

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش آموزان از عرض معبرهای برون شهری

فرشیدرضا حقیقی^۱، شهرام عباسی^۲

از صفحه ۳۳ تا ۵۶

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۲۱

چکیده

امروزه ایمنی تردد عابران پیاده و نرخ بالای تصادفات وسایل نقلیه با عابران پیاده که در بیشتر موارد به فوت یا جراحات دائمی منجر می شود، توجه زیادی را به خود جلب کرده است؛ بررسی مؤلفه های رفتاری عابران پیاده به هنگام عبور از عرض خیابان، می تواند در شناسایی عوامل مؤثر در بروز این تصادفات مؤثر باشد. با توجه به اینکه بیشتر مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه ایمنی عابر پیاده به خیابان های مناطق شهری مربوط بوده و تلفات عابر پیاده، درصد قابل توجهی از تلفات تصادفات در جاده های برون شهری را به خود اختصاص داده است؛ در نتیجه، این پژوهش به بررسی رفتار عابران پیاده هنگام عبور از عرض خیابان و شناسایی عوامل مؤثر بر رفتار آن ها در جاده های برون شهری پرداخته است. در این پژوهش، دانش آموزان به منزله یکی از آسیب پذیرترین قشرهای عابران پیاده در جاده های برون شهری بررسی شدند. بدین منظور در این پژوهش با استفاده از روش آماری و مطالعات میدانی، از محل عبور دانش آموزان سه مدرسه، در جاده های برون شهری شهرستان محمودآباد استان مازندران، فیلم برداری و اطلاعات لازم از طریق مشاهدات ویدئویی استخراج شد؛ سپس سرفاصله زمانی (سرفاصله) قابل قبول عابران پیاده به هنگام عبور از عرض خیابان، به عنوان یکی از مهم ترین عوامل مؤثر در ایمنی عبور، با استفاده از نرم افزار Spss و مدل رگرسیون چندمتغیره خطی مدل سازی شد.

نتایج نشان داد که فاصله و سیله نقلیه خط نزدیک، مرحله عبور، زمان عبور، نوع وسیله

۱. استادیار گروه مهندسی راه و ترابری دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، (نویسنده مسئول: haghghi@nit.ac.ir).

۲. کارشناس ارشد مهندسی راه و ترابری، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل.

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

نقلیه و تعداد مشاهدات عابر در سرفاصله قابل قبول عابران پیاده تأثیر بسزایی دارند. همچنین بر اساس این پژوهش مشخص شد که عابران پیاده، سرفاصله را با توجه به فاصله از وسایل نقلیه انتخاب می‌کنند و نه با توجه به سرعت وسایل نقلیه. در انتها پیشنهاد می‌شود تا ادامه مطالعات در همین زمینه و از دیدگاه رانندگان و از نگاه داخل خودرو انجام شود و نیز بررسی‌های جامع در شهرهای مختلف و توزیع آماری-اجتماعی متعدد صورت گیرد.

کلیدواژه‌ها

ایمنی عابر پیاده، سرفاصله قابل قبول، مدل‌سازی رگرسیون خطی، جاده‌های برون‌شهری و تصادفات.

مقدمه

تلفات نیروی انسانی، بدترین پیامد تصادفات است که هزینه‌های گزاف اجتماعی و اقتصادی آن، اثرات جبران‌ناپذیری بر جامعه وارد کرده است. از آنجاکه تحقیقات کمتری در زمینه تصادفات عابران پیاده نسبت به سایر عوامل صورت گرفته است، می‌توان از این تصادفات به‌عنوان بیماری فراموش‌شده جامعه امروزی نام برد. با توجه به اینکه عابران پیاده از آسیب‌پذیرترین کاربران راه هستند؛ بنابراین ایمنی عابران پیاده به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای ایمنی حمل‌ونقل جاده‌ای به‌شمار می‌رود (روس، پراساس و مکشین، ۲۰۰۴). از دست‌دادن هر یک از اعضای جامعه، امری دردناک محسوب می‌شود که بعضاً با اثرات بسیار منفی در خانواده و اطرافیان نزدیک شخص متوفی همراه می‌گردد.

با نگاهی به آمار تصادفات عابران پیاده مشاهده می‌شود که اغلب حوادثی که برای عابران پیاده رخ می‌دهد، معمولاً با تلفات و یا معلولیت‌های جسمی همراه می‌شود. این رویه برای کشورهای در حال توسعه مانند ایران که بخش عمده‌ای از آن را قشر جوان تشکیل می‌دهند، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بر اساس آمار اتحادیه ایمنی حمل‌ونقل اروپا در سال ۲۰۱۰ میلادی، تنها ۱۳ درصد از همه مرگ‌ومیرهای ترافیکی ایالات متحده

1. Ross, Prassas and Mcshane

2. European Transport Safety Council

آمریکا به عابران پیاده مربوط بوده است (اتحادیه ایمنی و حمل و نقل اروپا، ۲۰۱۱)؛ در حالی که بر اساس آمار پزشکی قانونی ایران در سال ۱۳۹۲، نسبت تلفات عابر پیاده به کل تلفات جاده‌ای، ۲۳/۲ درصد بوده که این مقدار در سال ۱۳۹۳ با اندکی کاهش به عدد ۲۲/۳ درصد رسیده است؛ این در حالی است که در بعضی از شهرها مانند تهران، نیمی از درگذشتگان تصادفات را عابران پیاده تشکیل می‌دهند؛ این شرایط در مواقعی حادث می‌شود که عبور عابران پیاده به سنین دانش‌آموزان و شرایط جاده‌های برون‌شهری و در محل نزدیک به مدارس حاشیه‌راه مربوط باشد.

بر اساس آمار پزشکی قانونی در سال گذشته، ۳۲ مورد تصادف منجر به فوت دانش‌آموزان در استان مازندران، بین مدارس حاشیه‌راه ثبت شده است. همچنین بر اساس آمار پزشکی قانونی، ۳۸ درصد از تلفات عابران پیاده در راه‌های برون‌شهری اتفاق می‌افتد (سازمان پزشکی قانونی ایران، ۱۳۹۳)؛ با توجه به بالا بودن سرعت وسایل نقلیه در راه‌های برون‌شهری و مدنظر قراردادن این نکته که در سرعت ۳۰ کیلومتر بر ساعت، احتمال آسیب‌دیدگی عابر پیاده کمتر از ۱۰ درصد است، برخورد یک وسیله نقلیه با سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت با عابر، به احتمال قریب به یقین به فوت عابر منجر و اهد شد (مرکز تحقیقات حمل و نقل پاریس، ۲۰۰۶)؛ همچنین با توجه به اینکه بیشتر مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه ایمنی عابر پیاده مربوط به خیابان‌های درون‌شهری مربوط است، می‌توان نتیجه گرفت که بررسی رفتار عابران پیاده هنگام عبور از عرض خیابان و شناسایی عوامل مؤثر بر رفتار آن‌ها در جاده‌های برون‌شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در عمل، اثرات متقابل بین عابر و وسایل نقلیه هنگامی اتفاق می‌افتد که عابران در عبور از عرض خیابان در تقاطع و یا بین دو تقاطع باید سرفاصله‌ای مناسب را برای عبور از بین جریان ترافیک انتخاب کنند. سرفاصله در ترافیک به صورت زمان بین عبور دو وسیله نقلیه از هر خط اشغال‌کننده مسیر عبور عابر اندازه‌گیری می‌شود. هنگامی که عابر پیاده منتظر عبور از عرض خیابان است، فواصل را مشاهده می‌کند و بین پذیرش یا عدم پذیرش یک سرفاصله برای تأمین عبوری ایمن تصمیم می‌گیرد؛ بنابراین سرفاصله قابل قبول عابران پیاده به هنگام عبور از عرض خیابان، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ایمنی عبور عابران پیاده می‌باشد که

در این پژوهش، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر آن مورد بررسی قرار گرفته است.

با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توان تسهیلات بهتر و ایمن‌تری را برای مکان‌هایی که سرفاصله کافی برای عبور عابر پیاده وجود ندارد، طراحی کرد؛ مثلاً می‌توان از مقادیر سرفاصله‌هایی که از این پژوهش به دست می‌آید، در مکان‌هایی محل سرعت‌کاه‌ها و تابلوها، قبل از مدارس حاشیه راه‌ها استفاده کرد. همچنین نتایج این تحقیق می‌تواند در کاهش تصادفات وسایل نقلیه با عابران پیاده و ارائه راهکارهایی برای افزایش ایمنی عابران پیاده مؤثر باشد.

پیشینه تحقیق

مطالعات زیادی در مورد مدل‌سازی رفتار عابران پیاده در عبور از عرض جاده‌ها در کشورهای مختلف انجام شده است. در پژوهشی در هند، سرفاصله مورد قبول زمانی و مکانی عابران پیاده در اواسط خیابان‌های فاقد کنترل (بدون چراغ راهنمایی یا تابلوی ایست) بررسی شد؛ نتایج نشان داد که احتمال پذیرش سرفاصله مکانی با افزایش سرعت وسایل نقلیه نزدیک‌شونده، کاهش می‌یابد؛ همچنین مشخص شد که عابران در مواجهه با وسایل نقلیه کوچک‌تر، سرفاصله‌های کوچک‌تر را هم می‌پذیرند. مقادیر سرفاصله ۵۰ و ۸۵ درصد زمانی برای عابران پیاده به ترتیب از ۴/۱ تا ۴/۸ ثانیه و از ۵ تا ۵/۸ ثانیه و مقادیر سرفاصله ۵۰ و ۸۵ درصد مکانی، به ترتیب از ۶۷ تا ۷۹ متر و از ۸۲ تا ۹۵ متر بوده است. مقادیر سرفاصله ۵۰ و ۸۵ درصد در محل این پژوهش، کمتر از مقادیر گزارش شده در HCM^۱ بوده است؛ این نشان می‌دهد که عابران پیاده در کشور هند، رفتار تهاجمی‌تر و پرخطرتری دارند (پاوار و پاتیل^۲، ۲۰۱۵).

در پژوهش دیگری در مصر، رفتار عابران پیاده با استفاده از مدل رگرسیون چندمتغیره خطی^۳ و مدل لاجیت^۴ مدل‌سازی شد؛ نتایج تحقیقات نشان داد که سرفاصله قابل قبول عابران

1. Highway Capacity Manual
2. Pawar and Patil
3. Multiple Linear Regression
4. Binary Logit Model

به سرعت وسایل نقلیه، تعداد تلاش برای عبور، حرکت میان وسایل نقلیه و سن عابران پیاده بستگی دارد (سراگ^۱، ۲۰۱۴).

در تایوان، اثرات سن، سرفاصله زمانی، زمان از روز و سرعت نزدیک شدن وسایل نقلیه در تصمیم عابران برای عبور از خیابان با روش شبیه سازی بررسی شد؛ در این پژوهش، ۱۶ نفر از جوانان و ۱۶ نفر از افراد مسن انتخاب شدند. نتایج این پژوهش هم راستا با پژوهش یانیس و همکاران^۲ (۲۰۱۳) نشان داد که تصمیمات عبور عابر پیاده عمدتاً به فاصله از وسایل نقلیه ورودی وابسته است و نه به سرعت وسایل نقلیه (لئو و تانگ^۳، ۲۰۱۴). در تحقیقات مشابه در کشور هند برای ارزیابی رفتار عبور عابران پیاده از عرض خیابان، از روش شبکه عصبی و استخراج اطلاعات از طریق فیلم برداری از محل عبور عابران پیاده استفاده شد. نتایج این ارزیابی نشان داد که متغیرهای سن، جنس و استفاده از تلفن همراه، نقش مهمی در رفتار عابران پیاده برای پذیرش سرفاصله ندارند؛ در حالی که مطالعات یانیس و همکاران (۲۰۱۳) و حامد^۴ (۲۰۰۱) نشان دهنده نقش مهم جنسیت و سن در رفتار عابران پیاده بوده اند. در این مطالعه مشاهده شد که به کارگیری تکنیک های رفتاری مانند حرکت میان وسایل نقلیه و تغییر سرعت حین عبور، اثر جنسیت و سن را خنثی می کنند (کادالی، رادی و پرومال^۵، ۲۰۱۴).

مدل سازی رفتار عبور عابران پیاده، هنگام عبور از عرض خیابان توسط کادالی و با هدف بررسی رفتار عبور عابران پیاده در اواسط خیابان های کنترل نشده (بدون چراغ راهنمایی یا تابلوی ایست) انجام شد. برای مدل سازی سرفاصله مورد پذیرش عابران پیاده از مدل رگرسیون چندمتغیره خطی و برای مدل سازی تصمیم عبور عابران از مدل لاجیت دودویی استفاده شد. نتایج نشان داد که ویژگی های رفتاری مانند حرکت میان وسایل نقلیه، رفتار راننده و تعداد تلاش برای عبور، نقش مهمی در هنگام عبور از عرض خیابان های کنترل نشده دارند. بر اساس این پژوهش، وقتی زمان انتظار عابران در لبه پیاده رو یا در میانه راه افزایش

-
1. Serag
 2. Yannis et al
 3. Liu and Tung
 4. Hamed
 5. Kadali, Rathi and Perumal

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

می‌یابد، عابران پیاده صبر خود را از دست داده و این به استفاده از سرفاصله‌های کوتاه برای عبور از عرض خیابان و دویدن عابر منجر می‌شود. معمولاً نوع وسیله نقلیه، یک عامل مهم در پذیرش سرفاصله است؛ ولی این مطالعه نشان داد که عابران، سرفاصله را با توجه به سرعت وسایل نقلیه می‌پذیرند که سراگ (۲۰۱۴) نیز این امر را تأیید کرده است (کادالی و ودآگیری^۱، ۲۰۱۳).

در پژوهش دیگری که روی ۲۴۳ مورد عبور عابر برای اندازه‌گیری سرفاصله قابل قبول عابران در اواسط خیابان‌های شهری، با تصویربرداری از محل عبور عابران انجام شد؛ نتایج نشان داد که سرفاصله قابل قبول عابران، به فاصله از وسیله نقلیه، اندازه وسیله نقلیه، پارکینگ‌های غیرقانونی، جنسیت و همراه داشتن عابر هنگام عبور بستگی دارد. همچنین در این تحقیق مشخص شد که پذیرش سرفاصله به شدت به فاصله از وسیله نقلیه بستگی دارد و کمتر به سرعت وسیله نقلیه وابسته است؛ زیرا عابر، فاصله را بهتر از سرعت تشخیص می‌دهد (یانیس و همکاران، ۲۰۱۳).

محققان در کشور نپال، رفتار ۴۰۰ عابر پیاده را از طریق مشاهده و پرسش‌نامه مدل‌سازی کردند. نتایج نشان داد که عابران مرد، عابرانی که گروهی حرکت می‌کنند، عابرانی که به محل کار می‌روند و عابران تحصیل‌کرده، زمان انتظار کمتری داشته و خطر بیشتری را می‌پذیرند؛ در حالی که عابرانی که قبلاً درگیر یا شاهد تصادف بوده و یا وسایل نقلیه شخصی دارند، محتاط‌تر بوده و زمان انتظار بیشتری دارند (دوکتا و شاهی^۲، ۲۰۱۲). در پژوهشی مشابه در آمریکا، تحلیل رفتاری عابران پیاده نشان داد که عابران پیاده ترجیح می‌دهند از حرکت میان وسایل نقلیه^۳ به جای منتظر ماندن برای سرفاصله‌های طولانی برای عبور از عرض خیابان استفاده کنند (بریور^۴ و همکاران، ۲۰۰۶).

در پژوهشی در اردن، رفتار ۴۰۰ عابر پیاده در خیابان‌های جداشده و جدانشده مطالعه شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد در مواردی که عابران به صورت گروهی حرکت می‌کنند،

1. Kadali, and Vedagiri

2. Devkota and Shahi

3. Rolling Gap

4. Brewer et al

رانندگان کاهش سرعت می دهند و توقف می کنند. همچنین بر اساس این پژوهش، به طور کلی رانندگان زمانی به توقف تمایل دارند که سرعت کمی داشته باشند (حامد، ۲۰۰۱). با توجه به مطالعات ارائه شده، جمع آوری داده ها برای مدل سازی رفتار عابران پیاده در عبور از عرض خیابان، دارای سه روش کلی استفاده از فیلم برداری، شبیه سازی و نظرسنجی است که در این پژوهش از روش فیلم برداری برای جمع آوری داده ها استفاده شده است. هدف از این پژوهش، فراهم آوردن مدلی است که بتواند مؤلفه های تأثیرگذار بر سرفاصله قابل قبول عابران پیاده را به عنوان یکی از مهم ترین عوامل ایمنی عبور عابران پیاده بررسی کند. تحقیقاتی که پیش تر به آن ها اشاره شد، در ادامه در جدول ۱ ارائه شده است.

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش آموزان از عرض معبرهای برون شهری

جدول ۱. مروری بر پیشینه تحقیق

ردیف	نام نویسنده	عنوان مطلب	سال	نتایج و پیشنهادها
۱	پاوار و پاتیل	سرفاصله زمانی و مکانی قابل قبول عابران پیاده در اواسط خیابان‌های کثرت‌نشده	۲۰۱۵	کاهش احتمال پذیرش سرفاصله مکانی با افزایش سرعت وسایل نقلیه نزدیک‌شونده، پذیرفتن سرفاصله‌های کوچکتر توسط عابران پیاده در مواجهه با وسایل نقلیه کوچک‌تر
۲	لنو و تانگ	آنانلیز خطر تصمیمات عبور عابران پیاده	۲۰۱۴	وابسته بودن تصمیم عبور عابران از فاصله از وسایل نقلیه ورودی، اعتقاد ۷۸ درصد از شرکت‌کنندگان به خطرناک‌تر بودن عبور از جاده هنگام غروب آفتاب در مقایسه با زمان ظهر
۳	کادالی و همکاران	ارزیابی رفتار عبور عابر پیاده با استفاده از شبکه‌های عصمی مصنوعی	۲۰۱۴	خنثی‌شدن اثر جنسیت و سن با استفاده از تاکتیک‌های رفتاری مثل حرکت میان وسایل نقلیه و تغییر سرعت حین عبور از مسیر
۴	سراک	مدلسازی رفتار عبور عابر پیاده در اواسط خیابان‌های کثرت‌نشده	۲۰۱۴	وابسته بودن سرفاصله قابل قبول عابران به سرعت وسیله نقلیه ورودی، حرکت میان وسایل نقلیه، تعداد تلاش برای عبور، پهنای عبور و سن عابران پیاده، پذیرش سرفاصله با توجه به سرعت وسایل نقلیه و به نوع آفتاب
۵	کادالی و ودگیری	مدلسازی رفتار عبور عابران پیاده هنگام عبور از عرض خیابان با ترافیک مختلط	۲۰۱۳	نقش مهم ویژگی‌های رفتاری مانند حرکت میان وسایل نقلیه و تعداد تلاش برای عبور هنگام عبور از خیابان‌های کثرت‌نشده، پذیرش سرفاصله توسط عابران با توجه به سرعت وسایل نقلیه
۶	بانیس و همکاران	سرفاصله قابل قبول عابران پیاده هنگام عبور از عرض خیابان	۲۰۱۳	وابسته بودن سرفاصله پذیرفته‌شده توسط عابران به فاصله از وسایل نقلیه ورودی، اندازه خودرو، پارک غیرقانونی خودروها، جنسیت عابر پیاده و همراه‌اندیش عابران حین عبور، وابستگی شدید تصمیمات عبور عابر پیاده به فاصله از وسایل نقلیه و نه به سرعت وسایل نقلیه
۷	دوکنا و شاهی	مدلسازی رفتار عبور عابر پیاده	۲۰۱۲	کمتر بودن زمان انتظار و خطرپذیری بیشتر عابران مرد، عابرانی که گروهی حرکت می‌کنند، عابرانی که به محل کار می‌روند و عابران تحصیل‌کرده
۸	بربور و همکاران	بررسی رفتار سرفاصله قابل قبول عابران پیاده	۲۰۰۶	عبور از عرض خیابان با استفاده از حرکت میان وسایل نقلیه به جای منتظر ماندن برای خالی شدن همه خط‌های خیابان از وسایل نقلیه
۹	حامد	بررسی رفتار عابران پیاده هنگام عبور از عرض خیابان	۲۰۰۱	اجازه عبور راحت‌تر رانندگان به کودکان و عابران سال‌خورده، کاهش سرعت رانندگان در حالت عبور گروهی عابران، تمایل به توقف رانندگان در سرعت کمتر

روش تحقیق

مدل آماری

رگرسیون خطی، یکی از فنون پیچیده آماری برای داده‌هایی است که معمولاً در سطح سنجش فاصله‌ای می‌باشند. رگرسیون خطی به دو صورت رگرسیون خطی ساده و رگرسیون خطی چندمتغیره مطرح می‌شود. رگرسیون خطی ساده به پیش‌بینی مقدار یک متغیر وابسته بر اساس مقدار یک متغیر مستقل می‌پردازد؛ اما رگرسیون چندمتغیره روشی برای تحلیل مشارکت جمعی و فردی دو یا چند متغیر مستقل در تغییرات یک متغیر وابسته است. با استفاده از رگرسیون چندمتغیره، محقق می‌تواند رابطه خطی موجود بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل با یک متغیر وابسته را به شیوه‌ای مطالعه کند که در آن، روابط موجود بین متغیرهای مستقل نیز مورد ملاحظه قرار گیرد. در مجموع، هدف اصلی از کاربرد رگرسیون چندمتغیره، آن است که ترکیبی خطی از متغیرهای مستقل را به گونه‌ای ایجاد کند که حداکثر همبستگی را با متغیر وابسته نشان دهد.

در نتیجه می‌توان از این ترکیب خطی در جهت پیش‌بینی مقادیر متغیر وابسته استفاده کرد و همچنین اهمیت هریک از متغیرهای مستقل را در پیش‌بینی مورد نظر ارزیابی نمود (شریفی و نجفی‌زند، ۱۳۷۷: ۸۳)؛ لذا در این تحقیق، مدل‌سازی تأثیر چند متغیر مستقل بر روی یک متغیر وابسته (سرفاصله قابل قبولِ ابران) از روش مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیره خطی با معادله عمومی (۱) برای بررسی سرفاصله قابل قبولِ ابران پیاده انجام شده است.

(۱)

$$Gap = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n$$

۱-n

که در آن Gap (سرفاصله قابل قبول) متغیر وابسته، $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ متغیرهای مستقل به شرح جدول (۱)، β_0 مقدار ثابت و β_{1-n} ضرایب رگرسیون هستند. باید توجه شود که در صورتی می‌توان از مدل رگرسیون خطی استفاده کرد که شرایط زیر وجود داشته باشند:

« میانگین (امید ریاضی) خطاها صفر باشد؛

« واریانس خطاها ثابت باشد؛

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

« مفروضات ۱ و ۲ بدین معنی است که توزیع خطاها باید دارای توزیع نرمال باشد که با مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها و نمودار توزیع نرمال، قابل بررسی است. «
« بین خطاها مدل همبستگی وجود نداشته باشد که برای بررسی این شرط از آزمون دوربین - واتسون استفاده می‌شود؛
« متغیر وابسته دارای توزیع نرمال باشد که این امر با استفاده از آزمون کولموگورف-اسمیرنوف قابل بررسی است؛
« بین متغیرهای مستقل همبستگی وجود نداشته باشد (دارای هم‌خطی نباشند)؛ برای بررسی نبود هم‌خطی بین متغیرهای مستقل، از رواداری^۱ و عامل تورم واریانس^۲ استفاده می‌شود (مؤمنی و قیومی، ۱۳۹۱: ۱۱۲).
لازم به ذکر است که تمامی شرایط پنج‌گانه استفاده از مدل رگرسیون خطی در بخش یافته‌های تحقیق بررسی شده‌اند.

محل مورد بررسی: شهر محمودآباد

برای انتخاب محل مورد مطالعه از مدارس دبیرستان شهید غلامپور، راهنمایی شهید رجایی، هنرستان شهید رجایی، هنرستان دکتر حسابی، دبیرستان علامه حلی، دبیرستان بصیرت و هنرستان ملاصدرا که در حاشیه بزرگراه‌های شهرستان محمودآباد استان مازندران واقع شده بودند، بازدید به عمل آمد. از بین مدارس بازدیدشده، مدارس دخترانه دبیرستان بصیرت و هنرستان ملاصدرا به دلیل اینکه بیشتر دانش‌آموزان با سرویس مدرسه به درب ورودی مدرسه می‌آمدند و تعداد دانش‌آموزانی که از عرض راه عبور می‌کردند کم بود، انتخاب نشدند. بر اساس پژوهش حقیقی و غلام‌نژاد (۱۳۹۳) درباره ارزیابی ایمنی و خطر مدارس حاشیه راه‌ها، هنرستان شهید رجایی و دبیرستان علامه حلی دارای سطح خطر خیلی زیاد و تعداد تصادفات معادل بیشتر، نسبت به سایر مدارس شهرستان محمودآباد بوده‌اند؛ بنابراین هنرستان شهید رجایی و دبیرستان علامه حلی به دلایل ذکر شده و همچنین هنرستان دکتر حسابی که در مجاورت این دو مدرسه قرار داشت، به‌عنوان محل مورد مطالعه انتخاب شدند.

1. Tolerance

2. VIF

محل مورد مطالعه، مقطعی از یک راه شریانی درجه یک (بزرگراه) است که سه دبیرستان پسرانه مجاور هم در حاشیه آن واقع شده است. این راه دوطرفه به سیله میانه‌ای به عرض ۳/۲ متر جدا شده است که در هر طرف آن، دو خط عبور ۴/۵ متری وجود دارد. در شکل ۱، محدوده مورد بررسی، موقعیت مدارس و محل نصب دوربین در گوگل ارث نشان داده شده است.

شکل ۱. محدوده مورد بررسی در گوگل ارث



جمع آوری داده‌ها

برای اندازه‌گیری دقیق فاصله و سرعت در مقطع مورد مطالعه، ۱۲۰ متر از طول جاده با استفاده از رنگ به صورت مخفی علامت‌گذاری شد، به نحوی که در فیلم‌ها برای اندازه‌گیری فواصل، قابل تشخیص باشد. در این پژوهش، نحوه رفتار عابران پیاده با استفاده از دوربینی با کیفیت بالا (۳۰ فریم بر ثانیه) که در طبقه هفتم ساختمان مشرف بر مقطع مورد مطالعه

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

نصب‌شده بود، ضبط شد. فیلم‌برداری از ساعت ۷:۱۵ تا ۸ صبح در سه روز شنبه نهم، یکشنبه دهم و دوشنبه یازدهم اسفند ۱۳۹۳ انجام شد که شرایط آب‌وهوایی در طول روزهای فیلم‌برداری، صاف و آفتابی بوده است.

استخراج داده

بر اساس تحقیقات گذشته در این پژوهش، متغیرهایی که انتظار می‌رود سرفاصله قابل قبولِ عابران را تحت تأثیر قرار دهند، به شرح جدول ۲ بررسی شدند. از آنجایی که به نظر می‌رسد عابر، عبور از هر خط را به‌عنوان یک مرحله عبور مستقل در نظر می‌گیرد (زوانگ و وو، ۲۰۱۱)، هر خط از مسیر برای هر مورد، جداگانه بررسی شد. همچنین هر تک‌عابر یا گروهی از عابران که باهم از عرض راه عبور می‌کنند، یک مورد در نظر گرفته شد.

جدول ۲. معرفی متغیرهای مدل سرفاصله قابل قبول

توضیحات	واحد / کد متغیر	نوع متغیر	متغیر
خط اول: ۱ خط دوم: ۲			مرحله عبور
آیا زمانی که عابر در حال عبور از خط نزدیک است، وسیله نقلیه‌ای در خط دور، از محل عبور عابر می‌گذرد؟	بله: ۱ خیر: ۰		حرکت میان وسایل نقلیه (Rolling Gap)
تغییر مسیر عابر حین عبور از عرض خیابان		گسسته	تغییر مسیر عابر
تعداد مشاهدات در خطوط مرزی برای سرفاصله مناسب	تعداد		تعداد مشاهدات عابر
تعداد عابران حین عبور			اندازه مورد
تعداد وسایل نقلیه‌ای که از زمان رسیدن عابر به ابتدای یک خط تا زمان اتمام عبور از آن از فاصله ۱۲۰ متری به محل عبور عابر نزدیک می‌شوند.			حجم ترافیک
سبک: ۰۰؛ سنگین: ۱			نوع وسیله نقلیه
راه رفتن: ۰۰؛ دوچرخان: ۱			نحوه عبور عابر
سرعت عبورکردن از عرض خیابان	متر بر ثانیه		سرعت عابر پیاده
کیلومتر بر ساعت			سرعت وسیله نقلیه خط نزدیک
متر			سرعت وسیله نقلیه خط دور
اختلاف زمانی بین لحظه‌ای که عابر آماده عبور از عرض خیابان است و لحظه‌ای که جلوی وسیله نقلیه از خط مجاز عبور عابر می‌گذرد.	ثانیه	پیوسته	فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک
مات زمانی که هر عابر در محدوده خطوط مرزی منتظر می‌ماند تا یک سرفاصله را پیدا کند.			فاصله وسیله نقلیه خط دور
زمانی که طول می‌کشد تا عابر یک خط را طی کند.			سرفاصله پذیرفته شده
			زمان انتظار
			زمان عبور

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

بر اساس نتایج پیاوار و پاتیل (۲۰۱۵) در بزرگراهی در هند، مقدار سرفاصله ۸۵ درصد مکانی قابل قبول برای عابران پیاده از ۸۲ تا ۹۵ متر متغیر بوده است. همچنین با بررسی‌های میدانی مشخص شد که در فواصل بیش‌تر از ۱۲۰ متر، عابران توجه زیادی به وسایل نقلیه نداشته و در عمل، اندرکنشی (درگیری) بین عابر و وسایل نقلیه مشاهده نمی‌شود؛ بنابراین در این پژوهش، عابرانی که فواصل ۱۲۰ متر و کمتر را به‌عنوان سرفاصله مکانی در نظر گرفته‌اند، مورد بررسی قرار گرفتند. فیلم‌های ضبط‌شده به وسیله نرم‌افزار Tracker فریم‌به‌فریم مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر متغیرهای جدول ۲ برای ۳۱۸ مورد عبور مشاهده‌شده، ثبت شد که یک مورد استخراج داده از فیلم ضبط‌شده در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲. یک نمونه استخراج داده از فیلم ضبط‌شده در داخل نرم‌افزار Tracker



جدول ۳. آماره‌های توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	میانه	کمترین	بیشترین	مقدار ۸۵ درصد
زمان عبور	۲/۵۷	۲/۵۷	۱/۰۳	۵/۳۳	۳/۲۳
فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک	۷۶/۰۹	۷۵	۲۰	۱۲۰	۱۱۲
سرفاصله قابل قبول	۴/۳۴	۴/۱۹	۱/۴	۹/۷۷	۵/۹

یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، مدل رگرسیون چندمتغیره خطی با استفاده از متغیرهای در نظر گرفته شده برآزش داده شده است. هدف از برآزش این مدل، بررسی تأثیر مؤلفه‌های مختلف بر سرفاصله قابل قبول دانش‌آموزان به هنگام عبور از عرض جاده‌های برون‌شهری بوده است.

بررسی فرضیه نرمال بودن متغیر وابسته

یکی از فرضیات مدل رگرسیون خطی این است که متغیر وابسته دارای توزیع نرمال باشد تا در این صورت، مدل‌سازی انجام شود. بدین منظور قبل از مدل‌سازی از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (KS) برای بررسی این فرضیه استفاده می‌شود؛ چون مقدار sig (سطح معناداری) بیشتر از ۵ درصد است، نمی‌توان فرض صفر در این آزمون را - که توزیع نرمال داده‌ها است - رد کرد؛ بنابراین توزیع متغیر وابسته (سرفاصله قابل قبول) نرمال است.

جدول ۴. آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف ((KS سرفاصله پذیرفته شده

تعداد	میانگین	انحراف معیار	کولموگوروف - اسمیرنوف	سطح معنی داری (Sig)
۳۱۸	۴/۳۴۲۱۷۰	۱/۴۱۷۹۶۹۲	۱/۰۴۹	۰/۲۲۱

ساخت مدل

به منظور مدل‌سازی شناسایی عوامل مؤثر بر سرفاصله قابل قبول عابران پیاده از نرم افزار Spss و مدل رگرسیون چندمتغیره خطی مطابق معادله عمومی (۱) استفاده شده است. برای جلوگیری از همبستگی بین متغیرهای مستقل (هم خطی) و تأثیر منفی آن بر روی متغیر وابسته، از آزمون همبستگی پیرسون برای متغیرهای کمی و از آزمون کای دو برای متغیرهای اسمی استفاده شد. با بررسی نتایج ملاحظه شد که در بین متغیرهای کمی، متغیرهای سرعت عابر

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

پیاده با زمان عبور عابر، حجم ترافیک با زمان انتظار، تعداد مشاهدات عابر پیاده با زمان انتظار، سرعت وسیله نقلیه خط دور با فاصله وسیله نقلیه خط دور، سرعت وسیله نقلیه خط نزدیک با سرعت وسیله نقلیه خط دور و فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک با سرعت وسیله نقلیه خط دور رابطه داشته و در بین متغیرهای اسمی نیز متغیر حرکت میان وسایل نقلیه با متغیر نحوه عبور عابر رابطه دارد. از بین متغیرهایی که دوجه دو باهم رابطه (هم خطی) داشتند، متغیرهای سرعت عابر پیاده، حجم ترافیک، زمان انتظار، فاصله وسیله نقلیه خط دور، سرعت وسیله نقلیه خط دور، سرعت وسیله نقلیه خط نزدیک و حرکت میان وسایل نقلیه را به دلیل اینکه ضریب همبستگی کمتری با متغیر وابسته داشتند، حذف و سپس فرایند مدل‌سازی با استفاده از متغیرهای مستقل باقی‌مانده انجام شد. در مدل اولیه با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی، همه متغیرها (به جز متغیرهایی که باهم رابطه داشتند) مورد بررسی قرار گرفتند؛ سپس متغیرهایی که تأثیر ناچیزی بر روی متغیر وابسته (سرفاصله قابل قبول) داشتند (سطح معناداری بیش از ۵ درصد) از مدل کنار گذاشته شدند که آماره‌های توصیفی متغیرهای باقی‌مانده به شرح جدول ۳ می‌باشد. در گام بعدی، متغیرهای باقی‌مانده از مرحله قبل (متغیرها با تأثیر زیاد) مجدداً تحلیل شدند و با توجه به نتایج خروجی نرم‌افزار، مدل نهایی به شرح جدول‌های ۵ تا ۷ استخراج شد.

جدول ۵. ضرایب مدل اولیه رگرسیون چندمتغیره خطی

عامل تورم واریانس	رواداری	سطح معنی‌داری	آماره تی (t-value)	ضرایب استاندارد شده (β)	ضرایب استاندارد نشده (B_i)	متغیر	نشانه متغیر
		۰/۰۰۴	-۲/۹۲۷		-۰/۹۷۳	مقدار ثابت	Constant
۱/۸۳۲	۰/۵۴۶	۰/۰۰۰	۵/۶۱۹	۰/۱۹۳	۰/۵۴۷	مرحله عبور	STCROOS
۱/۹۹۴	۰/۵۰۱	۰/۰۰۰	۳/۷۲۱	۰/۱۳۳	۰/۲۷۷	زمان عبور	TCROOS
۱/۰۴۱	۰/۹۶۰	۰/۶۶۴	۰/۴۳۵	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	اندازه گروه	GRSIZE
۱/۰۷۷	۰/۹۲۹	۰/۰۱۸	۲/۳۷۵	۰/۰۶۳	۰/۵۰۸	نوع وسیله	VETYPE
۱/۲۰۳	۰/۸۳۱	۰/۰۱۹	۲/۳۶۲	۰/۰۶۶	۰/۱۲۹	تعداد مشاهدات	NOBSER
۱/۸۰۵	۰/۵۵۴	۰/۰۰۰	۲۶/۹۰۷	۰/۹۱۸	۰/۰۴۷	فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک	NDISTANCE
۱/۰۲۱	۰/۹۷۹	۰/۱۱۵	-۱/۵۸۰	-۰/۰۴۱	-۰/۲۹۰	تغییر مسیر عابر	PEDPACHAN
۱/۸۳۶	۰/۵۴۵	۰/۳۲۲	۰/۹۹۱	۰/۰۳۴	۰/۱۲۰	نحوه عبور عابر	HOWPASS

جدول ۶. ضرایب مدل نهایی رگرسیون چندمتغیره خطی

نشانه متغیر	متغیر	ضرایب استاندارد نشده (Bi)	ضرایب استاندارد شده (β)	آماره تی (t-value)	سطح معنی داری	رواداری	عامل تورم واریانس
Constant	مقدار ثابت	-۰/۷۶۵		-۲/۷۴۵	۰/۰۰۶		
STCROOS	مرحله عبور	۰/۵۲۰	۰/۱۸۴	۵/۴۳۹	۰/۰۰۰	۰/۵۶۷	۱/۷۶۵
TCROOS	زمان عبور	۰/۲۳۱	۰/۱۱۱	۴/۰۸۴	۰/۰۰۰	۰/۸۶۷	۱/۱۵۳
VETYPE	نوع وسیله	۰/۴۹۷	۰/۰۶۱	۲/۳۴۲	۰/۰۲۰	۰/۹۴۲	۱/۰۶۱
NOBSER	تعداد مشاهدات	۰/۱۲۱	۰/۰۶۲	۲/۲۴۴	۰/۰۲۶	۰/۸۴۳	۱/۱۸۶
NDISTANCE	فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک	۰/۰۴۷	۰/۹۱۸	۲۶/۹۵۶	۰/۰۰۰	۰/۵۵۶	۱/۷۹۸

جدول ۷. خلاصه مدل

ضریب همبستگی چندگانه	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای معیار تخمین	آماره دوربین - واتسون
۰/۸۹۴	۰/۷۹۹	۰/۷۹۵	۰/۶۴۱۵۳۶۸	۱/۸۱۹

جدول ۸. تحلیل واریانس رگرسیون

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
رگرسیون	۵۰۸/۹۶۲	۵	۱۰۱/۷۹۲	۲۴۷/۳۲۷	۰/۰۰۰
باقی مانده	۱۲۸/۴۱۰	۳۱۲	۰/۴۱۲		
کل	۶۳۷/۳۷۲	۳۱۷			

در نهایت، مدل به دست آمده به صورت معادله (۲) می باشد. لازم به ذکر است که بر اساس مقادیر ستون B_j جدول ضرایب نمی توان نتیجه گرفت متغیری که ضریب بیشتری (بدون توجه به علامت آن) دارد، تأثیر بیشتری بر متغیر وابسته دارد؛ زیرا واحدهای اندازه گیری متغیرها در این ستون، متفاوت است. بنابراین برای مقایسه تأثیر متغیرها ستون ضرایب

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

استاندارد شده بتا (بدون توجه به علامت آن) به کار برده می‌شود.

(۲)

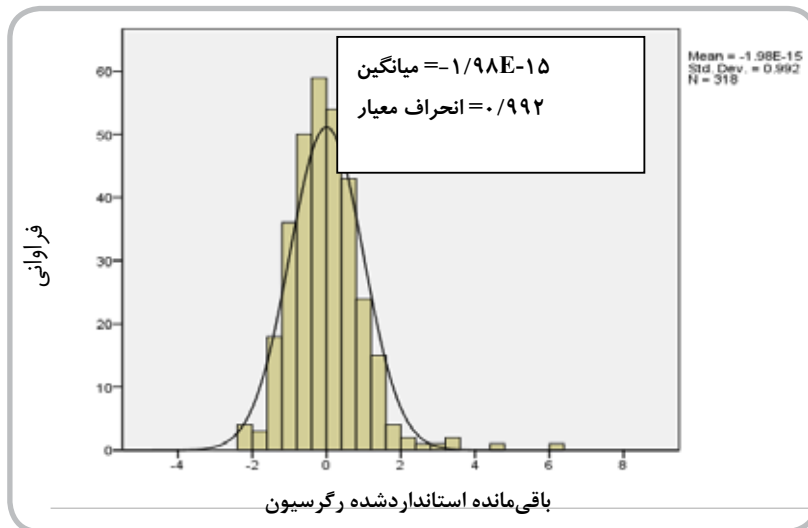
$$GAP = ۰/۵۲۰ * STCROOS + ۰/۷۶۵ * TCROOS + ۰/۲۳۱ * VETYPE + ۰/۴۹۷ * NOBSER + ۰/۱۲۱ * NDISTANCE$$

با توجه به مقدار ضریب تعیین جدول ۷، ۷۹/۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیرهای مستقل تبیین می‌شود. همچنین با توجه به جدول، تحلیل واریانس رگرسیون و مقدار معناداری صفر برای آزمون F ، کل معادله رگرسیون، معنادار است.

بررسی فرضیات مدل رگرسیون خطی

به منظور بررسی استقلال خطاها از یکدیگر، از آزمون دورین-واتسون استفاده می‌شود که انتظار می‌رود این آماره در بازه ۱/۵ تا ۲/۵ قرار گیرد تا عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته شود که برای مدل فوق بر اساس جدول ۷، این مقدار ۱/۸۱۹ به دست آمده است. فرض دیگر در مدل رگرسیون خطی، نرمال بودن توزیع خطاها است. با مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها و نمودار توزیع نرمال، مشاهده می‌شود که توزیع خطاها تقریباً نرمال است (مقدار میانگین ارائه شده بسیار کوچک و نزدیک به صفر بوده و مقدار انحراف معیار ۰/۹۹۲ نیز نزدیک به یک است)؛ بنابراین می‌توان رگرسیون خطی را به کار برد.

شکل ۳. مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها و نمودار توزیع نرمال



شرط عدم همبستگی متغیرهای مستقل (نبود هم خطی) با استفاده از رواداری و عامل تورم واریانس مورد بررسی قرار گرفت که در جدول ضرایب ۶ آورده شده است. همه مقادیر رواداری بیشتر از ۰/۲ و همه مقادیر عامل تورم واریانس کمتر از ۱۰ هستند که نشان دهنده نبود هم خطی بین متغیرهای مستقل است (اوبراین، ۲۰۰۷).

تفسیر نتایج مدل

نتایج حاصل از تحلیل مدل نشان داد که از بین متغیرهای در نظر گرفته شده، با توجه به سطح معناداری کوچکتر از ۵ درصد، عواملی نظیر مرحله عبور، زمان عبور، نوع وسیله نقلیه، تعداد مشاهدات عابر و فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک، بر سرفاصله قابل قبول عابران پیاده به هنگام عبور از عرض جاده تأثیرگذار هستند. ممکن است نبود متغیر سرعت وسیله نقلیه به عنوان یکی از عوامل مؤثر در سرفاصله قابل قبول عابران، غیر منطقی به نظر برسد؛ با این حال باید در نظر داشت که متغیر سرعت به دلیل ایجاد هم خطی در مدل حذف شد و با این وجود به طور غیر مستقیم بر روی متغیر وابسته اثرگذار است؛ زیرا متغیر فاصله معنادار شناخته شده

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

است. همچنین نبود متغیر سرعت وسیله نقلیه در مدل نهایی می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که عابران پیاده، فاصله از وسیله نقلیه را بهتر از سرعت وسیله نقلیه برآورد می‌کنند که این نتیجه با مشاهدات یانیس و همکاران (۲۰۱۳) و لئو و تانگ (۲۰۱۴) نیز همخوانی دارد.

از جدول ۶ و ستون ضرایب استاندارد شده بتا می‌توان مشاهده کرد که فاصله بین وسیله نقلیه و عابر، بیشترین اثر را بر سرفاصله قابل قبول عابران پیاده دارد، به طوری که با افزایش ۱ درصدی مقدار فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک، مقدار سرفاصله قابل قبول عابران ۹۱ درصد افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که این رابطه قابل درک است؛ زیرا در فیلم‌های ویدئویی مشاهده شده است که عابرانی که هنگام عبور از خیابان، وسایل نقلیه به آن‌ها نزدیک بودند، سرفاصله کمتری را نسبت به عابرانی که وسایل نقلیه از آن‌ها دور بودند، پذیرفته‌اند که بر اساس مشاهدات آماری می‌توان افزایش سرعت و دویدن این عابران را نیز مشاهده کرد. دومین عامل مؤثر بر سرفاصله قابل قبول عابران، مرحله عبور عابران است. بر این اساس، مشاهده شده که عابران هنگام عبور از خط دوم نسبت به زمانی که از خط اول عبور می‌کنند، سرفاصله بیشتری را می‌پذیرند. سومین عامل مؤثر بر سرفاصله قابل قبول، زمان عبور از عرض خیابان است؛ بدین صورت که با افزایش زمان عبور از عرض خیابان مقدار سرفاصله پذیرفته شده توسط عابران افزایش می‌یابد. چهارمین عامل مؤثر بر سرفاصله قابل قبول عابران، تعداد مشاهدات عابر قبل از عبور بوده است که با افزایش تعداد مشاهدات، مقدار سرفاصله پذیرفته شده توسط عابران افزایش یافته است. دلیل این رفتار را می‌توان این‌گونه حدس زد که عابرانی که تعداد مشاهدات بیشتری دارند، در جست‌وجوی مخاطرات کمتری هستند و با افزایش تعداد مشاهدات متوقع‌تر می‌شوند.

در نهایت عاملی که کمترین اثر را بر سرفاصله قابل قبول عابران پیاده داشته، نوع وسیله نقلیه بوده است که هم‌راستا با پژوهش یانیس و همکاران (۲۰۱۳) عابران پیاده هنگام مواجهه با وسایل نقلیه بزرگ‌تر سرفاصله‌های بیشتری را انتخاب می‌کنند. کادالی و ودآگیری (۲۰۱۳) و سراگ (۲۰۱۴) معتقدند که حرکت میان وسایل نقلیه موجب کاهش اندازه سرفاصله قابل قبول عابران پیاده می‌شود، در حالی که این متغیر در این مطالعه بدون تأثیر معنادار شناخته شد.

نتایج و پیشنهادهای تحقیق

زمانی یک برنامه ایمنی، مؤثر و کارآمد است که روی راه‌حل یک مشکل خاص متمرکز باشد؛ چراکه در مقوله ایمنی راه، برای سامان دادن به تمام مشکلات، یک راه‌حل کلی وجود نداشته و برای رسیدن به راهکاری مؤثر باید مسئله به‌طور خاص مورد توجه قرار گیرد. در همین راستا، این پژوهش بر روی رفتار عابران پیاده (دانش‌آموزان) در جاده‌های برون‌شهری متمرکز بوده و برای مدارس دارای سطح خطر بالا در شهرستان محمودآباد استان مازندران انجام شد که برای شناسایی عوامل مؤثر در سرفاصله قابل قبول دانش‌آموزان، از مدل رگرسیون چندمتغیره خطی استفاده شد. نتایج نشان داد که سرفاصله قابل قبول، به مرحله عبور، زمان عبور، نوع وسیله نقلیه، تعداد مشاهدات عابر و فاصله وسیله نقلیه خط نزدیک بستگی دارد. در این پژوهش مشخص شد که عابران پیاده، سرفاصله را با توجه به فاصله از وسایل نقلیه انتخاب می‌کنند و نه با توجه به سرعت وسایل نقلیه. دلیل این رفتار را می‌توان این‌گونه بیان کرد که عابران پیاده فاصله را بهتر از سرعت تشخیص داده و بر اساس آن سرفاصله را انتخاب می‌کنند. همچنین بر اساس داده‌های توصیفی پژوهش مشخص شد که مقادیر سرفاصله ۵۰ و ۸۵ درصد زمانی به ترتیب ۴/۱۹ و ۵/۹ ثانیه و مقادیر سرفاصله ۵۰ و ۸۵ درصد مکانی به ترتیب ۷۵ و ۱۱۲ متر بوده است. مقادیر سرفاصله ۵۰ و ۸۵ درصد در محل این پژوهش کمتر از مقادیر گزارش شده در HCM (۲۰۱۰) بوده است؛ این نشان می‌دهد که عابران پیاده (دانش‌آموزان) در ایران رفتار تهاجمی‌تر و پرخطرتری دارند. همچنین متغیرهای زمان عبور و مرحله عبور به‌عنوان متغیرهای جدید مؤثر در مدل سرفاصله قابل قبول شناخته شدند.

همان‌طور که نتایج نشان داد، فاصله از وسایل نقلیه، بیشترین تأثیر را در مقدار سرفاصله قابل قبول عابران پیاده دارد. بدین منظور برای افزایش ایمنی عبور دانش‌آموزان و تأمین فواصل مناسب برای عبور از عرض خیابان، پیشنهاد می‌شود سرعت‌کاه‌ها و تابلوهایی قبل از محل عبور دانش‌آموزان نصب شوند تا با کاهش سرعت وسایل نقلیه قبل از رسیدن به محدوده عبور دانش‌آموزان، فواصل بیشتری برای عبور فراهم شود. همچنین برای کاهش رفتار تهاجمی و پرخطر دانش‌آموزان هنگام عبور از عرض خیابان، پیشنهاد می‌شود با نصب تابلوهای تبلیغاتی و برگزاری کلاس‌های آموزشی مبنی بر اینکه تصادفات عابران پیاده معمولاً

ارزیابی عوامل مؤثر در ایمنی عبور دانش‌آموزان از عرض معبرهای برون‌شهری

با تلفات و یا معلولیت‌های دائمی همراه است؛ دانش‌آموزان را از خطرات عبور تهاجمی آگاه کرد.

منابع

- پاشا شریفی، حسن؛ نجفی‌زند، حسین. (۱۳۷۶). مبانی پژوهش در علوم رفتاری. جلد اول، چاپ دوم، تهران.
- سازمان پزشکی قانونی ایران. (۱۳۹۳). گروه آمار سازمان پزشکی قانونی کشور، <http://www.lmo.ir>
- غلام‌نژاد، محمد؛ حقیقی، فرشیدرضا. (۱۳۹۳). ارزیابی ایمنی و ریسک مدارس حاشیه راه‌ها. بابل، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.
- مؤمنی، منصور؛ فعال قیومی، علی. (۱۳۹۱). تحلیل‌های آماری با استفاده از Spss، تهران: کتاب نو.

Brewer M. A., Fitzpatrick K., Whitacre J. A., and Lord, D. (2006).

Exploration of pedestrian gap-acceptance behavior at selected locations. Transportation research record 1982, Journal of the Transportation Research Board, Washington D.C., 132- 140.

Devkota, B and Shahi, P. (2013). Modeling Pedestrian's Behavior at Road Crossings: A Case Study in Kathmandu. Tribhuvan University Institute of Engineering Central Campus, Pulchowk, Nepal, Proceedings of IOE Graduate Conference, Vol. 1.

European Transport Safety Council. (2011) Unprotected Road Users: a Key Concern of Road Safety. Road safety performance index (Flash 19) Report, ARRB Group Limited, Vermont South, Victoria.

Hamed, M. (2001). Analysis of pedestrian,s behavior at pedestrian crossings. Safety Science Volume 38, Issue 1, 63–82.

Highway Capacity Manual. (2010). Transportation Research Board. Washington DC.

<http://etsc.eu/>

<http://hcm.trb.org/?qr=1>

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11135-006-9018-6#/page-1>

http://www.academia.edu/8315650/Modelling_Pedestrians_Behavior_at_Road_Crossings_A_Case_Study_in_Kathmandu.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511001242>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437514001169>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753500000588>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753513002609>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415300957>

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03081060.2013.818274?journalCode=gtpt20#.V5ToHRig7-Y>

<https://www.amazon.com/Traffic-Engineering-4th-Roger-Roess/dp/0136135730>

https://www.researchgate.net/publication/228515613_Exploration_of_Pedestrian_Gap-Acceptance_Behavior_at_Selected_Locations.

https://www.researchgate.net/publication/280077247_Modelling_pedestrian_road_crossing_at_uncontrolled_mid-block_locations_in_developing_countries

https://www.researchgate.net/publication/286049796_Modelling_pedestrian_road_crossing_behaviour_under_mixed_traffic_condition

Kadali, B and Vedagiri, P. (2013). Modelling pedestrian road crossing behaviour under mixed traffic condition. European Transport \ Trasporti Europei, Issue 55, Paper n° 3, ISSN 1825-3997.

Kadali, B, Rathi, N and Perumal, V. (2014). Evaluation of Pedestrian Mid-block Road Crossing Behavior Using Artificial Neural Network (ANN). Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), Volume 1, Issue 2, 111-119.

Liu, Y and Tung, Y. (2014). Risk analysis of pedestrians' road-crossing decisions: Effects of age, time gap, time of day, and vehicle speed. Safety Science, Volume 63, 77-82.

- O'Brien, R. M. (2007). A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors. *Quality and Quantity*, Volume 41, Issue 5, 673-690.
- OECD/ECMT Transport research center. (2006). *Speed management report*. Paris.
- Pawar, D and Patil, G. (2015). Pedestrian temporal and spatial gap acceptance at mid-block street crossing in developing world. *Journal of Safety Research*, Volume 52, 39-46.
- Roess, R. P. Prassas, E. S and Mcshane, W. R. (2004). *Traffic Engineering*. Third Edition.
- Serag, M. S. (2014). Modelling pedestrian road crossing at uncontrolled mid-block locations in developing countries. *International Journal of civil and structural Engineering*, ISSN 0976 - 4399, Volume 4, No3.
- Yannis, G. Papadimitriou, E and Theofilatos, A. (2013). Pedestrian gap acceptance for mid-block street crossing. *Transportation Planning and Technology*, Vol. 36, No. 5, 450-462.
- Zhuang, X and Wu, C. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 43, Issue 6, 1927-1936.