

## تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری

ایرج برگ گل، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

وحید نجفی مقدم گیلانی (مسئول مکاتبات)، دانشجوی دکتری عمران-راه و ترابری، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

(IUST)، تهران، ایران

مرتضی حسین‌پور، دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-راه و ترابری، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

دانیال صفاری، دانشجوی کارشناسی ارشد، عمران-راه و ترابری، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

### چکیده

یکی از عوامل اثرگذار بر تقاطع‌های چراغ‌دار و بدون چراغ، عابران پیاده هستند. لذا شناخت ویژگی‌های رفتاری عابر پیاده از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند به طراحی بهتر امکانات مرتبط با عابران پیاده در توسعه شهر منتهی شود. در این مقاله با تصویربرداری از دو تقاطع چراغ‌دار و دو تقاطع بدون چراغ در شهر رشت به مدت ۱۵ ساعت و آماربرداری از ۲۴۲۳ عابر پیاده، سرعت عبور از عرض عابران پیاده تحت تأثیر وزن و جنسیت آن‌ها مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر سرعت متوسط و سرعت صدک پانزدهم مربوط به آقایان است و این در حالی است که حرکت‌های گروهی در تمام شرایط با سرعت پایین‌تری از تقاطع‌ها عبور نمودند و کمترین مقادیر سرعت متوسط و سرعت صدک پانزدهم مربوط به آنان است. تمامی عابران پیاده اعم از آقایان، بانوان و عابران به‌صورت گروهی، در تقاطعات بدون چراغ سریع‌تر از تقاطع چراغ‌دار از عرض خیابان‌ها عبور می‌کنند. اختلاف سرعت عبور از عرض آقایان، با سطح اطمینان ۹۵ درصد در گروه‌های وزنی لاغر و معمولی به لحاظ آماری معنادار است و این در حالی است که اختلاف سرعت عبور از عرض بانوان، با سطح اطمینان ۹۵ درصد در تمامی گروه‌های وزنی به لحاظ آماری معنادار است.

واژه‌های کلیدی: عابر پیاده، سرعت عبور از عرض، تقاطع‌های چراغ‌دار، تقاطع‌های بدون چراغ، وزن، سن

## ۱. مقدمه

یکی از موارد مهم در عبور عابران که هم به لحاظ تداخل ترافیکی و هم از نظر ایمنی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، تقاطع‌های چراغ‌دار و بدون چراغ می‌باشند. در این مکان‌ها، عابران پیاده یکی از موارد کلیدی در عبور آزاد خودروها به شمار می‌روند. چراکه حتی با وجود چراغ راهنمایی در زمان‌های غیرمجاز نیز در حرکت خودروها اختلال ایجاد می‌نمایند که این امر سبب افزایش تأخیر هر دو گروه وسایل نقلیه و عابران پیاده و همچنین افزایش خطر برخورد وسایل نقلیه با عابران پیاده می‌شود.

لذا شناخت رفتار عابران در عبور از تقاطع‌های چراغ‌دار و بدون چراغ کمک شایانی به توسعه و مدیریت جریان ترافیکی شبکه حمل‌ونقل شهری می‌نماید. سرعت عبور از عرض یکی از مهم‌ترین پارامترهای رفتاری عابران پیاده است که زمان‌بندی و عملکرد صحیح چراغ‌های راهنمایی، سطح در معرض قرارگیری و عبور از عرض ایمن آنان در مقابل جریان ترافیک در گذرگاه‌های عرضی و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حال اینکه در بیشتر مواقع و در بیشتر شهرهای ایران، طراحی‌ها را بر اساس مطالعات دیگر کشورها اجرا می‌کنند. این در حالی است که سرعت عابران پیاده تحت تأثیر خصوصیات فردی از جمله جنسیت، سن، تعداد افراد در غالب یک گروه، محل قرارگیری گذرگاه عرضی، طول مقاطع عبور عرضی، عبور از محل‌های غیر گذرگاهی و خط‌کشی شده، نرخ جریان عبوری عابران پیاده، حضور وسایل نقلیه در زمان قرمز چراغ راهنمایی، فاصله از مرکز تجاری شهر، متوسط انتظار عابران و غیره است. از همین رو در این مقاله با بررسی سرعت عبور از عرض ۲۴۲۳ عابر پیاده در دو تقاطع چراغ‌دار و دو تقاطع بدون چراغ در شهر رشت، تفاوت‌های بین سرعت عبور از عرض عابران پیاده به دست آورده شدند و همچنین به بررسی اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن و تعیین عامل اختلاف ناشی از گروه‌های سنی مختلف پرداخته شد.

## ۲. ادبیات پژوهش

با مطالعه تحقیقات انجام‌شده در سال‌های پیشین مشخص شد که همیشه سرعت عابران موضوع مهمی در مطالعات ترافیکی به شمار می‌آید و طی دهه‌های گذشته محققان بسیاری در این زمینه مطالعه داشته‌اند. مور در سال ۱۹۵۶، سرعت عبور از عرض عابران پیاده در زمان نزدیک بودن وسایل نقلیه به آنان را، ۱/۵۲ متر بر ثانیه و در غیر این صورت ۱/۲۲ متر بر ثانیه توصیه کرد. ویلسون و گرسین در سال ۱۹۸۰ با بررسی رابطه سرعت عابر پیاده با توجه به سن و جنسیت دریافتند که متوسط سرعت راه رفتن برای آقایان و بانوان به ترتیب ۱/۳۲ و ۱/۲۷ متر بر ثانیه است. گریفیت و همکاران در سال ۱۹۸۴ دریافتند که سرعت عبور از عرض از تقاطع‌های چراغ‌دار برای افراد جوان، میانسال و مسن به ترتیب ۱/۷۲، ۱/۶۶ و ۱/۴۷ متر بر ثانیه است. تانابریون و گویانو در سال ۱۹۹۱، با بررسی سرعت عبور از عرض عابران پیاده در یک تقاطع چراغ‌دار در بانکوک دریافتند که سرعت عبوری آقایان و بانوان به ترتیب ۱/۳۱ و ۱/۲۳ متر بر ثانیه است. اوفلاهرتی در سال ۱۹۹۷ سرعت عبور از عرض بین ۱/۲ تا ۱/۲۵ متر بر ثانیه را برای تقاطع‌های شلوغ همراه با حرکت گروه‌های سنی مختلف پیشنهاد داد. همچنین در شرایط غیر شلوغ، سرعت متوسط عبور از عرض ۱/۶ متر بر ثانیه را توصیه کرد. تاوارنه در سال ۲۰۰۱، سرعت ۳۵۰۰ عابر پیاده را در ۲۷ تقاطع در منطقه‌ای بزرگ در عمان مورد بررسی قرار داد. بر این اساس سرعت میانگین و صدک پانزدهم عابران پیاده را به ترتیب ۱/۳۴ و ۱/۱۱ متر بر ثانیه توصیه کرد. همچنین تاوارنه در طی این پژوهش بیان کرد که سن، جنسیت، اندازه گروه و عرض خیابان به‌طور قابل‌توجهی بر سرعت عابران پیاده تأثیرگذار است و عابران مرد به‌طور قابل‌توجهی سریع‌تر از بانوان از تقاطع‌ها عبور می‌کنند. گیتس و همکاران در سال ۲۰۰۶ با جمع‌آوری سرعت عبور از عرض ۱۹۴۷ عابر پیاده از ۱۱ تقاطع در آمریکا اشاره کردند که سرعت متوسط عابران کمتر از ۶۵ سال، ۰/۳ متر بر ثانیه بیشتر از عابران بالای ۶۵ سال است و همچنین هیچ تفاوتی بین سرعت فصلنامه مهندسی ترافیک / سال بیست و دوم / شماره ۸۹ / پاییز ۱۴۰۱

## تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری

سرعت ۱/۲، ۱/۳۴ و ۱/۳۴ متر بر ثانیه و برای بالای این نسبت، هر دو نسخه سرعت ۱/۰ متر بر ثانیه را توصیه کردند. با توجه به موارد بالا و بیان مختصری از اثرات عابر پیاده بر تسهیلات ترافیکی، ضرورت بررسی سرعت عابران پیاده به‌وضوح درک می‌شود. با استناد به این مطالعه می‌توان بیان نمود که جنسیت در رده‌های وزنی و سنی مشخص بر سرعت و طراحی‌های ترافیکی اثرگذار می‌باشند.

### ۳. روش پژوهش

#### ۳-۱ مکان مورد مطالعه

در انجام این تحقیق، دو تقاطع چراغ‌دار و دو تقاطع بدون چراغ پرازدحام شهر رشت انتخاب شد. این شهر مرکز استان گیلان و در شمال ایران است و دارای تراکم جمعیت ۴۳۴۰ نفر در هر کیلومتر مربع است.

عبور از عرض مردان و بانوان وجود ندارد. شی و همکاران در سال ۲۰۰۷ با تجزیه و تحلیل سرعت عبور از عرض ۱۰۴۰ عابر در عبور از تقاطع بدون چراغ در شهر پکن دریافتند که سرعت عبور از عرض عابران مرد ۰/۱ ثانیه بیشتر از بانوان است. پژوهشکده مهندسی حمل و نقل آمریکا در سال ۱۹۹۹ سرعت عبوری ۱/۱ تا ۱/۲ متر بر ثانیه را برای عابران پیاده عبوری از تقاطع‌ها پیشنهاد داد. کتاب راهنمای دستگاه‌های کنترل یک‌نواخت ترافیک در هر دو نسخه سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۹، سرعت عبور از عرض ۱/۲۱ متر بر ثانیه را برای عبور عابران پیاده از تقاطع‌ها پیشنهاد داد. سرعت عبور از عرض عابران با توجه به کتاب راهنمای ظرفیت راه‌ها بر اساس نسبت عابران مسن (بالای ۶۵ سال) در کل کاربران است. این کتاب در نسخه‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ برای نسبت کمتر از ۲۰ درصد عابران مسن، به ترتیب



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

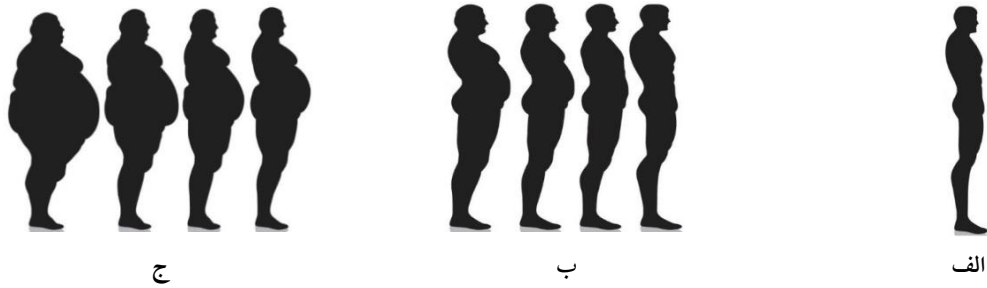
### ۲-۳ جمع‌آوری اطلاعات

به شیوه میدانی با فیلم‌برداری از هر تقاطع، اطلاعات ۲۴۲۳ عابر پیاده جمع‌آوری شد. با استفاده از کرنومتر از روی تصاویر ضبط‌شده زمان عبور و سپس سرعت عبور هرکدام از عابران پیاده به تفکیک جنسیت، سن، وزن و حرکت‌های گروهی محاسبه شد. سرانجام، اطلاعات عابران پیاده به‌وسیله آزمون‌های آماری واریانس (آنوا)، همبستگی اسپیرمن و گابریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برداشت اطلاعات شخصیتی عابران با توجه به ویژگی‌های ظاهری آن‌ها و مطابقت آن‌ها با استاندارد و تفکیک

سازمان بهداشت جهانی مطابق جدول ۱ و شکل ۲ به ترتیب برای سن و وزن انجام شد.

جدول ۱. معرفی گروه‌های سنی

نام گروه	مشخصات گروه
نوجوان	زیر ۱۸ سال
جوان	۱۸ تا ۴۴ سال
میانسال	۴۵ تا ۵۹ سال
مسن	۶۰ سال و بالاتر



شکل ۲. طبقه‌بندی افراد برحسب وزن: الف) لاغر، ب) معمولی، ج) چاق

## تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری

### ۳-۳ ابزارهای تحلیل اطلاعات

پس از جمع‌آوری اطلاعات، سرعت عبور از عرض ۲۴۲۳ عابر پیاده به وسیله آزمون‌های آماری واریانس (آنوا)، همبستگی اسپیرمن و گابریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که در ادامه به معرفی و شرح این روش‌ها پرداخته شده است.

### ۳-۳-۱ آزمون ANOVA

موقعی که پژوهشگری بخواهد بیش از دو میانگین (بیش از دو نمونه) را مقایسه کند، باید از تحلیل واریانس، استفاده کند. تحلیل واریانس یک روش فراگیرنده‌تر از آزمون  $t$  است و برخی پژوهشگران حتی وقتی مقایسه میانگین‌های دو نمونه موردنظر است از این روش استفاده می‌کنند. طرح‌های متنوعی برای تحلیل واریانس وجود دارد و هر یک، تحلیل آماری خاص خودش را طلب می‌کند. از جمله این طرح‌ها می‌توان به تحلیل یک عاملی واریانس، تحلیل یک طرفه و تحلیل عاملی متقاطع واریانس، تحلیل واریانس چند متغیری، تحلیل کوواریانس یک متغیری و چند متغیری و غیره اشاره کرد.

آزمون  $t$  تنها در شرایطی که هدف مقایسه میانگین ۲ گروه باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد، روشی که برای مقایسه میانگین بیش از دو گروه به کار می‌رود، یعنی وقتی خواسته شود میانگین‌های یک صفت کمی را در سه یا بیش از سه گروه مقایسه کرد، تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) نامیده می‌شود، در واقع این تجزیه و تحلیل، ما را در فهم تفاوت بین گروه‌ها یاری می‌کند. از مزایای استفاده از این آزمون این است که تنها با انجام یک بار آزمون، اختلاف میان میانگین‌های کلیه نمونه‌های موجود در آزمایش، مورد بررسی قرار می‌گیرد. آزمون فرضیه برای این هدف به صورت رابطه ۱ است:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k \\ H_1: \mu_i \neq \mu_j \end{cases} \quad (1)$$

برای انجام آنالیز واریانس نیز همانند سایر آزمون‌های پارامتری باید پیش فرض‌هایی برقرار باشد؛ این پیش فرض‌ها به قرار زیرند:

- نمونه‌های گرفته شده از هر جامعه کاملاً تصادفی و مستقل باشند.

- متغیر تصادفی موردنظر (صفت مورد بررسی) در هر کدام از جامعه‌ها از توزیع نرمال پیروی کنند.
- واریانس متغیر تصادفی در همه‌ی جامعه‌ها برابر باشند.
- نمونه‌های مختلف از جوامعی گرفته شده‌اند که تنها از یک روش طبقه‌بندی شده باشند.

روش آنالیز واریانس ANOVA، بر مبنای آزمون  $F$  انجام خواهد شد. آزمون مقایسه میانگین سه گروه یا بیشتر بر مبنای جدول زیر که جدول تحلیل واریانس نام دارد است. آماره‌ای که از آن برای رد یا پذیرش فرض صفر استفاده می‌شود، کسری موسوم به کسر  $F$  است. اگر پراکندگی بین گروه‌ها را بر درجه آزادی آن تقسیم شود، واریانس بین گروه‌ها (میانگین مربعات اصلی  $MSB$ ) به دست خواهد آمد که در صورت کسر  $F$  قرار دارد. همچنین اگر پراکندگی درون‌گروهی بر درجه آزادی آن تقسیم شود، واریانس درون‌گروهی میانگین مربعات خطا ( $MSW$ ) به دست می‌آید که آن را در مخرج کسر قرار می‌دهند؛ بنابراین کسر  $F$  به صورت رابطه ۱ است:

$$F = \frac{MSB}{MSW} \quad (2)$$

درجه آزادی صورت کسر  $F$  از تعداد سطوح متغیر مستقل منهای یک به دست می‌آید. همچنین درجه آزادی مخرج از ضرب تعداد سطوح متغیر مستقل، در تعداد نمونه‌ها در هر گروه، منهای یک به دست می‌آید که این مقادیر توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود. اگر واریانس بین گروهی ( $MSB$ ) که به آن اثرات متغیر مستقل می‌گویند، بیشتر از واریانس درون‌گروهی ( $MSW$ ) که به آن اثرات خطا می‌گویند باشد، می‌توانیم با اطمینان گفت که تأثیر متغیر مستقل، بیشتر از تأثیر تفاوت‌های سایر متغیرهاست. البته نرم‌افزار SPSS برای رد یا پذیرش فرض صفر که تأکید بر بی‌اثر بودن متغیر مستقل دارد، از معیار تصمیم Sig استفاده می‌کند. اگر مقدار  $F$  مشاهده شده بزرگ‌تر از مقدار بحرانی  $F$  باشد، فرض صفر رد خواهد شد؛ یعنی اگر  $F_{obs} > F_{\alpha}(k-1, N-k)$  باشد، آنگاه فرض صفر رد می‌شود، البته در نرم‌افزار SPSS علاوه بر

میزان هماهنگی میان دو متغیر باید به دنبال شاخص‌هایی گشت که دو ویژگی زیر را داشته باشد:

- به واحد دو جامعه وابسته نباشد،
- کراندار باشد.

مجموعه اطلاعات موجود در انجام یک آزمون همبستگی که شامل اندازه‌های به دست آمده از دو متغیر  $X$  و  $Y$  می‌باشند را می‌توان به صورت یک نمونه‌ی تصادفی دو متغیره بیان کرد. مطالعه رابطه بین متغیرها به وسیله‌ی تحلیل همبستگی انجام می‌شود که بیانگر وجود یک رابطه خطی بین دو متغیر است. فرمول ضریب همبستگی به صورت رابطه ۳ است:

$$r = \frac{Cov(X, Y)}{S_x S_y} \quad (3)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}}$$

ضریب همبستگی همواره مقداری بین صفر و یک دارد  $-1 < r < 1$  که با توجه به مقدار  $r$  در حالت‌های مختلف تفسیرهای گوناگونی از رابطه  $X$  و  $Y$  خواهیم داشت.

#### ۴. تحلیل داده‌ها

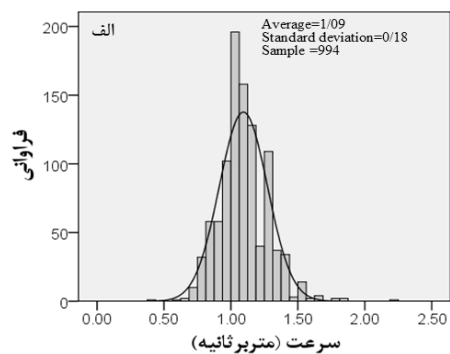
در این پژوهش افراد عبوری در دو تقاطع چراغ‌دار و دو تقاطع بدون چراغ، در زمان‌های اوج صبح، ظهر و عصر، به تفکیک جنسیت، وزن، سن، حرکت‌های یک‌نفره و گروهی آماربرداری گردیدند. سپس نمودارهای هیستوگرام توزیع فراوانی به همراه منحنی نرمال برای کلیه‌ی عابران پیاده (شکل‌های ۳ تا ۸) رسم گردیدند که به کمک آن توزیع سرعت افراد را در هر گروه مشخص است. هدف از این کار تعیین شاخص‌های سرعت متوسط، سرعت صدک پانزدهم و میانگین، مطابق جداول ۱ و ۲ بوده است.

مقدار آماره‌ی  $F$ ، احتمال معنی‌داری یا همان  $P$ -Value نیز گزارش می‌گردد. در چنین شرایطی،  $P$ -Value کوچک‌تر از  $\alpha$  (۰/۰۵ یا ۰/۰۱) معنی‌دار در نظر گرفته خواهد شد. در هر حال در هنگام استفاده از جدول ANOVA، باید به این نکته‌ی مهم توجه داشت که اگر  $F_{obs} > F_{\alpha}(k-1, N-k)$  یا  $P < 0/05$  Value باشد، تنها نتیجه خواهد شد که حداقل دو گروه از گروه‌های مورد مطالعه، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهند؛ اما نمی‌توان تشخیص کرد که این گروه‌هایی که از نظر آماری متفاوت‌اند، کدام گروه‌ها خواهند بود. در چنین شرایطی نیاز است از آزمون‌های تعقیبی یا پسین به منظور شناسایی این تفاوت‌ها استفاده کرد. در این پژوهش از آزمون‌های تعقیبی گابریل (در شرایط برابری واریانس‌ها) و Games-Howell (در شرایط عدم برابری واریانس‌ها) استفاده شده است. شرط برابری یا عدم برابری واریانس‌ها با استفاده از آماره‌ی Leven در خروجی آزمون قابل تشخیص است.

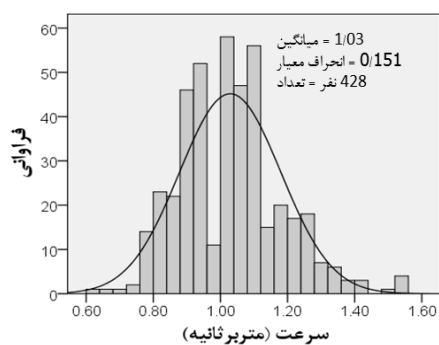
#### ۳-۲-۳ آزمون همبستگی اسپیرمن

در بسیاری از موارد در انجام مطالعات تحقیقاتی به دنبال بررسی رابطه دو متغیر تصادفی کمی هستیم. در این شرایط ارتباط بین دو متغیر کمی، از شاخصی به نام ضریب همبستگی پیرسون استفاده می‌شود. معمولاً در بررسی همبستگی دو متغیر، مقادیر یکی به دیگری وابسته است. برای مثال در بررسی رابطه سن و سرعت عابران، سرعت به سن وابسته است متغیر وابسته را با  $Y$  و متغیری را که مقادیر آن، مقادیر متغیر وابسته را تحت تأثیر قرار می‌دهد، متغیر مستقل نامیده می‌شود و با  $X$  نمایش داده می‌شود. ممکن است در تحلیل همبستگی نتوان هیچ‌کدام از دو متغیر را به‌عنوان علت برای دیگری انتخاب کرد. در اصل برای بررسی

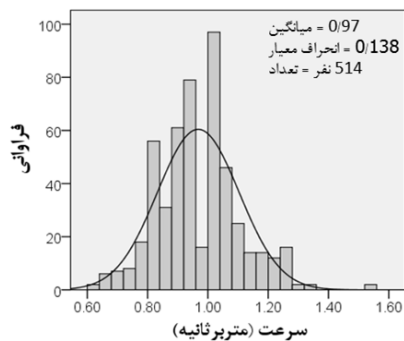
تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری



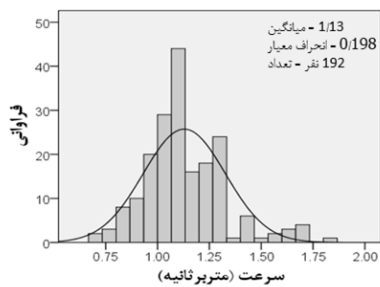
شکل ۳. نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال توزیع فرآوانی آقایان در تقاطعات چراغ‌دار



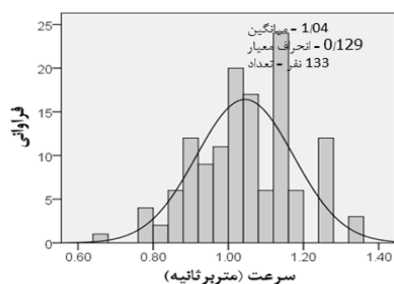
شکل ۴. نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال توزیع فرآوانی عابران در تقاطعات چراغ‌دار الف) آقایان، ب) بانوان، ج) گروهی



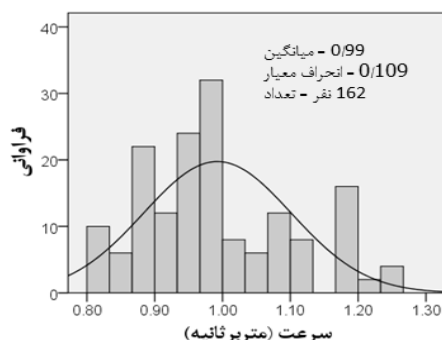
شکل ۵. نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال توزیع فرآوانی حرکات گروهی در تقاطعات چراغ‌دار



شکل ۶. نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال توزیع فرآوانی آقایان در تقاطع‌های بدون چراغ



شکل ۷. نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال توزیع فراوانی بانوان در تقاطع‌های بدون چراغ



شکل ۸. نمودار هیستوگرام و منحنی نرمال توزیع فراوانی حرکت‌های گروهی در تقاطع‌های بدون چراغ

جدول ۲. نتایج به دست آمده از بررسی تقاطع‌های چراغ‌دار

تقسیم‌بندی	تعداد افراد	میانگین سرعت	انحراف معیار	میانه	مد	$V_{15}$	کمترین سرعت	بیشترین سرعت
آقایان	۹۹۴	۱/۰۹	۰/۱۸۰	۱/۰۸	۱/۰۰	۰/۸۳	۰/۴۱	۲/۲۲
بانوان	۴۲۸	۱/۰۳	۰/۱۵۱	۱/۰۱	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۶۴	۱/۵۴
حرکت‌های گروهی	۵۱۴	۰/۹۷	۰/۱۳۶	۰/۹۵	۱/۰۰	۰/۷۴	۰/۶۲	۱/۵۴

جدول ۳. نتایج به دست آمده از بررسی تقاطع‌های بدون چراغ

تقسیم‌بندی	تعداد افراد	میانگین سرعت	انحراف معیار	میانه	مد	$V_{15}$	کمترین سرعت	بیشترین سرعت
آقایان	۱۹۲	۱/۱۶	۰/۱۷۶	۱/۱۲	۱/۱۲	۰/۸۹	۰/۷۸	۱/۷۳
بانوان	۱۳۳	۱/۰۶	۰/۱۱۷	۱/۰۷	۱/۱۲	۰/۸۳	۰/۷۸	۱/۳۲
حرکت‌های گروهی	۱۶۲	۰/۹۹	۰/۱۰۹	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۸۳	۱/۲۵

نمودند و کمترین مقادیر سرعت متوسط و سرعت صدک پانزدهم مربوط به آنان است.

در تقاطع‌های چراغ‌دار، آقایان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۰۹ و ۰/۸۳ متر بر ثانیه، بانوان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۰۳ و ۰/۷۸ متر بر ثانیه و

با توجه به منحنی‌های هیستوگرام (شکل‌های ۱ تا ۶) و جداول ۲ و ۳، بیشترین مقادیر سرعت متوسط و سرعت صدک پانزدهم مربوط به آقایان است و این در حالی است که حرکت‌های گروهی در تمام شرایط با سرعت پایین‌تری از تقاطع‌ها عبور

## تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری

است. به‌منظور حذف اثر وزن، سرعت عابران پیاده هم‌وزن با یکدیگر مقایسه شدند. برای انجام این بررسی، ابتدا با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنف، نرمال بودن داده‌ها موردبررسی قرار داده شد.

پس از مشخص شدن اینکه داده‌های سرعت از توزیع نرمال برخوردار است، با استفاده از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس (آنوا) و آزمون همبستگی اسپیرمن برای مشاهده‌ی میزان همبستگی، استفاده شد. سپس جهت تعیین عامل‌های اختلاف، از آزمون تعقیبی گابریل استفاده شد. نتایج تحلیل سرعت آقایان و بانوان به ترتیب در جداول ۵ و ۶ آورده شده است.

حرکت‌های گروهی با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۷۴ متر بر ثانیه عبور می‌کنند.

در تقاطع‌های بدون چراغ، آقایان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۱۴ و ۰/۸۸ متر بر ثانیه، بانوان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۰۴ و ۰/۸۰ متر بر ثانیه و حرکت‌های گروهی با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۷۵ متر بر ثانیه عبور می‌کنند. نکته قابل‌توجه اینکه تمامی عابران پیاده اعم از آقایان، بانوان و حرکت‌های گروهی، در تقاطعات بدون چراغ سریع‌تر از تقاطع چراغ‌دار از عرض خیابان‌ها عبور می‌کنند.

نتایج ارتباط بین سرعت و سن عابران پیاده، در عبور از عرض کل تقاطعات چراغ‌دار و بدون چراغ، در جدول ۴ آورده شده

جدول ۴. بررسی ارتباط بین سرعت و سن عابران پیاده هم‌وزن در کل تقاطع‌های چراغ‌دار و بدون چراغ

جنسیت	گروه سنی	گروه وزنی	تعداد افراد	میانگین (متر بر ثانیه)	انحراف معیار	نتیجه آزمون آماری (ANOVA)	نتیجه آزمون همبستگی و ضریب همبستگی اسپیرمن
آقایان	نوجوان	لاغر	۴۰	۱/۳۳	۰/۱۹۹	P-Value = ۰/۰۰۳	P-Value = ۰/۰۲۸
	جوان		۸۳	۱/۳۶	۰/۱۷۲	F=۴/۸۰۸	R= -۰/۱۷۳
	میانسال		۱۷	۱/۳۰	۰/۱۲۸	اختلاف معنادار است	ارتباط معنادار است
	مسن		۲۲	۱/۲۰	۰/۱۸۱		
بانوان	نوجوان	معمولی	۱۳۳	۱/۳۱	۰/۱۹۷	P-Value < ۰/۰۰۰۱	P-Value < ۰/۰۰۰۱
	جوان		۵۱۹	۱/۳۳	۰/۱۵۷	F=۲۹/۷۵۳	R= -۰/۲۰۸
	میانسال		۲۵۷	۱/۲۸	۰/۱۴۸	اختلاف معنادار است	ارتباط معنادار است
	مسن		۱۵۲	۱/۱۸	۰/۲۳۳		
آقایان	نوجوان	چاق	۱۲	۱/۲۱	۰/۱۸۱	P-Value = ۰/۱۲۳	P-Value = ۰/۰۶۴
	جوان		۶۲	۱/۲۴	۰/۱۸۳	F=۱/۹۵۷	R= -۰/۱۶۹
	میانسال		۵۰	۱/۱۸	۰/۱۴۸	اختلاف معنادار نیست	ارتباط معنادار نیست
	مسن		۳۳	۱/۱۷	۰/۱۳۹		
بانوان	نوجوان	لاغر	۶	۱/۳۱	۰/۱۳۲	P-Value < ۰/۰۰۰۱	P-Value < ۰/۰۰۰۱
	جوان		۵۹	۱/۲۷	۰/۱۵۰	F=۱۳/۳۹۳	R= -۰/۵۴۱
	میانسال		۱۹	۱/۱۳	۰/۱۳۳	اختلاف معنادار است	ارتباط معنادار است
	مسن		۱۸	۰/۹۷	۰/۱۲۲		

جنسیت	گروه سنی	گروه وزنی	تعداد افراد	میانگین (متر بر ثانیه)	انحراف معیار	نتیجه آزمون آماری (ANOVA)	نتیجه آزمون همبستگی و ضریب همبستگی اسپیرمن
معمولی	نوجوان		۶	۱/۳۶	۰/۱۳۷	P-Value < ۰/۰۰۰۱	
	جوان		۴۰۷	۱/۲۰	۰/۱۳۸	۰/۰۰۰۱	R=-۰/۳۳۷
	میانسال		۱۶۱	۱/۱۴	۰/۱۳۲	F=۴۳/۹۰۳	ارتباط معنادار است
	مسن		۳۰	۰/۹۴	۰/۰۹۳	اختلاف معنادار است	
چاق	نوجوان		-	-	-	P-Value < ۰/۰۰۰۱	
	جوان		۵۱	۱/۱۲	۰/۱۶۵	۰/۰۰۰۱	R=-۰/۳۴۸
	میانسال		۱۰۲	۱/۰۹	۰/۱۲۹	F=۱۹/۴۵۴	ارتباط معنادار است
	مسن		۲۳	۰/۹۱	۰/۱۳۷	اختلاف معنادار است	

جدول ۵. نتایج آزمون آماری برای بررسی ارتباط تک تک گروه‌ها در عبور از کل تقاطع‌ها (آقایان)

جنسیت	گروه وزنی	مقایسه گروه‌های سنی	Value-P	نتیجه آزمون آماری با ۹۵٪ اطمینان
آقایان	نوجوان	جوان	۰/۹۷۶	اختلاف با گروه (مسن) معنادار است.
		میانسال	۰/۹۹۳	
		مسن	۰/۰۲۵	
	لاغر	نوجوان	۰/۹۷۶	اختلاف با گروه (مسن) معنادار است.
		جوان	۰/۷۸۹	
		مسن	۰/۰۰۱	
آقایان	میانسال	نوجوان	۰/۹۹۳	اختلاف با هیچ کدام از گروه‌ها معنادار نیست.
		جوان	۰/۷۸۹	
		مسن	۰/۳۲۵	
	معمولی	نوجوان	۰/۰۲۵	اختلاف با گروه‌های (نوجوان) و (جوان) معنادار است.
		جوان	۰/۰۰۱	
		میانسال	۰/۳۲۵	
آقایان	نوجوان	جوان	۰/۵۳۷	اختلاف با گروه (مسن) معنادار است.
		میانسال	۰/۶۵۶	
		مسن	۰/۰۰۰۱<	
	معمولی	نوجوان	۰/۵۳۷	اختلاف با گروه‌های (میانسال) و (مسن) معنادار است.
		جوان	۰/۰۰۰۱<	
		مسن	۰/۰۰۰۱<	
میانسال	نوجوان	۰/۶۵۶	اختلاف با گروه‌های (جوان) و (مسن) معنادار است.	
	جوان	۰/۰۰۰۱<		
	مسن	۰/۰۰۰۱<		

تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری

جنسیت	گروه وزنی	مقایسه گروه‌های سنی	Value-P	نتیجه آزمون آماری با ۹۵٪ اطمینان
		مسن	۰/۰۰۰۱<	
		نوجوان	۰/۰۰۰۱<	
		مسن	۰/۰۰۰۱<	اختلاف با تمام گروه‌ها معنادار است.
		میانسال	۰/۰۰۰۱<	Games-Howell
		جوان	۰/۹۹۱	
		میانسال	۰/۹۹۳	اختلاف با هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نیست.
		مسن	۰/۹۴۴	Gabriel
		نوجوان	۰/۹۹۱	
		میانسال	۰/۳۲۶	اختلاف با هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نیست.
		مسن	۰/۱۷۱	Gabriel
		نوجوان	۰/۹۹۳	
	چاق	میانسال	۰/۳۲۶	اختلاف با هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نیست.
		مسن	۰/۹۹۷	Gabriel
		نوجوان	۰/۹۴۴	
		مسن	۰/۱۷۱	اختلاف با هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نیست.
		میانسال	۰/۹۹۷	Gabriel

جدول ۶. نتایج آزمون آماری برای بررسی ارتباط تک‌تک گروه‌ها در کل تقاطع‌ها (بانوان)

جنسیت	گروه وزنی	مقایسه گروه‌های سنی	Value-P	نتیجه آزمون آماری با ۹۵٪ اطمینان
		جوان	۰/۹۷۰	اختلاف با گروه‌های (میانسال) و (مسن)
		میانسال	۰/۰۵۰	معنادار است.
		مسن	۰/۰۰۰۱<	Gabriel
		نوجوان	۰/۹۷۰	
		میانسال	۰/۰۰۴	اختلاف با گروه‌های (میانسال) و (مسن)
		مسن	۰/۰۰۰۱<	معنادار است.
		جوان	۰/۰۰۰۱<	Gabriel
		نوجوان	۰/۰۵۰	
		جوان	۰/۰۰۴	اختلاف با گروه‌های (نوجوان) و (جوان)
		میانسال	۰/۰۶۳	معنادار است.
		مسن	۰/۰۶۳	Gabriel
		نوجوان	۰/۰۰۰۱<	
		جوان	۰/۰۰۰۱<	اختلاف با گروه‌های (نوجوان) و (جوان)
		مسن	۰/۰۶۳	معنادار است.
		میانسال	۰/۰۶۳	Gabriel
		جوان	۰/۰۰۲	
	معمولی			

اختلاف با تمام گروه‌ها معنادار است	۰/۰۰۰۱<	میانسال	نوجوان	
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	مسن		
اختلاف با تمام گروه‌ها معنادار است	۰/۰۰۰۱<	نوجوان	جوان	
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	مسن		
اختلاف با تمام گروه‌ها معنادار است	۰/۰۰۰۱<	میانسال	جوان	
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	مسن		
اختلاف با تمام گروه‌ها معنادار است	۰/۰۰۰۱<	نوجوان	مسن	
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	میانسال		
اختلاف با گروه (مسن) معنادار است.	۰/۴۲۳	میانسال	جوان	
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	مسن		
اختلاف با گروه (مسن) معنادار است.	۰/۴۲۳	جوان	میانسال	چاق
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	مسن		
اختلاف با تمام گروه‌ها معنادار است.	۰/۰۰۰۱<	جوان	مسن	
<b>Gabriel</b>	۰/۰۰۰۱<	میانسال		

در گروه وزنی چاق نیز نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد اختلاف سرعت سنین مختلف به لحاظ آماری معنادار نیست. مقادیر P-Value برای این گروه نیز در جدول ۵ قابل ملاحظه است.

برای بانوان در گروه وزنی لاغر نتایج آزمون اختلاف معنی دار سرعت را نشان می‌دهد که آزمون تعقیبی مربوط به آن در جدول ۵ درج شده است. نتایج آزمون تعقیبی گابریل نشان می‌دهد سرعت‌های گروه‌های جوان و نوجوان ( $P=۰/۹۷۰$ ) با ضریب نزدیک به یک بسیار مشابه یکدیگر است. افراد میانسال با گروه نوجوان ( $P=۰/۰۵۰$ ) و جوان ( $P=۰/۰۰۴$ ) با ۹۵٪ اطمینان اختلاف معنادار داشته و با گروه مسن ( $P=۰/۰۶۳$ ) با ۹۰٪ اطمینان اختلاف معنادار است. در گروه وزنی معمولی همان‌طور که در جدول ۴-۲۳ مشاهده می‌شود بین کلیه‌ی گروه‌ها اختلاف آماری معنادار با تفاوت زیاد وجود دارد. بانوان چاق نیز اختلاف سرعتشان در آزمون تحلیل واریانس معنادار شد که آزمون تعقیبی گابریل مشخص نمود این اختلاف ناشی از بانوان مسن است و فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و دوم/ شماره ۸۹ / پاییز ۱۴۰۱

با توجه به نتایج جداول ۴، برای آقایان با گروه وزنی لاغر عامل اختلاف گروه مسن است که با گروه‌های نوجوان و جوان اختلاف آماری معنادار دارد. گروه‌های سنی نوجوان (زیر ۲۰ سال)، جوان (۲۰ تا ۳۹ سال) و میانسال (۴۰ تا ۵۹ سال) در عبور از عرض خیابان، با یکدیگر اختلاف معناداری نداشته‌اند. همچنین افراد میانسال و مسن نیز اختلاف سرعتشان از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین از این نتایج این‌گونه برمی‌آید که افراد نوجوان و جوان در این گروه وزنی با سرعت‌هایی شبیه به هم عبور نموده و افراد میانسال سرعتشان چیزی بین دو گروه قبل و گروه مسن است. در نهایت آقایان مسن هستند که با سرعتی کمتر از گروه‌های قبل عرض خیابان را طی نمودند. در گروه وزنی معمولی نیز نتایج آزمون‌های تحلیل واریانس و همبستگی معنادار شد که با دقت در جدول ۵ و نتایج آزمون تعقیبی Games-Howell مشخص می‌شود به‌غیراز گروه نوجوان، سرعت‌های کلیه‌ی گروه‌ها با یکدیگر اختلاف آماری معنادار دارد و گروه نوجوان فقط با افراد مسن اختلافش به لحاظ آماری معنادار است.

## تعیین عامل‌های اختلاف سرعت عابران پیاده هم‌وزن در عبور از تقاطع‌های شهری

چراغ نسبت به مطالعه پاتریک و هندرسون به ترتیب ۱۰۰ و ۹۲ درصد کمتر است. با مقایسه مطالعه حاضر با دو مطالعه قبلی که در سال‌های ۲۰۱۴ (تأثیر مزاحمت خودروها در عبور عابران پیاده از تقاطعات) و ۲۰۱۷ (بررسی سرعت عابران پیاده در محل‌های غیرخطکشی) در شهر رشت انجام شد مشخص شد که سرعت عابران مطالعه حاضر همچنان دارای مقادیر پایینی است.

بانوان جوان چاق با افراد میانسال اختلاف معنادار آماری ندارند؛ اما افراد میانسال و مسن نیز اختلاف سرعتشان معنادار شد ( $P < 0/0001$ ).

با مقایسه سرعت صدک پانزدهم عابران پیاده مطالعه حاضر با دیگر مطالعات انجام‌شده در جهان مطابق جدول (۶)، مشاهده می‌شود که سرعت عابران پیاده در شهر رشت نسبت به سایر محققان بسیار کمتر است؛ به‌طور مثال سرعت در تقاطع بدون

جدول ۷. مقایسه سرعت‌های مطالعه حاضر با دیگر مطالعات جهان

درصد تفاوت سرعت‌های مطالعه حاضر با دیگر مطالعات جهان				مقادیر سرعت (متر بر ثانیه)	دیگر مطالعات در جهان	مراجع
تقاطع بدون چراغ		تقاطع چراغ‌دار				
بانوان	آقایان	بانوان	آقایان			
-۴۷,۰٪	-۳۷,۱٪	-۵۶,۴٪	-۴۷,۰٪	۱,۲۲	مور، دالستد، FHWA، ویرکلر، گیتس	۱۶,۳۲,۳۳,۳۴
-۹۲,۸٪	-۷۹,۸٪	-۱۰۵,۱٪	-۹۲,۸٪	۱,۶	هانکین و رایت، رادین، افلاهرتی	۲۰, ۳۵, ۳۶
-۷۳,۵٪	-۶۱,۸٪	-۸۴,۶٪	-۷۳,۵٪	۱,۴۴	هندرسون	۳۷
-۸۰,۷٪	-۶۸,۵٪	-۹۲,۳٪	-۸۰,۷٪	۱,۵	هوئل، فیتز پاتریک	۳۸, ۳۹
-۵۶,۶٪	-۴۶,۱٪	-۶۶,۷٪	-۵۶,۶٪	۱,۳	اولدر	۴۰
-۵۹,۰٪	-۴۸,۳٪	-۶۹,۲٪	-۵۹,۰٪	۱,۳۲	ناوین و ویلر، افلاهرتی، ویلسون	۱۷, ۲۰, ۴۱
-۶۸,۷٪	-۵۷,۳٪	-۷۹,۵٪	-۶۸,۷٪	۱,۴	فروین، موسسه کرو	۴۳, ۴۲
-۶۵,۱٪	-۵۳,۹٪	-۷۵,۶٪	-۶۵,۱٪	۱,۳۷	اسلیت	۴۴
-۵۷,۸٪	-۴۷,۲٪	-۶۷,۹٪	-۵۷,۸٪	۱,۳۱	ترگنزا، تانابریون و گویانو، نابلانچ	۴۶, ۴۵, ۱۹
-۵۰,۶٪	-۴۰,۴٪	-۶۰,۳٪	-۵۰,۶٪	۱,۲۵	پائولز، مورال و همکاران	۴۸, ۴۷
-۳۰,۱٪	-۲۱,۳٪	-۳۸,۵٪	-۳۰,۱٪	۱,۰۸	کوشکی	۴۹
-۷۷,۱٪	-۶۵,۲٪	-۸۸,۵٪	-۷۷,۱٪	۱,۴۷	دالی و همکاران	۵۰
-۲۰,۵٪	-۱۲,۴٪	-۲۸,۲٪	-۲۰,۵٪	۱	کفین و مورال	۵۱
-۴۳,۴٪	-۳۳,۷٪	-۵۲,۶٪	-۴۳,۴٪	۱,۱۹	لام و همکاران	۵۲
-۷۴,۷٪	-۶۲,۹٪	-۸۵,۹٪	-۷۴,۷٪	۱,۴۵	نوفلاچر	۵۳
-۲۶,۵٪	-۱۸,۰٪	-۳۴,۶٪	-۲۶,۵٪	۱,۰۵	آیین‌نامه تسهیلات پیاده ایران	۵۴
-۷۵,۹٪	-۶۴,۰٪	-۸۷,۲٪	-۷۵,۹٪	۱,۴۶	سارکار و جاناردهان	۵۵
-۶۶,۳٪	-۵۵,۱٪	-۷۶,۹٪	-۶۶,۳٪	۱,۳۸	یونگ	۵۶
-۴۴,۶٪	-۳۴,۸٪	-۵۳,۸٪	-۴۴,۶٪	۱,۲	HCM 2000, ITE	۲۷, ۲۴
-۴۵,۸٪	-۳۶,۰٪	-۵۵,۱٪	-۴۵,۸٪	۱,۲۱	MUTCD	۲۶, ۲۵
-۶۹,۹٪	-۵۸,۴٪	-۸۰,۸٪	-۶۹,۹٪	۱,۴۱	دامن	۵۷

-/۶۱,۴	-/۵۰,۶	-/۷۱,۸	-/۶۱,۴	۱,۳۴	HCM 2010, 2016 تاوارنه	۳,۲۱,۲۸
-/۱,۲	/۵,۶	-/۷,۷	-/۱,۲	۰,۸۳	رشت (تأثیر مزاحمت خودروها)	۱۳
-/۸,۴	-/۱,۱	-/۱۵,۴	-/۸,۴	۰,۸۹	رشت (تأثیر عبور از غیر خطوط خطکشی)	۸

- Bargegol, I., Gilani, V. N. M., & Jamshidpour, F. (2017). Relationship between pedestrians' speed, density and flow rate of crossings through urban intersections (case study: Rasht metropolis). *International Journal of Engineering-Transactions C: Aspects*, 30(12), 1814-1821.
- Bargegol, I., & Gilani, V. N. M. (2015). The Effect of Rainy Weather on Walking Speed of Pedestrians on Sidewalks. *Buletin Teknol. Tanaman* 12, 217–222.
- Hamed, M., (2001). Analysis of Pedestrians Behavior at Pedestrian Crossing. *Safety Science*, 38: 63-82.
- Pinna, F., & Murrau, R. (2018). Age Factor and Pedestrian Speed on Sidewalks. *Sustainability*, 10(11), 4084.
- Boles, W., (1981). the Effect of Density, Sex, and Group Size upon Pedestrian Walking Velocity. *Man-Environment Systems*, 11: 37–40.
- Zafri, N. M., Rony, A. I., & Adri, N. (2019). Analysis of Pedestrian Crossing Speed and Waiting Time at Intersections in Dhaka. *Infrastructures*, 4(3), 39.
- Behbahani, H., Gilani, V. N. M., Samet, M. J., & Salehfard, R. (2017, October). Analysis of Crossing Speed of the Pedestrians in Marked and Unmarked Crosswalks in the Signalized and Un-Signalized Intersections (Case Study: Rasht city). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 245, No. 4, p. 042014). IOP Publishing.
- W.K.M. Alhajyaseen, H. Nakamura, (2010). Quality of Pedestrian Flow and Crosswalk Width at Signalized Intersections, *IATSS Research*, 34: 35–41.
- Banerjee, A., Maurya, A. K., & Lämmel, G. (2018). A review of pedestrian flow characteristics and level of service over different pedestrian facilities. *Collective Dynamics*, 3, 1-52.
- Bargegol, I., Taghizadeh, N., & Gilani, V. N. M. (2015). Evaluation of pedestrians speed with investigation of un-marked crossing.

## ۵. نتیجه گیری

- در این مقاله با بررسی سرعت عبور از عرض ۲۴۲۳ عابران پیاده در دو تقاطع چراغ‌دار و دو تقاطع بدون چراغ مشخص شد:
- ۱- بیشترین مقادیر سرعت متوسط و سرعت صدک پانزدهم مربوط به آقایان است و این در حالی است که حرکت‌های گروهی در تمام شرایط با سرعت پایین‌تری از تقاطع‌ها عبور نمودند و کمترین مقادیر سرعت متوسط و سرعت صدک پانزدهم مربوط به آنان است.
- ۲- در تقاطع‌های چراغ‌دار، آقایان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۰۹ و ۰/۸۳ متر بر ثانیه، بانوان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۰۳ و ۰/۷۸ متر بر ثانیه و حرکت‌های گروهی با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۷۴ متر بر ثانیه عبور می‌کنند.
- ۳- در تقاطع‌های بدون چراغ، آقایان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۱۴ و ۰/۸۸ متر بر ثانیه، بانوان با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۱/۰۴ و ۰/۸۰ متر بر ثانیه و حرکت‌های گروهی با سرعت میانگین و صدک پانزدهم به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۷۵ متر بر ثانیه عبور می‌کنند.
- ۴- تمامی عابران پیاده اعم از آقایان، بانوان و عابران به‌صورت گروهی، در تقاطعات بدون چراغ سریع‌تر از تقاطع چراغ‌دار از عرض خیابان‌ها عبور می‌کنند.
- ۵- اختلاف سرعت عبور از عرض آقایان، با سطح اطمینان ۹۵ درصد در گروه‌های وزنی لاغر و معمولی به لحاظ آماری معنادار است و این در حالی است که اختلاف سرعت عبور از عرض بانوان، با سطح اطمینان ۹۵ درصد در تمامی گروه‌های وزنی به لحاظ آماری معنادار است.

## ۶. مراجع

- Papadimitriou, E., Theofilatos, A., & Yannis, G. (2013). Patterns of pedestrian attitudes, perceptions and behaviour in Europe. *Safety science*, 53, 114-122.

- for timing of pedestrian clearance intervals based on characteristics of the pedestrian population. *Transportation research record*, 1982(1), 38-47.
- Shi, J., Chen, Y., Ren, F., & Rong, J. (2007). Research on pedestrian behavior and traffic characteristics at unsignalized midblock crosswalk: case study in Beijing. *Transportation Research Record*, 2038(1), 23-33.
- Manual of Traffic studies (1999). Institute of Transportation Engineers, US.
- Manual of Uniform Traffic Control Devices MUTCD (2003). US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Manual of Uniform Traffic Control Devices MUTCD (2009). US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 2000.
- Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 2010.
- Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., 2016.
- Iran Statistical Center, 2011, Official Results of Census of Populations and Houses of Iran.
- World Health Organization. (1948). [Pan American Health Organization](#).
- FHWA, (1988). Manual on Uniform Traffic Control Devices, US Department of Transportation.
- Virkler, M.R., and S. Elayadath. (1994). Pedestrian Speed-Flow-Density Relationships, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1438, pp. 51–58.
- Gates, T.J.; Noyce, D.A. and Bill, A.R. Ee Recommended Walking Speeds for Timing of
- R. Galiza, L. Ferreira, (2013). A Methodology for Determining Equivalent Factors in Heterogeneous Pedestrian Flows. *Computers, Environment and Urban Systems*, 39: 162–171.
- Bargegol, I., Gilani, V. N. M., & Farghedayn, S. (2014). Analysis of the effect of vehicles conflict on pedestrian's crossing speed in signalized and un-signalized intersection. *Advances in Environmental Biology*, 502-510.
- Bargegol, I., Gilani, V. N. M., & Jamshidpour, F. (2015). Modeling pedestrian flow at central business district. *Jurnal UMP Social Sciences and Technology Management*, 3(3).
- Jiang, X., Wang, W., Bengler, K., & Guo, W. (2015). Analyses of pedestrian behavior on mid-block unsignalized crosswalk comparing Chinese and German cases. *Advances in mechanical engineering*, 7(11), 1687814015610468.
- Moore, R. L, (1956). Psychological factors of importance in traffic engineering, Presented at International Study Week in Traffic Engineering, Stresa, Italy.
- Wilson, D. G., & Grayson, G. B. (1980). Age-related differences in the road crossing behaviour of adult pedestrians (No. TRRL-LR-933).
- Griffiths, J. D., Hunt, J. G., & Marlow, M. (1984). Delays at pedestrian crossings. 1. Site observations and the interpretation of data. *Traffic engineering & control*, 25(HS-037 575).
- Tanaboriboon, Y., & Guyano, J. A. (1991). Analysis of pedestrian movements in Bangkok. *Transportation Research Record*, 1294, 52-56.
- O'Flaherty, C., & Bell, M. G. (Eds.). (1997). *Transport planning and traffic engineering*. Elsevier.
- Tarawneh, M. S. (2001). Evaluation of pedestrian speed in Jordan with investigation of some contributing factors. *Journal of Safety Research*, 32(2), 229-236.
- Gates, T. J., Noyce, D. A., Bill, A. R., & Van Ee, N. (2006). Recommended walking speeds

- Board, National Research Council, pp. 27 – 38, 1996.
- Pauls, J. Calculating Evacuation Times for Tall Buildings. *Fire Safety Journal*, Vol. 12, 1987, pp. 213–236.
  - Morrall, J.F., L.L. Ratnayake, and P.N. Seneviratne, Comparison of Central Business District Pedestrian Characteristics in Canada and Sri Lanka, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1294, pp.57–61, 1991.
  - Koushki, P.M, Walking Characteristics in Central Riyadh, Saudi Arabia, *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 114, No. 6, pp. 735–744, 1988.
  - Daly, P.N., F. McGrath, and T.J, Annesley, Pedestrian Speed/Flow Relationships for Underground Stations, *Traffic Engineering and Control*, Vol. 32, No. 2, 1991, pp. 75–78.
  - Coffin, A. and J. Morrall, Walking Speeds of Elderly Pedestrians at Crosswalks, *Transportation Research Record*, No. 1487, TRB, National Research Council, Washington, DC, pp. 63-67, 1995.
  - Lam, H.K., J.F. Morrall, and H. Ho, Pedestrian Flow Characteristics in Hong Kong, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1487, 1995, pp. 56–62.
  - Knoflacher, H, Fußgeher und Fahrradverkehr: Planungsprinzipien, Böhlau Verlag, Vienna, 1995.
  - Walking Facility. (1997). *Journal*: 144, Budget Organization, Iran.
  - Sarkar, A.K., and K.S.V.S. Janardhan, A Study on Pedestrian Flow Characteristics, In: *Proceedings of the Annual Meeting of the Transportation Research Board*, CD-ROM, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1997
  - Young, S.B. Evaluation of Pedestrian Walking Speeds in Airport Terminals. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1674, 1999, pp. 20–26.
  - Pedestrian Clearance Intervals Based on Characteristics of the Pedestrian Population, *Journal of the Transportation Research Board*, 1982, 38–47, 2006.
  - Hankin, B.D., and R.A. Wright, Passenger Flow in Subways, *Operational Research Quarterly*, Vol. 9, No.2, pp. 81–88, 1958.
  - Roddin, M. A Manual to Determine Benefits of Separating Pedestrians and Vehicles, Report 240, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1981.
  - Henderson, L.F, the Statistics of Crowd Fluids, *Nature*, Vol. 229, pp. 381–383, 1971.
  - Hoel, L.A, Pedestrian Travel Rates in Central Business Districts, *Traffic Engineering*, Vol. 38, pp.10–13, 1968.
  - K., Fitzpatrick, M.A., Brewer and S., Turner, Another Look at Pedestrian Walking Speed, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No.1982, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 21–29, 2006.
  - Older, S.J, Movement of Pedestrians on Footways in Shopping Streets, *Traffic Engineering and Control*, Vol. 10, No. 4, pp. 160–163, 1968.
  - Navin, F.P.D., and R.J. Wheeler, Pedestrian Flow Characteristics, *Traffic Engineering*, Vol. 39, pp. 30–36, 1969.
  - Fruin, J.J, Pedestrian Planning and Design, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, New York, 1971.
  - CROW. ASVV: Recommendations for Traffic Provisions in Built-Up Areas, Report 15, CROW, 1998.
  - Sleight, R.B, the Pedestrian: Human Factors in Highway Traffic Safety Research, Wiley-Interscience, NewYork, 1972.
  - Tregenza, P.R, The Design of Interior Circulation, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1976.
  - Knoblauch, R. L., Pietrucha, M. T., & Nitzburg, M, Field studies of pedestrian walking speed and start-up time, *Transportation Research Record: Transportation Research*

ایرج برگ گل، وحید نجفی مقدم گیلانی، مرتضی حسین پور، دانیال صفاری

– Daamen, W, Modelling Passenger Flows in Public Transport Facilities, PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft, 2004.

## Determination Factors of Difference between Speeds of Same Weight Pedestrians Crossing Urban Intersections in Developing Countries

Iraj Bargegol, Assistant Professor, Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Guilan, Rasht, Iran

Vahid Najafi Moghaddam Gilani\*, Ph.D, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology (IUST), Tehran, Iran

Morteza Hosseinpour Eshkiknezhad, Master of Science, Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Guilan, Rasht, Iran

Daniel Safari, Master of Science, School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology (IUST), Tehran, Iran

### Abstract

Pedestrians are one of the factors influencing signalized and un-signalized intersections, thus understanding pedestrian behavioral characteristics is of paramount importance and can lead to better design of pedestrian-related facilities in urban development. In this paper, the speed of pedestrians who were crossing the intersections with respect to their weight and gender was evaluated and analyzed by video recording from two signalized and two un-signalized intersections in Rasht for 15 hours and obtaining statistical data from 2423 pedestrians. The results have shown that the most amount of average speed and the 15<sup>th</sup> percentile speed is related to males while groupal movements in all of the conditions have crossed the intersections with lower speeds and the lowest average speed and the 15<sup>th</sup> percentile speed is related to them. The entire pedestrians included men, women and the grouped pedestrians will cross the street faster in un-signalized intersections than the signalized ones. The crossing speed difference have statistical meaning in safety level of 95% in light and normal weight groups for men while the crossing speed difference of women with 95% safety level, relates to all of the weight classes in terms of statistics.

**Keywords:** Pedestrian, Crossing speed, Signalized intersections, un-signalized intersections, Age