ارزیابی تأثیرات طرح هندسی و وضعیت ترافیک بر تخلفات عابران پیاده در تقاطع‌های چراغ‌دار شهری

ابوالفضل افشاری، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری، مشهد، ایران

اسماعیل آیتی (مسئول مکاتبات)، استاد، دانشکده مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری، مشهد، ایران

E-mail: e_ayati@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۲

چکیده

یکی از مهم‌ترین دلایل تصادفات عابران پیاده در تقاطع‌های چراغ‌دار شهری، تخلفات آن‌ها در عبور از چراغ‌قرمز عابر پیاده است. بنابراین بررسی و ارزیابی عوامل تأثیرگذار بر تخلفات عابران پیاده همواره دغدغه فعالان حوزه ایمنی ترافیک بوده است. هدف این مطالعه، ارزیابی عوامل بیرونی تأثیرگذار بر تخلفات عابران پیاده، بخصوص عوامل مرتبط با طرح هندسی و ترافیک است. رفتار ۱۵۹۰ عابر پیاده در ۱۰ گذرگاه از ۶ تقاطع در شهر مشهد مقدس، تصویربرداری شد و تأثیر ۱۵ متغیر منحصر به‌فرد در مورد هر عابر پیاده مورد ارزیابی قرار گرفت. تحلیل اطلاعات با کمک نرم‌افزار آماری SPSS و به روش رگرسیون لجستیک دووجهی صورت گرفت. در پایان، متغیرهای تعداد عابران پیاده هم سمت، تعداد عابران پیاده متخلف هم سمت، زمان انتظار عابر پیاده، سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه، طول گذرگاه، عرض جداکننده میانی و مدت‌زمان چراغ‌قرمز عابر پیاده بر تصمیم عابران پیاده برای احترام به چراغ‌قرمز یا تخلف در برابر آن، تأثیرگذار تشخیص داده شد. بر این اساس با افزایش تعداد عابران پیاده، احتمال تخلف به نسبت ۲۰/۷ درصد کاهش پیدا خواهد کرد. در مقابل، در صورت افزایش تعداد عابران پیاده متخلف، احتمال تخلف با افزایش به نسبت ۸۱/٤ درصدی مواجه می شود. افزایش یک واحدی در متغیرهای زمان انتظار عابر پیاده، طول گذرگاه و عرض جداکننده میانی باعث کاهش تخلفات (به ترتیب ٪۱۳/۲، ٪۱۸/۵ و ٪۱٤/۶) و افزایش یک واحدی در متغیرهای سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه و مدت زمان چراغ قرمز موجب افزایش تخلفات (به ترتیب ٪۱۷/۸ و ٪۲/۸) خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تخلف، تقاطع چراغ‌دار، رگرسیون لجستیک، طرح هندسی، عابر پیاده.

۱. مقدمه

نگرانی های ایمنی بر تصمیم افراد در مورد پیاده‌روی و یا استفاده از سایر سیستم‌های حمل‌ونقلی مؤثر است. وظیفه نهادهای شهری و کارشناسان حمل‌ونقل و ترافیک، فراهم‌سازی امکانات مناسب و امن برای پاک‌ترین مد حمل‌ونقل یعنی پیاده‌روی است. عابران پیاده، مهم‌ترین کاربران آسیب‌پذیر راه‌های شهری هستند و زیان‌های وارده به آنان در تصادفات، قابل‌مقایسه با سایر کاربران راه نیست [NCHRP, 2004]. رشد روزافزون جمعیت شهرها در کشورهای درحال‌توسعه، مشکلات مرتبط با ایمنی عابران پیاده را تشدید می‌کند. تحقیقاتی در کشور چین نشان داده است که هر ۱۰۰۰ نفر افزایش در جمعیت باعث افزایش ۱/٤ درصدی تصادفات عابران پیاده می‌شود [Wang et al. 2016]. در ایران نیز مانند اکثر کشورهای درحال‌توسعه، تصادفات رانندگی به‌خصوص در عابران پیاده وضعیتی بحرانی دارد، به‌نحوی‌که در سال ۱۳۹۵، حدود ٥٦٪ از متوفیان تصادفات و ۳۱/۳٪ از مجروحان تصادفات در شهر مشهد را عابران پیاده تشکیل می‌دادند [Mashhad Traffic and Transportation Organization, 2016]. این در حالی است که تلفات عابران پیاده در ایالات متحده در سال ۲۰۱٦ تنها ۱٦٪ کل تلفات ترافیکی را تشکیل می‌داد [NHTSA, 2016].

در تقاطع‌ها به‌منظور کنترل ترافیک عبوری و حفظ ایمنی عابران پیاده از چراغ راهنمایی استفاده شده است. نصب چراغ راهنمایی ممکن است باعث افزایش تصادفاتی مانند جلو به عقب باشد، اما درمجموع باعث کاهش میزان تصادفات می‌شود [Zegeer et al. 2004]؛ اما همه عابران پیاده، خود را ملزم به رعایت قوانین نمی‌دانند. عبور از چراغ‌قرمز (توسط عابران پیاده) یکی از مهم‌ترین دلایل تصادفات رانندگی است که یک طرف آن عابر پیاده است [Schneider et al. 2010]. در مطالعه‌ای در شهر تهران مشاهده شد که حدود ۲۲ درصد عابران پیاده در برابر چراغ‌قرمز بی‌تفاوت بوده و از آن عبور می کنند [Shariat et al. 2014]. تحقیقاتی در کشور چین نشان داده است که بیش از ٦٥ درصد از عابران پیاده، قبل از آغاز حرکت عبور از خیابان، وضعیت وسایل نقلیه را بررسی نمی کنند و این کار را در حین عبور انجام می‌دهند [Zhuang and Wu, 2011]. این رفتار عابر پیاده را در شرایطی ناایمن و با ریسک خطر بالا قرار می‌دهد. به همین دلیل، این مطالعه به‌طور اختصاصی به دلایل تخلفات عابران پیاده در عبور از چراغ‌قرمز پرداخته است.

از مهم‌ترین نقاط حادثه‌خیز که فراوانی تداخل عابران پیاده و وسایل نقلیه در آن زیاد ارزیابی می‌شود، تقاطع‌های هم‌سطح ترافیکی است. تصادفات و ایمنی عابران پیاده در تقاطع‌های شهری همواره محل توجه محققان بوده است و اهمیت آن به دلیل فراوانی تداخل‌ها، حرکات متعدد چرخشی و حجم بالای ترافیک وسایل نقلیه، نسبت به عبور از عرض خیابان بیشتر است. این مطالعه با تمرکز بر ایمنی عابران پیاده در تقاطع‌های چراغ‌دار شهری، به مهم‌ترین علت تداخل وسایل نقلیه و عابران پیاده، یعنی تخلف عبور از چراغ‌قرمز توسط عابران پیاده پرداخته است. برخی تحقیقات بین‌المللی بخش عمده تصادفات عابران پیاده در تقاطع‌های چراغ‌دار را مربوط به عبور عابر پیاده از چراغ سبز دانسته‌اند [Viola, Roe and Shin, 2010]. بااین‌وجود، تعداد عبورهای عابران پیاده از چراغ سبز به‌مراتب بیشتر از عبور عابران پیاده از چراغ‌قرمز است و درنتیجه، خطر عبور از چراغ‌قرمز بیشتر خواهد بود [King, Soole and Ghafourian, 2009]. همچنین، شدت تصادفات عابران پیاده‌ای که چراغ‌قرمز را نقض کرده‌اند، بیشتر است [Viola, Roe and Shin, 2010]. این موضوع ریشه در تفاوت نوع تداخل دارد. عابران پیاده‌ای که در هنگام قرمز بودن چراغ عابر پیاده از خیابان عبور می‌کنند، معمولاً با خودروهای با حرکت مستقیم تداخل دارند؛ اما تداخل عابران پیاده‌ای که در هنگام سبز بودن چراغ عابر اقدام به عبور می‌کنند، عمدتاً با خودروهای در حال گردش‌به‌راست است که سرعت به‌مراتب کمتری دارند.

هدف این مطالعه ارزیابی دلایل تخلفات عابران پیاده و طرح پیشنهادهایی به‌منظور کاهش آن است.

در بررسی عوامل تأثیرگذار بر تخلفات عابران پیاده در این مطالعه، تمرکز ویژه‌ای بر عوامل بیرونی تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده وجود داشت. درواقع عواملی که فعالان حوزه حمل‌ونقل، بیش‌تر از سایر عوامل وظیفه رسیدگی به آن‌ها را دارند. عابران پیاده‌ای که در هنگام قرمز بودن چراغ عابر پیاده به تقاطع‌ها می‌رسند، ازلحاظ روحی و روانی تفاوت‌های عمده‌ای با یکدیگر دارند. واضح است که این پیشینه روانی بر رفتار عابران پیاده تأثیرات قابل‌توجهی خواهد داشت [Emrani, Mirbaha and Jahandide, 2017]؛ اما این مطالعه با یکسان در نظر گرفتن پیشینه روانی عابران پیاده، بررسی تأثیر این عوامل بر رفتار آن‌ها را بر عهده مطالعات حوزه روانشناسی گذاشته است و به ارزیابی عوامل بیرونی تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده پرداخته است. عوامل بیرونی که شامل ویژگی‌های ترافیکی، طرح هندسی تقاطع‌ها و تعدادی عوامل دیگر می‌شود، از آن دست عواملی هستند که در حوزه‌ی ترافیک مدنظر کارشناسان است. عابران پیاده معمولا به جای بررسی چراغ فرماندهی، تصمیمات لحظه ای برای عبور می‌گیرند [Zhuang, Wu and Ma, 2018] و این تصمیمات لحظه ای متاثر از عواملی بیرونی است. در این مطالعه سعی شد با بررسی مستقیم رفتار عابران پیاده در هنگام مواجهه با چراغ‌قرمز، مدلی به‌منظور پیش‌بینی رفتار آن‌ها تولید شود و در پایان با استفاده از مدل، راهکارهایی جهت کاهش فراوانی تخلفات ارائه گردید.

۲. مروری بر مطالعات

عوامل متعددی بر تخلفات عابران پیاده تأثیرگذار هستند و با توجه به مطالعات مختلف، می‌توان این عوامل را در چهار گروه با نام های عوامل مرتبط با خصوصیات فردی، عوامل روان شناختی، عوامل مرتبط با شرایط و محیط و عوامل مرتبط با طرح هندسی و ترافیک دسته‌بندی کرد. تمرکز این مطالعه بر عواملی بود که مرتبط با خصوصیات فردی عابران پیاده (مانند جنسیت، سن، سطح تحصیلات و میزان درآمد و...) و خصوصیات روان‌شناختی عابران پیاده (مانند نگرش، هنجار ذهنی، درک خطر، گرایش انطباق و ...) نباشد. در ادامه به بررسی عوامل مرتبط با شرایط و محیط و عوامل مرتبط با طرح هندسی و ترافیک پرداخته شده است.

توانایی های حرکتی عابر پیاده یکی از عوامل تاثیرگذار در مطالعات گذشته بوده است. هرچند این عامل همبستگی زیادی با یکی از عوامل مرتبط با خصوصیات فردی عابران پیاده یعنی تأثیر عامل سن بر تخلفات عابران پیاده دارد؛ زیرا با افزایش سن قابلیت‌های حرکتی عابران کاهش یافته و عابر شجاعت کمتری برای تخلف و ریسک خواهد داشت. اما علاوه بر افراد سالمند، افرادی که ناتوانی جسمی دارند و افرادی که وسایل سنگین حمل می‌کنند، کمتر رفتارهای غیرقانونی از خود نشان داده‌اند [Zhang et al. 2016]. از نقطه نظر لحظه وقوع تخلف، ژانگ و همکاران در مطالعات خود بدین نتیجه رسید که احتمال عبور از چراغ‌قرمز در سپیده‌دم کمتر از سایر زمان‌هاست. همچنین این احتمال در طول روز بیشترین مقدار خود را داراست [Zhang et al. 2016].

معمولاً افرادی که کودک به همراه خود دارند، احتیاط بیشتری در عبور از خیابان از خود نشان می‌دهند [Hamed, 2001]. در چین، ۷۷ درصد عابران در هنگامی‌که افراد خردسال و یا مسن را همراهی می‌کنند، از چراغ‌قرمز عبور نخواهند کرد [Zhang et al. 2016]. بدیهی است افرادی که به‌عنوان همراه کودک و سالمند در حال عبور از خیابان هستند، سعی در محافظت و مراقبت از وی را داشته باشند و کمتر رفتارهای خطرناک مرتکب شوند.

از دیگر عوامل تاثیرگذار بر رفتار عابران پیاده، آشنا بودن با گذرگاه عابر پیاده است. هرچه فرد با محیط تقاطع آشنایی بیشتری داشته باشد و در گذشته رفتار متخلفانه خود را

خطرناک حس نکرده باشد، احتمال عبور غیرقانونی بیشتری دارد. عابران پیاده‌ای که گذرگاه عابر پیاده در مسیر روزانه آن‌ها قرار دارد و یا محل زندگی آن‌ها به گذرگاه نزدیک است، پذیرش خطر بیشتر و زمان انتظار کمتری برای عبور از خیابان دارند [Hamed, 2001].

در بحث عوامل مرتبط با طرح هندسی و ترافیک، شاید مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر رفتارهای عابران پیاده، سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه باشد. این متغیر معمولاً به‌صورت عددی از ثانیه است که خودروی بعدی از روی خط‌کشی عبور می‌کند. مطالعات "حامد" نشان داد که با افزایش سرفاصله زمانی، عابران از این فاصله برای عبور از خیابان سوءاستفاده کرده و نرخ خطر به‌طور چشمگیری افزایش می یابد [Hamed, 2001]. داداتا و همکاران در تحقیقات خود، سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه را مهم‌ترین عامل تأثیرگذار مرتبط با ترافیک بر تخلف عابران پیاده معرفی کردند [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014].

علاوه بر سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه، حجم آن‌ها نیز ممکن است بر رفتارهای عابران پیاده تاثیرگذار باشد. مشخص است که عابران پیاده در احجام پایین ترافیک خودروها، تمایل بیشتری به تخلف عبور از چراغ‌دارند. هر چه حجم ترافیک عبوری افزایش یابد (مستقل از سرفاصله زمانی بین آن‌ها)، تخلف عابران کاهش پیدا می‌کند [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014]. البته این موضوع که آیا این رابطه معکوس تا چه حجمی از ترافیک وجود دارد، نیازمند بررسی بیشتر است. درواقع پاسخ به این سؤال که آیا حجمی از ترافیک وجود دارد که عابران در آن کمترین میزان تخلفات را از خود نشان دهند و از آن حجم به بعد تخلفات افزایش پیدا کند، یا خیر؟ همچنین در این خصوص تأثیر سرعت وسایل نقلیه عبوری بر میزان تخلف رانندگان حائز اهمیت است. مطالعه‌ای در کشور چین نشان داد که هرچه سرعت وسایل نقلیه بیشتر باشد، احتمال تخلف عابران پیاده در عبور از چراغ قرمز بیشتر است [Yang and Sun, 2013]؛ اما به‌مانند حجم ترافیک، تحقیقات بیشتر بر روی سرعت نیز بایستی صورت پذیرد.

در عوامل مربوط با خصوصیات روانشناسی، با وجود اینکه اغلب عابران پیاده متخلف از خطر عبور از چراغ قرمز آگاه هستند [Onelcin and Alver, 2017]، اما این موضوع که راحتی و آسانی عبور از خیابان برای عابر پیاده بسیار مهم است، مطرح شده است. هرچه عابر پیاده بیشتر منتظر چراغ سبز بماند، احساس راحتی کمتری خواهد کرد [Zhou, Romero and Qin, 2016]. نتایج مدل‌سازی تحقیقات داداتا و همکاران نشان داد که در تقاطع‌هایی با طول زمان عبور عابران پیاده و چرخه چراغ طولانی، تطابق کمتری توسط عابران پیاده مشاهده می شود [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014]. با افزایش زمان انتظار برای سبز شدن چراغ عابر، تخلفات عابران پیاده افزایش می یابد [Brosseau et al. 2012, Lange et al. 2016]. برخی یافته‌ها حاکی از آن است که مدت‌زمان قرمز بودن چراغ عابر مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بیرونی بر تخلفات عابران پیاده است [Yang and Sun, 2013]. تحقیقاتی در کشور کانادا نشان داده است که اگر مدت‌زمان فاز تخلیه تقاطع بیشتر از زمان موردنیاز برای عبور عابر پیاده از عرض خیابان باشد، تخلفات عابران پیاده افزایش چشمگیری خواهد داشت [Brosseau et al. 2012].

این موضوع در خصوص طول گذرگاه عابر پیاده نیز صادق است. انتظار می‌رود که طول بیشتر گذرگاه عابر مانع عبور افراد از چراغ‌قرمز می‌شود. عابران پیاده علاقه کمتری به عبور از چراغ‌قرمز در گذرگاه های با طول زیاد دارند [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014, Yang and Sun, 2013]. از طرف دیگر یافته‌های اخیر ثابت کرده است که افزایش هر متر طول گذرگاه عابر پیاده، میزان تصادفات عابران پیاده را ۳ درصد تا ۵ درصد افزایش می‌دهد [Duduta et al. 2012]؛ بنابراین اگر طول گذرگاه عابر پیاده کوتاه شود، عابر تمایل به نقض مقررات پیدا خواهد کرد و اگر طول گذرگاه عابر پیاده افزایش یابد، میزان تصادفات افزایش خواهد یافت.

در این موضوع نیاز به تمرکز و تحقیقات بیشتر حس می شود. هرچند حفظ امنیت عابر پیاده اهمیت بیشتری نسبت به نقض چراغ‌قرمز دارد.

در اکثر تقاطع ها، هنگامی‌که وسایل نقلیه عبوری با حرکت مستقیم متوقف می شود، چراغ عابر پیاده همچنان قرمز است و دلیل آن گردش‌های به چپ و راست وسایل نقلیه و تداخل مسیر آن‌ها با گذرگاه عابر پیاده است؛ اما عابران پیاده توجهی به این موضوع نشان نداده و پس از متوقف شدن خودروهای عبوری با حرکت مستقیم، چراغ‌قرمز عابر را نقض کرده و از تقاطع عبور می‌کنند. مطالعات نشان داده است که زمانی که خودروهای عبوری متوقف می شوند اما سایر حرکات گردشی در حال انجام است، عابران به‌احتمال بیشتری از چراغ‌قرمز عبور خواهند کرد [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014].

مطالعات مختلفی به بررسی عوامل موثر بر تخلفات عابران پیاده در تقاطع های چراغ‌دار پرداخته‌اند، اما نیاز به مطالعه‌ای جامع برای بررسی همزمان تمام عوامل مرتبط با وضعیت ترافیک و طرح هندسی احساس می‌شد. ضمن آن‌که تا کنون مطالعه‌ای در ایران به تاثیر این عوامل بر تخلفات عابران پیاده نپرداخته بود.

۳. روش تحقیق

مهم‌ترین نکته در تحقیقات پیمایشی دقت در انتخاب نمونه و تحلیل صحیح اطلاعات است؛ زیرا هدف این نوع مطالعات در تعمیم‌پذیری نتایج که یکی از خصوصیات اصلی و عمده تحقیقات پیمایشی است، خلاصه می شود. در این مطالعه نیز باهدف سنجش تأثیر عوامل طرح هندسی و ترافیک بر تخلفات عابران پیاده در تقاطع‌های چراغ‌دار شهری، تعدادی از تقاطع‌های سطح شهر مشهد به‌عنوان نمونه مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه به‌طور مفصل شرح داده خواهد شد.

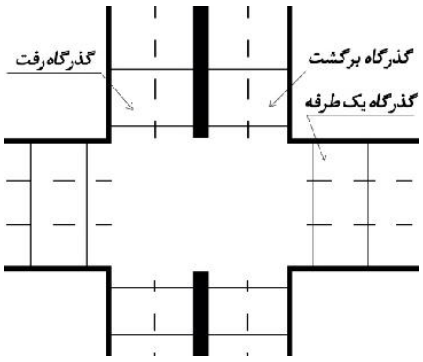
به‌منظور بررسی دقیق موضوع، تعداد ٦ تقاطع در نقاط مختلف شهر مشهد انتخاب شد. انتخاب این تقاطع‌ها به نحوی بود که تا حد امکان احجام مختلف ترافیک وسایل نقلیه در آن‌ها دیده شود. با توجه به اینکه رده‌بندی راه بر رفتار عابران پیاده در مقابل چراغ‌راهنمایی تاثیرگذار است [Zhang, Tan and Jou, 2016]، دقت شد که تمامی تقاطع‌ها در خیابان‌های با رده‌بندی یکسان باشند. همچنین دقت شد احجام ترافیکی عابران پیاده نیز در تقاطع ها مختلف باشد. تقاطع های انتخاب شده، شامل تقاطع امام خمینی – مدرس، تقاطع ابن سینا – دانشگاه، تقاطع احمدآباد، تقاطع سناباد – راهنمایی، تقاطع خیام – سجاد و تقاطع معلم – دانشجو بودند. پس از بررسی های میدانی صورت گرفته، ۱۰ گذرگاه عابر پیاده در تقاطع‌های مذکور جهت شرکت در مطالعه انتخاب شد که مشخصات گذرگاه‌های انتخابی در جدول ۱ خلاصه شده است. در این جدول به‌منظور نام‌گذاری گذرگاه‌ها از اصطلاحاتی مانند رفت، برگشت و یک‌طرفه استفاده شده است. مطابق شکل ۱، در خیابان‌های دوطرفه با جداکننده میانی یا بدون جداکننده میانی، زمانی گذرگاه عابر پیاده را رفت می‌نامیم که این گذرگاه از ترافیک ورودی به تقاطع عبور کند. همچنین گذرگاه عابر پیاده‌ای که از ترافیک خروجی از تقاطع عبور کند، گذرگاه برگشت نام‌گذاری شد. تمامی گذرگاه‌های خیابان‌های یک‌طرفه با عبارت گذرگاه یک‌طرفه نام‌گذاری شده است.

در گذرگاه های عابر پیاده برگشت، معمولاً چراغ قرمز عابر پیاده دو مرتبه روشن گردد؛ یک‌بار به‌منظور جلوگیری از تداخل عابر پیاده و وسایل نقلیه رویکرد روبه‌رو و یک‌بار جهت جلوگیری از تداخل عابر پیاده و وسایل نقلیه رویکرد کناری که گردش‌به‌چپ دارند. به همین دلیل در جدول ۱ برای گذرگاه‌های عابر پیاده برگشت دو طول زمان قرمز بودن چراغ فرماندهی قید گشته است.

جدول ۱. مشخصات گذرگاه های انتخاب شده

نام تقاطع	نام گذرگاه	طول گذرگاه (متر)	عرض میانه (متر)	مدت‌زمان چراغ‌قرمز عابر (ثانیه)
امام خمینی – مدرس	شمالی – رفت	۸	۰/۱	۷۷
	شمالی – برگشت	۱۰/٦	۰/۱	۷۷ و ۲٤
ابن‌سینا – دانشگاه	شرقی (یک‌طرفه)	۱۱/۲	۰	۳۲
احمدآباد	غربی (یک‌طرفه)	۱۱/۹	۰	۳۹
سناباد – راهنمایی	شرقی – رفت	۱٤/۷	۸/٤	۸۳
خیام – سجاد	غربی (یک‌طرفه)	۱۵/۷	۰	٤۵
	شمالی – رفت	۱۵/٤	۱/۱	۲٦
معلم – دانشجو	شمالی – برگشت	۱۱/۹	۱/۱	۳٤ و ۲۷
	جنوبی – رفت	۱۳/۳	۰/۷	۳۱
	جنوبی – برگشت	۹/۱	۰/۷	۳۹ و ۲۷

پس از انتخاب گذر گاه های موردنظر، فرآیند جمع‌آوری و برداشت اطلاعات آغاز شد. با توجه به اینکه هدف مطالعه بررسی تصمیمات عابران پیاده در خصوص احترام به چراغ‌قرمز عابر و یا تخلف در برابر آن است، بنابراین نیازی به برداشت خصوصیات و رفتارهای عابرانی که در هنگام سبز بودن چراغ عابر پیاده به گذرگاه می‌رسیدند، نبود. به این منظور تصاویر ویدئویی از گذرگاه‌های عابر پیاده‌ی انتخاب‌شده، در یک روز کاری بین هفته که تداخلی با مناسبت‌های خاص نداشت، ضبط گردید. این تصاویر ویدئویی به مدت یک ساعت و در ساعت غیر پیک ۱۸:۰۰ تا ۱۹:۰۰ در ۲۸ اردیبهشت برداشت شد. با توجه به اینکه عابران پیاده در برابر شرایط خاص جوی رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند، دقت شد که در هنگام برداشت تصاویر ویدئویی، نور کافی روز در تمام مدت فیلم‌برداری وجود داشته، دما معتدل و آب‌وهوا مناسب باشد. دوربین‌های استفاده‌شده جهت ثبت رفتارهای عابران پیاده، قابلیت فیلم‌برداری با کیفیت بالا و وضوح تصویری شامل ۷۲۰ پیکسل عمودی و ۱۲۸۰ پیکسل افقی در نسبت ابعادی ۱٦:۹ را داشت؛ بنابراین در مواقع لزوم، بزرگنمایی تصاویر بدون افت کیفیت صورت می‌گرفت. تصویربرداری با نرخ فریم ۲۵ فریم در ثانیه صورت گرفت که امکان ثبت و اندازه‌گیری دقیق لحظه رخ دادن وقایع و زمان‌های سپری‌شده را ممکن می‌ساخت. این دوربین‌ها به نحوی تنظیم شد که علاوه بر گذرگاه عابر پیاده، قسمتی از پیاده‌رو و همچنین ترافیک عبوری خودرو ها را پوشش دهد (شکل ۲).



شکل ۱. پلان فرضی تقاطع

جدول ۲ تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه را به همراه توضیحاتی مختصر، ارائه می‌کند. تمامی متغیرهای مستقل باهدف پیش‌بینی متغیر وابسته یعنی تصمیم عابر پیاده به تخلف و یا احترام به چراغ فرماندهی در عبور از گذرگاه استفاده می شود. به دلیل عدم وجود نرم‌افزار مناسب برای برداشت

اطلاعات از تصاویر ویدئویی، این اطلاعات به صورت دستی برداشت شد.

در این مطالعه به منظور تحلیل اطلاعات و ساخت یک مدل برای پیش بینی رفتار عابران پیاده در مواجهه با چراغ‌قرمز از رگرسیون لجستیک استفاده شد. هدف هر تحلیل رگرسیونی یافتن مدلی با بهترین برازش و کمترین پیش‌بین جهت تشریح ارتباط بین یک متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر پیش‌بین است. در رگرسیون خطی، لزوماً متغیر وابسته بایستی کمی و در سطح سنجش نسبی یا دست‌کم فاصله‌ای باشد؛ اما همان‌طور که در جدول ۲ اشاره شد، در این مطالعه متغیر وابسته کیفی و در سطح سنجش اسمی تعریف شده است. رفتار عابر پیاده در مواجهه با چراغ‌قرمز کیفی و دوگانه است؛ یعنی عابر پیاده در برابر چراغ‌قرمز مرتکب تخلف می‌شود یا نمی‌شود.

برای شناسایی عوامل پیش‌بینی کننده تغییرات یک متغیر اسمی می‌توان از روش رگرسیون لجستیک استفاده کرد. این روش که در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ میلادی برای اولین بار مطرح شد، جایگزینی برای روش رگرسیون خطی و همچنین تحلیل تابع تشخیصی بود [Peng and So, 2002]. اگر متغیر وابسته در سطح اسمی باشد و متغیرهای مستقل ترتیبی و فاصله‌ای در مطالعه داشته باشیم، روش‌های رگرسیون خطی معمولی و تحلیل تشخیصی، مقدار برآوردها را کم‌تر از مقدار واقعی نشان می‌دهند. روش لجستیک می‌تواند هم با مدل‌های دوجمله‌ای (برای هدف‌هایی که دارای دو دسته جدا از هم باشند) و هم با مدل‌های چندجمله‌ای (برای هدف‌هایی که دارای بیش از دو دسته باشند) کار کند. متغیر وابسته در این مطالعه فقط مقادیر صفر و یک را (به‌عنوان نماینده‌ای از احترام به چراغ‌قرمز یا تخلف در برابر آن) به خود می‌گیرد و هیچ مقداری بین صفر و یک وجود ندارد. بنابراین مدل‌های خطی ساده پیش‌بینی خوبی را ارائه نخواهند داد و پیش‌بینی‌های مدل لجستیک به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود؛ بنابراین استفاده از رگرسیون لجستیک برای تحلیل در این مطالعه نسبت به روش‌های رگرسیون معمولی ارجحیت دارد.

شکل ۲. نمای دوربین‌های استفاده شده برای ضبط تصاویر در هر تقاطع

جدول ۲. متغیرهای مطالعه و خصوصیات آن ها

نام متغیر	مقیاس	توضیحات – (واحد)
تصمیم عابر پیاده	اسمی	متغیر وابسته در این تحقیق، متشکل از دو حالت تخلف و احترام به چراغ‌قرمز
زمان انتظار عابر پیاده	نسبی	متخلف: کم کردن زمان رسیدن عابر به گذرگاه از زمان لحظه آغاز تخلف. قانونمند: کم کردن زمان رسیدن عابر پیاده به تقاطع از زمان سبز شدن چراغ عابر پیاده – (ثانیه)
سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه	نسبی	متخلف: فاصله زمانی بین دو خودرویی که عابر از بین آن‌ها اقدام به عبور از خیابان کرده است. قانونمند: بزرگ‌ترین سرفاصله زمانی که در هنگام انتظار آن‌ها برای سبز شدن چراغ به وقوع پیوسته بود. – (ثانیه)
عبور گروهی عابر پیاده	نسبی	تعداد نفرات همراه عابرپیاده که قدرت تصمیم‌گیری دارند. – (نفر)
کمبود قابلیت‌های فیزیکی	اسمی	کمبود قابیلی‌های حرکتی به دلیل کهولت یا حمل وسایل سنگین و کالسکه
محل ورود عابر پیاده	اسمی	محل ورود عابران پیاده به گذرگاه در خیابان‌های دوطرفه (از پیاده‌رو یا از جداکننده میانی)
حجم ترافیک وسایل نقلیه	نسبی	ترافیک عبوری وسایل نقلیه از گذرگاه در هر دقیقه و در هر خط عبور – (وسیله در خط عبور در دقیقه)
تعداد عابران پیاده در گذرگاه	نسبی	تعداد عابران پیاده‌ای که در هر دو جهت در آن فاز چراغ فرماندهی به گذرگاه رسیده‌اند. – (نفر)
تعداد عابران پیاده هم سمت	نسبی	تعداد عابران پیاده‌ای که در همان سمت عابر پیاده هدف، در آن فاز چراغ فرماندهی به گذرگاه رسیده‌اند. – (نفر)
تعداد عابران پیاده قانونمند در گذرگاه	نسبی	تعداد عابران پیاده‌ای که در هر دو جهت در آن فاز چراغ فرماندهی به چراغ‌قرمز احترام گذاشته‌اند. – (نفر)
تعداد عابران پیاده متخلف هم سمت	نسبی	تعداد عابران پیاده‌ای که در همان سمت عابر پیاده هدف، در آن فاز چراغ فرماندهی تخلف کرده‌اند. – (نفر)
طول گذرگاه	نسبی	طول هر گذرگاه به‌صورت میدانی اندازه‌گیری و در محاسبات ثبت گردید. – (متر)
مدت‌زمان چراغ‌قرمز	نسبی	مدت‌زمان قرمز بودن چراغ عابر پیاده در هر تقاطع به ثانیه برداشت شد و برای هر کد عابر پیاده ثبت گردید. – (ثانیه)
نوع تداخل	اسمی	تداخل با وسایل نقلیه عبوری در همان سمت (مختص گذرگاه‌های رفت)، تداخل با وسایل نقلیه با حرکت مستقیم از سمت روبه روی تقاطع (مختص گذرگاه‌های برگشت) و تداخل با حرکت گردش‌به‌چپ وسایل نقلیه کناری (مختص گذرگاه‌های برگشت).
خیابان یک‌طرفه یا دوطرفه	اسمی	–
عرض جداکننده میانی	نسبی	عرض جداکننده میانی در خیابان‌های دوطرفه – (متر)

شکل عمومی مدل لجستیک به‌صورت معادله ۱ است. برخلاف بحث رگرسیون خطی، در رگرسیون لجستیک به‌طور مستقیم متغیر وابسته (Y) را مدل‌سازی نمی‌کنیم، بلکه ابتدا متغیر وابسته را به یک متغیر لوجیت یا همان لگاریتم طبیعی بخت‌های وقوع یا عدم وقوع متغیر وابسته، تبدیل می‌کنیم و سپس از برآورد حداکثر درست نمائی برای برآورد ضرایب استفاده می‌کنیم [Walpole et al. 2012].

$$\pi = P(X) = \left(\frac{exp(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_x X_x)}{1 + exp(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_x X_x)}\right) \quad (۱)$$

مدل پیچیده رگرسیون لجستیک که شامل چندین متغیر مستقل و یک متغیر وابسته است، به‌صورت معادله ۲ تبیین می‌شود که در آن، لگاریتم نسبت بخت‌ها به مدل لوجیت معروف است [Momeni, 2008]؛ یعنی معادله رگرسیونی لجستیک، لگاریتم طبیعی (ln) احتمال بودن در یک گروه (π) تقسیم بر، یک منهای احتمال بودن در گروه دیگر (π-1) است.

$$logit(Y) = ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_x X_x \quad (۲)$$

در معادله ۲ داریم: π= احتمال پیامد یا واقعه موردنظر تحت وجود متغیر مستقل X، α= پارامتر محور مختصات Y و X= متغیر مستقل (پیش‌بین). لازم به ذکر است، درحالی‌که دامنه تغییرات نسبت بخت‌ها بین ۰ تا ۱ نوسان دارد، دامنه تغییرات لوجیت نسبت بخت‌ها بین منفی بی‌نهایت تا مثبت بی‌نهایت است [Sarmad, 2004]. درواقع اهمیت این تبدیل در این است که logit(Y) دارای بسیاری از ویژگی های مدل رگرسیون خطی است؛ یعنی به‌صورت خطی با پارامترها در ارتباط است، می‌تواند پیوسته باشد و همان‌طور که گفته شد، می‌تواند دامنه‌ای از منفی تا مثبت بی‌نهایت داشته باشد.

در رگرسیون لجستیک متغیر وابسته می‌تواند به دو شکل دووجهی و چندوجهی باشد. رگرسیون لجستیک اسمی دووجهی موقعیتی است که متغیر وابسته در سطح اسمی دووجهی (دو شقی) است. رگرسیون لجستیک اسمی چندوجهی یا چندجمله‌ای در موقعیتی مورداستفاده قرار می گیرد که متغیر وابسته، اسمی چندوجهی (چند شقی) است. بنابراین در رگرسیون لجستیک اسمی دووجهی هدف ما این است که وجود یا عدم وجود یک صفت را بر اساس مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل پیش‌بینی کنیم. در این رگرسیون نمی‌توانیم همانند رگرسیون خطی چند متغیره، مقدار عددی دقیق یک متغیر وابسته را بر اساس اطلاعاتی که راجع به متغیرهای مستقل داریم، تعیین کنیم. بلکه در این روش با نسبت احتمال سروکار داریم که آن را با کد ۱ و ۰ نشان می‌دهند. به‌طور پیش‌فرض، متغیر وابسته حتماً باید در سطح سنجش اسمی دووجهی (دو شقی) باشد. متغیرهای مستقل می‌توانند هم در سطح کمی (فاصله‌ای یا نسبی) و هم در سطح کیفی طبقه‌بندی‌شده (اسمی یا ترتیبی) باشند. البته بایستی توجه داشت که اگر یک یا چند متغیر مستقل در سطح اسمی یا ترتیبی باشند، حتماً باید ابتدا این متغیرها را به صورت تصنعی به متغیرهای فاصله‌ای تبدیل کنیم (به کدهای ۱ و ۰). در این نوع رگرسیون، لزوم تبعیت داده‌های متغیرهای مستقل از توزیع نرمال ضروری نیست؛ اما چنانچه این متغیرها دارای توزیع نرمال چند متغیره باشند، در آن صورت برازش مدل بهتر خواهد بود [Habibpour and Safari, 2010].

٤. نتایج

این بخش به گزارش نتایج حاصل از آمار و آزمون‌های توصیفی و تحلیلی (استنباطی) اختصاص دارد. نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار آماری SPSS 24، گزارش و به‌طور مختصر شرح داده شده است. برداشت اطلاعات از تمامی ۱۰ گذرگاه اشاره شده در جدول ۱، به مدت یک ساعت صورت گرفت. حاصل این مشاهده ۱۰ ساعته تصاویر ویدئویی، استخراج اطلاعات مربوط به ۱۵۹۰ عابر پیاده منحصربه‌فرد بود

جدول ۳. تعداد عابران پیاده و وسایل نقلیه و رفتار عابران پیاده به تفکیک گذرگاه

نام گذرگاه	حجم ترافیک وسایل نقلیه	نوع آمار	رفتار عابر پیاده		مجموع
			احترام به چراغ‌قرمز	نقض چراغ‌قرمز	
امام خمینی – مدرس شمالی – رفت	۱۰٦۸	تعداد	۳۸	۱٤٥	۱۸۳
		درصد	٪۲۰/۸	٪۷۹/۲	
امام خمینی – مدرس شمالی – برگشت	۱۲٥٤	تعداد	۲۹	۲۰٥	۲۳٤
		درصد	٪۱۲/٤	٪۸۷/٦	
امام خمینی – مدرس شرقی	۱۱۹٦	تعداد	٦۹	۲٥	۹٤
		درصد	٪۷۳/٤	٪۲٦/٦	
ابن‌سینا – دانشگاه غربی	۱٥۱۲	تعداد	٤۰۱	۲۳٥	٦۳٦
		درصد	٪٦۳/۱	٪۳٦/۹	
احمدآباد شرقی – رفت	۲٥۲٥	تعداد	٤۹	۱۱	٦۰
		درصد	٪۸۱/۷	٪۱۸/۳	
سناباد – راهنمایی غربی	۲۱۷۲	تعداد	۱٤۱	٥۳	۱۹٤
		درصد	٪۷۲/۷	٪۲۷/۳	
خیام – سجاد شمالی – رفت	۱٦۱۲	تعداد	۳۱	۳	۳٤
		درصد	٪۹۱/۲	٪۸/۸	
خیام – سجاد شمالی – برگشت	۱۲۳۷	تعداد	۳۰	۹	۳۹
		درصد	٪۷٦/۹	٪۲۳/۱	
معلم – دانشجو جنوبی – رفت	۱٥۷٥	تعداد	٤۲	۹	٥۱
		درصد	٪۸۲/٤	٪۱۷/٦	
معلم – دانشجو جنوبی – برگشت	۱۳۲۷	تعداد	۳۲	۳۳	٦٥
		درصد	٪٤۹/۲	٪٥۰/۸	
مجموع	۱٥٤۷۸	تعداد	۸٦۲	۷۲۸	۱٥۹۰
		درصد	٪٥٤/۲	٪٤٥/۸	

جدول ۳ خلاصه‌ای از تعداد عابران پیاده و وسایل نقلیه برداشت‌شده در هر گذرگاه را ارائه می‌کند. همان‌طور که مشاهده می شود، بازه‌ی تعداد عابران پیاده‌ای که در هنگام قرمز بودن چراغ فرماندهی عابر پیاده به گذرگاه رسیده‌اند، بین ۳٤ نفر تا ٦۳٦ نفر در هر گذرگاه متغیر ا ست. کمترین میزان احترام به چراغ‌قرمز توسط عابران پیاده در گذرگاه شمالی سمت برگشت تقاطع امام خمینی – مدرس به ثبت رسیده است که تنها ۱۲/٤ درصد عابران پیاده منتظر سبز شدن چراغ فرماندهی عابران پیاده ماندند. بیشترین درصد احترام به چراغ‌قرمز عابران پیاده در گذرگاه شمالی سمت رفت تقاطع خیام – سجاد رخ‌داده است به‌نحوی‌که بیش از ۹۱ درصد عابران پیاده مشاهده‌شده از چراغ فرماندهی تبعیت کرده‌اند. درمجموع کل ۱۰ گذرگاه بررسی‌شده در این مطالعه، بیش از ٥٤ درصد عابران پیاده در برابر چراغ فرماندهی قانونمند بودند و نزدیک به ٤٦ درصد افراد مشاهده‌شده، چراغ‌قرمز عابران پیاده را نقض کردند.

جدول ٤ و جدول ٥ خلا صه ای از آمار بردا شت شده را ارائه می‌کند. هر عابر پیاده متخلف، از یک سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه برای عبور از عرض خیابان سوءاستفاده کرده است. همچنین عابران پیاده قانونمند نیز از یک یا چندین سرفاصله زمانی به وجود آمده بین وسایل نقلیه صرف‌نظر کرده‌اند و رعایت مقررات را ترجیح داده‌اند.

میانگین سرفاصله‌های زمانی قبول‌شده توسط عابران پیاده متخلف حدود ۳/۷۵ ثانیه و میانگین سرفاصله‌های زمانی رد شده توسط عابران پیاده قانونمند برابر ۳/٤۹ ثانیه است. انحراف ا ستاندارد در مورد سرفا صله‌های زمانی رد شده تو سط عابران پیاده قانونمند کمتر و در حدود ۱/۹۷ است درحالی‌که انحراف معیار سرفا صله‌های زمانی قبول شده در عابران پیاده متخلف به ۲/٤۷ رسیده است.

چولگی هر دو مجموعه داده‌ها اندکی مثبت است؛ بدین معنی که سرفاصله‌های زمانی بین وسایل نقلیه حول‌وحوش مقادیر پایین متغیر متمرکزند [Naebi, 2009]. همچنین ک شیدگی هر دو گروه داده ها مثبت است؛ بدین معنی که توزیع داده ها از توزیع نرمال بلندتر است و حول میانگین متمرکزشده و از پراکندگی کم‌تری برخوردار ا ست. برای درک بهتر مو ضوع می توان از نمودار ارائه‌شده در شکل ۳ استفاده کرد. این نمودار جعبه‌ای، نشان‌دهنده‌ی سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه برحسب رفتار عابر پیاده در مواجهه با چراغ‌قرمز است.

زمان انتظار عابر پیاده همواره از عوامل تأثیر گذار بر تخلفات عابران پیاده بوده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می شود، زمان انتظار عابران پیاده قانونمند به‌مراتب بیشتر از زمان انتظار افراد متخلف بوده است.

درواقع می‌توان نتیجه گر فت که اغلب عابران پیاده متخلف، هرچه سریع‌تر اقدام به تخلف خواهند کرد. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، نزدیک به نیمی از عابران پیاده متخلف، زمان انتظار صفر ثانیه‌ای دا شته‌اند؛ بنابراین در هنگام ر سیدن به تقاطع توجهی به چراغ‌قرمز و ترافیک عبوری نداشته‌اند. میانگین زمان انتظار عابران پیاده قانونمند در این مطالعه حدود ۲۰ ثانیه بوده است و ۷۵ درصد عابران پیاده، کمتر از ۳۰ ثانیه انتظار برای سبز شدن چراغ‌قرمز را متحمل شده‌اند.

با هدف برر سی اطلاعات به روش آمار تحلیلی و ساخت مدل، متغیر وابسته به همراه متغیرهای مستقل در نرم‌افزار SPSS وارد و تحت تحلیل مدل رگرسیون لجستیک قرار گرفت. از مجموع ۱۵۹۰ داده مربوط به عابر پیاده برداشت‌شده، ۱۵۸۸ عابر پیاده (۹۹,۹ درصد) مورد تحلیل قرارگرفته و ۲ عابر پیاده (۰,۱ درصد) به علت داشتن مقدار گم‌شده و نامعلوم وارد تحلیل نشده‌اند. زمانی که مقدار یکی از متغیرهای وابسته یا مستقل برای یک پاسخگو نامعلوم باشد، رگرسیون لجستیک آن پاسخگو را از تحلیل خارج می‌کند. در این مطالعه به علت خطای انسانی در ثبت اطلاعات، ۲ مورد از عابران پیاده از تحلیل خارج شدند.

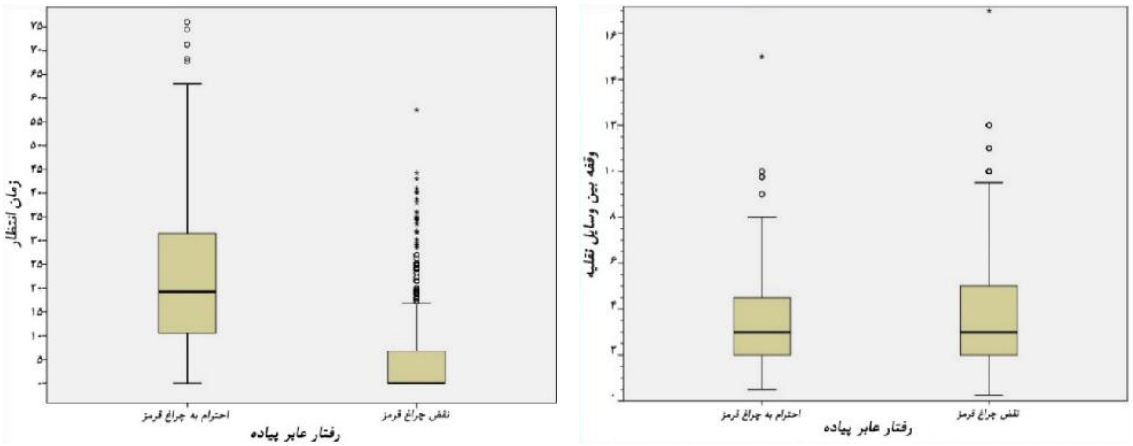
اولین خروجی نرم‌افزار، نتایج مربوط به آزمون اوم‌نی‌بوس[1] (جدول ٦) است که به ارزیابی کل مدل رگرسیونی لجستیک می‌پردازد. این آزمون بررسی می‌کند که مدل تا چه اندازه قدرت تبیین و کارایی دارد. آزمون اوم‌نی‌بوس از ضرایب مدل برای اثبات اینکه مدل جدید (با متغیرهای توضیحی اضافه‌شده)، بهبودی نسبت به مدل پایه است، استفاده می‌کند.

جدول ٤. خلاصه اطلاعات برداشت شده (متغیرهای کمی)

نام متغیر	رفتار عابران پیاده	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی
زمان انتظار عابر پیاده	احترام به چراغ‌قرمز	٢١/٥٧٢٠	١٣/٩٤٢٦٧	٠/٧٥٣	٠/٣٩٧
	نقض چراغ‌قرمز	٥/٠٧٨٩	٩/١٠٢١٢	٢/٢٤٩	٥/٠٦١
	تمام عابران	١٤/٠٢٠٤	١٤/٥١٩١٠	١/٠٣٢	٠/٥٨٦
سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه	احترام به چراغ‌قرمز	٣/٤٩١٠	١/٩٧٠٧١	١/٢٤٨	٢/٥٨١
	نقض چراغ‌قرمز	٣/٧٤٧٩	٢/٤٧٥٢٩	١/٤٣٥	٢/٩٨٩
	تمام عابران	٣/٦٠٨٦	٢/٢١٩٠٢	١/٤٢٣	٣/٢٥٥
عبور گروهی عابر پیاده	احترام به چراغ‌قرمز	٠/٩٣	٢/٠٧٩	٥/٧٩١	٣٦/٣٢٥
	نقض چراغ‌قرمز	٠/٦٠	٠/٧٥٠	٢/٣٨٠	١٠/٤٩٢
	تمام عابران	٠/٧٨	١/٦٢١	٦/٩٤٢	٥٧/٢٩٥
حجم ترافیک وسایل نقلیه	احترام به چراغ‌قرمز	١١/٩٩٥٠	٤/١٨٣٩٥	٠/٦٤٢	١/١٣٨
	نقض چراغ‌قرمز	١٠/٢٣٤٠	٤/٠٩٨٢٥	٠/١٢٤	٠/٨١٤
	تمام عابران	١١/١٨٩٩	٤/٢٣٥٦٠	٠/٣٩٧	١/١١٣
تعداد عابران پیاده در گذرگاه	احترام به چراغ‌قرمز	١٤/٢٨	١١/٦٣٠	٠/٨١٥	−٠/٢٢٩
	نقض چراغ‌قرمز	١٢/٧٣	٩/٨٥٩	١/٠٨٠	٠/٦٢٠
	تمام عابران	١٣/٥٧	١٠/٨٨٠	٠/٩٤٠	٠/١٢٩
تعداد عابران پیاده هم سمت	احترام به چراغ‌قرمز	٨/٨٩	٧/٣٠١	٠/٩٣٣	−٠/٠٩٦
	نقض چراغ‌قرمز	٧/٥٦	٦/٠٠٥	١/٠٤٦	٠/٣١٠
	تمام عابران	٨/٢٨	٦/٧٧٠	١/٠٢٣	٠/٢٠٤
تعداد عابران پیاده قانونمند در گذرگاه	احترام به چراغ‌قرمز	١٠/٧٤	٩/١٥٣	٠/٨٦٩	−٠/٤٦٧
	نقض چراغ‌قرمز	٤/١٨	٦/٦٧١	٢/٢٧٥	٥/٣١٧
	تمام عابران	٧/٧٤	٨/٧٤٤	١/٢٨٠	٠/٦٢٨
تعداد عابران پیاده متخلف هم سمت	احترام به چراغ‌قرمز	١/٨٠	٢/٨٦٥	٢/٠٨٧	٤/٥٨٩
	نقض چراغ‌قرمز	٥/٤٥	٤/٠٦٣	١/٠٥٦	٠/٥٣٣
	تمام عابران	٣/٤٧	٣/٩١٤	١/٣٧٧	١/٥١٤
طول گذرگاه	احترام به چراغ‌قرمز	١٢/٤٩٩	٢/٠١١٧	٠/١٠٩	−٠/٢٥٢
	نقض چراغ‌قرمز	١٠/٩٥٧	٢/٠٥٨٧	٠/٤٥٠	٠/٢٣٨
	تمام عابران	١١/٧٩٣	٢/١٧٣٢	٠/١٩٣	−٠/٢٥٠
مدت‌زمان چراغ‌قرمز	احترام به چراغ‌قرمز	٤٢/٨١	١٤/٥١٧	١/٨٢٦	٢/٤٥٧
	نقض چراغ‌قرمز	٥٢/١٨	٢٠/٩٠٥	٠/٢٣٤	−١/٦٦٠
	تمام عابران	٤٧/١٠	١٨/٣٢٩	٠/٩٠٩	−٠/٦٩٤
عرض جداکننده میانی	احترام به چراغ‌قرمز	٠/٦٢٣٢	١/٩٣٧٨٨	٣/٦٦٢	١١/٨٦١
	نقض چراغ‌قرمز	٠/٢٣٣٥	١/٠٣٢٥٣	٧/٥١٦	٥٦/٧٠٠
	تمام عابران	٠/٤٤٤٨	١/٦٠٠١١	٤/٦٣٤	٢٠/١٥٧

جدول ۵. خلاصه اطلاعات برداشت شده (متغیرهای کیفی)

نام متغیر		درصد مشاهده‌شده	درصد رفتار عابرپیاده	
			احترام به چراغ قرمز	نقض چراغ قرمز
نوع تداخل	ترافیک عبوری	٪۸۷/۷	٪۶۱/۶	٪۳۸/۴
	ترافیک سمت دیگر	٪۱۳/۱	٪۲۸/۴	٪۷۱/۶
	گردش به چپ	٪۸/۲	٪۲۴/۶	٪۷۵/۴
محل ورود عابر پیاده	پیاده رو	٪۷۸/۲	٪۵۹/۹	٪۴۰/۱
	جداکننده میانی	٪۲۱/۸	٪۳۳/۷	٪۶۶/۳
کمبود قابلیت‌های فیزیکی	ندارد	٪۹۵/۳	٪۵۲/۸	٪۴۷/۲
	دارد	٪۴/۷	٪۸۴/۲	٪۱۷/۶
خیابان یک‌طرفه یا دوطرفه	دو طرفه	٪۴۱/۹	٪۳۷/۷	٪۶۲/۳
	یک طرفه	٪۵۸/۱	٪۶۶/۱	٪۳۳/۹



شکل ۳. نمودارهای جعبه ای سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه و زمان انتظار در برابر رفتار عابر پیاده

این آزمون از آزمون های کای اسکوئر برای بررسی وجود تفاوت عمده بین لگاریتم در ست نمائی مدل پایه و مدل جدید، ا ستفاده می‌کند. اگر میزان لگاریتم در ست نمائی در مدل جدید نسبت به مدل پایه کاهش چشمگیری دا شته با شد، مدل جدید واریانس ها را بهتر از مدل پایه نشان می‌دهد؛ بنابراین مدل جدید مناسب خواهد بود. با توجه به نتایج حاصل از آزمون اومنی‌بوس در مرحله هفتم، برازش مدل قابل‌قبول و در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۱ معنی‌دار است. همچنین مقدار کای اسکوئر در این مرحله برابر ۱۲۸۰/۱۱۶ با درجه آزادی ۷ است.

جدول ٦. آزمون اومنی‌بوس ضرایب مدل

گام	کای اسکوئر	درجه آزادی	سطح خطا
هفتم	۱۲۸۰/۱۱۶	۷	۰/۰۰۰

آماره نکوئی برازش هو سمر – لمشو[۲] که تو سط جدول ۷ ارائه شده است، در مرحله هفتم با کای اسکوئر ۷۵/۵۲۲، نشان می‌دهد برازش میزان پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۱ معنی‌دار است. بدین معنی که مدل تحقیق مناسب بوده و از برازش لازم برخوردار است؛ بنابراین متغیرهای مستقل قادر به پیش‌بینی نسبت بالایی از تغییرات متغیر وابسته یعنی وضعیت نقض چراغ‌قرمز عابر پیاده است.

جدول ۷. آزمون هوسمر - لمشو

گام	کای اسکوئر	درجه آزادی	سطح خطا
هفتم	۷۵/۵۵۲	۷	۰/۰۰۰

پس از اجرای تحلیل رگرسیون لجستیک، می‌توانیم قدرت مدل در تفکیک افراد در طبقات متغیر وابسته را با استفاده از جدول طبقه‌بندی تعیین کنیم. جدول ۸ که به جدول طبقه‌بندی معروف است، به ما کمک می‌کند تا از طریق ترسیم توافقی پاسخ‌ها در طبقات مشاهده‌شده و مورد انتظار، عملکرد مدل و قدرت تفکیک افراد در طبقات متغیر وابسته را ارزیابی کنیم. این جدول به‌صورت توافقی نسبت‌های پاسخ مشاهده‌شده در طبقات متغیر وابسته (نقض چراغ‌قرمز عابر پیاده) را به پاسخ مورد انتظار در همان طبقات نشان می‌دهد. این جدول به ما کمک می‌کند تا میزان عملکرد پیش‌بینی پذیری مدل را ارزیابی کنیم.

در این جدول، برای هر پاسخگویی طبقه پیش‌بینی‌شده پاسخ با گزینش طبقه‌ای که بالاترین احتمال پیش‌بینی‌شده مدل را دارد، انتخاب می‌شود. همچنین در این جدول، خانه‌های قطری، تعداد پیش‌بینی‌های صحیح را نشان می‌دهند و خانه‌های خارج از قطر نیز تعداد پیش‌بینی‌های غیر صحیح را نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج جدول ۸ می‌توانیم به صحت‌وسقم مدل در طبقه‌بندی افراد پی ببریم. ملاحظه می‌شود که صحت طبقه‌بندی افراد در این مرحله به ۹۰/۳٪ رسیده است؛ یعنی با اطمینان ۹۰/۳٪ می‌توانیم بگوییم در این مطالعه قادریم تغییرات متغیر وابسته نقض چراغ‌قرمز را تبیین کنیم. ضمن آن‌که در این مرحله، طبقه‌بندی اشتباه در گروه عابران پیاده قانونمند و در گروه عابران پیاده متخلف به ترتیب فقط ۷۲ نفر و ۸۲ نفر بوده است.

جدول ۸. طبقه‌بندی برای سنجش عملکرد مدل در گام هفتم

رفتار مشاهده شده	رفتار پیش‌بینی شده		درصد پیش‌بینی صحیح
	احترام	نقض	
احترام	۷۹۰	۷۲	۹۱/۶
نقض	۸۲	٦٤٤	۸۸/۷
	درصد کل		۹۰/۳

خروجی اصلی نرم افزار، جدولی با عنوان متغیرهای معادله است که ضمن ارائه خلاصه‌ای از نقش هر متغیر در مدل، نشان می‌دهد که کدام متغیرها بعد از اجرای رگرسیون لجستیک، در مدل باقی‌مانده‌اند. جدول ٤ مهم‌ترین جدول در تفسیر نتایج مربوط به معنی‌داری و میزان تأثیر هر متغیر مستقل بر متغیر وابسته است. توجه به این نکته ضروری است که خروجی نرم‌افزار، جهت اطلاع محققان، برای هر گام یک جدول متغیرها در معادله ارائه می‌کند که در اینجا جدول مربوط به گام نهایی یعنی گام هفتم ارائه شده است. در این جدول، چندین آماره مهم وجود دارد که برای تفسیر نتایج، دانستن ماهیت و کارکرد آن‌ها ضروری است. آماره B همان ضریب تأثیر رگرسیونی استاندارد نشده است. درواقع این آماره ضریب برآورد شده، همراه با خطای استاندارد است. این ضریب نشان‌دهنده رابطه بین یک متغیر توضیحی داده‌شده و متغیر وابسته است و نشان‌دهنده این است که پس از تغییر یک واحد در متغیر توضیحی، متغیر وابسته دقیقاً چقدر تغییر خواهد کرد. ضریب تأثیر رگرسیونی درواقع همان شیب در رابطه خطی است. آماره والد مهم‌ترین آماره برای آزمون معنی‌داری حضور هر متغیر مستقل در مدل است که می‌توانیم از طریق سطح معنی‌داری (Sig.) به این امر پی ببریم. درواقع آماره والد معادل آماره t در رگرسیون خطی است. در تفسیر نتایج آماره والد بایستی توجه شود چنانچه مقدار این آماره برای هر متغیر در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۵ معنی‌دار باشد، در آن صورت نتیجه می‌گیریم که وجود آن متغیر در مدل مفید و اثر آن معنی‌دار است.

آماره نسبت بخت‌ها (که در نرم‌افزار SPSS با Exp(B) نشان داده می‌شود) عبارت است از تغییر پیش‌بینی شده در بخت‌ها به ازای یک واحد افزایش در متغیر مستقل. این نسبت معادل ضرایب رگرسیونی استاندارد شده (Beta) در رگرسیون خطی است که برای تفسیر نتایج تحقیق از آن استفاده می‌شود. مواقعی که نسبت بخت‌ها کوچک‌تر از عدد یک باشد، در آن صورت می‌گوییم که با افزایش مقادیر متغیر مستقل، احتمال وقوع پدیده

کاهش می‌یابد (اثر مثبت). برعکس، مواقعی که نسبت بخت‌ها بزرگ‌تر از عدد یک باشد، در آن صورت می‌گوییم که با افزایش مقادیر متغیر مستقل، احتمال وقوع پدیده افزایش می‌یابد (اثر منفی)؛ بنابراین در تحلیل رگرسیون لجستیک، تأثیر منفی هر متغیر مستقل در مدل را می‌توان از طریق علامت منفی مقدار آماره B و از طریق کوچک‌تر بودن مقدار نسبت بخت‌ها از عدد یک تشخیص داد. برای اینکه پی ببریم کدام متغیرها بر متغیر وابسته تأثیر آماری معنی‌داری دارند، از آماره والد استفاده می کنیم؛ اما برای این‌که پی ببریم میزان تأثیر هر یک از این متغیرها بر متغیر وابسته چقدر است، از آماره نسبت بخت‌ها استفاده می کنیم؛ بنابراین آماره والد مقدم بر آماره نسبت بخت‌ها است.

با استناد به نتایج خلاصه شده در جدول ۹ می‌توان گفت که از مجموع ۱۵ متغیر مستقل وارد شده به تحلیل رگرسیونی، تعداد ۷ متغیر قادر به پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته یعنی نقض چراغ‌قرمز عابر پیاده هستند و توانایی پیش‌بینی آن‌ها در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۱ معنی‌دار است.

با توجه به نتایج جدول ۹، اولین متغیر تأثیرگذار بر نقض چراغ‌قرمز عابر پیاده، تعداد عابران پیاده متخلف در همان سمت گذرگاه که عابر پیاده حضور دارد، است. درواقع عابر پیاده با مشاهده سایر عابران پیاده متخلف به تخلف ترغیب می‌شود. نسبت بخت‌ها برای این متغیر برابر ۱/۸۱٤ است، به این معنی که افزایش یک واحدی در متغیر عابر پیاده متخلف در گذرگاه و مشاهده آن توسط سایر افراد، موجب افزایش ۸۱/٤ درصدی احتمال تخلف برای آن‌ها خواهد شد.

متغیر دوم تأثیرگذار بر رفتار متخلفانه عابران پیاده، تعداد عابران پیاده هم سمت در گذرگاه است. نسبت بخت‌ها در این متغیر برابر ۰/۷۹۳ است. به دلیل آن‌که نسبت بخت‌ها در این متغیر کمتر از یک است، بنابراین این متغیر بر روی وقوع پدیده اثر مثبت دارد. به‌عبارت‌دیگر با افزایش تعداد عابران پیاده هم سمت در گذرگاه، احتمال تخلف عابران پیاده به نسبت ۲۰/۷ درصد کاهش پیدا می‌کند.

سومین متغیر تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده در مواجهه با چراغ‌قرمز عابر پیاده، طول گذرگاه عابر پیاده است. نسبت بخت‌ها در این متغیر برابر ۰/۸۱۵ است، بنابراین تأثیر این متغیر

جدول ۹. متغیرهای معادله در گام هفتم

متغیر مستقل	B	خطای استاندارد (S.E.)	والد (Wald)	درجه آزادی (df)	سطح معنی‌داری (Sig.)	نسبت بخت‌ها (Exp(B))
تعداد عابران پیاده هم سمت	-۰/۲۳۱	۰/۰۲٤	۹۲/۰۲۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۷۹۳
تعداد عابران پیاده متخلف هم سمت	۰/۵۹۵	۰/۰٤۸	۱۵۵/۷۹۳	۱	۰/۰۰۰	۱/۸۱٤
زمان انتظار عابر پیاده	-۰/۱٤۱	۰/۰۱۰	۲۰۳/۷۱٦	۱	۰/۰۰۰	۰/۸٦۸
سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه	۰/۱٦۳	۰/۰۵۱	۱۰/۲۱۳	۱	۰/۰۰۱	۱/۱۷۸
طول گذرگاه	-۰/۲۰٤	۰/۰٤۳	۲۲/۳۳۷	۱	۰/۰۰۰	۰/۸۱۵
عرض جداکننده میانی	-۰/۱۵۷	۰/۰٦۱	٦/۷۳۲	۱	۰/۰۰۹	۰/۸۵٤
مدت‌زمان چراغ‌قرمز	۰/۰۲۸	۰/۰۰۷	۱۸/۱۳۸	۱	۰/۰۰۰	۱/۰۲۸
مقدار ثابت	۱/۹۱۵	۰/٦۲٤	۹/٤۳۵	۱	۰/۰۰۲	٦/۷۸۸

یادداشت: تعداد مشاهدات: ۱۵۸۸، لگاریتم درست نمائی(-2 Log likelihood): ۹۰۹/٦۵۸، سطح خطا کمتر از ۰/۰۱، کای اسکوئر(chi-square): ۷۵/۵۲۲.

از نوع مثبت است. به این معنی که با افزایش یک واحدی متغیر طول گذرگاه عابر پیاده، احتمال تخلف ۱۸/۵ درصد کاهش می‌یابد.

متغیر چهارم در معادله پیش‌بینی احتمال تخلفات عابران پیاده، سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه است. نسبت بخت‌ها در این متغیر ۱/۱۷۸ است؛ بنابراین تأثیر این متغیر به‌صورت منفی است و افزایش سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه عبوری از گذرگاه، به نسبت ۱۷/۸ درصد موجب افزایش احتمال تخلف عابران پیاده خواهد شد.

پنجمین متغیر مؤثر در این مطالعه، عرض جداکننده میانی است. نسبت بخت‌های ۰/۸۵٤ در این متغیر نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت این متغیر است؛ بنابراین افزایش عرض جداکننده‌های میانی باعث کاهش به نسبت ١٤/٦ در صدی تخلفات عابران پیاده می شود.

متغیر ششم تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده، زمان انتظار عابران پیاده است. تأثیر این متغیر بر میزان تخلفات عابران پیاده مثبت است؛ یعنی عابران پیاده پس از آن‌که زمان انتظار آن‌ها افزایش پیدا کرد، به نسبت ۱۳/۲ درصد کمتر مرتکب تخلف خواهند شد.

درنهایت هفتمین متغیر تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده در تخلف عبور از چراغ‌قرمز، مدت‌زمان چراغ‌قرمز عابران پیاده تشخیص داده شد. نسبت بخت‌های ۱/۰۲۸ و اثر منفی این متغیر نشان می‌دهد که با افزایش مدت‌زمان قرمز بودن چراغ عابر پیاده، احتمال تخلف به نسبت ۲/۸ درصد افزایش می‌یابد.

همچنین بر اساس نتایج جدول ۹ می‌توانیم مدل رگرسیونی لجستیک را در مرحله هفتم به صورت معادله ۳ نشان دهیم. در این معادله عبارات Ped.N تعداد عابران پیاده هم‌جهت، Vio.N تعداد تخلف در همان سمت گذرگاه، Wait.T زمان انتظار عابر پیاده، Gap سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه، L.CW طول گذرگاه، L.Med عرض جداکننده میانی و Red.D مدت‌زمان قرمز بودن چراغ عابر پیاده است.

۵. اعتبارسنجی

با هدف اعتبارسنجی مدل و بررسی صحت مدل در گذرگاه‌هایی که دخالتی در مدل‌سازی نداشته‌اند، تعداد ۳ گذرگاه جدید آماربرداری شد و رفتار عابران پیاده در این گذرگاه‌ها ثبت گردید. در برداشت‌های جدید از همان تصاویر ویدئویی قبلی استفاده شد تا تاثیر عوامل جوی و نور محیط حداقل گردد. جدول ۱۰ مشخصات گذرگاه‌های جدید را نشان می‌دهد. جدول ۱۱ نیز آمار مربوط به تعداد عابران پیاده و وسایل نقلیه و رفتار عابران پیاده به تفکیک در گذرگاه‌های انتخاب شده برای اعتبار سنجی را نشان می‌دهد.

پس از تحلیل داده‌های انتخاب شده در مرحله اعتبارسنجی توسط مدل، جدول ۱۲ به عنوان صحت طبقه‌بندی مدل در اعتبارسنجی بدست آمد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مدل توانسته است ۸۵/۱ درصد از رفتارهای عابران پیاده را در مرحله اعتبارسنجی به درستی پیش‌بینی کند.

$$logit(Y) = ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = 1.915 - 0.231(Ped.N) + 0.595(Vio.N) - 0.141(Wait.T) + 0.163(Gap) - 0.204(L.CW) - 0.157(L.Med) + 0.028(Red.D) \quad (۳)$$

جدول ۱۰. مشخصات گذرگاه های انتخاب شده جهت اعتبارسنجی

نام تقاطع	نام گذرگاه	طول گذرگاه (متر)	عرض میانه (متر)	مدت‌زمان چراغ‌قرمز عابر (ثانیه)
امام خمینی – مدرس	جنوبی – رفت	۹/٤	۰/۱	٦۱
	جنوبی - برگشت	۹/۲	۰/۱	٦۱ و ۲۷
احمدآباد	شرقی – برگشت	۱۰/۱	۸/٤	۵۷ و ۵۰

جدول ۱۱. تعداد عابران پیاده و وسایل نقلیه و رفتار عابران پیاده به تفکیک گذرگاه (اعتبارسنجی)

نام گذرگاه	حجم ترافیک وسایل نقلیه	نوع آمار	رفتار عابر پیاده		مجموع
			احترام به چراغ‌قرمز	نقض چراغ‌قرمز	
امام خمینی – مدرس جنوبی - رفت	۱۲۱۱	تعداد	٤۲	۱٤۹	۱۹۱
		درصد	٪۲۲/۰	٪۷۸/۰	
امام خمینی – مدرس جنوبی - برگشت	۱۵٤۰	تعداد	۳۸	۲۱۹	۲۵۷
		درصد	٪۱٤/۸	٪۸۵/۲	
احمدآباد شرقی – برگشت	۲۸۹۳	تعداد	۵۱	۳۲	۸۳
		درصد	٪٦۱/٤	٪۳۸/٦	

جدول ۱۲. طبقه‌بندی برای سنجش عملکرد مدل در اعتبارسنجی

رفتار مشاهده شده	رفتار پیش‌بینی شده		درصد پیش‌بینی صحیح
	احترام	نقض	
احترام	۱۰۹	۲۲	۸۳/۲
نقض	۵۷	۳٤۳	۸۵/۷
	درصد کل		۸۵/۱

٦. بحث

مطالعه حال حاضر باهدف بررسی عوامل بیرونی تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده در برابر چراغ‌قرمز در تقاطع های چراغ‌دار شهری نگارش شد. بدین منظور، تعداد ۱۵ متغیر مستقل برای سنجش و پیش‌بینی رفتار عابران پیاده تعریف شد که پس از مدل‌سازی به روش رگرسیون لجستیک، ۷ متغیر بر رفتار عابران پیاده تأثیرگذار تشخیص داده شد.

حجم ترافیک عبوری عابران پیاده بر رفتار آن ها در برابر چراغ‌قرمز تأثیرگذار است. در این مطالعه این حجم به دو شکل در مدل‌سازی وارد شد. یک متغیر با عنوان تعداد عابران پیاده تعریف شد که حجم عبوری تمام عابران پیاده از گذرگاه را در هر فاز چراغ فرماندهی مدنظر قرار می‌داد. در کنار این متغیر، متغیر دومی با عنوان حجم عابران پیاده هم سمت نیز در نظر گرفته شد. درواقع برای هر عابر پیاده، حجم عابران پیاده‌ای که در طول فاز قرمز چراغ فرماندهی، در همان سمت ورود او به تقاطع می‌رسند، ثبت گردید. دلیل در نظر گرفتن این دو متغیر، ارزیابی این موضوع بود که آیا عابر پیاده از تعداد عابران پیاده سمت دیگر گذرگاه تأثیر می پذیرد یا خیر؟ نتایج تحلیل نرم‌افزاری نشان داد که تعداد کل عابران پیاده در گذرگاه بر رفتار عابر پیاده تأثیرگذار نبوده و عابر پیاده تحت تأثیر تعداد عابران پیاده هم سمت در گذرگاه است. این موضوع احتمالاً در گذرگاه‌های با طول زیاد، محسوس‌تر باشد. درواقع عابران پیاده

کمتر متوجه عابران پیاده سمت دیگر خیابان هستند و بیش‌تر از عابران پیاده سمت خودشان تأثیر می‌گیرند. تحلیل نرم‌افزاری نشان داد که تأثیر عامل تعداد عابران پیاده هم سمت بر تخلفات عابران پیاده مثبت است. بدین‌صورت که هرچه تعداد عابران پیاده هم سمت افزایش پیدا کند، تخلفات عابران پیاده کمتر خواهد شد. نتایج تحلیل نشان داد که به ازای هر واحد افزایش در این متغیر، احتمال تخلف عابر پیاده ۲۰/۷ درصد کاهش پیدا خواهد کرد؛ بنابراین بایستی انتظار داشت در تقاطع های پرازدحام شهری ازنظر تعداد عابران پیاده، تخلفات کاهش یابد. در مطالعات گذشته تأثیر تخلفات سایر عابران پیاده بر رفتار عابر پیاده هدف به اثبات رسیده بود [Zhou, Horrey and Yu, 2009]. درواقع زمانی که عابر پیاده تخلفات سایر عابران پیاده را مشاهده می‌کند، به دلیل گرایش انطباقی که در وی وجود دارد، به تخلف ترغیب می‌شود. در این مطالعه نیز تأثیر منفی این موضوع به‌وضوح دیده و اثبات شد. مشابه متغیر تعداد عابران پیاده، برای متغیر تعداد عابران پیاده متخلف نیز دو متغیر در مدل ثبت گردید. یک متغیر برای تعداد کل عابران پیاده متخلف و یک متغیر برای تعداد عابران پیاده متخلف هم سمت، تعریف شد تا تأثیر عابران پیاده متخلف سمت دیگر خیابان بر رفتار عابر پیاده هدف سنجیده شود. در این متغیر نیز نتایج حاکی از عدم تأثیر تعداد عابران پیاده متخلف سمت دیگر بر رفتار عابر پیاده بود و فقط تعداد عابران پیاده متخلف هم سمت تأثیرگذار بود. تحلیل اطلاعات نشان داد احتمال تخلف عابران پیاده با مشاهده عابران پیاده متخلف دیگر به میزان ۸۱/٤ درصد افزایش پیدا خواهد کرد. درواقع حسی درونی در عابران پیاده آن‌ها را در مورد انجام رفتاری مشابه رفتار دیگران ترغیب می کند. این موضوع تفاوت عمده کشورهای درحال‌توسعه با کشورهای توسعه‌یافته است. درواقع در کشورهای درحال‌توسعه افراد بااینکه به‌درستی رفتار خود مطلع هستند، ترس از تفاوت نسبت به سایرین آن‌ها را به تخلف ترغیب می‌کند. این موضوع را به‌صورت معکوس نیز می‌توان مورد تحلیل قرار داد. به‌عبارت‌دیگر افرادی که قصد تخلف دارند، با مشاهده افراد قانونمند از تصمیم خود منصرف خواهند شد؛ بنابراین با گسترش تعلیمات اجتماعی اصولی و با توجه به در صد بالای تأثیرگذاری این عامل بر تخلفات عابران پیاده، می‌توان انتظار داشت که میزان تخلفات عابران پیاده به شکل چشمگیری کاهش پیدا کند.

زمان انتظار عابر پیاده ازجمله عوامل تأثیرگذار مثبت در این مطالعه بود و نشان داد در صورت افزایش این زمان، احتمال تخلف عابر پیاده به نسبت ۱۳/۲ درصد کاهش پیدا خواهد کرد. درواقع هرچه از زمان حضور عابر پیاده در تقاطع سپری می شود، احتمال اقدام به تخلف عابر پیاده کاهش می‌یابد و احتمالاً عابر پیاده کمتر مرتکب تخلف خواهد شد. همان‌طور که اشاره شد، اغلب عابران پیاده متخلف بدون انتظار برای کاهش ترافیک اقدام به تخلف عبور از چراغ‌قرمز کرده‌اند که این موضوع می تواند تحت تأثیر سرفاصله زمانی زیاد بین وسایل نقلیه باشد. همچنین ۷۵ درصد عابران پیاده قانونمند، کمتر از ۳۰ ثانیه منتظر سبز شدن چراغ‌قرمز فرماندهی معطل شده‌اند. آگاهی از این موضوع می‌تواند میزان تخلفات عابران پیاده را کاهش دهد. درواقع اگر عابر پیاده بداند زمان زیادی تا سبز شدن چراغ فرماندهی برای وی باقی نمانده است، کمتر مرتکب تخلف خواهد شد. این اقدام می‌تواند با نصب شمارشگرهای زمان باقی‌مانده تا سبز شدن چراغ، بر روی چراغ فرماندهی عابر پیاده صورت گیرد.

سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه از دیگر عوامل تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده بود. عابران پیاده متخلف از فاصله به وجود آمده بین وسایل نقلیه سوءاستفاده کرده و اقدام به تخلف می کنند. مطالعات گذشته نشان داده است هرچه این فاصله افزایش یابد، تمایل عابر پیاده به عبور از گذرگاه افزایش می‌یابد [Koh and Wong, 2014]. در این مطالعه مشاهده شد افزایش یک‌ثانیه‌ای در سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه، احتمال تخلف عابر پیاده را ۱۷/۸ درصد افزایش می‌دهد؛ بنابراین این عامل

تأثیر منفی بر تخلفات عابران پیاده دارد. این نتایج در راستا با تحقیقات صورت گرفته توسط داداتا و همکاران است [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014]؛ بنابراین با کاهش فاصله بین وسایل نقلیه، تخلفات عابران پیاده کاهش خواهد یافت؛ اما موضوعی که به‌طور اختصاصی نیاز به بررسی دارد این است که این روند کاهشی تا چه سرفاصله زمانی ادامه خواهد یافت. احتمال می‌رود اگر سرفا صله زمانی بین و سایل نقلیه آن‌چنان کم شود که در سرعت آن‌ها تأثیرگذار باشد، عابران پیاده با مشاهده سرعت کم وسایل نقلیه و نزدیکی شرایط به راه‌بندان، اقدام به تخلف کنند. بنابراین ارزیابی این موضوع که رابطه بین تخلفات عابران پیاده و سرفاصله زمانی بین و سایل نقلیه همواره مستقیم و خطی ا ست، نیاز به برر سی در مطالعات آینده دارد.

در تمامی مطالعات صورت گرفته قبلی م شاهده شد که هرچه طول گذرگاه بیشتر باشد، احتمال تخلف عابران پیاده کاهش پیدا می کند [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014, Yang and Sun, 2013]. در این مطالعه نیز تأثیر مثبت طول گذرگاه بر تصمیم‌گیری عابران پیاده برای تخلف بار دیگر اثبات شد. به‌نحوی‌که مشاهده گردید هر متر افزایش طول گذرگاه، احتمال تخلف عابران پیاده را ۱۸/۵ درصد کاهش می دهد. درواقع عابران پیاده ریسک تخلف را در گذرگاه‌های با طول زیاد کمتر می‌پذیرند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت یکی از راه کار های کاهش تخلفات، می‌توا ند افزایش عرض خیا بان باشد. توجه به این نکته ضروری است که ایمنی عابران پیاده متخلف در گذرگاه‌های با طول زیاد به‌شدت به خطر می‌افتد. بنابراین افزایش طول گذرگاه عابر پیاده در کنار کاهش تخلفات، ایمنی عابران پیاده متخلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در این مطالعه عرض جداکننده میانی نیز از عوامل تأثیرگذار بر کاهش تخلفات عابران پیاده تشخیص داده شد. با توجه به اینکه در محا سبات، عرض جداکننده میانی برای گذرگاه‌هایی که فاقد آن بودند صفر در نظر گرفته شد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که وجود جداکننده میانی در خیابان‌های دوطرفه باعث کاهش احتمال تخلف عابران پیاده می‌شود. هر متر افزایش در عرض جداکننده میانی، احتمال تخلفات عابران پیاده را ۱٤/٦ درصد کاهش می‌دهد. درواقع عابر پیاده در جداکننده میانی احساس امنیت بیشتری داشته و منتظر سبز شدن چراغ فرماندهی می ماند؛ اما اگر خیابان دوطرفه فاقد جداکننده میانی باشد، عابر برای گریختن از شرایط خطرناکی که در میانه خیابان دارد، تصمیم به عبور از چراغ‌قرمز عابر پیاده می‌گیرد؛ بنابراین احداث جداکننده‌های میانی علاوه بر کاهش میزان تخلفات عابران پیاده، موجب افزایش ایمنی آن‌ها نیز خواهد شد.

آخرین متغیر تأثیر گذار بر رفتار عابران پیاده در تقاطع های چراغ‌دار، مدت‌زمان قرمز بودن چراغ فرماندهی بود. در مطالعات گذشته این عامل همواره ازجمله عوامل تأثیرگذار بر رفتار متخلفان بوده است [Brosseau et al. 2012]. در این مطالعه نیز به اثبات رسید که افزایش مدت‌زمان قرمز بودن چراغ عابر پیاده، احتمال تخلفات را به نسبت ۲/۸ در صد افزایش می‌دهد. این نتیجه هم‌راستا با مطالعات قبلی در این خصوص است [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014, Lange et al. 2016]. در مطالعات قبلی [Hamed, 2001] دیده شد که اگر عابر پیاده با تقاطع آشنایی داشته باشد، احتمال تخلف از جانب وی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان در صدی از این افزایش احتمال تخلف را مرتبط با عابران پیاده‌ای دانست که با تقاطع آشنایی دارند. کاهش زمان قرمز بودن چراغ فرماندهی برای عابران پیاده در تقاطع های چراغ‌دار می‌توا ند تخلفات عابران پیاده را کاهش دهد. اهمیت این مو ضوع در گذرگاه‌های با طول کم بیشتر است. در این گذرگاه‌ها عابران پیاده به دلیل عرض کم خیابان، بی شتر مرتکب تخلف خواهند شد و یکی از راهکارهای کاهش تخلفات در این تقاطع‌ها، کوتاه کردن چرخه چراغ فرماندهی است. در این گذرگاه‌ها عبور عابر پیاده سریع‌تر صورت خواهد گرفت، بنابراین می‌توان زمان سبز بودن چراغ

عابر پیاده را نیز باهدف ایجاد تعادل در چرخه چراغ فرماندهی، کاهش داد.

همچنین در این مطالعه متغیر حجم وسایل نقلیه تأثیرگذار شناخته نشد. این موضوع برخلاف تحقیقات داداتا و همکاران بود [Duduta, Zhang and Kroneberger, 2014]. با توجه به این‌که در تحقیقات صورت گرفته جهانی همواره حجم ترافیک عبوری ازجمله عوامل تأثیرگذار بر رفتار عابران پیاده بوده است، می‌توان عدم تأثیرگذاری حجم ترافیک بر رفتار عابران پیاده در این مطالعه را مرتبط با ویژگی‌های اقلیمی عابران پیاده دانست. درواقع می‌توان نتیجه گرفت عابران پیاده مشهدی، برخلاف سایر کشورها، توجهی به حجم ترافیک و سایل نقلیه عبوری از خیابان ندارند.

در مطالعات گذشته تفاوت معناداری بین رفتار عابران پیاده که تنها هستند و عابران پیاده‌ای که در گروه‌های دو یا چندنفری به گذرگاه می‌رسند، وجود داشت [Mohammadi and Shafabakhsh, 2016]، اما در این مطالعه عبور گروهی عابران پیاده نیز تأثیری بر رفتار عابران پیاده نداشت. اینکه عابر پیاده هدف به‌تنهایی در حال پیاده‌روی باشد یا به همراه فرد دیگری، تأثیری بر رفتار او ندارد. هرچند در مطالعات گذشته دیده شد که رانندگان در مقابل گروهی از عابران پیاده بیشتر تسلیم شده و با توقف یا کاهش سرعت و تغییر جهت، اجازه عبور را به آن‌ها می‌دهند. همچنین برخلاف مطالعات ژانگ و همکاران [Zhang et al. 2016]، کمبود قابلیت‌های فیزیکی تأثیری بر احتمال تخلفات عابران پیاده نداشت. بیشترین فراوانی مشاهده‌شده در مورد گروه افرادی که در وضعیت کمبود قابلیت‌های فیزیکی در این مطالعه تعریف می‌شدند، مربوط به همراه داشتن کالسکه یا کودک خرد سال بود. تحلیل اطلاعات نشان داد که این عامل اهمیت چندانی برای عابران پیاده ندارد. محل ورود عابران پیاده به خیابان نیز از دیگر عواملی بود که تأثیر معنی‌داری از آن بر رفتار عابر پیاده مشاهده نشد؛ بنابراین این موضوع که عابر پیاده در پیاده‌رو باشد یا در جداکننده میانی، تأثیری بر رفتار وی ندارد. این موضوع برخلاف برخی از تحقیقات گذشته بود که در آن‌ها عابران پیاده‌ای که در جداکننده میانی خیابان حضور داشتند، سرفاصله‌های زمانی کوتاه‌تری برای عبور از خیابان انتخاب می‌کردند [Shariat et al. 2014]. نوع تداخل عابران پیاده با وسایل نقلیه نیز تأثیری بر رفتار آنان ندارد. بدین معنی که تفاوتی بین ترافیک با حرکت مستقیم در تقاطع و یا ترافیک با گردش‌به‌چپ و سایر حرکات وسایل نقلیه در تقاطع، وجود ندارد. به همین ترتیب یک‌طرفه یا دوطرفه بودن خیابان محل گذرگاه عابر پیاده نیز تأثیری بر رفتار آن‌ها ندارد.

۷. نتیجه‌گیری

نتایج عملی حاصل از این مطالعه می‌تواند کارشناسان و فعالان حوزه حمل‌ونقل را برای کاهش تخلفات عابران پیاده یاری کند. توجه به عوامل تأثیرگذار بر تخلفات عابران پیاده که در این مطالعه بررسی شد، در مباحث مرتبط با فرهنگ‌سازی و طراحی ترافیک کاربرد خواهد داشت. همان‌طور که اشاره شد، عابران پیاده در تقاطع‌هایی که عبور و مرور عابران پیاده کمتر است، بیشتر مرتکب تخلف می‌شوند. این موضوع در کنار این حقیقت که توجه رانندگان وسایل نقلیه عبوری به عابران پیاده در تقاطع‌های با حجم عبوری عابر پیاده کم، کمتر است، می‌تواند موجب بروز خطرات زیادی گردد. بنابراین نیاز است فعالان حوزه حمل‌ونقل توجه خاصی به این تقاطع‌ها داشته باشند و با اقداماتی نظیر کاهش سرعت وسایل نقلیه، از بروز سوانح احتمالی جلوگیری کنند.

در مباحث گرایش انطباق (حس درونی فرد که او را به انجام رفتاری مشابه رفتار جامعه وادار می‌کند) و زمان انتظار برای عابران پیاده که ارتباط تنگاتنگی با مباحث روانشناسی دارد، به این نتیجه رسیدیم که نصب شمارشگر زمان باقی‌مانده تا سبز شدن چراغ عابر پیاده می‌تواند موجب کاهش تخلفات عابران پیاده شود. بدین نحو که عابر پیاده با آگاهی از زمان باقی‌مانده

تا سبز شدن چراغ، از زمان واقعی انتظار خود مطلع می شود و کمتر مرتکب تخلف خواهد شد. علاوه بر این، با توجه به نتایج بحث گرایش انطباق، هر عابر پیاده قانونمند می‌تواند سایر عابران پیاده را به عدم تخلف تشویق کند.

در گذرگاه‌های چراغ‌دار با طول زیاد، بهتر است از تقسیم عرض خیابان به چند قسمت و استفاده از جزایر حفاظتی برای عبور عابران پیاده خودداری گردد. وجود این جزایر حفاظتی و حتی جداکننده‌های فیزیکی که در جداسازی وسایل نقلیه دارای رویکرد گردش به چپ کاربرد دارد، موجب افزایش تخلفات عابران پیاده می‌شود. این جزایر حفاظتی مناسب عبور کم‌خطر عابران پیاده در گذرگاه‌های بدون چراغ است.

برخلاف جداکننده های حفاظتی، اگر گذرگاه دارای جداکننده میانی بین دو مسیر رفت و برگشت باشد، تخلفات عابران پیاده کاهش پیدا می‌کند. درصد بالایی از این کاهش تخلفات مرتبط با عابران پیاده‌ای هست که یکی از مسیرهای رفت و یا برگشت را بدون تخلف پشت سر گذاشته و در میانه خیابان منتظر فرصت مناسب برای عبور از مسیر دیگر است. در صورتی‌که خیابان دارای جداکننده میانی باشد و این جداکننده عرض مناسبی داشته باشد، عابر پیاده احساس امنیت بیشتری دارد و کمتر مرتکب تخلف خواهد شد. بنابراین بهتر است در تقاطع هایی که خیابان های منتهی به آن دوطرفه هستند، از جداکننده‌های میانی با عرض متناسب با حجم عبوری عابران پیاده استفاده گردد. در مورد تقاطع‌های با عرض کم نیز اشاره شد که کاهش زمان قرمز بودن چراغ عابر پیاده (همراه با نصب شمار شگر این زمان) می‌تواند تخلفات عابران پیاده را تا حدود زیادی کاهش دهد.

حجم و سایل نقلیه در تقاطع‌های با حج ترافیک متوسط و زیاد بر رفتار عابران پیاده مشهدی در برابر چراغ‌قرمز عابران پیاده تأثیرگذار نبود. این موضوع می‌تواند ناشی از کمبود آگاهی‌های اجتماعی نسبت به تخلفات و عواقب آن باشد. یکی از محدودیت های این مطالعه، عدم تمرکز بر روی تقاطع های با حجم ترافیک وسایل نقلیه کم بود. مطالعات آینده می‌تواند به‌طور اختصاصی به تأثیر حجم وسایل نقلیه بر تخلفات عابران پیاده در گستره‌ی بزرگی از انواع احجام ترافیکی بپردازد.

مطالعات آینده در این حوزه می‌تواند با پوشش کاستی‌های مطالعه حال حاضر به پیشرفت مدل به‌دست‌آمده کمک کند. افزودن تقاطع‌هایی با تردد ترافیک کم باهدف بررسی دقیق‌تر تأثیر حجم ترافیک بر تخلفات مفید خواهد بود. مطالعات آینده می‌تواند با تصویربرداری در ساعات مختلف روز به تأثیر شرایط آب و هوایی و نور بر تخلفات بپردازد. همچنین افزودن شمارشگر زمان باقی‌مانده تا سبز شدن چراغ عابر پیاده و سنجش تأثیر آن بر تخلفات عابران می‌تواند موضوعی برای مطالعات آینده باشد.

۸. پی‌نوشت‌ها

1. Omnibus Test
2. Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit

۹. مراجع

-Brosseau, M., Saunier, N., Le Mouel, K. and Miranda-Moreno, L. (2012) "The impact of traffic lights on dangerous pedestrian crossings and violations: a case study in Montreal" (No. 12-0941). Paper presented at the Transportation Research Board 2012 Annual Meeting, 2012.

-Duduta, N., Adriazola, C., Hidalgo, D., Lindau, L. and Jaffe, R. (2012) "Understanding road safety impact of high-performance Bus Rapid Transit and busway design features", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2317, pp. 8-14.

Duduta, N., Zhang, Q. and Kroneberger, M. (2014) "Impact of intersection design on pedestrians' choice to cross on red", Transportation Research Record: Journal of the

Turkey", Transportation Research Procedia, Vol. 25, pp. 1964-1971.

-Peng, C. Y. J. and So, T. S. H. (2002) "Logistic regression analysis and reporting: A primer", Understanding statistics: Statistical Issues in Psychology, Education, and the Social Sciences, Vol. 1, No. 1, pp. 31-70.

-Schneider, R., Diogenes, M., Arnold, L., Attaset, V., Griswold, J. and Ragland, D. (2010) "Association between roadway intersection characteristics and pedestrian crash risk in Alameda County, California", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2198, pp. 41-51.

-Viola, R., Roe, M. and Shin, H. S. (2010) "New York City pedestrian safety study and action plan", New York (N.Y.). Dept. of Transportation.

-Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. and Ye, K. (2012) "Probability and statistics for engineers and scientists", D. Lynch, Ed., - Boston, Massachusetts: Pearson Education.

Wang, X., Yang, J., Lee, C., Ji, Z., and You, S. (2016) "Macro-level safety analysis of pedestrian crashes in Shanghai, China", Accident Analysis and Prevention, Vol. 96, pp. 12-21.

-Yang, Y. and Sun, J. (2013) "Study on pedestrian red-time crossing behavior: integrated field observation and questionnaire data", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 2393, pp. 117-124.

-Zegeer, C. V., Stutts, J., Huang, H., Cynecki, M. J., Van Houten, R., Alberson, B., ... and Hardy, K. K. (2004) "Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan", Volume 10: A Guide for Transportation Research Board, Vol. 2464, pp. 93-99.

-Hamed, M. M. (2001) "Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings", Safety Science, Vol. 38, No. 1, pp. 63-82.

-Kadali, B. R. and Vedagiri, P. (2016) "Proactive pedestrian safety evaluation at unprotected mid-block crosswalk locations under mixed traffic conditions", Safety Science, Vol. 89, pp. 94-105.

-King, M. J., Soole, D. and Ghafourian, A. (2009) "Illegal pedestrian crossing at signalised intersections: incidence and relative risk", Accident Analysis and Prevention, Vol. 41, No. 3, pp. 485-490.

-Koh, P. P. and Wong, Y. D. (2014) "Gap acceptance of violators at signalised pedestrian crossings", Accident Analysis and Prevention, Vol. 62, pp. 178-185.

-Lange, F., Haiduk, M., Boos, M., Tinschert, P., Schwarze, A. and Eggert, F. (2016) "Road crossing behavior under traffic light conflict: Modulating effects of green light duration and signal congruency", Accident Analysis and Prevention, Vol. 95, pp. 292-298.

-NCHRP Report 500. (2004) "Volume 10: A guide for reducing collisions involving pedestrians", Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan, USA: AASHTO

-NHTSA National Center for Statistic and Analysis (2016) "Traffic safety facts 2016". National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation.

-Onelcin, P. and Alver, Y. (2017) "Why cross on red? A questionnaire survey study in Izmir,

Reducing Collisions Involving Pedestrians (No. Project G17-18 (3) FY'00).

-Zhang, G., Tan, Y., and Jou, R. C. (2016). "Factors influencing traffic signal violations by car drivers, cyclists, and pedestrians: A case study from Guangdong, China"., Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, Vol. 42, pp. 205-216.

-Zhang, W., Wang, K., Wang, L., Feng, Z., and Du, Y. (2016). "Exploring factors affecting pedestrians' red-light running behaviors at intersections in China", Accident Analysis and Prevention, Vol. 96, pp. 71-78.

-Zhou, R., Horrey, W. J. and Yu, R. (2009). "The effect of conformity tendency on pedestrians' road-crossing intentions in China: An application of the theory of planned behavior", Accident Analysis and Prevention, Vol. 41, No. 3, pp. 491-497.

-Zhou, H., Romero, S. B. and Qin, X. (2016) "An extension of the theory of planned behavior to predict pedestrians' violating crossing behavior using structural equation modeling", Accident Analysis and Prevention, Vol. 95, pp. 417-424.

-Zhuang, X. and Wu, C. (2011) "Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China", Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, No. 6, pp. 1927-1936.

-Zhuang, X., Wu, C. and Ma, S. (2018) "Cross or wait? Pedestrian decision making during clearance phase at signalized intersections", Accident Analysis and Prevention, Vol. 111, pp. 115-124.

- حبیب پور گتابی، ک. و صفری شالی، ر. (۱۳۸۸) "کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی"، موسسه راهبرد پیمایش: نشر لویه.

- دواس، د. و نایبی، ه. (۱۳۸۷) "طرح تحقیق در تحقیقات اجتماعی"، تهران: موسسه انتشارات آگه.

- سرمد، ز. (۱۳۸٤) "آمار استنباطی (گزیده ای از تحلیل های آماری تک متغیری)"، تهران: انتشارات سمت.

- عمرانی، ح.، میربها، ب. و جهاندیده، ز. (۱۳۹۷) "بررسی تأثیر پارامترهای رفتاری (متغیرهای پنهان) در تخلفات رخ داده توسط عابرین پیاده در تقاطع چراغدار (نمونه موردی: شهر قزوین)"، فصل نامه مهند سی حمل و نقل، دوره ۹، شماره ٤، ص. ٦۹۳-۷۰۹

- سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری مشهد (۱۳۹۵) "دوازدهمین آمارنامه حمل و نقل شهر مشهد"، معاونت مطالعات، برنامه ریزی و بازرسی، شهرداری مشهد.

- مومنی، م. (۱۳۸٦) "تحلیل های آماری با استفاده از SPSS"، تهران: انتشارات کتاب نو.

- شریعت مهیمنی، الف، کلانتری، ن.، آرمان، م.، رافع، الف، یزدان‌پناه، ح. و عابدینی، م. (۱۳۹۲) "مدل‌سازی و شبیه سازی تردد عابران پیاده در شهر تهران"، معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران-معاونت مطالعات و برنامه ریزی.

- محمدی، م. و شفابخش، غ. (۱۳۹٦) "ارزیابی تاثیر حرکت گروهی عابران در سرویس‌دهی پیاده‌روهای شهری"، فصل نامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۸، شماره ۳، صفحه ٤۳۳-٤۲۳.

ابوالفضل افشاری، اسماعیل آیتی

اسماعیل آیتی، درجه کارشناسی در رشته راه و ساختمان را در سال ۱۳٤۷ از دانشگاه تهران و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی سازه را از انگلستان اخذ نمود. ایشان موفق به کسب درجه دکتری در رشته حمل و نقل و ترافیک از استرالیا گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان ایمنی حمل و نقل و اقتصاد حمل و نقل بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استاد تمام در موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری مشهد است.

ابوالفضل افشاری، درجه کارشناسی در رشته عمران را در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه بیرجند و درجه کارشناسی ارشد در رشته راه و ترابری را در سال ۱۳۹۷ از موسسه آموزش عالی اقبال لاهوری مشهد اخذ نمود. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان ایمنی ترافیک، ایمنی و رفتار عابران پیاده و ITS بوده است.