تحلیل مطلوبیت مسیر برای عابر پیاده بر مبنای توزیع فعالیت‌ها با استفاده از ابزار تحلیل شبکه شهری
(مطالعه موردی: محدوده مرکزی شهر تهران)

دکتر راما قلمبردزفولی*، مهندس نگار فرزادی مقدم**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۴/۰۴

چکیده

امـــروزه چنانچه خیابان‌ها، فعالیت‌های کافی و جاذب برای عابر پیاده نداشـــته باشـــند گام‌های بعدی برای تشـــویق شهروندان به پیاده‌روی در معابر با مشکل مواجه خواهد شد. در این میان افزونه[1] تحلیل شبکه شهری نرم‌افزار ARCGIS قابلیت‌هایی برای محاسبه سنجه‌های کیفیت دسترسی روی شبکه معابر ارائه نموده که می‌تواند در ارزش‌گذاری معبر با توجه به فعالیت‌های پیرامونی، برای جذابیت پیاده‌روی مورداستفاده قرار گیرد.

این پژوهش ســـعی بر آن دارد که از طریق ابزار تحلیل شبکه شهری[2]، شاخص مرکزیت فعالیتی[3] قطعه معابر شهری را در محدوده مرکزی شـــهر تهران، محاســـبه و بصری‌سازی نماید. نتایج این تحلیل نشان داد که نه‌تنها در مرکز شهر تهران تحت تأثیر عملکردهای خیابان‌های ولیعصر، انقلاب و جمهوری، شـــبکه‌ای به‌هم‌پیوســـته از قطعه مسیرهایی با مرکزیت فعالیتی بالا وجود دارد بلکه با تغییراتی اندک در کارکردها می‌توان به ایجاد شـــبکه‌های به‌هم‌پیوسته جدید و مطلوب برای پیاده‌روی نیز دست‌یافت.

واژه‌های کلیدی

مطلوبیت مسیر پیاده، چیدمان فضا، ابزار تحلیل شبکه شهری(UNA)، شاخص مرکزیت فعالیت، خیابان‌های مرکزی تهران

*استادیار گروه شهرسازی، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران. (مسئول مکاتبات)
Email: Ramaghalambor@gmail.com

**کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
Email: Negarfarzadi@gmail.com

مقدمه

موضوع انسانی‌تر کردن شهرها از طریق افزایش قابلیت پیاده مداری و توجه دوباره به جابجایی عابر پیاده در کار برنامه ریزان و طراحان شهری اهمیت یافته است و سیاست‌گذاری‌ها به سمت‌وسوی استفاده کمتر از اتومبیل شخصی و توسعه فرم و ساختار شهری بر اساس پیاده‌روی بیشتر گرایش دارند. جنبش‌های معاصر شهرسازی، قابلیت پیاده‌روی را در اولویت اصول خود قرار داده‌اند و اسناد هدایت شهری این موضوع را در صدر اهداف خود قرار داده‌اند (کریمی مشاور و نگین تاجی، ۱۳۹۱). شهرهای باقابلیت پیاده‌روی مزایای بسیاری چون سفرهای سواره کمتر، فعالیت‌های بیشتر در خیابان، اجتماعات سرزنده و سلامتی بیشتر شهروندان را به دنبال دارند. نهادینه‌سازی و فرهنگ‌سازی تشویق پیاده مداری تا بدان جا رواج یافته که وب‌سایت‌ها و نرم‌افزارهای کاربردی همچون Walk Score، به‌منظور سنجش و ارزیابی قابلیت پیاده مداری در شهرهای آمریکا، کانادا و استرالیا توسعه پیدا کرده و مورد استقبال عمومی قرار گرفته است.[1] پشتیبانی نظری این ابزارهای به‌ظاهر تجاری، نحله‌های فکری چون رشد هوشمند، نوشهرگرایی و شهر فشرده می‌باشند. از طرفی مباحث شهرهای قابل زیست، شهر سالم، شهرهای باقابلیت پیاده‌روی و شهرهای پایدار که در دهه‌های اخیر در ادبیات شهرسازی مدرن مطرح شده‌اند، اولویت پیاده مداری در طراحی فضاهای شهری را بالا برده‌اند (معینی، ۱۳۸۵).

مطالعات نشان داده که انسان برای یکی از منظورهای زیر پیاده‌روی می‌کنند: ۱) برای نیل به مقصدی جهت کار، خرید یا فعالیت؛ ۲) برای لذت بردن از محیط و فضای شهری؛ ۳) ترکیبی از دو حالت فوق (معینی، ۱۳۸۵). مسیرهای پیاده، راه‌هایی جدا از معابر سواره هستند که طیف وسیعی از کاربران از آنها استفاده می‌کنند. نکته حائز اهمیت این است که پیاده مدار کردن عبارت است از ایجاد خیابان‌هایی که برای حرکت عابر پیاده باز شده باشد و نه بدان معنی که بر روی آمدوشد سواره بسته باشند (شیعه و همکاران،۱۳۹۲). در این مقاله نیز هدف از پیاده مداری، ایجاد پیاده راه نبوده بلکه خیابان‌هایی را مدنظر دارد که مطلوبیت پیاده‌روی داشته باشند.

امروزه شاخص‌های تقویت جذابیت پیاده‌روی در شهر برای ایجاد ساختار مناسب پیاده‌روی جایگاه پژوهشی قدرتمندی یافته است (kang, 2015). در این میان، عوامل بی‌شمار کالبدی، فرهنگی و اجتماعی نظیر ایمنی و امنیت، راحتی، زمان و مکان و شرایط جوی و اقلیمی، مسائل فرهنگی و اجتماعی، کیفیت محیط، شرایط فیزیکی عابران، زیبایی و جذابیت مسیر در جابجایی حرکت عابر پیاده تأثیرگذار است (معینی، ۱۳۸۵). مطالعاتی که اثر محیط ساخته‌شده بر انتخاب شیوه سفر را بررسی می‌کنند، به‌طورکلی بر تراکم جمعیت، کاربری‌های مختلط و کیفیت طراحی شهری و امنیت پیاده تمرکز دارند (Ozbil et al., 2011). همچنین مطالعات بسیاری انجام‌شده که نشان می‌دهد تراکم جمعیت ساکن و شاغل، الگوهای کاربری و اختلاط کاربری‌ها برحجم تردد پیاده در شهرها مؤثر است (kang, 2015). ایجاد یک فضای زنده هنگامی امکان‌پذیر است که اطراف آن به‌وسیله مغازه‌های خرده‌فروشی و رستوران‌ها و کافه‌ها احاطه شده باشد (خستو و رضوانی، ۱۳۸۹). همچنین شرایط خیابان‌ها، پیوستگی معابر، خصوصیات توپولوژیکی و کالبدی نیز بر قابلیت پیاده‌روی معبر مؤثرند (kang, 2015). کاربری‌های مختلط تنوع فعالیتی را بالا می‌برند و تنوع افراد مراجعه‌کننده در ساعات متفاوت افزایش می‌یابد. مقیاس خرد و طراحی شهری جذاب و متناسب با فعالیت‌ها، وجود مراکز گرد هم‌آیی مثل مسجد، جذابیت‌های لازم برای حضور افراد را فراهم می‌کند (خستو و رضوانی، ۱۳۸۹). در یک جمع‌بندی شاخص‌های ایجاد مسیر زنده و پویا و جذاب در ادبیات موضوع پیاده مداری عبارت‌اند از دسترسی به کاربری‌های مطلوب، همجواری، فعالیت‌های تجاری متناسب، پیوستگی، ارتباط میان کاربری‌ها، خرده‌فروشی‌های فعال و متنوع، فعالیت شبانه‌روزی، جذابیت‌های بصری و هویت اجتماعی، دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، تمرکز شاد برای عابران پیاده، اندازه‌های با مقیاس انسانی، پیاده‌روهای عریض، محافظت در برابر آب‌وهوا (شیعه و همکاران، ۱۳۹۲). از میان این موارد، آنچه در این پژوهش بیشتر مورد تأکید بوده این اصل است که، عابران پیاده به شبکه‌ای فراگیر از پیاده‌روها نیاز دارند تا دسترسی مستقیم به بسیاری از مبدأها و مقصدها فراهم شود و سفرهای کوتاه شهری تسهیل شوند (کریمی مشاور و نگین تاجی، ۱۳۹۱).

با این ملاحظات، امروزه پژوهش‌های مبتنی بر مدل‌های تعیین و ارزش‌گذاری مسیرهایی که قابلیت عملکردی بالایی برای دسترسی مستقیم به مقصدهای موردنظر عابران پیاده دارند، افزایش قابل‌ملاحظه‌ای یافته است. در این میان تحلیل ارتباطات مکانی از طریق GIS، بین فعالیت‌های موجود در یک مسیر پیاده به‌نحوی‌که بتواند فاصله بین کاربری‌ها و تعداد دسترسی بین آنها را مورد بررسی قرار دهد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، و به‌تبع آن ابزارهایی که بتوانند ارزیابی مطلوبیت مسیرهای پیاده را انجام دهند توسعه زیادی پیداکرده‌اند. تحلیل ارتباطات مکانی محیط شهری واقعی نیاز به پردازش هم‌زمان صدها یا هزارها ارتباط فضایی دارد. به‌منظور نمایش و تحلیل چنین ارتباطات مکانی پیچیده‌ای، طراحان و برنامه ریزان شروع به استفاده از مدل‌های شبکه‌ای کردند. این امر تغییر بزرگی در نحوهٔ توصیف و تحلیل محیط‌های شهری پیچیده ایجاد کرده و راه را برای تصمیم سازی آگاهانه‌تر در مسائل برنامه‌ریزی می‌گشاید (Sevtsuk, 2013).

لذا در این مقاله سعی شده است تحلیل شبکه معابر از طریق ابزار UNA در نرم‌افزار ARCGIS در نمونه موردی که مناطق مرکزی شهر تهران را شامل می‌شود، مورداستفاده قرار گرفته تا بتوان تحلیلی بر مطلوبیت عملکردی ازنظر فعالیت‌های جاذب پیاده‌روی در معابر شهری تهران داشت و نتایج پژوهش بتواند برای برنامه‌ریزی‌های آینده در حوزه پیاده مداری شهر تهران مفید واقع شود.

تئوری چیدمان فضا و تعمیم آن به تحلیل شبکه پیاده

امروزه به‌منظور سنجش کیفیت‌های فضا، از نظریه‌های مختلفی استفاده می‌شود. در این میان نظریه چیدمان فضا در اواخر دهه ۷۰ از سوی هیلیر در دانشگاه لندن پدیدار شد. چیدمان فضا[۲] مجموعه‌ای از روش‌ها و تئوری‌هایی است که به مطالعه پیکربندی فضا در مقیاس معماری و شهر می‌پردازد، تا چگونگی اثر متقابل پیکربندی فضا، سازمان اجتماعی و رفتارهای اجتماعی را تشریح نماید (Hillier & Hanson, 1984). در این راستا درک ارتباط بین فضاهای شهری می‌تواند به درک الگوهای رفتاری و تحلیل‌های کمی و کیفی کمک کند (Hillier & Vaughan, 2007). در دهه ۹۰ اجزای تشکیل‌دهنده فضا با استفاده از این نظریه مورد تحلیل قرار گرفتند که با استقبال طراحان شهری مواجه شد. (پیله‌ور و همکاران، ۱۳۹۱).

از دیدگاه این نظریه ارتباط بین فعالیت و فضا بیش از آنکه در خصیصه‌های فضا به‌صورت انفرادی قابل تعریف باشد در ارتباطات موجود بین فضاها یا همان پیکره‌بندی فضایی و نیز ارتباطات بین مخاطبین، تعاملات اجتماعی، قابل تعریف است. این نحوه نگرش به فضا شناخت رفتارهای اجتماعی را که معمولاً به‌صورت کیفی هستند، به‌صورت کمی امکان‌پذیر می‌کند. روش چیدمان فضا ارتباط کلیه فضاهای شهری را با یکدیگر تجزیه‌وتحلیل می‌کند و نتایج را به‌صورت پارامترهای ریاضی و گرافیکی ارائه می‌دهد. پارامترهای ریاضی در نحوه عملکرد و رفتار را در فضای شهری پیش‌بینی می‌کنند و پارامترهای گرافیکی در تجزیه‌وتحلیل چیدمان فضا ابزار مؤثری در طراحی شهری هستند. این روش در پیش‌بینی حرکت عابر پیاده و سواره و سطح استفاده از فضا موفق است (عباس زادگان، ۱۳۸۱).

چیدمان فضا،کاربردهای متنوع و فراوانی دارد که برخی از مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از کشف و تجزیه‌وتحلیل ساختار اصلی شهر، بررسی حجم تردد عابر پیاده، مکان‌یابی کاربری‌های شهری، طراحی کاربری‌های ویژه شهری مانند مترو، بررسی جدایی گزینی های شهری، تثبیت و تحلیل فرایند پویای رشد شهر در طول تاریخ (بحرینی و تقابن، ۱۳۹۰) در راستای پیش‌بینی حرکت عابر پیاده از روش چیدمان فضا می‌توان برای شناسایی در دسترس ترین و جدا افتاده‌ترین مسیرها استفاده کرد تا حرکت عابر پیاده را به‌صورت بهینه هدایت کرد (ریسمانچیان و بل، ۱۳۸۹).

در کاربردهای مبتنی بر این نظریه، ترکیب فضاهای شهری، عامل اصلی الگوی پخشایش فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی مانند الگوی پخشایش کاربری‌های تجاری، الگوی پخشایش قومیت‌های مختلف و نیز الگوی پخشایش حرکت در سطح شهر است و این تأثیر ناشی از خاصیت پیکره‌بندی فضایی در ایجاد دسترسی و نفوذپذیری به بافت‌های شهری است. هیلیر معتقد است که در ابتدا پیکره‌بندی فضایی، الگوی حرکت را در سطح شهر هدایت می‌کند و سپس جاذب‌های فضایی و کاربری‌ها برای بهره‌وری از این حرکت خود را در راستای آنها مکان‌یابی می‌کنند و به این صورت پیکره‌بندی فضایی می‌تواند بر الگوی پخشایش جاذب‌های فضایی نیز اثر گذارد (Hillier & Vaughan, 2007).

چیدمان فضا به کمک مفهوم هم پیوندی قادر است میزان عبور پیاده را پیش‌بینی کند. میزان هم پیوندی یک گره با میزان عبور پیاده در آن گره مرتبط است تا حدی که این معیار به‌عنوان قابلیت حرکت شناخته‌شده است. هرچه میزان هم پیوندی یک خیابان بالاتر باشد، قابلیت حرکت عابر پیاده در آن بیشتر و فضا برای استفاده‌کنندگان مطلوب‌تر است (بحرینی و تقابن، ۱۳۹۰). درنتیجه شبکه شهری، از طریق جذب حرکت، الگوهای کاربری را تحت تأثیر قرار خواهد داد و الگوی کاربری پس از شکل‌گیری حرکت پیاده را تشدید خواهد کرد (Hillier, 1996) .

این روش برای درک بهتر حرکت عابر پیاده ابزاری به نام «سینتکس فضا» در اختیار آنها قرار می‌دهد. در این ابزار کانال‌های بصری- حرکتی برای تحلیل‌های پیشرفته‌تر با یک خط نشان داده‌شده و در مرحله بعد بر اساس تحلیل‌های ریاضی و گراف، تقاطع این خطوط با یکدیگر بررسی می‌شوند. تقاطع هر دو خط نشان‌دهنده ارتباط آنها باهم بوده و درنتیجه هر کانال بصری که با خطوط دیگر تقاطع‌های بیشتری داشته باشد، با عناصر بیشتری در شبکه ارتباط داشته و دردسترس‌تر است (عباس زادگان، ۱۳۸۱).

در این میان، تحلیل‌های متداول ابزار «سینتکس فضا» همچون نرم‌افزار دپ‌مپ[۳]، بر این مبناست که، الگوهای حرکتی در محیط شهری صرفاً براساس توپولوژی شبکه راه‌ها و هم پیوندی معابر شکل می‌گیرد، و تحلیلی بر سایر عوامل ازجمله توزیع کاربری‌ها ارائه نمی‌دهند. درواقع عامل کاربری علی‌رغم اهمیتی که در تعیین شکل شهر و زندگی اجتماعی دارد، در تحلیل‌های انجام شده با روش مذکور از اهمیت کافی برخوردار نیست و لازم است تحلیل‌هایی که با این روش انجام می‌شوند، با توجه به عامل کاربری تدقیق شوند (بحرینی و تقابن، ۱۳۹۰). بنابراین لازم است در بسط تئوری چیدمان فضا برای تحلیل حرکت پیاده، از ابزارهایی که قابلیت در نظر گرفتن فعالیت‌های جاذب سفر پیاده جهت درک عملکردی شبکه را دارند نیز استفاده نمود. جعبه‌ابزار تحلیل شبکه شهری[۴](UNA) این ویژگی را دارا است و برای تحلیل‌هایی ازاین‌دست می‌تواند به کار گرفته شود. با استفاده از جعبه‌ابزار UNA و شاخص‌های آن، می‌توان مسیرهایی که در آینده می‌توانند اضافه شوند را تحلیل نمود و یا مزایای نزدیکی بین کاربری‌ها را محاسبه و سپس مسیر مناسب برای حرکت پیاده را یافت.

معرفی جعبه‌ابزار UNA

جعبه‌ابزار UNA باهدف ارزیابی توزیع فضایی مرکزیت در شبکه خیابان‌ها یا فضاهای شهری در محیط سیستم اطلاعات مکانی[۵] طراحی شده است. این جعبه‌ابزار برای مقیاس بندی آسان و برای اندازه‌گیری دقیق شبکه‌های کوچک شهری کاربرد دارد.

استفاده از جعبه‌ابزار به تشریح نظم سلسله‌مراتبی پنهان فضاهای شهری، پیش‌بینی توزیع فضایی توسعه اجتماعی و اقتصادی کمک می‌کند تا عوامل شهری را برای جریان‌های عابر پیاده، استفاده از زمین، راه یافتن، فرصت‌های پایین‌تر و غیره شناسایی کند (Sevtsuk & Mekonnen,2012). جعبه‌ابزار تحلیل شبکه شهری، افزونه رایگان و متن‌باز ArcGIS است. این مدل از سه عنصر اساسی سازنده فضای کالبدی بهره می‌برد:

-لبه‌ها: مسیرهایی هستند که مسافران در طول آن‌ها طی مسیر می‌کنند.

-نقاط تقاطع مسیرها یا گره: که محل‌های تقاطع دوَ یا چند لبه و ساختمان‌ها را نشان می‌دهند.

ساختمان‌ها: مکان‌هایی را که جریان ترافیک از خیابان‌ها وارد محیط‌های بسته می‌شود(و بالعکس)، نشان می‌دهند. ساختمان‌ها می‌توانند با سایر نقاط اماکن جایگزین شـوند: فضاهای عمومی، ایستگاه‌های حمل‌نقل، تسـهیلات عمومی و غیره. بنابراین واحد تحلیلی یک ساختمان است (یا سـایر مکان‌های مشخص در شـبکه) و این امکان وجود دارد که ارتباطات به‌طور جداگانه برای هر سـاختمان محاسبه شود (Sevtsuk, 2013).

جعبه‌ابزار شهری (UNA)، طراحان شهر را قادر می‌سازد تا الگوهای فضایی پیچیده شهرها را با استفاده از روش‌های تحلیل شبکه‌ی ریاضی توصیف کنند و به برخی از مسائل اساسی طراحی شهری پاسخ دهند. اندازه‌گیری مرکزیت شبکه برای پیش‌بینی تعدادی از پدیده‌های شاخص شهری مفید هستند (Sevtsuk, 2013). این ابزار برخلاف ابزارهای نرم‌افزاری قبلی بر پایه نظریه چیدمان فضا که صرفاً با دو عنصر شبکه (گره‌ها و لبه‌ها) کار می‌کنند، شامل عنصر سوم شبکه یعنی ساختمان‌ها می‌شود که به‌عنوان واحدهای فضایی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرند. بنابراین دو ساختمان مجاور در یک بخش از خیابان می‌توانند نتایج متفاوتی از دسترسی را بهدست آورند. همچنین ساختمان‌ها با توجه به ویژگی‌های خاص خود وزن گیرند، یعنی بر اساس کاربرد ساختمان، طبقات یا جمعیت بیشتری داشته باشند و یا ساختمان‌های مهم‌تر اثر بیشتری در تحلیل داشته باشند، تا نتایجی دقیق‌تر و قابل‌اطمینان‌تر به دست آید (Sevt-suk & Mekonnen ,2012). تعداد ساختمان‌ها، مکان گزینی ساختمان‌ها با توجه به ساختار شبکه، گنجایش یا جهت مسیرها و غیره. همچنین توصیف‌های جداول توصیف عملکرد هر عنصر را امکان‌پذیر می‌کند. برخی از این توصیفات عبارت‌اند از: کدام فعالیت‌ها در کجاها مستقر می‌شوند؟ چگونه مردم آن‌ها را انجام می‌دهند؟ فعالیت‌ها چگونه با یکدیگر مرتبط می‌شوند؟ فعالیت‌ها عمدتاً در دسته‌بندی‌های کلی تقسیم‌بندی می‌شوند مانند امور روزمره، کار و فضاهای بازی. اما می‌تواند فعالیتی جایگزین فعالیت دیگر شود یا میزان استفاده از آنها در ساعتی از روز یا روزهای خاصی از هفته متغیر باشد. بعلاوه چنین شاخصه‌هایی در محلی که همه ویژگی‌ها یکجا جمع و به هم مرتبط هستند ویژگی‌های پیچیده‌ای ایجاد می‌کنند.

معرفی شاخصه‌های UNA

UNA به‌عنوان افزونه‌ای در پلت فرم GIS ارائه شده است که به‌راحتی می‌تواند تجزیه‌وتحلیل شبکه را با سایر انواع داده‌ها و سایر روش‌های تحلیل فضایی ترکیب کند. مشخصات و ویژگی‌های **UNA** کمک می‌کند مجموعه‌ای از نتایج را توصیف کند که نزدیکی بین مردم و اماکن را نشان می‌دهد. در مطالعه پیکربندی فضایی شهرها فرایندهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی مربوط به آن و عوامل کلیدی در شکل دادن فضای شهری و زندگی در درک عملکرد شهرها بسیار مهم است. UNA به طراحان و برنامه ریزان شهری این اجازه را با محاسبه و تحلیل پنج نوع گراف در شبکه‌های فضایی می‌دهد که عبارت‌اند از:

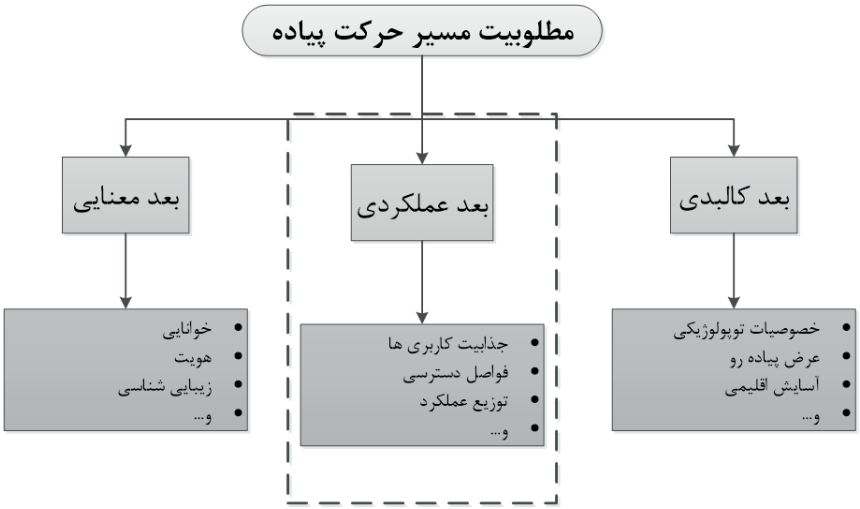
۱) در دسترس بودن[۶]: ارزش دسترسی به هر مقصد (تقاطع‌ها، ساختمان‌ها و یا گره‌های دیگر) را با توجه به تعداد ساختمان‌هایی که در شعاع موردنظر قرار می‌گیرند می‌یابد. در این ابزار می‌توان شعاع را تعریف کرد. همچنین می‌توان بر اساس ویژگی‌های دیگری از مقاصد مانند حجم ساخت و یا تعداد ساکنان و غیره، وزندهی انجام داد یا می‌توان از تعداد مشاغل، تعداد ساکنان یا تعداد واحدهای کسب‌وکار در ساختمان‌های اطراف نیز بهره برد.

۲) جذابیت[۷]: درحالی‌که سنجه در دسترس بودن به‌سادگی تعداد مقصدهای اطراف هر ساختمان را در یک شعاع جستجو، مشخص می‌کند و به‌صورت اختیاری می‌تواند با ویژگی‌های ساختاری وزندهی شود، شاخص جاذبه علاوه براینها، عوامل مقاومت فضایی برای سفر به هر مقصد را نیز بررسی می‌کند. این شاخص بر اساس قوانین نیوتون عمل می‌کند یعنی با وزن(مواردی همچون ظرفیت، اولویت یا مساحت) نسبت مستقیم و با مجذور فاصله رابطه عکس دارد. بدین ترتیب چنانچه وزن خاصی برای هر مکان در نظر گرفته نشود می‌توان پیش‌بینی نمود که هرچه فواصل مقاصد در بلوک شهری به یکدیگر نزدیک‌تر باشد جاذبه بیشتر است.

۳) در میان مسیر بودن[۸]: این شاخص بر مبنای این ایده است که اگر گره مرکزی(یک ساختمان) بین چندین گره قرار گیرد، مسیرهایی که به گره‌های دیگر متصل شوند از گره مرکزی عبور می‌کنند. اندازه‌گیری سنجه در میان مسیر بودن معمولا برای تخمین قابلیت گذرگاه‌ها (گره‌ها) در شبکه معابر استفاده می‌شود.

۴) نزدیک هم بودن[۹]: این شاخص بر این ایده است که یک گره خاص (ساختمان)، در نزدیکی تمام گره‌های دیگر در کوتاه‌ترین مسیر قرار می‌گیرد. در محاسبه این شاخص، ابزار UNA از معکوس فاصله تجمعی موردنیاز برای رسیدن از آن ساختمان به تمام ساختمان‌های دیگر در شعاع جستجو استفاده می‌کند و نزدیک‌ترین مسیرها را می‌یابد.

۵) سرراست بودن[۱۰]: شاخص سرراست بودن یک مکان، زمانی افزایش می‌یابد که مقدار آن در ارتباط بین دو گره در یک سیستم، انشعاب کمتری از کوتاه‌ترین مسیر به مسیر مستقیم اقلیدسی داشته باشد (Sevtsuk & Mekonnen , 2012).

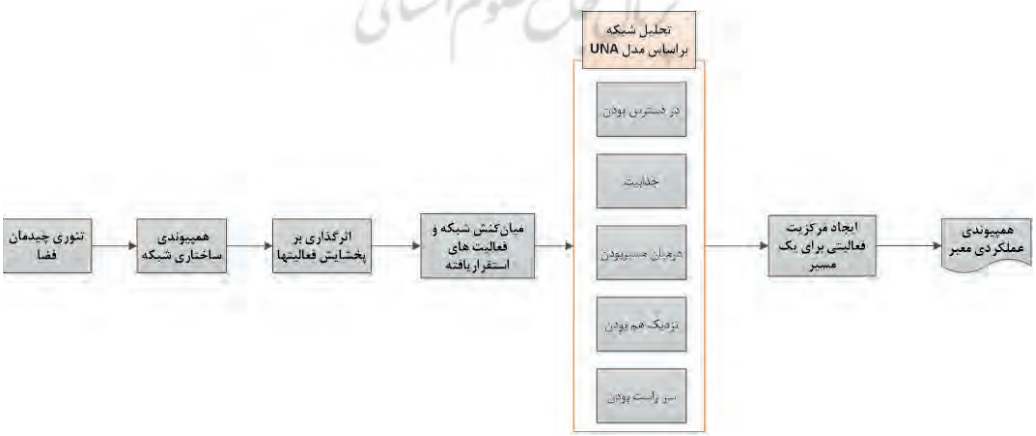


شکل ۱. جایگاه نظری پژوهش در مطلوبیت مسیر حرکت پیاده

چارچوب نظری پژوهش

ازآنجاکه مسیر پیاده بخشی از فضای شهری است، می‌توان مطلوبیت این فضا را در سه بعد کالبدی، عملکردی و معنایی(ادراکی)، به‌عنوان کیفیت‌های فضای شهری بررسی نمود. در این دسته‌بندی، می‌توان مواردی چون توپوگرافی، عرض پیاده‌رو به‌عنوان مؤلفه‌های کالبدی، میزان فعالیت‌ها و دسترسی به آنها، جذابیت کاربری‌ها، تراکم و فواصل فعالیت‌ها به‌عنوان مؤلفه‌های عملکردی، و مواردی چون هویت، خوانایی، زیبایی‌شناسی به‌عنوان مؤلفه‌های بعد معنایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. این مدل نظری در شکل ۱ نشان داده‌شده است.

آنچه در این پژوهش بر اساس شکل ۱ مدنظر است، بر مطلوبیت عملکردی مسیر پیاده تأکید دارد. در این میان تئوری چیدمان فضا، هم‌پیوندی ساختاری شبکه را به‌عنوان عامل مؤثر شکل‌گیری الگوی پخشایش فعالیت‌ها و کاربری‌ها می‌داند. ابزار تحلیل شبکه **UNA** ، از طریق محاسبه‌های سنجه‌های ۵ گانه در دسترس بودن، جذابیت، نزدیک بودن، در میان مسیر بودن و سرراست بودن، شاخص مرکزیت هر فعالیت را در مسیر شبکه محاسبه می‌نماید. پس چنانچه شاخص مرکزیت هر فعالیت به شبکه مجاور آن تخصیص یابد، درمجموع ارزش هر قطعه معبر ازنظر مطلوبیت فعالیت‌های مستقر برای حرکت پیاده مشخص می‌شود که می‌توان آن را هم‌پیوندی عملکردی مسیر نامید. شکل ۲ مدل تحلیلی بکار گرفته شده در این پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل۲. مدل تحلیلی پژوهش

روش پژوهش

برای پیاده‌سازی الگوی رفتار پیاده در ابزار تحلیل شبکه، ابتدا باید مدل رفتاری کاربران از فضا تشریح شود. افراد پیاده در منطقه پیاده گردش کرده و مایل‌اند بیشترین فایده را از پیاده‌روی ببرند. رفتار افراد پیاده از طریق مدل رفتار مسیر انتخابی در هر تقاطع پیش‌بینی می‌شود. در این مدل فرد پیاده مسیر خود را طبق کارکرد مسیر انتخابی مبتنی بر احتمالات و بر مبنای خدمات و کاربری‌های مطلوب و مورد انتظار و جذابیت‌های بصری آن مسیر تعیین می‌کند. میزان کاربرد و خدمات مطلوب در گره i که با Ui نمایش داده می‌شود برابر است با حاصل‌ضرب وجود خدمات مورد انتظار V_{ij} برای رفتن به گره احتمالی j، در احتمال رفتن به گره j از گره i که در رابطه۱ به‌صورت ریاضی نشان داده‌شده است (Sadahiro, 2008).

$$Ui=\sum_{j \text{ in Node } (i)} P_{ij} V_{ij}$$

رابطه۱. نحوه محاسبه میزان کاربرد و خدمات مطلوب در یک گره شهری

تعمیم‌یافته فرمول مذکور به نحو قابل قبولی در ابزارهای تحلیل شبکه به کار گرفته شده که به‌صورت یک شاخص مرکب تحت عنوان شاخص مرکزیت محاسبه می‌شود. از طرفی علیرغم اینکه خوانش ارتباطات مکانی یک مسیر امکان‌پذیر است، اما کار دشواری است. درحالی‌که شناخت ارتباطات یک‌به‌یک عناصر معمولا ساده است(مثلا خوانش یک مسیر از یک ایستگاه مترو تا یک‌یک ساختمان‌های خاص نسبتاً ساده است). اما در نظر داشتن ارتباطات چندگانه بین فعالیت‌ها و درک کلیت مطلوبیت کاربری‌های مسیر می‌تواند پیچیده شود. پیمایش ارتباطات از یک مکان مقصد برای فرد پیاده تا همه ساختمان‌های موجود در شعاع ده دقیقه پیاده‌روی منتهی ساده نیست و بسیار زمان‌بر است. به این مطلب قیدهای دیگری مانند خیابان‌های محل تقاطع، زیرگذرها، چراغ‌های راهنمایی، تمرکز بر ساختمان‌های خاص (مانند مسکونی)، اندازه متفاوت ساختمان‌ها (مانند تعداد ساکنین هر واحد) را باید اضافه کرد. این مسئله خوانش ارتباطات مکانی در ابزار تحلیل شبکه (UNA) از طریق توپولوژی و زیر ابزارهای درون نرم‌افزار، فراهم شده است. (Sevtsuk & Mekon-nen ,2012). برای این منظور، اگر محیط به‌وسیله شبکه‌ای از ساختمان‌ها و خیابان‌ها مدل‌سازی شود، یک ماتریس مجاورت اطلاعات بین ساختمان‌ها را در مجاورت بلافصل آنها در طول شبکهٔ معابر دربر می‌گیرد. الگوریتم‌های تحلیل شبکه در این شرایط می‌توانند در پرس‌وجو از این اطلاعات استفاده کنند و ارتباطات مکانی کاملی را از اجزاء این شبکه با استفاده از این جدول کوتاه‌تر نموده و آن‌ها را استخراج نماید.

معرفی محدوده موردمطالعه

برای انجام این مطالعه، محدوده مرکزی شهر تهران شامل مناطق ۶، ۱۱ و ۱۲ انتخاب شده که در شکل ۳ مشاهده می‌شود. علت انتخاب این مناطق به‌طور خلاصه شامل موارد زیر بوده است:

-هم پیوندی ساختاری قوی معابر شهر تهران در این محدوده به علت وجود خیابان‌های ولیعصر، انقلاب؛

-غنی‌تر و بروزتر بودن لایه‌های اطلاعاتی اماکن شهری در این مناطق؛

-قرارگیری مرکز تاریخی و محدوده باارزش میراثی شهر در این محدوده؛

-پتانسیل بالاتر پیاده‌مداری در محدوده مرکزی شهرها بر اساس

شکل ۳. نقشه محدوده موردمطالعه

الگوهای جهانی و تجارب گذشته شهر تهران؛

- تراکم بالای کاربری‌های خدماتی و مراکز جاذب سفرهای شهری در این مناطق، به‌طوری‌که بالاترین تعداد فعالیت تجاری را منطقه۱۲، و بالاترین تعداد فعالیت اداری را منطقه ۶ در شهر تهران به خود اختصاص داده است (رصدخانه شهری تهران، ۱۳۹۶، ۴۹)؛

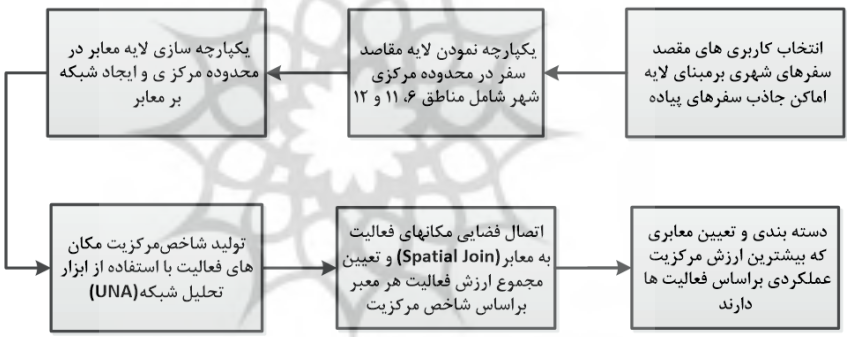
-دسترسی و تنوع بالاتر مدهای حمل‌ونقل عمومی در این محدوده‌ها.

تحلیل و یافته‌های پژوهش

جهت درک بهتر فرایند تحلیل، شکل ۴ مراحل طی شده برای آماده‌سازی داده‌ها و به‌کارگیری مدل را نشان داده است. اولین گام برای تولید پارامترهای شاخص مرکزیت بر مسیرهای محدوده موردمطالعه، آماده‌سازی داده‌ها است. به این منظور مکان خدمات و کاربری‌های جاذب حرکت پیاده، از آخرین نسخه پایگاه داده اماکن شاخص شهر تهران که توسط شهرداری تهران تهیه شده است، استخراج شد.

در ادامه از میان۱۱۷ لایه اطلاعاتی از اماکن شاخص شهری که در سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران موجود است، حدود ۵۰ لایه که بیشترین مطلوبیت برای جذب سفرهای پیاده را دارند، انتخاب شد. از این میان می‌توان به لایه‌های سینماها، پارک‌ها، مراکز خرید، تئاتر و موزه‌ها، رستوران‌ها، مساجد اشاره کرد. در نگاره ۵ پراکنش اماکن مذکور در محدوده موردمطالعه مشاهده می‌شود.

گام بعدی ساخت توپولوژی از شبکه معابر محدوده موردمطالعه است. این کار یکی از پایه‌های اساسی ابزار تحلیل شبکه بر اساس فاصله جغرافیایی است و به‌این‌ترتیب نرم‌افزار نسبت به فواصل بین عوارض هوشمند می‌شود. در زمان ساخت توپولوژی شبکه عوارض خطی که معابر محدوده موردمطالعه را تشکیل می‌دهند به لبه و گره تبدیل می‌شوند.



شکل۴. فرآیند تحلیل شبکه پیاده در این پژوهش

شکل ۵. پراکنش اماکن شاخص شهری در محدوده موردمطالعه

شکل ۶. نقشه مطلوبیت مسیر برای عابر پیاده بر مبنای توزیع فعالیت‌ها

در این مرحله پیش‌نیازهای استفاده از ابزار تحلیل شبکه در محیط ArcGIS مهیا شده است. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، ابزار مرکزیت[11] در جعبه‌ابزار UNA پنج پارامتر تحلیل شبکه را محاسبه می‌کند. لایه نقطه‌ای کاربری‌ها و شبکه معابر به‌عنوان ورودی به ابزار معرفی شد. شعاع جستجو ۵۰۰ متر در نظر گرفته شد، با این استدلال که کاربری‌هایی که در فاصله ۵۰۰ متری از هم واقع شده‌اند، می‌توانند برای حرکت عابر پیاده جذابیت داشته باشند و بر افزایش جذابیت همدیگر اثرگذارند. پس از اجرا نمودن ابزار، ارزش شاخص مرکزیت فعالیتی اماکن، به جدول ویژگی‌های توصیفی لایه موردنظر اضافه شد. سپس با استفاده از ابزار spatialjoin، نقاط کاربری به معابر متصل گشت. برای اتصال کاربری‌ها به معابر، فاصله ۲۵ متری به‌عنوان متوسط فاصله مرکز پارسل تا محور معبر، در نظر گرفته شده است. به‌این‌ترتیب ممکن است بعضی از کاربری‌ها که به بیش از یک معبر دسترسی دارند، به‌درستی به همه معابر پیرامونی متصل شوند و ارزش مرکزیت فعالیتی مکان موردنظر برای همه معابر به حساب آید. در ادامه، ارزش مرکزیت فعالیتی اماکن واقع در هر معبر تجمیع شده، و امتیاز نهایی معابر ازنظر در برگرفتن کاربری‌های جاذب حرکت پیاده محاسبه شده است. در پایان معابر ازنظر امتیاز نهایی در پنج کلاس طبقه‌بندی شده‌اند که جهت نمایش بهتر بر روی نقشه، سه کلاس با امتیاز بیشتر، در شکل ۶ مشاهده می‌شود. دسته با امتیاز بالاتر با خطوط ضخیم‌تر نمایش داده شده است.

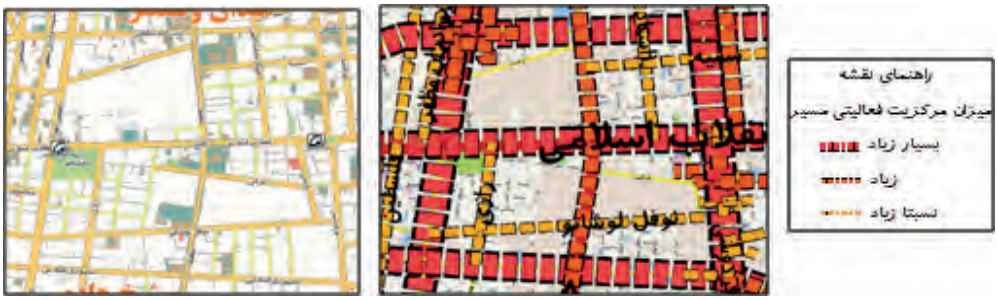
نتیجه‌گیری

چنانچه کیفیت‌های فضایی خیابان‌های شهری جهت مطلوبیت پیاده‌روی را در سه بعد کالبدی، عملکردی و معنایی مدنظر قرار گیرند، می‌توان عامل مرکزیت فعالیتی بودن مسیر برای پیاده را ، مهم‌ترین شاخص عملکردی دانست. در این خصوص نوع، فاصله و دسترسی کاربری‌ها حائز اهمیت بوده و می‌توان با پارامترهای مذکور به این کیفیت رسید. لذا در این پژوهش با هدف بررسی کیفیت جاذب بودن عملکردی مسیرها در نمونه موردی (شامل سه منطقه شهرداری تهران) از ابزار تحلیل شبکه شهری (UNA) در نرم‌افزار ARCGIS استفاده شد. نتایج و یافته‌های این تحلیل را می‌توان در موارد زیر بیان نمود:

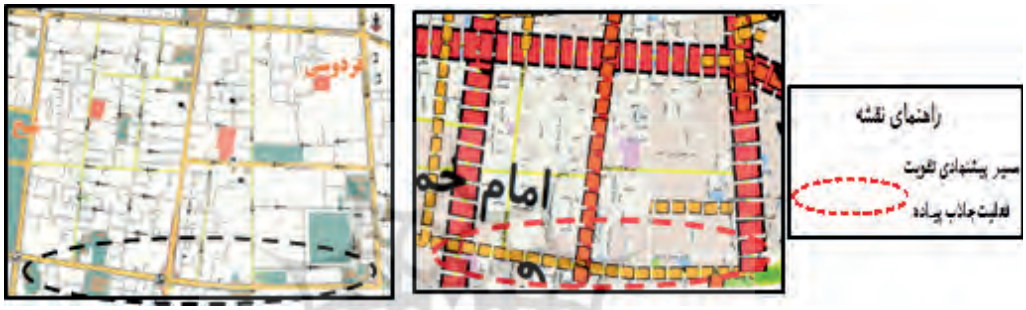
همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، در دسته با امتیاز بسیار بالا، قطعه معبرهای خیابان ولیعصر، انقلاب و جمهوری قرار گرفتند. این امر ناشی از بالا بودن تراکم فضایی کاربری‌های خرده‌فروشی جاذب جمعیت همچون اغذیه‌فروشی‌ها، سالن‌های تئاتر و سینما و راسته‌های فعالیتی است. اما در خروجی نهایی، قطعه معابر دیگری نیز در این دسته قرارگرفته است که قابل تأمل است. از این میان می‌توان به قطعه معبر طالقانی حدفاصل قدس تا مفتح، و قطعه معبر فردوسی-سپهبد قرنی حدفاصل خیابان امام خمینی تا کریم‌خان اشاره نمود. همچنین از ارزش قطعه خیابان انقلاب پس از میدان انقلاب به سمت میدان آزادی کاسته شده است.

در دسته دوم امتیازها، به ترتیب از جنوب محدوده موردمطالعه، قطعه معابر شوش حدفاصل ولیعصر تا هفده شهریور، مولوی حدفاصل ولیعصر تا ری، قطعه معابر خیام و همچنین حافظ-وحدت اسلامی قرارگرفته‌اند.

نکته قابل‌تأمل شکل‌گیری یک شبکه حلقه از قطعه معابر به‌هم‌پیوسته با امتیاز مرکزیت بالای کاربری جاذب پیاده، بین خیابان ولیعصر و فردوسی، که از شمال به خیابان طالقانی و از جنوب به خیابان جمهوری محدود می‌شود(شکل ۷). این مسیر



شکل ۷. نقشه قطعه معابر به‌هم‌پیوسته با امتیاز مرکزیت بالای کاربری جاذب پیاده، بین خیابان ولیعصر و فردوسی



شکل ۸. ارائه مسیرهای پیشنهادی جهت تقویت کاربری جذاب پیاده برای ایجاد شبکه به‌هم‌پیوسته در خیابان امام خمینی

می‌تواند به‌عنوان یک مسیر پیاده‌روی با زمینه فعالیتی جذاب در دستور کار سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدیریت شهری قرار گیرد تا در کنار پتانسیل عملکردی، زمینه‌های کالبدی و معنایی مسیر نیز تقویت‌شده و نتیجه آن ایجاد یک مسیر پیاده‌روی با کیفیت بالا در قلب شهر تهران باشد.

ارائه مسیرهای پیشنهادی جهت تقویت کاربری جذاب پیاده با رویکرد ایجاد مسیرهای به‌هم‌پیوسته به انضمام شکل علاوه بر مسیرهای پیوسته شناسایی‌شده، مسیرهایی در محدوده قابل‌بازشناسی هستند که با تقویت جنبه‌های عملکردی و یا با تغییر در نوع فعالیت‌های مستقر در راسته، می‌توان مرکزیت فعالیتی مسیر را ارتقاء داده و مسیرهای پیوسته جاذب پیاده‌روی ایجاد نمود. در این میان شاید شاخص‌ترین مسیر شناسایی‌شده، قطعه معبر خیابان امام خمینی، حدفاصل ولیعصر تا میدان امام خمینی(توپخانه)، است(شکل ۸). چنانچه فعالیت‌های این محدوده از راسته تجاری صنعتی به فعالیت‌های همه‌شمول تر تغییر یابد می‌تواند بااتصال عناصر تاریخی-فرهنگی باارزشی چون معبر سنگفرش شده سی تیر، موزه تاریخ معاصر و مجموعه باغ ملی، به مسیر پیاده‌روی جذابی تبدیل شود.

در شبکه‌های پیوسته جاذب پیاده‌روی شناسایی‌شده از بعد عملکردی، در کنار تقویت فعالیت‌ها، با افزایش کیفیت خوانایی مسیر، می‌توان آنها را در تصویر ذهنی شهروندان منقوش نمود. این امر توسط مشخص نمودن ورودی‌ها و خروجی‌ها، شفاف‌سازی لبه‌ها، کف‌سازی یکپارچه، تابلوهای اطلاع‌رسانی و تعیین جهت، و مبلمان شهری شاخص می‌تواند مورد تأکید قرار گیرد.

محدودیت‌های مطالعه و پیشنهاد مطالعات آتی

این پژوهش همانند بسیاری از مطالعات دارای محدودیت‌هایی بوده است که قطعاً در نتایج کار اثر داشته است. شاید مهم‌ترین محدودیت عدم دسترسی به برخی از لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز جهت تحلیل فضایی بوده است. قطعاً وجود داده‌های کامل‌تر و بروزتر از کاربری‌های شهری می‌تواند با تلفیق با سایر لایه‌های اطلاعاتی تحلیل و ارزیابی بهتری از شبکه خیابان‌های شهری در خصوص مطلوبیت حرکت پیاده ارائه دهد. به‌طور ویژه برای مطالعات آتی، می‌توان تلفیق نتایج این مطالعه را با ویژگی‌های فضایی چون توپوگرافی معبر، عرض معابر و کیفیت پیاده‌روها، دید و منظر به‌منظور ارزیابی سایر کیفیت‌های طراحی شهری مسیرهای پیاده‌روی پیشنهاد داد.

قدردانی

بدین‌وسیله نگارندگان از سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، در خصوص در دسترس قرار دادن داده‌های پایه موردنیاز جهت

تحلیل کمال تشکر را دارند.

پی‌نوشت

۱. برای اطلاعات بیشتر به سایت www.walkscore.com مراجعه شود.

2. Space Syntax

3. Depth Map

4. Urban Network Analysys

5. GIS

6. Reach

7. GRAVITY

8. Betweeness

9. Closeness

10. Strightness

11. Centrlity

فهرست مراجع

۱. بحرینی، سیدحسین؛ و تقابن، سوده. (۱۳۹۰). آزمون کاربرد روش چیدمان فضا در طراحی فضاهای سنتی شهری، نمونه موردی: طراحی محور پیاده امامزاده قاسم. هنرهای زیبا، ۴۸، ۱۸-۵.

۲. پیله‌ور، علی اصغر؛ و عطایی، سینا؛ و زارعی، عبدالله. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر میان کنش فضایی بر تعادل فضایی در ساختار شهری بجنورد با استفاده از فن چیدمان فضا. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۷۹، ۱۰۲-۸۷.

۳. خستو، مریم؛ و سعیدی رضوانی، نوید. (۱۳۸۹). عوامل مؤثر بر سرزندگی فضاهای شهری (خلق یک فضای شهری سرزنده با تکیه بر مفهوم مرکز خرید پیاده. هویت شهر، ۴(۶)، ۷۴-۶۳.

۴. رصدخانه شهری تهران. (۱۳۹۶). رصد وضعیت شهرسازی تهران، نظام قطعه‌بندی و کاربری زمین، جلد اول. تهران: انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

۵. ریسمانچیان، امید؛ و بل، سایمون. (۱۳۸۹). شناخت کاربردی روش چیدمان فضا در درک پیکره‌بندی فضایی شهرها. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، ۴۳، ۵۶-۴۹.

۶. شیعه، اسماعیل؛ حبیبی، کیومرث؛ پیرایه گر، میلاد. (۱۳۹۲). تبیین شاخص‌های جانمایی پیاده راه‌های شهری براساس اهداف توسعه پایدار اجتماعی با استفاده از روش *ANP* هویت شهر، ۹ (۲۲)، ۳۰-۱۹.

۷. عباس زادگان، مصطفی. (۱۳۸۱). طراحی شهری: روش چیدمان فضا در فرآیند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد. مدیریت شهری، ۹، ۶۴-۷۵.

۸. کریمی مشاور، مهرداد؛ و نگین تاجی، صمد. (۱۳۹۱). طراحی پیاده راه‌ها در شهر تهران. دانش شهر، ۱۲۳، ۱۰-۶.

۹. معینی، سید محمد مهدی. (۱۳۸۵). افزایش قابلیت پیاده مداری، گامی به‌سوی شهری انسانی‌تر، نشریه هنرهای زیبا، ۲۷، ۱۶-۵.

10. Hillier, B. (1996). *Space in the machine*. Cambridge: Cambridge university press.

11. Hillier B. & Hanson J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.

12. Hillier, B., & Vaughan, L. (2007). The city as one thing. *Progress in Planning*, 67(3), 205-230.

13. Kang, C. D. (2015). The effects of spatial accessibility and centrality to land use on walking in Seoul, Korea. *Cities*, 46, 94-103.

14. Offenhuber, D., & Ratti, C. (2014). *Decoding the city*: *Urbanism in the age of big data*. Birkhäuser.

15. Ozbil, A., Peponis, J., & Stone, B. (2011). Understanding the link between street connectivity, land use and pedestrian flows. *Urban Design International*, 16 (2), 125-141.

16 .Sadahiro, Y. (Ed.). (2008). *Spatial data infrastructure for urban regeneration* (Vol. 5). Berlin: Springer Science & Business Media.

17. Sevtsuk, A. (2013). Networks of the built environment. *De coding the City–How Big Data Can Change Urbanism*, *Birkhäuser*, 143-159.

18. Sevtsuk, A., Mekonnen, M. (2012). Urban Network Analysis Toolbox. *International Journal of Geomatics and Spatial Analysis*, 22(2), 287-305.

©I.A.U

Network Analysis for Walkability Based on Activity Distribution through UNA Tools (Case Study: Central Area of Tehran)

Rama Ghalambor Dezfooly*, Assistant Professor, Urban Planning Department, Pardis Branch, Islamic Azad University, Pardis, Iran.

Negar Farzadi Moghada, M.A. in Urban & Regional Planning, Fine Arts Faculity, The University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

Nowadays, encouraging people to walk in the urban streets is not possible without considering attractive activities for pedestrians. Analyzing activities in the urban networks needs to determine complex parallel spatial relationships between different buildings, public spaces, and routes that connect them. In this way, urban designers and planners have started to use network- based models which analysis numerous relationships in urban space and allow the experts to use that information in urban decision making.

In this way the Urban Network Analysis Toolbox (UNA) – an open-source and free plug-in for ArcGIS – provides abilities for calculating parameters of accessibility in the road network. This solution can be used for evaluating pedestrian paths based on around activities of the network. UNA toolbox, models the built environment using three basic elements: edges, representing paths along which travelers can navigate; nodes, representing the intersections where two or more edges intersect; and buildings, representing the locations where traffic from streets enters into indoor environments or vice versa. Buildings can be replaced by any other point locations on the network.

This paper tries to calculate and visualize the centrality indicator of activities in the road segments, in the central area of Tehran. The Centrality Tools of ArcGIS toolbox can be used to compute five types of graph analysis measures on spatial networks: Reach; Gravity; closeness; betweenness and straightness. Respect to the literature reviews, activities of a street as a public space, influence on walkability. Theoretical framework of this research was focused on space syntax theory and develop the concept which emphasized structure of network integration can be influenced on activity distribution.

Therefore, in the first step, based on theoretical framework, the point of interest layer, which is generated by Tehran Municipality, was applied to select 50 layers of the retail activities and public interests, which are more attractive for pedestrians. Then the UNA toolbox was run to calculate the centrality indicator of each activity point. Then, generated value of each point was assigned spatially to the nearest road segment. Finally, value for centrality of activities of each road segments were calculated, and the score of each road was determined. Finally, roads based on total centrality score classified and visualized with mapping in ArcGIS.

The results show that there are lots of roads in central districts of Tehran that have connected paths with high centrality of attraction activities for pedestrians. For example, in this case-study, ValiAsre street,enghelab street, and Jomhoury street have the most scores in centrality indicator. Also with Changing some land uses, new connected and integrated paths could be generated which can enhance walking interests. For example, Imam-Khomeini Street has much potential to transform to attractive path for walkability with changing some activities, especially the segment between 30Tir Street and HasanAbad. From the technical implications, findings of this research shows that applying this approach provides better recognition of the high potential urban networks to enhance livability and can be used to designing and planning livable-oriented spaces, especially for regeneration the central business districts and deteriorated areas.

Keywords: Walkability, Space Syntax, UNA Tools, Centrality Indicator

* Corresponding Author: Email: Ramaghalambor@gmail.com