# بررسی تاثیر مشخصات عابران پیاده بر ایمنی آن‌ها در تداخلات ترافیکی ناحیه عملکردی تقاطع‌های بدون چراغ

**مقاله علمی – پژوهشی**

مهرداد عسگری، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه راه و ترابری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
امین میرزا بروجردیان*، دانشیار، گروه راه و ترابری، دانشکده عمران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: boroujerdian@modares.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲– پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵
صفحه ۱۶۶-۱۵۱

چکیده

***عابران پیاده از آسیب‌پذیرترین کاربران راه در مواجهه با وسایل نقلیه هستند. با توجه به حجم بالای تلفات عابران پیاده در شرایط مختلف ترافیکی، توجه ویژه به ایمنی عابران ضروری است. تقاطعات از جمله قطعاتی هستند که عابران پیاده از سطح ایمنی پایینی برخوردار هستند. در این مطالعه بررسی ایمنی عابران پیاده در مواجهه با وسایل نقلیه عبوری در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ مورد نظر بوده است. جهت بررسی ایمنی تداخلات ترافیکی در این ناحیه از دو شاخص ایمنی زمان تا برخورد و زمان پس از تخطی استفاده شده است. آنچه که در این مطالعه مشخصا مورد ارزیابی قرار گرفته، بررسی تاثیر مشخصات عابران پیاده بر سطح ایمنی تداخل به کمک جمع‌آوری اطلاعات میدانی و مطالعات آماری بوده است. اطلاعات لازم به کمک فیلمبرداری از نواحی عملکردی تقاطع بدون چراغ امام حسین ع همدان تهیه شده و در نهایت به کمک تحلیل آماری آنووا، اثرگذاری مشخصات عابران پیاده بر سطح ایمنی تداخل مورد ارزیابی قرار گرفته است. مطابق نتایج به دست آمده، شاخص زمان پس از تخطی و شاخص زمان تا برخورد برای عابران پیاده زن نسبت به مردان به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۰۸ بیشتر است. به عبارتی می‌توان گفت مردان نسبت به زنان دارای تداخلات ترافیکی با سطح ایمنی کم‌تری هستند. شاخص زمان پس از تخطی و شاخص زمان تا برخورد برای عابران پیاده با رده سنی کودک و جوان نسبت به عابران پیاده با رده سنی پیر به ترتیب ۰/۱ و ۰/۰۴ بیشتر است و نیز شاخص زمان تا تصادف برای عابران پیاده عبوری از سمت راست (از دید راننده ناحیه عملکردی) نسبت به عابران پیاده عبوری از سمت چپ به اندازه ۰/۰۳ بیشتر است.***

**واژه‌های کلیدی:** ایمنی تقاطعات بدون چراغ، عابر پیاده، ناحیه عملکردی، زمان تا برخورد، زمان پس از تخطی

## ۱-مقدمه

تامین و ارتقای ایمنی عبور و مرور استفاده کنندگان از شبکه راه‌ها با توجه به آمار بالای تصادفات کشور یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مسئولان، کارشناسان و دست‌اندرکاران کشور است. جراحت‌های ناشی از تصادفات ترافیکی هشتمین علت مرگ و میر در سطح جهان و دلیل عمده مرگ و میر افراد جوان بین سنین ۱۵ تا ۲۹ سال است. در حدود ۱/۲۴ میلیون نفر سالانه جان خود را در جاده‌های سراسر دنیا از دست می‌دهند. در سطح ملی هزینه‌های مالی فراوانی را برای کشورهای در حال توسعه در پی دارد. در واقع هزینه تخمینی تصادفات ترافیکی در کشورهای با درآمد کم و متوسط برابر ۱ تا ۲ درصد از کل تولید ناخالص ملی است (Allen, Shin, & Cooper, 1978) . طبق گزارشی از اداره ایمنی ترافیک راه‌ها بیش از ۲۰ درصد از تصادفات فوتی در ایالات متحده آمریکا در تقاطعات رخ داده‌اند که بیش از ۸۰ درصد

از تلفات رخ داده در تقاطعات راه‌های روستایی در تقاطعات بدون چراغ بوده است (Amundsen & Hyden, 1977). در کشور ژاپن نیز از ٤٠٠٠ تصادف فوتی سالانه، تقریبا نیمی از آنها در تقاطعات بوده است (Chaudhari, Gore, Arkatkar, Joshi, & Pulugurtha, 2021). این مسئله در کشورهایی اروپایی نیز چالشی بزرگ تلقی می‌شود، به گونه‌ای که از نرخ فوتی عابران پیاده در کشوری مثل هلند که سالانه ۳۰ نفر به ازای یک ملیون نفر است ۱۳ درصد از از تصادفات فوتی و ٦ درصد از تصادفات جرحی در بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ در محل عبور عابران پیاده در تقطعات بدون چراغ بوده است(Golembiewski & Chandler, 2011). تعداد عابران پیاده‌ای که در سال ۲۰۱٦ در تصادفات ترافیکی در آمریکا کشته شده‌اند برابر با ۵۹۸۷ نفر است.این مقدار بالاترین میزان کشته‌های عابران پیاده از سال ۱۹۹۰ تا کنون است و ١٦ درصد از کل تلفات ترافیکی را شامل می‌شود.در ضمن بیش از دو سوم کشته‌ها (۷۰ درصد) مرد بوده‌اند و ۱۸ درصد از تلفات مربوط به عابران پیاده در تقاطعات بوده است ((Hayward, 1971) . درصد قابل توجهی از این تصادفات در گذرگاه‌های کنترل نشده رخ می‌دهد. به گونه‌ای که بیش از ۷۰ درصد از تلفات ناشی از تصادفات در تقاطعات در آمریکا در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ در تقاطعات چهارراهی بدون چراغ بوده است ((Himanen & Kulmala, 1988) .

علی رغم مطالعات گسترده در خصوص ایمنی وسایل نقلیه، توجه کمتری به ایمنی عابران پیاده و اندرکنش آن با وسایل نقلیه شده است. مطابق آنچه که اشاره گردید، توجه به مدل‌های برخورد و تداخل عابران پیاده و وسایل نقلیه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. یکی از نخستین مطالعات در زمینه تداخلات ترافیکی به سال ۱۹٦۷ برمی‌گردد که پرکین و هریس عکس‌العمل ناگهانی کاربران راه به منظور جلوگیری از برخورد را به عنوان یکی از تعاریف خود برای تداخل ترافیکی در نظر گرفتند. بکر در سال ۱۹۷۲ نیز، ارتباطی آماری بین تعداد تصادفات و تداخلات ترافیکی ارایه نمود. شاخص‌های تداخلی متنوعی در این حوزه تعریف شده‌اند که شاخص‌هایی مانند TTC [1] و PET [2] از جمله شاخص‌های مطرح در بین انواع شاخص‌ها هستند. توجه به مدل‌های برخورد و تداخل عابران و وسایل نقلیه می‌تواند به عنوان یکی از مطالعات کاربردی در حوزه افزایش ایمنی موثر باشد. آنچه که در این مطالعه مشخصا مورد ارزیابی قرار گرفته، بررسی تاثیر مشخصات عابران پیاده بر سطح ایمنی تداخل به کمک جمع‌آوری اطلاعات میدانی و مطالعات آماری بوده است و هدف از آن بررسی میزان اثرگذاری مشخصات عابر پیاده مانند جنسیت، سن و جهت حرکت آن‌ها در سطح ایمنی تداخل در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ است.

## ۲- پیشینه تحقیق

استفاده از معیارهای ایمنی مانند تداخلات ترافیکی به عنوان روشی جایگزین یا مکمل برای تحلیل ایمنی ترافیک مبتنی بر آمار تصادفات، مورد حمایت قرار گرفته است، زیرا دید وسیع‌تری را نسبت به یافته‌هایی که تنها حاصل از داده‌های تصادفات است، ارایه می‌کند. برای مثال تداخلات ترافیکی، فراوانی رخداد بیشتری نسبت به تصادفات دارد، اندازه نمونه مطلوب در زمان بسیار کوتاه‌تری می‌تواند به دست آید و تحلیل تداخلات ترافیکی فهم بسیار کامل‌تری از فرآیندی که منجر به تصادف می‌شود را ارایه می‌دهد ((Hupfer, 1997 از طرفی می‌توان گفت با افزایش ایمنی راه‌ها از تعداد تصادفات کاسته می‌شود، بنابراین بررسی ایمنی عابران پیاده بر پایه داده‌های مبتنی بر آمار تصادفات کافی نیست. از این رو توجه به شاخص‌های ارزیابی ایمنی بر اساس تداخلات ترافیکی ضروری به نظر می‌رسد ((Laureshyn, 2010 . تعاریف مختلفی برای تداخل در نظر گرفته شده است: یکی از نخستین مطالعات در زمینه تداخلات ترافیکی به سال ۱۹٦۷ برمی‌گردد که پرکین و هریس عکس‌العمل ناگهانی کاربران راه به منظور جلوگیری از برخورد را به عنوان یکی از تعاریف خود برای تداخل ترافیکی در نظر گرفتند. بکر در سال ۱۹۷۲ نیز، ارتباطی آماری بین تعداد تصادفات و تداخلات ترافیکی ارایه نمود. تداخلات ترافیکی را می‌توان در دو گروه دسته‌بندی نمود: گروه اول بر اساس رفتار ترافیکی مبتنی بر اقدامات اجتناب‌ناپذیر و گروه دوم نیز بر مبنای فاصله زمانی (Li, Zhang, Sze, Hu, & Ding, 2021) . تداخل ترافیکی مبتنی بر اقدامات اجتناب‌ناپذیر عبارت است از یک رویداد شامل دو یا چند کاربر راه که عمل یکی از آن‌ها موجب

اتخاذ عکس‌العمل دیگری به منظور اجتناب از برخورد است ((Liu & Tung, 2014 . تداخل ترافیکی مبتنی بر فاصله زمانی نیز عبارت است از رویدادی که در آن دو یا چند کاربر راه در طول یک فاصله و زمان مشخص به یکدیگر نزدیک می‌شوند و چنانچه مسیر حرکت آن‌ها دچار تغییر نگردد، خطر برخورد وجود دارد ((NHTSA, (2018, March–Revised) . بر اساس تحقیقات گذشته، مهم‌ترین شاخص‌های تداخلی موجود که به منظور مطالعه تداخل عابر و وسیله بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند، معرفی می‌شوند. زمان تا برخورد به صورت فاصله زمانی از لحظه مورد بررسی تا برخورد است در صورتی که دو کاربر راه، سرعت و جهت حرکت فعلی خود در لحظه مورد بررسی را تغییر ندهند ((NCHRP, 2015 . شتاب منفی به منظور عبور ایمن نیز به عنوان شتابی تعریف می شود که کاربر دوم باید داشته باشد تا قبل از ترک محل تداخل توسط کاربر اول به آن محل نرسد ((Olszewski et al., 2016 . زمان پس از تخطی برابر با اختلاف زمانی بین ترک ناحیه تداخل توسط کاربر اول راه و رسیدن کاربر دوم به همان ناحیه است ((Parker Jr & Zegeer, 1989 .

در این مطالعه با توجه به تداول استفاده از دو شاخص TTC و PET در پژوهش‌های محققان مطابق آنچه که در روش تحقیق ارایه می‌شود، این شاخص‌ها محاسبه می‌گردند. شایان ذکر است که اغلب مطالعات پژوهشگران در حوزه بررسی تداخل بین وسایل نقلیه مختلف و یا بین عابران پیاده و وسایل نقلیه در قطعات مختلف راه بوده است که عوامل موثر بر شاخص‌های تداخلی را مد نظر قرار داده‌اند. عوامل گوناگونی مانند مشخصات عابر پیاده، شرایط ترافیکی و عوامل محیطی در تداخل عابر پیاده و وسیله نقلیه موثر هستند. در خصوص مشخصات عابر پیاده می‌توان به سن و جنسیت آن اشاره نمود. لیو و تانگ نشان دادند که عابران پیاده مسن در معرض خطر بیشتری نسبت به عابران پیاده جوان هستند ((Sayed, Zaki, & Autey, 2013 . تام و گرانی نشان دادند که اختلاف جنسیت عابر پیاده در هر دو نوع تقاطعات چراغدار و بدون چراغ موثر است (Suzuki & Ito, 2017) . یاگیل نیز نشان داد که مردان نسبت به زنان در معرض خطر بیشتری هستند (Tom & Granié, 2011) . مطالعات مختلفی فاکتورهای تأثیرگذار بر تصادف عابرین پیاده را بررسی کردند. نتیجه آن بود که اصلی‌ترین فاکتورها، سن و وضعیت فیزیکی بود (Westra & Rothengatter, 1993) . همانن نیز نشان داد که با افزایش سرعت وسیله نقلیه، ایمنی عابران کاهش می‌یابد ((who, 2013 . بر اساس مطالعات انجام شده بر روی ایمنی عابران پیاده در تقاطعات بدون چراغ در چهار کشور اروپایی انگلیس، پرتغال، یونان و فرانسه، نشان داده شد که احتمال برخورد با افزایش سرعت وسایل نقلیه عبوری بالا می‌رود ((Yagil, 2000 . البته این نکته در حالی است که با افزایش سرعت عابران پیاده، نرخ و شدت تداخلات ترافیکی افزایش می‌یابد (Zegeer & Bushell, 2012 ). با استفاده از دوربین‌های نظارت بر رفتار کاربران راه در تقاطعات چهارراهی بدون چراغ می‌توان درصد تداخلات بحرانی و جدی را کاهش داد. مطالعات نشان می‌دهد استفاده از این دوربین‌ها، مقدار شاخص‌های تداخلی زمان تا برخورد و زمان پس از تخطی را کاهش می‌دهد (Zheng, Ismail, & Meng, 2014) . در مطالعات پیشین، بررسی تداخلات ترافیکی در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ مطالعات مورد توجه نبوده است. بنابراین آنچه که در این مطالعه مد نظر است، بررسی تداخل عابران پیاده و وسایل نقلیه و مشخصا بررسی تاثیر عوامل مربوط به عابر پیاده در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ بوده است.

## ۳- روش تحقیق

در مطالعات میدانی ترافیکی، روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری داده‌ها وجود دارد. رفتار ترافیکی وسایل نقلیه و عابران پیاده و بررسی ایمنی آن‌ها را می‌توان به کمک داده‌های به دست آمده به کمک دوربین‌های فیلمبرداری مورد ارزیابی قرار داد. در این مطالعه که به بررسی ایمنی عابران پیاده در مواجهه با وسایل نقلیه در تقاطعات چهارراهی می‌پردازد از فیلمبرداری از ارتفاع مشرف بر منطقه مورد نظر استفاده شده است. هدف اصلی این مطالعه بررسی ایمنی عابران پیاده در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ است. بنابراین جهت بررسی این مهم و شناسایی منطقه مناسب که هدف مطالعه را تامین نماید، چهارراه بدون چراغ امام حسین ع همدان مورد توجه قرار گرفت. در اشکال ۱ و ۲، تصویر این چهارراه نشان داده شده است.

مسیر جنوبی–شمالی به نام خیابان نبوت مسیر اصلی و مسیر شرقی–غربی با نام خیابان توحید مسیر فرعی است. هر دو خیابان به صورت دو خطه دو طرفه و فاقد میانه هستند. در این تقاطع شیب خیابان‌های منتهی به تقاطع صفر و زاویه تقاطع ۹۰ درجه است. فیلم برداری از این تقاطع نیز به مدت ۷ ساعت و در بهار ۹۷ انجام شده است.

**شکل ۱. تصویر گوگل ارث تقاطع امام حسین ع**

**شکل ۲. تقاطع امام حسین ع از نمای دوربین فیلمبرداری**

پس از اتمام مراحل فیلمبرداری، نوبت به کالیبره نمودن آن‌ها در نرم‌افزار کینووا می‌رسد. مراحل کالیبراسیون در نرم‌افزار کینووا به این شکل است که پس از تعیین کردن ابعاد مشخصی بر روی زمین واقعی، اندازه آن‌ها وارد نرم‌افزار می‌گردد.

برای تعیین شاخص TTC داریم.

با توجه به شکل ۳، در صورتیکه ابتدا عابر پیاده از محل تداخل عبور نماید مقدار آن از رابطه ۱ به دست می‌آید.

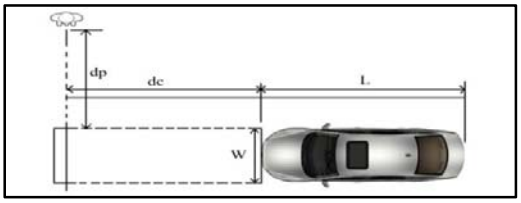
$$\mathrm{TTC(i)} = max\left(\frac{dp(i)+w}{vp(i)}, \frac{dc(i)}{vc(i)}\right) \quad (۱)$$

در ضمن چنانچه ابتدا وسیله نقلیه از محل تداخل عبور نماید، شاخص TTC از رابطه ۲ به دست می‌آید.

$$\mathrm{TTC(i)} = max\left(\frac{dp(i)}{vp(i)}, \frac{dc(i)}{vc(i)}\right) \quad (۲)$$

در ضمن نیز با توجه به تعریف، $\mathrm{TTC}_{min}$ برابر خواهد بود با:

$$\mathrm{TTC}_{min} = \min(\mathrm{TTC(i)}) \quad (۳)$$



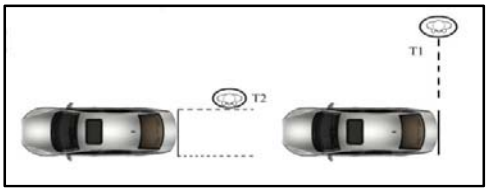

**شکل ۳. نمایی از رخداد تداخل جهت تعیین TTC**

برای محاسبه مقدار PET نیز چنانچه ابتدا عابر پیاده از محل تداخل عبور نماید از رابطه ٤ استفاده می‌گردد.

$$PET = T_{c1} - T_{p2} \quad (٤)$$

و چنانچه ابتدا وسیله نقلیه از محل تداخل عبور نماید، از رابطه ۵ استفاده می‌گردد.

$$PET = T_{p1} - T_{c2} \quad (۵)$$




**شکل ٤. نمایی از رخداد تداخل جهت تعیین PET**

همان طور که پیشتر نیز اشاره شد، نرم‌افزار کینووا داده‌های کاربران راه را در قالب مختصات x و y در طول زمان ارایه می‌دهد. در ضمن با توجه به روابط ارایه شده برای محاسبه شاخص‌های تداخل ترافیکی TTC و PET، با در اختیار داشتن خروجی نرم‌افزار کینووا این شاخص‌ها به راحتی به دست می‌آید. برای راحتی و سرعت در محاسبه این شاخص‌ها برنامه‌ای در نرم‌افزار متلب نوشته شد. این برنامه با دریافت فایل اکسل حاوی مختصات کاربران در طول زمان (خروجی کینووا)، شاخص‌های TTC(i)، $TTC_{min}$ و PET را محاسبه می‌نماید.

## ٤- نتایج و تحلیل داده‌ها

در این قسمت نتایج حاصل از تحلیل‌ها آورده می‌شود.

### ٤-۱ معرفی متغیرها

معرفی کامل متغیرهای به کار رفته در محاسبات در جدول ۱ ارائه شده است.

**جدول ۱. معرفی متغیرهای به کار رفته در محاسبات**

| ردیف | متغیرها | | | |
|---|---|---|---|---|
| | نماد | نوع متغیر | توضیحات | |
| ۱ | TTC | وابسته | متغیر پیوسته بر حسب ثانیه | |
| ۲ | PET | وابسته | متغیر پیوسته بر حسب ثانیه | |
| ۳ | Age | مستقل | کودک | ۱ |
| | | | جوان | |
| | | | پیر | ۰ |
| ٤ | Gender | مستقل | مرد | ۱ |
| | | | زن | ۰ |
| ۵ | Pedestrian-Direction-Movement | مستقل | چپ | ۱ |
| | | | راست | ۰ |

TTC و PET دو متغیر وابسته اصلی مدل هستند. این دو متغیر به صورت پیوسته بوده و بر حسب ثانیه به دست آمده‌اند. نکته قابل توجه این است که منظور از TTC، همان $TTC_{min}$ است که توسط برنامه متلب محاسبه شده است. همان گونه قبلا نیز بحث شده است این متغیر بیانگر سطح ایمنی ترافیک در تداخل عابر پیاده و وسیله نقلیه است. هر چه مقدار TTC بالاتر باشد، به معنای ایمن‌تر بودن تداخل ترافیکی مد نظر است. PET نیز همانند TTC نشان دهنده سطح عبور ایمن کاربران راه در هنگام رخداد تداخل است. مقدار بالای این شاخص نیز بیانگر ایمن‌تر بودن حرکت تداخلی است. سومین متغیری که در جدول ۱ ارایه شده است مربوط به سن عابران پیاده عبوری از تقاطع است. این متغیر مستقل که به صورت Age در مدل‌ها نشان داده شده است، سه رده مختلف سنی را نشان می‌دهد. رده‌بندی سنی بر اساس مشاهدات عینی صورت گرفته است که عابران پیاده را به سه رده سنی کودک، جوان و پیر تقسیم می‌نماید. در ضمن جهت استفاده از این متغیر در مدل‌ها، عدد ۱ به عابران پیاده کودک و جوان و عدد ۰ به عابران پیاده پیر نسبت داده شده است. متغیر مستقل بعدی که در جدول ۱ نشان داده شده، جنسیت عابران پیاده عبوری از تقاطع است. این متغیر نیز بر اساس مشاهدات میدانی صورت گرفته عابران پیاده را به دو گروه مرد و زن تفکیک می‌کند. چنانچه کاربر عبوری از تقاطع مرد باشد عدد ۱ و چنانچه زن باشد عدد صفر به آن‌ها نسبت داده می‌شود. جهت حرک عابر پیاده نیز به عنوان یکی دیگر از متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده است. چنانچه عابر پیاده از سمت چپ به راست (از دید راننده وسیله نقلیه‌ای که در ناحیه عملکردی به تقاطع نزدیک می‌شود) حرک نماید عدد ۱ و چنانچه از سمت راست به سمت چپ حرکت کند عدد ۰ را برای آن در نظر می‌گیریم.

### ٤-٢-جنسیت عابر پیاده

جدول ۲ نتیجه بررسی تحلیل ANOVA برای این متغیر در نرم‌افزار SPSS است. مطابق آنچه که در جدول ۲ هم مشخص شده است، میانگین شاخص TTC برای عابر پیاده که با ۱ نشان داده شده کمتر است.

**جدول ۲. نتایج تحلیل ANOVA برای شاخص TTC برای مقایسه جنسیت عابر پیاده**

| مشخصات توصیفی (متوسط زمان تا برخورد برای متغیر جنسیت) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حداکثر | حداقل | بازه اطمینان ۹۵ درصد | | خطای استاندارد | انحراف استاندارد | متوسط | تعداد مشاهدات | |
| | | حد بالایی | حد پایینی | | | | | |
| ۲/۱۵ | ۰/۸۹ | ۱/٤۸ | ۱/٤۳ | ۰/۰۱۳ | ۰/۱۷ | ۱/٤٦ | ١٦٤ | ۰ |
| ۱/٦۹ | ۰/۹۷ | ۱/٤۱ | ۱/۳۵ | ۰/۰۱۳ | ۰/۱۵ | ۱/۳۸ | ۱۲۸ | ۱ |
| ۲/۱۵ | ۰/۸۹ | ۱/٤٤ | ۱/٤۰ | ۰/۰۱۰ | ۰/۱٦ | ۱/٤۲ | ۲۹۲ | مجموع |

جدول ۳ معناداری تفاوت بین واریانس‌ها را بررسی می‌نماید. این جدول نتایج آزمون فرضی است که در آن، صفر بودن اختلاف بین واریانس متغیرها بررسی می‌شود. با توجه به این که مقدار sig از ۰/۰۵ بیشتر است پس واریانس متغیرهای مستقل با یکدیگر برابر است.

**جدول ۳. نتیجه آزمون لون برای زمان تا برخورد**

| آزمون همگنی برای واریانس | | | |
|---|---|---|---|
| آماره لون | Df1 | Df2 | Sig |
| ۱/۰٤ | ۱ | ۲۹۰ | ۰/۳۱ |

جدول ٤، نتایج تحلیل ANOVA برای بررسی معناداری تفاوت مقادیر میانگین TTC برای مرد و زن را نشان می‌دهد. مطابق این جدول و بر اساس آزمون F، میانگین TTC برای مردان و زنان دارای تفاوت معناداری است. در شرایطی که تعداد مشاهدات برای گروه‌هایی که بررسی می‌کنیم یکسان نباشد از آزمون Robust نیز استفاده می‌گردد. این نتایج (جدول۵) نیز موید تحلیل ANOVA است.

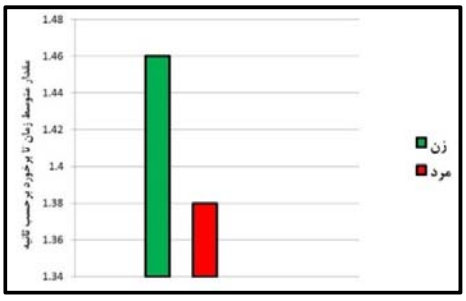
**جدول ٤. نتیجه تحلیل ANOVA برای مقایسه TTC در دو گروه**

| آزمون همگنی برای متوسط مشاهدات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| آماره لون | مجموع مربعات | Df | میانگین مربعات | F | Sig |
| بین گروه‌ها | ۰/٤۳۹ | ۱ | ۰/٤۳۹ | ۱٦/۸۹ | ۰/۰۰۰ |
| درون گروه‌ها | ۷/۵۳ | ۲۹۰ | ۰/۰۲٦ | | |
| مجموع | ۷/۹۷ | ۲۹۱ | | | |

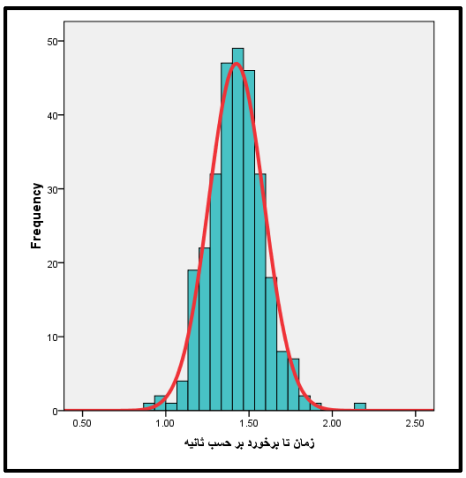
**جدول ۵. نتیجه آزمون Robust**

| آزمون رباست برای برابری میانگین‌ها | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Statistic | Df1 | Df2 | Sig |
| Welch | ۱۷/۵۶ | ۱ | ۲۸۷/۷ | ۰/۰۰۰ |
| Brown-forsythe | ۱۷/۵۶ | ۱ | ۲۸۷/۷ | ۰/۰۰۰ |

مطابق نتایج تحلیل برای جنسیت عابر پیاده، مردان نسبت به زنان دارای تداخل خطرناک‌تری هستند. این مسئله در شکل ۵ نیـز نشـان داده شده است.




**شکل ۵. مقایسه مقدار TTC برای مردان و زنان**




**شکل ٦. توزیع نرمال TTC**

علاوه بر شاخص TTC ، نتایج تحلیل ANOVA برای شاخص PET نیز موید تاثیر جنسیت عابر پیاده بر ایمنی تداخلات ترافیکی در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ است. نتایج تحلیل ANOVA برای PET در جدول ٦ ارایه شده است. مطابق جدول ٦، مقدار متوسط شاخص PET برای عابران پیاده مرد کم‌تر است. نتایج این تحلیل نیز نشان می‌دهد که عابران پیاده مرد در سطح ایمنی کمتری قرار دارند.

**جدول ٦. نتایج تحلیل ANOVA برای شاخص PET برای مقایسه جنسیت عابر پیاده**

| | مشخصات توصیفی (متوسط زمان پس از تخطی برای متغیر جنسیت) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد مشاهدات | متوسط | انحراف استاندارد | خطای استاندارد | بازه اطمینان ۹۵ درصد | | حداقل | حداکثر |
| | | | | | حد پایینی | حد بالایی | | |
| ۰ | ١٦٤ | ۰/٧٤ | ۰/١٦٧ | ۰/۰١٣ | ۰/٧١ | ۰/٧٦ | ۰/٤٢ | ١/١٨ |
| ١ | ١٢٨ | ۰/٦٣ | ۰/١٦٧ | ۰/۰١٥ | ۰/٦٠ | ۰/٦٦ | ۰/٢٧ | ١/۰٦ |
| مجموع | ٢٩٢ | ۰/٦٩ | ۰/١٧٤ | ۰/۰١۰ | ۰/٦٧ | ۰/٧١ | ۰/٢٧ | ١/١٨ |

شرط استفاده از تحلیل ANOVA، معناداری عدم تفاوت بین واریانس متغیرها است. جدول ۷، بررسی آزمون فرض این مسئله را نشان می‌دهد. با توجه به این که مقدار sig از ۰/۰۵ بیشتر است پس واریانس متغیرهای مستقل با یکدیگر برابرند.

جدول ۸، نتایج تحلیل ANOVA برای بررسی معناداری تفاوت میانگین برای دو گروه مرد و زن را نشان می‌دهد. مطابق جدول ۸ و بر اساس آزمون F، میانگین PET برای مردان و زنان دارای تفاوت معناداری است.

**جدول ۷. نتیجه آزمون لون برای زمان پس از تخطی**

| آزمون همگنی برای واریانس | | | |
|---|---|---|---|
| آماره لون | Df1 | Df2 | Sig |
| ۰/۰۰٤ | ١ | ٢٩۰ | ۰/٩٤٩ |

**جدول۸ نتیجه تحلیل ANOVA برای مقایسه PET در دو گروه**

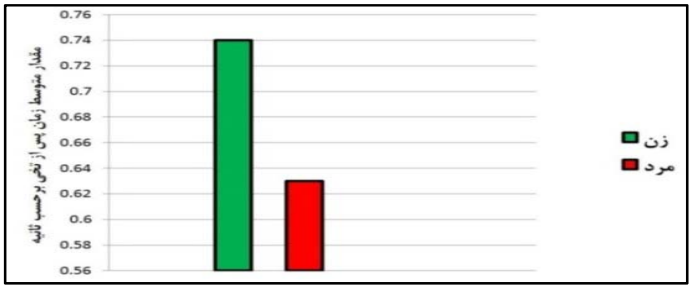
| آزمون همگنی برای متوسط مشاهدات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| آماره لون | مجموع مربعات | Df | میانگین مربعات | F | Sig |
| بین گروه‌ها | ۰/٧٧٥ | ١ | ۰/٧٧٥ | ٢٧/٨٦ | ۰/۰۰۰ |
| درون گروه‌ها | ٨/۰٦ | ٢٩۰ | ۰/۰٢٨ | | |
| مجوع | ٨/٨٤ | ٢٩١ | | | |

نتایج حاصل آزمون Robust نیز موید تحلیل ANOVA است.

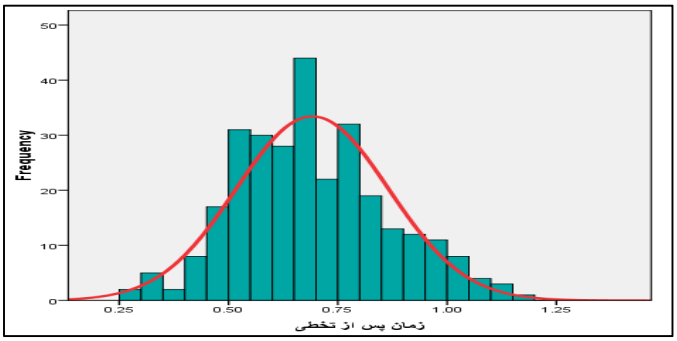
پایین‌تر بودن سطح ایمنی تداخل برای عابران پیاده مرد در شکل ۷ مشخص شده است.

**جدول ۹. نتیجه آزمون Robust**

| آزمون رباست برای برابری میانگین‌ها | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Statistic | Df1 | Df2 | Sig |
| Welch | ٢٧/٨٥ | ١ | ٢٧٢/٨١ | ۰/۰۰۰ |
| Brown-forsythe | ٢٧/٨٥ | ١١ | ٢٧٢/٨١ | ۰/۰۰۰ |




**شکل ۷. مقایسه مقدار PET برای مردان و زنان**




**شکل ۸ توزیع نرمال PET**

### ٤-۳- سن عابر پیاده

در این قسمت سن عابران پیاده مد نظر قرار می‌گیرد.

**جدول ۱۰. نتایج تحلیل ANOVA برای شاخص PET برای مقایسه سن عابران پیاده**

| | مشخصات توصیفی (متوسط زمان پس از تخطی برای متغیر سن عابران پیاده) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد مشاهدات | متوسط | انحراف استاندارد | خطای استاندارد | بازه اطمینان ۹۵ درصد | | حداقل | حداکثر |
| | | | | | حد پایینی | حد بالایی | | |
| ۰ | ۳٤ | ۰/٦۰ | ۰/۱٦ | ۰/۰۲۷ | ۰/۵۵ | ۰/٦٦ | ۰/۲۷ | ۰/۹۵ |
| ۱ | ۲۵۸ | ۰/۷۰ | ۰/۱۷۳ | ۰/۰۱۱ | ۰/٦۸ | ۰/۷۲ | ۰/۲۸ | ۱/۱۸ |
| مجموع | ۲۹۲ | ۰/٦۹ | ۰/۱۷٤ | ۰/۰۱۰ | ۰/٦۷ | ۰/۷۱ | ۰/۲۷ | ۱/۱۸ |

در مطالعات صورت گرفته و از طریق مشاهدات میدانی، سه رده سنی کودک، جوان و پیر در نظر گرفته شد. پس از بررسی تحلیل ANOVA برای این سه رده سنی، تفاوت معناداری در شاخص‌های TTC و PET بین کودکان و جوانان مشاهده نشد و تنها رده سنی پیر با بقیه دارای تفاوت معنادار است. در جدول ۱۰ نتایج مربوط به تحلیل ANOVA برای شاخص PET و برای دو رده سنی پیر و غیر از پیر (جوان و کودک) ارایه شده است. در جدول ۱۰ به عابران پیاده پیر عدد ۰ و در غیر اینصورت عدد ۱ نسبت داده شده است. همان طور که از جدول هم پیداست و نیز با توجه به شکل ۹ مقدار متوسط شاخص PET برای عابران پیاده پیر کم‌تر است. مطابق جدول ۱۱ و با توجه به مقدار Sig، تفاوت معناداری بین واریانس متغیرها نیز مشاهده نمی‌شود.

**جدول ۱۱. نتیجه آزمون لون برای زمان پس از تخطی**

| آزمون همگنی برای واریانس | | | |
|---|---|---|---|
| آماره لون | Df1 | Df2 | Sig |
| ۰/۵٦۳ | ۱ | ۲۹۰ | ۰/٤۵٤ |

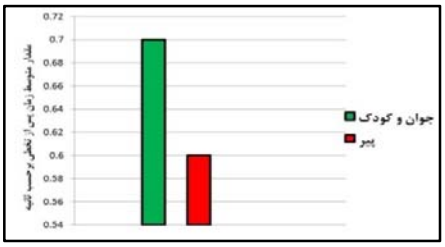
در ضمن مطابق جدول ۱۲، تفاوت معناداری بین میانگین متغیرها وجود دارد. از طرفی با توجه به یکسان نبودن تعداد مشاهدات برای این دو گروه از آزمون Robust نیز استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول ۱۳ ارایه شده است.

**جدول ۱۲. نتیجه تحلیل ANOVA برای مقایسه PET در دوگروه**

| آزمون همگنی برای متوسط مشاهدات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| آماره لون | مجموع مربعات | Df | میانگین مربعات | F | Sig |
| بین گروه‌ها | ۰/۲۹ | ۱ | ۰/۲۹ | ۹/۸۳ | ۰/۰۰۲ |
| درون گروه‌ها | ۸/۵۵ | ۲۹۰ | ۰/۰۲۹ | | |
| مجوع | ۸/۸٤ | ۲۹۱ | | | |

**جدول ۱۳. نتیجه آزمون Robust**

| آزمون رباست برای برابری میانگین‌ها | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Statistic | Df1 | Df2 | Sig |
| Welch | ۱۱/۰۸ | ۱ | ٤۳/۸۱ | ۰/۰۰۲ |
| Brown-forsythe | ۱۱/۰۸ | ۱ | ٤۳/۸۱ | ۰/۰۰۲ |




**شکل ۹. مقایسه مقدار PET برای رده‌های سنی**

نکته جالب توجه این است که مطابق جدول ۱٤ شاخص TTC نیز بیانگر سطح پایین ایمنی تداخل برای عابران پیاده پیر است.

**جدول ۱٤. نتایج تحلیل ANOVA برای شاخص TTC برای مقایسه سن عابران پیاده**

| مشخصات توصیفی (متوسط زمان تا برخورد برای متغیر سن عابران پیاده) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد مشاهدات | متوسط | انحراف استاندارد | خطای استاندارد | بازه اطمینان ۹۵ درصد | | حداقل | حداکثر |
| | | | | | حد پایینی | حد بالایی | | |
| ۰ | ۳٤ | ۱/۳۹ | ۱/٤٤ | ۰/۰۲۵ | ۱/۳۵ | ۱/٤۵ | ۱/۱۱ | ۱/۸۷ |
| ۱ | ۲۵۸ | ۱/٤۳ | ۱/٦۸ | ۰/۰۱۰ | ۱/٤۱ | ۱/٤۵ | ۰/۸۹ | ۲/۱۵ |
| مجموع | ۲۹۲ | ۱/٤۲ | ۰/۱٦۵ | ۰/۰۰۹ | ۱/٤۰ | ۱/٤٤ | ۰/۸۹ | ۲/۱۵ |

در جدول ۱٤ به عابران پیاده پیر عدد ۰ و در غیر اینصورت عدد ۱ نسبت داده شده است. همان طور که از جدول هم پیداست و نیز با توجه به شکل ۱۰ مقدار متوسط شاخص TTC برای عابران پیاده پیر کم‌تر است. مطابق جدول ۱۵ و با توجه به مقدار Sig، تفاوت معناداری بین واریانس متغیرها مشاهده نمی‌شود.

**جدول ۱۵. نتیجه آزمون لون برای زمان تا برخورد**

| آزمون همگنی برای واریانس | | | |
|---|---|---|---|
| آماره لون | Df1 | Df2 | Sig |
| ۱/۸۲۰ | ۱ | ۲۹۰ | ۰/۱۷۸ |

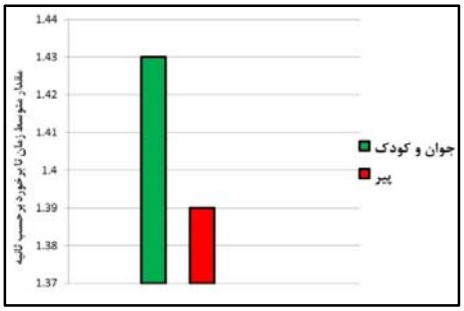
تنها تفاوت موجود در این قسمت، سطح پایین معناداری تفاوت مقدار متوسط در دو گروه مورد نظر است. مطابق جدول ١٦، مقدار معناداری برای این آزمون برای شاخص TTC نسبت به شاخص PET کم‌تر است. از طرفی با توجه به یکسان نبودن تعداد مشاهدات برای این دو گروه مطابق جدول ۱۷ از آزمون Robust استفاده می‌شود.

**جدول ١٦. نتیجه تحلیل ANOVA برای مقایسه TTC دردوگروه**

| آزمون همگنی برای متوسط مشاهدات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| آماره لون | مجموع مربعات | Df | میانگین مربعات | F | Sig |
| بین گروه‌ها | ۰/۰۲۲ | ۱ | ۰/۰۲۲ | ۰/۸۰٤ | ۰/۳۷۱ |
| درون گروه‌ها | ۷/۹۵ | ۲۹۰ | ۰/۰۲۷ | | |
| مجموع | ۷/۹۷ | ۲۹۱ | | | |

**جدول ۱۷. نتیجه آزمون Robust**

| آزمون رباست برای برابری میانگین‌ها | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Statistic | Df1 | Df2 | Sig |
| Welch | ۱/۰۲۰ | ۱ | ۴۵/۷۴ | ۰/۳۱۸ |
| Brown-forsythe | ۱/۰۲۰ | ۱ | ۴۵/۷۴ | ۰/۳۱۸ |




**شکل ۱۰. مقایسه مقدار TTC برای رده‌های سنی**

### ٤-٤- جهت حرکت عابر پیاده

متغیر دیگری که در مشاهدات وجود دارد، متغیر غیر پیوسته "جهت حرکت عابر پیاده" است. چنانچه جهت حرکت عابر پیاده از سمت چپ به سمت راست تقاطع باشد (از دید راننده وسیله نقلیه‌ای که در ناحیه عملکردی در حال نزدیک شدن به تقاطع است) عدد ۱ و در غیر اینصورت عدد ۰ به آن نسبت داده می‌شود. در این قسمت یک تحلیل ANOVA یک‌طرفه جهت بررسی تاثیر این متغیر بر روی شاخص TTC ارایه می‌شود.

مطابق جدول ۱۹ و با توجه به مقدار Sig که دارای مقدار ۰/۱۲۱ شده، شرط یکسان بودن مقدار واریانس نیز برای همه متغیرها برقرار است. نکته قابل توجه این است که با وجود اختلاف بین مقادیر میانگین عابران عبوری از سمت چپ و راست و کم‌تر شدن مقدار آن برای عابران عبوری از سمت چپ (مطابق شکل ۱۱)، تفاوت آن‌ها دارای سطح معناداری پایینی است. چرا که مطابق جدول ۲۰، مقدار Sig از عدد ۰/۰۵ بیشتر است و رد فرض عدم تفاوت، دارای سطح معناداری بالایی نشده است.

**جدول ۱۸. نتایج تحلیل ANOVA برای شاخص TTC برای مقایسه جهت حرکت**

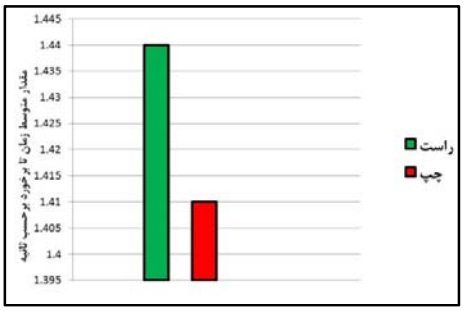
| | مشخصات توصیفی (متوسط زمان تا برخورد برای متغیر جهت حرکت عابران پیاده) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد مشاهدات | متوسط | انحراف استاندارد | خطای استاندارد | بازه اطمینان ۹۵ درصد | | حداقل | حداکثر |
| | | | | | حد پایینی | حد بالایی | | |
| ۰ | ۱۰۹ | ۱/۴۴ | ۰/۱۷۹ | ۰/۰۱۷ | ۱/۴۱ | ۱/۴۸ | ۱/۱۰ | ۲/۱۵ |
| ۱ | ۱۸۳ | ۱/۴۱ | ۰/۱۵۶ | ۰/۰۱۲ | ۱/۳۹ | ۱/۴۴ | ۰/۸۹ | ۱/۸۷ |
| مجموع | ۲۹۲ | ۱/۴۲ | ۰/۱۶۵ | ۰/۰۱۰ | ۱/۴۰ | ۱/۴۴ | ۰/۸۹ | ۲/۱۵ |

**جدول ۱۹. نتیجه آزمون لون برای زمان تا برخورد**

| آزمون همگنی برای واریانس | | | |
|---|---|---|---|
| آماره لون | Df1 | Df2 | Sig |
| ۲/۴۲ | ۱ | ۲۹۰ | ۰/۱۲۱ |

**جدول ۲۰. نتیجه تحلیل ANOVA برای مقایسه TTC دردوگروه**

| آزمون همگنی برای متوسط مشاهدات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| آماره لون | Sum of squares | Df | Mean square | F | Sig |
| بین گروه‌ها | ۰/۰۵۵ | ۱ | ۰/۰۵۵ | ۲/۰۳ | ۰/۱۵ |
| درون گروه‌ها | ۷/۹۱ | ۲۹۰ | ۰/۰۲۷ | | |
| مجوع | ۷/۹۷ | ۲۹۱ | | | |




**شکل ۱۱. مقایسه مقدار TTC برای جهت حرکت عابر پیاده**

## ۵- نتیجه‌گیری

در این مطالعه مشخصات اثرگذاز عابران پیاده از جمله جنسیت، سن و جهت حرکت عابر مورد مطالعه قرار گرفته است. مقدار متوسط TTC برای دو متغیر مستقل مرد و زن دارای تفاوت معناداری است. در ضمن مقدار آن برای متغیر مستقل مرد دارای عدد کمتری. مشابه با نتایج مربوط به شاخص TTC، مقدار متوسط PET برای دو متغیر مستقل مرد و زن دارای تفاوت معناداری است و در ضمن مقدار آن برای متغیر مستقل مرد دارای عدد کمتری است. این مسئله نشان می‌دهد در نواحی عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ نیز، عابران پیاده مرد دارای سطح ایمنی کمتری نسبت به عابران پیاده زن هستند. این تفاوت نکته مهمی است که اولا نیازمند تکمیل مطالعات در خصوص تفاوت‌های رفتاری میان مردان و زنان در ایمنی ترافیک است و ثانیا می‌باسیت مورد توجه سیاست‌پژوهان و سیاست‌گذاران و مجریان مسئول در حوزه ایمنی ترافیک قرار گیرد تا در ارایه تسهیلات و نیز صلاحیت‌ها متناسب با جنسیت افراد عمل

نمایند. تفاوت معناداری میان سن عابران پیاده به تفکیک سه رده سنی کودک، جوان و پیر مشاهده نشده است. اما مطابق نتایج تحلیل ANOVA، مقدار متوسط PET برای دو رده پیر و غیرپیر معنادار شده است. رده سنی عابران پیر نسب رده سنی غیر پیر دارای PET کم‌تری است که نشان دهنده سطح ایمنی پایین برای عابران پیاده در رده سنی پیر است. در ضمن، مطابق نتایج تحلیل مقدار متوسط شاخص TTC برای عابران پیاده مرد کم‌تر است اگر چه تفاوت مقادیر میانگین دارای سطح معناداری چندان بالایی نیست. این مسئله نشان دهنده لزوم توجه ویژه به کاربران آسیب‌پذیر حاضر در مواجهات ترافیکی است. در چنین شرایطی به نظر می‌رسد مطالعاتی در خصوص نحوه اطلاع رسانی و آگاه‌سازی رانندگان وسایل نقلیه نزدیک‌شونده در ناحیه عملکردی تقاطعات چهارراهی بدون چراغ نسبت به کاربران آسیب‌پذیر کاربردی خواهد بود. شایان ذکر است در این مطالعه در محاسبه شاخص‌های تداخل ترافیکی تک تک مشاهدات به صورت جداگانه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است و وضعیت سنی کاربران راه به صورت غیرمستقیم و صرفاً با توجه به مشاهدات موجود در دوربین فیلمبرداری تفکیک شده است. تفکیک مشاهدات و تشخیص کاربران کودک و مسن در فیلم‌ها امری پیچیده نیست اما سایر کاربران به صورت جوان در نظر گرفته شده‌اند که گروه سنی میانسال نیز در این گروه در نظر گرفته شده است. برای بررسی دقیقتر و در نظر گرفتن سن دقیق کاربران پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز رانندگی اولا وضعیت ایمنی در ناحیه عملکردی مورد بررسی بیشتر و دقیقتر قرار گیرد و از طرفی جزییات مشخصات عابران پیاده ثبت گردد. نتایج بررسی شاخص TTC برای متغیر مستقل غیر پیوسته "جهت حرکت عابر پیاده" ارایه شده و مقدار متوسط این شاخص برای "جهت حرکت چپ" برای عابر پیاده دارای مقدار کم‌تری است. شایان ذکر است که مقدار معناداری تفاوت مقادیر میانگین در سطح نسبتاً پایینی قرار دارد و این وضیت نیز نیازمند مطالعه بیشتر در دستگاه شبیه‌ساز رانندگی است.

## ٦- پی‌نوشت‌ها

1. Time to Collision
2. Post Encroachment Time

## ۷- مراجع


-Allen, B. L., Shin, B. T., & Cooper, P. J. (1978). *Analysis of traffic conflicts and collisions* (0361-1981). Retrieved from

-Amundsen, F., & Hyden, C. (1977). Proceedings of first workshop on traffic conflicts. *Oslo, TTI, Oslo, Norway and LTH Lund, Sweden, 78*.

-Chaudhari, A., Gore, N., Arkatkar, S., Joshi, G., & Pulugurtha, S. (2021). Exploring pedestrian surrogate safety measures by road geometry at midblock crosswalks: A perspective under mixed traffic conditions. *IATSS research, 45*(1), 87-101.

-Golembiewski, G., & Chandler, B. E. (2011). *Intersection safety: A Manual for Local Rural Road Owners*.

-Hayward, J. (1971). *Near Misses as a Measure of Safety at Urban Intersections*: Pennsylvania Transportation and Traffic Safety Center.

-Himanen, V., & Kulmala, R. (1988). An application of logit models in analysing the behaviour of pedestrians and car drivers on pedestrian crossings. *Accident Analysis & Prevention, 20*(3), 187-197.

-Hupfer, C. (1997). *Deceleration to safety Time (DST)-a Useful Figure to Evaluate Traffic Safety*. Paper presented at the ICTCT Conference Proceedings of Seminar.

-Laureshyn, A. (2010). *Application of Automated Video Analysis to Road User Behaviour*: Lund University.

-Li, H., Zhang, Z., Sze, N., Hu, H., & Ding, H. (2021). Safety effects of law enforcement cameras at non-signalized crosswalks: A case study in China. *Accident Analysis & Prevention, 156*, 106124.

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

-NCHRP. (2015). The Unsignalized Intersection Improvement Guide (UIIG), Project 03-104.

crossroads. *Accident Analysis & Prevention, 43*(5), 1794-1801.
-Westra, E., & Rothengatter, J. (1993). Behaviour–Conflict–Safety Relations for Pedestrians. *Traffic Research Centre, University of Groningen, Netherlands*.
-who. (2013). Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. *World Health Organization*.
-Yagil, D. (2000). Beliefs, motives and situational factors related to pedestrians' self-reported behavior at signal-controlled crossings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 3*(1), 1-13.
-Zegeer, C. V., & Bushell, M. (2012). Pedestrian crash trends and potential countermeasures from around the world. *Accident Analysis & Prevention, 44*(1), 3-11.
-Zheng, L., Ismail, K., & Meng, X. (2014). Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights. *Canadian Journal of Civil Engineering, 41*(7), 633-641.
-NHTSA. (2018). March–Revised)). Pedestrians: 2016 data. (Trafc Safety Facts. Report No. DOT HS 812 493). Washington, DC. *National Highway Traffic Safety Administration*.
-Olszewski, P., Buttler, I., Czajewski, W., Dąbkowski, P., Kraśkiewicz, C., Szagała, P., & Zielińska, A. (2016). Pedestrian safety assessment with video analysis. *Transportation Research Procedia, 14*, 2044-2053.
-Parker Jr, M., & Zegeer, C. V. (1989). *Traffic Conflict Techniques for Safety and Operations: Observers Manual*.
-Sayed, T., Zaki, M. H., & Autey, J. (2013). Automated safety diagnosis of vehicle–bicycle interactions using computer vision analysis. *Safety Science, 59*, 163-172.
-Suzuki, K., & Ito, H. (2017). Empirical analysis on risky behaviors and pedestrian-vehicle conflicts at large-size signalized intersections. *Transportation Research Procedia, 25*, 2139-2152.
-Tom, A., & Granié, M.-A. (2011). Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized

# Investigation of Influence of Pedestrian Characteristics on Their Safety at the Functional Area of Un-Signalized Intersections Conflicts

*Mehrdad Asgari, M.Sc., Grad., Faculty of Civil and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*
*Amin Mirza Boroujerdian, Associate Professor, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*

*E-mail: boroujerdian@modares.ac.ir*

Received: September 2003 Accepted: January 2024

**ABSTRACT**
Pedestrians as vulnerable road users have a very high sensitivity facing vehicles. The number of pedestrians killed or injured in traffic accidents is very significant which a noticeable percentage of them have occurred at un-signalized intersections. Four-leg un-signalized intersections are parts of the road network in which pedestrians are unsafe. In this paper, the main purpose is investigation of pedestrian safety facing vehicles at functional area of four-leg un-signalized intersections. Therefore to evaluate the traffic conflict safeties, Time to Collision (TTC) and Post Encroachment Time (PET) indexes were used. Particularly The effect of pedestrian characteristics on the safety level of conflict was evaluated by collecting field information and statistical studies. The data was obtained by video-recording of the functional area of Imam Hossain intersection in Hamadan city and then using ANOVA statistical analysis, the effect of pedestrian characteristics on the safety level of intersection was evaluated. Results show that:
- The male pedestrians are safer than female (The differences between them at PET and TTC indexes are 0.11 and 0.08, respectively).
- The young pedestrians are safer than elderly (The differences between them at PET and TTC indexes are 0.10 and 0.04, respectively).
- The right-direction pedestrians are safer than left-direction (The difference between them at PET index is 0.03).

**Keywords:** Un-Signalized Intersections Safety, Pedestrians, Functional Area of Intersections, Post Encroachment Time, Time to Collision