

سنجش کیفیت قابلیت خوانایی و طراحی تابلوهای راهنمای مسیر با استفاده از مدل سازی

محمد اتقائی^۱، سعید حسامی^۲

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران - راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

۲- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

چکیده:

نقش تابلوهای راهنمای مسیر در ایمنی ترافیک را نمی توان نادیده گرفت از اینرو وجود یک مدل مناسب که با رفتار رانندگان متناسب باشد جهت ارزیابی تابلوها ضروری به نظر می رسد. در این مقاله به منظور بررسی سنجش قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر، نسبت به ساخت مدلی بر حسب رفتار رانندگان، اقدام شده است. در این راستا با شناخت عوامل موثر بر قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر، متغیرهای مربوطه انتخاب گشته و از آنها در جهت ساخت مدل استفاده شده است. پس از نظرسنجی از داوطلبان و تحلیل اطلاعات آماری بدست آمده، مدل نهایی معرفی گشته است. در این مدل، چهار متغیر تعداد کلمات بر روی تابلو، تعداد نقوش جایگزین کلمات بر روی تابلو، فاکتور تضاد رنگ و حداقل فاصله خوانایی تابلوها، لحاظ شده و خروجی آن به صورت امتیاز بر حسب کمی و سپس بصورت کیفی بدست می آید. در این مدل پارامتر تعداد کلمات بر روی تابلوها بیشترین تاثیر را در مدل دارد و نشانگر آن است هرچه تعداد کلمات بر روی تابلوها بیشتر باشد، امتیاز تابلوها کمتر شده و تابلو از نظر کیفی از شرایط مطلوب از نظر خوانایی خارج می شود.

کلید واژه: تابلوهای هدایت مسیر، قابلیت خوانایی، مدل ارزیابی تابلوها، انتظارات رانندگان

¹ atghaei@nit.ac.ir

² S.hesami@nit.ac.ir

۱- مقدمه :

سیستم حمل و نقل شامل چهار عامل انسان ، جاده ، وسیله نقلیه و محیط می باشد که سیستم بسیار پیچیده ای بشمار می آید. تناقض و تضاد بین این عوامل باعث تصادفات ترافیکی و تاخیر وسایل نقلیه می گردد. 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 می کنند[۱].

تابلوهای ترافیکی در یک مسیر می تواند انواع گوناگونی داشته باشد که عبارتند از [۲]:

تابلوهای انتظامی - تابلوهای خطاری (هشدار دهنده) - تابلوهای اخباری (اطلاعاتی)

تابلوهای راهنمای مسیر که نوعی از تابلوهای اخباری محسوب می شود در هدایت وسایل نقلیه و روان سازی جریانهای ترافیکی و ایمنی ترافیک جایگاه ویژه ای دارند.

با توجه به جایگاه حمل و نقل جاده‌ای در کشور و درصد بالای استفاده از آن، ضروریست به ایمنی آن توجه خاصی شود. علایم عمودی و افقی از مهمترین تجهیزات ایمنی مورد استفاده در راه‌ها می‌باشند که قابلیت آن در جهت بالابردن سطح ایمنی به عواملی از قبیل ابعاد، اندازه نوشتار، محل نصب و ... دارد. طبق بررسی‌های صورت گرفته تا به امروز مشخص گردید که ضعف اساسی در تابلوهای موجود در محورها، مربوط به عوامل مربوط به طراحی آن می‌باشد. لذا باید به منظور افزایش کارایی و قابلیت انتقال پیام آنها، تحقیقات لازم صورت گیرد[۳].

به منظور کنترل و هدایت ترافیک و افزایش ایمنی راه‌ها از علایم افقی و عمودی استفاده می گردد که این علایم بایستی دارای وضوح کافی و دارای معنی و مفهوم برای همه کاربران راه باشند تا کاربران بتوانند آنها را خوانده و بدون ایجاد اختلال در جریان ترافیکی ، تحت شرایط روز و شب ، طبق آنها عمل نمایند.

طراحی و موقعیت نصب این علایم نسبت به راه بسیار موثر می‌باشد بطوریکه یکنواختی در طراحی و موقعیت تابلوها فاکتورهای مهم در تقویت عملکرد آنها می‌باشد. نکات زیر دارای اهمیت ویژه‌ای برای طرح یک تابلو می باشند: تضاد نوشتار و زمینه و محیط بیرونی ، درخشندگی ، وضوح ، رنگ زمینه و نوشتار تابلو ، بازتاب و انعکاس تابلو ، نوشتار و اندازه و شکل و چیدمان حروف ، حجم اطلاعات بر روی تابلو [۴]

از کلیه موارد فوق که مشخص کننده پیام تابلو می باشد و باعث هدایت جریان ترافیک و کاربران راه می باشد، نوع نوشتار و اندازه و حروف بندی و یا در واقع نوع طراحی آنها و همچنین میزان حجم اطلاعات بر

روی تابلوها رکن اصلی در وضوح و خوانایی تابلو را بیان می کند و می توان بیشترین تاثیر را در زمان و قابلیت خواندن داشته باشد.

تحقیقات بر روی تابلوهای راهنمای مسیر همواره به عنوان یک موضوع کلیدی و اصلی در رشته مهندسی ترافیک مطرح بوده است. تابلوهای راهنمای مسیر، اطلاعات مربوط به راهها از قبیل جهت، نام مسیر، نام مکان، فاصله و ... را به کاربران راهها ارائه می دهند. نقش این تابلوها در راستای مدیریت جریان ترافیک و در راستای هدایت مسافران بسیار مهم است؛ علی الخصوص برای رانندگانی که با محیط اطراف آن مسیر آشنایی ندارند [۱].

تابلوهای راهنمای مسیر برای اینکه رسالت خود را به بهترین نحو به انجام دهند، میبایست طوری طراحی و نصب گردند که رانندگان - به عنوان کاربران راهها- در مدت زمان محدود در محدوده خوانایی، پیام تابلو را به خوبی دریافت کنند. برای همین میبایست در طراحی و نصب آنها دو عنصر قابلیت خوانایی و قابلیت دید به خوبی تامین شده باشد [۱].

با توجه به اهمیت طراحی مناسب و قابلیت خوانایی در تابلوهای راهنمای مسیر متاسفانه مدل مناسبی جهت ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر ارائه نگردیده است، لذا در این پژوهش نسبت به ساخت یک مدل جهت ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر پرداخته شده است.

۲- روش تحقیق:

در این پژوهش، مطالعه بصورت نظرسنجی و آمارگیری و از طریق فرمهایی که بدین منظور تهیه شده بود صورت گرفت. به منظور انجام کار آمارگیری، نیاز است تعداد داده های مشخصی، تحت عنوان نمونه، از افراد مختلف جمع آوری گردد. مطابق منابع آماری، در یک جامعه نامحدود، تعداد نمونه مطابق رابطه کوکران و از رابطه زیر تعیین می گردد [۵]:

(۱)

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * Pq}{\epsilon^2}$$

n = حجم نمونه

α = سطح خطا (سطح اطمینان این پژوهش ۹۵٪ می باشد، بنابراین سطح خطا ۵٪ می باشد)

Z = مقدار احتمال نرمال استاندارد (در این پژوهش مطابق با سطح خطا تعریف شده ، ۱,۹۶ می باشد)

P = نسبت موفقیت (که معمولا ۰,۵ در نظر گرفته می شود)

q = برابر است با $1-p$ (که ۰,۵ در نظر گرفته می شود)

ϵ = دقت مورد نظر در تعیین حجم نمونه (در این پژوهش ۰,۰۷ در نظر گرفته می شود)

با توجه به پارامترهای تعریف شده ، میزان حجم نمونه بصورت زیر محاسبه می گردد :

(۲)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.07^2} = 196$$

برای انجام این بخش از پژوهش ، مطابق بررسی بر روی رابطه کوکران میبایست حداقل ۱۹۶ داده وجود داشته باشد.

بنابراین ۱۹۶ داده تهیه شده تا از آنها به منظور ساخت مدل استفاده گردد. به منظور معتبر سازی مدل ، یک چهارم تا یک پنجم تعداد نمونه ها برای کالیبره کردن مدل کافی و مناسب است به این ترتیب داده ها به صورت اتفاقی به دو دسته ۱۵۰ تایی برای ایجاد مدل و ۴۶ تایی برای معتبر سازی مدل تقسیم شدند. رانندگانی مورد آزمایش قرار گرفتند که درک بالایی از علائم را داشته باشند. رانندگانی که در این نظرسنجی شرکت کردند که ضمن آگاهی به قوانین راهنمایی و رانندگی ، در رانندگی مهارت داشتند و در مورد قابلیت خوانایی تابلوها و عوامل موثر بر آنها و فرق آن با قابلیت دید بخوبی توجیه شده بودند .

آمارگیری به منظور ثبت نظر رانندگان نسبت به تابلوهای راهنمای مسیر شهرهای ساری و بابل و در قسمت بین شهری ، تابلوهای راهنمای مسیر بخشهایی از مسیر شماره ۲۲ (ساری-قائم شهر و قائم شهر-بابل و آمل-بابل) انجام شد.

۲-۱- معرفی فرم نظرسنجی

فرم نظر سنجی 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 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 (و یا حداقل فاصله خوانایی آن) خواسته شده است.

و نهایتا 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 جمع آوری اطلاعات ، مواردی که مربوط به رانندگان بود ؛ از خود رانندگان سوال شد. برخی اطلاعات مانند رنگ تابلو ، رنگ فونت و... ، براحتی قابل حصول بود و برخی اطلاعات دیگر مربوط به تابلوها از دستگاههای ذیربط نظیر اداره کل راه و شهرسازی مازندران و شهرداریهای شهرهای مورد مطالعه ، دریافت شد.

۲-۲- داوطلبان شرکت کننده

در این بخش از پژوهش ، فرم ها بین افراد مختلفی توزیع شد. از برخی افراد برای بیشتر از یک تابلو هم نظرسنجی صورت پذیرفت. با توجه به اینکه در این بخش از پژوهش نیاز به ۱۹۶ داده است ، بنابراین نسبت به جمع آوری این مقدار داده اقدام شده است. داوطلبانی در این پژوهش شرکت کردند که از نمونه های مختلفی از لحاظ سنی ، میزان تحصیلات و ... وجود داشته باشند و ضمنا درک بالایی از علائم را داشته باشند.

از اینرو بازه سنی داوطلبان در حدود سنی ۲۴ تا ۳۵ سال در نظر گرفته شده است. داوطلبان شرکت کننده در این بخش از پژوهش در رانندگی مهارت داشتند و در مورد قابلیت خوانایی تابلوها و عوامل موثر بر آنها و تفاوت آن با قابلیت دید بخوبی توجیه شده بودند.

ضمنا در طول روزهایی که فرآیند نظرسنجی صورت می گرفت ، شرایط جوی برای رویت تابلوها مطلوب بوده است.

۳- ساختار مدل

ساختار مفهومی مدل بدین نحو شکل گرفته که با مطالعه رفتار رانندگان در مواجهه با تابلوهای راهنمای مسیر، پارامترهایی که مهمترین نقش در قابلیت خوانایی تابلو را داشتند، شناسایی شده و سپس به جمع آوری آمار و داده ها اقدام شده است. در مدل، اعتبار تابلوها از دید رانندگان به عنوان متغیر وابسته و برخی پارامترهای مربوط به قابلیت خوانایی در تابلو 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 بازه های حاصل از تجزیه و تحلیل آمار مقایسه کرده تا سطح کیفیت انتقال پیام از نظر قابلیت خوانایی ارزیابی شود.

۳-۱- انتخاب متغیرهای موثر در مدل :

۳-۱-۱- تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو (A) :

تعداد کلمات بر روی یک تابلوی راهنمای مسیر می تواند برای یک راننده، در جهت خواندن پیام تابلو تاثیر زیادی داشته باشد. مطابق اکثر منابع آیین نامه ای یکی از مهمترین پارامترهای موثر در قابلیت خوانایی تعداد نوشتار و کلمات روی تابلو می باشد [۶] و [۷]. از این رو این متغیر را انتخاب کرده تا انتظارات رانندگان پیرامون این متغیر شناسایی شود.

از آنجایی که معمولاً پیام تابلوها به دو زبان (پارسی و انگلیسی) نوشته می شوند، بدیهی است پارامتر مد نظر در این بخش، تعداد کلمات نوشته شده به یک زبان (پارسی) می باشد.

۳-۱-۲- تعداد نقوش بکار رفته بجای کلمه در یک تابلو (B) :

افزایش حمل و نقل در جهان و پذیرش گواهینامه های رانندگی بین المللی در کشورهای مختلف، کاربران راهها را به یک زبان مفهومی مشترک نیازمند کرد. یکی از زبان های مفهومی مشترک بین تمام کاربران، نقوش و علائم می باشد. برای اینکه نقوش و علائم به عنوان یک زبان مشترک بین کاربران راهها بهترین عملکرد را داشته باشند میبایست، استاندارد شده و از علائم سمبولیک بیشتر استفاده شود [۸].

از اینرو در این بخش از پژوهش، پارامتر تعداد نقوش بجای کلمات بر روی تابلوهای راهنمای مسیر را که به عنوان یک متغیری که در حجم اطلاعات روی تابلو و به تبع آن در قابلیت خوانایی تابلو تاثیرگذار است، انتخاب شده است.

۳-۱-۳- فاکتور تضاد رنگ (C):

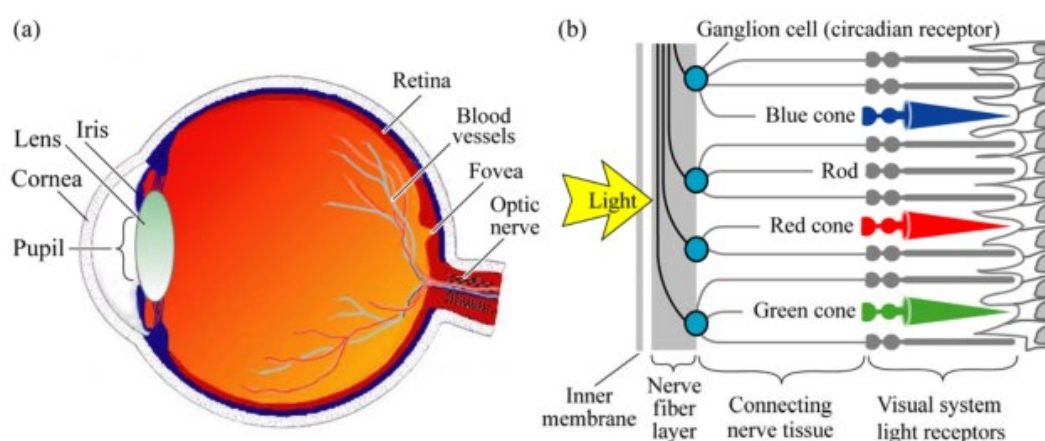
این پارامتر نشان از آن دارد که تضاد رنگ نقوش و حروف با رنگ زمینه ی تابلو، می تواند در افزایش قابلیت خوانایی تابلو بسیار مفید باشد. بررسی ها بر روی منابع آیین نامه ای معتبر بین المللی و همچنین پژوهش های صورت گرفته، نشان می دهد که تابلوهای موجود در اکثر آزادراهها و بزرگراهها از ترکیب رنگ آبی و سفید و سبز و سفید تبعیت می کنند. همچنین در معابر با درجه پایین تر، تابلوها از ترکیب رنگ سفید و سیاه استفاده می شود [۶] و [۷] و [۹].

با توجه به اینکه در اکثر آیین نامه های دنیا در راستای نتایج کنوانسیون ۱۹۶۸ وین و همچنین در آیین نامه مصوب مقررات راهنمایی و رانندگی کشورمان در مورد قوانین ترکیب رنگ تابلوهای موجود در آزادراه و بزرگراه و سایر راهها آمده، به نظر می آید حتما آیین نامه ها دلایلی منطقی مبتنی بر عوامل انسانی و خوانایی تابلوها - نظیر افزایش قابلیت خوانایی تابلوهای با ترکیب رنگ سبز و سفید و آبی و سفید - داشته اند که آنها را در معابر پرسرعتی نظیر آزادراهها و بزرگراهها بکار برده اند. به نوعی که در اکثر آیین نامه ها ترکیب رنگ تمام تابلوهای موجود در آزادراه و بزرگراه (پیش آگاهی، خروجی، تایید کننده) آبی یا سبز با سفید می باشد.

برای بررسی بیشتر موضوع، نیاز است رفتار چشم انسان در مواجهه با نور و رنگ بررسی گردد. شکل ۱ نمای شماتیکی از چشم انسان را تشریح می کند.

همانطوری که در قسمت سمت چپ شکل ۱ نمایان است، در قسمت درونی چشم، بخشی به نام شبکیه موجود است؛ که این قسمت بخش حساس به نور است. در سمت راست شکل ۱ ساختار سلولی شبکیه نشان داده شده است که به دو بخش تقسیم می گردد: بخش اول سلولهای استوانه ای (rod cells) و بخش دوم سلولهای مخروطی (cone cells).

سلول های استوانه ای بینایی در تاریکی را امکان پذیر می کنند و سلول های مخروطی توانایی دیدن رنگها را در نور به مغز می دهند. همانطوری که شکل مشخص است سه نوع از سلول های مخروطی ، که در طیف بینایی رنگهای قرمز ، سبز و آبی حساسیت دارند ، نشان داده شده است.

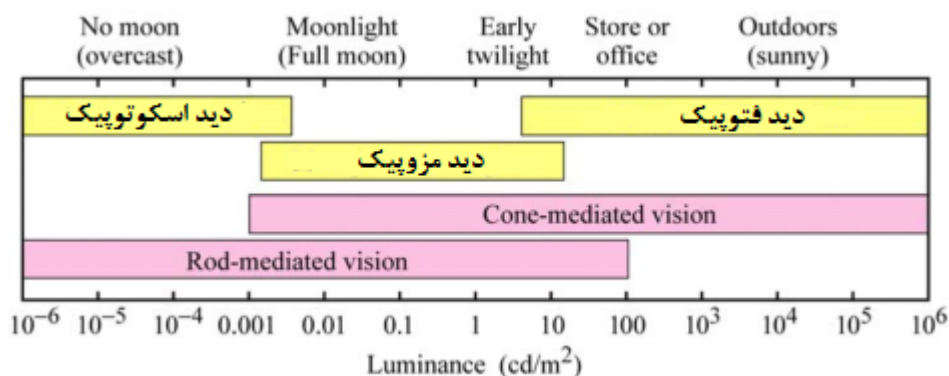


شکل ۱: نمای شماتیک چشم انسان و تشریح شبکیه چشم

در شکل ۲ سه رژیم بینایی تعریف شده است. رژیم بینایی اول ، دید فتوپیک (Photopic Vision) به بینایی انسان در شرایطی که نور کافی موجود باشد (مثل شرایط روشنایی روز) مرتبط می باشد. که این عمل به سلول های مخروطی وابسته می باشد.

رژیم بینایی دوم ، دید اسکوتوپیک (Scotopic Vision) به بینایی انسان در شرایطی که نور کافی وجود نداشته باشد ، مرتبط می باشد. (مثل دید در شب) که این عمل به سلول های استوانه ای مرتبط می باشد. با اینکه حساسیت سلولهای استوانه ای نسبت به سلول های مخروطی بیشتر است. ولی حس دیدن رنگها به طور کامل در دید اسکوتوپیک از بین می رود. (شبهای بدون مهتاب)

در این دید اشیا بی رنگ جلوه می کند و فقط بصورت رده های مختلف خاکستری دیده می شود. همچنین یک رژیم بینایی دیگر هم تعریف می شود به نام دید مزوپیک (Mesopic Vision) که در این رژیم بینایی بین دید فتوپیک و دید اسکوتوپیک می باشد.

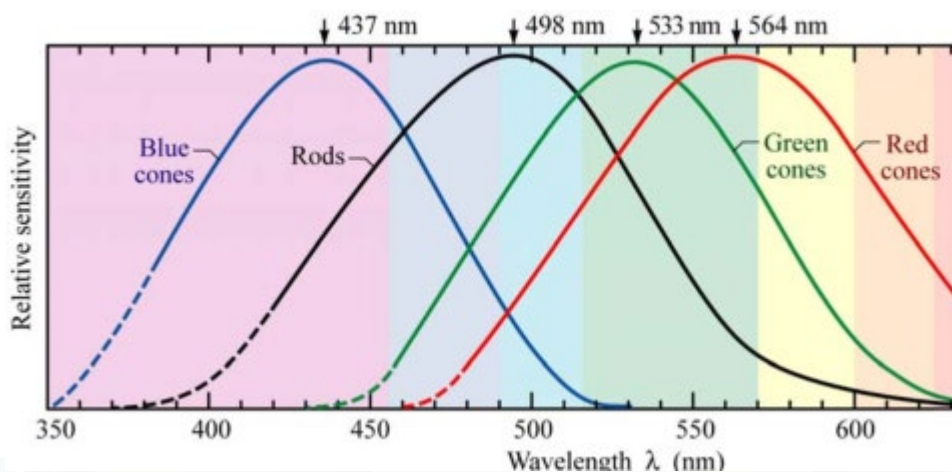


شکل ۲: تقسیم بندی رژیم بینایی در طیف بینایی چشم

در ادامه عملکرد تقریبی طیف بینایی در سلول های استوانه ای و مخروطی (سه رنگ) در شکل ۳ دیده می شود.

بررسی ها نشان می دهد ، در دید شبانه (دید اسکوتوپیک) در مقایسه با دید با نور کافی (فتوپیک) ، طیف قرمز ضعیف ترین می باشد و بازه طیفی آبی قوی ترین می باشد.

در واقع رفتار چشم انسان در شرایط پرنور و کم نور با رنگ آبی سازگارتر است و به نوعی می توان گفت عملکرد رنگ آبی نسبت به رنگهای دیگر (سبز و قرمز) بهتر بوده است.



شکل ۳: مقایسه طول موج نورها و حساسیت بینایی

با توجه به توضیحات داده شده مربوط به رفتار چشم نسبت به نور و رنگها ، از بین رنگهای آبی ، سبز (که در رنگ پس زمینه تابلوها بکار می روند) انسان با رنگ آبی نسبت به سبز ارتباط بهتری برقرار می کند [۱۰].

از این رو با توجه اهمیت ترکیب رنگ ها در ساختار تابلوها در درجه بندی راهها ، در جدول شماره ۱ اعدادی به صورت قراردادی ، به ترکیب رنگهای متداول در تابلوها به جهت ساخت مدل اختصاص یافته است.

جدول ۱: عدد/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

۳-۱-۴- 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 [۱۱] و [۳]. 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 ، می باشد. 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 مبنا (که در آیین نامه ها ذکر شده است) توانایی دستیابی به این پارامتر را تسهیل کرده است.

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.

۳-۲- بررسی متغیرها و مدلها :

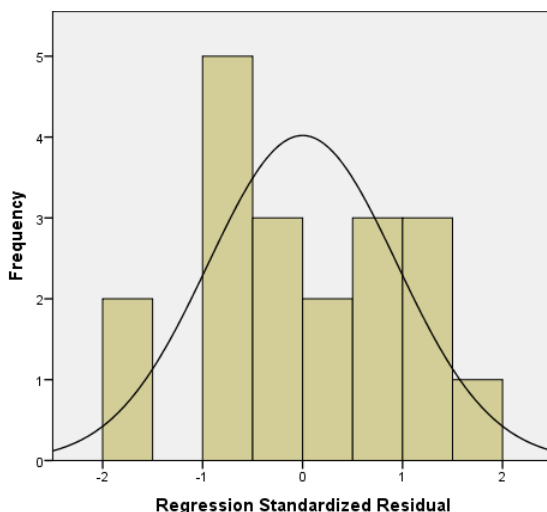
همانطوری که سابقاً اشاره شد ، برای ساخت مدل رگرسیون خطی میبایست برخی شروط رعایت شود که آنها عبارتند از : [۵]

توزیع خطاها باید دارای توزیع نرمال باشد.

بین خطاهای مدل همبستگی وجود نداشته باشد.

بین متغیرهای مستقل همبستگی وجود نداشته باشد (دارای همخطی نباشند)
از اینرو به منظور ساخت مدل ، شروط فوق مورد بررسی قرار خواهند گرفت .

شکل ۴ نتیجه آزمون نرمال بودن خطاها را نشان می دهد. همانطوری که مشخص است نمودار توزیع فراوانی
خطاها ، تقریباً نرمال است ، پس بنابر این شرط نرمال بودن توزیع خطاها ، برقرار می باشد.



شکل ۴ : نمودار توزیع فراوانی خطاها

یکی دیگر از مفروضاتی که در رگرسیون مدنظر قرار می گیرد ، استقلال خطاها (تفاوت بین مقادیر واقعی و
مقادیر پیش بینی شده توسط معادله رگرسیون) از یکدیگر است. به منظور بررسی استقلال خطاها از یکدیگر
از آزمون دوربین-واتسون استفاده می شود. 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 می شود.

در این آزمون هم مطابق جدول ۲ ، آماره دوربین-واتسون عدد ۱,۵۰۵ بدست آمد که چون این عدد در بازه
۱,۵ تا ۲,۵ قرار دارد ، پس فرض عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته می شود.

جدول ۲: نتیجه آزمون دوربین-واتسون در نرم افزار SPSS

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.798 ^a	.791	.750	107.69850	1.505

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 پرداخته می شود. جدول ۳ ماتریس همبستگی متغیرهای در نظر گرفته در بانک اطلاعاتی این پژوهش را نشان می دهد:

جدول ۳: ماتریس همبستگی بین متغیرهای مستقل مدل (آزمون همبستگی پیرسون)

امتیاز تابلو در نظر رانندگان (متغیر وابسته)	حداقل فاصله دید	فاکتور تضاد رنگ	تعداد نقوش بجای کلمه	تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو	تعداد کلمات نوشته شده در یک تابلو
			۱	۰,۱۹۳	۱
			۱	۰,۱۹۳	۱
		۱	-۰,۰۲۷	-۰,۰۱۹	۱
	۱	۰,۲۶۴	-۰,۰۰۴	-۰,۳۱۶	۱
۱	۰,۸۶۷	۰,۴۱۶	-۰,۳۵۲	-۰,۷۸۴	۱

همانطوری که در جدول ۳ 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.

۳-۳- مدل سازی :

به منظور ساخت مدل، از نرم افزار SPSS^۳ استفاده شده است. پس از انتخاب عوامل موثر بر قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر، جدول اطلاعاتی آن 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 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 بدست آوردن مدل ابتدا متغیرها را یک به یک به نرم افزار معرفی کرده و از بین مدل های بدست آمده، بهترین آنها انتخاب شد.

جدول ۴: نتایج برازش مدل رگرسیون خطی

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 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 نشان دهنده معنی دار بودن ضرائب تخمینی متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

³ Stastistical Package For The Social Sciences

بنابراین مدل نهایی پژوهش به شکل زیر بیان می شود :

$$Y = 10.370 - 0.462A - 0.283B + 0.272C + 0.067D \quad (3)$$

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

با توجه به ویژگی های تابلوهای بررسی شده به منظور ساخت مدل ، در این مدل نیز پارامترهای A ، C و D مخالف صفر هستند.

۳-۴- اعتباریابی مدل :

اعتباریابی مدل به این دلیل انجام می شود تا مشخص شود مدل ارائه شده برای داده های 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 مدل ها از آزمون T-test استفاده شده است. برای این منظور جامعه آماری که در مدل سازی وارد نشده است را در نظر گرفته و با استفاده از مدل های برازش داده شده ، امتیاز تابلوها (Y) در آنها پیش بینی می شود. 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 تفاوت های قابل ملاحظه ای بین میانگین دو گروه وجود دارد یا خیر ، مقایسه می کند. 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.

جدول ۵: 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	۰,۸۶۳	۰,۱۵۳	مدل معتبر است	۰,۵۳	۰,۳۰۷	رگرسیون خطی (رابطه ۳)

سرانجام نتایج حاصل از این مدل مورد بحث و تحلیل قرار گرفته و از آن به عنوان ابزاری به منظور ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر در جهت انتظارات رانندگان قرار گرفت. همچنین در طی فرآیند ساختن مدل به این نتیجه رسیده شده که پارامتر A (تعداد کلمات نوشته شده بر روی یک تابلو) بیشترین تغییر را در R^2 ایجاد کرده و این پارامتر بیشترین اعتبار را به مدل می بخشد.

۴- جمع بندی و نتیجه گیری :

حوزه مورد مطالعه در ساخت مدل نهایی در این پژوهش بخش هایی 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 که گاهها محور ساری- قائمشهر به عنوان پرترددترین محور کشور هم معرفی می شود. 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 ۳ جهت ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر در نظر گرفته می شود. از مقایسه امتیاز کمی و کیفی که رانندگان به تابلو ها 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 می باشد و در انتها تابلوهایی که نمره آنها کمتر از ۱۲ شود ، سطح قابلیت خوانایی آن ضعیف می باشد.

یکی از مواردی که انتظارات رانندگان را تامین نکرد ، طراحی ضعیف و شلوغی تابلوها بود به نحوی که رانندگان به تابلوهای شلوغ نمره کمتری می دادند. با توجه به احتمال بالای رفتار غیر معمول رانندگان (مثل

ترمز ناگهانی) در مواجهه با تابلوهایی با طرح های شلوغ ، از اینرو تابلوها به جهت افزایش نمره خوانایی آنها ، میبایست طوری طراحی گردند که این مهم در نظر گرفته شود.

همچنین با توجه به این مدل نتیجه گیری می شود ، برای اینکه امتیاز تابلوها بیشتر گردد ، میبایست اطلاعات بصورت محدودتری بر روی آنها قرار گیرد. از اینرو برای اینکه تابلوها در رسالتشان یعنی اطلاع رسانی دارای عملکرد خوبی باشند ، میبایست معابر را الویت بندی کرده و فقط معابر مهم را بر روی تابلوها درج کرد.

جدول ۶: مقایسه بازه های 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

با توجه به ساختار مدل نتیجه گیری می شود که اندازه ضریب پارامتر تعداد کلمات بر روی تابلو (A) نسبت به ضرایب دیگر پارامترها بیشتر می باشد پس بنابراین متغیر A بیشترین تاثیر را در مدل دارد.

همچنین با توجه به اینکه ضریب متغیر های A و B منفی می باشد ، نشانگر آن است که هرچه تعداد کلمات بر روی تابلو و همچنین هر چه تعداد نقوش جایگزین کلمات بر روی تابلو بیشتر باشد ، امتیاز تابلو کمتر شده و طراحی تابلو از کیفیت مطلوب خارج می شود.

۵- منابع :

- ۱- اتقائی کردکلائی ، محمد ، "ارزیابی قابلیت خوانایی تابلوهای راهنمای مسیر" ، (۱۳۹۴) ، پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
- ۲- عظیمی تبریزی ، مهدی ، آیین نصب تابلوهای عمودی (کلیات) تهران: انتشارات عرف ایران
- ۳- فتحیان دستگردی ، فرزانه ، "ارائه راهکارهایی جهت بهبود کیفیت نوشتاری تابلوهای اطلاعاتی راهها" ، پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه علم و صنعت ایران . ۱۳۸۷

۴- حسامی، سعید؛ صفارزاده، محمود؛ اتقائی، محمد، "ارائه مدل پیش بینی زمان قرائت تابلوهای راهنمای مسیر با محوریت تعداد کلمات و نقوش"، شانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران ۱۳۹۵

۵- مومنی، م.، فعال قیومی، ع.، "تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS"، تهران، مولف، ۱۳۹۱

- 6- Manual on Uniform Traffic Control Devices, United States Department of Transportation - Federal Highway Administration, 2009
- 7- Traffic Sign Manual (TSM) Chapter 2 - Determination of X-height, Department of Transport, 2013
- 8- D. Shinar, R. Dewar, H. Summala and L. Zakowska, "Traffic Sign Symbol Comprehension : a cross-cultural study," Journal of Ergonomics, pp. 1549-1565, 2003
- 9- Traffic Control Devices Manual, Abu Dhabi City Municipality, 2014
- 10- E. F. Schubert, Light-Emitting Diodes (Second Edition), Cambridge University Press, 2006
- 11- E. o. P. o. F. Legibility, "Abdulilah Z. Zineddin ; Philip M. Garvey," in Human Factors and Ergonomics Society 47th Annual Meeting, 2003.

پیوست : فرم نظر سنجی از داوطلبان

شماره فرم :

تاریخ : / / ۱۳

فرم آمارگیری از داوطلبان جهت ارزیابی تابلوهای راهنمای مسیر

✓ مشخصات داوطلب :

سن :	تحصیلات :	جنسیت :	قدرت بینایی :
		مرد : ☐ زن : ☐	

✓ موقعیت تابلو :

نوع جاده :	آزادراه : ☐ بزرگراه : ☐
	اصلی (برون شهری) : ☐ اصلی (شهری) : ☐
سرعت مجاز :	
سرعت متوسط :	
مکان تابلو (موقعیت جغرافیایی) :	
حجم تردد روزانه (ADT) :	
تعداد Lane مسیر :	۱ : ☐ ۲ : ☐ ۳ : ☐ ۴ : ☐ ۵ : ☐

✓ مشخصات تابلو :

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 :	آبی : ☐ سبز : ☐ سفید : ☐
رنگ فونت کلمات :	سفید : ☐ سیاه : ☐
نوع سازه تابلو(ها) :	دروازه ای : ☐ کنسولی : ☐ T : ☐ کناری : ☐

✓ امتیاز :

نمره به تابلو (از ۰ تا ۲۰) :	
کیفیت انتقال پیام تابلو :	عالی : ☐ خوب : ☐ متوسط : ☐ ضعیف : ☐

Evaluating of Quality of Legibility of Guide Signs by use of Modelling

Mohammad Atghaei¹, Saeid Hesami²

- 1- PhD Student Of Highway & Transportation at the Babol Noshirvani University Of Technology
- 2- Associated Professor in the Department of Civil Engineering at the Babol Noshirvani University Of Technology

Abstract

The role of guide signs is very important in traffic safety. Thus, existence a suitable model that is good with driver behaviors is necessary for assessment of signs. In this paper, in order to surviving assessing legibility of guide signs we made a model according to driver behaviors. After questioning from condidates and statistical analysis, final model was introduced. In this model, parameter of the number of words on signs has the most effecttion in the model.

Keywords : *Guide Signs , Legibility , Legibility Distance , New Model*