

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Analysis of Factors Affecting Walkability and Sustainable Urban
Mobility Using the AdaBoost Approach
(Case Study: Mir Emad Neighborhood, Isfahan)
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

تحلیل عوامل مؤثر بر پیاده‌مداری و تحرک شهری پایدار با رویکرد آدابوست (مورد مطالعه: محله میر عماد اصفهان)

امیر حسین شبانی^۱، محمدحسین دبیرزاده^{۲*}

۱. گروه شهرسازی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲. گروه معماری، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۵/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۰۲

چکیده

بیان مسئله: پیاده‌مداری از شاخص‌های اساسی کیفیت محیط شهری و پیش‌نیاز تحقق شهر پایدار است. در بافت‌های تجاری و اداری، سلطه حرکت خودرو بر فضاهای پیاده موجب کاهش کیفیت تجربه پیاده‌روی، کاهش رضایت شهروندان و تشدید تعارض میان سواره و پیاده شده است؛ تعارضی که مانعی مهم در شکل‌گیری سرزندگی و سلامت شهری به شمار می‌آید.

هدف پژوهش: هدف این پژوهش، سنجش میزان رضایت شهروندان از پیاده‌مداری و تعیین اولویت عوامل مؤثر بر آن در محله میر عماد اصفهان است تا چارچوبی برای ارتقای کیفیت فضاهای پیاده و هدایت تصمیم‌سازی‌های برنامه‌ریزی شهری فراهم شود.

روش پژوهش: پژوهش از نظر ماهیت توصیفی است. داده‌ها از طریق ۳۱۱ پرسشنامه معتبر لیکرت در میان ساکنان، کسبه و عابران گردآوری شده است. متغیرهای بررسی‌شده شامل ایمنی و امنیت، کیفیت کف‌سازی، خوانایی فضایی، تنوع کاربری و آسایش اقلیمی است. تحلیل‌های کمی با الگوریتم یادگیری ماشین آدابوست و تحلیل کیفی با بررسی تفسیرپذیر نظرات پاسخ‌دهندگان انجام شده است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد الگوریتم آدابوست توانایی مطلوبی در تبیین تغییرات رضایت شهروندان دارد (ضریب تعیین ≈ 0.71). کاهش ترافیک خودرو و بهبود امکان پیاده‌روی بیشترین نقش را در افزایش رضایت شهروندان ایفا می‌کنند و سپس امنیت مسیر، کیفیت پیاده‌رو و روشنایی شبانه قرار دارند. بنابراین، در بافت‌های تجاری-اداری، ارتقای کیفیت محیط پیاده تنها با بهسازی کالبدی میسر نیست و نیازمند سیاست‌های حمل‌ونقل پایدار، مدیریت ترافیک، کاهش تردد خودرو و ایمن‌سازی مسیرهای پیاده است.

واژگان کلیدی: پیاده‌مداری، رضایت شهروندان، یادگیری ماشین (آدابوست)، مدیریت ترافیک، تحرک شهری پایدار.

مقدمه و بیان مسئله

در پارادایم‌های نوین شهرسازی و طراحی شهری معاصر، مفهوم پیاده‌مداری از یک موضوع صرفاً ترافیکی فراتر رفته و به یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت محیط شهری، کیفیت زندگی و تحقق توسعه پایدار تبدیل شده است. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که پیاده‌مداری تنها به تسهیل جابه‌جایی فیزیکی محدود نمی‌شود، بلکه ابعاد گسترده‌تری همچون کیفیت تجربه فضایی، ایمنی روانی و سرزندگی محیط‌های شهری را نیز دربر می‌گیرد (Kavak, 2025).

فضاهای پیاده‌مدار به‌عنوان بستری برای تعاملات اجتماعی و

حضور شهروندان در فضاهای عمومی، نقشی مهم در ارتقای سلامت عمومی، افزایش سرزندگی شهری و کاهش وابستگی به خودرو ایفا می‌کنند (Shahabi Maskoun et al., 2025). از این‌رو، در چارچوب اهداف توسعه پایدار، به‌ویژه هدف یازدهم مبنی بر ایجاد شهرها و سکونتگاه‌های انسانی پایدار، پیاده‌مداری به‌عنوان یکی از راهبردهای مؤثر در ارتقای کیفیت زیست شهری و کاهش اثرات منفی حمل‌ونقل خودرومحور مطرح شده است (Moayedi et al., 2019).

حرکت پیاده یکی از طبیعی‌ترین و قدیمی‌ترین شیوه‌های جابه‌جایی انسان در فضا به شمار می‌رود و اهمیت آن همچنان در زندگی روزمره شهروندان مشهود است. پیاده‌روی نه‌تنها

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۴۳۵۹۵۹۰، m.dabirzadeh@iau.ac.ir

و اهمیت نسبی آنها را تحلیل کند. بدین منظور، رضایت شهروندان از پیاده‌مداری به‌عنوان متغیر وابسته و مجموعه‌ای از عوامل محیطی شامل ایمنی و امنیت، کیفیت کفسازی، خوانایی محیط، تنوع کاربری‌ها و آسایش اقلیمی به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند.

پرسش اصلی این پژوهش آن است که کدام عوامل محیطی و ادراکی بیشترین نقش را در شکل‌گیری رضایت شهروندان از پیاده‌مداری و ارتقای تحرک شهری پایدار در محله میرعماد اصفهان دارند؟ بر این اساس، هدف این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اثرگذار بر پیاده‌مداری براساس ادراک کاربران و تبیین دلالت‌های مدیریتی آن برای برنامه‌ریزی شهری است. برای دستیابی به این هدف، این پژوهش با رویکرد توصیفی و با استفاده از داده‌های پیمایشی و مدلسازی مبتنی بر یادگیری ماشین (الگوریتم آداپوست)، به تحلیل روابط میان شاخص‌های محیطی و میزان رضایت شهروندان از پیاده‌روی در محدوده مورد مطالعه می‌پردازد.

پیشینه پژوهش • پیشینه جهانی

مطالعات جهانی پیاده‌مداری نشان می‌دهد که این مفهوم از یک متغیر صرفاً کالبدی به پدیده‌ای چندبعدی و مبتنی بر تجربه ادراکی کاربران تبدیل شده است. در همین راستا، دوینگ و هندلی (Ewing & Handy, 2009) پیاده‌مداری را ترکیبی از تراکم متناسب، اختلاط کاربری‌ها، اتصال شبکه معابر و کیفیت طراحی فضاهای عمومی می‌دانند. اسپک (Speck, 2012) و گهل (Gehl, 2010) نیز با تأکید بر نقش تجربه‌پذیری فضا بیان می‌کنند که در بافت‌های معاصر، جذابیت محیطی، آسایش اقلیمی و کیفیت طراحی بر تمایل افراد به پیاده‌روی اثر بیشتری از دسترسی صرف دارند.

همچنین پژوهش‌هایی مانند پارک و همکاران (Park et al., 2022) و لی و همکاران (Lee et al., 2021) نشان داده‌اند که عناصر خردمقیاس نظیر شفافیت جداره‌ها، سایه‌اندازی، روشنایی شبانه و احساس امنیت، سهم مهمی در ارتقای کیفیت حضور عابر پیاده ایفا می‌کنند. مطالعات جدید نظیر ابواثر و همکاران (Abuwaer et al., 2025) و گونزالس اورانگو و همکاران (Gonzalez-Urango et al., 2020) نیز نقش متغیرهایی چون ایمنی، کیفیت کفسازی، خوانایی محیط، تنوع کاربری‌ها و آسایش اقلیمی را در شکل‌گیری رضایت کاربران از پیاده‌مداری برجسته کرده‌اند.

• پیشینه ایران

پژوهش‌های داخلی عمدتاً با رویکرد کالبدی به بررسی پیاده‌مداری پرداخته‌اند. اسماعیلی و کرمی (Esmaili & Karami, 2021) ضعف کیفیت عرصه‌های عمومی و غلبه الگوی حرکت سواره را مسئله محوری شهرهای

ابزاری برای مشاهده و تجربه مکان‌ها و فعالیت‌های شهری است، بلکه راهی برای احساس زندگی شهری و کشف کیفیت‌های پنهان محیط نیز محسوب می‌شود. این فعالیت ساده اما بنیادین، نقش مهمی در شکل‌گیری هویت فضایی، تقویت حس تعلق به مکان و افزایش تعامل میان شهروندان و محیط شهری دارد (Najafpur & Haghlesan, 2025).

با وجود اهمیت روزافزون پیاده‌مداری در سیاست‌ها و برنامه‌های شهری، بسیاری از شهرهای در حال توسعه همچنان با چالش‌هایی نظیر غلبه حرکت سواره، کاهش کیفیت عرصه‌های عمومی و ضعف زیرساخت‌های پیاده مواجه هستند؛ شرایطی که موجب کاهش انگیزه شهروندان برای انتخاب پیاده‌روی به‌عنوان شیوه جابه‌جایی روزمره می‌شود (Esmaili & Karami, 2021). در چنین بستری، ارزیابی کیفیت محیط‌های پیاده و میزان رضایت شهروندان از تجربه پیاده‌روی، به یکی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی و طراحی شهری تبدیل شده است. رضایت شهروندان از پیاده‌مداری را می‌توان بازتاب ادراک و قضاوت ذهنی کاربران از میزان انطباق شرایط محیطی با نیازها و انتظارات آنان در حین پیاده‌روی دانست؛ ادراکی که تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و فضایی شکل می‌گیرد (Gonzalez-Urango et al., 2020; Lee et al., 2021; Abuwaer et al., 2025).

در این میان، یکی از چالش‌های مهم در مطالعات مرتبط با پیاده‌مداری، نحوه سنجش و تحلیل روابط میان ویژگی‌های محیطی و رضایت شهروندان است. بسیاری از پژوهش‌های انجام‌شده، اگرچه به شناسایی مؤلفه‌های مؤثر بر کیفیت پیاده‌مداری پرداخته‌اند، اما اغلب بر ارزیابی‌های کالبدی یا روش‌های مبتنی بر قضاوت خبرگان تمرکز داشته و کمتر به ادراک واقعی کاربران و تحلیل روابط پیچیده میان متغیرهای محیطی توجه کرده‌اند. علاوه بر این، بخش قابل توجهی از این مطالعات از مدل‌های تحلیلی خطی بهره گرفته‌اند که در بسیاری موارد قادر به بازنمایی پیچیدگی روابط میان متغیرهای محیطی و رفتار یا رضایت شهروندان نیستند.

در این چارچوب، محله میرعماد اصفهان به‌عنوان یکی از محورهای مهم اداری-تجاری شهر، با تعارض قابل توجه میان ترافیک سواره و جریان‌های پیاده مواجه است. حضور کاربری‌های متنوع اداری و خدماتی در این محور از یک‌سو موجب افزایش تقاضای تردد پیاده شده و از سوی دیگر، غلبه حرکت سواره و محدودیت‌های کالبدی فضا، چالش‌هایی را برای ارتقای کیفیت تجربه پیاده‌روی شهروندان ایجاد کرده است. از این رو، شناخت دقیق عوامل اثرگذار بر رضایت شهروندان از پیاده‌مداری در چنین فضاهایی می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت محیط شهری و ارتقای تحرک شهری پایدار ایفا کند.

بر این اساس، این پژوهش با تمرکز بر محله میرعماد اصفهان، در پی آن است که با استفاده از داده‌های حاصل از ادراک شهروندان، عوامل محیطی و ادراکی مؤثر بر رضایت از پیاده‌مداری را شناسایی

کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. بدین ترتیب، این پژوهش می‌کوشد شکاف‌های روش‌شناختی و زمینه‌ای شناسایی شده در ادبیات را پوشش دهد و چارچوبی مبتنی بر شواهد تجربی برای اولویت‌بندی مداخلات طراحی و مدیریت شهری ارائه کند.

مبانی نظری

• ایمنی و امنیت

ایمنی و امنیت یکی از بنیادی‌ترین پیش‌شرط‌های حضور پیاده در فضاهای شهری است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که ادراک خطر تصادف با وسایل نقلیه، نبود جدایی مناسب سواره و پیاده، ضعف در کنترل سرعت خودروها و همچنین ترس از جرم و ناهنجاری‌های اجتماعی، مهم‌ترین موانع ذهنی و عینی برای انتخاب پیاده‌روی به‌عنوان شیوه جابه‌جایی محسوب می‌شوند (Guimpert & Hurtubia, 2018). جین جیکوبز و پیروان رویکرد چشمان بر خیابان بر این باورند که حضور مستمر شهروندان و نظارت طبیعی، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای احساس امنیت دارد؛ امری که خود نیازمند طراحی مناسب فضاهای پیاده و مدیریت تعارضات سواره-پیاده است. از این رو، انتظار می‌رود هرگونه بهبود در سطح ایمنی ترافیکی و امنیت اجتماعی، به‌طور مستقیم با افزایش رضایت از پیاده‌مداری همراه باشد (Vidal-Domper et al., 2025).

• کیفیت کفسازی

کیفیت کفسازی و زیرساخت‌های مسیر پیاده، به‌عنوان یکی از ملموس‌ترین ابعاد تجربه پیاده‌روی، تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر راحتی و رضایت کاربران دارد. ناهمواری سطح، شکستگی و لغزندگی مصالح، وجود موانع متعدد (مانند تابلوهای بی‌ضابطه، پله‌های ناهمسان، جوی‌های روباز) و عرض ناکافی پیاده‌راه‌ها، به‌ویژه برای گروه‌های آسیب‌پذیر نظیر سالمندان، کودکان و افراد دارای محدودیت حرکتی، مانعی جدی در برابر استفاده از معابر پیاده ایجاد می‌کند (Ewing & Handy, 2009). در مقابل، استفاده از مصالح مناسب، هموارسازی مسیر، طراحی بدون مانع و رعایت عرض استاندارد، نه‌تنها آسایش فیزیکی را افزایش می‌دهد، بلکه سبب ارتقای حس احترام به شهروند و افزایش تمایل او به حضور پیاده در فضا می‌شود (Kaparias et al., 2012).

• خوانایی محیط

مفهوم خوانایی که ریشه در آثار کوین لینچ دارد، به میزان سهولت درک ساختار فضایی شهر و قابلیت جهت‌یابی کاربران در آن اشاره می‌کند. محیط‌های خوانا با برخورداری از شبکه معابر منسجم، نشانه‌های واضح، جداره‌های تعریف‌شده و سلسله‌مراتب فضایی روشن، به شهروندان کمک می‌کنند تا تصویری منسجم و قابل اعتماد از فضا در ذهن خود شکل دهند (Damayanti, 2015). پژوهش‌ها نشان داده است که هرچه خوانایی محیط بالاتر باشد، احساس سردرگمی و نگرانی

در حال توسعه ایران معرفی می‌کنند. همچنین عبداللهی و هولاکویی (Abdollahi & Holakouei, 2018) در مطالعات موردی شهرهای ایران نشان داده‌اند که موفقیت مسیرهای پیاده وابسته به معیارهایی همچون امنیت، اختلاط کاربری و ارتباط آن با شبکه حمل‌ونقل عمومی است.

در پژوهش‌های دیگری مانند حبیبی و همکاران (Habibi et al., 2017) و پاک‌نژاد و لطیفی (Paknezhad & Latifi, 2019)، اگرچه تلاش‌هایی برای شناسایی مؤلفه‌های بومی و ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت پیاده‌راه‌ها انجام شده، اما اغلب این مطالعات متکی بر قضاوت متخصصان بوده و کمتر به ادراک واقعی کاربران و تجربه زیسته شهروندان توجه شده است. همچنین بخش بزرگی از این پژوهش‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره یا مدل‌های خطی بهره برده‌اند که قادر به تبیین روابط پیچیده و غیرخطی رفتار عابران نیستند.

• جمع‌بندی پیشینه و جایگاه این پژوهش

مرور پیشینه جهانی و داخلی نشان می‌دهد که در سطح بین‌المللی، تأکید اصلی پژوهش‌ها بر تجربه‌محور بودن پیاده‌مداری، ادراک کاربران و نقش عناصر خردمقیاس محیطی در شکل‌گیری کیفیت حضور عابران است؛ درحالی‌که بخش قابل توجهی از مطالعات داخلی همچنان رویکردی کالبدی، خبرگانی و عمدتاً خطی دارند و کمتر به رضایت شهروندان و روابط غیرخطی میان مؤلفه‌های مؤثر بر پیاده‌مداری توجه کرده‌اند. در بسیاری از پژوهش‌های خارجی، متغیرهایی همچون ایمنی و امنیت، کیفیت کفسازی، خوانایی محیط، تنوع کاربری‌ها و آسایش اقلیمی به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی اثرگذار بر کیفیت تجربه پیاده‌روی و رضایت کاربران معرفی شده‌اند؛ اما در بستر ایران، این متغیرها عمدتاً از منظر طراحی کالبدی و با تکیه بر قضاوت متخصصان بررسی شده‌اند و کمتر به ادراک واقعی شهروندان و تجربه زیسته آنها تأکید شده است. ازسوی دیگر، بیشتر مطالعات پیشین از مدل‌های آماری خطی نظیر رگرسیون چندگانه یا مدلسازی معادلات ساختاری بهره گرفته‌اند که به‌طور کامل قادر به تبیین روابط غیرخطی، اثرات آستانه‌ای و تعاملات پیچیده میان متغیرها نیستند. بر همین اساس، این پژوهش با استخراج پنج مؤلفه کلیدی ایمنی و امنیت، کیفیت کفسازی، خوانایی محیط، تنوع کاربری‌ها و آسایش اقلیمی، الگوی سنجش رضایت کاربران از پیاده‌مداری را در بستر محله میرعماد تدوین کرده است. نوآوری اصلی این پژوهش در مقایسه با مطالعات پیشین را می‌توان در سه سطح خلاصه کرد: نخست، تأکید بر ادراک کاربران واقعی و استفاده از داده‌های مبتنی بر تجربه زیسته شهروندان، دوم، به‌کارگیری الگوریتم یادگیری ماشین آدابوست برای مدلسازی روابط پیچیده و غیرخطی و رتبه‌بندی اهمیت مؤلفه‌های پیاده‌مداری و سوم، تمرکز بر محلی با کاربری غالب اداری-تجاری و تعارض شدید سواره-پیاده که در ادبیات داخلی

معادلات ساختاری (SEM)، استفاده کرده‌اند. پیش‌فرض بنیادین این مدل‌ها آن است که بهبود هر متغیر محیطی، برای مثال افزایش عرض پیاده‌رو، اثری ثابت و خطی بر افزایش رضایت کاربران دارد (Lai et al., 2020).

این در حالی است که رفتار انسان و رضایتمندی او از فضا، لزوماً تابع روابط خطی ساده نیست. متغیرهایی نظیر احساس امنیت یا تراکم ترافیک اغلب دارای اثرات آستانه‌ای^۱ هستند؛ به این معنا که تا حد مشخصی بر رضایت تأثیر دارند و پس از آن اشباع می‌شوند یا تأثیر معکوس می‌گذارند. مدل‌های سنتی به دلیل ساختار صلب خود، قادر به شناسایی این الگوهای غیرخطی و پیچیده نیستند (Ouali et al., 2019). در سال‌های اخیر، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین به عنوان راه‌حلی برای این محدودیت مطرح شده است، اما کاربرد این روش‌ها در مطالعات شهری ایران همچنان بسیار محدود و انگشت‌شمار است.

با مرور ادبیات موضوع و با هدف ارائه تحلیلی دقیق‌تر در بستر محله میرعماد، شکاف‌های پژوهشی زیر برجسته می‌شود: شکاف روش‌شناختی: فقدان استفاده از مدل‌های هوشمند و غیرخطی برای سنجش وزن واقعی متغیرها، این پژوهش برای پاسخ به این کاستی، از الگوریتم آداپوست (تقویت‌کننده تطبیقی) بهره می‌برد. انتخاب این الگوریتم به دلیل توانایی بالای آن در ترکیب مدل‌های ضعیف، کاهش خطای برآورد و از همه مهم‌تر، قابلیت رتبه‌بندی دقیق اهمیت ویژگی‌ها براساس داده‌های واقعی است.

شکاف زمینه: تمرکز اکثر مطالعات بر بافت‌های تاریخی یا صرفاً تجاری بوده است. بررسی محورهایی با عملکرد ترکیبی اداری-تجاری (مانند میرعماد) که در آنها تضاد میان ترافیک سواره و جریان پیاده به اوج می‌رسد، کمتر واکاوی شده است.

براساس مبانی نظری و مرور پیشینه، در این پژوهش فرض بر آن است که کیفیت پیاده‌مداری حاصل تعامل مجموعه‌ای از مؤلفه‌های کالبدی، عملکردی و ادراکی محیط شهری است که به‌طور مستقیم بر میزان رضایت شهروندان از تجربه پیاده‌روی تأثیر می‌گذارند. بر این اساس، پنج مؤلفه ایمنی و امنیت، کیفیت کفسازی، خوانایی محیط، تنوع کاربری‌ها و آسایش اقلیمی به‌عنوان متغیرهای مستقل و رضایت شهروندان از پیاده‌مداری به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند. در این چارچوب مفهومی، فرض می‌شود که بهبود هر یک از مؤلفه‌های یادشده، تا سطوح معینی، به افزایش رضایت شهروندان از پیاده‌مداری منجر می‌شود؛ هرچند ماهیت این تأثیر لزوماً خطی نیست و ممکن است اثرات آستانه‌ای و تعاملی میان متغیرها وجود داشته باشد. برای شناسایی این الگوهای پیچیده و برآورد اهمیت نسبی هر یک از مؤلفه‌ها، از الگوریتم رگرسیون آداپوست به‌عنوان یکی از روش‌های یادگیری ماشین استفاده شده است. این الگوریتم با ترکیب مجموعه‌ای از مدل‌های ضعیف و کاهش خطای برآورد،

کاهش و تمایل به پیاده‌روی و ماندگاری در فضا افزایش می‌یابد (Park et al., 2022; Trop et al., 2023). بنابراین، خوانایی محیط را می‌توان یکی از مؤلفه‌های کلیدی اثرگذار بر رضایت ادراکی از پیاده‌مداری دانست.

• تنوع کاربری‌ها

تنوع کاربری‌ها یا اختلاط کاربری زمین، از منظر نظریه‌های شهر زنده و شهر پیاده‌مدار، عامل مهمی در ایجاد سرزندگی، افزایش حضور عابران و ارتقای امنیت طبیعی محسوب می‌شود (Jacobs, 1961; Speck, 2012). وجود کاربری‌های مکمل در طول یک محور (تجاری، خدماتی، اداری، تفریحی و ...) موجب می‌شود که انگیزه‌های متعددی برای حضور در فضا شکل گیرد و سفرهای پیاده در مقیاس محلی توجیه‌پذیر شود. در عین حال، تنوع کاربری‌ها با افزایش تعداد چشم‌ها بر خیابان به کاهش احساس ناامنی و ارتقای کیفیت تجربه فضایی شهروندان کمک می‌کند. در مقابل، یکنواختی کاربری‌ها، حضور پراکنده در طول شبانه‌روز و غلبه کاربری‌های تک‌نفره، غالباً با کاهش جذابیت پیاده‌روی و افت رضایت کاربران همراه است (Habibi & Haghi, 2016).

• آسایش اقلیمی

آسایش اقلیمی به مجموعه شرایط حرارتی، نوری و باد که بر احساس راحتی فرد در فضای باز تأثیر می‌گذارد، اطلاق می‌شود. در محیط‌های باز شهری، مؤلفه‌هایی نظیر سایه‌اندازی درختان و سایبان‌ها، وجود فضاهای مکث در برابر تابش مستقیم آفتاب، امکان تهویه طبیعی، حفاظت در برابر بادهای سرد و طراحی مناسب مبلمان، از عناصر کلیدی در تأمین آسایش اقلیمی عابران به شمار می‌روند (Gehl, 2010; Park et al., 2022). مطالعات نشان داده‌اند که فقدان سایه، گرمای بیش از حد، یا سرمای آزاردهنده می‌تواند به‌طور جدی مدت زمان حضور و میزان رضایت از پیاده‌روی را کاهش دهد؛ درحالی‌که طراحی اقلیمی هوشمند، نقش مهمی در تشویق شهروندان به استفاده مکرر از مسیرهای پیاده دارد.

فضاهای باز شهری مزایای متعددی برای جمعیت‌های شهری فراهم می‌کنند و در صورت برخورداری از شرایط مناسب اقلیمی، می‌توانند به ارتقای کیفیت زندگی شهری کمک کنند. از همین رو، مطالعات متعددی برای گسترش دانش موجود درباره آسایش حرارتی در فضاهای باز انجام شده است. با توجه به اینکه آسایش حرارتی در فضای باز مسئله‌ای پیچیده و متأثر از عوامل گوناگون است، طراحی فضاهای باز شهری با شرایط حرارتی مطلوب می‌تواند در جذب شهروندان، افزایش ماندگاری آنان در فضا و ارتقای سرزندگی شهری نقش مؤثری ایفا کند (Shahabi et al., 2025). با این حال، چالش برانگیزترین بخش در ادبیات موجود را می‌توان در روش‌شناسی تحلیل داده‌ها مشاهده کرد. بیشتر مطالعات پیشین برای تبیین رابطه میان ویژگی‌های محیطی و رفتار پیاده‌روی، از مدل‌های آماری خطی، مانند رگرسیون چندگانه یا مدلسازی

بصری و سایر ویژگی‌های کالبدی و محیطی را ارزیابی می‌کند. بخش سوم نیز به سنجش میزان رضایت کلی کاربران از شرایط پیاده‌روی در محور مورد مطالعه اختصاص دارد که به‌عنوان متغیر وابسته در تحلیل‌های پژوهش استفاده شده است.

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها در این پژوهش، پرسشنامه محقق‌ساخته است که براساس مؤلفه‌های مستخرج از مبانی نظری (ایمنی، کفسازی، خوانایی، تنوع کاربری و آسایش اقلیمی) طراحی شد.

الف) روایی: برای سنجش روایی محتوایی، پرسشنامه در اختیار پنلی متشکل از پنج نفر از متخصصان (شامل اساتید دانشگاهی در حوزه طراحی شهری و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل) قرار گرفت. براساس نظرات اصلاحی، برخی از گویه‌ها که دارای ابهام بودند بازنگری شدند. شاخص روایی محتوایی (CVI) برای تمامی گویه‌ها بالای ۰/۸۰ محاسبه شد که نشان‌دهنده انطباق کامل گویه‌ها با اهداف پژوهش است.

ب) پایایی: به‌منظور بررسی پایایی ابزار، ابتدا یک مطالعه مقدماتی با توزیع ۳۰ پرسشنامه انجام شد. ضریب آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه ۰/۸۳ به دست آمد. همچنین پایایی ابعاد پنج‌گانه پژوهش نیز محاسبه شد که نتایج آن (ایمنی: ۰/۷۹، کفسازی: ۰/۸۱، خوانایی: ۰/۸۴، تنوع: ۰/۷۸ و آسایش: ۰/۸۲) همگی بالاتر از حد استاندارد ۰/۷۰ بودند که حاکی از قابلیت اعتماد بالای ابزار سنجش است.

داده‌های جمع‌آوری‌شده برای تحلیل، شامل متغیرهای مستقل (پیش‌بین) و متغیر وابسته (هدف) بوده که در جدول ۱ نمایش داده شده است. متغیرهای مستقل: شامل مؤلفه‌های کالبدی، عملکردی و ادراکی محیط هستند که از ادبیات نظری استخراج شده‌اند. این متغیرها شامل: ۱. امنیت (نورپردازی، امنیت در برابر جرم)، ۲. کیفیت کفسازی و مبلمان، ۳. خوانایی و نفوذپذیری، ۴. تنوع کاربری و ۵. آسایش اقلیمی هستند. متغیر وابسته: شامل میزان رضایت کلی از پیاده‌روی در محله میرعماد است که به‌عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شده است.

برخلاف رویه‌های متداول در پژوهش‌های شهرسازی که عمدتاً از آزمون‌های آماری پارامتریک (مانند رگرسیون خطی ساده یا چندگانه در SPSS) استفاده می‌کنند، در این پژوهش جهت غلبه بر پیچیدگی‌های رفتار انسانی و تحلیل روابط غیرخطی میان متغیرها، از روش‌های یادگیری ماشین^۲ بهره گرفته شده است.

مدل انتخاب‌شده برای این پژوهش، رگرسیون آدابوست^۳ است. آدابوست یک تکنیک یادگیری گروهی^۴ است که با ترکیب چندین یادگیرنده ضعیف (معمولاً درخت‌های تصمیم‌گیری با عمق کم)، یک یادگیرنده قوی با دقت بالا می‌سازد. مکانیسم عمل این الگوریتم بدین‌صورت است که در فرایند آموزش، به نمونه‌هایی (پاسخ‌دهندگان) که در مراحل قبلی به درستی پیش‌بینی نشده‌اند، وزن بیشتری اختصاص می‌دهد. این ویژگی

امکان مدل‌سازی روابط غیرخطی و رتبه‌بندی دقیق اهمیت متغیرها براساس داده‌های واقعی را فراهم می‌سازد. بدین‌ترتیب، مدل مفهومی پژوهش روابط میان پنج متغیر مستقل یادشده و متغیر وابسته رضایت شهروندان از پیاده‌مداری را در قالب یک چارچوب تحلیلی منسجم ترسیم می‌کند و مبنایی برای تدوین راهبردهای طراحی و مدیریت شهری در محله میرعماد فراهم می‌سازد. در ادامه، این چارچوب مفهومی در قالب بخش روش پژوهش به‌صورت عملیاتی ترجمه و نحوه سنجش هر یک از متغیرها و مراحل مدل‌سازی تشریح می‌شود.

روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی با رویکرد کمی-کیفی است. داده‌های پژوهش از طریق مطالعات اسنادی و پیمایش میدانی گردآوری و برای تحلیل آنها از روش‌های آماری و مدل‌سازی مبتنی بر یادگیری ماشین استفاده شده است. فرایند گردآوری داده‌ها به دو بخش اسنادی و میدانی تقسیم می‌شود. در بخش اسنادی، مبانی نظری و شاخص‌های مؤثر بر کیفیت پیاده‌مداری از منابع کتابخانه‌ای استخراج شد. در بخش میدانی، جهت سنجش وضعیت موجود و ادراک شهروندان، از تکنیک پرسشنامه محقق‌ساخته استفاده شد.

جامعه آماری این پژوهش شامل کاربران فضای شهری در محور و محله میرعماد شهر اصفهان است که از این محدوده به‌عنوان مسیر تردد پیاده استفاده می‌کنند. کاربران شامل عابران پیاده، ساکنان و کسبه حاضر در فضای عمومی محور بودند که از مسیرهای پیاده استفاده می‌کردند. با توجه به ماهیت میدانی پژوهش و نبود چارچوب آماری مشخص از تعداد دقیق کاربران پیاده در محدوده مورد مطالعه، نمونه‌گیری به‌صورت غیراحتمالی و در دسترس از میان افراد حاضر در فضا انجام شد. به‌منظور افزایش تنوع نمونه و کاهش سوگیری، پرسشنامه‌ها در نقاط مختلف محور میرعماد و در ساعات متفاوت روز میان کاربران فضا توزیع شد. در این فرایند، تنها افرادی در نمونه وارد شدند که حداقل یکبار تجربه عبور پیاده از این محور را و تمایل به مشارکت در پژوهش داشتند. در مجموع ۱۱۳ پرسشنامه کامل و قابل استفاده پس از حذف موارد ناقص گردآوری شد که مبنای تحلیل‌های آماری و مدل‌سازی در این پژوهش قرار گرفت.

ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش پرسشنامه محقق‌ساخته است. ساختار پرسشنامه براساس طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت (از کاملاً مخالف تا کاملاً موافق) طراحی شد. این پرسشنامه در سه بخش تنظیم شد. بخش نخست شامل اطلاعات عمومی پاسخ‌گویان نظیر سن، جنسیت و میزان استفاده از مسیرهای پیاده در محدوده مورد مطالعه است. بخش دوم به سنجش مؤلفه‌های محیطی مؤثر بر تجربه پیاده‌روی اختصاص دارد که متغیرهایی مانند کیفیت کفسازی، روشنایی، ایمنی، عرض پیاده‌رو، جذابیت

جدول ۱. معرفی متغیرهای پژوهش و شاخص‌های اندازه‌گیری در مدل رگرسیون آدابوست. مأخذ: نگارندگان.

ردیف	نقش در مدل	شاخص‌های مورد سنجش (پرسشنامه)	مؤلفه اصلی
۱	متغیر مستقل (ورودی)	- احساس امنیت در برابر جرم (به‌ویژه در شب) - ایمنی عبور از عرض خیابان (تداخل با خودرو) - وجود روشنایی کافی در معابر	ایمنی و امنیت
۲	متغیر مستقل (ورودی)	- صاف و همواربودن سطح پیاده‌رو - عدم وجود موانع فیزیکی مزاحم - عرض مناسب پیاده‌رو برای عبور دو نفر	کیفیت کفسازی و زیرساخت
۳	متغیر مستقل (ورودی)	- راحتی در مسیریابی و خوانایی فضا - پیوستگی مسیر پیاده (بدون قطع شدن) - دسترسی راحت به حمل‌ونقل عمومی	خوانایی و دسترسی
۴	متغیر مستقل (ورودی)	- وجود کاربری‌های متنوع (تجاری، تفریحی) - سرزندگی و حضورپذیری فضا - کیفیت و زیبایی جداره‌ها و ویترین‌ها	تنوع کاربری و جذابیت
۵	متغیر مستقل (ورودی)	- وجود سایه‌انداز (درختان یا سایه‌بان) - وجود مبلمان شهری (نیمکت، سطل زباله) - پاکیزگی و نظافت محیط	آسایش اقلیمی و مبلمان
۶	متغیر وابسته (هدف)	- تمایل کلی فرد به پیاده‌روی در این مسیر - احساس رضایت از تجربه حضور در فضا	رضایت‌مندی

تحلیل‌های اسنادی نشان می‌دهد، که در این محدوده، غلبه الگوی حرکت خودروی شخصی، پارک حاشیه‌ای نامنظم و گسست‌های کالبدی در شبکه پیاده، کیفیت زیستمحیطی و ایمنی عابران را تحت‌الشعاع قرار داده است. بااین‌حال، وجود بدنه‌های فعال تجاری و تمایل شهروندان به حضور در این فضا، فرصتی را فراهم آورده است تا با شناسایی دقیق مؤلفه‌های مؤثر بر رضایت کاربران، راهکارهای ارتقای کیفیت محیطی در این بافت ارزشمند تدوین شود.

• نتایج

در گام نخست، به‌منظور شناخت ویژگی‌های کلی داده‌ها و بررسی وضعیت پاسخ‌دهندگان، از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین^۵ و انحراف معیار^۶ استفاده شد. **جدول ۲** شاخص‌های توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش را نشان می‌دهد.

نتایج آمار توصیفی نشان می‌دهد که در میان مؤلفه‌های مورد بررسی، تنوع کاربری و جذابیت محیطی بالاترین میانگین و آسایش اقلیمی و مبلمان شهری پایین‌ترین میانگین را به خود اختصاص داده‌اند. پیش از انجام آزمون‌های استنباطی، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد. نتایج نشان داد که سطح معناداری برای تمامی متغیرها کمتر از ۰/۰۵ است ($\text{Sig} > 0/05$)، بنابراین توزیع داده‌ها نرمال نبوده و استفاده از روش‌های غیرخطی و مدل‌های پیشرفته تحلیلی توصیه‌پذیر است. برای تحلیل روابط میان متغیرهای مستقل و متغیر وابسته (رضایت از پیاده‌روی)، از الگوریتم AdaBoost Regressor استفاده شد. عملکرد مدل براساس داده‌های آزمون (۲۰ درصد داده‌ها) ارزیابی شد.

باعث می‌شود مدل روی داده‌های پرت یا پیچیده‌تر تمرکز کند و خطای پیش‌بینی را به‌طور تطبیقی کاهش دهد.

مزیت اصلی استفاده از آدابوست در این پژوهش نسبت به رگرسیون خطی، دو مورد است:

مدلسازی غیرخطی: روابط میان کیفیت محیط و رضایت شهروندان لزوماً خطی نیست؛ برای مثال، افزایش روشنایی تاحدی امنیت را بالا می‌برد اما پس از آن ممکن است تأثیر کمتری داشته باشد. آدابوست قادر به یادگیری این الگوهای غیرخطی است.

اهمیت‌سنجی ویژگی‌ها: این الگوریتم قابلیت بالایی در رتبه‌بندی دقیق متغیرها دارد و مشخص می‌کند کدام شاخص (مثلاً کفسازی یا امنیت) بیشترین وزن را در پیش‌بینی رضایت کاربران دارد.

در نهایت، داده‌های حاصل از ۱۱۳ پرسشنامه به دو بخش آموزش (۸۰ درصد - Training Set) و آزمون (۲۰ درصد - Test Set) تقسیم شدند تا دقت تعمیم‌پذیری مدل ارزیابی شود.

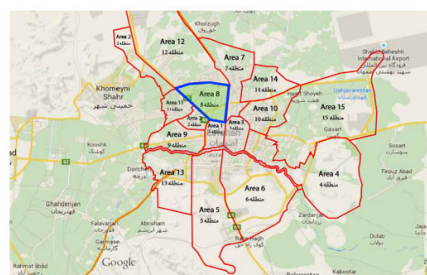
محدوده انتخاب‌شده برای این پژوهش، محله و محور شهری میرعماد است (**تصویر ۱**) که به‌عنوان یکی از شریان‌های حیاتی و پرتردد در ساختار فضایی شهر اصفهان در منطقه هشت این استان شناخته می‌شود. این محدوده به‌دلیل استقرار کاربری‌های متنوع تجاری، اداری و خدماتی در بدنه اصلی و بافت مسکونی متراکم در لایه‌های پشتی، روزانه پذیرای حجم قابل‌توجهی از تردهای سواری است. انتخاب میرعماد به‌عنوان بستر مطالعاتی از آن جهت حائز اهمیت است که این محور، علیرغم برخورداری از پتانسیل‌های کالبدی برای تبدیل‌شدن به یک فضای شهری سرزنده و پیاده‌مدار، در حال حاضر با چالش‌های جدی ناشی از تداخل نامنظم جریان سواره و پیاده روبه‌روست. مشاهدات اولیه و



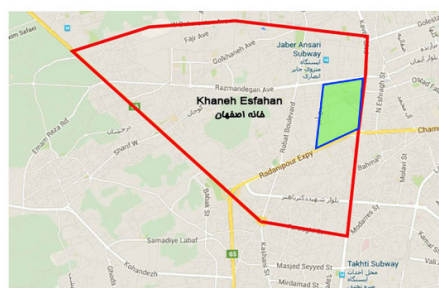
موقعیت محدوده مورد نظر در استان اصفهان



موقعیت محدوده مورد نظر



موقعیت محدوده مورد نظر در منطقه بندی شهر اصفهان



موقعیت محدوده مورد نظر در منطقه ۸ شهر اصفهان

تصویر ۱. موقعیت محدوده. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۲. شاخص های آمار توصیفی متغیرهای پژوهش (n=113). مأخذ: نگارندگان.

متغیر	میانگین	انحراف معیار
ایمنی و امنیت	۳/۱۲	۰/۸۴
کیفیت کف سازی	۲/۹۵	۰/۷۹
خوانایی و دسترسی	۳/۲۸	۰/۷۲
تنوع کاربری و جذابیت	۳/۴۶	۰/۸۱
آسایش اقلیمی و مبلمان	۲/۸۷	۰/۸۸
رضایت کلی از پیاده روی	۳/۰۵	۰/۷۶

نتایج ارزیابی مدل نشان داد که مقدار ضریب تعیین برابر با:

$$R^2 = 0,71$$

و مقدار خطای میانگین مربعات (MSE) برابر با:

$$MSE = 0,18$$

است که حاکی از دقت مناسب مدل در پیش بینی رضایت شهروندان براساس مؤلفه های پیادهمداری است.

تصویر ۲ پراکنش مقادیر واقعی رضایت پیاده روی و مقادیر پیش بینی شده توسط مدل آدابوست را نشان می دهد. خط چین قرمز، خط ایده آل ($\hat{y} = y$) را نمایش می دهد که بیانگر انطباق کامل بین مقادیر واقعی و برآورد شده است. توزیع نقاط در اطراف این خط حاکی از تطابق قابل قبول بین خروجی مدل و داده های مشاهده شده و دقت مناسب مدل در پیش بینی متغیر وابسته است.

یکی از خروجی های کلیدی الگوریتم آدابوست، تعیین اهمیت نسبی متغیرها است. نتایج وزندهی متغیرها در **جدول ۳** ارائه شده است. براساس **تصویر ۳** که وزن نسبی متغیرها در مدل رگرسیون

آدابوست را نمایش می دهد، مهم ترین عامل در پیش بینی رضایت پیاده روی، متغیر کاهش تردد خودرو و تمایل به پیاده روی با بالاترین میزان اهمیت (تقریباً ۰/۰۹) است. در رتبه های بعدی، عواملی با محوریت ایمنی و جنبه های شبانه قرار دارند، شامل: امنیت و کیفیت پیاده روی، روشنایی شبانه و احساس امنیت شبانه. متغیرهای خوانایی مسیر و نشانه گذاری، ایمنی کفپوش، کیفیت کف سازی، عرض پیاده روی، پیوستگی مسیر و کیفیت کلی پیاده روی نیز به ترتیب، به عنوان سایر عوامل تأثیرگذار در مدل شناسایی شده اند. این خروجی نشان می دهد که کنترل ترافیک سواره و جنبه های ادراکی ایمنی، بیشترین وزن را در شکل گیری رضایت پیاده روی دارند. براساس نتایج مدل و سطوح معناداری به دست آمده، وضعیت فرضیه های پژوهش به شرح **جدول ۴** است.

براساس خروجی مدل آدابوست، الگوی مفهومی نهایی پژوهش نشان می دهد که مؤلفه های پیادهمداری با وزن های متفاوت، به صورت همزمان و غیرخطی بر رضایت شهروندان از پیاده روی در محله میرعماد اثر گذارند. در این الگو، ایمنی و امنیت به عنوان عامل غالب، نقش محوری در ارتقای کیفیت تجربه پیاده روی ایفا می کند و سایر مؤلفه ها به عنوان عوامل تقویتی عمل می نمایند.

بحث

در نسخه بازنگری شده، نتایج عددی صرفاً گزارش نشده اند، بلکه در پیوند با زمینه محله، کیفیت تجربه پیاده، امنیت مسیر و تعارض سواره-پیاده تفسیر کیفی شده اند. هرچند کاهش ترافیک خودرو و افزایش امکان پیاده روی مهم ترین عامل شناسایی شد، این یافته صرفاً یک نتیجه بدیهی تلقی نمی شود؛ زیرا نشان می دهد در بافت مورد مطالعه، مسئله اصلی نه فقط کیفیت فیزیکی مسیر، بلکه

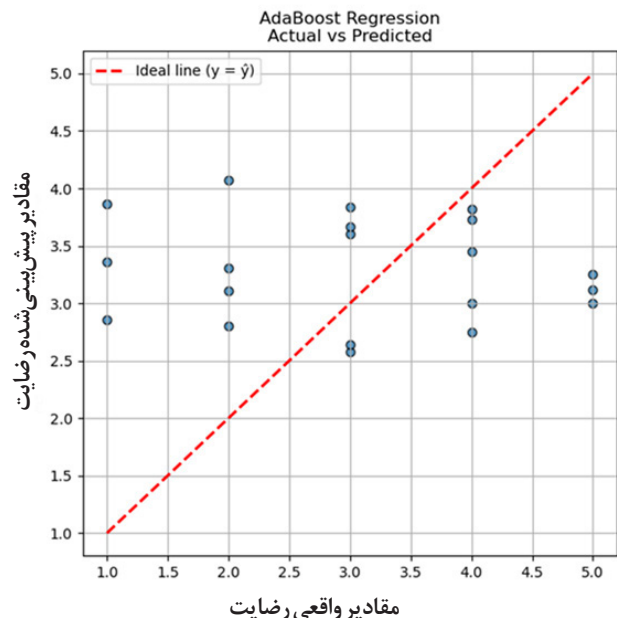
شبانه، کیفیت پیاده‌رو و امنیت مسیر در افزایش رضایت عابران اشاره کرده‌اند (Ewing & Handy, 2009; Gehl, 2010; Speck, 2012). با این حال، اغلب این پژوهش‌ها روابط میان متغیرها را به صورت خطی یا مستقل از یکدیگر تحلیل کرده‌اند. در مقابل، نتایج مدل آدابوست در این پژوهش نشان داد که این روابط می‌توانند غیر خطی و وابسته به شرایط زمینه‌ای باشند. به عنوان مثال، اثر روشنایی شبانه پس از رسیدن به یک سطح حداقلی به طور محسوسی کاهش می‌یابد و افزایش بیشتر روشنایی تنها تأثیر محدودی بر رضایت دارد. همچنین مشخص شد که کیفیت پیاده‌رو در همه شرایط قادر به جبران اثر منفی ترافیک سنگین نیست و در سطوح بالای ترافیک، نقش عوامل مدیریتی مانند کنترل جریان خودروها برجسته‌تر می‌شود. از این رو، تفاوت اصلی این پژوهش با مطالعات پیشین در آن است که با استفاده از الگوریتم یادگیری ماشین آدابوست، الگوهای آستانه‌ای و برهم‌کنش میان متغیرها شناسایی شده‌اند؛ الگوهایی که در بسیاری از تحلیل‌های خطی متعارف کمتر آشکار می‌شوند.

نوآوری روش شناختی: استفاده از الگوریتم آدابوست

از منظر روش شناختی، استفاده از الگوریتم آدابوست در این پژوهش نشان داد که روابط میان مؤلفه‌های محیطی و رضایت کاربران لزوماً خطی و ساده نیستند. در حالی که روش‌های آماری سنتی مانند رگرسیون خطی معمولاً به دنبال برآورد ضرایب ثابت و روابط خطی‌اند، آدابوست با ترکیب تکراری چندین مدل ضعیف و اصلاح خطاهای آنها، قادر است الگوهای پیچیده‌تر و غیر خطی را شناسایی کند و بهبود محسوسی در دقت پیش‌بینی به دست آورد. این موضوع دست‌کم دو پیام مهم برای پژوهش‌های آتی دارد: نخست آنکه استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین در حوزه طراحی شهری و مطالعات رفتاری می‌تواند به مدل‌هایی انعطاف‌پذیرتر و واقع‌بینانه‌تر منجر شود؛ دوم آنکه با به کارگیری چنین مدل‌هایی، امکان اولویت‌بندی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر پیاده‌مداری فراهم می‌آید و این امر می‌تواند به تصمیم‌گیری

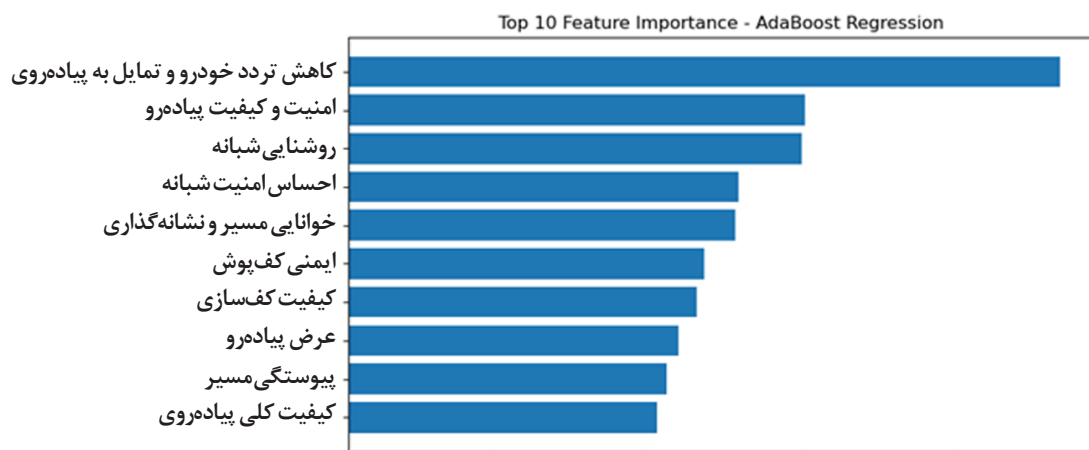
غلبه منطق سوارمحور بر سازمان فضایی و عملکردی محله است. از این رو، امنیت مسیر، کیفیت پیاده‌رو و روشنایی شبانه به عنوان عوامل بعدی، در پیوند با تجربه زیسته و ادراک ایمنی کاربران معنا پیدا می‌کنند.

مطالعات متعددی در ادبیات پیاده‌مداری به نقش عواملی مانند روشنایی



تصویر ۲. پراکنش مقادیر واقعی رضایت پیاده‌روی با الگوریتم آدابوست. مأخذ: نگارندگان.
جدول ۳. اهمیت نسبی متغیرهای مستقل در پیش‌بینی رضایت پیاده‌روی. مأخذ: نگارندگان.

رتبه	متغیر مستقل	وزن اهمیت
۱	ایمنی و امنیت	۰/۳۱
۲	تنوع کاربری و جذابیت	۰/۲۴
۳	خوانایی و دسترسی	۰/۱۹
۴	کیفیت کف‌سازی	۰/۱۵
۵	آسایش اقلیمی و میلمان	۰/۱۱



تصویر ۳. وزن نسبی متغیرها در مدل رگرسیون آدابوست-م. مأخذ: نگارندگان.

جدول ۴. نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

فرضیه	شرح فرضیه	مقدار Sig.	نتیجه
H۱	ایمنی و امنیت بر رضایت پیاده‌روی تأثیر معنادار دارد/	۰/۰۰۱	تأیید
H۲	کیفیت کفسازی بر رضایت پیاده‌روی تأثیر معنادار دارد/	۰/۰۱۸	تأیید
H۳	خوانایی و دسترسی بر رضایت پیاده‌روی تأثیر معنادار دارد/	۰/۰۰۶	تأیید
H4	تنوع کاربری بر رضایت پیاده‌روی تأثیر معنادار دارد/	۰/۰۰۲	تأیید
H۵	آسایش اقلیمی بر رضایت پیاده‌روی تأثیر معنادار دارد/	۰/۰۴۱	تأیید

فضاهای عمومی نشان دهد. این نتیجه با سلسله‌مراتب نیازهای انسانی نیز همخوان است: تأمین نیازهای اولیه‌ای مانند امنیت، پیش‌شرط توجه و حساسیت نسبت به نیازهای سطح بالاتر همچون زیبایی و هویت بصری است.

• نقش امنیت، کیفیت پیاده‌رو و نورپردازی در استفاده از فضاهای عمومی

قرارگیری متغیرهای امنیت و کیفیت پیاده‌رو و روشنایی شبانه در رتبه‌های دوم و سوم اهمیت، بر نقش کلیدی امنیت اجتماعی و زمان‌مندی استفاده از فضا دلالت دارد. این یافته با نظریه‌های فضای قابل دفاع و رویکرد CPTED (پیشگیری از جرم از طریق طراحی محیطی) مطابقت دارد که بر اهمیت خوانایی مسیر، مرزهای مشخص، نظارت طبیعی و نورپردازی کافی برای کاهش فرصت‌های بزهکاری و افزایش احساس امنیت شهروندان تأکید می‌کنند.

در بافتی مانند محله میرعماد که بخش قابل توجهی از کاربری‌های آن اداری است و در ساعات شب از شدت فعالیت آنها کاسته می‌شود، سطح نظارت اجتماعی طبیعی افت می‌کند. در چنین شرایطی، کیفیت پیاده‌راه‌ها (کفسازی مناسب، عرض کافی، نبود موانع و انسدادها) و نورپردازی هدفمند در نقاط کور به یکی از اصلی‌ترین ابزارها برای حفظ احساس امنیت و تشویق حضور شهروندان در فضاهای عمومی تبدیل می‌شود. به بیان دیگر، امنیت و کیفیت مسیر، نه‌فقط بر رضایت ادراکی، بلکه بر میزان و مدت حضور عابران در فضا تأثیر می‌گذارد و با افزایش سرزندگی و حضور پیوسته شهروندان، خود به عامل بازتولید امنیت اجتماعی بدل می‌شود. این چرخه مثبت، در ادبیات پیاده‌مداری و شهری‌پوی به‌عنوان یکی از اصول کلیدی طراحی فضاهای عمومی امن و سرزنده مورد تأکید قرار گرفته است.

• محدودیت اثربخشی مداخلات صرفاً کالبدی بدون مدیریت ترافیک

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تمرکز صرف بر بهسازی کالبدی بدون مداخلات جدی در حوزه مدیریت ترافیک، نمی‌تواند اثر کامل و مورد انتظار را بر رضایت شهروندان از پیاده‌مداری بر جای بگذارد. هرچند عناصر کالبدی مانند مبلمان شهری، پوشش گیاهی و کیفیت کفسازی از نظر کاربران اهمیت دارند، اما در بافت‌های تجاری-اداری با ترافیک بالای سواره، این عناصر در

مبتنی بر شواهد در مدیریت شهری کمک کند. به این ترتیب، این پژوهش علاوه بر بعد تجربی، از نظر روش‌شناختی نیز در ادبیات پیاده‌مداری و برنامه‌ریزی شهری یک گام رو به جلو محسوب می‌شود.

هدف اصلی این پژوهش، سنجش و پیش‌بینی میزان رضایت شهروندان از قابلیت پیاده‌مداری در محله میرعماد با استفاده از الگوریتم یادگیری ماشین آدابوست بود. یافته‌های حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که این الگوریتم با ضریب تعیین $R^2 = 0.71$ توانایی بالایی در تبیین واریانس متغیر وابسته دارد و می‌تواند به‌عنوان ابزاری معتبر برای مدلسازی روابط پیچیده میان مؤلفه‌های محیطی و ادراک کاربران به کار رود. در این بخش، ضمن تفسیر یافته‌های کلیدی، تلاش می‌شود آنها در چارچوب ادبیات نظری پیاده‌مداری و توسعه پایدار شهری قرار گیرند.

• تقدم کنترل خودرو بر زیباشناسی در بافت‌های تجاری-اداری

برجسته‌ترین یافته این پژوهش، قرارگیری متغیر کاهش تردد خودرو و تمایل به پیاده‌روی در رتبه نخست اهمیت است. این امر نشان می‌دهد که در بافت‌های متراکم و تجاری-اداری نظیر میرعماد، تضاد سواره و پیاده مهم‌ترین مانع ادراکی برای رضایت عابران است. این نتیجه با دیدگاه صاحب‌نظرانی نظیر اسپیک و گهل که بر لزوم ایمنی در برابر ترافیک به‌عنوان پیش‌شرط پیاده‌مداری تأکید دارند، همسو است؛ آنها نیز تصریح می‌کنند که تا زمانی که تهدید ناشی از جریان خودروهای عبوری مهار نشود، سایر ویژگی‌های محیطی (از جمله کیفیت بصری) نمی‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای در تشویق مردم به پیاده‌روی ایفا کنند.

از سوی دیگر، این یافته با بخشی از مطالعاتی که تمرکز اصلی خود را بر مؤلفه‌هایی مانند کیفیت کفسازی یا زیبایی بصری گذاشته‌اند، تاحدی متفاوت است. در محورهایی با عملکرد تجاری-اداری و ترافیک بالای سواره، اولویت ذهنی کاربران بیش از آنکه متوجه جزئیات طراحی محیطی باشد، معطوف به ایمنی جانی، آلودگی صوتی و احتمال برخورد با خودرو است. بنابراین، می‌توان گفت که در چنین فضاهایی، کنترل و آرام‌سازی جریان خودرو یک شرط پایه و مقدماتی است؛ یعنی تا زمانی که ریسک‌های مرتبط با ترافیک کاهش نیابد، سرمایه‌گذاری در زیباسازی و مبلمان شهری نمی‌تواند ظرفیت واقعی خود را در ارتقای رضایت و استفاده از

نتایج این پژوهش به‌طور مستقیم برای محله میرعماد اصفهان اعتبار دارد و تعمیم آن به سایر محله‌ها باید با توجه به ویژگی‌های کالبدی، عملکردی و اجتماعی هر بافت انجام شود. با این حال، از آنجاکه الگوهای مشاهده‌شده مانند تعارض حرکت سواره و پیاده، ضعف ایمنی و کیفیت نامناسب مسیرهای پیاده در بسیاری از بافت‌های مشابه شهری قابل مشاهده است، یافته‌های این پژوهش می‌تواند برای بافت‌های هم‌سنگ، به‌ویژه محورهای تجاری-اداری با ترافیک بالا، دلالت‌های کاربردی نیز داشته باشد.

نتایج مدل به‌طور مشخص نشان داد که مداخلات شهری در این محله نباید صرفاً به بهسازی کالبدی مانند تعویض سنگ‌فرش یا نصب مبلمان شهری محدود شوند، بلکه مدیریت ترافیک و آرام‌سازی جریان خودرو کلید اصلی ارتقای رضایت شهروندان و حرکت به سمت الگوهای حمل‌ونقل پایدارتر هستند. بر همین اساس، پیشنهاد‌های زیر برای مدیران شهری و طراحان ارائه می‌شود:

اولویت‌دهی به آرام‌سازی ترافیک: با توجه به وزن بالای متغیر ترافیک، اقداماتی نظیر تعریض پیاده‌راه‌ها، ایجاد جزایر ایمنی، محدودسازی سرعت خودروها، کاهش پارک حاشیه‌ای و بهبود طراحی هندسی تقاطع‌ها در محور میرعماد می‌تواند بیشترین تأثیر را بر افزایش رضایت شهروندان و تشویق به پیاده‌روی داشته باشد.

ارتقای زیست‌شبانۀ محله و امنیت ادراکی: با توجه به اهمیت روشنایی شبانه و کیفیت پیاده‌رو، توصیه می‌شود نورپردازی هدفمند در نقاط کور، حفظ پیوستگی مسیرهای پیاده، حذف موانع فیزیکی و تقویت کاربری‌های فعال در شب (مانند کافه‌ها و خدمات خُرد) در دستور کار قرار گیرد تا هم سطح نظارت اجتماعی افزایش یابد و هم احساس امنیت تقویت شود.

رویکرد سیستمی به مداخلات پیاده‌مداری: نتایج پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای پیاده‌مداری مستلزم اتخاذ رویکردی سیستمی در مدیریت شهری است؛ به‌گونه‌ای که سیاست‌های حمل‌ونقل، طراحی فضاهای عمومی، کاربری اراضی، نورپردازی و ارتقای امنیت ادراکی به‌صورت هم‌زمان و هماهنگ برنامه‌ریزی شوند. هرچند مدل، تفاوت در اهمیت نسبی متغیرها را نشان می‌دهد، اما تمرکز صرف بر عناصر زیباسازی و مبلمان شهری، بدون حل تعارض سواره و پیاده و بدون ارتقای ایمنی و روشنایی، نمی‌تواند به رضایت‌مندی پایدار کاربران منجر شود. در چارچوب این رویکرد سیستمی، مداخلات باید به‌عنوان اجزای یک شبکه به‌هم‌پیوسته طراحی شوند تا از هدررفت منابع و اجرای پروژه‌های کم‌اثر جلوگیری شود.

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بود که باید در تفسیر نتایج لحاظ شود. نخست، حجم نمونه شامل ۱۱۳ پرسشنامه بود که اگرچه برای مدلسازی اولیه کفایت می‌کرد، اما افزایش آن در پژوهش‌های آتی می‌تواند قابلیت تعمیم مدل و دقت پیش‌بینی

سایه مسائل بنیادین‌تر نظیر حجم تردد، سرعت خودروها و پارک حاشیه‌ای غیرمنظم قرار می‌گیرند.

به‌عنوان مثال، اگرچه تعویض سنگ‌فرش یا نصب مبلمان جدید می‌تواند بر کیفیت بصری محیط بیفزاید، اما تا زمانی که عابر همچنان مجبور به عبور از میان خودروهای پارک‌شده یا مواجهه با سرعت‌های غیرمجاز باشد، سطح رضایت کلی او به‌طور معنی‌دار افزایش نخواهد یافت. این نتیجه، بر ضرورت اتخاذ رویکردی یکپارچه تأکید می‌کند؛ رویکردی که در آن مدیریت ترافیک، طراحی هندسی مسیر، و بهسازی کالبدی به‌جای مداخلات پراکنده و منفرد، در قالب یک بسته سیاستی و طراحی هماهنگ دیده شوند. این تعبیر همسو با رویکردهای نوین در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار است که بر ترکیب هم‌زمان مداخلات رفتاری، مدیریتی و کالبدی تأکید دارند.

• سهم پژوهش در حوزه مدیریت شهری و توسعه پایدار

از منظر مدیریتی و برنامه‌ریزی، دستاورد اصلی این پژوهش ارائه یک چارچوب برای اولویت‌بندی مداخلات مبتنی بر وزن نسبی متغیرها در مدل آدابوست است. این چارچوب به مدیران شهری اجازه می‌دهد تا به‌جای اتخاذ تصمیم‌های سلیقه‌ای یا صرفاً مبتنی بر زیبایی‌شناسی، بودجه و منابع محدود را در جهت مداخلاتی هدایت کنند که بیشترین تأثیر را بر ارتقای رضایت شهروندان از پیاده‌مداری دارند؛ یعنی ابتدا مدیریت ترافیک و ایمنی، سپس کیفیت پیاده‌رو و روشنایی و در نهایت زیباسازی و ارتقای کیفیت بصری.

از منظر پایداری، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که کاهش تردد خودرو و حمایت از پیاده‌روی، نه تنها بر رضایت کاربران، بلکه بر ابعاد کلان‌تر توسعه پایدار شهری از جمله کاهش مصرف سوخت، کاهش انتشار آلاینده‌ها، ارتقای سلامت جسمی و روانی شهروندان و افزایش سرزندگی فضاهای عمومی اثرگذار است. بدین ترتیب، می‌توان گفت که مدیریت ترافیک در بافت‌های تجاری-اداری، صرفاً یک اقدام موضعی در مقیاس خیابان نیست، بلکه ابزاری برای پیشبرد اهداف کلان‌تری چون حمل‌ونقل پایدار و شهرهای انسان‌محور محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با گذار از روش‌های تحلیل آماری کلاسیک به سمت مدلسازی هوشمند، الگوی جدیدی از عوامل مؤثر بر پیاده‌مداری در محله میرعماد را ترسیم کرد. به‌کارگیری الگوریتم آدابوست و دستیابی به ضریب تعیین نسبتاً بالا نشان داد که این روش می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد برای تحلیل روابط پیچیده و غیرخطی میان متغیرهای محیطی و رضایت شهروندان به کار گرفته شود و مبنایی برای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در مدیریت شهری فراهم آورد.

- Esmaili, M., & Karami, I. (2021). Evaluation of pedestrian quality according to pedestrian indicators in old neighborhoods, Study sample: Gorgan's MikhcheGaran neighborhood. *Journal of Urban Development and Architecture - Environment Identity (JUDA-EI)*, 2(5), 1-17. [https://doi.org/10.22034/\(jrupa-ei\).2021.279399.1071](https://doi.org/10.22034/(jrupa-ei).2021.279399.1071)
- Ewing, R., & Handy, S. (2009). Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65-84. <https://www.bohrium.com/en/paper-details/measuring-the-unmeasurable-urban-design-qualities-related-to-walkability/81189137115670118513469->
- Gehl, J. (2010). *Cities for people*. Island Press. <https://books.google.de/books?id=IBNJoNILqQcC&printsec=copyright&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- Gonzalez-Urango, H., Inturri, G., Le Pira, M., & García-Melón, M. (2020). Planning for pedestrians with a participatory multicriteria approach. *Journal of Urban Planning and Development*, 146(3), 05020007. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.19435444.0000585-](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.19435444.0000585-)
- Guimbert, I., & Hurtubia, R. (2018). Measuring, understanding and modelling the Walking Neighborhood as a function of built environment and socioeconomic variables. *Journal of Transport Geography*, 71, 32-44. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.07.001>
- Habibi, K., & Haghi, M. R. (2016). The Comparison of Iranian and Foreign Footpaths Based on ANP Method. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU)*, 9(15), 5-19. <https://doi.org/10.30475/isau.2018.68575>
- Habibi, S. M., Erfani, J., & Pourmohammad, N. (2017). Formation and transformation of the concept of public space in spontaneous settlements surrounding Tehran Metropolis (Islamshahr: A case study). *Journal of Architectural Thought*, 1(1), 1-23. https://at.journals.ikiu.ac.ir/article_285.html?lang=en
- Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. Random House.
- Kaparias, I., Bell, M. G., Miri, A., Chan, C., & Mount, B. (2012). Analysing the perceptions of pedestrians and drivers to shared space. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(3), 297-310. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.02.001>
- Kavak, İ. (2025). The multidimensional structure of walkability: Theoretical foundations, principles and the relationship with urban planning. *Bozok Journal of Engineering and Architecture*, 4(1), 137-151. <https://izlik.org/JA24HJ28MA>
- Lai, D., Lian, Z., Liu, W., Guo, C., Liu, K., & Chen, Q. (2020). A comprehensive review of thermal comfort studies in urban open spaces. *Science of the Total Environment*, 742, 140092. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140092>
- Lee, S., Han, M., Rhee, K., & Bae, B. (2021). Identification of factors affecting pedestrian satisfaction toward land use and street type. *Sustainability*, 13(19), 10725. <https://doi.org/10.3390/su131910725>
- Moayedi, M., Kheyroddin, R., & Shieh, I. (2019). Determining the role of pedestrian-orientation concerning public places: Improvement of urban social capital quality. *Civil Engineering Journal*, 5(4), 901-912. <https://doi.org/10.28991/cej-201903091298>

را ارتقا دهد. دوم، گردآوری داده‌ها در یک بازه زمانی مشخص و بدون توجه به تغییرات فصلی انجام شده است؛ در نتیجه، اثر عواملی مانند دما، بارش و شرایط آب‌وهوایی بر ادراک از پیاده‌مداری در این مطالعه به‌طور مستقیم بررسی نشده است. براساس یافته‌ها، پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی در سه محور اصلی ارائه می‌شود:

- انجام مقایسه تطبیقی عملکرد مدل آدابوست با سایر الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، به‌منظور ارزیابی دقت و کارآمدی نسبی آنها در پیش‌بینی رفتار عابران.

- بررسی جداگانه مدل رضایتمندی در ساعات روز و شب، به منظور تدقیق تأثیر متغیرهایی مانند روشنایی، امنیت و سرزندگی فعالیت‌ها بر ادراک کاربران.

- انجام پژوهش مشابه در بافت‌های مسکونی و مقایسه وزن متغیرها با بافت‌های تجاری-اداری (مانند میرعماد)، برای درک بهتر تأثیر نوع کاربری و ساختار فضایی بر انتظارات و ادراک عابران. در مجموع، می‌توان گفت که این پژوهش علاوه بر ارائه شواهد تجربی در خصوص عوامل مؤثر بر رضایت از پیاده‌مداری در یک بافت تجاری-اداری، نشان می‌دهد که استفاده از رویکردهای یادگیری ماشین می‌تواند به ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری در حوزه برنامه‌ریزی شهری، حمل‌ونقل پایدار و طراحی فضاهای عمومی انسان‌محور کمک کند.

اعلام عدم تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

پی‌نوشت‌ها

- Threshold effects
- Machine Learning
- AdaBoost Regressor
- Ensemble Learning
- Mean
- Standard Deviation

فهرست منابع

- Abdollahi, A. A., & Holakouei, S. (2018). Evaluating the most suitable route to transform into footpath along Imam Juma'a St. to Shafa St., Kerman, Iran, using GIS. *Geography and Urban Space Development*, 5(1), 173-191. <https://doi.org/10.22067/gusd.v5i1.54106>
- Abuwaer, N., Ullah, S., & Al-Ghamdi, S. G. (2025). Establishing the nexus between urban walkability and thermal comfort in a changing climate. *Nature Cities*, 2(9), 801-811. <https://doi.org/10.1038/s4428400315-025-w>
- Damayanti, R. (2015). *Extending Kevin Lynch's theory of imageability: Through an investigation of kampungs in Surabaya-Indonesia* [Doctoral dissertation, University of Sheffield]. White Rose eTheses Online. <https://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/11151/>

- Najafpur, I., & Haghlesan, M. (2025). A feasibility study of changing the central part of Mahmoudabad in Mazandaran into an urban pedestrian street. *Bagh-e Nazar*, 22, (150), 5–14. <https://doi.org/10.22034/bagh.2025.527051.5832>
- Ouali, K., Harrouni, K., Abidi, M., & Diab, Y. (2019). Analysis of open urban design as a tool for pedestrian thermal comfort enhancement in Moroccan climate. *Journal of Building Engineering*, 28, 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101042>
- Paknezhad, N., & Latifi, G. (2019). Explanation and evaluation the impact of environmental factors on the formation of behavioral patterns in urban spaces (From theory to practice: Study of TajrishSquare). *Bagh-e Nazar*, 15(69), 51–66. <https://doi.org/10.22034/bagh.2019.82313>
- Park, Y., Lee, S., & Park, S. (2022). Differences in park walking, comparing the physically inactive and active groups: Data from Health monitoring system in Seoul. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 395. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010395>
- Shahabi Maskoun, N., Nikpour, M., & Ghasemi, M. (2025). Multidimensional analysis of the aesthetic and environmental sustainability aspects of commercial façade design on user perception and preferences (Case study: Tehran Metropolis). *Bagh-e Nazar*, 22, (144), 33–48. <https://doi.org/10.22034/bagh.2025.494312.5724>
- Shahabi, E., Shahbazi, Y., & Balali Oskui, A. (2025). Examining the impact of thermal comfort on the desirability of spatial territorial formation (Case study: Saf (Sepahsalar) pedestrian street, Tehran). *Bagh-e Nazar*, 22(143), 53–72. <https://doi.org/10.22034/bagh.2025.481861.5677>
- Speck, J. (2012). *Walkable city: How downtown can save America, one step at a time*. Farrar, Straus and Giroux.
- Trop, T., Shoshany Tavory, S., & Portnov, B. A. (2023). Factors affecting pedestrians' perceptions of safety, comfort, and pleasantness induced by public space lighting: A systematic literature review. *Environment and Behavior*, 55(1–2), 3–46. <https://doi.org/10.1177/00139165231163550>
- Vidal-Domper, N., Herrero-Olarte, S., Ramos, G., & Benages-Albert, M. (2025). "Eyes on the street" as a conditioning factor for street safety comprehension: Quito as a case study. *Buildings*, 15(15), 2590. <https://doi.org/10.3390/buildings15152590>

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:

شبانی، امیرحسین و دبیرزاده، محمدحسین. (۱۴۰۵). تحلیل عوامل مؤثر بر پیاده‌مداری و تحرک شهری پایدار با رویکرد آدابوست (مورد مطالعه: محله میرعماد اصفهان). *باغ نظر*, ۲۳ (۱۵۸)، ۵۱–۶۲.

DOI: [10.22034/bagh.2026.579291.6009](https://doi.org/10.22034/bagh.2026.579291.6009)

URL: https://bagh-sj.com/article_244771.html

