

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان

تقاطع

مهدی شکرگذار، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

محمدعلی دهشیری، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران

میثم اکبرزاده (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی حمل و نقل، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

E-mail: makbarzadeh@iut.ac.ir

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۴

دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۲

چکیده

بیشترین صدمات عابران، هنگام عبور از عرض خیابان و بویژه در گذرگاه های عابر پیاده میان تقاطعی بدون چراغ راهنمایی اتفاق می افتد. بر این اساس، درک رفتاری عابران و یافتن پارامترهای موثر به هنگام عبور می تواند از نقطه نظر ایمنی بسیار مهم باشد. در این مقاله سعی شده با بررسی رفتار عابران پیاده در تداخل با وسایل نقلیه، عوامل موثر در پذیرش فاصله عابر تا خودروی نزدیک شونده توسط عابران، هنگام عبور از گذرگاه های عابر پیاده بین تقاطعی تعیین گردد. بدین منظور پس از مشخص کردن محل های مناسب، تصویربرداری انجام گردید. با تحلیل و بررسی تصاویر ویدیویی، متغیرهای متعددی در نظر گرفته شد و داده های مربوطه استخراج گردید. پس از تجزیه و تحلیل داده ها، ارتباط بین ویژگی های عابران با زمان انتظار آنان در کنار خیابان برای عبور از عرض خیابان و همچنین تلاش های صورت گرفته برای عبور ایمن و پذیرش فاصله توسط عابران در قالب دو مدل ارائه گردید. در مدل زمان انتظار، نتایج نشان داد، زن ها نسبت به مرد ها، زمان انتظار کمتری دارند و از طرفی با افزایش سن، زمان انتظار نیز بیشتر می شود. محتاط بودن عابر نیز موجب افزایش زمان انتظار می گردد. در مدل پذیرش فاصله که با استفاده از رگرسیون لجستیک به صورت تابع احتمال بدست آمد، متغیرهای فاصله عابر تا خودرو نزدیک شونده و نیز دنباله روی عابر از نفر جلویی در حال گذر از عرض خیابان، متغیرهای تاثیرگذار بر روی احتمال پذیرش فاصله توسط عابر بودند. نتیجه آنکه، عابری که تحت تاثیر نفر جلویی در حال عبور از عرض خیابان می باشند (عابر دنباله رو)، از احتمال بالاتری برای پذیرش فاصله برخوردارند.

واژه های کلیدی: رگرسیون لجستیک، تداخل، رفتار عابران، قبول فرصت، عبور ایمن

۱. مقدمه

ایمنی مهم‌ترین اصل در طراحی و برنامه‌ریزی ترافیکی است، بطوری‌که در کشورهای توسعه یافته همگام با توسعه سایر بخش‌های مهندسی ترافیک، موضوع ایمنی نیز مورد توجه قرار گرفته و با انجام تحقیقات و پژوهش‌ها سعی شده تصادفات و پیامدهای ناشی از آن تا حد ممکن حداقل گردد. در این بین سهم عابران پیاده در حمل و نقل شهری بسیار بالاست و در بین انواع مدهای حمل‌ونقلی سبز بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است [Werner and Nicola, 2002] به گونه‌ای که پیاده‌روی در بیشتر سفرهای شهری یا به عنوان مُد اصلی و یا به عنوان مُد مکمل در نظر گرفته می‌شود. با افزایش جمعیت شهری و حجم تردد خودروها، برخوردهای بین عابران و وسایل نقلیه در معابر افزایش داشته که در نهایت موجب گردیده که امروزه تصادفات ترافیکی با عابران پیاده به یکی از مهمترین مسائل ایمنی در سرتاسر جهان به خصوص در کشورهای در حال توسعه تبدیل گردد [Lee and Aty, 2005]. براساس آمار منتشر شده سهم تلفات عابران ناشی از تصادفات در ایران حدود ۲۵٪ می‌باشد [www.Imo.ir, 2015] در حالی که این سهم در کشورهای توسعه یافته حدود ۱۵٪ است [NHTSA, 2012].

مطالعات ترافیکی بسیاری، بر موضوع ایمنی عابرین پیاده متمرکز گشته است [Elahi and Akbarzadeh, 2016] [Kim and Ferenchak and Marshall, 2017] [Ulfarsson, 2018]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد قسمت قابل توجهی از جراحات عابران در هنگام عبور از عرض خیابان و در مواجهه با وسایل نقلیه رخ می‌دهد [Richard, Heather and Sam, 2016]. شناخت ابعاد مختلف رفتار عابران می‌تواند برای کاهش تصادفات آنان مورد استفاده قرار گیرد. پیاده‌ها در مقایسه با خودروها، دارای حرکت آزادانه‌تری هستند، در نتیجه تبعیت آنان از مقررات و همچنین پیش‌بینی‌پذیری رفتار آنان کمتر است [Lavalette et al.

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال یازدهم / شماره سوم / بهار ۱۳۹۹

2009]. در مطالعات ایمنی عابران، رفتار عابران با پارامترهایی کمی بررسی می‌گردد. یکی از این پارامترها، پذیرش فرصت^۱ است. پذیرش فرصت برابر فاصله زمانی یا مکانی بین خودروها در جریان ترافیک است که عابر پیاده تصمیم به عبور از عرض خیابان می‌گیرد و به عنوان فاصله زمانی بین ورود عابر به سواره‌رو تا عبور خودروی بعدی از روی خط مسیر حرکت عابر است [Yannis, Papadimitriou and Theofilatos, 2010]. عوامل تاثیرگذار بر فرصت قابل قبول شامل ویژگی‌های شخصی (سن، جنسیت، وجود همراه)، ویژگی‌های وسایل نقلیه (سرعت و اندازه وسیله نقلیه عبوری)، و ویژگی‌های مکان (عرض خیابان، وجود میانه، وجود پارک حاشیه‌ای) است.

هدف از این مطالعه، تعیین عوامل تاثیرگذار بر پذیرش فاصله از سوی عابران پیاده در محل خطوط عابر پیاده بین تقاطعی و بدون چراغ راهنمایی است. در مدل‌های ارائه شده، پارامترهایی از قبیل سن، جنس، عبور گروهی یا فردی، دنباله‌رو یا مستقل بودن عابر، محتاط یا غیرمحتاط بودن عابر به همراه زمان انتظار جهت اقدام برای عبور عرضی و فاصله مورد پذیرش، در نظر گرفته شدند و با انجام تحلیلهای آماری و به وسیله رگرسیون خطی و لوجستیک، به مدل‌سازی پرداخته شد. انجام این گونه مطالعات بر روی ابعاد مختلف رفتاری عابران، به جهت فهم عملی کنش عابران و در تقابل با رانندگان در هنگام مواجهه، می‌تواند در کاهش سهم تصادفات عابران بکار گرفته شود. همچنین نتایج این تحقیق، در کنار آیین‌نامه‌های موجود می‌تواند به عنوان راهنمایی مناسب برای مدیران و طراحان شهری برای بهبود روند طراحی مسیرهای پیاده‌شهری از جمله گذرگاه‌ها و نیز زمان‌بندی تقاطعات، ایمن‌سازی محل‌های عبور عابرین و در نهایت افزایش رضایت‌مندی شهروندان و صرفه‌جویی در هزینه‌ها قرار گیرد.

مطالب این پژوهش به این صورت سازماندهی شده است. در بخش ۲ مروری بر ادبیات، در بخش ۳ روند پژوهش و در

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی

بخش ۴ مدل ها و نتایج ارائه شده است. در بخش ۵ تحت عنوان بحث و جمع بندی به تحلیل نتایج به دست آمده پرداخته شده و در قسمت آخر و بخش ۶ نتیجه گیری مطرح شده است.

۲. مروری بر ادبیات

تعدادی از فاکتورهای تاثیرگذار نظیر شرایط فیزیکی محیط، متغیرهای کاربران مسیر (مثل سن، جنس، ویژگی های اجتماعی-اقتصادی و ...) و تاثیر گروهی عابران در مطالعات بکارگرفته شدند. برخی از این متغیرها تاثیراتی را در تصمیم گیری عابران برای عبور از خیابان از خود نشان می دهند. کتز و همکاران نشان داد رانندگان اغلب در مقابل عبور گروهی عابران، سرعت خود را کاهش می دهند یا حق تقدم قائل می شوند [Katz, Zaidel and Elgrishi, 1975].

گریفیس و همکاران مدلهایی را جهت توصیف تاخیرات در مکان های بدون رفوژ میانی و متاثر از جریان یکطرفه ترافیک توسعه دادند [Griffiths, Hunt and Marlow, 1984].

آنها نشان دادند سهم بالایی از تاخیرات عابران بدلیل عمل متقابل عابران و وسایل نقلیه است. مطالعات نشان می دهد بیشتر رانندگان زمانی که عابران در حال نزدیک شدن و یا اشغال بخشی از مسیرشان هستند، توقف می کنند. وارلی عنوان کرد که اشتیاق رانندگان به حق تقدم قائل شدن برای عابران کم است [Varhely, 1998].

عابران معمولاً با آگاهی از آنکه رانندگان مشتاق به توقف نیستند در کنار معابر صبر می کنند و بنابراین به آن ها حق تقدم می دهند. اگر آنها موفق به عبور نشوند، مجدداً تلاش می کنند تا به موفقیت برسند. این موضوع سبب افزایش زمان صبر عابران می شود و بنابراین پتانسیل تصادفات عابران افزایش می یابد. حامد ضمن بررسی رفتار عابران در معابر جدا شده و نشده نشان داد، زمان انتظار برای رسیدن از یک طرف معبر به رفوژ میانی با زمان انتظار برای رفتن از رفوژ میانی به طرف دیگر معبر متفاوت است

[Hamed, 2005]. او پارامترهایی نظیر جنس، سن، تعداد کودکان و تعداد افراد در گروه را در زمان انتظار و تلاش برای عبور موثر خواند. سان متغیرهایی نظیر جنس عابر، سن، زمان انتظار، تعداد عابران منتظر برای عبور و دیگر عابران و نوع وسیله نقلیه را برای تولید یک مدل موثر برای فرصت قابل قبول بکار بست [Sun et al. 2003].

سیمپسون نشان داد فرصت قابل قبول با سن رابطه معکوس دارد [Simpson, 2003].

Johnston and Richardson, 2003] اولکسی و همکاران تاثیر سن و فاصله بین عابر و وسایل نقلیه را به عنوان بیشترین عامل معناداری برای قبول فرصت بررسی کردند [Oxlet et al. 2005].

لایویز تاثیر فاکتورهایی همچون سن، حضور پلیس و دیگر رفتار عابران را بر فرصت قابل قبول جهت عبور از عرض خیابان بررسی کرد [Lobjois and Cavallo, 2007].

یانیس مهمترین عوامل تاثیرگذار بر روی فرصت قابل قبول را فاصله بین خودرو و عابر، طول خودرو، پارک غیر قانونی خودروها و جنس عابران معرفی کرد [Yannis, Papadimitriou and Theofilatos, 2010].

شروودرا مدل های رفتاری را جهت توصیف قبول فرصت ارائه کرد [Schroedera and Rouphaila, 2011].

وی پارامترهایی نظیر جسارت عابر و منتظر ماندن در کنار معبر را در احتمال پذیرش فرصت تاثیرگذار دانست. کادلی در مطالعه ای به معرفی پارامترهای تاثیرگذاری همچون جنس، سن، سرعت وسایل نقلیه و سرعت عابران بر روی فرصت قابل قبول برای عبور از عرض معبر پرداخت [Kadali and Perumal, 2012].

تکنومو با در نظر گرفتن اثر متقابل عابرین پیاده در عبور از معبر، یک مدل شبیه سازی در مقیاس میکروسکوپ ارائه کرد [Teknomo, Takeyama and Inamura, 2016].

دیمیتریو ویژگی های شخصیتی نظیر ریسک پذیری را در مدل های خود در نظر گرفت [Papadimitriou, Lassarre and Yannis, 2016].

نگویا نوع وسیله نقلیه، سرعت آن و اثرات محیطی جاده را در

فراهم می‌کند. در نهایت این بلوار در طول خود، در سه موقعیت گذرگاه های میان تقاطعی بدون چراغ راهنمایی تحت پوشش فیلم برداری قرار گرفت. جدول (۱) مشخصات معبر مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در شکل (۱) برشی از تصاویر گرفته شده که نشان‌دهنده مواجهه عابر و وسیله نقلیه است، نمایش داده شده است.

جدول ۱. مشخصات معبر مورد مطالعه

معیار	مشخصات
نوع معبر	شریانی
نوع منطقه شهری	مرکز شهر
نوع کاربری‌های اطراف	تجاری - اداری
سرعت مجاز	۴۰ تا ۶۰ کیلومتر بر ساعت
تعداد خطوط عبوری	سه خط عبور
شیب طولی	ندارد
شیب عرضی	۲ درصد
جهت حرکت خودروها	یکطرفه
نوع حرکت عابر	از میانه به کنار معبر و بالعکس به صورت همسطح
عرض گذرگاه عابر	۵ متر عرض خط کشی نردبانی
طول موثر گذرگاه عابر	حدود ۹ متر

۳-۲ برداشت تصاویر

با اخذ مجوزهای لازم، فیلم برداری از بلوار مورد نظر توسط دوربین دیجیتال سوار بر سازه فلزی طراحی شده، صورت پذیرفت. فیلم برداری در روز و اواسط مرداد ماه انجام گردید. در مدت فیلم برداری، رفتار ۲۸۳ عابر پیاده در هنگام عبور از خیابان برداشت شد که در نهایت ۹۸۰ مواجهه بین عابران پیاده و وسایل نقلیه و به نوعی تلاش عابران برای عبور حاصل شد. از این میان، در ۶۰۰ مواجهه، فاصله موجود از سوی عابران پذیرفته شد و عابران موفق به عبور ایمن عرضی شدند و در ۳۸۰ مواجهه، فاصله موجود از سوی عابران رد شد و عابران

پذیرش فرصت موثر دانست [Nor et al. 2017]. بارگی تعداد تلاش های قبل پذیرش فرصت برای عبور، اثر بار همراه عابر، عملکرد راننده در کاهش سرعت و حضور پارک حاشیه‌ای غیرقانونی را بررسی نمود. [Bargi, Daniel and Muftah, 2017]

ژانگ برای رفتار پیچیده عابر در عبور از عرض خیابان چند خطه، مدل قبول فرصت دینامیک را با توجه به مواجهه شدن عابر با مجموعه ای از فاصله های دینامیک در خطوط مختلف، تعریف کرد [Zahang et al. 2018]

برخی مطالعات، احتمال حق تقدم قائل شدن رانندگان برای عابران را تابعی از سرعت خودرو و موقعیت عابر نسبت به لبه جدول [Geruschat and Hassan, 2005]، جسارت و رنگ بندی لباس عابر [Harrell, 1993] و حضور گروهی عابران عنوان کرده‌اند [Sun et al. 2003].

۳. روند پژوهش

پس از تعیین اهداف مطالعه و بررسی منابع، روند پژوهش در سه مرحله اصلی انجام گردید. در مرحله اول، محدوده مطالعه، اندازه نمونه و روش آماربرداری تعیین شد که در قسمت بعد تشریح می‌شود. در مرحله دوم، برداشت میدانی با استفاده از تصویربرداری ویدیوی انجام گرفت و سپس داده‌ها مورد نیاز از تصاویر استخراج گردید. در مرحله آخر با انجام تحلیل‌های آماری، پارامترهای موثر بر رفتار عابران در هنگام عبور از عرض خیابان در مواجهه با وسایل نقلیه، مشخص و دو مدل ارائه شد.

۳-۱ محل مطالعه میدانی

محل مطالعه میدانی، خیابان امام خمینی (ره)، به عنوان بلوار اصلی واقع در مرکز شهر شاهین شهر انتخاب شد. این قسمت از شهر با توجه به ماهیت اداری - تجاری و با توجه به حجم قابل توجه تردد پیاده‌ها و خودروها، امکان بروز مواجهه عابرین و وسایل نقلیه در هنگام عبور عرضی پیاده‌ها را به طور مناسبی

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی

اقدام به عبور عرضی نکردند. فواصل اندازه گیری شده از روی تصاویر براساس شاخص هایی با مسافت معلوم در فضای تصویر صورت گرفت. اندازه گیری های زمانی نیز با استفاده از خط کشی زمانی نرم افزار انجام گردید. علاوه بر این، زمان انتظار عابران در کنار معبر جهت انجام عبور عرضی به عنوان یک تابع هدف مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳-۳ استخراج داده ها و تحلیل آماری

بررسی و تحلیل تصاویر رفتار عابران در مواجهه با رانندگان، نشان دهنده اثرگذاری نوعی از ویژگی های اساسی بر رفتار عابران بود. عابران به دو صورت فردی و یا گروهی (دو نفر به بالا) از خیابان عبور می کردند. بعضی از عابران بدون بررسی کافی وارد سواره رو می شدند (عابر غیرمحتاط) در حالی که بعضی دیگر پس از اطمینان از وجود فاصله مناسب و رصد فضای پیرامونی، اقدام به حرکت جهت انجام عبور عرضی

می نمودند (عابر محتاط). گروهی از عابران، تحت تاثیر دنباله روی از عابران جلوتر از خود که در حال گذر عرضی از خیابان بودند، اقدام به عبور عرضی می کردند (عابر دنباله رو) و گروهی دیگر خود مستقلاً با بررسی شرایط عبور عرضی انجام می دادند (عابر مستقل). از نظر سنی، عابران به گروه های کودک، جوان، میان سال و کهن سال قابل تقسیم بودند و از نظر جنسیت عابران شامل مردان و زنان بودند. در جدول (۲) دسته بندی و اطلاعات آماری هر دسته فهرست شده است.

پارامترهای رفتاری مورد مشاهده به عنوان تابع هدف، شامل مدت زمان انتظار عابر جهت اقدام برای عبور عرضی از خیابان (Waiting Time)، پذیرش یا عدم پذیرش فاصله عابر تا خودروی نزدیک شونده توسط عابر (Go) و همچنین فاصله مورد پذیرش عابر برای عبور ایمن (Gap)، در نظر گرفته شد.

جدول ۲. متغیرهای موثر بر پذیرش فاصله از سوی عابران

متغیر	زیر گروه ها	مقادیر (در روابط)	جامعه آماری
فردی یا گروهی	Group	یک نفر	736
		بیش از یک نفر	244
جنسیت	Gender	مرد	464
		زن	516
متغیرهای مستقل	Age	کودک	68
		جوان	477
		میان سال	219
		کهن سال	216
		محتاط	537
احتیاط	Caution	غیرمحتاط	443
		دنباله رو	475
دنباله روی	Follow*	مستقل	505
		زمان انتظار برای اقدام جهت عبور از عرض خیابان (ثانیه)	
متغیرهای وابسته	Waiting Time	مقدار فاصله عابر تا خودرو نزدیک شونده (متر)	
		فاصله	
		پذیرش فاصله (۱)/ عدم پذیرش فاصله (۰)	
متغیرهای وابسته	Gap**	فاصله	
		پذیرش فاصله	
متغیرهای وابسته	Go	فاصله	
		پذیرش فاصله	

* مفهوم دنباله روی بدین معنا است که عابری که قصد انجام عبور عرضی از خیابان را دارد، تحت تاثیر عابر جلویی خود که چند ثانیه زودتر اقدام کرده و در حال عبور عرضی از خیابان است، اقدام به عبور می کند.

*** منظور از فاصله، فاصله بین عابر (که قصد انجام عبور عرضی از خیابان را دارد) و خودروی نزدیک شونده به آن عابر است که یک مواجهه دودویی بین عابر و وسیله نقلیه می باشد.



شکل ۱. تصاویر مربوط به وضعیت عبور عابران پیاده در تداخل با وسایل نقلیه

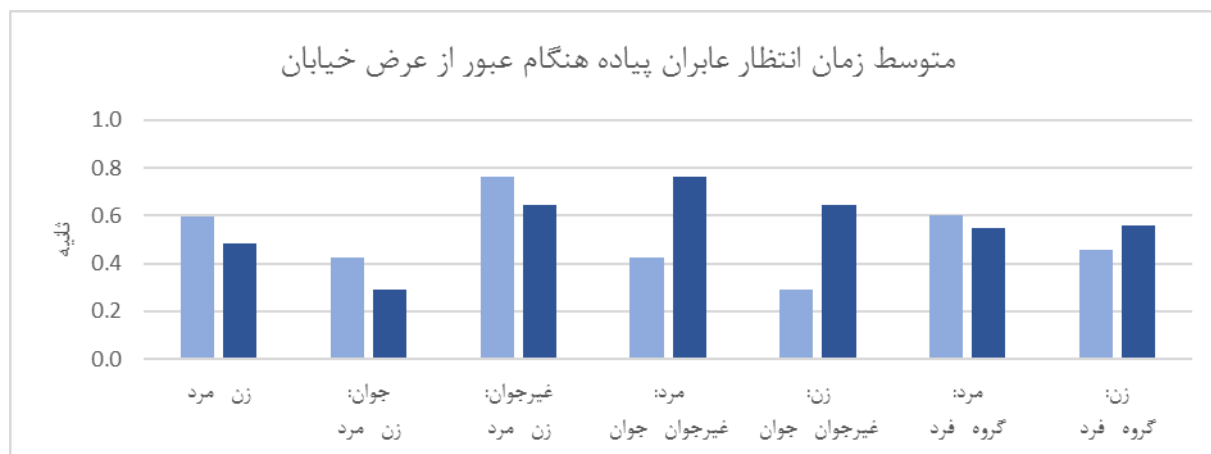
دارند اما در بین زنان غیرجوانان فاصله قبول بیشتری نسبت به جوانان دارند. همراهی مردان و همچنین زنان با گروه باعث افزایش فاصله قبول نسبت به حالت حرکت فردی شده است. شکل (۴) نمودار تجمعی فاصله قبول را برای کلیه مشاهدت نشان می دهد. بر اساس این نمودار نیمی از عابران فاصله قبولی کمتر از ۳۰ متر دارند.

بنابراین فاصله ۳۰ متر معادل با صدک ۵۰ام است. این مقدار نشان می دهد که نیمی از عابرانی که با فاصله ۳۰ متر مواجه می شوند، آن را پذیرفته و نیمی دیگر آن را رد می کنند. همچنین اگر مبنا صدک ۸۵ام قرار داده شود، فاصله ۵۵ متر حاصل می شود. بدین معنا که ۸۵ درصد عابران طول ۵۵ متر را می پذیرند و فقط ۱۵ درصد آن را رد می کنند.

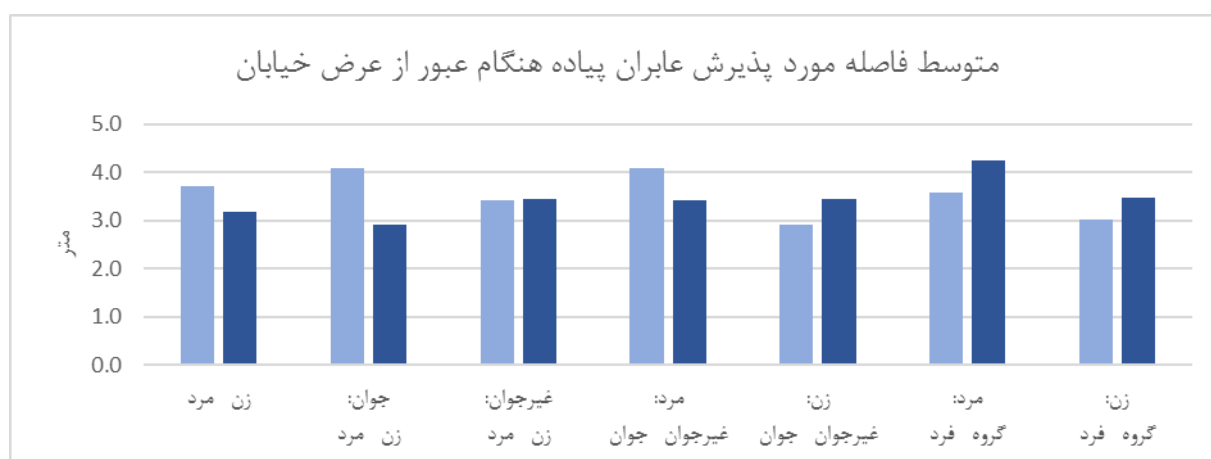
شکل (۲) متوسط زمان انتظار را برای گروه های مختلف عابران نشان می دهد. بر اساس این محاسبات، متوسط مدت زمان انتظار زنان در کلیه سنین کوتاه تر از متوسط مدت زمان انتظار مردان بوده است. از سوی دیگر در هر دو جنسیت، متوسط زمان انتظار عابران جوان کوتاه تر از متوسط زمان انتظار عابران میان سال و کهن سال بوده است. همراهی با گروه باعث افزایش متوسط مدت زمان انتظار زنان و کاهش متوسط مدت زمان انتظار مردان نسبت به حرکت فردی شده است.

نتایج بررسی قبول فاصله عابران در شکل (۳) نشان داده شده است. مردان جوان بطور متوسط فاصله قبول بلندتری نسبت به زنان جوان داشته اند اما در گروه های میان سال و کهن سال، متوسط فاصله قبول زنان بلندتر از مردان است. در بین مردان، جوانان فاصله قبول کمتری نسبت به غیرجوانان

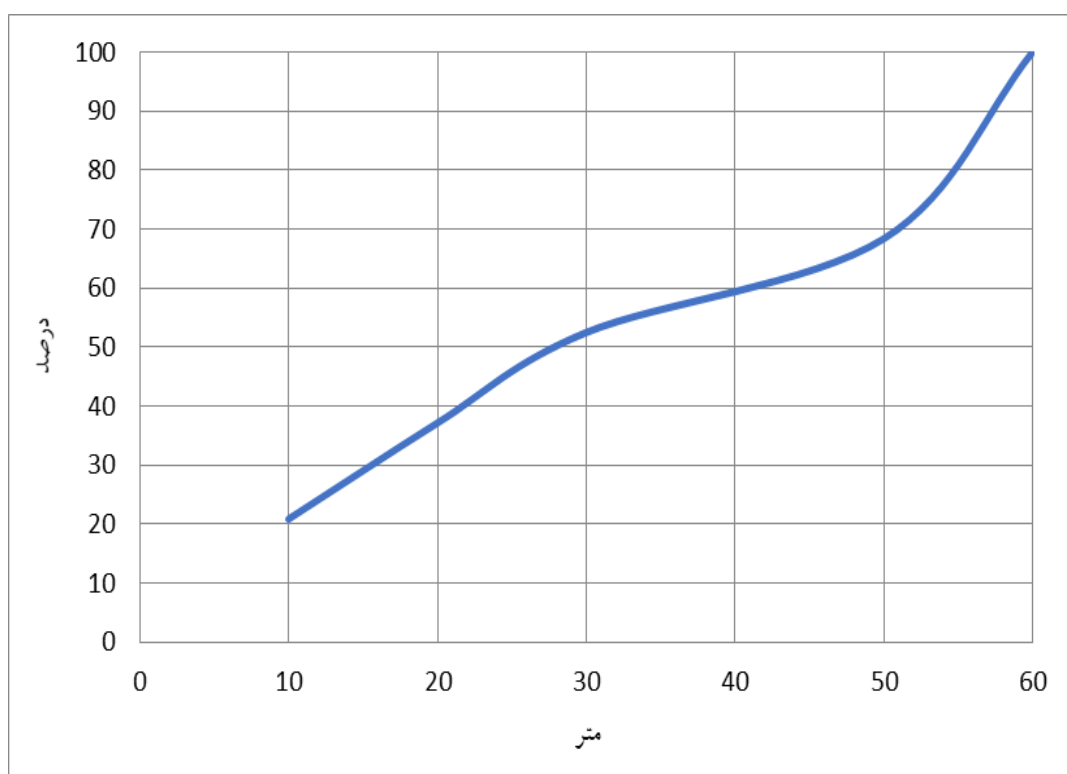
تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی



شکل ۲. متوسط زمان انتظار عابران



شکل ۳. متوسط قبول فاصله عابران



شکل ۴. درصد تجمع سی فاصله مورد پذیرش کاربران

(۳) و (۴) به جزئیات ارایه شده است. کلیه آزمون‌ها در

سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شده است.

در مرحله بعد، میانگین و واریانس زمان انتظار و فاصله مورد قبول بین گروه‌های مختلف مورد مقایسه آماری قرار گرفت. برای تحلیل میانگین‌ها از آزمون t و برای تحلیل واریانس‌ها از آزمون F استفاده شد. نتایج آزمون‌ها در جدول

جدول ۳. نتایج آزمون‌های آماری زمان انتظار

مورد مقایسه	زمان انتظار			آزمون واریانس		
	آزمون میانگین			آزمون واریانس		
	t stat	sig.	result	F stat	sig.	result
مرد - زن	۲/۲۴۵	۰/۰۲۶	H0 rejected	۰/۷۱۹	۰/۰۶۹	H0 accepted
جوان : مرد - زن	۲/۹۸۱	۰/۰۰۴	H0 rejected	۰/۷۹۲	۰/۲۳۵	H0 accepted
غیر جوان : مرد - زن	۱/۶۶۷	۰/۰۹۹	H0 accepted	۰/۶۳۵	۰/۰۷۳	H0 accepted
مرد : جوان - غیر جوان	-۶/۳۵۶	۰/۰۰۰	H0 rejected	۰/۴۳۱	۰/۰۰۴	H0 rejected
زن : جوان - غیر جوان	-۵/۵۷۴	۰/۰۰۰	H0 rejected	۰/۳۴۵	۰/۰۰۱	H0 rejected
مرد : فرد - گروه	۰/۸۱۹	۰/۴۳۰	H0 accepted	۶/۲۸۱	۰/۰۲۳	H0 rejected
زن : فرد - گروه	-۱/۱۲۱	۰/۲۶۶	H0 accepted	۰/۸۷۲	۰/۳۳۰	H0 accepted

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی

جدول ۴. نتایج آزمون های آماری پذیرش فاصله

مورد مقایسه	پذیرش فاصله					
	آزمون واریانس			آزمون میانگین		
	result	sig.	F stat	result	sig.	t stat
مرد - زن	H0 accepted	۰/۳۴	۰/۹۶	H0 rejected	۰/۰۰۰	3/852
جوان : مرد - زن	H0 accepted	۰/۳۷	۱/۰۵	H0 rejected	۰/۰۰۰	5/844
غیر جوان : مرد - زن	H0 accepted	۰/۱۵	۰/۸۶	H0 accepted	۰/۸۸	0
مرد : جوان - غیر جوان	H0 accepted	۰/۳۱	۱/۰۸	H0 rejected	۰/۰۰۰	3/467
زن : جوان - غیر جوان	H0 accepted	۰/۱۹	۰/۸۸	H0 rejected	۰/۰۱	-۲/۶۲
مرد : فرد - گروه	H0 accepted	۰/۴۱	۱/۰۵	H0 rejected	۰/۰۰۰	-۲/۹۳
زن : فرد - گروه	H0 accepted	۰/۰۶	۰/۷۹	H0 rejected	۰/۰۳	-۲/۱۲

جدول (۵) نتایج تحلیل رگرسیون خطی مدل زمان انتظار

را با جزئیات نشان می دهد. مقادیر معنی داری (P-Value) موجود در جدول بیانگر این است که غیر از عدد ثابت، سایر متغیرها از نظر آماری معنی دار هستند. ضریب تشخیص رابطه (R^2) برابر ۰/۳۶ بدست آمد. گرچه این مقدار، عدد پایینی به نظر می رسد، باید توجه داشت که مشخصه های دیگری مانند شرایط محیطی، ترافیکی، هندسی، روانشناختی و دیگر مشخصه ها می توانند در تعیین زمان انتظار بدست آمده اثرگذار باشند و بنابراین ضریب بدست آمده تنها سهم پارامترهای مربوط به مشخصات عابرین را در تغییرات متغیر وابسته (زمان انتظار) نشان می دهد.

۴. ارائه مدل ها

۴-۱ مدل زمان انتظار

با استفاده از داده های گردآوری شده، ارتباط میان ویژگی های عابران با زمان انتظار آنان برای عبور از عرض خیابان و همچنین فاصله قبول آنان مورد بررسی قرار گرفت. مدل ساخته شده برای زمان انتظار به شکل رابطه (۱) در قالب مدل رگرسیون خطی نشان داده شده است. متغیرهای مدل شامل حضور در گروه (حرکت فردی=۱ و حرکت گروهی=۲)، جنسیت (مرد=۰، زن=۱)، محدوده سنی (جوان=۱، میان سال=۲، کهن سال=۳) و میزان احتیاط (احتیاط=۱، غیراحتیاط=۲) است. متغیر وابسته، زمان انتظار است.

$$T = 1.4 + 2.4 * group - 0.88 * gender + 1.97 * age - 1.1 * caution \quad (1)$$

جدول ۵. نتایج تحلیل رگرسیون خطی مدل زمان انتظار متغیرهای پیش بینی

B	S.E.	Beta	t	P-Value
۱/۳۸۳	۱/۲۳۵	-	۱/۱۲۰	۰/۲۶۴
۲/۴۲۶	۰/۶۲۲	۰/۲۸۶	۳/۹۰۱	۰/۰۰۰

جنسیت	-۰/۸۷۶	۰/۴۰۳	-۰/۱۴۶	-۲/۱۷۳	۰/۰۳۱
سن	۱/۹۷۳	۰/۲۴۳	۰/۵۷۸	۸/۱۰۷	۰/۰۰۰
محتاط	-۱/۰۰۸	۰/۴۱۸	-۰/۱۵۴	-۲/۴۱۰	۰/۰۱۷

ADJ.R2=۰/۳۴۲

R2=۰/۳۵۸

R=۰/۵۹۸

شاخص مطلوبیت پذیرش فاصله از سوی عابران (U') به صورت تابعی از متغیرهای تاثیرگذار در تصمیم عابر برای عبور به صورت رابطه (۲) تعریف گردید. پس از آن، به کمک رابطه (۳)، تخمین احتمالاتی برای متغیر پاسخ (GO) که مبین این موضوع است که با چه احتمالی عابری با ویژگی‌های مشخص، عبور عرضی را انجام می‌دهد، به صورت تابع نمایی تعریف گردید.

پس از انجام سعی و خطاهای آماری از میان پارامترهای موجود (سن، جنس، گروه، محتاط بودن، دنباله‌روی، فاصله)، متغیر فاصله عابر تا خودرو نزدیک‌شونده و همچنین متغیر دنباله‌روی عابر از نفر جلویی در حال‌گذر از عرض خیابان، به عنوان دو پارامتر تاثیرگذار بر روی برآورد احتمال رد یا قبول فاصله معرفی شدند. در نهایت مدل پذیرش از سوی عابران به صورت رابطه (۴) و (۵) ارائه شد.

U : شاخص مطلوبیت پذیرش فاصله از سوی عابران

P : احتمال پذیرش فاصله از سوی عابران

در این معادله برای دنباله‌رو بودن عدد ۰ و برای عبور مستقل بودن عدد ۱ اختصاص یافته است.

جدول (۶) نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک مدل پذیرش فاصله را با جزئیات نشان می‌دهد. مقادیر معنی‌داری (Sig.) موجود در جدول بیانگر این است که غیر از عدد ثابت، سایر متغیرها از نظر آماری معنی‌دار هستند. ضریب تشخیص رابطه (R^2) حدود ۰/۲ بدست آمد. همانند آنچه در بخش قبل اشاره گردید، گرچه این مقدار، عدد پایینی به نظر می‌رسد، باید توجه داشت که مشخصه‌های دیگری مانند شرایط محیطی، ترافیکی، هندسی، روانشناختی و دیگر مشخصه‌ها می‌توانست در تعیین احتمال پذیرش فاصله اثرگذار باشند و بنابراین ضریب بدست

با توجه به ضرایب، زن‌ها نسبت به مرد‌ها، زمان انتظار کمتری دارند. این موضوع را شاید بتوان این گونه توجیه کرد که زنان در عبور عرضی از خیابان بعضاً با توجه کمتر و بی محابا تر نسبت به جریان ترافیک اقدام می‌کنند و بدون رصد ترافیک در حال عبور و حتی با انتظار توقف یا کاهش سرعت خودروهای نزدیک‌شونده، از عرض خیابان می‌گذرند و از طرفی رانندگان نیز برای زنان با علم به حساسیت موضوع، تعاملی تر رفتار می‌نمایند. همین امر می‌تواند سبب گردد تا زنان جهت عبور عرضی از خیابان زمان انتظار کمتری را تجربه کنند.

با افزایش سن نیز، زمان انتظار نیز بیشتر می‌شود (با توجه به ضریب مثبت آن). محتاط و جسور بودن عابر نیز به ترتیب موجب افزایش و کاهش زمان انتظار می‌گردد (ضریب منفی). این بدان معنی است که عابران پیاده ای که محتاط ترند، مدت زمان بیشتری منتظر می‌مانند تا با فاصله ایمن مناسبتری عبور عرضی را انجام دهند.

۴-۲ مدل فاصله مورد پذیرش

در مواجهه با یک فرصت عبور ایجاد شده، رفتار عابر مشتمل بر دو حالت رد یا قبول آن است. با توجه به ماهیت دودویی پارامتر پاسخ (GO) یعنی انجام دادن عبور عرضی یا انجام ندادن آن، از داده‌های بدست آمده برای توسعه یک مدل احتمالاتی به منظور پیش بینی انتخاب فرصت عابرین استفاده شد. تحلیل صورت گرفته با استفاده از تخمین لجیت دوگانه می‌تواند احتمال پذیرش فرصت را از جانب عابر پیش بینی نماید. بنابراین با استفاده از رگرسیون لجستیک که یک مدل آماری رگرسیون برای متغیرهای وابسته دوسویی می‌باشد،

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی

فرض یک حریم عبوری برای خود و این ذهنیت که خودروهای نزدیک شونده، با رویت آن عابر در حال گذر و به جهت جلوگیری از برخورد و یا احترام به حقوق عابران، احتیاط بیشتری می کنند، به دنبال آن عابر اقدام به گذر عرضی می کند. همچنین طبق انتظار با افزایش فاصله، احتمال پذیرش فاصله نیز افزایش می یابد. براساس شکل (۵) در فاصله ۶۰ متری خودرو از عابر، احتمال پذیرش فاصله توسط عابر، بالای ۹۰ درصد است. با افزایش فاصله، درصد احتمال پذیرش فاصله، با نرخ کمتری افزایش پیدا می کند.

نکته قابل توجه آنکه نبود متغیرهایی مانند سن و جنس در این رابطه مبین این نکته است که این متغیرها در پذیرش فاصله توسط عابران به صورت معناداری تاثیرگذار نمی باشند.

آمده تنها سهم پارامترهای مربوط به مشخصات عابرین را در تغییرات متغیر وابسته (احتمال پذیرش فاصله) نشان می دهد. شکل (۵) احتمال پذیرش فاصله توسط عابران را براساس رابطه حاصل شده در دو حالت دنباله رو و مستقل نشان می دهد. آشکارا پیداست که عابرین دنباله رو نسبت به عابرین مستقل از احتمال پذیرش بالاتری برخوردارند که این می تواند نشات گرفته از آن باشد که عابر تحت تاثیر نفر جلویی خود که زودتر از او در حال انجام عبور عرضی است، همان خط مسیر او را طی می کند و از فرصت ایجاد شده بهترین استفاده را می کند و در نهایت عبور صورت می گیرد. به نظر می رسد در این موارد، عابری که قصد انجام عبور عرضی دارد، زمانی که می بیند عابر دیگری زودتر از او در حال گذر از عرض خیابان است، با

$$U' = \text{Logit}[P(GO = 1)] = \ln\left(\frac{P(GO = 1)}{1 - P(GO = 1)}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i x_i \quad (2)$$

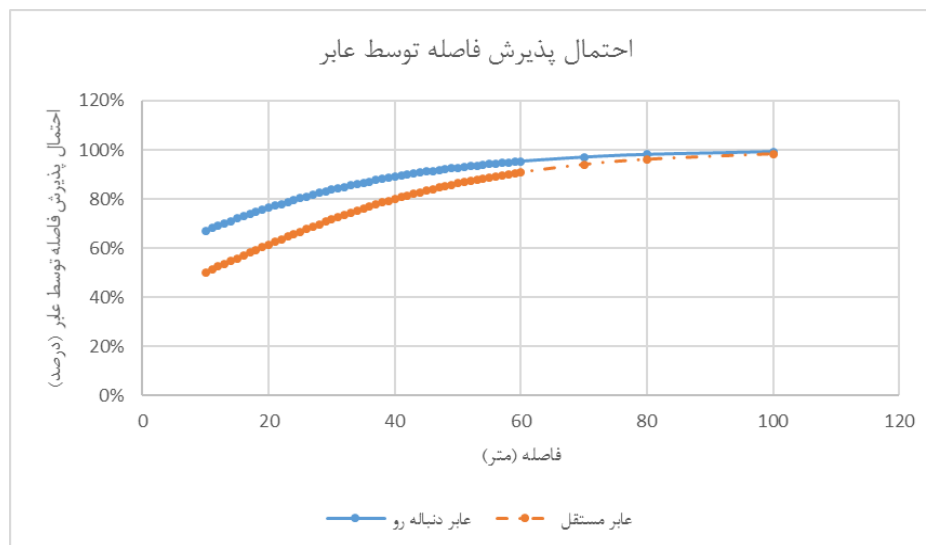
$$P(GO / x) = \frac{e^{U'}}{1 + e^{U'}} = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i x_i}} \quad (3)$$

$$\text{Logit}[P(GO = 1)] = 0.257 - 0.709 * \text{Follow} + 0.046 * \text{Gap} \quad (4)$$

$$P(GO = 1) = \frac{e^{0.257 - 0.709 * \text{Follow} + 0.046 * \text{Gap}}}{1 + e^{0.257 - 0.709 * \text{Follow} + 0.046 * \text{Gap}}} \quad (5)$$

جدول ۶. نتایج تحلیل رگرسیون لجستیک مدل پذیرش فاصله

متغیرهای پیش بینی	B	S.E.	Wald	Sig.	Exp(B)
دنباله روی	-۰/۷۰۹	۰/۱۷۱	۱۷/۱۵۹	۰/۰۰۰	۰/۴۹۲
فاصله پذیرش	۰/۰۴۶	۰/۰۰۵	۸۱/۶۲۸	۰/۰۰۰	۱/۰۴۷
مقدار ثابت	۰/۲۵۷	۰/۱۶۹	۲/۳۰۲	۰/۱۲۹	۱/۲۹۳
Nagelkerke R2=۰/۱۹۸		Cox & Snell R2=۰/۱۳۶		Overall Percentage=۷۷/۴	



شکل ۵. احتمال پذیرش فاصله توسط عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور عرضی از خیابان

۵. بحث و جمع‌بندی

هدف از مطالعه حاضر بررسی عوامل موثر بر زمان انتظار عابرین پیاده جهت اقدام برای عبور عرضی و نیز پذیرش فاصله بین عابر پیاده و خودروی نزدیک شونده توسط عابران پیاده در مواجهه با وسایل نقلیه در هنگام عبور عرضی از خیابان در گذرگاه‌های میان تقاطعی بود.

در این مطالعه از بین خصوصیات محیطی، ترافیکی و عابران، به بررسی خصوصیات عابران پرداخته شد و تاثیر این نوع متغیرها در رفتار عابران هنگام مواجهه با وسایل نقلیه بررسی گردید.

در این پژوهش از دو مدل رگرسیونی استفاده شد؛ اولی مدل رگرسیون خطی به منظور برآورد زمان انتظار عابران برای انجام عبور عرضی و دیگری مدل رگرسیون لجستیک برای ارزیابی احتمال پذیرش فاصله توسط عابران پیاده جهت انجام عبور عرضی.

با مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج دیگر مطالعات صورت گرفته، می‌توان چگونگی نقش هریک از عوامل شناسایی شده را در به وجود آوردن اندرکنش‌های بین عابرین پیاده و خودرو بهتر ترسیم کرد.

در رابطه با مدل زمان انتظار، متغیر حرکت گروهی عابران و سن بالاترین ضریب را داشتند که بیاتگر اهمیت این متغیرها می‌باشد. این مدل نشان داد جوانان زمان انتظار بسیار کمتری را نسبت به میانسالان و کهنسالان تجربه می‌کنند. حامد نیز مطابق آنچه که در این پژوهش حاصل شد، جنسیت عابر و سن آنان را از جمله عوامل موثر بر زمان انتظار در انجام عبور عرضی از خیابان دانست [Hamed, 2001] در رابطه با مدل پذیرش فاصله، مشخص گردید که متغیرهایی مانند سن و جنس در این مدل به صورت معناداری تاثیرگذار نیستند. مطالعه خاکی نیز همین موضوع را نشان می‌دهد. در مدل‌های بدست آمده در آن پژوهش نیز این دو متغیر معنی‌دار نشدند [Khaki and Mohammadnazar, 2017] برخلاف آنکه شرودا پارامتر

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی

ر جسارت عابر را در احتمال پذیرش فرصت تاثیرگذار دانست، در این پژوهش چنین نتیجه حاصل نگردید [Schroedera and Roupaila, 2011].

یکی از پارامترهایی که در این مطالعه به آن پرداخته شد، پارامتر دنباله روی بود. وجود این عامل در مدل مربوط به احتمال پذیرش فاصله نشان داد در صورتی که عابری جلوتر از عابر موردنظر، در حال انجام عبور عرضی باشد، احتمال پذیرش فاصله توسط عابر موردنظر و دنبال کردن عابر جلویی و اقدام برای عبور عرضی افزایش پیدا خواهد کرد.

این پژوهش همچنین نشان داد به طور کلی هنگامی که عابرین در حالت گروهی بخواهند عبور عرضی انجام دهند، زمان انتظار کمتری را تحمل می کنند. کتز و همکاران نیز این موضوع را نشان دادند [Katz, Zaidel and Elgrishi, 1975].

از منظری دیگر مطالعه شیخ فرد نشان داد، رانندگان به هنگام مشاهده عابر تنها، تمایل کمتری برای انجام واکنش به منظور عبور عابر از خیابان از خود نشان می دهند [Sheikhfard and Haghighi, 2017]. البته با افزایش تعداد عابرین خواستار عبور از خیابان، احتمال انجام واکنش توسط رانندگان افزایش می یافت. این عامل در تحقیق بروسائو و همکاران نیز مشاهده گردیده بود [Brosseau, 2017].

کمتر بودن زمان انتظار در زنان از نکات دیگر این پژوهش بوده است. لنارد نشان داد رانندگان با مشاهده عابری که با توجه کمتری نسبت به جریان ترافیک، اقدام به عبور عرضی در خیابان می نمایند، تمایل بیشتری در خصوص انجام واکنش دارند. در توجیه کمتر بودن زمان انتظار زنان، می توان از عبور بی توجه زنان و نیز انتظار آنان در پذیرش عبور آنان توسط رانندگان اشاره کرد.

۶. نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر را می توان در ۷ بند مطرح کرد:

۱- در کل میزان انتظار جهت اقدام برای عبور از عرض خیابان برای مردان بیشتر از زنان است. البته کم بودن زمان انتظار زنان را می توان به ذهنیت آنها نسبت به رعایت حق تقدم رانندگان برای آنها عنوان کرد که همین امر موجب اقدام سریعتر و گاه بی محابا آنان جهت عبور از عرض خیابان می شود. فرصت قابل قبول کمتر زنان نسبت به مردان نیز می تواند چنین توجیهی داشته باشد. در موقعیت هایی که ترکیب جمعیتی از نظر جنسیتی تقریباً یکنواخت می باشد، برای نمونه در محل هایی که عمدتاً زنان تردد می کنند نظیر برخی فروشگاه ها، پارک های بانوان، مدارس و حوزه های بانوان، برخی مراکز درمانی و ...، تامین ایمنی و تسهیل گذر عرضی زنان باید با توجه به ملاحظه صدرالاشاره مورد توجه قرار گیرد.

۲- زمان انتظار عابرین به طور میانگین حدود ۵,۵ ثانیه بدست آمد. این زمان به عنوان یک معیار و ملاحظه در کنار سایر معیارها و ملاحظات در طراحی ها می تواند بکار گرفته شود. برای مثال در طراحی عملکردی چراغ دکمه ای عبور پیاده (Push Button) در تقاطعات، که عابرین پس از فشردن این دکمه، باید منتظر بمانند تا چراغ مسیر جریان ترافیک مقابل قرمز و چراغ مسیر عبور عرضی خودشان سبز شود، زمان انتظار بدست آمده در این پژوهش می تواند برای در نظر گرفتن تخمینی از انتظار عابران و در نتیجه نحوه سبز شدن چراغ عابر کاربردی باشد.

۳- چه در مردان و چه در زنان، زمان انتظار برای عبور در جوانان کمتر از غیر جوانان است. در محل هایی که ترکیب جمعیتی از نظر سنی تقریباً یکنواخت می باشد، برای نمونه در محل هایی که عمدتاً جوانان تردد می کنند نظیر باشگاه های ورزشی، مدارس و دانشگاه ها، تامین ایمنی و تسهیل گذر عرضی عابرین باید با توجه به این ملاحظات مورد توجه قرار گیرد.

۴- اگر معیار پذیرش فاصله، عبور ۸۵ درصد افراد فرض شود، مقدار این معیار حدوداً ۵۵ متر می‌شود. بدین معنی که ۸۵ درصد عابران در مواجهه با وسیله نقلیه با فاصله ۵۵ متری، این مقدار را می‌پذیرند و عبور عرضی ایمن را انجام می‌دهند و فقط ۱۵ درصد از عابران آن را رد می‌کنند و برای عبور عرضی اقدام نمی‌کنند. در فاصله ۳۰ متر، برای تقریباً ۵۰ درصد عابران، عبور صورت می‌گیرد. این نکته مبین آن است که حداقل در فاصله ۵۵ متری از گذرگاه‌های عابر پیاده، نسبت به آرام‌سازی معبر اقدام گردد (و یا تامین فاصله دید یا سرعت مجاز معبر و ...). تا عابران با تشخیص صحیح‌تری نسبت به محیط پیرامونی و شرایط موجود معبر، جهت عبور عرضی اقدام نمایند. برای نمونه از جمله محل‌هایی که دارای این ایرادات است، تداخل بین عابرین هنگام عبور از عرض خیابان و جریان ترافیکی نزدیک‌شونده از مسیر قوسی شکل می‌باشد که به دلیل وجود قوس و نبود خط دید مناسب برای عابران، امکان تصادف وجود دارد. بنابراین طراحی شعاع قوس‌ها و یا سرعت مجاز معبر می‌تواند همراه با ملاحظات مذکور باشد.

۵- علامت ضرایب بدست آمده در معادله زمان انتظار نشان می‌دهد، حرکت گروهی، مرد بودن عابر، بالا بودن سن و محتاط بودن همگی موجب افزایش زمان انتظار می‌شود.

۶- مدل پرداخت شده برای قبول یا رد فرصت، مبین این نکته است که هیچ پارامتری به اندازه دنباله‌روی نمی‌تواند در قبول یا رد فرصت تاثیرگذار باشد. به نظر می‌رسد عابری که قصد انجام عبور عرضی دارد، زمانی که می‌بیند عابری دیگر زودتر از وی در حال گذر از عرض خیابان است، با فرض یک حریم عبوری برای خود و این ذهنیت که خودروهای نزدیک‌شونده، با رویت آن عابر در حال گذر و به جهت جلوگیری از برخورد و یا احترام به حقوق عابران، احتیاط بیشتری می‌کنند، به دنبال آن عابر اقدام به گذر عرضی می‌کند. بنابراین پارامتر دنباله‌روی نقش موثری در پذیرش فرصت ایفا می‌کند. همچنین آشکارا پیداست با افزایش فاصله، این احتمال افزایش می‌یابد.

۷- همانطور که مشاهده گردید، حرکت گروهی اثر خود را در مدل زمان انتظار نمایان ساخت. به گونه‌ای که با گروهی شدن عبور عرضی، زمان انتظار کمتری توسط عابران تجربه می‌شود. این به دلیل خصوصیات متفاوتی است که حرکت گروهی عابران نسبت به حرکت فردی آن‌ها دارد و بنابراین گروهی بودن می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر جریان حرکتی داشته باشد که باید این موضوع مورد توجه قرار گیرد.

در پایان می‌توان گفت، بخشی از هدف این پژوهش، روشن کردن ویژگی‌ها و تفاوت‌های رفتاری عابران بر اساس سن و جنسیت و همراهی گروه و غیره بوده است. افزون بر این، در مطالعات کاربردی، با تخمین ترکیب جمعیتی بر حسب سن و جنسیت و استفاده از نتایج این پژوهش می‌توان مقدار پارامترهای لازم برای طراحی را دقیق‌تر انتخاب نمود. تعیین برد دید و سرعت مجاز مناسب برای تامین ایمنی عابران می‌تواند از نتایج عملی این پژوهش باشد. نتایج این تحقیق، در کنار آیین‌نامه‌های موجود می‌تواند به عنوان راهنمایی مناسب برای مدیران و طراحان شهری برای بهبود روند طراحی مسیرهای پیاده‌شهری از جمله گذرگاه‌ها و نیز زمان‌بندی تقاطعات، ایمن‌سازی محل‌های عبور عابرین و در نهایت افزایش رضایت‌مندی شهروندان و صرفه‌جویی در هزینه‌ها قرار گیرد.

البته شایان ذکر است، مشخصه‌های دیگری نیز وجود دارد که می‌تواند در نوع رفتار عابر در رابطه با زمان انتظار و یا پذیرش فاصله تاثیرگذار باشد، مشخصه‌هایی نظیر ویژگی‌های روانشناختی عابر و یا وضعیت فرهنگی-اقتصادی منطقه مورد مطالعه. توجه به این موضوعات می‌تواند در شناخت هرچه بهتر و بیشتر رفتار عابر در مواجهه با وسایل نقلیه، موثر باشد و می‌تواند به عنوان موضوعات تحقیقاتی آتی، مورد مطالعه قرار گیرد.

۷. پی‌نوشت‌ها

– Hamed, M. M. (2001) “Analysis of pedestrian behaviour at pedestrian crossing”, *Safety Science*, Vol.38, No. 1, pp. 63-82.

1. Gap Acceptance

– Harrell, W. A. (1993) “The impact of pedestrian visibility and assertiveness on motorist yielding”, *The Journal of Social Psychology*, Vol.133, No. 3, pp. 353-360.

– Kadali, B. R. and Perumal, V. (2012) “Pedestrians’ Gap Acceptance Behavior at Mid Block Location”, *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, Vol.4, No. 2, pp. 158-161.

– Katz, A., Zaidel, D. and Elgrishi, A. (1975) “An experimental study of driver and pedestrian interaction during the crossing conflict”, *Human Factors*, Vol.17, No. 5, pp. 514-527.

– Khaki, M. and Mohammadnazar A. (2017) “Pedestrian gap acceptance model at uncontrolled mid-block crosswalks”, *The 16 international Conference on Traffic and Transportation Engineering*, Tehran, March 2017.

– Kim, S. and Ulfarsson, G. F. (2018) “Traffic safety in an aging society: Analysis of older pedestrian crashes”, *Journal of Transportation Safety & Security*, Vol.10, No. 4, pp. 1-10.

– Lavalette, B. C. d., Tijus, C., Poitrenaud, S., Leproux, C., Bergeron, J. and Thouez, J. P. (2009) “Pedestrian crossing decision-making: A situational and behavioral approach”, *Safety Science*, Vol.47, No. 9, pp. 1248-1253.

– Lee, C. and Aty, M. (2005) “Comprehensive analysis of vehicle pedestrian crashes at intersections in

۸. مراجع

– Bargi, W. A. A., Daniel, B. D. and Muftah, M. M. (2017) “Mid-block crossing behavior: a study of pedestrians and vehicles interaction along urban streets in Malaysia ”, *International Conference on Urban Design & Cities Planning*, New Zealand: 15 July 2017.

– Brosseau, M., Zangenehpour, S., Saunier, N. and Miranda-Moreno, L. (2013) “The impact of waiting time and other factors on dangerous pedestrian crossings and violations at signalized intersections: A case study in Montreal”, *Transportation Research Part F*, Vol. 21, pp. 159–172.

– Elahi, Z. and Akbarzadeh, M. (2016) “The effect of multi-directionality on pedestrian flow behavior”, *Journal of Transportation Engineering*, Vol.8, No. 3, pp. 473-483 (In Persian).

– Ferenchak, N. and Marshall, W. (2017) “Are our cities making our roads unsafe? The impact of land use configurations on child pedestrian injuries”, *Journal of Transport & Health*, Vol.7, No. Supplement, pp. S15-S16.

– Geruschat, D. R. and Hassan, S. E. (2005) “Driver behavior in yielding to sighted and blind pedestrians at roundabouts”, *Journal of Visual Impairment and Blindness*, Vol.99, No. 5, pp. 286-302.

– Griffiths, J. D., Hunt, J. G. and Marlow, M. (1984) “Delays at pedestrian crossings”, *Traffic Engineering & Control*, Vol.25, No. 7, pp. 365-371.

of Mixed-Priority Pedestrian Vehicle Interaction in a Highway Capacity Context", 6th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service, Stockholm, Sweden: June 28 – July 1, 2011.

– Sheikhsfard, A. and Haghigh, F. (2017) "Modeling driving behavior in pedestrians exposure by using logistic regression model", Journal of Transportation Engineering, Vol.9, No. 4, pp. 675-692 (In Persian).

– Simpson, G., Johnston, L. and Richardson, M. (2003) "An investigation of road crossing in a virtual environment", Accident Analysis & Prevention, Vol.35, No. 5, pp. 787-796.

– Sun, D., Ukkusuri, S. V. S. K., Benekohal, R. F. and Waller, S. T. (2003) "Modeling of motorist-pedestrian interaction at uncontrolled mid-block crosswalks", 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Record, Washington, DC: 12-16 January 2003.

– Teknomo, K., Takeyama, Y. and Inamura, H. (2016) "Microscopic pedestrian simulation model to evaluate "lane-like segregation" of pedestrian crossing", Physics and Society, Vol.23, No. 37, pp. 1-11.

– Varhely, A. (1998) "Drivers speed behaviour at a zebra crossing: a case study", Accident Analysis and Prevention, Vol.30, No. 6, pp. 731-743.

– Werner B. and Nicola, M. (2002) "Eight cities walking: comparative data on walking as a transport mode from cities in Europe, Australia and the US, Portland"

Florida", Accident Analysis & Prevention, Vol.37, No. 4, pp. 775-786.

– Lobjois, R. and Cavallo, V. (2007) "Age-related differences in street-crossing decisions: the effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task", Accident Analysis & Prevention, Vol.39, No. 5, pp. 934-943.

– NHTSA. (2012) "Pedestrian and Bicyclist Crash Statistics" [Online]. Pedestrian and Bicycle Information Center, National Highway Traffic Safety Administration; Traffic Safety Facts.

– Nor, S. N. M., Daniel, B. D., Hamidun, R., Bargi, W. A. A., Rohani, M. M., Prasetijo, J., Aman, M. Y. and Ambak, K. (2017) "Analysis of Pedestrian Gap Acceptance and Crossing Decision in Kuala Lumpur", MATEC Web of Conferences, Vol.103, No. 1, pp. 1-8.

– Oxley, J. A., Ihlen, E., Fildes, B. N., Charlton, J. L. and Day, R. H. (2005) "Crossing roads safely: An experimental study of age differences in gap selection by pedestrians", Accident Analysis & Prevention, Vol.37, No. 5, pp. 962-971.

– Papadimitriou, E., Lassarre, S. and Yannis, G. (2016) "Introducing human factors in pedestrian crossing behaviour models", Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.36, No. 1, pp. 69-82.

– Richard, R., Heather, R. and Sam, S. (2016) "Pedestrian Traffic Fatalities by State: 2015 Preliminary Data". Governors Highway Safety Association (Report).

– Schroedera, B. J. and Roupaila, N. M. (2011) "Empirical Behavioral Models to Support Alternative Tools for the Analysis

تحلیل رفتار عابران در مواجهه با وسایل نقلیه هنگام عبور از گذرگاه های میان تقاطعی

- Yannis, G., Papadimitriou, E. and Theofilatos, A. (2010) "Pedestrian gap acceptance for mid-block street crossing", International Conference on 12th WCTR, National Technical University of Athens, Lisbon: 11-15 July 2010.
- Zhang, C., Zhou, B., Qiu, T. Z. and Liu, S. (2018) "Pedestrian crossing behaviors at uncontrolled multi-lane mid-block crosswalks in developing world", Journal of Safety Research, Vol.64, No. 1, pp. 145-154.. s are more likely to accept the distance.

میثم اکبرزاده، درجه کارشناسی در رشته مهندسی برق (مخابرات) را در سال ۱۳۸۱ و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع (سیستم های اقتصادی-اجتماعی) را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه صنعتی اصفهان اخذ نمود. در سال ۱۳۹۱ موفق به کسب درجه دکتری در رشته برنامه ریزی حمل و نقل از دانشگاه ایالتی لوئیزیانا (آمریکا) گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان حمل و نقل همگانی، شبکه های پیچیده و مهندسی ترافیک بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه صنعتی اصفهان است.



مهدی شکرگذار، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه صنعتی اصفهان و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی راه و ترابری را در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان برنامه ریزی حمل و نقل و شهرسازی، اقتصاد حمل و نقل، حمل و نقل و توسعه پایدار، سیستم های حمل و نقل هوشمند، ایمنی ترافیک، آموزش و قوانین و مقررات ترافیک بوده است.



محمدعلی دهشیری، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه صنعتی اصفهان و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی راه و ترابری را در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه امیرکبیر اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان بودجه ریزی در صنعت حمل و نقل، ترافیک هوایی، سیستم های حمل و نقل هوشمند، برنامه ریزی ایستگاه ها و فواصل زمانی حرکت قطارها، مکان یابی احداث پارکینگ ها و کنترل ترافیکی بوده است.

