

تحلیل اثرات ایجاد مسیر پیاده‌مدار در شهر هوشمند با رویکرد آینده‌نگاری

شقایق پرهیزگار*: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.
مصطفی بهزادفر: استاد طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.
سمانه جلیلی صدرآباد: استادیار شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

چکیده

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و افزایش شهرنشینی و تمایل بشر به حضور در شهرها، مشکلاتی در ارتباط با شرایط زیست در محیط شهری ایجاد شده است که برنامه‌ریزان شهری درصدد ارائه راهکارهایی برای بهبود شرایط زندگی شهری بودند و رویکردهایی همچون شهر هوشمند را معرفی کردند. پیاده‌مداری نیز از جمله اصولی است که می‌توان در شهر هوشمند بکار گرفته شوند. روش پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی از نوع کاربردی است که جمع‌آوری داده‌های موردنیاز با استفاده از داده‌های کتابخانه‌ای، مقالات معتبر انجام شده است. در این پژوهش ابتدا با روش گولر شاخص‌های موردنظر استخراج شد، سپس با شیوه دلفی، تعداد ۱۰ نسخه پرسشنامه جهت تعیین امتیازات عوامل توسط کارشناسان تکمیل شده و با بهره‌گیری از روش تحلیل اثرات متقاطع به تحلیل مؤلفه‌های مؤثر در ارتباط با پیاده‌مداری در شهر هوشمند پرداخته است. تعداد ۲۴ عامل نهایی شدند و در نهایت با جداول و نمودارهای مستخرج از این نرم‌افزار تحلیل عوامل انجام گرفته است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد از میان شاخص‌ها و عواملی که موردبررسی قرار گرفتند، میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیرموتوری، مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، تنوع وسایل حمل‌ونقل، فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند، میزان پراکنده رویی، زیرساخت پیاده و دوچرخه، تراکم و تنوع محیطی، پاکیزگی و کیفیت محیطی، مبلمان شهری مطلوب حائز اهمیت ویژه‌ای هستند که باید در روند برنامه‌ریزی‌های شهر هوشمند و مسیرهای پیاده‌مدار به آن‌ها توجه ویژه‌ای کرد.

واژگان کلیدی: پیاده‌مدار، شهر هوشمند، آینده‌نگاری، میک مک.

Analyzing the effects of creating a pedestrian path in a smart city with a futuristic approach

Abstract

Due to the growing population and increasing urbanization and human desire to be in cities, problems have been created about living conditions in the urban environment that urban planners sought to provide solutions to improve urban living conditions and introduce approaches such as smart cities. Pedestrian orientation is also one of the principles that can be applied in a smart city. The method of the present research is descriptive-analytical of the applied type that the required data has been collected using the library data of valid articles. In this study, first, the desired indicators were extracted by the Goler method, then by Delphi method, 10 copies of questionnaires were completed by experts to determine the scores of factors, and by using the method of cross-impact analysis to analyze the effective components related to the pedestrian orbit. In the smart city. A total of 24 factors were finalized and finally factor analysis was performed with tables and graphs extracted from this software. The results of this study show that among the indicators and factors that were examined, the rate of use of non-motorized means of transport, separate pedestrian and bicycle path, variety of means of transport, the culture of using smart facilities, rate Scattered surface, pedestrian and bicycle infrastructure, environmental density and diversity, cleanliness and environmental quality, desirable urban furniture are of special importance that should be paid special attention in the process of smart city planning and sidewalks.

Keyword: Pedestrian, Smart City, Futurism, Mic Mac.

بیان مسئله

بسیار دوستانه است. با توجه به اینکه تمامی اقشار جامعه توانایی خرید خودرو شخصی را ندارند در مقابل پیاده‌مداری روشی است که می‌توان اظهار داشت میزان هزینه‌ی آن پایین است؛ بنابراین باعث ایجاد عدالت اجتماعی می‌شود. علاوه بر آن از نظر فضایی که به آن اختصاص داده می‌شود، بسیار مناسب است و برای مسافت‌های کوتاه روزانه بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نهایت می‌توان پیاده‌مداری را به‌عنوان ساکت‌ترین، سالم‌ترین، اجتماعی‌ترین و ارزان‌ترین تحرک در مناطق شهری معرفی کرد؛ و باید به ایمنی و امنیت افراد در هر کشوری از جامعه در ارتباط با پیاده‌مداری اهمیت داد و به آن پرداخت. در این مقاله سعی بر آن است که با استفاده از تجاربی که در زمینه پیاده‌مداری و شهر هوشمند وجود دارد، شاخص‌هایی را با روش گولر استخراج کرده و میزان تأثیرات پیاده‌مداری در شهر هوشمند را با رویکرد آینده‌نگاری و نرم‌افزار مرتبط با آن تحلیل و موردبررسی قرار گیرد.

پیشینه تحقیق

در ارتباط با کلیدواژه‌های پژوهش حاضر تحقیقات متعددی صورت گرفته و این نکته حائز اهمیت است که پیش از بررسی کلیدواژه اصلی، واژگان مرتبط با آن را نیز باید مورد مطالعه قرار داد و اصول هر یک را مطرح کرد. در ادامه بخشی از مطالعات مرتبط به ترتیب سال انتشار از جدید به قدیم مرتب شده است.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

عنوان	ردیف	نویسندگان	سال انتشار	نام مقاله	نتایج و آموزه‌ها
	۱	رضا بخشی‌سنجدری سیدجمال‌الدین دریاباری	۱۳۹۹	بررسی هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری در راستای توسعه پایدار شهرها	مشکلات سیستم حمل‌ونقل کونونی کلانشهر تهران شامل ضعف یا کاستی در ابعادی همچون ایمنی، سلامتی، زمانی، کالبدی، حوادث، مالی، درونی خودرو و عدالت است و هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل در آینده کلانشهر تهران، به پایداری توسعه آن می‌انجامد.
شهر هوشمند	۲	Ana Jane Benites Andr'e Felipe Simões	۲۰۲۱	Assessing the urban sustainable development strategy: An application of a smart city services sustainability taxonomy	الگوی شهرهای هوشمند را در چشم‌انداز چالش‌های معاصر شهر، به‌صورت متنی ارائه شده است.
	۳	سوگند بهرامی نژاد عباس ملک‌حسینی فانان دانشمند ملابری	۱۳۹۸	بررسی میزان انطباق برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهر اراک با اصول رشد هوشمند شهری	توسعه سیستم حمل‌ونقل شهری تأثیر مثبتی بر بهبود وضعیت آلودگی هوای ناشی از وسایل نقلیه موتوری دارد، هم‌چنین اجرای برنامه‌های رشد هوشمند در زمینه حمل‌ونقل بر ارتقای کارایی سیستم حمل‌ونقل، کاهش حجم ترافیک و سفرهای درون‌شهری تأثیرگذار است.

عنوان	ردیف	نویسندگان	سال انتشار	نام مقاله	نتایج و آموزه‌ها
شهر هوشمند	۴	مهین نسترن فرزانه پیرانی	۱۳۹۸	تدوین و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌های توسعه شهر هوشمند (مورد مطالعه: منطقه سه شهر اصفهان)	ارائه اقدامات اصلاحی در شهر هوشمند
	۵	یونس جبارزاده سوره شکری اژدر کریمی	۱۳۹۸	شناسایی و تحلیل موانع نهادی شهر هوشمند (مورد مطالعه: شهر تبریز)	تعیین و رتبه‌بندی موانع شهر هوشمند در تبریز
	۶	افشار حاتمی فرزانه ساسانیور آلبرتو زیپارو محمد سلیمانی	۱۳۹۸	شهر هوشمند پایدار: مفاهیم، ابعاد و شاخص‌ها	که جهت پیاده‌سازی رویکرد شهر هوشمند پایدار علاوه بر استفاده از تئوری تغییر، آینده‌پژوهی و دیدگاه سیستمی باید شعار «جهانی فکر کن و محلی اقدام کن» را در نظر گرفت و به بومی‌سازی این رویکرد با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و آینده‌نگرانه از کلانشهرهای ایران پرداخت.
	۷	آفرین اخوان سعید دهقان خاوری نسترن لطفی	۱۳۹۸	تأثیر شهر هوشمند و پایدار بر کیفیت زندگی در شهر یزد	تأثیر مثبت و معنادار شهر هوشمند بر شهر پایدار و ارتقای کیفیت زندگی و همچنین تأثیر مثبت و معنادار شهر پایدار بر ارتقای کیفیت زندگی در شهر یزد
	۸	شادی شکری یزدان آباد مصطفی بهزادفر	۱۳۹۸	کاهش معضلات زیست‌محیطی در بافت‌های ارگانیک و قدیمی با رویکرد شهر هوشمند (مرور ادبیات و ساخت چهارچوب مطالعات میدانی با استفاده از تکنیک‌های تحلیل شبکه‌ای (ANP))	تعیین شاخص‌های شهر هوشمند که می‌تواند در کاهش مشکلات زیست‌محیطی مؤثر واقع شود.
	۹	معین مهدی زاده	۱۳۹۸	بررسی رابطه بین شهر هوشمند و توسعه پایدار و چالش‌های دستیابی به شهر هوشمند پایدار	بیان مشکلات و چالش‌های پیاده‌سازی شهرهای هوشمند در جهان و ایران
	۱۰	Ricardo Alirio Gonzalez Roberto Escobar Ferro Darío Liberona	۲۰۱۹	Urban sustainable transportation planning strategies for livable City's quality of life	بهینه‌سازی ترافیک در شهر و در نتیجه ارائه راه‌حلی برای افرادی که می‌خواهند برای سفرهای روزانه زمان کمتری را صرف کنند
	۱۱	احمد پوراحمد کرامت‌ا... زیاری حسین حاتمی نژاد شهرام پارسا پناه آبادی	۱۳۹۶	مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند	راه‌حل‌های هوشمند به سادگی نمی‌تواند کپی شود و نیازمند این است که ارزش آن‌ها برای زمینه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.
	۱۲	کرامت‌ا... زیاری فاطمه سادات کهکی رامین قربانی اسحاق خندان	۱۳۹۹	قابلیت سنجی منطقه‌ی ۵ شهر تبریز در پیاده‌سازی اصول رشد هوشمند شهری	مدیریت توسعه کالبدی منطقه‌ی ۵ شهر تبریز با نوسان همراه بوده و توسعه‌ی کالبدی آن بعد از دهه ۷۰ به بعد روند زایشی به خود می‌گیرد که بیشترین روند توسعه‌ی آن به سمت فضاهای بیرون از منطقه در محدوده‌ی شرق بوده است.
	۱۳	مهدی استادی جعفری مجتبی رفیعیان زهره سادات سعیده زرآبادی	۱۳۹۸	مدل‌سازی سنجش اثرگذاری قابلیت پیاده‌مداری بر سیاست‌گذاری حمل‌ونقل پایدار شهری	سیاست‌های توسعه پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری به‌تنهایی و بدون تلفیق با سیستم یکپارچه حمل‌ونقلی، اثر کمتری در بهبود پایداری داشته و لازم است برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پایدار به‌صورت توأمان با در نظرگیری ملاحظات مربوط به سیاست‌های پیاده‌مداری و قیمت‌گذاری انجام گیرد.

عنوان	ردیف	نویسندگان	سال انتشار	نام مقاله	نتایج و آموزه‌ها
پیاده‌مداری	۱۴	پویان شهاییان	۱۳۹۸	استفاده ترکیبی از چند روش در امکان‌سنجی قابلیت پیاده‌مداری معابر شهری	مقایسه دو خیابان از جهت میزان کیفیت و قابلیت‌های پیاده‌مداری
	۱۵	محمد رحیم راهنما مهدی بازرگان	۱۳۹۸	شناسایی محورهای دارای قابلیت پیاده‌مداری در کلانشهر مشهد با روش SDA و رهیافت نوشهرگرایی	معرفی خیابان‌ها با قابلیت پیاده‌مداری در شهر مشهد
	۱۶	صبا جهانگیر حمیدرضا صارمی حسین کلانتری خلیل‌آباد	۱۳۹۸	امکان‌سنجی ارتقاء پیاده‌مداری با رویکرد سرزندگی در فضاهای شهری مطالعه موردی: طراحی خیابان امام خمینی سنندج	تعیین میزان پیاده‌مداری خیابان امام خمینی شهر سنندج
	۱۷	پرگل سلیمانی مقدم نیما ولی بیگ نسیم جعفری	۱۳۹۷	ارزیابی پیاده‌مداری بر پایه اهداف حمل‌ونقل پایدار در مراکز تاریخی شهرها، با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP مطالعه موردی: بافت پیرامون میدان نقش‌جهان	در میان معیارهای پیاده‌مدار، شاخص تعاملات اجتماعی در اولویت اول و در بخش زیر معیارها نیز شاخص آسایش عابران پیاده در اولویت اول
	۱۸	سمیه عباسی صدیقه لطفی مصطفی قدمی	۱۳۹۶	بررسی وضعیت ایمنی پیاده‌روهای مجاور مراکز خرید با تأکید بر پیاده‌مداری (مطالعه موردی: شهر ساری)	پیاده راه کردن مسیر در صورتی که عوامل ایمنی آن به درستی انجام شود می‌تواند در بالا رفتن ایمنی تأثیر بگذارد.
	۱۹	فردین اصلانی فرد علی شکور علی عبدالله زاده فرد	۱۳۹۶	راهکارهای تبدیل گذرهای شهری به پیاده راه در راستای ارتقاء سرزندگی شهری (مطالعه موردی: محور روگذر زنده شیراز)	بین عوامل مؤثر بر کیفیت محیط با سرزندگی فضا و نیز بین مدیریت تردد خودرو و ایجاد یک فضای پیاده محور به هم پیوسته با انسجام کالبدی رابطه معنادار وجود دارد.
	۲۰	نبی مرادپور اسماعیل تقوی زیروانی حمید قربانی	۱۳۹۶	بررسی تأثیر شاخص‌های پیاده‌مداری بر توسعه گردشگری شهری در خرم‌آباد معنی‌دار است و مقدار بارهای عاملی در تمام شاخص‌ها بالای ۰٫۳ است.	تأثیر شاخص‌های پیاده‌مداری بر توسعه گردشگری شهری در خرم‌آباد معنی‌دار است و مقدار بارهای عاملی در تمام شاخص‌ها بالای ۰٫۳ است.
	۲۱	ابوالفضل قنبری الهام هادی الناز هادی	۱۳۹۶	بررسی تطبیقی پیاده راه‌های تربیت و ولیعصر شهر تبریز از منظر مؤلفه‌های پیاده‌مداری	عامل دسترسی به خدمات با ۲۵٫۱۴ درصد و وضعیت امنیت با ۲۰٫۴۸ درصد در پیاده راه تربیت و عامل امکانات و تسهیلات پیاده‌رو با ۲۵٫۲۶ درصد و مطلوبیت محیطی با ۲۱٫۴۰ درصد در پیاده راه ولیعصر از نظر ساکنان و استفاده‌کنندگان از وضعیت مطلوبی برخوردار است.
	۲۲	علی صفاری راد مجید شمس	۱۳۹۵	بررسی تطبیقی معیارهای قابلیت پیاده‌مداری در سطح محلات شهری (مطالعه موردی: محلات جدید و قدیمی شهر رشت)	میزان تحقق‌پذیری شاخص‌های پیاده‌مداری در خیابان‌های شهر رشت محاسبه شده است.
	۲۳	نبی مرادپور احمد پور احمد حسین حاتمی نژاد	۱۳۹۵	بررسی تطبیقی شاخص‌های توسعه پیاده‌روی در شهر تهران (نمونه موردی: محلات امیرآباد و دانشگاه تهران)	از بین مؤلفه‌های مؤثر برای توسعه پیاده‌روی، شاخص دسترسی، پیوستگی مسیر، تنوع کاربری‌ها، تعاملات اجتماعی، امنیت، پویایی و جذابیت و راحتی در محله دانشگاه تهران و تنها شاخص ایمنی در محله امیرآباد مناسب می‌باشد.
	۲۴	آمنه کلانتر پویان شهاییان	۱۳۹۵	سنجش پیاده‌مداری محله‌های شهری با استفاده از شیوه واک اسکور، مورد مطالعاتی: محله پارک لاله و محله ایوانک	امتیاز پیاده محله پارک لاله بالاتر از محله ایوانک می‌باشد و در نتیجه وضعیت پیاده‌مداری در محله پارک لاله به مراتب بهتر از محله ایوانک می‌باشد.

عنوان	ردیف	نویسندگان	سال انتشار	نام مقاله	نتایج و آموزه‌ها
پیاده‌مداری	۲۵	سعید مرآتی	۱۳۹۴	بررسی پیاده‌مداری محلات شهری معاصر ایران با رویکرد نوشهرگرایی (نمونه موردی: محله کبابیان، همدان)	وضعیت محلات معاصر شهر همدان به‌عنوان نمونه موردی مناسب نبوده و این کیفیت در شرایط حاضر شهرسازی ایران مورد کم‌توجهی قرار گرفته است.
	۲۶	کیومرث حبیبی محمدرضا حقی سعید صداقت نیا	۱۳۹۳	مقایسه تطبیقی قابلیت پیاده‌مداری در محلات مسکونی طراحی شده از دیدگاه ساکنین نمونه مطالعاتی: محله هفت‌حوض و فاز یک شهرک اکباتان در شهر تهران	برتری محسوس پیاده‌مداری است که «دسترسی به خدمات محلی» محله هفت‌حوض نسبت به فاز یک اکباتان از دیدگاه ساکنان آن‌ها می‌باشد و تنها در عامل فاز یک اکباتان امتیاز بالاتری را دارا می‌باشد. به نظر می‌رسد ارتقای این عوامل می‌تواند به بهبود شرایط پیاده‌مداری در محلات مسکونی بیانجامد و در نهایت سرزندگی و پایداری محلات شهری را موجب شود.
	۲۷	آرزو تاجیک پروین پرتوی	۱۳۹۳	مدل مفهومی و چارچوب تحلیلی پیاده‌مداری با تأکید بر رویکرد نوشهرسازی مطالعه موردی: فاز چهار مهرشهر کرج	نقش مؤلفه‌هایی چون کیفیت محیط، ایمنی و امنیت و مدیریت شهری کارآمد را در قیاس با سایر مؤلفه‌ها، پررنگ‌تر می‌نمایاند و لذا باید راهبردها و سیاست‌های اجرایی ذی‌ربط با این مؤلفه‌ها مورد توجه جدی قرار بگیرد.
	۲۸	مریم محمدی امیرحسین خلوصی	۱۳۹۲	تبیین شاخص‌های مؤثر برافزایش قابلیت پیاده‌مداری به منظور ارتقای پایداری اجتماعی در محلات (محله چیذر)	از دید استفاده‌کنندگان، در کنار عواملی چون پیوستگی مسیر، طراحی مطلوب، توجه به ابعاد زیبایی‌شناختی، تجهیز مسیر (عوامل کالبدی)، سایر عوامل غیر کالبدی مانند هنجارهای اجتماعی و فرهنگی بر حضور اجتماعی پیاده‌ها در فضا تأثیرگذار هستند.
	۲۹	غزاله ربانی ابوالفضل محمد رحیم رهنما برائلی خاکپور	۱۳۹۲	ارزیابی قابلیت پیاده‌مداری با تأکید بر رویکرد نوشهرگرایی در بلوار سجاد مشهد	بیانگر این است که پیاده‌مداری در بلوار سجاد، نسبتاً مثبت ارزیابی می‌شود.
	۳۰	احمد شاهبوندی محمود قلعه‌نویی	۱۳۹۲	بررسی و تحلیل قابلیت پیاده‌مداری مسیرهای عابر پیاده شهر اصفهان	بررسی محورهای شهر اصفهان و تعیین میزان قابلیت پیاده‌مداری
	۳۱	محمدجواد فیضی آزینا رجبی یاسمن حسینی	۱۳۹۱	بازشناخت جنبش پیاده‌مداری در پایداری فضاهای متراکم شهری	بررسی پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و اثرات آن‌ها به‌عنوان شیوه‌ای مؤثر از حمل‌ونقل غیرموتوری، راهبردهای رسیدن به توسعه پایدار در فرم مطلوب شهری
	۳۲	راضیه رضازاده اسفندیار زبردست لاله لطیفی اسکویی	۱۳۹۰	سنجش ذهنی قابلیت پیاده‌مداری و مؤلفه‌های تأثیرگذار بر آن در محلات مطالعه موردی: محله چیذر	تناوب پیاده‌روی با تردد اجباری و خوشایندی با تردد اختیاری دارای رابطه معنی‌دار است همچنین ویژگی‌های کالبدی، ترافیکی و شبکه راه‌ها بر تناوب پیاده‌روی مؤثرند.
	۳۳	سیدمحمد مهدی معینی	۱۳۸۵	افزایش قابلیت پیاده‌مداری گامی به سوی شهری انسانی‌تر	دسته‌بندی این معیارهای شاخص‌های بی‌شماری را برای ارزیابی قابلیت پیاده‌مداری در شهر پیشنهاد می‌نماید تا امکان حضور هر چه بیشتر مردم در فضای شهری را فراهم آورد.

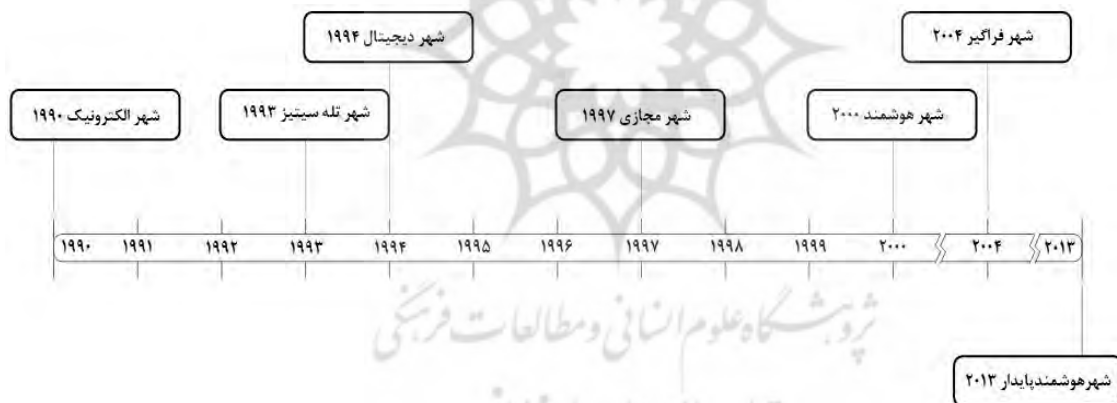
بر اساس آنچه در مطالب و مطالعات پیشین حاصل شد، در این پژوهش دو کلیدواژه پیاده‌مداری و شهر هوشمند مورد مطالعه قرار گرفته است که هر یک اصول و شاخص‌های ویژه‌ای دارند. در مطالعات پیشین پژوهش‌هایی در راستای بررسی شهر هوشمند و پیاده‌مداری انجام گرفته‌اند که هر یک خروجی و نتایج خاصی داشتند. در این پژوهش سعی شد با در نظر گرفتن تجربیات گذشته، مطالبی جدید با تحلیل‌ها نیز در این جهت ارائه شود.

مبانی نظری

در بخش مبانی نظری به بررسی کلیدواژه‌های مرتبط با پژوهش پرداخته شده است. با توجه به عنوان این پژوهش که "کاربست اصول پیاده‌مداری در شهر هوشمند" می‌باشد. پیداست که دو کلیدواژه اصلی شهر هوشمند و پیاده‌مداری در آن باید تعریف شوند و برای تعریف هر یک پیش‌زمینه و مطالب گسترده دیگری باید مشخص گردد؛ مثلاً باید به بررسی شاخص‌های شهر هوشمند اصول اصلی آن پرداخت و ارتباط آن را با پیاده‌مداری مشخص کرد همچنین ضمن این کار باید مطالب مرتبط با این کلیدواژه‌ها را نیز مطرح کرد.

شهر هوشمند

شهر الکترونیک، شهر هوشمند و شهر مجازی واژه‌هایی هستند که شهروند الکترونیک را به دنیای جدید و زندگی در شهرهای مدرن دعوت می‌کنند. شهری که در آن می‌توان به‌طور آنلاین خرید کرد، حساب‌های خود را آنلاین پرداخت کرد، آنلاین جلسه برگزار کرد و حتی آنلاین سفر کرد (شکری یزدان‌آباد ۱۳۹۸). شهر الکترونیک، شهری است که اداره امور شهروندان از قبیل خدمات خصوصی و دولتی، آنلاین و ۲۴ ساعته و در تمام ایام هفته و با کیفیت بهتر و دسترسی راحت‌تر با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، گردآوری و تنظیم گردد (پوراحمد، فیروزی و سجادیان، ۱۳۹۹)، ولی شهر هوشمند در امتداد و کامل‌کننده شهر الکترونیک، شهر پایدار و شهر خلاق برای رفع مشکلات شهری مطرح شد (غلامی ۱۳۹۵) و در واقع شهری ۲۴ ساعته است که امور شهری در تمام شبانه‌روز در آن جریان دارد. شهری با قابلیت کار از راه دور، خرید از دور، بانکداری از دور، آموزش و درمان از دور نمونه عملی و مصداق فعالیت‌هایی هستند که ضمن فراهم آوردن زمینه‌های آزادی بیش‌تر وقت مردم و فضاهای شهری که سامانه‌های موجود واحد کلی شهر و عرصه‌های همگانی را دگرگون می‌سازد (بهزادفر ۱۳۸۲) شهر هوشمند برخلاف شهر الکترونیک به‌تنهایی موظف به تأمین نیازهای شهروندان نیست، بلکه در یک چرخه متقابل، شهروندان به‌عنوان سرمایه‌های انسانی و اطلاعاتی شهر تشویق به ارائه خدماتی به شهر می‌شوند که نتیجه آن تعامل شهر در توسعه شهری است (پوراحمد، فیروزی و سجادیان، ۱۳۹۹). سیر تکامل و زمان پیدایش شهر هوشمند به‌صورت زیر است: (حاتمی و غیره ۱۳۹۸)



نمودار ۱- سیر تکامل شهر هوشمند (منبع: حاتمی و غیره ۱۳۹۸)

در تعریف شهر هوشمند باید عملکرد و ظاهر یک شهر هوشمند و پیامدها و نتایجی که از هوشمندسازی آن حاصل می‌شود را مورد توجه قرار داد. شهر هوشمند شهری تعریف شده است که شهروندان را درگیر می‌کند و زیرساخت‌های آن را به‌صورت الکترونیکی به هم متصل می‌کند (اخوان، دهقان خاوری و لطفی ۱۳۹۸). همچنین این شهرها به‌عنوان سرزمین‌هایی با ظرفیت بالا برای یادگیری و نوآوری شناخته می‌شوند که بر پایه خلاقیت شهروندان، نهادها، سازمان‌های دانش‌محور و زیرساخت‌های دیجیتال آن‌ها به منظور برقراری ارتباطات و مدیریت دانش‌بنیان نهاده می‌شوند. در واقع، "شهر هوشمند" واقعیتی است که با توجه به گسترش روزافزون تکنولوژی اطلاعات در شهر و در راستای پاسخگویی به نیازهای جدید شهروندان به اطلاعات و امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در زندگی شهری آنان، یا به عرصه حضور می‌گذارد (مهدی زاده ۱۳۹۸). کومینوس^۱ (۲۰۰۲) پیشنهاد می‌کند که شهرهای هوشمند بایستی به‌عنوان محیط‌های یادگیری و نوآوری در سطوح کالبدی و مجازی در نظر گرفته شوند. وی اظهار می‌دارد که شهرهای هوشمند، سرزمین‌هایی با ظرفیت بالای یادگیری و نوآوری هستند که ارتباط تنگاتنگی با خلاقیت مردم، نهادها و مؤسسات تولید دانش و همچنین زیرساخت‌های دیجیتالی برای مدیریت ارتباطات و دانش دارند (شکری یزدان‌آباد ۱۳۹۸). بهزادفر نیز معتقد است که تمام عناصری که محتوای شهر هوشمند را می‌سازند خودشان هوشمند هستند. حتی یک ذره از آسفالت یک خیابان هوشمند است.

1. Cuminus

یک ذره هوای آلوده، یک برگ درختی که در خیابانی بر زمین افتاده، ذره‌هایی از یک قاصدک که در کف خیابان پخش شده باشند و خودرویی از نوع آن‌ها در حال عبور باشد، همگی هوشمند هستند و هوشمندانه حس دارند (بهزادفر ۱۳۹۹).

هوشمند سازی شهر به بهبود استانداردهای زندگی شهری از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کمک می‌کند. شهر هوشمند برای بهبود مزیت رقابتی شهرها، افزایش پایداری و قابلیت زندگی شهروندان هوشمند در دنیای واقعی ایجاد شده است (مهدی زاده ۱۳۹۸). یک شهر هوشمند از سه مؤلفه یا ستون اصلی جهت ارتقاء کیفیت زندگی شهری برخوردار است (ابراهیمی و معرف ۱۳۹۷):

- ارتقاء کیفیت زندگی در یک مرکز برتر برای ارائه خدمات به هر شهروند
- ترویج توسعه پایدار از طریق مدیریت هماهنگ خدمات عمومی که باعث افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی انرژی خواهد شد.
- کار بر روی توسعه اقتصادی، به‌طوری که شهر همچنان یک اهرم ضروری در توسعه خدمات جدید و نوآوری در کسب‌وکار و فعالیت‌ها باشد.

شهر هوشمند اغلب از طریق اهداف آن تعریف می‌شود. هدف شهرهای هوشمند افزایش کارایی عملیاتی، به اشتراک گذاشتن اطلاعات با مردم و بهبود کیفیت خدمات دولتی و رفاه شهروندان است (Feizi, et al. 2020). مسنن زاده و ویتروتوب^۱ شهر هوشمند را این‌گونه تعریف می‌کنند: شهر هوشمند یک شهر پایدار و کارآمد با کیفیت بالای زندگی است که هدف آن مقابله با چالش‌های شهری (بهبود تحرک، بهینه‌سازی استفاده از منابع، بهبود بهداشت و امنیت، بهبود توسعه اجتماعی، حمایت از رشد اقتصادی و حکمروایی مشارکتی از طریق استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی در خدمات و زیرساخت‌ها، همکاری بین ذینفعان و سهامداران کلیدی (شهروندان، دانشگاه‌ها، دولت و صنعت) و سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های اجتماعی است (پوراحمد و غیره ۱۳۹۶). بررسی منابع مطالعاتی نشان می‌دهد که شهر هوشمند در ایران پدیده‌ای نوپا است و به‌صورت محدود کارشده است (شکری یزدان‌آباد ۱۳۹۸). نگاهی به پروژه‌های شهر هوشمند در جهان، نشان‌دهنده اهداف مختلف، تفاوت و شباهت‌های گوناگونی به شرح ذیل است: ۱- کاهش کربن ۲- دستیابی به بهره‌وری انرژی ۳- تأثیرگذاری فناوری ارتباطات و اطلاعات در توسعه صنایع خاص (در زمینه‌های چندرسانه‌ای با صنایع دانش‌محور) ۴- دستیابی به محیط زندگی با بالاترین کیفیت برای ساکنین ۵- توسعه فضاهای سبز در درون شهر ۶- توسعه زیرساخت‌های اطلاعاتی پیشرفته قابل دسترس ۷- دستیابی به رشد اقتصادی و کیفیت زندگی به‌طور هم‌زمان ۸- توسعه جوامع پایدار ۹- تضمین سازگاری اجتماعی میان گروه‌های مختلف ساکنان ۱۰- تکامل شهر به‌عنوان آزمایشگاه زندگی به منظور بهبود مستمر و پیوسته (بخشی سنجدری و دریاباری ۱۳۹۹). از طرف دیگر، مفهوم شهر هوشمند به سرعت در حال تبدیل شدن به ابزاری کلیدی در تبدیل محیط زندگی به شیوه‌ای بهتر است که تقاضای آینده مردم را کنترل کند (Feizi, et al. 2020). خصوصیات و شاخص‌های شهر هوشمند را می‌توان در قالب جدول زیر بیان کرد:

جدول ۲. شاخص‌های شهر هوشمند

شاخص‌های شهر هوشمند
اقتصاد هوشمند: هزینه‌های عمومی در تحقیق و توسعه، هزینه‌های عمومی در آموزش و پرورش، سرانه تولید ناخالص داخلی جمعیت شهر، نرخ بیکاری و... (پوراحمد و غیره ۱۳۹۶)
مردم هوشمند: درصد جمعیت دانش آموزان مقطع متوسطه، مهارت‌های زبان خارجی، مشارکت در آموزش مادام‌العمر، سطوح فردی مهارت‌های کامپیوتری، ثبت اختراع، برنامه‌های کاربردی برای هر یک از ساکنین و... (پوراحمد و غیره ۱۳۹۶)
حکمروایی هوشمند: تعداد دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در شهر، در دسترس بودن دولت الکترونیکی بروی خط (آنلاین)، درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت در خانه، استفاده از دولت الکترونیک توسط اشخاص (پوراحمد و غیره ۱۳۹۶).
محیط‌زیست هوشمند: بلندپروازی استراتژی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، استفاده بهینه از برق، استفاده بهینه از آب، گسترش فضای سبز، شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی، سیاست‌های محدودسازی پراکنده رویی شهری نسبت زیاده‌های بازیافت شده و...
زندگی هوشمند: سهم منطقه از فضاهای ورزشی - تفریحی و گذران اوقات فراغت، تعداد کتابخانه‌های عمومی، تعداد کل کتاب‌های امانت داده شده و دیگر رسانه‌ها، تعدادها بازدیدکنندگان موزه‌ها، حضور در تئاتر و سینما، آلودگی هوا، روحیه نوآوری، انتشار گازهای گلخانه‌ای، حکمرانی شفاف، مدیریت منابع پایدار، امکانات آموزش و پرورش، حمل‌ونقل عمومی نوآورانه و ایمن، مناطق عابر پیاده، خطوط دوچرخه، فضاهای سبز، تولید ضایعات شهری، دسترسی به باند پهن خانوارها، سوخت، دیدگاه‌ها و استراتژی‌های سیاسی، دسترسی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، انعطاف‌پذیری بازار نیروی کار (پوراحمد و غیره ۱۳۹۶).
کار از راه دور، خرید از راه دور، آموزش از راه دور، بانکداری الکترونیکی. (بهزادفر، ۱۳۸۰)
اتصال بین زندگی و کار، سمانه سلامت، هدایت ترافیک، دسترسی به خدمات، رشد تقویت صنایع پاک، اختلاط کاربری، افزایش اوقات فراغت، کاهش مصرف انرژی، کاهش فضای اداری (فریادی، ۱۳۸۶)

آنچه از تعاریف شهر هوشمند استخراج می‌شود این است که این شهر عبارت است از حکمرانی هوشمند، انرژی هوشمند، ساخت‌وساز هوشمند، جابجایی هوشمند، زیرساخت هوشمند، تکنولوژی هوشمند، مراقبت‌های بهداشتی، شهروندی هوشمند همچنین شهری ساعته معرفی شده است که در پی برآورده کردن نیازهای شهروندان خود به صورت الکترونیکی و هوشمند است و با پیشرفت تکنولوژی آن نیز رشد کرده و ارتقا می‌یابد. اصول آن برگرفته از رشد هوشمند ولی با جزئیات و تکامل بیشتر است.

پیاده‌مداری

تفکر مدرنیسم در ایران، توسعه خیابان‌های عریض و توجه به ماشین به جای انسان و به تبع آن مکان‌های نامناسب پیاده را به همراه داشته است. همچنین نیاز انسان به پیاده‌روی در تمامی جنبه‌های جسمی و روحی تأثیرگذار بوده و جزئی از فعالیت‌های روزانه شهروندان به شمار می‌آید. اگر نیازهای پیاده در اکثر فضاهای شهری مورد توجه قرار گیرد باعث بوجود آمدن اندیشه‌های پیاده‌مداری در راستای سلامت جامعه می‌شود (جهانگیر، صارمی و کلانتری خلیل‌آباد ۱۳۹۸). پیاده‌مداری به معنای میزان قابلیت پیاده‌روی یک مکان می‌باشد (قنبری، هادی و هادی ۱۳۹۶). خیابان‌های پیاده‌مدار خیابان‌های محصور هستند که ترافیک سواره در آن‌ها حذف شده و تسلط با عابر پیاده است و از وسایط نقلیه موتوری تنها به منظور سرویس‌دهی به زندگی جاری در معبر استفاده می‌شود (برجی ۱۳۹۹). شهرها در گذشته از قابلیت پیاده‌مداری بالایی برخوردار بوده حال به دنبال آلودگی هوا، سیاست کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی و کاهش سوخت فسیلی، رویکرد برنامه‌ریزی شهری در چند دهه اخیر در جهت احیاء آن امکان افزایش قابلیت پیاده‌مداری در شهرها شکل گرفت (صفاری راد و شمس ۱۳۹۵).

پیاده‌مدار بودن فضا می‌تواند زندگی و سرزندگی را به مناطق مرکزی شهر آورده و مردم را تشویق به حضور داوطلبانه در شهر کند که این امر باعث ارتقای سطح اقتصادی، اجتماعی، بهداشتی و نیز بهبود کیفیت زیست‌محیطی منطقه و یا شهر شود (اصلائی فرد، شکور و عبدالله زاده فرد ۱۳۹۶). یک مکان پیاده‌مدار، مکانی است که ساکنین آن با هر سن و درجه از توانایی می‌توانند جذابیت و دلپذیری، آسایش و راحتی و امنیت را در هنگام پیاده‌روی، نه فقط در هنگام فراغت بلکه در استفاده از امکانات و تسهیلات و حین تردد احساس کنند (برجی ۱۳۹۹). عوامل مؤثر بر پیاده‌مداری شامل وجود یا عدم وجود کیفیت پیاده‌رو، حقوق عابر پیاده از راه، ترافیک و شرایط جاده‌ای، الگوهای استفاده از زمین، دسترسی ساختمان و ایمنی در میان دیگران است. پیاده‌مداری، مفهومی مهم در طراحی شهری پایدار است همچنین سنگ بنا و کلید حمل‌ونقل زمینی کارآمد یک منطقه شهری است. هر سفر با راه رفتن آغاز می‌شود و به پایان می‌رسد (غلامی و غیره ۱۳۹۸). در یک مسیر پیاده‌مدار اولویت باید به حرکت پیاده یا دوچرخه داده شود و بعد وسیله حمل‌ونقل عمومی در نهایت حرکت خودرو در نظر گرفته شود. در این نوع طراحی پیاده و دوچرخه باید در ابتدای طراحی در نظر گرفته شوند، در غیر این صورت قرارگیری این نوع مسیرها در جوار راه‌های سواره اگر غیرممکن نباشد، دشوار خواهد بود (برجی ۱۳۹۹).

هر فضایی که مختص به عابر پیاده است باید دارای ویژگی‌های خاص خود باشد که از جمله آن‌ها می‌توان به:

۱. تأثیر بر عابر پیاده: کیفیت مصالح مصرفی در کف‌سازی مسیر عابر پیاده بر عابر تأثیر می‌گذارد همچنین کف‌سازی باید روی مقیاس محدوده‌های پیاده تأکید کند و راستای مسیرها و تقسیمات فضایی را آشکار سازد.
۲. اختلاف سطوح: اختلاف نباید از بین رود بلکه طراحی باید در جهت تأکید بر آن باشد. (بخش‌های بالا رفته، تأثیر آزاردهنده دارند و بخش‌های پایین رفته موجب حسی از امنیت هستند) و تا حد امکان پرهیز از قرار دادن پله که اگر پله‌ها با رمپ باشند دیگر به‌عنوان مانع دیده نمی‌شوند.

جدول ۳. شاخص‌های پیاده‌مداری

نام نویسنده	شاخص‌های پیاده‌مداری
هونر	اختلاط کاربری زمین، عملکردهای پیاده‌مدار، ایمنی و امنیت از لحاظ عینی و ذهنی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، ایمنی از ترافیک، زیرساخت‌های لازم برای حمل‌ونقل فعال زیبایی محیطی، تداوم و خوانایی مسیر، مجاورت با تسهیلات تفریحی، زیرساخت‌های لازم برای حمل‌ونقل فعال، گوناگونی کاربری‌ها، ایمنی از لحاظ ترافیکی
لورن دانیل	نزدیکی به خدمات، تراکم منجر به تنوع، کیفیت زیرساخت، دلپذیر بودن خیابان‌ها
پیتر کالتروپ	تنوع مسکن، مقیاس پیاده، فضای عمومی، حس مکان، آموزش عمومی، دسترسی به ایستگاه حمل‌ونقل عمومی، اختلاط کاربری، فشرده‌گی
راب کریپر	توجه به مقیاس انسانی، اختلاط کاربری، خوانایی، حس مکان، امنیت
ایوینگ	حس امنیت، حس راحتی، دلپذیری، تصویرپذیری، خوانایی، محصوریت، مقیاس انسانی، شفافیت، پیوستگی، پیچیدگی، ارتباط ریل‌عرض پیاده راه، عرض خیابان، حجم ترافیک، ارتفاع ساختمان، تعداد مردم، آب‌وهوا.

نام نویسنده	شاخص‌های پیاده‌مداری
(برجی ۱۳۹۹)	هم‌جواری با عناصر تاریخی، کیفیت بصری مکان، محصوریت، نور و روشنایی، پیوستگی جداره‌ها. آسایش او راحتی، وضعیت کاربری زمین، ساخت‌وساز بر اساس مقیاس انسانی، تنوع کاربری اراضی، تراکم بالا ساکنین، مشاغل و ساختمان‌ها، محوطه‌سازی (رونق زندگی در فضای عمومی و حس مکان)، وجود فضاهای مکث برای استراحت، وجود پیاده راه‌های بزرگ، همچنین تنوع کاربری اراضی، نمای طبقات تجاری، تأمین فضای عابر پیاده، نسبت فضای رسمی عابر پیاده، پیکره‌بندی فضایی (هم پیوندی کلان، هم پیوندی محلی، میزان عمق، تعداد اتصال، خوانایی خیابان‌ها، میزان کنترل، میزان انتخاب و قابلیت دسترسی فضایی)، تراکم و فشردگی شهر، ساختار کالبدی، سطوح تراکم جمعیتی، کیفیت مبلمان و علائم شهری، فراهم نمودن فضای نشست و مناطق استراحت، تنوع و سرزندگی، دسترسی عادلانه، محیط پیاده‌روی سالم، راحت و ایمن، دلپذیری و جذابیت محیطی، آموزش و سلامت عمومی، مسائل فرهنگی و اجتماعی، ایمنی جداره، امنیت در برابر جرایم، دسترسی افراد به (مشاغل اجتماعی، مشاغل، فروشگاه‌ها، امکانات، اوقات فراغت مناطق و گروه‌های حمل‌ونقل عمومی (توقف اتوبوس)، شرایط اجتماعی، وضعیت امنیت، دسترسی به خدمات محلی، اجتماع‌پذیری، امنیت اجتماعی و روانی، خوانایی و دسترسی راحت، پویایی، حس تعلق و خاطره‌انگیزی مکان، احیای هویت‌های تاریخی و اجتماعی، احساس امنیت و ایمنی شخصی در برابر خطر شلوغی منطقه، مناطق جذاب برای ماندن و پیاده‌روی کردن، تنوعی از مغازه‌ها و رستوران‌ها، تنوعی از فعالیت‌های تفریحی و گذران اوقات فراغت، کیفیت عمومی و استفاده انعطاف‌پذیر از فضاهای باز عمومی، وجود طیف متنوعی از فعالیت‌ها اما بدون شلوغی بیش از اندازه، تنوع و سازگاری کاربری‌ها، اختلاط کاربری‌ها، خرده‌فروشی‌ها و عملکردهای پیاده‌مدار، حضور گروه‌های مختلف اجتماعی، توجه به نیازهای گروه‌های مختلف، پاسخگویی به الگوهای رفتاری میزان درآمد، میزان بهره‌برداری اقتصادی کسبه، قیمت زمین و املاک شرایط اقلیمی، پاکیزگی محیط، جاده‌ها یا شیب تند و خطرات محیط‌زیستی (سیلاب)، کیفیت فضای سبز و عناصر طبیعی، حفاظت از آب‌وهوای منطقه (باران خورشید، باد بیش از حد)، کیفیت عمومی پاکیزگی و بهداشت منطقه، هوا و آلودگی صوتی کنار جاده، محوطه‌سازی و فضای سبز در مناطق عابر پیاده آسفالت، تهیه سرویس بهداشتی عمومی و سایر امکانات
(راهنما و بازگان ۱۳۹۸)	عرض پیاده‌رو، کیفیت کف سازی، مبلمان شهری، نورپردازی، سرویس بهداشتی، تسهیلات افراد معلول، تمرکز شاد عابران، مشارکت عمومی، امنیت جرایم، فرهنگ پیاده‌روی، وجود کاربری‌های مسکونی و تجاری (کاربری مختلط)، کاربری‌های جذاب شهری، اندازه بلوک‌ها دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، تفکیک مسیر پیاده و دوچرخه از سایر وسایط نقلیه، تقاطع پیاده و سواره، ایمنی ترافیکی، کوتاهی مسیر پیاده، آرام‌سازی ترافیک، وجود فضای سبز حاشیه‌ای، محافظت در برابر آب‌وهوا، آلودگی زیست‌محیطی، تراکم مسکونی، تراکم تجاری توجه به زمینه‌های تاریخی، جذابیت بصری، وجود خرده‌فروشی فعال و گوناگون تنوع در بدنه، تنوع در ساختمان‌ها
زونیاگران	کیفیت زندگی، پیوستگی، پایداری زیست‌محیطی، تراکم، اختلاط کاربری، تسهیلات پیاده‌روی، حمل‌ونقل هوشمند، تنوع، ساختارهای سنتی، وجود عناصر دارای ارزش
واری لایت	ادراک جذابیت، سروصدای ترافیک، ایمنی از جرم و جنایت، مجاورت غذاخوری‌ها، کیفیت فضاهای سبز
برتون	خصوصیات فیزیکی ادراک شده (همانند پیاده‌روها)، ویژگی‌های زیبایی‌شناختی، نگهداری و پاکیزگی، تسهیلات محله همچون استخرها و باشگاه‌های ورزشی
(صفاری راد و شمس ۱۳۹۵)	عرض پیاده‌رو، عرض جدول، روشنایی پیاده‌رو، جنس کف پیاده‌رو، نیمکت در حاشیه پیاده‌رو، شیب، سطح ارتباط سواره و پیاده، تراکم جمعیت مناطق مسکونی، مسدود نشدن پیاده‌رو، اختلاط کاربری، تراکم تقاطع خیابان‌ها در سطح محله، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به مراکز تجاری و خدماتی، دسترسی به مراکز آموزشی.
روت	وجود پیاده‌روها، تعداد تسهیلات مربوط به فعالیت‌های فیزیکی همانند (پارک‌ها، باشگاه‌ها، مدارس و ...)، شیب زمین، اختلاط کاربری زمینه تراکم تقاطع‌ها، تراکم جمعیتی
(تاجیک و پرتوی ۱۳۹۳)	ارتقای کیفیت زندگی، ارتقای کیفیت محیط کالبدی، اختلاط کاربری‌ها، طراحی محلات پیاده‌مدار، دسترسی‌های آسان، کاهش استفاده از وسایل نقلیه‌ی شخصی، دستیابی به عدالت اجتماعی، حفاظت از منابع، کاهش آلودگی‌ها، حمل‌ونقل پایدار و کار، فرم فشرده شهر، تلفیق گونه‌های متفاوت مسکن، تراکم بالای مسکونی، ارتقای اجتماعات انسانی، طراحی شهری و معماری با کیفیت، طراحی شبکه فضای باز و فضاهای عمومی جذاب، هویت بخشی به شهر افزایش مشارکت مردم، سرزندگی
(ربانی ابوالفضل، رهنما و خاکپور ۱۳۹۲)	دسترسی به خدمات و نیازهای روزانه، دسترسی به خدمات و نیازهای هفتگی، دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به پارک‌ها و فضای عمومی محله، امنیت در مقابل جرم، امنیت زنان و کودکان ایمنی در ارتباط با وسایل نقلیه حجم ترافیک سواره، نور مناسب مکانی برای پیاده‌روی، مبلمان شیب مناسب برای پیاده‌روی عرض مناسب پیاده‌روها، کف‌پوش مناسب پیوستگی مسیرها، تراکم پیاده‌ها، احساس آزادی، درختان، خوانایی، رعایت مقیاس انسانی، پاکیزگی، آلودگی هوا، آلودگی صوتی.
لی	متغیرهای عینی متعدد که شامل مجاورت به نزدیک‌ترین نقطه مقصد یا نقاط مقصد، اختلاط کاربری زمین، تراکم مسکونی، ذهنی زیرساخت‌های پیاده‌رو، مستقیم بودن مسیر و توپوگرافی متغیرهای محیطی ذهنی شامل نوع محله (متحصراً مسکونی در برابر کاربری مختلط مسکونی تجاری)، زیبایی محیطی و ترافیک

۳. مصالح و رنگ کف‌سازی: مصالح کف می‌بایست یکدست، غیرلغزنده و صاف باشد. الگوهای بکار رفته در پوشش سطح زمین می‌تواند طیفی از آجرفرش‌ها یا سنگ‌فرش‌های ساده تا سطوح طرح‌دار به تصاویر گوناگون و یا مصالح متنوع را در برگیرد. طراحی سطوح پیاده باید رنگارنگ باشد اما از زرق‌وبرق باید اجتناب شود.
 ۴. مبلمان خیابان نباید مانعی برای پیاده باشد و بایستی امکان عبور راحت برای وسایل نقلیه تحویل، کارگاه‌های ساختمانی در حال ساخت و وسایل نقلیه ضروری فراهم آورد. مبلمان خیابان نشانه‌های مشخص و ویژه‌ای هستند که از نظر تأثیر روانی، باید نشان‌دهنده هویت و سمبلیک باشد.
 ۵. نورپردازی که از مهم‌ترین موضوعات در زمینه مسائل کالبدی است.
 ۶. آب‌نماها از عناصر مهم در تقویت فعالیت و سرزندگی پیاده راه‌ها هستند و از مراکز مهم تجمع و پاتوق افراد و مرکزی برای تعاملات اجتماعی به شمار می‌روند.
 ۷. گیاهان و درختان از عناصر مؤثر در سرزندگی و حیات پیاده راه هستند که باعث ایجاد زیبایی و جذابیت، کاهش صدای ناشی از ترافیک، جذب گازهای سمی، کاهش درخشش آزارنده نور از منابع طبیعی و مصنوعی (خودروها، مصالح ساختمانی، علائم و سایر عناصر)، تأمین سایه در تابستان، ایجاد عایق و محافظ در برابر بادهای مزاحم می‌شوند.
 ۸. آثار هنری سهم مهمی در شخصیت دادن و هویت بخشیدن به محل دارد و مردم را جذب مکان می‌کند.
 ۹. کاربری‌ها و فعالیت‌ها از جمله وجود تفرج‌گاه پیاده و محدوده‌های نشستن برای مردمی که تماشا، گفتگو، تفریح و... می‌کنند و وجود فضاهای خرده‌فروشی و بازار و وجود فضای نمایشگاهی، فستیوال‌ها، بازارها، نمایش‌ها، رستوران‌ها، خوردنی‌ها، بارها. اشاره کرد (واحدی ۱۳۹۴).
- به‌طور کلی رسیدن به یک مسیر پیاده‌مدار مناسب، نیازمند رعایت اصول و شاخص‌هایی است که در مطالب بالا مطرح شد. حال در قالب جدول زیر قابل ارائه می‌باشد:

جدول ۴. شاخص‌های نهایی پژوهش

ابعاد	شهر هوشمند	پیاده‌مداری	شاخص‌های نهایی
فرهنگی و اجتماعی	درصد جمعیت دانش‌آموزان مقطع متوسطه، مهارت‌های زبان خارجی، مشارکت در آموزش مادام‌العمر، سطوح فردی مهارت‌های کامپیوتری، ثبت اختراع، برنامه‌های کاربردی برای هر یک از ساکنین، سهم منطقه از فضاهای ورزشی - تفریحی و گذران اوقات فراغت، تعداد کتابخانه‌های عمومی، تعداد کل کتاب‌های امانت داده شده و دیگر رسانه‌ها، تعدادها بازدیدکنندگان موزه‌ها، حضور در تئاتر و سینما، کار از راه دور، خرید از راه دور، آموزش از راه دور، بانکداری الکترونیکی، اختلاط کاربری، افزایش اوقات فراغت.	ارتقا کیفیت زندگی، سرزندگی، حضور، استفاده و فعالیت، انطباق، حس مکان، امنیت، مقیاس انسانی، تداوم و خوانایی، تراکم منجر به تنوع، دلپذیر بودن خیابان‌ها، ایمنی، آرامش، آسودگی، جذابیت بصری، فضای عمومی، آموزش عمومی، تنوع مسکن، دسترسی به تسهیلات برای مردم با توانایی‌های مختلف، اتصال به شبکه دائمی حمل‌ونقلی، آموزش و سلامت عمومی، مسائل فرهنگی و اجتماعی، شرایط اجتماعی، دسترسی به خدمات محلی، اجتماع‌پذیری، خوانایی و دسترسی راحت، حس تعلق و خاطره‌انگیزی مکان، مشارکت عمومی، فرهنگ پیاده‌روی.	عدالت اجتماعی، مشارکت اجتماعی، سرزندگی محیط و فضای پیرامون، فضاهای جمعی گذران وقت، تراکم و تنوع محیطی، فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند، دسترسی به اینترنت.
مالی و اقتصادی	هزینه‌های عمومی در تحقیق و توسعه، هزینه‌های عمومی در آموزش و پرورش، سرانه تولید ناخالص داخلی جمعیت شهر، نرخ بیکاری، اتصال بین زندگی و کار.	پاسخگویی به الگوهای رفتاری میزان درآمد، میزان بهره‌برداری اقتصادی کسبه، قیمت زمین و املاک، امکانات (وسیله سفر)، هزینه، زمان، جایجایی (حرکت)، جایگزین‌های جایجایی کاربری.	تنوع وسایل حمل‌ونقل، میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیر موتوری.

ابعاد	شهر هوشمند	پیاده‌مداری	شاخص‌های نهایی
کابلدی و زیست‌محیطی	کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، استفاده بهینه از برق، استفاده بهینه از آب، گسترش فضای سبز، شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی، سیاست‌های محدودسازی پراکنده رویی شهری نسبت زباله‌های بازیافت شده، آلودگی هوا، سلامت، هدایت ترافیک، رشد و تقویت صنایع پاک، کاهش مصرف انرژی.	اختلاط کاربری، فشردگی شبکه و فواصل پیاده، عرض خیابان، حجم ترافیک، ارتفاع ساختمان، آب‌وهوا، شرایط اقلیمی، پاکیزگی محیط، جاده‌ها با شیب تند و خطرات محیط‌زیستی (سیلاب)، کیفیت فضای سبز و عناصر طبیعی، حفاظت از آب‌وهوای منطقه (باران خورشید، باد بیش از حد)، محوطه‌سازی و فضای سبز در مناطق عابر پیاده آسفالت، تهیه سرویس بهداشتی عمومی و سایر امکانات، احیای هویت‌های تاریخی و اجتماعی، تنوعی از مغازه‌ها و رستوران‌ها، تنوعی از فعالیت‌های تفریحی و گذران اوقات فراغت، کیفیت عمومی و استفاده انعطاف‌پذیر از فضاهای باز عمومی، اختلاط کاربری‌ها، خرده‌فروشی‌ها و عملکردهای پیاده‌مدار، وضعیت کاربری زمین، ساخت‌وساز بر اساس مقیاس انسانی، وجود فضاهای مکث برای استراحت، کیفیت مبلمان و علائم شهری، دسترسی عادلانه، محیط پیاده‌روی سالم، راحت و ایمن، دلپذیری و جذابیت محیطی، عرض پیاده‌رو، کیفیت کف سازی، نورپردازی، تسهیلات افراد معلول، تفکیک مسیر پیاده و دوچرخه از سایر وسایط نقلیه، کوتاهی مسیر پیاده، آرام‌سازی ترافیک، وجود فضای سبز حاشیه‌ای، جذابیت بصری، شیب، سطح ارتباط سواره و پیاده، تراکم جمعیت مناطق مسکونی، مسدود نشدن پیاده‌رو، نفوذپذیر بودن بافت، دارای تسهیلات حفاظت فیزیکی و امنیتی، جمع‌آوری منظم زباله‌ها و پسماندها، دفع مناسب آب‌های سطحی، کیوسک‌های اطلاع‌رسانی، تنوع سبک‌های معماری، محل و جهت‌گیری ساختمان‌ها، درختان و عناصر معماری قادرند از طریق ایجاد سایه و حفظ افراد از باران‌ها و بادهای فصلی، دعوت‌کنندگی حوزه‌های پیاده را افزایش دهند، بهره‌گیری از درختان و گیاهان متناسب با اقلیم برای تعدیل دما و کاهش آلودگی، بهره‌گیری از مبلمان شهری متناسب با اقلیم.	میزان آلاینده‌های مخرب، گسترش فضای سبز، میزان پراکنده رویی، مبلمان شهری مطلوب، مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، مسافت، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، جذابیت بصری، پاکیزگی و کیفیت محیطی.
مدیریت و حکمروایی	تعداد دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در شهر، در دسترس بودن دولت الکترونیکی بروی خط (آنلاین)، درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت در خانه، استفاده از دولت الکترونیک توسط اشخاص، روحیه نوآوری، حکمرانی شفاف، مدیریت منابع پایدار، امکانات آموزش و پرورش، حمل‌ونقل عمومی نوآورانه و ایمن، مناطق عابر پیاده، خطوط دوچرخه، تولید ضایعات شهری، دسترسی به باند پهن خانوارها، سوخت، دیدگاه‌ها و استراتژی‌های سیاسی، دسترسی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، انعطاف‌پذیری بازار نیروی کار.	عملکردهای پیاده‌مدار، ایمنی و امنیت از لحاظ عینی و ذهنی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، ایمنی از ترافیک، زیرساخت‌های لازم برای حمل‌ونقل فعال زیبایی محیطی، مجاورت با تسهیلات تفریحی، زیرساخت‌های لازم برای حمل‌ونقل فعال، گوناگونی کاربری‌ها، کیفیت زیرساخت، دسترسی به خدمات روزانه و محلی، دسترسی مناسب برای عابر پیاده برای رسیدن به ایستگاه‌های عبور و مرور، دسترسی مناسب برای معلولان و ناتوانان جسمی، تجهیزات و تسهیلات عمومی، پاسخگو بودن فضا، تنوع فعالیت، امنیت از جرم و جنایت، سنجش ترافیک.	اختلاط کاربری، ایمنی و امنیت، زیرساخت پیاده و دوچرخه، کنترل ترافیک.

حال با توجه به مطالب مورد مطالعه درباره پیاده‌مداری می‌توان بیان کرد، پیاده‌مداری دارای اثرات مثبت اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی است. برای داشتن یک مسیر پیاده‌مدار که عبور وسایل نقلیه موتور در آن ممنوع است باید برنامه‌ریزی انجام داد تا تمام شاخص‌های آن اعم از ایمنی و امنیت، پارکینگ، کاربری خدماتی، مقیاس انسانی و سایر شاخص‌ها نمود پیدا کنند. حال با توجه به آنچه مطرح شد و تعاریف، اصول و شاخص‌های هر کلیدواژه در نهایت برای ادامه روند پژوهش نیازمند استخراج شاخص‌های مطلوب است. شاخص‌های سازی به صورت زیر انجام پذیرفته است:

پس از بررسی‌های انجام گرفته تعداد ۲۴ شاخص که عبارتند از عدالت اجتماعی، مشارکت اجتماعی، سرزندگی محیط و فضای پیرامون، فضاهای جمعی گذران وقت، تراکم و تنوع محیطی، فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند، دسترسی به اینترنت، تنوع وسایل حمل‌ونقل، میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیر موتوری، میزان آلاینده‌های مخرب، گسترش فضای سبز، میزان پراکنده رویی، مبلمان شهری مطلوب، مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، مسافت، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، جذابیت بصری، پاکیزگی و کیفیت محیطی، اختلاط کاربری، ایمنی و امنیت، زیرساخت پیاده و دوچرخه، کنترل ترافیک، در ارتباط با اصول پیاده‌مداری در شهر هوشمند با روش گولر انتخاب شده است که در ادامه اثرات پیاده‌مداری با کمک این شاخص‌ها در شهر هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است.

روش تحقیق

روش پژوهش حاضر کاربردی و توصیفی-تحلیلی از است که جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز با استفاده از اطلاعات کتابخانه‌ای، مقالات و مجلات معتبر فارسی و لاتین انجام شده است به عبارتی استخراج شاخص‌ها و اصول مرتبط با شهر هوشمند و پیاده‌مداری از اطلاعات و اسناد استفاده شده است. تحلیل تأثیرات هر یک از این شاخص‌ها از روش آینده‌نگاری و تحلیل اثرات متقاطع انجام پذیرفت. روش تحلیل اثرات متقاطع یکی از روش‌های آینده‌نگاری است که سعی دارد با روابط علی و معلولی بین عوامل مؤثر بر یک موضوع، به سناریوهای ممکن و محتمل در آینده برای آن موضوع دست یابد. در این پژوهش ابتدا با روش گولر شاخص‌های مورد نظر استخراج شد و سپس با شیوه دلفی، از متخصصین خواسته شد که به تعیین امتیازات عوامل پردازند که از ۰ تا ۳ و P (تأثیرات احتمالی) امتیازدهی و وارد نرم‌افزار میک‌مک شد. لذا ۱۰ نسخه پرسشنامه جهت تعیین امتیازات عوامل توسط کارشناسان تکمیل شده و با بهره‌گیری از روش تحلیل اثرات متقاطع که یکی از روش‌های متداول و مورد پذیرش آینده‌نگاری است، به تحلیل مؤلفه‌های مؤثر در ارتباط با پیاده‌مداری در شهر هوشمند پرداخته است. تعداد ۲۴ عامل نهایی شدند که مورد بررسی قرار داده شده و در نهایت با جداول و نمودارهای مستخرج از این نرم‌افزار تحلیل عوامل انجام گرفته است. خروجی‌های این روش، عوامل مؤثر بر راه ۵ دسته متغیرهای ریسک، تأثیرگذار، اهرمی ثانویه، مستقل و وابسته طبقه‌بندی کرده و الگوی پایداری یا ناپایداری آن را نشان می‌دهد.

یافته‌های تحقیق

در مرحله این پژوهش به روش دلفی و با نظر ۱۰ نفر از اساتید و کارشناسان، تمامی ۲۴ عامل مؤثر بر بزرگراه‌ها وارد نرم‌افزار شده و برای هر یک با توجه به مراحل نرم‌افزار نشانگر کوتاه در نظر گرفته شد که در جدول زیر مشاهده می‌باشد:

جدول ۵. نشانگر کوتاه عوامل

ردیف	نشانگر کوتاه	شاخص	ردیف	نشانگر کوتاه	شاخص
۱.	عدالت اجت	عدالت اجتماعی	۱۳.	مبلمان شهر	مبلمان شهری مطلوب
۲.	مشارکت اجت	مشارکت اجتماعی	۱۴.	مسیر مجزا	مسیر مجزا پیاده و دوچرخه
۳.	سرزندگی	سرزندگی محیط و فضای پیرامون	۱۵.	مسافت	مسافت
۴.	فضای جمعی	فضاهای جمعی گذران وقت	۱۶.	پیوستگی مس	پیوستگی مسیر
۵.	تنوع محیطی	تراکم و تنوع محیطی	۱۷.	روشنایی	نور و روشنایی
۶.	فرهنگ‌سازی	فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند	۱۸.	کف سازی	کیفیت کف سازی
۷.	اینترنت	دسترسی به اینترنت	۱۹.	جذابیت بصر	جذابیت بصری
۸.	تنوع وسایل	تنوع وسایل حمل‌ونقل	۲۰.	کیفیت محیط	پاکیزگی و کیفیت محیطی
۹.	غیرموتوری	میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیرموتوری	۲۱.	اختلاط	اختلاط کاربری
۱۰.	آلاینده	میزان آلاینده‌های مخرب	۲۲.	ایمنی	ایمنی و امنیت
۱۱.	فضای سبز	گسترش فضای سبز	۲۳.	زیرساخت	زیرساخت پیاده و دوچرخه
۱۲.	پراکنده رو	میزان پراکنده رویی	۲۴.	ترافیک	کنترل ترافیک

پس از آن میزان اثر هر کدام از عوامل بر سایر عوامل با استفاده از نرم افزار میک مک مورد سنجش قرار گرفت؛ به عبارت دیگر ماتریس اثرات متقاطع تشکیل شده است. نرم افزار میک مک با استفاده از محاسبات مختلف، روابط مستقیم و غیرمستقیم شبکه‌ای را تحلیل و در نهایت نقشه و نمودار تأثیر گذاری - تأثیر پذیری متغیرها را تشکیل می‌دهد که با کمک آن می‌توان به تحلیل و دسته‌بندی متغیرها پرداخت. امتیازدهی و تأثیرات در این الگو در چهار گروه بدون تأثیر (عدد صفر)، تأثیر ضعیف (عدد یک)، تأثیر متوسط (عدد دو) و تأثیر زیاد (عدد سه) می‌باشد که در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۶. ماتریس اثرات متقاطع

24: ترافیک	23: زیرساخت	22: ایمنی	21: اختلاط	20: کیفیت محیط	19: خرابیت بستر	18: کف سازی	17: روزشویی	16: پیوستگی مس	15: مسافت	14: مسیر مجزا	13: میلان شیب	12: پراکنده رو	11: فضای سبز	10: آلاینده	9: غیرموتوری	8: تنوع وسایل	7: ایونت	6: ترافیک سازی	5: فضای محیطی	4: فضای جمعی	3: سرزندگی	2: مشارکت اجت	1: عدالت اجت
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	3	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	3	3	0	0	2	0	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	2	2	0	3	1	2	2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	2	0	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	3	0	1	0	0	0	3	3	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	1	3	0	3	0	3	1	3	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	3	2	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	2	3	1	0	0	3	3	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3	0	2	3	3	3	2	0	2	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	1	1	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	3	2	1	0	2	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	3	0	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	3	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	1	3	0	3	3	3	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	2	0	0	1	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

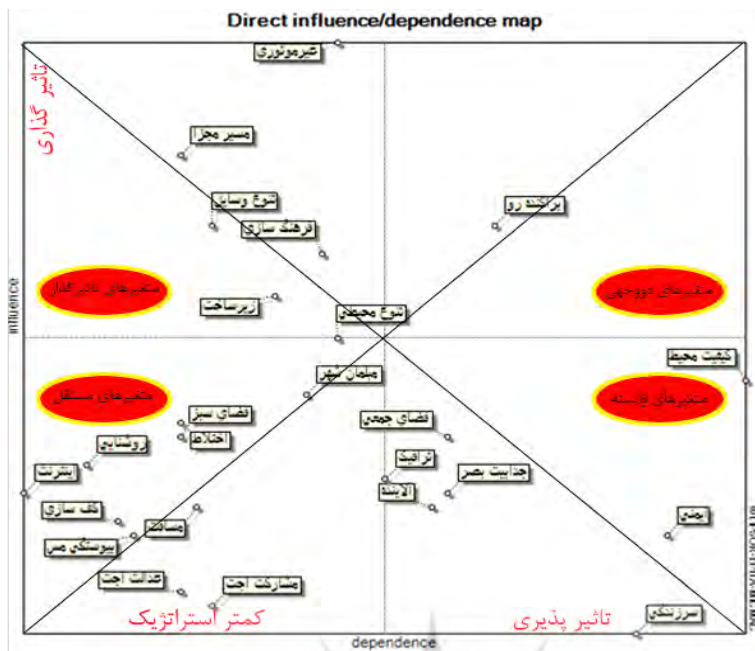
تعداد تکرار محاسبه اثرات متقاطع در ماتریس مورد نظر برابر با ۶ مرتبه است. دلیل انتخاب عدد ۶ در این پژوهش پیشنهاد پایه نرم افزار میک مک برای رسیدن به پایداری این ماتریس بوده همچنین درصد پایایی در هر دوره تکرار نیز متفاوت است و با توجه به جدول ۸ میزان پرشدگی جدول و ماتریس حدود ۴۱٪ و تعداد صفرهای بکار رفته ۳۴۰، عدد یک ۶۰، عدد دو ۷۲ و عدد سه ۱۰۴ می‌باشد در همین ارتباط اطلاعات مطرح شده در قالب دو جدول زیر نمایش داده شده است:

جدول ۷. تعداد تکرار محاسبه ماتریس اثرات متقاطع

ITERATION تکرار	INFLUENCE تأثیر	DEPENDENCE وابستگی
۱	۱۰۳٪	۱۰۲٪
۲	۹۹٪	۱۰۰٪
۳	۹۹٪	۱۰۰٪
۴	۹۹٪	۱۰۱٪
۵	۱۰۱٪	۱۰۰٪
۶	۱۰۰٪	۱۰۰٪

جدول ۸. ویژگی‌های اثرات مستقیم (MDI)

تعداد تکرار	بدون تأثیر (صفر)	تأثیر اندک (یک)	تأثیر میانه (دو)	تأثیر زیاد (سه)	میزان پرشدگی
۶	۳۴۰	۶۰	۷۲	۱۰۴	۴۰.۹۷۲۲۲٪



شکل ۱ تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم

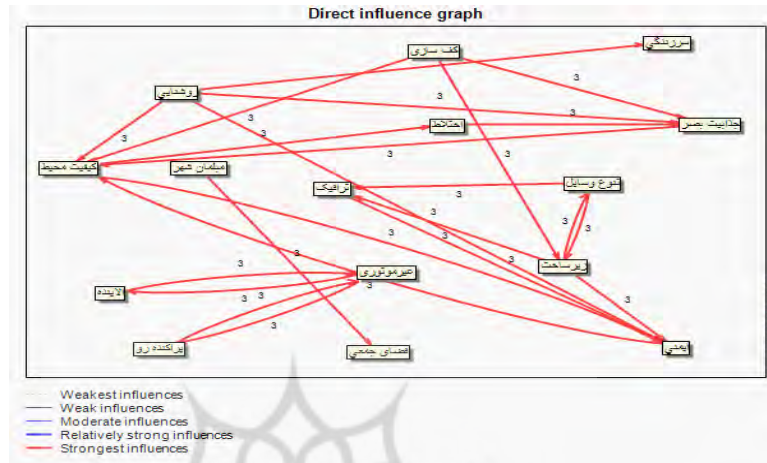
به طور کلی نرم افزار میک مک دو نوع تحلیل و نمودار و گراف تحلیلی را نشان می‌دهد؛ یکی اثرات مستقیم و دیگری اثرات غیرمستقیم. تحلیل اثرات مستقیم در واقع نتیجه برهم کنش داده‌های ماتریس اولیه است که با توجه به اعداد و وزن‌های وارد شده اولیه در نرم افزار ارائه می‌شود و تحلیل اثرات غیرمستقیم نتیجه محاسبه توان‌های بالاتر و تکرار ماتریس اولیه است که در این پژوهش بر اساس پیشنهاد اولیه نرم افزار تکرار شش، انتخاب شده است. تحلیل اثرات مستقیم می‌تواند ویژگی‌های آینده هر کدام از عوامل را در محیط شکل گرفته از همه عوامل تبیین نماید و در نهایت به منظور تحلیل اثرگذارترین عامل باید از مقایسه دو تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم بهره برد. در روش تحلیل اثرات متقاطع اگر نمودار حاصل از تحلیل نرم افزار به صورت L باشد نشان‌دهنده سیستم پایدار است چرا که عوامل به طور کلی یا اثرگذارند یا اثرپذیر و عوامل دوجوهی اندکی قرار دارد؛ اما اگر نمودار حاصل به فرم بیضی کشیده حول محور قطری نمودار قرار بگیرد، نشان‌دهنده سیستم ناپایدار می‌باشد که تحلیل آن تا حدودی دشوارتر است. بر این اساس این اطلاعات مؤلفه‌های این پژوهش نشان از پایداری سیستم دارند و در مجموع دسته‌بندی کلی متغیرها به صورت زیر است:

جدول ۹. دسته‌بندی متغیرها

متغیر دوجوهی (ریسک)	پراکنده رویی
متغیر تأثیرگذار	مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، تراکم و تنوع محیطی، فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند، تنوع وسایل حمل‌ونقل، میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیرموتوری، زیرساخت پیاده و دوچرخه
متغیر اهرمی ثانویه	مبلمان شهری مطلوب، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، دسترسی به اینترنت، اختلاط کاربری، گسترش فضای سبز
متغیر وابسته	سرزندگی محیط و فضای پیرامون، فضاهای جمعی گذران وقت، جذابیت بصری، پاکیزگی و کیفیت محیطی، ایمنی و امنیت، میزان آلاینده‌های مخرب، کنترل ترافیک
متغیر مستقل	مبلمان شهری مطلوب، عدالت اجتماعی، مشارکت اجتماعی، مسافت، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، دسترسی به اینترنت، اختلاط کاربری، گسترش فضای سبز

از بررسی متغیرها می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای تراکم و تنوع محیطی، فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند، دسترسی به اینترنت، تنوع وسایل حمل‌ونقل، میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیرموتوری گسترش فضای سبز، میزان پراکنده رویی، مبلمان شهری مطلوب، مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، مسافت، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، اختلاط کاربری، زیرساخت

پیاده و دوچرخه دارای درجه تأثیرگذاری و در همین راستا متغیر کیفیت کف‌سازی و مسافت با امتیاز ۱۴ و ۱۵ کمترین میزان تأثیرگذاری را دارا هستند اما در سوی مخالف متغیرهای عدالت اجتماعی، مشارکت اجتماعی، سرزندگی محیط و فضای پیرامون، فضاهای جمعی گذران وقت، میزان آلاینده‌های مخرب، جذابیت بصری، پاکیزگی و کیفیت محیطی، ایمنی و امنیت، کنترل ترافیک با دریافت امتیازات بالا در مجموع ستون‌های نرم‌افزار وابسته یا به عبارتی تأثیرپذیر هستند. در دسته‌بندی دیگر متغیرهای دوجوهی قرار می‌گیرند که ارتباط بین متغیرهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر را برقرار می‌کنند در این پژوهش متغیر پراکنده رویی در این دسته قرار می‌گیرد. ارتباط و نحوه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم عوامل نیز در قالب شکل ۲ مشخص شده است:



شکل ۲. تأثیرات مستقیم بین عوامل

در نمودار تأثیرات مستقیم بین عوامل، مستخرج از نرم‌افزار میک‌مک میزان ارتباط و تأثیرات آن با خطوط و اعداد تعیین گردیده است و همچنین این تأثیرات در قالب جدول در دو بخش تحلیل ماتریس اثرات غیرمستقیم و تحلیل ماتریس اثرات مستقیم با رتبه‌بندی به‌صورت زیر است:

جدول ۱۰. رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر پیاده‌مداری شهر هوشمند

تحلیل ماتریس اثرات غیرمستقیم (MII)	رتبه بدست آمده	تحلیل ماتریس اثرات مستقیم (MDI)	رتبه بدست آمده	تحلیل ماتریس اثرات غیرمستقیم (MII)	رتبه بدست آمده
میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیرموتوری	۱	میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیرموتوری	۱۳	میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیرموتوری	۱۳
مسیر مجزا پیاده و دوچرخه	۲	مسیر مجزا پیاده و دوچرخه	۱۴	مسیر مجزا پیاده و دوچرخه	۱۴
تنوع وسایل حمل و نقل	۳	تنوع وسایل حمل و نقل	۱۵	تنوع وسایل حمل و نقل	۱۵
فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند	۴	میزان پراکنده رویی	۱۶	میزان پراکنده رویی	۱۶
میزان پراکنده رویی	۵	فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند	۱۷	فرهنگ‌سازی استفاده از امکانات هوشمند	۱۷
زیرساخت پیاده و دوچرخه	۶	زیرساخت پیاده و دوچرخه	۱۸	زیرساخت پیاده و دوچرخه	۱۸
تراکم و تنوع محیطی	۷	تراکم و تنوع محیطی	۱۹	تراکم و تنوع محیطی	۱۹
پاکیزگی و کیفیت محیطی	۸	پاکیزگی و کیفیت محیطی	۲۰	پاکیزگی و کیفیت محیطی	۲۰
مبلمان شهری مطلوب	۹	مبلمان شهری مطلوب	۲۱	مبلمان شهری مطلوب	۲۱
میزان آلاینده‌های مخرب	۱۰	اختلاط کاربری	۲۲	میزان آلاینده‌های مخرب	۲۲
اختلاط کاربری	۱۱	اختلاط کاربری	۲۳	اختلاط کاربری	۲۳
کنترل ترافیک	۱۲	گسترش فضای سبز	۲۴	کنترل ترافیک	۲۴

با توجه به آنچه در جدول بالا مطرح شده است متغیرهایی که در ماتریس اثرات مستقیم و غیرمستقیم به صورت مشترک قرار دارند عبارتند از: میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیرموتوری، مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، تنوع وسایل حمل و نقل، فرهنگ سازی استفاده از امکانات هوشمند، میزان پراکنده رویی، زیرساخت پیاده و دوچرخه، تراکم و تنوع محیطی، پاکیزگی و کیفیت محیطی، مبلمان شهری مطلوب که نشان از این است سه متغیر اول بیشترین تأثیر را در این مورد دارند و باقی متغیرهای در رده های بعدی قرار می گیرند، اما به طور کلی این موارد ۹ عامل کلیدی مؤثر بر ایجاد مسیرهای پیاده مدار در شهر هوشمند هستند که علاوه بر این که جز عوامل کلیدی و پیشران هستند به این معنا که با ایجاد و گسترش مسیرهای پیاده مدار که مسیرهای مجزا برای پیاده روی هستند میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیر موتوری را کاهش می دهند و از طرفی باعث ایجاد تنوع در سیستم حمل و نقل نیز خواهد شد که خود به صورت غیرمستقیم راهی برای فرهنگ سازی در جهت استفاده از امکانات شهر هوشمند است؛ و یا مسیرهایی که در مقیاس انسانی هستند امکان پیاده روی را ایجاد می کنند که در همین راستا از پراکنده رویی نیز می توان جلوگیری کرد؛ بنابراین باید در به این شاخص ها در ارتباط با مسیر پیاده مدار در شهر هوشمند توجه داشت و آن ها را مورد بررسی قرار داد.

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف تحلیل اثرات ایجاد مسیر پیاده مدار در شهر هوشمند با روش آینده نگاری و تحلیل کارشناسان و در نهایت با کمک نرم افزار میک مک انجام گرفته است. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و افزایش شهرنشینی و تمایل بشر به حضور در شهرها، مشکلاتی در ارتباط با شرایط زیست در محیط شهری ایجاد شده است که برنامه ریزان شهری درصدد ارائه راهکارهایی برای بهبود شرایط زندگی شهری بودند و رویکردهایی همچون شهر هوشمند، توسعه پایدار و رویکردهایی از این قبیل را معرفی کردند. رویکرد شهر هوشمند در مسائل مختلف شهری از جمله حمل و نقل ورود می کند. پیاده مداری نیز از جمله اصولی است که می توان در شهر هوشمند بکار گرفته شوند و اثرات ایجاد آن را در شهر هوشمند مورد تحلیل قرار داد. در پژوهش حاضر که با استفاده از روش تحلیل اثرات متقاطع و بر پایه داده های حاصل از اسناد فرادست صورت گرفته تأیید گردید که سیستم تأثیرات ایجاد مسیر پیاده مدار در شهر هوشمند، سیستمی پایدار است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از تحلیل های انجام شده از طریق نرم افزار میک مک مشخص گردید که از میان ۲۴ عامل تأثیرگذار، سه عامل کلیدی مؤثر بر ایجاد مسیرهای پیاده مدار در شهر هوشمند عبارتند از میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیرموتوری، مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، تنوع وسایل حمل و نقل. بخش عمده متغیرها در دسته مستقل و وابسته قرار گرفتند. متغیر مستقل، متغیرهایی هستند که از سایر متغیرها تأثیر نگرفته و بر

آن ها تأثیر هم ندارند این متغیرها در قسمت جنوبی نمودار واقع شدند و ارتباط بسیار کمی با سیستم دارند که نه باعث توقف یک متغیر اصلی و نه تکامل و پیشرفت یک متغیر در سیستم را منجر می شوند که خود شامل سه دسته می شوند: گسسته که نزدیک مبدأ مختصات قرار گرفتند و ارتباطی به پویایی سیستم ندارند و امکان خارج شدن از سیستم را دارد، اهرمی ثانویه با وجود استقلال کامل به جای تأثیرگذاری، بیشتر تأثیرپذیرند که محل قرارگیری آن ها در جنوب غربی نمودار و بالای خط قطری هستند و تنظیمی که در مرکز ثقل نمودار واقع شدند. در این پژوهش متغیرهای مستقل عبارتند از: مبلمان شهری مطلوب، عدالت اجتماعی، مشارکت اجتماعی، مسافت، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، دسترسی به اینترنت، اختلاط کاربری، گسترش فضای سبز که از سایر متغیرها تأثیر پذیرفته و بر آن ها تأثیر هم ندارند، همچنین متغیرهای مبلمان شهری مطلوب، پیوستگی مسیر، نور و روشنایی، کیفیت کف سازی، دسترسی به اینترنت، اختلاط کاربری، گسترش فضای سبز در دسته مؤلفه های اهرمی ثانویه هستند به این معنا که ایجاد مسیر پیاده مدار در شهر هوشمند بر این عوامل تأثیر گذار است.

متغیر وابسته یا تأثیرپذیر، متغیرهایی هستند که در قسمت جنوب شرقی نمودار قرار دارند و تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بالایی را دارا هستند بنابراین نسبت به تکامل متغیرهای تأثیرگذار و دوجویی بسیار حساسند که در این پژوهش شامل سرزندگی محیط و فضای پیرامون، فضاهای جمعی گذران وقت، جذابیت بصری، پاکیزگی و کیفیت محیطی، ایمنی و امنیت، میزان آلاینده های مخرب، کنترل ترافیک هستند و این متغیرها با تغییر وضعیت سایر متغیرها، دچار تغییر می شوند برای مثال با ایجاد مسیر پیاده مدار در یک شهر هوشمند می توان سرزندگی را در محیط های پیرامون آن به ارمغان آورد و یا محیطی برای گذران اوقات فراغت می شوند که در حین ایجاد ایمنی و امنیت محیط باعث ارتقا کیفیت محیطی و جذابیت بصری می شوند از طرفی با ایجاد مسیر پیاده ترافیک کنترل و میزان ایجاد آلاینده های مخرب توسط وسایل نقلیه کاهش می یابد. متغیرهای مسیر مجزا پیاده و دوچرخه، تراکم و تنوع محیطی، فرهنگ سازی استفاده از امکانات هوشمند، تنوع وسایل حمل و نقل، میزان استفاده از وسایل حمل و نقل غیرموتوری، زیرساخت پیاده و دوچرخه در دسته متغیر تأثیرگذار قرار می گیرند به این معنا که کمتر تأثیرپذیرند و در شمال غربی نمودار واقع شدند. متغیرهای تأثیرگذار، متغیرهای بحرانی ورودی هستند که قابل کنترل در سیستم نیستند و در نهایت متغیرهای دوجویی هم زمان، هم تأثیرگذار و هم تأثیرپذیرند که در شمال شرقی نمودار قرار می گیرند. این متغیرها ناپایدار و شامل دو دسته ریسک و هدف می باشند. ریسک پتانسیل تبدیل شدن به نقطه انفصال سیستم را دارد که در نزدیکی خط قطری بخش شمال شرقی واقع شده است که متغیر میزان پراکنده رویی در دسته متغیر ریسک در نمودار مشخص شده است که باید به آن توجه کرد.

- اصلانی فرد، فردین، شکور، علی، عبدالله زاده فرد، علی. (۱۳۹۶). راهکارهای تبدیل گذرهای شهری به پیاده راه در راستای ارتقاء سرزندگی شهری (مطالعه موردی: محور روگذر زندیه شیراز). مطالعات محیطی هفت حصار.
- غلامی، یونس، شاطریان، محسن، بسحاق، محمدرضا، جهانی، معصومه. (۱۳۹۸). امکان‌سنجی اجرای طرح پیاده‌مداری با تأکید بر شاخص حمل‌ونقل شهری؛ نمونه موردی: خیابان امام خمینی شهر دزفول. فصلنامه علمی برنامه‌ریزی فضایی جغرافیا.
- واحدی، کيارش. (۱۳۹۴). ساماندهی محدوده میدان نبوت (هفت‌حوض) تهران با رویکرد پیاده راه‌واری.
- فریادی، (۱۳۸۶).

- بهرامی نژاد، سوگند، ملک حسینی، عباس، دانشمند ملایری، فتنه. (۱۳۹۸). بررسی میزان انطباق برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهر اراک با اصول رشد هوشمند شهری. دومین کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام تبریز.
- زیاری، کرامت الله، کهکی، فاطمه سادات، قربانی، رامین، خندان، اسحاق. (۱۳۹۹). قابلیت سنجی منطقه‌ی ۵ شهر تبریز در پیاده‌سازی اصول رشد هوشمند شهری. فصلنامه چشم‌انداز مطالعات شهری و روستایی.
- فیضی، محمدجواد، رجبی، آریتا، حسینی، یاسمن. (۱۳۹۱). بازشناخت جنبش پیاده‌مداری در پایداری فضاهای متراکم شهری. مدیریت شهری.
- صفاری راد، علی، شمس، مجید. (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی معیارهای قابلیت پیاده‌مداری در سطح محلات شهری (مطالعه موردی: محلات جدید و قدیمی شهر رشت).
- پورمختار، احمد. (۱۳۹۲). بررسی میزان پیاده‌مداری در خیابان چهارباغ اصفهان و تأثیر آن بر تعامل اجتماعی شهروندان. شهر ایرانی اسلامی.
- تاجیک، آرزو، پرتوی، پروین. (۱۳۹۳). مدل مفهومی و چارچوب تحلیلی پیاده‌مداری با تأکید بر رویکرد نوشهرسازی مطالعه موردی: فاز چهار مهرشهر کرج. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات شهری.

- غلامی، آزاده. (۱۳۹۵). طراحی محله با رویکرد شهروشمند موردکاوی محله باغ دریاچه اصفهان.
- بهزادفر، م. (۱۳۸۲).
- حاتمی، افشار، ساسانپور، فرزانه، زیبارو، آبرتو و سلیمانی، محمد. (۱۳۹۸). شهر هوشمند پایدار: مفاهیم، ابعاد و شاخص‌ها. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال بیست و یکم.
- اخوان، آفرین، دهقان خاوری، سعید و لطفی، نسترن. (۱۳۹۸). تأثیر شهر هوشمند و پایدار بر کیفیت زندگی در شهر یزد. مدیریت شهری.
- مهدی زاده، معین. (۱۳۹۸). بررسی رابطه بین شهر هوشمند و توسعه پایدار و چالش‌های دستیابی به شهر هوشمند پایدار. نشریه علمی تخصصی شباک.
- بهزادفر، مصطفی. (۱۳۹۹). انگاره‌ای از شهر هوشمند و قابلیت‌های آن در ایران.
- ابراهیمی، مازیار، معرف، مریم. (۱۳۹۷). توسعه پایدار شهری بر مبنای رشد هوشمند شهری تحلیلی بر مؤلفه‌ها، ویژگی‌ها و مزایای شهر هوشمند. نشریه علمی تخصصی شباک.
- پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت الله، حاتمی نژاد، حسین و پارسا پناه آبادی، شهرام. (۱۳۹۶). مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند. باغ نظر.
- بخشی سنجدری، رضا و دریاباری، سید جمال‌الدین. (۱۳۹۹). بررسی هوشمندسازی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری در راستای توسعه پایدار شهرها (مورد مطالعه: کلانشهر تهران). فصلنامه اقتصاد شهری.

- جهانگیر، صبا، صارمی، حمیدرضا، کلانتری خلیل‌آباد، حسین. (۱۳۹۸). امکان‌سنجی ارتقاء پیاده‌مداری با رویکرد سرزندگی در فضاهای شهری مطالعه موردی: طراحی خیابان امام خمینی سنندج.
- قنبری، ابوالفضل، هادی، الهام، هادی، الناز. (۱۳۹۶). بررسی تطبیقی پیاده راه‌های تربیت و ولیعصر شهر تبریز از منظر مؤلفه‌های پیاده‌مداری. فصل‌نامه آمایش محیط.
- برنجی، فاطمه. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر پیاده‌مداری محلی بر میزان کیفیت زندگی مورد کاوی: محله جنت‌آباد شمالی و محله هفت‌حوض (نارمک) تهران.

- Feizi, Ahmad, Joo, Shinye, Kwigizile, Valerian, & Oh, Jun-Seok. (2020). A pervasive framework toward sustainability and smart-growth: Assessing multifaceted transportation performance measures for smart cities. *Journal of Transport & Health*.
- Joshi, Minu., Vaidya, Ajay, & Deshmukh, M. (2018). Sustainable Transport Solutions for the Concept of Smart City.

منابع

