Archive of SID

شناسایی و مدلسازی عوامل مؤثر در عبور بی‌درنگ عابرین پیاده از چراغ قرمز عابر در تقاطع‌های چراغ‌دار

حبیب اله نصیری*، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
علی یگانه، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:nassiri@sharif.edu

دریافت: ۹۶/۱۰/۲۵- پذیرش: ۹۷/۰٤/۲۰
صفحه ۱۱۷-۱۰۹

چکیده

این پژوهش با هدف شناسایی عوامل مؤثر در عبور بی‌درنگ عابرین پیاده از چراغ قرمز عابر، هنگام رسیدن به تقاطع‌های چراغ‌دار و مدل‌سازی آن در جهت پیش‌بینی رفتار عابرپیاده در مواجهه با چراغ قرمز در تقاطع‌های چراغ‌دار هوشمند سطح شهر تهران انجام گردید. پس از فیلم‌برداری از ۶ تقاطع در سطح شهر تهران، اطلاعات ۱۱۳۰ عابرپیاده با بازبینی این داده‌های ویدیویی ثبت گردید. در این پژوهش از مدل لوجیت برای شناسایی میزان تأثیر عوامل مؤثر در اقدام عابر پیاده برای عبور بی‌درنگ یا عدم عبور بی‌درنگ از تقاطع استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در تصمیم عابرین پیاده برای عبور بی‌درنگ از تقاطع‌های چراغ‌دار عوامل منطقه برداشت اطلاعات (شمالی، مرکزی و جنوبی)، جنسیت، طول خط عابر پیاده، دما، حجم ترافیک وسایل نقلیه، تعداد عابرین در حال انتظار برای سبز شدن چراغ و تعداد عابرین در حال عبور از تقاطع تأثیر معناداری دارند.

واژه‌های کلیدی: ایمنی ترافیک، ایمنی عابرپیاده، عبور بی‌درنگ، تقاطع‌های چراغ‌دار، مدل لوجیت دوگانه

۱- مقدمه

بررسی رفتار عابرپیاده هنگام رسیدن به تقاطع و عبور بی‌درنگ او از خط عابر از این نظر مهم است؛ که اگر عابر هنگام رسیدن به تقاطع بدون توجه به قرمز بودن چراغ عابر، اقدام به عبور سریع از تقاطع کند، خود را در معرض خطر تصادف با وسایل نقلیه قرار می‌دهد. بررسی منابع موجود نشان می‌دهد که سهم قابل توجهی از متوفیات و مصدومین حوادث رانندگی در شهرهای کشورهای مختلف جهان، عابرین پیاده هستند و درصد قابل توجهی از این تصادفات در محل عبور عابر در تقاطع‌های چراغ‌دار اتفاق می‌افتد(Yang, Abdel-Aty, Huan, Peng, & Gao, 2015). همچنین با توجه به اینکه تقاطع‌ها، جزو نقاط تصادف‌خیز عابرین پیاده محسوب می‌شوند، بررسی رفتار عابرین پیاده، به عنوان یکی از آسیب‌پذیرترین کاربران سیستم حمل‌ونقل شهری، در مواجهه با چراغ قرمز در تقاطع‌ها و مدل‌سازی آن از اهمیت بسزایی برخوردار بوده و همواره یکی از دغدغه‌های مدیران و برنامه ریزان حمل‌ونقل شهری است.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- پیشینه تحقیق

عابرین پیاده، هنگام عبور از تقاطع‌ها ممکن است در معرض تصادف با وسایل نقلیه قرار گیرند. یکی از دلایل مهم بروز تصادف عابرین پیاده با وسایل نقلیه، عبور غیرقانونی آن‌ها از تقاطع‌ها در طول زمانی است که چراغ عابر قرمز است. این عبور غیرقانونی، زمانی اتفاق می‌افتد که عابر هنگام رسیدن به تقاطع بدون توجه به چراغ قرمز عابر، اقدام به عبور سریع از تقاطع می‌کند، یا در طول زمان قرمز چراغ، تحمل عابر در انتظار برای سبز شدن چراغ خاتمه یابد و به عبور از تقاطع در زمان قرمز اقدام کند.

با توجه به این‌که تصمیم افراد برای عبور سریع از تقاطع بدون در نظر گرفتن چراغ قرمز عابر یا تصمیم آن‌ها برای منتظر ماندن تا سبز شدن چراغ عابر به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ لذا شناسایی این عوامل می‌تواند نقش مهمی در کاهش وقوع عبورهای خطرناک و غیرقانونی از چراغ قرمز و افزایش ایمنی داشته باشد. هدف این پژوهش ارائه یک مدل برای شناسایی عوامل مؤثر در تصمیم عابرین پیاده هنگام رسیدن به تقاطع‌های چراغ‌دار در زمان قرمز چراغ عابر برای عبور بی‌درنگ و بلافاصله پس از رسیدن به تقاطع و یا تصمیم برای منتظر ماندن پشت چراغ قرمز عابر است.

۳- ادبیات فنی

طبق تعریف عابر پیاده فردی است که برای جابجایی در شبکه حمل‌ونقل از وسایل نقلیه مختلف مانند اتومبیل، موتورسیکلت و دوچرخه **استفاده** نمی‌کند(" Pedestrian Safety" NHTSA n.d).

راه رفتن یا پیاده‌روی، به عنوان قدیمی‌ترین روش جابجایی، می‌تواند همراه با جراحات و مرگ‌ومیر در جاده‌ها و خیابان‌ها باشد. هر چند که از پیدایش وسایل نقلیه موتوری یک قرن بیشتر نگذشته است، اما در طی همین زمان به نسبت کوتاه، راه رفتن برای عابران پیاده در سیستم حمل‌ونقل با خطر همراه شده است (" A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad," 2004).

بررسی آمار تصادفات نشان می‌دهد که ۲۲ درصد از میزان کل مرگ و میر در جاده‌ها در جهان و ۲۳ درصد در ایران در سال ۲۰۱۵ مربوط به تصادفات وسایل نقلیه با عابر پیاده بوده است (*W. H. Organization, Global status report on road safety. World Health Organization*, 2015)، این مقدار برای شهر تهران ٤٩ درصد اعلام شده است ("معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران > صفحه اصلی," n.d).

تقاطع‌ها یکی از مکان‌های حادثه‌خیز در وقوع تصادفات عابرین هستند. تقاطع‌ها اعم از چراغ‌دار یا بدون چراغ در مقایسه با خیابان‌ها به دلیل داشتن تعداد نقاط برخورد زیادتری بین وسایل نقلیه و عابرین پیاده دارای نرخ بالاتری از تصادفات عابرپیاده هستند (*Pedestrian Safety, A Road Safety Manual For Decision-Makaers And Parctitioners,World Health Organization,2013*, n.d). عبور غیرقانونی عابرین پیاده از چراغ قرمز عابر در تقاطع‌های چراغ‌دار یکی از عوامل بروز تلفات عابر پیاده است که در برخی از کشورهای جهان مانند هند و چین بسیار رایج است (Guo, Gao, Yang, & Jiang, 2011).

از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار در عبورهای خطرناک از تقاطع، عبور بی‌درنگ عابرین پیاده از چراغ قرمز است. به منظور بررسی در معرض خطر قرار گرفتن عابرپیاده در تقاطع‌های چراغ‌دار؛ تیواری در سال ۲۰۰٦، رفتار ۸۲۷ عابر پیاده را در ۷ تقاطع در شهر دهلی نو هند مطالعه کرد. در این مطالعه از فیلم‌برداری برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. تیواری با بکارگیری مدل کپلن-مایر متغیرهای جنسیت و گروه سنی را بررسی کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که احتمال خطر کردن عابرین پیاده زن پشت چراغ قرمز به صورت معنی‌داری بیشتر از عابرین پیاده مرد است (Tiwari, Bangdiwala, Saraswat, & Gaurav, 2007). در سال ۲۰۱۱ ژو با

www.SID.ir

Archive of SID

فیلم‌برداری از ۵ تقاطع در شهر پکن چین و مشاهده رفتار ۱٤۹۷ عابرپیاده رابطه زمان انتظار عابرین پیاده با عبور غیرقانونی از تقاطع را بررسی کرد. ژو در پژوهش خود متغیرهای جنسیت، گروه سنی، حجم وسایل نقلیه، حجم عابرپیاده، تعداد عابرین در حال عبور، زمان قرمز عابر، هدف از سفر، میزان اهمیت ایمنی برای افراد، روانشناسی تبعیت روانی و فاصله زمانی ایمن بین عابرپیاده و وسایل نقلیه نزدیک‌شونده را مورد مطالعه قرار داد. در این پژوهش مدل مدت زمان برای تحلیل داده‌ها بکارگرفته شد.

نتایج این پژوهش نشان داد که اصلاحات رفتاری عابرین پیاده مانند افزایش آگاهی از ایمنی و همچنین تغییر در ویژگی‌های هندسی و محیطی تقاطع در بهبود ایمنی عابرپیاده مؤثر است (Guo et al., 2011). در پژوهش دیگری که در شهر مونترال کانادا توسط براسوو انجام شد از ۱۳ تقاطع به منظور مطالعه تاثیر زمان انتظار عابرین پیاده در عبور غیرقانونی از تقاطع‌ها فیلم‌برداری شد.

در این مطالعه علاوه بر متغیرهایی که در پژوهش ژو بررسی شده بودند متغیرهایی نظیر طول مسیر عبور عابر، کاربری زمین و مدت تمام قرمز تقاطع نیز بررسی شد. براسوو با استفاده از مدل مدت زمان نشان داد که علاوه بر پارامترهایی نظیر سن، جنسیت، سایز گروه عابرین متخلف و حجم کل عابرین، پارامترهایی همچون حداکثر زمان انتظار در فاز قرمز چراغ‌راهنمایی، زمان تمام قرمز تقاطع و سرعت عابر نیز در عبورهای خطرناک از تقاطع‌ها مؤثر هستند(Brosseau, Zangenehpour, Saunier, & Miranda-Moreno, 2013). در سال ۲۰۱٦ ژانگ در مطالعه خود در پکن علاوه بر فیلم‌برداری از پرسشنامه نیز جهت بررسی رفتار عابرین پیاده استفاده نمود.

در این پژوهش با اعمال مدل رگرسیون خطرات متناسب کاکس بر روی زمان انتظار ۹۵٥٤ عابرپیاده نشان داد که زمان انتظار عابر تحت تأثیر عوامل دما، سن، جنسیت عابر، زمان سفر (اوج صبح یا اوج عصر)، طول محل عبور عابر و حجم ترافیک قرار دارد؛ اما کاربری زمین رابطه معنی‌داری با پارامتر مورد نظر نداشته است (Zhang, Wang, Liu, & Liu, 2016). بررسی منابع موجود نشان می‌دهد که با وجود مطالعاتی که در زمینه آستانه انتظار عابرین پیاده پشت چراغ قرمز انجام شده است، توجه کمتری به بررسی جداگانه عبور بی‌درنگ عابرین پیاده از تقاطع‌ها بدون توجه به قرمز بودن چراغ شده است.

یکی از مطالعات انجام شده در این زمینه مطالعه یانگ است که در سال ۲۰۱۵ با فیلمبرداری از پنج تقاطع در شهر پکن انجام شد.

او پس از مشاهده رفتار ۱۱۸۱ عابر پیاده با بازبینی داده‌های ویدوئی نشان داد که با استفاده از مدل لوجیت می‌توان عوامل مؤثر بر عبور بی‌درنگ عابرین پیاده را پیش‌بینی کرد و نشان داد که برای شناسایی عوامل مؤثر بر زمان انتظار عابرین پیاده می‌توان از مدل‌های مدت زمان استفاده کرد.

یانگ با ترکیب مدل لوجیت و مدل مدت زمان شکست ویبال تخمین مناسبی از عبور یا عدم عبور بی‌درنگ عابر و زمان انتظار او بدست آورد.

نتایج این پژوهش نشان داد که متغیرهای جنسیت، گروه سنی، در فاز گردش به چپ رسیدن، حجم وسایل نقلیه، تعداد عابرین منتظر و تعداد عابرین در حال عبور تاثیر معنی‌داری بر روی زمان انتظار عابرین پیاده دارند(Yang et al., 2015).

www.SID.ir

Archive of SID

٤- روش انجام پژوهش

٤- ١- جمع‌آوری داده‌ها

اولین مرحله در شروع انجام این پژوهش انتخاب تقاطع‌های چراغ‌دار مناسب برای آمارگیری است. معیارهای مورد نظر در انتخاب تقاطع‌ها عبارتند از: (١) سیستم کنترل متغیر (هوشمند) (٢) شرایط هندسی مشابه (٣) حجم بالای عابرپیاده و وسایل نقلیه (٤) تنوع طول خط عابر (٥) تنوع مناطق آمارگیری (شمال، مرکز و جنوب شهر). بدین منظور یک فهرست اولیه از تقاطع‌ها در سطح شهر تهران تهیه گردید و از هر یک از تقاطع‌ها بازرسی میدانی انجام و مشخصات هر کدام از تقاطع‌ها از جمله طول خط عابر و منطقه تقاطع‌ها ثبت گردید. نهایتا پس از بررسی داده‌های میدانی و با توجه به معیارهای ذکر شده، ٦ تقاطع برای آماربرداری انتخاب گردید. فیلمبرداری از هر یک از تقاطع‌ها به مدت دو ساعت (یک ساعت در زمان اوج و یک ساعت در زمان غیراوج) انجام شد. به منظور آمارگیری از وضعیت نرمال ترافیکی روزهای کاری هفته برای فیلم‌برداری انتخاب شدند. همچنین آمارگیری در شرایط آب و هوایی مناسب انجام گرفت. اسامی، اطلاعات و ساعت آمارگیری این تقاطع‌ها در جدول ١ ارائه شده است. پس از اتمام فیلم‌برداری هر یک از فیلم‌ها با سرعت کم و با دقت بالا بازبینی شده است. حجم وسایل نقلیه عبوری استخراج گردید که در جدول ٢ ارائه شده است.

جدول ١. ویژگی‌های هندسی و محیطی تقاطع‌های منتخب و ساعت آمارگیری

شماره	نام تقاطع	منطقه	ضلع برداشت شده	طول خط عابر (تعداد خط)	ساعت آمارگیری	دما (درجه سانتی‌گراد)	
						زمان اوج	زمان غیراوج
١	ولیعصر- مولوی	جنوبی	شرقی	٥	(١٢:٣٠-١٣:٣٠) (١٥-١٦)	١٠ تا ٢٠	٢٠ تا ٣٠
٢	ولیعصر- جمهوری	مرکزی	شرقی	٦	(٩-١٠) (١١-١٢)	١٠ تا ٢٠	٠ تا ١٠
٣	ولیعصر-نوفل لوشاتو	مرکزی	شرقی	٣	(٨-٩) (١١:٣٠-١٢:٣٠)	١٠ تا ٢٠	٠ تا ١٠
٤	ولیعصر- طالقانی	مرکزی	غربی	٥	(١٠:٥٠-١١:٥٠) (١٤:١٥-١٥:١٥)	٠ تا ١٠	١٠ تا ٢٠
٥	بهشتی- وزار	شمالی	جنوبی	٥	(١٠:٣٠-٩:٣٠) (١٢:٥٠-١٣:٥٠)	٠ تا ١٠	١٠ تا ٢٠
٦	جهان کودک	شمالی	غربی	٦	(٨:٤٥-٩:٤٥) (١٣:٣٠-١٤:٣٠)	٠ تا ١٠	١٠ تا ٢٠

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. حجم وسایل نقلیه در هر یک از تقاطع‌ها در زمان اوج و غیراوج

شماره	نام تقاطع	حجم وسایل نقلیه (v/h)	
		زمان اوج	زمان غیراوج
۱	ولیعصر- مولوی	۱۰۵۰	۹۵۰
۲	ولیعصر- جمهوری	۲۳۰۰	۲۱۰۰
۳	ولیعصر-نوفل لوشاتو	۱۰۵۰	۸۵۰
٤	ولیعصر- طالقانی	۱۲۵۰	۱۰۰۰
۵	بهشتی- وزار	۱۲۵۰	۱۱۵۰
٦	جهان کودک	۱۸۰۰	۱۳۰۰

در بازبینی داده‌های ویدیویی از رفتار ۱۱۳۰ عابرپیاده‌ای که در زمان قرمز چراغ عابر به تقاطع رسیده‌اند مشخصات زیر برای هر یک از عابرین پیاده استخراج گردید.

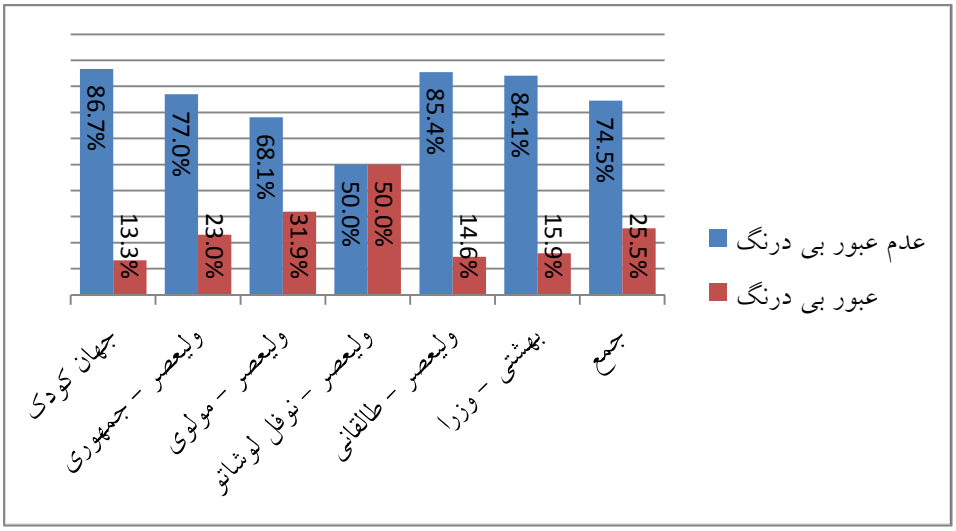
- جنسیت: (مذکر: ۱، مؤنث: ۰).
- گروه سنی: کودکان (کمتر از ۸ سال)، نوجوانان (۹ تا ۱۷)، جوانان (۱۸ تا ۳۵)، بزرگسالان (۳٦ تا ۵۹)، کهنسالان (٦۰ سال به بالا).
- زمان رسیدن به تقاطع (ساعت و دقیقه لحظه‌ای که عابر پیاده به تقاطع می‌رسد).
- زمان عبور از تقاطع (ساعت و دقیقه لحظه‌ای که عابر پیاده اقدام به عبور از تقاطع می‌کند).
- تعدادعابرین منتظر (تعداد افرادی که هنگام رسیدن عابر پیاده به تقاطع، منتظر سبز شدن چراغ در کنار خط عابر پیاده منتظر ایستاده‌اند).
- تعداد عابرین در حال عبور (تعداد افرادی که هنگام رسیدن عابر پیاده به تقاطع، در حال عبور از تقاطع هستند).

٤- ۲- تحلیل توصیفی داده‌ها

بررسی اطلاعات ویدیویی نشان می‌دهد که از بین ۱۱۳۰ عابر پیاده مشاهده شده در تقاطع‌ها حدود ۲۵.۵ درصد عبور بی‌درنگ از تقاطع‌ها داشته‌اند. نمودار ۱ درصد عبور بی‌درنگ عابرین پیاده در هر یک از تقاطع‌ها را نشان می‌دهد. عوامل مؤثر بر عبور بی‌درنگ عابرین پیاده با استفاده از آزمون توان دوم کای (برای متغیرهای کیفی) و همبستگی پیرسون (برای متغیرهای کمی) شناسایی شد و در جدول ۳ و جدول ٤ ارائه شده است. در این مرحله معنی‌دار بودن رابطه هر یک از متغیرها با عبور بی‌درنگ عابرین پیاده تعیین شده است و از این متغیرها برای ساخت و پرداخت مدل لوجیت استفاده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود مقدار *P-Value* برای متغیرهای منطقه برداشت اطلاعات، جنسیت، گروه دمایی و مقدار همبستگی پیرسون برای متغیرهای طول خط عابر، حجم وسایل نقلیه، تعداد عابرین منتظر و تعداد عابرین در حال عبور کم‌تر از ۰.۰۵ است؛ بنابراین رابطه این متغیرها با عبور بی‌درنگ عابر پیاده با اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱. درصد عبور بی‌درنگ عابرین پیاده در هر یک از تقاطع‌ها

جدول ۳. نتایج آزمون توان دوم کای بین متغیرهای کیفی و عبور بی‌درنگ

متغیر	مقدار توان دوم کای	درجه آزادی	$p-Value$
زمان	۰،۸۳۸	۱	۰،۳٦
منطقه	۳۷،٦۷٤	۲	۰
جنسیت	۵،۰۹٦	۱	۰،۰۲٤
گروه سنی	۵،۲۱۹	٤	۰،۲٦٦
گروه دما	۱۰،۵۵۹	۲	۰،۰۰۵

جدول ٤. نتایج بررسی همبستگی پیرسون بین متغیرهای کمی و عبور بی‌درنگ

متغیر	مقدار همبستگی	$p-Value$
طول خط عابر	-۰،۲٤٤	۰،۰۰۰
حجم وسایل نقلیه	-۰،۱۳۵	۰،۰۰۰
تعداد عابرین منتظر	-۰،۱۸۹	۰،۰۰۰
تعداد عابرین در حال عبور	۰،۲۸۳	۰،۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

٤-٣- مدلسازی

٤-٣-١- مدل لوجیت دوگانه

مدل لوجیت یکی از مدل‌هایی است که رخدادهای گسسته را پیش‌بینی می‌کند و هدف از آن شناسایی متغیرهای توصیفی و رابطه آن‌ها با وقوع رخداد و درنهایت تخمینی از احتمال وقوع یک رخداد برای فرد خاص است. فرض می‌شود که U_{in} تابعی خطی از ویژگی‌های متغیرهای فرد n است؛ که مرتبط با احتمال وقوع رخداد i است. این تابع دارای دو بخش است؛ یک بخش تصادفی و یک بخش معین و قابل اندازه‌گیری که در مجموع این تابع را می‌توان بصورت زیر تعریف کرد[۱۲،۱۱]:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (۱)$$

که در آن:

U_{in}: مطلوبیت انتخاب گزینه i توسط فرد n

V_{in}: قسمت قابل اندازه‌گیری مطلوبیت انتخاب گزینه i توسط فرد n

ε_{in}: قسمت غیرقابل مشاهده یا خطای تصادفی مدل

اگر مقدار خطا دارای توزیع گامبل باشد، تابع تفاضل آنها از نوع لجستیک و توزیع تجمعی تابع لجستیک مدل لوجیت دوگانه را بدست می‌دهد. با استفاده از تعریف بالا مدل لوجیت دوگانه به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\Pr_n(1) = \frac{e^{V_{1n}}}{e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}}} \quad (۲)$$

که در آن

$\Pr_n(1)$: احتمال انتخاب گزینه ۱ توسط فرد n

V_{1n}: بخش قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه ۱برای فرد n

V_{2n}: بخش قابل اندازه‌گیری مطلوبیت گزینه ۲ برای فرد n

می‌توان بخش معین تابع مطلوبیت (V_{in}) را بصورت زیر نوشت:

$$V_{in} = \beta_i X_{in} \quad (۳)$$

که در آن:

X_{in}: بردار متغیرهای وابسته گزینه i برای فرد n

β_{in}: بردار ضرایب رگرسیونی گزینه i برای فرد n

بنابراین مدل لوجیت دوگانه برای پیش‌بینی احتمال وقوع عبور بی‌درنگ عابر پیاده هنگام رسیدن به تقاطع در زمان قرمز عابر استفاده شده است. در این مدل متغیری که پیش‌بینی می‌شود این است که آیا عابر هنگام رسیدن به تقاطع و مواجهه با چراغ قرمز عبور بی‌درنگ از تقاطع انجام می‌دهد یا خیر.

٤-٣-٢- نتایج مدل لوجیت

پس از چندین بار آزمون و خطا و حذف و وارد کردن متغیرهای مختلف مدل زیر نهایی گردید که ضرایب آن در جدول ۵ ارائه شده است. تفسیر مقدار $\exp(\beta)$ برای هر یک از متغیرها در مدل لوجیت مذکور نشان می‌دهد که:

الف) در صورت قرار گرفتن تقاطع در مناطق جنوبی نسبت به مناطق شمالی ۲.۱٦٦ برابر بیشتر احتمال عبور بی‌درنگ عابر پیاده وجود دارد و در صورت قرار گرفتن تقاطع در مناطق مرکزی نسبت به مناطق شمالی ۱.۰۱۰۸ برابر بیشتر احتمال عبور بی‌درنگ عابر پیاده وجود دارد.

ب) با افزایش یک خط عبور وسایل نقلیه در عرض تقاطع ۰.٦۵ برابر کم‌تر احتمال عبور بی‌درنگ وجود دارد.

ج) عابرین پیاده زن ۰.٦۲۵ برابر کم‌تر نسبت به عابرین پیاده مرد احتمال اقدام به عبور بی‌درنگ از تقاطع دارند.

د) با افزایش یک واحد در تعداد عابرین پیاده دیگری که در هنگام رسیدن عابر پیاده در حال عبور از تقاطع هستند ۱.٦۸۳ برابر بیشتر احتمال عبور بی‌درنگ وجود دارد.

ه) با افزایش یک واحد در حجم وسایل نقلیه در هر دقیقه در هر لاین ۱.٦۸۳ برابر بیشتر احتمال عبور بی‌درنگ وجود دارد.

آزمون هازمر و لمزهاو یک آزمون آماری مناسب برای آزمودن نیکویی برازش مدل لوجیت است و اغلب در مدل‌های پیش‌بینی ریسک نیز استفاده می‌شود. این آزمون بررسی می‌کند که آیا نرخ رویدادهای مشاهده شده با نرخ رویدادهای مورد انتظار در متغیر وابسته مدل (جامعه آماری مدل) مطابقت دارد یا خیر. برای بررسی نکویی برازش مدل لوجیت ارائه شده از آزمون هازمر و لمزهاو استفاده شده است. در این آزمون فرض صفر این است که تفاوتی بین آنچه که مشاهده شده با آنچه که توسط مدل پیش‌بینی شده است وجود ندارد. لذا اگر مقدار P از

www.SID.ir

Archive of SID

۰.۰۵ بزرگ‌تر باشد این فرض را نمی‌توان رد کرد. نتایج این آزمون برای مدل ارائه شده در این پژوهش در جدول ٦ نشان داده شده است. با توجه به اینکه مقدار ۰.٤ برای P از ۰.۰۵ بزرگ‌تر است می‌توان گفت پیش‌بینی مدل با آنچه که مشاهده شده تفاوت معنی‌داری ندارد و نتایج مدل ارائه شده به آنچه که مشاهده شده است نزدیک است و مدل مناسبی است.

جدول ۵. ضرایب مدل لوجیت و مشخصات آماری آن

متغیر	ضریب (β)	خطای استاندارد (S.E)	مقدار آزمون والد	درجه آزادی	$p-Value$	$\exp(\beta)$
منطقه برداشت اطلاعات			۱۱،۲۹۰	۲	۰،۰۰٤	
منطقه جنوبی	۰،۷۷۳	۰،۲۳٤	۱۰،۹۲۰	۱	۰،۰۰۱	۲،۱٦٦
منطقه مرکزی	۰،۱۰۳	۰،۲٤۳	۰،۱۸۰	۱	۰،٦۷۱	۱،۱۰۸
طول خط عابر	-۰،٤۳۱	۰،۰۸۱	۲۷،۹۹۹	۱	۰،۰۰۰	۰،٦۵۰
جنسیت (زن نسبت به مرد)	-۰،٤٦۹	۰،۱٦۰	۸،۵۸۰	۱	۰،۰۰۳	۰،٦۲۵
تعداد عابرین در حال عبور	۰،۵۲۰	۰،۰۷٤	٤۹،۲۳۰	۱	۰،۰۰۰	۱،٦۸۳
حجم وسایل نقلیه	۰،۲۰٦	۰،۱۰٤	۳،۹۳۵	۱	۰،۰٤۷	۱،۲۲۹
مقدار ثابت	-۰،۲۱۸	۰،٦۵۳	۰،۱۱۱	۱	۰،۷۳۹	۰،۸۰٤
$Chi-square$: ۱۵۳،۹۰۱ : $-2\log liklihood$ ۱۱۲۸،۹۱۹ : $Nagelkerke\ R\ Square$ ۰،۱۹						

جدول ٦. نتایج آزمون هازمر و لمزهاو برای مدل لوجیت

توان دوم کای	درجه آزادی	$p-Value$
۳٤٦،۸	۸	۰،٤۰۰

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش برای بررسی عوامل مؤثر در عبور بی‌درنگ عابرین پیاده هنگام رسیدن به تقاطع رفتار ۱۱۳۰ عابر پیاده در ٦ تقاطع چراغ‌دار هوشمند در سطح شهر تهران بررسی شده است. برای این منظور آمارگیری از طریق فیلم‌برداری از تقاطع‌ها انجام گردید. ویژگی‌هایی نظیر گروه سنی، جنسیت، تعداد عابرین منتظر و در حال عبور با بازبینی این داده‌های ویدیویی ثبت شد. همچنین طول خط عابر، زمان و منطقه برداشت اطلاعات و گروه دمایی مشخص شد. مدل لوجیت برای شناسایی میزان تأثیر عوامل مؤثر در اقدام عابر پیاده برای عبور بی‌درنگ یا عدم عبور بی‌درنگ از تقاطع استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در تصمیم عابرین پیاده برای عبور بی‌درنگ از تقاطع‌های چراغ‌دار عوامل منطقه برداشت اطلاعات (شمالی، مرکزی و جنوبی)، جنسیت، طول خط عابر پیاده، دما، حجم ترافیک وسایل نقلیه، تعداد عابرین پیاده دیگری که هنگام رسیدن عابر به تقاطع در حال انتظار برای سبز شدن چراغ هستند و تعداد عابرین پیاده دیگری که هنگام رسیدن عابر به تقاطع در حال

www.SID.ir

Archive of SID

عبور از تقاطع هستند تأثیر معناداری دارند؛ و عوامل زمان برداشت اطلاعات (اوج یا غیراوج) و گروه سنی تأثیر معناداری ندارند. علاوه بر این تفسیر مدل لوجیت ارائه شده بیانگر این است که؛ قرار گرفتن تقاطع در مناطق جنوبی‌تر، کاهش عرض تقاطع، افزایش تعداد عابرین پیاده در حال عبور، افزایش حجم وسایل نقلیه عوامل خطر محسوب می‌شوند و احتمال عبور بی‌درنگ عابرپیاده هنگام رسیدن به تقاطع را افزایش می‌دهند. همچنین احتمال عبور بی‌درنگ عابرین مرد از عابرین پیاده زن بیشتر است.

٦- مراجع

-کرمانشاه، م.، و درزی، ع. (۱۳۸٤)، "تمایل به پرداخت رانندگان برای اطلاعات سفر"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف.(n.d.)

-"معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران" (۲۰۱۷)، صفحه اصلی ,(n.d.). Retrieved December 31

-A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad, (2004).

-Brosseau, M., Zangenehpour, S., Saunier, N., & 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: Traffic Psychology and Behaviour, pp.21,159–172. http://doi.org/10.1016/j.trf.2013.09.010.

-Econometrics Academy. (n.d.). Retrieved December 26, (2017), from https://sites.google.com/site/econometricsacademy/Guo, H., Gao, Z., Yang, X., & Jiang, X. (2011), "Modeling pedestrian violation behavior at signalized crosswalks in China: A hazards-based duration approach". Traffic Injury Prevention, 12(1), pp.96–103.

-Pedestrian Safety | NHTSA. (n.d.). Retrieved January 4, (2018), "from https://www.nhtsa.gov/road-safety/pedestrian-safety Pedestrian Safety, A Road Safety Manual For Decision-Makaers And Parctitioners,World Health Organization,2013. (n.d.).

-Tiwari, G., Bangdiwala, S., Saraswat, A., & Gaurav, S. (2007). Survival analysis: Pedestrian risk exposure at signalized intersections. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 10(2), pp.77–89. http://doi.org/10.1016/j.trf.2006.06.002.

-W. H. Organization, Global status report on road safety. World Health Organization. (2015),

-Yang, X., Abdel-Aty, M., Huan, M., Peng, Y., & Gao, Z. (2015). An accelerated failure time model for investigating pedestrian crossing behavior and waiting times at signalized intersections. Accident; Analysis and Prevention, 82, 154–62. http://doi.org/10.1016/j.aap.2015.04.036.

-Zhang, Z., Wang, D., Liu, T., & Liu, Y. (2016), "Waiting Endurance Time of Pedestrians Crossing at Signalized Intersections in Beijing". Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2581), pp. 95–103. http://doi.org/10.3141/2581-12
from http://traffic.tehran.ir/

www.SID.ir