



ارائه مدل پیش بینی زمان قرائت تابلوهای راهنمای مسیر با محوریت متغیرهای تعداد کلمات و تعداد نقوش

سعید حسامی^۱، محمود صفارزاده^۲، محمد اتقائی^۳

- ۱- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
- ۲- استاد دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس
- ۳- کارشناسی ارشد مهندسی راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

چکیده :

به منظور کنترل و هدایت ترافیک و افزایش ایمنی راهها، از علائم عمودی استفاده می گردد که این علائم بایستی دارای وضوح کافی و دارای معنی و مفهوم برای همه کاربران راه باشند تا کاربران بتوانند آنها را به راحتی و بدون ایجاد اختلال در جریان ترافیک قرائت کنند. تابلوهای راهنمای مسیر به عنوان یکی از مهمترین ابزارهای کنترل ترافیک نوعی از علائم عمودی محسوب می گردند که در طراحی این تابلوها باید متغیرهای قابلیت خوانایی را در نظر گرفت. یکی از این متغیرها زمان خوانایی تابلوها و به تبع آن حداقل فاصله خوانایی تابلوها می باشد. در این مقاله به منظور محاسبه مدت زمان خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر، پس از انجام آزمایشات تجربی و استخراج داده ها، مدل رگرسیون مدت زمان خوانایی بر اساس متغیرهای تعداد کلمات و تعداد نقوش ارائه شده است. در این مدل متغیر زمان خوانایی به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای تعداد کلمات و تعداد نقوش به عنوان متغیرهای مستقل معرفی شده اند. پس از تحلیل و بررسی مدل، در پایان نتیجه گیری شد که وزن متغیر تعداد کلمات از وزن متغیر تعداد نقوش در مدل بیشتر است و تعداد کلمات، تأثیر بیشتری در زمان خوانایی تابلوها دارند. این مورد نشان دهنده اهمیت تعداد کلمات در قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر و هدایت هر چه بهتر رانندگان و استفاده کنندگان از مسیر می باشد که همواره می بایست در طراحی تابلوهای راهنمای مسیر مد نظر قرار گیرد.

کلید واژه : تابلوهای هدایت مسیر، قابلیت خوانایی، نقوش جایگزین کلمات، مهندسی ترافیک

¹ S.hesami@nit.ac.ir

² Saffar_m@modares.ac.ir

³ Atghaei@hotmail.com



۱- مقدمه :

حمل و نقل یکی از نیازهای انسانی است که با توسعه اقتصادی و اجتماعی دامنه بسیار گسترده ای پیدا کرده و امروزه جزء یکی از مظاهر توسعه یافتگی به شمار می رود. با توجه به جایگاه حمل و نقل جاده ای در کشور و درصد بالای استفاده از آن، ضروریست به ایمنی آن توجه خاصی شود که برای این منظور از تجهیزات ترافیکی بهره برده می شود. یکی از مهمترین تجهیزات ترافیکی علائم راهنمای مسیر می باشند که نقش و عملکرد آنها در کنترل و هدایت جریان ترافیک بسیار محسوس است. برای اینکه این تابلوها بهترین عملکرد را داشته باشند و پیام آنها در کمترین زمان و بهترین حالت به رانندگان انتقال داده شود، میبایست در طراحی و نصب آنها دو اصل قابلیت خوانایی و قابلیت دید لحاظ گردد [۱].

قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر به عوامل مختلفی از جمله تضاد رنگ نوشتار و نقوش، با پس زمینه؛ نوع شبرنگ؛ ابعاد کلمات و نقوش؛ و محدودیت حجم اطلاعات بر روی تابلو بستگی دارد [۲]. برای اینکه قابلیت خوانایی تابلوها افزایش پیدا کند، یعنی برای اینکه پیام یک تابلو در مدت زمان کوتاه تری دریافت شود، میبایست در هنگام طراحی تابلوها اقداماتی صورت گیرد. یکی از راهکارهای بهبود قابلیت خوانایی در تابلوها، بکارگیری نقوش جایگزین کلمات در تابلوها می باشد؛ چرا که نقوش نسبت به حروف، به عنوان یک زبان مشترک و سیمبولیک بین المللی، با تمامی کاربران می تواند ارتباط برقرار کند [۳]. برای بررسی تأثیر نقوش جایگزین کلمات بر قابلیت خوانایی نیاز است زمان درک و عکس العمل قرائت تابلوها توسط کاربران ثبت و سپس مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد.

در سالهای اخیر در دنیا پژوهش هایی در زمینه بررسی بر روی زمان درک و عکس العمل علائم ترافیکی صورت پذیرفته است. یانگ و همکارانشان در سال ۲۰۱۲ و در کشور چین، مطالعاتی در مورد زمان درک و عکس العمل قرائت تابلوهای راهنمای مسیری که شامل ترکیبات مختلفی از زبان های خارجی بر روی آن بود، انجام دادند. آنها پس از طراحی تابلوهای راهنمای مسیری که در آنها ترکیبات مختلفی از زبان های خارجی هم درج شده بود، نسبت به ثبت زمان درک و عکس العمل قرائت تابلو، توسط سیستم DMDX اقدام کردند. پس از تحلیل داده ها، در نهایت به این نتیجه رسیدند که در طراحی تابلوهای راهنمای مسیر کشور چین، تابلوهایی که به غیر از زبان اصلی (چینی)، زبان دیگری همانند انگلیسی هم در آنها درج شده باشد، در زمان عکس العمل کاربران هنگام قرائت تابلوها تأثیر زیادی ندارد. همچنین چنانچه در طراحی تابلوها به غیر از زبان اصلی (چینی) و زبان دوم، زبان سوم هم در ترکیب تابلوها قرار گیرد، در قابلیت خوانایی تابلوها تأثیرگذار بوده و زمان عکس العمل قرائت تابلوها به مقدار محسوسی افزایش می یابد [۴].

متز و کروگر در سال ۲۰۱۴ و در کشور آلمان، پژوهشی را به منظور تأثیر نقوش اضافی (تبلیغاتی) موجود بر روی تابلوهای راهنمای مسیر مربوط به مجتمع های خدماتی-رفاهی انجام دادند. آنها در این پژوهش پس از



نمایش دادن مقادیری از تابلوها، - که تعدادی از آنها شامل نقوش اضافی بوده و تعدادی بدون نقوش اضافی بودند- از کاربران خواستند تا پس از قرائت تابلوها، دکمه مخصوص را فشار داده تا زمان درک و عکس العمل قرائت تابلوها در سیستم ذخیره گردد. آنها پس از تحلیل و بررسی داده‌ها، در نهایت به این نتیجه رسیدند

که نقوش اضافی تأثیر قابل توجهی بر روی زمان درک و عکس العمل قرائت تابلوها ندارد [۵].

شینار و همکارانش در سال ۲۰۱۳، به منظور تأثیر میزان نقوش و نوشتار در درک تابلوهای ترافیکی، آزمایشی را انجام دادند. آنها سه سری از تابلوها را، که هر سری شامل ۳۰ تابلو بود را برای آزمون انتخاب کردند. سری اول تابلوهایی بودند که بر روی آنها فقط نقوش ترافیکی استاندارد حضور داشتند. سری دوم تابلوهایی بودند که بر روی آنها بجای نقوش ترافیکی استاندارد، فقط معنی آن و بصورت نوشتاری حضور داشتند و سری سوم تابلوهایی بودند که بر روی آنها هم نقوش ترافیکی استاندارد و هم معنای آن بصورت نوشتاری حضور داشتند. پس از تحلیل بر روی داده‌ها، در نهایت به این نتیجه رسیدند که در تابلوهای ترافیکی (انتظامی و هشدار)، چنانچه معنی نقوش بصورت نوشتاری در زیر آنها درج گردد، عملکرد تابلوها بهبود یافته و زمان درک و عکس‌العمل قرائت آنها کاهش می‌یابد [۶].

با توجه به مرور برخی از پژوهش‌های صورت گرفته، مشاهده می‌شود در دنیا فعالیت‌هایی در این راستا در حال انجام است ولی متأسفانه در ایران مطالعات کافی بر روی قابلیت خوانایی علائم ترافیکی از جمله تابلوهای راهنمای مسیر صورت نگرفته است. از اینرو در این مقاله، ضمن ساخت مدل رگرسیون مدت زمان خوانایی تابلوها، قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر نیز بررسی می‌شود.

۲- روش تحقیق :

پس از بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه قابلیت خوانایی علائم ترافیکی، و زمان درک و عکس‌العمل قرائت تابلوها، این بخش به معرفی روش تحقیق به کار گرفته شده در این پژوهش، اختصاص داده شده است. در این راستا نحوه طراحی و مشخصات تابلوهای مورد استفاده در این پژوهش به همراه آزمون‌های صورت گرفته بر تابلوهای طراحی شده، بررسی می‌گردند:

۲-۱- طراحی تابلوها و روش آزمون :

برای انجام این پژوهش دو سری تابلو طراحی شد. سری اول شامل ۲۸ تابلوی راهنمای مسیر می‌باشد که در طراحی آنها فقط نوشتار پارسی وجود دارد و هیچ گونه نوشتار انگلیسی (به عنوان زبان خارجی) و نقوش بجای کلمات وجود ندارد. نمونه‌ای از این تابلوها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: نمونه ای از تابلوهای طراحی شده سری اول

سری دوم شامل ۲۱ تابلوی راهنمای مسیر می باشد که ویژگی های عمومی این تابلوها همانند تابلوهای سری اول می باشد و تنها تفاوت آنها با تابلوهای سری اول در این است که به جای عبارات بزرگراه، بلوار و ...، از نقوش استاندارد جایگزین آنها استفاده شده است. نمونه ای از این تابلوها در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: نمونه ای از تابلوهای طراحی شده سری دوم

در تابلوهای سری اول فقط تعداد کلمات روی تابلو به عنوان متغیر معرفی شده اند و نحوه طراحی تابلوها به گونه ای است که تعداد کلمات آنها، به ترتیب از یک معبر - یک کلمه، تا چهار معبر - دوازده کلمه، افزایش پیدا می کنند. در تابلوهای سری دوم، علاوه بر تعداد کلمات نوشته شده بر روی تابلوها، تعداد نقوش به کار گرفته بجای کلمات هم به عنوان متغیر در نظر گرفته شده اند و نحوه طراحی آنها به گونه ای می باشد که از یک معبر - یک نقش - یک کلمه، تا چهار معبر - چهار نقش - نه کلمه، افزایش پیدا می کنند.

تمامی تابلوها توسط نرم افزار ۱۶ Corel Draw و بر مبنای اصول آیین نامه ای طراحی گشته و ابعاد معیارهای طراحی نظیر اندازه فونت، اندازه نقوش، اندازه ضخامت کادر، اندازه و نوع جهت نما (فلش)، ترکیب تضاد رنگ بین پس زمینه تابلوها با اطلاعات مندرج بر روی آنها (با ترکیب رنگ سبز و سفید) در تمامی تابلوها ثابت در نظر گرفته شده اند. مقیاس کلی تابلوهای طراحی شده برای نمایش در محل آزمون نیز برای کلیه تابلوها ثابت بوده است. همچنین کلمات بکار برده شده برای معرفی معابر بر روی تابلوها به گونه ای انتخاب شده بودند که برای تمامی داوطلبان آشنا بوده باشد.



پس از طراحی دو سری تابلو برای تحقیق پیش رو، در ادامه دو آزمون توسط داوطلبان، بر روی تابلوها صورت گرفت. آزمون اول مربوط به تابلوهای سری اول و آزمون دوم مربوط به تابلوهای سری دوم بود. بدین منظور رایانه‌ای به دستگاه ویدئو پروژکتور متصل شد و کاربران در فاصله‌ای مشخص از صفحه نمایش، قرار گرفتند. بنابر ادعای تمامی کاربران، در این فاصله، وضوح رویت تابلو بسیار عالی و کاربران نسبت به تابلوها اشرافیت کامل داشتند. به عبارت دیگر از نظر تمامی داوطلبان، فاصله آن‌ها از صفحه نمایش، در جهت قرارگیری در زاویه دید مورد نیاز، مناسب تشخیص داده شده است.

در این آزمون‌ها، از داوطلبان خواسته شده بود، تا پس از قرارگیری در جایگاه، تابلوهایی که در صفحه نمایش بصورت تصادفی رویت می‌شود را با دقت مشاهده کرده، و پس از قرائت کامل تمام نوشتار و نقوش و درک آن‌ها، دکمه مخصوص صفحه کلید را بفشارند. برای انجام این آزمون که از نرم افزار DMDX استفاده شد، پس از فشردن دکمه صفحه کلید، نرم افزار زمان عکس العمل کاربر را بصورت خودکار و بصورت میلی ثانیه در سیستم ذخیره کرده و پس از حدود چند ثانیه، تابلوی بعدی در صفحه نمایش ظاهر می‌شد. این روند تا پایان آزمون اول ادامه می‌یافت. پس از کمی وقفه و استراحت، از کاربران خواسته شده بود در صورت آمادگی، در آزمون دوم نیز شرکت کنند. شرایط آزمون دوم همانند آزمون اول است و فقط همانطوری که اشاره شد، در طراحی تابلوهای موجود در آزمون دوم (تابلوهای سری دوم) به جای واژه‌های بزرگراه و بلوار و غیره، از نقوش استاندارد جایگزین آن‌ها، استفاده شده است. آزمون اول حدود ۴٫۵ دقیقه و آزمون دوم حدود ۴ دقیقه به طول می‌انجامید.

به منظور حصول اطمینان از یادگیری داوطلبان نسبت به روند آزمون، پس از مرحله توضیحات به داوطلبان و پیش از انجام آزمون اصلی، تمامی داوطلبان در یک آزمون آموزشی کوتاه با همین سیستم و با چهار تابلو شرکت کردند و پس از کسب اطمینان از فراگیری کامل قوانین آزمون، به آنها اجازه شرکت در آزمون اصلی داده شد.

۲-۲- داوطلبان شرکت کننده :

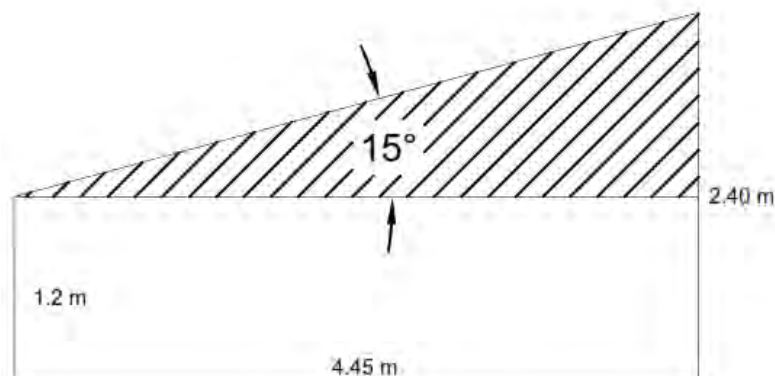
به منظور انجام این پژوهش ۷۵ نفر در هر آزمون شرکت داشتند که سعی شد این افراد، تفاوت‌هایی از نظر سنی، میزان تحصیلات، تنوع شغلی و غیره، داشته باشند. این افراد شامل دانشجویان، اساتید، کارمندان دانشگاه بودند و همچنین برای گستردگی نمونه‌ها از کارگران خدماتی دانشگاه هم خواسته شد تا در این آزمون‌ها شرکت داشته باشند. حداقل و حداکثر سن شرکت کنندگان به ترتیب ۱۹ و ۵۵ سال می‌باشد که از این تعداد ۶۰ نفر مرد و ۱۵ نفر زن با میانگین سنی ۲۹٫۱ سال بودند. از شرایطی که داوطلبان برای انجام این آزمایش نیاز داشتند، داشتن گواهینامه رانندگی بود. میانگین تجربه رانندگی داوطلبان، ۶ سال تعیین



شد. قدرت بینایی تمامی داوطلبان بدون عینک بصورت ۱۰-۱۰ بوده و از داوطلبانی که با عینک رانندگی می کردند، خواسته شده بود که با عینک رانندگی، در این آزمون شرکت کنند. شکل ۳، نشان دهنده شرایط و محیط آزمایش های یاد شده بر روی تابلوهای طراحی شده می باشد و شکل ۴، فاصله داوطلبان از تابلو را با در نظر گرفتن نمایش یک تابلو با حداکثر ارتفاع آن، به صورت شماتیکی نشان می دهد.



شکل ۳: نحوه انجام آزمایش و شرایط محیط آزمایش



شکل ۴: نمای شماتیکی از فاصله داوطلبان از تابلو با توجه به نمایش یک تابلو با حداکثر ارتفاع

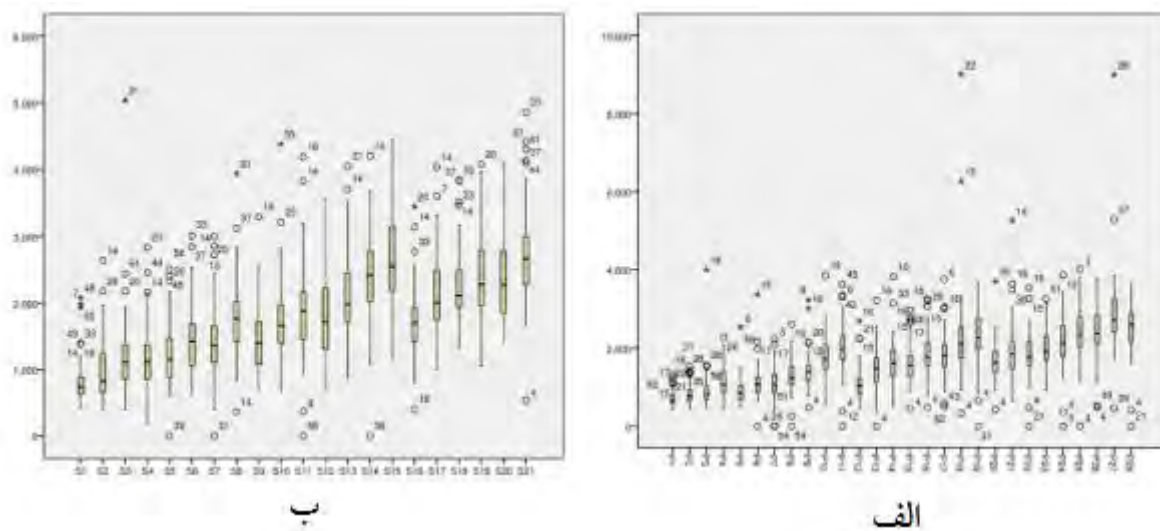
۳- تحلیل آماری :

با توجه به اینکه در آزمون اول و دوم به ترتیب ۲۸ و ۲۱ تابلو بصورت تصادفی نمایش داده شده بودند، بنابراین پیش بینی شده است که به علت یکنواختی شرایط آزمون، امکان دارد کاربران در به ثبت رساندن زمان درک و عکس العمل برخی تابلوها از دقت و تمرکز کافی برخوردار نبوده باشند. پس از بررسی اجمالی



بر روی داده‌ها در بانک اطلاعاتی، مشاهده شد که در برخی از ردیف‌های زمان عکس العمل یک تابلو - که زمان درک و عکس العمل رانندگان برای یک تابلو در یک بازه منطقی قرار دارند - در برخی از خانه‌های قرار گرفته در یک ردیف، اعدادی غیر منطقی و به صورت بیش از حد زیاد و یا بیش از حد کم موجود بودند که پیش بینی شد این داده‌ها، داده‌هایی پرت از نتایج انجام آزمایشات می‌باشند. از اینرو با استفاده از روش ترسیم نمودار جعبه‌ای برای داده‌های هر دو آزمون، توسط نرم افزار SPSS، داده‌های پرت و غیر منطقی شناسایی و سپس نسبت به حذف اعداد پرت و غیر منطقی اقدام گردید (شکل ۵، الف) و (ب)).

داده های پرت اغلب سه یا بیشتر از سه واحد انحراف معیار از میانگین مربوط به خودشان دارند. حضور داده های پرت می تواند نتایج تحلیل را به گونه‌ای نامطلوب تحت تأثیر قرار دهد و تحریف کند. از این رو این دست از داده‌ها می‌بایست قبل از آغاز تحلیل داده‌ها، حذف شوند [۷].



شکل ۵: الف) نمودار جعبه ای برای تعیین داده های پرت آزمون اول و ب) نمودار جعبه ای برای تعیین داده های پرت آزمون دوم

پس از حذف داده های پرت، می‌بایست از نرمال بودن داده‌ها اطمینان کسب کرد. آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف^۴ و شاپیرو-ویلک^۵ آزمون‌هایی هستند که برای تشخیص نرمال بودن داده‌ها از آن‌ها استفاده شده است. از اینرو در جدول‌های ۱ و ۲ نتایج حاصل از بررسی نرمال بودن داده‌های آزمون اول و دوم در نرم افزار SPSS، نمایش داده شده‌اند. معمولاً چنانچه سطح معنی داری در این دو آزمون آماری، که در جدول‌های ۱ و ۲ با نماد Sig. نمایش داده شده، بیشتر از ۵ درصد باشد، می‌توان داده‌ها را با اطمینان بالایی نرمال فرض

⁴ Kolmogrov-Smirnov

⁵ Shapiro-wilk



کرد [۸]. نظر به جدول‌های ۱ و ۲ و با توجه به اینکه مقادیر سطح معناداری (Sig.) در هر دو آزمون آماری، بیشتر از ۵ درصد می‌باشد، پس با اطمینان می‌توان داده‌ها را به عنوان داده‌های نرمال در نظر گرفت.

جدول ۱: نتایج آزمون‌های تشخیص نرمال بودن داده‌ها برای آزمون اول

شماره تابلو	کولموگروف - اسمیرنوف Sig.	شاپیرو - ویلک Sig.
۱	۰,۲۰۰	۰,۷۸۸
۲	۰,۲۰۰	۰,۴۰۳
۳	۰,۲۰۰	۰,۳۷۵
۴	۰,۲۰۰	۰,۰۷۵
۵	۰,۰۶۸	۰,۰۶۵
۶	۰,۲۰۰	۰,۶۰۰
۷	۰,۲۰۰	۰,۰۵۸
۸	۰,۲۰۰	۰,۳۱۴
۹	۰,۲۰۰	۰,۹۶۳
۱۰	۰,۲۰۰	۰,۲۸۶
۱۱	۰,۱۷۴	۰,۱۲۹
۱۲	۰,۱۷۸	۰,۴۱۳
۱۳	۰,۲۰۰	۰,۴۴۶
۱۴	۰,۲۰۰	۰,۴۰۵
۱۵	۰,۲۰۰	۰,۶۸۰
۱۶	۰,۲۰۰	۰,۱۴۲
۱۷	۰,۱۹۴	۰,۵۳۷
۱۸	۰,۲۰۰	۰,۸۶۳
۱۹	۰,۰۸۰	۰,۰۶۸
۲۰	۰,۱۸۴	۰,۰۵۳
۲۱	۰,۲۰۰	۰,۳۰۴
۲۲	۰,۲۰۰	۰,۸۶۱
۲۳	۰,۲۰۰	۰,۹۲۱
۲۴	۰,۰۵۲	۰,۱۰۵
۲۵	۰,۲۰۰	۰,۳۴۸
۲۶	۰,۲۰۰	۰,۶۷۴
۲۷	۰,۲۰۰	۰,۴۸۰
۲۸	۰,۲۰۰	۰,۲۲۸



جدول ۲: نتایج آزمون های تشخیص نرمال بودن داده ها برای آزمون دوم

شاپیرو - ویلک Sig.	کولموگروف - اسمیرنوف Sig.	شناسه تابلو
۰,۲۸۲	۰,۱۳۲	۱
۰,۰۸۵	۰,۱۲۱	۲
۰,۱۸۹	۰,۲۰۰	۳
۰,۰۸۶	۰,۱۲۵	۴
۰,۰۵۹	۰,۲۰۰	۵
۰,۰۵۵	۰,۲۰۰	۶
۰,۶۱۷	۰,۲۰۰	۷
۰,۵۳۴	۰,۲۰۰	۸
۰,۲۱۶	۰,۲۰۰	۹
۰,۷۴۷	۰,۲۰۰	۱۰
۰,۴۴۲	۰,۲۰۰	۱۱
۰,۰۰۵	۰,۰۶۴	۱۲
۰,۳۵۰	۰,۲۰۰	۱۳
۰,۶۵۶	۰,۲۰۰	۱۴
۰,۰۶۴	۰,۰۵۱	۱۵
۰,۹۰۵	۰,۲۰۰	۱۶
۰,۴۳۶	۰,۲۰۰	۱۷
۰,۵۹۴	۰,۲۰۰	۱۸
۰,۱۰۷	۰,۱۴۵	۱۹
۰,۲۶۲	۰,۲۰۰	۲۰
۰,۴۶۱	۰,۲۰۰	۲۱

پس از مرحله بررسی داده ها، به منظور ادامه فرآیند تحلیل آماری و مدلسازی از میانگین زمان درک و عکس العمل استفاده شده است.

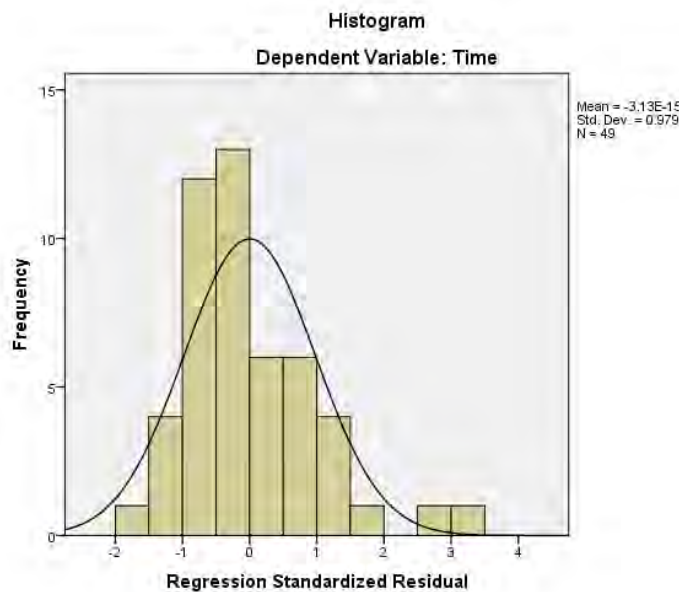
۴- مدل سازی

با توجه به هدف نهایی پردازش داده ها که ساخت مدلی آماری می باشد، لازم است متغیرهای مستقل و وابسته به نرم افزار SPSS معرفی گردند. از این رو متغیرهایی از قبیل تعداد کلمات روی تابلو و تعداد نقوش جایگزین



کلمات روی تابلوها، به عنوان متغیرهای مستقل و زمان درک و عکس العمل قرائت آن‌ها، به عنوان متغیر وابسته به نرم افزار، معرفی شدند. در ساخت این مدل پس از دریافت میانگین زمان درک و عکس العمل قرائت برای هر تابلو، پارامترهای تعداد کلمات و تعداد نقوش جایگزین کلمات آن تابلو، استخراج گشته و به عنوان متغیر مستقل معرفی شدند. به منظور ساخت مدل رگرسیون خطی برخی شروط از قبیل (۱) توزیع نرمال خطاها (۲) عدم وجود همبستگی بین خطاهای مدل و (۳) عدم وجود همبستگی بین متغیرهای مستقل مدل (بدین معنی که متغیرهای مستقل دارای همخطی نباشند)، می‌بایست رعایت شوند [۸]. از اینرو به منظور ساخت مدل، شرط‌های عنوان شده می‌بایست مورد بررسی قرار گیرند که در ادامه به آن‌ها رسیدگی شده است.

شکل ۶ نتیجه آزمون نرمال بودن خطاها را نشان می‌دهد. همانطوری که مشخص است نمودار توزیع فراوانی خطاها، تقریباً نرمال است، بنابراین شرط نرمال بودن توزیع خطاها، برقرار می‌باشد.



شکل ۶: نمودار توزیع فراوانی خطاها

از دیگر مفروضاتی که در رگرسیون مدنظر قرار می‌گیرد، استقلال خطاها (تفاوت بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش بینی شده توسط معادله رگرسیون) از یکدیگر است. به منظور بررسی استقلال خطاها از یکدیگر، آزمون دوربین-واتسون مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این آزمون آماره بدست آمده از نرم افزار چنانچه در بازه ۱,۵ تا ۲,۵ قرار گیرد فرض عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته خواهد بود [۸]. در این آزمون نیز مطابق جدول ۳ به عنوان خروجی نرم افزار SPSS، آماره دوربین-واتسون عدد ۱,۸۵۵ بدست آمد که با توجه به قرارگیری این عدد در بازه ۱,۵ تا ۲,۵، فرض عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته است.

جدول ۳: نتیجه آزمون دوربین-واتسون حاصل از نرم افزار SPSS

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.975 ^a	.950	.948	131.67532	1.855

همچنین به منظور بررسی میزان اثرگذاری متغیرهای مستقل و وابسته در ساخت مدل، ماتریس همبستگی بین متغیرهای مدل به عنوان نتیجه آزمون همبستگی پیرسون تشکیل شده است.

جدول ۴: ماتریس همبستگی بین متغیرهای مدل (آزمون همبستگی پیرسون)

زمان درک و عکس العمل	تعداد نقوش جایگزین کلمات بر روی تابلو	تعداد کلمات (نوشتار) روی تابلو	
		۱	تعداد کلمات (نوشتار) روی تابلو
	۱	۰,۰۰۷	تعداد نقوش جایگزین کلمات بر روی تابلو
۱	۰,۳۱۵	۰,۹۲۴	زمان درک و عکس العمل

همانطوری که در جدول ۴ مشخص شده است، متغیرهای تعداد کلمات روی تابلو و تعداد نقوش جایگزین کلمات بر روی تابلو، که به عنوان متغیرهای مستقل معرفی شده‌اند، دارای همبستگی کمی نسبت به یکدیگر می‌باشند، که این مقدار از همبستگی برای ساخت مدل قابل قبول است. همچنین متغیر زمان درک و عکس العمل هم با متغیرهای مستقل دارای میزان همبستگی نسبتاً بالایی هستند که این مورد نیز برای ساخت مدل مورد تایید است [۸].

به منظور ساخت مدل، از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. پس از دریافت اطلاعات زمان درک و عکس العمل تابلوهای مختلف، و سپس میانگین گیری از آنها، جدول اطلاعاتی آنها به نرم افزار SPSS معرفی شد. در آنالیز انجام شده توسط این نرم افزار سطح اطمینان ۹۵٪ برای در نظر گرفتن متغیرها در مدل، ملاک عمل قرار گرفته است. به این ترتیب در هر گام متغیرهایی که خطای آنها از ۵٪ بیشتر باشند، از مدل حذف می‌گردند و مدل در گام بعدی با متغیرهای باقیمانده، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

جدول ۵: نتایج برازش مدل رگرسیون خطی

متغیر	ضریب برآورد شده	t آماره	p-value
ثابت	۵۲۸,۸۵۱	۱۱,۴۴۵	۰,۰۰۰
تعداد کلمات (نوشتار) روی تابلو (W)	۱۹۷,۳۵۶	۲۸,۰۱۵	۰,۰۰۰
تعداد نقوش بجای کلمات بر روی تابلو (S)	۱۱۶,۱۹۸	۹,۳۹۵	۰,۰۰۰

R Square = ۰,۹۵۰

جدول ۵ نتایج برازش نهایی مدل رگرسیون خطی را نشان می دهد. مقدار t آماره و p-مقدار هر متغیر نشان دهنده میزان اهمیت متغیر و معنی دار بودن آن از نظر آماری است. p-مقدار برای هر متغیر نیز نشان دهنده معنی دار بودن ضرائب تخمینی متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. با توجه به مقدار قابل توجه و نسبتا بالای R^2 ، این مورد بازگو کننده این است که مدل تشکیل شده، مدل مناسبی می باشد. بنابراین مدل نهایی پژوهش به شکل زیر عنوان می شود:

$$(1) \quad T = 528.851 + 197.356W + 116.198S$$

T = زمان قرائت تابلو (msec)

W = تعداد کلمات (نوشتار) روی تابلو

S = تعداد نقوش جایگزین کلمات بر روی تابلو

با توجه به محدودیت تعداد کلمات و تعداد نقوش برای تابلوهای طراحی شده در آزمون های اول و دوم، لذا برای این مدل نیز همان محدودیتها بصورت زیر لحاظ می گردند.

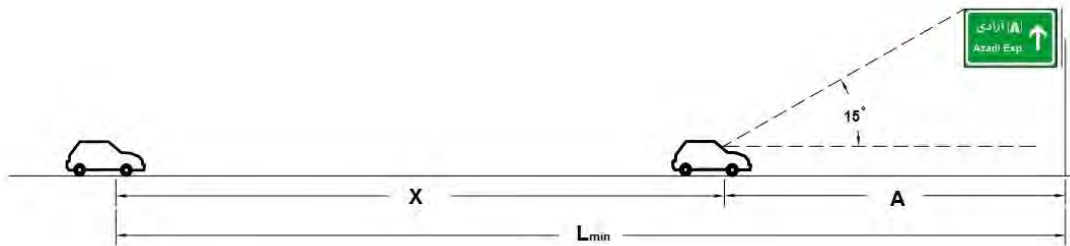
$$1 \leq W \leq 12 \quad \text{و} \quad 0 \leq S \leq 4 \quad \text{و} \quad W, S \in N$$

نظر به مدل رگرسیون به دست آمده از بررسی رابطه بین زمان قرائت تابلو با تعداد کلمات موجود روی تابلو و تعداد نقوش جایگزین کلمات، می توان شاهد بزرگتر بودن ضریب رگرسیون متغیر تعداد کلمات موجود روی تابلو (۱۹۷,۳۵۶)، از ضریب متغیر تعداد نقوش جایگزین کلمات (۱۱۶,۱۹۸) بود. تفاوت موجود در این اعداد بازگو کننده اثرگذاری بیشتر متغیر مستقل تعداد کلمات موجود روی تابلو بر زمان قرائت تابلوهای راهنمای مسیر نسبت به متغیر تعداد نقوش جایگزین کلمات در تابلوها، می باشد. بدین وسیله می توان به اهمیت تعداد کلمات موجود روی تابلو در طراحی هر چه بهتر و کارآمدتر تابلوهای راهنمای مسیر، پی برد.

از اصلی ترین کاربرد زمان قرائت تابلوها، محاسبه حداقل فاصله خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر می باشد. حداقل فاصله خوانایی یک تابلو، به فاصله ای از تابلو گفته می شود که در آن فاصله، راننده بتواند به راحتی تمام پیام یک تابلو را قرائت کند [۱]. مطابق شکل ۷، فاصله قرائت تابلو (x) بخشی از حداقل فاصله خوانایی



یک تابلو (L_{min}) می باشد. به دلیل اینکه راننده پیام یک تابلو را باید در فاصله قرائت تابلو (x) قرائت کند ، حجم اطلاعات مندرج بر روی تابلو باید کم باشد تا راننده بتواند در این مدت زمان محدود تمام پیام یک تابلو را قرائت کند.



شکل ۷: حداقل فاصله خوانایی

۵- اعتبارسنجی مدل

هر مدل ساخته شده‌ای نیاز به اعتبارسنجی دارد. اعتبارسنجی مدل به این دلیل انجام می‌شود تا مشخص گردد که آیا مدل ارائه شده، برای داده‌هایی به غیر از داده‌های مورد استفاده در ایجاد مدل نیز قابلیت کاربرد دارد یا خیر. مسلم آن است که مدلی کاربردی و قابل اعتماد است که برای دیگر داده‌ها نیز قابل استفاده باشد. برای این منظور میانگین جامعه آماری که در مدل سازی وارد نشده است^۶ را در نظر گرفته و با نتایج خروجی از مدل مقایسه شده اند. برای انجام این عمل از آزمون مقایسه میانگین دو جامعه (t -test) استفاده شده است. جدول ۶ خلاصه نتایج آزمون مقایسه میانگین دو جامعه (t -test) را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، p -value (یا همان sig.) موجود در جدول، بزرگتر از سطح معنی داری ۵ درصد ($p < 0.05$) می‌باشد که این بدین معناست که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین میانگین دو گروه وجود ندارد و از اینرو مدل از اعتبار کافی برخوردار است.

جدول ۶: نتایج آزمون T -test برای معتبر سازی مدل

T-test			آزمون برای فرض برابری واریانس ها			مدل
نتیجه	P-Value	T	نتیجه	P-Value	F	
مدل معتبر است	۰٫۶۳۴	-۰٫۴۷۷	مدل معتبر است	۰٫۸۹۴	۰٫۰۱۸	رگرسیون خطی (رابطه ۱)

^۶ از ۷۵ داده، ۶۲ داده به منظور ساخت مدل و ۱۳ داده به منظور اعتبارسنجی آن مدل استفاده شده است.



۶- جمع بندی و نتیجه گیری :

به منظور کنترل و هدایت ترافیک و افزایش ایمنی راهها، از تجهیزات کنترل ترافیک استفاده می شود، که از مهمترین و کارآمدترین این تجهیزات، تابلوهای راهنمای مسیر می باشند. تابلوهای راهنمای مسیر به عنوان یکی از مهمترین ابزارهای کنترل ترافیک، نقشی مهم در راستای کنترل جریان ترافیک ایفا می کنند. چنانچه تابلوهای راهنمای مسیر با فرض داشتن قابلیت دید مناسب، به گونه ای طراحی شوند که ویژگی خوانا بودن آنها در نظر گرفته نشود؛ نه تنها عملکرد مثبتی نخواهند داشت بلکه احتمالاً دارای عملکرد مخربی نیز خواهند بود. یکی از موارد مهم در طراحی تابلوهای راهنمای مسیر، محدودیت حجم اطلاعات مندرج بر روی تابلوها و رابطه آن با قابلیت خوانایی می باشد. بدین ترتیب، اطلاعات بر روی تابلوها باید گونه ای طراحی گردند تا علاوه بر رعایت محدودیت ذکر شده، پیام تابلو به بهترین نحو و سریعترین حالت ممکن، به کاربران مسیر منتقل شود. در این پژوهش با ارائه مدل پیش بینی زمان قرائت تابلوهای راهنمای مسیر، نتایج زیر حاصل گشت:

- ۱- با توجه به مدل رگرسیون معرفی شده، ضریب تعداد کلمات از ضریب تعداد نقوش بیشتر می باشد که این موضوع بازگو کننده این است که متغیر تعداد کلمات، نسبت به متغیر تعداد نقوش، تأثیر بیشتری بر زمان قرائت تابلوهای راهنمای مسیر می گذارد.
- ۲- زمان قرائت تابلوها، با حداقل فاصله خوانایی تابلوها، رابطه ای مستقیم دارد؛ از اینرو هرگاه نیاز شود در تابلویی تعداد کلمات بیشتری نوشته شود، می بایست اندازه فونت نوشتار و اندازه نقوش بزرگتر شوند تا حداقل فاصله خوانایی استاندارد تابلو رعایت گردد.



۷- منابع :

- ۱- اتقائی کردکلائی، محمد، "ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر"، (۱۳۹۴)، پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
- ۲- Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD ۲۰۰۹) , U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration
- ۳- J.F. , Paniati , "Legibility and Comprehension of Traffic Sign Symbols" , (۱۹۸۸) , Proceedings of the Human Factors Society – ۳۲nd Annual Meeting
- ۴- W.L. , T.C. Yang Manjuan , "Study of Influence of Foreign Characters in Guide Signs On Legibility" , (۲۰۱۲) , Journal Of Highway and Transportation Research and Development , PP. ۹۱-۹۵
- ۵- B. Metz and H-P Kruger , "Do Supplementary Signs Distract the Driver?" , (۲۰۱۴) , Journal Of Transportation Research Part F , PP. ۱-۱۴
- ۶- D. Shinar and M. Vogelzang , "Comprehension of Traffic Signs with Symbolic Versus text displays" , (۲۰۱۳) , Journal of Transportation Research Part F , PP. ۷۲-۸۲
- ۷- نیرومند، ح. (مترجم)، "الگوهای خطی تعمیم یافته با کاربردهای آن در علوم مهندسی"، (۱۳۸۴)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
- ۸- مومنی، م.، فعال قیومی، ع.، (۱۳۹۱)، "تحلیل های آماری با استفاده از SPSS"، انتشارات مولف، تهران



Providing A Prediction Model on Reaction Time to Guide Signs Based on Words and Symbols Variations

Saeid Hesami¹, Mahmoud Saffarzadeh², Mohammad Atghaei³

- 1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Babol Noshirvani University of Technology
- 2- Professor, Department of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University
- 3- M.Sc., Highway and Transportation Engineering, Babol Noshirvani University of Technology

Abstract

In order to control and direct the traffic as well as increasing the road safety, vertical guide signs have been used on highways. Guide signs must be vivid enough along with being meaningful to the entire range of road users. This leads to their being efficient helping road users to drive on highways with no disturbance in the traffic stream. Guide signs are among the most prevalent vertical equipment to control the traffic. Readability must always be considered in guide signs design. The most important variables in guide signs design are reaction time to these signs and a minimum distance to read the sign correctly. This paper aims to calculate the reaction time to guide signs by conducting a number of experimental tests, and collecting required data regarding modeling process. The research continues by providing a regression model regarding reaction time to guide signs as the dependent variable, and using two independent variables; namely, words and symbols. Carrying out the statistical analysis, and considering the developed model, it was concluded that the weight of variable named a number of words on guide signs was higher than the other variable named a number of characters on the signs. That is to say, a number of words affected the reaction time to guide signs more than a number of characters indicating their important role in guide signs design.

Keywords: *Guide Signs, Readability, Traffic Sign, Perception-Reaction Time (PRT)*