سطح‌بندی معابر بر اساس حجم جریان حرکت پیاده با استفاده از تحلیل‌های ساختار فضایی؛ در مقیاس ناحیهٔ شهری

حمید رمضانی[1] * (نویسنده مسئول)، **مسعود دادگر**[2]

[1] عضو هیأت علمی گروه پژوهشی معماری و منظر شهری پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی
[2] عضو هیأت علمی گروه پژوهشی معماری و منظر شهری پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۴)

چکیده

حرکت یکی از بنیادهای شهرنشینی و تمدن معاصر است. با ورود اتومبیل به زندگی اجتماعی انسان، حرکت سریع در فضا ابعادی جدید یافت و ساختار شهرها را به‌صورت بی‌سابقه‌ای تغییر داد. این تغییر، رفته‌رفته به معضل تبدیل شد و با خود انواع مشکلاتی چون آلودگی‌های محیط‌زیستی، ترافیک، ناامنی، افزایش آمار تصادف‌های درون‌شهری و آسیب‌های جانی و مالی، انحطاط مراکز تاریخی شهرها، افت کیفیّت فضاهای شهری و بی‌عدالتی را به همراه داشت. اولویّت دادن بیش از حد به اتومبیل باعث شد تا انسان پیاده در شهرها نادیده گرفته شود و در نتیجهٔ آن، حضور انسان در شهر با مشکل مواجه شود. لذا در دهه‌های اخیر عابر پیاده مورد توجّه برنامه‌ریزان، طرّاحان و مدیران شهری قرار گرفته و طرح‌های فراوانی در این زمینه پیشنهاد و به انجام رسیده است. بر اساس مطالعات انجام‌شده عوامل مختلفی چون اقلیم، کیفیات محیط، شکل شبکه، ساختار فضایی، ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و... بر جریان حرکت پیاده تأثیر می‌گذارد. هدف این مقاله، ارائهٔ یک روش تحلیلی برای سطح‌بندی معابر از نظر حجم جریان حرکت پیاده بر اساس ساختار فضایی است. با بررسی نظریّه‌ها، رویکردها، پژوهش‌ها و مطالعات کاربردی، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر حرکت پیاده در حوزهٔ ساختار فضایی، شناسایی شده و هر یک موردبررسی قرار گرفته‌اند. نهایتاً سه شاخص پیکره‌بندی فضایی، کاربری و نفوذپذیری معابر استخراج شد. پیکره‌بندی فضایی با روش Space Syntax و نرم‌افزار DepthMap بررسی و معابر بر اساس درجه Connectivity، Integration و Choice اولویت‌بندی شدند. همچنین میزان درجهٔ اختلاط کاربری معابر با ضریب آنتروپی و تراکم مکانی کاربری‌های جاذب سنجیده شد و نفوذپذیری معابر نیز با محاسبه متوسط طول بلوک و تعداد تقاطع در واحد ۱۰۰ متر به دست آمد. در نهایت پس از یکسان‌سازی وزنی شاخص‌ها، با استفاده از روش TOPSIS، معابر اولویت‌بندی شدند. نتایج حاصل نشان می‌دهد از بین خیابان‌های فجر، لارستان، صدر، خردمند شمالی، سرتیپ لطفی، استاد نجات الهی شمالی، شاهین و سنایی، خیابان فجر بهترین (بهینه‌ترین) معبر از نظر حجم جریان حرکت پیاده است.

واژگان کلیدی: *حرکت پیاده، ساختار فضایی، پیکره‌بندی، کاربری، نفوذپذیری.*

* *E-Mail: ramezani_hr@ymail.com*

Archive of SID
www.SID.ir

مقدّمه

یکی از تحوّلات اخیر در گرایش‌های جدید شهرسازی جهان، توجه به حرکت پیاده و نیازهای آن است. راه رفتن در خیابان شکلی ابتدایی از تجربه کردن شهر را به ما می‌دهد. در این حرکت کردن‌ها و در واکنش نسبت به مکان‌های شهر است که مردم داستان‌هایی ابداع می‌کنند و به فضاهای که وارد می‌شوند، معنا می‌بخشند. بی‌توجّهی به نقش اجتماعی، اقتصادی و کالبدی خیابان و توجه صرف به حرکت سواره و حل مسائل مختلف آن و غفلت از سامان‌دهی و برنامه‌ریزی برای حرکت پیاده، یکی از نقایص شهرسازی معاصر محسوب می‌شود. امروزه در آستانه جامعه مدنی، به علّت روزمرگی و عمل‌گرایی مفرط، تنها چیزی که تحقّق نمی‌یابد، عرصه‌ای مناسب برای تحقّق حیات جمعی است. در حال حاضر، در شهرهای خود با مسیرهایی مواجهیم که بیش‌تر دارای عملکرد جابه‌جایی و دسترسی هستند.

اوج‌گیری و حاد شدن مشکلات ناشی از حرکت سواره مانند آلودگی محیط زیست شهری، دشواری رفت‌وآمد و مشکلات ترافیکی، ناامنی و کاهش ایمنی، انحطاط و فرسودگی روزافزون مراکز تاریخی شهرها، افت کیفیّت فضاهای شهری، ساکنان شهرها را با مشکل مواجه کرده است. سازمان جهانی بهداشت (WHO) به مناسبت هفتهٔ جهانی ایمنی جاده‌ها، در گزارش جدیدی اعلام کرد ۲۲ درصد (۲۷۰ هزار عابر پیاده) از مجموع ۱,۲۴ میلیون مورد مرگ‌ومیر سالانه ناشی از سوانح رانندگی در شهرها، مربوط به عابران پیاده است. این در حالی است که عامل ۷۵ درصد آلودگی شهر تهران از منابع محرک گزارش شده است. پس بهتر است که توجه بیش‌تری به عابران پیاده با توجه به سهم چشمگیر آن‌ها در جابه‌جایی شهری شود.

در دنیا واکنش‌های گسترده‌ای علیه سلطه حرکت موتوری و کاهش تحرکات پیاده به وجود آمده است. رشد مباحثی مانند «شهرهای قابل زیست»، «شهرهای سالم»، «شهرهای پیاده‌مدار» از جملهٔ این گرایش‌ها است که از درون آن‌ها جنبش نوشهرگرایی (New Urbanism)، رویکردهای جدید توسعه مانند TOD (توسعه حمل و نقل محور)، TND (توسعه محلّه‌های تاریخی)، و POD (توسعهٔ پیاده محور)، به وجود آمده‌اند که همگی آن‌ها بر گسترش پیاده‌راه‌ها و پیاده‌مدار کردن شهرها تأکید داشته‌اند. این گرایش‌ها در پی حذف وسایل نقلیه نیستند؛ بلکه تأکید بر ایجاد شهرهای دوست‌دار انسان باقابلیّت پیاده‌روی و تأمین شیوه‌های مختلف حمل و نقل را در دستور کار خود قرار داده‌اند.

ازاین‌رو، امروزه به مطالعاتی نیازمند است که حرکت پیاده را در شهر تحلیل کند و با شناسایی موانع بر سر راه آن، حرکت پیاده را در سراسر شهر تقویت نماید. برای این منظور مقاله دو هدف را پیگیری می‌کند.

الف) تشریح و تبیین نقش و اهمیّت ساختار فضایی در جریان حرکت پیاده و نقش و جایگاه حرکت پیاده در شهر و توجّه به رویکرد پیاده‌مداری،

ب) ارائهٔ یک فرآیند (روش) برای سطح‌بندی معابر از نظر حجم جریان حرکت پیاده بر اساس ساختار فضایی.

روش تحقیق

مقاله حاضر از نظر هدف، جزء تحقیق‌های کاربردی است. تحقیق‌های کاربردی به‌سوی کاربردِ عملی دانش قدم برمی‌دارند. هدف تحقیق کاربردی، حل مسأله و مشکل و سرانجام دست‌یابی به روشی برای اخذ تصمیم و رفع نیازهای و معضلات آن است. در این‌جا نیز هدف سنجش حجم جریان حرکت پیادهٔ معابر بر اساس ساختار فضایی است. همچنین بر اساس نوع ماهیت داده‌ها، روش این مقاله، کمی می‌باشد.

پرسش اصلی این مقاله این است که آیا می‌توان یک روش تحلیلی برای سطح‌بندی معابر از نظر حجم جریان حرکت پیاده بر اساس ساختار فضایی ارائه کرد. برای پاسخ به این پرسش با بررسی عناصر ساختار فضایی و مباحث نظری در حوزهٔ پیاده‌مداری، معیارها و عواملی را که اولاً از جنس ساختار بوده و در ثانی بر حرکت پیاده مؤثّر بوده‌اند، استخراج کرده و پس از دسته‌بندی آنها، هر گروه بر اساس تکنیک‌های مربوطه در معابر سنجیده می‌شوند. در نهایت معابر بر اساس امتیاز کسب‌شده در هر یک از شاخص‌ها، با فن TOPSIS از نظر ظرفیّت جریان حرکت پیاده (با توجّه به شاخص‌ها)، اولویت‌بندی می‌شوند.

چارچوب نظری

حرکت پیاده

راه رفتن در درجهٔ نخست نوعی از حمل و نقل است، راهی برای حرکت کردن؛ ولی درعین‌حال امکان بودن در محیط عمومی را نیز به‌سادگی فراهم می‌کند(گِل، ۱۳۸۷: ۱۲۷). راه رفتن نیازی فیزیکی است و در برابر میزانی که مردم می‌خواهند یا می‌توانند راه بروند محدودیّت‌های کمی وجود دارد. مسافت قابل‌قبول پیاده‌روی با توجه به عوامل مختلفی از قبیل موقعیّت جغرافیایی، شرایط اقلیمی و الگوهای شبکهٔ معابر و کاربری زمین، ویژگی‌های فیزیولوژیکی فرد، کیفیّت مکانی فضا و ... تعیین می‌شود. در بررسی‌های بسیار، مسافت قابل قبول برای اغلب مردم برای پیاده‌روی حدود ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر (۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ فوت) به‌دست‌آمده است و برای کودکان، افراد مسن و ناتوان این میزان کاهش می‌یابد. بنابراین فاصلهٔ قابل‌قبول برای پیاده‌روی نتیجهٔ اثر متقابل طول خیابان و کیفیّت مسیر با نظر به حفاظت و انگیزش در طول مسیر است (گِل، ۱۳۸۷: ۱۳۱).

به گفته کنف لاخر دو ویژگی ذاتی عابر پیاده، باعث تمایز نحوه حرکت او از سایر انواع ترددها می‌شود:

الف) انعطاف‌پذیری

Archive of SID
www.SID.ir

ب) خودتنظیمی[1] نسبتاً سریع (کنف لاخر، ۱۳۸۱)

هم‌چنین بر اساس عقیده یان گِل، فعالیّت‌های پیاده در فضاهای عمومی را می‌توان در سه گروه جای داد که هر یک خصوصیات ویژه‌ای را در محیط فیزیکی می‌طلبد:

الف) فعالیّت‌های ضروری: در واقع همان فعالیّت‌های اجباری و روزمرهٔ مردم نظیر رفتن به مدرسه، کار، خرید و ... است که بیش‌تر به‌صورت پیاده صورت می‌گیرد و از آن‌جا که این فعالیّت‌ها تحت هر شرایطی انجام می‌گیرد، کم‌ترین تأثیر را از محیط مادی و فضای عمومی می‌پذیرد.

ب) فعالیّت‌های انتخابی: زمانی صورت می‌پذیرد که تمایل به انجام آن وجود داشته باشد و زمان و مکان نیز فراهم‌آور زمینهٔ مساعد آن باشد؛ مانند پیاده‌روی برای استنشاق هوای تازه، تماشای جنب‌وجوش زندگی، نشستن و ... .

ج) فعالیّت‌های اجتماعی: دربرگیرندهٔ آن‌هایی است که بیش از هر چیز وابسته به حضور دیگران در فضاهای عمومی است؛ همانند بازی کودکان، دیدارها و گپ‌های کوتاه، فعالیّت‌های گروهی و .... فعالیّت‌های اجتماعی به‌صورت خودجوش، نتیجهٔ مستقیم بودن مردم در فضاهای مشابه و حرکت‌شان در آن فضاها است (گِل، ۱۳۸۷: ۳).

با تشویق پیاده‌روی، تعداد زیادی از سفرهای کوتاه و متوسط که در حال حاضر با وسایل نقلیه همگانی انجام می‌شود، پیاده انجام خواهد شد؛ به‌این ترتیب، از بار ترافیکی شهر در جهت کمک به سیستم‌های حمل و نقل همگانی کاسته می‌شود.

پیاده‌مداری[2]

در مباحث نظری واژهٔ walkability اخیراً در فرهنگ لغت وارد شده است به‌صورتی که حتّی نرم‌افزار word نیز آن را به‌عنوان لغت درست نمی‌پذیرد. اصطلاح پیاده‌مداری "walkability" از توانایی راه رفتن مشتق شده است. علی‌رغم این که کلمات «راه رفتن» (walk) و «توانایی» (ability) به‌طور منفرد شرح داده‌شده‌اند، واژه "walkability" و یا «قابلیّت پیاده‌مداری» در فرهنگ لغت انتشارات دانشگاه آکسفورد ارائه نشده است. با این وجود صاحب‌نظران شهرسازی در ایران آن را با «قابلیّت پیاده‌مداری» معادل‌سازی کرده‌اند. این پیشینه لغوی در مباحث نظری، در مباحث شهرسازی ایران نیز به‌صورت مشابهی وجود دارد و در فرهنگ‌های عمومی ادبیات برای لغت «پیاده‌مداری» معادلی ذکر نشده است.

از آن‌جا که اصطلاح پیاده‌مداری محبوبیّت فزاینده‌ای دارد، تاکنون بحث‌های زیادی دربارهٔ تعریف آن وجود داشته است. همانند سایر اصطلاحات شهرسازی نظیر «سرزندگی» و «پایداری»، قابلیت پیاده‌مداری معنی ثابتی نداشته و با هر پیشنهاد جدید گسترش یافته است.

پیاده‌مدار کردن عبارت است از ایجاد خیابان‌ها یا فضاهای رها از آمدوشد سواره. هنگامی که در سال ۱۹۷۱ اولین مکان عمومی در سیدنی استرالیا به‌منظور صرف استفاده عابران پیاده اختصاص یافت سیاست‌مدار محلی مسئول این امر(لئوپورت که خودش را وزیر عابران پیاده نامید) همواره بر گفتن این جنبهٔ مثبت تأکید داشت که آن خیابان برای عابران پیاده باز شده است، نه این که بر روی آمدوشد سواره بسته باشد .(Cowan, 2005: 285)

با توجّه به مجموع مطالعات انجام‌شده بر روی قابلیت پیاده‌مداری، می‌توان گفت: «قابلیت پیاده‌مداری میزان مطلوبیّت محیط مصنوع برای حضور مردم، خرید، ملاقات، گذران اوقات فراغت و لذّت بردن از آن در هر پهنه به صورت پیاده است» (Nosal, 2009: 7). در مقالهٔ «طرّاحی شهر پیاده‌مدار» مایکل ساوت وُرث[3] قابلیت پیاده‌مداری را این‌گونه تعریف می‌کند: محیط ساخته‌شده‌ای که پیاده‌روی را با ایجاد راحتی افراد پیاده و ایجاد امنیّت برای آنان تشویق و حمایت می‌کند و افراد با مقاصد مختلف را در مدت زمان منطقی با فراهم کردن جذابیّت‌های بصری در طول سفر از میان شبکهٔ شهری به یکدیگر ارتباط می‌دهد (Southworth, 2005). به نقل از فورسایت در *نشریهٔ طرّاحی*، ویژگی‌های فضاهای پیاده‌مدار به شرح ذیل آمده است (Forsyth, 2008: 1-3):

- در محیط پیاده‌مدار، مقصد دارای مسافت کوتاه است، مخصوصاً که رانندگی در آن آسان نیست و مردم در آن بدون ماشین هستند. هرچند این یک دورنما در برنامه‌ریزی حمل و نقل است.
- محیط پیاده‌مدار مشوق انجام فعالیّت‌های فیزیکی(قدم زدن، دویدن، ورزش کردن و ...) است.
- محیط پیاده‌مدار، در دسترس و بدون مانع است. پیاده‌مداری می‌تواند به حرکت راحت کودکان، سال‌مندان، معلولان و ... معنی شود.
- محیط پیاده‌مدار از نظر جرم (امنیت) و ترافیک، ایمن است.
- از مشخصه‌های محیط پیاده‌مدار، فراوان بودن زیرساخت‌های عابر پیاده مانند پیاده‌رو، مسیرهای مجزای پیاده‌روی(پیاده راه)، گذرهای پیاده، مبلمان و درخت‌ها است.

بر اساس نظر سازمان برنامه‌ریزی «سن دیه گو» طرّاحی محیط پیاده‌مدار به دنبال افزایش گزینه‌هایِ انتخابیِ حمل و نقل و کاهش تعداد سفرهایی است که با خودروهای شخصی انجام می‌گیرد. محیط پیاده‌مدار از طریق ایجاد فضای مناسب برای عابران پیاده، مردم را برای سازمان‌دهی فعالیّت‌های روزمره‌شان بر اساس پیاده‌روی، ترغیب می‌کند. این سازمان ویژگی‌های محیط‌های پیاده‌مدار را چنین صورت‌بندی کرده است (سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن‌دیه‌گو، ۱۳۸۸: ۱۰-۹):

- بیش‌تر سفرهای کوتاه(معادل ۴۰۰ تا ۸۰۰ متر) با پای پیاده انجام می‌شود،
- سطح بالای دسترسی به خدمات، تفریحات و خرده‌فروش‌های محلی؛ توسعهٔ مناطق مسکونی و فعالیّت‌های شبانه‌روزی،
- خدمات بهتر به جمعیت سالخورده منطقه،
- ایمنی عابر پیاده و دوچرخه‌سوار،

Archive of SID
www.SID.ir

- افزایش ایمنی از جرم و جنایت به‌واسطهٔ نظارت عابران پیاده در طول روز،
- تراکم بالای ساخت‌وساز در فاصلهٔ پیاده‌رو از ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی،
- تنها با یک توقف خودرو برای چندین منظور مختلف(اختلاط کاربری)،
- تنوعی از نیازها و مطالبات؛ فعالیّت پیاده و دسترسی به سامانه حمل و نقل عمومی، دو شاخص از مجموعه شاخص‌های مهم در فضاهای پیاده‌مدار است،
- تسهیل سفرهای محلی بدون استفاده از معابر شریانی

ساختار فضایی

«مقصود از سازمان فضایی، شبکه‌ای است که عناصر آن را مراکز شهری (مراکز مختلط تجاری، اداری، فرهنگی و نظایر این‌ها در مقیاس کل شهر و مناطق و نواحی آن)، محورهای مهم ارتباطی(معابر اصلی و خطوط مترو) محورهای مهم عملکردی و کاربری‌های عمده (در مقیاس شهر و مناطق و نواحی آن) تشکیل می‌دهد» (Behzadfar, 2013: 128). انطباق سازمان فضایی بر محیط کالبدی، ساختار فضایی خوانده می‌شود. ساختار فضایی در حقیقت ترتیب قرار گرفتن عناصر شهری و نحوه ارتباط آن‌ها در چارچوب محورهای ارتباطی، عرصه یا حوزهٔ معین جغرافیایی در ارتباط با یکدیگر است؛ به‌عبارت‌دیگر ساختار فضایی به مجموعه‌ای از ارتباطات ناشی از فرم شهری و تجمع مردم، حمل و نقل و جریان کالا و اطلاعات اشاره دارد (Rodrigue & et al, 2009: 54). الکساندر ساخت اصلی شهر[۴] را در مقابل پرکننده‌ها[۵] قرار می‌دهد و معتقد است در هر شهری می‌توان به دنبال چندین عامل یا عنصر بود تا از طریق آن‌ها ساخت اصلی را شناخت. این عوامل یا عناصر عبارت‌اند از: شبکهٔ اصلی دسترسی، مراکز عمدهٔ فعالیّتی، و عناصر اصلی شهر. مجموعیّت این سه عامل ساخت اصلی شهر را تشکیل می‌دهند (بذرگر، ۱۳۸۲: ۱۶۰).

ساختار فضایی شهر مجموعه‌ای است مرکب از یک ستون فقرات و شبکه‌ای به‌هم‌پیوسته از کاربری‌ها و عناصر مختلف و متنوّع شهری که شهر را در کلیّت آن انسجام می‌بخشد و تاروپودش در همهٔ گسترهٔ شهر تا انتهایی‌ترین اجزای آن یعنی محلّه‌های مسکونی امتداد می‌یابد. این مجموعه، شالودهٔ سازمان فضایی- کالبدی شهر و اجزای داخلی آن و مبین خصوصیات کلی شهر است و سایر ساختمان‌ها در شهر مانند پرکننده‌ها، بینابین بخش‌های اصلی این شبکه را می‌پوشاند (حمیدی، ۱۳۷۶: ۱).

باید در نظر داشت که مفهوم ساختار فضایی شهر، با مقیاس‌های متفاوت، متغیّر می‌شود:

در سطح منطقه، شامل شریان‌های اصلی منطقه‌ای و بین‌شهری اعم از خطوط زمینی یا حتی خط آهن، رشته‌ای از سکونت‌گاه‌ها، صنایع و قطب‌های فعالیّتی، تفریحی، مراکز اصلی حمل و نقل و... است که مقیاس حرکت در آن‌ها، حرکت سریع‌السیر سواره است.

در سطح کلان‌شهر، شامل شریان‌های سریع‌السیر شهری و بین‌شهری و بین منطقه‌ای مانند بزرگ‌راه‌ها، فعالیّت‌ها و مراکز کلان‌شهری که ارائه‌کننده خدمات در شهر و اقمار آن است، اعم از صنایع، مراکز تجاری و تفریحی، دانشگاهی و نظایر آن. مقیاس حرکتی این سطح، حرکت سواره و تندرو است.

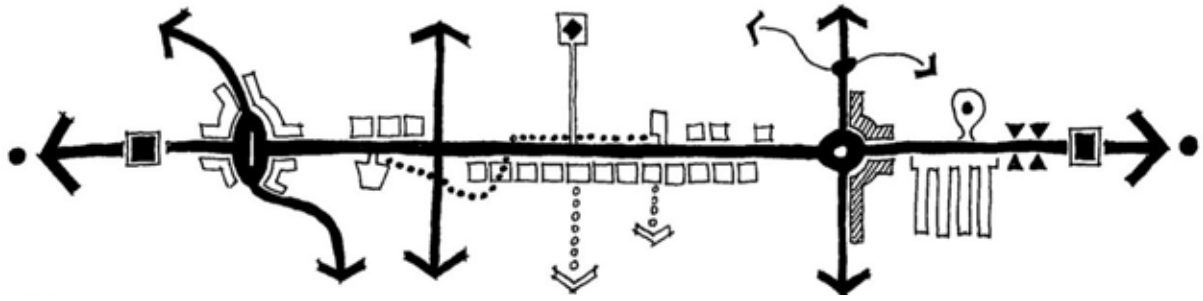
در سطح شهر، شامل خیابان‌های سواره اصلی، مراکز تجاری، فرهنگی و اداری و آنچه در حرکت سوارهٔ سریع قابل رؤیت و قابل دسترسی و توجّه است و می‌تواند عامل اتصال و پیوند مراکز شهری و محلّی باشد. در این مقیاس حرکت سواره با سرعت معمولی و در ادغام با حرکت پیاده است.

در سطح نواحی و محله‌های شهری، شامل خیابان‌ها و مسیرهای اصلی حرکت پیاده، همراه با فعالیّت‌های اوقات فراغت، تفریحی، خدماتی، تجاری در مقیاس نواحی و محله‌های شهر است که دارای مبلمان و تجهیزات شهری، عناصر شاخص معماری، و تداوم فضای سبز است. در این سطح مقیاس حرکت، پیاده است و لذا قابلیت رؤیت عناصر در دید عابر پیاده اهمیّت می‌یابد (پیشین).

حرکت پیاده و ساختار فضایی

رویکردها و جنبش‌ها

در چند دههٔ گذشته، جنبش پیاده‌مداری به‌عنوان سیاستی نوین برای کاهش اثرات خودروها در مراکز شهری و افزایش زیست‌پذیری آن در سراسر شهرهای جهان تسری یافته و از بوتوگا



تصویر شمارهٔ ۱: نمونهٔ شماتیک از ساختار فضایی شهری؛
مأخذ: حمیدی: ۱۳۷۶: ۱۸

Archive of SID
www.SID.ir

گرفته تـا بنگلادش، رنسانسـی در بازآفرینی مراکز شـهری خلق کرده اسـت. مفهوم امـروزی پیاده‌مداری پیدایش خـود را مدیون تحقیقـات دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ اسـت کـه هزینه‌های اجتماعی و محیط‌زیسـتی مهارنشدنی خودروها آشـکار شدند. از این دوران به بعد بـود که نیرومندتریـن و اثرگذارتریـن جنبش‌های طرّاحی مجدّد خیابان شـکل گرفت؛ جنبشی که محیط عمومی بسیاری از شـهرها را تغییر داده اسـت. پیاده‌مداری یکی از سیاسـت‌های محدودیّـت ترافیک اسـت که به دنبـال کاهش اثـرات زیان‌بار محیط‌زیستی ناشـی از خودرو محوری، افزایش ایمنی افراد پیاده، پـس گرفتـن فضاها بـرای فعالیّت‌های پیاده و بـدون ترافیک و اساسـاً بهبود محیط شـهری به‌عنوان مکانی برای زندگی اسـت (Brambilla & Longo,1997). نوشهرسازی[۶] با ظهور خود در اوایل دهۀ ۸۰ گسـترش شهرها را به چالش کشـید و از اولویت زندگی برای عموم در شـهرهای کوچک سـخن به میان آورد (مدنی‌پور، ۱۳۷۹: ۳۱۱-۳۱۰). پیروان نوشهرسـازی اعتقـاد دارند که تمام این مـوارد را می‌توان از طریق طرّاحی فیزیکـی‌ای که نزدیکی عابران پیـاده را به فروشـگاه‌ها، محل‌های کار، اماکن عمومی مشـترک، مناطق مسـکونی پرتراکـم و کاربری‌های مختلط بـه همراه دارد، به دسـت آورد (Caves, 2005: 332). اصول نوشهرسازی بر اساس منشـور آن (CNU) به‌طور خلاصه عبارت‌اند از: قابلیت پیاده‌روی، واحدهای مسـکونی متنوّع، معماری و طرّاحی شـهری باکیفیّت، تنوع و اختلاط کاربری‌ها، ارتباط و اتصال، تراکم فزاینده، پایداری، کیفیّت زندگی، ساختار محله‌ای سنتی، حمل و نقل هوشمند.

اصطلاح «رشـد هوشمند»[۷] توسط پاریس انگلندرنینگ، شهردار ماریلند از سـال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۲ باب شد. می‌توان گفت که پایه‌های این نظریه در کشورهای کانادا و آمریکا و عکس‌العملی به تحوّلات آغاز شـده از اوایل دهه ۱۹۶۰ بوده است» (رهنما و حیاتی، ۱۳۹۳). اصول کلی رشـد هوشمند مانند توسـعۀ پایدار در منابع مختلف، متفاوت ارائه شـده ولی آژانس حفاظت از محیط‌زیسـت آمریکا اصول کلی رشد هوشمند را در ۱۰ اصل زیر ارائه کرده است:

اختلاط کاربری زمین، اسـتفاده از مزایای طرّاحی ساختمان‌های با تراکم بالا، ایجاد فرصت و انتخاب مسکن برحسب گونه، اندازه و درآمد خانوارها، ایجاد واحدهای همسـایگی بـا محوریت عابر پیاده(مناسـب برای پیاده‌روی) ایجاد جوامع جذاب با حس مکان قدرتمنـد، حفظ فضاهای بـاز، زمین‌های کشـاورزی، زیبایی‌های طبیعـی، بناهای تاریخی و نواحی حسـاس محیطی و به‌طورکلی منابـع طبیعی، سـرمایه‌گذاری مجدد و تقویـت جوامع موجود و دستیابی به توسـعه‌ی متعادل‌تر منطقه‌ای، فراهم آوردن گزینه‌های مختلف حمل و نقل، قابل پیش‌بینی، مناسـب و ازلحاظ اقتصادی به‌صرفه نمودن تصمیمات توسـعه، تشویق و مشارکت شهروندان و گروه‌های ذینفع در تصمیمات توسعه (cowan, 2005: 357).

توسـعۀ مبتنـی بـر حمـل و نقـل عمومـی (TOD) ترکیبی عملکردی از کاربری زمین با حمل و نقل عمومی، به‌وسیله ایجاد محلّه‌های فشـرده، قابل پیاده‌روی و با کاربری مختلط در فاصله‌ای با قابلیت پیاده‌روی از ایسـتگاه حمل و نقل عمومی است. این نوع از توسعه، افراد، مشاغل و خدمات را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد و به‌گونه‌ای طرّاحی می‌شـود که سـفرهای پیاده و یا با استفاده از دوچرخـه، حمل و نقل عمومـی و اتومبیل را به سـفرهای ایمن، کارا و راحـت مبـدل سـازد (Canpzd, 2006: 5). اصول کلی این توسعه عبارت‌اند از: توسعه فشرده، اختلاط کاربری‌ها، پیاده‌مداری، تسهیلات حمل و نقل و جابه‌جایی (بهزادفر، ذبیحی، ۱۳۹۰: ۴۱).

نظریه‌ها و دیدگاه‌ها

طبـق نظر گِل، با توجه به زندگی همگانی و مکان‌هایی که این زندگی همگانی در آن تحقّق می‌پذیرد، طرّاحی ساختمان‌ها راهی برای رسـیدن به آن خواهد بود؛ این فضاها، فضایی زنده هستند و فرآیندهای برنامه‌ریزی باید با درک این فضاهای میان سـاختمان‌ها آغاز شـود. توجه به این فضاها و مد نظر قرار دادن آن‌ها در فرآیند طرّاحی و هم‌چنین توجه به فعالیّت‌ها و تعاملات انسانی و مقیاس آن‌هـا در فضاهـای همگانی، به شـهرها کیفیّتـی دعوت‌کننده می‌بخشد. کیفیّت مطلوب در محیط مصنوع فراهم‌آورندۀ بستری مناسـب برای وقوع انواع فعالیّت‌ها شـود؛ به طـوری که هر جایی کـه فعالیّتی در جریان باشـد، زمینه‌ای برای شـکوفایی و رخداد دیگـر فعالیّت‌ها نیز فراهم می‌شـود. وی فعالیّت‌های بیرونی را به سـه دسـته کلی فعالیّت‌های ضروری(مانند رفتن به مدرسه، محل کار، خرید و ...)، فعالیّت‌های انتخابی (مانند نشسـتن و لذت بردن از آفتاب، تماشـای مردم و استنشـاق هوای تـازه.) و فعالیّت‌های اجتماعی(دیدارهـا و گپ‌هـای کوتـاه، فعالیّت‌هـای گروهـی) تقسیم‌بندی کرد (گِل،۱۳۸۷: ۳).

از نظـر راپاپورت، حرکت و رفتار عابر پیاده، به‌طورکلی متأثر از دو پارامتر فیزیکی و فرهنگی- اجتماعی اسـت. عوامل بی‌شـمار فیزیکی، فرهنگی و اجتماعی نظیـر ایمنی، راحتی، زمان و مکان و شـرایط جـوی، هزینـه، موانع (فیزیکـی، بصـری، اجتماعی و فرهنگی)، کیفیّت محیط حرکت (آلودگی هوا، صوتی و بصری)، نوع پوشـش، شـرایط فیزیکی عابر (زن، مرد، کودک، سالخورده، معلول)، زیبایی و جذابیت مسـیر در جابه‌جایی حرکت عابر پیاده تأثیرگذار است (rapoport, 1980).

تیبالدز[۸] با انتقاد از شهرسازی مدرن و رشد ساخت و سازهای بزرگ، خیابان‌ها و شـبکه‌های دسترسی اتومبیل محور، شهرهای کنونی را فاقد مقیاس انسـانی می‌داند. تیبالدز اعتقاد دارد که «ساختمان‌های جدید اغلب بزرگ و تاوه‌ای شـکل هسـتند و مانع حرکت عابران پیاده. محیط‌های شهری موفق در سطح خیابان، محیط‌هایی هستند که برای عابران پیاده قابل نفوذ باشند، یعنی عابران پیاده را به حرکت در تمام جهت‌ها ترغیب می‌کننـد» (تیبالدز، ۱۳۸۳: ۷۶). تیبالدز، با توجـه به اهمیّت حرکت پیاده در فضاهای عمومی، به ایجاد وضوح

Archive of SID
www.SID.ir

در مکان‌هـا، سـهولت دید و دسترسـی، ادغام صحیـح فعالیّت‌ها و کاربری‌هـا، ساخت‌وسـازهای بناهای کوچک‌مقیاس، و توسـعهٔ یکپارچه حمل و نقل (پیاده و سواره) و ... اشاره دارد.

هیلیـر،[9] پژوهشـگر انگلیسـی در نظریـهٔ خود به نـام «حرکت طبیعی»،[10] تأثیر پیکره‌بندی فضایـی در هدایت حرکت عابر پیاده را مـورد توجه قـرار می‌دهد. او معتقد اسـت که برخـلاف نظریهٔ جاذب‌هـای فضایـی، پیکره‌بندی فضایـی شـبکهٔ معابر حرکت عابـران پیـاده را شـکل می‌دهـد (Hillier et al., 1993, 30-31). ایـن نظریّه بر آن اسـت کـه حرکت، اساسـاً موضوعـی مرتبط با ریخت‌شناسی شهر و محصول اصلی پیکره‌بندی فضا و نحوهٔ ارتباط بین عناصر شهری اسـت؛ به‌طوری که پیکره‌بندی فضایی به‌تنهایی می‌توانـد به‌عنوان عامل اصلی پیش‌بینی حرکت عابر پیاده در نظر گرفته شود (Toker, Baran & Mull, 2005: 1). هیلیر در ادامه بیان می‌دارد که پیکره‌بندی فضایی حتی در الگوی پخشـایش کاربری اراضی نیز دخیل اسـت و این تأثیر ناشـی از خاصیّت پیکره‌بندی فضایی در ایجاد دسترسـی و نفوذپذیری به بافت‌های شهری است. او معتقد است که در ابتدا پیکره‌بندی فضایی، الگوی حرکت را در سطح شهر هدایت می‌کند و سپس جاذب‌های فضایی و کاربری‌ها برای بهـره‌وری از این حرکت خـود را در جهت آن‌هـا مکان‌یابی می‌کنند و به این صورت پیکره‌بنـدی فضایی[11] می‌تواند بر الگوی بخشایش جاذب‌های[12] فضایی اثر گذارد (Hillier, 2007: 120).

هیلییر با روش چیدمان فضا[13] ارتباط کلیهٔ فضاهای شـهری را با یکدیگـر تجزیه و تحلیل می‌کند و نتایـج را به‌صورت پارامترهای ریاضـی- گرافیکی ارائه می‌دهـد. روش چیدمـان فضا به کمک مفهوم شـعاع هم‌پیوندی[14] قادر است میزان عبور پیاده را پیش‌بینی کند. تجربه ثابت کرده است که میزان هم‌پیوندی یک گره با میزان اسـتفاده از آن گره و یا میزان عبور پیاده در آن گره مرتبط است. تا حدی که این معیار به عنوان «پتانسیل حرکت»[15] شناخته شده است (Raford & Ragland, 2003). به این ترتیب هرچه میزان هم‌پیوندی خیابان بالاتر باشـد، ظرفیّت حرکت عابر پیاده در آن بیش‌تر و در نتیجه فضا برای استفاده‌کنندگان مطلوب‌تر خواهد بود.

پژوهش‌ها و مطالعات کاربردی

در سرتاسـر دنیا با توجه به اهمیّت و ضرورت مباحث مربوط به پیاده‌مداری، پژوهش‌ها و مطالعات کاربردی بسیاری انجام شده است که هر یک از زاویه دید مشـخّصی، این موضوع را مورد بررسی قرار داده‌اند. دام نوزی[16] مواردی چون کاربری‌های با عملکرد ۲۴ سـاعته، تجهیزات، بلوک‌های با طول کم، پیاده‌روهای عریض، منظر و ... را به‌عنـوان معیارهای اصلی ایجاد، توسـعه و نگهداری پیاده‌راه مطرح کرده است(کاشـانی‌جو، ۱۳۸۹: ۷۲). سـازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سـن‌دیه‌گو[17] با نظارت «اداره کل بزرگراه‌های فدرال»،[18] پژوهشی در زمینـهٔ پیاده‌مداری انجـام داد. یافته‌های این پژوهش نشـان می‌دهد کـه فاصله زیـاد و زمان طولانی سـفر موانعی بازدارنـده در مقابل سـطح بالاتری از پیاده‌روی هسـتند. شـماری از عوامل محیطی از قبیل ایمنی، سـروصدا و نامناسـب بودن پیاده‌روها و در کل فقدان محیط‌های انسان‌ساخت پیاده‌مدار نیز از ظرفیّت اشتیاق به پیاده‌روی می‌کاهنـد. مجموعه‌ای منسـجم از رهنمودها کـه موجد محیطی جـاذب برای پیـاده‌روی هسـتند، باید طیف وسـیعی از معیارهای برنامه‌ریـزی و طرّاحی را در خود جـای دهند. این مطالعه با کلیاتی هم‌چـون برنامه‌ریـزی کاربری زمیـن و حمل و نقل آغازشـده که لازمه بسـتر محیطـی ایمن و پیاده‌مدار هسـتند. تمرکز بر طرّاحی تمام معبر خیابان بخش بعدی این مطالعه بود که نیازهای ترافیک سـواره، دوچرخه و عابران پیاده را به‌صـورت توأمان مورد توجه قرار داد. سـرانجام نیز، توصیه‌های ویـژه‌ای را برای طرّاحی «قلمرو پیاده» پیشـنهاد کرد. در این مطالعه، مؤلفه‌های مؤثـر در پیاده‌مدار کردن محیط عبارت‌اند از: پیاده‌رو، کاربری، دسترسـی مناسـب معلولان، تسـهیل عبور از عرض پیاده‌رو، فواصل معقـول پیاده‌روی، مقیاس، امنیّـت و جذابیّت بصری و هویّت اجتماعی، اقلیم و کیفیّت هوا و پارکینگ مناسب (سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن‌دیه گو، ۱۳۸۸: ۳).

لورن دانیل به‌عنوان شهرسـاز بـرای اندازه‌گیری پیاده‌مداری هر ناحیه شـهری به چهار عامل اشـاره دارد و معتقد است بدون آن‌ها نمی‌تـوان پیاده‌مداری (پذیری) محله‌هـا را ارزیابی کرد. این چهار عامل عبارت‌اند از:

الف) نزدیکـی به مکان‌های خدماتی، محل کار، زندگی، بازی، کتابخانه، بانک و... (حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه به‌صورت پیاده)،

ب) تراکـم منجر بـه تنوع: گرچـه تراکم جمعیتـی در محله بـرای حضور پیاده‌ها بسـیار اهمیّـت دارد، اما تنـوع فعالیّت‌های خرده‌فروشی، اجتماعی و تحصیلی است که باعث می‌شود محله همزمان برای پیاده‌ها جالب و قابل استفاده باشد،

ج) کیفیّت زیرسـاخت: نظیـر پیاده‌روها، رمپ‌هـا، محل عبور ایمن از خیابان،

د) دلپذیـر بودن: خیابان‌هـا باید دعوت‌کننده سـاکنان و مردم باشـند و این موضـوع تنها با برقراری ایمنـی پیاده‌ها از برخورد با دیگر وسایل نقلیه و تأمین امنیّت فیزیکی آن‌ها میسر می‌شود.

در پژوهش دیگر با عنوان «طرح شهر ادمونتن، ۲۰۰۸» برای اینکه پیاده‌روی در سطح محلّه‌ها افزایش یابد، ملاحظاتی در چهار سطح برای ایجاد سامانه حمایت از پیاده‌روی در سطح محلّه‌ها، پیشنهاد شد. این چهار سطح، مؤلفه‌های لازم را برای محله پایدار پیاده‌مدار شـامل می‌شـوند که عبارت‌اند از: کیفیّت سـفر، فرم و عملکرد (Moudon, 2006: 111)، زیرسـاخت‌های پیـاده و سیاسـت‌ها و برنامه‌ها.

در سـال ۲۰۰۷ یک گـروه تحقیقاتی به سرپرسـتی دکتر لری فرانک[19] در سیاتل آمریکا یک شیوهٔ امتیازدهی پیاده‌مداری مکان به نام واک‌اسـکور[20] ابداع کردند. این شـیوه در حـال حاضر در

Archive of SID
www.SID.ir

کشـورهای آمریکا، کانادا، اسـترالیا و زلاند نو برای امتیازدهی به قابلیت تولید سـفر پیاده استفاده می‌شود. هدف از این امتیازدهی، ترویج پیاده‌مداری در محلّه‌های مسـکونی و دست‌یابی به اهداف توسعه پایدار و اصول نوشهرگرایی است. امروزه این امتیاز در کنار سـایر ویژگی‌های منزل مسـکونی مانند تعداد اتـاق، متراژ، تعداد سرویس و... به خریداران و مستأجران عرضه می‌شود و جزء عوامل مؤثّر در انتخاب مسکن به شمار می‌رود.

چند سالی است که نرم‌افزار آنلاین واک اسکور بر روی اینترنت و تلفن همراه به مردم شـهرهای آمریکای شـمالی، رده‌بندی پیاده پذیری محل هایی را که در آن زندگی می کنند با محاسبه فاصله‌های دسترسی پیاده (حدود ۴۰۰ متر) از هر نقطه به نزدیک‌ترین مکان‌ها نظیر مغازه، فروشـگاه، رستوران، ایسـتگاه ترانزیت، بوستان و... را در شـهرهای مختلف اعلام می کند. امکانات سایت واک اسکور بیش‌تر از اطلاعات نقشـه‌های گوگل فراهم شـده اسـت. سطح دسترسی به مکان‌های مورد اشاره به‌صورت پیاده توسط این سایت با اسـتفاده از یک الگوریتم بسیار ساده (تراکم جمعیت و نزدیکی به اماکن تجاری، آموزشی و...) نسبت به نشانی مورد نظر متقاضی محاسبه می‌شود. شرکت واک اسکور خدمات خود را در اینترنت در اختیار عموم مردم قرار می‌دهد و هر فرد می‌تواند با وارد کردن نشـانی مورد نظر خود، امتیاز پیاده آن را ببیند. شایان گفتن است که نتایج حاصل از این شیوه، در زمینه‌های متنوّعی نظیر تحقیقات بازار مسکن، مکان‌یابی ایسـتگاه‌های حمل و نقل، انتخاب محل زندگی و بسیاری موارد دیگر اسـتفاده می‌شود(شهابیان و بی‌آزار، ۱۳۹۲: ۷۹۲). به‌طـور خلاصه، الگوریتم واک اسـکور ابتدا به همه خدمات موجـود در اطراف مبدأ مـورد نظر، امتیـاز حداکثری را اختصاص می‌دهد، سپس بر مبنای فاصله آن خدمات، درصدی از امتیاز داده‌شـده را کسر می کند(تابع نزولی فاصله). در ادامه، تعداد تقاطع‌ها و طول بلوک را می‌سنجد (معیارهای پیاده‌دوستی)[۲۱] و اگر با اسـتانداردهای متصور مغایرت داشته باشـد، بازهم از امتیاز کل کسـر خواهد شد. برای رسیدن به امتیاز پیاده هر پلاک یا بلوک،

جدول شمارهٔ ۱: معیارها و شاخص‌های مستخرج از رویکردها، نظریه‌ها و مطالعات کاربردی

محور	نظریّه	کاربری	ریخت‌شناسی (پیکره‌بندی)	الگوی ساختمان‌های	الگوی قطعات و بلوک‌ها	ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی	تجهیزات و مبلمان شهری	کیفیت مکانی	اقلیم	زیرساخت‌های حرکت پیاده	ویژگی‌های انسانی (اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی)
رویکردها و جنبش‌ها	نوشهرسازی	*		*	*		*	*		*	
	رشد هوشمند	*		*		*			*		
	TOD	*		*	*	*	*				
نظریه‌ها و دیدگاه‌ها	یان گِل	*						*			*
	اِمس راپاپورت						*	*	*	*	*
	فرانسیس تیبالدز	*		*	*		*				*
	جین جیکوبز	*					*				*
	ویلیام اچ . وایت						*		*	*	
	هیلییر		*								*
پژوهش‌ها و مطالعات کاربردی	طرح‌های جامع پیاده	*			*		*	*	*	*	*
	طرح شهر ادمونتن ۲۰۰۸	*	*	*	*	*		*		*	
	دام نوزی	*		*				*		*	
	واک اسکور	*	*	*	*						
	سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن‌دیه‌گو	*						*		*	*
	لورن دانیل	*						*		*	
	سرورو	*									

Archive of SID
www.SID.ir

سه دسته اطلاعات زیر لازم است:

الف) شبکه و فواصل پیاده،

ب) سنجه‌های کمّی خیابان شامل تراکم، تعداد تقاطع و اندازه بلوک،

ج) امتیاز کاربری‌های گروه خاص (Walk Score Methodology, 2011).

تحقیقات سرورو و کاکلمن نشان می‌دهد که تراکم و تنوع کاربری‌های زمین و طرّاحی‌های پیاده‌مدار میزان سفرهای پیاده را افزایش داده و با استفاده از روش‌های پایدار، سفرهای غیر موتوری را ترغیب می‌کند (Cervero and Kockelman ,1997). سرورو به بیانی دیگر می‌گوید «فشرده، مختلط و پیاده‌مدار بودن توسعه‌های شهری تأثیر بسزایی بر وسیله سفر انتخابی شهروندان دارد» (Cervero, 2002: 266).

سرورو به همراه دانکن در جای دیگر بیان می‌کند که اختلاط کاربری از سه طریق می‌تواند سفرها را کاهش دهد (Cervero & Duncan, 2006):

الف) نزدیک کردن مبدأ و مقصد به یکدیگر و در نتیجه کاهش طول و زمان سفر،

ب) ترغیب کردن شهروندان به پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و یا استفاده از حمل و نقل عمومی،

ج) حذف و یا کاهش دادن سفرهای با وسایل نقلیهٔ موتوری از طریق ایجاد مقاصد جدید و راحت.

به‌طورکلی، می‌توان شاخص‌ها و معیارهای پیاده‌مداری منتج از مطالعهٔ رویکردها و جنبش‌ها، نظریه‌ها، دیدگاه‌ها و پژوهش‌های را در قالب جدول شمارهٔ ۱ دسته‌بندی کرد.

شناخت و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

از آنجا که هدف این مقاله ارائه یک مدل و روش برای سنجش میزان ظرفیّت پیاده‌مداری معابر (حجم جریان حرکت پیاده) بر اساس ساختار فضایی است، لازم است تا واحد تحلیل تدقیق شود. لذا نگارندگان، ناحیه را به‌عنوان کوچک‌ترین واحد تحلیل حرکت پیاده انتخاب کرده‌اند. هم‌چنین با توجه به اینکه معابر با درجه‌های مختلف (از نظر جابه‌جایی و اجتماعی)، اولویت‌های متفاوتی در حرکت می‌طلبد، لذا برای مقایسهٔ، معابر باید از نظر سطح (شریانی درجهٔ ۱، شریانی درجهٔ ۲ یا جمع کننده) یکسان باشند. با توجه به انتخاب ناحیه به‌عنوان محدودهٔ مورد مطالعه، خیابان‌های جمع و پخش کننده، برای سنجش انتخاب شدند.

ناحیهٔ ۳ منطقهٔ ۶ شهرداری تهران، مشتمل بر ۳ محله عباس‌آباد، سنایی و بهجت‌آباد (محله ۱۲) است. این ناحیه از شمال به خیابان شهید بهشتی حدفاصل بزرگراه مدرس تا خیابان ولیعصر، از جنوب به خیابان کریم‌خان حد فاصل میدان ولیعصر تا میدان هفت‌تیر، از شرق به بزرگراه مدرس حد فاصل خیابان شهید بهشتی تا خیابان کریم‌خان و از غرب به خیابان ولیعصر حد فاصل خیابان شهید بهشتی تا میدان ولیعصر محدود است. بیش‌تر املاک ناحیه به‌صورت آپارتمان‌های ۴ تا ۵ طبقه‌ای است و با توجه به این که ۶۳,۵ درصد املاک ناحیه کاربری مسکونی و ۳۶,۴ درصد کاربری اداری تجاری دارند، بافت غالب ناحیه مسکونی است. البته بنا بر طرح تفصیلی جدید شهر تهران و آمار روزانه تغییر کاربری، بافت ناحیه به‌تدریج از مسکونی به اداری- تجاری در حال تغییر است.

با توجه به طرح جامع و تفصیلی منطقه ۶، خیابان‌های جمع و پخش کننده ناحیه ۳ این منطقه عبارت‌اند از:[۲۲] خیابان‌های خردمند، سنایی، شاهین، سرتیپ لطیفی، فجر، لارستان، صدر و استاد نجات الهی(بعد از تقاطع کریم‌خان زند)

همان‌گونه که در چارچوب نظری اشاره شد، معیارهای زیر به‌عنوان عوامل مؤثر درحرکت پیاده(در حوزهٔ ساختار فضایی) شناخته‌شده و به‌عنوان واحد تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر یک از این عوامل توسط زیرشاخه‌هایی تحلیل خواهند شد.

عامل اول ـ پیکره‌بندی فضایی: سطح تحلیل؛ هم‌پیوندی، اتصال و انتخاب،

عامل دوم ـ کاربری: سطح تحلیل؛ درجه اختلاط و تراکم کاربری‌های جاذب،

عامل سوم ـ نفوذپذیری: سطح تحلیل؛ تعداد تقاطع در واحد ۱۰۰ متر و متوسط طول بلوک در ضلع مجاور به معبر.

تصویر شمارهٔ ۱: نقشه موقعیت ناحیه ۳ در منطقه ٦ شهر تهران

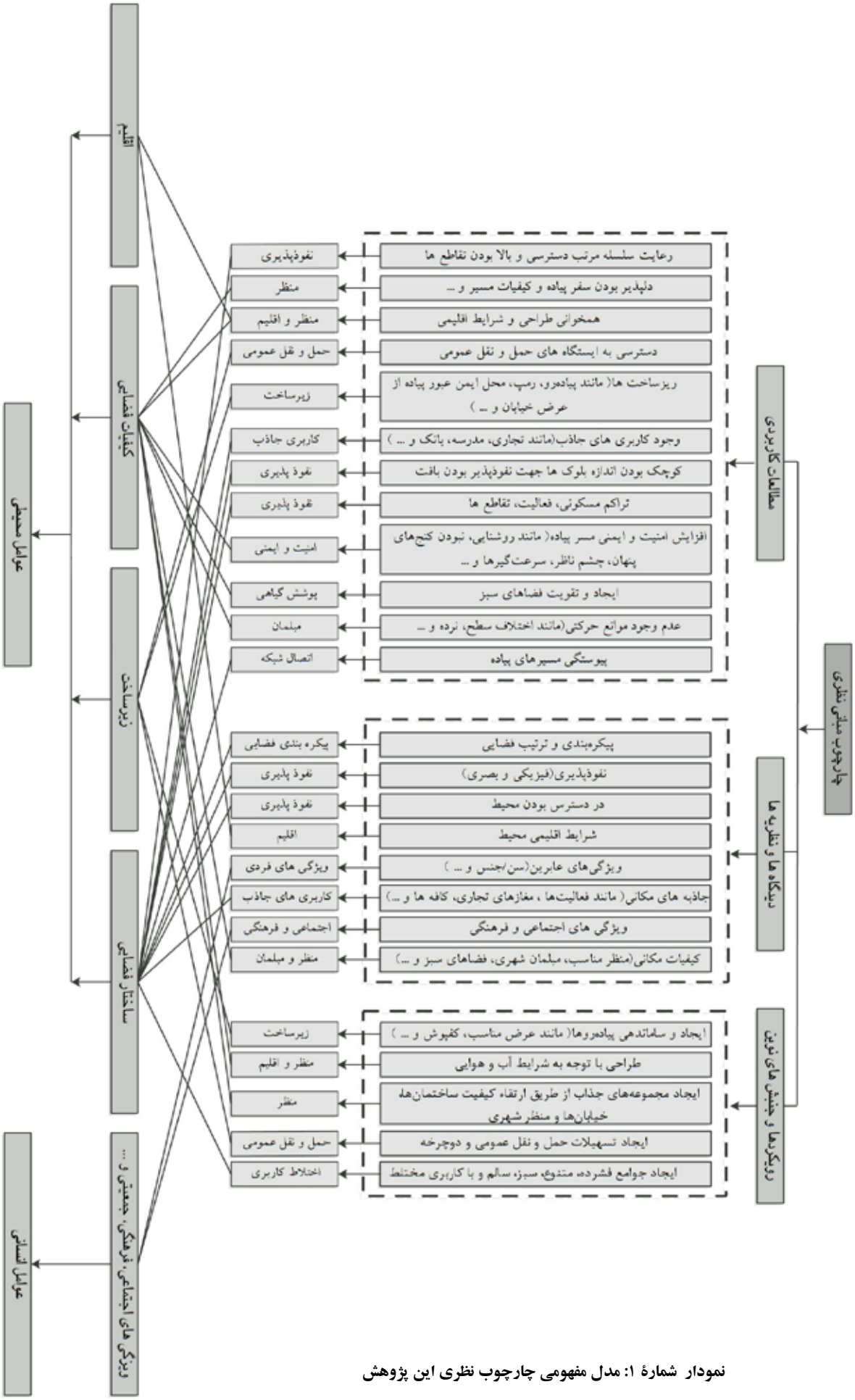
عامل اول: پیکره‌بندی فضایی

برای تحلیل پیکره‌بندی فضایی، روش چیدمان فضا، طیفی از پارامترهایی تحلیلی ارائه می‌دهد که با توجه به تأثیر بر حرکت پیاده، عبارت‌اند از:

درجه هم‌پیوندی[۲۳]:

هم‌پیوندی اصلی‌ترین مفهوم چیدمان فضاست. ارزش هم‌پیوندی هر خط(فضا)، میانگین تعداد خطوط(یا فضاهای)

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار شمارهٔ ۱: مدل مفهومی چارچوب نظری این پژوهش

www.SID.ir

واسطی است که بتوان از آن به تمام فضاهای اطراف رسید. بنابراین هم‌پیوندی مفهومی ارتباطی دارد و نه مفهومی فاصله‌ای و متریک (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱: ۶۸). در واقع درجه هم‌پیوندی هر فضای شهری، میزان یکپارچگی آن را با کل شهر نشان می‌دهد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که چگونگی پراکندگی هم‌پیوندی در سطح شهر با چگونگی حرکت عابران در آن همبستگی بالا دارد (Turner, 2007: 145). روش چیدمان فضا به کمک مفهوم شعاع هم‌پیوندی قادر است میزان عبور پیاده را پیش‌بینی کند. تجربه ثابت کرده است که میزان هم‌پیوندی یک گره با میزان استفاده از آن گره و یا میزان عبور پیاده در آن گره مرتبط است. تا حدی که این معیار به عنوان «پتانسیل حرکت»[۲۴] شناخته شده است (Raford & Ragland, 2003). هم‌پیوندی اگر در کل سیستم شهری مطرح شود، هم‌پیوندی فراگیر[۲۵] و اگر جزئی از سیستم باشد، هم‌پیوندی محلّی[۲۶] خوانده می‌شود. در این پژوهش با توجه به این که معابر در سطح محلّه مورد بررسی قرار گرفتند، لذا هم‌پیوندی محلی مورد نظر است.

درجهٔ اتصال[۲۷]:

مفهوم عینی اتصال به معنی ارتباط فضایی است. اتصال، شاخص سنجش ترکیبی محلّی است که روابط بین هر فضا و فضای مجاور بی‌واسطه‌اش را در نظر می‌گیرد. بر اساس توضیح ریاضی، اتصال هر محور، تعداد محورهایی را که به طور مستقیم به آن متصل هستند بازنمایی می‌کند. محورهای با ارزش اتصالِ بیش‌تر، از جهات مختلف دسترس‌پذیرتر خواهند بود و به مردم امکان انتخاب‌های بیش‌تری را می‌دهند. پیش‌بینی می‌شود این محورها به‌طور متوالی، بیش‌تر توسط مردم استفاده شوند. می‌توان مفهوم کاربردی آن را دسترسی بیان کرد. مقدار عددی اتصال بیان‌کنندهٔ تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای مورد نظر است؛ به عبارتی، درجهٔ اتصال، تعداد گره‌هایی است که به طور مستقیم به هر گره منفرد در گراف اتصال متصل شده‌اند (Jiang & et al., 2000: 164).

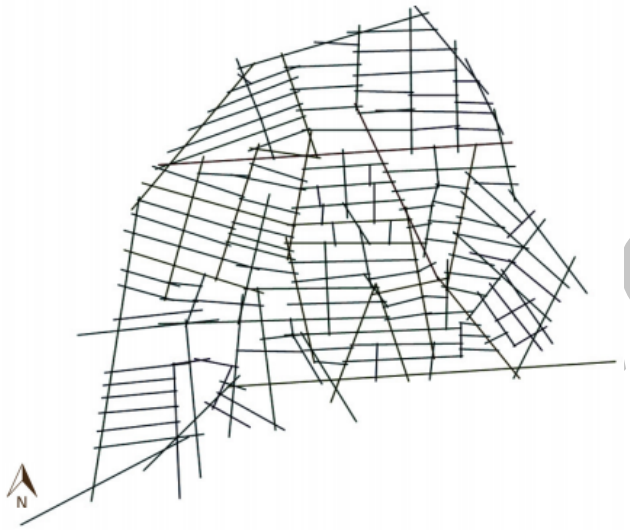
درجهٔ انتخاب[۲۸]:

مقدار دیگری که در روش چیدمان فضا به دست می‌آید انتخاب است. مقدار انتخاب برای هر گره هنگامی زیاد است که کوتاه‌ترین مسیرهای موجود بین هر دو گره در سیستم از گره مورد نظر عبور کند؛ به‌عبارت دیگر اگر احتمال استفاده از فضایی در طی کردن کوتاه‌ترین مسیرهای موجود بین هر دو فضای احتمالی در کل سیستم شهری زیاد باشد، آنگاه مقدار انتخاب این فضا بیش‌تر است. فضاهایی که میزان انتخاب در آن‌ها بالاتر است، معمولاً فضاهایی را نشان می‌دهند که برای رسیدن به هم‌پیوندترین فضاها احتمال دارد بیش‌تر مورد استفاده قرار گیرند. مطالعات مختلفی از وجود همبستگی بین مقدار انتخاب و حرکت عابر پیاده و یا مکان‌یابی کاربری‌های تجاری خبر می‌دهد(Lam, 2008: 8).

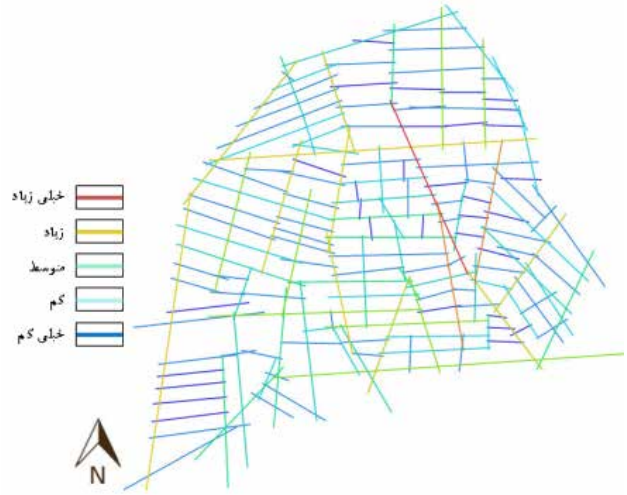
لذا ابتدا نقشهٔ محوری بافت مورد مطالعه ایجاد و سپس با استفاده از نرم‌افزار DepthMap درجه هر یک از شاخص‌های فوق، مورد بررسی قرار گرفت.

جدول شمارهٔ ۲: مقادیر شاخص‌های ترتیب فضایی معابر منتخب

ردیف	خیابان	هم‌پیوندی (Integration [HH] R3)	اتصال (Connectivity R3)	انتخاب (Choice [Norm] R3)
۱	فجر	۳,۰۸	۱۷	۰,۱
۲	سرتیپ لطفی	۲,۵	۸	۰,۰۶
۳	شاهین	۲,۹۵	۹	۰,۰۴
۴	خردمند(شمالی)	۳,۱۳	۱۷	۰,۱۱
۵	لارستان	۲,۸۵	۱۶	۰,۰۵
۶	استاد نجات الهی(شمالی)	۲,۶۱	۸	۰,۰۲
۷	صدر	۲,۹۳	۷	۰,۰۵
۸	سنایی	۲,۵۵	۸	۰,۰۲

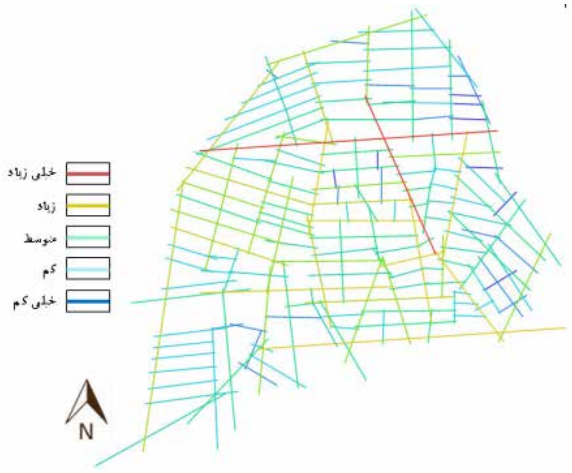


نقشهٔ شمارهٔ ۲: نقشه محوری (Axial map) ناحیه ۳ منطه ٦ شهرداری تهران

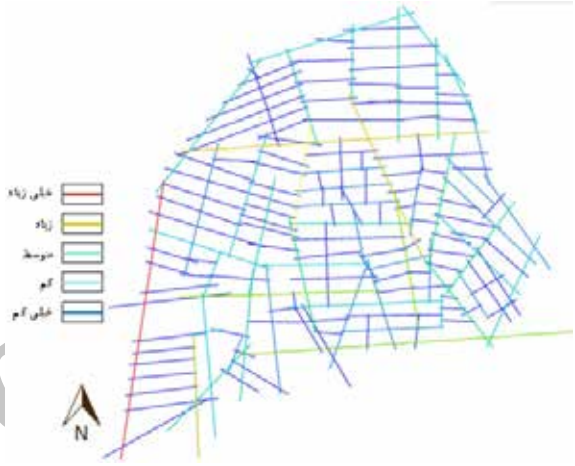


نقشهٔ شمارهٔ ۳: نقشهٔ درجهٔ اتصال(Connectivity)

Archive of SID
www.SID.ir



نقشهٔ شمارهٔ ٤: نقشهٔ درجهٔ هم‌پیوندی(Integration)



نقشهٔ شمارهٔ ٥: نقشهٔ درجهٔ انتخاب (Choice)

عامل دوم: کاربری‌های جاذب حرکت پیاده

در مقایسه با سایر عناصر اصلی ساختار فضایی، کاربری اراضی نسبتاً موقتی و ناپایدار است. ورود کاربری‌های جدید غالباً به توسعهٔ دوباره، پدید آوردن ساختمان‌های جدید، به هم پیوستن قطعات و در کمتر مواردی به تقسیم‌شدگی و اِعمال تغییرات در الگوی خیابان‌ها می‌انجامد. بالعکس جابه‌جایی و جانشین کردن کاربری‌ها با یکدیگر بیش‌تر به تغییر ساختمان‌های موجود در نواحی قدیمی‌تر و غالباً بازسازی آن‌ها، برای وفق دادن و تغییر آن‌ها با شرایط و اوضاع جدید صورت می‌پذیرد(کرمونا و تیزدل، ۱۳۹۰: ۶۱). هم‌چنین کاربری‌ها نقش عمده‌ای در میزان جذب سفر پیاده و سواره با خود به همراه دارند. برخی از کاربری‌ها مانند تجاری، آموزشی، فرهنگی و... عابران پیاده را به سمت خود جذب کرده و موجب جریان حرکت پیاده در معابر می‌شوند. در مقابل، برخی دیگر از کاربری‌ها مانند پمپ بنزین، کارگاهی، تعمیرات ماشین و ... دافعه حرکت پیاده و بیش‌تر ترغیب‌کننده حرکت سواره هستند.

در این بحث دو زیر معیار برای سنجش در نظر گرفته شده است. اولی درجه اختلاط کاربری است که با شاخص آنتروپی محاسبه می‌شود و دومی تراکم مکانی کاربری‌های جاذب است که با تکنیک TOPSIS، معابر درجه‌بندی می‌شوند.

درجه اختلاط کاربری

یکی از مؤلفه‌های اساسی در توسعهٔ مبتنی بر حمل و نقل عمومی و توسعه پیاده‌مدار توجه به کاربری مختلط است. این امر باعث جذب عابران پیاده شده و از آنجا که مبدأ و مقصد را به یکدیگر نزدیک می‌کند موجب درونی شدن سفرها در حوزهٔ TOD[۲۹] می‌شود. افراد بدون آن‌که نگران نیاز به استفاده از اتومبیل برای انجام فعالیّت‌های روزمره‌شان باشند به‌راحتی با استفاده از حمل و نقل عمومی و یا پیاده کارهایشان را انجام می‌دهند (Valley Connections, 2001: 7-8).

در این پژوهش، درجهٔ اختلاط کاربری بر اساس فرمول شاخص آنتروپی محاسبه شد (جدول شمارهٔ ۳) (پیوست شماره ۱).

جدول شمارهٔ ۳: آنتروپی اختلاط کاربری خیابان‌های منتخب

ردیف	نام معبر	ضریب آنتروپی	ضریب آنتروپی استانداردشده
۱	خیابان استاد نجات الهی	۱۳۲,۶	۰,۵۲
۲	خیابان صدر	۱۵۸,۳	۱
۳	خیابان لارستان	۱۱۷	۰,۲۳
۴	خیابان شاهین	۱۵۴,۴	۰,۹۳
۵	خیابان فجر	۱۲۱,۵	۰,۳۱
۶	خیابان لطیفی	۱۴۵,۵	۰,۷۶
۷	خیابان خردمند	۱۰۴,۸	۰
۸	خیابان سنایی	۱۱۵,۲	۰,۲

تراکم مکانی کاربری‌های جاذب

نوع کاربری در جذب سفر بسیار مهم است؛ به‌عنوان‌مثال اگر جدار معبر بیش‌تر کاربری‌های کارگاهی و تعمیراتی باشد، بیش‌تر جاذب سفرهای اجباری و از نوع سواره است؛ در مقابل، اگر جدار معبر مملو از کاربری‌های تجاری باشد، بیش‌تر دعوت‌کنندهٔ سفرهای اختیاری و از نوع پیاده است. طبق مطالعات انجام‌شده توسط مودن و دیگران (Moudom & et al, 2006)، کاربری‌های جاذب سفر پیاده در محلّهٔ مسکونی، به ترتیب اهمیّت شامل مغازه‌های میوه و تره‌بار، رستوران‌ها، خرده‌فروشی‌ها، کافه‌ها، بانک‌ها، بوستان‌ها، مدارس، کتاب‌فروشی و کاربری‌های تفریحی است. وجود این کاربری‌ها در محلّه، میزان پیاده‌روی را افزایش می‌دهد. بنابراین، ابتدا کاربری‌ها به ۹ دستهٔ تجاری، آموزشی، مذهبی، ورزشی، فرهنگی، خدماتی، فضای سبز، حمل و نقل، نظامی و انتظامی تقسیم و تعداد هرکدام در جداره‌های معابر برداشت شدند. سپس با استفاده از تکنیک TOPSIS، معابر بر اساس تراکم کاربری‌های جاذب اولویت‌بندی شدند. هرچه امتیاز معبر نزدیک‌تر به ۱ باشد، تراکم مکانی کاربری‌های جاذب در آن بیش‌تر است. شایان گفتن است که کاربری‌های دافع حرکت پیاده(مانند پارکینگ، تعمیرگاه ماشین و ...) دارای ضرایب منفی هستند (جدول شمارهٔ ۴).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شمارهٔ ٤: اولویت‌بندی معابر ازنظر تراکم کاربری‌های جاذب

ردیف	خیابان	s	m	m+s	اولویت‌بندی معابر (m/(m+s))
۱	صدر	۱,۰۹	۱,۷۴	۲,۸۲	۰,۶۲
۲	لارستان	۱,۰۹	۱,۶۴	۲,۷۳	۰,۶
۳	فجر	۱,۱۹	۱,۶	۲,۷۹	۰,۵۷
۴	استاد نجات الهی(شمالی)	۱,۴۸	۱,۱۵	۲,۶۳	۰,۴۴
۵	سرتیپ لطفی	۱,۷۱	۱,۰۴	۲,۷۵	۰,۳۸
۶	سنایی	۱,۸۹	۰,۸۷	۲,۷۶	۰,۳۱
۷	خردمند(شمالی)	۲,۰۱	۰,۸۳	۲,۸۴	۰,۲۹
۸	شاهین	۱,۹۷	۰,۶۲	۲,۵۹	۰,۲۴

عامل سوم: نفوذپذیری معابر

هرچه بلوک‌های ساختمانی کوچک‌تر باشد هم دسترسی سریع و راحت پیاده را تسهیل می‌کند و هم برای ایجاد تراکم بیش‌تر مطلوبیت پیدا می‌کند. این بدان معناست که برنامه‌ریزی و طرّاحی با تکیه‌بر اصل نفوذپذیری شکل می‌گیرد. بر طبق این اصل، هرچه بلوک کوچک‌تر باشد، معابر نفوذپذیرتر خواهند بود. در این مقاله دو شاخص طول بلوک و تعداد تقاطع‌ها، جهت تعیین میزان نفوذپذیری معابر انتخاب‌شده است که در ادامه نحوه محاسبه آن‌ها ارائه‌شده است:

تعداد تقاطع‌های هر معبر

هر چه تعداد تقاطع‌ها بیش‌تر باشد، معبر نفوذپذیرتر است. لذا با شمارش تقاطع‌های هر معبر و تقسیم آن بر طول معبر، میانگین تقاطع در واحد سطح به دست می‌آید. در نهایت اعداد به‌دست‌آمده بی‌مقیاس می‌شوند. با توجه به اینکه متوسط و استاندارد جداره هر معبر ۱۰۰ متر است، لذا در اینجا واحد سطح نیز ۱۰۰ متر است (Steiner & et al, 2004: 5) (جدول شمارهٔ ۵).

جدول شمارهٔ ۵: متوسط تعداد تقاطع در هر ۱۰۰ متر

ردیف	خیابان	طول معبر	طول معبر تقسیم‌بر ۱۰۰ متر	تعداد تقاطع	متوسط تعداد تقاطع در ۱۰۰ متر
۱	فجر	۵۹۲	۵,۹۲	۱۵	۲,۵
۲	سرتیپ لطفی	۵۳۳	۵,۳۳	۸	۱,۵
۳	سنایی	۱۰۲۶	۱۰,۲۶	۲۹	۲,۸
۴	شاهین	۵۱۶	۵,۱۶	۷	۱,۴
۵	استاد نجات (الهی شمالی)	۳۹۱	۳,۹۱	۸	۲
۶	صدر	۶۸۹	۶,۸۹	۹	۱,۳
۷	لارستان	۵۴۱	۵,۴۱	۱۷	۳,۱
۸	خردمند (شمالی)	۵۸۴	۵,۸۴	۱۷	۲,۹

متوسط طول بلوک‌های مجاور معابر

از آنجا که تعداد تقاطع به تنهایی، بیانگر نفوذپذیری نیست و در عمل ممکن است تراکم تقاطع‌ها در قسمتی از طول معبر باشد و دیگر قسمت‌های معبر دارای بلوک‌های طولانی باشند، لذا متوسط طول بلوک نیز محاسبه می‌شود. هر چه طول ضلع مجاور معابر بلوک‌ها، کم‌تر باشد، بافت نفوذپذیرتر و دسترسی به معابر بیش‌تر است. در این‌جا منظور، متوسط طول بلوک‌هایی است که یک ضلع آن مجاور معبر (جداره) قرار گرفته است. هر چه طول بلوک‌ها کوتاه‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ تعداد تقاطع بیش‌تر، مسافت‌های کوتاه‌تر برای سفر، مسیرهای بیش‌تری بین مکان‌ها و اتصال‌پذیری بهتر خواهد بود. استانداردها عموماً در محدودهٔ ۹۰ تا ۱۸۰ متر است (پیشین).

برای رسیدن به متوسط طول بلوک، ابتدا طول بلوک‌های هر معبر برداشت شد، سپس با جمع و تقسیم بر تعداد بلوک، متوسط آن به دست آمد (جدول شمارهٔ ۶).

جدول شمارهٔ ٦: متوسط طول بلوک هر معبر

ردیف	خیابان	جمع طول بلوک‌ها	تعداد بلوک	متوسط طول بلوک
۱	فجر	۹۰۵	۱۵	۶۰
۲	سرتیب لطفی	۸۳۹	۸	۱۰۵
۳	سنایی	۱۶۱۵	۲۸	۵۸
۴	شاهین	۸۳۸	۷	۱۲۰
۵	استاد نجات الهی (شمالی)	۶۲۵	۸	۷۸
۶	صدر	۱۲۰۳	۹	۱۳۴
۷	لارستان	۸۷۵	۱۷	۵۱
۸	خردمند (شمالی)	۹۰۹	۱۷	۵۳

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با بررسی مؤلفه‌های ساختار فضایی و معیارهای پیاده‌مداری در چارچوب نظری، سه عامل پیکره‌بندی فضایی، کاربری و نفوذپذیری به‌عنوان عوامل مؤثر بر حرکت پیاده شناسایی شد. در ادامه پیکره‌بندی فضایی با تکنیک Space Syntax و نرم‌افزار Depthmap، کاربری با محاسبهٔ درجهٔ اختلاط کاربری و تراکم مکانی کاربری‌های جاذب و در نهایت نفوذپذیری با تراکم تقاطع در ۱۰۰ متر و متوسط طول بلوک تحلیل و کمّی‌سازی شد و معابر منتخب هر یک امتیاز و درجهٔ مشخّصی به خود اختصاص دادند.

در آخر برای انتخاب پیاده‌مدارترین معبر بر اساس شاخص‌های ساختار فضایی از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاری TOPSIS استفاده شد. فن تاپسیس یا اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل، که نخستین بار به‌وسیلهٔ ونگ و یون در سال ۱۹۸۱ معرفی شد، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار مانند AHP است. از این تکنیک می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسهٔ

Archive of SID
www.SID.ir

گزینه‌هـای مختلف و انتخاب بهتریـن گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها و گروه‌بندی آن‌ها استفاده شد. روش و شیوه اولویت‌بندی این روش در پیوست ۲ آمده است.

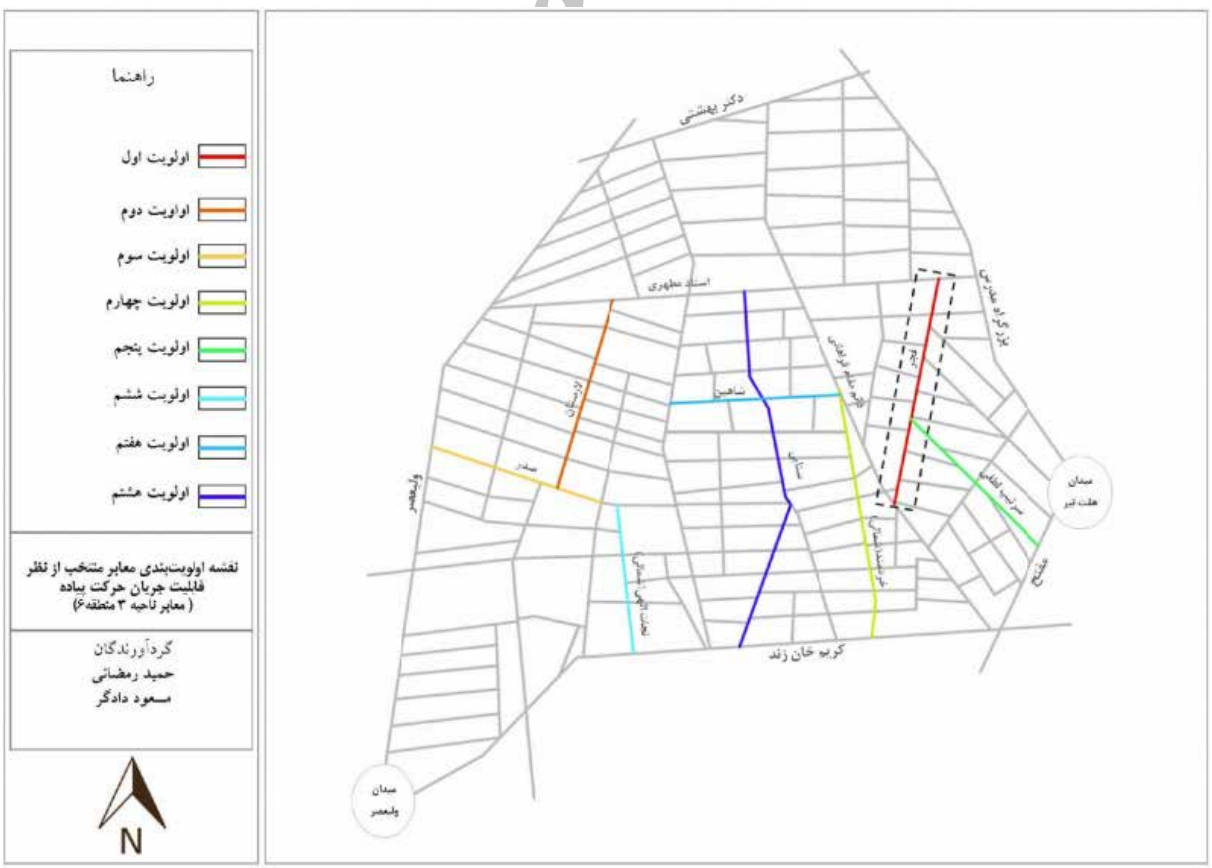
وزن دهی شـاخص‌ها: با توجه به این‌که معیارهای پیکره‌بندی، کاربری، نفوذپذیری و زیرساخت از نظر میزان تأثیر بر روی حرکت پیاده، در یک سـطح نیستند، لذا لازم است تا وزن‌دار شوند. یکی از روش‌های رایج، اسـتفاده از نظر نخبگان اسـت. برای وزن دادن به نظر پاسـخ‌دهندگان، از ماتریس مقایسـه‌ای AHP استفاده شد. بدین‌صـورت که با تشـکیل یـک ماتریس مربـع از چهار معیار اصلی پژوهش، از پاسـخ‌دهندگان خواسـته شد تا بر اساس جدول ۹ کمیّتی سـاعتی، معیارها را دو به دو با یکدیگر مقایسه کنند و امتیاز دهند. هر یک از ماتریس‌های به دسـت آمده با اسـتفاده از یکـی از روش‌های زیر وزن‌دهی شـد. وزن حاصل از نظر هر یک از پاسـخ‌دهندگان به‌وسیله شاخص سـازگاری (IR) سنجیده شد. اگر عدد حاصل کمتر از ۰٫۱ باشـد، نظرها قابل اعتماد اسـت. در نهایت میانگین وزن‌های داده شـده محاسـبه شد و در مرحله سوم TOPSIS، ضرب در امتیازهای نرمالیزه شـده معیارها شد. برای این منظور پرسشنامه‌ای بر اساس چهار معیار اصلی مقاله آماده گردید و برای ۱۰ نفر از متخصصان ارسـال شد. پس از دریافت پاسخ‌ها و طی کردن مراحل بالا، میانگین اوزان به شـرح جداول شمارهٔ ۷، ۸ و ۹ به دست آمد.

جدول شمارهٔ ۷: ماتریس داده‌ها(معیار-گزینه)

ردیف	خیابان	درجه هم پیوندی(+)	اتصال(+)	انتخاب(+)	اختلاط کاربری(+)	کاربری‌های جاذب(+)	تعداد تقاطع(+)
۱	استاد نجات الهی (شمالی)	۲٫۶۱	۸	۰٫۰۲	۱۳۲٫۶	۰٫۴۴	۲
۲	صدر	۲٫۹۳	۷	۰٫۰۵	۱۵۸٫۳	۰٫۶۲	۱٫۳
۳	لارستان	۲٫۸۵	۱۶	۰٫۰۵	۱۱۷	۰٫۶	۳٫۱
۴	شاهین	۲٫۹۵	۹	۰٫۰۴	۱۵۴٫۴	۰٫۲۴	۱٫۴
۵	فجر	۳٫۰۸	۱۷	۰٫۱	۱۲۱٫۵	۰٫۵۷	۲٫۵
۶	سرتیپ لطفی	۲٫۵	۸	۰٫۰۶	۱۴۵٫۵	۰٫۳۸	۱٫۵
۷	خردمند (شمالی)	۳٫۱۳	۱۷	۰٫۱۱	۱۰۴٫۸	۰٫۲۹	۲٫۹
۸	سنایی	۲٫۵۵	۷٫۸	۰٫۰۲	۱۱۵٫۲	۰٫۳۱	۲٫۸

جدول شمارهٔ ۸: وزن شاخص‌ها بر اساس نظر متخصصان

پیکره‌بندی	کاربری	نفوذپذیری	زیرساخت
۰٫۲۷	۰٫۵۶	۰٫۱۱	۰٫۰۶



نقشهٔ شمارهٔ ٦: اولویت‌بندی معابر منتخب از نظر قابلیت جریان حرکت پیاده؛ مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

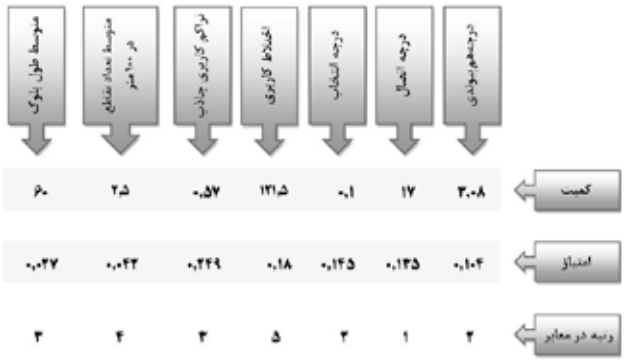
جدول شمارهٔ ۹: اولویت‌بندی معابر بر اساس شاخص‌های پیاده‌مداری

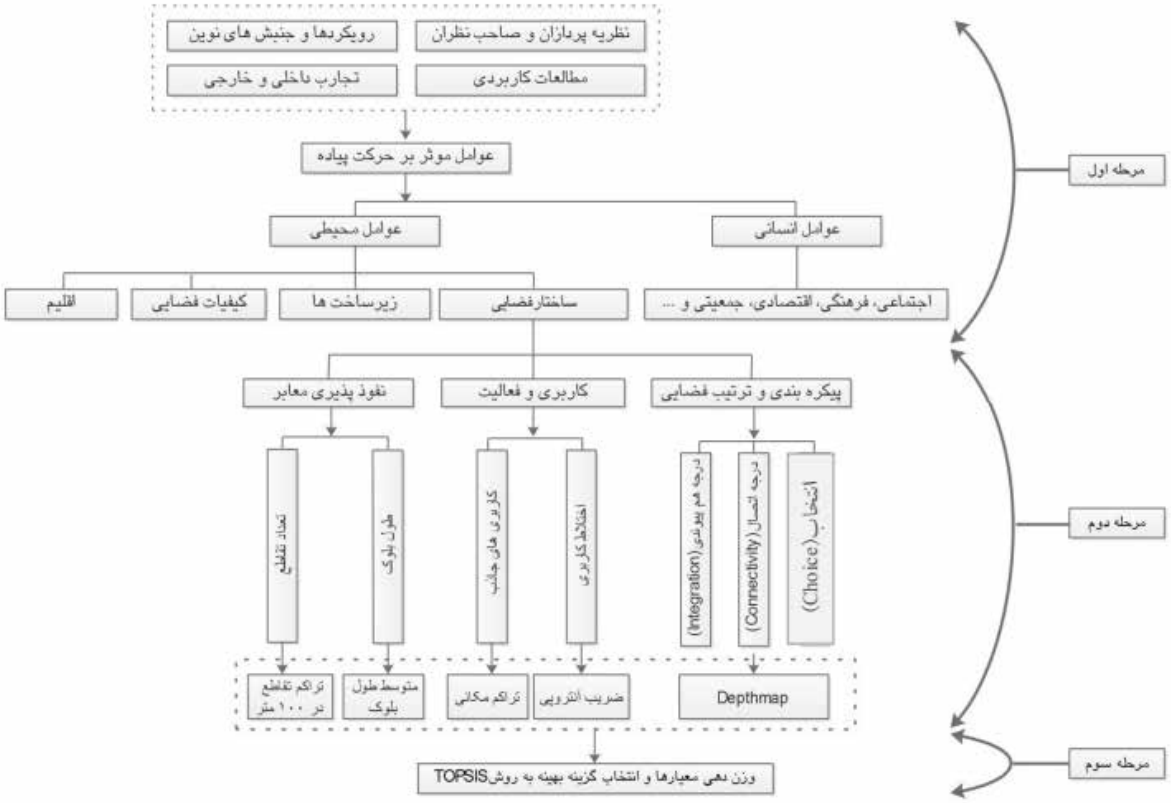
ردیف	خیابان	s	m	m+s	اولویت‌بندی معابر m/(m+s)
۱	فجر	۰,۰۰۲	۰,۰۲۲	۰,۰۲۴	۰,۹۱
۲	لارستان	۰,۰۰۶	۰,۰۱۷	۰,۰۲۳	۰,۷۴
۳	صدر	۰,۰۰۸	۰,۰۱۸	۰,۰۲۷	۰,۶۹
۴	خردمند (شمالی)	۰,۰۱۴	۰,۰۱۴	۰,۰۲۷	۰,۴۹
۵	سرتیپ لطفی	۰,۰۱۲	۰,۰۰۶	۰,۰۱۸	۰,۳۲
۶	استاد نجات الهی (شمالی)	۰,۰۱۶	۰,۰۰۵	۰,۰۲۱	۰,۲۴
۷	شاهین	۰,۰۲۲	۰,۰۰۳	۰,۰۲۶	۰,۱۳
۸	سنایی	۰,۰۲۳	۰,۰۰۱	۰,۰۲۵	۰,۰۶

معرفی گزینهٔ برتر

بر اساس اولویت‌بندی و امتیازدهی TOPSIS، خیابان فجر بیش‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داده است. این خیابان در قسمت شرقی ناحیهٔ ۳ واقع شده که دو خیابان شریانی قائم مقام فراهانی و استاد مطهری (به‌عنوان هم‌پیوندترین معابر) را به هم وصل می‌کند (جدول شمارهٔ ۱۰).

جدول شمارهٔ ۱۰: امتیازها و رتبهٔ گزینه برتر





نمودار شمارهٔ ۲: فلوچارت فرآیند تحلیل؛ مأخذ نگارندگان

ویژگی‌های خیابان فجر (منتخب)

الف) خیابان فجر هم‌پیوندترین معابر ناحیه ۳ (قائم‌مقام فراهانی و استاد مطهری) را به یکدیگر متصل می‌کند. خیابان‌های با درجهٔ هم‌پیوندی بالا، بیش‌ترین ارتباط را با سایر معابر دارند و تراکم تردّد عابر پیاده در آن‌ها بیش‌تر است.

ب) خیابان فجر از نظر درجهٔ هم‌پیوندی، در رتبهٔ دوم قرار دارد و این مسأله نشان دهندهٔ تراکم بالای حضور پیاده در آن است.

ج) از نظر اتصال، خیابان فجر در رتبهٔ اول قرار دارد؛ به عبارت دیگر، بیش‌ترین ارتباط (اتصال) را با معابر مجاور خود دارد. این امر خود بیانگر نفوذپذیری بالای این خیابان است.

د) از نظر انتخاب نیز در رتبهٔ دوم قرار دارد. این بدان معنا است که برای رسیدن به معابرِ با هم‌پیوندی بالا، خیابان فجر جزو اولویت‌های انتخاب افراد پیاده برای عبور و رسیدن به مقصد است.

هـ) از نظر تراکم کاربری‌های جاذب نیز، این خیابان از رتبهٔ نسبتاً خوبی برخوردار است.

www.SID.ir

پی‌نوشت‌ها

1- Self-regulation
2- Walkability
3- Michael Southworth
4- Main Structure
5- Fillers
6- New Urbanism
7- Urban Smart Growth
8- Francis Tibbalds
9- Hillier
10- Natural Movement
11- Configuration
12- Attractions
13- Space Syntax
14- Integration
15- Movement Potential
16- Dom Nozzi
17- San Diegos Regional Planning Agency
18- Federal Highways Administration
19- Larry Frank
20- Walk Score measures the walkability of individual addresses based on proximity to nearby amenities
21- Pedestrian Friendliness Metrics

۲۲- با توجه به اینکه هدف اصلی مقاله، ارائه یک روش بررسی و اولویت‌بندی معابر از نظر جریان حرکت پیاده و ساختار شبکه است لذا انطباق و یا عدم انطباق سلسله مراتب معابر بر اساس وضع موجود، تاثیری در هدف پژوهش ندارد.

23- Integration
24- Movement Potential
25- Global Integration
26- Local Integration
27- connectivity
28- Choice
29- transit-oriented development

فهرست منابع و مراجع

۱. بذرگر، محمدرضا (۱۳۸۲)، **شهرسازی و ساخت اصلی شهر**، نشر کوشامهر، شیراز.
۲. بهزادفر، مصطفی و ذبیحی، مریم (۱۳۹۰)، «راهنمای برنامه‌سازی حوزه‌های شهری در چارچوب توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی»، **فصلنامه علمی - پژوهشی باغ نظر**، شماره ۱۸، مهرماه.
۳. تیبالدز، فرانسیس (۱۳۸۳)، **شهرسازی شهروندگرا؛ ارتقاء عرصه‌های همگانی در شهرها و محیط‌های شهری**، ترجمه محمد احمدی‌نژاد، نشر خاک، اصفهان.
۴. حمیدی، ملیحه؛ سیروس صبری، رضا؛ حبیبی، محسن و سلیمی، جواد (۱۳۷۶)، **استخوان‌بندی شهر تهران**، سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران، تهران.
۵. رهنما، محمدرحیم و حیاتی، سلمان (۱۳۹۳)، «تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مشهد»، **فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری**، شماره ۴، زمستان.
۶. سازمان برنامه‌ریزی منطقه‌ای سن‌دی‌گو (۱۳۸۸)، **برنامه‌ریزی و طرّاحی برای پیاده‌ها؛ رهنمودهای طرّاحی شهری پیاده‌مدار**، ترجمه رضا بصیری مژدهی، انتشارات طحان، تهران.
۷. شهابیان، پویان و بی آزار، بهار (۱۳۹۲)، «بررسی ویژگی‌ها و تحلیل فضاهای پیاده‌رهوار با استفاده از شیوه واک‌اسکور: نمونه موردی محله گل‌ها»، **مجموعه مقالات همایش زندگی پیاده در شهر**، هنر معماری قرن، تهران.
۸. عباس زادگان، مصطفی (۱۳۸۱)، «روش چیدمان فضا در فرآیند طرّاحی شهری با نگاهی به شهر یزد»، **فصلنامه مدیریت شهری**، شماره ۹، مردادماه.
۹. کاشانی جو، خشایار(۱۳۸۹)، **پیاده‌راه‌ها؛ از مبانی طرّاحی تا ویژگی‌های کارکردی**، نشر آذرخش، تهران،
۱۰. کرمونا، متیو و تیزدل، استیو (۱۳۹۰)، **خوانش مفاهیم طرّاحی شهری**، ترجمه: کامران ذکاوت و فرناز فرشاد، دانشگاه شهید بهشتی، انتشارات آذرخش، تهران.
۱۱. کنف لاخر، هرمان (۱۳۸۱)، **اصول برنامه‌ریزی (طرّاحی) تردد پیاده و دوچرخه**، ترجمه: فریدون قریب، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۱۲. گل، یان (۱۳۸۷)، **زندگی در فضای میان ساختمان‌ها**، ترجمه: شیما شصتی، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران.
۱۳. مدنی پور، علی (۱۳۷۹)، **طرّاحی فضای شهری؛ نگرشی بر فرآیندی اجتماعی- مکانی**، ترجمه: فرهاد مرتضایی، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران.

14. Behzadfar, Mostafa (2013), **Design & Plans in Urban Development**, Shahr Press, Tehran.
15. Brambilla, R. & Longo G., (1997), "For Pedestrian only", **Whitney Library of Design**, New York.
16. CANPZD, (2006), **Transit Oriented Development (TOD) Guidebook**, City of Austin eighborhood.
17. Caves, Roger (2005), **The Encyclopedia of the City**, Routeldge, London.
18. Cowan, Robert (2005), "The Dictionary if Urbanism", **Streetwise Press Ltd**, London.
19. Cervero, R. & Kockelman, K. (1997), "Travel demand and the 3Ds. Den-sity, diversity, and design", **Transportation Research,** Part D 2 (3).
20. Cervero, R. (2002), "Built environments and mode choice: toward a normative framework", **Transportation Research,** Part D 7.
21. Cervero, R. & Duncan, M. (2006), "Walking, bicycling, and urban land - scapes. Evidence from the San Francisco Bay Area", **American Journal of Public Health**, 93 (9).
22. FORSYTH, ANN & SOUTHWORTH, MICHAEL (2008), "Cities Afoot-Pedestrians, Walkability and Urban Design", **Journal of Urban Design**, Vol. 13. No. 1.
23. Jiang, B.; Claramunt, C. & Klarqvist, B. (2000), "Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces", **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 2(3-4).
24. Hillier, B.; Penn, A.; Hanson, J.; Grajewski, T. & Xu, J. (1993), "Natural movement: Or configuration and attraction in urban pedestrian movement", **Environment and Planning B: Planning and Design**, 20(1), 29-66. doi:10.1068/b200029.
25. Hillier, B., & Vaughan, L. (2007), "The city as one thing", **Progress in Planning**, 67(3).
26. Lam, K. S. (2008), **An introduction of space syntax**. Retrieved 02/16, 2009, from http://wiki.uelceca.

Archive of SID
www.SID.ir

net/20072008/files/doc+essay.pdf .
27. Moudom, Anne Vernal (2006), "Operational Definition of Walkable Neighborhood: theoretical and Empirical Insights", **Journal of Physical Activity and Health**.
28. Mousa Dashti, H. (1998), **A study of the feasible relationship between travel behavior and land use patterns**, Universit y of Pennsylvania.
29. Nosal, Bob Halton, (2009), **Creating Walkable And Transit-Supportive Communities in Halton**, Region Health Department Of Halton University.
30. Raford, Noah & David, R. Ragland (2003), **Space syntax: an innovative pedestrian volume modeling tool for pedestrian safety**, In: http://repositories.cdlib.org/its/tsc/UCB-TSC-PR-2003-11.
31. Rapoport, A. (1980), **Pedestrian street use, culture & perception, Public Street for Public Use**, Edited by Anne Vernes Moudom, Colombia University Prees, New York.
32. Rodrigue, Jean-Paul; Comtois, Claude & Slack, Brian (2009), **The Geography of Transport Systems**, Routledge.
33. Salzano, E., (1997), **Seven Aims for the Livable City, in Lennard**, S. H., S von Ungern-Sternberg, H. L. Lennard, eds. Making Cities Livable. International Making Cities.
34. Sothworth, Michael (2005), "Designing the walkable city", **Journal of urban planning and development**, December.
35. Steiner R.; Bond A.; Miller, D. & Sand P. (2004), **Future Directions for Multimodal Areawide Level of Service Handbook: Research and Development**, The Florida Department of Transportation, Office of Systems Planning, Contract BC-345-78.
36. Toker, U; Baran, P; Mull, M; (2005), **(Sub)Urban evolution: a cross-temporal analysis of spatial configuration in an American town (1989–2002)**, paper presented at the 5th International Space Syntax Symposium, Delft; http://www.spacesyntax.tudelft.nl/Google Scholar
37. Turner, A. (2007), "From axial to road-centre lines: A new representation for space syntax and a new model of route choice for transport network analysis". **Environment and Planning B: Planning and Design**, 34(3), pp 539-555.
38. Valley, Connections (2001), **Model Transit-Oriented District Overlay Zoning Ordinance, Prepared for Valley Connections**, Valley, Community Design and Architecture, Inc.
39. https://www.walkscore.com/methodology.shtml

پیوست شمارهٔ ۱

ضریب آنتروپی

J تعـداد انـواع کاربری‌ها و Pj درصد هر یـک از کاربری‌ها در معبر مورد نظر اسـت. مقدار حاصل پس از استانداردسـازی عددی بین ۰ و ۱ خواهد بود. در صورتی که این عدد به ۱ نزدیک‌تر باشد، اختـلاط کاربری‌هـای معبر بالاتر و هر چه به ۰ نزدیک‌تر باشـد، اختلاط کاربری‌ها پایین‌تر است (Mousa Dasht i. H, 1998).

مراحل محاسبه

۱) تقسـیم کاربری‌هـا به ۱۱ دسـتهٔ کلی: مسـکونی، تجاری، فرهنگی-هنری، خدماتی، درمانی و بهداشـتی، آموزشـی، فضای سـبز، نظامـی و انتظامـی، حمـل و نقل(پارکینگ، پایانـه و ...)، مختلط(مسکونی- خدماتی) و تجهیزات شهری،

۲) برداشت تعداد هر دسته از کاربری‌ها،

۳) محاسبه درصد هر نوع کاربری نسبت به کل (Pj)

۴) محاسبهٔ لگاریتم (Pj) هر کاربری در مبنای ۱۰،

۵) ضـرب اعداد به‌دسـت‌آمده مرحلـه ۳ و ۴ هـر کاربری در یکدیگر و درنهایت جمع کل، کاربری‌ها و تقسـیم آن بر لگاریتم (یا LN) تعداد دسته‌های کاربری.

$$Entropy = \sum p_j \times \frac{\left|\ln(p_j)\right|}{\ln(J)}$$

پیوست ۲

تکنیک TOPSIS

تکنیک تاپسـیس یا اولویت‌بندی بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل، که نخستین بار بوسیله ونگ و یون در سال ۱۹۸۱ معرفی شـد، یکی از روش‌هـای تصمیم‌گیری چند معیـاره مانند AHP است. از این تکنیک می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسهٔ گزینه‌های مختلـف و انتخـاب بهترین گزینه و تعیین فواصـل بین گزینه‌ها و گروه‌بنـدی آن‌ها اسـتفاده نمود. از جملـه مزیت‌های این روش آن اسـت که معیارها یا شـاخص‌های به کار رفته برای مقایسـه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند؛ به عبارت دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت به شـکل ترکیبی در این تکنیک استفاده کرد. بر اساس این روش، بهترین گزینه یـا راه‌حل، نزدیک‌ترین راه‌حل به راه‌حل یا گزینهٔ ایـده‌آل و دورترین از راه‌حل غیر ایده‌آل اسـت. راه‌حل ایده‌آل، راه‌حلی است که بیش‌ترین سود و کمترین هزینه را داشته باشد، در حالی که راه‌حل غیر ایده‌آل، راه‌حلی است که بالاترین هزینه و کم‌ترین سود را داشته باشد. به‌طور خلاصه، راه‌حل ایده‌آل از مجمـوع مقادیر حداکثر هر یک از معیارها به دسـت می‌آید، در حالـی که راه‌حل غیر ایـده‌آل از مجمـوع پایین‌ترین مقادیر هـر یک از معیارها حاصل می‌شـود. مراحل این روش به‌صورت اجمالی بیان می‌شود:

۱- مرحله اول: تشـکیل ماتریس داده ها بر اساس n آلترناتیو و k شاخص

Archive of SID
www.SID.ir

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

۲- مرحلــه دوم: اســتاندارد نمــودن داده ها و تشــکیل ماتریس استاندارد از طریق رابطه زیر

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \qquad R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

۳- مرحلــه ســوم: تعیین وزن هر یک از شــاخص‌ها (Wi) . در این راســتا شــاخص های دارای اهمیّت بیش‌تر از وزن بالاتری نیز برخوردارند.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

۴- مرحلــه چهارم: تعیین فاصلــه i امین آلترناتیــو از آلترناتیو ایــده‌آل (بالاترین عملکرد هر شــاخص) که آن را با (A^*) نشــان می‌دهند.

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \middle| j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \middle| j \in J' \right) \right\}$$
$$A^* = \left\{ v_1^*, v_2^*, \ldots, v_n^* \right\}$$

۵- مرحله پنجم: تعیین فاصله i امین آلترناتیو حداقل (پایین ترین عملکرد هر شاخص) که آن را با (A-) نشان می‌دهند.

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \middle| j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \middle| j \in J' \right) \right\}$$
$$A^- = \left\{ v_1^-, v_2^-, \ldots, v_n^- \right\}$$

۶- مرحله ششــم: تعیین معیار فاصله ای برای آلترناتیو ایده آل (Si*) و آلترناتیو حداقل (Si-).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \qquad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

۷- مرحله هفتم: تعیین ضریبی اســت که برابر اســت با فاصله آلترناتیو حداقل (Si-) تقســیم بر مجموعه فاصله آلترناتیو حداقل (Si-) و فاصله آلترناتیو ایده آل (Si*) که آن را با (Ci*)نشــان داده و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

۸- مرحله هشــتم: رتبه بندی آلترناتیو ها بر اســاس میزان. Ci* میزان فوق بین صفر و یک $0 \le Ci^* \le 1$ در نوســان اســت. در این باره Ci*=1 نشان دهنده بالاترین رتبه و Ci*=0 نیز نشان دهنده کم ترین رتبه است.

Archive of SID
www.SID.ir