

تحلیل شاخص‌های نفوذپذیری در بافت‌های شهری

دکتر بهرام امین‌زاده گوهرریزی*، مهندس سیامک بدر**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۱/۱۸

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۰۵/۲۴

چکیده

نفوذپذیری بافت‌های شهری از مفاهیم پایه در نظریه‌های معاصر شهرسازی است. این مفهوم در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها به عنوان معیاری کمی نقش دارد. در این بحث ابتدا مفهوم و ماهیت نفوذپذیری و شاخص‌های پیشنهادی آن که عموماً متکی به نظریه‌های گراف‌های مسطح اند بازننگری شده است. سپس نسبت‌های آلفا و گاما که از مهمترین شاخص‌های اندازه‌گیری نفوذپذیری بافت‌های شهری محسوب می‌شوند در تناسب با روابط گراف‌های مسطح با بافت‌های شهری مورد تجدید نظر قرار گرفته و روابط جدیدی پیشنهاد شده است. در ادامه با ترکیب ۳ شاخص؛ فاصله نقاط تا گره با (ورودی و خروجی)، شاخص اصلاح شده آلفا و فاصله نقاط تا اولین گره روشی پیشنهاد شده تا براساس آن نفوذپذیری بافت شهری قابل اندازه‌گیری باشد. کاربرد این روش در بافت‌های شهری گذشته از دارا بودن سهولت نسبی، شرایطی را به وجود می‌آورد تا ارزیابی در مورد پیشنهاد یک کمان جدید یا تعریض یک محور بین گزینه‌های مختلف به صورت نظام مندتری صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی

نفوذپذیری، اتصال، شاخص آلفا و گاما، سیستم اطلاعات جغرافیایی

* استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) Email: bahram.aminzadeh@gmail.com

** دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه شهید بهشتی (مسئول مکاتبات)

Email: siamakbadr@gmail.com

مقدمه

دسترسی، مفهوم گسترده تری دارد. به اعتقاد لینچ «دسترسی یکی از ویژگی‌های اصلی مناطق شهری در دیدگاه‌های نظریه‌پردازان معاصر است» (لینچ، ۱۳۸۴، ۲۴۱). دو جنبه اصلی مفهوم دسترسی؛ بحثی است که دسترسی به آن مورد نظر است و پدیده‌ای است که دسترسی می‌گیرد. در مناسبات شهری مقوله مورد نظر کلیه فعالیت‌های انسانی، تسهیلات و اطلاعاتی است که نیازهای حیاتی شهر را برآورد می‌کند. گرچه نفوذپذیری و دسترسی مستقل از هم نیستند و شاید نفوذپذیری جزئی از دسترسی پنداشته شود با این حال محوریت بررسی در نفوذپذیری؛ بافت‌های شهری و در دسترسی؛ انسان یا پدیده دسترسی گیرنده، است.

مفهوم اتصال گرچه در پاره‌ای از متون با نفوذپذیری معادل پنداشته می‌شود اما «در اتصال ارتباط به تعداد پیوندها از و به یک مکان خاص (معمولاً تقاطع‌ها) متکی است، در حالی که نفوذپذیری به ظرفیت این پیوندها (اتصال‌ها) در انتقال و یا تسهیل سیستمی از حرکت بستگی دارد. برای مثال تعریض معابر (در یک بافت شهری) ممکن است نفوذپذیری را در مقابل نظامی از حرکت افزایش دهد، اما کیفیت اتصال را تغییر نمی‌دهد» (Marshall, 2005). در تحلیل کیفیت اتصال عموماً تعداد تقاطع‌ها و تعداد کمان‌های اتصال بین تقاطع‌ها نقش اساسی دارد.

در این بحث بررسی معنایی واژه‌های مختلف و از جهتی هم‌پیوند مدنظر نیست، اما به منظور انسجام تحقیق به نظر می‌رسد تعریف ابعاد نفوذپذیری و تبیین آن لازم است. اگر چه در حال حاضر نفوذپذیری در کلیت مفهومی خود به عنوان پدیده‌ای واجد ارزش و مثبت در شهر محسوب می‌شود. اما بدین مفهوم نیست که نمونه‌های بافت‌های نفوذناپذیر فاقد ارزش‌های تاریخی و شهرسازانه‌اند. همان‌طور که اشاره شد، نفوذپذیری سازوکاری است که محیط انسان ساخت در جهت برآورد نیازهای فرهنگی، زیست محیطی انتخاب می‌کند. نیازهایی که در فرهنگ‌های مختلف وطنی زمان ممکن است متفاوت باشد. بافت سکونت‌گاه ممکن است با پیچیدگی دسترسی (گذرها) و به وجود آوردن محدودیت ارتفاع، ساکنان را از یورش ناگهانی بیگانه به‌طور نسبی ایمن بدارد. ممکن است دور بودن از نگاه غیر و بیگانه به عنوان یک جنبه از نیاز به امنیت سبب پیکره بندی خاصی از فضا شود و چشم‌انداز انسان را محدود کند؛ در این صورت نفوذناپذیری بافت یک ارزش شهرسازانه است و طراح در شکل دهی به محیط با داده‌هایی (ارزش‌ها، فرهنگ‌ها و سنت‌ها که مستقیماً زاده این محیط است) روبرو می‌شود (نقی زاده و همکاران، ۱۳۸۹، ۶۳) و گاه تبدیل به نمونه‌های ارزشمند تاریخی می‌شود. در بافت قدیم شهر سمنان نفوذپذیری برای عابر پیاده حتی نسبت به ظرفیت شبکه گذرهای موجود افزایش می‌یابد. شواهدی وجود دارد که در بخش‌هایی از بافت

نفوذپذیری از معیارهای ارزیابی کیفیت بافت‌های شهری در تصمیم‌گیری‌ها است. در شناسایی بافت‌های فرسوده و آسیب‌پذیر، قابلیت‌های بافت شهری برای افزایش تراکم جمعیت، کارایی بافت شهری در مواجهه با سوانح طبیعی و دسترسی به خدمات اضطراری، نفوذپذیری یکی از معیارهای مهم ارزیابی است. در این بررسی‌ها نفوذپذیری واقعی عینی تلقی می‌شود و به‌عنوان معیاری کمی و قابل اندازه‌گیری خارج از قضاوت کیفی تصمیم‌گیران نقش می‌یابد. بدین لحاظ روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری این معیار در بافت‌های شهری پیشنهاد شده است. هدف مروری بر شاخص‌های پیشنهاد شده و ارائه روشی نو برای محاسبه نفوذپذیری در بافت‌های شهری است. این روش بستری برای تصمیم‌گیر به وجود می‌آورد تا به‌صورتی پویا از تغییر شاخص نفوذپذیری با تغییراتی که برای بافت مورد مطالعه پیشنهاد می‌کند آگاه شود.

ماهیت نفوذپذیری

واژه‌های نفوذپذیری^۱ و دسترسی^۲ و اتصال^۳ گرچه در تحلیل بافت‌های شهری پیوندهای مفهومی با هم دارند و گاهی به‌عنوان معادل هم به کار می‌روند با این حال به‌نظر می‌رسد از جهاتی واجد تمایزاند. نفوذپذیری در سایر معرفت‌ها نیز مفهوم شناخته شده‌ای است، معمولاً بر اساس قابلیت‌های یک پدیده در پذیرش یا جذب پدیده‌های دیگر در خود تعریف می‌شود. پدیده اول می‌تواند خاک، فرهنگ و بافت شهر باشد و پدیده دوم، آب، نگرش و سیستم‌های حرکتی. اگر چه در مورد بسیاری از پدیده‌ها نفوذپذیری یک ویژگی جوهری است در مورد بافت‌های شهری نفوذپذیری، پاسخ یا ساز و کاری است که آگاهانه برای سهولت یا محدود نمودن نظامی از حرکت انتخاب می‌شود. تعاریف ارائه شده از نفوذپذیری به سهولت، تنوع و تراکم مسیرهای ورود و خروج و همچنین زمان و فاصله دستیابی به نقاط مختلف بافت‌های شهری اشاره دارند (بتلی، ۱۳۸۲، ۱۲۱). نفوذپذیری را به جنبه‌های بصری و دیداری نیز معطوف نموده‌اند. استمپس در تحقیقات خود نشان می‌دهد نفوذپذیری بصری بافت‌های شهری در ارتباط با حس محصوریت قرار می‌گیرد و نفوذپذیری حرکتی در ارتباط با امنیت (Stamps, 2005, 54). دسته‌بندی دیگری در زمینه نفوذپذیری ارائه شده است که به نوعی به پالایش شدن (جداکردن) و یا پالایش نشدن نظام‌های حرکتی در بافت‌های شهری اشاره دارد. ترکیب و یا جدا نمودن حرکت پیاده، دوچرخه و وسایل نقلیه و یا محدود نمودن هر کدام از نظر میزان نفوذپذیری در بافت مصداقی از آن است (Melia, 2007, 11).

در جدول شماره ۱ شاخص‌هایی که معمولاً در منابع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند نشان داده شده است (Tresider, 2005, 6).^۴ این شاخص‌ها عموماً متکی به مباحث و نظریه گراف‌های مسطح‌اند. در این بررسی‌ها بافت‌های شهری به مانند یک گراف ساده و معمولاً همبند و مسطح پنداشته می‌شود. یال‌های گراف معادل با گذرها (معابر) و رأس‌های گراف متناظر با تقاطع‌ها و انتهای بن بست‌ها فرض می‌شوند و با اعمال قواعد گراف‌های مسطح کیفیت اتصال بین گره‌ها تحلیل می‌شود. هر چه امکان پیوند بین گره‌ها از طریق تعداد یال‌ها و دورهای امکان پذیر بیشتر شود کیفیت اتصال بین نقاط کانونی (گره‌ها) و از جهتی برای کلیت بافت مطلوب‌تر است. در جدول شماره ۱ تعریف هر شاخص، نحوه اندازه‌گیری آن، آستانه پیشنهادی هر شاخص و کاربرد آن در نمونه‌ای از بافت‌های شهری ارائه شده است؛ در تجارب ایران و به ویژه در برنامه ریزی بافت‌های فرسوده به شاخص نفوذپذیری پرداخته شده است اما به دلیل وجود کمبودهای اطلاعاتی عملاً استفاده از این شاخص تاکنون مقدور نبوده است (ذکر حقیقی و دیگران، ۱۳۸۹، ۱۱۰).

شاخص‌های پیشنهادی نفوذپذیری

با توجه به شاخص‌های ارائه شده در جدول شماره ۱ و با اصلاح، جرح و تعدیل و ترکیب آن‌ها می‌توان به ارائه روشی برای سنجش نفوذپذیری بافت‌های شهری پرداخت. با توجه به اهمیت شاخص‌های آلفا و گاما ابتدا بازنگری و پیشنهاد اصلاح آن‌ها ارائه شده است. اگرچه شبیه‌سازی بافت‌های شهری با گراف‌های مسطح مبحث شناخته شده‌ای است و بزرگانی چون لینچ^۵ نیز بدان اشاره دارند. «اتصالاتی را که بین نقاط وجود دارد و یا ندارد می‌توان از طریق نظریه گراف تحلیل کرد» (لینچ، ۱۳۸۴، ۲۶۰). به نظر می‌رسد در این نوع شبیه‌سازی‌ها باید توجه داشت که بسیاری از اشکال نامتناهی

قدیم در مواقعی که حتی گذرها نامنند دسترسی از طریق منازلی که به هم پیوند دارند، برای زنان و کودکان امکان پذیر است. از جهتی دیگر همین بافت در مواجهه با یورش‌های ناگهانی چه به صورت سواره (اسب) و چه پیاده انواع تمهیدات کالبدی را به کار می‌گیرد تا از سرعت حرکت بکاهد. پرهیز از امتدادهای مستقیم (بدون انحناء) با طول بیش از ۳۰ متر، محدودیت و کاهش ارتفاع گذرها به ویژه در ورود به مرکز محله از طریق سابات‌های طولانی یا طاق‌هایی که بر گذرها احداث می‌شود، استقرار مراکز با اهمیت‌تر در بخش‌های نفوذناپذیرتر و عدم تناسب (رابطه عکس) بین اهمیت بناها با عرض گذر مقابل و بسیاری دیگر از آن جمله‌اند. اما گذشته از این موارد در هر صورت نیازهای انسان معاصر (و گرایش بسیاری از مردم به خدمات شهری مدرن و سنتی (حبیب، ۱۳۸۸، ۸۳) سبب شده تا نفوذپذیری بافت‌های شهری تقریباً به عنوان یک ارزش کانون نظریه‌های معاصر نو شهرگرایی قرار گیرند. برای دستیابی به شاخص‌های کمی نفوذپذیری تعیین سیستم حرکتی و تعریف مرزهایی که محدوده مورد نظر را تشکیل می‌دهند ضروری است.

شاخص‌های اتصال و نفوذپذیری

برنامه‌ریزان شهری به واسطه مسائلی چون امنیت، کاهش زمان پاسخ‌گویی به خدمات اضطراری و کاهش اضطراب ناشی از سرگستگی و نگرانی از عدم امکان دسترسی به خدمات، به نفوذپذیری بافت‌های شهری به عنوان معیاری کمی توجه خاصی دارند. در این زمینه شاخص‌های متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از این شاخص‌ها عمدتاً کیفیت اتصال در بافت‌های شهری را برآورد می‌کند. همان‌طور که اشاره شد اتصال و نفوذپذیری از جهتی به هم وابسته‌اند. به نظر می‌رسد برای تعریف شاخص نفوذپذیری بازبینی شاخص‌های اتصال ضروری است.



شکل ۴. سمنان - کاهش ارتفاع گذر-تکیه ابریشم گران

شکل ۳. سمنان - کاهش ارتفاع گذر-تکیه کربلای‌ها





شکل ۲. سمنان - مسیر پیاده درون منازل



شکل ۱. سمنان - پیچدگی گذرها بر اساس تصویر هوایی سال ۱۳۳۵

جدول ۱. شاخص‌های اندازه‌گیری نفوذپذیری و اتصال^۲

ردیف	شاخص	تعریف	نحوه اندازه‌گیری	توضیحات	نمونه	کاربرد در بافت شهری
۱	تراکم تقاطع	تعداد تقاطع در واحد سطح	$\frac{\#V}{A}$	مقدار بالاتر بیانگر تعداد تقاطع بیشتر و نفوذپذیری بیشتر است.	-	
۲	تراکم خیابان	طول خیابان در واحد سطح	$\frac{M}{A}$	مقدار بالاتر بیانگر خیابان‌های بیشتر و در نتیجه نفوذپذیری بیشتر است.	-	
۳	نسبت گره‌های متصل به هم	نسبت تعداد تقاطع‌ها به مجموع تعداد تقاطع‌ها و تعداد بن‌بست‌ها	$\frac{\#v - \#vd}{\#v}$	بیشترین مقدار این شاخص برابر ۱ خواهد بود و نمایانگر عدم وجود بن‌بست در بافت است که باعث افزایش نفوذپذیری می‌گردد. مقدار قابل قبول برای این شاخص بیشتر از ۰/۷۵ پذیرفته شده است.	شاخص: ۱ شاخص: ۰/۸	شاخص ۱: ۰/۰۰۱۱ شاخص ۲: ۰/۰۳۵ شاخص ۳: ۰/۵۸۴ شاخص ۴: ۱/۱۲۵
۴	نسبت کمان به گره	نسبت تعداد مسیرهای بین دو تقاطع به تعداد تقاطع‌ها و تعداد بن‌بست‌ها	$\frac{\#e}{\#v}$	مقدار بالاتر بیانگر قدرت انتخاب مسیر بیشتر و نفوذپذیری بیشتر است. در این شاخص طول خیابان‌ها هیچ نقشی ندارد. مقدار قابل قبول برای این شاخص برابر ۱/۴ است.	شاخص: ۱ شاخص: ۱/۳۳ شاخص: ۱/۵	
۵	شاخص گاما	نسبت تعداد کمان‌های موجود در محدوده مورد بررسی به حداکثر تعداد کمان‌ها با توجه به تعداد تقاطع‌ها	$\frac{\#e}{3 * (\#v - 2)}$	این شاخص که از تشابه شبکه به گرافی مسطح به دست آمده دارای مقدار بین صفر و یک خواهد بود.	شاخص: ۰/۶۶ شاخص: ۰/۵۵ شاخص: ۰/۵۷	
۶	شاخص آلفا	نسبت تعداد دوره‌های موجود به حداکثر تعداد دوره‌های ممکن با توجه به تعداد تقاطع‌ها	$\frac{F_A}{F_P} = \frac{(\#e - \#v) + 1}{(2 * \#v) - 5}$	این شاخص که از تشابه شبکه به گرافی مسطح به دست آمده دارای مقدار بین صفر و یک خواهد بود.	شاخص: ۰/۳۳ شاخص: ۱	
۷	شاخص شورای عالی شهرسازی و معماری ایران	نسبت تعداد معابر زیر ۶ متر در بلوک شهری	$\frac{\text{زیر ۶ متر } \#e}{\#e}$	این شاخص به بررسی معابر پیرامون و (بن‌بست) درون بلوک پرداخته و آستانه پذیرش آن ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است.	-	

گراف‌های مسطح مصداقی برای تشابه با بافت‌های شهری ندارد و لذا لزوم تعدیل شاخص‌ها به ویژه شاخص‌های آلفا و گاما معقول به نظر می‌رسد. شاخص‌های گاما و آلفا در بیشتر منابع به صورت روابط جدول ۱ ارائه شده‌اند، در انطباق با ویژگی‌های بافت شهری نیاز به تعدیل دارند. این دو شاخص که نسبت تعداد یال‌ها (کمان‌ها، معابر) را به حداکثر تعداد یال‌های ممکن و نسبت دوره‌های موجود به حداکثر دوره‌های امکان پذیر را در یک گراف مسطح (بافت شهری) نشان می‌دهند، بر اساس این فرض شکل گرفته‌اند که در هر گراف همبند، ساده مسطح هر ناحیه ۶ حداقل با ۳ یال محدود می‌شود (Wallis, 2007, 116) و هر یال حداکثر مرز دو ناحیه است که در این صورت براساس قاعده اوایلر:

نسبت تعداد دوره‌های موجود به تعداد دوره‌های امکان‌پذیر در یک بافت شهری (شاخص آلفا به صورتی که در این مقاله ارائه شده) بیانگر امکان انتخاب بیشتر و تنوع مسیرهای حرکت است و از جهتی باعث سهولت نفوذ در بافت می‌گردد. شاخص گاما در بافت‌های شهری که همه تقاطع‌ها (گره‌ها) به هم متصل‌اند، بر مبنای محاسبات ریاضی ساده، از مقدار حداقل ۰/۲۵ تا حداکثر ۱، بسته به تعداد تقاطع‌ها و کمان‌ها متغیر است. در یک شبکه شطرنجی کامل با تعداد زیاد تقاطع و کمان این عدد به سمت یک میل می‌کند. شاخص گاما از نظر نظریه صفر نیز می‌تواند باشد در این صورت گراف تبدیل درخت می‌شود (درخت گرافی است که در آن دور وجود ندارد). مصداق درخت در بافت‌های شهری مجموعه‌ای از بن‌بست‌ها است که از یک مسیر ممتد دسترسی می‌گیرند. شاخص گاما می‌تواند معرف مناسبی برای تشخیص تشابه یک بافت شهری به یک درخت یا یک شبکه شطرنجی کامل باشد. مقدار گاما کمتر از ۰/۱ نشان‌دهنده شباهت نسبی بافت با درخت است. گرچه افزایش تعداد دور در یک بافت شهری سبب افزایش راه‌های خروج و همچنین نفوذ به درون و نقاط مختلف آن می‌شود، با این حال در این مورد نیز بدون در نظر گرفتن تراکم و موقعیت گره‌های ورودی (تقاطع با مرزهای بافت مورد مطالعه) نمی‌تواند به تنهایی معیاری برای نفوذپذیری باشد.

$$f \leq 2v - 4 \quad 2: \quad c \leq 3v - 6 \quad 1:$$

همین روابط در جدول ۱ مبنای محاسبات حداکثر تعداد یال ممکن و حداکثر تعداد دوره‌ها است (در مورد تعداد دوره‌ها با حذف ناحیه بیرونی مقدار f به صورت $f \leq 2v - 5$ خواهد بود). در این روابط برای محاسبه حداکثرهای ممکن، گراف تبدیل به نواحی سه وجهی (مثلثی شکل) خواهد شد. اما بلوک‌های شهری به لحاظ شرایط خاص جهت‌گیری خیابان‌ها و نوع تفکیک رایج زمین عموماً به صورت اشکال چهار وجهی‌اند. برای محاسبه حداکثر تعداد یال‌ها و تعداد دوره‌ها و انطباق آن با بافت‌های شهری بهتر است هر ناحیه محدود به ۴ یال شود و هر یال حداکثر مرز دو ناحیه باشد. بر این اساس طبق قاعده اوایلر حداکثر مقادیر متغیرهای مورد نظر مطابق روابط زیر خواهد بود:

$$e \leq 2v - 4 \quad 3: \quad f \leq v - 3 \quad 4:$$

بر این اساس شاخص آلفا و گاما بصورت‌های زیر تعدیل خواهند شد:

$$5: \text{ شاخص گاما: } \frac{e}{2(v-2)}$$

$$6: \text{ شاخص آلفا: } \frac{(e-v+1)}{v-3}$$

در هر صورت همان‌طور که اشاره شد این شاخص‌ها عموماً کیفیت اتصال را در بافت شهرها مورد سنجش قرار می‌دهند و به طور کامل نمی‌تواند معیاری برای نفوذپذیری باشند. برای دستیابی به معیاری برای نفوذپذیری باید به اجزاء اصلی آن توجه نمود. همان‌طور که اشاره شد در بررسی نفوذپذیری یک بافت یا یک بلوک شهری تعریف مرزهای آن و سیستم حرکتی مورد نظر لازم است. مرزهای بافت یا بلوک شهری در برگیرنده گره‌ها (تقاطع‌ها و یا دروازه‌هایی) است که اساساً نفوذ به بافت را امکان‌پذیر می‌کند. بدیهی است در تحلیل

از سوی دیگر شاخص‌های اتصال عموماً بدون در نظر گرفتن طول کمان بین دو گره (طول معبر)، طول دور، زمان لازم برای طی مسافت بین دو گره یا طی یک دور و بدون در نظر گرفتن فاصله مکانی یا زمانی نقاط مختلف بافت با ورودی‌های اصلی ارائه می‌شوند. در حالی که معیارهای نفوذپذیری نمی‌تواند بدون در نظر گرفتن این متغیرها تعریف شود. به همین دلیل و با توجه به عدم کارایی شاخص ملاک عمل در کشور شاخص پیشنهادی برای سنجش نفوذپذیری ترکیب سه شاخص زیر است:

- فاصله‌های نقاط تا گره‌ها (تقاطع‌ها) ورودی و خروجی

- شاخص آلفا (به صورتی که در بحث اصلاح شده)

- فاصله نقاط تا اولین گره (تقاطع)

شاخص اول برای سنجش توانایی خروج و نفوذ به بافت است. دو شاخص دیگر تحلیل گر کیفیت حرکت درون بافت‌اند. قبل از اعمال

بخشی از جنوب منطقه ۱۱ تهران است. نتایج به دست آمده از بررسی بر بافت نمونه ای مورد مطالعه نشان می دهد شاخص آلفا در حد بسیار پایینی قرار دارد. به نحوی کل بافت شبیه یک درخت است تعداد دور موجود در بافت ۳۰ دور و تعداد دوره های ممکن براساس تعداد گره ها و یال ها ۳۹۱ دور است. بدین ترتیب نفوذپذیری و اتصال (و تنوع امکان حرکت از گره ها به همدیگر) در حد بسیار کمی است و افزایش تعداد دورها در جهت بهبود نفوذپذیری الزامی است. شکل ۹ محدوده هایی از بافت مورد مطالعه را که در فاصله ای بیش از ۳۰ متر طول از یک گره قرار دارند نشان می دهد و همچنین شکل ۸ محدوده هایی را نشان می دهند که در فاصله بیش از ۱۵۰ متر از یک گره ورودی قرار دارند. برای اصلاح بافت مورد مطالعه و افزایش نفوذپذیری براساس آستانه های تحمل هر شاخص که در صفحات گذشته به آن ها اشاره شد، در مرحله نخست باید از فاصله تا گره های ورودی برای شاخص اول در محدوده هایی که شکل ۸ نشان می دهد کاست با توجه به فرض اول که آستانه این شاخص را تا ۱۵۰ متر در نظر گرفته بود لازم است معبری با عرض ۱۲ متر از محدوده هایی مشخص شده در شکل ۸ عبور نماید. برای به وجود آوردن دوره های جدید و افزایش نسبی شاخص آلفا باید محدوده هایی را که براساس شکل ۹ در فاصله بیش از ۳۰ متر تا گره قرار می گیرند هدف قرار داد و در این محدوده ها با اتصال گره ها به هم تعداد دورها را افزایش داد و هم زمان از فاصله

این شاخص ها بر نمونه موردی اشاره به چند نکته لازم به نظر می رسد. - محدوده ای که در برگیرنده بافت مورد مطالعه است با تعیین مرزهای آن که عموماً شبکه های دسترسی اند تعریف می شود. تعیین این مرز به انتخاب تصمیم گیر (در مرحله انتخاب معیار) است. در این بررسی مرزهای محدوده با خیابان های با عرض ۱۲ متر تعریف شده است. - آستانه های تحمل هر شاخص در زمینه فاصله تا گره ورودی و فاصله تا اولین تقاطع نیز به انتخاب تصمیم گیر که با توجه به محدودیت های مکانی قابل تغییر است. در این بررسی آستانه فاصله تا گره ورودی ۱۵۰ متر و فاصله تا اولین تقاطع ۳۰ متر انتخاب شده است.

- حدی از عرض معبر (کمان) باید به عنوان حداقل گذر دسترسی یا قابل نفوذ تعریف گردد. این حد در تناسب با سیستم حرکت به انتخاب تصمیم گیر تعیین می شود. در این بررسی این حداقل ۶ متر در نظر گرفته شده است.

برای تعیین و تحلیل این شاخص ها (با توجه به حجم نسبتاً بالای محاسبات) از نرم افزارهای رایانه ای بهره گرفته شد و روند انجام برای شاخص اول وسوم مطابق شکل ۵ است.

بر اساس روندهای مشخص شده در شکل ۵ و رابطه اصلاح شده برای تعداد دوره های محدود به چهار یال برای بخشی از بافت شهری این شاخص ها محاسبه گردیده است؛ که نتایج آن در شکل هایی که در ادامه نمایش داده شده است قابل مشاهده است: محدوده انتخاب شده



شکل ۵. نمودار روش کار سنجش نفوذپذیری در بافت‌های شهری



شکل ۷. سنجش شاخص آلفا در وضع موجود

شکل ۶. ناحیه موردی بررسی در وضع موجود



شکل ۹. سنجش شاخص فاصله تا اولین تقاطع در وضع موجود^۸

شکل ۸. سنجش شاخص فاصله تا نقاط خروجی در وضع موجود



شکل ۱۱. سنجش شاخص آلفا پس از مداخله

شکل ۱۰. ناحیه موردی بررسی پس از مداخله (تعریض معبر به ۱۲ متری)



شکل ۱۳. سنجش شاخص فاصله تا اولین تقاطع پس از مداخله

شکل ۱۲. سنجش شاخص فاصله تا نقاط خروجی پس از مداخله

3. Connectivity

۴. برای مطالعه بیشتر نگاه کنید به:

Cervero and Kockelman 1995, Bento et al, 2003, Handy, 1996, Fan and Khatta, 2008, Allen, 1997, Ewing, 1996, Victoria Transportation Policy Institute, 2005, Tresider, 2005.

5. Lynch

6. Face

۷. در جدول فوق با استفاده از فرمول‌های ارائه شده در ستون نحوه اندازه‌گیری نفوذپذیری در واحد مورد بررسی اندازه‌گیری می‌شود؛ که در آن:

e (کمان): قطعه‌ای از خیابان بین دو تقاطع (گره)

v (گره): تقاطع‌ها و نقاط انتهایی بن‌بست‌ها (انتهای کمان‌ها)

vd (گره بن‌بست): نقاط انتهایی بن‌بست‌ها

A: مساحت محدوده مورد بررسی

M: طول معابر در محدوده مورد بررسی

F (دور): مسیری که از یک گره (تقاطع) آغاز شده و پس از طی حداقل ۲ گره دیگر به نقطه ابتدایی منتهی می‌شود؛ مشروط بر آنکه از هر گره یک بار عبور نماید.

#: تعداد

۸. مأخذ: نگارندگان بر اساس روش‌های موجود برای سنجش نفوذپذیری بر مبنای نقشه پایه شبکه و قطعات شهر تهران.

فهرست منابع

۱. بنتلی، ای. ین، (۱۳۸۲)، «محیط‌های پاسخده»، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
۲. حبیب، فرشته، (۱۳۸۸)، «تحلیلی از تعامل فرهنگ و کالبد شهر»، دو فصلنامه هویت شهر، شماره ۴، تهران.
۳. ذاکر حقیقی، کیانوش و حمیدمجدی، فرح حبیب، (۱۳۸۹)، «تدوین شاخص‌های موثر بر گونه‌شناسی بافت شهری»، دو فصلنامه هویت شهر، شماره ۷، تهران.
۴. لینچ، کوین، (۱۳۸۴)، «تئوری شکل شهر»، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۵. نقی‌زاده، محمد و بهادر زمانی، اسلام کرمی، (۱۳۸۹)، «ملاحظات فرهنگی در شکل‌دهی به نماهای شهری با تکیه بر ساختار نماهای شهری ایرانی در دوران اسلامی»، دو فصلنامه هویت شهر، شماره ۷، تهران.

6. Allen, Eliot, (1997). "Measuring the New Urbanism with Community Indicators", In Contrasts and Transitions, American Planning Association National Conference American Planning Association, San Diego, CA.

تا گره ها کاست. ممکن است برای انتخاب مسیر خیابان ۱۲ متری که از محدوده‌هایی بحرانی شکل ۸ عبور نماید و انتخاب مکان دورها گزینه‌های متفاوتی مطرح باشد. قابلیت روش پیشنهادی به صورتی است که می‌تواند در چهار چوب محدودیت‌های ممکن از نظر انتخاب مسیر گزینه‌های مختلف را به سادگی آزمون نموده و امتیاز هر کدام را مشخص نماید. در مورد بافت مورد مطالعه سعی شد گزینه‌ای با در نظر گرفتن یک محور ۱۲ متری شمالی جنوبی در راستای گذر موجود و افزایش تعداد دورها در محدوده‌های بحرانی شکل ۹ دگرگونی بافت از نظر نفوذپذیری بررسی شود. خیابان ۱۲ متری پیشنهادی در واقع مرزی را به وجود می‌آورد که واجد گره‌های ورودی جدیدی است نتایج به دست آمده بر اثر پیشنهاد شده نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت سنجش نفوذپذیری در بافت‌های شهری شاخص‌های متداول ارائه شده برای آن مورد شناسایی و بازنگری قرار گرفت. با توجه به آن که اکثر این شاخص‌ها از تشابه شبکه شهری با گراف‌های مسطح منتج شده‌اند پیشنهادی در زمینه اصلاح شاخص‌های آلفا و گاما در جهت تطابق بیشتر با بافت شهری ارائه شده است، اما با توجه به آن که کاربرد هر یک از شاخص‌ها به تنهایی نمی‌تواند تصویر درستی از نفوذپذیری بافت به دست دهد، روش پیشنهادی از یک سو با تعدیل شاخص آلفا و گاما همراه است و از سوی دیگر با در نظر گرفتن معیار فاصله دسترسی و ترکیب آن‌ها به سنجش می‌پردازد، می‌تواند تحلیل نسبتاً مناسبی از میزان نفوذپذیری بافت‌های شهری را ارائه دهد. در حال حاضر که تشکیل پایگاه داده و استفاده از قابلیت‌های GIS فراگیر و رایج است، روش پیشنهادی از سهولت نسبی برخوردار است و به خوبی می‌تواند جایگزین تصمیم‌گیری‌های بدون مینا در مواجهه با بافت‌های شهری شود؛ تصمیم‌گیری‌هایی که صرفاً به تعریض معابر می‌پردازند و از نتایج تصمیم‌آگاهی ندارند. براساس روش پیشنهادی تغییراتی که در بافت پیشنهاد می‌شود گذشته از اینکه قابلیت آزمون را دارد و در محدوده‌هایی از بافت صورت می‌پذیرد که نیامندی آن‌ها تدقیق شده است.

پی‌نوشت‌ها

1. Permeability
2. Accessibility

7. Bento, Anthonio and Cropper, Maureen and Mobarak, Ahmed Mushfiq and Vinha, Katja, (2003). **"The Impact of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States"**, World Bank policy research working paper, 3007.
8. Cervero, Robert and Kockelman, Kara, (1997). **"Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design"**, Transportation Research D, 2, 199-219.
9. Ewing, Reid, (1996). **"Best Development Practices: Doing the Right Thing and Making Money at the Same Time"**, American Planning Association, Chicago, IL.
10. Fan, Yinglin and Khatta, Asad, (2008). **"Urban Form, Individual Spatial Footprints and Travel Examination of Space-Use Behavior Transportation"**, Research Record, 2082, 98-106.
11. Handy, Susan, (1996). **"Urban Form and Pedestrian Choices: Study of Austin Neighborhoods"**, Transportation Research Record, 1552, 135-44.
12. Marshall, Stephen, (2005). **"Street and Pattern"**. London and New York: Spon Press.
13. Melia, Steve, (2007). **"Eco Town Mobility"**. Local Transport Today.
14. Stamps, Arthur, (2005). **"Visual Permeability, Locomotive Permeability, Safety and Enclosure"**. California: Environment and Behavior.
15. Tresider, Mike, (2005). **"Using GIS to Measure Connectivity: An Exploration of Issues"**, Portland State University (School of Urban Studies and Planning.
16. Victoria Transport Policy Institute, (2005). **"Roadway Connectivity: Creating More Connected Roadway and Pathway Networks"**. Online TDM Encyclopedia.
17. Wallis, Walter, (2007). **"A Begginers Guide to Graph Theory"**. Boston: Birkhauser Boston.