

بررسی کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر (VMS) (مطالعه موردی: شهر اصفهان)

سید خشایار شیخ ابومسعودی^۱، محسن ابوطالبی اصفهانی^۲

از صفحه ۸۳ تا ۱۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: نحوه بهره‌گیری و بهره‌برداری از ابزارهای هوشمند به منظور کنترل و هدایت ترافیک برای کاهش آلودگی هوا و صوت، ازدحام، اتلاف وقت، افزایش هزینه‌ها، ناهنجاری‌ها و تصادفات، در جوامعی که در حال توسعه این ابزارها هستند، مسئله مهمی است. از جمله این ابزارها، تابلوهای پیام متغیر هستند که با نمایش پیام به صورت لحظه‌ای، جریان ترافیک را کنترل و هدایت می‌کنند. عملکرد مناسب این سیستم به مؤلفه‌هایی از قبیل جانمایی تابلوها، مشخصات تابلو و نحوه نمایش پیام بستگی داشته است؛ به طوری که به کارگیری درست هریک از موارد، نقش بسزایی در عملکرد این تابلوها دارد. هدف این پژوهش، علاوه بر بررسی کارایی وجود تابلوهای پیام متغیر، ارزیابی خوانایی، اندازه، رنگ، تعداد خطوط و نحوه نمایش پیام‌ها در تابلوهای فوق می‌باشد.

روش: بدین منظور با طراحی پرسشنامه و سؤالات مناسب (چهارگزینه‌ای) و انجام مصاحبه حضوری از شهروندانی که در محدوده تابلوها تردد می‌کنند و افراد متخصص آگاه به موضوع، اقدام به جمع‌آوری اطلاعات شده است. در ادامه، ضمن تحلیل پاسخ‌ها، داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار اسپاس وارد شده و آنالیز و آزمون‌های آماری مناسب صورت گرفته است.

نتایج: تحلیل نتایج به دست آمده از پرسشنامه‌ها نشان می‌دهد که با وجود احساس نیاز بالا و ضرورت وجود این تابلوها، توجه و تغییر مسیر به علت پیام‌ها در حد متوسط بوده است. همچنین پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه‌ها اظهار نمودند که فرهنگ‌سازی، امری حیاتی است و یکی از برترین ابزارها برای اشاعه آن، رسانه‌ها هستند. اکثر افراد، خوانایی قلم و اندازه متن پیام را در حد متوسط دانسته و بهترین رنگ پیام در روز، سبز و قرمز و بدترین، نارنجی معرفی شد. از طرف دیگر، بهترین رنگ در شب و شرایط مه‌آلود، قرمز، تشخیص داده شده است. بیشتر افراد، نمایش پیام همراه تصویر را ترجیح دادند و ارائه آن در دو خط را نامناسب دانسته و نسبت به نحوه نمایش پیام در دو فاز ارجحیت قائل شدند.

پیشنهادات: بنابراین لازم است در خصوص فرهنگ‌سازی، اقدامات مناسب برنامه‌ریزی و اجرا شود. همچنین ضمن عدم ارائه پیام در دو خط، طراحی تصاویر به همراه متن صورت گرفته و با رنگ قرمز و سبز نمایش داده شود.

کلیدواژه‌ها: کارایی تابلوها، قلم، رنگ، نحوه نمایش، تابلوهای پیام متغیر، کنترل هوشمند

۱. دانشجوی کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل دانشکده عمران و حمل و نقل دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. استادیار دانشکده عمران و حمل و نقل دانشگاه اصفهان، نویسنده مسئول، m.aboutalebi.e@eng.ui.ac.ir

مقدمه

در فضای گسترده و مملو از فناوری که در آن به سر می‌بریم، ترافیک در شهرها و کلان‌شهرها و مشکلات عدیده‌ای که حاصل این پدیده ناخوشایند است، باعث رنجش خاطر و آزار همه شهرنشینان شده است. علاوه بر این، کنترل و هدایت این وضعیت لجام‌گسیخته، همت و تلاشی بس افزون نسبت به گذشته می‌طلبد. با توجه به اینکه برای کنترل ترافیک امروزه سیستم‌های رایج مانند تابلوها، علایم و چراغ‌های راهنمایی جوابگو نیستند و ایمنی راه‌ها مرتباً در حال کاهش است؛ لذا نیاز به تغییر در رویکرد و استفاده از سیستم‌های بدیع و کارآمد، ضروری به نظر می‌رسد.

از جمله سیستم‌های جدید، سیستم کنترل هوشمند ترافیک (ITS)^۱ است. این سیستم توسط یک ابزار جدید به نام تابلوهای پیام متغیر خبری (VMS)^۲ که به مرکز کنترل ترافیک متصل است، تصاویر ارسالی از دوربین‌های نظارتی در سطح شهر را تجزیه و تحلیل کرده و پیام‌های واقعی و در لحظه را به رانندگان مخابره می‌کنند. بدین صورت آن‌ها را از وضع مسیرهای پیش رو مطلع ساخته و با نمایش مسیرهای کم‌ترافیک، رانندگان را برای رسیدن به مقصدشان از طریق این مسیرها هدایت می‌کند. تابلوهای پیام متغیر با عناوین تابلوی پیام دینامیکی (DMS)^۳ و تابلوی پیام قابل تغییر (CMS)^۴ نیز بیان می‌شوند. این سیستم کنترل ترافیک، قابل برنامه‌ریزی بوده و می‌تواند هر ترکیبی از کاراکترها را در قالب پیام به رانندگان نشان دهد. عملکرد تابلوها نقش مهمی در بزرگراه‌ها دارد و در درجه اول برای کاربردهای زیر استفاده می‌شود: (۱) بیان مشکلات غیرمکرر، (۲) بیان مشکلات زیست‌محیطی، (۳) بیان یک رویداد ویژه ترافیکی و (۴) بیان مشکلات ویژه عملیاتی.

1. Intelligent Transportation System

2. Variable Message Sign

3. Dynamic Message Sign

4. Changeable Message Sign

هر فناوری و سیستمی برای کارایی مفید و بدون نقص، نیازمند تعریف مؤلفه‌های مؤثر و تعیین محدوده آن‌ها است. این سیستم هم از قاعده مذکور مستثنا نبوده و کارایی آن به مؤلفه‌هایی از جمله، جانمایی تابلو، قلم، رنگ، اندازه پیام و نحوه نمایش بستگی دارد. در تابلوهای پیام متغیر با توجه به اینکه تابلو از سلول‌های نوری ساخته شده است، مسئله انعکاس و یا بازتاب نور وجود ندارد.

همان‌طور که در پیشینه پژوهش ملاحظه خواهد شد، در بررسی‌های صورت گرفته در کشور ما، بیشتر به بحث جانمایی تابلوها پرداخته شده و مؤلفه‌های دیگر، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. مؤلفه‌های دیگر به نوعی مکمل بحث جانمایی بوده و همه باهم باعث ایجاد یک پیام مناسب و مؤثر، برای راننده می‌شود. لذا بررسی و تعیین مؤلفه‌های مذکور به صورت علمی و درست ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، این موارد کاملاً به شرایط اقلیمی و محلی منطقه مورد مطالعه بستگی دارد و نتایج حاصل قابل تعمیم 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. لذا با توجه به تحقیقات بین‌المللی در این راستا، لازم است شاخص‌های بیان‌شده نیز در شهر اصفهان بررسی شده تا الگویی علمی برای بهره‌برداری مناسب از این تابلوها به دست آید.

هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی کارایی تابلوهای پیام متغیر موجود، بررسی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوها می‌باشد که در این راستا به پرسش‌های زیر پاسخ داده خواهد شد:

۱. آشنایی و میزان استفاده مردم از تابلوهای پیام متغیر تا چه اندازه است؟
۲. بهترین ابزارها برای فرهنگ‌سازی در مورد این تابلوها چیست؟
۳. میزان خوانا بودن قلم مورداستفاده و اندازه متن نمایش داده شده به چه میزان است؟
۴. کدام طیف رنگ‌ها در روز مناسب و کدام نامناسب هستند؟ و کدام طیف رنگ‌ها

- برای شب و شرایط مه‌آلود مناسب هستند؟
۵. نمایش پیام در کدام حالت تأثیرگذارتر است، یک خط یا تعداد خطوط بیشتر؟
۶. نمایش پیام به صورت فقط متن یا متن همراه با تصویر بهتر است؟
۷. نمایش پیام در یک یا دو فاز ارجح است؟

پیشینه پژوهش

بررسی مکان‌یابی تابلوها

سودمند، ابوالقاسمی و حاج‌هاشمی (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان «ارائه شاخص‌ها، محدودیت‌ها و مدل مکان‌یابی بهینه تابلوهای پیام متغیر خبری در معابر درون‌شهری» که به روش مدل‌سازی انجام شده است، بیان کرده‌اند که کاربردی‌ترین سیستم اطلاع‌رسانی در مجموعه سیستم کنترل هوشمند ترافیک، تابلوهای پیام متغیر خبری بوده و در این بین، مکان‌یابی این سیستم از اهمیت بالایی برخوردار است. در پژوهش فوق، مسئله جای‌گذاری تابلوهای پیام متغیر خبری به صورت یک مسئله دوسطحی بیان شد که نشان‌دهنده ارتباط بین تأثیرات جای‌گذاری و مکانی تابلوی پیام متغیر خبری بر توزیع ترافیک بود. در مدل سطح بالا، هدف پیشینه‌سازی اطلاعات حاصل قرارگیری تابلوهای پیام متغیر خبری بوده و تصمیماتی مبنی بر مکان تابلوها بر اساس شاخص‌های نرخ تصادف و حجم ترافیک آن در این سطح، مطرح گردید. در مدل سطح پایین، عکس‌العمل کاربران به تصمیمات اخذشده در قالب مدل تخصیص تصادفی کاربر نشان داده شد. با اطلاع‌رسانی بیشتر به کاربران، تخصیص تصادفی به تخصیص قطعی نزدیک‌تر شده و کاربران بر اساس شرایط واقعی ترافیک، انتخاب مسیر خواهند کرد. یکی از موارد مهم لحاظ‌شده در مدل، تأثیرات کاهش اطلاع‌رسانی تابلوها بر تصمیمات کاربران است.

میرزا بروجردیان و شیخی (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «بررسی روش‌های

مکان‌یابی بهینه تابلوهای هشداردهنده ایمنی پیام متغیر» که به روش مقایسه مؤلفه‌هایی نظیر مدل برنامه‌نویسی، داده‌های مورد استفاده و نوع برداشت داده‌ها انجام شده است، نشان دادند که بین روش‌های موجود برای بررسی مکان مناسب تابلوها، دو روش مکان‌یابی با الگوریتم ژنتیک و حریم‌صانه و مکان‌یابی با سناریو ATIS^۱ به دلیل استفاده از مدل‌های برنامه‌نویسی و استفاده از داده‌های شبکه راه‌ها برای تحلیل و بررسی، از ماهیت یکسانی برای مقایسه برخوردار بودند. همچنین دو روش مکان‌یابی با شبیه‌سازی رانندگی و مکان‌یابی در بالادست منطقه کاری برخلاف دو روش اول از روش‌های آزمایشگاهی و میدانی برای برداشت واقعی داده‌ها بهره جستند؛ لذا با یکدیگر قابل مقایسه بودند. کاهش تأخیر و زمان سفر، مؤلفه‌ای است که در مکان‌یابی با استفاده از الگوریتم ژنتیک مورد توجه قرار گرفت که باعث می‌شود مسیرهای صحیح در زمان مناسب به راننده ارائه شده و زمان سفر کاهش یابد. لذا استفاده از الگوریتم ژنتیک و حریم‌صانه، ارجح بود.

افتخاری، تشکری و قطعی (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی بهینه تابلوهای پیام متغیر در شبکه گسترده آزادراه‌ها بر اساس حجم تردد و نرخ تصادفات» که با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک انجام شده، اظهار نمودند که هزینه‌های بالای نصب و نگهداری این تابلوها به یک چالش بزرگ در امر یافتن مکان و تعداد تابلوهای مورد نیاز که در صورت بروز حادثه بهترین کارایی را داشته باشد، بدل شده است. در پژوهش انجام شده که بر روی آزادراه کرج قزوین صورت گرفته، مسیر به ۱۸ قسمت تقسیم شده و این نتیجه حاصل شد که تعداد ۴ تابلو در مسیر مناسب بوده که مکان مناسب توسط این الگوریتم به دست آمد.

خدابنده‌لو و صادقی نیارکی (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان «واکاوی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP و FAHP به منظور جانمایی تابلوهای پیام متغیر

(VMS) در محیط GIS که به روش تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی انجام شده است، بیان شده که تصمیم‌گیری درباره مکان نصب تابلوها، امری مهم و به‌نوعی به سیستم اطلاعات مکانی (GIS)^۱ بازمی‌گردد؛ لذا در این زمینه تصمیمات بر پایه چند معیار گرفته می‌شود. نتایج، نشان از موفقیت دو روش در پیش‌بینی مناطق مناسب برای احداث تابلوها داشته است، ضمن اینکه روش تحلیل فازی در شناسایی مناطق، عملکرد بهتری داشت.

حق‌شناس و همکارانش (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی بهینه تابلوهای پیام متغیر بر اساس پیام موردنیاز در شرایط متغیر راه» که به روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی روی تابلوهای موجود روی شبکه راه‌های استان اصفهان انجام شده اظهار نمودند که مکان برخی از تابلوها مناسب بوده است؛ درحالی‌که مکان بعضی، جزء اولویت‌های برتر نبوده و در صورت نصب در مکان‌های دیگر، عملکرد بهتری برای جریان ترافیک وجود داشت.

لی، لین، هی و جیانگ (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی بهینه و نمایش زمان سفر در تابلوهای پیام متغیر» که به روش توسعه مدل تعادل ترافیک شبکه با اطلاعات زمان سفر نمایش داده شده از طریق تابلوهای پیام‌های متغیر انجام شده بیان می‌کنند که تعادل، تأثیر اطلاعات زمان سفر نمایش داده شده را بر انتخاب مسیرهای مسافران تحت تراکم مجدد، با استفاده از میزان بهره‌برداری از اطلاعات نمایش داده شده توسط مسافران در نظر می‌گیرد و با تجزیه و تحلیل حساسیت از تعادل شبکه، پیشنهاد‌های مناسب ارائه می‌کند. همچنین بیان شده که ارائه اطلاعات زمان سفر از طریق تابلوهای پیام متغیر خبری به مسافران می‌تواند عملکرد شبکه را تحت برخی از طرح‌های ضعیف، تضعیف کند. نتایج حاکی از آن است که طراحی مکان‌های تابلوهای پیام متغیر خبری و نمایش زمان سفر و نوع مدل‌های استفاده شده

در مکان یابی، حائز اهمیت است.

بررسی وضعیت تابلوها و تأثیرات آنها

بهروز و همکارانش (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان «تابلوی خبری متغیر: دستورالعملی برای پیام‌نویسی، عملکرد و اجرا، شرکت کنترل ترافیک تهران» که به روش مصاحبه با پرسشنامه انجام شده بیان می‌کنند دلایلی که رانندگان کمتر مسیرشان را با توجه به پیام‌های تابلوهای پیام متغیر تغییر می‌دهند، می‌تواند یکی از هشت مورد زیر باشد؛ دقیق نبودن اطلاعات مثل تصادفی که در تابلو گفته شده ولی در محل دیده نمی‌شود، مربوط نبودن اطلاعات به زمان حال مانند ناسازگاری پیام با شرایط حاضر، مربوط نبودن اطلاعات به راننده، اطلاعات بدیهی و قابل رؤیت مثل نمایش ترافیک سنگین درحالی که خودروها در اوج ترافیک چسبیده به هم حرکت می‌کنند، نمایش اطلاعات تکراری به طوری که هرروز رانندگان همان‌ها را مشاهده می‌کنند، نمایش اطلاعات بی مورد از قبیل بااحتیاط برانید یا اطلاعات زمان و دما، گزارش اطلاعات غلط که به راحتی می‌توان نادرستی‌شان را اثبات کرد و مورد نهایی، طراحی بد و ضعیف ارائه اطلاعات است، به نحوی که خواندن آن برای راننده مشکل باشد.

فلاح زواره، ممدوحی و نوردفجارن (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «طراحی و ارزیابی عملکرد مهندسی LEDهای استفاده شده در آزادراه‌ها» که به روش ارزیابی شاخص‌های ایمنی انجام شده به بررسی اثرات پیام‌های ایمنی در رفتار رانندگی در تابلوهای پیام متغیر پرداختند. در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های ایمنی، میزان خطر در هر فاصله زمانی ۵ دقیقه با شرایط ترافیکی در ۵ دقیقه گذشته بر اساس مقیاس زبان «کم»، «متوسط» و «بالا» سنجیده شده است. نتایج نشان می‌دهد که یک پیام ممکن است در شرایط مختلف، اثرات متفاوتی ایجاد کند. همچنین تطابق خطر رفتاری در پیام‌ها با خطر کم و متوسط در طی شب مشاهده شد. با این حال، اثرات پیام‌های خطر به طور سازگار با سازگاری‌های ایمنی مرتبط بود.

الگوریتم پیام‌نویسی، استاندارد به‌کارگیری و طراحی مؤثر پیام

دودک^۱ (۲۰۰۶) در گزارشی با عنوان دستورالعمل طراحی و نمایش تابلوهای پیام متغیر اظهار نمود که برای مؤثر بودن پیام، تابلوها باید توسط یک پیام معنی‌دار با مخاطب خود ارتباط برقرار کنند که رانندگان بتوانند در یک دوره کوتاه، پیام را خوانده و آن را درک کنند. برای انجام این کار، رعایت اصولی نظیر محتوا (اطلاعات خاص نمایش داده شود)، طول (تعدادی از کلمات و یا کاراکترها و فضاها)، بارگذاری (تعداد واحدها یا اطلاعات در پیام) و قالب (نظم و ترتیب واحدها یا اطلاعات) در طراحی پیام موردنیاز است.

رونچی، نیلسون، مودیگ و والتر (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «تابلوهای پیام متغیر برای تخلیه اورژانسی تونل‌ها» که به روش ارزیابی با استفاده از پرسشنامه انجام شده است، نشان دادند که ویژگی‌های سیستم‌های تابلوهای پیام متغیر، مانند اندازه پیام‌ها، استفاده از چراغ‌های چشمک‌زن، رنگ تابلو و کدگذاری پیام (متن، پیکوگرام یا ترکیبی از آن‌ها) مهم هستند. بهترین عملکرد تابلوهای پیام متغیر برای تخلیه اورژانسی یک تونل در شرایط حروف بزرگ، چراغ‌های چشمک‌زن و ترکیبی از نوشته و تصویر با رنگ سبز و کهربایی حاصل شده است.

طول پیام

صفرزاده و پور تیموری (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «ارائه استانداردهای به‌کارگیری تابلوهای پیام متغیر خبری» که به روش جمع‌آوری اطلاعات انجام شده بیان کردند که تعداد کلماتی که بر روی تابلوی متغیر خبری نمایش داده می‌شوند، علاوه بر وابسته بودن به قدرت درک و پردازش اطلاعات توسط رانندگان، به فاصله خوانایی تابلو نیز بستگی دارد. عواملی مانند سرعت حرکت، شرایط روشنایی، موقعیت خورشید، قوس‌های قائم و افقی، اجسام مانع و شرایط آب‌وهوا در تعیین فاصله

خوانایی تابلو مؤثر می‌باشند. همچنین تعداد کلمات به‌کار رفته در هر پیام نباید از ۸ کلمه بیشتر باشد. در جدول ۱، حداکثر تعداد واحدهای اطلاعاتی یک پیام در شرایط مختلف روشنایی و سرعت جریان ترافیک در مسیر استقرار تابلو پیشنهاد داده شده است.

جدول ۱. رابطه میان تعداد واحدهای اطلاعاتی هر پیام در شرایط روشنایی و سرعت‌های مختلف

سرعت (کیلومتر بر ساعت)			شرایط روشنایی
۹۰-۱۲۰	۵۵-۹۰	۰-۵۵	
۴	۴	۵	نیم روز
۴	۴	۵	بعدازظهر
۳	۴	۴	نور از پشت
۳	۴	۴	شب

منبع: مفارزاده و پورتیموری، ۱۳۹۳

فازهای نمایشی

دودک (۲۰۰۱) در گزارشی با عنوان دستورالعمل عملکرد تابلوهای پیام متغیر بیان نمود که با توجه به اینکه معمولاً تعداد واحدهای اطلاعاتی پیام علی‌رغم کاهش طول آن، ممکن است از حداکثر واحدهای اطلاعاتی مجاز یعنی ۸ کلمه تجاوز نماید؛ لذا نمایش آن در فازهای نمایشی مجزا و نیز در صورت محدودیت ابعاد، در بیشتر از یک خط، اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. بر اساس استانداردها، در تقسیم‌بندی یک پیام و نمایش آن در فازهای مجزا می‌بایست این نکته را موردتوجه قرار داد که با توجه به اینکه امکان دارد رانندگان تنها بتوانند یک فاز از یک پیام را بخوانند؛ لذا لازم است هر فاز پیام، خودش به‌تنهایی دارای معنی باشد. همچنین لازم است واحدها یا اطلاعاتی که مکمل یکدیگر می‌باشند، در یک فاز نشان داده شوند.

قلم نمایش

دودک (۲۰۰۶) در گزارشی با عنوان دستورالعمل طراحی و نمایش تابلوهای پیام متغیر بیان کرد که یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های مربوط به کارایی تابلوهای پیام متغیر

خبری در رساندن پیام موردنظر به مخاطب، قلم مورد استفاده برای نوشتن پیام‌های ارسالی بر روی تابلو می‌باشد. قلم مورد استفاده می‌بایست به گونه‌ای باشد که به ترتیب تعداد کلمات و حروف در هر خط از ۴ کلمه و ۲۰ حرف تجاوز ننماید. ضمن آنکه در جاده‌ها با محدودیت سرعت بالاتر از ۷۰ کیلومتر بر ساعت، می‌بایست قلم‌هایی مورد استفاده قرار گیرد که حداقل ارتفاع کلمات در آن ۴۶ سانتی‌متر باشد؛ این مقدار در جاده‌ها با سرعت‌های کمتر، ۳۱ سانتی‌متر می‌باشد. نسبت عرض به ارتفاع حروف برای قلم مورد استفاده، باید بین ۰/۷ و ۱ باشد و فاصله بین بخش‌های جداشدنی هر کلمه می‌بایست بین ۲۵ تا ۴۰ درصد ارتفاع حروف باشد. ضمن آنکه فاصله بین کلمات در یک پیام بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد ارتفاع حروف توصیه می‌گردد.

تعداد خطوط پیام‌ها

صفارزاده و پور تیموری (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «ارائه استانداردهای به‌کارگیری تابلوهای پیام متغیر خبری» که به روش جمع‌آوری اطلاعات انجام شده اظهار داشتند که پیام‌های تابلو در هر فاز نمایشی تا حد امکان می‌بایست در یک خط نمایش داده شوند. در صورتی که بر اساس ابعاد تابلو، امکان نمایش پیام در یک خط امکان‌پذیر نباشد، تعداد خطوط نباید از دو خط تجاوز نماید. همچنین اطلاعات مشخص نظیر محل وقوع حادثه نباید در دو خط مجزا نشان داده شود؛ ضمناً فاصله بین خطوط باید بین ۵۰ تا ۷۵ درصد ارتفاع حروف باشد.

رنگ پیام

آرتی‌ای (RTA)^۱ در گزارشی با عنوان تابلوهای پیام متغیر، کاربر و عملکرد بیان می‌کند که پیام ثبت‌شده بر روی تابلو می‌بایست از وضوح کافی برای مشاهده توسط رانندگان در شرایط مختلف روشنایی محیط و نیز در برابر نور مستقیم خورشید، برخوردار باشد. در این خصوص، استفاده از رنگ زرد با توجه به امکان مشاهده و

1. Regional Transportation Authority

وضوح آن در شرایط مختلف روشنایی توصیه می‌شود. استفاده از رنگ قرمز نیز در خصوص پیام‌ها با مضامین اعلام خطر با محدودیت به منظور جلب توجه بیشتر رانندگان بلااشکال می‌باشد (آرتی‌ای، ۲۰۱۰).

روشنایی پیام

آرتی‌ای (۲۰۱۰) در گزارشی با عنوان تابلوهای پیام متغیر، کاربر و عملکرد نشان داد که تابلوهای پیام متغیر می‌بایست میزان روشنایی خود را در شرایط مختلف نور طبیعی موجود تنظیم کنند تا خوانایی آن‌ها حفظ شود. به منظور تأمین حداکثر خوانایی تابلو، نسبت کنتراست (مقارنه) که همان تضاد بین روشنایی تابلو و محیط می‌باشد، بین ۸ تا ۱۲ توصیه شده است که در آن، امکان خواندن پیام برای ۸۵ درصد از رانندگان به راحتی امکان‌پذیر می‌باشد. نسبت روشنایی تابلو به روشنایی محیط نباید از ۳ کمتر گردد.

نحوه نمایش پیام

دپارتمان حمل و نقل اورگان آمریکا در گزارشی با عنوان راهنمایی برای عملکرد تابلوهای پیام متغیر بزرگراهی ایالتی که بر اساس مطالعات صورت گرفته جمع‌آوری و ارائه شده بیان می‌کند که نمایش پیام تابلوهای پیام متغیر نباید به صورت پویانمایی، فلش‌های سریع، حالت محوشده، انفجاری و یا هر حالتی که به از بین رفتن تمرکز رانندگان منجر گردد، باشد. در صورتی که نمایش طولانی مدت یک پیام ضرورت داشته باشد، پیام می‌بایست به صورت چشم‌کزن نمایش داده شود (اورگان، ۲۰۰۶). همچنین صفارزاده و پورتیموری (۱۳۹۳) در این خصوص اظهار داشتند که پیام‌های عمومی برای جلوگیری از عدم یکنواختی و در نتیجه کاهش توجه رانندگان، به صورت مستمر تغییر یابند و توصیه نمودند تا حد امکان از خاموش نمودن تابلو در شرایط غیر اضطرار اجتناب گردد.

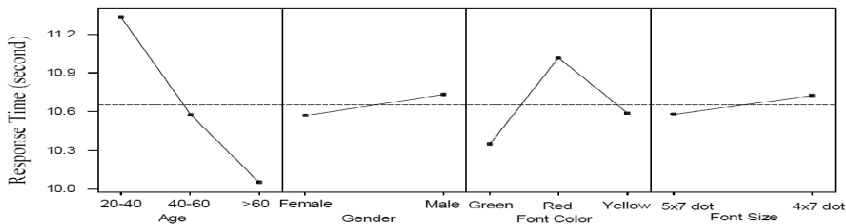
لوینسون و هو^۱ (۲۰۰۲) در پژوهشی با عنوان «تأثیر تابلوهای پیام متغیر» که به روش مطالعه میدانی انجام شده به این نتیجه رسیدند که برای نمایش پیام مربوط به تصادفات بسته به نوع تصادف باید دو نوع برخورد با آن صورت گیرد: ۱- اگر تصادف دارای کشته باشد، تا نیم ساعت پس از ثبت تصادف روی تابلو نمایش داده شود؛ ۲- اگر تصادف از نوع واژگونی تریلر یا کامیون و یا تصادف اتوبوس باشد، تا ۲ ساعت پس از زمان ثبت تصادف برای نمایش آن وقت باقی است. لازم به ذکر است با توجه به محدودیت‌های نمایشی مثل سایز تابلوها گاهی مواقع لازم است پیام‌ها در دو مرحله ارائه شوند و در تابلوهای دروازه‌ای و دارای صفحه‌نمایش بزرگ، بهتر است پیام‌ها در یک مرحله ارائه شوند.

روشی آزمایشی برای مطالعه نمایش تابلوهای پیام متغیر

وانگ و همکارانش^۲ (۲۰۰۲) در پژوهشی با عنوان «طراحی رویکرد تجربی برای مطالعه عملکرد تابلوهای پیام متغیر» که به روش آزمایشگاهی صورت گرفته مشخص کردند که ارتباط رنگ قلم، سن و جنسیت معنی‌دار است. همان‌طور که در تصویر ۱ نشان داده شده، رنگ قلم سبز حداقل زمان پاسخ را داشته است؛ درحالی‌که رنگ قرمز، طولانی‌ترین زمان را داشته است. همچنین با در نظر گرفتن اثرات سن در زمان واکنش، گروه سنی مسن‌تر، حداقل زمان را برای پاسخ صرف نموده بودند. اثر جنسیت بر زمان پاسخ قابل توجه بود و زنان کمی سریع‌تر از مردان پاسخ دادند. در بررسی طیف رنگ‌های مختلف مشخص شد که ۵۴/۸ درصد از افراد، رنگ سبز را به‌عنوان بهترین رنگ انتخاب کردند؛ به دنبال آن ۴۵/۲ درصد از افراد رنگ زرد را ترجیح داده و هیچ‌یک قرمز را انتخاب نکردند.

1. Levinson and Huo

2. Wang et al



تصویر ۱. نمایش نتایج آزمایش (وانگ و همکاران، ۲۰۰۲)

نحوه روشنایی تابلوها

زهن^۱، گائوکیانگ و جیانهو^۲ در پژوهشی با عنوان «طراحی نور ثانویه برای چراغ‌های لامپ‌های LED» که به روش آزمایشگاهی و کتابخانه‌ای انجام شده نشان دادند که معمولاً LEDها به عنوان منبع نور برای تابلوهای پیام متغیر خبری با رنگ‌های مختلف مانند قرمز، زرد، سبز و غیره استفاده می‌شود. همچنین آب‌وهوای مه‌آلود، یکی از عوامل مهم است که فعالیت‌های ترافیکی انسان را محدود می‌کند و عامل تصادفات رانندگی است (زهن، ۲۰۰۹؛ گائوکیانگ و جیانهو، ۲۰۰۳). همچنین در پژوهش دیگری که توسط فنگ، هانگ و ران^۳ (۲۰۱۵) با عنوان «نمایش پیام متغیر با وضوح بالا بر اساس دیودهای لیزر» که به روش آزمایشگاهی انجام شده نتیجه شد که LEDها در مقایسه با LDها^۴، نور را توسط تابش خودبه‌خود، بدون تشدیدکننده نوری ساطع می‌کند؛ در نتیجه نور، منسجم نیست؛ در حالی که نور در LD با زاویه واگرایی بسیار کم منسجم می‌شود. چنین ویژگی‌ای به این معنی است که نور LD می‌تواند به مراتب بیشتر از نور LED 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 که تضعیف انتقال

1. Zhen
 2. Gaoqiang and Jianhua
 3. Feng, Huang, Ruan
 4. Laser Diodes

بررسی کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر (VMS)

رنگ‌های مختلف LED مشاهده شد. طول موج هر رنگ LED در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. حداکثر طول موج برای چهار رنگ LED

رنگ LED	قرمز	زرد	سبز	آبی
طول موج (nm)	۶۳۰	۵۸۹	۵۱۹	۴۶۰

منبع: فنگ، هانگ و ران، ۲۰۱۵

اثر اضافه کردن تصویر به متن پیام

الکیم و همکارانش^۱ (۲۰۰۰) در پژوهشی با عنوان «اطلاعات گرافیکی مسیر روی تابلوهای پیام متغیر» که به روش میدانی انجام شده در به‌طور منظم درک رانندگان نسبت به تابلوهای پیام متغیر خبری مبتنی بر متن و پانل‌های اطلاعات گرافیکی مسیر (GRIP)^۲ را مورد آزمایش و مقایسه قرار دادند. نتایج حاکی از این بود که رانندگان رفتار بهتری در انتخاب مسیر با استفاده از GRIP نسبت به تابلوهای پیام معمول به نمایش گذاشته و بیشتر افراد پیام‌های DMS همراه با گرافیک را به پیام‌های فقط متن ترجیح دادند. از جمله نتایج دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد، قرار گرفتن تصویر گرافیکی سمت چپ و اولویت پیام با تصویر گرافیک چشمک‌زن نسبت به تصویر گرافیک ثابت است. اضافه کردن گرافیک به رانندگان انگلیسی‌زبان و غیرانگلیسی‌زبان (NNEsDs)^۳ نسبت به درک و پاسخ آن‌ها به پیام، کمک کرد؛ با این حال، عملکرد بهبود یافته برای NNEsDs بیشتر قابل توجه بود.

1. Alkim et al

2. Graphical Route Information Panel

3. Non Native English Speaking Drivers

روش پژوهش

رنگ‌های مورد استفاده در تابلوها سه رنگ قرمز، سبز، نارنجی یا زرد بوده که کارایی آن‌ها در شرایط مختلف آب‌وهوایی، روز، شب و ویژگی‌های آن‌ها از لحاظ پراکندگی در شرایط مختلف، نیاز به بررسی دارد. علاوه بر این، امکان‌سنجی نحوه نمایش پیام در بیش از یک خط با توجه به ویژگی‌های زبان فارسی حائز اهمیت بوده و بازخورد آن، مسئله مهمی است. مؤلفه دیگر، بررسی نمایش پیام به صورت فقط متن، یا متن همراه با تصویر است که با توجه به بررسی‌های انجام شده، این عامل ممکن است به جلب نظر بیشتر مخاطبان، بخصوص افرادی که به زبان آن منطقه آشنا نیستند، منجر شده و در تصمیم آن‌ها تأثیرگذار باشد. در این پژوهش به بررسی موارد فوق و پاسخ به سؤالات مطرح شده با روش پرسشنامه چهارگزینه‌ای در قالب مصاحبه حضوری پرداخته شده و از متخصصان ترافیک و عوام، مصاحبه به عمل آمده است. ضمناً در تحلیل داده‌ها از آزمون خی دو و همبستگی همراه با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. تحلیل‌های آماری توسط نرم‌افزار اسپاس پی‌اس اس صورت گرفت.

معرفی محدوده مورد مطالعه و تابلوی پیام متغیر خبری منتخب

شهر اصفهان، یکی از کلان‌شهرهای ایران است که بر اساس سال سرشماری سال ۱۳۹۰، جمعیتی بالغ بر ۱۹۰۸۹۶۸ نفر دارد. با توجه به گستردگی ترافیک و مشکلات آن، جستجوی روش‌های جدید برای کنترل ترافیک لازم است. تابلوهای پیام متغیر می‌تواند تا حدودی از مشکلات حمل‌ونقلی در شهر اصفهان بکاهد. از این رو ضروری است به منظور افزایش کارایی این فناوری، یکی از تابلوها مورد ارزیابی قرار گیرد تا بتوان نقاط ضعف و قوت این سیستم را مشخص کرد.

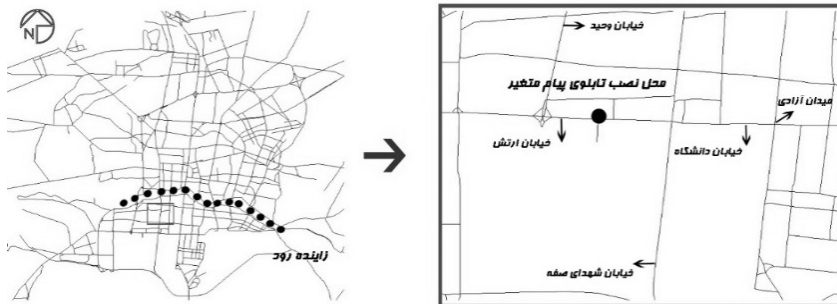
ایده سیستم‌های هوشمند در شهر اصفهان در سال ۱۳۶۸ شکل گرفت و جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان، تولید آن‌ها را آغاز کرد که برای اولین بار در تقاطع عباس‌آباد - آذر نصب و راه‌اندازی شد. پس از ارائه عملکردی مثبت و اثربخش، تولید صنعتی

این سیستم آغاز شد و در سال ۱۳۷۳ مرکز کنترل کوچکی در اصفهان راه‌اندازی شد. اکنون با توجه به آمار مرکز کنترل ترافیک، ۱۱۵ تصویر زنده از نقاط حساس شهر، ۱۵۲ تقاطع هوشمند، ۹ تابلوی پیام متغیر خبری و ۲۰ عدد دوربین ثبت سرعت در شهر وجود داشته و در حال بهره‌برداری است (سالنامه آماری شهرداری، ۱۳۹۳).

تابلوهای پیام متغیر به‌طور کلی به دو دسته شهری و بزرگراهی تقسیم می‌شود. در این پژوهش، همان‌طور که در تصویر ۲ مشخص گردیده، به بررسی کارایی تابلوی پیام متغیر شهری نصب‌شده در خیابان ارتش پرداخته شده است. محدوده تحت پوشش آن، در صورت روانی ترافیک تا میدان آزادی می‌باشد و شرایط مسیرهای موجود در محدوده نفوذ این تابلو به صورتی است که اگر لازم باشد، با اعلان تابلو، رانندگان قادر به جایگزینی مسیرهای دیگر برای انتقال ترافیک هستند.

تعیین حوزه نفوذ تابلوی پیام متغیر خبری مورد مطالعه

محل قرارگیری این تابلو در خیابان ارتش بوده و دارای ۳ مسیر جایگزین می‌باشد. حوزه نفوذ این تابلو به ترتیب شامل (۱) بلوار ارتش، (۲) خیابان وحید، (۳) خیابان شهدای صفا، (۴) سه‌راه توحید، (۵) بلوار دانشگاه و (۶) میدان آزادی می‌باشد. جدول ۳، انواع پیام‌ها در شرایط مختلف از حالت روان تا حالت ترافیک سنگین، به همراه محدوده پوشش تابلو را نمایش می‌دهد.



تصویر ۲. موقعیت تابلوی منتخب

جدول ۳. اطلاعات نمایش داده شده بر روی تابلوی منتخب

توحید روان	ارتش نیمه سنگین
توحید نیمه سنگین	بلوار دانشگاه سنگین
توحید روان	بلوار دانشگاه سنگین
حکیم نظامی نیمه سنگین	بلوار دانشگاه سنگین
بلوار دانشگاه نیمه سنگین	میدان آزادی سنگین
شهدای صفه روان	میدان آزادی سنگین
حکیم نظامی سنگین	میدان آزادی سنگین
حکیم نظامی روان	وحید روان
میدان آزادی روان	بلوار دانشگاه روان
توحید روان	بلوار ارتش روان

توحید روان	حکیم نظامی روان
توحید روان	بلوار دانشگاه سنگین
توحید روان	حکیم نظامی نیمه سنگین
حکیم نظامی نیمه سنگین	میدان آزادی سنگین
شهدای صفه نیمه سنگین	میدان آزادی سنگین
بلوار دانشگاه سنگین	میدان آزادی سنگین
حکیم نظامی سنگین	میدان آزادی سنگین
میدان آزادی روان	بلوار ارتش روان
حکیم نظامی روان	بلوار دانشگاه روان
حکیم نظامی روان	بلوار ارتش روان

تعیین نمونه استاندارد برای مطالعه

نیاز به آگاهی از نظرات شهروندان نسبت به تابلوهای پیام متغیر سبب می‌گردد تا با شهروندان اصفهانی مصاحبه صورت پذیرد. در این راستا تعیین حجم نمونه، اولین گام است. با توجه به جمعیت شهر اصفهان و با استفاده از فرمول کوکران که در رابطه ۱ نشان داده شده، می‌توان حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای این پژوهش را به دست آورد:

$$(1) \\ n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)}$$

در این رابطه:

n = حداقل حجم نمونه؛

N = جمعیت؛

Z = انحراف معیار استاندارد متناظر با سطح اطمینان قابل قبول؛

p = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (مثلاً جمعیت مردان)؛

$q = (1-p)$ = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (مثلاً جمعیت زنان)؛

d = حد خطای قابل قبول.

معمولاً p و q ، $0/5$ و مقدار Z و d با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، $1/96$ و $0/05$ خواهد بود؛ بنابراین حداقل تعداد پرسشنامه لازم بر اساس محاسبه زیر، ۳۸۴ خواهد بود و ۳۹۰ نمونه در نظر گرفته شد.

$$n = \frac{\frac{(1/96)^2 (0/5)(0/5)}{(0/05)^2}}{1 + \frac{1}{384} \left(\frac{(1/96)^2 (0/5)(0/5)}{(0/05)^2} - 1 \right)} = 384$$

یافته‌های پژوهش

بررسی وضعیت کارایی تابلوها و میزان استفاده از تابلوها توسط شهروندان

به منظور ارزیابی کارایی تابلوها در پرسشنامه تهیه شده، سؤال‌های زیر پیش‌بینی شدند:

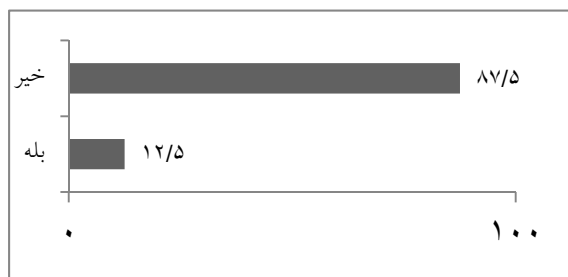
(۱) آیا تابه‌حال متوجه تابلوی پیام متغیر در طول مسیر شده‌اید؟

(۲) تاکنون چه مقدار از تابلوهای مذکور استفاده کرده‌اید؟

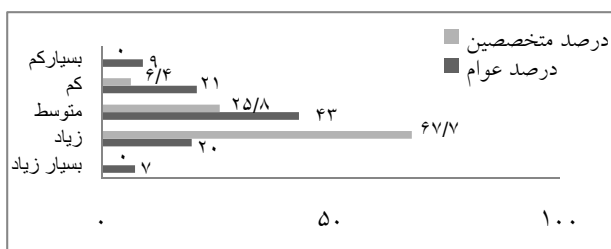
۳) بهترین ابزار در جهت فرهنگ‌سازی برای تابلوهای پیام متغیر چیست؟

نتایج جمع‌بندی پاسخ‌ها به صورت زیر می‌باشد:

- طبق نتایج به دست آمده که به ترتیب در تصاویر ۳ و ۴ نشان داده شده، ۸۷/۵ درصد از افراد از سیستم مطلع بوده و آن را در طول حرکت خود مشاهده نمودند. همچنین، ۴۳/۱ درصد از مردم میزان استفاده از اطلاعات ارائه شده توسط تابلوهای پیام متغیر را در حد متوسط و ۶۷/۷ درصد از متخصصان، میزان استفاده از اطلاعات ارائه شده توسط تابلوهای پیام متغیر را در حد زیاد دانستند.



تصویر ۳. درصد توجه به وجود تابلوی پیام متغیر

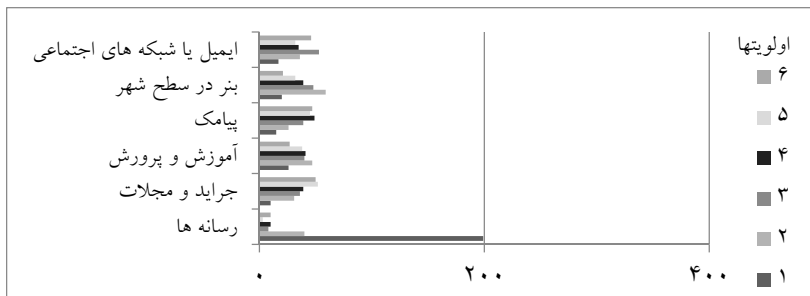


تصویر ۴. درصد میزان استفاده از تابلوهای پیام متغیر

- همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، بهترین ابزارها برای فرهنگ‌سازی در مورد تابلوها با توجه به اولویت‌های مختلف افراد: ۱ رسانه، ۲- بنر در سطح شهر، ۳- آموزش و پرورش، ۴- ایمیل یا شبکه‌های اجتماعی، ۵- پیامک، ۶- جراید و

بررسی کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر (VMS)

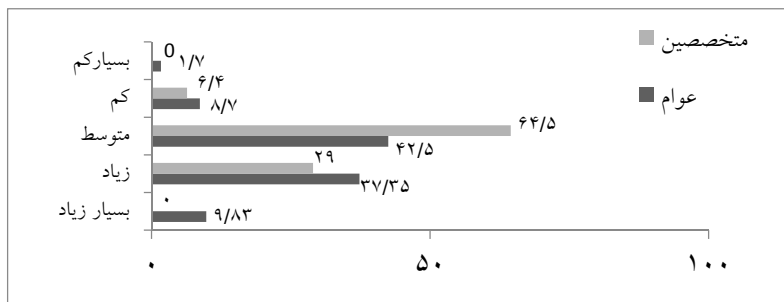
مجلات و همچنین ۴۳/۳ درصد از افراد نمونه معتقدند که اولویت این ابزارها یکسان است و هر ۶ مورد می‌تواند ابزاری در جهت فرهنگ‌سازی و آموزش در رابطه با تابلوها باشد.



تصویر ۵. اولویت‌بندی بهترین ابزار به‌منظور فرهنگ‌سازی و آموزش در رابطه با تابلوها

میزان خوانابودن قلم تابلوها

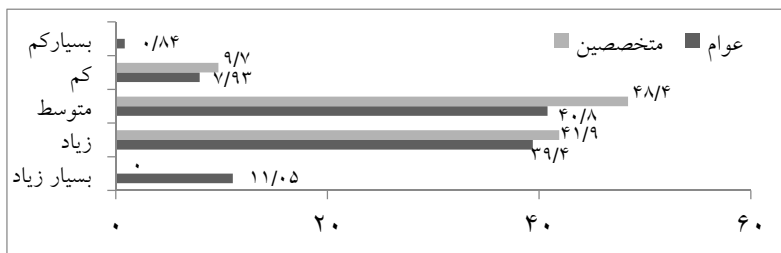
این تابلوها قابلیت ارائه انواع قلم‌ها را داشته که با توجه به قلم ارائه‌شده در تابلوی مورد مطالعه (قلم بی‌زر) ۴۲/۵ درصد از مردم و ۶۴/۵ درصد از متخصصان با توجه به تصویر ۶، میزان خوانابودن قلم تابلوهای پیام متغیر را در حد متوسط دانستند.



تصویر ۶. درصد میزان خوانابودن قلم تابلوهای پیام متغیر

میزان خوانابودن اندازه متن در تابلوها

از نظر اندازه متن، همان‌طور که در تصویر ۷ مشاهده می‌شود، ۴۰ درصد از مردم و ۴۸ درصد از متخصصان میزان خوانابودن اندازه متن تابلوهای پیام متغیر را در حد متوسط دانستند.



تصویر ۷. درصد میزان خوانابودن اندازه متن در تابلوهای پیام متغیر

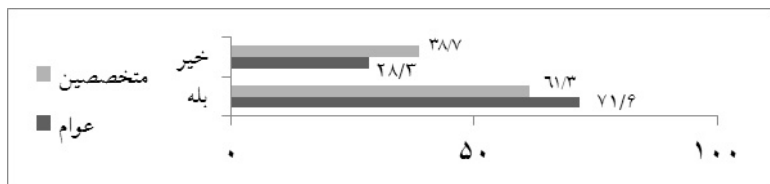
بررسی وضعیت رنگ در تابلوها

به منظور ارزیابی رنگ قلم‌های ارائه شده از سؤالات زیر استفاده شد:

- ۱) آیا به طور کلی رنگ نوشتار پیام در تابلوها در ساعات مختلف شبانه‌روز و شرایط آب‌وهوایی قابل خواندن است؟
- ۲) کدام رنگ‌ها در روز برای رانندگان بیشتر جلب توجه می‌کنند؟
- ۳) از نظر رانندگان، کدام رنگ‌ها در روز مناسب نیستند؟
- ۴) درخشندگی و تأثیر کدام رنگ‌ها در شب بهتر است؟
- ۵) کدام رنگ‌ها در شرایط مه‌آلود بهتر دیده می‌شود؟

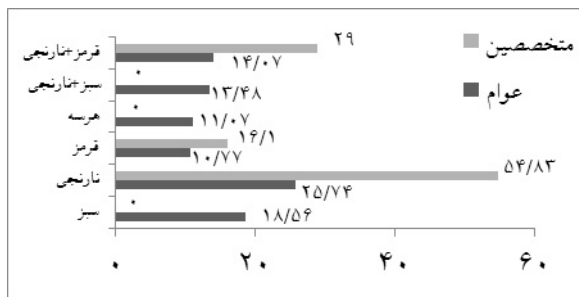
نتایج جمع‌بندی پاسخ‌ها به صورت زیر می‌باشد:

- همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده شد، ۷۲ درصد از مردم و ۶۱ درصد از متخصصان، رنگ نوشتار تابلوها در ساعات مختلف شبانه‌روز و انواع شرایط آب‌وهوایی را مناسب و قابل رؤیت دانستند.

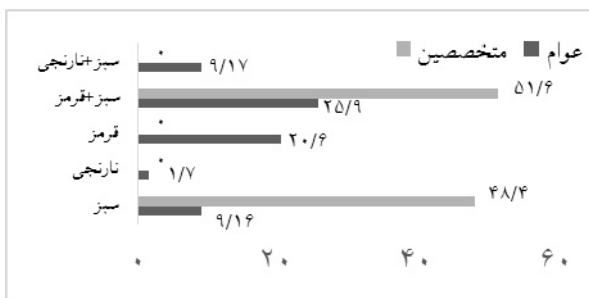


تصویر ۸. درصد مناسب بودن رنگ نوشتار تابلوها در ساعات مختلف شبانه روز و انواع شرایط آب و هوایی

با توجه به تصاویر ۹ و ۱۰، ۲۵/۹ درصد از مردم و ۵۱/۶ درصد از متخصصان معتقد بودند که سبز و قرمز را طیف رنگ‌های مناسب و ۲۵/۷ درصد از مردم و ۵۴/۸ درصد از متخصصان، رنگ نارنجی (زرد متمایل به نارنجی) را در روز نامناسب پنداشتند.

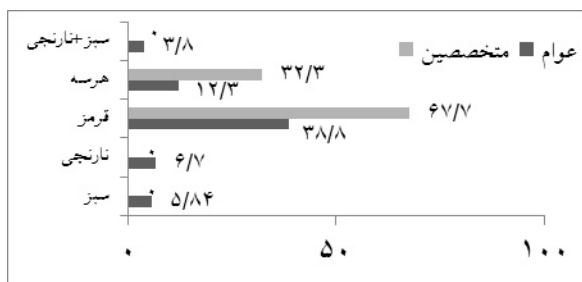


تصویر ۹. درصد پاسخ به نوع رنگ با بیشترین جلب توجه در روز

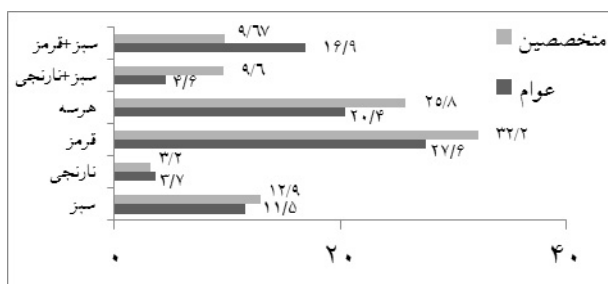


تصویر ۱۰. درصد پاسخ به رنگ نامناسب در روز

- طبق نتایج حاصل از تصاویر ۱۱ و ۱۲، به ترتیب ۲۷/۶ درصد از مردم و ۳۲/۳ درصد از متخصصان و ۳۹ درصد از مردم و ۶۷/۷ درصد از متخصصان، به علت درخشندگی و تأثیر، به رنگ قرمز برای شب و شرایط مه‌آلود رأی مثبت دادند.



تصویر ۱۱. درصد درخشندگی و تأثیر رنگ‌ها در شب

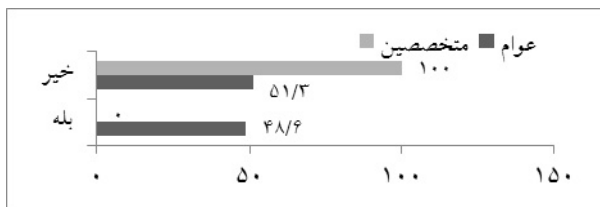


تصویر ۱۲. درصد دید رنگ بهتر در شرایط مه‌آلود

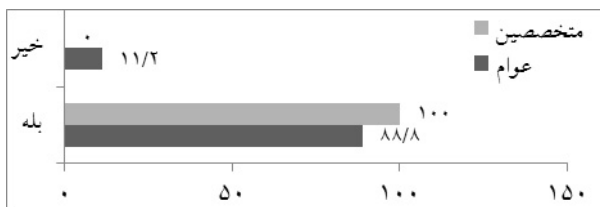
تک‌خطه‌بودن یا دوخطه‌بودن پیام

نتایج جمع‌بندی پاسخ‌ها در این مورد در تصاویر ۱۳ و ۱۴ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ۸۷/۸ درصد از مردم و ۱۰۰ درصد متخصصان، نمایش پیام در یک خط را مناسب و همچنین ۵۱/۳ درصد از مردم و ۱۰۰ درصد از متخصصان، نمایش پیام در دو خط را نامناسب دانستند.

بررسی کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر (VMS)



تصویر ۱۳. درصد مناسب بودن نمایش پیام در یک خط



تصویر ۱۴. درصد امکان نمایش پیام در دو خط

بررسی وضعیت نحوه نمایش پیام

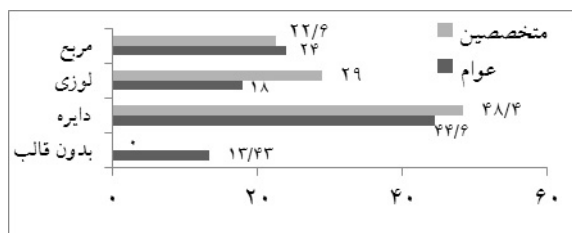
در خصوص نحوه نمایش پیام، موارد زیر مورد پرسش واقع شد:

- ۱) به نظر شما کدام مورد برای نمایش پیام تصادف مناسب تر است (پیام به صورت متن همراه تصویر یا فقط متن)؟
 - ۲) کدام قالب برای نمایش علائم راهنمایی مناسب است (قالب مربع، دایره، لوزی یا بدون قالب)؟
 - ۳) کدام حالت قرارگیری تصویر برای پیام مناسب است (تصویر در دو طرف، سمت چپ یا سمت راست پیام)؟
 - ۴) کدام یک از پیام‌ها بهتر است؟ (متن همراه تصویر که اول متن نمایش داده شود و بعد تصویر یا نمایش هم‌زمان با متن و تصویر)؟
- نتایج جمع‌بندی پاسخ‌ها به صورت زیر می‌باشد:

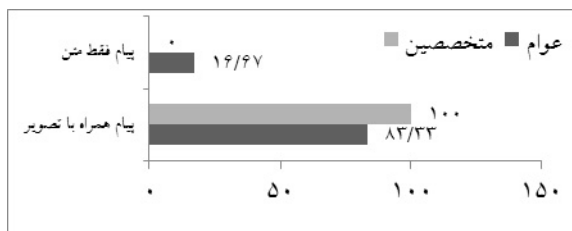
- همان‌طور که در تصاویر ۱۵ و ۱۶ مشاهده می‌شود، ۸۳/۳ درصد از مردم و ۱۰۰ درصد متخصصان، نمایش پیام همراه با تصویر را مؤثرتر دانسته و ۴۴/۵ درصد از

مردم و ۴۸/۳ درصد از متخصصان، شکل دایره را برای نمایش فریم تصویر مناسب دانستند.

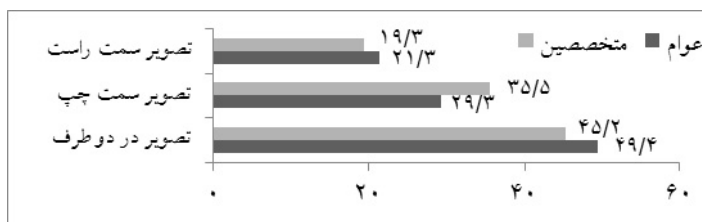
- بر اساس نتایج به دست آمده از تصویر ۱۷، ۴۹/۴ درصد از مردم و ۴۵ درصد متخصصان، وجود تصویر در دو طرف پیام را ترجیح دادند.



تصویر ۱۵. درصد نحوه نمایش پیام تصادف



تصویر ۱۶. درصد قالب نمایش پیام

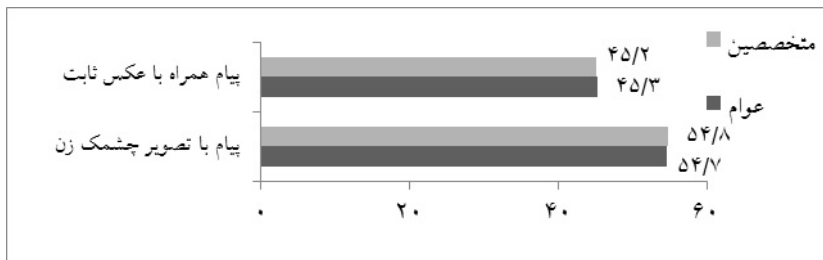


تصویر ۱۷. درصد محل قرارگیری تصویر نسبت به پیام

تصویر ۱۸ نشان می دهد که ۵۴/۷ درصد از مردم و ۵۴/۸ درصد از متخصصان، نمایش پیام در مرحله اول و تصویر در مرحله دوم را ارجح دانستند. با توجه به تحلیل آماری که در ادامه توضیح داده می شود، سطح معناداری آزمون خی دو در این

بررسی کارایی قلم، رنگ و نحوه نمایش در تابلوهای پیام متغیر (VMS)

مورد بیشتر از ۰/۰۵ بود؛ بنابراین بین تعداد افرادی که به گزینه اول پاسخ دادند، با تعداد افرادی که به گزینه دوم پاسخ دادند، تفاوت معنی داری وجود نداشت.



تصویر ۱۸. درصد نحوه نمایش پیام

تحلیل آماری پرسشنامه‌ها

با توجه به تحلیل و بررسی پاسخ‌ها و با در نظر گرفتن ۵ درصد خطا، اگر سطح معناداری آزمون خی دو کمتر از مقدار مذکور باشد، تفاوت معنادار میان گزینه‌ها وجود داشته و در این صورت به احتمال ۹۵ درصد پاسخ‌های به دست آمده درست بوده است؛ ولی در شرایطی که سطح معناداری بیشتر از ۵ درصد باشد، پاسخ به گزینه‌های مختلف تفاوت معنی داری ندارد و حتی با ۵ درصد خطا، گزینه‌ها ارتباط معناداری با یکدیگر ندارند؛ برای نمونه، تحلیل آماری مربوط به رنگ مناسب توسط آزمون‌های خی دو و مان ویتنی^۱ برای دو گروه متخصصان و عوام صورت گرفته که در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون خی دو

مقادیر	پارامتر	موارد
۱۴/۸۳۹	خی دو	افراد متخصص
۶	درجه آزادی	
۰/۰۲۲	سطح معناداری	
۱۶۶/۲۰۷	خی دو	عوام
۷	درجه آزادی	
۰/۰۰۰	سطح معناداری	

1. Chi-Square and Mann-Whitney

جدول ۵. نتایج آزمون مان ویتنی

مؤلفه	مقادیر
مان ویتنی (U)	۴۷۳۴/۰۰۰
ویلکوسن (W)	۵۲۳۰/۰۰۰
Z	-۱/۱۵۲
سطح معناداری	۰/۲۴۹

بر اساس جدول ۴، چون سطح معناداری بیشتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین نظر افراد متخصص و عوام در مورد رنگ مناسب در شب تفاوت معناداری ندارد و نظرات یکسان است. همچنین بر اساس جدول ۵، چون تعداد نمونه‌ها بیش از ۲۰ است و قدر مطلق Z کمتر از ۱/۹۶ است؛ پس نتیجه قبلی مجدداً تأیید می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مربوط به کارایی

الف) بررسی نتایج نشان داد که با توجه به سطح نیاز بالا نسبت به وجود تابلوهای پیام متغیر، تغییر مسیر به علت نمایش پیام‌ها در حد متوسط بود. یکی از عوامل این مسئله می‌تواند نکات ارائه‌شده توسط بهروز و همکاران باشد. نکته قابل تأمل دیگر می‌تواند ضعف در نمایش رنگ پیام بوده و یا به خصوصیات رانندگان از قبیل سن، جنسیت، تحصیلات و سابقه رانندگی مربوط شود.

ب) همان‌طور که محرز است، فرهنگ‌سازی در ترافیک، امری حیاتی است؛ به‌نحوی که حدود ۹۶ درصد از افراد بیان کردند که لزوم فرهنگ‌سازی برای تابلوها به‌شدت نیاز است؛ درحالی‌که نقصان این امر، یکی از مؤلفه‌های پایین‌بودن درصد استفاده از تابلوها و به‌تبع آن، تغییر مسیر رانندگان است. با در نظر داشتن نتایج تحلیل‌ها، این نتیجه حاصل می‌شود که بهترین ابزارها برای فرهنگ‌سازی به ترتیب رسانه، بنر، آموزش و پرورش، رایانامه یا شبکه‌های اجتماعی، پیامک، جراید و مجلات هستند.

نتایج مربوط به خوانایی

همان‌طور که تحلیل‌ها نشان داد، ۴۲/۵ درصد مردم و ۶۴/۵ درصد متخصصان، میزان خوانایی پیام را در حد متوسط پنداشتند. لذا پژوهش مکملی که در راستای کمک به اهداف پژوهش حاضر با استفاده از جامعه علمی کشور صورت گرفت، به این نتیجه منجر شد که قلم نازنین در میان قلم‌ها از محبوبیت و کارایی بیشتری و قلم بی‌زر از کمترین محبوبیت و کارایی برخوردار بود. در این مطالعه به دلیل استفاده از قلم بی‌زر در نگارش پیام تابلوها و نام‌نوس بودن به نظر اکثریت افراد، خوانایی پیام در حد متوسط اعلام شد؛ پس لازم است در استفاده از قلم مناسب تغییراتی صورت گیرد.

نتایج مربوط به اندازه

نتایج حاکی از این بود که ۴۰ درصد مردم و ۴۸ درصد متخصصان، اندازه پیام‌ها را در حد متوسط دانستند. ضمن در نظر داشتن اینکه اندازه تابلوهای پیام متغیر در حد استاندارد است؛ لذا نمی‌توان انتظار داشت با افزایش عرض (ارتفاع تابلو) این مشکل حل شود. شایان‌ذکر است که این مورد به مطالعه از طریق شبیه‌سازی نیاز داشته تا بتوان با در نظر گرفتن سایر مؤلفه‌ها مانند رنگ، قلم و شرایط محیطی به‌طور قطع نظر داد.

نتایج مربوط به رنگ نمایش پیام

الف- همان‌طور که نشان داده شد، ۲۵/۹ درصد از مردم و ۵۱/۶ درصد از متخصصان قرمز و سبز را رنگ‌های مناسب و ۲۵/۷ درصد از مردم و ۵۴/۸ درصد از متخصصان نارنجی را به‌عنوان رنگ نامناسب و مانع دید در روز دانستند. طیف مناسب و نامناسب با توجه به شرایط جوی و محلی حاکم، زاویه تابش خورشید، محل قرارگیری تابلو، فرهنگ و عادات مردم انتخاب‌شده در هر منطقه، متغیر است. از نظر مردم، طیف نارنجی به علت نزدیکی به زرد مانع دید مناسب شده و در صورت تیره‌شدن و نزدیکی به رنگ قرمز برای روز مناسب خواهد شد.

ب- به ترتیب ۲۷/۶ درصد از مردم و ۳۲/۳ درصد از متخصصان و ۳۹ درصد از مردم و ۶۷/۷ درصد از متخصصان، برای شب و شرایط مه‌آلود، قرمز را بهترین رنگ دانستند؛ زیرا رنگ قرمز دارای طول موج بلندتری نسبت به بقیه طیف‌ها بوده و بنابراین میزان پراکندگی آن بسیار کمتر است و می‌تواند مسافت بیشتری سیر کند که این امر برای شرایط مذکور مناسب است.

نتیجهٔ مربوط به تعداد خطوط پیام

۸۸/۸ درصد از مردم و ۱۰۰ درصد متخصصان نسبت به نمایش پیام به صورت تک خط اتفاق نظر داشتند؛ درحالی‌که ۵۱/۳ درصد از مردم و ۱۰۰ درصد از متخصصان اذعان داشتند که نمایش پیام در دو خط نامناسب بود. شایان ذکر است که نتیجهٔ به دست آمده با نتایج مطالعات صفارزاده و پور تیموری مطابقت دارد. با توجه به نقطه‌دار بودن زبان فارسی، نمایش پیام در دو خط باعث کوچک شدن سایز نوشتار پیام شده و کاهش مسافت دید را در پی خواهد داشت که نهایتاً به بی‌توجهی و تغییر مسیر کمتر رانندگان منجر خواهد شد. ضمناً پیام یک خطه نیازمند پردازش و زمان پاسخ کمتر نسبت به پیام چندخطه است؛ در نتیجه باید از هرگونه سیاست در قبال نمایش در بیش از تک خط خودداری کرد.

نتایج مربوط به نحوهٔ نمایش

الف) با توجه به نتایج، ۸۳/۳ درصد از مردم و ۱۰۰ درصد متخصصان ترجیح دادند که نمایش پیام همراه با تصویر باشد. لازم به ذکر است که این نتیجه با یافته‌های پژوهش آلکیم و همکارانش هم‌خوانی دارد. همان‌طور که به نظر می‌رسد، ارزش تصویر بهتر از کلام بوده و ارتباط بهتری با راننده برقرار می‌کند؛ پس متولیان امر باید با طراحی تصاویر گویای متناسب با پیام و نمایش آن در کنار متن، به ارتباط بهتر و جذب مخاطب بیشتر کمک کنند.

ب) ۴۴/۵ درصد از مردم و ۴۸/۳ درصد از متخصصان، فریم دایره را برای نمایش

قالب تصویر پیام و ۴۹/۴ درصد از مردم و ۴۵ درصد از متخصصان، تصویر در دو طرف را مناسب دانستند. این مطالب کاملاً سلیقه‌ای بوده، اما بررسی این موارد و مناسب بودن نحوه نمایش در کنار مؤلفه‌های دیگر باعث می‌شود رانندگان نسبت به سیستم احساس بهتری داشته باشند و بیشتر با آن همکاری و ارتباط برقرار کنند. همان‌طور که نشان داده شد، ۵۴/۷ درصد از مردم و ۵۴/۸ درصد از متخصصان، پیام همراه تصویر چشمک‌زن را ترجیح دادند. با توجه به اینکه نمایش پیام یا تصویر به صورت چشمک‌زن ممکن است موجب سردرگمی و حواس‌پرتی رانندگان شود؛ لذا میزان کارآمدی نمایش پیام به صورت دوفازه به بررسی بیشتر همراه با شبیه‌سازی نیاز دارد؛ ولی با توجه به نتایج بیان‌شده، ترجیح مردم بر دوفازه بودن نمایش پیام استوار بود.

پیشنهاد‌های کاربردی و پژوهشی

با توجه به نتایج ارائه‌شده در بخش قبل می‌توان پیشنهاد‌های کاربردی و پژوهشی زیر را عملی و اجرایی نمود:

- برای ایجاد اعتماد خوانندگان تابلوها و استفاده بیشتر بایستی در ارائه پیام‌ها دقت کافی نمود. بدین منظور اطلاعات باید دارای خصوصیات دقیق، مربوط به زمان حال، مربوط به راننده، غیربديهی و غیرقابل‌رؤیت، عدم نمایش اطلاعات تکراری، عدم نمایش اطلاعات بی‌مورد، عدم گزارش اطلاعات غلط و نهایتاً عدم طراحی بد و ضعیف ارائه اطلاعات باشد.

- برای کارایی بیشتر تابلوها به فرهنگ‌سازی با وسایل ارتباطی با اولویت‌بندی رسانه، بنر، آموزش و پرورش، رایانامه یا شبکه‌های اجتماعی، پیامک، جراید و مجلات اقدام نمود.

- طراحی تابلوها به صورتی که با تغییر شرایط جوی، تابش خورشید و تغییر شب و روز به صورت خودکار رنگ پیام‌ها تغییر کند.

- ارائه پیام‌ها فقط به صورت تک خطی باشد.

- برای ارتباط بهتر و سریع‌تر با راننده، ارائه پیام‌ها به همراه نمایش تصویر باشد.

- استفاده از قلم‌های نظیر نازنین و انجام مطالعات قبل و بعد برای ارزیابی کارایی آن‌ها.

- برای بررسی بهتر اندازه قلم‌ها از روش شبیه‌سازی با در نظر گرفتن سایر مؤلفه‌ها مانند رنگ، نوع قلم و شرایط محیطی، مطالعات جامعی صورت گیرد.

- مطالعاتی در خصوص انتخاب رنگ‌های مناسب با توجه به شرایط جوی و محلی حاکم، زاویه تابش خورشید، محل قرارگیری تابلو، فرهنگ و عادات مردم و انجام مطالعات قبل و بعد روی آن‌ها صورت گیرد.

- طراحی تصاویر گویای متناسب با پیام‌های مختلف و استانداردسازی در این خصوص برای ارتباط بهتر و جذب مخاطب بیشتر انجام شود.

- بررسی نمایش پیام همراه تصویر چشم‌کزن با شبیه‌سازی و در صورت امکان مطالعات قبل و بعد نیز صورت گیرد.

منابع

- افتخاری، ح. ر؛ تشکری، ه؛ قطعی، س. م. (۱۳۹۳). مکان‌یابی بهینه تابلوهای پیام متغیر در شبکه گسترده آزادراه‌ها بر اساس حجم تردد و نرخ تصادفات. نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، تهران.

- بهروز، ح؛ باباخانی، ف؛ سرکار، ع. ر. (۱۳۸۹). تابلوی خبری متغیر: دستورالعملی برای پیام نویسی، عملکرد و اجرا. شرکت کنترل ترافیک تهران.

- حق شناس، ح؛ راستی برزکی، م؛ حاجیان، پ. و بندگانی، م. (۱۳۹۳). مکان‌یابی بهینه تابلوهای پیام متغیر بر اساس پیام موردنیاز در شرایط متغیر راه، مطالعه موردی:

شبکه راه‌های استان اصفهان. نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، تهران.

- خدابنده‌لو، ا. و صادقی نیارکی، ا. (۱۳۹۱). واکاوی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP و FAHP به منظور جانمایی تابلوهای پیام متغیر (VMS) در محیط GIS. دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.

- سودمند، س.؛ ابوالقاسمی، ن. و حاج هاشمی، ا. (۱۳۹۴). ارائه شاخص‌ها، محدودیت‌ها و مدل مکان‌یابی بهینه تابلوهای پیام متغیر خبری در معابر درون‌شهری. چهاردهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، معاونت و سازمان حمل و نقل ترافیک، تهران.

- صفارزاده، م. و پور تیموری، م. (۱۳۹۳). ارائه استانداردهای به‌کارگیری تابلوهای پیام متغیر خبری. نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، تهران.

- میرزا بروجردیان، ا. و شیخی، س. (۱۳۹۲). بررسی روش‌های مکان‌یابی بهینه تابلوهای هشداردهنده ایمنی پیام متغیر. سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک، تهران.

- Alkim, T. P., Van Der Mede, P. H. J. and Janssen, W. H. (2000). Graphical Route Information on Variable Message Signs, Proc. 10th International conference Road Transport Information and Control, London.

- Dudek, C. L. (2001). Variable Message Sign Operations Manual, Published by the New Jersey Department of Manual. *Published by the New Jersey Department of Transportation.*

- Dudek, C. L. (2006). Dynamic Message Sign Design and Display Manual, Report FHWA/TX-04/0-4023-P3. Texas Transportation Institute, College Station, Texas.

- Fallah Zavareh, F., Mamdoohi, A. R. and Nordfjærn, T. (2017). The effects of indicating rear-end collision risk via variable message signs on traffic behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and*

Behavior, Vol. 46, Part B, PP. 524-536.

- FENG, L. L., HUANG, H. T., and RUAN, C. (2015). Research on the High-brightness Traffic Variable Message Sign Based on Laser Diodes. *Advanced Display Technology, and Micro/Nano Optical Imaging Technologies and Applications*, edited by Byoungho Lee, Min Gu, Xiacong Yuan, Daniel Jaque, Yikai Su, Proc. of SPIE Vol. 9672, 967202
- Gaoqiang, Z., Jianhua, L. (2003). Design and Engineering Practice of LED Combinations Used In Changeable Message Sign of Expressway. *Journal of Highway and Transportation Research and Development*, Vol.20 (S1), PP.62-64.
- Levinson D. and Huo H. (2002). Effectiveness of Variable Message Signs, University of Minnesota, *Department of Civil Engineering*.
- Li, M., Lin, X., He, F. and Jiang, H. (2016). Optimal locations and travel time display for variable message signs. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 69, PP. 418-435.
- Oregon Department of Transportation. (2006). Guidelines for the Operation of Variable Message Signs on State Highways.
- Ronchi, E., Nilsson, D., Modig, H. and Walter A. L. (2016). Variable Message Signs for road tunnel emergency evacuations. *Applied Ergonomics*, Vol. 52, PP. 253-264.
- RTA. (2010). *Variable Message Signs (VMS). Use and Operation*.
- Wang, JYH-Hone, Hunter and Christopher, (2002). Design of Experiment Approach To Study The Display Of Variable Message Signs. *Department Of Industrial And Manufacturing Engineering University Of Rohde Island, Kingston*.
- Zhen, C. (2009). Secondary Optic Design for LED Signal Lamps. *Advanced Display*, Vol.20 (10), PP.30-32.

