.

- Kersavage, K., Guler, S. I., & Pietrucha, M. (2020). Analysis of colored variable message signs for visibility and comprehensibility. Transportation research record, 2674(1), 125-134.

- Kronborg, P. (2001). VMS för omledning. Movea Trafikkonsult AB.

- Levinson, D.M., & Huo, H. (2003). Effectiveness of Variable Message Signs. SSRN Electronic Journal. Advance online publication. https://doi.org/10.2139/ssrn.1748577.

- Mammar, S., Messmer, A., Jensen, P., Papageorgiou, M., Haj-Salem, H., & Jensen, L. (1996). Automatic control of Variable Message Signs in Aalborg. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 4(3), 131–150. https://doi.org/10.1016/S0968-090X(96)00005-8.

- Moore, D. N. (2009). Mixed Multinomial Logit Analysis of Bicyclist Injury-severity in Single Motor Vehicle Crashes Based on Intersection and Non-Intersection Locations.

- Peeta, S., & Ramos, J. L. (2006). Driver response to variable message signs-based traffic information. IEE Proceedings - Intelligent Transport Systems, 153(1), 2. https://doi.org/10.1049/ip-its:20055012.

the messages displayed on dynamic message signs. In: Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, Maine, pp. 111–118.

- Yang, Z., Guan, Q., Wang, Y., & Hu, J. (2008). The Optimal VMS Location Method in Urban Traffic Flow Guidance System. In B. Mao (Ed.), Traffic and transportation studies: Proceedings of the sixth International Conference on Traffic and Transportation Studies August 5-7, 2008, Nanning, China (pp. 870–879). Reston Va.: American Society of Civil Engineers. https://doi.org/10.1061/40995(322)82.

- Ye, F. (2011). Investigating the Effects of Sample Size, Model Misspecification, and Underreporting in Crash Data on Three Commonly Used Traffic Crash Severity Models. Doctoral dissertation, Texas A&M University.

- Zeng, M., Wang, M., Liu, Y., & Sheu, J. B. (2020). Modeling evacuation route choices under influence of variable message signs. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 35(8), 793-817.

- Zhang, R., Ma, Z., & Han, F. (2019). Optimization of Variable Message Sign Locations Considering Stochastic User Equilibrium. In CICTP 2019 (pp. 2576-2587).

- Zhao, W., Quddus, M., Huang, Helai, Lee, J., & Ma, Z. (2019). Analyzing drivers' preferences and choices for the content and format of variable message signs (VMS). Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 100, 1–14. https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.01.013.

- Zhao, W., Ma, Z., Yang, K., Huang, H., Monsuur, F., & Lee, J. (2020). Impacts of variable message signs on en-route route choice Information Technology, 9(2), 56–61. https://doi.org/10.1016/S1570-6672(08)60054-9.

- Tejero, P., & Roca, J. (2021). Messages beyond the phone: processing variable message signs while attending hands-free phone calls. Accident Analysis & Prevention, 150, 105870.

- Train, K. E. (2009). Discrete choice methods with simulation. Cambridge university press.

- Walker, J. L. (2001). Extended discrete choice models: integrated framework, flexible error structures, and latent variables (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

- Wang, J.-H., Hunter, C., & Cao, Y. (2002). A design of experiment approach to study the display of variable message signs (No. FHWA-RIDOT-RTD-02-7). University of Rhode Island.

- Wang, J.-H., Hunter, C., & Cao, Y. (2003). A human factors study on message design of variable message sign. Int. J. Ind. Eng. 10, 339–344.

- Xu, C., Wu, Y., Rong, J., & Peng, Z. (2020). A driving simulation study to investigate the information threshold of graphical variable message signs based on visual perception characteristics of drivers. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 74, 198-211.

- Yan, X., & Wu, J. (2014). Effectiveness of Variable Message Signs on Driving Behavior Based on a Driving Simulation Experiment. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2014(2), 1–9. https://doi.org/10.1155/2014/206805.

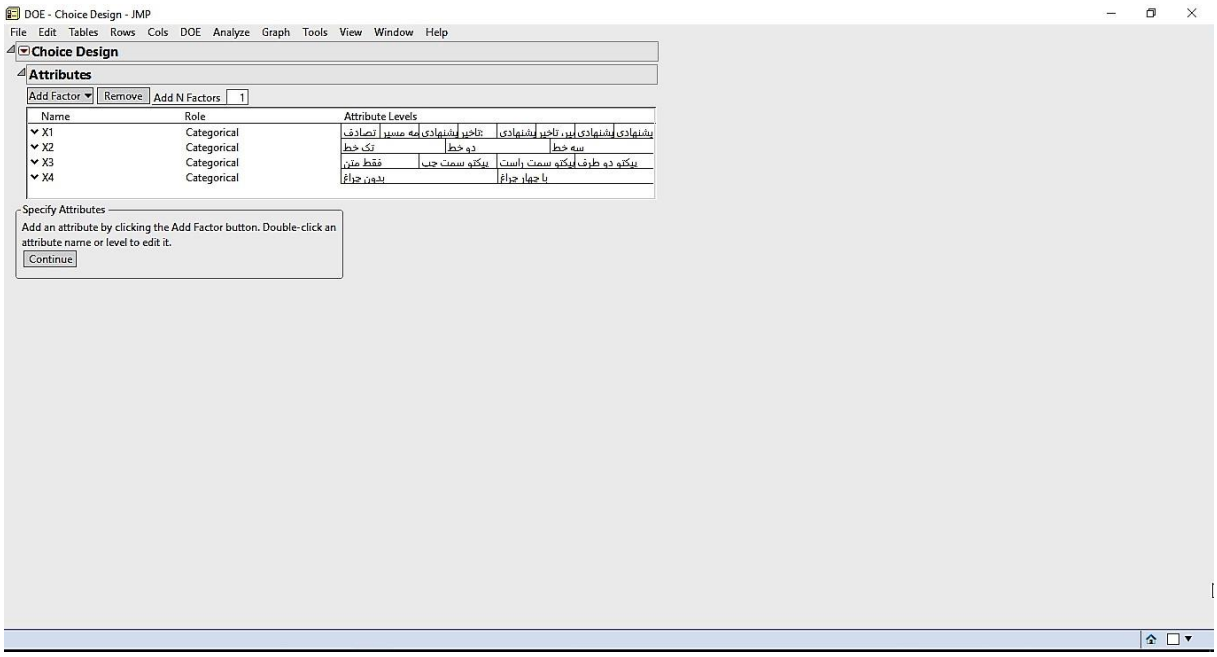
- Yang, C.M., Waters, W., Cabrera, C.C., Wang, J.H., Collyer, C.E., (2005). Enhancing

behavior. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 139, 335-349.

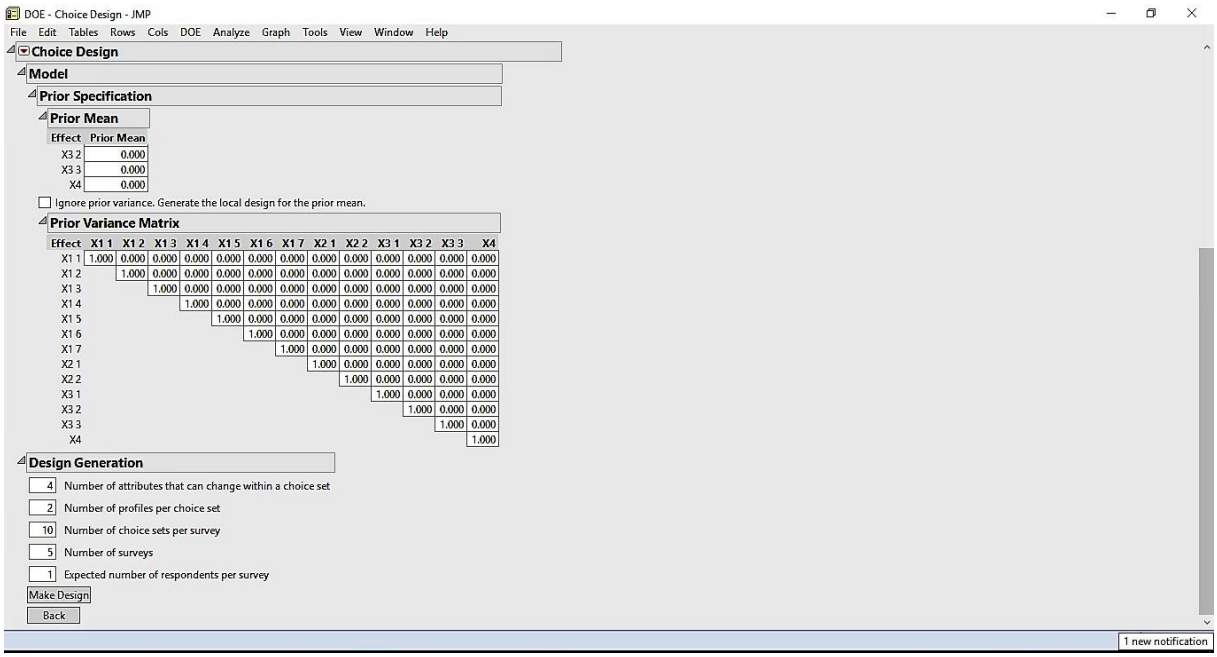
- Ziółkowski, R., & Dziejma, Z. (2021). Investigations of the Dynamic Travel Time Information Impact on Drivers' Route Choice in an Urban Area—A Case Study Based on the City of Bialystok. Energies, 14(6), 1645.

۹. پیوست‌ها

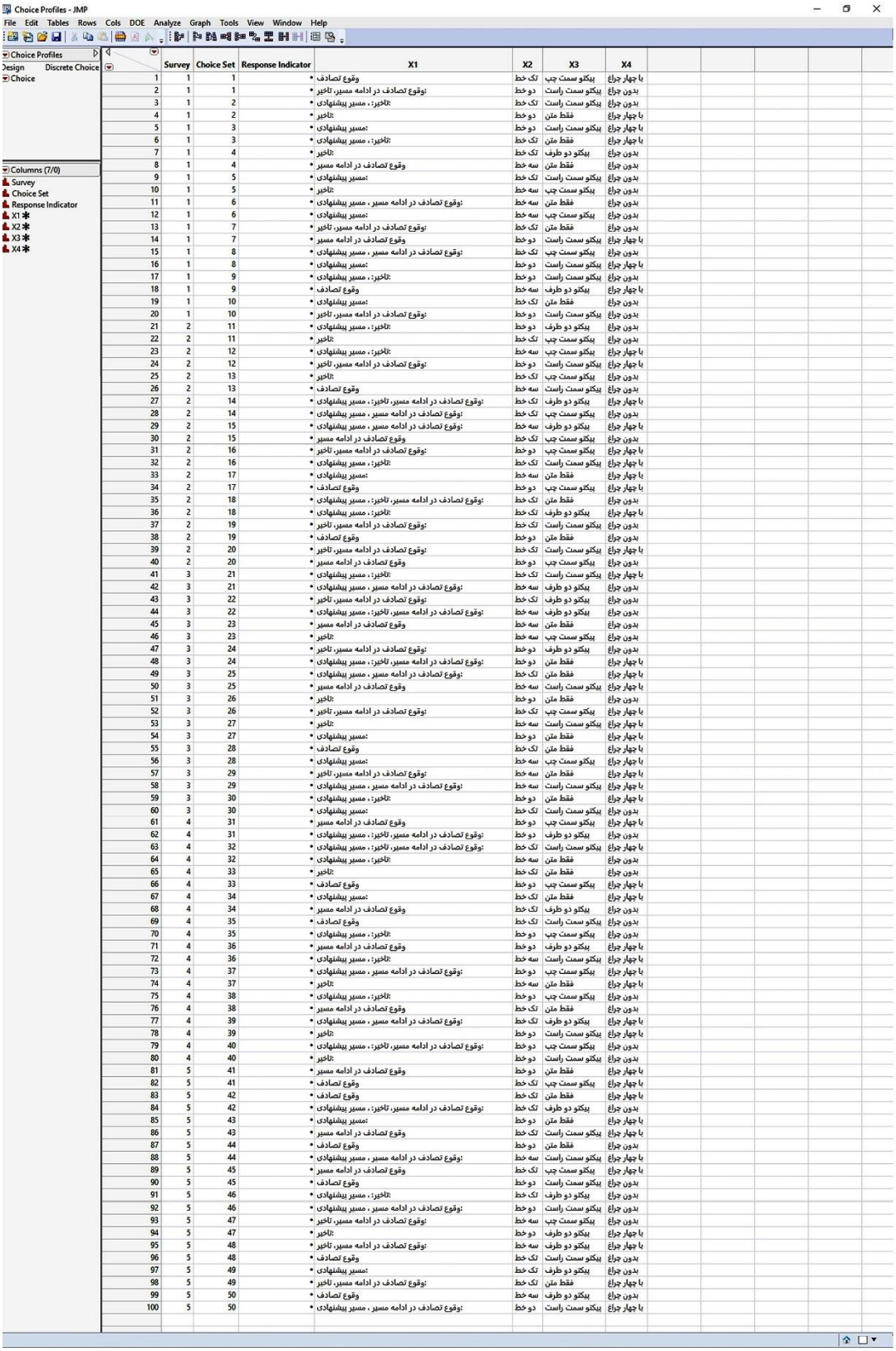
پیوست الف- نحوه وارد کردن داده‌های اولیه در نرم‌افزار JMP و خروجی آن



شکل الف۱. نحوه تعریف ویژگی‌های مختلف و سطوح آن‌ها



شکل الف۲. تنظیم پارامترهای طراحی آزمایش



	Survey	Choice Set	Response Indicator	X1	X2	X3	X4
1	1	1		وقوع تصادف •	تک خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
2	1	1		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر:	دو خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
3	1	2		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی •	تک خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
4	1	2		تاخیر: •	دو خط	فقط متن	با چهار چراغ
5	1	3		مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
6	1	3		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	فقط متن	با چهار چراغ
7	1	4		تاخیر: •	تک خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
8	1	4		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	سه خط	فقط متن	بدون چراغ
9	1	5		مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
10	1	5		تاخیر: •	سه خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
11	1	6		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	سه خط	فقط متن	بدون چراغ
12	1	6		مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
13	1	7		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	تک خط	فقط متن	بدون چراغ
14	1	7		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	دو خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
15	1	8		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
16	1	8		مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
17	1	9		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
18	1	9		وقوع تصادف •	سه خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
19	1	10		مسیر پیشنهادی: •	تک خط	فقط متن	بدون چراغ
20	1	10		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	دو خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
21	2	11		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
22	2	11		تاخیر: •	تک خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
23	2	12		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
24	2	12		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	دو خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
25	2	13		تاخیر: •	تک خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
26	2	13		وقوع تصادف •	سه خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
27	2	14		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
28	2	14		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
29	2	15		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
30	2	15		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	تک خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
31	2	16		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	دو خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
32	2	16		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
33	2	17		مسیر پیشنهادی: •	سه خط	فقط متن	با چهار چراغ
34	2	17		وقوع تصادف •	دو خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
35	2	18		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	فقط متن	بدون چراغ
36	2	18		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
37	2	19		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	تک خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
38	2	19		وقوع تصادف •	دو خط	فقط متن	بدون چراغ
39	2	20		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	تک خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
40	2	20		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	دو خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
41	3	21		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
42	3	21		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
43	3	22		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	تک خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
44	3	22		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
45	3	23		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	سه خط	فقط متن	بدون چراغ
46	3	23		تاخیر: •	سه خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
47	3	24		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	دو خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
48	3	24		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	فقط متن	با چهار چراغ
49	3	25		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	تک خط	فقط متن	با چهار چراغ
50	3	25		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	سه خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
51	3	26		تاخیر: •	دو خط	فقط متن	بدون چراغ
52	3	26		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر •	تک خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
53	3	27		تاخیر: •	سه خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
54	3	27		مسیر پیشنهادی: •	دو خط	فقط متن	با چهار چراغ
55	3	28		وقوع تصادف •	تک خط	فقط متن	با چهار چراغ
56	3	28		مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
57	3	29		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	سه خط	فقط متن	با چهار چراغ
58	3	29		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
59	3	30		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	فقط متن	با چهار چراغ
60	3	30		مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
61	4	31		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	دو خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
62	4	31		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
63	4	32		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
64	4	32		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	سه خط	فقط متن	بدون چراغ
65	4	33		تاخیر: •	تک خط	فقط متن	بدون چراغ
66	4	33		وقوع تصادف •	دو خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
67	4	34		مسیر پیشنهادی: •	تک خط	فقط متن	با چهار چراغ
68	4	34		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	تک خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
69	4	35		وقوع تصادف •	تک خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
70	4	35		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
71	4	36		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	دو خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
72	4	36		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
73	4	37		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
74	4	37		تاخیر: •	سه خط	فقط متن	با چهار چراغ
75	4	38		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
76	4	38		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	تک خط	فقط متن	بدون چراغ
77	4	39		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
78	4	39		تاخیر: •	دو خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
79	4	40		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
80	4	40		تاخیر: •	دو خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
81	5	41		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	دو خط	فقط متن	با چهار چراغ
82	5	41		وقوع تصادف •	تک خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
83	5	42		وقوع تصادف •	تک خط	فقط متن	با چهار چراغ
84	5	42		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
85	5	43		مسیر پیشنهادی: •	دو خط	فقط متن	با چهار چراغ
86	5	43		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	تک خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
87	5	44		وقوع تصادف •	دو خط	فقط متن	بدون چراغ
88	5	44		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	سه خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ
89	5	45		وقوع تصادف در ادامه مسیر •	تک خط	پیکتو سمت چپ	با چهار چراغ
90	5	45		وقوع تصادف •	دو خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
91	5	46		تاخیر؛ مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
92	5	46		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
93	5	47		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	سه خط	پیکتو سمت چپ	بدون چراغ
94	5	47		تاخیر: •	دو خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
95	5	48		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	سه خط	پیکتو دو طرف	با چهار چراغ
96	5	48		وقوع تصادف •	تک خط	پیکتو سمت راست	بدون چراغ
97	5	49		مسیر پیشنهادی: •	تک خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
98	5	49		وقوع تصادف در ادامه مسیر، تاخیر: •	تک خط	فقط متن	با چهار چراغ
99	5	50		وقوع تصادف •	سه خط	پیکتو دو طرف	بدون چراغ
100	5	50		وقوع تصادف در ادامه مسیر ، مسیر پیشنهادی: •	دو خط	پیکتو سمت راست	با چهار چراغ

شکل الف۳. خروجی نرم‌افزار JMP برای طرح آزمایشی

پیوست ب- پرسشنامه

بخش اول: سوالات ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی و رانندگی

۱- جنسیت : مرد ○ زن ○ **۲- سن :** ☐ **۳- وضعیت تأهل :** مجرد ○ متأهل ○ **٤- منطقه محل سکونت شما :** ☐

۵- گواهی‌نامه رانندگی : دارم ○ ندارم ○ **٦- میزان تحصیلات :** دیپلم و زیر دیپلم ○ لیسانس ○ فوق لیسانس ○ دکتری و بالاتر ○

۷- شغل : راننده ○ کارمند ادارات دولتی ○ کارمند ادارات خصوصی ○ نیروهای مسلح ○ معلم یا استاد دانشگاه ○ خدماتی ○
محصل یا دانشجو ○ بازنشسته ○ خانه‌دار ○ آزاد ○ بیکار ○

۸- تعداد خودروی شخصی در مالکیت خانواده : یک ○ دو ○ سه ○ چهار ○ بیشتر از چهار ○

۹- مجموع درآمد اعضای خانواده در ماه (تومان) : کمتر از ۳ میلیون ○ ۳ میلیون - ٦ میلیون ○ ٦ میلیون — ۱۰ میلیون ○
۱۰ میلیون — ۲۰ میلیون ○ بیشتر از ۲۰ میلیون ○

۱۰- تجربه رانندگی : ٤ سال و کمتر ○ ٤-۱۰ سال ○ ۱۰ سال و بیشتر ○

۱۱- مسافت پیموده شده رانندگی سالانه (هزار کیلومتر) : کمتر از ۸ ○ ۸-۱٦ ○ ۱٦ و بیشتر ○

۱۲- آیا در سه سال اخیر تصادفی داشته اید؟ بلی ○ خیر ○

۱۳- کدام یک از بیماری‌های چشمی را دارید؟ آستیگماتیسم ○ شب‌کوری ○ کوررنگی ○ دوربینی ○ نزدیک‌بینی ○
انحراف چشم ○ هیچ‌کدام ○ (امکان علامت زدن چند گزینه برای این سوال وجود دارد)

۱٤- میزان رانندگی منظم در بزرگراه‌های تهران : خیلی زیاد ○ زیاد ○ متوسط ○ کم ○ خیلی کم ○

۱۵- اکثر اوقات با چه هدفی در بزرگراه‌های تهران رانندگی می‌کنید؟ کاری ○ خرید ○ تفریحی یا زیارتی ○
تحصیلی-آموزشی ○ شخصی ○ غیره ○

۱٦- آشنایی شما با هر یک از منابع اعلام وضعیت ترافیک به چه میزان است؟

منابع اعلام وضعیت ترافیکی	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
تابلوهای پیام‌متغیر	○	○	○	○	○
برنامه‌های رادیویی اعلام وضعیت ترافیک	○	○	○	○	○
پایگاه‌های اینترنتی اعلام وضعیت ترافیک	○	○	○	○	○
برنامه‌های مسیریاب	○	○	○	○	○

۱۷- اطلاعات ترافیکی قبل و در هنگام سفر خود را بیشتر در کدام منبع جستجو می‌کنید؟

رادیو ترافیک ○ پایگاه‌های اینترنتی ○ تلویزیون ○ تابلو پیام‌متغیر ○ پیام متنی یا ایمیل ○
برنامه‌های مسیریاب (مثل نشان، بلد، ویز، گوگل مپس و ....) ○ هیچ‌کدام ○

۱۸- آیا مسیر اصلی خود را با توجه به اطلاعات برنامه‌های مسیریاب تغییر می‌دهید؟

خیلی زیاد ○ زیاد ○ متوسط ○ کم ○ خیلی کم ○

۱۹- آیا به اطلاعات تابلوهای پیام‌متغیر توجه می‌کنید؟ خیلی زیاد ○ زیاد ○ متوسط ○ کم ○ خیلی کم ○

۲۰- پاسخ شما به درخواست تغییر مسیر در تابلو پیام‌متغیر : معمولاً به مسیر پیشنهادی هدایت شدن ○

بعضی‌اوقات به مسیر پیشنهادی هدایت شدن ○ انتخاب مسیر دیگر ○ ماندن در همان مسیر ○ تغییر مقصد ○

۲۱- میزان آشنایی شما با مسیرهای جایگزینِ مسیر اصلیِ خود : خیلی‌زیاد ○ زیاد ○ متوسط ○ کم ○ خیلی‌کم ○

۲۲- آیا با وجود مسیر جایگزینِ طولانی ولی خلوت‌تر، آن را انتخاب می‌کنید؟

همیشه ○ بیشتر مواقع ○ فرقی ندارد ○ برخی مواقع ○ هیچ وقت ○

۲۳- چه مقدار از تصمیم خود مبنی بر تغییر مسیر با توجه به اطلاعات دریافتی از برنامه‌های مسیریاب راضی هستید؟

کاملاً راضی ○ راضی ○ نظری ندارم ○ ناراضی ○ کاملاً ناراضی ○

۲۴- آیا در طول ساعات اوج ترافیک، مسیر خود را تغییر می‌دهید؟ بلی ○ خیر ○

۲۵- آیا در شب در صورت ترافیک، مسیر خود را تغییر می‌دهید؟ بلی ○ خیر ○

۲۶- تغییر مسیر دادن باتوجه به اطلاعات دریافتی از تابلوهای پیام‌متغیر، در زمانِ سفر تغییری ایجاد می‌کند؟

باعث کاهش زمان سفر می‌شود ○ زمان سفر تغییری نمی‌کند ○ باعث افزایش زمان سفر می‌شود ○

۲۷- با چه تاخیری در مسیر اصلی، شما حاضر به استفاده از مسیر جایگزین هستید؟

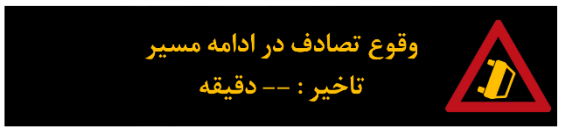
۵-۱۰ دقیقه ○ ۱۰-۳۰ دقیقه ○ ۳۰-۶۰ دقیقه ○ ۶۰ دقیقه و بیشتر ○ تغییر مسیر نمی‌دهم ○

بخش دوم: سوالات تغییر مسیر

برای پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر، اطلاعات و قالب نمایش کدام یک از دو تابلو را مناسب می‌دانید؟ (مرتبط با شکل ۵)

سؤال ۱-۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ○



ب) ○

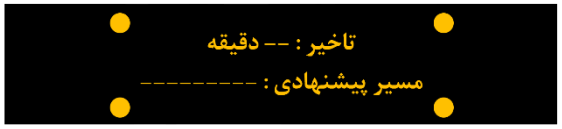
سؤال ۱-۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ○

ب) ○

سؤال ۱-۳ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ○



ب) ○

سؤال ۱-۴ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ○

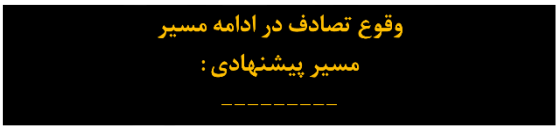
ب) ○

سؤال ۱-۵ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

ب) ◯

سؤال ۱-٦ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯

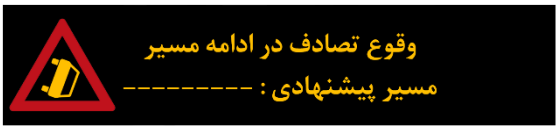
ب) ◯

سؤال ۱-۷ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

ب) ◯

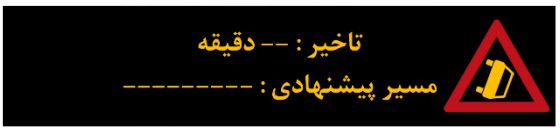
سؤال ۱-۸ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯

ب) ◯

سؤال ۱-۹ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

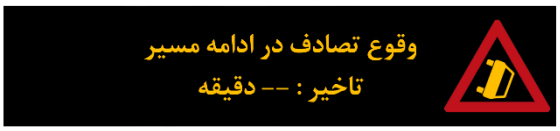


الف) ◯

ب) ◯

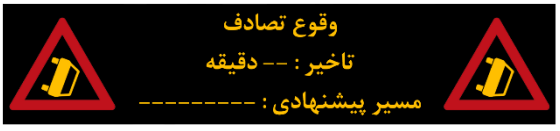
سؤال ۱-۱۰ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

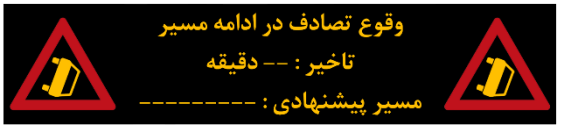


ب) ◯

سؤال ۱-۱۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

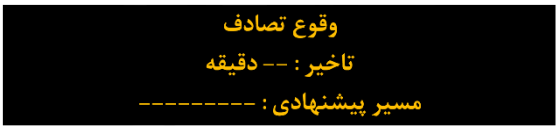


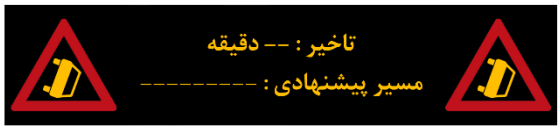
الف) ◯



ب) ◯

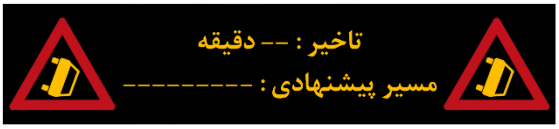
سؤال ۱-۱۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :





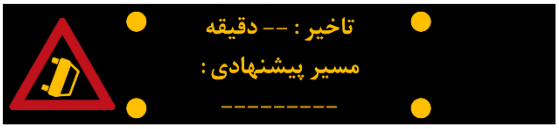
الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۲-۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۲-۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

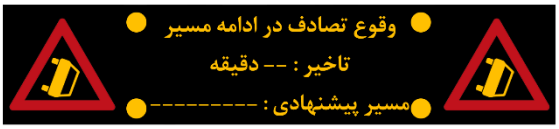


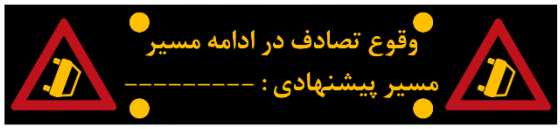
الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۲-۳ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۲-٤ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :





الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۲-۵ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

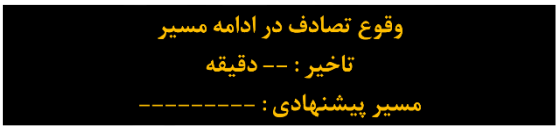
سؤال ۲-٦ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

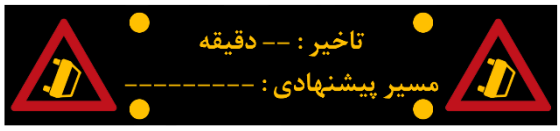
سؤال ۲-۷ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۲-۸ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯



ب) ◯

سؤال ۲-۹ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

ب) ◯

سؤال ۲-۱۰ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

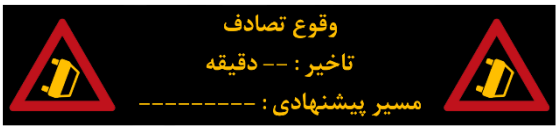
ب) ◯

سؤال ۲-۱۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

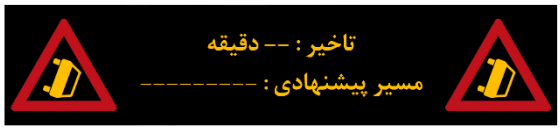
الف) ◯

ب) ◯

سؤال ۲-۱۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

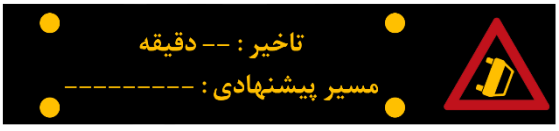


الف) ◯

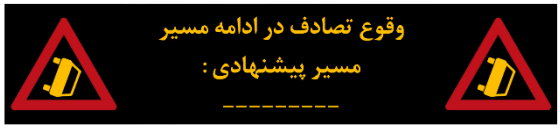


ب) ◯

سؤال ۳-۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

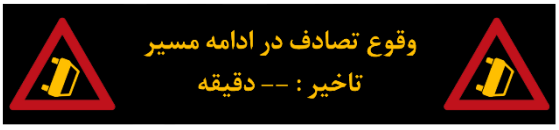


الف) ◯

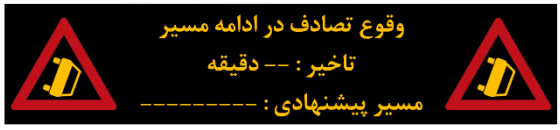


ب) ◯

سؤال ۳-۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯

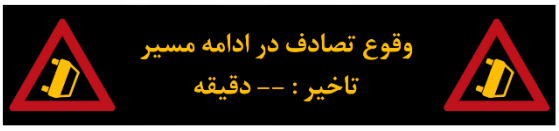


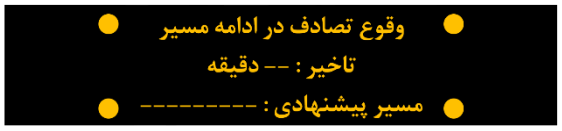
ب) ◯

سؤال ۳-۳ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

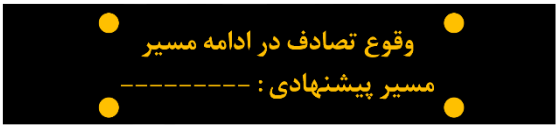
سؤال ۳-٤ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :





الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۳-٥ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۳-٦ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

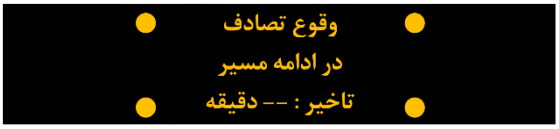
سؤال ۳-۷ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۳-۸ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

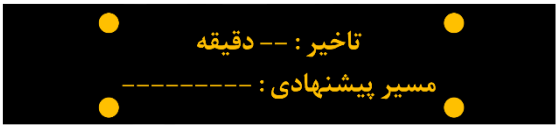
الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۳-۹ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۳-۱۰ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۳-۱۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

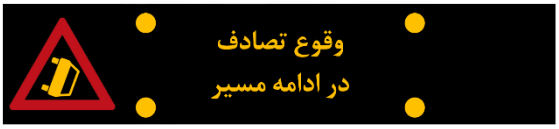
ب) ◯

سؤال ۳-۱۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

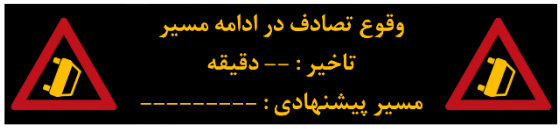
الف) ◯

ب) ◯

سؤال ٤-۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

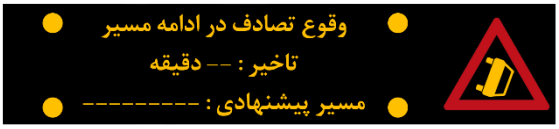


الف) ◯

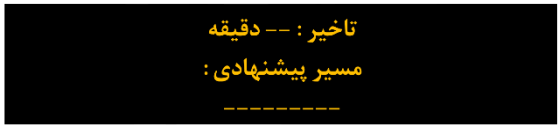


ب) ◯

سؤال ٤-۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯



ب) ◯

سؤال ٤-۳ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

ب) ◯

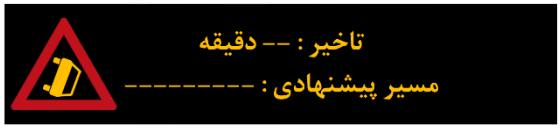
سؤال ٤-٤ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

ب) ◯

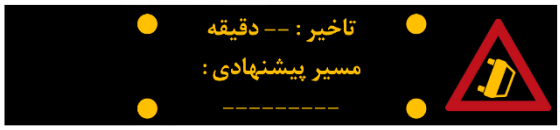
سؤال ٤-٥ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯



ب) ◯

سؤال ٤-٦ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

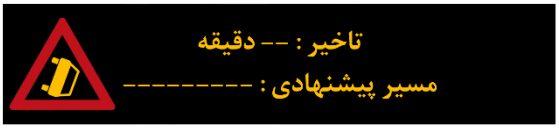


الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٤-٧ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

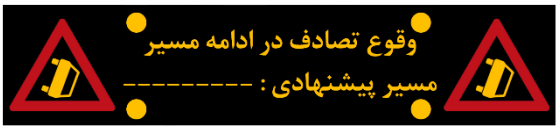
الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٤-٨ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٤-٩ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٤-١٠ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٤-١١ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٤-١٢ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

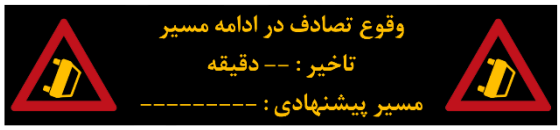
الف) ◯ ب) ◯

سؤال ٥-١ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۵-۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯



ب) ◯

سؤال ۵-۳ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

ب) ◯

سؤال ۵-۴ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯

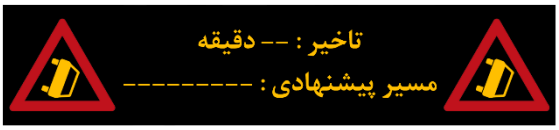
ب) ◯

سؤال ۵-۵ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

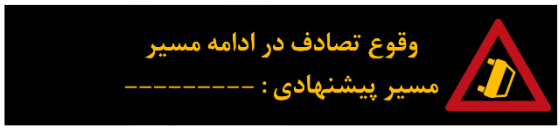
الف) ◯

ب) ◯

سؤال ۵-۶ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

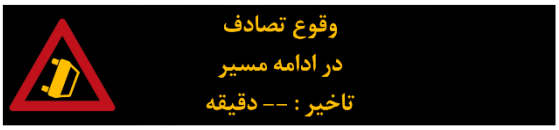


الف) ◯



ب) ◯

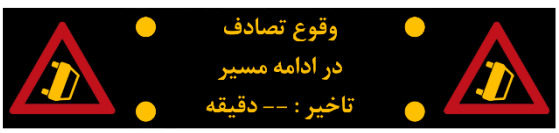
سؤال ۵-۷ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯

ب) ◯

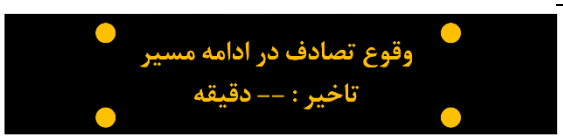
سؤال ۵-۸ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯

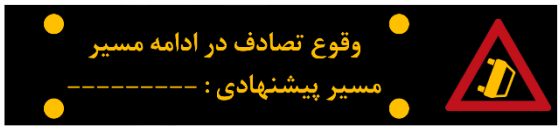
ب) ◯

سؤال ۵-۹ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۵-۱۰ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :



الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۵-۱۱ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

سؤال ۵-۱۲ انتخاب بین دو تابلو با هدف پیروی بیشتر شما به تغییر مسیر :

الف) ◯ ب) ◯

ایمان ایلخانی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران–عمران را در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد پردیس و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران–راه و ترابری را در سال ۱۳۹۸ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، تابلوهای پیام‌متغیر، مدلسازی رفتارهای سفر و همچنین مدل‌های انتخاب گسسته در تحلیل رفتار مسافران است.

مهدی یزدان‌پناه، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران در سال ۱۳۸۸ از دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران گرایش راه و ترابری در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب اخذ نمود. در سال ۱۳۹۵ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران گرایش راه و ترابری از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مدل‌سازی رفتاری در حمل و نقل، تحلیل تقاضای حمل و نقل، مدل‌سازی تصادفات ترافیکی و شبیه‌سازی در حمل و نقل بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه دولتی گرمسار است.

علی دهقان بنادکی، درجه کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی عمران از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز در سال های ۱۳۸۰ و۱۳۸۲ اخذ نمود. در سال ۱۳۹۱ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک از دانشگاه صنعتی مالزی گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان کاربرد هوش مصنوعی و بهینه سازی در مهندسی ژئوتکنیک بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند است.