ISSN: 2008-5079 / EISSN: 2538-2365
DOI: 10.22034/AAUD.2023.362677.2717

پیاده‌روی در شهر: استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در جهت ارزیابی قابلیت پیاده‌مداری در فضای باز عمومی شهر شیراز*

طاهره عدالت سروستانی[۱]- محمد مسعود[۲]**- گلرخ کوپایی[۳]

۱. دانشجوی دکترای شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
۲. استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول).
۳. استادیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷ تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۱/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸

چکیده

بررسی ساختار شهری در جهت افزایش فعالیت‌های اجتماعی و پیاده‌روی در جهت افزایش تعاملات و سرزندگی شهری مبحثی است که توسط محققین زیادی بررسی شده است. از این رو توجه به ساختارهایی که از یک طرف پیاده‌روی را در فضاهای عمومی شهر افزایش دهند و از طرفی منجر به افزایش مدت‌زمان پیاده‌روی در فضای عمومی شوند بسیار حائز اهمیت است. زیرا منجر به افزایش کیفیت زندگی، سلامتی شهروندان می‌شود. پیچیده کردن ماهیت توسعه و الگوهای ساختار شهر، ما را نیازمند توجه به ابعاد مختلف در جهت شناخت عوامل تأثیرگذار در افزایش پیاده‌روی شهروند در ساختارهای مختلف شهری می‌کند. از این رو روش تحقیق در این پژوهش استفاده از روش پرسش‌نامه و یادگیری ماشین با استفاده از روش رگرسیون می‌باشد. استفاده از روش یادگیری ماشین به محقق امکان بررسی رابطه‌های پیچیده بین متغیرهای مختلف را می‌دهد. هدف از این تحقیق بررسی روابطه آشکار و پنهان بین عوامل مختلف محیطی تأثیرگذار بر روی پیاده‌روی شهروندان در کلان‌شهر شیراز می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیش‌ترین تأثیرگذاری را بر میزان زمان پیاده‌روی در فضای شهری پنج عامل حریم خصوصی فردی، بهبود دسترسی به فضاهای عمومی، خالی از زباله، معماری باکیفیت و اتصال عناصر مختلف و فرصت کافی برای حرکت عابران پیاده بیش‌ترین و کم‌ترین تأثیر را عامل نظارتی نظیر حضور بیش‌تر پلیس، توجه بیش‌تر به ایمنی و امنیت شخصی افراد، سیستم دوربین مداربسته دارند. به صورت کلی به وسیله این ۱۶ عامل تأثیرگذار بر پیاده‌مداری می‌توان بیش‌ترین میزان زمان پیاده‌روی در روز را با تقریب ۹۲ درصد پیش‌بینی نمود. نتایج تحقیق می‌تواند توسط مدیران، طراحان و برنامه‌ریزان شهری در جهت افزایش سرزندگی و فعالیت‌های شهری به‌خصوص پیاده‌روی به‌کار گرفته شود.

واژگان کلیدی: یادگیری ماشین، رگرسیون، پیاده‌مداری، فضای باز عمومی، شهر شیراز.

* این مقاله مستخرج از مطالعات رساله دکتری نویسنده اول است که با عنوان «تبیین ساختار فضایی الگوی بومی شهر پیاده پذیر شیراز با رویکرد نحو فضا» به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان واحدخوراسگان در سال ۱۴۰۱ به انجام رسیده است.

** E-mail: massoud53@live.com

۱. مقدمه

پیاده‌راه‌ها را می‌توان عامل توسعه پایدار شهری دانست از بعد ارزش‌های کالبدی- کارکردی، محورهای پیاده از عوامل مهم جذب گردشگر داخلی و خارجی است (Pourahmad et al. 2012).

ادامه روند توجه بیش‌ازحد به نیازهای حرکت سواره، نبود فضاهای مطلوب برای حضور عابر پیاده و فضاهای بی‌کیفیت موجود موجبات حذف شهروندان پیاده از فضاهای شهری را به همراه داشته است که این به معنی عدم سرزندگی و نشاط سیمای شهری در اثر عدم حضور و حس تعلق شهروندان و به‌تبع کاهش مشارکت مردمی و امنیت عمومی است، بنابراین اهمیت و توجه به عابرپیاده و مناسب‌سازی محیط شهری جهت حضور وی در فضاهای شهری غیرقابل انکار است. این پژوهش با هدف توجه به ابعاد مختلف پیاده‌مداری در شهر و افزایش زمان و دفعات پیاده‌مداری در جهت افزایش سلامتی جامعه و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی (صوتی و هوایی) توسط ماشین‌ها انجام شده است. در این پژوهش، محقق به دنبال پاسخ به این سوال مهم است که با استفاده از چه عواملی می‌توان مدت‌زمان و تعداد دفعات پیاده‌مداری را در افراد مختلف جامعه در شهر شیراز افزایش داد؟

۲. پیشینه تحقیق و مبانی نظری

۲-۱- پیاده‌مداری در شهر

اصطلاح پیاده‌روی به‌طور گسترده، در پژوهش‌های اقتصادی، اجتماعی و شهر پایدار مورد بررسی قرار گرفته است، بیش‌تر این تحقیقات بر روی فضاهای قابل پیاده‌روی در محیط باز شهری تمرکز کرده‌اند. علاوه بر این، مکان‌های قابل پیاده‌روی، ویژگی‌های لازم برای سرزندگی در مراکز شهری را برای شهروندان فراهم می‌کنند. از نظر حمل‌ونقل، پیاده‌روی پایدارترین شیوه حمل‌ونقل با کم‌ترین تأثیر بر محیط است (Frank et al. 2005; Abley and Turner 2011). با این حال، زیرساخت‌های امن برای حمل‌ونقل غیرموتوری مانند دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی، خدمات حمل‌ونقل عمومی قابل دسترس و مقرون به‌صرفه در اکثر شهرهای کشور درحال‌توسعه وجود ندارد (Moura, Cambra, and Gonçalves 2017). مفهوم و اصطلاح فضای باز پیاده‌مدار با منافع برنامه‌ریزی شهری، که راه رفتن فراتر از مسیرهای ابتدایی عابر پیاده را تصور نمی‌کند، بیگانه است. برعکس، بسیاری از نویسندگان، پیاده‌روی را هدف تمام فضاهای باز شهری (فضاهای سبز، میدان‌ها یا حیاط‌های عمومی، مسیرها و خیابان‌های قابل پیاده‌روی) می‌دانند. مردم به دلایل مختلف راه می‌روند. به‌عنوان مثال، حرکت کوتاه، خرید و رفتن به محل کار یا مدرسه (Schmeidler 2008). در ایالات‌متحده، برآوردهای ملی نشان می‌دهد که تقریباً ۴۲ درصد از بزرگسالان در اوقات فراغت پیاده‌روی می‌کنند و ۲۸ درصد به‌طور منظم برای اهداف حمل‌ونقل برای مدت حداقل ۱۰ دقیقه پیاده‌روی می‌کنند (Kruger et al. 2008).

محققین حوزه برنامه‌ریزی شهری به‌ندرت به سفر کاربران، به عنوان یک موضوع مهم تحقیقاتی توجه نموده‌اند. اگرچه با بررسی داده‌های مربوط به ایمنی عابرپیاده و پیشگیری از تصادف، اطلاعات قابل توجهی در این زمینه به‌دست آمده است (Mayr et al. 2003). اما اطلاعات بسیار کمی در این زمینه وجود دارد. از این رو باید در وهله اول به این نکته توجه نمود که چه چیزی شهروندان را به راه رفتن تشویق می‌کند.

از سوی دیگر، مطالعات عینی با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری‌شده عینی، پیاده‌روی را می‌توان با توجه به عوامل یا متغیرهای مرتبط محیط ساخته‌شده در مورد پیاده‌روی، به‌صورت ذهنی و کیفی اندازه‌گیری کرد (Khatami et al. 2022). لیتمن پیاده‌روی را به‌عنوان «کیفیت شرایط پیاده‌روی، ازجمله عواملی مانند وجود امکانات پیاده‌روی و درجه ایمنی، راحتی و آسایش پیاده‌روی» تعریف کرد (Litman 2003). بااین‌حال، آدام استدلال کرد که تعریف قبلی عوامل قابل پیاده‌روی ملموس و ناملموس را مشخص نکرده است (Adam 2014). بنابراین، این سوال مطرح می‌شود: چه متغیرهای ذهنی را باید در ارزیابی پیاده‌روی لحاظ کرد؟

پیکورا و همکاران همچنین دریافته‌اند که روش مصاحبه موضوعاتی را که در پیاده‌روی مربوط به ترتیب ارائه مقاصد، ایمنی شخصی و فضاهای جذاب مهم هستند، برجسته می‌کند (Pikora et al. 2002). مدل اندازه‌گیری دیگری که اهمیت نسبی عوامل مختلف برای راه رفتن را مشخص می‌کند، مدل سلسله‌مراتبی نیازهای پیاده‌روی آلفونزو است (شکل ۱) (Alfonzo 2005). این مدل بیان می‌کند که تصمیمات راه رفتن به میزانی که فضای باز عمومی نیازهای کاربران را برآورده می‌کند، مرتبط است. اساسی‌ترین آن‌ها امکان‌سنجی است و پس از آن دسترسی، راحتی، ایمنی و لذت (به ترتیب کاهش اهمیت) می‌باشد.

شکل ۱: سلسله‌مراتب رفتار پیاده‌روی (Badland et al. (2010)

این مدل نشان می‌دهدکه وقتی نیازهای بیش‌تری برآورده شود، کاربران برای مدت طولانی‌تری راه خواهند رفت. انواع خاصی از نیازها ممکن است بسته به دلیل پیاده‌روی

برجسته‌تر باشند، برای مثال، لذت بردن ممکن است در تصمیم‌گیری برای پیاده‌روی برای تفریح، در مقایسه با پیاده‌روی در مقصد برای حمل‌ونقل، نقش مهم‌تری داشته باشد. پتانسیل ویژگی‌های محیطی مختلف برای ایجاد رفتارهای مختلف راه رفتن در مدل منعکس شده است. یوینگ و همکاران توافق کردند که ادراک از محیط پیاده‌روی تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی برای پیاده‌روی، تعیین‌کننده کلی رفتار پیاده‌روی است، و آن‌ها عوامل را شناسایی و در هشت گروه شامل، تصویرپذیری، خوانایی، مقیاس انسانی، شفافیت، پیوند، پیچیدگی و انسجام طبقه‌بندی کرده‌اند (Yung, Conejos, and Chan 2016). آن‌ها توصیه کردند که پدیده راه رفتن را می‌توان با استفاده از معیارهای عینی یا ذهنی درک کرد. مهتا عوامل ادراکی مدل مفهومی را با یک مدل اکولوژیکی از رفتار پیاده‌روی ترکیب کرد که سلسله‌مراتب نیازهای پیاده‌روی آلفونزو را برای ساخت یک مدل جامع و کامل برای خیابان اصلی ترکیب کرده است (Mehta 2008).

۲-۲- عوامل موثر بر پیاده‌روی

مطالعات متعدد نشان‌دهنده این است که کاربری مختلط زمین، معمولاً باعث افزایش پیاده‌روی در فضای باز عمومی می‌شوند، به‌عنوان مثال یک بررسی جامع که توسط سایلنز و هندی (۲۰۰۸) در ادامه مطالعات قبلی درباره پیاده‌روی و محیط ساخته‌شده انجام گرفته است، نشان داده است که معیارهای همپوشانی کاربری‌های مختلف زمین، فواصل بین مقاصد قابل پیاده‌روی و ترکیب کاربری زمین بر پیاده‌روی تأثیرگذار هستند (Aghajani and Pendar, 2021). فورسایت و همکاران (۲۰۰۷) معیار پیاده‌روی زیادی را مورد بررسی قرار داده‌اند و دریافتند که تنها معیار استفاده اجتماعی از زمین (مثلاً برای فروشگاه‌ها و پارک‌ها) با افزایش پیاده‌روی مرتبط است.

علاوه بر این، در فضای باز عمومی چهار ویژگی کلیدی مشترک را می‌توان شناسایی کرد: دسترسی و پیوندها، راحتی و تصویر، استفاده‌ها و فعالیت‌ها، و اجتماعی بودن. در نهایت باید تأکید کرد که کیفیت بالای طراحی برای ایجاد فضاهای قابل پیاده‌روی و زندگی کافی نیست. ارائه راه‌حل‌های فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی برای بهبود پیاده‌روی و قابلیت زندگی در فضای باز عمومی مهم است (Forsyth et al. 2007). از سوی دیگر، محمد (۲۰۱۳) استدلال کرد که فقدان فضای باز عمومی در مناطق اصلی شهر، اغلب چالشی را برای ارتقای آن‌ها ایجاد می‌کند (Mohamed 2013)، در حالی که استفاده از زمین در شهرهای شیراز برای فعالیت‌های اجتماعی کافی نیست. با این حال، اهمیت فعالیت‌ها در فضای باز عمومی اصلی ایران، برای تشویق مردم به قدم زدن در مرکز شهر امری ثابت‌شده است که نیاز به توجه مدیران، طراحان، محققین و برنامه‌ریزان شهری دارد.

۲-۳- ارزیابی پیاده‌مداری و یادگیری ماشین

پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده از یادگیری ماشین در عرصه های مختلف علمی و صنعتی انجام گرفته است که هر یک با استفاده از روش‌های مختلف به بررسی تأثیر متغیرهای مختلف جهت پیش‌بینی یک تابع هدف پرداخته‌اند (Afifi et al. 2018; Valikhan Anarki et al. 2020).

مطالعات قبلی اغلب کیفیت طراحی شهری مرتبط با پیاده‌روی را با استفاده از تکنیک‌های مشارکتی مانند بررسی میدانی و پرسش‌نامه و با استفاده از روش‌های آماری اندازه‌گیری می‌کنند. با این حال، ارزیابی عواملی مانند تمیزی پیاده‌رو، سرسبزی خیابان‌ها، و درک ایمنی به دلیل قابل اعتماد بودن و حذف برخی از داده‌ها آسان نیست. بنابراین، روش‌های جدید باید برای پر کردن شکافی که در آن مطالعات تجربی کمی ابزارهای اندازه‌گیری سیستماتیک را برای مطالعه قابلیت پیاده‌روی در سطح خیابان توسعه داده‌اند، بررسی شود. در این تحقیق از یادگیری ماشین و متدهای معطوف به آن در جهت پیش‌بینی عوامل موثر بر زمان و میزان پیاده مداری در مناطق مختلف شهری با استفاده از عوامل موثر بر آن استفاده خواهد شد.

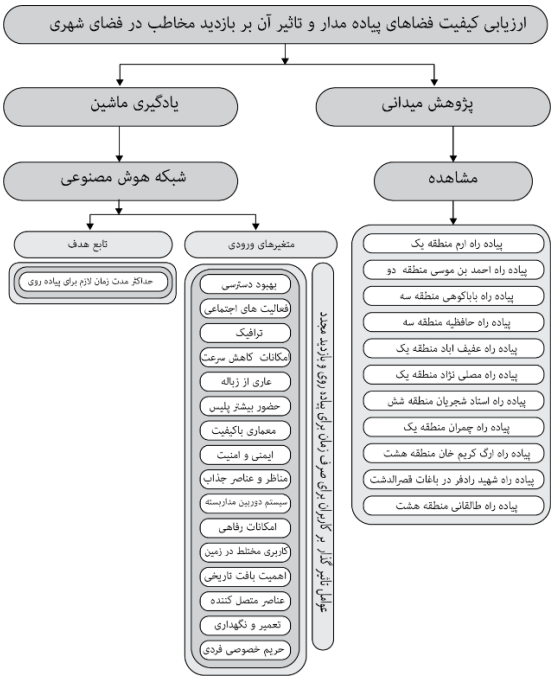
۳. مواد و روش تحقیق

در این پژوهش روش مورد استفاده جهت سنجش ابعاد مختلف پیاده‌مداری یک روش ترکیبی در جهت کشف فضاهای پیاده‌مدار در شهر شیراز و بررسی عوامل کالبدی و روان‌شناسانه از طریق پرسش‌نامه و در نهایت آنالیز آن‌ها به وسیله الگوریتم‌های جدید یادگیری ماشین در جهت سنجش عوامل تأثیرگذار در جهت میزان زمان ماندن در فضا و تعداد زمان آمدن به آن می‌باشد. در این بررسی ابتدا با استفاده از روش مشاهده بیش از ۱۲ محل برای بررسی‌های میدانی و پرسش‌نامه‌ای انتخاب شد. سپس پرسش‌نامه در فضاهای مورد نظر پخش شده است تا به بررسی عوامل تأثیرگذار بر زمان و تعداد پیاده‌روی در روز پرداخته شود. ذکر این نکته ضروری است از بین ۴۲۰ پرسش‌نامه‌ی پخش‌شده تنها ۳۶۰ عدد به عنوان پرسش‌نامه معتبر شناسایی شده و سایر آن‌ها به دلایل مختلف حذف گردید. این پرسش‌نامه با استفاده از تحقیقات پیشین و با نظر اساتید و متخصصان این حوزه مورد بررسی قرار گرفته است و پایایی و روایی آن مورد تایید قرار گرفته است.

در ادامه این تحقیق، با توجه به شکل ۲، پس از دستیابی به عوامل مذکور باید به بررسی متغیرهای تأثیرگذار بر تابع‌های هدف تحقیق پرداخته شود. بدین معنی که عوامل تأثیرگذار و محدودکننده تحقیق که با موضوع تحقیق در ارتباط هستند حفظ و سایر عوامل حذف شوند. در ادامه

پس از معرفی نمونه موردی سایت، با استفاده از روش مشاهده به بررسی مکان‌هایی پرداخته خواهد شد که باید متغیرهای تحقیق مورد بررسی قرار بگیرند و سپس با استفاده از شبکه هوش مصنوعی به پیش‌بینی میزان زمان بازدید از این مکان‌ها و تعداد بازدید پرداخته می‌شود.

شکل ۲: چارچوب پژوهش جهت پیش‌بینی میزان حضور در فضا به وسیله عوامل تأثیرگذار و محدودکننده



۳-۱- محدوده مورد مطالعه

بررسی ساختارهای پیاده‌مداری و تأثیر آن‌ها بر ذهن و روان آدم‌ها، نیاز به شناخت کافی از محیط و فضاهای پیاده‌مدار آن دارد، که از طریق مشاهده می‌توان به این امر دست یافت. تمرکز این مطالعه بر شهر شیراز، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین کلان‌شهرهای ایران است.
در تحقیقات پیمایشی معنادار، بررسی همه جامعه هدف غیرممکن است، بنابراین استخدام یک نمونه نماینده ضروری است.

پژوهش‌ها می‌توانند از راه‌حل‌های آماری دقیق‌تری مانند راهنمای حجم نمونه با استفاده از سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده کنند، به‌طوری‌که در ۹۵ مورد از ۱۰۰ تکرار نظرسنجی، نتایج بیش از ۵± درصد تفاوت نخواهد داشت (Saunders et al. 2009).
در مجموع ۵۲۰ پرسش‌نامه برای کاربران در چهار حوزه مورد مطالعه (هر کدام ۱۳۰ پرسش‌نامه) توزیع شد و پاسخ معتبر جمع‌آوری شد که میزان پاسخ معتبر آن تا حدود ۸۰ درصد معتبر است. این تحقیق پیشنهاد پین و مک موریسو (۱۹۷۵) را پذیرفت که برای جمعیت‌های بالای ۱۰۰۰۰۰، حجم نمونه ۴۷۹ برای دقت و پایایی لازم مناسب است (Payne 1967).

۳-۲- روش مشاهده

اولین ابزار که در جمع‌آوری داده‌ها در حین کار میدانی مورد استفاده قرار گرفت، روش کیفی مشاهده بود. مشاهده شامل صرف ۳۰ دقیقه در ۲۰ موردی منتخب بود.
مشاهده در این مطالعه در ۱۱ منطقه در شیراز انجام شد. مرزهای هر مطالعه موردی به وضوح توسط خیابان‌ها یا ساختمان‌های اطراف تعریف می‌شوند. آن‌ها شامل همه انواع فضاهای عمومی قابل پیاده‌روی هستند. پس از بررسی میدانی باید به بررسی روش یادگیری ماشین قابل استفاده جهت پیش‌بینی تابع هدف در این پژوهش پرداخته شود.

۳-۳- طراحی پرسش‌نامه

در این پژوهش، جمع آوری اطلاعات به وسیله توزیع پرسش نامه و به صورت میدانی است. برای این منظور، پرسش‌نامه‌ای برای سنجش عوامل تأثیرگذار مطابق جدول ۱ طراحی شد. و سپس برای این عوامل با استفاده از مطالعه‌های انجام شده در حوزه‌های پیاده مداری و مدت زمان پیاده‌روی پرسش‌نامه محقق آماده شد. برای روایی سوالات از نظرات متخصصان و صاحب‌نظران این حوزه استفاده شد و برای پایایی آن از توزیع ۱۶ پرسش‌نامه و تعیین آلفای کرونباخ استفاده شد.

جدول ۱: دسته‌بندی سوالات پرسش‌نامه بر اساس ابعاد تأثیرگذار بر مدت زمان پیاده‌روی

سوال	ویژگی‌ها	منابع
Q1	حداکثر مدت زمانی برای پیاده‌روی	(McPoil and Cornwall 1996; Bruijn et al. 2009; Suzuki et al. 1990)
Q2	بهبود دسترسی به فضاهای عمومی	(Nicholson et al. 2006; Abbott and Detheridge 2009)
Q3	فعالیت‌های اجتماعی	(Carrasco and Miller 2006; Kelly et al. 2017; Huang et al. 2022)
Q4	جلوگیری از ترافیک در مرکز شهر	(Cohen and Dalyot 2020; Jacobsen, Racioppi, and Rutter 2009)

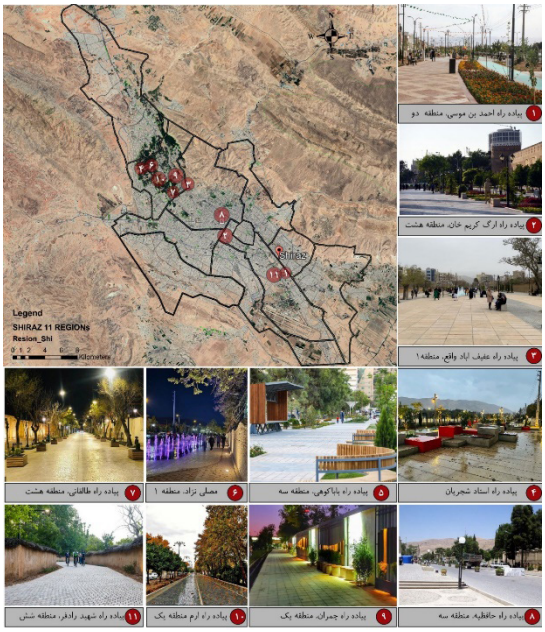
سوال	ویژگی‌ها	منابع
Q5	دارای امکانات عبور از خیابان‌ها و کاهش سرعت تردد	(Gitelman et al. 2012; Huang and Cynecki 2000; Pau and Angius 2001)
Q6	خالی از زباله	(Fantozzi et al. 2020; Hollman et al. 2007)
Q7	حضور بیش‌تر پلیس	(Arellana et al. 2020; Lee and Contreras 2021)
Q8	معماری باکیفیت	(Refaat and Kafafy 2014; Al-Hagla 2009)
Q9	توجه بیش‌تر به ایمنی و امنیت شخصی افراد	(Foster and Giles-Corti 2008; Jiang et al. 2018)
Q10	دارای مناظر و عناصر جذاب و محوطه‌سازی نرم	(Sarimin and Ibrahim 2018)
Q11	سیستم دوربین مداربسته	(Shach-Pinsly and Ganor 2021)
Q12	امکانات رفاهی و راحتی مانند توالت عمومی	(Xia, Li, and Chen 2018; Khan 2020)
Q13	ایجاد فعالیت تجاری بیش‌تر و ایجاد کاربری مختلط	(Zagow 2022; Jamal et al. 2017; Cannon et al. 2013)
Q14	حریم خصوصی فردی	(Hernández et al. 2019)
Q15	اهمیت بافت تاریخی	(Caselli et al. 2021; Mansouri and Ujang 2017)
Q16	اتصال عناصر مختلف و فرصت کافی برای حرکت عابران پیاده	(Shay et al. 2003)
Q17	تعمیر و نگهداری دوره‌ای ساختمان‌ها و خیابان‌ها	(Thabet 2021; Zuniga-Teran et al. 2017)

۴. بحث و یافته‌ها

۴-۱- یافته‌های روش مشاهده

در این مطالعه ابتدا از روش مشاهدات میدانی جهت سنجش فضاهایی با میزان پیاده‌مداری بالا در شهر شیراز استفاده شد. محقق به واسطه سال‌ها زندگی در این شهر داشته است و به دور از هر گونه دخالت‌های از پیش تعیین‌شده اقدام به سنجش محیطی نموده است. این فضاها شامل: پیاده‌راه احمد ابن موسی در منطقه دو، پیاده‌راه ارگ کریم‌خان در منطقه هشت، پیاده‌راه عفیف‌آباد واقع در منطقه یک، پیاده‌راه استاد شجریان واقع در منطقه شش، پیاده‌راه باباکویی در منطقه سه، پیاده‌راه مصلی‌نژاد واقع در منطقه یک، پیاده‌راه طالقانی در منطقه هشت، پیاده‌راه حافظه در منطقه سه، پیاده‌راه چمران در منطقه یک، پیاده‌راه ارم در منطقه یک و پیاده‌راه شهید رادفر در بافت باغات قصرالدشت در منطقه شش می‌باشد. این پیاده‌راه و موقعیت آن‌ها در شکل ۳ نمایش داده شده است.

شکل ۳: یازده منطقه با پیاده‌مداری بالا در شهر شیراز



۴-۲- یافته‌های تحلیل رگرسیون

در این تحقیق، تحلیل مؤلفه اصلی به دلیل کاربرد متداول آن برای استخراج عاملی از داده‌های اجتماعی انتخاب شد. تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی به عنوان یک روش ترتیب‌بندی برای کاهش ابعاد مجموعه‌های داده در این مطالعه به‌کار گرفته شده است و با ایجاد متغیرهای توضیحی کلیدی مختلف که مؤلفه‌های اصلی هستند، مقایسه آسان بین حوزه‌های مورد مطالعه را امکان‌پذیر می‌سازد. قبل از استفاده از تحلیل عاملی، از سه آزمون برای آزمون مناسب بودن داده‌ها استفاده شد. همچنین، از دیگر روش‌های مورد استفاده، ضریب آلفای کرونباخ (α) می‌باشد. این روش برای آزمون پایایی متغیرهای تحقیق است. جدا از حجم نمونه و تعداد متغیرها، همبستگی برخی از متغیرها ضروری است. اگر همبستگی بین متغیرها کم باشد، تحلیل رگرسیون مناسب نخواهد بود. در این مطالعه ضریب آلفای کرونباخ مناسب بالای ۰.۵ به عنوان ضریب مناسب در تحلیل رگرسیون اثر داده شده است.

جدول ۲: همبستگی بین متغیرهای تحقیق

	مدت زمان	دسترسی	فضای باز عمومی	ترافیک	کاهش سرعت	تمیز بودن فضا	نظارت پلیس	معماری با کیفیت	امنیت	مناظر جذاب	دوربین‌های مدار بسته	تاسیسات رفاهی	فعالیت‌های تجاری	محرمیت	مکان‌های تاریخی	عناصر اتصال‌دهنده	حفاظت
مدت زمان	۱.۰	۰.۷	۰.۵	۰.۴	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۷	۰.۵	۰.۵	۰.۴	۰.۷	۰.۶	۰.۶	۰.۵	۰.۷	۰.۶
دسترسی	۰.۷	۱.۰	۰.۶	۰.۳	۰.۶	۰.۶	۰.۲	۰.۷	۰.۵	۰.۵	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۶	۰.۳	۰.۶	۰.۶
فضای باز عمومی	۰.۵	۰.۶	۱.۰	۰.۵	۰.۷	۰.۴	۰.۵	۰.۶	۰.۳	۰.۳	۰.۳	۰.۵	۰.۳	۰.۴	۰.۱	۰.۴	۰.۴
ترافیک	۰.۴	۰.۳	۰.۵	۱.۰	۰.۶	۰.۳	۰.۴	۰.۳	۰.۲	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۳	۰.۲	۰.۲	۰.۲	۰.۲
کاهش سرعت	۰.۶	۰.۶	۰.۷	۰.۶	۱.۰	۰.۶	۰.۶	۰.۷	۰.۴	۰.۴	۰.۴	۰.۶	۰.۴	۰.۴	۰.۳	۰.۶	۰.۵
تمیز بودن فضا	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۳	۰.۶	۱.۰	۰.۴	۰.۸	۰.۶	۰.۴	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۵	۰.۷	۰.۷
نظارت پلیس	۰.۴	۰.۲	۰.۵	۰.۴	۰.۶	۰.۴	۱.۰	۰.۴	۰.۲	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۴	۰.۲	۰.۴	۰.۱	۰.۲
معماری با کیفیت	۰.۷	۰.۷	۰.۶	۰.۳	۰.۷	۰.۸	۰.۴	۱.۰	۰.۶	۰.۴	۰.۳	۰.۵	۰.۵	۰.۵	۰.۵	۰.۷	۰.۷
امنیت	۰.۵	۰.۵	۰.۳	۰.۲	۰.۴	۰.۶	۰.۲	۰.۶	۱.۰	۰.۳	۰.۱	۰.۳	۰.۴	۰.۴	۰.۳	۰.۶	۰.۶
مناظر جذاب	۰.۵	۰.۵	۰.۳	۰.۳	۰.۴	۰.۴	۰.۳	۰.۴	۰.۳	۱.۰	۰.۴	۰.۵	۰.۳	۰.۵	۰.۳	۰.۴	۰.۳
دوربین‌های مدار بسته	۰.۴	۰.۳	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۳	۰.۵	۰.۳	۰.۱	۰.۴	۱.۰	۰.۶	۰.۵	۰.۳	۰.۵	۰.۲	۰.۲
تاسیسات رفاهی	۰.۷	۰.۵	۰.۵	۰.۴	۰.۶	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۳	۰.۵	۰.۶	۱.۰	۰.۵	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۵
فعالیت‌های تجاری	۰.۶	۰.۴	۰.۳	۰.۳	۰.۴	۰.۴	۰.۴	۰.۵	۰.۴	۰.۳	۰.۵	۰.۵	۱.۰	۰.۵	۰.۶	۰.۴	۰.۴
محرمیت	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۲	۰.۴	۰.۵	۰.۲	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۳	۰.۵	۰.۵	۱.۰	۰.۴	۰.۷	۰.۶
فضاهای تاریخی	۰.۵	۰.۳	۰.۱	۰.۲	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۳	۰.۳	۰.۵	۰.۴	۰.۶	۰.۴	۱.۰	۰.۴	۰.۴
عناصر اتصال‌دهنده	۰.۷	۰.۶	۰.۴	۰.۲	۰.۶	۰.۷	۰.۱	۰.۷	۰.۶	۰.۴	۰.۲	۰.۵	۰.۴	۰.۷	۰.۴	۱.۰	۰.۸
حفاظت	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۲	۰.۵	۰.۷	۰.۲	۰.۷	۰.۶	۰.۳	۰.۲	۰.۵	۰.۴	۰.۶	۰.۴	۰.۸	۱.۰

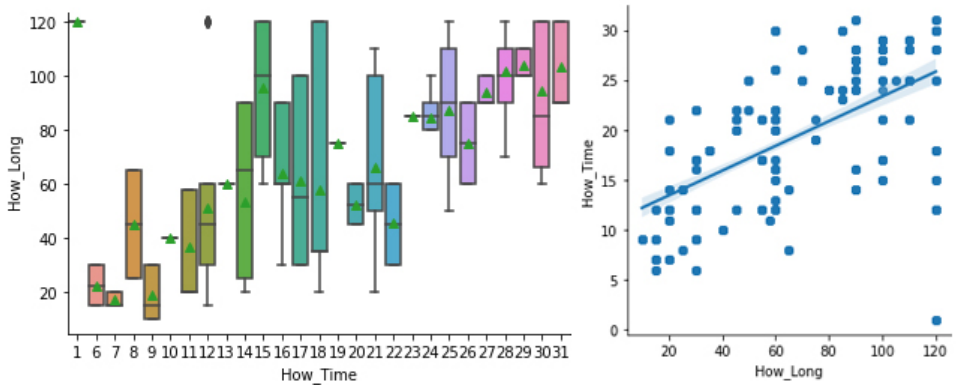
جدول ۲ نمایش‌دهنده میزان همبستگی بین متغیرهای تحقیق می‌باشد. بدیهی است که که بیش‌ترین همبستگی بین هر متغیر با خودش است که با عدد ۱ نمایش داده شده است که اعداد قطر اصلی جدول ۴ را نمایش می‌دهند. آن‌چه که اهمیت دارد همبستگی بین متغیرهای تحقیق با تابع هدف می‌باشد که در جدول با How_Long نمایش داده شده است. از طرفی رابطه بین متغیرهای مستقل تحقیق هر چقدر کم‌تر باشد برای پیش‌بینی و استفاده از رگرسیون جهت این امر مناسب‌تر می‌باشد. از طرفی باید میزان همبستگی بین متغیرهای مستقل تحقیق -که در مجموع ۱۶ متغیر می‌باشد- و متغیر وابسته قوی باشد.

جدول ۳: نمایش ابعاد کلی متغیرهای تحقیق با توجه به پاسخگویی گروه‌های مختلف

	مدت زمان	دسترسی	فضای باز عمومی	ترافیک	کاهش سرعت	تمیز بودن فضا	نظارت پلیس	معماری باکیفیت	امنیت	مناظر جذاب	دوربین‌های مدار بسته	تاسیسات رفاهی	فعالیت‌های تجاری	محرمیت	مکان‌های تاریخی	عناصر انتقال‌دهنده	حفاظت
N	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹	۴۷۹
Mean	۶۸	۳.۶	۳.۷	۳.۹	۳.۹	۳.۸	۳.۹	۳.۹	۴.۲	۴.۱	۳.۷	۴.۰	۳.۶	۳.۹	۳.۴	۳.۵	۳.۷
std	۳۳	۱.۳	۱.۲	۱.۲	۱.۱	۱.۳	۱.۱	۱.۳	۱.۲	۰.۹	۱.۳	۱.۲	۱.۲	۰.۹	۱.۳	۱.۲	۱.۳
Min	۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
25%	۴۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
50%	۶۰	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۴
75%	۱۰۰	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
Max	۱۲۰	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

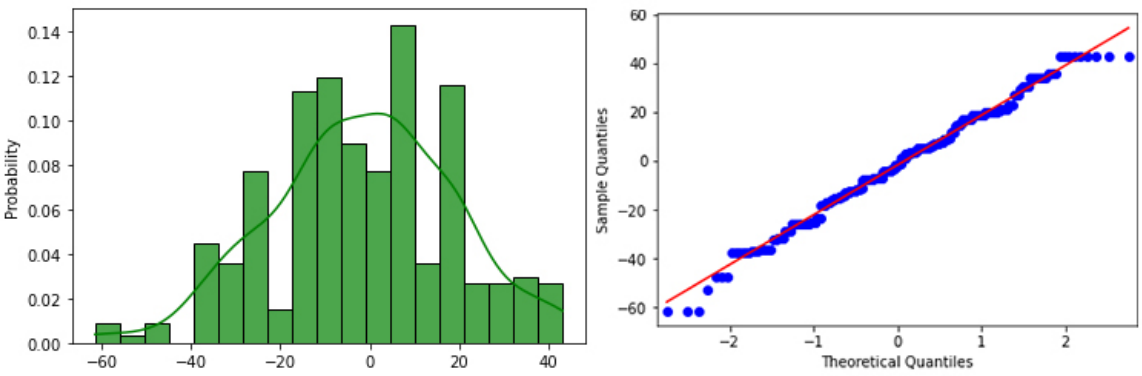
از آن‌جا که مقدار افرادی که به پرسش‌نامه تحقیق پاسخ صحیح و قابل قبولی ارائه داده‌اند ۴۷۹ عدد می‌باشد و میزان پراکندگی داده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است که آیا حول میانگین پخش شده‌اند یا خیر. برای این منظور باید مقدار std یا همان انحراف معیار به دست آید. بررسی داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که انحراف معیار بیش‌تر متغیرهای مستقل تحقیق در حدود یک است. بنابراین، بیش‌تر داده‌های تحقیق نزدیک به میانگین تحقیق می‌باشند. بررسی چارک‌های بالایی تحقیق و بیش‌ترین داده تحقیق نشان می‌دهد که این داده‌ها نظر کاملا موافقی با تأثیرگذاری عوامل مذکور با میزان پیاده‌مداری در تحقیق را دارند.

شکل ۴: رابطه مدت‌زمان پیاده‌روی در روز با تعداد دفعات پیاده‌روی در ماه



مطابق شکل ۴ بیش‌تر افراد در اواخر ماه یعنی بین ۲۵ تا ۳۰ به فعالیت پیاده‌روی بیش‌تری می‌پردازد. در حالی که تنوع ساعات پیاده‌روی از ۲۵ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه در روز در اواسط ماه بیش‌تر است.

شکل ۵: نمودار هیستوگرام باقیمانده و نمودار پراکندگی



شکل ۵ نمایش‌دهنده داده‌های باقیمانده[۱] و نمایش حالت نرمال بودن داده‌ها در دو نمودار هیستوگرام و پراکندگی داده‌ها می‌باشد. هر چه توزیع باقیمانده به توزیع نرمال نزدیک‌تر باشد مدل بهتری برازش شده است. بنابراین با توجه به نمودارهای بالا می‌توان پیش‌بینی کرد که داده‌ها دارای توزیع بسیار نزدیک به نرمال هستند و مقدار پیش‌بینی شده و مقدار دنیای واقعی نزدیک به هم هستند.

جدول ۴: تحلیل رگرسیون حداقل مربعات معمولی[۲]

OLS Regression Results			
Dep. Variable	How_Long	R-squared (Uncentered)	0.926
Model	OLS	Adj. R-squared (Uncentered)	0.922
Method	Least Squares	F-statistic	248.2
Date	Sun, 21 Aug 2022	Prob (F-statistic)	3.32e-169
Time	13:12:07	Log-Likelihood	-1486.6
No. Observations	335	AIC	3005.
Df Residuals	319	BIC	3066.
Df Model	16		

Variable	coef	std err	t	P>|t|	[0.025	0.975]
دسترسی	۷.۵۶۸۷	۱.۵۳۷	۴.۹۲۴	۰	۴.۵۴۵	۱۰.۵۹۳
فضای باز عمومی	-۰.۰۷۴۸	۱.۶	-۰.۰۴۷	۰.۹۶۳	-۳.۲۲۳	۳.۰۷۳
ترافیک	۱.۸۶۳۳	۱.۳۴۴	۱.۳۸۶	۰.۱۶۷	-۰.۷۸۲	۴.۵۰۸
کاهش سرعت	-۲.۳۱۳۳	۲.۰۲۲	-۱.۱۴۴	۰.۲۵۳	-۶.۲۹۱	۱.۶۶۴
تمیز بودن فضا	۱.۴۷۴۸	۲.۰۴۷	۰.۷۲۱	۰.۴۷۲	-۲.۵۵۲	۵.۵۰۲
نظارت پلیس	-۱.۰۰۵۸	۱.۵۱۴	-۰.۶۶۵	۰.۵۰۷	-۳.۹۸۴	۱.۹۷۲
معماری باکیفیت	-۰.۰۱۳	۲.۱۴۶	-۰.۰۰۶	۰.۹۹۵	-۴.۲۳۶	۴.۲۱
امنیت	-۲.۵۵۷۹	۱.۳۰۷	-۱.۹۵۷	۰.۰۵۱	-۵.۱۳	۰.۰۱۴
مناظر جذاب	-۰.۵۲۵۲	۱.۵۱۷	-۰.۳۴۶	۰.۷۲۹	-۳.۵۱	۲.۴۶
دوربین‌های مدار بسته	-۰.۸۷۴۲	۱.۳۳۴	-۰.۶۵۵	۰.۵۱۳	-۳.۴۹۹	۱.۷۵۱
تاسیسات رفاهی	۵.۷۱۱۱	۱.۵۰۱	۳.۸۰۵	۰	۲.۷۵۸	۸.۶۶۴
فعالیت‌های تجاری	۲.۴۷۵۹	۱.۳۹۱	۱.۷۸	۰.۰۷۶	-۰.۲۶	۵.۲۱۲
محرمیت	-۳.۸۵۳	۲.۰۲۲	-۱.۹۰۶	۰.۰۵۸	-۷.۸۳۱	۰.۱۲۵
فضاهای تاریخی	۴.۴۱۸۳	۱.۲۵۴	۳.۵۲۳	۰	۱.۹۵۱	۶.۸۸۶
عناصر اتصال‌دهنده	۷.۲۵۰۹	۱.۸۸	۳.۸۵۸	۰	۳.۵۵۳	۱۰.۹۴۹
حفاظت	۰.۲۱۰۹	۱.۶۸۵	۰.۱۲۵	۰.۹	-۳.۱۰۳	۳.۵۲۵

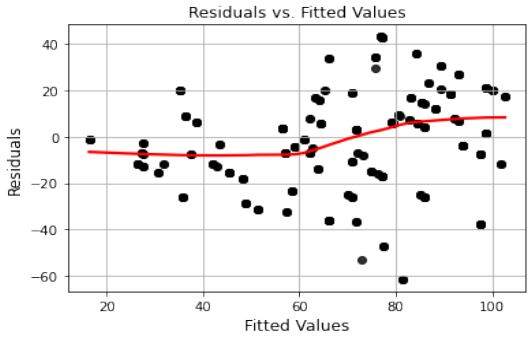
Omnibus	۱.۴۰۸	Durbin-Watson:	۱.۹۷۲
Prob (Omnibus)	۰.۴۹۵	Jarque-Bera (JB):	۱.۴۰۷
Skew	-۰.۱۵۶	Prob(JB):	۰.۴۹۵
Kurtosis	۲.۹۴۵	Cond. No.	۳۷

[۱] R^2 بدون مرکز محاسبه می‌شود زیرا مدل دارای یک ثابت نیست.
[۲] خطاهای استاندارد فرض می‌کنند که ماتریس کوواریانس خطاها به درستی مشخص شده است.

جدول ۴ نمایش‌دهنده تحلیل رگرسیون حداقل مربعات معمولی می‌باشد که در آن دو قسمت دارای اهمیت زیادی می‌باشد که شامل R-squared و Adj. R-squared است. این دو داده نمایش‌دهنده میزان پیش‌بینی داده‌ها بر

اساس فرمول‌های رگرسیون می‌باشد. میزان R-squared بنابر جدول ۴ میزان ۹۲ درصد می‌باشد. برای مثال در مدل رگرسیون خطای استاندارد برای دسترسی برابر ۷.۵۶۸۷ فضای باز جمعی برابر ۰.۰۷۴۸- به دست آمده است. بنابراین مدل توانایی پیش‌بینی دسترسی را با دقت بیش‌تری نسبت به فضای باز جمعی دارد.

شکل ۶: نمودار پراکندگی داده‌های باقیمانده در مقابل داده‌های هم‌ارزش

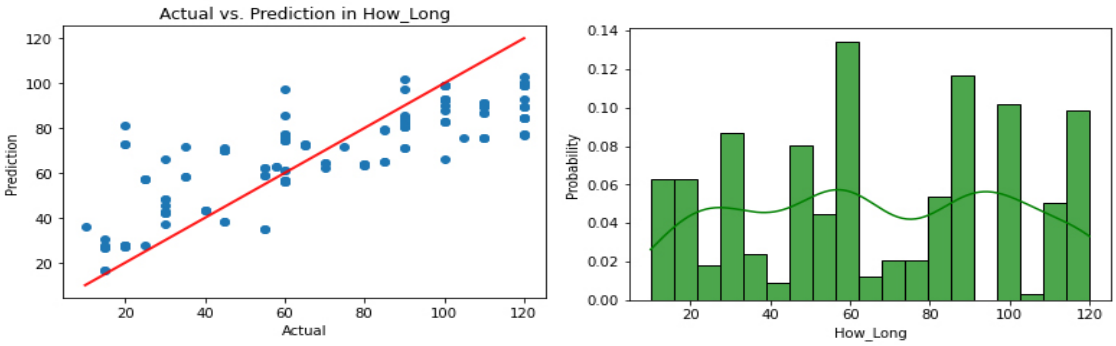


جدول ۵: مجموع خطای مربعات در روش LM Test

	میانگین ابطال‌کننده‌ها	میانه	انحراف معیار	پراکندگی ابطال‌کننده‌ها	کم‌ترین ابطال‌کننده	بیش‌ترین ابطال‌کننده
LM_t-test	۱۶.۲۸۵۵۹۹	۱۴.۷۷۵۶۶	۱۲.۱۴۰۷۲	۱۴.۵۶۰۰۹	۰.۹۳۵۵۳۹	۶۱.۴۶۰۱۷

بررسی نمودارهای نهایی در شکل ۶ نشان می‌دهد که داده‌های باقیمانده در مقابل داده‌های هم‌ارزش به صورت تقریباً خطی حول خط قرمز گسترش یافته‌اند. از این رو می‌توان از این شکل و با توجه به داده‌های جدول ۵ چنین برداشت نمود که تابع هدف توسط داده‌ها در حول محور با خطای نسبتاً کمی قابل پیش‌بینی است. هرچند نویسنده تاکید می‌کند بررسی متغیرهای تحقیق و تأثیرگذاری آن بر پیاده‌مداری در بافت شهری مسئله پیچیده‌ای است که نیازمند بررسی‌های چندبعدی و روان‌شناختی می‌باشد. شکل ۷ نمایش‌دهنده داده‌های پیش‌بینی شده و داده‌های واقعی است. آن‌چه که از این شکل به صورت واضح قابل مشاهده است ارتباط خطی بین پیش‌بینی تابع هدف در این تحقیق یعنی مدت‌زمان پیاده‌مداری با توجه به عوامل تأثیرگذار بر آن و مقدار واقعی بر آن است.

شکل ۷: بررسی داده‌های پیش‌بینی شده و واقعی



۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

بررسی عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌مداری نشان می‌دهد که در بین عوامل تحقیق ۱۶ عامل بر پیاده‌مداری تأثیر عمده می‌گذارد اما تنها به وسیله این عامل نمی‌توان مدت زمانی که شهروندان با اهداف مختلف در شهر به پیاده‌روی بپردازند را افزایش داد از این رو در جهت افزایش زمان پیاده‌مداری و توجه به عامل پیاده باید به افزایش بهره‌وری یک سری از عوامل در شهر پرداخته شود.

بررسی عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌مداری نشان می‌دهد که توجه به حریم خصوصی فردی، بهبود دسترسی به فضاهای عمومی، خالی از زباله، معماری باکیفیت و اتصال عناصر مختلف و فرصت کافی برای حرکت عابران پیاده بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش پیاده‌مداری در شهر دارند. از

این رو با تقویت این عناصر می‌تواند انتظار داشت فضاهای باز شهری، به فضایی پیاده‌مدار تبدیل شود. در مرحله بعدی توجه به ابعاد کیفی فضایی و هویتی بافت می‌تواند از دیگر عناصری باشد که مورد توجه قرار می‌گیرد. از جمله این عوامل می‌توان به توجه به اهمیت بافت تاریخی، تعمیر و نگهداری دوره‌ای ساختمان‌ها و خیابان‌ها، دارای مناظر و عناصر جذاب و محوطه‌سازی نرم، ایجاد فعالیت تجاری بیش‌تر و ایجاد کاربری مختلط و در نهایت دارای امکانات عبور از خیابان‌ها و کاهش سرعت تردد در این بافت‌ها اشاره نمود.

به طور کلی نتایج پژوهش نشان می‌دهد که می‌توان به وسیله عوامل موثر بر پیاده‌مداری، میانگین مدت‌زمان پیاده‌روی برای هر فرد را در فضای شهری افزایش داد. از طرف دیگر، مطالعات در زمینه پیاده‌مداری به دلیل پیچیدگی ماهیت رفتار انسان‌ها در فضای شهری و تأثیرگذاری محیط بر رفتار شهروندان نیازمند مطالعات بیش‌تری می‌باشد. مطالعات بیش‌تر با تمرکز بر ساختارهای شهری و شبیه‌سازی‌های رفتاری می‌تواند توسط محققین دیگر توسعه یابد.

تشکر و قدردانی

این مقاله هیچ حامی مالی و معنوی نداشته است.

تعارض منافع

این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافعی است.

تاییدیه اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیه اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

درصد مشارکت

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته‌اند.

پی‌نوشت

1. Residuals
2. OLS

فهرست منابع

- Abbott, Chris, and Cate Detheridge. 2009. Access all areas: the use of symbols in public spaces. In *Understanding and Promoting Access for People with Learning Difficulties*, 75-86. Routledge.
- Abley, Steve, and Shane Turner. 2011. Predicting walkability. Vol. 452: NZ. Transport Agency Wellington.
- Adam, Mastura. 2014. *An exploration of the employee's perception of walking: Enhancing the walking experience in Kuala Lumpur*. University of Salford: United Kingdom.
- Afifi, Mohammad Rasol, Yaqub Mansouri, Hasan Zaki Dizji, and Golam Reza, Akbarizadeh. 2018. Grading Zahedi variety dates based on appearance characteristics using image processing and machine learning methods. *Agricultural Engineering* 41(3): 73-84. https://agrieng.scu.ac.ir/article_14102.html. [in Persian]
- Aghajani, Hadi, and Hadi Pendar. 2021. Explaining the Feasibility Criteria for Converting Streets to Pedestrian Areas in City Centers; Case Study: The Central Core of Babol. *Utopia architecture and urban planning* 14(35): 221-225. https://www.armanshahrjournal.com/article_135477.html. [in Persian]
- Al-Hagla, Khalid. 2009. Evaluating new urbanism's walkability performance: A comprehensive approach to assessment in Saifi Village, Beirut, Lebanon. *Urban Design International* 14(3): 139-151. https://doi.org/10.1057/udi.2009.8
- Alfonzo, Mariela A. 2005. To walk or not to walk? The hierarchy of walking needs. *Environment and behavior* 37(6): 808-836.
- Arellana, Julian, María Saltarín, Ana Margarita Larrañaga, Vilma Alvarez, and César Augusto Henao. 2020. Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America. *Transport reviews* 40(2): 183-203. https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1703842
- Badland, Hannah M, Simon Opit, Karen Witten, Robin A. Kearns, and Suzanne Mavoa. 2010. Can virtual streetscape audits reliably replace physical streetscape audits? *Journal of urban health* 87(6): 1007-1016. https://doi.org/10.1007/s11524-010-9505-x.
- Bruijn, Sjoerd M., Jaap H. van Dieën, Onno G. Meijer, and Peter J. Beek. 2009. Is slow walking more stable? *Journal of biomechanics* 42(10): 1506-1512. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.03.047
- Cannon, Carol L., Sue Thomas, Ryan D. Treffers, Mallie J. Paschall, Lauren Heumann, Gregory W. Mann, Dashiell O. Dunkell, and Saskia Nauenberg. 2013. Testing the results of municipal mixed-use zoning ordinances: a novel methodological approach. *Journal of health politics, policy and law* 38(4): 815-839. https://doi.org/10.1215/03616878-2208612.
- Carrasco, Juan Antonio, and Eric J. Miller. 2006. Exploring the propensity to perform social activities: a social network approach. *Transportation* 33(5): 463-480. https://doi.org/10.1007/s11116-006-8074-z
- Caselli, Barbara, Silvia Rossetti, Matteo Ignaccolo, Michele Zazzi, and Vincenza Torrisi. 2021. Towards the Definition of a Comprehensive Walkability Index for Historical Centres. International Conference on Computational Science and Its Applications. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87016-4_36
- Cohen, Achituv, and Sagi Dalyot. 2020. Machine-learning prediction models for pedestrian traffic flow levels: Towards optimizing walking routes for blind pedestrians. *Transactions in GIS* 24(5): 1264-1279. https://doi.org/10.1111/tgis.12674
- Fantozzi, Silvia, Matteo Cortesi, Andrea Giovanardi, Davide Borra, Rocco Di Michele, and Giorgio Gatta. 2020. Effect of walking speed during gait in water of healthy elderly. *Gait & Posture* 82: 6-13. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.08.112
- Foster, Sarah, and Billie Giles-Corti. 2008. The built environment, neighborhood crime and constrained physical activity: an exploration of inconsistent findings. *Preventive medicine* 47(3): 241-251. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2008.03.017
- Frank, Lawrence D., Thomas L. Schmid, James F. Sallis, James Chapman, and Brian E. Saelens. 2005. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: findings from SMARTRAQ. *American journal of preventive medicine* 28(2): 117-125. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.11.001
- Gitelman, Victoria, Doron Balasha, Roby Carmel, Limor Hendel, and Fany Pesahov. 2012. Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel. *Accident Analysis & Prevention* 44(1): 63-73. https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.017
- Hollman, John H., Robert H. Brey, Tami J. Bang, and Kenton R. Kaufman. 2007. Does walking in a virtual environment induce unstable gait?: An examination of vertical ground reaction forces. *Gait & posture* 26(2): 289-294. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.09.075
- Huang, Herman F., and Michael J. Cynecki. 2000. Effects of traffic calming measures on pedestrian and motorist behavior. *Transportation Research Record* 1705 (1): 26-31. https://doi.org/10.3141/1705-05.
- Huang, Jianxiang., Yang Chen, Phil Jones, and Tongping Hao. 2022. Heat stress and outdoor activities in open spaces of public housing estates in Hong Kong: A perspective of the elderly community. *Indoor and Built Environ-*

ment 31(6): 1447-1463. https://doi.org/10.1177/1420326X20950448

- Jacobs, Jane. 1961. The Death and Life of Great American Cities. 21(1): 13-25. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10438-2_22
- Jacobsen, Peter L., Francesca Racioppi, and Harry Rutter. 2009. Who owns the roads? How motorised traffic discourages walking and bicycling. *Injury prevention* 15(6): 369-373. https://doi.org/10.1136/ip.2009.022566
- Jamal, Mariwan, Wanawsha Khasraw, Shaey Khabat, and Rozhen K. Mohammed-Amin. 2017. Investigating and boosting walkability in Sulaimani's mixed-use streets: Jamal Irfan street as a case study. *Kurdistan Journal of Applied Research* 2(3): 397-409. https://doi.org/10.24017/science.2017.3.29
- Jiang, Kang, Feiyang Ling, Zhongxiang Feng, Changxi Ma, Wesley Kumfer, Chen Shao, and Kun Wang. 2018. Effects of mobile phone distraction on pedestrians' crossing behavior and visual attention allocation at a signalized intersection: An outdoor experimental study. *Accident Analysis & Prevention* 115: 170-177. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.019
- Kelly, Michelle E, Hollie Duff, Sara Kelly, Joanna E. McHugh Power, Sabina Brennan, Brian A. Lawlor, and David G. Loughrey. 2017. The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review. *Systematic reviews* 6(1): 1-18. https://doi.org/10.1186/s13643-017-0632-2
- Khan, Muhammad Asif. 2020. Impact of public transit and walkability on quality of life and equity analysis in terms of access to non-work amenities in the United States. North Dakota State University.
- Khatami, Seyed Mehdi, Mojtaba Shahabi Shahmiri, Zeynab Akbari, and Sasan Ravanshenas. 2022. Relationship between objective and perceptual parameters of walking distance with the amount of walking and body mass index, case study: Babol city. *Utopia Architecture and Urbanism* 14(37): 165-181. https://www.armanshahrjournal.com/article_146506.html. [in Persian]
- Kruger, Judy, Sandra A. Ham, David Berrigan, and Rachel Ballard-Barbash. 2008. Prevalence of transportation and leisure walking among US adults. *Preventive medicine* 47(3): 329-334. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2008.02.018
- Lee, Narae, and Christopher Contreras. 2021. Neighborhood walkability and crime: Does the relationship vary by crime type? *Environment and Behavior* 53(7): 753-786. https://doi.org/10.1177/0013916520921843
- Litman, T. 2003. Economic Value of Walkability. Victory Transportation Policy Institute. https://doi.org/10.3141/1828-01.
- Mansouri. Mahsa, and Norsidah Ujang. 2017. Space syntax analysis of tourists' movement patterns in the historical district of Kuala Lumpur, Malaysia. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability* 10(2): 163-180. https://doi.org/10.1080/17549175.2016.1213309
- McPoil, Thomas G., and Mark W. Cornwall. 1996. The relationship between static lower extremity measurements and rearfoot motion during walking. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 24(5): 309-314. https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1996.24.5.309
- Mehta, Vikas. 2008. Walkable streets: pedestrian behavior, perceptions and attitudes. *Journal of Urbanism* 1(3): 217-245. https://doi.org/10.1080/17549170802529480.
- Mohamed, Adel A. 2013. towards more Sustainable Urban Forms in the City of Benghazi: A study of urban fragmentation at the neighbourhood level. University of Westminster.
- Mojtaba, SHadmehr, Zeynab Alhoda Heshmati, Fatemeh Thaghafi, and Hadi Vaisi. 2014. Optimum modeling of patient satisfaction with doctors based on machine learning methods. *Information and Communication Technology of Iran* 7: 1-23. https://www.sid.ir/paper/171492/fa. [in Persian]
- Moura, Filipe, Paulo Cambra, and Alexandre B. Gonçalves. 2017. Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning* 157: 282-296. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002
- Nicholson, Anthony J., Yatin Chawathe, Mike Y. Chen, Brian D. Noble, and David Wetherall. 2006. Improved access point selection. *Proceedings of the 4th international conference on Mobile systems, applications and services*. https://doi.org/10.1145/1134680.1134705.
- Pau, Massimiliano, and Silvano Angius. 2001. Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience. *Accident Analysis & Prevention* 33(5): 585-597. https://doi.org/10.1016/S0001-4575(00)00070-1
- - Payne, David A. 1967. *Educational and psychological measurement: Contributions to theory and practice*. Blaisdell Publishing Company.
- Pikora, Terri J., Fiona C. L. Bull, Konrad Jamrozik, Matthew Knuiman, Billie Giles-Corti, and Rob J. Donovan. 2002. Developing a reliable audit instrument to measure the physical environment for physical activity. *American journal of preventive medicine* 23(3): 187-194. https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00498-1
- Pourahmad, Ahmad, Arezo Haji Sharifi, and Mehdi Ramzanzadeh Lasboyi. 2012. Measuring and comparing the quality of sidewalks in Haft Hoz and Moghadam neighborhoods of Tehran. *Journal of Geographical Survey of Space* 2(6): 37-56. https://civilica.com/doc/405488/. [in Persian]

- Refaat, Mohammad H., and Nezar A. Kafafy. 2014. Approaches and Lessons for enhancing walkability in cities. *International Journal of Education and Research* 2(6): 301-322.
- Sarimin, Muna, and Ibrahim Norhayati. 2018. Assessing a Walkable Environment in Jalan Tuanku Abdul Rahman, Kuala Lumpur, Malaysia. *Planning Malaysia* 16. https://doi.org/10.21837/pm.v16i7.516
- Schmeidler, Karel. 2008. Urban Planning solutions to improve pedestrian's safety in urban areas. A Paper Present-Ed during 21st ICTCT.
- Shach-Pinsly, Dalit, and Tamer Ganor. 2021. A new approach for assessing secure and vulnerable areas in central urban neighborhoods based on social-groups' analysis. *Sustainability* 13(3): 1174. https://doi.org/10.3390/su13031174
- Shakibamanesh, Amir, and Omid Veisi. 2021. Designing sustainable Urban Blocks; An Effort To Optimizing 3d Form And Achieving The Maximum Amount Of Solar Radiation. In *Sustainable Urbanism in Developing Countries*. Taylor & Francis Group/CRC Press.
- Shay, Elizabeth, Steven C. Spoon, Asad J. Khattak, and Southeastern Transportation Center. 2003. Walkable environments and walking activity. Final Report for Seed Grant Submitted to Southeastern Transportation Center, University of Tennessee.
- Suzuki, Kenji, Ryuichi Nakamura, Yoshiaki Yamada, and Taketoshi Handa. 1990. Determinants of maximum walking speed in hemiparetic stroke patients. *The Tohoku journal of experimental medicine* 162(4): 337-344. https://doi.org/10.1620/tjem.162.337
- Thabet, Ahmed Mohamed. 2021. Reimaging Streets: A Design Approach for Enhancing Walkability in Old Cities. Case Study: El Gomhouria Street, Mansoura. (Dept. A.: Architecture). *MEJ. Mansoura Engineering Journal* 46(2): 46-57. https://doi.org/10.21608/bfemu.2021.169740
- Valikhan Anarki, Mehdi, Seyed Farhad Mousavi Seyedfarhad, Saeid Farzin, and Hojjat Karmi. 2020. Introduction of a non-linear model based on the hybrid of learning machines in order to model and forecast precipitation and compare with the SDSM method (case studies: Shahrekord, Barez and Yasouj). *Iranian journal of soil and water research* 51(2): 325-339. https://doi.org/ 10.22059/IJSWR.2019.285141.668258. [in Persian]
- Xia, Z. Zelong, Hao Li, and Yuehong Chen. 2018. Assessing neighborhood walkability based on usage characteristics of amenities under chinese metropolises context. *Sustainability* 10(11): 3879. https://doi.org/10.3390/su10113879
- Yung, Sther H. K., Sheila Conejos, and Edwin H. W. Chan. 2016. Public open spaces planning for the elderly: The case of dense urban renewal districts in Hong Kong. *Land use policy* 59: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.022
- Zagow, Maged. 2022. The Impact of Mixed-use Development, Small Businesses, and Walkability on Carbon Emissions in Cool Climate Cities. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1213981/v2
- Zeisel, John. 1981. Housing designed for families: A summary of research.
- Zuniga-Teran, Adriana A., Barron J. Orr, Randy H. Gimblett, Nader V. Chalfoun, David P. Guertin, and Stuart E. Marsh. 2017. Neighborhood design, physical activity, and wellbeing: Applying the walkability model. *International journal of environmental research and public health* 14(1): 76. https://doi.org/10.3390/ijerph14010076

نحوه ارجاع به این مقاله

عدالت سروستانی، طاهره، محمد مسعود، و گلرخ کوپایی. ۱۴۰۲. پیاده‌روی در شهر: استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در جهت ارزیابی قابلیت پیاده‌مداری در فضای باز عمومی شهر شیراز. *نشریه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر* ۱۶(۴۵): ۱۰۹-۱۲۱.

DOI: 10.22034/AAUD.2023.362677.2717

URL: https://www.armanshahrjournal.com/article_190204.html

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Armanshahr Architecture & Urban Development Journal. This is an open- access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.

http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/