

ارایه مدل جهت ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر بر مبنای انتظارات رانندگان

سعید حسامی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران
محمد اتقائی*، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: atghaei@hotmail.com

دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۶ - پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۵

چکیده

ایمنی و توانایی یک راه برای عبور دادن وسایل نقلیه با حداقل تاخیر برای رانندگان به نظم و ترتیب جریان ترافیک بستگی دارد و در صورتی می‌توان این نظم را در جاده‌ها حاکم گردانید که علائم و تابلوها، به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای کنترل ترافیک، رانندگان را به‌طور دقیق و صحیح راهنمایی کنند. از این رو در این پژوهش با فرض رعایت شدن قابلیت دید تابلوها، به بررسی و ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر پرداخته شده است. در این راستا با شناخت عوامل مؤثر بر قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر، متغیرهای مربوطه انتخاب گشته و از آنها در جهت ساخت مدل رگرسیون استفاده گردیده است. در این مدل فاکتورهای مؤثر بر قابلیت خوانایی به عنوان متغیر مستقل و انتظارات رانندگان بر حسب امتیاز کمی، به عنوان متغیر وابسته معرفی شدند. سپس با توجه به ماهیت پیوسته بودن متغیر وابسته مدل، مدل رگرسیون خطی برازش داده شده و اعتبارسنجی شده است. در پایان مشخص گردید تابلوها باید دارای تعداد کلمات و تعداد نقوش محدود باشند و با افزایش آنها نمره تابلو از نظر قابلیت خوانایی کاهش می‌یابد. همچنین رانندگان با تابلوهایی که دارای تضاد رنگ بین کلمات و پس‌زمینه منطقی‌تری بودند و با فوتی خوانا با اندازه مطلوب، که متناسب با سرعت طرح جاده مورد نظر، طراحی شده بودند هم ارتباط بهتری برقرار کردند و سطح قابلیت خوانایی آنها از دید رانندگان مطلوب ارزیابی شد. همچنین استفاده از این مدل به عنوان یک ابزار برای مدیران حوزه حمل و نقل و ترافیک شهری پیشنهاد می‌شود؛ به‌طوری که می‌توان با این مدل بررسی کرد که آیا تابلو قابلیت خوانایی مناسب را دارا می‌باشد یا خیر.

واژه‌های کلیدی: تابلوهای راهنمای مسیر، حمل و نقل، قابلیت خوانایی، مدل آماری، مدیریت شهری

۱- مقدمه

داشته باشد که عبارتند از:
تابلوهای انتظامی - تابلوهای اختطاری (هشداردهنده) - تابلوهای
اخباری (اطلاعاتی).
تابلوهای راهنمای مسیر که نوعی از تابلوهای اخباری
محسوب می‌شود در هدایت وسایل نقلیه و روان‌سازی
جریان‌های ترافیکی و ایمنی ترافیک جایگاه ویژه‌ای دارند.
تابلوهای ترافیکی از جمله تابلوهای راهنمای مسیر همواره

سیستم حمل و نقل شامل چهار عامل انسان، جاده، وسیله
نقلیه و محیط می‌باشد که سیستم بسیار پیچیده‌ای بشمار می‌آید.
تناقض و تضاد بین این عوامل باعث تصادفات ترافیکی و تاخیر
وسایل نقلیه می‌گردد. از اینرو تابلوهای ترافیکی به عنوان یکی
از مهم‌ترین ابزارهای کنترل ترافیک نقش مهمی را در کنترل
جریان ترافیکی از طریق انتقال پیام به رانندگان، ایفا می‌کنند.
تابلوهای ترافیکی در یک مسیر می‌توانند انواع گوناگونی

تابلوهای راهنمای مسیر، محدودیتی است که اندازه فونت برای سرعت طرح ایجاد می‌کند، یعنی ممکن است یک راه با معیارهای بسیار مناسب و استاندارد از نظر روسازی، سرعت طرحی معادل ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت داشته باشد اما با نصب تابلوی اطلاع‌رسانی با اندازه نامناسب به دلیل اینکه رانندگان امکان دارد توان خواندن تابلو در بازه زمانی مناسب برای سرعت ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت را نداشته باشند، مجبور شوند از سرعت خود در بخشهایی که تابلو نصب شده است، بکاهد که در این صورت از سرعت طرح و ظرفیت و تراکم آن مسیر کاسته می‌شود. مسلم است هزینه‌هایی که برای روسازی راه جهت رسیدن به سرعت طرح دلخواه می‌شود بسیار بیشتر است تا هزینه‌های طراحی و نصب تابلوهای اطلاع‌رسانی مسیر.

[Soleimani et.al , 2009] متأسفانه در بسیاری از مناطق تابلوهایی نصب شده‌اند که در طراحی و نصب آنها رفتار رانندگان در هنگام مقابله با تابلوها نادیده گرفته شده و حتی رانندگان با قدرت دید خوب هم نمی‌توانند به خوبی تمام پیام تابلو را در مدت زمان محدود دریافت کنند.

از این رو در این تحقیق به مطالعه انحصاری قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر پرداخته و رابطه‌ای میان انتظارات رانندگان در هنگام مواجه شدن با تابلوها و قابلیت خوانایی تابلوها بدست می‌آوریم.



شکل ۱. تابلوی راهنمای مسیر غیراستاندارد در شهر ساری

۲- روش مطالعه

مطالعه بصورت نظرسنجی از طریق فرم‌هایی که بدین منظور تهیه شده بود صورت گرفت. مطابق بررسی روی رابطه کوکران، برای این مدل‌سازی نیاز به آمارگیری از ۱۹۶ نفر است؛ بنابراین از ۱۹۶ نفر آمارگیری شد که در مدل‌سازی از آنها

به‌عنوان یک وسیله مهم تبادل اطلاعات با راننده شناخته شده که در جهت مؤثر بودن عملکرد آن باید قابلیت خوانایی و قابلیت دید در آنها لحاظ شده باشد. [Borowsky et.al , 2008] قابلیت خوانایی، ویژگی فیزیکی یک تابلو است که تشخیص بین حروف، کلمات، اعداد و یا اشکال گرافیکی را ممکن می‌سازد و بطور مستقیم به دقت دید راننده مربوط است. [Carlson et.al , 2012] از آنجایی که نقوش وسیله بهتری برای انتقال پیام، نسبت به حروف هستند، لذا حتی الامکان در تابلوها از نقوش استفاده می‌شود و هرگاه ناگزیر به استفاده از حروف باشیم باید حداقل کلمات بکار گرفته شوند. [Azimi Tabrizi , 2006] و قابلیت دید هر تابلو به ابعاد و رنگهای آن بستگی دارد. یک تابلوی بزرگ به هر رنگی که باشد از قابلیت دید مناسب برخوردار است. همچنین محل نصب تابلو نیز نقش مهمی در قابلیت دید آن ایفا می‌کند. به عبارت دیگر قابلیت دید میزان قابل تشخیص بودن یک تابلو از محیط پیرامونی که توسط چشم قابل کشف باشد، می‌باشد. بنابراین هم شرایط فیزیکی و هم شرایط مشاهده کننده را در بر می‌گیرد. [Forbes et.al, 1993] تاکنون پژوهش‌های نسبتاً خوبی در رابطه با قابلیت خوانایی تابلوها صورت گرفته ولی متأسفانه در جمع‌بندی این پژوهش‌ها، مدلی کاربردی برای ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر؛ بخصوص تابلوهای راهنمای مسیر استاندارد شده در ایران، ساخته نشده است. فنگ در پژوهشی تاثیر عوامل پایه بر درک روان‌شناسی را مورد مطالعه قرار داد. برخی از این عوامل عبارتند از خصوصیات فیزیکی علائم، زاویه دید، کیفیت و چگونگی اطلاعات علائم، خصوصیات روحی و روانی راننده، خصوصیات فیزیولوژی و فیزیکی راننده. طی نتایج این تحقیق می‌توان بیان داشت که ۲۵٪ تصادفات ترافیکی از تضاد بین انسان و محیط جاده نشأت می‌گیرد. همچنین اینگونه بیان شده که ۹۰٪ اطلاعات رانندگی به واسطه درک دیداری علائم حاصل می‌گردد [Fang , 2007] هاشم ال مدنی در تحقیقی نشان داد که رانندگان جوان (زیر ۲۴ سال) نسبت به افراد مسن درک پایین‌تری از علائم داشتند، از این رو یک شخص میانسال (۲۴-۳۵ سال) نسبت به یک شخص مسن بهتر خواهد بود. این موضوع نیز حائز اهمیت می‌باشد که تجربه‌ی سال‌ها رانندگی نمی‌تواند در بهبود بخشیدن برای درک از علائم مؤثر واقع گردد. [Al-Madani et.al, 2002] از طرفی یکی از مهم‌ترین مسائل طراحی نامناسب

مربوط به رانندگان بود از رانندگان سوال شد، برخی اطلاعات مانند رنگ تابلو، رنگ فونت و ... مورد نظرسنجی، به آسانی به دست آمد و برخی اطلاعات دیگر مربوط به تابلوها از دستگاه‌های ذیربط نظیر اداره کل راه و شهرسازی مازندران و شهرداری‌های شهرهای مورد مطالعه، دریافت شد.

۳- ساختار مفهومی مدل

ساختار مفهومی مدل بدین نحو شکل گرفته که با مطالعات رفتار رانندگان در مواجهه با تابلوهای راهنمای مسیر، پارامترهایی که مهم‌ترین نقش در قابلیت خوانایی تابلو را داشتند، شناسایی شده و سپس به جمع‌آوری آمار و داده‌ها اقدام شده است. در مدل، اعتبار تابلوها از دید رانندگان به عنوان متغیر وابسته و پارامترهای موجود در تابلوها به عنوان متغیرهای مستقل معرفی شدند. کاربرد این مدل جهت ارزیابی قابلیت خوانایی یک تابلوی راهنمای مسیر در نظر گرفته شده و آن هم بدین نحو است که پارامترهای مورد نیاز در مدل را از تابلو شناسایی کرده و در مدل قرار داده و پارامتر وابسته (Y)، که مربوط به انتظارات رانندگان است با بازه‌های حاصل از تجزیه و تحلیل آمار مقایسه کرده و سطح کیفیت انتقال پیام را از نظر قابلیت خوانایی ارزیابی می‌کنیم.

۴- انتخاب متغیرهای موثر در مدل

از آنجایی که تابلوهای راهنمای مسیر در ایمنی ترافیک اهمیت بالایی دارند، نیاز به یک مدل مناسب که با رفتار رانندگان متناسب باشد جهت ایمنی ترافیک و ایمنی جاده‌ها ضروری به نظر می‌رسد. از این رو متغیرهای مدل با توجه به قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر و رفتار رانندگان با توجه به پژوهش‌های پیشین و تجربه به صورت زیر انتخاب گردیدند.

۴-۱- تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو (A)

مطالعات تجربی نشان می‌دهد تعداد کلمات بر روی یک تابلو راهنمای مسیر می‌تواند برای یک راننده، در جهت خواندن پیام تابلو تاثیر زیادی داشته باشد. از این رو این متغیر را انتخاب کرده تا با تعداد کلمات روی یک تابلو، رفتار رانندگان در مواجهه با آن شناسایی شود. طبق مطالعاتی که صورت گرفت

استفاده شود. هر چه تعداد نمونه‌ها برای کالیبره کردن و معتبرسازی مدل بیشتر باشد مدل قابل اطمینان‌تر خواهد بود. برای معتبرسازی مدل، یک چهارم تا یک پنجم تعداد نمونه‌ها برای کالیبره کردن مدل کافی و مناسب است به این ترتیب داده‌ها را به صورت اتفاقی به دو دسته ۱۵۰ تایی برای ایجاد مدل و ۴۶ تایی برای معتبرسازی مدل تقسیم شدند. رانندگانی مورد آزمایش قرار گرفتند که دارای درک بالایی از علائم داشته باشند. مطابق تحقیقات هاشم ال مدنی بهترین بازه سنی برای درک علائم ۲۴ سال تا ۳۵ سال است [Al-Madani et.al, 2002] و بر این اساس رانندگانی در این نظرسنجی شرکت کردند که در حدود سنی ۲۴ تا ۳۵ سال بودند که اکثراً ضمن آگاهی به قوانین راهنمایی و رانندگی، در رانندگی مهارت داشتند و در مورد قابلیت خوانایی تابلوها و عوامل مؤثر بر آنها و فرق آن با قابلیت دید بخوبی توجیه شده بودند. برای آمارگیری دقیق‌تر و صرفه‌جویی در وقت، گاهی اوقات از روش خود تکمیلی برای تکمیل پرسشنامه‌ها استفاده شد. آمارگیری در حدود ۷ روز و در ایستگاه‌های تاکسی درون و برون شهری و در پمپ بنزین‌هایی که صف‌های طولانی داشتند؛ در روزهای غیر تعطیل، از ساعت‌های ۹ الی ۱۳ در شهرهای ساری و بابل و در قسمت بین شهری، بخش‌هایی از مسیر شماره ۲۲ انجام شد. ضمناً در طول روزهایی که فرآیند نظرسنجی صورت می‌گرفت، شرایط جوی برای رویت تابلوها مطلوب بوده است.

۲-۱- معرفی فرم نظرسنجی

فرم نظرسنجی از سه قسمت تشکیل شده است. در قسمت اول مشخصات راننده شامل سن، میزان تحصیلات، قدرت بینایی، جنسیت راننده خواسته شده است. در قسمت دوم مشخصات تابلو خواسته شده است شامل تعداد تابلوهای نصب شده در سازه، تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو، تعداد نقوش بکار رفته بجای کلمه در یک تابلو، رنگ پس زمینه تابلو، رنگ فونت، ابعاد تابلو و ارتفاع فونت در تابلو. در قسمت سوم از رانندگان خواسته شده بود به این تابلو از نظر انتقال پیام و میزان ارتباط راننده با تابلو، از نظر کمی از صفر تا بیست، و از نظر کیفی (عالی، خوب، متوسط، ضعیف) امتیاز دهند. لازم به ذکر است در جمع‌آوری اطلاعات، مواردی که

۴-۴- فاکتور حداقل فاصله مورد نیاز خوانایی (D)

حداقل فاصله خوانایی، فاصله ای از تابلو می باشد که در آن فاصله راننده عبارات روی تابلو را به راحتی می تواند مشاهده و قرائت کند. همانطوری که در بخش های قبل ذکر شده، حداقل فاصله خوانایی به پارامترهایی نظیر حجم اطلاعات بر روی تابلو، نوع فونت، ارتفاع حروف، سرعت عملکردی معبر و ... وابسته می باشد.

در این پژوهش برای ساخت مدل، نیاز به دریافت این پارامتر از تابلوهای مورد بررسی، بوده است. برای تابلوهایی که با اصول مهندسی و استاندارد طراحی شده بودند، مراجعه به منابع آیین نامه ای و استفاده از عوامل مرتبط با آن نظیر سرعت عملکردی معبر و یا ارتفاع حروف مینا توانایی دستیابی به این پارامتر را تسهیل می کرد. اما برای برخی تابلوهای غیر استاندارد (که عموماً در مناطق شهری دیده شده اند)، به طور تقریبی حداقل فاصله خوانایی آن اندازه گیری شده است.

۴-۵- فاکتور تعداد تابلوهای نصب شده در سازه

(E)

هر چه تعداد تابلوهای نصب شده در سازه بیشتر باشد، قابلیت خوانایی تابلوها را برای رانندگان، در زمان محدود مطالعه کاهش می دهد. تجمع علائم راهنمایی و رانندگی در یک محل، موجب می شود که رانندگان نتوانند پیام تابلوها را به سهولت دریافت کنند. همچنین در آیین نامه ها ذکر شده که اصولاً نباید بیش از سه تابلو بر روی یک پایه نصب شده و یا این که سه تابلو بلافاصله در کنار یکدیگر قرار گیرند. [Azimi, Tabrizi, 2006] این موضوع نشان دهنده آن است که تعداد تابلوها در یک سازه هم می تواند بر روی قابلیت خوانایی راننده تاثیرگذار باشد.

۵- بررسی متغیرها و مدلها

آنالیز و میزان کارایی و اثرگذاری متغیرها در ساخت مدل بر مبنای ضرایب همبستگی بین آنها صورت پذیرفت. جهت بررسی میزان اثر هر یک از پارامترهای مستقل در میزان قابلیت خوانایی و حصول اطمینان از متغیرهای انتخاب شده به تشکیل ماتریس همبستگی و تعیین ضرایب همبستگی می پردازیم. جدول ۲ ماتریس همبستگی متغیرهای در نظر گرفته در بانک اطلاعاتی این پژوهش را نشان می دهد.

نشان داده شد فهم دقیق علائم ترافیکی در سرعت های بالا کمتر است. وقتی اطلاعات در علائم ترافیکی افزایش می یابد، نرخ فهم دقیق به طور غیر خطی کاهش می یابد. بنابراین تعداد نام محل روی یک تابلو اطلاعاتی باید محدود گردد. [Sun, et.al, 2008] از آنجایی که معمولاً پیام تابلوها به دو زبان (فارسی و انگلیسی) نوشته می شوند، بدیهی است ملاک ما تعداد کلمات نوشته شده به یک زبان (فارسی) می باشد.

۴-۲- تعداد نقوش بکار رفته به جای کلمه در یک

تابلو (B)

افزایش حمل و نقل در جهان و پذیرش گواهینامه های رانندگی بین المللی در کشورهای مختلف، مسائل مربوط به درک پیام را افزایش داده است. بنابراین علائم باید استاندارد شده و از علائم سمبولیک بیشتر استفاده شود. [Shinar, et.al, 2003] از آن جایی که نقوش وسیله بهتری برای انتقال پیام، نسبت به حروف هستند، لذا حتی الامکان باید در تابلوها از نقوش بجای کلمات استفاده شود. [Azimi Tabrizi, 2006]



شکل ۲. برخی نقوش که بجای کلمات در تابلوها بکار می روند

۴-۳- فاکتور تضاد رنگ (C)

این پارامتر نشان از آن دارد که تضاد رنگ نقوش و حروف با رنگ زمینه تابلو، می تواند در افزایش قابلیت خوانایی تابلو بسیار مفید باشد. تجربه نشان داده است رانندگان توجه بیشتری به تابلوهایی با زمینه های آبی یا سبز و فونت سفید دارند، همچنین زمینه سفید و فونت سیاه هم در اولویت بعدی قرار دارد. از این رو اعداد زیر را جهت بکارگیری در مدل به آنها نسبت می دهیم.

جدول ۱. اعداد نسبی به ترکیب رنگ پس زمینه و رنگ فونت

رنگ پس زمینه - رنگ فونت	عدد نسبت داده شده
سفید - سیاه	۲
سبز - سفید	۴
آبی - سفید	۶

جدول ۲. ماتریس همبستگی بین متغیرهای مستقل مدل (آزمون همبستگی پیرسون)

امتیاز تابلو در نظر رانندگان (متغیر وابسته)	تعداد تابلوهای نصب شده در یک سازه	حداقل فاصله دید	فاکتور تضاد رنگ	تعداد نقوش بجای کلمه	تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو	
					۱	تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو
				۱	۰،۱۹۳	تعداد نقوش بجای کلمه
			۱	-۰،۰۲۷	-۰،۰۱۹	فاکتور تضاد رنگ
		۱	۰،۲۶۴	-۰،۰۰۴	-۰،۳۱۶	حداقل فاصله دید
	۱	۰،۲۴۲	۰،۲۵۵	۰،۰۲۳	-۰،۳۷۳	تعداد تابلوهای نصب شده در یک سازه
۱	۰،۳۸۷	۰،۸۶۷	۰،۴۱۶	-۰،۳۵۲	-۰،۷۸۴	امتیاز تابلو در نظر رانندگان (متغیر وابسته)

۵-۱- مدل رگرسیون خطی چند متغیره

ساده ترین نوع مدل های خطی تعمیم یافته می باشد که رابطه کلی آن به صورت زیر بیان می شود:

$$y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \quad (1)$$

که در آن Y ، متغیر وابسته و X_i ها متغیرهای مستقل و B_i ها ضرایب رگرسیون هستند. [Greene, 1993]

۶- مدل سازی

به منظور ساخت مدل، از نرم افزار SPSS² نسخه ۱۹ استفاده شده است. پس از انتخاب عوامل موثر بر قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر، جدول اطلاعاتی آن به نرم افزار SPSS² معرفی شد. در آنالیز انجام شده توسط این نرم افزار سطح اطمینان ۹۵٪ برای در نظر گرفتن متغیرها در مدل ملاک عمل قرار گرفت. به این ترتیب در هر گام متغیرهایی که خطای آنها از ۵٪ بیشتر باشند از مدل حذف می شوند و مدل در گام بعدی با متغیرهای باقیمانده مورد ارزیابی قرار می گیرد. در به دست آوردن مدل ابتدا متغیرها را یک به یک به نرم افزار معرفی کرده و از بین مدل های به دست آمده، بهترین آنها انتخاب شد. در بخش آخر فرآیند مدل سازی سرانجام دو مدل یکی شامل تمامی متغیرها و دیگری شامل همه متغیرها بجز E (تعداد تابلوهای نصب شده در سازه) (جدول ۴) به علت آنکه دارای ضریب همبستگی بیشتری نسبت به دیگر مدلها بودند و t آماره و p -value آنها منطقی تر بود مورد بررسی مجدد قرار گرفتند.

همانطوری که در جدول ۲ مشخص است متغیرهای تعداد کلمات نوشته شده در تابلو (A) و حداقل فاصله دید (D) از بیشترین وابستگی با متغیر وابسته در مدل که همان انتظارات رانندگان بر حسب امتیاز کمی (Y) می باشد، برخوردار بوده و از گزینه های اصلی به منظور ورود به مدل می باشد.

هدف از ارائه یک مدل آماری، یافتن رابطه ریاضی بین تابع انتظارات رانندگان بر حسب امتیازات کمی و براساس متغیرهای مستقل موثر می باشد که با توجه به ماهیت متغیر وابسته مدل (Y) که بصورت داده پیوسته (غیر گسسته) می باشند، مدل مورد استفاده به منظور پیش بینی انتظارات رانندگان، مدل رگرسیون خطی چند متغیره می باشد.

تحلیل رگرسیون مجموعه ای از تکنیک های آماری برای الگوسازی و بررسی رابطه بین یک متغیر پاسخ مورد نظر Y و مجموعه ای از متغیرهای پیشگو یا برگشت X_1, X_2, \dots, X_n است.

کاربردهای رگرسیون گسترده بوده و تقریباً در هر زمینه کاربردی چون مهندسی و علوم مربوط به شیمی، مدیریت و اقتصاد و ... پیش می آید. [Nirumand, 2005] لازم به ذکر است برخی مدل های دیگر از جمله پواسون و دو جمله ای منفی صرفاً زمانی استفاده می شوند که ماهیت متغیرها از نوع گسسته باشند، و بدین صورت در این مدل سازی شرکت نمی کنند و از این رو مدل رگرسیون خطی چند متغیره مورد بررسی قرار گرفته است.

سطح اطمینان ۹۵ درصد است. بنابراین مدل نهایی پژوهش به شکل رابطه شماره ۲ بیان می‌شود:

$$Y = 10.370 - 0.462A - 0.283B + 0.272C + 0.067D \quad (2)$$

Y: امتیاز قابلیت خوانایی تابلو (از نظر کمی)

A: تعداد کلمات نوشته شده بر روی یک تابلو

B: تعداد نقوش بجای کلمه در یک تابلو

C: پارامتر تضاد رنگ

D: حداقل فاصله خوانایی

۷- اعتباریابی مدل

اعتباریابی مدل به این دلیل انجام می‌شود تا مشخص شود مدل ارائه شده برای تابلوهایی به غیر از تابلوهایی که برای ایجاد مدل استفاده شده قابل کاربرد است یا خیر. مسلم آن است که مدلی کاربردی و قابل اعتماد است که برای دیگر تابلوها نیز قابل استفاده باشد.

برای بررسی صحت مدل‌ها از آزمون T-test استفاده شد. برای این منظور جامعه آماری که در مدل سازی وارد نشده است را در نظر گرفته^۳ و با استفاده از مدل های برازش داده شده، امتیاز تابلوها (Y) در آنها پیش بینی می‌شود. آزمون T-test میانگین دو گروه از امتیاز تابلوهای پیش بینی شده و امتیاز تابلوهایی که توسط مردم به آن داده شد، در تابلوها را به منظور تعیین این که آیا تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین میانگین دو گروه وجود دارد یا خیر، مقایسه می‌کند.

خلاصه نتایج آزمون T-test در جدول ۵ آورده شده است و بطور کلی نتایج جدول حاکی از آن است که امتیاز تابلوهایی که پیش بینی شده و مشاهده شده به طور متوسط یکسان است و مدل معتبر است. سرانجام نتایج حاصل از این مدل مورد بحث و تحلیل قرار گرفته و از آن به عنوان ابزاری در جهت ارزیابی رفتار رانندگان در جهت قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر قرار گرفت. همچنین در طی فرآیند ساختن مدل به این نتیجه رسیدیم که پارامتر A (تعداد کلمات نوشته شده بروی یک تابلو) بیشترین تغییر را در R^2 ایجاد کرده و این پارامتر بیشترین اعتبار را به مدل می‌بخشد.

همانطوری که مشخص است از بین این دو مدل، در مدل جدول ۳، متغیر E مقدار t آماره و P- مقدار مناسبی ندارد و مقدار آن در سطح ۹۵٪ دارای اطمینان مناسب نیست. لذا پس از حذف متغیر E مدل دوباره برازش داده شد و مشخصات آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳. نتایج برازش مدل رگرسیون خطی با تمامی متغیرهای مستقل

متغیر	ضریب برآورد شده	t آماره	p-value
ثابت	۱۲٫۶۱۲	۵٫۴۸۵	۰٫۰۰۰
A	-۰٫۵۹۸	-۳٫۵۴۵	۰٫۰۰۱
B	-۰٫۰۵۷	-۳٫۳۷۴	۰٫۰۰۱
C	۰٫۴۵۲	۴٫۸۹۵	۰٫۰۰۵
D	۰٫۰۵۸	۳٫۱۸۲	۰٫۰۰۳
E	-۰٫۸۲۰	-۰٫۳۳۲	۰٫۷۴۱

$$R^2 = 0.710$$

جدول ۴. نتایج برازش مدل رگرسیون خطی پس از حذف E

متغیر	ضریب برآورد شده	t آماره	p-value
ثابت	۱۰٫۳۷۰	۸٫۲۵۱	۰٫۰۰۰
A	-۰٫۴۶۲	-۹٫۴۹۱	۰٫۰۰۰
B	-۰٫۲۸۳	-۳٫۵۶۵	۰٫۰۰۱
C	۰٫۲۷۲	۴٫۴۱۷	۰٫۰۰۵
D	۰٫۰۶۷	۳٫۶۲۳	۰٫۰۰۲

$$R^2 = 0.791$$

جدول ۴ نتایج برازش مدل رگرسیون خطی را به داده‌ها نشان می‌دهد. مقدار t آماره و P-مقدار هر متغیر نشان دهنده میزان اهمیت متغیر و معنی دار بودن آن از نظر آماری است. قدر مطلق آماره t کلیه ضرائب تخمین زده شده برای متغیرها از ۱٫۹۶ بزرگتر است که نشان می‌دهد ضرائب تخمینی متغیرها در سطح ۹۵ درصد اطمینان، معنی دار هستند. P- مقدار برای هر متغیر نیز نشان دهنده معنی دار بودن ضرائب تخمینی متغیرها در

جدول ۵. نتایج آزمون T-test برای معیتر سازی مدل

T-test			آزمون برای فرض برابری واریانس‌ها			مدل
نتیجه	P-Value	T	نتیجه	P-Value	F	
مدل معیتر است	۰,۸۶۳	۰,۱۵۳	مدل معیتر است	۰,۵۳	۰,۳۰۷	رگرسیون خطی (رابطه ۳)

۸- بحث و بررسی

شهری می‌باشد. یکی از مواردی که می‌تواند جریان ترافیک را تحت تاثیر قرار دهد، بدون شک تابلوهای راهنمای مسیر می‌باشند. چنانچه تابلوهای راهنمای مسیر با فرض داشتن قابلیت دید مناسب، قابلیت خوانایی مناسبی نداشته باشند، عملکردی مخرب در جریان ترافیک ایفا می‌کنند. در این تحقیق با استفاده از مشخصات تابلوهای راهنمای مسیر و رفتار رانندگان در قبال آن، مدلی جهت استاندارد سازی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر ارایه شد (رابطه ۲). در مدل رابطه ۲ ضرائب مثبت نشان دهنده آن است که با افزایش آن متغیر، نمره تابلو افزایش می‌یابد و ضریب با علامت منفی نشان دهنده آن است که با افزایش مقدار آن مشخصه، نمره تابلو کاهش می‌یابد. از این رو بر اساس نتایج تحقیق حاصل از مدل سازی و مقایسه آن با تابلوهای مورد مطالعه می‌توان دریافت:

- ۱- تابلوهایی که استانداردهای آیین‌نامه‌ای در آن لحاظ شده بود عدد Y بالایی داشته و سطح انتقال پیام آنها عالی ارزیابی شده است.
- ۲- در محدوده شهری تابلوهایی که ظاهر زیباتر و خواناتری داشتند، بیشتر مورد توجه شهروندان و رانندگان قرار گرفته و به آنها امتیاز بیشتری دادند.
- ۳- همانطوری که از ساختار مدل پیداست ضریب A منفی به‌دست آمد و هر چه تعداد کلمات تابلویی بیشتر باشد، رانندگان پیام تابلو را بخوبی دریافت نمی‌کنند.
- ۴- مطابق ساختار مدل، ضریب B منفی بدست آمد و آن بدین معنی است اگر تعداد نقوش هم مانند تعداد کلمات بر روی تابلو افزایش یابد، نمره تابلو از نظر خوانایی کاهش می‌یابد.

- ۵- هر چه تابلو شلوغتر باشد؛ چه بصورت کلمات باشند و چه نقوش، امتیاز تابلو با افزایش آنها، کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه ضریب A و ضریب B هر دو منفی هستند

لازم به ذکر است که حوزه مورد مطالعه در ساخت مدل نهایی در این پژوهش بخش‌هایی از مسیر شماره ۲۲ شامل (آمل - بابل، بابل - قائمشهر، قائمشهر - ساری) بوده که طبق گزارشات مرکز مدیریت راههای کشور این محورها جز محورهای پرتردد کشور هستند و گاه محور ساری - قائمشهر به عنوان پرترددترین محور کشور هم معرفی می‌شود. همچنین در حوزه مطالعات درون شهری هم شهرهای ساری و بابل به عنوان دو شهر بزرگ و پرجمعیت شمال ایران مورد مطالعه قرار گرفتند. همانطوری که اشاره شد نتایج حاصل از مدل رابطه ۲ جهت ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر در نظر گرفته می‌شود. از مقایسه امتیاز کمی و کیفی که رانندگان به تابلوها داده بودند نتیجه گیری شده است تابلو هایی که نمره آنها از ۱۷,۵ بیشتر شود سطح قابلیت خوانایی آن عالی است. تابلوهایی که نمره آنها بین ۱۴,۵ تا ۱۷,۵ شود، سطح قابلیت خوانایی آن خوب است. تابلوهایی که نمره آنها بین ۱۲ تا ۱۴,۵ است سطح قابلیت خوانایی آن متوسط می‌باشد و در انتها تابلوهایی که نمره آنها کمتر از ۱۲ شود، سطح قابلیت خوانایی آن ضعیف می‌باشد.

جدول ۶. مقایسه بازه‌های امتیاز کمی و امتیاز کیفی

بازه امتیاز کمی	امتیاز کیفی
۱۷,۵ و بیشتر	عالی
۱۴,۵ تا ۱۷,۵	خوب
۱۲ تا ۱۴,۵	متوسط
کمتر از ۱۲	ضعیف

۹- نتیجه گیری

جریان دائم و وسایل نقلیه به منظور کاهش هزینه‌های ناشی از ترافیک، از دغدغه‌های اصلی شهروندان و مدیران

این پژوهش تشکر می‌شود.

۱۳- مراجع

- عظیمی تبریزی، م.، (۱۳۸۵)، آیین نصب تابلوهای علائم عمودی (کلیات)، انتشارات عرف ایران، تهران.
- نیرومند، ح.ع.، (مترجم)، (۱۳۸۴)، الگوهای خطی تعمیم یافته با کاربردهای آن در علوم و مهندسی، نوشته ریموند میرزاج، مونگمیری داگلاس. سی و وینینگ جی. جنوفری، ترجمه حسنعلی نیرومند، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- Al-Madani, H., Al-Janahi, A.R., (2002), "Role Of drivers Personal Characteristics in Understanding Traffic Sign Symbols", Accident Analysis and Prevention 34, pp. 185-196.
- Borowsky, A., Shinar, D., Parmet, Y., (2008), "Sign Location, Sign Recognition, and Driver Expectancies", Transportation Research, NO. 11, pp. 459-465: Elsevier.
- Carlson, P.J., Pike, A.M., Miles, J.D., Ullman, B.R., Borchardt, D.W., (2012), "Evaluation of Traffic Control Devices, year3", Texas A&M Transportation Institute.
- Chrysler, S., Teranchida, D., Stackhouse, S., Arthur, E., (2001), "Improving Street Name Sign Legibility for Older Drivers". pp. 1597-1601.
- Forbes, T.W., Holmes, R.S., (1993), "Legibility Distance Of Highway Destination Sign in Relation to letter height, letter width, and reflectorization", proceeding: highway research board, vol. 19, pp. 321 - 326.
- Garvey, P.M., Crawford, R.B., Tantala, P.J., Moir, M., (2002), "Real Word On-Premise Sign Visibility; The Impact Of The Driving Task On sign Detection and Legibility", Bristol; The United States Sign Council
- Greene, W. (1993), "Econometric Analysis", Macmillan Publishing, Newyork.
- Shinar, D., Dewar, R.E., Summala, H., and Zakowska, L., (2003), "Traffic Sign Symbol Comprehension: a cross - cultural study", Journal of Ergonomics, 46(15), pp. 1549-1565.
- Sun, L., Rong, J., Yao, L., and Ren, F., (2008), "study On Drivers' Comprehension of Traffic Signs Based on Emulate Experiment", ASCE 2008.
- Wang Fang, (2007), Study on Signs Comprehension and driving safety based on drivers' psychology perception", Research Institute of highway, MOC, NO. 8, Xitucheng Rd., Haidian District, Beijing, pp. 298-304.

و با توجه به اینکه قدرمطلق ضریب A از ضریب B بیشتر است؛ بدین معنی می‌باشد که میزان اثرگذاری A (تعداد کلمات روی تابلو) نسبت به B (نقوش بجای کلمات) در کاهش امتیاز تابلو، با افزایش مقادیر آنها، بیشتر است و این بدین معنی می‌باشد که اگر بجای کلمات، نقوش استفاده شود، امتیاز تابلو بیشتر می‌شود (با کمتر کاهش می‌یابد) که این موضوع کاملاً با همان چیزی که انتظار می‌رفت مطابقت می‌کند.

۶- همچنین ساختار مدل نشان می‌دهد هرچه تضاد رنگ مطلوبتری میان رنگ پس زمینه و رنگ فونت برقرار باشد، باعث می‌شود امتیاز تابلو بیشتر شود.

۱۰- پیشنهادات

پس از بررسی مجدد ادبیات تحقیق مشخص می‌گردد که میان عوامل انسانی و نسبت توجه به تابلوهای راهنمای مسیر در ایران، مطالعات کمی صورت پذیرفته است. از این رو انجام تحقیق جهت یافتن انتظارات رانندگان نسبت به تابلوهای موجود در جاده، فرآیندی مثبت و جهت آن رو به رشد تلقی می‌گردد. آنچه که در این مقاله ارایه شد، ارائه مدلی جهت ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر می‌باشد که بر مبنای نتایج حاصل از فرایند آمارگیری و تجزیه و تحلیل داده‌ها اجرا و ارایه شد. از آنجا که در این تحقیق بازه محدودی (بخشهایی از مسیر شماره ۲۲ و شهرهای ساری و بابل) مورد مطالعه قرار گرفت پیشنهاد میشود در تحقیقات آتی زمینه های اعتبارسنجی در بازه وسیعتری صورت گیرد. تنظیم و کالیبراسیون ضرایب مدل‌های توسعه یافته نیز از زمینه های کاری پیش رو می باشد.

۱۱- پی‌نوشت‌ها

- 1- Microsoft Office Excel
- 2- Statistical Package For The Social Sciences
- ۳- از ۱۹۶ داده؛ ۱۵۰ داده برای ساخت مدل و ۴۶ تای دیگر برای اعتبار سنجی استفاده شد.

۱۲- سپاسگزاری

از اداره کل حمل و نقل و پایانه‌های استان مازندران و اداره کل راه و شهرسازی استان مازندران به جهت همکاری در انجام